

Ir. J. HONING

KONSTRUKSI BANGUNAN AIR



Teguh Santoso
f

KONSTRUKSI-KONSTRUKSI BANGUNAN AIR

BUKU PELAJARAN UNTUK
SEKOLAH TEKNOLOGI MENENGAH

Oleh:

Ir. J. Honing

Bahasa Indonesia Oleh:

B. Syarif

Cetakan ketujuh



PT PRADNYA PARAMITA
J A K A R T A

Honing, J. Ir.

Konstruksi bangunan air/oleh

Ir. J. Honing, bahasa Indonesia oleh B. Syarif.

- Cet. 7. -- Jakarta: Pradnya Paramita, 1996.

229 hlm.; ilus.; 21 cm.

Buku pelajaran untuk STM.

ISBN 979-408-033-0

I. Teknik hidraulik I. judul

II. Syarif B.

627

KATA PENDAHULUAN

Tujuh Santoso
f.

Buku ini ditujukan untuk Sekolah Teknik di Indonesia, karena itu sesuai dengan rancangan pelajaran sekolah tersebut. Menurut rancangan pelajaran ini isinya perlu dipermudah lagi, terutama konstruksi-konstruksinya yang banyak digunakan di Indonesia. Semuanya berdasarkan pada kutipan dari ketentuan-ketentuan yang dikeluarkan dalam berbagai surat edaran (pengumuman-pengumuman) dari Departemen B.O.W. yang dahulu, bagian rendah pada Bagian Jembatan Departemen Lalu Lintas dan Pengairan serta dari Jawatan Pengairan Propinsi dahulu.

Buku ini memberikan manfaat pada para siswa pemula dalam mempelajari ilmu bangunan di Sekolah Teknik Menengah. Untuk yang berhubungan dengan teori, maka diperlukan tambahan hitungan.

Karena besarnya ukuran dan bagian-bagian selalu bergantung pada besarnya konstruksi, maka untuk menggambar ukuran secara tepat tidak digunakan. Namun pada Sekolah Teknik diberikan ukuran yang sebenarnya tetapi untuk Sekolah Teknik Menengah ukuran tersebut bila perlu dapat dihitung oleh murid-murid itu sendiri.

Dalam pelajaran konstruksi beton bertulang dibahas pada pelajaran terakhir khusus membahas masalah konstruksi-konstruksi beton bertulang.

Dengan tercantumnya kutipan surat edaran (pengumuman-pengumuman) yang telah disebut di atas, maka akan mempermudah pelajaran dalam latihan membuat rancangan-rancangan.

Jakarta 1949

Konstruksi Bangunan Air

Oleh : J. Honing

© Hak Cipta dilindungi oleh undang-undang

Diterjemahkan oleh : B. Syarif

Diterbitkan oleh : PT Pradnya Paramita

Jalan Bunga 8-8 A

Jakarta 13140

Cetakan keenam : Tahun 1987

Cetakan ketujuh : Tahun 1996

Dicetak oleh : PT. Karya Unipress

PENGANTAR PENERBIT

Buku Konstruksi Bangunan Air ini ditulis oleh Ir. J. Honing, seorang pakar berkebangsaan Belanda. Materi isinya sudah diadaptasikan sesuai dengan keadaan kondisi di Indonesia. Dialihbahasakan dalam bahasa Indonesia oleh B. Syarif dalam rangka untuk mencapai tujuan dan sasaran yang seluas-luasnya bagi siswa-siswi Sekolah Teknik Menengah untuk upaya alih teknologi.

Uraianya diberikan secara bergradasi, lugas dan langsung pada pokok permasalahan, disertai dengan penjelasan gambar-gambar yang detail/rinci, begitu pula cara-cara penghitungannya mudah untuk dipakai.

Pada akhirnya Penerbit sangat mengharapkan agar buku ini dapat bermanfaat sesuai dengan tujuan yang hendak dicapai.

Jakarta, Oktober 1996

PT. Pradnya Paramita

ISI BUKU

	Halaman
I. TURAP-TURAP DAN TEMBOK-TEMBOK PENUTUP	
A. UMUM	
§1. Pendahuluan	11
§2. Tebing sebenarnya	12
B. TURAP-TURAP KAYU	
§1. Turap-turap tunggal	13
§2. Turap-turap bersusun	23
§3. Ujung penghabisan dari turap dan membuat suatu sudut di dalamnya	26
C. TURAP-TURAP DARI PAPAN BENDUNG BAJA YANG DIGILING	27
D. TEMBOK PENUTUP	
§1. Bentuk	30
§2. Tujuan dan bahan	31
§3. Konstruksi	32
§4. Ukuran-ukuran	34
§5. Pengurukan (penimbunan)	36
§6. Tiang-tiang labuh, kayu-kayu & gesek dst	36
II. URUNG-URUNG	
A. UMUM	39
B. URUNG-URUNG KAYU.....	40
C. URUNG-URUNG PIPA (Pembuluh atau Polongan)	40
§1. Urung-urung pipa (Pembuluh) tembokan	40
§2. Urung-urung pipa (Pembuluh) beton	41
§3. Urung-urung baja	48
D. URUNG-URUNG TEMBOK.....	48
E. TERUSAN TERBUKA.....	65

	Halaman		Halaman
F. PINTU PEKARANGAN	65	§4. Jembatan-jembatan pekerjaan tupang	140
G. URUNG-URUNG DENGAN EMPANG-EMPANG OTOMATIS 66		D. JEMBATAN-JEMBATAN BUSUR.	
III. JEMBATAN UNTUK LALU LINTAS BIASA.		§1. Umum	144
A. UMUM		§2. Lengkungan-lengkungan	144
§1. Pendahuluan	68	§3. Bangunan bawah	146
§2. Lebar pengaliran	69	E. BANGUNAN SEMENTARA DAN BANGUNAN	
§3. Tinggi bidang kendaraan	71	PENOLONG	146
§4. Tanjakan (pendakian)	71	F. KONSTRUKSI-KONSTRUKSI BANGUNAN BETON	
§5. Lebar jembatan	72	BERTULANG.	
§6. Letak jembatan	72	§1. Turap-turap	149
§7. Pembebaran	73	§2. Tembok-tebok	152
B. JEMBATAN BALOK SEDERHANA-BANGUNAN ATAS		§3. Urung-urung	153
§1. Balok-balok jembatan	75	§4. Jembatan-jembatan	154
§2. Lantai jembatan	78	IV. PONDERING-PONDERING.	
§3. Jalan orang ditinggikan	88	A. MACAM-MACAM TANAH DAN PEMERIKSAAN TANAH	
§4. Sandaran	89	§1. Umum	157
§5. Ikatan-ikatan angin dan lintang;	92	§2. Macam-macam (jenis-jenis) tanah	157
BANGUNAN BAWAH — KEPALA JEMBATAN		§3. Pemeriksaan tanah	159
§1. Umum	95	§4. Daya pikul dari tanah bangunan	167
§2. Kepala jembatan sayap	100	B. PONDERING LANGSUNG.	
§3. Kepala jembatan landas	104	§1. Membuat sumur pondering dan pondering	168
§4. Kepala jembatan kayu	108	§2. Pembendungan-pembendungan	173
TITIK-TITIK TUMPUAN ANTARA		C. PONDERING SUMUR-SUMUR	
§1. Umum	112	§1. Umum	178
§2. Pemikul Kayu	112	§2. Konstruksi	179
§3. Tiang-tiang tembokan	121	D. PONDERING BETON	
§4. Pemikul dari tiang-tiang sekerup	124	§1. Umum	180
C. BALOK-BALOK DIPERKUAT, BALOK-BALOK BERTULANG DAN PEKERJAAN TUPANG.		§2. Pemetian	180
§1. Umum	136	§3. Pembetonan	185
§2. Balok-balok diperkuat	137	§4. Ukuran-ukuran	190
§3. Balok-balok bertulang baja	138	§5. Melakukan beton bertulang	192

Halaman

E. PONDERING BETON DI ATAS TIANG	
§1. Umum	193
§2. Daya pikul dari tiang-tiang	194
§3. Tiang-tiang	194
§4. Konstruksi dari pondering-pondering	197
V. ALAT-ALAT PEMBANGUNAN.	
A. ALAT-ALAT PANCANG	
§1. Umum	202
§2. Pancang tangan	202
§3. Pancang tarik Belanda	203
§4. Memancang	206
§5. Pancang buatan	212
§6. Pancang uap berbungkah jatuh	212
§7. Alat pancang Amerika	213
§8. Mesin pancang bungkah uap	213
B. POMPA-POMPA	
§1. Umum	215
§2. Pompa hisap tangan	215
§3. Pompa hisap tekan tangan	216
§4. Pompa diafragma atau pompa membrana	217
§5. Pompa-pompa hisap mesin	219
§6. Pompa-pompa sentrifugal atau pompa pusingan	220
C. ALAT-ALAT PENGOREK (PENGERUK)	
§1. Sengkang korek	221
§2. Sekop-korek Jawa	221
§3. Mesin korek uap	222
§4. Mesin korek hisap	226
§5. Mesin korek tekan	227
§6. Mesin korek timba kaut	228
§7. Sendok korek atau sekop korek	218

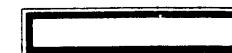
*Aanduiding van doorsneden
Keterangan dari penampang-penampang.*



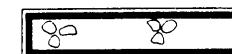
Kopshout (maten in cm)
Kayu sekepala, (ukuran dal. cm)



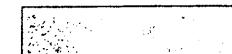
Langshout
Kayu: sepanjang



Baksteen metselwerk (maten in m)
Tembokan batu-bata (uk. dal. m)



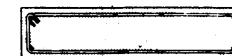
Breuksteen metselwerk.
Tembokan pecahan batu.



Beton



Gewapend beton (maten in cm)
Beton bertulang.



Natuuristeen
Batu alam



Wegverharding
Pengerasan jalan



Asfalt - beton
Beton aspal



Vloeistaal (maten in mm)
Baja cairan (uk. dal. mm)



Gietijzer (idem)
Besi tuangan (idem)

+

*

Nagels
Paku-paku pantak

Bouten
baut-baut.

Gamb. A.

I. TURAP-TURAP DAN TEMBOK-TEMBOK PENUTUP

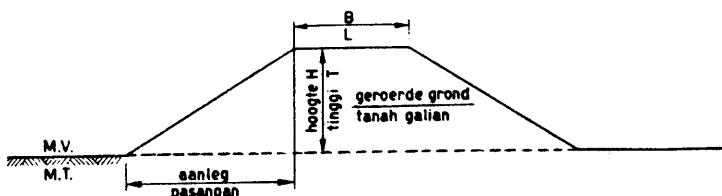
A. UMUM

§ 1. Pendahuluan

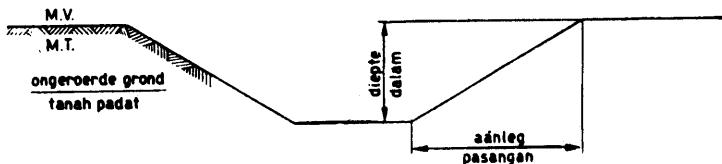
Tanah lapang sebenarnya dinamai *medan-tebas* atau *muka tanah*, dan pada gambar-gambar dinyatakan dengan M.T. Tingginya ditentukan terhadap suatu bidang persamaan umpamanya sebagai Duga Jakarta (D.J.) atau Duga Pasangnaik Pelabuhan Surabaya (D.P.P.S.). Bidang-bidang tanah yang terletak di atas bidang persamaan itu dinyatakan dengan tanda + dan yang terletak di bawahnya dengan tanda —. Jumlah angka-angka meter di belakang tanda + atau tanda — itu menunjukkan selisihnya pada bidang persamaan. Kadang-kadang diambil juga Duga dari bidang tanah itu sendiri sebagai patokan dan terdapatlah M.T. + 0 (muka tanah + 0).

Waktu membuat sebuah bendung — yang disebut *peninggian* (gamb. 1) maka sebelah-menyebelahnya terbuat dalam satu miringan. Waktu menggali sebuah lobang — *penggalian* (gamb. 2) — kebanyakan sebelah-menyebelahnya diambil juga menurut bidang-bidang miring. Bidang-bidang miring ini dinamai *tebing*. Sekali-sekali miring tebing ini dituliskan dalam ukuran derajat, tetapi kebanyakannya dalam cotangens atau tangens dari sudutnya, jadi dalam perbandingan antara

Gamb. 1



Gamb. 2



kaki pasangan dan tinggi (dalamnya) atau sebaliknya. Pada berbagai-bagi jawatan ketehnikan masih lazim dinyatakan dalam cotangens. Komisi besar untuk Normalisasi (Kesatuan) di negeri Belanda telah menganjurkan untuk mendahuluikan sebutan tinggi atau dalam itu. Gambar-gambar dalam kitab ini pun dibuat dengan memperhatikan anjuran tadi.

Suatu peninggian terbuat dari *tanah galian* dan suatu penggalian selalu dikerjakan pada *tanah-padat*.

Dalam beberapa waktu sesudah penimbunan, tanah galian masih bergantung pada penyusutan dan ini dinamakan *padatan*. Oleh karena itu suatu bendung selalu dibuat lebih tinggi dan lebih lebar dari yang dipastikan. Ukuran pertengahan (rata-rata) ialah $1/10$ T lebih tinggi dan $2 \times 1/30$ L lebih lebar, jika T tingginya dan L lebar puncaknya.

§ 2. Tebing sebenarnya

Jika kita hendak menumpukkan tanah galian dalam suatu tebing, miring tebing itu tak dapat melampaui dari suatu ukuran. Karena tanah itu, tentulah akan meluncur, terlebih lagi ditolong oleh pengaruh alam sehingga terjadi suatu miring yang landai.

Miring yang tercuram, dalam mana berbagai-bagi macam tanah gembur dapat ditumpukkan, kita namai *tebing sebenarnya*, dari tanah itu.

Miring tebing sebenarnya dari berbagai-bagi macam tanah adalah berupa-rupa. Segalanya bergantung kepada besar-kecil pergesekan di antara butir-butir tanah sesamanya, dari beratnya dan dari kadar lengasnya. Lebih besar pergesekan itu, lebih curam lagi tebing sebenarnya. Miringnya dari tebing sebenarnya itu biasanya lebih kecil dari 45° . Demikianlah umpamanya miring pada:

tanah liat basah 25° , jadi kira-kira $1 : 2$
 tanah liat kering 45° , jadi kira-kira $1 : 1$
 pasir basah 30° ,
 pasir kering 35° ,
 kerikil (kersik) $35^\circ - 40^\circ$

Jika kita hendak menumpukkan tanah dalam suatu miring yang lebih curam dari tebing sebenarnya, seperti pada pangkalan, haruslah dicegah supaya tanah di sebelah atasnya — *prisma tanah peluncur* — jangan dapat meluncur.

Perlunya suatu turap ialah untuk menahan tanah peluncur itu atau

dengan lain perkataan, supaya dapat menumpukkan tanah dalam miring yang lebih curam dari pada tebing sebenarnya.

Turap-turap dapat dibuat dari kayu, dari baja, dari beton, dari beton bertulang atau dari batu; mungkin juga dari suatu gabungan dari bahan-bahan yang tersebut tadi.

Bila beton atau batu yang dipakai, kita sebutkan dia tembok-penahan, tembok penyokong, tembok penutup atau tembok pangkalan (pelabuhan).

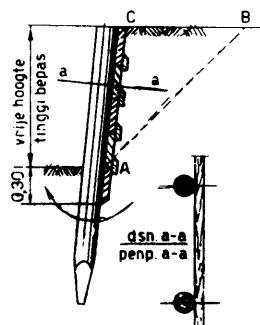
B. TURAP-TURAP KAYU

Kita bedakan dalam:

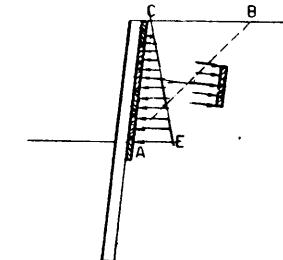
1. Turap-turap tunggal.
2. Turap-turap bersusun.

§ 1. Turap-turap tunggal

Dalam bentuk yang sederhana, konstruksi itu terdiri dari sederet tiang-tiang yang sama jaraknya dan tertanam sebagian di dalam tanah; pada tiang-tiang itu dipasangkan sebuah dinding kayu. Gamb. 3. menunjukkan penampang dari sebuah turap yang sederhana itu. Garis AB menunjukkan tebing sebenarnya. Penampang dari prisma tanah peluncur ditunjukkan oleh ΔABC . Tanah itu (prisma tanah peluncur) menekan pada dinding kayu, sedangkan tiang-tiang itu melawan tekanan tadi. Jika kita misalkan prisma tanah peluncur itu dibagi selapis-selapis oleh garis-garis sejajar dengan tebing sebenarnya dapatlah kita lihat bahwa tekanan sebelah atas adalah 0, bertambah ke bawah bertambah besarnya dan bergantung pada dalamnya.



Gamb. 3



Gamb. 4

Pada sisi bawah terdapatlah tekanan yang terbesar. Pembagian tekanan itu dapat ditunjukkan oleh sebuah segitiga *AEC* (gambar rencana 4). Tekanan ini bekerja pada dinding kayu. Dinding kayu itu memindahkan tekanan tadi kepada tiang-tiang yang dapat melawannya, oleh karena sebagian dari panjangnya tertanam dalam tanah padat.

Kita akan dapat melihat dalam pasal-pasal yang berikut, bahwa pada tinggi lebih dari 1,20m, di antara *A* dan *C* akan memakai sebuah *konstruksi jangkar* lagi, sehingga sebagian dari tekanan yang diadakan oleh prisma tanah peluncur itu dapat dilawan oleh batang jangkar dan memindahkannya dengan jalan konstruksi jangkar tadi ke tanah padat yang terletak di belakang turap.

a. *Tiang-tiang*. Biasanya dipasang rebah ke belakang dalam miring 10 : 1 atau 20 : 1 (sebanyak-banyaknya 6 : 1), perlunya untuk menghindarkan supaya turap-turap itu jangan condong ke muka melebihi garis tegak lurus, sewaktu mendapat tekanan pengembangan dari tanah. Pada turap yang tak seberapa tingginya tiang-tiang itu kadang-kadang ditanam tegak lurus. Jaraknya kira-kira 1 a 1,5 m. Untuk pekerjaan tetap dipakai tiang-tiang dari *kayu jati* atau dari *kayu besi*; untuk pekerjaan sementara dapat dipergunakan kayu hutan atau batang kelapa. Tiang-tiang kayu bundar dipergunakan untuk turap-turap kecil, dalam mana sisinya belakangnya ditetak sedikit rata untuk tempat pemakuan, untuk turap yang besar dipakai orang kayu tetakan segiempat.

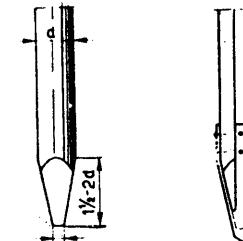
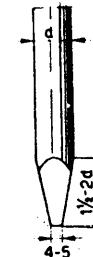
Bila ditanam dalam tanah pasir, dapatlah pada ujung bawahnya dibuat satu titik tumpul yang panjangnya 1½—2 kali tebalnya dari tiang-tiang itu, dan sebuah muka tombak sebesar 16 hingga 25 cm² (lihat gamb. 5). Pada tanah lunak tiang itu dapat dipotong biasa. Jika disangka, nanti di dalam tanah akan bersua dengan halangan (rintangan), maka pada ujung-ujung tiang dapat dipasang sepatu-sepatu tiang dari baja (lihat gamb. 5).

Ada baiknya jika terlebih dahulu tiang-tiang itu, demikian pula segala bahan-bahan kayu yang lain, sebelumnya dipasangkan ke tanah dibuat supaya jangan lekas lapuk umpamanya dengan jalan melaburnya dua kali dengan karbolineum atau ter kayu Bangka.

Panjang tiang-tiang, sedemikian rupanya diambil, sehingga yang masuk ke dalam tanah sama panjangnya dengan tinggi di atas tanah, yang dinamai *tinggi bebas*.

b. *Papan-papan-turap*. Untuk pekerjaan tetap harus dipakai kayu yang baik, umpamanya kayu jati atau kayu besi. Sisinya diratakan, memasangnya diadu dengan dipaksa dan dipaku pada tiap-tiap tiang, sekurang-kurangnya dengan 3 paku. Tebalnya dari 3 sampai 7 cm.

bergantung pada jarak sumbu ke sumbu (s.k.s.) dari tiang-tiang dan tingginya turap-turap; lebarnya dari 25—30 cm. Sela-tumbuk dari sebaris papan bertemu di tengah-tengah sumbu tiang dan untuk barisan yang akan datang beralih ke tengah-tengah sumbu tiang yang lain. Sela-sela datarnya ditutup lagi dengan *penutup celah* yang dimiringkan benar muka atasnya dan dipakukan pada papan sebelah atas (gamb. 6). Oleh karena itu papan dapat bergerak bebas, menyusut dan melulur. Tebal penutup celah 2 a 3 cm, lebarnya 7 a 8 cm. Sela-sela itu dapat juga ditutup dengan lempeng-lempeng daun seng. Papan-papan itu harus dalam dipasang, kira-kira mencapai 0,3—0,4 m ke dalam tanah di sebelah luar turap. Jika tidak, tentulah tanah di bawah papan itu akan dapat tertekan ke luar, yang akan menyebabkan tanah menjadi turun (lihatlah panah pada gamb. 3). Hal ini akan mendatangkan bahaya lagi jika ada air mengalir pada sebelah luarnya.



Gamb. 5

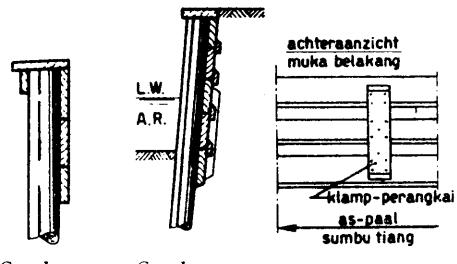


Gamb. 6

Adalah sukar sekali untuk memasang papan satu demi satu di dalam air, oleh karena itu segala papan-papan yang akan dipasang ke dalam air dirangkaikan menjadi sedaun dengan pertolongan perangkai-perangkai. Kini daun itu seluruhnya dapat dipasangkan dan dengan paku papan di sebelah atas dipakukan ke sebelah belakang tiang-tiang (lihat gamb. 7). Sela-sela dari daun tadi haruslah jatuh pada tengah-tengah tiang.

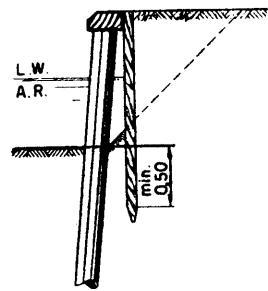
c. *Dinding-bendung dan balok pasir*. Jika dalam air pada A.R. (air rendah) lebih dari 0,5 m, ataupun jika harus dijaga hingga sangat dalam di bawah dasar dari terusan (parti) terhadap pergeseran atau peluncuran, sulitlah memasang suatu daun dinding. Dalam hal ini dapatlah dilakukan sebaris papan yang dipancang tegak lurus. Papan-papan itu bersandar pada suatu balok, yang lalu di atas kepala-kepala tiang dan dinamai *balok penutup* (lihat gambar 8). Barisan papan itu membentuk *dinding-bendung* dan dinamai *papan-bendung*.

Pada tinggi lebih dari 1,20 m, akan dilakukan gabungan dari papan-papan turap dan dinding-bendung. Bagian bawah turap, dari 0,30 m a 0,50 m dibawah A.R. dibuat sebagai dinding-bendung (gambar 10).



Gamb. 7a

Gamb. 7



Gamb. 8

Papan-papan-bendung sesamanya dipancang sehingga menutup rapat, biasanya dengan memakai *lidah* dan *alur*, kadang-kadang dengan mulut ikan. Papan-papan itu tidak boleh terlalu kecil diambil, sekurang-kurangnya 30 cm, karena dari lebar sebenarnya sudah banyak berkurang untuk lidah dan alur. Alurnya harus 0,6 cm lebih lebar dan 0,5 cm lebih dalam dari pada ukuran-ukuran lidah. Papan-papan itu juga tidak boleh terlalu tipis (sekurang-kurangnya 7,5 cm), kalau tidak demikian, lidahnya pun menjadi terlalu tipis pula.

Papan-papan yang kurang tebal dapat juga dipakai, akan tetapi memasangnya dipancang dengan diadu biasa dan dalam dua barisan, satu di belakang yang lain, sedemikian rupa, sehingga papan-papan dari barisan belakang menutup sela-sela antara papan-papan barisan depan dan sebaliknya. Akan tetapi cara ini kurang baik, karena sulit sekali mendapat sela yang rapat jika tidak diiringi oleh lidah dan alur dan juga sulit untuk dapat memancang dua barisan hingga rapat antara satu dengan lain.

Ujung bawah dari papan-papan itu, setinggi $\frac{3}{4}$ à 1 kali lebar papan, diruncingkan dalam tebalnya maupun dalam lebarnya. Meruncingkan pada lebarnya hanya dilakukan pada satu sisi, yaitu pada *sebelah lidahnya* (lihat gambar 9). Berhubung dengan itu papan-papan selalu dipancang dengan alurnya melalui lidah.

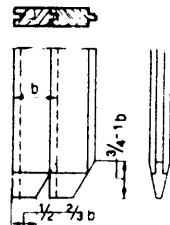
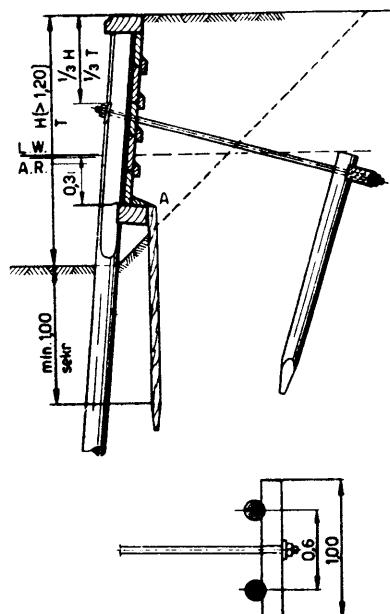
Bila terbalik dilakukan, jadi dengan lidah melalui alur yang sudah berisi tanah, tentu rusaklah lidah atau alur, atau lidah dan alur tidak sesuai lagi antara satu dengan yang lain, hingga berakibat dinding tidak dapat rapat (menutup).

Jadi kita selalu memancang dengan lidahnya ke sebelah muka. Seperti dikatakan di atas, bila ujung bawah dari papan diruncingkan pada sebelah lidah, oleh karenanya sewaktu memancang, ujung bawah dari papan itu tertekanlah pada papan yang terdahulu.

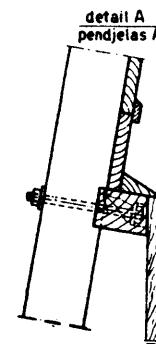
Ujung bawah dari papan-papan harus sekurang-kurangnya mencapai 1 m di bawah dasar terusan. Ujung sebelah atas dari dinding dipakukan kepada *balok pasir*. (lihat A, gambar 10). Balok pasir ini sekurang-kurangnya 0,30 m tetapi berada di bawah muka A.R. Kini balok pasir dan papan-papan-bendung tidak akan lekas lapuk, karena ia terempang dari udara; dan karena itu kayu yang kurang baik dapat juga dipakai. Untuk memasang balok pasir, perlu muka air untuk sementara diperendah.

Gamb. 9

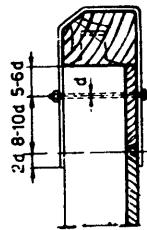
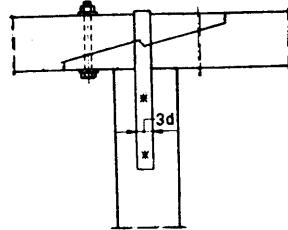
Gamb. 10



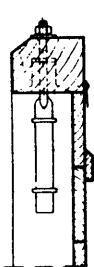
Gamb. 10a



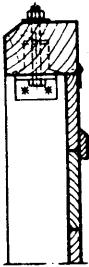
Sambungan kayu antara tiang dan balok pasir ialah suatu sambungan dengan takukan, diperkuat dengan paku-kait atau — yang lebih baik — dengan baut ulir kayu atau baut sekerup(harus di perhatikan bahwa di bawah kepala baut maupun di bawah mur dipergunakan pelat berikut yang kuat atau cincin. (lihat gambar 10a). Memasang kelos-kelos di bawah balok pasir dapat mempermudah pekerjaan. Kadang-kadang sela-sela antara dinding-bendung dan balok pasir ditutup dengan rusuk yang digergaji menurut diagonalnya. Gambar 10 memperlihatkan penampang tegak lurus dari turap seperti itu.



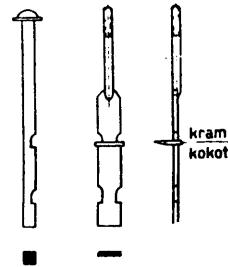
Gamb. 11a



Gamb. 11b



Gamb. 11c



Gamb. 11d

Kadang-kadang dipergunakan turap tidak bertiang. Dinding bendung hanya sebelah atas ditutup oleh sebuah gulung-gulung dan harus cukup masuk ke dalam tanah. Dalam hal ini papan-papan yang dimasukkan ke dalam tanah kira-kira sama panjang dengan tinggi bebasnya.

d. *Papan penutup dan balok penutup.* Supaya kepala tiang jangan kemasukan air, maka di atas kepala-kepala itu dan di papan turap pada sebelah atas dipasang *papan penutup*, yang tebalnya 4 sampai 6 cm (gambar 7). Di bawah itu pada sebelah mukanya di pakukan juga lagi ke tiang suatu papan hadapan (gambar 7a).

Pada konstruksi yang lebih besar, di atas kepala tiang-tiang di pasang *balok penutup* (gambar 8 dan 10). Kecuali sebagai penutup kepala tiang-tiang, balok penutup itu juga berguna untuk menutup tiang-tiang yang tidak berjangkar. Tiang-tiang itu ialah tidak semuanya diberi berjangkar (lihat nanti).

Balok penutup harus sama lebar dengan tebal dari tiang. Lebih baik bila balok penutup juga menutup papan-papan-turap di sebelah atas; selain dari itu harus juga di ambil lebih lebar dari beberapa sentimeter, karena tiang-tiang itu tidak pernah dapat di pancang tepat dalam satu garis.

Tinggi dari balok itu dibuat tidak kurang dari 15 cm. Ujungnya melampaui tiang terakhir sekurangnya 15 cm.

Tiang dan balok penutup disambung dengan sambungan punca dan lubang yang tidak menerus (kerap kali dengan dada miring). Sambungan itu di perkuat dengan sengkang baja, yang di lekatkan pada tiang dengan sekerup kayu atau lebih baik dengan baut (gambar 11a). Sambungan itu dapat juga di perkuat dengan baut tekuk (paku tekuk gambar 11b) misalnya pada tiang berselang-seling, atau juga dengan mempergunakan baja L, gambar 11c. Baut tekuk (gambar 11d) di lekatkan pada tiang-tiang dengan kokot.

Balok penutup di sambung di atas tiang-tiang dengan sambungan berkait miring dan diperkuat dengan baut. (gambar 11a).

e. *Penjangkaran.* Untuk dapat melawan tekanan seperlunya dari tanah, tiang-tiang harus cukup dalam masuk ke dalam tanah. Perlawanan dari tiang-tiang yang tegak lurus atau hampir tegak lurus itu terhadap kekuatan-kekuatan yang bekerja mendatar, adalah agak kecil. Bila tinggi turap *lebih dari 1,20 m*, perlulah perlawanan itu diperbesarkan, untuk itu tiang-tiang dijangkarkan artinya, tiang itu di tumpang dekat ujung atasnya, ialah pada $\frac{1}{3}$ bagian dari tiang yang tersumbul di atas tanah dan terhitung dari atas (gambar 10).

Penjangkaran terdiri dari *batang jangkar* atau *balok jangkar* dan jangkar sebenarnya (tiang jangkar, pemikul jangkar, tabir jangkar atau kursi jangkar).

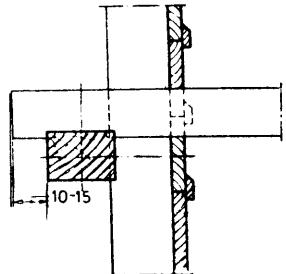
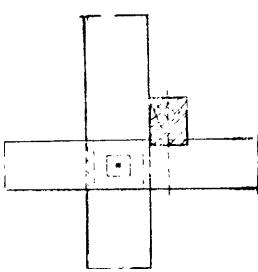
Batang-batang jangkar dapat dibuat dari kayu atau dari baja bundar, k^odang juga dipergunakan rantai atau tali kabel.

Pada konstruksi ringan balok jangkar kayu ditautkan pada tiang-tiang dengan sambungan ekor burung tak terlihat; sambungannya di perkuat dengan baut. Bila tidak ada perkapanan, dapatlah dilakukan sambungan takuk, yang di perkuat dengan baut.

Batang-batang jangkar baja (25 a 32 mm) dicucukkan melalui tiang-tiang. Pada kedua ujungnya dipotong uliran sekerup, supaya batang itu dapat diregang sebaik-baiknya. Suatu pelat cincin segiempat yang kokoh tidak boleh dilupakan.

Pada konstruksi besar dipasang di sebelah hadapan sepanjang tiang-tiang suatu gulung-gulung jangkar yang di takukkan pada tiang kira-kira 3 cm dan di tautkan pada tiang dengan baut (lihat gambar 12).

Supaya mendapat lebih banyak tupangan, di bawah gulung-gulung di pakukan lagi kelos dengan paku-kait, dan gigi dimasukkan ke dalam tiang.



Gamb. 12

Balok jangkar kayu itu dapatlah sekarang kita takukkan di atas gulung-gulung dan di tautkan dengan baut; balok jangkar harus lalu di dekat tiang, tetapi tidak boleh di sambung rapat dengannya (gambar 12). Ujung dari balok tersebut tadi harus menjulur sekurang-kurangnya 0,10 m di hadapan gulung-gulung itu. Bila berkeberatan, misalnya untuk perkapalan, sambungan itu dapat juga dibuat dengan sambungan ekor burung tertutup (tak kelihatan).

Batang-batang baja dicucukkan lagi menembus gulung-gulung biasanya di tengah-tengah antara tiang-tiang.

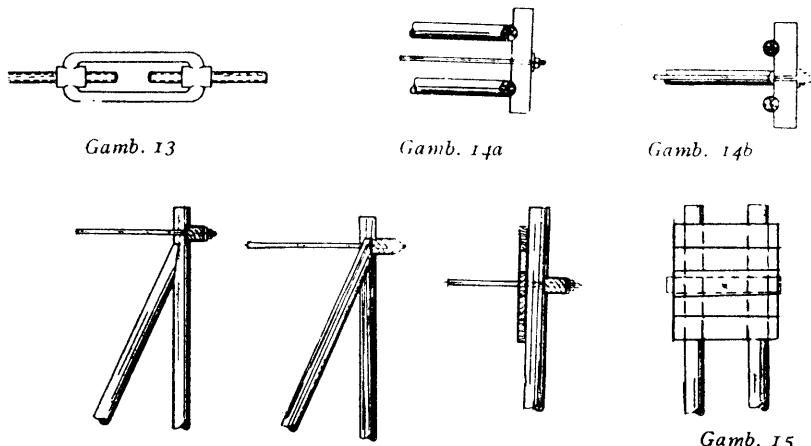
Di mana balok jangkar kayu harus menembus papan-turap, sebagian dari dindingnya digergaji; sela antara dinding dan balok jangkar sedapat mungkin di buat rapat tanah, dengan memakukan penutup celah di sekeliling balok itu.

Untuk mempermudah pemasangan papan-papan—turap, maka muka atasnya balok itu dibuat sama dengan sela papan disusun sedemikian rupa, hingga takukan harus di buat pada 2 papan (gambar 12).

Bila ada gulung-gulung jangkar, pada konstruksi yang tidak begitu besar, balok penutup tidak perlu dipakai dan dapat diganti dengan papan penutup; gulung-gulung itu memberi cukup sokongan ke pada tiang-tiang.

Bila batang jangkar baja harus lebih panjang dari 4m, ia dibuat dari 2 bagian, yang disambung dengan mur-tarik (lihat gambar 13). Batang itu dapatlah diregang dengan baik. Batang-batang yang panjang seperti itu di tengah-tengahnya ditupang dengan tiang kayu yang di pancang untuk mencegah supaya batang jangkar itu jangan terlampaui banyak melengkung.

Untuk turap-turap kecil, jangkar sebenarnya, dapat terdiri dari satu tiang, yang dipancang miring ke belakang (misalnya 5 : 1). Dengan segera dipergunakan 2 tiang jangkar, dan pada sebelah belakangnya



Gamb. 13

Gamb. 14a

Gamb. 14b

Gamb. 15

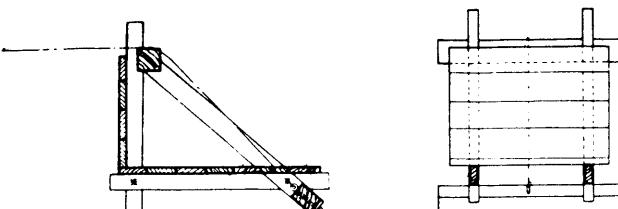
menupang *kayu-palang*. Semua ini dinamai pemikul jangkar (gambar 10). Balok jangkar kayu ditakuk diujungnya di atas balok palang, sedangkan suatu batang baja, pada ujung ini juga mempunyai uliran sekerup dan dicucukkan menembus balok palang itu.

Perlawanan, yang diadakan oleh jangkar, dapat menjadi jauh lebih besar, bila tiang-tiang jangkar ditupang dengan tiang penyokong (gambar 14a). Tiang penyokong dapat juga dipasang kekayu-palang (Gambar 14b). Pada tanah lunak, pada mana jangka dapat tercabut dengan mudah, kita buat dihadapan dan rapat dengan tiang jangkar (atau tiang-tiang jangkar) suatu penahan jangkar dari papan (gambar 15).

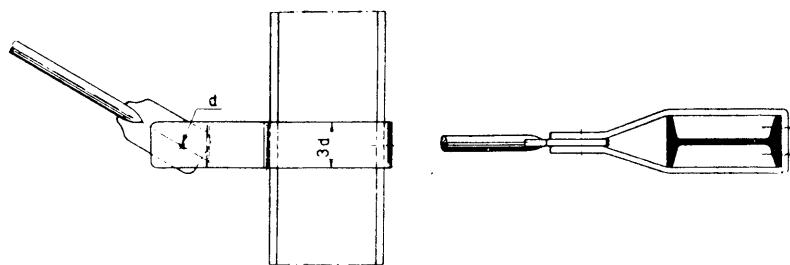
Pada tanah yang cukup padat dapat dipakai kursi jangkar (gambar 16). Tanah sekelilingnya mencegah terbaliknya kursi itu. Pelat-pelat segiempat dari beton bertulang dapat juga dipergunakan. Pelat-pelat ini mempunyai lobang di tengah-tengahnya, di mana batang jangkar baja dapat dicocokkan. Pelat cincin yang kuat dan mur menyelenggarakan sambungannya.

Jangkar harus selalu mendapat sokongan di luar prisma tanah uncur, sedangkan batang jangkar sedapat-dapatnya diberi lereng semakin besarnya, hingga pemikul jangkar kayu tiba di bawah A.R. atau muka air tanah (gambar 10). Bila hal ini tidak mungkin dilakukan, balok-balok baja atau batang-batang rail yang tua baik sekali dipergunakan, daripada tiang-tiang kayu. Batang jangkar baja dapat di tautkan pada jangkar dengan penjerat (gambar 17). Juga pelat-pelat beton bertulang dapat dilakukan di sini.

Pada umumnya batang jangkar baja lebih dikehendaki dari pada batang yang dari kayu. Ia tidak begitu lekas lapuk; lagi pula sewaktu



Gamb. 16



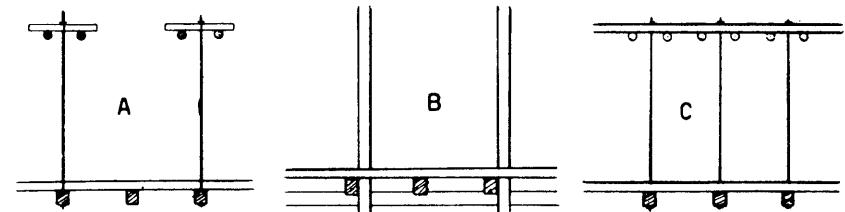
pemadatan banyak tanah tinggal di atas batang jangkar kayu sehingga dalam kayu itu terjadi gaya-lengkung yang besar.

Biasanya tidak perlu menjangkarkan setiap tiang, cukuplah dengan berselang-seling, kadang-kadang tiap kali melampaui dua tiang. Balok penutup atau gulung-gulung jangkar menupang tiang-tiang yang tidak berjangkar.

Pada waktu-waktu di mana tiap tiang berjangkar, kita akan pakai kayu-palang yang tidak putus-putus di belakang tiang-tiang jangkar (gambar 18c). Gambar 18 melihatkan bagan-rancang beberapa cara penjangkaran. Supaya kita dapat mengira-ngirakan dari besar tiang dan dari jangkar yang dibutuh, pada daftar yang tertulis di bawah ini, di beri beberapa petunjuk-petunjuk.

Tinggi bebas	1 m	2 m	3 m	4 m	5 m
Besar tiang	15 x 15	20 x 20	25 x 25	30 x 30	30 x 35 cm
Jarak se-besar2nya -nja	1,40	1,30	1,20	1,10	1 m
Penjangkaran yang dibutuh se-kurang2nya	tidak ada	setiap tiang ke 4	setiap tiang ke 3	setiap tiang ke 2	setiap tiang ke 2

Gamb. 18



§ 2. Turap-turap bersusun

Karena konstruksi-konstruksi yang diuraikan sebelum ini, diperlukan di tepi sungai atau terusan, tiang-tiang itu akan tinggal sebagian di atas dan bagian lainnya tetap di bawah air. Hal ini tidak baik untuk tahan lamanya dari kayu. Kayu, yang biasanya dikatakan terletak antara *air* dan *angin*, artinya di antara A.R. dan A.T. (air tinggi), terlebih dahulu akan lapuk dan menyebabkan seluruh tiang itu harus ditukar.

Turap bersusun terdiri dari 2 bagian: sebagian yang tinggal tetap di bawah air dan terlindung sebaik mungkin, dan bagian lain yang lebih ekas rapuh yang sebagian besarnya tersumbul di atas air dan mudah dapat diperbaharui (gambar 19).

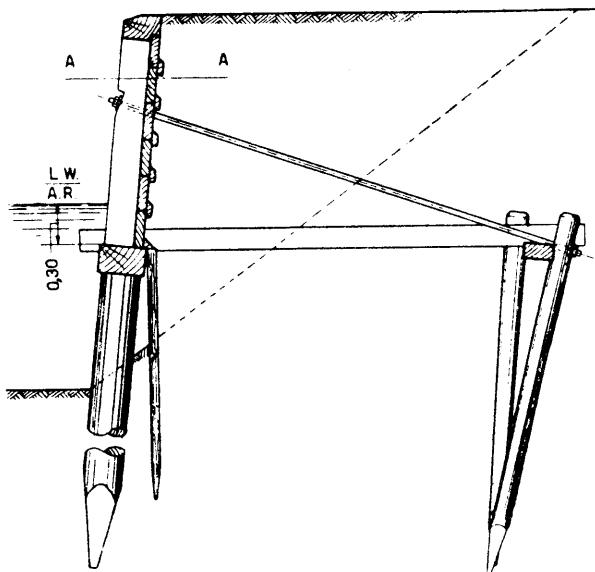
Bagian bawahnya terdiri dari sebaris tiang-tiang-turap, di atas mana diletakkan *balok air* yang dihubungkan dan berguna umpamanya sebagai penyokong dari dinding-dinding-bendung. Balok air di buat sekurang-kurangnya 0,30 m di bawah A.R. Di sini dinding-bendung di pancang selalu *tegak lurus*.

Pada balok air didirikan tiang kubus dari kayu tetakan segiempat, ian di atas ini ditumpangkan balok penutup atau papan penutup. Sebelah belakangnya dari tiang-tiang kubus ini memberi sokongan pada papan-papan — turap.

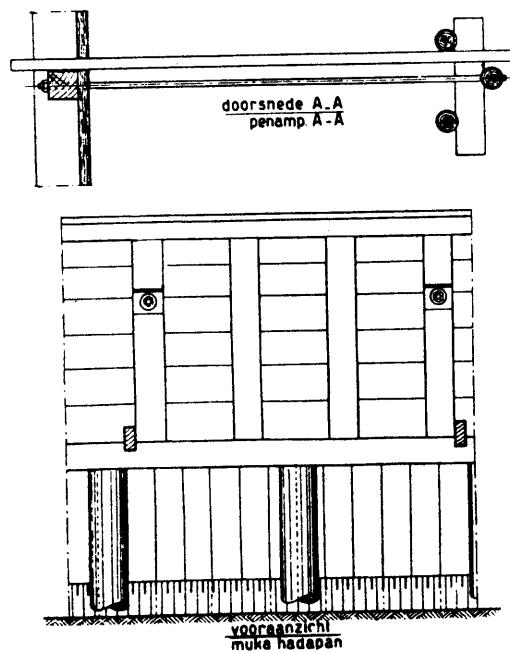
Lereng dari tiang-tiang dan dari tiang-tiang kubus biasanya sama, sedangkan tepi hadapannya dibuat dalam satu garis. Sambungan antara balok air dan tiang-tiang dilakukan dengan sambungan punca dan lobang terus dengan mempergunakan baji (gambar 20).

Sedapat mungkin sambungan ini jangan berimpit dengan sambungan antara balok air dan tiang-tiang kubus.

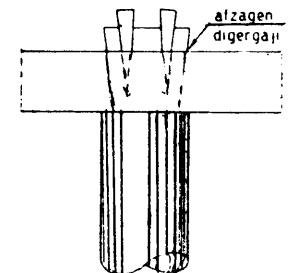
Ini akan tercapai, bila tiang-tiang kubus diletakkan di tengah-tengah antara tiang-tiang atau dengan membuat jarak, antara tiang-tiang kubus lebih kecil dari pada jarak antara tiang-tiang-turap. Sambungan yang dimaksudkan terakhir ialah sambungan punca dan sambungan



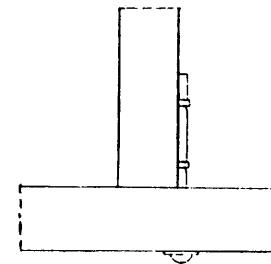
Gamb. 19



Gamb. 20



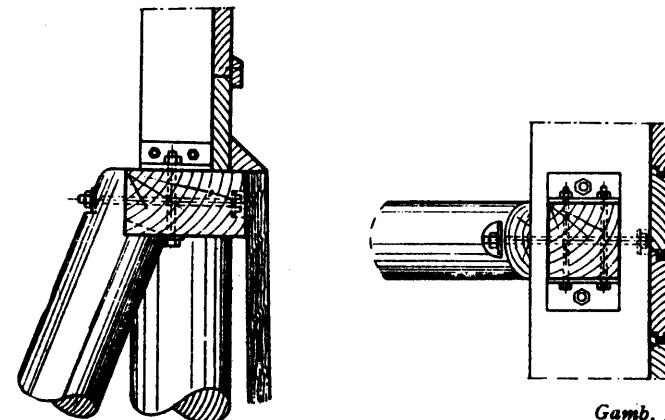
Gamb. 21



lobang yang tidak berjalan terus, biasanya diperkuat dengan paku takuk atau dengan dua baja-sudut (gambar 21 dan 22).

Konstruksi dari bagian-bagian lain ialah sama dengan pada turap-turap yang sudah diuraikan, terkecuali penjangkarannya artinya di sini harus terbagi dua: kita jangkarkan balok air maupun tiang-tiang kubus. Biasanya yang pertama itu disambung dengan balok jangkar kepada pemikul jangkar, karena ia tinggal di bawah air. Kadang-kadang balok air ditutup dengan tiang penyokong yang memegang balok itu dengan semacam mulut ikan dan diperkuat lagi dengan sebuah baut. (gambar 22).

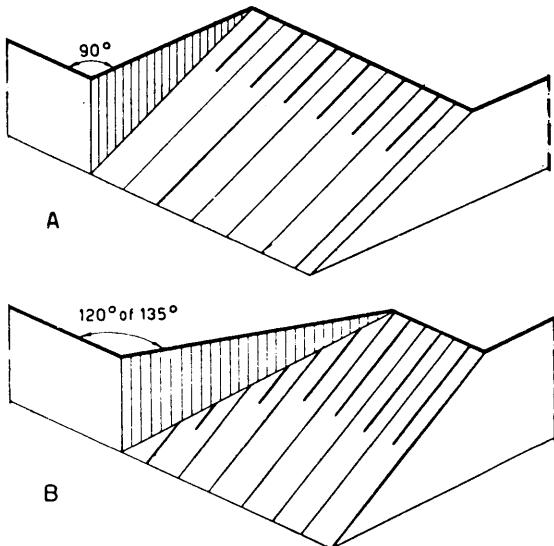
Tiang penyokong seperti itu, di tempatkan di antara dua tiang. Lereng dari tiang-tiang penyokong tidak boleh diambil lebih landai dari $3 : 1$. jika tidak demikian tentulah sangat sulit memancangkannya. Penjangkaran dari balok air dapat dilakukan misalnya dengan ber-selang-seling, dan pada tiang-tiang kubus setiap tiang kedua. Sedapat mungkin balok air dan tiang kubus, kita jangkarkan pada satu pemikul jangkar bersamaan (lihat gambar 19).



Gamb. 22

§ 3. Ujung penghabisan dari turap dan membuat suatu sudut dalamnya

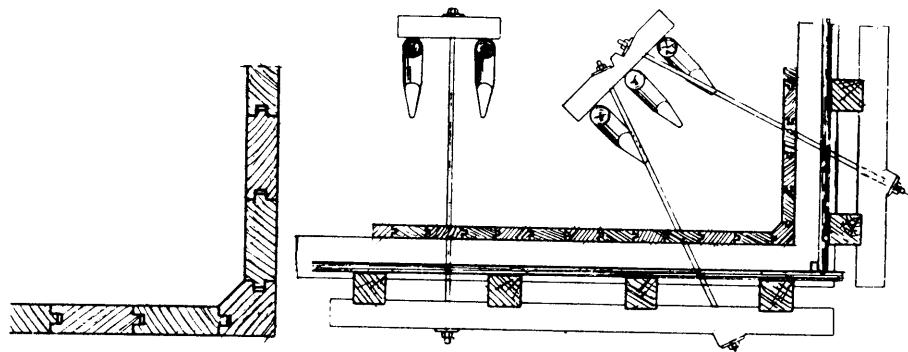
Suatu turap dapat dihabisi (diakhiri) dengan jalan membuat turap kedua yang membuat sudut 90° atau yang lebih besar dengannya (lihat gambar 23 a dan b). Seterusnya menurut letaknya (situasi) dari turap itu mungkin juga memerlukan suatu sudut.



Gamb. 23

Dalam gambar 24 digambarkan suatu penguraian dari sudut itu. Kedua tiang pada sudut itu ditempatkan dengan jarak yang sekecil mungkin umpamanya 0,60 m. Bila perlu segala balok pasir, balok penutup dan balok air yang berada di sini, dihubungkan sesamanya dengan jalan sambungan sudut atau dengan takukan setengah kayu. Sambungan-sambungan diperkuat pula dengan sebuah baut. Papan-papan-turap dari turap sisi diadukan dengan papan-papan turap dari turap hadapan (muka). Selanya ditutup dengan sebuah kayu lat (reng). Untuk pertemuan dari dinding-dinding bendung dipancangkan pada sudut itu *tiang-bendung* yang mempunyai 2 alur (gambar 25).

Penjangkarannya harus kokoh sekali; sebab itu kebanyakannya 2 atau 3 tiang yang pertama, semuanya atau berselang-seling diberi berjangkar, selanjutnya suatu gulung-gulung-jangkar dapat memberi pengokohan yang besar.



C. TURAP-TURAP DARI PAPAN-BENDUNG BAJA YANG DIGILING

Pada waktu yang terakhir ini papan-papan-bendung baja banyak sekali dipergunakan untuk pembangunan turap-turap yang tetap, di laut atau di sungai. Papan-papan-bendung itu terdapat dalam berbagai-bagai ukuran (lihat gambar 26a sampai dengan f). Yang terkenal ialah misalnya besi propil Larsen (gambar 26 c dan d).

Dengan pemakaian papan-papan bendung baja kita banyak sekali mendapat keuntungan, ialah oleh karena:

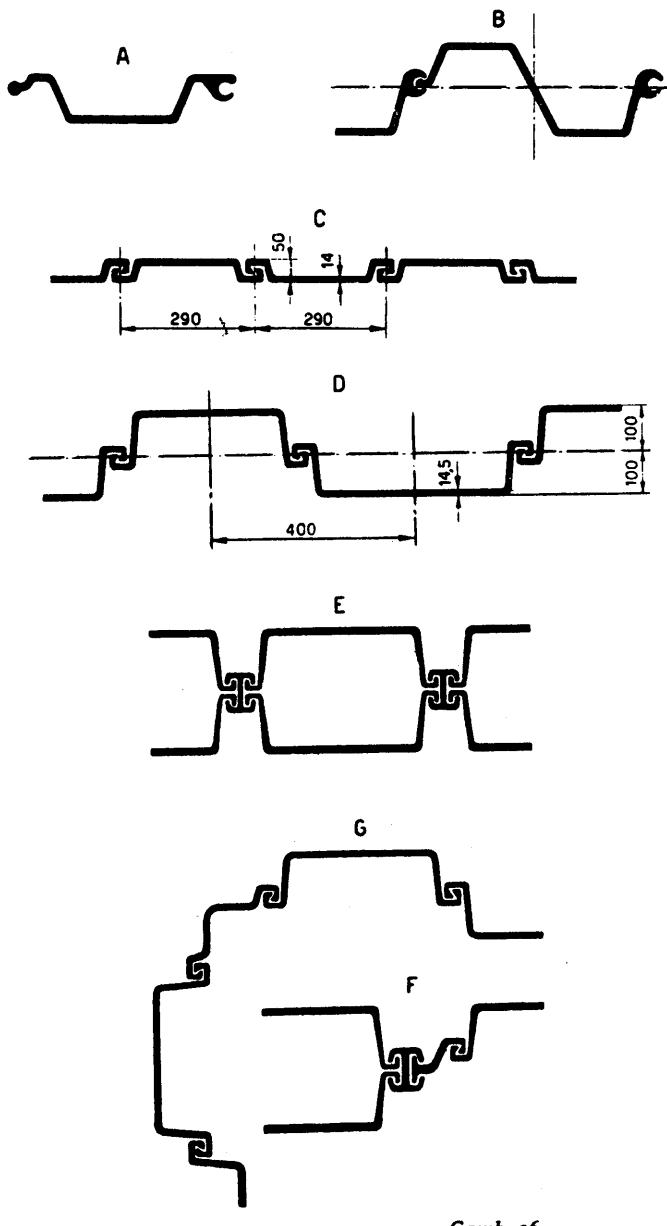
- 1°. bahan itu mempunyai daya tahan-lengkung dan keawetan yang besar.
- 2°. memancangkan papan-papan itu dapat terjadi dengan lekas, sedangkan rintangan yang tidak seberapa besar, tidaklah akan menjadi keberatan.
- 3°. terdapat dinding yang kedap air dengan baik.

Tergantung dari tinggi bebasnya dapat dipergunakan bermacam-macam besi propil berturut-turut dalam besarnya (lihat gambar 26c, d.) — sedangkan untuk sambungan sudut terdapat besi propil istimewa (gambar 26g).

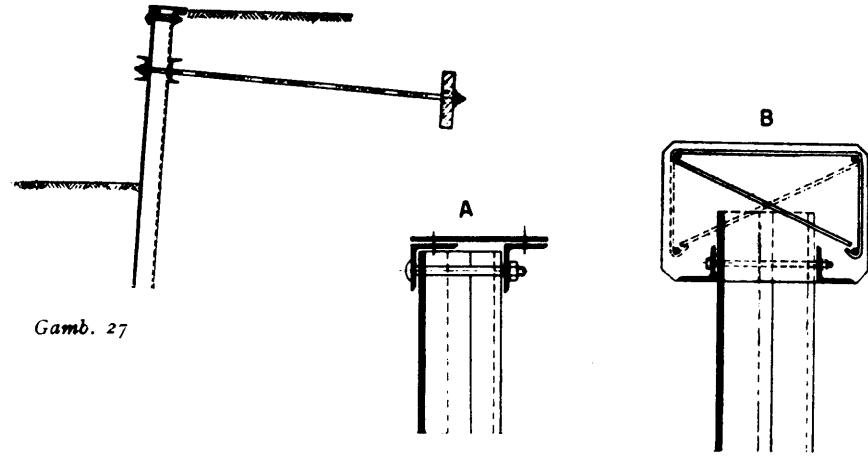
Pada turap-turap tinggi setiap papan yang ke 4—6 dapat dilakukan dengan yang disebut besi propil „lemari” (lihat gambar 26f), yang dapat memberikan pengokohan yang lebih pada turap itu.

Dengan papan-papan-bendung baja ini dapat didirikan turap dengan tinggi bebas sampai 10—11 m, di mana papan-papan baja ini terdapat hingga mencapai panjang 20 m.

Juga papan-papan ini banyak dipergunakan untuk membuat pembendungan pada pondering-pondering dan seterusnya.



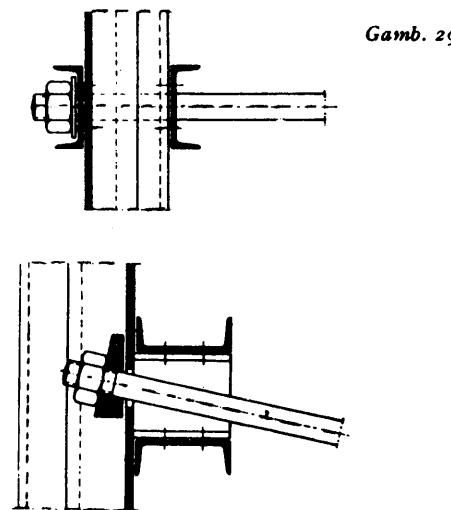
Gamb. 26



Gamb. 27

Gamb. 28

Konstruksi dari turap baja diterangkan pada gambar 27. Dihadapan, sepanjang baris papan-papan-bendung kita lihat gulung-gulung baja L, pada mana batang-batang penarik baja dapat ditautkan. Kepala dari papan itu ditutup dengan pelat penutup baja, yang dipersenyawakan pada papan-papan-bendung dengan baja-sudut (lihat gambar 28a), atau pun dengan konstruksi penutup beton bertulang, lihat gambar 28b.



Gamb. 29

Gamb. 30

Batang-batang jangkar terdapat setiap 1,6—2,4 m. Untuk penjangkaran dapat dipergunakan suatu dinding dari papan pendek, ataupun juga suatu pelat beton bertulang.

Supaya kapal dapat berlabuh dan untuk mencegah kerusakan, konstruksi gulung-gulung jangkar dapat dibuat pada sebelah belakang turap, seperti pada gambar 29.

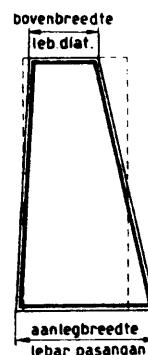
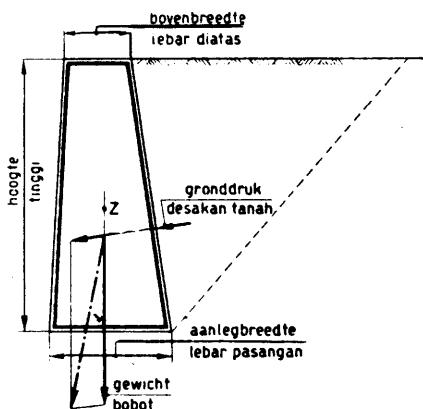
Seterusnya pada sebelah mukanya diperbuat *kayu-kayu-gesek* setiap 3—4 m (lihat gambar 30).

D. TEMBOK PENUTUP

§ 1. Bentuk

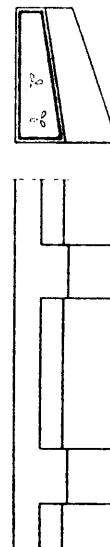
Pada turap, tiang turapnya dimasukkan dalam ke tanah, supaya bagian bebasnya jangan sampai tertekan ke muka oleh prisma tanah meluncur. Seterusnya, di mana perlu tiang-tiang itu diberi jangkar. Suatu tembok penutup berdiri tegap oleh karena *bentuk* dan *beratnya* yang besar. Prisma tanah meluncur menekan hampir tegak lurus pada bidang belakang dari dinding itu. Tekanan tanah ini bersama dengan berat tembok memberikan suatu resultante; supaya tembok itu jangan terbalik, haruslah resultante itu jatuh di dalam alasnya (lihat gambar 31).

Gamb. 31



Gamb. 32

Gamb. 33



Bergesernya dinding itu ke muka ditahan oleh perlawanan-gesek antara sisi bawah pondamen dan tanah bangunan, sedangkan pondamen itu sudah cukup masuk dalam tanah padat dan seluruhnya terkungkung.

Untuk dinding-dinding kecil (setinggi 2 m) biasanya dipakai tembok berpenampang empat persegi panjang.

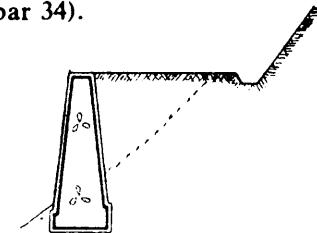
Bila tingginya lebih besar, dengan segera kita pilih penampang bentuk trapesium. Pada berat yang sama, dapatlah kita mengambil lebar pasangan yang lebih besar yang dapat mempertinggi mantapnya, (lihat gambar 32). Pada perbelanjaan yang sama kita mendapat tembok yang lebih kokoh. Sebaliknya untuk melawan tekanan tanah yang sama, tembok berpenampang trapesium dapat lebih ringan dibuat daripada yang berpenampang empat persegi panjang.

Mantapnya (stabilitetnya) dari suatu tembok dapatlah sangat diperbesar dengan melakukan *punggung tembok* (lihat gambar 33). Biasanya ia terdapat pada sisi belakangnya, di antara punggung tembok dapatlah diberi penampang yang lebih ringan.

§ 2. Tujuan dan bahan

Berhubungan dengan gunanya, kita dapat: *tembok penutup*, *tembok penahan*, *tembok penupang* atau *tembok pelabuhan*. Gunanya tembok penutup (atau tembok penahan) ialah supaya kita dapat membuat tebing sungai, terusan atau dinding gunung yang lebih curam. Bila sungai, terusan atau laut dengan memakai tembok-tembok harus memberikan kemungkinan pada kapal untuk berlabuh, kita sebut tembok-tembok itu: *tembok pelabuhan* (pangkalan) sedangkan bila tembok itu gunanya untuk menutup lajur tanah dari suatu jalan atau jalan kereta api, ia kita namai *tembok penyokong* (lihat gambar 34).

Gamb. 34

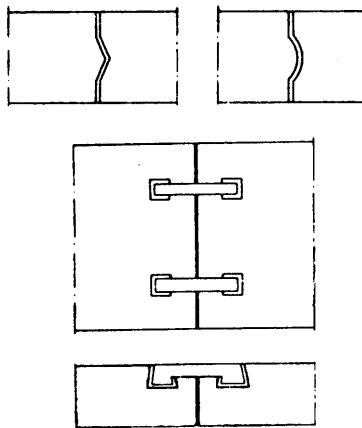


Tembok-tembok itu dapat dilakukan sebagai penembukan batu bata, batu sungai, batu pecahan, ataupun juga sebagai konstruksi beton atau beton bertulang. Kadang-kadang tembok itu dapat juga didirikan dari batu pecahan yang disusun sedapat mungkin dalam ikatan dengan tidak mempergunakan adukan (spesi). Tembok ini kita namai tembok tumpukan. Cara pengerajan ini hanya dapat dilakukan bila tidak ada bahaya bahwa batu-batu itu tidak akan dapat dihantarkan.

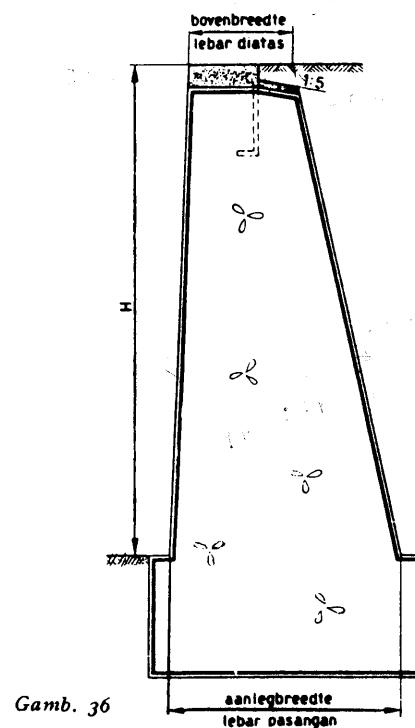
§ 3. Konstruksi

a. *Tembok penutup dari batu sungai*. Disini yang terbanyak dipakai, ialah batu sungai (batu bundar atau batu pecahan), karena di negeri kita ini biasanya batu bata terlalu lunak dan terlalu banyak berpori, dan beratnya sedikit, sedangkan kwalitetnya sangat menjadi mundur bila tetap tinggal dalam tanah.

Sisi hadapannya pada tinggi yang terlalu besar (sampai 4 m) ada juga dilakukan tegaklurus. Supaya pada tinggi yang lebih besar, tembok itu jangan seolah-olah tampak miring ke muka dan supaya mendapat bentuk yang lebih baik untuk stabilitetnya (mantapnya), sisi muka dari tembok itu biasanya dilakukan miring.



Gamb. 35



Gamb. 36

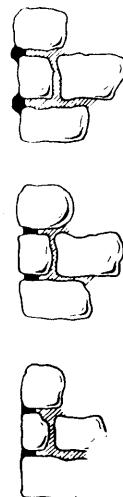
Setinggi-tingginya lereng hadapan ialah 5 : 1. Lereng belakangnya tergantung pada lebar pasangan, dan lebar atas dari tembok dan dari lereng hadapan. Pada sisi hadapan yang tegaklurus biasanya lereng belakang dibuat 5 : 1.

Sisi atas dari tembok itu biasanya ditutup dengan batu penutup, lebarnya 0,4 sampai 0,8 m, tebalnya 0,15—0,25 m, tersusun dari

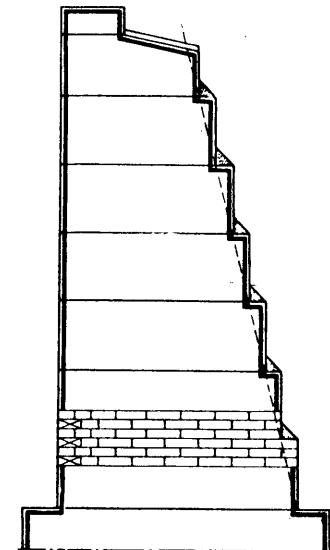
bungkah batu alam atau beton sepanjang 1—1,5 m. Batu-batu itu disambung dengan mulut ikan, cekung dan busung, atau diadukan dengan diperkuat atau tidak diperkuat oleh besi benam (gambar 35). Tiap-tiap bungkah, pada sisi belakangnya dijangkarkan pada tembok (lihat gambar 36). Beton penutup biasanya dituang pada tempat itu juga. Penjangkaran tidaklah perlu. Tetapi perlulah dibuat siar penyusut misalnya setiap 2 m.

Lebar selebihnya dilakukan dalam miring 1 : 5 dan dikerjakan beraliran. Bidang ini ditutup dengan plesteran setebal 3 cm, terdiri dari 1 P.C.: pasir 2—3. (gambar 36).

Batu-batu itu ditembok sedapat mungkin dalam ikatan, sedangkan lubang-lubangnya diisi dengan pecahan batu yang kecil-kecil supaya jangan terdapat gumpalan adukan yang besar, yang menjadi sebab retak susut. Sisi belakang dari dinding itu dilepah kasar dengan lapisan adukan setebal 1,5 cm, sedangkan susunan dari adukan itu serupa dengan adukan tembokan. Yang lazim dipakai ialah: k1 : tr 1 : pasir 3 atau 1 k; : s.m. 1 : pasir 1. Sisi hadapannya kadang-kadang dilepah, hal ini dikerjakan bila batu-batu yang dipergunakan kurang baik. Biasanya adukan dikorek sekurang-kurangnya sedalam 2 cm, dicuci bersih dan dilepah kembali dengan adukan P.C. 1 : 3. Supaya mendapat pandangan yang indah, kadang-kadang dilakukan siar timbul. Akan tetapi lebih baik dibuat siar benam, ataupun siar rata (lihat gambar 37).



Gami



Gamb. 38

b. *Tembok penutup dari batu bata*. Gambar 38 menunjukkan penampang dari suatu tembok batu bata. Juga di sini pada tinggi yang tak seberapa, sisi hadapan biasanya dibuat tegak lurus. Pada tinggi yang lebih besar dilakukan suatu lereng, akan tetapi tidak boleh lebih landai daripada 20 : 1, oleh karena lapis datarnya, berturut-turut terlampaui banyak bergeser. Daripada lereng belakang yang berjalan terus sebaiknya diperbuat bergigi-gagi dari $\frac{1}{2}$ batu dan sesudah ditutup dengan pecahan batu dan adukan, dikerjakan miring. Bidang belakang itu juga dilepah kasar sedang pelepasan dari sisi hadapannya tak boleh dilupakan. Batu penutupnya pada tembok ini dapat dilakukan sebagai lapis gulung yang ditembok dalam adukan P.C., sedangkan bidang miring pertemuannya ditutup dengan batu-batu selapis rebah.

Di negeri ini pembuatan suatu tembok penutup dari batu bata tak dapatlah dianjurkan.

§ 4. Ukuran-ukuran

Lebar pasangan dari tembok penutup, penahan atau penyokong, bergantung pada *tingginya*, dari *berat jenisnya* bahan yang akan dipakai dan dari bentuknya. Seterusnya juga dari besarnya dan berat prisma tanah luncurnya; yang terakhir ini tergantung daripada lereng tebing sebenarnya, dari berat jenis tanah penimbunan dan dari kadar lengasnya dan juga dari kemungkinan timbunan tanah di atas tembok itu. Untuk mendapat pandangan dari berat jenis bahan-bahan yang bermacam ragam itu, ditunjukkan dalam daftar yang termuat di bawah ini :

Tembokan batu pecahan dan batu sungai	$\pm 1,8$
Tembokan batu karang dan batu bata	$\pm 1,5$
Beton	2—2,2
Beton bertulang	2,4
Pasir, pasir tanah liat dan tanah isian (uruk)	$\pm 1,6$

Juga harus diperhatikan kemungkinan beban di atas, yang selalu akan terdapat pada tembok penyokong dan pelabuhan dan juga harus diperhatikan pengaliran dari air tiris di belakang tembok itu.

Air itulah mengadakan tekanan tambah yang terhenti (tekanan hydrostatis) pada dinding.

Tekanan ini mungkin sangat besar, sehingga sedapat mungkin harus diselenggarakan pengaliran dari air itu, yang dapat dilakukan dengan membuat pengeringan di belakang tembok dan saluran-saluran pengaliran yang menembus tembok, setiap-tiap 3—5 m (lihat gambar 39).

Suatu pengeringan ialah suatu susunan dari bahan yang berruang

pori besar dan mudah melalukan air (pecahan batu, abu bangunan dan seterusnya). Untuk mencegah pori-pori jangan tertutup oleh bagian-bagian tanah halus, yang dibawa oleh air, pengeringan itu dilindungi dengan ijuk.

Bila perlu saluran-saluran itu dibuat dalam 2 baris, yang satu di atas yang lain.

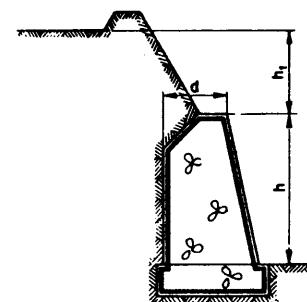
Untuk mengambil pengukuran sementara, dalam daftar di bawah ini diberi beberapa angka-angka tentang tembok penutup yang dilakukan dari tembokan batu sungai atau batu pecahan dalam adukan semen merah sedang. Suatu perhitungan yang tetap adalah selalu diharuskan.

Lereng hadapan	Lebarnya		T ialah tinggi tembok itu.
	pasangan	atas.	
tegak lurus	0,425 T	0,263 T	
20 : 1	0,48 T	0,20 T	
13 : 1	0,48 T	0,23 T	

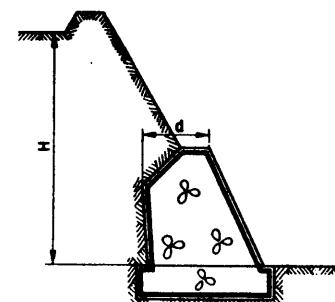
Untuk suatu tembok dengan lereng hadapan tegak lurus, mudah juga diingati ukuran-ukuran yang berikut ini z;

lebar pasangan 0.45 T, lereng belakang 5 : 1 dan karenanya lebar atas menjadi 0.25 T.

Bila tanah di belakang tembok itu sangat baik (misalnya padas), sehingga lereng tebing biasanya sangat curam, cukuplah diambil $\frac{1}{3}$ nya dari ukuran-ukuran tadi.



Gamb. 40



Gamb. 41

Pada pemakaian tembokan batu kapur, batu karang atau batu bata ukurannya harus diperbesar ($1\frac{1}{2}$ — 2 kali).

Tembok penyokong dengan beban atas, seperti dinyatakan pada gambar 40, sering terdapat di pegunungan. Tembok seperti itu tentu harus dibuat lebih berat. Sebagai penentuan sementara dari lebar atas dapat dipergunakan daftar berikut ini. Lebar atas d dituliskan dalam tinggi t . Seterusnya yang menjadi pengaruh ialah perbandingan $t_1 : t$.

$t_1 : t = \rightarrow$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
lereng 10 : 1	0,287	0,322	0,354	0,380	0,405	0,431	0,448	0,462
bidang muka 5 : 1	0,272	0,313	0,348	0,377	0,402	0,418	0,434	0,445

bidang belakang tegak lurus

	0,8	0,9	1	2	3	4	5	—
lereng 10 : 1	0,480	0,493	0,504	0,564	0,589	0,601	0,610	—
bidang muka 5 : 1	0,456	0,465	0,474	0,520	0,540	0,550	0,556	—

Gambar 41 melihatkan penampang dari tembok penyokong tumpukan. Tebal-atas d dapat ditentukan dari rumus: $d = 1/6 T + 1$; di mana d dan T keduanya harus dinyatakan dalam meter. Lereng hadapan diambil 2 : 1.

§ 5. Pengurukan (Penimbunan)

Pengurukan (penimbunan) dari turap-turap dan tembok-tebok penutup dilakukan secara berlapisan. Lapisan-lapisan itu harus dibuat menurut miringan air ke belakang, sehingga setinggi-tingginya setebal 25 cm.

Tanah penguruk yang akan dipakai harus dibersihkan dahulu dari bagian-bagian tanaman dan sebagainya, dihaluskan dan dilakukan sekering mungkin. Lapisan-lapisan itu ditumbuk dengan penumbuk ringan.

§ 6. Tiang-tiang-labuh, kayu-kayu-gesek, dan seterusnya

Tembok pelabuhan harus dilengkapi dengan alat-alat supaya kapal dan perahu dapat ditambatkan (berlabuh). Untuk perahu-perahu cukuplah dengan punca-punca baja yang ditembokkan di atas batu penutup.

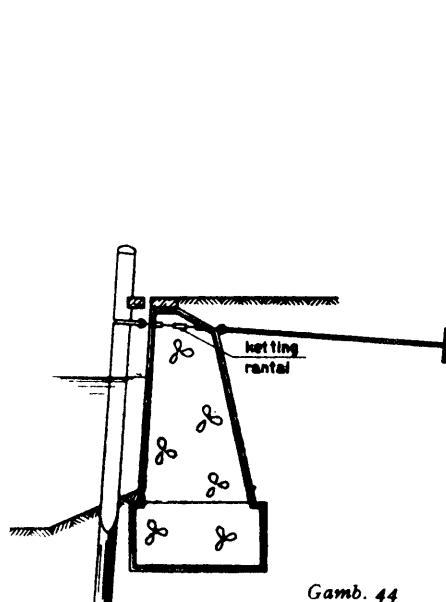
Bila perbedaan antara A.R. dan A.T. besar, dapatlah pada sisi hadapan dari tembok itu dijangkarkan mangkok penambat pada tinggi yang terbaik. Gambar 42 melihatkan gambar dari mangkok penambat itu.

Juga dapat dipasang cincin-cincin baja. Untuk kapal-kapal yang lebih besar dan kapal-kapal laut dibetonkan pada pelabuhan *tiang-tiang* pengikat, punca baja tuangan yang besar.

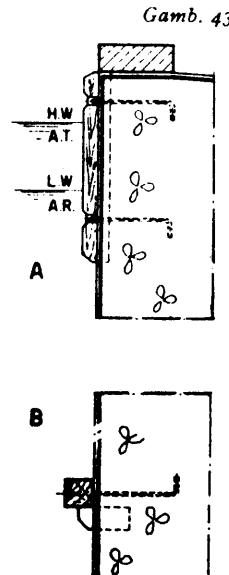
Supaya sewaktu berlabuh dapat mencegah pergesekan antara kapal dan tembok, setiap ± 4 m dijangkarkan pada tembok balok-balok kayu (lihat gambar 43a). Balok-balok kayu ini juga diperlukan untuk menangkis tumbukan. Ia dapat juga dipasang mendatar (gambar 43b). Pada pelabuhan-pelabuhan laut didapati untuk itu konstruksi-konstruksi yang luas, yang dinamai alat penangkis; salah satu di antaranya ialah perlakuan yang disebut gulung-gulung penggesek. Ini ialah batang kayu besar yang terapung yang dijangkarkan dengan rantai pada tembok.



Gamb. 42



Gamb. 44



Gamb. 43

Dihadapan dinding itu dapat juga dipancangkan tiang-tiang yang disatukan dengan gulung-gulung dan dijangkarkan sama sekali terlepas dari tembok (lihat gambar 44). Batang jangkar dipasang melalui pipa, yang ditembokkan ke dalam tembok. Tiang-tiang itu dipancangkan dari sumbu ke sumbu dengan jarak kira-kira 4 m.

Ia kira-kira 1 m lebih tinggi daripada tembok itu dan kepala-kepalanya diberi topi besi. Tiang-tiang ini dinamai tiang labuh.

II. URUNG-URUNG

A. UMUM

Waktu membuat jalan biasa atau jalan kereta pada peninggian, sudah tentulah perlu menyimpangi segala jalan aliran air. Jalan aliran air ini mungkin suatu sungai dan anak air sungai atau saluran pengairan. Sungai dan anak air kebiasaannya untuk pengaliran air hujan dan ada juga dipergunakan untuk pengairan. Saluran pengairanlah yang mengalirkan air pengairan itu.

Berhubung dengan keperluannya adalah berbeda benar, di antara saluran pengairan dan dari anak air penghiliran. Pada yang pertama selalu dapat dikira-kirakan pengaliran yang boleh dikatakan tetap dan muka air yang boleh dikatakan tetap tingginya, tetapi pada anak air (sungai) pada musim hujan akan mempunyai muka air yang tinggi, sedangkan di musim kemarau biasanya menjadi kering. Besarnya penghiliran adalah bergantung pada *daerah aliran* atau *daerah pengaliran* yaitu daerah yang mengalir pada sungai itu. Daerah yang demikian itu dibatasi oleh bagian-bagian tanah yang tinggi atau punggung bukit-bukit yang dinamai *perpisahan air*. Tiap-tiap sungai mempunyai daerah aliran sendiri-sendiri.

Bila puncak muka jalan terletak sedang tingginya dari muka air, dan jalan aliran air yang disimpangi itu tak berarti maka dapatlah dialirkan di bawah jalan, yang dilakukan dengan jalan sebuah kotak saluran kayu, beton, baja, beton bertulang atau tembok. Kotak saluran yang sedemikian dinamai seumumnya *urung-urung*, sedangkan urung-urung berpenampang bundar atau bundar jorong selanjutnya dinamai *urung-urung pipa* (polongan).

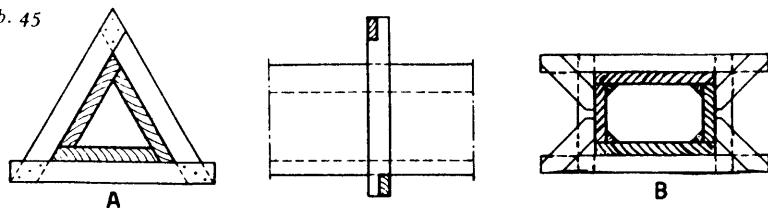
Luas penampang sungai yang digenangi air dinamai *bentuk (profil) basah*. Yang dikatakan penghiliran dari suatu sungai ialah banyaknya air yang melalui penampang itu dalam setidak.

Bila kecepatan air itu v m/detik, terangkanlah pada kita bahwa penghiliran itu $Q = F \times v m^3/\text{detik}$, bila yang ditunjuk dengan F bentuk (profil) basah (dalam m^2).

B. URUNG-URUNG KAYU

Ini dapat dipergunakan untuk pekerjaan sementara. Pada pengaliran kecil cukuplah dengan jalan menyatukan 3 papan dari 5 X 25 atau 6 X 30 cm menjadi segitiga samasisi. Untuk memperkuatnya dapatlah pada tiap-tiap 1 m dipakukan perangkai-perangkai pada sebelah luarnya, lihat gambar 45a. Supaya tercegah melekatnya kotoran, pada sebelah dalamnya tidak boleh terdapat bagian-bagian yang timbul. Gambar 45b melihatkan konstruksi dari urung-urung berpenampang empat persegi panjang.

Gamb. 45

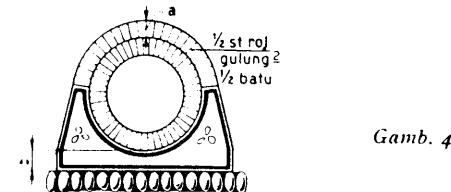


C. URUNG-URUNG PIPA (PEMBULUH ATAU POLONGAN)

Ini dapat dibuat dari: penembokan batu bata, beton atau beton bertulang dan baja.

§ 1. Urung-urung Pipa (pembuluh) tembokan

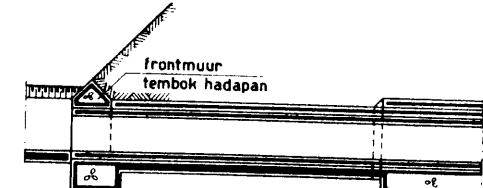
Lubang bundarnya dibentuk oleh gulungan setengah batu. Siar datarnya sejajar dengan poros urung-urung. Supaya pipa seperti itu masih dapat dilakukan dengan baik, diameter (jarak) dalamnya diambil tidak lebih kecil dari 0.70 m. Pipa ini terletak pada alas bawahnya dari batu bata atau batu sungai, yang berbentuk cekung dan langsung terletak di atas tanah atau di atas suatu penumbukan batu sungai, batu pecahan, batu kapur atau batu karang. Di atas pipa pembuluh itu dibuat *gulungan penutup* setengah batu (lihat gambar 46). Bila peninggian tanah di atas urung-urung itu tidak lebih dari 5 m cukuplah dengan satu gulungan penutup. Bila peninggian itu lebih besar, haruslah di buat satu gulungan lagi untuk setiap 5m lebihnya. Ukuran *b* dan lebarnya haruslah dengan berbandingan pula diperbesar. Biasanya *b* harus diambil lebih



Gamb. 47

Gamb. 46

Gamb. 47



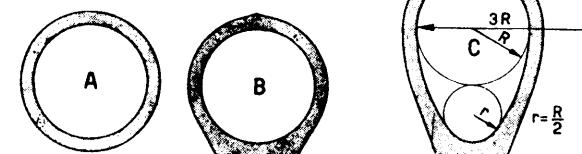
besar sedikit dari pada jumlah tebal gulungan-gulungan penutup. Gambar 47 melihatkan urung-urung di bawah peninggian tanah yang besar.

Urung-urung tembokan diakhiri tegak lurus pada atas poros memanjangnya, ialah di mana puncak gulungan penutup menyilangi tebing jalanan. Penutupnya dilakukan oleh suatu *tembok hadapan* sekurang-kurangnya setebal 0.65 m, dan diberi pondamen yang teguh.

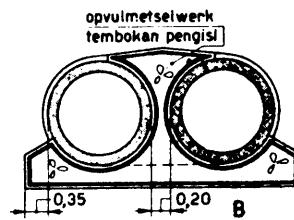
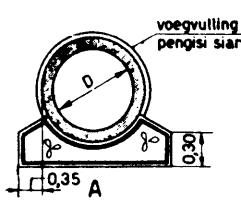
Untuk penampang kecil dan beban atasnya kecil pula dapat dipergunakan *urung-urung pipa (pembuluh) bakar*. Pipa-pipa bakar ini hanya berlaku sebagai acuan saja dan dilapisi dengan tembokan.

§ 2. Urung-urung pipa (pembuluh) beton

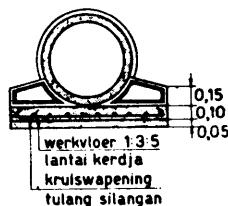
Gamb. 48



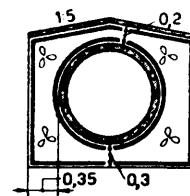
a. *Umum*. Bentuknya penampang penghiliran air dapat bundar atau jorong. Penampang-penampangnya mungkin dapat seperti pada gambar 48a, b dan c. Pada tanah yang cukup padat, pipa-pipa itu dapat diletakkan dengan begitu saja, atau ia diletakkan di atas lapisan pasir di airi padat. Bila tekanan terlalu besar, misalnya di bawah suatu jalanan, pipa itu seolah-olah kita beri suatu pondamen (gambar 49a dan b). Pada tanah bangunan yang tidak dapat dipercayai, kita lakukan dengan pelat



Gamb. 49



Gamb. 50



Gamb. 51

beton bertulang (gambar 50). Di bawah jalanan kereta api seluruh pipa itu harus ditemboki (gambar 51).

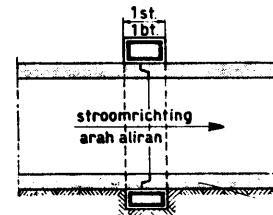
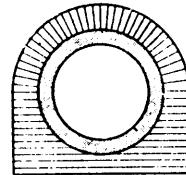
Pipa-pipa itu didapat dalam perdagangan dalam panjang 1 m dan diameter dan 0.30—1.00 m.

Urung-urung berbentuk telur di nyatakan dalam poros lebar dan poros memanjang, misalnya 50/75.

Pipa-pipa dengan diameter >1 m, pada umumnya diberi bertulang. Pertulungan itu di beri bentuk uliran. Batang-batang pembaginya sejajar dengan memanjang dari pipa itu.

Pipa itu ditautkan dengan jalan kaus dan tabung (selompong). Sela-sela dikedap dengan adukan P.C., yang biasanya sudah dirasa cukup. Kedapan yang lebih baik, didapat bila menembok sekeliling sela-sela itu (gambar 52). Sebagai siar-kedap dapat juga dipergunakan suatu gulungan beton (1 P.C. : 2 pasir : 3 krikil halus) selebar ± 10 cm dan setebal ± 5 cm (gambar 49). Perhatikanlah arah aliran, sewaktu meletakkan pipa-pipa itu (gambar 52).

Gamb. 52



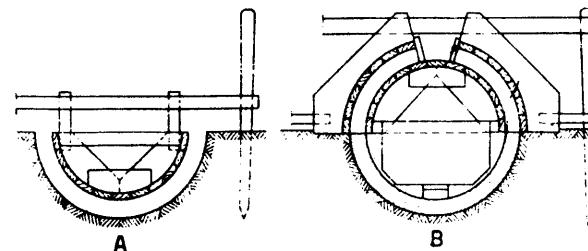
Pipa-pipa itu dapat disiapkan terlebih dahulu sepanjang 1 m, ataupun seluruh urung-urung itu dituang pada tempatnya, bila mengangkutnya sulit atau mahal.

Tebal dindingnya diambil lebih besar sedikit. Mula-mula kita selesaikan dari seluruh panjang sebelah bawahnya. Untuk itu tanah digarap menurut bentuk bidang luarnya. Untuk bidang dalamnya di buat contoh atau (acuan), sepanjang 1—2 m, yang dapat di pakukan kepada patok-patok (lihat gambar 53). Suatu contoh atau acuan terdiri dari perisai-perisai, masing-masing dengan jarak setinggi-tingginya 1 m, di atas mana dipakukan reng-reng. Bila perlu reng-reng itu diketam, sehingga permukaannya rata betul. Bila sebagian dari 1 a 2 m telah selesai, acuan itu diangsurkan. Bila sebelah bawahnya selesai dimulailah pada bagian atasnya.

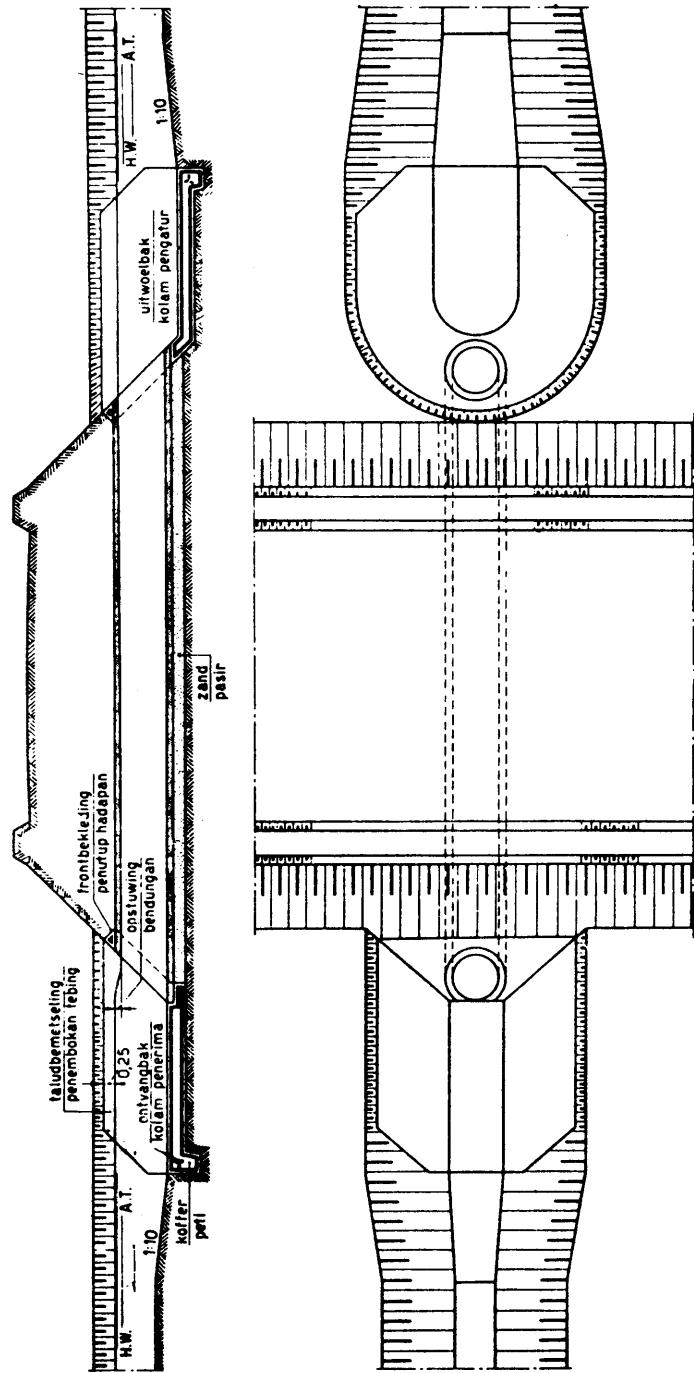
Contoh yang diuraikan di atas ini dapat dipergunakan untuk bidang dalamnya, di mana perisai-perisainya diperpanjang demikian rupanya sehingga acuan itu dapat bersandar pada bagian yang selesai, ialah pada baji.-baji. Untuk lingkaran luarnya contoh itu dapat didirikan menurut gambar 53. Harus dijaga supaya sela tuangan yang ada dibuat kasar dan dibasahkan sebelum bagian baru dituang.

b. *Menentukan penampang aliran air.* Penampang dari urung-urung dapat dihitung, bila kecepatan yang dibenarkan dalamnya sudah ditetapkan dan pengaliran setiap detik diketahui. Kecepatan ditentukan 1 sampai $1\frac{1}{2}$ m/det, kecepatan ini kita namai v_1 m/det, penampang dapatilah dari rumus:

$$F_1 = \frac{Q}{v_1}$$



Gamb. 53



Gambar 54

Pada sebelah mudik air akan naik sedikit; ini disebut terbendung. Bendungan ini dapat dihitung, akan tetapi terletak di luar tujuan buku ini.

Di rancangan urung-urung untuk pengaliran sebesar-besarnya yang mungkin didapat dan pipa itu diletakkan sedemikian rupa sehingga seluruh penampangnya dipergunakan.

Puncak dari lingkaran dalam harus disamakan dengan *duga O.T.*: *di belakang* urung-urung itu direndahkan, akan tetapi tak pernah lebih tinggi (lihat gambar 54).

Bila kita tidak mempunyai ketentuan tentang kecepatan air dalam saluran pada air tinggi, sehingga Q tidak diketahui, dapatlah F_1 disamakan dengan F , sehingga kecepatan yang dibenarkan dalam urung-urung sama dengan pada saluran. Hendaklah diperhatikan bahwa *duga A.T.* di hadapan urung-urung itu akan naik sedikit, walaupun bendungan ini dapat diabaikan.

Pada daftar yang berikut di bawah ini, ada dimuat beberapa angka tentang pipa (pembuluh) berbentuk lingkaran.

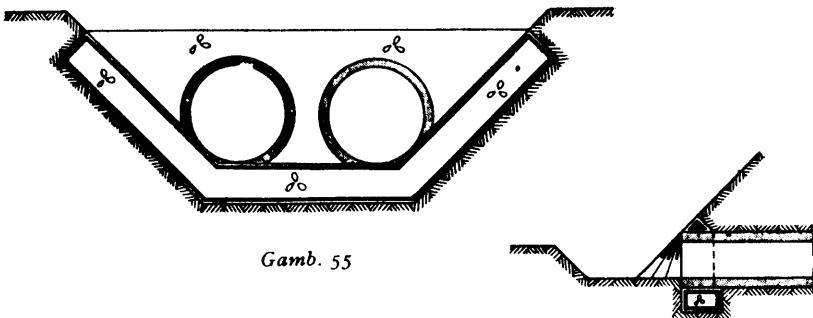
DAFTAR I.

Jarak dalam dalam cm	30	40	45	50	60	70	75	80	90	100
Tebal dinding dalam cm	6	6	7	7	8	9	9,5	10	11	12
Penampang aliran air dalam m^2	0,07	0,13	0,16	0,20	0,28	0,38	0,44	0,50	0,64	0,78

Mungkin terjadi, bahwa bila dilakukan satu pipa, ia terlalu besar, ataupun sisi bawah dari lingkaran dalamnya terletak lebih rendah dari 0,30 m di bawah dasar saluran. Dalam hal ini dipergunakan 2 pipa dengan diameter yang lebih kecil. Pipa-pipa itu dipasang berantara 0,20 m (lihat gambar 49 dan 50).

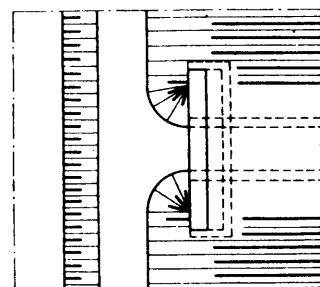
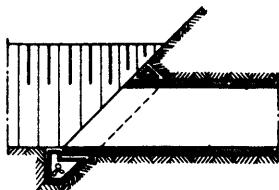
c. *Penampang memanjang*. Ujung-ujung dari pipa beton dapat dipotong, menurut arahnya tebing (gambar 54) atau tegak lurus.

Bila sebelah bawah dari sisi dalamnya pipa itu letaknya lebih rendah dari pada *duga dasar* saluran itu, (dibenarkan setinggi-tingginya 0,30 m), dasar yang dihadapkan dan di belakang dari pipa itu didatarkan sepanjang 3—5 m: Dari bagian mendatar ini, dasarnya di tinggikan dengan lereng 1 : 5 atau 1 : 10 ke arah *duga dasar* sebenarnya. Pada gambar 54 kita lihat pada denah penggeraan dari bagian depan — *kolam penerima*. Bagian belakang — *kolam pengatur* yang dilakukan dengan cara serupa itu juga. Gambar 54 bagian sebelah kanan memberi ragam lain. Untuk mencegah gogosan biasanya dasar dan tebing dari



Gamb. 55

Gamb. 56



Gamb. 57

kolam-kolam itu diberi penembokan batu atau susunan batu. Bila kolam-kolam dilindungi secara ini, dapatlah tebing-tebingnya diberi lereng $1 : 1$. Pelapis tebing diakhiri seperti digambar pada gambar dan harus sekurang-kurangnya setinggi $0,25$ m di atas A.T. Supaya gogosan dapat dicegah pelapis lantai dan tebing ditutup dengan peti selebar $0,30$ dan sekurang-kurangnya sedalam $0,50$ m.

Pada bagian-bagian di mana dibuat lereng dasar dalam $1 : 5$ atau $1 : 10$, maka lebar dasar dari saluran itu berangsur-angsur berubah hingga sama dengan lebar dasar dari kolam yang biasanya lebih besar (setinggi-setingginya $2 \times$ lebar dasar saluran).

Untuk urung-urung kembar, lebar ini tentulah biasanya lebih besar (lihat gambar 55).

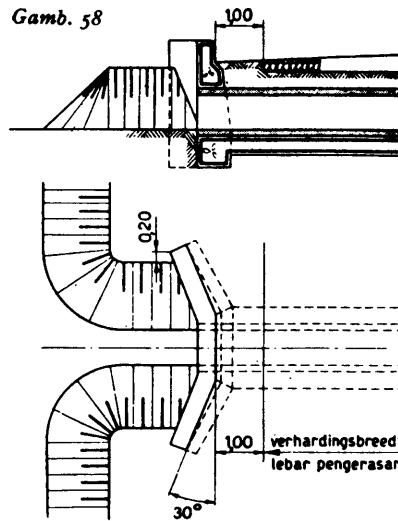
Bila kolom itu tidak diberi berlapis, haruslah tembok penutup tebing depan yang sudah ada, diteruskan menjadi peti (gambar 56). Kadang-kadang keadaan meminta supaya dibuat suatu penutup dengan suatu tembok depan, seperti digambarkan pada gambar 57. Tebalnya tembok depan itu sekurang-kurangnya $0,65$ m. Gambar 58 memberi konstruksi dari sautu

urung-urung jalan, seperti yang telah ditetapkan oleh Pekerjaan Umum Propinsi Jawa Timur¹⁾

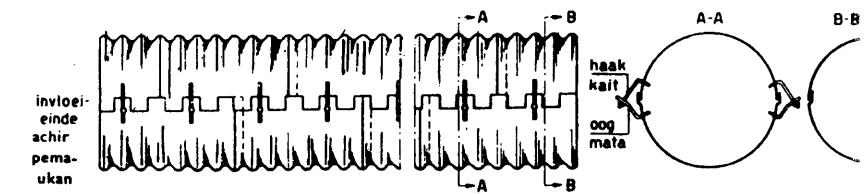
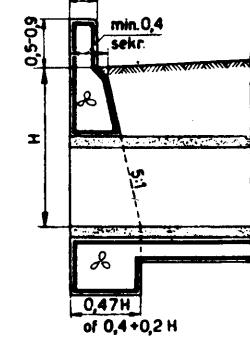
Kita lihat bahwa urung-urung itu ditutup dengan tembok-tebok hadapan dan dengan yang disebut *tembok sayap*. Sebagai tembok sandaran ia dibuat lebih tinggi daripada jalan (lihat penjelasan gambar 58a).

Urung-urung biasanya diletakkan mendatar, demikian juga kalau saluran mempunyai lereng landai. Hanya bila lerengnya menjadi lebih besar (misalnya $> 1 : 50$) urung-urung itu diberi lereng serupa dengan lereng saluran.

Gamb. 58



Gamb. 58a



Gamb. 59

1) Surat Edaran 1. Pengairan Propinsi Jawa Timur.

§ 3. Urung-urung baja

Dahulu ada juga dilakukan pipa saluran besi tuangan, kini tidak dikerjakan lagi, karena pipa-pipa saluran itu mahal harganya dan kini kita telah mendapat bahan-bahan yang lebih baik pula.

Besi tuangan mempunyai tahan-lengkung yang kecil. Yang banyak dipergunakan ialah yang dinamai pipa saluran baja *Armco*, juga pipa saluran Penco, Calco dan Nivat.

Pipa saluran Armco ialah pipa seng berombak, yang didapat dalam perdagangan dalam berbagai-bagai ukuran (D 203 sampai 1219 mm). Pipa-pipa saluran ini terdiri dari dua bagian — bagian atas dan -bawah —, yang dapat disatukan dengan sambungan paten. Panjangnya bagian atas dan bawah yang biasa ialah 610 mm, selain dari itu ada „bagian atas pemasukan”, „bagian bawah pemasukan” dan „bagian atas pengeluaran”. Pada gambar 59 dinyatakan bagian-bagian itu.

Pipa-pipa saluran Armco diletakkan di atas tanah yang cukup padat dengan tidak memakai pondamen dan dapat ditutup dengan tembok-tembok hadapan dan penutup tebing hadapan.

Sebelum diletakkan, di gali lubang dahulu untuk bagian-bagian pipa itu. Mula-mula ditimbun dengan ditumbuk hingga padat kira-kira sampai setengah tinggi pipa itu. Tergantung dari kemajuan pekerjaan diuruk dan tanah atasnya ditumbuk. Pipa-pipa saluran kecil dan tidak terlalu panjang dapat disambung terlebih dahulu dan seluruhnya di turunkan ke dalam lubang itu.

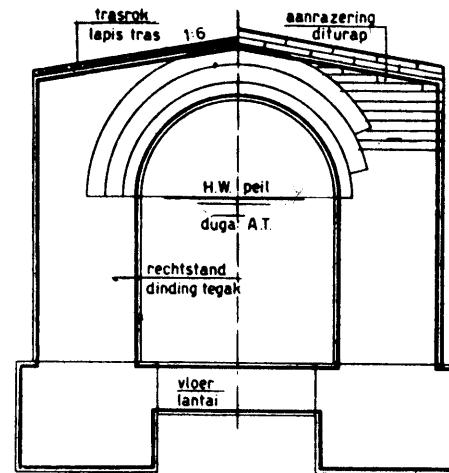
Pipa-pipa saluran ini harus mempunyai suatu penutup tanah, sekurang-kurangnya 0,40 m untuk pipa-pipa terkecil dan sampai 0,70 m untuk yang terbesar.

Pipa-pipa ini sangat baik dipergunakan bila ada kemungkinan tanah itu mengembang (menyusut). Ia tidak akan lekas retak dan kemungkinan lebih kecil, bahwa air bocor masuk ke dalam dasar tanah dan oleh karena itu ia melunak dari pada urung-urung pipa saluran lain.

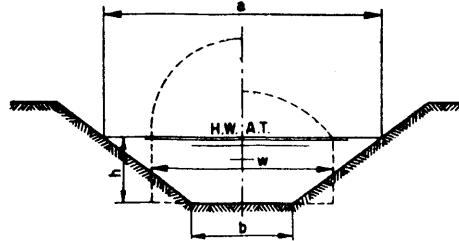
D. URUNG-URUNG TEMBOK

a. *Penampang*. Bila memerlukan penampang aliran air yang lebih besar dari pada yang didapat dengan urung-urung pipa saluran, kita pakai urung-urung yang di tembok, yang terdiri dari 2 tembok, dinamai *dinding-dinding tegak*, di atas mana dilakukan suatu lengkungan misalnya seperti digambarkan pada gambar 60. Urung-urung seperti itu dinamai juga *urung-urung lengkungan*. Lengkungan itu dapat didirikan

Gamb. 60



Gamb. 61



dari batu alam tetakan atau batu bata ataupun juga dari beton. Dalam beberapa hal selainnya dari pada suatu lengkungan dapat dilakukan suatu pelat beton bertulang yang di namai *urung-urung pelat*.

Dinding-dinding tegaknya dapat dari tembokan batu bata atau batu sungai dan diberi berpondamen. Biasanya urung-urung itu juga diberi lantai.

Permulaan lengkungan dibuat setinggi duga A.T. sehingga penampang aliran air menjadi suatu empat persegi panjang.

Tinggi lantainya disamakan dengan tinggi dasar saluran.

Jarak *w* bergantung pada kecepatan yang dibenarkan dalam urung-urung. Bila kecepatan dalam urung-urung disamakan dengan kecepatan dalam saluran, yang biasanya juga dibuat sedemikian, dapatlah dicari *w* dengan rumus: F (penampang basa = $w \cdot h$) di mana *h* ialah tingginya permulaan-lengkung sampai ke dasar, dalam hal ini jadi sama dengan dalamnya air dalam saluran. Pada saluran berpenampang trapesium, F sama dengan $\frac{a + b}{2} \cdot h$ (gambar 61)

$$\text{Jadi } w = \frac{a+b}{2}$$

Juga di sini pada sebelah mudik, air akan agak terbendung.

Dalam urung-urung dibenarkan kecepatan yang lebih besar dari pada dalam saluran, karena dinding tembok dan lantai tembokan lebih tahan terhadap kekuatan-kekuatan pergeseran.

Bila kita hendak membenarkan kecepatan yang lebih besar V_1 , kita dapatilah: $w \cdot h = Q/V_1$ jadi juga w , karena h diketahui. V_1 diambil 1—1.5 m/detik.

b. *Dinding-dinding tegak*. Dinding-dinding tegak biasanya dibuat berbentuk trapesium. Bidang-bidang luarnya diberi lereng 5 : 1 (gambar 62). Pada penembokan batu bata, dinding-dinding tegak itu diberi berpenampang empat persegi panjang (gambar 60).

Pasangan dari dinding tegak itu terletak pada duga lantai. Tembok didirikan sampai permulaan lengkungan, jadi sampai kedua A.T.

Tebalnya dinding tegak dari tembokan batu bata D — diukur pada pertengahan tinggi antara pasangan dan permulaan-lengkungan (terkecuali pada rumus ke 3) — ditentukan dengan rumus berikut:

a. pada pengerajan lengkungan setengah lingkaran:

$$D = 0,292 + \frac{1}{6} h + \frac{5}{24} w \quad (1a) \text{ atau}$$

$$= 0,30 + 0,17 h + 0,21 w \quad (1b)$$

DAFTAR II (Tebalnya dinding tegak dalam cm).

Panah: Lebar	1,—				1,50				2,—			
	1/2	1/3	1/4	1/5	1/2	1/3	1/4	1/5	1/2	1/3	1/4	1/5
1,—	67	71	73	75	77	83	87	90	87	96	101	104
1,20	70	74	77	78	81	87	91	93	91	99	104	108
1,40	73	78	80	82	84	89	94	96	94	103	108	111
1,60	76	81	83	85	87	93	97	100	97	106	111	114
1,80	80	84	87	88	91	97	101	103	101	109	114	118
2,—	83	88	90	92	94	100	104	106	104	113	118	121
2,20	87	91	93	95	97	103	107	110	107	116	121	124
2,40	90	94	97	98	101	107	111	113	111	119	124	128
2,60	93	98	100	102	104	110	114	116	114	123	128	131
2,80	97	101	103	105	107	113	117	120	117	126	131	134
3,—	100	104	107	108	111	117	121	123	121	129	134	138

b. pada pengerajan lengkungan tembereng lingkaran:

$$D = 0,292 + \frac{1}{6} h + \frac{w}{8} \cdot \frac{3w - p}{w + p} \quad (2)$$

c. pada pengerajan pelat beton bertulang, *lebar pasangan* ialah:

$$D = 0,47 h \quad (3)$$

Artinya huruf-huruf pada rumus-rumus itu ialah:

h = tinggi dari dinding tegak dan pada rumus ke 3 tinggi dari pasangan sampai sebelah bawah pelat beton:

w = jarak lengkungan.

p = anak panah lengkungan.

Segala ukuran harus diperbuat dalam *meter*; jadi D didapat dalam meter juga.

Rumus-rumus di atas ini hanya berlaku, bila penimbunan tanah di atas urung-urung tidak lebih tinggi daripada 1,20 m, terhitung dari tepi atas lengkungan sampai tepi jalan. Bila tinggi itu lebih, tebalnya ditentukan dengan rumus:

$$D_1 = D + 1/12 g \quad (4)$$

di mana g ialah tinggi isian tanah dalam *meter*.

Pada tabel II diberi tebal-tebal dari tembok tegak (dalam cm) untuk lengkungan setengah lingkaran dan tembereng lingkaran, dihitung menurut rumus 1 dan 2.

2,50				3,—				3,50				4,—			
1/2	1/3	1/4	1/5	1/2	1/3	1/4	1/5	1/2	1/3	1/4	1/5	1/2	1/3	1/4	1/5
98	108	115	119	108	121	128	133	119	133	142	148	129	146	156	163
101	112	118	122	112	124	132	137	122	137	145	151	132	149	159	166
105	115	121	125	115	128	135	140	125	140	149	155	136	153	163	169
108	118	125	129	118	131	138	143	128	143	152	158	139	156	166	173
111	122	128	132	122	134	142	147	132	147	155	161	142	159	169	176
114	125	131	135	125	138	145	150	135	150	159	165	145	163	173	179
118	128	135	139	129	141	148	153	139	153	162	168	149	166	176	183
121	132	138	142	132	144	152	157	142	157	165	171	152	169	179	186
125	135	141	145	135	148	155	160	145	160	169	175	156	173	183	189
128	138	145	149	138	151	158	163	149	163	172	178	159	176	185	193
131	142	148	152	142	154	162	167	152	168	175	181	162	179	189	196

Untuk lengkungan diberi perbandingan antara anak panah dan jaraknya. Untuk lengkungan setengah lingkaran ialah $\frac{1}{2}$.

c. *Lengkungan-lengkungan*. Bila ada cukup tinggi *bangunan* (yaitu di antara A.T. dan tepi jalan), selalu akan dilakukan lengkungan berbentuk setengah lingkaran. Oleh karena itu dinding tegaknya menjadi lebih ringan daripada bila dilakukan lengkungan tembereng (lihat daftar II). Antara tepi atas penembokan bidang miring dan tepi sisi jalan berhubung dengan pengerasan, harus ada pengisian tanah *sekurang-kurangnya dari 0.40 m*, pada jalan kereta api 0,80 m yaitu antara puncak penembokan bidang miring ke tepi atas bantalan. Bila tinggi ini tidak tercapai, dibuatlah suatu lengkungan tembereng. Akan tetapi anak panahnya diambil tidak lebih kecil daripada $1/5 w$. Bila cara ini belum juga mencukupi, haruslah dilakukan urung-urung kembar dengan jarak-jarak kecil atau pelat beton bertulang.

Tebalnya pada puncak lengkungan setengah lingkaran dan tembereng, dapat ditentukan dengan rumus:

$$d = \frac{w}{60} + \sqrt{\frac{r}{30}} \quad (5)$$

di mana w = jarak lengkungan,

r = jari-jari dari lingkaran dalam lengkungan,
semuanya dinyatakan dalam *meter*.

Bila jarak w dan anak panah p ditentukan, dapatlah jari-jari R ditentukan seperti berikut (gambar 62).

$$\left(\frac{w}{2}\right)^2 = p(2r - p)$$

$$\frac{w^2}{4} = 2pr - p^2$$

$$2pr = \frac{w^2}{4} + p^2$$

$$r = \frac{w^2 + 4p^2}{8p}$$

Rumus (5) hanya berlaku, bila pengisian tanah tidak lebih tinggi daripada 1.20 m. Kalau pengisian itu lebih tinggi, tebal itu didapatilah dari:

$$d_1 = d \left(1 + \frac{1}{24} g\right) \quad (6)$$

Untuk lengkungan *beton* tebal puncaknya diambil

$$d_t = \frac{3}{4} d \quad (7)$$

dan tebal permulaannya

$$d_s = 1^{1/3} d_t = d \quad (8)$$

Rumus di atas ini hanya berlaku untuk w yang setinggi-tingginya 4 m.

Daftar III memberikan tebalnya dari *lengkungan beton* — dinyatakan dalam cm — menurut rumus (7) dan (8).

Lengkungan batu bata mempunyai tebal yang sama pada puncak dan permulaannya. Tebalnya ditentukan dari

$$d_t = 1^{1/2} d, \quad (9)$$

dan hasilnya dibulatkan ke atas sehingga dapat jumlah kepala yang bulat. Dapatlah gulungan itu dibuat dari gulungan-gulungan setengah batu, yang satu di atas yang lain (gambar 60). Siar datarnya menjadi sejajar dengan poros urung-urung itu dan memperlihatkan ikatan setengah batu

Daftar III (tebalnya lengkungan beton dalam cm)

jarak lengkungan w dalam m.	Anak panah : jarak =							
	$\frac{1}{2}$		$\frac{1}{3}$		$\frac{1}{4}$		$\frac{1}{5}$	
	d_t	d_s	d_t	d_s	d_t	d_s	d_t	d_s
1,—	11	14	12	16	13	17	14	18
1,50	14	18	15	19	15	20	17	22
2,—	17	22	18	23	18	24	20	26
2,50	19	25	20	26	21	27	22	29
3,—	21	28	22	29	23	30	24	32
3,50	23	30	24	31	25	33	27	35
4,—	25	33	26	34	27	36	29	38

dalam pandangan atasnya. Punggung-punggungnya dari gulungan ini dilepah kasar dengan adukan penembokan sampai setebal 0,5 cm. Bila perlu dari lepahan tadi digambarkan pembagian lapisnya gulungan berikut.

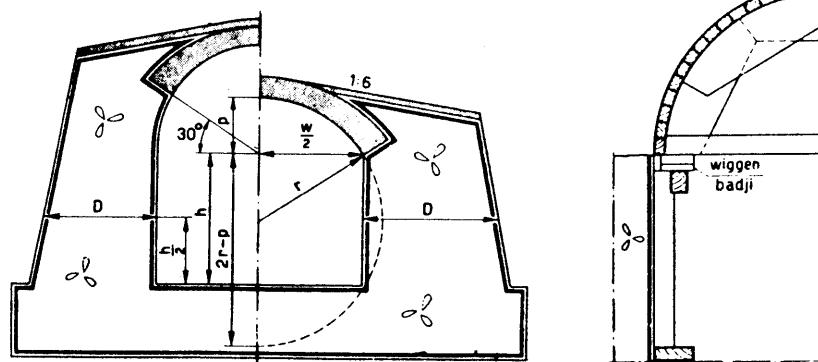
Gulungan terbawah dimulai pada permulaan garis dalam lengkungan; gulung-gulung berikut, biasanya agak lebih tinggi, sedemikian rupa sehingga ujungnya masih terletak 0,1 m sebelah dalam dari pemanjangan bidang-bidang depan (gambar 60 kanan).

Bila suatu lengkungan ditembok dengan batu pecahan, hanya batu pecahan yang panjanglah boleh dipakai.

Lengkungan beton berbentuk setengah lingkaran biasanya dilakukan dengan permulaannya dalam garis-garis pengatur, yang membuat sudut 30° dengan bidang datar (gambar 62). Campuran dari betonnya ialah $1 \text{ G.C.} : 2\mu : 3kr$.

Lengkungan-lengkungan itu ditembok di atas acuan. Bentuknya harus sedemikian rupa hingga sesudah dibebani oleh lengkungan, garis-lengkungnya menjadi baik. Ini didapat, karena pada waktu membuat puncaknya sedikit ditinggikan daripada duga garis-lengkung. Untuk lengkungan setengah lingkaran, lebih tinggi itu dapat diambil $1/600 W$, dan sekurang-kurangnya 3 mm.

Gamb. 62



Acuan harus dapat mudah dibuka, dan oleh karena itu ia diletakkan di atas bajian, yang dapat dibuka bila lengkungan sudah keras. Gamb. 63 melihatkan pengrajaannya.

Supaya kita mendapat beban yang bersamaan pada acuan, lengkungan itu harus didirikan dari kedua permulaan bersama-sama dan teratur.

Bila urung-urung itu terletak di bawah peninggian yang besar, tidaklah perlu urung-urung itu seluruh panjangnya dihitung pada pengisian tanah yang terbesar dan dibuat sama besar. Ukurannya harus seruas-seruas disesuaikan dengan bebannya.

d. *Tiang-tiang pemikul antara*. Jarak sebesar-besarnya yang diberikan pada urung-urung biasanya ialah 4 m, pada waktu melakukan lengkungan tembereng sebaik-baiknya jangan melebihi 3 m.

Rumus 5 sampai dengan 9 juga berdasarkan atas ini. Bila diperlukan jarak yang lebih besar, maka dari dua lubang di samping tiang, yang dipisahkan oleh satu atau lebih dari satu tiang antara mereka sekecil-kecilnya dari tiang itu ialah 0,60 m. Selain daripada itu tebalnya juga bergantung dari tebal lengkungan pada permulaannya. Antara kedua lengkungan itu harus ada suatu ruangan, untuk memberi pertautan yang baik. Biasanya tebal itu ditentukan dengan rumus-rumus yang berikut:

a. pada pengisian tanah setinggi-tingginya 1.20 m.

$$D_2 = 0.3 + 2d_s \quad (10)$$

b. pada pengisian tanah yang lebih besar

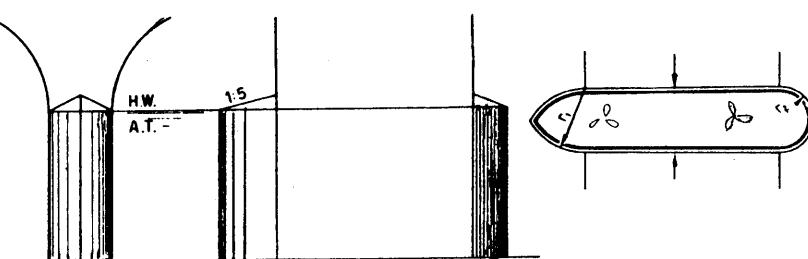
$$D_2 = 0.30 + 2d_s \left(1 + \frac{g}{24} \right) \quad (11)$$

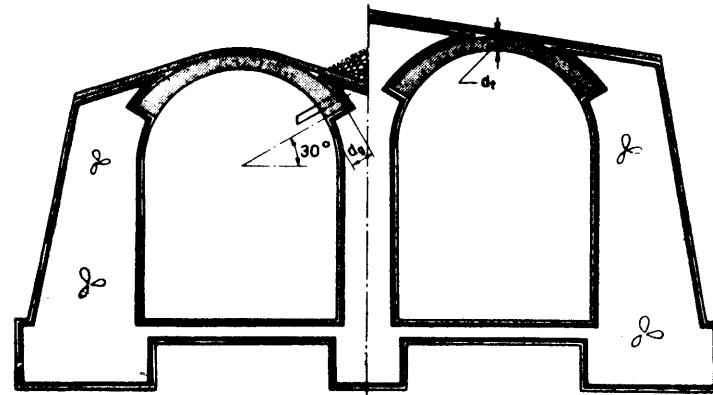
Untuk mencegah tekanan ke sisi daripada tiang-tiang itu, kedua lengkungan harus dibuat serentak.

Supaya desakan pada pengaliran air dapat dikurangi, tiang-tiang itu diberi berkepala. Tiang-tiang di sebelah mudik biasanya diberi berkepala bentuk-lengkung-tirus sampai setinggi duga A.T. dan di hilir berkepala bentuk setengah-lingkaran (gambar 64).

Sekarang, kepala di mudik pun dibuat juga berbentuk setengah lingkaran. Di atas duga A.T. kepala-kepala itu dibuat miring air dengan lereng $1 : 5$.

Gamb. 64





e. *Penembokan bidang miring.* Lengkungan biasanya diberi suatu penembokan bidang dengan lereng sekurang-kurangnya 1 : 6.

Bila dinding-dinding tegaknya ditembok dengan batu bata, maka penembokan bidang miringnya dilakukan dengan lapisan-lapisan tembokan batu bata, yang mendatar. Gigi-gigi yang terjadi, diisi dengan beton kerikil halus atau abu bangunan sampai 1 cm di atasnya.

Di atas ini dibuat dua lapisan rebah dari batu bata yang terbaik, dan seluruhnya itu dikerjakan dengan lapisan plesteran dari 1 P.C. : 3 pasir, setebal 1 cm. Bidang-bidang itu dilembabkan sekurang-kurangnya selama dua pekan dan dilindungi terhadap penyinaran langsung dari cahaya matahari.

Bila dinding-dinding tegak itu dilakukan dari batu sungai, maka penembokan bidang miringnya juga dari bahan itu. Bidang atasnya biasanya ditutup dengan lapisan beton P.C. setebal 6 cm dengan campuran 1 : 2 : 4. Lapisan ini pada puncaknya biasanya dilengkungkan menurut jalannya lengkungan (gambar 62). Pada waktu melakukan lengkungan beton, tutup di atas lengkungan itu biasanya tidak dipergunakan. Penutup beton (*lapisan-terus*) tidak perlu diplester; dianjurkan memakai selapis aspal atau ter batu bara, karena dengan jalan ini tersumbatlah retak-retak penyusutan yang mungkin terjadi.

Bila terdapat tiang antara, dapatlah di atas tiap-tiap lengkungan dibuat penembokan bidang miring, sehingga terbentuk suatu *lunas* (gambar 65, kiri), ataupun dibuat dua bidang lereng dimulai dari tengah-tengah itu (gambar 65 kanan). Bila terdapat lunas, haruslah diadakan pengaliran. Untuk itu lunas diberi lereng kecil misalnya 1 : 200 dan pada ujung terendah di tempatkan pipa gas (misalnya dengan Ø 40 mm) yang menembus tembokan (gambar 65, kiri).

Supaya jangan terbawa bagian-bagian tanah, di muka lobangnya diletakkan krikil, yang ditutup dengan selapis „ijuk”.

Suatu lengkungan sangat dipengaruhi oleh mengembangnya (menyusutnya) tanah dan oleh karena itu urung-urung lengkungan tidak boleh dilakukan, bila tanah bangunannya tidak dapat dipercaya se-penuh-penuhnya. Lebih baik dilakukan yang dinamai urung-urung pelat beton, yang akan diuraikan di bawah (f).

f. *Menutup dengan pelat beton bertulang* (urung-urung pelat).

Bila tidak cukup tinggi bangunan, jalan yang dapat ditempuh ialah membuat penutup dengan pelat beton bertulang (campuran 1 : 2 : 3, gambar. 66).

Pelat ini dibuat bermiringan air ke tepi-tepiinya dengan lereng 1 : 25. Sisi bawahnya sekurang-kurangnya terletak 0,25 m di atas duga A.T.

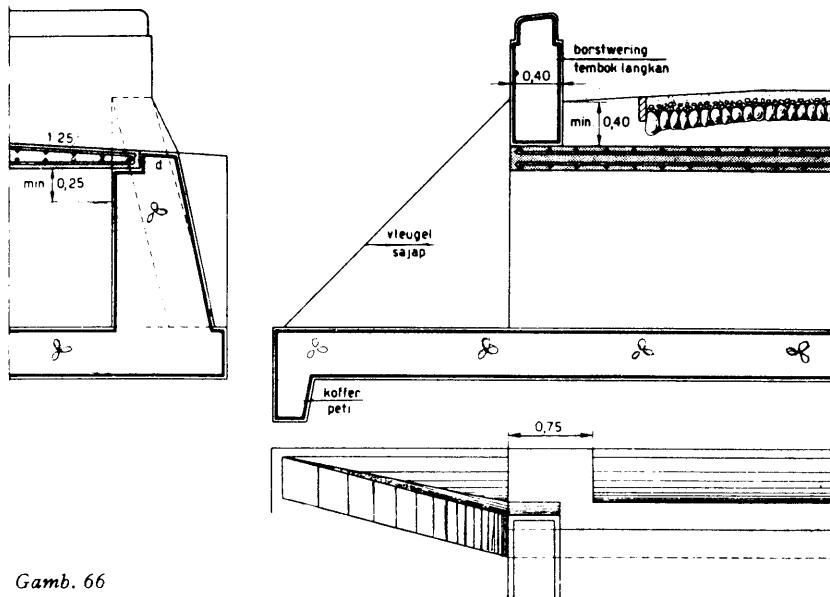
Pelat dapat diuang di tempat itu sepanjangnya atau terlebih dulu selebar 1,00 m disiapkan dan sesudah cukup keras, ia diangkat ke tempatnya. Sela-selanya ditutup dengan jalur-jalur bulu kempa aspal atau kertas aspal. Sebelah atasnya sebaik-baiknya disapu dengan ter atau aspal.

Pengeras jalanan tidak perlu diteruskan ke atas urung-urung. Pada gambar 67 kita lihat, bahwa di atas pelat hanya dilakukan selapis aspal setebal 3—4 cm. Pada daftar IV termuat angka-angka tentang besarnya

DAFTAR IV¹⁾

lebar terusan dalam m	Dihitung untuk tekanan poros dari:				Tulang- bagi bawah	tulang- susut atas		
	7 t Untuk kelas djalan 1 dan 2		5 t Untuk kelas ^a selebihnya					
	tebal <i>d</i> dalam cm	tulang pokok dalam cm ² /m ²	<i>d</i> dalam cm	tulang pokok dalam cm ² /m				
1	13,5	6,5	12	5,5				
1,50	15,5	8,5	14	7				
2	17	11	15	9				
2,50	19,5	13,5	17	11				
3	22,5	16	19,5	13,5				
3,50	25,5	18,5	22	15,5				
4	28,5	21	25	18				
4,50	31,5	23,5	27,5	20,5				
5	35	26	30,5	22,5	sekurang-nja 20% dari tulang pokok	15 6 a		

1) Surat-edaran (Maklumat) tentang Jembatan-jembatan dan Urung-urung 1. Pengairan Propinsi Jawa-Timur 22-5-1939.



Gamb. 66

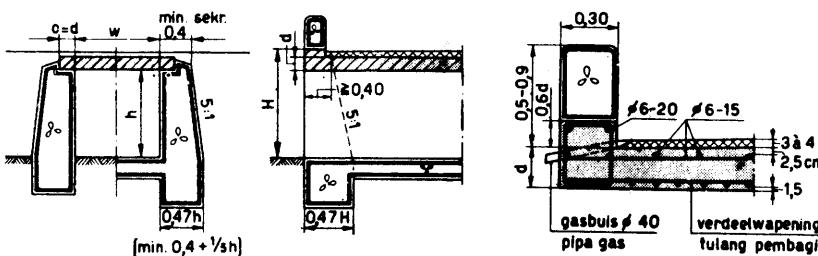
dan tulang-tulang dari pelat. Pada daftar ini juga diberi penampang dari baja tulang dalam cm², jumlah dan diameter dari batang-batangnya dapat dipilih sendiri, dengan memperhatikan syarat-syarat, yang ditentukan untuk bangunan beton bertulang.

g. *Lantai-lantai*. Untuk mencegah supaya dasarnya jangan tergesek, yang mungkin menyebabkan tergogosnya pondering dari dinding-dinding tegak, lantainya biasanya ditembok.

Lantai itu diberi tebal 25 sampai 40 cm dan dapat dilakukan dari batu bata atau batu pecahan (gambar 60 dan 65).

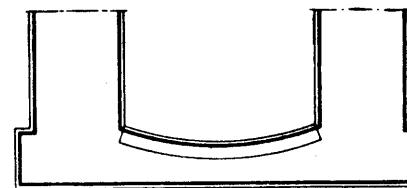
Ia baru dilakukan sesudah urung-urung itu memadat seluruhnya, jadi sesudah pengurukan tanah. Lantai yang agak tipis itu tidaklah akan

Gamb. 67

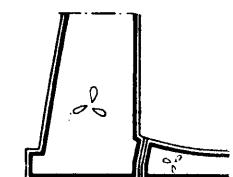


dapat menuruti gerakan ke bawah, oleh karena mana dapat menjadi retak-retak. Boleh dikatakan terjadi suatu tekanan ke atas pada lantai itu. Bahaya retak tetap ada, bila tanah bangunan yang kurang baik itu terus memadat lagi, sesudah lalu lintas dibenarkan melaluiinya.

Pada tanah bangunan yang baik bahaya ini kurang besar dan dapatlah diselesaikan dengan baik, bila lantai itu diberi tebal yang sama dengan tebalnya pondering dari dinding-dinding tegak (gambar 62). Pondering dan lantai dapat dilakukan bersamaan. Pada tanah bangunan yang kurang baik dapatlah dipergunakan suatu lengkungan terbalik sebagai lantai; karena suatu lengkungan akan dapat menahan tekanan yang lebih besar (gambar 68). Di waktu-waktu yang terakhir ini juga dilakukan urung-urung yang mempunyai lantai bebas (gambar 69). Sedikit kembangan (penyusutan) selalu dapat terjadi dengan tidak meretakkan lantai. Sela-sela ditutup dengan aspal.



Gamb. 68



Gamb. 69



Gamb. 70

Bila tanah bangunannya mempunyai daya-pikul yang kecil, dapatlah dilakukan pondamen yang diperlebar dan supaya tidak usah masuk lebih dalam; cara yang terbaik ialah melakukan pelat beton bertulang (gambar 70). Supaya mendapat suatu pandangan, tebalnya dapat tetap tinggal 1/6 sampai 1/8 w. Lantai itu pada kedua tepinya diakhiri dengan suatu peti, untuk mencegah tergogosnya oleh air. Bila terjadi penggogosan, mungkin sekali tanah di bawah lantai dan pondamen hanyut oleh air, turun dan retak-retak sebagai akibatnya. Peti-peti diteruskan sampai di bawah sayap-sayap, yang akan diuraikan di bawah ini.

Juga di sini urung-urung dapat dilakukan mendatar, bila miring dari saluran kecil, misalnya kecil dari 1 : 200. Pada lereng yang lebih besar

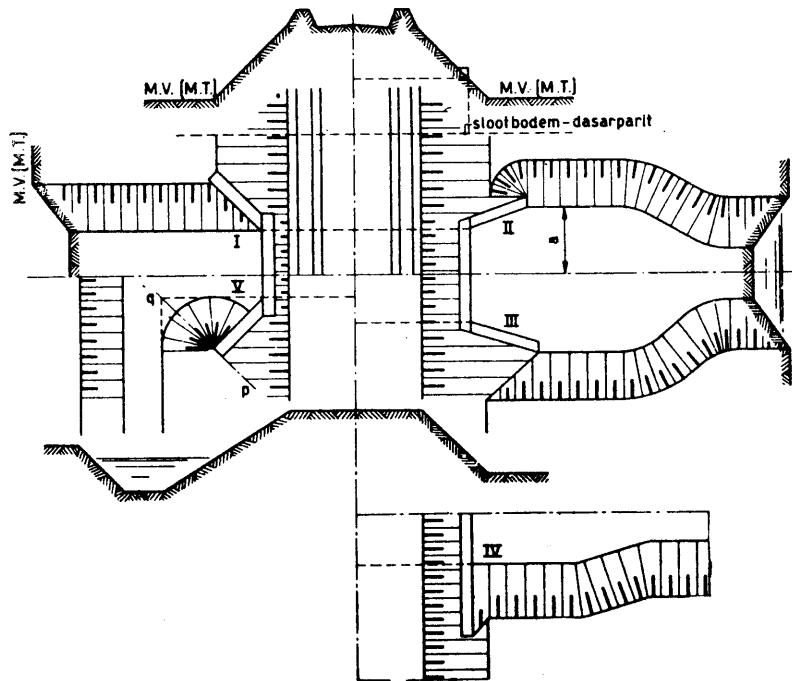
urung-urung diberi lereng yang sama dengan saluran. Bila lereng sungai lebih dari 1 : 50, di bawah lantai pada setiap 5 sampai 10 m dibuatlah peti-peti antara.

h. *Sayap-sayap*. Untuk mempermudah mengalirnya air dengan teratur, pada urung-urung dibuat *tembok-tembok sayap* (ringkasnya sayap-sayap). Selain dari itu sayap-sayap ini menahan tanah yang terletak di belakangnya. Pada gambar 71 dirancangkan dalam denah beberapa cara, bagaimana sayap-sayap dapat dilakukan.

Pada I sayap dengan tebing jalan miring sampai ke muka tanah.

Di sini sudut simpangannya ditentukan oleh titik persilangan dari kaki tebing jalan dan tepi atas tebing parit.

Pada II digambarkan suatu cara, yang banyak sekali dilakukan. Sayapnya miring bersamaan dengan tebing jalan sampai setinggi ± 0.50 m di atas dasar parit. Sudut simpangnya didapat dengan menyamakan jarak a dengan w ataupun juga dengan $\frac{1}{2}w + 1$ m (w = lebar urung-urung).



Gamb. 71

Pada III diberi penyelesaian yang hampir-hampir sama; akan tetapi di sini sayap-sayap dibuat langsung terus sampai ke duga dasar, sedangkan elakannya agak berlainan ditentukan; yang dapat diperhatikan dengan baik pada gambar 75 sebelah kanan.

Cara ini sekarang banyak dilakukan, karena mudahnya sambungan antara urung-urung dan sayap-sayap.

Pada IV digambarkan suatu urung-urung dengan sayap-sayap *sejajar*; ini dapat kita sebut suatu tembok hadapan.

Pada V sayap diteruskan ke garis $p-q$, bila tidak dilakukan suatu limasan, merupakan garispotong antara kedua tebing. Di sini sudut simpangan dari sayap dapat diambil sesukanya, asal saja ujung dari sayap tiba pada garis $p-q$. Limas itu lebih kecil atau lebih besar menurut letak lebih rendah atau lebih tinggi dari ujung sayap. Pada gambar 58 sayap-sayap dibuat dalam 30° dan setinggi tembok sandaran. Cara ini dapat juga dilakukan pada urung-urung di tembok.

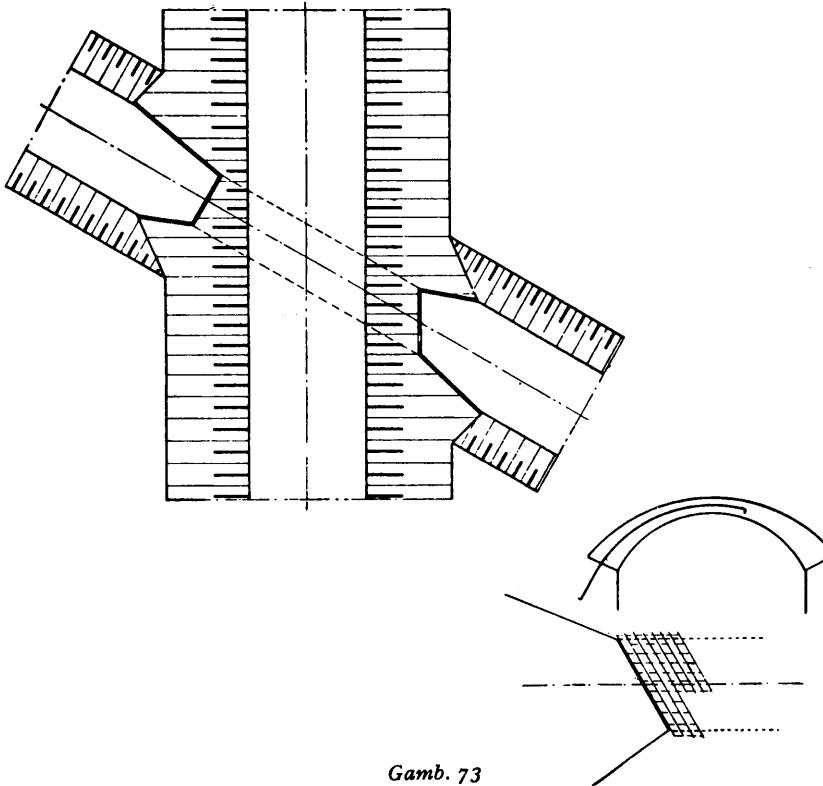
Sedapat mungkin urung-urung dibuat dengan poros memanjangnya tegak lurus pada poros jalan, karena dengan jalan ini didapatlah panjang yang sekecil-kecilnya. Bila perlu, untuk ini dipindahkan jalan air. Jika tidak mungkin, terpaksa jugalah dilakukan suatu urung-urung *serong*. Keperluan ini dapat diturut dua cara, ialah urung-urung diakhiri tegak lurus pada poros memanjangnya seperti pada gambar 72 kiri, atau urung-urung itu dipotong sejajar dengan poros jalan (gambar 72, kanan). Gabungan dari keduanya ada juga dilakukan.

Pada cara yang pertama urung-urung menjadi lebih pendek, akan tetapi sayap panjangnya menjadi lebih panjang dan lebih tinggi bila dibandingkan dengan cara kedua. Penutup tebing terus miring ke atas.

Pada cara kedua, pengakhiran yang miring memberi kesulitan, terutama untuk lengkungan. Pada pelakuan lengkungan beton, yang sekarang sudah hampir umum dipakai, keberatan ini tidaklah besar. Dengan memasang tulang dalam lengkungan, terdiri dari kasa baja atau batang-batang bulat, kita mendapat suatu konstruksi yang sangat baik (gambar 73).

Gambar 74 memperlihatkan rancangan dari suatu penampang memanjang dari urung-urung. Untuk menyokong galangan jalan, didirikan tembok-tembok kecil di atasnya. Tembok kecil seperti itu dinamakan *pengawal matahari*, ia ialah suatu tembok penahan tanah dengan ukuran yang ditentukan ketinggiannya. Ukuran-ukuran yang ditentukan menurut tingginya. Tinggi yang terbesar didapat, bila tembok-tembok itu dibuat setinggi jalan, lihat garis titik-titik $p-q$ pada gambar.

Gamb. 72



Gamb. 73

Tebal pasangan diambil $0,47 \times$ tingginya, dengan minimum 0,4 m + $1/5H$. Selain dari pada ukuran-ukurannya menjadi lebih besar, sayap-sayapnya akan mendapat panjang yang terbesar ialah dalam proyeksi, panjang $q-r$. Juga sayap-sayapnya menjadi besar. Cara ini hanya dilakukan, bila jalan hanya terletak sedikit lebih tinggi dari pada lapangan.

Panjang terkecil yang dapat diberi pada urung-urung yaitu di mana jarak antara sisi-sisi belakang dari pengawal-pengawal matahari sama dengan lebar pengerasan jalan. Tapi jalan lunak tak dapat diteruskan di atas urung-urung. Dengan jalan ini kita mendapat cara yang murah, akan tetapi bila pelebaran jalan di kemudian hari yang mungkin dianggap perlu, akan meminta ongkos tambahan yang besar. Oleh karena itu sebagai panjang yang terpendek, diambil lebar pengerasan yang „disangka”, dengan memperhatikan juga kemungkinan pelebaran. Pada

urung-urung dengan lebar (jarak) 2,5 m dan lebih, sudah segera diambil panjang yang lebih besar, ialah sama dengan lebar pengerasan + 2×1 m, dan sekurang-kurangnya 6 m, lihat juga gambar 58.

Untuk lebar-lebar pengerasan, lihatlah kursus tentang konstruksi-konstruksi jalan.

Urung-urung dengan panjang yang terbesar di dapat bila ia diakhiri menurut gambar 74 kanan, jadi pada tempat di mana puncak urung-urung memotong tebing jalan. Akan tetapi kita dapat sayap-sayap yang terpendek, sedangkan pengawal matahari juga sangat kecil. Cara yang terakhir inilah yang biasa dilakukan.

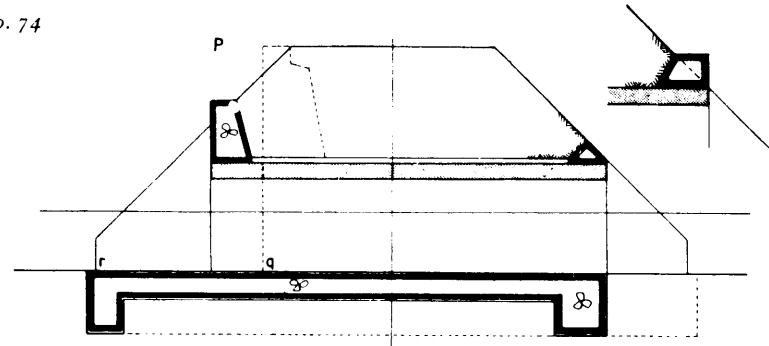
Pada gambar 75 kiri digambarkan konstruksi dari suatu sayap, bila dituruti cara yang dirancang pada gambar 71-II. Sayap diakhiri 0,50 m di atas dasar parit. Elakannya diambil $2 \times w$. Lebar pasangan sayap di sini pada permulaannya ialah 0,50 m. Pada gambar 75 kanan di gambarkan konstruksinya yang dipermudah. Di sini sayapnya berjalan terus sampai ke duga dasar parit dan di sana ia mendapat lebar pasangan dari 0,40 m. Bidang miringnya di sini ditutup dengan lapisan beton setebal 0,15—0,20 m. Pada umumnya elakannya di sini lebih kecil daripada cara yang disebut di atas ini. Keadaan ini ialah seperti dirancang pada gambar 71-III.

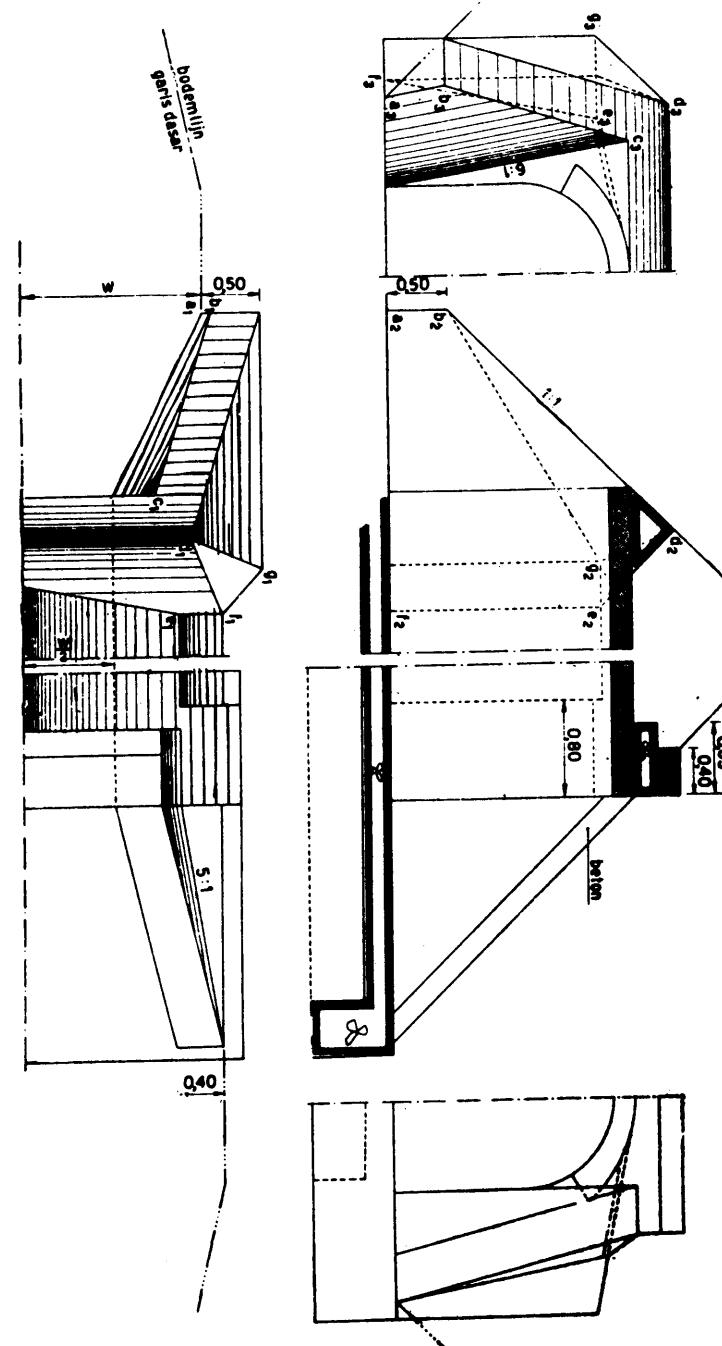
Seperti telah diuraikan terlebih dahulu, urung-urung diakhiri dengan peti-peti. Bila di antara sayap-sayap dilakukan suatu penutup dasar, dapatlah peti-peti itu dipindahkan ke ujung dari penutup dasar ini (lihat gambar 74 kiri dan 75 kanan).

Tekanan dari galangan jalan dan lalu lintas terutama tiba di atas badan urung-urung dan oleh karena itu akan lebih mengembang (menyusut) dari pada sayap-sayap yang tidak mendapat tekanan itu.

Jadi selalu ada bahaya sayap-sayap itu akan terputus. Karena itu di waktu yang terakhir, ada juga dilakukan sayap-sayap yang lepas (bebas).

Gamb. 74



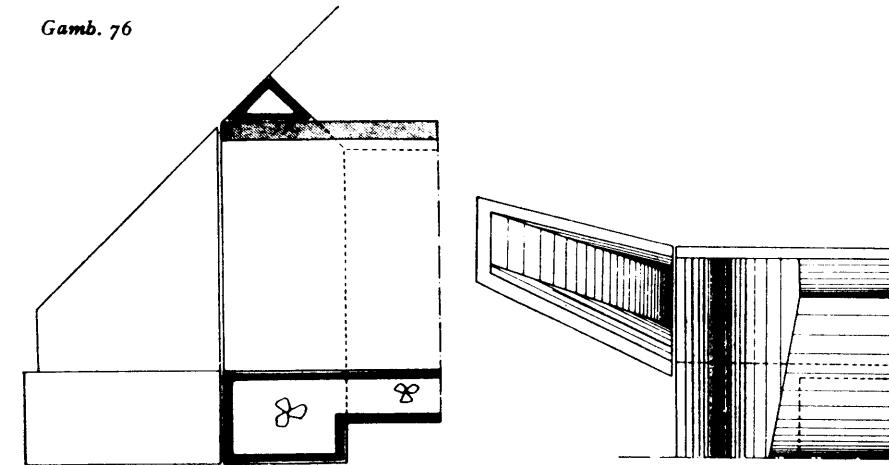


Sayap-sayap itu lepas dari badan urung-urung dan diberi pondering yang terasing. Selanya tidak perlu lebar. Sudah mencukupi bila dilakukan lapisan aspal tiris atau lapisan cat yang tebal di antara dua bagian konstruksi itu.

Pada gambar 76 digambarkan sayap lepas seperti tadi.

Urung-urung beton bertulang, lihat bab „Konstruksi-konstruksi dalam beton bertulang”.

Gamb. 76

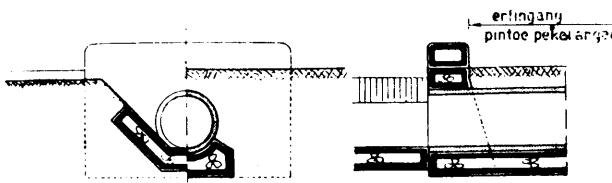


E. TERUSAN TERBUKA

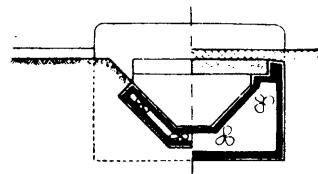
Seperti yang telah dikatakan, antara titik tertinggi dari badan urung-urung dan tepi atas bantalan dari jalan kereta api harus ada penutup dari 0,80 m. Bila tinggi ini tidak dapat dicapai, untuk jarak yang kecil (setinggi-tingginya 0,70 m) dibuatlah yang disebut *terusan terbuka*. Suatu terusan terbuka ialah tidak lain daripada jembatan kecil. Rail-rail terletak di atas balok-balok kayu atau baja.

F. PINTU PEKARANGAN

Guna pengaliran air hujan, maka pada kedua belah sisi jalan-jalan di kota diberi saluran dengan penampang yang berbentuk trapesium atau persegi panjang. Supaya kita dapat masuk ke pekarangan haruslah dibuat urung-urung kecil. Untuk ini dipakai urung-urung pipa yang ditutup



Gamb. 77



Gamb. 78

dengan tembok-tembok muka ataupun juga dipergunakan pelat-pelat beton bertulang. Keadaannya sederhana, kecepatan aliran biasanya kecil, sehingga sayap-sayap tidak dibutuhkan, hanya cukuplah dengan tembok muka yang kecil. Tepi bawah dari pipa disamakan dengan dasar parit. Pada gambar 77 dan 78 diberi beberapa cara.

G. URUNG-URUNG DENGAN EMPANG-EMPANG OTOMATIS

Ada kalanya timbul kemungkinan, bahwa pengaliran dari parit atau saluran, kadang-kadang tidak mungkin oleh karena tingginya air di sungai tempat saluran itu bermuara. Selain dari pada itu, harus dijaga supaya air di luar jangan sampai mengalir masuk ke saluran dengan melalui urung-urung.

Sewaktu pasang naik acap kali terjadi, air pengaliran tak dapat keluar, bila saluran itu di muarkan ke laut; sedangkan air laut harus dihindarkan supaya jangan masuk ke dalam, untuk menjaga supaya jangan terdapat air payau (tempat sarang nyamuk).

Ini dapat dilakukan dengan penutup empang, yang dapat membuka dan menutup otomatis.

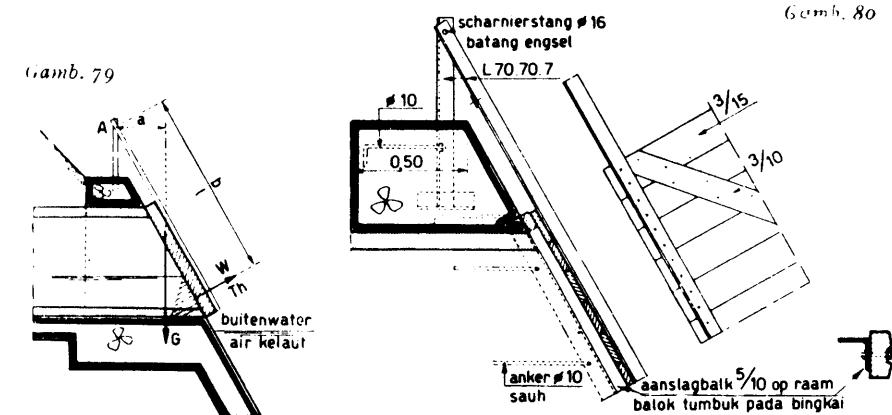
Pada gambar 79, A ialah titik-putar dari empang. Momen yang menyelenggarakan pekerjaan penutupan, bila air luar lebih rendah daripada urung-urung, ialah:

$G \times a$, di mana G = berat empang yang menangkap pada titik beratnya.

$$a = \text{lengan-tuil}$$

Bila tingginya air dalam sedemikian rupa, sehingga momen $W \times b$ lebih besar daripada $G \times a$ ditambah dengan perlawanan gesekan yang mungkin ada pada engsel-engselnya, terbukalah empang itu.

W merupakan tekanan-air. Semakin curam tegak empang, semakin kecil tekanan air.



Juga pada tinggi air luar yang lebih besar, pengaliran masih mungkin terjadi, bila ada cukup tekanan lebih. Akan tetapi selalu dapat dihindarkan air luar masuk ke dalam saluran.

Pada gambar 80 dilihatkan konstruksi empang yang sederhana, terdiri dari satu daun dinding kayu yang dilekatkan pada 2 L 70.70.7. Tumbukannya terdiri dari satu kayu rusuk 5 X 10 dilekatkan pada rangka empaatpersegi dari L 70.70.7., yang dijangkarkan pada tembok hadapan.

Urung-urung baja paten (Armco, Calco, Penco dan Nivat) juga dapat disiapkan dengan empang-empang otomatis.

III. JEMBATAN UNTUK LALU LINTAS BIASA

A. UMUM

§ 1. Pendahuluan

Suatu jembatan ialah *bangunan buatan*, yang gunanya untuk melakukan hubungan jalan di atas sungai atau terusan. Bila suatu jalan dibuat di atas jalan lain atau di atas jalan kereta api, ia dinamai *viaduk*.

Pada jembatan, diperbedakan *bangunan bawah* dan *bangunan atas*.

Yang termasuk pada bangunan bawah ialah bagian-bagian, yang menjadi penopang dan dasar dari bangunan atas; yaitu *kepala jembatan*, *tiang-tiang* dan *pemikul-pemikul jembatan*. Beban-beban di teruskan oleh bangunan bawah ke tanah bawah.

Bangunan atas menerima beban dari lalu lintas, kadang-kadang dengan tambahan-banting dan tekanan angin, dan diteruskan pada bangunan bawah, ditambah dengan berat konstruksinya.

Lebar pengaliran atau *lebar dalam* ialah jarak antara tepi-tepi muka dari dua kepala jembatan, yang dinamai juga jarak bentang. Bila terdapat tiang-tiang, seluruh jarak bentang itu dibagi-bagi dalam jarak-jarak kecil, yaitu ialah jarak-jarak antara kepala jembatan dan tiang atau antara tiang-tiang masing-masing.

Dengan *tinggi bebas* di artikan jarak, antara air tinggi dan dari bagian yang terendah dari konstruksi jembatan; juga dinamai *tinggi kosong*. (*penjaga*).

Tinggi konstruksi ialah jarak, antara bagian terendah dari konstruksi jembatan dan atas bidang kendaraan.

Tergantung dari jarak bentang dan bebannya, dapatlah dipergunakan balok-balok baja ataupun juga dari kayu yang sederhana, untuk bagian yang memikul dari bagian atas. Balok-balok itu terletak atas dua titik-titik tumpuan dan ini dinamai *jembatan balok baja* atau *balok kayu*.

Bila propil-propil yang terdapat dalam perdagangan tidak mencukupi, dapatlah di pergunakan sebagai konstruksi pemikul suatu *pekerjaan rangka* baik dengan tepi-tepi yang sejajar, ataupun dengan tepi atas yang lengkung. Banyak juga dipergunakan *jembatan busur* dari baja atau dari beton bertulang atau *jembatan-gantung*.

Bila keadaan meminta, dibuatlah jembatan *dapat digerakkan*. Ini terdapat, misalnya bila ada pelajaran dan tinggi bebasnya tidak dapat dibuat cukup tinggi, untuk kapal dapat lalu di bawahnya. Kita ketahui *jembatan-tarik*, *jembatan-putar*, *jembatan-angkat* dan *jembatan-jungkit*. Untuk melalukan kapal dibuatlah suatu ruangan dengan *lebar pelayaran* yang tertentu.

Dalam penuntun ini, terutama diuraikan tentang jembatan balok, dengan berbalok kayu, baja dan beton bertulang sebagai konstruksi pemikul.

Oleh karena sifatnya, konstruksi kayu lebih baik dipergunakan untuk konstruksi sementara.

Jembatan tetap dibuat dari baja atau beton bertulang. Jembatan beton bertulang pada umumnya mempunyai berat yang lebih besar; akan tetapi untungnya, ialah hampir tidak memerlukan pemeliharaan. Konstruksi baja harus dipelihara dengan teratur, akan tetapi ia lebih mudah dapat disesuaikan pada beton yang lebih berat.

Ketahuilah, bahwa pada tiap-tiap konstruksi, kekuatannya ditentukan oleh *bagian yang terlemah*, sehingga segala sambungan haruslah diperhatikan dengan secukup-cukupnya.

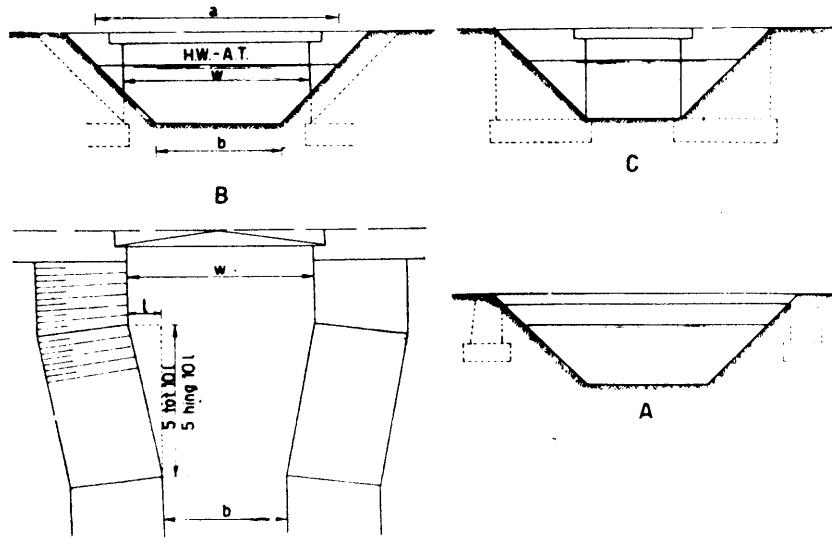
§ 2. Lebar pengaliran

Jembatan berbalok dapat diletakkan di atas titik-titik tumpuan, yang dibuat kira-kira pada tempat di mana tebing dari saluran air memotong jalan (lihat gambar 81). Profil saluran air dapat berjalan terus dengan tidak berubah. Dalam hal ini kita pakai perkataan *jembatan terusan*.

Untuk memperkecil jarak bentangnya, biasanya dipergunakan *kepala jembatan*. Bila kita berpegang pada syarat-syarat, bahwa kecepatan pada lubang jembatan harus sama besar dengan kecepatan alir di saluran, dapatlah jarak bentang *W* dari jembatan ditentukan dari penampang basah dari saluran. Bila lebar dasar disamakan dengan *b* dan lebar muka air pada A.T.

dengan *a*, terdapatlah $W = \frac{a + b}{2}$, dapatlah dikira-kirakan bahwa tidak akan terjadi pembendungan (gambar 81). Pada jarak bentang yang tidak terlalu besar akan terdapat juga sedikit pembendungan, karena arus air harus mengubah arahnya. Bila pembendungan tak dapat dibenarkan haruslah jarak bentang *W* dibuat lebih besar.

Gamb. 8x



W_1 ditentukan dari $W_1 = \frac{W}{m}$, dimana m ialah suatu kofisen yang dinamai kofisen terusan atau kofisen kontraksi. Jadi kofisen ini selalu lebih kecil dari 1. Besarnya tergantung daripada kepala jembatan. Bila dilakukan tiang-tiang antara, bentuk kepala tiang berpengaruh juga. Pada jembatan dengan jarak bentang lebih kecil dari 50 m, dimana terdapat tiang-tiang antara, harga m dapatlah dipastikan dengan: 0,95 pada kepala berbentuk setengah lingkaran atau berbentuk busur lingkaran lancip.

0,90 pada kepala berbentuk empatpersegi panjang.

Kadang-kadang jembatan itu diberi jarak bentang $W = b$ (lihat gambar 18). Jadi di sini selalu akan terdapat pembendungan yang agak besar, karena propil terusan lebih kecil daripada propil basah dari saluran, sehingga kecepatan aliran dalam lobang jembatan lebih besar daripada dalam saluran.

Ini hanya dapat dibolehkan, bila tidak usah dikhawatirkan tentang kebanjiran pada daerah sekitarnya dan bila ada cukup ruangan antara air yang terbendung dan tepi bawah jembatan.

Bila harus mengingat kepentingan pelayaran, maka lebarnya ditentukan oleh ruangan yang diperlukan, supaya kapal terbesar yang dibolehkan, dapat lalu dengan aman.

§ 3. Tinggi bidang kendaraan

Bila tidak ada keadaan-keadaan teristimewa yang dapat mempengaruhi, haruslah bidang kendaraan dibuat sedemikian tinggi, sehingga antara muka air pada A.T. (mungkin juga pada muka air terbendung) dan tepi bawah jembatan tinggal suatu ruangan *sekurang-kurangnya dari 1 m*. Pada *saluran pengairan* ruangan dari *0,50 m di atas T.A.N.* (tinggi air normal) sudah mencukupi.

Bila ada kemungkinan, bahwa sungai atau saluran air pada waktu banjir mengalirkan pohon-pohon tumbang, ukuran itu diambil *sekurang-kurangnya 1,5 m*. Bila keadaan sungai itu belum cukup diketahui, ukuran itu dibuat sampai *2,50 m*. Ruangan bebas ini dinamai *tinggi kosong (penjaga)*.

Bila saluran dipergunakan untuk pelayaran, haruslah disediakan tinggi bayaran bebas, yang tergantung pada ukuran-ukuran kapal itu.

Berbagai-bagi soal yang menentukan duga tepi bawah dari balok jembatan, juga mungkin oleh rangkaian-lintang; pada umumnya oleh titik terendah dari konstruksi jembatan.

Kini duga tepi atas dari lantai jembatan dapat ditentukan, sesudah dipilih cara manakah yang terbaik untuk konstruksi itu. *Tinggi konstruksi* pada jembatan balok sederhana ialah jarak antara tepi atas dari lantai itu dan tepi bawah dari balok jembatan, mungkin juga dengan balok-lintang. Semakin kecil tinggi konstruksi, semakin rendah juga duga dari tepi atas jalan yang berhubungan.

§ 4. Tanjakan (pendakian)

Oleh karena menuruti aturan-aturan, yang diberikan dalam pasal diuraikan tadi, maka duga tepi atas lantai jembatan menjadi lebih tinggi daripada duga jalan yang akan disambungkan; jadi haruslah dibuat tanjakan (pendakian) dari jalan ke jembatan. Lerengnya (miringnya) tidak boleh lebih curam dari $1 : 20$; untuk jalan dengan lalu lintas ramai, sebaik-baiknya jangan lebih curam dari $1 : 30$.

Antara jembatan dan tanjakan (pendakian) haruslah dibuat suatu bagian mendatar yang *sekurang-kurangnya* dari *5 m*. Peralihannya dikerjakan berbentuk lengkung.

Bila jalan antaran tadi tidak mempunyai pengerasan, tanjakan ini haruslah diberi suatu *pengerasan, sekurang-kurangnya sama lebar dengan bidang kendaraan jembatan*.

§ 5. Lebar jembatan

Ini tergantung dari sifat lalu lintas. Untuk jembatan jalan kaki selebar 2 m sudah cukup.

Adalah dirancangkan jenis jembatan dengan lebar dari:

2,5 m untuk jalan pelosok yang tak penting dengan lalu lintas yang sangat sedikit dan untuk yang dinamai jalan luar : 3 m, 4,5 m dan 6 m, tergantung pada lalu lintas.

Pada jembatan selebar 6 m, kendaraan untuk lalu lintas cepat (oto, perah oto) dapat berselisih dengan tidak *terhalang* dan berkecepatan yang cukup. Pada lalu lintas ramai kita menyimpang dari lebar 6 m itu dan dibuatlah jembatan selebar dengan lebar pengerasan jalan dan di samping itu diambil kelipatan dari 3 m (bila satu jalur lalu lintas ditetapkan pada 3 m).

Pada kebanyakan jalan kita masih dapat jembatan dengan lebar dari 4 dan 5,5 m. Ini ialah jenis yang sudah usang (kuno).

Di kota-kota lebar itu mungkin lebih besar lagi dan ini diatur menurut keperluan setempat.

§ 6. Letak jembatan

Tempat di mana jembatan harus didirikan, acap kali ditentukan oleh keadaan-keadaan istimewa, misalnya seperti di kota-kota, akan tetapi bila kita diberi sedikit keleluasaan dalam pemilihan tempatnya, haruslah pemilihan itu kita lakukan dengan teliti.

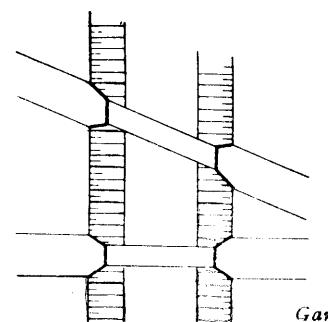
Selalu harus diperhatikan pada keadaan *tanah bangunan*. Untuk ini dibutuhkan penggerekan tanah, yang juga dilakukan pada dasar sungai.

Selain dari itu diperlukan keterangan seperti berikut; A.T., A.R. dan tinggi air yang sedemikian lama terdapat, sehingga pekerjaan yang dilakukan pada bangunan bawah dapat berlangsung dengan tidak terganggu. Hal ini penting untuk pelaksanaan pekerjaan.

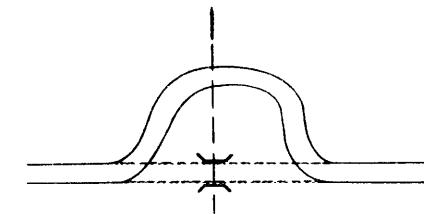
Sedapat mungkin jalan dilakukan dengan *arah tegak lurus* di atas terusan atau sungai, oleh karena jembatan menjadi lebih pendek, lebih murah dan lebih sederhana (jembatan lurus dan serong, gambar 82).

Juga harus diperhatikan, bahwa sungai pada tempat itu mempunyai perjalanan yang teratur, yang dapat diketahui dari pengukuran propil memanjang dan melintang.

Untuk mencapai hasil yang sebaik-baiknya, acap kali jalan harus dipindahkan.



Gamb. 82



Gamb. 83

Pada pertemuan dua sungai kita dapat memecahkan soal ini supaya menjadi lebih murah, bila jembatan dibuat lebih ke hilir, jadi di bawah pertemuan, jika tidak demikian tentulah akan memerlukan dua jembatan.

Bila harus menyilangi sungai yang berbelok-belok, kita mendapat penyelesaian yang baik dengan membuat *pintasan busur*. Terlebih dahulu dibuat jembatan seluruhnya di luar alas sungai, yang lebih kurang memberi kesulitan. Bila sudah selesai barulah sungai itu dialirkan ke alasnya yang baru (gambar 83).

Bila tidak dapat menghindarkan pembuatan jembatan dalam titungan sungai, harus juga dipikirkan, bahwa tepi sisi *cekungnya* akan menderita gogosan sehingga tepi sisi ini membutuhkan pelindung tebing yang kokoh.

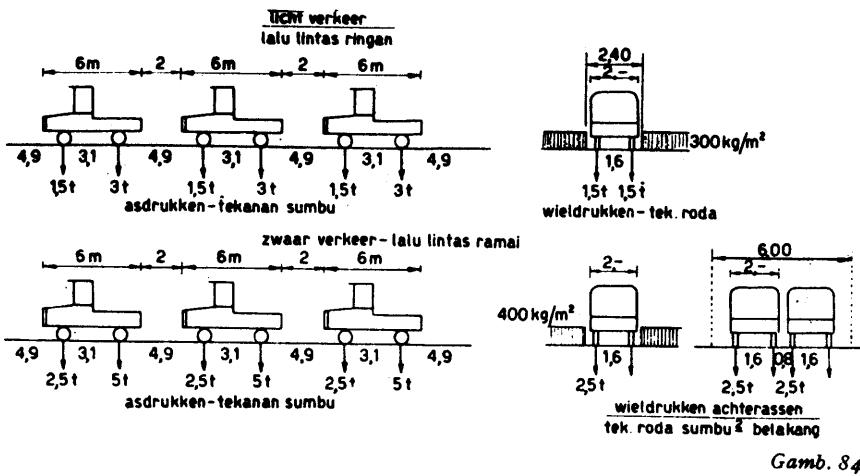
Bila jembatan yang sudah ada harus diperbarui, sedapat mungkin lalu lintas dilakukan melalui jembatan penolong, yang pada umumnya dapat didirikan di dekat yang sudah ada.

§ 7. Pembebanan

Untuk perhitungan dari jembatan, kita berpegang pada dua macam pembebanan. Jembatan untuk *lalu lintas ringan* dibuat untuk pembebanan yang rata dari 300 kg/m^2 atau pembebanan oleh perahoto sepanjang 6 m, dengan tekanan poros muka 1,5 ton dan tekanan poros belakang 3 ton.

Juga dapat terjadi gabungan dari kedua macam pembebanan itu.

Jembatan untuk *lalu lintas berat* dibuat untuk pembebanan rata dari 400 kg/m^2 atau untuk pembebanan oleh perahoto dengan tekanan poros muka dari 2,5 ton dan tekanan poros belakang dari 5 ton. Pada pemakaian *ban-pompa*, yang kurang memberi tumbukan dan membagi



bebán atas bidang yang lebih besar, pembebanan dapatlah dipertinggi dengan 40%. Pembebanan poros setinggi-tingginya masing-masing menjadi 4,2 dan 7 ton. Sekarang jalan dibagi dalam kelas-kelas, yang terbaik untuk berbagai-bagai pembebanan poros setinggi-tingginya, seperti yang diberi di bawah ini:

Kelas 1 — ,7 ton	kelas 3a — —2,75 ton
" 2 — ,5 "	" 4 — — ,2 "
" 3 — 3,5 "	" 5 — 1—1,5 "

Jembatan-jembatan teruntuk lalu lintas berat, jadi baik untuk jalan kelas 1, akan tetapi teruntuk lalu lintas ringan belum cukup untuk jalan kelas 2, untuk ini jembatan itu harus diperkuat dahulu. Pada suatu waktu jembatan-jembatan itu tentulah akan disesuaikan lebih baik pada kelas jalan.

Pada jarak bentang yang lebih besar terhitung juga untuk beberapa oto yang berderet-deret. Antaranya di tetapkan 2 m. Hal-hal ini di rencanakan pada gambar 84.

Pada jembatan, yang dibuat untuk lalu lintas ringan dapat di bolehkan dilalui oleh gilingan jalan dengan beratnya setinggi-tingginya 6,5 ton, pada yang dibuat untuk lalu lintas berat suatu gilingan dengan beratnya setinggi-tingginya 10 ton. Untuk jembatan dengan lebar 6 m angka ini dapat dipertinggi sampai 12,5 ton, asal gilingan itu tetap berjalan di pertengahan bidang kendaraan.

B. JEMBATAN BALOK SEDERHANA — BANGUNAN ATAS

§ 1. Balok-balok jembatan

Menurut bahan, dari balok apakah yang dipakai, kita namai jembatan balok kayu atau jembatan balok dan jembatan balok baja atau jembatan balok.

Untuk bangunan sementara, misalnya jembatan pertolongan, dapat dipergunakan balok kayu hutan, batang kelapa, pun juga bambu (lihatlah nanti).

Untuk jembatan sederhana biasanya dipakai balok kayu jati, walau pun bermacam-macam kayu hutan dapat juga dipergunakan. Di luar kepulauan Jawa banyak sekali dipergunakan kayu besi.

Pada daftar V yang di bawah ini, disusun oleh departemen B.O.W. yang dahulu¹⁾, diberikan ketentuan tentang jumlah balok yang dibutuhkan beserta ukuran-ukurannya untuk jembatan teruntuk lalu lintas ringan dan berat pada berbagai-bagai lebar jembatan.

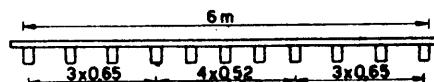
DAFTAR V (Surat edaran no.7).

Bentang dalam m	Ukuran balok2 djembatan			I. Lalu lintas ringan. Lebar djembatan dalam m			II. Lalu lintas berat Lebar djembatan dalam m		
	Pandjang dalam m	Penampang untuk lalu lintas ringan dalam cm	penampang untuk lalu lintas berat dalam cm	2,5	3	4,5	3	4,5	6
				Djumlah balok			Djumlah balok		
2,50	3,—	15×24	15×28						
3,50	4,—	16×26	20×28	3	4	6	5	8	11
4,50	5,—	18×28	22×30						
5,48	6,—	20×30	24×32						
6,44	7,—	24×30							

1) Nama B.O.W. (Burgerlijke Openbare Werken) disini masih dipakai, karena segala surat edaran pada waktu yang lampau semuanya memakai nama itu. Departemen ini sekarang menjadi sebagian dari kementerian Perhubungan, Tenaga dan Pekerjaan Umum (Kem. P.T. dan P.U.)

Keterangan-keterangan ini berlaku untuk balok kayu jati. Untuk perhitungannya ditetapkan konstruksi lantai, yang akan diuraikan pada § 2 „d”, yaitu lantai aspal beton di atas lantai bawah dari kayu. Daftar ini dapat juga dipergunakan untuk lain-lain konstruksi lantai kayu yang akan disebut kemudian.

Pada jembatan dengan lebar di antara sandaran 6m, balok-balok dipertengahan bila di lalui oleh dua baris perah oto mendapat pembebanan yang terbesar. Oleh karena itu ia diletakkan dengan jarak hati ke hati yang lebih kecil. Rencananya dilihat pada gambar 85.



Gamb. 85

Dari pada meletakkan konstruksi lantai langsung di atas balok-balok, dapat juga dipergunakan pemikul-lintang, yang diletakkan melintang di atas balok-balok, yang membagi beban-beban berat kepada beberapa balok memanjang. Dalam hal ini papan lantai sejajar dengan poros jembatan. Akan tetapi konstruksi ini jarang terdapat (kadang-kadang pada gabungan dengan jalan kereta api).

Pada jarak bentang yang agak penting, balok-balok menjadi berat, seperti yang dapat dilihat pada daftar; sedangkan berhubung dengan panjang yang dapat dipergunakan, jarak bentang itu tidak boleh diambil terlalu besar. Panjang dari 7 m dapatlah dianggap sebagai maksimum. Selain dari itu mahalnya dan lekas rusaknya menjadi sebab, maka balok baja biasanya dipergunakan. Propil yang terbaik ialah propil I dengan leher (plens) biasa atau tebal.

Pada daftar VI di bawah ini kita mendapat ketentuan tentang pemakaian balok baja dengan lebar leher biasa. Pada berbagai-bagai jarak bentang dan lebar jembatan, kita dapatkan jumlah dan nomor propil balok yang akan dipakai, sedangkan diperbedakan pula antara jembatan untuk lalu lintas ringan, yang selalu dibuat dengan lantai bawah kayu — dinyatakan dengan lebih kurang — dan jembatan untuk lalu lintas berat yang dapat diberi lantai bawah kayu, ataupun juga dengan lantai pelat pemikul seng bergelombang (berombak) — pendek kata lantai baja bergelombang (1.b.g). Untuk konstruksi lantai lihat §2.

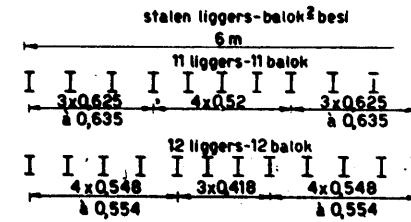
Juga di sini untuk jembatan selebar 6 m, balok-balok dipertengahan diletakkan dengan antara hati ke hati yang lebih kecil. Pada gambar 86 diberi rencana pembagiannya.

DAFTAR VI (Surat edaran atau pengumuman no. 2).

Pan-jang	Ting-gi	Lebar leher dari balok ²	Berat	Jumlah balok yang harus dipakai.										
				I. Untuk kendaraan ringan sampai tekanan poros 3t			II. Untuk kendaraan berat sampai tekanan poros 5t							
				Lebar jembatan 2,5 m m	3,50 m	4,50 m	Lebar jembatan 3,00 m	4,50 m	6,00 m	Lebar jembatan 3,00 m	4,50 m	6,00 m	Lebar jembatan 3,00 m	4,50 m
dalam m	dalam cm	dalam mm	dalam kg	1.k.	1.k.	1.k.	1.k.	1.b.g.	1.k.	1.b.g.	1.k.	1.b.g.	1.k.	1.b.g.
3	20	90	78							8	8	11	11	
4	20	90	105							9	9	12	12	
5	23	102	166							8	8	11	11	
6	26	113	250							8	8	11	11	
7	28	119	333							8	8	11	11	
8	30	125	430											
9	32	131	545											
10	36	143	757	3	4	6	6	6						
11	38	149	918											
12	40	155	1100											
13	42,5	163	1340											
14	42,5	163	1442											
15	45	170	1725											
16	47,5	178	2040											

Seperti dapat diketahui dari daftar tadi, balok-balok untuk segala macam lebar jembatan dengan jarak bentang yang serupa, selalu mempunyai propil yang serupa pula. Ini dilakukan, supaya bila ada kemungkinan, jembatan itu dapat mudah diperlebar atau disesuaikan untuk beban yang lebih besar, ialah dengan jalan menambahi beberapa balok.

Untuk mencegah supaya jangan lekas rapuhnya, balok kayu dicat dengan karbolineum atau ter kayu Bangka, sedangkan balok baja harus terlebih dahulu dikikis bersih, dimeni dua kali dan dicat.

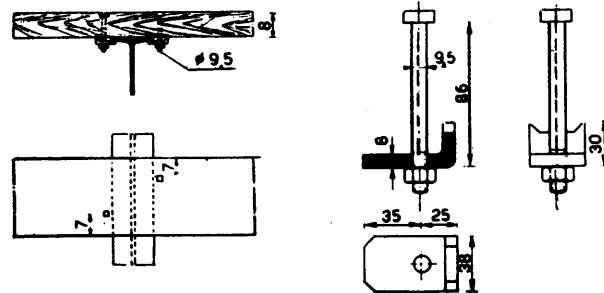


Gamb. 86

§ 2. Lantai jembatan

a. *Lantai jembatan kayu dengan lantai kendaraan kayu.* Untuk jembatan pertolongan satu barisan papan, yang dinamai *lantai tunggal*, sudah mencukupi. Untuk ini dapat dipergunakan kayu jati atau kayu hutan yang baik.

Untuk jembatan tetap, lantainya harus selalu dibuat dari kayu jati atau kayu besi. Papan-papan ini biasanya, setebal 8 cm dan selebar 25 cm. Juga ia tidak boleh lebih kecil dari 3 X dan tidak lebih lebar dari 4 X tebalnya. Setiap papan dipakukan pada balok kayu dengan tiga paku dengan panjang sekurang-kurangnya 16 cm. Pengikatan pada balok baja dilakukan dengan 2 baut sekerup dari 10 mm dan pelat pengapit, yang dinamai *kodok* atau *katak*, lihat gambar 87.



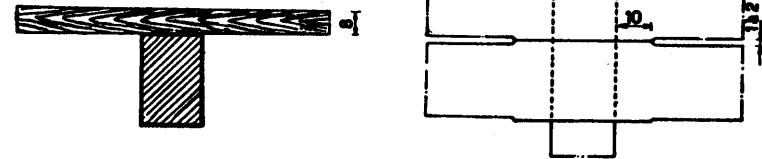
Gamb. 87

Pengikatan dengan baut sekerup yang melalui leher balok baja sangat melemahkan balok-balok itu dan karena itu tidak dilakukan lagi.

Pada kedua sisi lantai tersumbul 25 cm di luar balok-balok yang terletak dipinggir (gambar 89). Di antara papan-papan dibuat sela dari 1—2 cm, supaya pengaliran dapat berjalan dengan baik. Akan tetapi di atas leher balok-balok dan kira-kira 10 cm di samping-sampingnya, sela-sela itu harus tertutup. Jadi papan-papan itu dikerjakan seperti dinyatakan pada gambar 88. Pemakaian bagian-bagian pengisi dari kayu, untuk menghindarkan pekerjaan itu, tidaklah dapat dianjurkan.

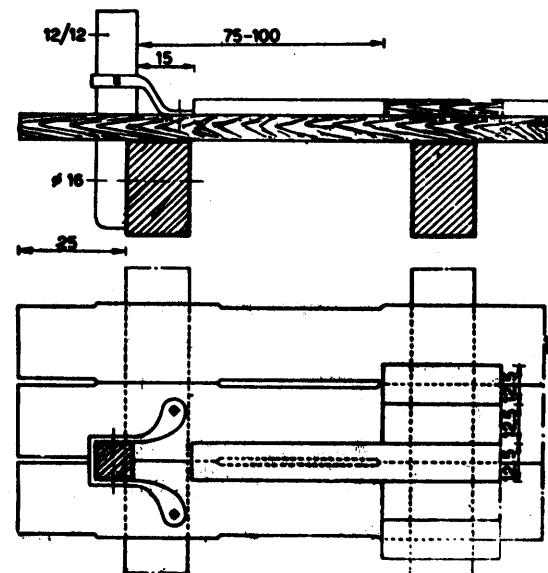
Pada lalu lintas yang sedang papan kayu itu akan lekas aus. Pada beberapa jembatan yang tua untuk lalu lintas beroda di pasang pelat baja berusuk sebagai jejak jalan di atas papan. Ia akan lekas lepas karena selalu tergoncang. Konstruksi yang lebih baik ialah melakukan *lantai kendaraan*. *Lantai kendaraan* atau *lantai atas* ini terdiri dari papan kira-kira setengah lebar (setinggi-tingginya 15 cm) yang dipakukan pada lantai pertama. Lantai pertama ini dinamai lantai bawah. Papan-papan

Gamb. 88



lantai atas tidak mempunyai sela, akan tetapi diberi sisi miring; untuk mencegah tergelincirnya kuda. Untuk mencegah pembengkokan, ia dibuat tidak terlalu lebar. Tebalnya dibuat 5 cm, karena lantai ini gunanya hanya untuk melindungi lantai bawah terhadap pengausan yang cepat dan ia pada perhitungan kekuatan diabaikan saja. Untuk itu dapatlah dipergunakan kayu jati atau kayu hutan.

Bila pada lantai tunggal papan-papannya harus diambil dengan satu panjang; dalam mana tidak perlu pada lantai kembar, maka dapatlah untuk lantai bawah dipergunakan papan-papan yang lebih pendek, yang dapat diletakkan di atas balok-balok dengan pasangan diadu satu dengan lain. Sela tumbuknya dibuat meloncat-loncat. Pada lebar jembatan yang lebih besar, lantai kendaraan biasanya tidak dibuat seluruh lebarnya, akan tetapi pada kedua sisi lantai bawah tidak ditutup selebar 0,75—1 m.



Gamb. 89

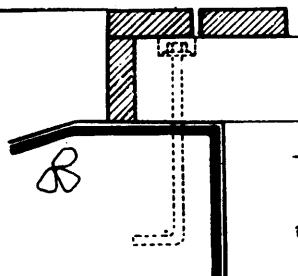
Bagian-bagian ini dapat dipergunakan sebagai jalan orang. Akan tetapi pada kira-kira setiap 1,5 m, papan dari lantai atas diteruskan, untuk mencegah supaya jangan dengan sengaja berkendaraan di atas jalan orang dan untuk memudahkan kembalinya kendaraan yang telah menyimpang (lihat gambar 89)

Sebelum papan-papan lantai kendaraan dipasang, sisi atasnya disapu dengan karbolineum, suatu campuran panas dari ter kayu dan ter batu bara dengan banyak yang sama atau dengan aspal selapis tipis. Papan-papan lantai atas juga dikerjakan seperti tadi, pada sebelah bawah dan atasnya. Bila sudah siap, lantai atas disapu dua kali dengan campuran tadi, dan sesudah itu ditebarkan pasir atau abu-batu di atasnya. Keberatannya dari konstruksi ini ialah, bahwa diantara lantai-lantai air dapat berkumpul, yang memudahkan lapuknya lantai bawah. Karena itu biasanya sekarang dilakukan lantai yang akan diuraikan di bawah bagian d.

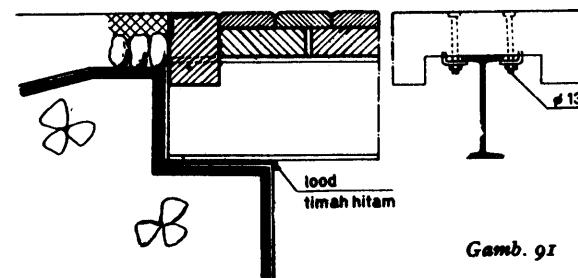
Beratnya lantai kayu adalah kecil, dan oleh karena itu dapatlah dipergunakan balok yang lebih ringan dari pada konstruksi lantai yang lebih berat. Akan tetapi pemeliharaan jembatan dengan lantai kayu mahal juga, selain dari itu sering sulit sekali mendapat kayu jati dengan ukuran yang dikehendaki.

Juga, bila pada bidang kendaraan jembatan hendak diberi permukaan bulat tong supaya air hujan dapat mengalir lekas seperti pada jalan dapatlah ini dilakukan dengan meletakkan balok-baloknya berangsungsangsur tiap kali beberapa cm lebih rendah ke arah sisinya. Biasanya panahnya diambil 1/150 dari lebar jembatan.

b. *Balok-tumbuk*. Pada tiap-tiap lantai jembatan ujungnya diakhiri dengan papan-tumbuk atau balok-tumbuk (lihat gambar 90 dan 91),



Gamb. 90



Gamb. 91

gunanya untuk mengungkung pengeras jalan dan mematahkan tumbukan yang terjadi sewaktu pemindahan dari jalan ke jembatan. Tepi atas dari balok-tumbuk disamakan dengan bidang atas dari lantai atas, kadang-kadang dengan bidang atas dari lantai bawah. Pengikatan pada balok kayu dilakukan dengan takikan, pada balok baja dengan baut sekerup (tebal $\frac{1}{2}$ ") dan pelat pengapit (gambar 91). Bila balok-tumbuk disamakan dengan tepi atas lantai kendaraan, dapatlah sisi-sisi dari balok-tumbuk yang bersatu dengan jalan, dilindungi dengan baja-sudut yang diratakan dengan atas balok-tumbuk itu dan ditautkan padanya dengan sekerup kayu; akan tetapi dia akan lekas tertumbuk lepas.

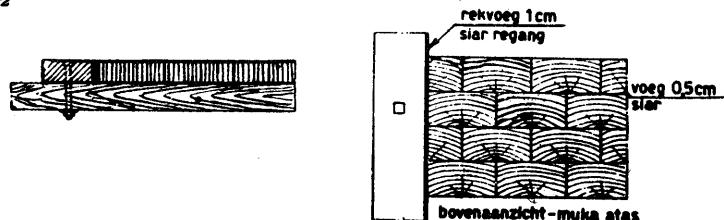
Balok-tumbuk dibuat dengan ukuran seperti berikut:
untuk lantai tunggal: lebar 15, tinggi 15 cm.
untuk lantai kembar: a. lebar jembatan di antara sandarannya 6 m: untuk panjang lantai lebih pendek dari 7m, lebar 15, tinggi 22 cm.
untuk panjang lantai, panjang dari 7m, lebar 22, tinggi 22 cm.

b. lebar jembatan di antara sandarannya 4.5 m:
untuk panjang lantai, lebih pendek dari 7 m, lebar 15, tinggi 20 cm.
untuk panjang lantai, panjang dari 7 m, lebar 22, tinggi 20 cm.

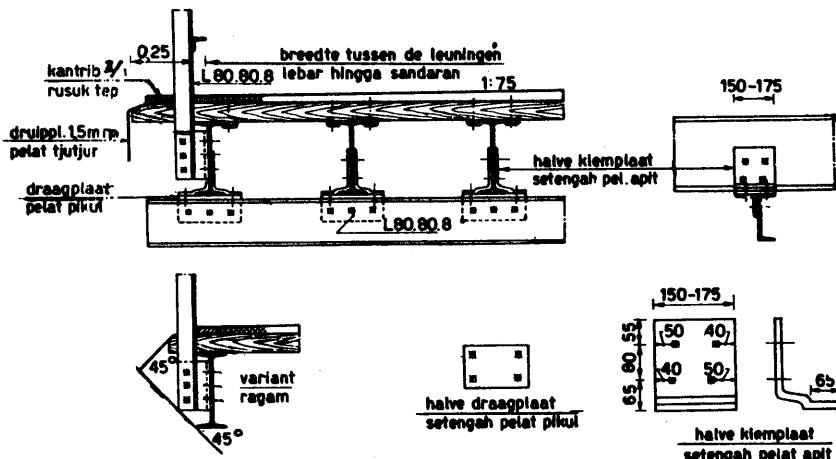
c. *Lantai keratan-keratan balok*. Dari pada lantai kendaraan papan, dapat juga dibuat di atas lantai bawah suatu lantai kendaraan dari keratan-keratan balok kayu, misalnya besarnya 10 kali 20, tinggi 6 cm (lihat gambar 92). Keratan-keratan balok lantai dipasang dalam ikatan setengah batu dengan sisi panjangnya tegak lurus atas poros memanjang jembatan, dipakukan ke lantai bawah dan dengan kepala kayu ke atas. Ia dipakukan ke lantai dengan arah miring ke dalam sisinya. Untuk mengungkung keratan-keratan balok itu dibuatlah balok rusuk tepi dalam arah memanjang dari jembatan, lihat gambar 92. Ia sebaik-baiknya dibuat dari kayu, misalnya sebesar 6 x 15 cm dan ia diikatkan dengan baut pada lantai bawah.

Terlebih dahulu lantai bawah dikerjakan seperti waktu melakukan lantai papan kendaraan. Sebelum dipasang keratan-keratan balok tadi dimasak sedikit dalam campuran ter yang serupa dipakai atau aspal. Bila

Gamb. 92



Gamb. 93



keratan-keratan balok sudah dipasang, sisi atasnya disapu dengan ter atau aspal dan ditebarkan pasir di atasnya, atau lebih baik abu batu. Pecahan halus dan tajam itu masuk ke dalam kepala kayu dan ia membentuk lapisan tipis yang keras dan yang sulit dilalui air.

Sesudah beberapa waktu bidang atasnya harus di ter kembali dan ditebarkan dengan pasir atau abu batu.

Lantai keratan-keratan balok adalah lebih murah daripada lantai papan. Ia sedikit memberi ribut bila kendaraan lalu di atasnya dan tidak mempunyai bidang atas yang licin. Akan tetapi ia mudah menghirup air; oleh karena itu keratan-keratan balok menjadi mengembang dan akibatnya salah lantainya tidak rata lagi. Supaya peristiwa ini dapat menjadi berkurang, dibuatlah tegaklurus atas poros jalan siar setebal 0,5—1 cm, dengan memakai bilah kayu tipis setengah tinggi keratan-keratan-balok, bagian atas dari siar diisi dengan aspal. Antara balok rusuk tepi dan lantai harus ada siar pengembang misalnya dari 1 cm yang diisi dengan aspal. Konstruksi ini hampir tidak pernah dilakukan lagi.

d. *Lantai beton aspal (aspalmacadam)*. Lantai ini, yang umum dilakukan tidak hanya untuk lalu lintas ringan, akan tetapi juga untuk lalu lintas berat. Gambar 93 menunjukkan lantai seperti itu. Di atas lantai bawah kayu, setebal 8 cm; dibuat selapis aspalbeton, pada tepi-tepiinya setebal 3—3,5 cm. Lantai bawah tidak perlu dibuat menurut bundar tong, akan tetapi dilakukanlah suatu bentuk atap, yang didapat dengan menebalkan lapisan aspal di pertengahannya. Sela-sela pada lantai bawah ditutup dengan pita (bilah) seng, yang dipakukan pada satu sisi

saja. Sela-sela itu dapat juga disumpal (dipakal), dan untuk itu dapat dipergunakan tali ijuk yang dicelup dalam aspal. Sela-sela itu jadi tertutup. Lapisan beton dikungkung dengan balok rusuk tepi dari 3—3,5 X 8 cm, dan di bawahnya dipasang bilah pelat seng, setebal 1,5 mm, yang dinamai pelat-cucur, mengelilingi kepala kayu dari papan lantai, dan di samping itu melindungi balok-balok sebelah luar terhadap kemasukan air. Supaya bebanan poros yang disebut tadi dapat dipertinggi dari 4,2 dan 7 ton dapat dipikul dengan baik, sangat perlulah melakukan sambungan lidah dan alur ataupun mulut ikan di antara lantai-lantai papan. Untuk dapat juga memberikan ikatan yang baik. Balok-balok memanjang dari kayu sebesar 10X15 cm dapat juga dipasang pada sebelah bawah lantai, di tengah-tengahnya antara balok jembatan, oleh karena mana beban dapat dipikul oleh beberapa papan lantai.

Pada bangunan yang tua lapisan itu dikungkung antara baja L, bila lantai kendaraan tidak dibuat seluruh lebar jembatan atau oleh baja T, bila lantai kendaraan dibuat pada seluruh lebarnya.

Untuk membuat lapisan aspal dipergunakan aspal panas ataupun juga aspal dingin (yang dinamai cutback). Di bawah ini diterangkan satu cara pada pemakaian aspal cutback. Untuk lapisan bawah, setebal 2 cm pada tepinya dan pada tengah-tengah sedemikian tebalnya sehingga terdapat bentuk atap yang diperlukan itu; diambil satu lapisan yang terdiri dari $\frac{1}{4}$ bagian isi-aspal; 12 bagian batu pecahan dari 1,5—2 cm, pada mana ditambah satu campuran dari $\frac{1}{4}$ bagian isi aspal yang sudah disiapkan terlebih dulu: 3 bagian batu kersik halus (0,2—0,5 cm). Lapisan ini ditumbuk padat, sesudah itu dapatlah dibuat lapisan atas setebal 1,5 cm, yang terdiri dari 1 aspal : 10 pasir kasar dan batu kersik halus dari 0,2—0,4 cm. Seluruhnya ditumbuk atau di giling.

Dapat juga dibuat lapisan batu kersik desakan atau batu pecahan desakan setebal 3—5 cm. Ini dilakukan seperti berikut:

Krikil (kersik) itu sesudah dicuci bersih, di ayang dalam 3 macam ukuran seperti berikut:
macam pertama 1 sampai 2 cm
macam kedua 0,5 sampai 1 cm, sedangkan
macam ketiga sebetulnya pasir, ataupun abu batu.

Pengaspalan hanya boleh dilakukan pada musim panas; lantai dan batu harus kering. Sesudah lantai dibersihkan (papan-papannya tidak usah ditetak dengan beliung atau penarah, petel), ditebarkanlah krikil macam pertama selapis tipis yang rata. Di atas ini dituangkan aspal panas dengan penyiram bermulut cepat akan tetapi tidak boleh lebih dari keperluan untuk meliputi tiap-tiap batu. Sesudah itu ditebarkan

lapisan kedua yaitu krikil macam kedua. Juga lapisan ini dituangi dengan aspal dan segera sesudah itu, (selama campuran itu masih panas), diserakkanlah pasir atau abu batu keatasnya. Sekarang seluruhnya ditumbuk dengan penumbuk jalan. Sesudah lantai itu ditutup dengan pasir tajam, dapatlah ia dipakai dengan segera. Penutupan dengan pasir harus dilakukan selama dua bulan.

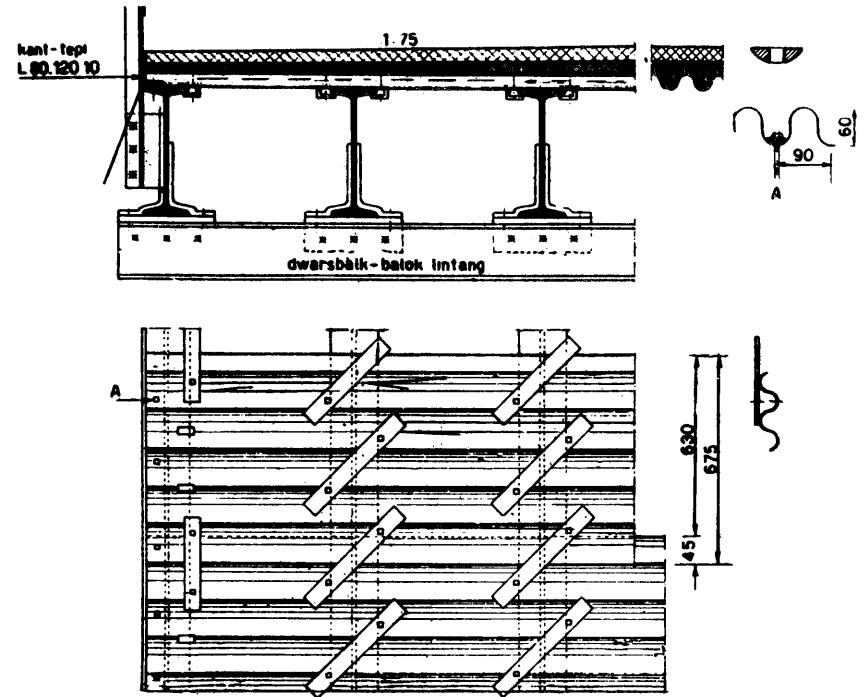
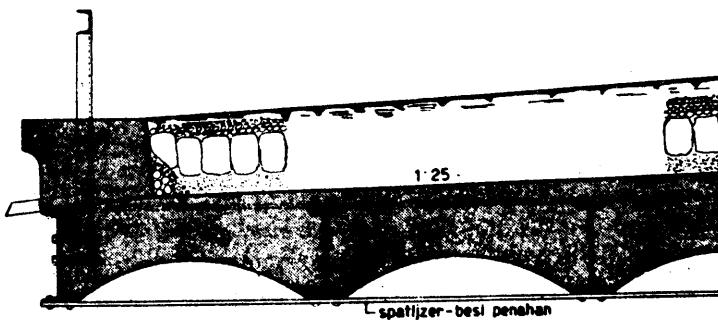
Sangat penting ialah penambahan aspal dengan banyak yang setepat-tepatnya terlalu banyak aspal menyebabkan penutupan yang terlampau lunak, sebaliknya kekurangan aspal memberi akibat ia lekas aus. Dapatlah di kira-kira-kan bahwa setiap m^2 di perlukan ± 10 liter aspal.

Lapisan aspal beton (sering juga dinamai aspalmacadam) memberi penutup yang tidak ditembus (kedap) air, sehingga lantai bawah dilindunginya sangat baik, dan pemperpanjang lamanya pemanfaatan lantai itu. Beratnya setiap m^2 dengan sandaran dan lantai bawah ialah 150 kg.

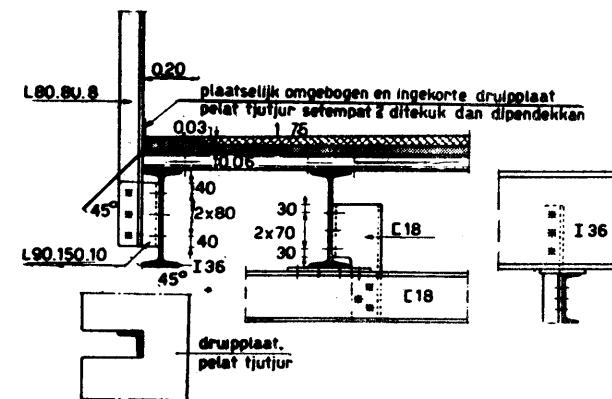
e. *Lantai jembatan batu*. Keberatan dari bermacam-macam lantai jembatan yang dibicarakan tadi, ialah bahwa pemeliharaannya mahal, karena lantai kayu itu sewaktu-waktu harus ditukar. Karena itu lekas dimulai dengan perancangan konstruksi-konstruksi lantai jembatan tetap. Salah satu di antaranya ialah konstruksi lantai jembatan batu, yang berhubung dengan beratnya yang besar itu, tidak akan banyak digunakan lagi.

Ia dilakukan untuk lebar jembatan dari 3,4 dan 5,5 m, jadi menurut lebar yang ditentukan dahulu. Sebagai lantai bawah digunakan di sini lengkungan-lengkungan tembok atau beton, yang dibuat di antara balok-balok baja I. Di atasnya dapat diteruskan pengerasan jalan yang biasa. Gambar 94 memberi penampang-lintang dari jembatan semacam itu, seperti yang sering didirikan dengan bentang dalam setinggi-tingginya 6,30 m.

Fig. 94



Gamb. 95



Gamb.

f. *Lantai tetap ringan*. Pada lantai-lantai ini, lantai bawah kayu itu ditukar dengan suatu bangunan-tetap. Untuk ini dipergunakan pelat pemikul seng bergelombang tinggi (yang di namai kaleng pemikul). Ia dinamai lantai baja bergelombang (l.b.g.). Tingginya pelat-pelat itu ialah 60 mm dan lebar gelombang 90 mm dan tebalnya 2 mm. Lebar seluruhnya ialah 675 mm dan lebar penutup 630 mm.

Gambar 95 memberikan penampang dari konstruksi-lantai seperti itu¹⁾.

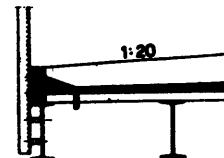
Pelat-pelat itu di apit dengan jalan bilah-bilah baja dari 40 X 6 mm yang diletakkan serong, diikat dengan baut dan kodok-kodok pada balok-balok baja jembatan. Untuk mencegah supaya baja itu jangan berkarat, gelombang-gelombang di isi dengan beton P.C. (1 : 2 : 4). Sisi atas dari beton itu dapat diberi bentuk atap yang sedemikian rupanya sehingga panahnya 1/150 dari lebar jembatan, atau ia dibuat mendatar. Lapisan beton dibuat sekurang-kurangnya sampai 2—3 cm di atas gelombang. Pada keadaan pertama di buat seluruhnya selapis aspal beton setebal ± 4 cm; pada keadaan yang kedua lapis pada tepi-tepi 3 cm dan di tengah-tengah 5—6 cm, tergantung pada lebar jembatan, sesudah muka atas dari lapisan beton terlebih dahulu disapu dengan aspal selapis tipis.

Pada gambar 95 adalah digambarkan suatu kungkungan dengan baja L 80 X 120 X 10. Untuk melindungi balok baja tepi, adalah dibuat yang dinamai pelat cucur dari seng setebal 1.5 mm di antara baja L dan leher balok baja luar. Pada gambar 96 tampak suatu kungkungan yang diper mudah, di mana pelat-cucur dibuat di atas gelombang. Baja L tidak dipakai konstruksi ini jadi lebih murah.

Berat dari lantai-lantai ini, termasuk sandarannya, ialah ± 290 kg/m² dan ia dapat dipergunakan untuk lalu lintas ringan dan berat. Oleh karena beratnya tidak seberapa, macam lantai ini sesuai sekali untuk jembatan tiang sekerup yang akan diuraikan kemudian.

Pada gambar 97 dilihatkan konstruksi, yang dahulu dilakukan dan hingga kini masih banyak kita jumpai pada jalan-jalan. Lantai bawahnya hampir serupa dengan lantai, yang diterangkan di atas tadi, akan tetapi kita lihat bahwa pengerasan jalan diteruskan. Semua ini menyebabkan beratnya menjadi sangat besar (490 kg/m²).

Gamb. 97



1) Surat edaran (Pengumuman) ke 6.

Daftar II yang semulanya disusun untuk lantai ini.

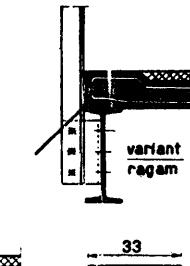
g. *Lantai dengan pelat beton bertulang*. Suatu konstruksi yang baik, didapat juga bila dilakukan lantai bawah dari beton bertulang. Di atas pelat ini dibuat selapis aspal beton yang pada tepi-tepi 3 cm tebalnya. Karena beratnya hampir sama dengan berat lantai seng gelombang, dapat jugalah daftar II dipergunakan untuk macam lantai jembatan ini.

Pelat ini diberi tebal 9 cm dan bertulang kembar, lihat gambar 98. Tulang utama terdiri dari Ø 10—10 cm, tulang pembagi dari Ø 6—20 cm.

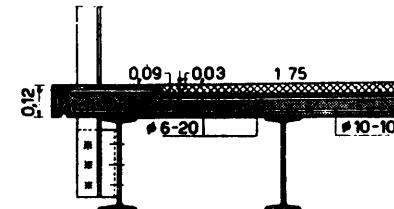
Batang-batang pemikul berjalan siku-siku pada arah memanjang jembatan dan pada tepi luar ia diletakkan serapat mungkin (misalnya 1,5 cm).

Mengingat susutnya dan mengembangnya, setiap ± 6 m harus dibuat siar persetimbangan bersiku pada poros jembatan. Siar ini dapat dibuat selebar 2—3 cm dan ditutup dengan menggantungkan carikan (bilah) hitam setebal 1.5 mm ke dalamnya dan seterusnya ruangan itu diisi dengan aspal (gambar 98).

Gamb. 98a



Gamb. 98



Gamb. 99



Pelat-pelat itu dituang pada tempat itu juga. Bentuk acuannya mungkin sederhana saja. Untuk itu dapat diletakkan dengan jarak-jarak 0.8 mm balok-balok kayu di atas leher-leher balok baja sebelah bawah dan pada atasnya dipasang papan-papan sebagai pada gambar 99. Baji-baji diperlukan untuk memudahkan pekerjaan melepaskannya.

Dari pada pelat-pelat yang dituang pada tempat itu juga, dapat dipergunakan papan-papan beton bertulang yang tidak begitu besar dan yang telah disediakan lebih dahulu, misalnya selebar 0,33 m (gambar 98).

Bila papan-papan itu dibuat terlalu lebar, sulit sekali memasangnya oleh karena beratnya lebih besar. Tebalnya dapat diambil 9 cm, sedang-

kan tulangnya dapat terdiri dari 4 batang \varnothing 10 mm. Sela-selanya ditutup dengan carikan kertas aspal atau rubberoid.

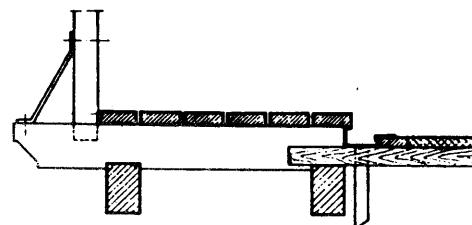
Sebelum lapisan aspal beton dipasang, lantai bawahnya harus terlebih dulu disapu lagi dengan selapis aspal.

§ 3. Jalan orang ditinggikan

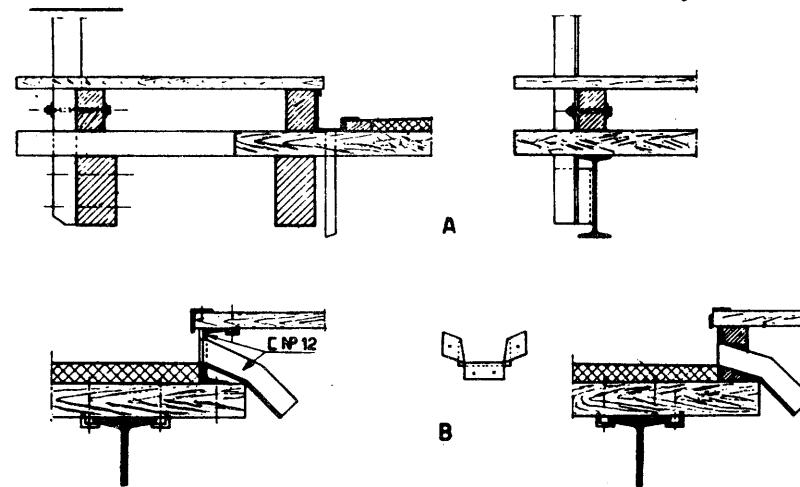
Pada jembatan dengan lantai kayu, jalan orang dapat dibuat dengan dua cara:

- di atas balok tepi jembatan dipasang melintang balok-balok rusuk-lintang (pemikul-lintang) dengan jarak antaranya kira-kira 1 m. Papan-papan untuk jalan orang haruslah sejajar dengan poros memanjang jembatan (lihat gambar 100).

Gamb. 100



Gamb. 101



- di atas kedua balok tepi dipasang rusuk kayu, yang dipakukan ke atas lantai jembatan atau diikatkan pada leher balok-balok dengan baut sekerup (lihat gambar 101a).

Di atas rusuk-rusuk kayu itu dipakukan papan, misalnya setebal 4 cm, yang akan membentuk jalan orang.

Air hujan dari lantai jembatan dikumpulkan ke dalam saluran, yang pada tiap-tiap \pm 3 m harus diberi pipa pengering; Tepi lantai jalan orang dapat dilindungi dengan baja-sudut.

Gambar 101b menunjukkan ragam lain. Untuk pengeringan dipilih baja terusan (*U*) no. 12.

Pipa pengering selalu harus dibuat sedemikian rupa, sehingga air tidak sampai ke bagian-bagian jembatan.

Di kota-kota dan sekitarnya sering kali kita lihat jembatan yang juga memikul pipa air dan gas. Untuk itu dapat dipasang di sampingnya balok terasing. Pada pemakaian jalan orang yang ditinggikan, dapatlah ruangan di bawahnya dipergunakan. Pipa-pipa itu tergantunglah dalam sengkang atau ia terletak di atas baja L, yang dibautkan pada leher bawah dari dua balok tepi.

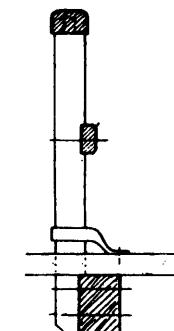
§ 4. Sandaran

Sandaran, yang terdapat pada bangunan jembatan yang diuraikan di atas tadi, dapat dibuat dari kayu atau baja. Sisi atasnya, biasanya terletak 0,90 à 1 m di atas lantai.

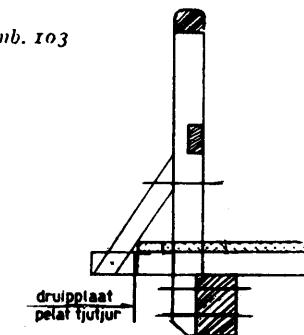
Bila balok jembatan dibuat dari kayu, biasanya sandaran dibuat juga dari kayu (gambar 102). Untuk sandaran kayu yang sederhana kita pakai tiang-tiang misalnya sebesar 10 atau 12 kali 12 cm. Ia dipasang pada jarak 1 sampai 1,5 m dan acap kali dilekatkan di atas balok tepi dengan dada dari 2,5 cm dan pada bangunan yang sudah tua ia seterusnya ditautkan dengan baut sekerup dan pengancing baja. Besarnya pengancing ialah 38 X 10 mm dan berpegang pada kira-kira 10 cm di atas lantai, mengelilingi tiang-tiang sandaran.

Dari pada pengancing, yang mengcilkan lebar berguna dengan tidak ada perlunya, suatu penupang kayu kecil pada sebelah luarnya adalah lebih berfaedah. Penupang itu dapat diikatkan pada lantai bawah

Gamb. 102



Gamb. 103



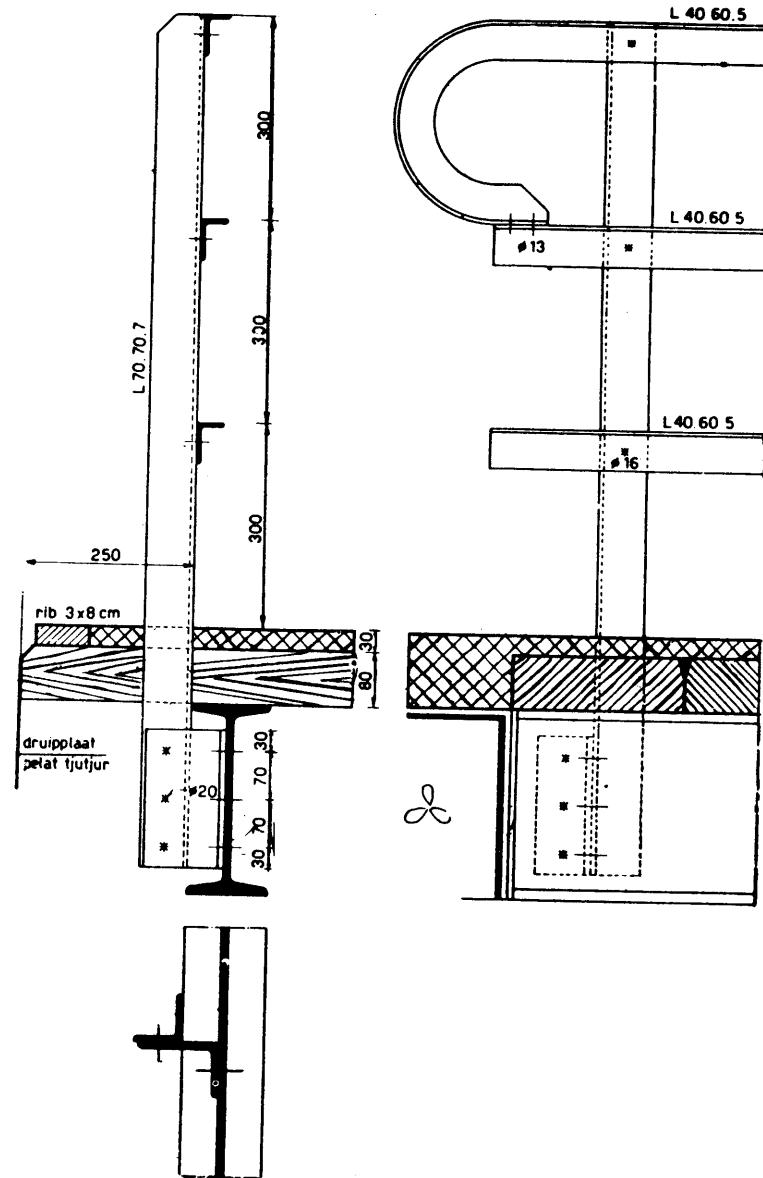
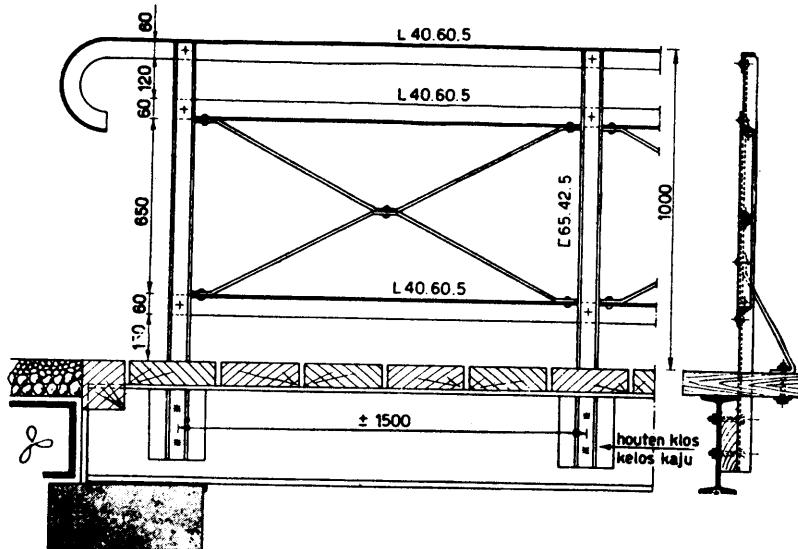
kayu dan untuk itu dipasang papan lantai lebih tersumbul ke luar (gambar 103).

Di atas tiang-tiang itu dibuat bandul tangan sebesar 10 kali 12 a 15.cm; sambungannya ialah sambungan punca dan lubang-buntu, biasanya dengan dada miring. Selain dari itu dibuat juga pelancar antara, misalnya dengan besar 5 kali 10 atau 6 kali 12 cm.

Bila dilakukan balok-balok baja, biasanya akan dilakukan juga sandaran baja. Tiang-tiagnya, terdiri dari L 70 X 70 X 7 atau 80 X 80 X 8, dipasang pada jarak-jarak $\pm 1,50$ m hati ke hati. Untuk bandul tangan dan pelancar sandaran dipergunakan L 40 x 60 x 5, yang dipasang pada jarak 30 cm (lihat gambar 104). Tiang-tiagnya dilekatkan dengan perantaraan baja L pada balok tepi; ukuran dari baja L dengan sisi tidak sama tergantung dari lebar leher balok.

Pada bangunan yang tua diketahui 3 macam sandaran, yaitu A, B dan C tergantung daripada pentingnya lalu lintas. Macam A diberi silangan. Tiang-tiagnya pada macam-macam ini terdiri dari [65 X 42 X 5.5 pelancar-pelancar dari L 30 X 45 X 5 atau 40 X 60 X 5. Pengikatan tiang-tiag dilakukan dengan baut sekutup dan pada jaraknya ditahan oleh sepasang pipa yang disorongkan ke dalam bautnya. Selain daripada pipa gas, kelos-kelos kayu pun dapat dipergunakan. Untuk sandaran macam A lihat gambar 105.

Gamb. 105



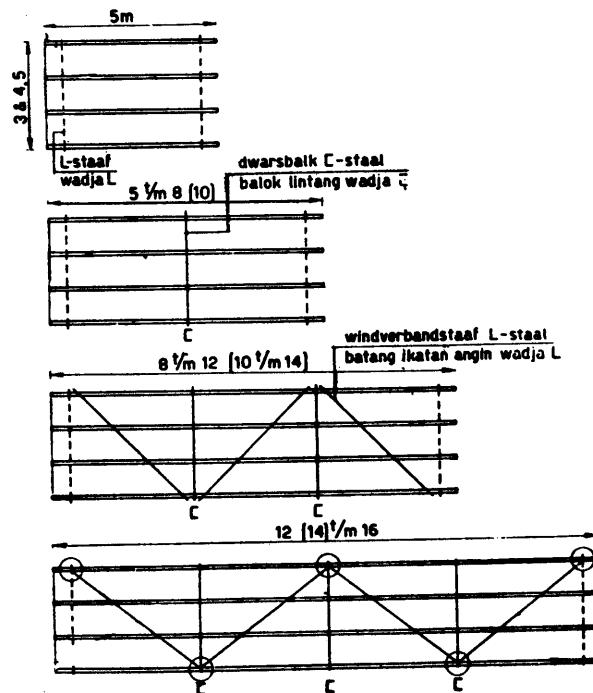
Gamb. 104

§ 5. Ikatan-ikatan angin dan lintang 1).

a. *Umum.* Pada jarak-bentang yang agak penting artinya, misalnya lebih besar dari 5 m, jembatan haruslah diberi ikatan-lintang yang dapat membagi-bagi tekanan, untuk sebanyak mungkin menghilangkan pekerjaan yang rugikan, yang disebabkan oleh beban berat yang ditujukan, misalnya: seperti yang disebabkan oleh poros-poros belakang dari perah oto. Oleh karena itu mungkin terjadi lenturan besar setempat, yang sangat rugikan pada lantai. Pada pelakuan lantai bawah dari kayu, ini ternyata oleh terlepasnya papan-papan dan retak-retaknya lapisan aspal beton. Pada lantai seng gelombang, sambungannya terlepas dan terjadilah retak-retak dalam lapisan beton dan aspal beton.

Untuk membagi tekanan, yang disebabkan oleh beban setempat itu, maka sebanyak mungkin dibagi-bagikan ke balok-balok lainnya dan mendapat pelenturan yang serata mungkin; haruslah dipasang balok-lintang kaku dengan jarak yang beraturan.

Gamb. 106



1) Surat edaran (Pengumuman) ke 4.

Untuk ini kita pakai pada propil balok jembatan yang kecil [No. 16, sampai I No. 28; untuk balok-balok lebih besar [No. 18 sampai I No. 38 dan [No. 20 untuk balok jembatan yang terberat. Pada gambar 93, 95 dan 96 adalah digambarkan balok-balok-lintang semacam itu.

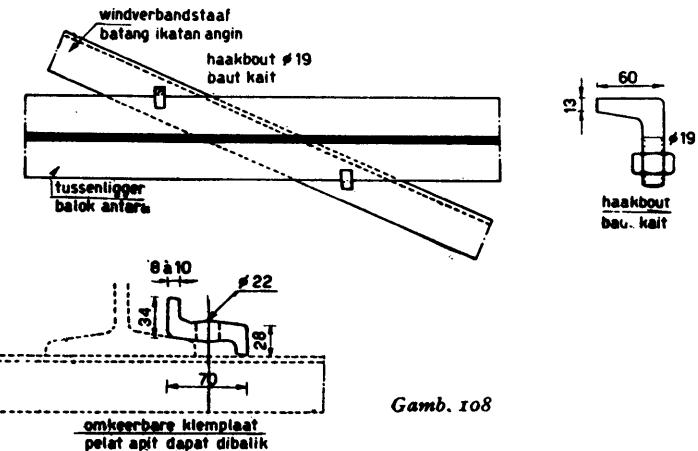
Selain dari itu, harus juga dilakukan ikatan angin bila pada lantai kayu jarak-bentangnya 8 m atau lebih dan 10 m pada lantai seng gelombang. Balok ini tidak hanya berguna untuk menahan kekuatan angin, akan tetapi juga untuk kekuatan-kekuatan yang bekerja ke sisi yang disebabkan oleh beban bergerak.

Pada gambar 106 diberi rancangan dari ikatan-ikatan (ikatan angin dan ikatan-lintang) yang digambarkan untuk jembatan selebar 3 dan 4.5 m, di mana jarak-bentang yang ditulis antara () berlaku untuk lantai seng gelombang.

b. *Konstruksi.* Balok-lintang itu disambung pada balok-balok jembatan dengan mempergunakan baja L dan setengah pelat pengapit¹⁾, seperti yang digambarkan pada gambar 93 dan 95. Penguraian lain diberi oleh gambar 96, di mana untuk sambungan dipakai baja L dengan propil yang serupa dengan propil balok-lintang itu.

Bila terdapat bundar tong, seperti pada pemakaian lantai kayu dilakukan pelat pengisi. Balok-lintang dapat juga terlebih dahulu dilengkungkan menurut bundar tong, dan ini harus dikerjakan sewaktu ia

Gamb. 107



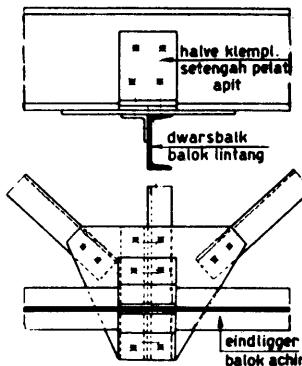
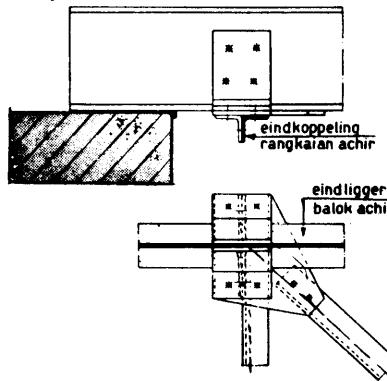
Gamb. 108

1) Pelat-pelat pengapit sering dipergunakan untuk sambungan baja pada balok I. Seluruh pelat pengapit itu mempunyai panjang 300 dan 350 mm dan terdapat dalam beberapa macam, supaya ia dapat dipergunakan pada berbagai-bagai ukuran balok.

dibakar. Pada pemakaian lantai aspal, lantai bawah kayu seperti tidak perlu diberi bundar tong, yang kita dapat nyatakan.

Untuk batang-batang balok angin diambil L 50 X 75 X 9 atau baja-sudut dengan sisi bersamaan yang hampir serupa dengan itu, misalnya 80 X 80 X 8 (pakailah propil yang hampir serupa dengan yang untuk tiang-tiang sandaran). Pada jarak-bentang kecil dari 12 m (14 m), baja L ini disambung Repada balok-balok antara dengan mempergunakan baut kait atau yang dinamai pelat pengapit terbalik-balik, lihat gambar 107 dan 108, dan pada balok-balok luar dengan perantaraan 2 baut sekerup Ø 16 mm. Bila perlu, untuk mendapat bundar tong, dipasang pulalah pelat pengisi di antara balok dan batang-batang ikatan angin.

Gamb. 109



Gamb. 110

Pada jarak-bentang yang lebih besar, pada balok tepi dipergunakan pelat simpul. Pada gambar 109 dan 110 ada digambarkan beberapa sambungan, di mana dipergunakan pelat pengapit seluruhnya. Akan tetapi ia dapat juga diselesaikan dengan cara biasa (lihat „konstruksi-konstruksi baja”).

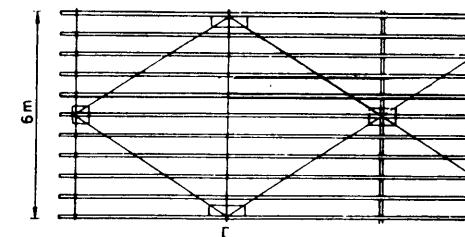
Di dekat peletakan itu dibuat juga baja L lintang dari 80 X 80 X 8, bila dilakukan lantai bawah kayu.

Pada gambar 106 ini dinyatakan dengan garis titik dan ia hanya perlu pada titik tumpuan yang ditembok.

Pada jembatan dengan lantai seng gelombang ia tidak dipakai, begitu juga pada jembatan tiang sekerup yang akan disebut kudian (terdapat balok pemukul).

Jembatan selebar 6 m di antara sandarannya, diberi ikatan angin, yang terdiri dari 2 bagian (lihat gambar 111).

Gamb. 111



BANGUNAN BAWAH-KEPALA JEMBATAN

§ 1. Umum

a. *Macam kepala jembatan.* Kepala jembatan berguna untuk menopang bangunan atas dan untuk menutup galangan jalan.

Pada gambar 112 terdapat rancangan dari berbagai-bagai macamnya.

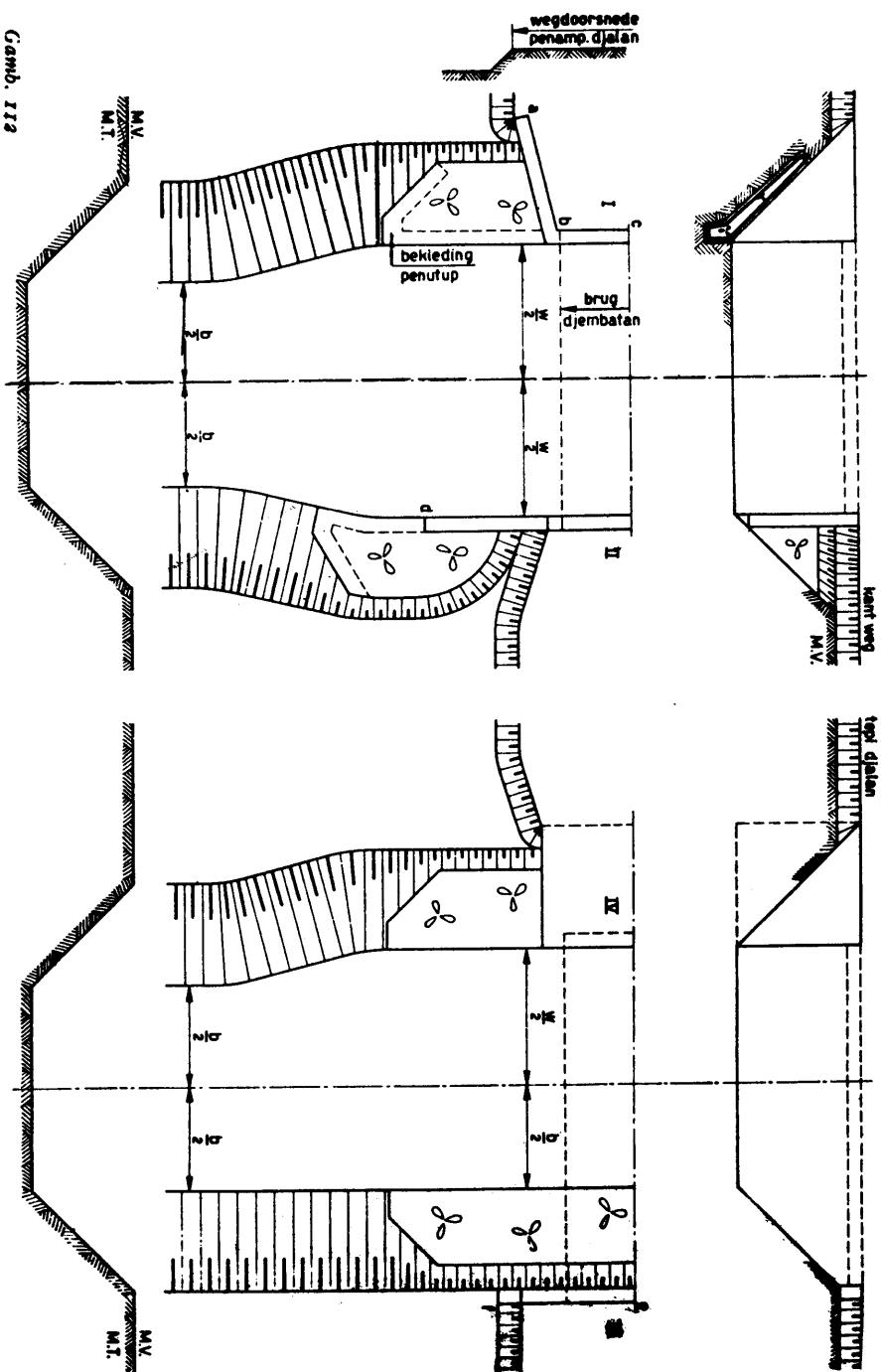
Menurut I galangan jalan diakhiri oleh tembok b-c,— di atas diletakkan juga balok-balok jembatan — dan tembok sisi a-b. Bagian a-b dinamai *tembok sayap* dan b-c *tembok hadapan*. Kepala jembatan seperti itu dikenal dengan nama *kepala jembatan sayap* dan ia acap kali dilakukan.

Bila tembok sayap dibuat sejajar dengan poros jembatan, itu dinamai juga *kepala jembatan dengan tembok-tembok balik*. Bentuknya bila dipersamakan dengan I adalah kurang baik untuk pengaliran air, sedangkan sudut-sikunya membentuk titik lemah dalam bangunan itu, ialah karena lebih banyak mendapat kemungkinan bahwa sayap itu akan retak (putus) dari tembok muka.

Pada II sayap-sayapnya dibuat sejajar dengan poros sungai. Dalam hal ini kita namakan *kepala jembatan dengan sayap sejajar*. Bidang atas dari sayap itu berjalan miring. Titik d berakhir pada duga dasar atau 0,5 m di atas itu.

Pada III sebetulnya tidak ada sayap lagi, e-f ialah suatu tembok muka. Terusan di sini mempunyai penampang yang serupa. Titik tumpuan seperti itu dinamai *tiang tembok tepi*; jembatan itu suatu jembatan terusan.

Seterusnya kepala jembatan dapat dilakukan sebagai suatu bongkah penembokan (IV). Bahaya retak pada sayap tidak terdapat lagi. Kepala jembatan seperti itu dinamai *kepala jembatan landas*.



Bahan untuk kepala jembatan terutama ialah penembokan batu pecahan. Menurut keadaan, dapat juga dilakukan dari penembokan batu bata, di samping itu juga beton bertulang, sedangkan pada daerah di mana banyak terdapat kayu, kepala jembatan dapat juga dibuat dari kayu; yang terakhir ini lebih banyak dipergunakan untuk pekerjaan sementara daripada yang tetap. Pada pemakaian kayu, biasanya dipilih macam kepala jembatan sayap.

Selain dari itu, kepala jembatan didirikan juga dari tiang-tiang kayu atau baja. Tempat yang terbaik ialah yang seperti digambarkan pada III. Dalam hal ini kita katakan tiang kepala jembatan atau *pemikul tepi*.

Biasanya kepala jembatan didirikan menurut lebar jembatan yang dibutuhkan. Akan tetapi bila dapat dikira-kirakan bahwa dalam waktu yang singkat, berhubung dengan selalu bertambahnya lalu lintas, pelebaran jembatan dapat diharapkan, baiklah sekarang juga kepala jembatan didirikan untuk lebar jembatan yang diharapkan itu; misalnya bila suatu jembatan dengan lebar 3 m untuk sementara sudah memenuhi keperluan, dapatlah kepala jembatannya dibuat untuk lebar jembatan 4,5 m. Melebarkan jalan boleh dikatakan mudah dan tidak mahal, akan tetapi sebaliknya lebih sulit dan lebih mahal untuk bangunan bawah.

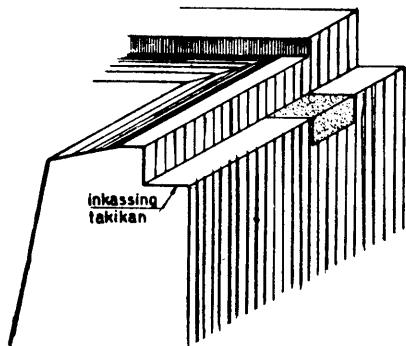
Biasanya dekat pada jembatan tebingnya dilapis atau ditembok sepanjang 5 sampai 10 m dari sumbunya. Tebalnya tergantung dari tingginya dan biasanya tebal sisi atasnya 0,30 m dan pada kakinya 0,45 sampai 0,60 m. Pelapis diteruskan sekurang-kurangnya sampai 0,5 m di atas A.T. Di bawah, pelapis itu berakhir dalam suatu peti (koper) (lihat pula gambar 112).

b. *Peletakan dari balok*. Jembatan supaya balok jembatan dapat diletakkan, pada sisi muka dari tembok muka dibuatlah suatu *takikan*. Takikan itu terdapat pada seluruh panjang tembok muka. Oleh karena itu pada sisinya jembatan terdapat ruangan, dari mana peletakan-peletakan dapat diselidiki (lihat gambar 113).

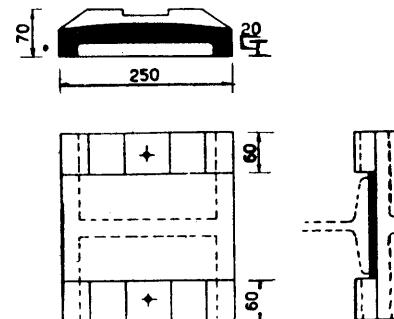
Di antara ujung balok baja dan tembok haruslah ada ruangan sekurang-kurangnya dari 1 cm, supaya ada kemungkinan balok-balok itu dapat bekerja.

Panjang peletak biasanya diambil sama panjang dengan tinggi balok (t). Pada balok baja I lebih besar dari No. 30, adalah sedikit lebih pendek dari tingginya. Panjang peletak yang besar tidak berguna, sebab bila balok melengkung karena pembebaran, ujung-ujungnya akan naik dan tidak akan memindahkan tekanan.

Jadi, biasanya panjang dari balok-balok diambil sama dengan bentang dalam $+ 2t$.



Gamb. 113

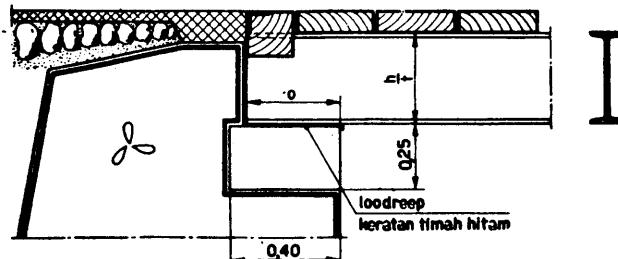


Gamb. 114

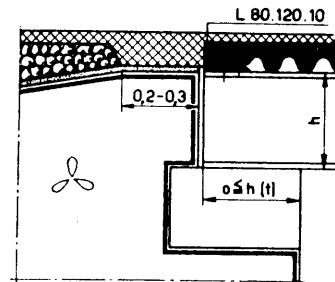
Tekan pada balok-balok dipindahkan ke tembok ke atas suatu bidang yang kira-kira sebesar: tinggi balok X lebar lehernya. Tekanan setiap cm^2 biasanya terlalu besar untuk tembok biasa, di mana hanya 6 kg/cm^2 dapat dibenarkan. Mula-mula dibuatlah suatu bungkah-pikul dari batu alam, atau yang lebih lazim dari beton P.C., campuran 1 : 2 : 4. Tekanan, yang di sini dapat dibenarkan ialah lebih besar, yaitu $20-25 \text{ kg/cm}^2$. Bungkah ini meneruskan tekanan itu pula pada tembok, akan tetapi kini pada bidang yang lebih besar. Bungkah-bungkah itu biasanya dibuat panjang 40, lebar 30 dan tinggi 25 cm, tembok di antara bungkah-bungkah itu dibuat miring air. Kadang-kadang dibuat bungkah yang terus-menerus menurut seluruh panjangnya takikan, setinggi 25 cm.

Di antara balok-balok dan bungkah-pikul di letakkan potongan timah dengan berat 20 kg/m^2 , untuk memindahkan tekanan yang merata ke atas luas permukaannya.

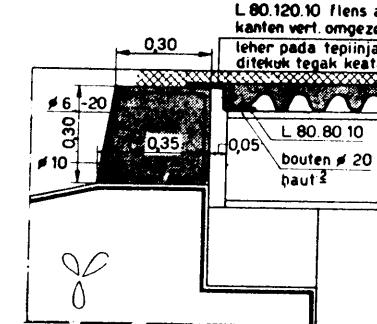
Bila tekanan pada bungkah-pikul $> 25 \text{ kg/cm}^2$, dipakailah per tolongan dari pelat peletak atau kursi besi tuangan maupun juga dari baja tuangan. Sangat dianjurkan supaya tepi atas dari kursi ini dibundarkan. Kursi-peletak ini pada sisi bawahnya diberi rusuk-rusuk,



Gamb. 1



Gamb. 116



Gamb. 117

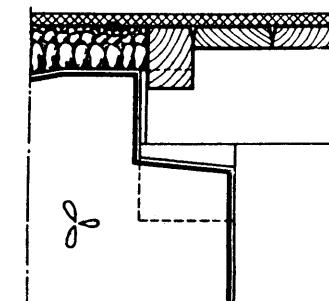
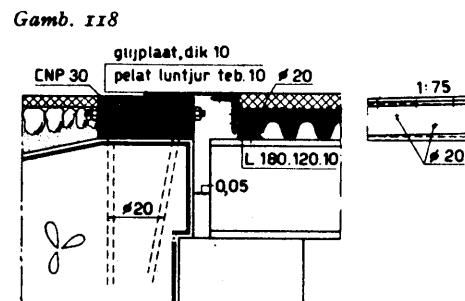
yang mencengkam dalam seponeng dari bungkah-bungkah pemikul (gambar 114). Ia diisi penuh dengan adukan P.C. seluruhnya.

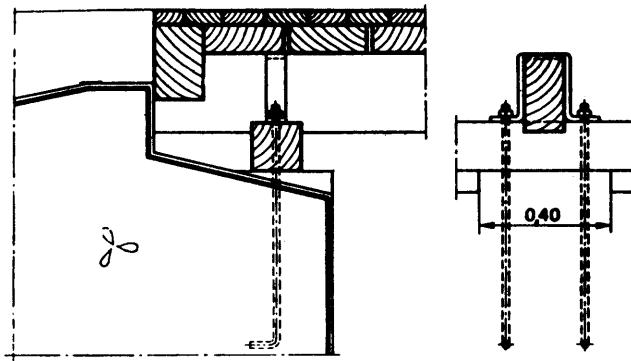
Gambar 115 sampai dengan 118 memberi gambar tentang peletakan dan hubungan dengan jalan dari jembatan berbalok baja.

Pada gambar 117 kita lihat kepala dari tembok muka yang dilakukan dari beton bertulang, dan memberi penjelasan yang lebih baik. Juga sambungannya dengan permukaan jalan lebih bagus; akan tetapi terlebih baik bila dipergunakan suatu pelat luncur, lihat gambar 118, karena retak-retak dalam lantai kendaraan pada sambungan sulit dapat dihindarkan, oleh mengembang dan menyusutnya balok.

Balok kayu dapat diletakkan dengan cara seperti tadi (gambar 119). Bila tekanan setiap cm^2 kecil adanya, bungkah-pikul tidak perlu dipakai dan dapatlah bidang peletak dibuat dari penembokan biasa dari adukan P.C. Bila ada bahaya terangkatnya jembatan pada waktu banjir; yang tinggi, lebih baik balok-balok kayunya dipasangkan di atas suatu balok-lintang, yang diikatkan pada penembokan. Dengan mempergunakan sengkang dapatlah balok-balok jembatan itu di tempatkan kepada balok-lintang tadi, lihat gambar 120.

Gamb. 119





Gamb. 120

§ 2. Kepala jembatan sayap (gambar 121 - 123)

a. *Tembok muka.* Tembok muka mempunyai bentuk dari suatu tembok penutup (pelapis) dan ukuran tebalnya tergantung dari tingginya. Karena di samping itu terdapat juga pembebanan oleh jembatan dan lalu lintas, ukurannya menjadi agak lebih berat.

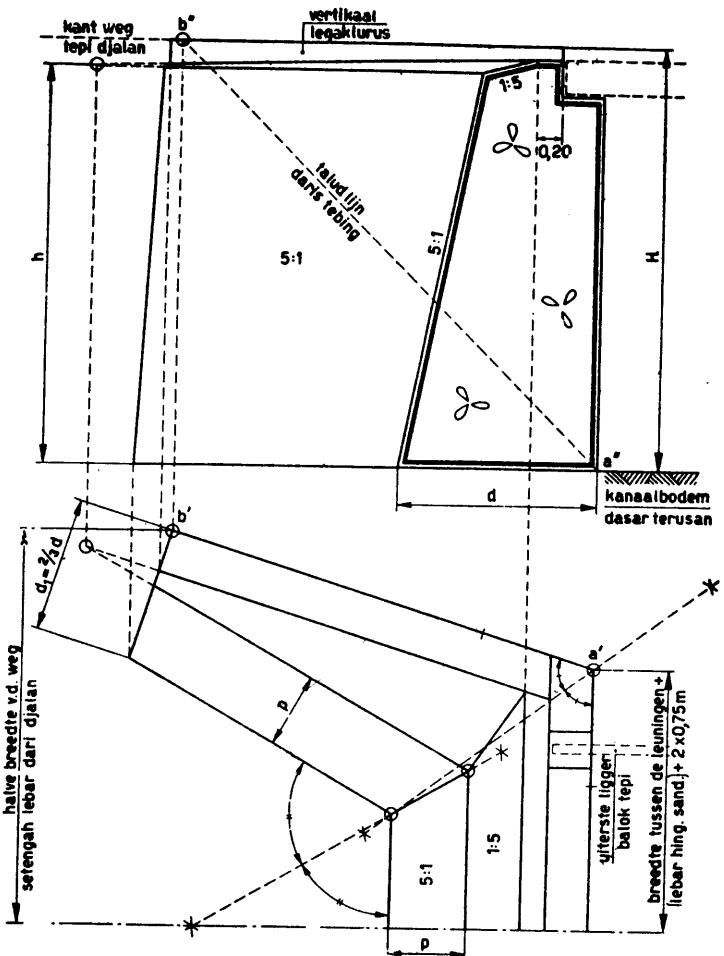
Bila bidang mukanya dibuat tegak lurus dan bidang belakangnya miring dengan 5 : 1, lebar pasangan yang biasa dipakai ialah 0,47 T untuk penembokan batu pecahan. Bidang mukanya dapat juga dibuat miring, akan tetapi terhadap penghematan penembokan yang sedikit, kita dapatkan jarak-bentang yang lebih besar.

Untuk mengungkung pengeras jalan yang disambung itu, tepi atasnya diteruskan sampai setinggi tepi atas balok atau bila terdapat balok-tumbuk, sampai 5 cm lebih tinggi daripada tepi bawah balok-tumbuk, lihat gambar 115 sampai dengan 120.

Bidang atasnya dibuat mendatar sepanjang 0,20-0,30m dan seterusnya dibuat miring dalam 1 : 5 (Pekerjaan yang agak menyimpang kita lihat pada gambar 123).

Panjangnya tembok muka tergantung pada lebar lantai. Biasanya panjang lantai dibuat sedemikian besar, sehingga pada tepi-tepiinya bungkah-bungkah pikul tepi masih ada tembok sekurang-kurangnya dari 0,50 m, lihat gambar 113. Panjangnya dapat ditetapkan pada lebar jembatan antara sandaran + 2 x 0,75 m.

b. *Tembok sayap.* Ia terutama berguna untuk penahan tanah, sedangkan pada sisi atasnya harus diberi kesempatan untuk menembok tembok sedada. Gambar 121 menerangkan bagaimana caranya menentukan panjang sayap.



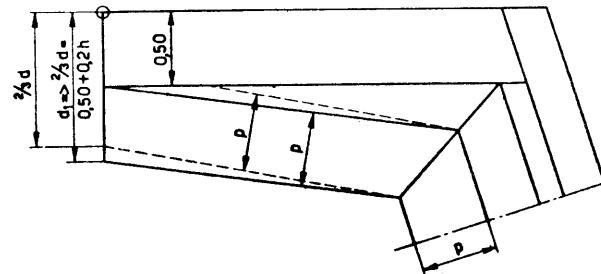
Gamb. 121

Panjangnya dalam tegak lurus, ditentukan oleh pemotongan dari garis tebing dan tepi jalan „b” sampai ke sisi muka dari tembok muka „a”. Dalam gambar denah, arah dari garis luar didapatkan dengan menyambung ujung tembok muka a dengan titik potong b dari garis pemroyeksi „b” dan lebar jalan.

Pada pertemuan dengan tembok muka, tembok sayap mempunyai tebal yang sama dengan d .

Akan tetapi ujung dari sayap sebagian besar masuk ke dalam tebing, sehingga tinggi tanah yang harus ditahan menjadi lebih kecil. Jadi pada ujungnya tembok itu dapat dibuat lebih tipis; biasanya diambil tebal $d_1 = \frac{1}{3} d$. Pada tembok batu sungai pengurangan dalam tebal itu dapat dilakukan berangsur-angsur, pada pemakaian batu bata hal itu terjadi secara melompat dengan 1 kepala.

Pada penampangnya tembok sayap menunjukkan tinggi yang sama dengan tembok muka, miring belakangnya dalam 5 : 1, sedangkan bidang atasnya, sama dengan tinggi „tepi jalan“ dan didatarkan supaya di atasnya dapat ditembok tembok sedada. Lebar dari bidang datar ini tergantung dari tebalnya tembok sedada, biasanya diambil 0,50 m. Bagian atasnya dibuat berbentuk persegi panjang sampai ke suatu tinggi yang tertentu, dan seterusnya tembok itu disiapkan miring pula. Bidang miring ini berjalan seperti yang dapat dilihat pada gambar.



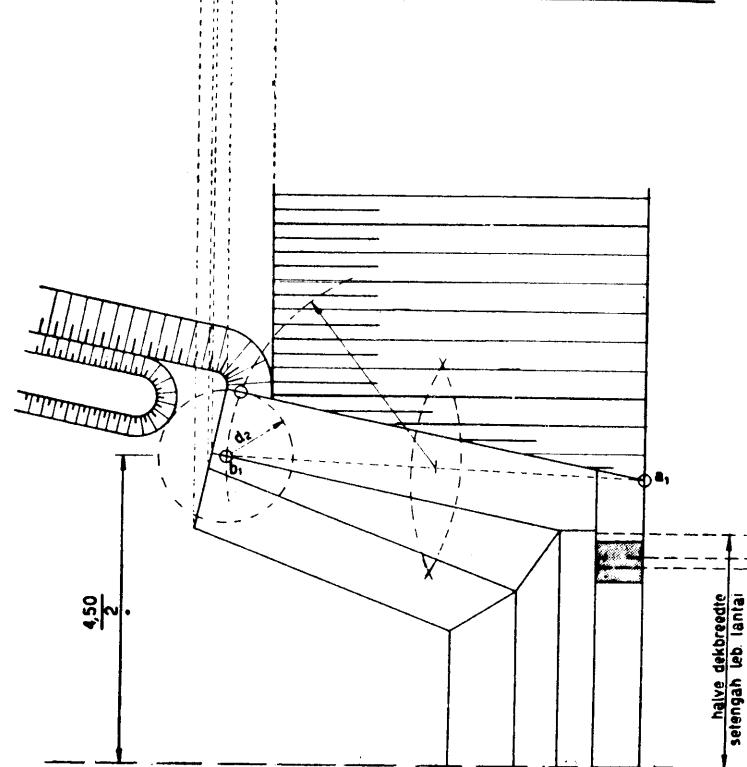
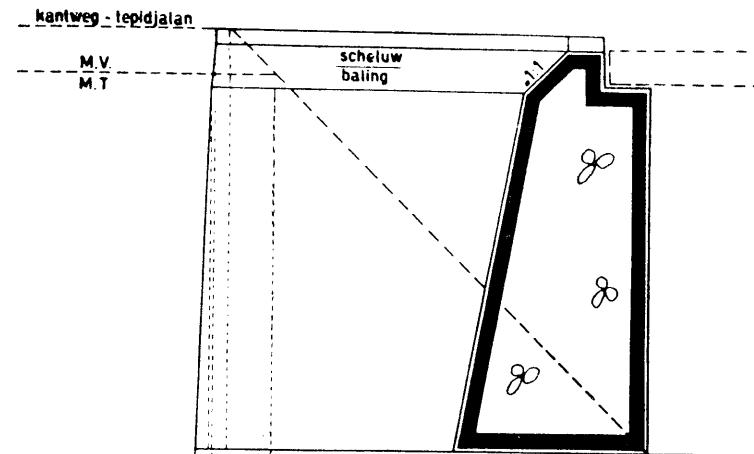
Gamb. 122

Mungkin terjadi, bahwa lebar pasangan d_1 , harus dibuat lebih besar. Ini dapat dilihat pada gambar 122, di mana d_1 diambil lebih besar, sedemikian rupa, sehingga bidang miring menyusut pada ujungnya dan berakhir pada suatu titik, d_1 menjadi $0,50 + 0,20 t$.

Tembok sedada itu dapat dibuat dari penembokan batu bata atau dari batu pecahan, ataupun juga beton. Bila perlu dapat juga dibuat sandaran baja. Pada kedua keadaan yang terakhir ini dapatlah diambil sebagai lebar bidang datar 0,30 m, daripada 0,50 m tadi.

Bila jalan penerusan yang harus dibuat ke jembatan dengan tanjakan, sebaik-baiknya tanjakan ini diakhiri pada permulaan sayap, sehingga jalan pada kepala jembatan sendiri tinggal datar; lebih baik bila tanjakan itu diakhiri 5 m sebelum permulaan dari penyempitan lebar pengeras.

Pada bangunan yang dibicarakan tadi, sudut antara sayap dan tembok muka ditentukan oleh panjang dari tembok muka dan lebar jalan. Untuk mendapat pemindahan yang berangsur-angsur dari suatu jalan lebar sampai ke jembatan yang lebih sempit, pada gambar 123



Gamb. 123

adalah digambarkan konstruksi lain. Sebagai teladan, diambil suatu lebar jalan dari 7 m dan dari jembatan selebar 3 m. Lebar yang dikehendaki di antara tembok-tebok sedada pada permulaan dari kepala jembatan misalnya diambil 4,5 m. Jadi titik b_1 terletak 2,25 m dari poros; a_1 menjadi *sisi luar* dari bagian datar, di mana tembok sedada itu harus didirikan, sedangkan b_1 ialah *sisi dalamnya*. Dari a_1 harus ditarik suatu garis, yang terletak di b_1 dengan jarak d_2 — lebar dari bagian — datar. Ini dilakukan dengan konstruksi yang sudah diketahui dari ilmu ukur bidang, yaitu menarik suatu garis dari a_1 , yang menyingsinggung lingkaran penolong dengan b_1 sebagai pusatnya dan d_2 jari-jarinya. Bila garis luarnya sayap sudah ditentukan, konstruksinya diteruskan dengan cara yang sama seperti pada cara pertama. Lebar jalan berangsur-angsur dibuat sempit.

Pada gambar ada juga diberikan penyelesaian yang lain untuk bidang miring, yang menjadi pemindahan antara bagian di atas pada muka mana akan dibuat tembok sedada dan bidang belakang dari tembok itu. Di sini dibuat konstruksi bidang baling.

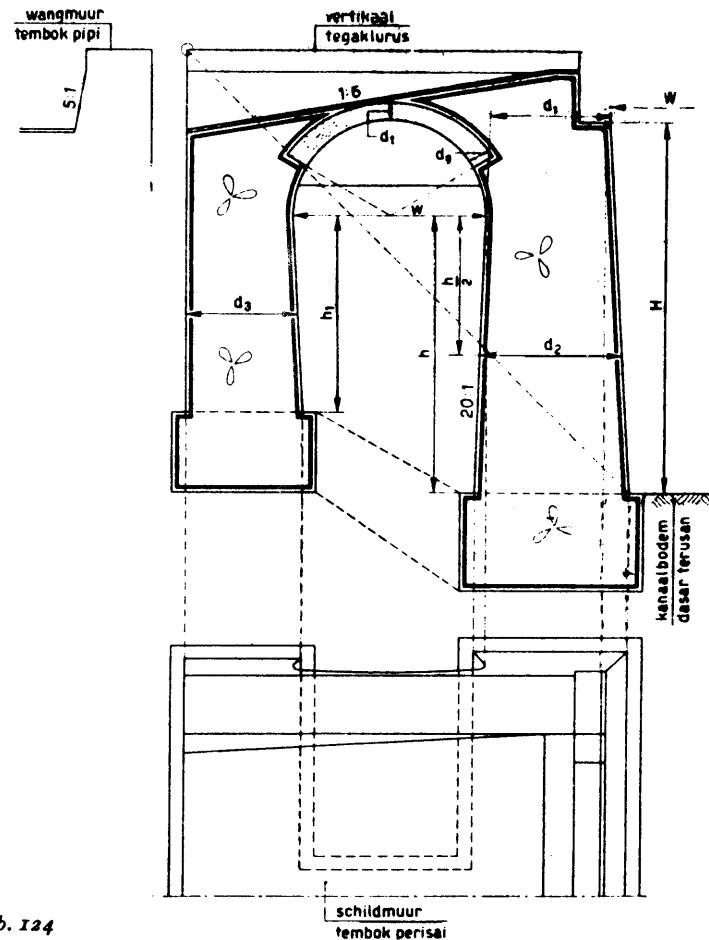
§ 3. Kepala jembatan landas. (gambar 124)

a. *Umum.* Bila oleh keadaan memaksa, suatu kepala jembatan harus dibuat tinggi, maka tidak dapatlah dianjurkan kepala jembatan sayap, karena sayap-sayap itu sudah lekas menjadi besar, seperti yang ternyata dari yang berikut.

Bila tinggi dari kepala jembatan h , dapatlah permukaan penampang dari suatu sayap disamakan dengan ah^2 . Karena panjangnya sayap juga bergantung dari tinggi b , misalnya = bh , isinya sayap dapat disamakan dengan abh^3 . Ternyata bahwa isinya bertambah dengan h pangkat 3.

Selain dari pada itu selalu ada bahaya pada kepala jembatan sayap, bahwa sayap-sayap akah terbelah dari tembok muka oleh karenanya tanah di antara sayap-sayap bekerja sebagai baji. Hanya bahaya ini akan berkurang pada jembatan yang lebar. Untuk tinggi lebih dari 4 m, suatu kepala jembatan landas akan memberi penyelesaian yang lebih murah.

b. *Konstruksi dan ukuran.* Suatu bentuk yang kerap kali dilakukan, adalah dirancang dalam bentuk yang sesederhananya pada gambar 124. Ia terdiri dari dua tembok sejajar, yang didirikan dengan poros memanjangnya tegak lurus atas poros memanjang jembatan. Di antara tembok-tebok itu adalah dibuat suatu lengkungan berbentuk setengah lingkaran (biasanya dari beton semen 1 : 2 : 4), di atas muka mana akan



Gamb. 124

terletak tanah penambah dengan pengeras jalan. Disisi-sisinya tanah itu dikungkung oleh dua *tembok pipi*, yang ditembok pada tepi sisi dari lengkungan sampai setinggi tepi jalan.

Kepala jembatan landas lebih mantap daripada kepala jembatan sayap. Sebagian dari tekanan dari lengkungan pada tembok belakang dikurangkan oleh tekanan tanah.

Selainnya untuk menupang lengkungan, *tembok muka* berguna untuk memikul bangunan atas jembatan. Supaya dapat meletakkan balok-balok jembatan, tembok itu diberi takikan pula, seperti pada tembok muka dari kepala jembatan sayap. Ukuran panjang dan tinggi

dari takikan itu ditentukan seperti pada tembok yang serupa dengan itu. Tembok muka mempunyai dua pekerjaan, yaitu 1°) tembok tegak lurus dari suatu lengkungan dan 2°) tiang pemikul untuk jembatan. Tebalnya ditentukan dan disesuaikan pula dengan kedua pekerjaan yang disebut di atas.

Sebagai tiang pemikul untuk jembatan, tembok itu setinggi tepi bawah balok-balok (lihat gambar 124) harus mempunyai tebal d_1 , yang dapat ditentukan dengan rumus berikut:

$$d_1 = 0,080 + 0,12 H + 0,025 W$$

di mana H = tinggi dari tepi atas ubin pinggir sampai tepi bawah balok-balok dan W = jarak-bentang dalam jembatan, kedua-duanya dalam ukuran meter.

Pada daftar VII tebal d_1 dengan segera dapat dibaca bila H dan W telah ditentukan.

Daftar VII (Untuk d_1 dalam cm).

Tinggi dari tiang H . dalam meter	Jarak bentang dalam ukuran meter											
	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	10
2	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	102
2,5	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	107
3	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	112
3,5	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	116
4	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	121
4,5	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	126
5	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	131
5,5	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	136
6	129	130	130	131	132	133	134	135	136	137	138	140

Sebagai tembok tegak lurus tebal d_2 pada setengah tingginya di antara ubin pinggir dan permulaan dari lengkungan yang berbentuk setengah lingkaran, haruslah memenuhi pada rumus yang telah disebut pada urung-urung, yaitu :

$$d_2 = 0,30 + 0,17 h + 0,21 w,$$

di mana h = tinggi dari tepi atas ubin pinggir sampai permulaan leng-

kungan dan w = jarak dari lengkungan, kedua-duanya juga dalam ukuran meter.

Pada daftar VIII yang berikut adalah ditentukan tebal-tebal dari tembok tegak lurus pada pemakaian lengkungan berbentuk setengah lingkaran.

Daftar VIII (untuk d_2 atau d_3 dalam cm)

Jarak lengkungan dalam ukuran meter	1,—	1,50	2,—	2,50	3,—	3,50	4,—
1,—	67	77	87	98	108	119	129
1,20	70	81	91	101	112	122	132
1,40	73	84	94	105	115	125	136
1,60	76	87	97	108	118	128	139
1,80	80	91	101	111	122	132	142
2,—	83	94	104	114	125	135	145
2,20	87	97	107	118	129	139	149
2,40	90	101	111	121	132	142	152
2,60	93	104	114	125	135	145	156
2,80	97	107	117	128	138	149	159
3,—	100	111	121	131	142	152	162

Tebal d_3 dari tembok belakang yang juga sebagai tembok tegak-lurus harus memenuhi pada rumus yang disebut tadi (akan tetapi sekarang untuk h harus diambil h_1).

Untuk tebal pada puncaknya lengkungan beton setengah lingkaran — bila jaraknya lengkungan itu tidak lebih dari 4 m — berlaku juga rumus yang disebut terlebih dahulu:

$$dt = 3/4 [W/60 + Vr/30].$$

di mana r = jari-jari dari garis dalam lengkungan, dinyatakan dalam meter.

Tebal pada permulaannya, yaitu pada garis-atur, yang membuat sudut 30° dengan garis mendatar, harus pula $1\frac{1}{2}$ kali i setebal puncaknya, jadi

Untuk perhitungan sementara dapat dipergunakan daftar berikut:

DAFTAR IX

Lebarnya lengkungan w dalam meter	2,—	2,25	2,50	2,75	3,—	3,25	3,50	3,75	4,—
tebalnya pada puncak d_1 dalam cm	17	18	19	20	21	22	23	24	25
tebalnya pada permulaan d_2 , da- lam cm	22	24	25	27	28	29	30	32	33

Juga pada kepala jembatan landas biasanya tidak dilakukan lengkungan yang lebih lebar dari 4 m. Lebih baik dibuat satu atau lebih dari satu tiang tengah.

Tebal dari tiang-tiang itu pada permulaan lengkungan ditentukan dengan rumus:

$$d_p = 0,30 + 2d_g$$

Pada gambar 124 tepi bawah dari pondering tembok muka terletak oleh karena sifatnya di bawah dasar dari aliran air. Akan tetapi tidaklah perlu membuat ponderingnya *tembok belakang* sedalam itu. Bila susunan tanah bangunan mengizinkan, pondering dari tembok belakang itu dibuat setinggi ubin pinggir dari tembok muka. Pada tanah yang sangat padat perbedaan tingginya dapat diambil lebih besar lagi.

Pada kebiasaannya tembok muka dan belakang dibuat sama tinggi.

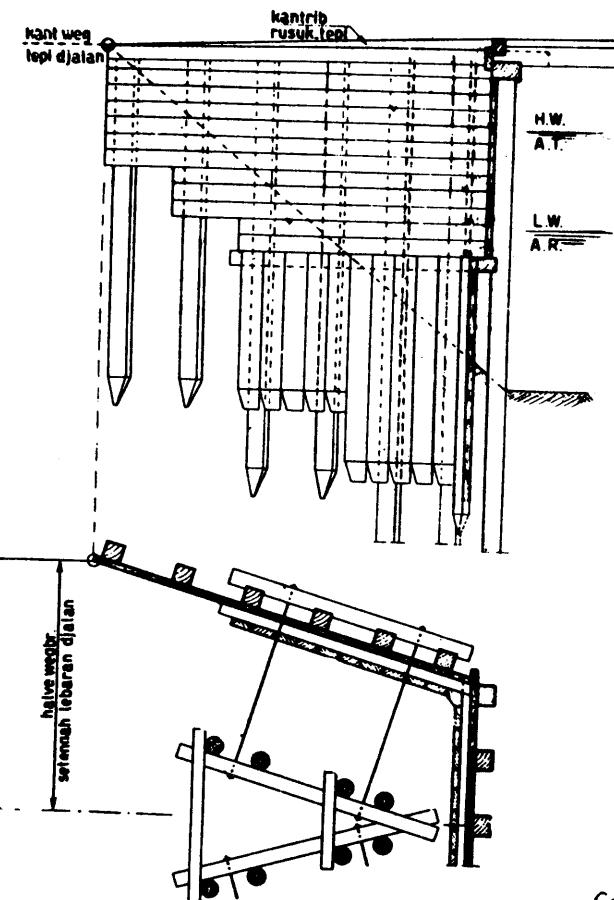
Untuk mencegah supaya air jangan mengalir di antara tembok muka dan-belakang, yang mungkin merusakkan tebingnya, ditemboklah di antara kedua tembok itu suatu *tembok perisai*. Tebalnya dari tembok itu dibuat 0,40 à 0,60 m, sedangkan ia harus diteruskan sekurang-kurangnya sampai 0,50 m di atas A.T.

Tebing sungai yang bersambungan ditutup atau ditembok pula.

§ 4. Kepala jembatan kayu (gambar 125)

a. *Umum.* Kepala jembatan kayu tidak akan banyak dirancang untuk pekerjaan tetap; hanya kadang-kadang dilakukan juga pada daerah-daerah yang banyak terdapat kayu.

Suatu kepala jembatan kayu sebenarnya tidak lain daripada turap kayu, yang dapat diperbedakan dalam 3 bagian, yaitu turap muka, di



Gamb. 125

atas mana diletakkan balok-balok jembatan dan turap sayap, yang hanya berguna untuk menahan tanah (gambar 125).

Turap muka tidak memerlukan pejangkaran, oleh karena kedua turap itu sudah cukup ditahan oleh balok-balok jembatan. Untuk menambah pemantapannya tiang-tiang tepi kadang-kadang dipancang miring.

b. *Peletak balok-balok jembatan.* Oleh karena bersamaan sifatnya balok-balok juga akan dibuat dari kayu, diletakkan ke atas balok penutup turap muka. Poros dari tiang-tiang tepi tiba di bawah poros dari balok-balok tepi jembatan atau dapat juga diletakkan lebih ke luar. Jumlah tiang ditentukan oleh besar tekanan yang dipindahkan oleh jembatan.

Dengan sambungan punca dan lobang yang tidak terus, tiang-tiang itu masuk ke dalam balok, acap kali dengan dada miring; balok-balok jembatan diletakkan ke atasnya dengan takikan sedalam 3—4 cm, panjang 5 cm. Bilamana ada kemungkinan jembatan dapat terangkat, balok-baloknya ditambatkan kepada balok penutup dengan sengkang. Di antara balok-balok jembatan, muka atasnya balok penutup itu dibuat miring.

Di antara kepala balok-balok perlulah dibuat suatu penutup untuk mencegahnya guguran tanah. Untuk itu dibuat papan-tumbuk, atau pada lalu lintas yang agak lebih berat, sudah lekas suatu balok-tumbuk, atau gabungan dari keduanya (lihat gambar 126a). Dijaga supaya kepala kayu balok-balok jangan bersinggungan dengan tanah.

Bila balok-tumbuk terletak di atas balok lantai, balok-tumbuk itu ditakik $\frac{2}{3}$ dari tingginya dan pada balok $\frac{1}{3}$ -nya, sedangkan di samping itu sambungannya diperkuat dengan baut kait, atau baut kayu.

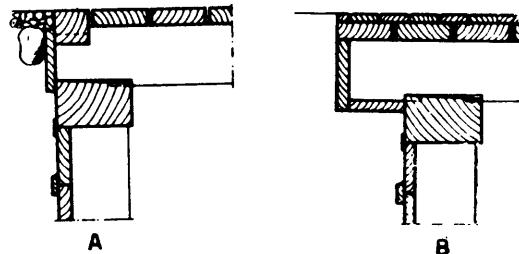
Bila balok-tumbuk tidak terletak di atas balok lantai, dapatlah ditakikkan setengah kayu di atasnya. Bila ditakuti, balok-balok itu akan tertarik dari kepala jembatan, diteruskanlah balok-balok itu (gambar. 126b).

Dengan menakikkan balok-balok sebelah tepi luar lebih dalam ke balok lantai daripada yang di tengah-tengah, dapatlah bidang kendaraan diberi bundar tong.

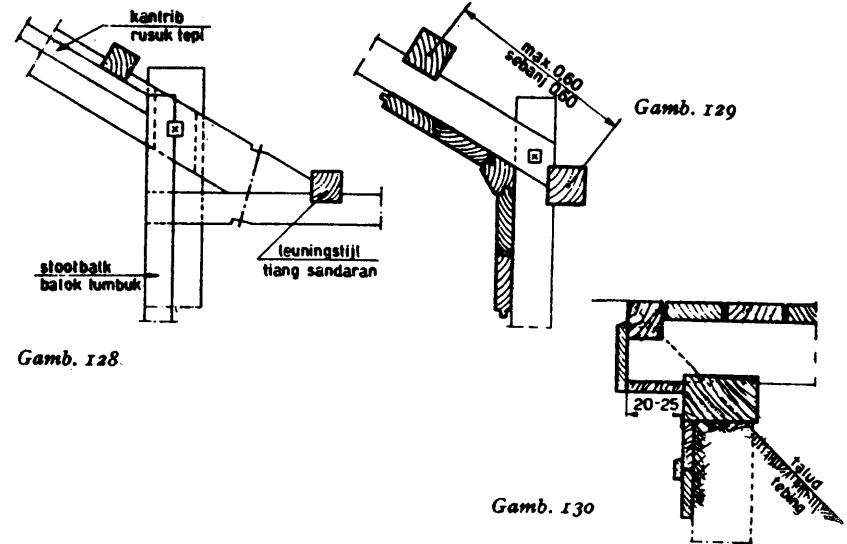
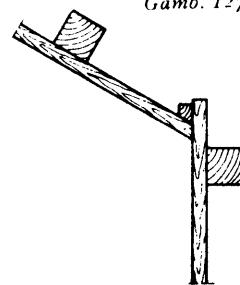
c. *Sayap-sayap*. Sayap-sayap biasanya dibuat sedemikian rupa, sehingga ia dengan turap muka membuat sudut lebih besar dari 90° tetapi lebih kecil dari 180° . Bentuk seperti ini sangat perlu, berhubung air supaya dapat mengalir dengan rata. Pada gambar 125 ada dinyatakan bagaimana caranya mencari sudut itu.

Pertemuan dari dinding muka dan dinding sayap dinyatakan sebagai pada gambar 127. Untuk penutupan yang rapat akan dipasangkan balok rusuk yang terpisah. Balok dari turap sayap disambungkan dengan

Gamb. 126



Gamb. 127



Gamb. 128

Gamb. 129

Gamb. 130

memakai sambungan ekor burung tersembunyi atau dengan takikan pada turap muka dan dikuatkan dengan sebuah baut.

Ia sering diteruskan sampai ke balok tepi, dan seolah-olah menjadi penjangkaran dari turap muka (gambar 128).

Ujung lain dari balok itu sama tingginya dengan jalan. Biasanya oleh karena balok penutup turap sayap dekat turap muka akan terletak agak rendah, perlulah tepi atas jalan ditahan dengan papan atau balok rusuk tepi, yang diikatkan pada balok itu, bila perlu juga pada beberapa kelos-kelos, atau papan ini disandarkan pada tiang-tiang sandaran (gambar 128). Jadi balok rusuk ini mempunyai bentuk segitiga, yang dapat dilihat pada gambar 125.

Balok dari sayap itu dapat juga dibuat mendatar; dalam hal ini balok rusuk tepi mempunyai bentuk trapesium.

Tiang pertama dari sayap dipancangkan, setinggi-tingginya 0,60 m dari tiang tepi turap muka (gambar 129). Kadang-kadang tiang-tiang tepi dari turap muka dan sayap disambung juga dengan pertolongan baut.

Bila turap itu setali dengan balok pasir dan dinding-bendung, maka kedua balok pasir itu ditakukkan masing-masing setengah kayu melalui masing-masing (gambar 129) sedangkan sudut di antara papan-papan-bendung dapat ditutup dengan tiang-bendung. Papan-papan-bendung harus masuk sekurang-kurangnya 1 m ke dalam tebing, sedangkan papan-papan-turap bawah sekurang-kurangnya 0,50 m mencapai ke dalam tebing.

Tiang-tiang dari sayap ke arah tepinya dapat dipasang dengan jarak antara yang lebih besar, oleh karena ia di situ hanya menahan tanah lebih kurang dan terletak lebih dalam pada yang padat tanah (gambar 125).

Seluruhnya dinding-bendung harus sekurang-kurangnya 1 m masuk ke dalam tebing. Papan-papan-turap dengan tepi bawahnya harus sekurang-kurangnya 0,50 m mencapai masuk ke dalam tebing.

Sayap-sayap harus dijangkarkan, biasanya penjangkaran dari kedua sayap dapat ditambatkan pada satu pemikul jangkar bersama.

Sandarannya berjalan terus melalui atas turap sayap. Tiang-tiang sandaran dilekatkan pada balok lantai.

Penyelesaian lebih mudah didapat bila meneruskan propil sungai dengan tidak dirobah. Kita dapatilah suatu pemikul tepi, seperti di-nyatakan pada gambar 130. Pemikul tepi ini terdiri dari beberapa tiang, di atas mana dipasang satu balok. Sekarang panjang jembatan ditentukan oleh potongan tebing sungai dengan tepi jalan.

TITIK-TITIK TUMPUAN ANTARA

§ 1. Umum

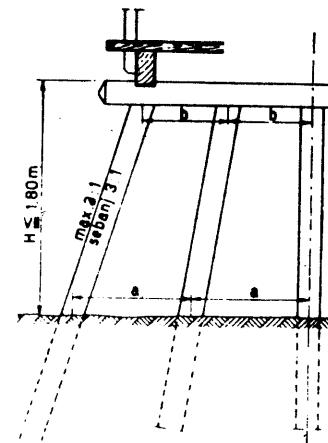
Bila jarak-bentangnya menjadi agak besar, lebih beruntung meletakan jembatan itu, selain di atas kepala jembatan, juga di atas satu atau lebih dari satu titik tumpuan antara.

Suatu titik tumpuan antara tidak boleh mengganggu jalannya pelayaran dan tidak dilakukan, bila dapat di sangka akan membahayakan bila sewaktu banjir sungai itu banyak menghanyutkan kayu. Seterusnya, bila dalam pondering yang dapat dipercayai hanya tercapai dengan perbelanjaan tinggi. Pada umumnya tidak dapat di anjurkan membuat suatu titik tumpuan antara di dalam sungai, karena pembuatannya selalu dalam keadaan yang agak berbahaya. Bila perbelanjaannya tidak begitu berbeda, lebih baik dirancangkan jembatan dengan jarak bentang besar dengan tidak memakai tiang antara.

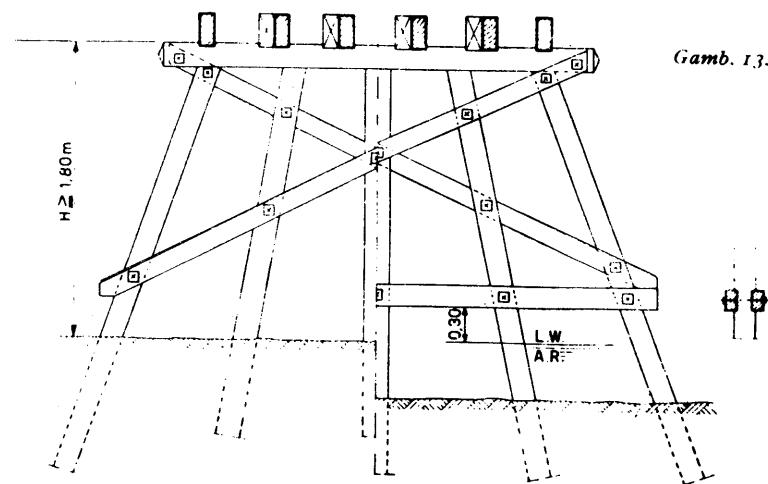
Titik tumpuan antara dirancangkan sebagai pemikul kayu, baja atau beton bertulang dan sebagai tiang tembok pemikul.

§ 2. Pemikul kayu

a. *Pemikul tunggal.* Pemikul sederhana (lihat gambar 131) didapat dengan memancang sebaris tiang yang disatukan menjadi balok pemikul pada atas balok-balok jembatan dapat diletakkan. Bila tanah



Gamb. 131



Gamb. 132

tidak baik untuk pemancangan, tiang-tiang itu dimasukkan dalam kaki beton atau alas penembokan (gambar 136).

Tiang-tiang di tengah pemikul dipancang tegak lurus, selainnya semakin jauh dari pertengahan semakin lebih miring ia di pancangkan. Miring landai yang dapat dibuat pada tiang-tiang tepi ialah 3 : 1.

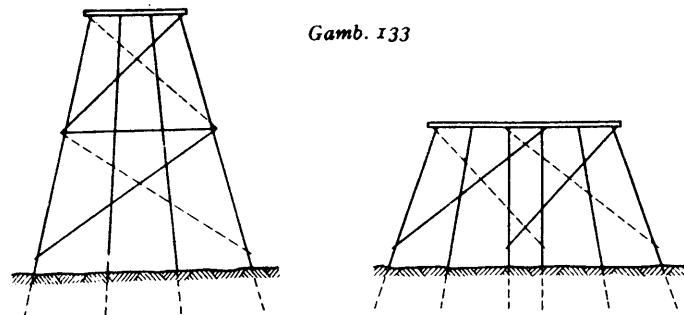
Bila pemikul itu lebih tinggi daripada 1,80 m, untuk menghindarkan perubahan bentuknya, haruslah dibuat penumpang dari papan besarnya kira-kira 10 à 12 kali 20 à 25 cm, (gambar 132 sebelah kiri); satu penupang pada tiap sisi dari pemikul sudah mencukupi. Pada umumnya sebelah bawahnya persilangan dibuat serendah mungkin, akan tetapi

tidak kurang dari pada 0,30 m di atas tanah atau bila pemikul tegak dalam air — di atas A.R.

Di samping itu, sudah lekas tiang-tiang dirangkaikan dengan papan-papan semacam itu, yang dibuat pada kedua sisinya dan mendatar (gambar 132 sebelah kanan). Rangkaian mendatar dan bersilang ini dibuat pula serendah mungkin, akan tetapi tidak kurang dari 0,30 m di atas A.R., bila pemikul itu tegaknya dalam air. Di bawah perangkaian ini biasanya tidak dibuat silangan lagi.

Papan dari silang dan perangkai mendatar ditakikkan beberapa sentimeter mengenai tiang-tiang dan diikatkan dengan baut sekerup di mana tidak boleh pula dilupakan pelat-pelat turutnya (cincin). Silangan dapat diteruskan sampai ke balok pemikul dan disambung dengan sambungan ekor burung tertutup (tersembunyi), diperkuat dengan baut.

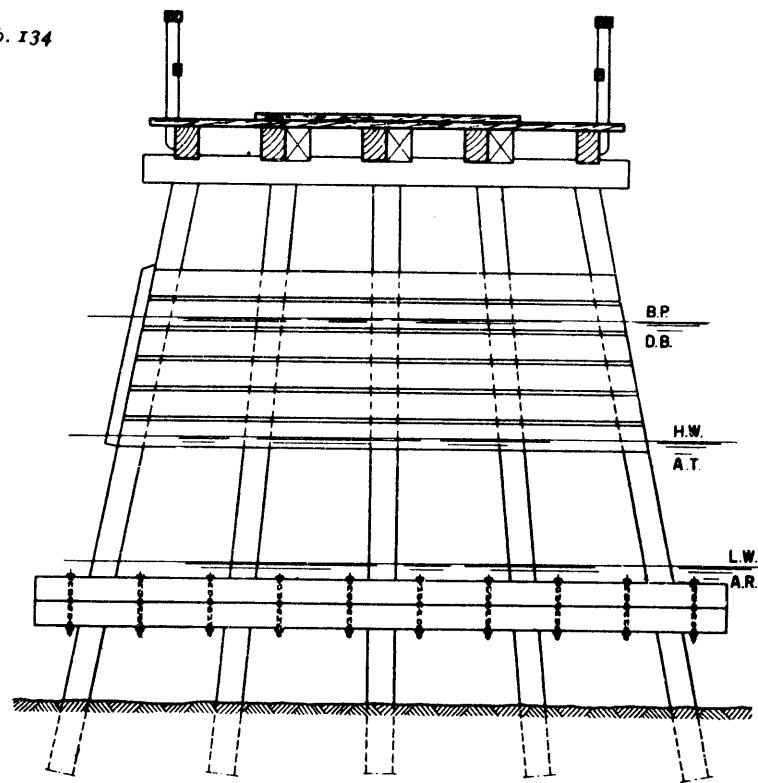
Bila silangan menjadi terlalu panjang (lebih panjang dari 7 m) atau sudut antara balok dan penupang $< 30^\circ$ atau $> 60^\circ$, sehingga silangan tidak memenuhi syarat lagi, dapatlah dilakukan silangan dua jalan, pada pemikul tinggi di atas masing-masing, pada pemikul lebar di samping masing-masing (lihat rancangan gambar 133).



Gamb. 133

Bila pada banjir, pengaliran menghanyutkan pokok-pokok kayu, dan kemungkinan besar akan termasuk di antara tiang-tiang pemikul, di mana yang lain dapat tersangkut pula, yang menyebabkan tekanan besar dari arus, yang dilakukan terhadap pemikul, sudah tentulah ia akan rubuh. Dalam hal seperti tadi, pada sisi-sisinya pemikul akan dipakukan papan-papan yang kuat, sekurang-kurangnya sebesar 6 kali 25 cm dengan jarak antara masing-masing dari beberapa sentimeter (lihat gambar 134). Pemapanan ini dapat dimulai kira-kira pada duga A.T. biasa dan ia tidak perlu lebih tinggi dari 0,50 m di atas setinggi-tingginya di atas duga banjir (D.B) paling tinggi yang diketahui. Sekurang silangan tidak perlu dibuat, tetapi perangkaian mendatar masih diperlukan juga.

Gamb. 134

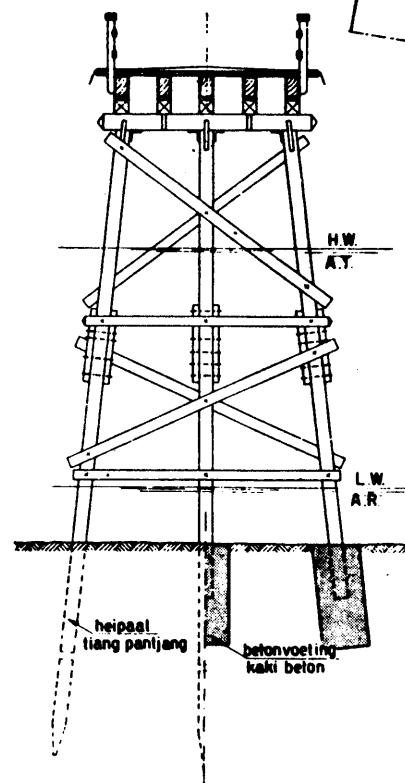
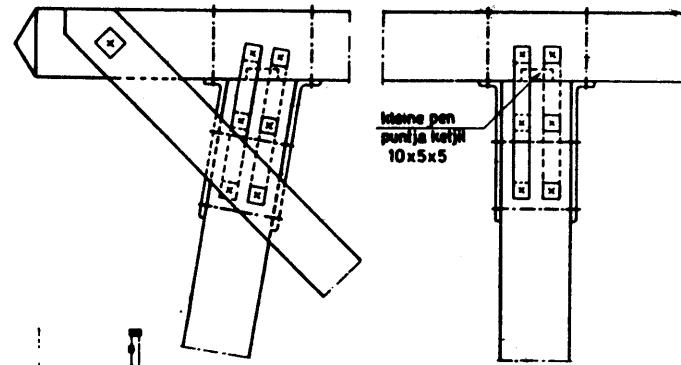


Balok pemikul harus dibuat sekurang-kurangnya sama lebar dengan tebalnya tiang-tiang, kadang-kadang beberapa sentimeter lebih lebar, karena tidak mungkin memancangkan tiang-tiang tepat pada satu bidang. Tiang masuk ke dalam balok-balok itu dengan suatu punca kecil (misalnya 10 X 5 X 5 cm). Sambungannya diperkuat dengan bilah baja misalnya 60 x 10mm (lihat gambar 135). Konstruksi yang sering juga terdapat ialah tiang dimasukkan ke dalam balok dengan punca yang tebal dan tidak terus berdada miring.

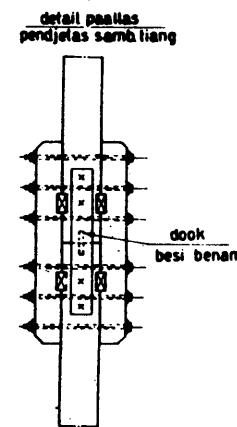
b. *Pemikul tingkat*. Bila tiang harus dibuat sedemikian tingginya, sehingga kayu yang tersedia tidak cukup panjangnya untuk tiang-tiang itu, di sambunglah tiang-tiang itu atau dibuat suatu pemikul yang terdiri dari beberapa bagian (tingkat) di atas masing-masing. Yang terakhir ini di namai pemikul tingkat (gambar 134 dan 137).

Gambar 136 merupakan suatu pemikul arus, di mana tiang-tiagnya disambung, gambar 136a memberi penjelasan dari konstruksi sambungan.

Gamb. 135



Gamb. 136



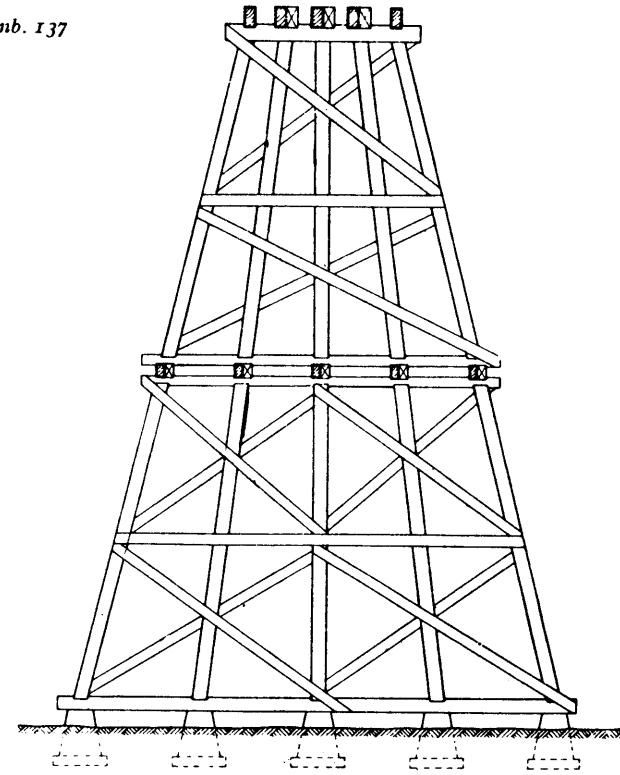
Gamb. 136a

Tiang-tiang itu dipasang bertumbuk satu dengan yang lain, hanya diberi sebuah baut-benam. Untuk menghindarkan tekanan, sambungannya diperkuat dengan bilah-bilah baja, kayu-kayu perangkai dan pasak. Pengikatannya dilakukan dengan baut sekerup. Waktu memilih tempat sambungan, haruslah diperhatikan bahwa di sana akan terdapat perangkaian.

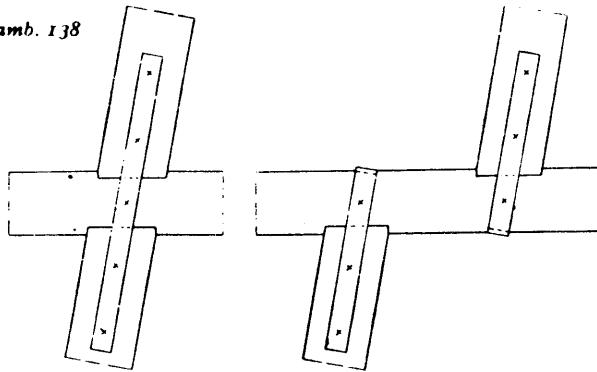
Pada pemikul tingkat sedapat mungkin pemikul paling bawah dibuat di bawah duga A.R., supaya seluruhnya sebanyak mungkin dapat dilindungi terhadap kerusakan (gambar 134). Perbaikan dari bagian yang terletak di atas A.R. jadi lebih mudah dikerjakan. Supaya dapat membuat pemikul paling bawah, tinggi air haruslah untuk sementara di turunkan.

Sambungan dari tingkatan-tingkatan dapat dilakukan dengan berbagai-bagai macam. Di atas tiang-tiang yang paling bawah disambungkan balok air dengan sambungan punca dan lobang berjalan terus dan dibaji dan di atas balok itu tiang-tiang dari tingkat yang berikut akan berdiri. Berhubung dengan punca-puncanya poros dari tiang-tiang itu tidak dapatlah tiba dalam arah memanjangnya. Bila punca-punca itu dibuat berseberangan, balok menjadi lemah. Yang terakhir ini dapat dihindarkan, dari pada melakukan sambungan yang di sebut tadi, tiang-tiang itu seluruhnya di masukkan ke dalam balok sepanjang

Gamb. 137



Gamb. 138



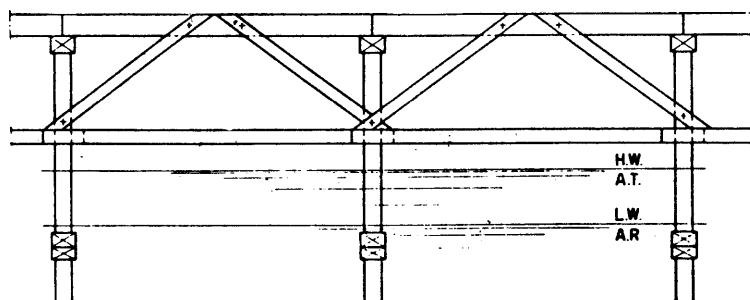
Gamb. 139

beberapa sentimeter dan seterusnya, di sambung dengan sengkang baja besar (76X13/16 mm) dan baut ($\varnothing 25$ mm) (gambar 138). Sekarang tiang-tiang itu dapat pula dipasang di atas, masing-masing berturut-turut.

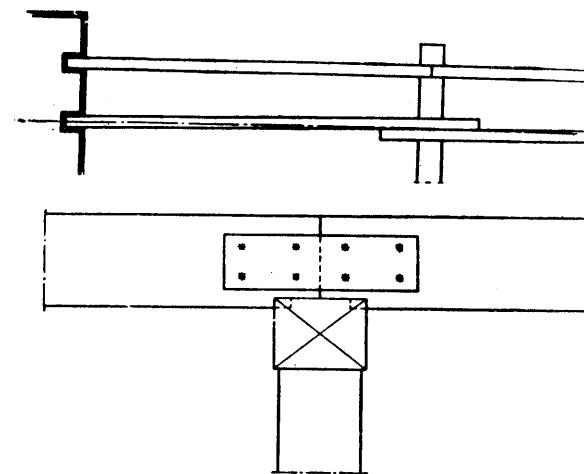
Balok air dapat juga dibuat kembar *bersebelahan*, tiap-tiap balok terletak di atas tiang-tiang paling bawah dengan dada sekurang-kurangnya dari 6 cm, yang terletak di antara kedua balok itu dengan punca yang lebar dan kokoh dan seterusnya diikat dengan baut sekerup. Sebagai yang terakhir, balok itu dapat dibuat juga dari dua bagian, yang satu di atas yang lain, dan satu antara lain diapit dengan baut (lihat gambar 134). Untuk mencegah bergesernya ke sisi, bagian-bagian itu dicocokkan satu dan lain dengan memakai mulut ikan (gambar 139). Antara tiang dan balok dapat dilakukan sambungan punca dan lobang terus-menerus, sedangkan tiang-tiang itu dapat dipasang dalam pemanjangan masing-masing.

Di negeri kita ini, pada daerah-daerah yang banyak menghasilkan kayu, pemikul tingkat seperti itu acap kali dilakukan, misalnya untuk menyeberangi jurang. Sambungan yang diterangkan baru-baru ini

Gamb. 140



Gamb. 141



Gamb. 142

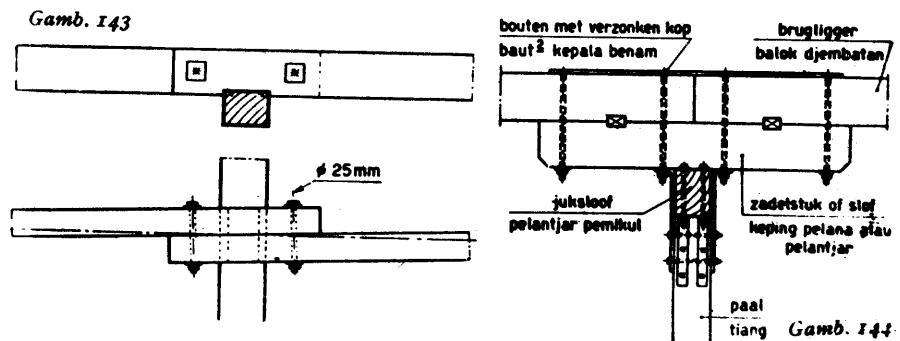
dengan dua balok dianjurkan, berhubung dengan mudah memasangkannya. Gambar 137 memberi penyelesaian yang lain.

Sedapat mungkin pemikul-pemikul tingkat satu dengan yang lain disatukan dengan gulung-gulung perangkai; ini dilakukan dengan sambungan takik, diperkuat dengan baut, di atas balok atau pada tiang-tiang. Sudah tentu gulung-gulung terendah harus dibuat cukup tinggi di atas A.T. (lihat gambar 140).

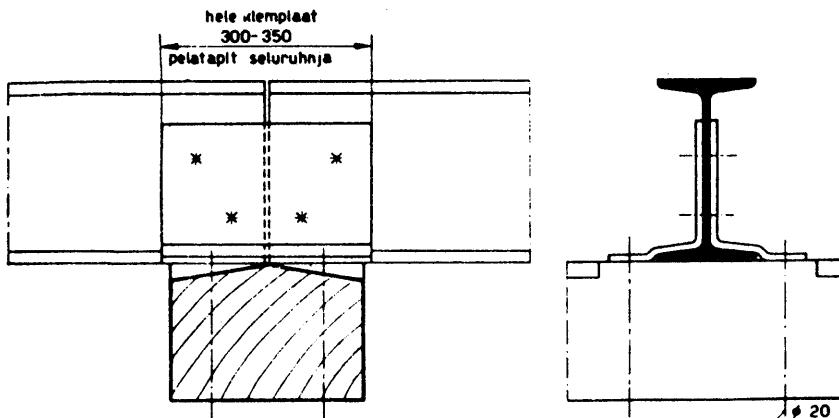
Untuk mendapat kekokohan yang besar gulungan perangkai yang sebelah luar harus ditutup pula dengan penutupan, yang diikatkan kepada balok jembatan sebelah luar.

c. *Peletak balok-balok jembatan*. Bila balok-balok dari kayu, haruslah ia dilakukan kepada balok penutup dari pemikul dengan mempergunakan sambungan takik. Bila ia harus dibuat dari beberapa bagian, telah menjadi kebiasaan, ia disambungkan di atas balok penutup. Balok-balok tepi dipasang dalam pemanjangan masing-masing dan ia di

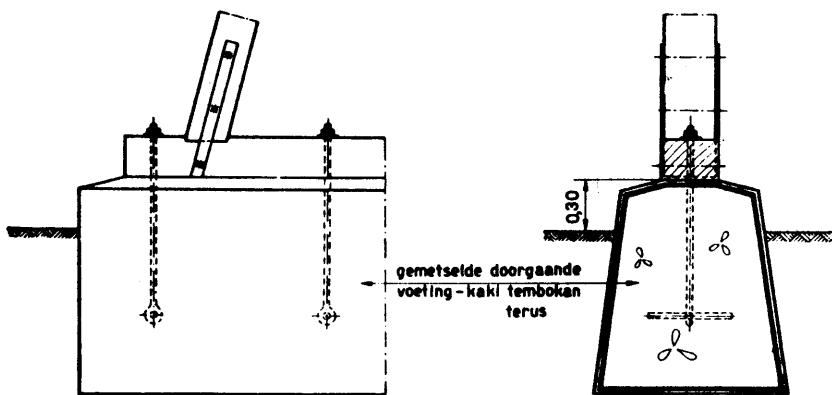
Gamb. 143



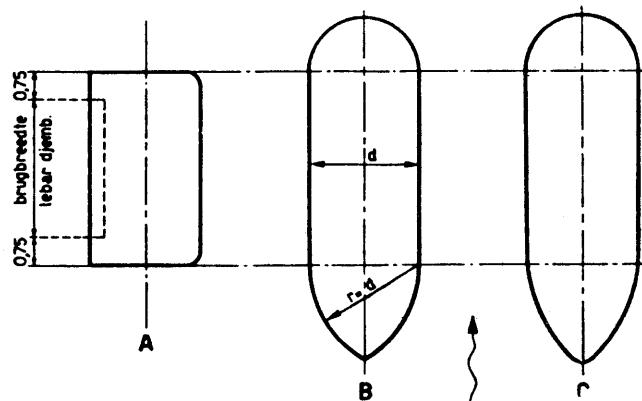
119



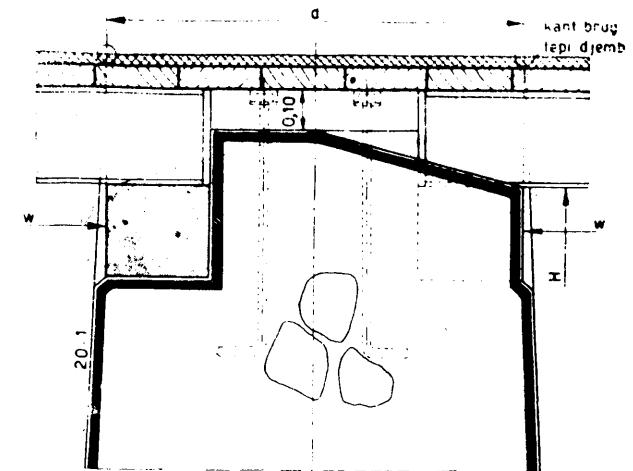
Gamb. 145



Gamb. 146



Gamb. 147



Gamb. 148

sambung dengan pelat perangkai baja atau tempelan kayu (gambar 141 dan 142). Balok-balok selebihnya dapat diteruskan di samping masing-masing dan penyambungan dilakukan dengan baut atau sengkang (gambar 143) atau seperti balok-balok tepi dengan pelat perangkai atau tempelan kayu.

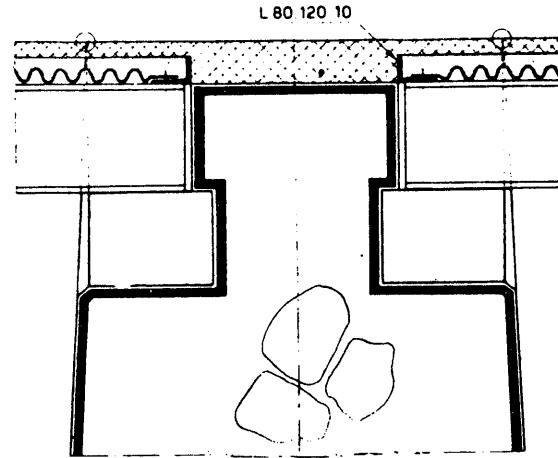
Balok-balok baja dipasang beredu dengan balok penutup dan seterusnya disambung misalnya dengan pelat pengapit. Bila tekanan pada urat kayu memanjang terlalu besar, dapatlah dipergunakan pelat pemikul baja atau pelat pengalas (lihat gambar 145).

Bila, berhubung dengan keadaan tanah dilakukan kaki penembukan atau beton, dapatlah tiangnya diteruskan sampai ke dalam penembukan, seperti pada gambar 136, atau dilakukan suatu balok terus di bawah tiang-tiang dan ialah menahan balok itu (gambar 137). Pada hal yang terakhir ini dapat juga dibuat kaki yang terus (gambar 146). Tiang atau balok harus dijangkarkan teguh. Besar dari kaki itu ditentukan oleh beban-beban di atas tiang-tiang dan oleh daya-pikul dari tanahnya.

§ 3. Tiang-tiang tembokan

a. *Umum.* Suatu titik tumpuan antara yang di tembok untuk jembatan dinamai *pemikul*. Menurut letaknya pemikul-pemikul itu di tempat kering ataupun dalam terusan atau sungai, ia dinamai *pemikul darat* dan *pemikul aliran*. Yang dinamai pemikul tepi, ialah yang diletakkan di samping propil (penampang) sungai, di atas tepi, ia sebenarnya dipergunakan sebagai kepala jembatan.

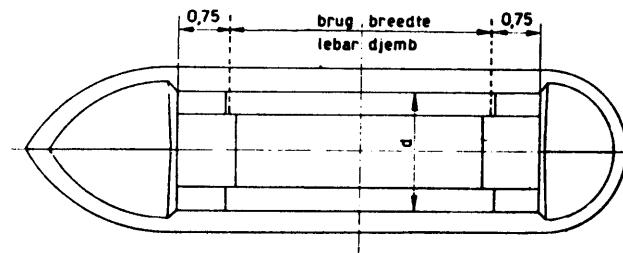
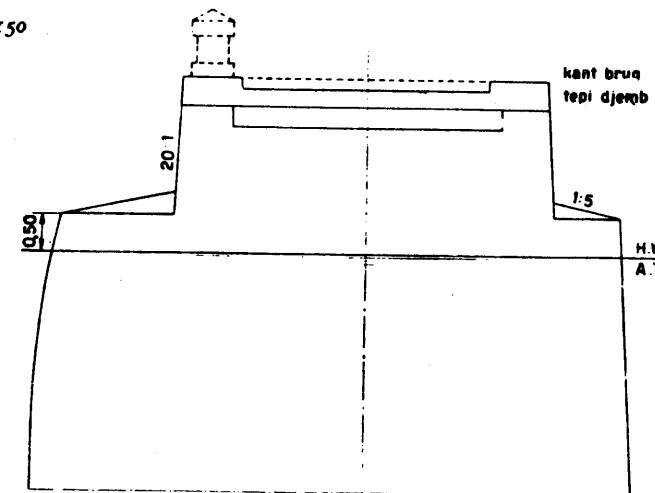
Gamb. 19



b. Penampang mendatar. Penampang mendatar dari suatu pemikul dalam bentuk sesederhananya ialah persegi panjang (lihat gambar 147 bagian kiri). Pemikul darat dapat diberi penampang seperti itu pada seluruh tingginya; akan tetapi biasanya susut-sudutnya di bundarkan (lihat gambar 147a sebelah kanan).

Akan tetapi untuk pemikul aliran, bentuk seperti itu berarti suatu rintangan untuk mengalirnya air dengan teratur, air di sebelah mudiknya tiang-tiang itu akan terbendung, dan oleh karena itu di samping tiang-tiang akan terjadi kecepatan aliran, sedangkan oleh karena gesekan air di tepi-tepi penembokan akan terjadi perputaran air, yang akan menggongos tanah dasar pada tempat itu, lebih-lebih pada kepala di sebelah mudik. Untuk mengurangi perlawanan itu dan untuk mempermudah air itu mengalir teratur, pemikul-pemikul itu sampai 0,50 m di atas A.T. haruslah diberi berkepala dengan bentuk bulat ataupun lebih lancip (lihat gambar 147b dan c dan gambar 150), pada sebelah mudik maupun pada sebelah hilir. Bentuk yang direncanakan di bawah b (bentuk busur mancung) biasanya dilakukan untuk kepala sebelah mudik, sedangkan pada kepala sebelah hilir diberi bentuk setengah lingkaran. Akan tetapi pada waktu yang terakhir ini, kita lihat sebaliknya, ataupun pada kedua belah dilakukan kepala setengah lingkaran. Ternyata bahwa penyelesaian yang paling baik ialah gambar 147c, di mana ditiru bentuk kapal. Sudutnya lancip; pada sudut-sudut dasar dibuatlah pemindahan yang berangsur-angsur. Di atas duga yang disebut tadi penampangnya tetap persegi panjang (lihat gambar 150).

Gamb. 150



Bila dapat dikira-kirakan aliran datang dari kedua jurusan, misalnya yang terletak pada daerah surut dan pasang, kedua-dua kepala diberi bentuk yang sama.

c. Penampang tegak lurus. Pada bidang-bidang sisi pemikul-pemikul biasanya diberi miring 20 : 1 (gambar 148 dan 150). Tiang-tiang yang sangat tinggi dilakukan dengan miring lebih curam; untuk tiang-tiang lebih tinggi dari 15 m misalnya di bawah 40 : 1. Pada sisi atasnya terdapatlah peletakan-peletakan dalam takikan, seperti pada kepala jembatan.

d. Peletak-peletak balok-balok. Peletakan yang sebenarnya dari balok-balok jembatan dilakukan dengan cara yang bersamaan seperti pada kepala jembatan.

Bila dilakukan lantai kayu, ia diteruskan melalui pemikul. Supaya lantai kayu itu dapat dibuat di atas pemikul, antara dari dua takikan pada pemikul ditembok terus sampai kira-kira 0,10 m di bawah bidang

bawah lantai jembatan (lihat gambar 148). Di atas ini diletakkan rusuk-rusuk kayu yang dijangkarkan dalam arah pemanjangan dari balok-balok jembatan, di atas mana dapat dipakukan lantainya. Bidang atas pemikul itu di antara rusuk-rusuk dari pertengahannya dibuat miring ke tepi-tepi. Di sini balok-tumbuk sudah tentu tidak perlu dipergunakan.

Sebagai yang terakhir, gambar 149 masih memberi suatu penampang yang melalui peletak pada lantai jembatan dari pelat seng gelombang dengan pengeras aspal.

e. *Ukuran-ukuran*. Tebalnya pemikul pada sisi atasnya ditentukan oleh besar jarak-bentang, sifatnya lalu lintas dan tingginya. Di negeri kita ini, tebal itu dihitung yaitu jarak dari bidang-bidang muka bungkah peletak, lihat gambar 148, dihitung menurut rumus berikut:

$$d = 0,80 (0,80 + 0,12 H + 0,025 W)$$

(lihat juga daftar VII). di mana H merupakan tinggi pemikul dari tepi atas pondering sampai ke tepi atas pungkah peletak, dan W = jarak bersama antara pemikul dan kepala jembatan (atau antara pemikul bersama) diukur dari bungkah peletak sampai ke bungkah peletak.

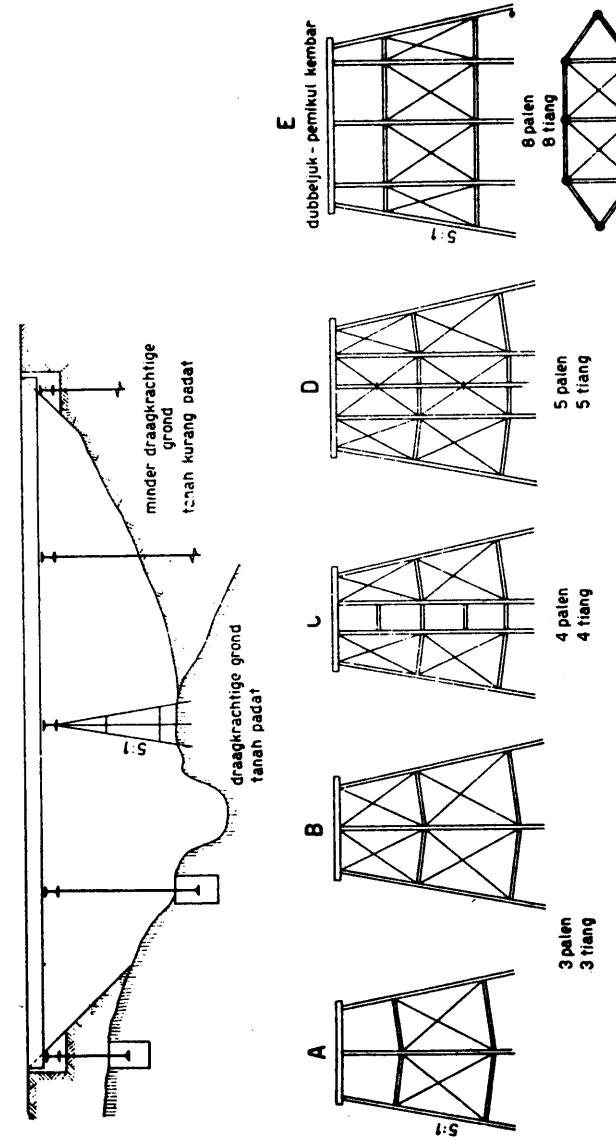
Lebar dari pemikul pada sisi atasnya ditentukan oleh lebar jembatan. Diusahakan pula, seperti pada kepala jembatan, supaya pada kedua belah sisi dari bungkah penahan tepi terdapat sepotong penembokan. Seterusnya harus ada tempat untuk menembok tembok-tembok sedada (gambar 150).

Ukuran-ukuran dari pasangan tiang pemikul terdapat dari ukuran tepi atas dan miring bidang sisi.

§ 4. Pemikul dari tiang-tiang sekerup

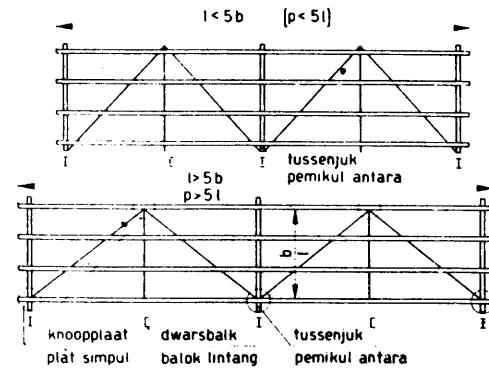
a. *Umum*. Cara yang acap kali dilakukan di negeri ini ialah mempergunakan tiang baja gilingan. Pada gambar 151 ada dirancangkan beberapa pemikul, dalam mana pemikul E dinamai *pemikul kembar*. Tiang-tiang mempunyai penampang bundar, pada sebelah atasnya diberi topi besi tuangan (lihat gambar 153 dan 154a), yang mempunyai takikan, di atas mana terletak balok dari baja I. Seterusnya tiang-tiang itu sesamanya disambung antara dengan *pelancar tekanan* mendatar dan batang-batang penarik dari baja bulat yang dipasang bersilangan. Tergantung dari keadaan tanah, alaspondering pada sisi bawahnya, dibuat *daun sekerup* besi tuangan ataupun dari baji tuangan atau sepatu tiang dari besi tuangan. Jadi dalam hal yang pertama tiang itu disekrupkan ke dalam tanah, sedangkan dalam hal yang kedua tiang itu masuk dalam kaki tembokan atau beton.

Di atas pemikul-pemikul terletak jembatan, yang selalu harus diberi ikatan angin, karena suatu jembatan tiang sekerup tidak cukup mem-



Gamb. 151

Gamb. 152



punyai kekakuan dalam arah sisi. Pada jumlah panjang jembatan $l < 5 \times$ lebar jembatan, batang-batang ikatan angin dibuat tidak dengan pelat besi simpul pada, $l > 5b$ perlulah memakai pelat besi simpul balok-balok tepi; di mana 1 merupakan seluruh panjangnya jembatan, jadi dari kepala jembatan sampai ke kepala jembatan. Gambar 152 memperlihatkan rancangan dari ikatan itu. Pembagian balok-balok-lintang dilakukan dengan cara bersamaan sebagai pada jembatan yang terletak di atas kepala jembatan atau tiang pemikul, seperti juga dapat dilihat pada gambar.

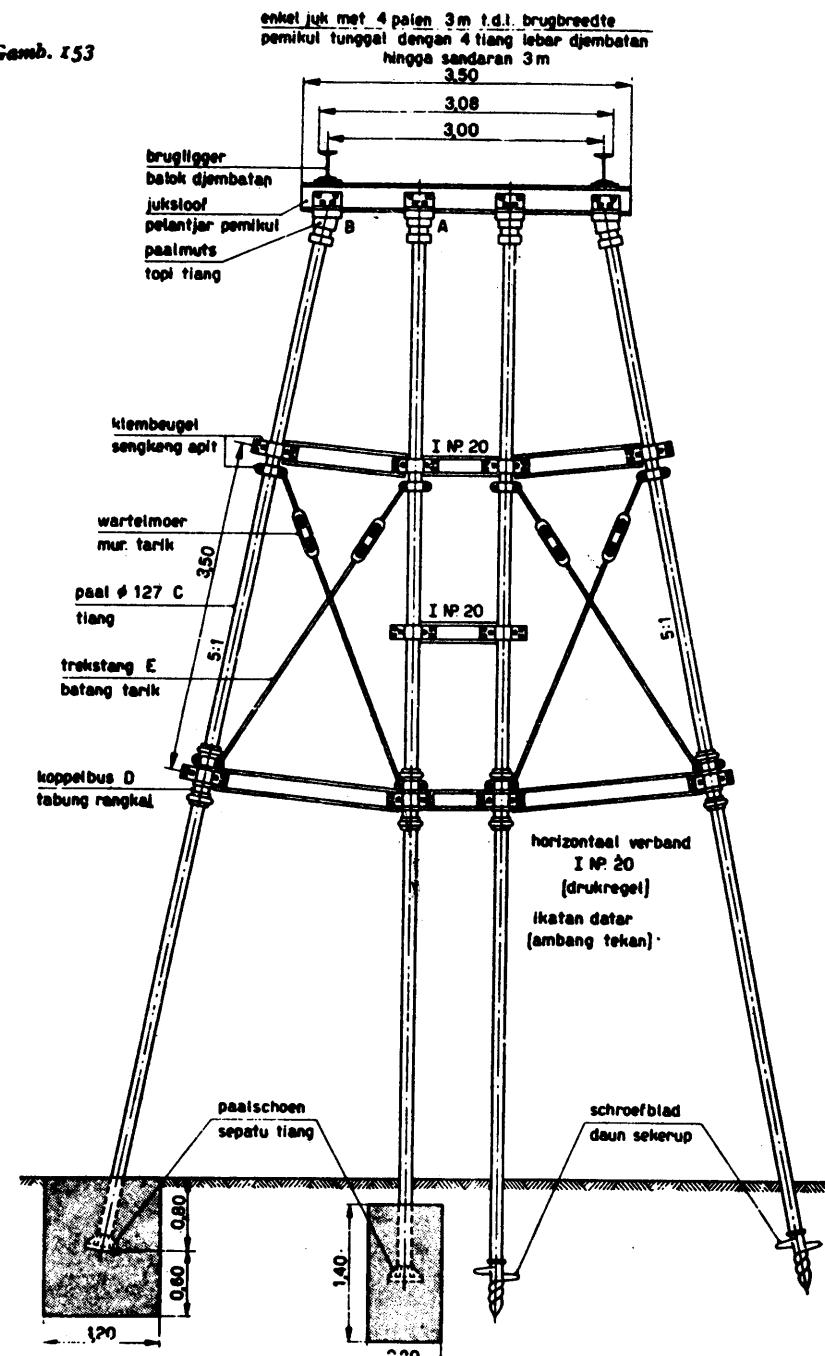
Supaya tekanan pada pemikul dapat diambil sekecil mungkin, sebaik-baiknya untuk jembatan ini dilakukan konstruksi lantai yang mempunyai berat kecil, misalnya seperti konstruksi lantai kayu atau lantai seng gelombang. Gambar 153 memperlihatkan gambar dari pemikul-arus dengan 4 tiang.

b. *Konstruksi dan bagian-bagian.* Tiang-tiang pemikul ialah batang baja gilingan dengan penampang bundar dan mempunyai diameter dari 127 mm. Ia terdapat dengan panjang dari 4 sampai 10 m, naik-naik dengan 1 m. Pada ujung-ujungnya adalah difrais bidang-bidang datar dan adalah digerek lobang dari Ø 26 mm (gambar 154 c).

Bila panjangnya tidak mencukupi, dapatlah 2 tiang disambung dengan tabung penyambung (gambar 154d). Akan tetapi sedapat mungkin tabung penyambung jangan dibuat pada pertengahan tingginya, tetapi sebaik-baiknya sepertiga pada salah satu dari titik pembagi. Jadi pada tiang dari 12 m sebaik-baiknya dibuat dengan satu dari 8 dan satu dari 4 m.

Tabung penyambung mempunyai lobang terus, mempunyai bentuk sedemikian rupa, sehingga di dalamnya sesuai dengan ujung-ujung yang dipapakkan dari tiang-tiang itu. Bila tiang atas diputar, tiang bawah

Gamb. 153



haruslah mengikuti gerak itu. Sambungannya dikunci dengan punca baja, rata-rata setebal 26 mm. Seterusnya pada sebelah luarnya tabung penyambung itu dibuat aluran-aluran, untuk tempat memasangkan sengkang pengapit dari pelancar dan silangan.

Batang-batang penarik, gambar 154e, Ø 35 mm, diberi mur peregang untuk meregang batang-batang itu dan mata untuk menyambungnya dengan sengkang-sengkang pengapit. Ia didapat dalam panjang 2,3 dan 3 m. Bila diperlukan panjang yang menyimpang, batang itu dapatlah dipotong pada ukuran yang tepat dan dibuatlah uliran sekerup baru.

Sengkang pengapit untuk batang penarik lebarnya 90 mm, dapat berpasangan mengelilingi tiang. Ukuran-ukurannya ada diberi pada gambar 154f dan g. Baut yang mengikat batang penarik ialah Ø 28 mm.

Bila sudut antara tiang dan batang penarik menjadi lebih kecil dari 20° (kira-kira 1 : 3), batang-batang penarik tidak mencukupi lagi tujuannya. Dalam hal ini batang-batang penarik panjang diganti dengan dua yang pendek (lihat gambar 151 pemikul D). Perhatikanlah bahwa jarak bebas yang diukur di atas tiang, tidak boleh lebih dari 3,5 m.

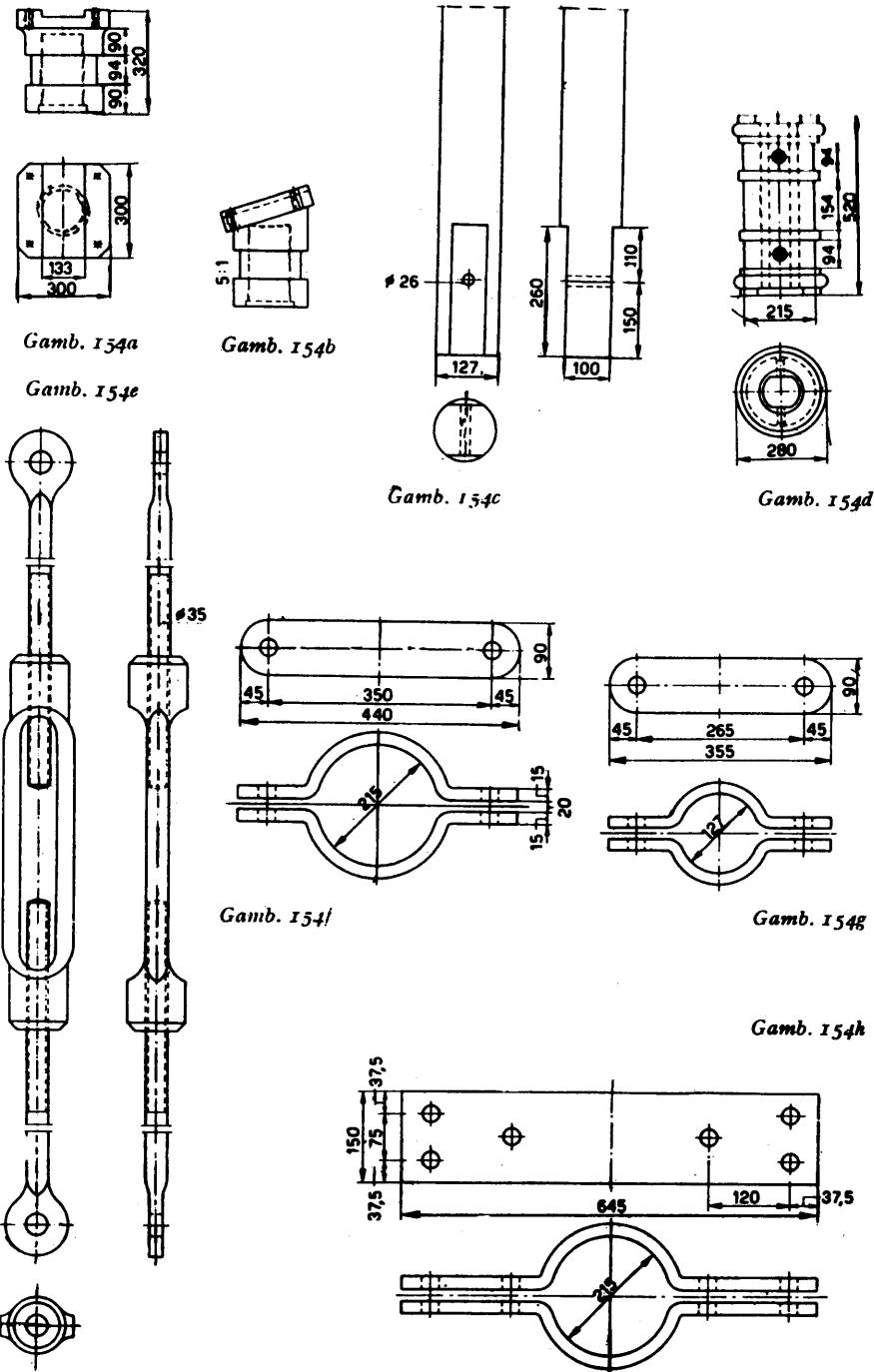
Pelancar-pelancar mendatar dibuat sampai sepanjang 2,75 m dari baja I No. 20, untuk panjang yang lebih besar dipergunakan I No. 24. Juga pelancar-pelancar ini diikatkan pada tabung penyambung atau tiang-tiang dengan sengkang pengapit yang lebarnya 150 mm (gambar 154 h dan i).

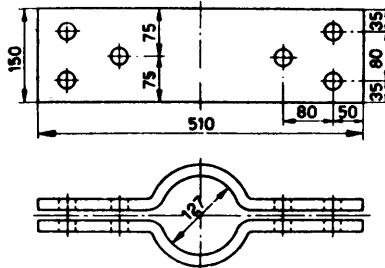
Pada pemikul kembar pada ujung bawahnya, di tempat pelancar penghabisan, terdapat suatu ikatan mendatar, yang terdiri pula dari pelancar baja I dan batang-batang penarik. Untuk melakukannya kita dapat yang dinamai sengkang seperempat ($\angle = 90^\circ$), — seperdelapan ($\angle = 45^\circ$) dan sengkang untuk sudut 135° (gambar 154 k).

Kedua tiang-tiang *tepi* pada pemikul tunggal, kecuali pada pemikul tepi atau kepala jembatan, dipasang dengan miring 5 : 1. Tiang-tiang yang lain tegak lurus. Kita dapatlah *topi tiang* miring dan tegak lurus (gambar 154 a dan b). Topi tiang mempunyai lobang bundar (jadi tidak dengan bidang-bidang datar). Bila tiang sudah diputar ke dalam, dapatlah topi-topi dipasang sedemikian rupa, sehingga alurannya, yang mempunyai lebar 133 mm, kira-kira bersesuaian dengan lebar leher dari suatu balok baja I No. 32, yang diletakkan menurut arah poros memanjang pemikul itu.

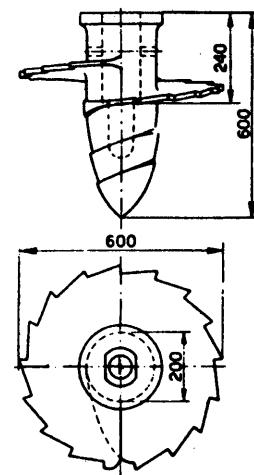
Balok pemikul dibuat 0,50 m lebih panjang daripada lebar jembatan di antara sandarannya.

Balok-balok pemikul dibuat tidak lebih kecil daripada I no. 30. Tergantung dari tekanan dilakukan propil sampai no. 38.

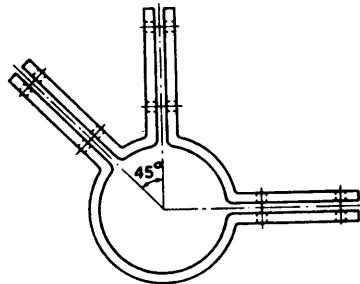




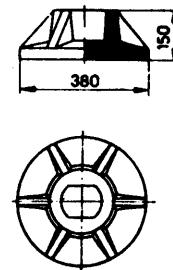
Gamb. 154j



Gamb. 154l



Gamb. 154k



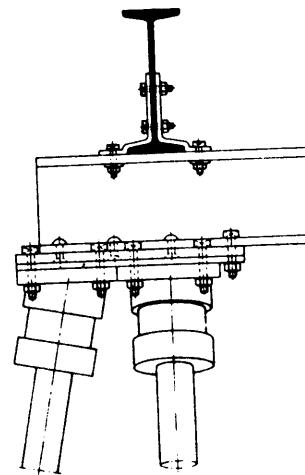
Gamb. 154m

Di mana aluran dari topi tiang hanya 133 mm lebarnya, pada pemakaian balok-balok lebih besar dari I 32, haruslah dibuang sedikit leher-lehernya.

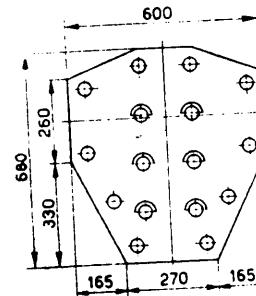
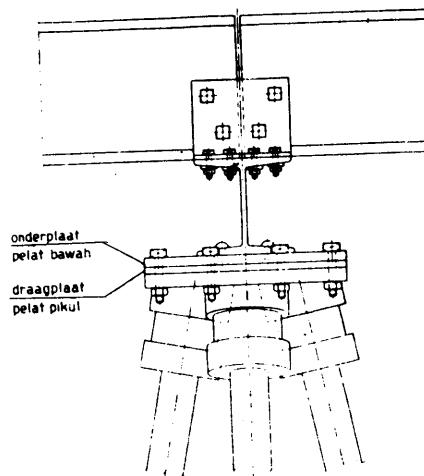
Pada pemikul kembar semua tiang berdiri dengan miring 5 : 1. Bila ini dilakukan, diambilah untuk balok pemikul propil No. 30 dengan leher lebar.

Di atas balok pemikul diletakkan balok-balok jembatan. Balok-balok tepi dengan poros-porosnya terletak tepat di atas titikpotong dari poros-poros dari tiang-tiang tepi itu dengan sisi bawah balok pemikul.

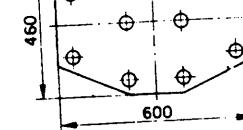
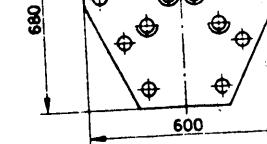
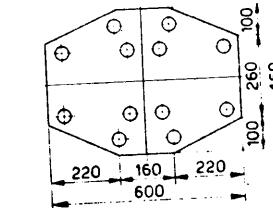
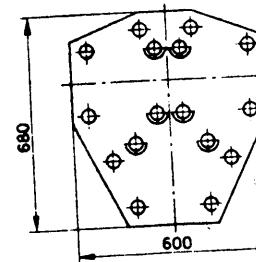
Di antara balok-balok jembatan dan balok pemikul terdapat pelat pemikul setebal 10 mm. Pengikatannya dilakukan dengan pelat-pelat pengikat lengkap.



Gamb. 155a



voor de tussenpalen
untuk pemikul antara



Gamb. 155b

Di bawah pelat-pelat pemikul dapat diletakkan pelat-pelat isi untuk memberi bundar tong pada lantai. Pada pemikul kembar, di mana balok pemikulnya mempunyai propil dengan leher lebar, di atas topi-topi tiang dilakukan pelat bawah pengisi tebal, setebal 22 mm. Balok pemikul diberi suatu pelat pemikul (diikat padanya dengan paku pantak terbenam), yang dengan baut-baut sekerup diikat kepada pelat bawah dan topi (gambar 155a dan b).

Daun-daun sekerup (lihat gambar 154) terdiri dari suatu teras padat dengan ujung pada sisi bawahnya dan daun sekerup sebenarnya dengan uliran. Garis tengah dari daun ini pada daun besi tuangan ialah 0,40, 0,60 dan 0,90 m dan 0,60 dan 0,90 pada baja tuangan. Daun-daun dari 0,4 dan 0,6 m mempunyai gigi-gigi. Dalam terasnya terdapat lobang, di mana ujung tiang yang sudah difrais tepat sesuai. Sambungan itu dipaku dengan punca baja.

Seperti sudah dikatakan di atas, bila keadaan tanah membenarkan, tiang-tiang pada sisi bawahnya tidak akan diberi daun sekerup, akan tetapi ia bertumpu dalam kaki penembokan atau beton. Dalam hal seperti itu tiang-tiang itu masing-masing dapat juga diletakkan dalam sepatu tiang; gambar 154 m memberi suatu contoh.

Bila ada bahaya, bahwa pada waktu banjir kotoran yang terapung akan tersangkut antara tiang-tiang pemikul-arus, haruslah dilakukan suatu pembungkusan.

Untuk ini sebaik-baiknya dipakai beton bertulang. Gambar 156 memberi suatu penyelesaian. Sebagai tulang biasanya dipergunakan kawat renggang (metal deploye), sedangkan sisi mukanya dilindungi dengan sepotong rail yang dijangkarkan kepada beton itu; dan mungkin juga dipergunakan untuk ini besi baja siku.

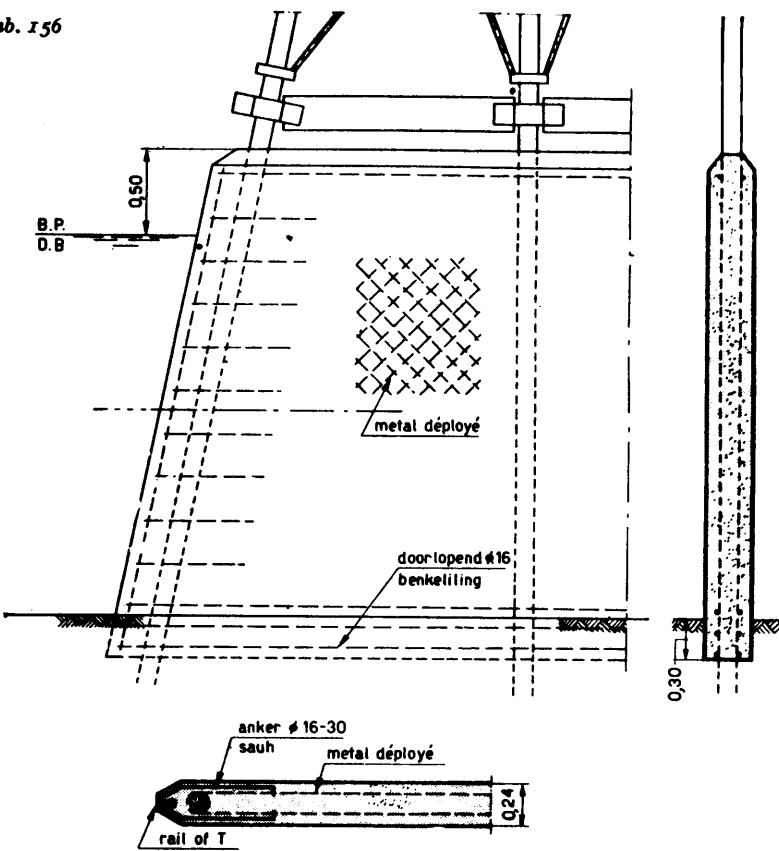
c. *Pemikul-pemikul kepala jembatan.* Gambar 157 memperlihatkan penampang melalui pemikul kepala jembatan. Pada azasnya konstruksi dari pemikul seperti itu serupa juga dengan konstruksi pemikul-arus. Hanya tiang-tiangnya dibuat semuanya *tegak lurus*. Pemikul kepala jembatan hanya mendapat setengah dari yang harus dipikul oleh pemikul-arus, sehingga jumlah tiang-tiang diambil biasanya lebih kurang, akan tetapi tidak pernah kurang dari tiga.

Jarak sekecil-kecilnya dari ujung balok-balok jembatan sampai ke hati tiang-tiang ialah 0,35 m.

Untuk menahan badan jalan, pada ujung jembatan ditembok suatu tembok penutup. Lebar pasangan dibuat sekurang-kurangnya $0,47 \times$ tingginya, sedangkan bidang belakang dimiringkan dengan 5 : 1.

Bidang atasnya terletak 0,05 m lebih tinggi daripada tepi bawah balok-tumbuk atau sama dengan tepi atas balok jembatan, akan tetapi ujung-ujung dari tembok kecil itu — melintasi lantai — didirikan sampai ke bidang atas lantai jembatan. Panjang dari propil yang diterangkan tadi ialah 1 m lebih besar daripada panjang balok pemikul. Pada tiap-tiap ujung, yaitu pada tempat pertemuan dengan tembok pipi yang akan disebut nanti, di tembok pemberat berbentuk tembok penguat tegak lurus, lebarnya 0,60 m. Di atas ini dapat ditembok tembok-tembok sedada.

Gamb. 156



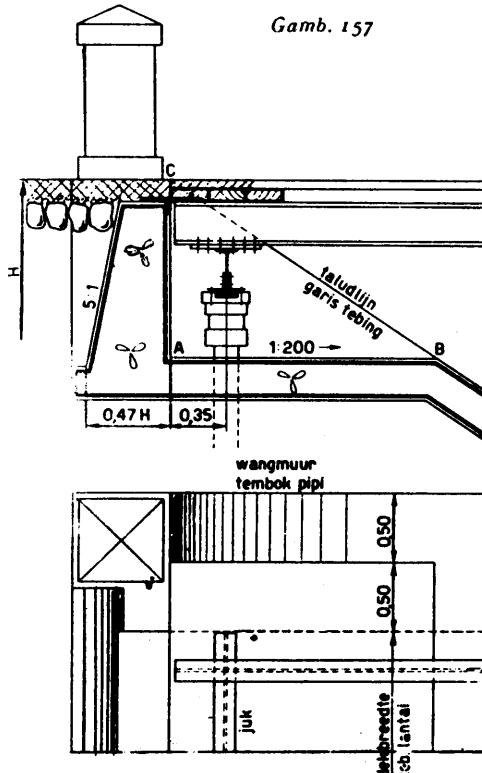
Tebingnya pada kedua belah ditahan oleh tembok pipi tegak berbentuk segitiga (ABC) setebal 0,50 m. Jadi jarak antara tembok-tebok pipi itu 1 m lebih panjang daripada panjang balok pemikul.

Takikan yang dibentuk seperti itu, memberi kemungkinan pada kita untuk memeriksa peletak balok-balok sebagaimana mestinya dan memeliharanya, diberi berlantai lagi dengan penembokan setebal 0,30 m yang seolah-olah sebagai penerusan dari penembokan tebing. Hal yang terakhir ini pada jembatan jarang sekali tidak dilakukan. Bidang atas pelantai dibuat kira-kira 0,05 m lebih rendah dari tepi bawah topi-topi tiang, akan tetapi bila letaknya muka tanah lebih rendah, setinggi muka tanah.

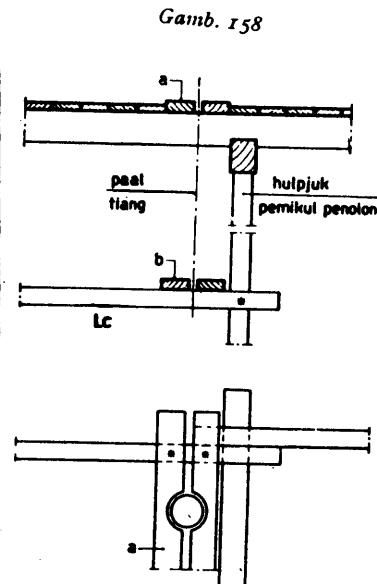
Akan tetapi selain daripada takikan yang diterangkan tadi, dapat juga dibuat turap beton bertulang (lihat gambar 183).

d. *Memutar dan memotong tiang-tiang*. Untuk memutar tiang-tiang pemikul antara, perlu dibuat suatu jembatan pengkerja, di atas mana pekerja-pekerjanya dapat bekerja dan tiang-tiang yang dibutuhkan, bahan-bahan penolong untuk pemutaran dan seterusnya dapat didatangkan. Untuk membuat jembatan penolong, di dekat tempat pemikul yang akan dibuat, dapat didirikan pemikul penolong dari kayu hutan atau batang-batang kelapa. Di atas ini dapat diletakkan balok-balok jembatan penolong dari kayu atau baja. Di atas balok-balok disusun lantai dari papan-papan lepas.

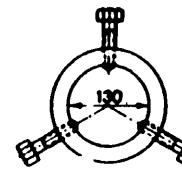
Tiang-tiang diputar satu per satu. Untuk menjamin tegak yang tepat, sesudah ia ditegakkan pada tempat sebenarnya, tiang itu dikungkung antara rusuk-rusuk pengapit, yang diapit pada balok-balok penolong dengan perantaraan baut-baut (lihat a gambar 158). Juga pada tempat yang lebih rendah (lihat b pada gambar 158) harus dipasang rusuk-rusuk pengapit. Untuk mengikatnya perlu juga balok-balok pe-



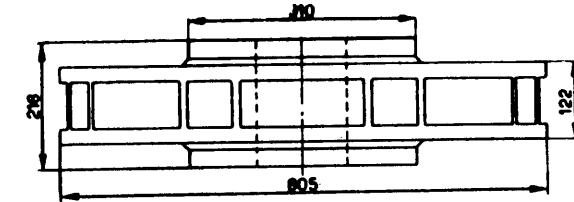
Gamb. 157



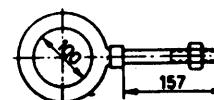
Gamb. 158



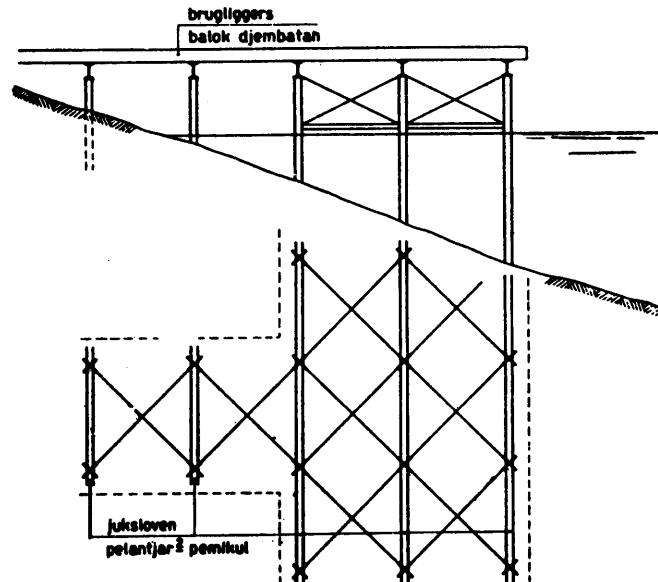
Gamb. 159a



Gamb. 159c



Gamb. 159b



Gamb. 160

nolong (c gambar 158). Dengan penggambaran yang tepat pada takikan *a* dan *b*, dapatlah bila perlu dibuat miring 5 : 1.

Untuk pemutaran dipasang di atas tiang suatu cincin pengatur (gambar 159a) dan di atas ini, diletakkan pemutar tiang (gambar 159b). Untuk menaikkan atau menurunkan pemutar tiang dapatlah dilakukan dengan baut-baut mata (gambar 159c).

Lobang dalam pemutar tiang dibuat sedemikian rupa, sehingga sesudah dipasang mengelilingi tiang, tinggal lagi dua aluran, yang ke ujungnya menjadi lebih kecil. Ke dalam aluran-aluran ini dicucukkan punca-punca baja. Bila pemutar tiang diputar ke kanan, punca-punca itu mengapit dengan kuatnya sehingga tiang terbawa olehnya. Punca-punca, dapat dilepaskan bila memutar ke arah terbalik.

Memutar dengan mencucukkan tongkat-tongkat pemutar ke dalam lobang-lobang yang ada pada lingkarannya dan diputar oleh buruh, ataupun juga dengan membelitkan tali kabel beberapa kali dan ini ditarik dengan perantaraan derek mesin atau derek tangan.

Berangsur-angsur cincin pengatur dan pemutar tiang diikat lebih tinggi pada tiang, sehingga sampai terputar dalam yang diperlukan. Bila dalam itu, oleh karena salah satu rintangan tidak dapat tercapai, tiang itu dipotong atau dibakar sampai setinggi yang dibutuhkan.

Untuk pemutaran tiang-tiang pemikul kepala jembatan dibuatlah suatu lengkap (perancah) di daratan.

e. *Penggunaan lain dari pemikul-pemikul tiang sekerup*. Bangunan dengan pemikul tiang sekerup acap kali dilakukan untuk membuat pangkalan pada pelabuhan, di mana ia dibuat sejauh mungkin ke dalam laut sehingga tercapai dalam yang cukup untuk kapal-kapal. Dalam rancangan bentuk pangkalan seperti itu dapat dilihat pada gambar 160.

C. BALOK-BALOK DIPERKUAT, BALOK-BALOK BERTULANG DAN PEKERJAAN—TUPANG

§ 1. Umum

Pada pemakaian balok-balok kayu tidaklah dapat dibuat jembatan dengan bentang yang besar, karena balok-balok itu sudah lekas menjadi begitu besar, sehingga ia tidak mungkin didapatkan lagi, ataupun hanya dengan harga yang tinggi. Juga panjangnya mungkin menjadi suatu keberatan. Beralihlah kita kepada pemakaian balok-balok baja,

yang biasanya tidak hanya memberi bangunan yang lebih murah, akan tetapi juga karena tidak rusak-rusaknya sebagai suatu keuntungan. Tetapi mungkin, bahwa pada daerah-daerah yang banyak menghasilkan kayu bangunan kayu akan memberi penyelesaian yang lebih murah. Terlebih-lebih lagi akan hal seperti itu, bila balok baja harus diangkut melalui jarak-jarak yang besar. Dalam hal ini akan dilakukan bangunan kayu, juga untuk jarak-bentang yang lebih besar dari 7 m.

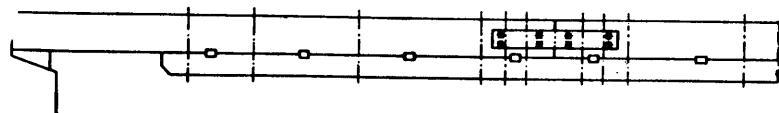
Yang dapat dilakukan ialah:

- a. *Balok-balok diperkuat* (dari 6 sampai dengan 12 m)
- b. *Balok-balok bertulang* (dari 9 sampai dengan 16 m)
- c. *Pekerjaan-tupang* (dari 9 sampai dengan 16 m)

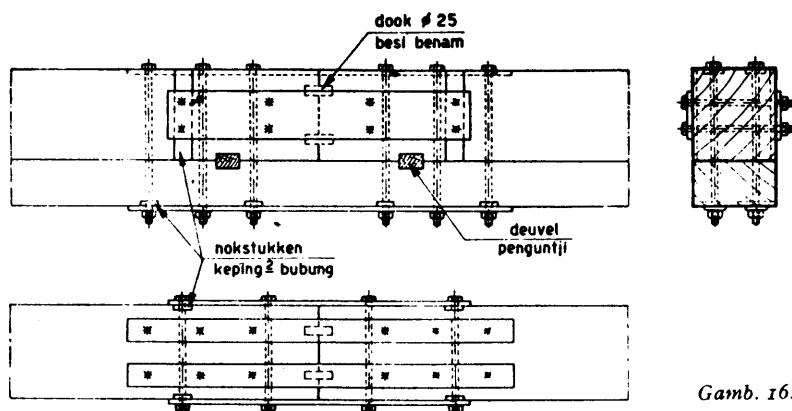
Pada departemen B.O.W. yang dulu adalah dihitung dan dikerjakan bangunan untuk lalu lintas ringan (lebar jembatan 3 dan 4,5 m) dan lalu lintas berat (lebar jembatan 3, 4, 5 dan 6 m). Sebagai bagunan lantai dipakai lantai aspal beton. (lihat surat edaran Pengumuman No.7 dan 8).

§ 2. Balok-balok diperkuat

Gambar 161 memperlihatkan gambar dari balok di perkuat. Sebagian dari sepanjang jarak-bentang dipasangkan *balok penguat*, yang diikat pada balok dengan memakai baut sekerup Ø25 – Ø32 mm dan pasak kayu keras dari 4 X 7 sampai 5 X 8 cm. Gunanya ialah untuk menyatukan kedua balok-balok ini, dan supaya bekerja bersama-sama ada panjang > 7 m terdapat sambungan pada balok atas, lihat gambar 162. Balok-balok disambung beradu, hanya 2 dan 4 besi benam Ø25 mm dipakukan ke dalam kepala kayu. Bilah-bilah baja dipergunakan untuk memindahkan momen-momen-lengkung, di mana kait-kait siku yang dilakukan mempunyai arti yang besar. Oleh karenanya kekuatan-kekuatan yang harus dipindahkan, tidaklah dipindahkan pada dinding lobang baut sekerup, akan tetapi pada kepala kayu dari takikan, di mana kait-kait siku itu dibenamkan. Seterusnya takikan-takikan dapat dibuatkan dengan teliti, yang mana tak pernah akan terdapat pada lobang-lobang untuk baut sekerup, oleh karena lobang itu harus dibuat beberapa mm lebih besar.



Gamb. 161



Gamb. 162

Oleh karena penggeraan yang kurang sempurna itu, terjadilah perobahan bentuk pada baut atau pada dinding lobang. Pasak-pasak kayu dan atau pelat-pelat cengkam pada konstruksi mempunyai arti yang serupa seperti pada bagian-bagian kait siku.

Bila panjang dari balok penguat > 7 m. terdapat jugalah sambungan di sini. Sambungan ini dapat digabungkan dengan balok atas.

Sangat dianjurkan supaya balok-balok dengan panjang > 8 m dibuat dengan sedikit dilengkungkan ke atas dari beberapa sentimeter dengan titik tekuknya pada sambungan.

§ 3. Balok-balok bertulang baja

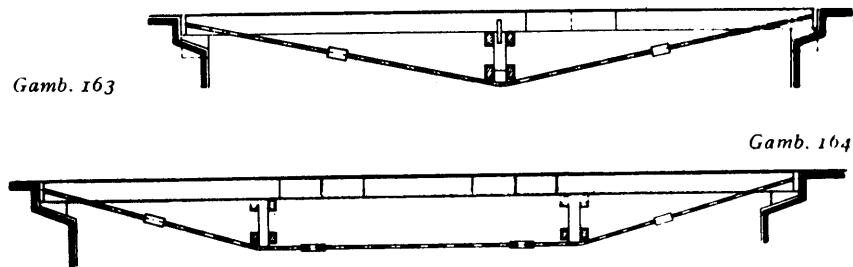
a. *Umum.* Ini ialah balok-balok yang mempunyai batang penarik dari baja. Balok seperti itu mendapat bentuk hampir serupa dengan kuda-kuda yang terbalik.

Jadi pada balok mendatar tiba kekuatan tekan dan di samping itu karena pemberanakan juga momen-lengkung dan pada batang baja kekuatan-tarik.

Balok-balok bertulang dapat dibedakan dalam dua macam, yaitu: bentuk ke I, di mana balok ditumpu oleh tulang baja pada pertengahannya, gambar 163 dan:

bentuk ke-II, di mana tumpuan itu terjadi pada dua titik (gambar 164).

Jembatan yang dilakukan dengan balok-balok ini, mempunyai tinggi bangunan dari 1,20—1,60 m.



Gamb. 163

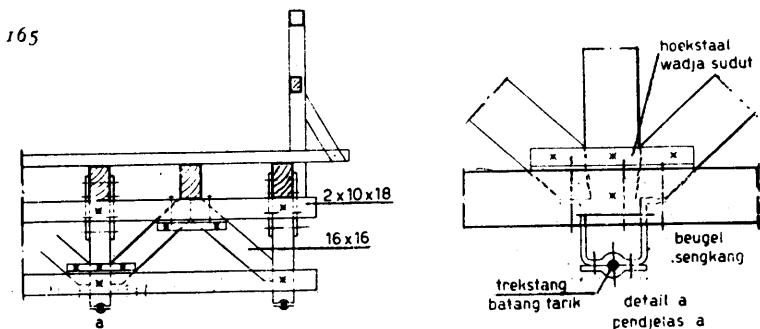
Gamb. 164

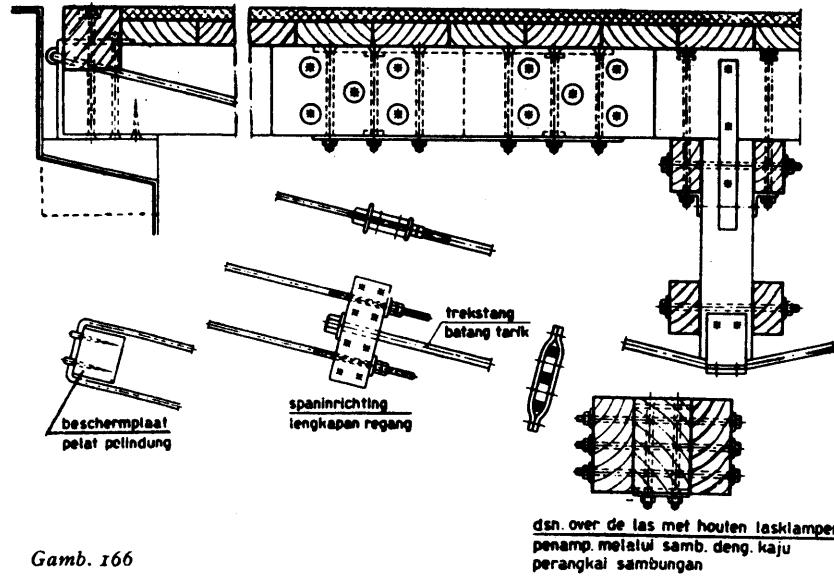
b. *Konstruksi balok bertulang baja bentuk ke-I.* Jumlah balok-balok yang dilakukan untuk berbagai-bagai lebar jembatan, terdapat pada daftar V. Di mana konstruksi ini dilakukan untuk lebar > 7 m, maka pada balok akan terdapat sambungan. Sambungan ini dibuat atau di atas titik-tumpu atau seperti yang digambarkan pada gambar 163, di samping titik-tumpu. Konstruksi sambungan ini adalah hampir serupa dengan yang dibicarakan pada bab yang lampau. Titik-tumpu terdiri dari ikatan-lintang, yang tersusun dari balok-balok-lintang kembar dari 10 x 18 cm dan tiang-tiang dan silangan-silangan dari 10 X 16 cm (gambar 165).

Pada balok-lintang atas terletak balok-balok jembatan. Jumlah tiang-tiang serupa dengan jumlah batang penarik yang diperlukan, menurut lebar jembatan dan macam pembebahan (ringan atau berat), mungkin berjumlah 2 sampai 5 buah.

Batang penarik diikatkan pada tiang-tiang dengan perantaraan sengkang-sengkang. Ia terdiri dari baja bundar Ø32—50 mm dan dapat di regang dengan lengkap peregang (lihat gambar 166). Pengikatan pada ujung-ujungnya dilakukan dengan batang baja bundar yang dilengkungkan dan diikat dengan paku kokot. Kepala balok dilindungi dengan sepotong pelat baja untuk mencegah supaya sengkang tidak tertarik ke dalam kayu.

Gamb. 165





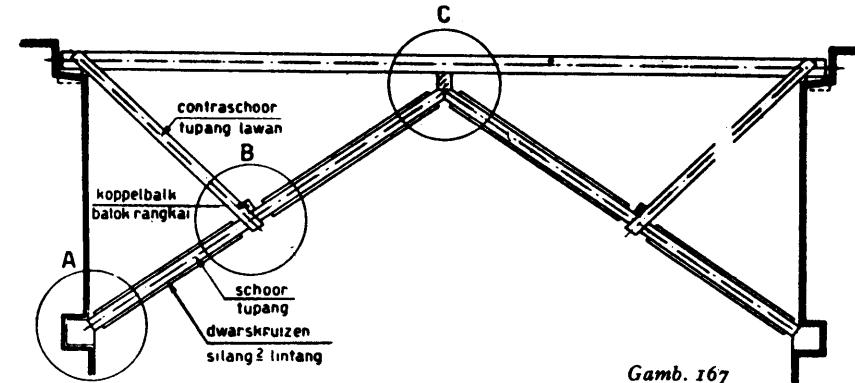
Gamb. 166

Balok bertulang bentuk ke-II. Di sini balok-balok ditumpukan pada dua titik. Dalam batang penarik, seperti dapat dilihat pada gambar 164, terdapat bagian mendatar. Bagian mendatar ini tidak dibuat dari batang baja bundar, akan tetapi dari batang baja pelat. Seterusnya bagian konstruksi diselesaikan dengan cara serupa seperti pada balok bertulang bentuk ke I.

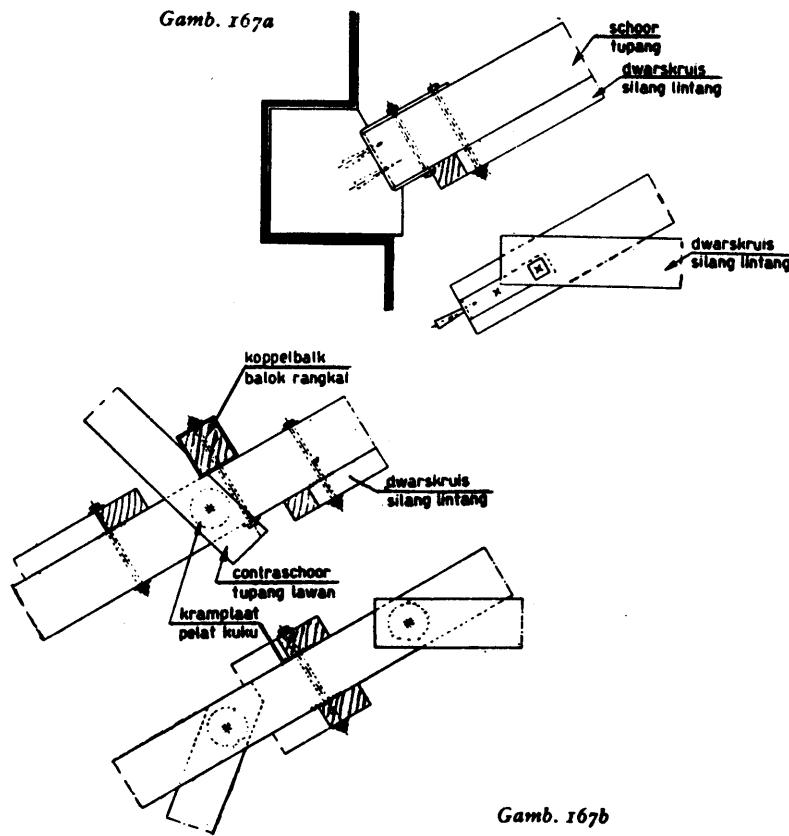
§ 4. Jembatan-jembatan pekerjaan-tupang.

a. *Umum.* Di sini balok-balok jembatan kayu ditupang oleh pekerjaan-tupang, yang dipasang sedemikian rupa sehingga jarak-bentang jembatan dibagi dalam dua (type I gambar 167), atau tiga bagian (type II gambar 168). Tinggi bangunan dari jembatan semacam itu ialah 2,1—4 m, bergantung dari lebar-bentang, jadi adalah bagian yang terpenting dalam hal ini.

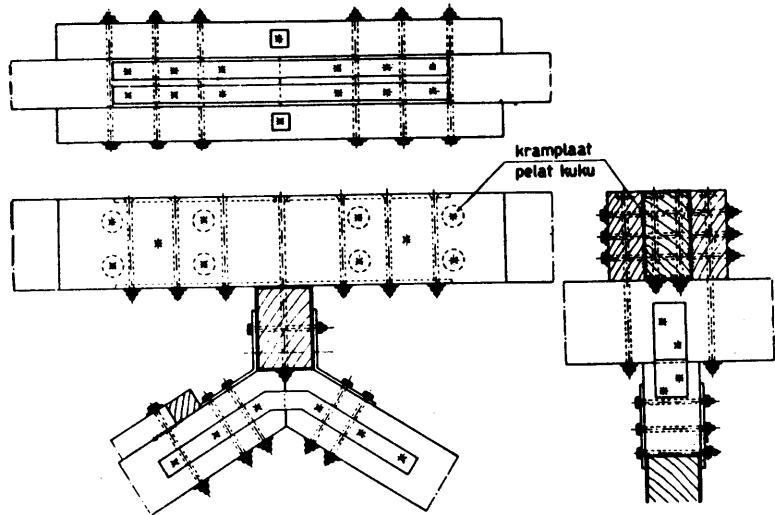
Jembatan ini hanya dapat dilakukan, bila bidang kendaraan terletak cukup tinggi di atas duga A.T., hal yang seperti itu terdapat pada penyeberangan jurang-jurang yang sangat dalam dan curam. Jembatan ini biasanya lebih murah dari pada bentuk jembatan yang diterangkan pada § 2 dan 3.



Gamb. 167

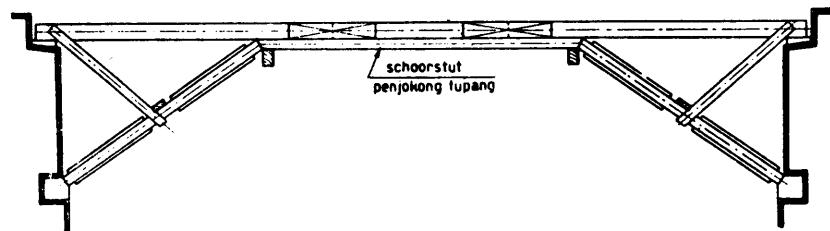


Gamb. 167b

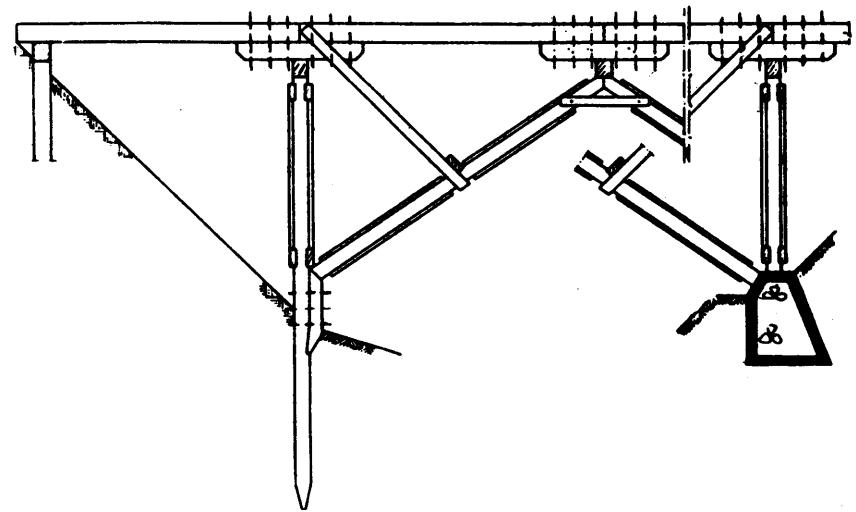
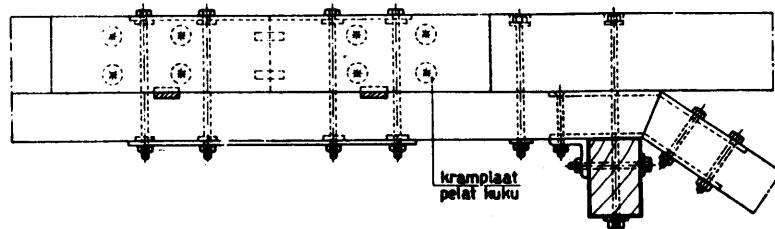


Gamb. 167c

Gamb. 168



Gamb. 168a



Gamb. 169

b. *Konstruksi. Jembatan kerja-tupang bentuk ke-I (gambar 167).* Pertengahan dari balok-balok jembatan terletak di atas suatu pemikul-lintang, yang langsung ditupang tiap kali oleh 2 penupang, yang memindahkan tekanan pula kepada pilar-pilar beton. Untuk menghindarkan tertekuknya penupang yang tertekan itu, dipertengahannya disambung dengan balok perangkai dan di sana ia ditupang pula dengan tupang lawan. Seterusnya terdapat juga lintang silangan. Penjelasan gambar 167a, b dan c memperlihatkan konstruksinya.

Jembatan kerja-tupang bentuk ke-II (gambar 168). Di sini penupang-penupang tidak menupang di pertengahan jembatan, akan tetapi kira-kira pada titik-titik pembagi pertiga. Di bawah bagian tengah dari balok jembatan terdapat balok penupang mendatar yang gunanya untuk memberi pertautan yang baik di antara penupang-penupang dan juga sebagai balok penguat. Oleh karena dilakukan balok penupang, kekuatan tekanan dapat dipindahkan pada kepala kayu (gambar 168a) dan berhubungan dengan tekanan yang dibenarkan sangat tinggi, adalah satunya cara yang sebaik-baiknya untuk menyelesaikan soal ini.

Kerja-tupang dapat juga dilakukan dalam gabungan dengan titik-titik tumpu antara, seperti diperlihatkan oleh gambar 169. Pada sisi kiri, di mana tidak terdapat kaki batu atau beton, dibuatlah kelos yang kokoh. Juga di sini tekanan dipindahkan pada kepala kayu. Pertautan dengan jalan dapat diselesaikan seperti pada gambar 130.

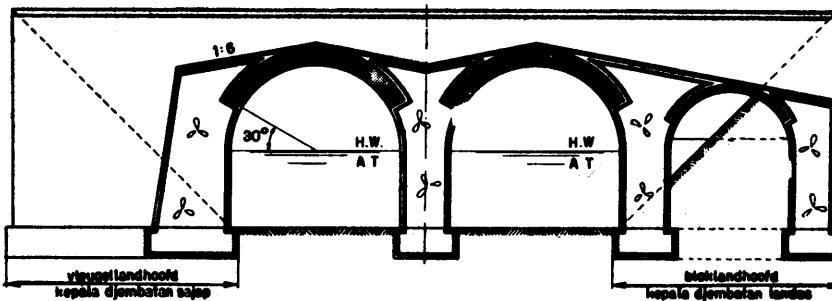
D. JEMBATAN-JEMBATAN BUSUR

§ 1. Umum

Di sini pembebanan dipindahkan pada kepala jembatan dan titik-tumpu antara dengan perantaraan lengkungan dari batu, beton P.C. atau beton bertulang. Di atas lengkungan itu dilakukan pengisian tanah dan di atas ini lagi terdapatlah penerusan pengeras jalan.

Gambar 170 melihatkan suatu penampang memanjang dari jembatan busur dengan 2 lengkungan setengah lingkaran dari beton P.C. Di sebelah kiri terdapat kepala jembatan sayap dengan tembok balik, pada sebelah kanannya adalah digambarkan kepala jembatan landas. Kita lihat persamaannya yang besar dengan suatu urung-urung lengkungan.

Gamb. 170



Tinggi bangunan pada jembatan busur adalah besar, ialah dari tepi atas jalan sampai permulaan lengkungan; di mana ia akan dilakukan pada jurang dalam, sungai dan terusan yang harus diseberangi; akan tetapi hanya pada tanah bangunan yang sangat baik, karena pada konstruksi ini terjadi kekuatan ke arah sisi yang tidak dapat diabaikan (mendatar dan tegak lurus).

§ 2. Lengkungan-lengkungan

Sedapat mungkin pada pemakaian batu atau beton dilakukan lengkungan setengah lingkaran. Bila terdapat tinggi bangunan yang terlalu kecil, dapatlah dilakukan lengkungan tembereng, akan tetapi panjang anak panahnya tidak boleh lebih kecil dari pada $\frac{1}{4}$ bentang.

Permulaannya boleh lebih tinggi, akan tetapi tidak boleh lebih rendah dari pada duga A.T.; supaya cukup terdapat tanah penutup, puncak dari penurapan tidak boleh lebih kurang dari 0,40 m di bawah tepi jalan.

Tebal lengkungan pada permulaannya dan pada puncaknya untuk bentang sampai 4 m dihitung bersamaan dengan rumus-rumus seperti pada lengkungan urung-urung. Akan tetapi bentangnya biasanya lebih besar dari 4 m, tetapi jarak-bentang yang besar dari 10 m tidak dipakai. Dalam hal di mana lebarnya > 4 m, tebal pada puncak lengkungan beton dihitung dengan rumus yang dulu sudah kita perbincangkan:

$$d_t = \frac{w}{60} + \sqrt{\frac{r}{30}}, \text{ di mana ditetapkan pula, bahwa pengisian tanah setinggi-tingginya } 1,20 \text{ m.}$$

Akan tetapi tebal pada permulaannya harus dihitung dengan rumus-rumus berikut:

untuk lengkungan setengah lingkaran:

$$d_g = 2dt$$

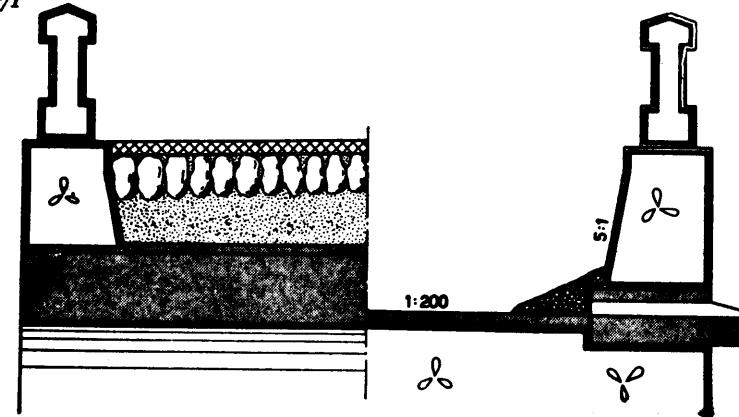
untuk lengkungan tembereng:

$$d_g = 1\frac{1}{2} dt$$

Pada rumus-rumus tersebut di atas berarti pula w bentang dan r jari-jari dari garis-lengkung dalam, semua dinyatakan dalam meter.

Lunas antara penurapan dibuat miring pengering ke sisi-sisinya, misalnya di bawah 1 : 200, sedangkan pada tiap-tiap ujung dipasang pipa-pipa gas atau pancuran, untuk mengalirkan air turun (gambar 171).

Gamb. 171



Pengisian tanah dikungkung oleh tembok-tembok pipi. Di atas bidang atas dari tembok-tembok ini ditembokkan sandaran, yang biasanya di sini dilakukan dari batu bata.

Bila dilakukan lengkungan beton bertulang, kita tidak terikat pada bentang 10 m. Pada penyeberangan yang besar betonlah bahan yang terbaik, karena tiang-tiang antara tidak perlu dipakai lagi dan bila tidak mungkin, dapat jumlahnya diperkurang sampai sekecil-kecilnya.

§ 3. Bangunan bawah

Kepala jembatan berupa mungkin kepala jembatan sayap ataupun juga kepala jembatan landas.

Berat dari tembok muka kepala jembatan sayap (gambar 170 kiri) harus dihitung sebagai dinding tegak suatu lengkungan. Lebar pasangan sayap ditentukan dengan cara yang bersamaan seperti yang sudah diterangkan dahulu.

Pada kepala jembatan landas (gambar 170 kanan) tembok muka dianggap sebagai tiang pemikul, tembok belakang sebagai dinding tegak dari suatu lengkungan.

Titik-titik-tumpu antara, yang di sini selalu dilakukan dari batu, didirikan serupa seperti pada tiang antara yang dibicarakan pada urung-urung.

E. BANGUNAN SEMENTARA DAN BANGUNAN PENOLONG

Di tanah ini untuk bangunan sementara dan bangunan penolong dipergunakan bambu, batang kelapa dan pinang. Yang terbanyak dipakai ialah bambu, oleh karena ia hampir di mana-mana saja didapati.

Pada gambar 172 sampai dengan 177 diberi beberapa sambungan bambu yang sederhana.

Gambar 172 ialah yang dinamai sambungan setengah, yang bersamaan dengan sambungan bibir lurus. Untuk menyambung bagian-bagiannya hanya dipergunakan tali, untuk ini biasanya dipakai tali „ijuk” (duk).

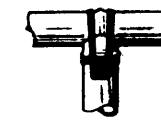
Gamb. 172



Gamb. 173



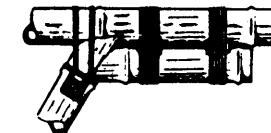
Gamb. 174



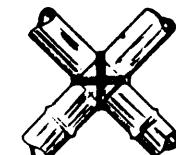
Gamb. 175



Gamb. 176a



Gamb. 176b



Gamb. 177

Pada gambar 173 ada diberi sambungan lengkap, yang didapatkan dengan melakukan kayu inti sedangkan pada gambar 174 sambungan didapatkan dengan meneruskan bambu-bambu itu di samping masing-masing. Supaya mendapat perangkaian yang kokoh di pancang baji-kayu sesudah pengikatan dilakukan.

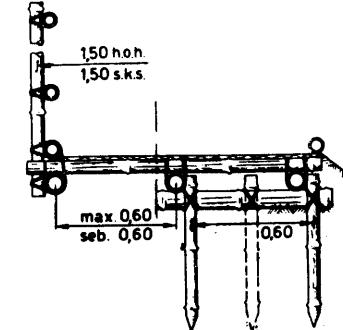
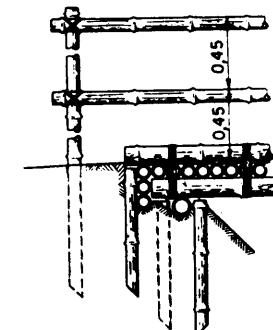
Gambar 175 sampai dengan 175 B memberi sambungan siku dan yang miring dengan punca kayu. Pada 175 B daripada penyangga bambu terhadap pergeseran, dapat juga dilakukan dengan kelos kayu.

Dari gambar-gambar, kita lihat bahwa talih yang memegang kedudukan penting. Sudah tentu selainnya dari pada tali dapat dipergunakan juga kawat baja, tetapi hal ini akan menyebabkan bangunan menjadi lebih mahal. Sambungan tarik harus dihindarkan, karena ia tidak dapat dibuat dengan sempurna.

Pada gambar-gambar yang berikut diberi beberapa bangunan jembatan bambu yang sederhana.

Pada gambar 178 kita lihat balok-balok (bambu yang kokoh, batang-batang kelapa atau pinang) diletakkan di atas batang-lintang.

Gamb. 178



Batang-lintang itu ditahan pada tempatnya dengan pertolongan patok-patok (setinggi-tingginya 0,6 m dari sumbu ke sumbu).

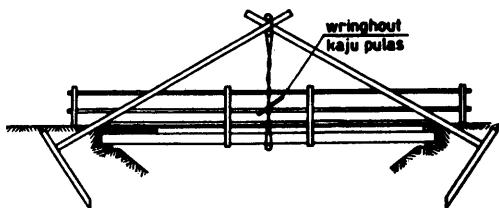
Lantainya terdiri dari bambu yang disusun-susun dan pada tepi-tepiannya dijaga, supaya jangan terjungkit, dengan bambu tepi. Seluruhnya diikat pula dengan tali, bila perlu dilakukan baji untuk mengakukannya. Pada balok-balok tepi dengan bambu tepi dapat dipasang tiang-tiang sandaran.

Dianjurkan supaya di atas lantai bambu dipasang juga dahulu suatu kajang bambu yang kokoh dari bilah *tidak dikupas* (sasak), sehingga terdapat muka bidang yang lebih datar. Kajang dipasang juga sampai di bawah bambu tepi.

Untuk menahan galangan jalan pada kepala balok-balok bambu dipasang beberapa bambu, yang diikat kepada patok-patok. Untuk ini dapat juga dipergunakan batang kelapa yang telah dibelah dengan gergaji. Tiang sandaran pertama dan penghabisan sebaik-baiknya dipasang didarat, bila perlu ditupang kokoh-kokoh.

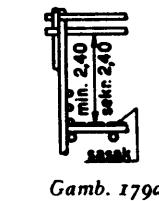
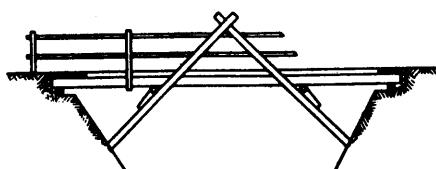
Pada pembebanan lebih besar, dilakukan kerja-gantung dan tupang, oleh karena mana balok-balok jembatan lebih banyak mendapat tumpuan.

Pada kerja-gantung gambar 179 harus juga diingat, bahwa bambu perangkai terletak cukup tinggi di atas bidang kendaraan. Penggantung dapat dibuat dari tali atau kawat baja, karena sulit sekali membuat sambungan pada arah *tarikan*. Untuk meregangnya dipakailah kayu puntir.

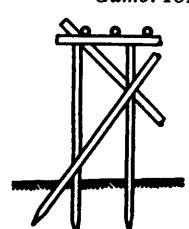


Gamb. 179

Gamb. 180



Gamb. 179c



Gamb. 181

Pada gambar 180 digambarkan kerja-tupang. Bangunan ini baru pada tempatnya, bila cukup tinggi bangunan dan tebing sungai terdiri dari tanah yang baik atau dari batu.

Akhirnya gambar 181 melihatkan bagaimana pemikul antara dapat diselesaikan.

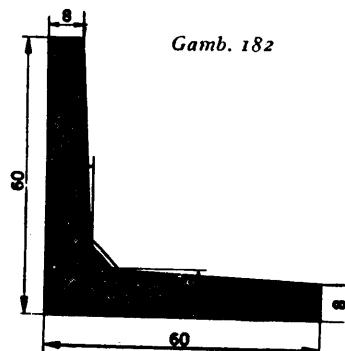
Pada pemakaian batang-batang kelapa dan pinang, dapatlah sambungan yang bermacam-macam itu, bila perlu diperkuat dengan baut.

F. KONSTRUKSI-KONSTRUKSI BANGUNAN BETON BERTULANG

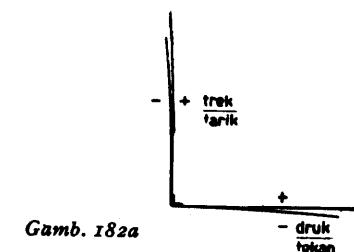
§ 1. Turap-turap

Bentuk yang sesederhananya dari suatu turap ialah yang seluruhnya dibuat dari beton bertulang; dilihat dengan penampang oleh gambar 182. Diperbedakan antara pelat dinding, yang menahan prisma tanah yang bergelincir dan pelat kaki yang ditekan oleh tanah yang terletak di atasnya dan dengan ini dapat mencegah terbaliknya seluruh turap itu.

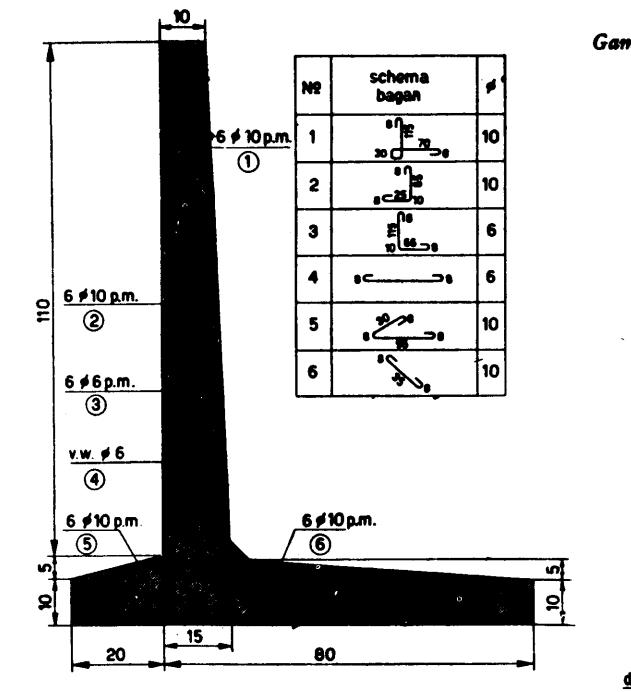
Supaya dapat ditentukan tempat untuk tulang-tulang, haruslah diselidiki perobahan-perobahan bentuk dari bangunan itu. Hal ini digambarkan dengan diperbesar pada gambar 182a. Pelat dinding mendapat tegangan-tarik pada sebelah belakangnya dan pelat kaki pada sebelah atasnya. Di sini batang-batang utama harus dibuat bersiku (tegaklurus) pada poros memanjang turap. Penjangan yang baik dari batang-batang utama harus diselenggarakan terhadap sudut-sudutnya. Ini didapat dengan jalan membuat sebatang tulang untuk kedua dinding itu. Seterusnya sudutnya harus dilakukan dengan kokoh. Ini dapat dikerjakan dengan jalan memasang batang-batang yang terletak miring.



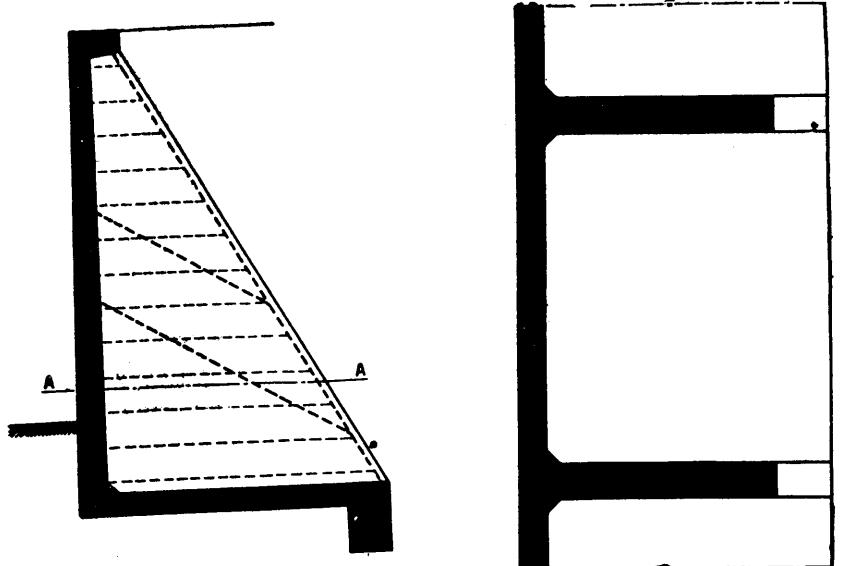
Gamb. 182



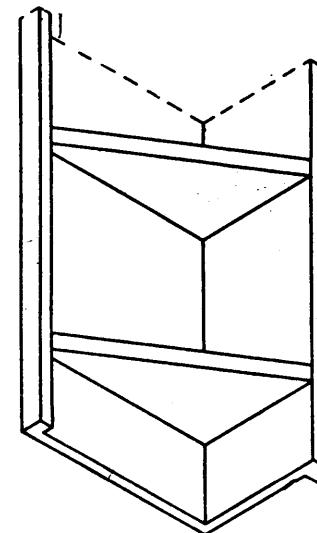
Gamb. 182a



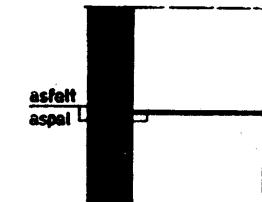
Gamb. 183



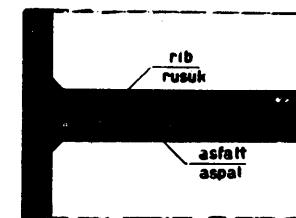
Gamb. 184



Gamb. 184a



Gamb. 185



Gamb. 186

Pada turap-turap yang tinggi dari 1 m dilakukan tulang kembar. Pada gambar 183 ada digambarkan turap untuk setinggi 1,25 m dan misalnya, baik untuk turap pemikul kepala jembatan pada jembatan tiang sekerup. Pada daftar-lengkung, dapat dilihat perjalanan dari tulang dengan jelas. Untuk tinggi yang lebih besar, bentuk ini dapat juga dipergunakan. Akan tetapi tebal dinding dan tulang harus menjadi lebih besar pula.

Bentuk yang sering dipergunakan untuk tinggi yang lebih dari 3 m dinyatakan pada gambar 184 dan 184a. Pelat dinding dan pelat kaki pada jarak-jarak 2 à 3 m disambung dengan rusuk-rusuk.

Dari penampang A—A pada gambar 184, dapat dilihat, bahwa pelat dinding dapat dianggap sebagai suatu pelat yang dilakukan melalui rusuk-rusuk. Jadi tegangan-tarik terjadi di tengah-tengah antara rusuk-rusuk pada sebelah mukanya dan pada rusuk-rusuk di mana pelat yang dikatakan *terapit*, pada sebelah belakangnya.

Pelat kaki diapit, pada rusuk-rusuk maupun pada pelat dinding dan ia tegak juga di atas tumit. Berhubung dengan ini, ia diberi bertulang sebagai pelat yang diapit pada ke empat sisinya.

Pada rusuk-rusuk, akan terjadi tegangan-tarik dalam bidang belakangnya. Tulang-tulang utama dalam rusuk-rusuk jadi dilakukan sejajar dengan yang sebelah belakang. Seterusnya jangan dilupakan sengkang-sengkang pada jarak-jarak \pm 30 cm, lihat gambar 184.

Pada air hujan, yang turun melalui tanah di belakang turap, harus diberi kesempatan untuk mengalir. Untuk itu dekat pada belakang pelat dinding dilakukan selapis krikil, setebal 0,08—0,10 m, sedangkan se-rendah mungkin dalam beton dipasang pipa-pipa baja, yang memberi kesempatan untuk air dapat mengalir.

Campuran dari beton biasanya 1 bagian P.C. 2 bagian pasir dan 3 bagian krikil.

Pada beton bertulang harus diberi kesempatan untuk mengembang dan menyusut, di bawah pengaruh perbedaan iklim, karena itu kira-kira setiap 10 m, harus dilakukan *siar penghitung*. Ia dapat dibuat seperti yang digambarkan pada gambar 185, untuk turap bentuk gambar 183 dan 182 dan seperti pada gambar 186 untuk turap bentuk gambar 184. Celah-celahnnya dapat ditutup dengan aspal, atau dibiarkan terbuka dengan maksud untuk mempergunakannya sebagai tempat ke mana air belakang dapat mengalir. Lapisan pengering di belakang celah tidak boleh dilupakan.

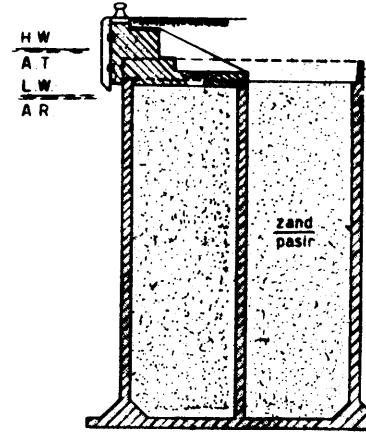
Pada turap yang tidak terlalu besar, bagian-bagiannya terlebih dulu dapat dirampungkan dan bila sudah cukup keras, dibawa ke tempatnya. Akan tetapi bagian-bagian itu janganlah dibuat terlalu panjang, karena kalau tidak demikian, beratnya tentulah menjadi terlalu besar. Turap-turap besar harus dituang pada tempatnya sendiri di antara pemetian.

§ 2. Tembok-tembok

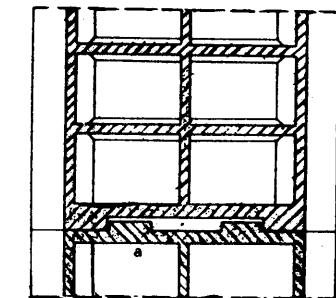
Untuk ini dapat dipakai bentuk seperti pada gambar 184, yang diuraikan pada bab yang lampau.

Untuk tembok pelabuhan yang tinggi, biasanya dimulai dengan dasar permulaan yang lain. Bagian bawah hingga $\pm 1\text{m}$ di atas duga pelabuhan rata-rata, terdiri dari ruangan-ruangan dengan dinding beton bertulang tegak lurus, dibagi-bagi dalam beberapa bagian, dalam arah memanjang dan melintang (lihat gambar 187). Ruangan-ruangan ini diisi dengan pasir seluruhnya, sehingga oleh beratnya yang besar itu, cukup memberikan perlawanannya terhadap pergeseran. Lebar dari ruang yang dinamai *kaison* itu, ditentukan menurut daja-pikul dari tanah. Tergantung pada lebar itu, kaison dibagi oleh dinding-dinding memanjang dalam dua atau tiga bagian.

Kaison itu diberi panjang sampai 40 m dan disambung dengan semacam sambungan lidah dan alur, sebagai dapat dilihat dengan jelasnya pada denah. Lobang-lobang yang masih ada, pada gambar yang ditandai dengan *a*, diisi dengan beton. Di atas bangunan bawah ini



Gamb. 187



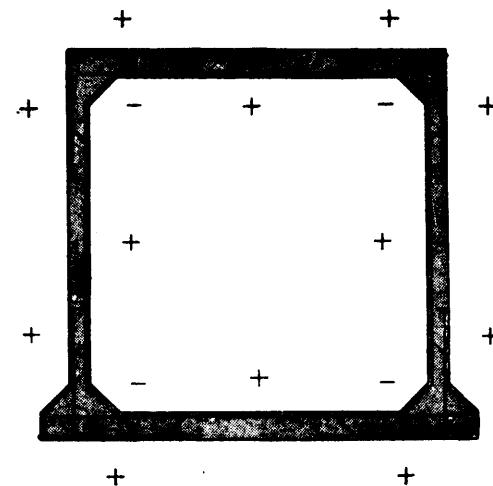
sesudah cukup padat, di buat bagian atas, yang dapat dilakukan sebagai penembukan batu pecahan, dalam bentuk tembok penutup, ataupun dengan beton.

Kaison-kaison dikerjakan dalam suatu galangan kaison hingga tinggi yang tertentu. Campuran beton itu hendaklah sedemikian rupa sehingga ia kedap air. Bila kaison telah mempunyai cukup daya-apung, ia seterusnya disiapkan dalam keadaan terapung, supaya dalam dok dengan segera dapat dimulai dengan yang lain. Sesudah itu ia dilayarkan ke tempat yang telah ditentukan. Terlebih dahulu tanah dasarnya harus didatarkan dengan teliti, yang dapat dilakukan dengan mesin keruk atau penghisap. Pada tanah bawah yang buruk, sering kali dilakukan perbaikan tanah. Ini dilakukan dengan menimbunkan pasir yang banyak sekali. Pasir itu menekan sampai segala lapisan lunak menjadi hilang. Ini tidak boleh dikerjakan, bila didekat itu sudah ada bangunan-bangunan lain. Membenamnya dilakukan dengan memompa air ke dalamnya. Di sini ruang-ruang pada satu sisinya dituntun oleh seponing dari ruang-ruang yang sudah terbenam. Bila kaison yang sudah terbenam, ruang-ruangnya diisi dengan pasir. Pada ruang-ruang paling muka dituangkan beton kurus ke dalamnya.

§ 3. Urung-urung

Gambar 188 memperlihatkan penampang-lintang dari urung-urung beton bertulang. Tipisnya bagian-bagian yang menyusun tampak dengan segera. Dari itu beratnya lebih kecil pula daripada berat urung-urung di tembok, oleh karena mana urung-urung macam ini pada tempatnya,

Gamb. 188

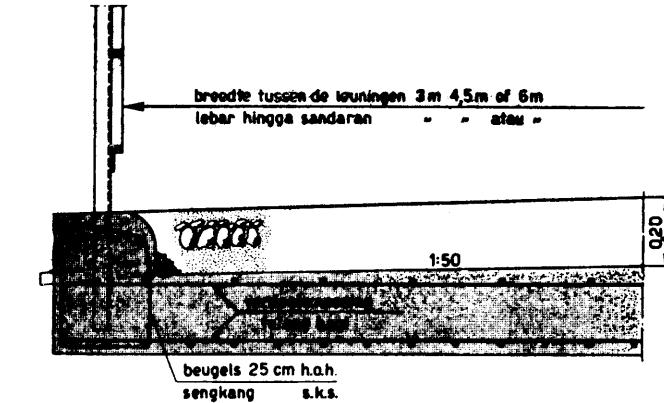


bila tanah bangunannya tidak berdaya-pikul yang besar. Dengan memperlebar kakinya dapat juga bidang dasarnya diperbesar, dan oleh karena itu dapatlah tekanan setiap luas satuan permukaan pada tanah bangunan dibuat tinggal kecil. Karena tabung (pembuluh) itu bekerja sebagai seanteronya, pemadatan yang tidak sama kurang ditakuti. Perancangan dari perjalanan batang-batang tulang utama adalah diberikan. Bila dibutuhkan lebar yang besar, dilakukanlah dinding-dinding antara tegaklurus.

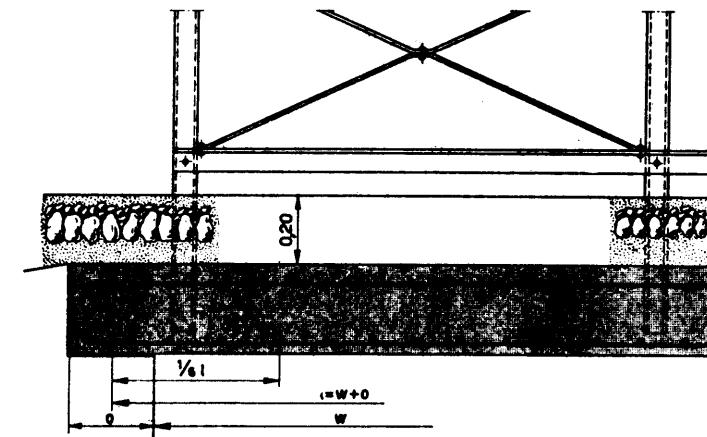
§ 4. Jembatan-jembatan

Di sini (lihat gambar 189) tidak dipergunakan balok-balok baja atau kayu dan pelat beton bertulang sebagai pengganti bagian pemikul dan lantai bawah. Pelat itu diberi tulang kembar, dan keterangan-keterangan didapati pada daftar X yang termuat di bawah ini. Jumlah batang adalah diberi untuk setiap m dan petunjuk-petunjuk pada daftar yang disebut, dapatlah dipergunakan untuk jembatan dengan berbagai-bagai lebarnya. Pelatnya dibuat untuk lalu lintas berat. Menurut seharusnya, tulang utama dibuat berjalan dari peletak yang satu hingga ke peletak yang lain. Pada 1/6 1, bila 1 merupakan bentang teoritis, batang-batang dari tulang bawah dengan berantara-antara satu dibengkokkan sampai 45°. Batang-batang yang berjalan terus dijangkarkan kokoh dengan melakukan bilah baja dari 38 X 10 mm pada sebelah dalam kait-kait.

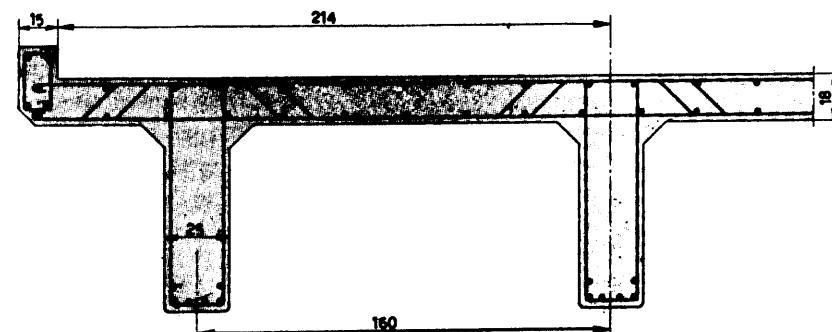
Pada penampang-lintang, kita lihat bahwa pelat dibuat miring pula ke sisi-sisinya. Pengeras yang berjalan terus, di tengah-tengah dibuat 20



Gamb. 189



Gamb. 190



ian di sisi-sisinya 15 cm, dikungkung oleh les-tepi, yang bersatu dengan pelat. Di dalamnya dapat diletakkan tiang-tiang sandaran. Untuk mengalirkan air yang masuk, dibeton pula pipa-pipa gas. Lapisan aspal setebal 4 cm, langsung di atas pelat telah mencukupi juga, dan menyebabkan konstruksi menjadi lebih murah.

Sebelum pengeras dibuat, dimulai pula dengan menyapu tepi atas pelat dengan aspal selapis tipis.

Selain dari baja, dapat juga dilakukan sandaran batu. Tetapi dalam hal ini, les-les-tepi harus dibuat lebih lebar.

DAFTAR X

Lebar terusan W dalam m	Tebal pelat pada tepinya dalam m	Tulang				Panjang peletakan O dalam m
		Tulang bawah setiap m	Tulang pembagi pada tulang bawah setiap m	Tulang atas setiap m	Tulang pembagi pada tulang atas setiap m	
1,00	0,15	12 ø 10	7 ø 6	6 ø 8	3 $\frac{1}{2}$ ø 6 $\frac{1}{2}$	0,20
1,50	0,18	10 ø 12	6 ø 8	5 ø 10	3 ø 8	0,20
2,00	0,21	12 ø 12	6 ø 8	6 ø 10	3 ø 8	0,25
2,50	0,23	14 ø 12	7 ø 8	7 ø 10	3 $\frac{1}{2}$ ø 8	0,30
3,00	0,26	12 ø 14	7 ø 8	6 ø 12	3 $\frac{1}{2}$ ø 8	0,30
3,50	0,285	13 ø 14	8 ø 8	6 $\frac{1}{2}$ ø 12	4 ø 8	0,30
4,00	0,31	14 ø 14	9 ø 8	7 ø 12	4 $\frac{1}{2}$ ø 8	0,35
4,50	0,335	12 ø 16	10 ø 8	6 ø 13	5 ø 8	0,35

Selain dari ada pelat, dapat juga dipakai bentukan balok. Di sini dilapati balok beton bertulang, di mana pelat dilakukan sebagai bangunan lantai. Pada gambar 190 ada diberi penampang dari jembatan balok semacam itu selebar 4,5 m dan dengan 3 balok utama. Pada kantor bangunan dari Dept W dan W ada dikerjakan bentuk-bentuk jembatan dengan bermacam-macam lebar dan bentang yang disesuaikan untuk bermacam-macam pembebanan.

IV. PONDERING-PONDERING

A. MACAM-MACAM TANAH DAN PEMERIKSAAN TANAH

§ 1. Umum

Dengan pondering suatu bangunan buatan (gedung, kepala jembatan, tiang pemikul, dan seterusnya) diartikan dasar tanah sebenarnya atau buatan, di atas mana bangunan itu terletak. Pondering dibuat, supaya pada bangunan dapat diberi tegak yang sekokoh mungkin dan menghindarkan turunnya, biasanya dengan mengakibatkan retak-retak pada bangunan-bangunan itu. Sebelum kita dapat memilih, di antara berbagai-bagai cara pondering untuk suatu hal yang ditetapkan, yang tidak selalu berlaku dengan mudah karena haruslah susunan dan sifat tanah bangunan diperiksa dengan teliti. Dalamnya termasuk pengetahuan tentang *macam-macam tanah, letak dan tebal* dari *lapisan-lapisan* dan keadaan dari tanah itu pada musim kemarau dan musim hujan. Kini kita ketahuilah, kira-kira besarnya tekanan, setinggi-tingginya dapat dibenarkan pada tanah itu, berhubung dengan berat bangunan dan dapatlah ditentukan macam pondering manakah yang terbaik dan demikian pula ukuran-ukurannya.

Juga sering harus diselidiki duga air tanah yang terendah atau yang tertinggi dan campurannya dari air itu. Pengetahuan tentang sifat-sifat tanah bangunan diperlukan juga pada waktu melakukan galangan jalan dan saluran-saluran.

§ 2. Macam-macam (Jenis-jenis) tanah

Macam-macam tanah yang sering terdapat ialah:

1°. *batu hidup* (berbagai-bagai batu alam). Pada lapisan setebal ± 2,5 m, batu hidup oleh karena cara terjadinya; biasanya berlapis-lapis menjadi dasar yang baik sekali untuk bangunan.

Bila lapisan-lapisan itu terletak pada bidang miring, mungkin terjadi bahaya pergelinciran, lebih-lebih bila lapisan batu alam itu terletak di atas lapisan tanah liat. Bila air dapat sampai ke lapisan tanah liat itu, bahaya pergelinciran lebih besar lagi.

① jadi 7 ø 6 setiap 2 m.

- Seterusnya harus pula diperhatikan apakah batu alam sesudah digali tidak akan hancur.
- 2°. **padas, wadas atau cadas.** Ini ialah tanah liat yang menjadi keras dan kadang-kadang terdapat di antara macam-macam tanah yang lebih lunak. Pada tebal ± 2,5 m ia menjadi dasar pondering yang baik. Harus diketahui dengan benar apakah tebal yang dikehendaki terdapat di mana-mana. Acap kali pada waktu penggalian padas itu menjadi hancur.
 - 3°. **pasir dan krikil.** Pada tebal 2—3 m ia sangat baik. Pasir dan krikil dapat dilalui air dengan baik sekali dan ia tidak akan melunak. Akan tetapi harus dijaga terhadap pergogosan, oleh karena pengaliran air. Pondering di atas tanah pasir sering juga diberi pembendungan dari dinding-dinding bendung kayu, baja atau beton bertulang. Bila lapisan pasir atau kerikil yang berdaya-pikul itu, terdapat di bawah lapisan tanah liat, diangkatlah lapisan terakhir ini dan hanyalah setempat-setempat, supaya dapat dihindarkan penggogosan. Pasir banyak dipergunakan untuk memperbaiki tanah pondering yang buruk.
- Pada bangunan yang berat, untuk itu ditimbunkan pasir sebanyak mungkin di tempat bangunan yang akan didirikan. Oleh karena berat dari masa pasir itu, lapisan-lapisan yang lunak tertekan ke luar dan terjadilah dasar tanah yang baik. Akan tetapi cara bekerja seperti ini hanya boleh dilakukan, bila di sekitarnya belum terdapat bangunan, karena perlakuan serupa ini akan dapat merugikannya.
- Seterusnya dengan jalan penggerekan haruslah diselidiki apakah lapisan lunak itu tertekan ke luar dengan rata. Pada gedung-gedung harus dilakukan yang dinamai penambahan pasir. Untuk ini pasir ditimbunkan ke dalam bandar-bandar yang diperdalam dan diperlebar. Untuk memadatkan pasir itu dengan baik, ia digenangi dengan air.
- Untuk membuat jalan dan jalan kereta pasir ialah bahan yang baik sekali untuk peninggian.
- 4°. **Tanah liat.** Tanah liat kering setebal 2—3 m dapat dianggap sebagai tanah bangunan baik. Tanah liat ialah sangat liat dan tidak dapat ditembus oleh air, akan tetapi dapat menerima air. Keberatan dari tanah liat ialah bahwa pada musim kemarau ia lekas sekali menunjukkan retak-retak. Retak-retak ini dapat terus sampai ke dalam yang sangat besar. Pada musim hujan retak-retak ini berisi dengan air dan menutup kembali, akan tetapi oleh penerimaan air, tanah liat melunak, daya pikulnya berkurang dan kemungkinan berpin-dahnya oleh tekanan bangunan tidak dapat disingkirkan. Akibatnya

bangunan mungkin turun dan retak-retak.

- 5°. **Tanah liat bercampur pasir.**

Semakin banyak pasir semakin baik tanah itu, sebagai tanah bangunan. Ia kurang menunjukkan retak-retak. Tanah ini sangat baik untuk penutup tebing galangan dan terusan, karena ia pun, masih tidak dapat dilalui oleh air.

Macam-macam tanah yang tersebut di atas termasuk tanah bangunan yang baik; tanah liat dan tanah liat bercampur pasir karena masih sangat terpengaruh oleh tekanan, masuk bagian yang sekurang-kurangnya. Bila tanah itu seluruhnya serupa, dapatlah dibuat pondering bangunan di atasnya dengan hasil yang baik. Akan tetapi harus dijaga, supaya tekanan dibagi serata-ratanya ke atas tanah lapisan bawah. Sesudah rampung, bangunan itu akan turun sama rata dan tidak perlulah terjadi retak-retak. Bila tidak mungkin mendapat pembagian tekanan yang rata, haruslah bagian-bagian yang termasuk dalam itu, diberi pondering yang terasing dan terlepas dari yang lain (misalnya corong asap paberik tembok muka dan sayap kepala jembatan dan urung-urung).

Pada macam tanah yang buruk termasuk::

- 6°. **tanah-pupuk atau tanah kebun**, yang biasanya membentuk lapisan paling atas dan terjadi oleh luluhnya lapisan-lapisan atas oleh pengaruh iklim dan pekerjaan humus (daun-daun dan bekas-bekas tanaman yang busuk).
- 7°. **pasir-apung atau pasir bergerak**. Ini ialah semacam pasir yang mempunyai (ruangan) pori yang besar. Bila ruangan ini oleh karena salah satu sebab penuh dengan air, terjadilah suatu keadaan, di mana butir-butir pasir seolah-olah melayang. Persatuan seluruhnya terputus.
- 8°. **rawa atau paya**, yang hampir selalu tergenang air, terjadi oleh pembusukan tanam-tanaman di bawah air.

Juga pada tanah *galian* dan *peninggian* dan tanah dipompa tidak boleh dibuat pondering, terkecuali bila sesudah suatu waktu yang sangat lama, sehingga ia sudah cukup padat, ataupun juga waktu pematannya diperpendek dengan melakukan pembebanan terlebih dulu.

§ 3. Pemeriksaan tanah

Ini dapat dilakukan dengan cara-cara berikut:

- a. dengan menggali sumur-sumur percobaan.
- b. dengan baja pemeriksa.



Gamb. 191

- c. dengan melakukan penggerekan tanah.
- d. dengan menduga dengan alat penduga atau sondeer.
- e. dengan memancang tiang-tiang percobaan.
- f. dengan melakukan pembebasan percobaan.

Pada cara-cara yang disebut pada a, b dan c diadakan pemeriksaan tentang macamnya tanah; pada yang di bawah d, e dan f, dicoba untuk mengetahui daya-pikul dari tanah.

Dari pengalaman-pengalaman yang didapat pada waktu melakukan pekerjaan di dekat bangunan buatan yang baru akan dibuat, selalu akan dipergunakan dengan sebaik-baiknya.

ad a. **Menggali sumur percobaan.** Cara ini ialah, bahwa pada berbagai-bagai tempat dan terbagi rata di atasnya tanah bangunan digali lobang-lobang dengan berdinding sedapat mungkin tegaklurus. Digalilah lapisan-lapisan itu berturut-turut dan dapatlah dilihat sifatnya. Dari tingginya lapisan-lapisan pada setiap sumur, dapatlah diturut miringnya dari lapisan-lapisan itu.

Bila pemeriksaan harus diteruskan sampai ke dalam yang agak besar, cara ini menjadi terlalu mahal dan boleh dikatakan hampir tidak dapat dilakukan. Haruslah dibuat penutup-penutup dinding untuk mencegah runtuhnya tanah, sedangkan mungkin juga diperlukan pengeringan. Ukuran-ukuran sumur semacam itu, diambil kira-kira 1 kali 1,5 à 2 m.

ad b. **Baja pemeriksa.** Cara yang sangat sederhana dan dapat dilakukan untuk pekerjaan kecil yang tak berarti dan tidak penting atau untuk pemeriksaan sementara, ialah dengan *baja pemeriksa*. (Lihat gambar 191).

Ini ialah sebatang baja bundar, sepanjang 2 à 3 m dan tebalnya pukul rata 15 à 20 mm, dan ia mempunyai kait-kait. Pada sebelah bawah batang itu di tempat ujungnya dan pada sebelah atasnya bermata, di mana dapat di cucukkan batang pemutar.

Pada tempat di mana tanah bangunan itu hendak diperiksa digalilah lobang dahulu, baja itu dicucukkan di sana dengan ujungnya ke bawah dan dicobalah memasukkan batang itu ke dalam tanah dengan memukul di atasnya dan di samping itu batang diputar dengan mempergunakan batang pemutar yang dicucukkan melalui mata.

Bila kita mempunyai serba sedikit pengalaman tentang hal itu, dapatlah ditentukan berbagai-sifat tanah itu dari perlawanan yang didapat sekawtu memancangkan dan dari bunyinya.

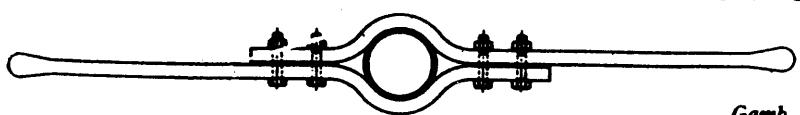
Misalnya bila pemasukan itu sulit dan terjadi bunyi nyaring sekawtu memukul di atas baja itu, dijumpailah dasar tanah yang kokoh. Bila sekawtu pemasukan terdengar bunyi berderak-derik dan bila batang itu, sesudah dicabut, tampak tergosok putih, hampir dapat dengan pasti dikatakan bahwa kita berjumpa dengan pasir. Bila pemutaran dapat dilakukan mudah sekali dan bila batang itu memberi bunyi pekak sekawtu dipukul, itu menyatakan, bahwa kita di sini berhadapan dengan tanah lunak dengan daya-pikul yang kecil.

Kait-kait itu, lebih-lebih bila tanahnya mengandung tanah liat, membawa sedikit macam tanah itu ke atas.

Cara ini tidaklah dapat dipandang bekerja dengan teliti, sebaliknya ia sangat sederhana. Cara ini dapat juga digabungkan dengan sumur-sumur percobaan. Dengan memulai pemeriksaan dari dasarnya sumur dapatlah kita mengetahui sedikit tentang bayangan lapisan yang terletak di bawah itu. **Penggerekan tanah.** Bila tanah harus diperiksa sampai pada dalam yang lebih besar dari pada yang mungkin dapat dikerjakan dengan cara-cara yang diterangkan sebelum ini, dapatlah dilakukan dengan cara *penggerekan tanah*.

Cara ini dapat dipercayai sepenuh-penuhnya. Akan tetapi *penggerekan* seperti itu tidak sekali-kali boleh dilakukan pada tempat di mana nanti bangunan akan didirikan, karena acap kali tergerak mata air, yang mungkin memberikan banyak kesusahan.

Termasuk bahan yang diperlukan untuk penggerekan tanah, pertama-tama *pipa-pipa-gereak*, ini ialah pipa baja sepanjang 2 m dan selebar ± 90 mm; tebal dindingnya kira-kira 4 mm. Pada ujung-ujungnya mempunyai uliran sekerup, sehingga ia dapat di sambung-sambung sampai menjadi pipa yang panjangnya tak ditentukan. Satu dari pipa-pipa itu pada sebelah bawahnya mempunyai tepi tajam, supaya ia mudah masuk ke dalam tanah. Pipa ini diletakkan tegaklurus dalam lobang, yang se-



Gamb. 192

Gamb. 193



Gamb. 194



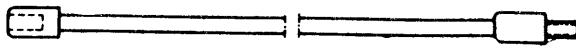
Gamb. 195



Gamb. 196



Gamb. 197



Gamb. 198

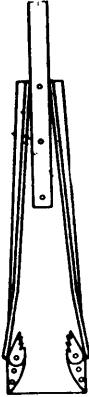
Terkecuali penggerek-penggerek yang terakhir, pada sebelah atas semuanya mempunyai uliran sekerup, supaya dapat disambungkan ke batang penggerek. Ini ialah batang baja sepanjang 2 a 3 m dan dengan berpenampang 30 a 40 mm persegi (lihat gambar 198). Untuk menggerek lebih dalam dari yang mungkin dengan satu batang, dipakai bagian-bagian pemanjangan yang semacam itu pula. Batang penggerek, dan sedemikian pula penggereknya, dijalankan dengan gerak-putar oleh dua orang pekerja dengan jalan batang-lintang yang diikatkan pada batang penggerek. Di atas sengkang atau di atas beberapa balok yang diapit mengelilingi pipa-gerek dapat dibuat lantai bekerja, di atas mana pekerja dapat bekerja. Dengan jalan ini sering berhasil memasukkan pipa penggerek dengan mudah dalam tanah. Tiap-tiap kali bila penggerek telah penuh berisi dengan tanah, ia dikeluarkan dan dibersihkan. Bila kita sudah sampai ke arah dalam, pekerjaan inilah yang sangat memakan waktu, karena tiap kali batang penggerek harus diangkat dan pada panjang yang besar, juga harus dilepaskan sekerupnya. Untuk mengangkat batang penggerek sudah lekas harus dipergunakan serendang. Sebelum satu batang disekerup lepas, harus dijaga supaya pada batang yang berikut diikatkan lengan-lintang, sehingga batang penggerek serta penggereknya yang masih berada di dalam pipa-gerek dapat diletakkan di atas kepala pipa-gerek. Tindakan ini sangat perlu diambil untuk mencegah supaya batang penggerek jangan jatuh kembali ke dalam pipa. Bila karena patahnya batang penggerek, sehingga satu atau beberapa batang dan penggerek terlepas dari kita, haruslah dicoba mengeluarkannya dengan pertolongan suatu *penangkap batang*. Penangkap batang itu terdapat dalam beberapa macam (lihat misalnya gambar 199a dan b).

Hampir tak perlu dikatakan lagi, bahwa batang penggerek hanya selalu boleh diputar dalam *satu jurusan*, ialah kekanan karena kalau tidak demikian, pastilah sambungan-sambungannya akan terlepas. Gambar 197 memberi penampang dari penggerek-tumbuk (puls). Bila ia dijatuhkan pada tanah yang mengandung pasir dan bercampur dengan air, dapatlah mengangkat peluru itu dan masuk ke dalam. Sewaktu mengangkat penggerek kembali, peluru mencegah supaya tanah yang

sudah itu diuruk supaya tegaknya pipa itu menjadi kokoh. Harus diperhatikan benar-benar bahwa tegaknya pipa pertama itu selurus mungkin. Pada sebelah atasnya diapit dengan sengkang (untuk melingkari pipa itu, lihat gambar 192). Dua orang pekerja mencoba dengan menggantungkan badannya pada lengan-lengan sengkang sambil memutarkan pipa itu sampai hampir masuk seluruhnya ke dalam tanah.

Sesudah itu disekerupkanlah pipa kedua pada yang pertama dan sengkang dipasang lebih ke atas.

Bersamaan dengan pemutaran, pipa-gerek harus dikosongkan. Untuk itu dipergunakanlah menurut macam tanah, berbagai-bagi penggerek. Di dapat *penggerek sendok* (gambar 193). Ia mempunyai penampang berbentuk keong. Dari itu ia didapatkan dalam beberapa macam, semakin liat tanah itu lebih terbuka pula bentuknya. *Penggerek sendok* ini dipakai pada tanah yang mengandung tanah liat, demikian pula *penggerek lidah* (pada gambar 194). Di dapat juga *penggerek-tusuk* (gambar 195) dan *penggerek ulir* (gambar 196) untuk macam tanah keras dan *penggerek pasir* atau *penggerek ketuk* (gambar 197) untuk tanah pasir.



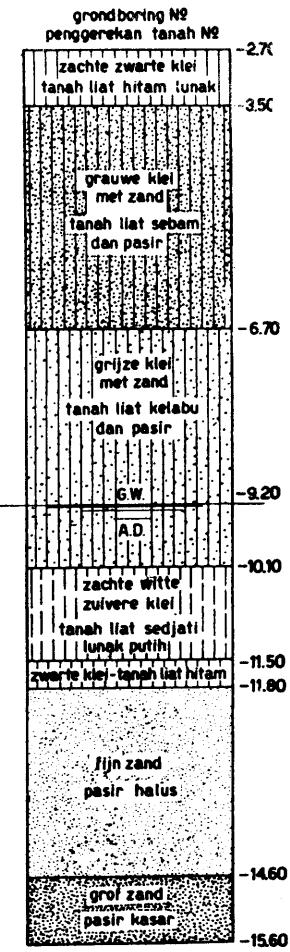
A



B

Gamb. 199

Gamb. 200



masuk, tidak dapat ke luar lagi. Ada juga penggerak puls, yang pada sebelah bawahnya mempunyai kelep kulit.

Penggerak puls tidak digantungkan pada batang penggerak akan tetapi pada kabel, yang melalui kerek kertak ke derek tangan. Kerek kertak digantungkan pada serendang yang didirikan di atas pipa-gerek. Puls dimasukkan ke dalam pipa dan bila perlu sesudahnya ditambah dengan air, ia digerakkan dalam arah naik turun. Melakukannya dengan jalan yang sederhana ialah menarik pada kabel dengan tangan, yang dikatakan mempuls. Harus dijaga benar supaya puls selalu dalam keadaan

bergerak, kalau tidak demikian ia akan melekat dan sulit melepaskannya. Derek sekali-kali tak boleh dipasang terlampau dekat ke sumur; bila demikian, kita hanya dapat melakukan kekuatan yang terlalu sedikit. Juga tanah yang sangat keras dapat dikeluarkan dengan penggerak puls, bila ia terlebih dahulu dipahat dulu dengan penggerak batu.

Dari setiap macam tanah yang digerek, diambil sedikit sebagian contoh-contoh, ini disimpan dalam tabung bambu atau dalam peti yang terbagi-bagi dalam beberapa ruang. Lebih baik bila contoh-contoh ini disimpan dalam botol-botol gelas yang ditutup rapat terhadap hawa dengan mempergunakan parafin (lilin), ini dilakukan untuk mencegah supaya ia jangan menjadi kering. Dicatat dengan seksama dari sedalam berapakah macam tanah itu diangkat; supaya nanti penggerakan itu dapat digambarkan dengan skala. Juga waktu penggerakan harus dicatat pula. Teladan dari gambar semacam itu, diperlihatkan oleh gambar 200. Tinggi air tanah juga dicatat padanya. Bila penggerakan sudah sampai cukup dalamnya, dapatlah pipa-gerek dicatat kembali. Untuk ini dibuatlah pengungkit dengan pertolongan balok, sedangkan keuatannya dapat diberi oleh sebuah dongkrak.

Untuk melakukan percobaan laboratorium contoh-contoh ini tidaklah baik. Untuk itu harus dipakai bungkah-bungkah tanah yang seolah-olah tidak tersinggung atau digali.

Alat penduga. Tekanan yang dapat dibenarkan pada tanah bawah, dapat ditentukan dengan perantaraan yang dinamai alat penduga bentuk tiruš atau konis. Ini terdiri dari pipa penduga yang berlobang, dalam mana dapat digerakkan batang, yang pada sebelah bawahnya mempunyai kepala berbentuk kerucut. Seluruhnya dimasukkan ke dalam tanah, dan sesudah itu dapat dilakukan tekanan pada batang dalam dengan mempergunakan suatu alat (hydraulis), yang dapat menyatakan tekanannya pada manometer. Juga di sini waktunya di atur. Dengan mempersamakannya dengan pemeriksaan laboratorium didapatilah hasil-hasil yang dapat dipercayai.

Memancang tiang-tiang percobaan, yang dinamai pemancangan percobaan. Seperti kita kemudian akan pelajari, walaupun tanah bangunan lunak, ada juga bangunan buatan didirikan, di atas tiang-tiang kayu atau beton bertulang, yang dipancang ke dalam tanah. Tiang-tiang ini mendapat daya pikulnya dari pergeseran dengan tanah sekelilingnya dan perlawanannya, yang

diderita oleh ujungnya. Semakin besar perlawanannya yang dialami oleh tiang sewaktu dipancang, semakin besar daya-pikul tanah. Perlawanannya tersebut tadi ternyata dari besarnya bagian yang mendesak tiang hingga masuk ke dalam tanah, bila dijatuhkan ke atasnya bungkak dengan berat tertentu beberapa kali berturut-turut yang tertentu pula (misalnya 20 à 30), selalu dengan tinggi yang serupa. Jumlah pukulan seperti itu dinamai *perjalanan*, catatan dari turunnya sesudah tiap-tiap perjalanan, dinamai *penanggangan*.

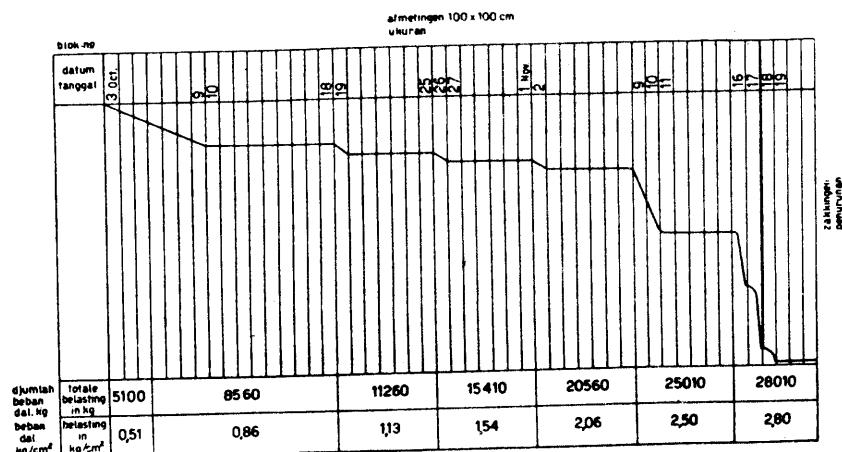
Dengan pertolongan dari salah satu rumus yang dinamai rumus pancang, yang kemudian akan diterangkan lebih luas (lihat E), dapatlah ditentukan berapa besarnya pembebahan setinggi-tingginya, yang dapat dibenarkan pada tiang seperti itu; jadi ditentukan daya-pikul tiang percobaan seperti itu.

ad.f.

Pembebahan percobaan. Ini ialah cara pemeriksaan tanah yang sangat dapat dipercayai dan praktis.

Bila daya pikulnya dari tanah bangunan yang terletak tidak terlalu dalam harus diselidiki, akan kita gali lobang besar sampai sedalam ini dan di dalamnya dibuat landas yang ditembok atau dari beton, di mana bidang dasarnya biasanya diambil 1 kali 1 m. Landas ini sekarang, bila ia sendiri sudah cukup keras, dibebani misalnya dengan batang-batang baja untuk pekerjaan beton bertulang, rek kereta dan sebagainya. Pada permulaannya pembebahan ini tidak boleh terlalu besar dan sedikit demi sedikit diperberat. Sesudah meletakkan pembebahan-

Gamb. 201



an yang pertama itu, landas akan turun sedikit; akan tetapi turunnya itu hanya diakibatkan oleh tertekannya tanah. Supaya dapat mengukur besar sebenarnya dari turunnya itu, pada landas dibuat garis penanda atau yang lebih baik, di tembok atau di tulang batang baja di dalam hatinya landas itu dan pada batang itu dilakukan garis-garis pembagi. Sesudah tiap-tiap penambahan pembebahan, tiap hari diperiksa tegaknya landas dan pembebahan baru tidak dilakukan, sebelum landas itu diam. Selama turunnya rata dan sepadan dengan pembebahan, belumlah tercapai daya-pikul dari tanah itu; akan tetapi bila landas itu turunnya tidak rata dan tiba-tiba banyak, tercapailah batas dari daya-pikul. Sesudah pembebahan dikurangkan sampai ke batas, di mana turun itu masih biasa, landas itu tidak akan bergerak lagi.

Tegak landas yang dicatat setiap hari, dapat dinyatakan dalam grafik; contoh diberi pada gambar 201. Kita lihat bahwa pada pembebahan sebesar 2,5 kg setiap cm^2 satuan hubungan dari tanah hilang, yang ternyata dari terlampaui besar turunnya landas itu. Kita benarkanlah misalnya $\frac{1}{3}$ dari harga yang didapat; jadi jaminannya ditetapkan dengan 3.

Pembebahan percobaan dari tiang-tiang.

Dengan cara yang diuraikan di atas tadi sudah seharusnya dapat juga kita tentukan, berapakah tiang pancangan setinggi-tingginya dapat memikul. Juga cara ini dapat dilakukan pada tiang-tiang beton yang digerekan ke dalam tanah. (tiang Strausz). Akan tetapi di sini kita tidak dapat pembebahan tanah bangunan yang setinggi-tingginya dibenarkan dalam kg. setiap cm^2 , akan tetapi jumlah pembebahan setinggi-tingginya pada satu tiang. Di sini benarkanlah $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$ dari jumlah pembebahan.

§ 4. Daya-pikul dari tanah bangunan

Bila dilakukan suatu tekanan pada tanah bawah, oleh karenanya tanah itu kurang lebih akan tertekan dan bila pembebahan itu terlampaui besar, tanah oleh tekanan itu akan menyimpang.

Sudah tentu tekanan, disebabkan oleh bangunan, tidak pernah boleh sampai setinggi itu; dalam beberapa hal harus ia berada jauh di bawah itu.

Tekanan yang dibenarkan pada tanah bangunan, tidak hanya tergantung dari macam tanah, akan tetapi juga dari keadaan-keadaan,

dalam mana ia didapati. Demikian juga cara terjadi dan kadar airnya mempengaruhi terhadap daya-pikul. Misalnya pasir ialah tanah bangunan yang sangat baik, bila ia mengendap dari air mengalir dan tidak tercampur dengan tanah liat atau bagian-bagian yang mengandung tanah liat. Sebaliknya tanah pasir, yang terjadi oleh penghancuran, mempunyai daya-pikul kecil.

Seterusnya mungkin dapat terjadi, bahwa tanah liat yang biasanya sebagai tanah bangunan sangat baik, akan banyak berkurang, oleh karena menjadi basah. Jadi harus diperhatikan, sewaktu menentukan tekanan yang dapat dibenarkan, apakah ada kemungkinan tanah itu menjadi basah atau tidak.

Dari berbagai hal ternyata bahwa angka-angka yang diberi di bawah ini untuk tekanan yang setinggi-tiingginya dibenarkan pada berupa-rupa macam tanah, hanya mempunyai pengertian harga yang relatif.

Sifat dari macam-macam tanah	tekanan yang setinggi-tiingginya dibenarkan dalam kg setiap cm ²
Tanah batu hidup	8 — 20
Cadas atau padas	5 — 8
Lapisan krikil (kersik)	3 — 8
Tanah liat padat dengan pasir	3 — 5
Tanah liat	1 — 2
Pasir padat	2 — 5
Pasir rendaman	0,5 — 0,8

B. PONDERING LANGSUNG

§ 1. Membuat sumur pondering dan pondering

Dikatakan bahwa suatu bangunan dipondering langsung bila pondamennya (artinya ialah kaki bangunan yang diperlebar) dibuat pada tanah bawah kering dan langsung di atasnya. Sudah tentu tanah bawah itu harus mempunyai daya-pikul yang diperlukan dan ia misalnya mungkin dari batu hidup, padas keras, krikil, pasir atau tanah liat kering padat.

Biarpun daya-pikul tanah dalam kg setiap cm² tidak besar, dapat juga misalnya gedung dipondering langsung, bila di bawah seluruh gedung itu di buat pelat beton bertulang, dan oleh karena itu tekanan pada tanah bawah setiap kesatuan luas permukaan menjadi kecil. Sekurang-kurangnya, sebelum dapat dimulai dengan membuat pondamen harus selalu lapisan atas dari tanah diangkat; ini biasanya mengandung bahan organik seperti bagian-bagian tanaman, yang pada suatu waktu akan menjadi busuk dan akan menjadi sebab untuk turun dan retaknya bangunan. Selain dari itu pondamen harus selalu dibuat sedemikian dalam sehingga tanah pondering dilindung benar terhadap berbagai pengaruh iklim (saling berganti panas dan dingin, kering dan basah). Sebagai dalamnya, dapat dianggap sekurang-kurangnya 0,8 m.

Sedapat mungkin pondamen-pondamen dari bangunan itu dibuat semuanya pada dalam yang bersamaan.

Tergantung dari bentuknya dapatlah kita sekarang yang dinamai sumur pondering atau aluran pondering.

Oleh karena sumur itu digali dan dasarnya ternyata oleh kita, diketahuilah dengan benar dari apakah dasar tanah itu terdiri. Keuntungan yang kedua dari pondering langsung ialah, bahwa membuat pondamen dapat dilakukan dengan perhatian yang bersamaan dengan seperti pada pekerjaan penembokan ke atas.

Sebelum dimulai dengan membuat sumur, harus ditandai tempat sebenarnya dari bangunan. Ini kita lakukan dengan mengukurkan garis sumbu utama ke tiang tegak kokoh atau ke pilar tembok. Ukuran-ukuran pokok dari pekerjaan yang akan dilakukan terhadap poros-poros itu harus diberikan.

Seterusnya duga harus dipindahkan ke tempat pembangunan dan ditetapkan misalnya dengan perantaraan bungkah-bungkah tembok.

Sesudah itu dapatlah dimulai dengan menggali sumur pembangunan. Bentuk keliling sumur itu, mengikuti dalam garis-garis besar, denah dari bangunan dan supaya dapat bekerja, di sepanjang keliling ditinggalkan cukup ruangan ditepi pondamen. Selain dari itu harus juga diperhatikan bahwa ada kemungkinan alat-alat pembangunan akan didirikan, misalnya mesin-pancang, pompa dan seterusnya. Harus dijaga pula supaya ada jalan masuk yang baik ke dalam sumur, dengan tangga pada tebingnya atau tanjakan.

Tebing-tebingnya dapat dibuat lebih curam dari pada yang dapat dibenarkan untuk pekerjaan ditentukan. Akan tetapi harus dijaga terhadap gugurnya tanah, karena ini sangat melambatkan pekerjaan. Jadi janganlah beban yang berat diletakkan di tepi sumur. Umumnya berlaku,

bawa harus semakin dalam sumur, semakin landai tebing harus dibuat. Menurut keadaan setempat-setempat dapatlah kita paksakan membuat dinding yang curam. Acap kali kita harus terpaksa membuat penutup dalam bentuk turap.

Dua penutup yang terletak berhadapan ditupang, bila mungkin berlawanan.

Penggalian sering dilakukan secara selapisan-selapisan. Lapisan itu dibuat setebal 0,5 m; dinding sumur dilakukan seperti jenjang (misalnya 0,50 kali 0,50 m dengan miring 1 : 1).

Untungnya dari cara bekerja seperti ini ialah, dengan segera dapat dilihat dari kemajuan penggalian, dan kita dapatilah pandangan dari banyaknya tanah, yang sudah diangkat.

Pada sumur pondering kecil, pengangkutan tanah dilakukan oleh pekerja, dengan memakai keranjang bambu (pengki) dengan isi 1/50—1/60 m³. Sebagian dari pekerja menggali tanah, sedangkan sebagian lain melakukan pengangkutannya. Pembagian pekerja dari dua pekerjaan ini tergantung dari keras tanah dan dari jarak sampai ke tempat pengumpulan. Perkakas-perkakas yang perlu untuk penggalian ialah: pacul, sekop dan untuk macam tanah lebih keras juga belenceng dan linggis. Bila pengangkutan banyak, dipergunakan jalan kereta kecil (decauville) dan gerobak-jungkit untuk pekerjaan tangan, yang mempunyai isi setengah-tinggi $\frac{3}{4}$ m³. Pada pengangkutan di rel harus dihindarkan lereng yang curam.

Bila sumur pondering memotong jalan, terlebih dahulu jalan ini harus dipindahkan. Demikian pula, mungkin terjadi, bahwa kita terpaksa sementara memindahkan jalan (aliran) air. Sumur-sumur pondering, dalam atau yang berbatasan dengan jalan, harus dipagari dan pada malam hari dinyatakan sejelasnya dengan memakai lampu-lampu berwarna merah.

Kita dapat dengan tidak terganggu meneruskan penggalian, sampai pada waktu air tanah memberikan gangguan yang sangat banyak. Pompa harus dikerjakan supaya sumur dapat kering. Juga air hujan harus dapat diangkat lekas. Tergantung dari macam tanah dilakukan pengeringan mata air, yang terbuka atau pada permukaan.

Pada pengeringan permukaan dibuatlah dasar sumur miring ke satu atau ke beberapa sisi; pada pusat yang terendah dibuat sumur penghisap, di mana dapat diletakkan keranjang pipa penghisap. Kadang-kadang diperlukan beberapa pompa, jadi demikian juga dengan sumur-sumur penghisap. Pompa harus sedemikian rupa didirikan, sehingga mulut pembuang terdapat serendah mungkin supaya jangan membuang tenaga.

Akan tetapi di samping itu harus dijaga supaya air yang terhisap, dapat mengalir dengan baik. Sekali-sekali ada kesempatan untuk membuang air dengan perbelanjaan yang lebih ringan dari pada memompa, ialah dengan jalan mengalirkannya kejurang yang terletak di dekat itu dengan perantaraan parit-parit kecil.

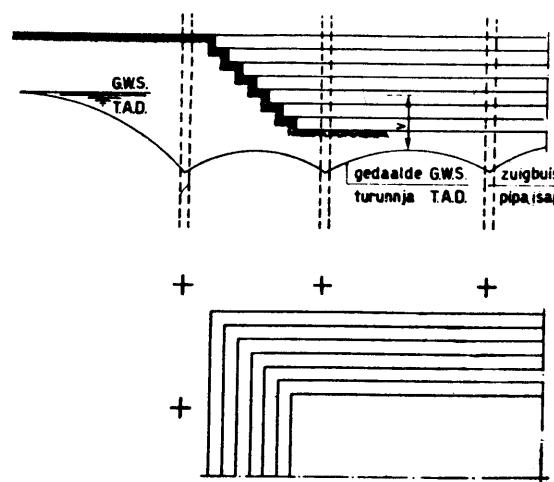
Tentang mendirikannya diperingatkan, bahwa tinggi hisap suatu pompa sebesar-besarnya 5—6 m. Bila diharuskan tinggi yang lebih besar, pompa itu tidak akan dipasang pada tinggi muka tanah, akan tetapi lebih rendah lagi. Untuk itu didirikan perancah bambu atau kayu dan pada hal ini, di atasnya dapat dipasang pompa-hisap dan tekan.

Bila air terbit melalui sumur berdasar pasir, maka dengan air akan banyak juga terbawa pasir halus; padatnya dasar itu akan berkurang dan — harus diperhatikan — bahwa dengan itu juga daya pikulnya. Pengeringan permukaan tidak bolehlah dilakukan. Cara pengeringan yang terbaik untuk tanah pasir dan krikil ialah yang dinamai *pengeringan mata air*.

Di sini tinggi air tanah diperendah. Pada keliling sumur bangunan, dengan cara seperti yang diterangkan pada bab „penggerakan tanah”, dilakukan pipa-pipa-gerek ke dalam tanah, dengan jarak yang tergantung dari serapan tanah dan dari penurunan muka-air tanah (v) yang diperlukan (lihat gambar 202).

Pipa-gerek mempunyai diameter dari 200—250 mm. Dalam pipa ini yang dipulih kosong, diturunkan pipa penyaring Ø 90 mm, yang pada sebelah bawahnya mempunyai lobang-lobang. Ruangan, antara pipa-gerek dan pipa-penyaring diisi dengan krikil halus, dan sesudah itu pipa-

Gamb. 202



gerek ditarik ke atas. Sekarang air dapat masuk ke dalam pipa penyaring, dan dari sini ia dipompa ke luar dengan perantaraan pipa penghisap dan pompa. Kadang-kadang beberapa pipa penghisap disambungkan pada pipa keliling, yang mengalir ke satu pompa yang mempunyai daya yang cukup. Dengan cara ini dapatlah tercapai perendahan tinggi air tanah, setinggi-tingginya 5–6 m.

Untuk menghindarkan, supaya sesudah setiap hujan lebat untuk sementara waktu pekerjaan pada sumur tidak perlu dihentikan, digali parit-parit pada sisi-sisi di mana muka-tanah miring ke sumur. Tidak dapatlah lagi air hujan mengalir ke sumur dan merusakkan tebing-tebingnya. Pada desakan-air yang telampau kuat, sehingga air meniris (merembes) dari tebing, pada tiap-tiap tingkat tangga dari penggalian dibuat pula parit kecil, yang bermuara ke mulut penghisap dari pompa (pada pengeringan terbuka). Suatu cara untuk menahan air itu ialah membuat dinding-bendung, yang dipancang sedemikian dalamnya sehingga ia sampai kelapisan yang lebih menahan air (misalnya lapisan tanah liat atau tanah liat berpasir). Dengan cara ini pengangkatan tanah pun menjadi lebih kurang pula.

Bila sumur sudah digali sampai ke dalam yang ditentukan, dapatlah dimulai dengan membuat pondamen. Acapkali terlebih dahulu untuk menghilangkan keragu-raguan diperiksa tanah bawah itu sedalam 2 a 3 m dengan baja periksa atau dengan menggali sumur percobaan.

Akan tetapi hal ini tidak pernah dilakukan pada tempat di mana pondamen nanti akan dibuat, karena ada kemungkinan kita menggerek mata air, yang mungkin memberikan banyak kesukaran.

Juga pada penggalian sumur dapat dijumpai mata air. Mata air seperti itu sering sudah dapat di atasi dengan memasang tong yang tidak beralas; air akan naik ke dalamnya dan memberikan tekanan lawan pada air yang datang. Bila mata air terletak pada tempat, di mana nanti pondamen akan dibuat disekelilingnya ditemboklah sebuah kolam. Dapat juga dicoba menutup mata air itu dengan memancang ke dalamnya suatu pipa baja dengan ukuran-ukuran yang cukup besarnya dan dalam pipa ini dituang beton P.C. sekering mungkin. Bila cara-cara ini tidak bermanfaat, haruslah air itu dialirkan ke luar pondamen dengan perantaraan pipa-pipa.

Bila didapatkan tanah bawah yang boleh dipercayai, dapatlah dimulai dengan mendirikan pondamen. Biasanya kita lihat bahwa ia dilakukan dalam penembukan batu sungai (misalnya adukan 1 k : 1 tr : 2½ — 3p). Dapat juga dipergunakan penembukan batu bata dan beton-tumbuk. Pemilihan antara bahan-bahan itu, terutama ditentukan oleh

harganya. Bila dasar tanah terletak dalam di bawah M.T., akan tetapi bila ia pada dalam itu mempunyai daya-pikul yang sangat memuaskan, dapatlah dilakukan cara pondering dengan *lengkung hemat* di atas *tiang-tiang*. Dengan ini terdapat penghematan yang besar. Kini selainnya dengan lengkung hemat dilakukan balok beton bertulang di atas tiang-tiang pemikul.

§ 2. Pembendungan-pembendungan

Bila bangunan seluruhnya atau sebagian diproyektir (dirancang) dalam air yang tidak terlampau dalam dan di samping itu tanahnya baik juga, sehingga dapat dilakukan pondering langsung (baja) haruslah terlebih dahulu dibuat pembendungan. Mengeringkan sumur bangunan dan membuat pembendungan biasanya meminta perbelanjaan yang besar juga. Akan tetapi kita janganlah sampai teperdaya oleh karena mendirikan bendung yang terlalu ringan, karena bila ia runtuh, kerugiannya biasanya sangat besar, lebih besar dari jumlah yang dihematkan.

Kadang-kadang dibuat bendung sementara, kadang-kadang supaya selalu dapat melindungi pondamen (dinding-bendung) juga dalam bentuk yang tetap.

Pada air yang dangkal, dapat dipergunakan bendung tanah liat sebagai penahan air dan bila perlu dilindungi terhadap penggogosan oleh timbunan batu (lihat gambar 203). Miring-bendung seperti itu pada sebelah dalamnya boleh dibuat 1 : 1, sebelah luarnya harus diberi miring 1 : 2.

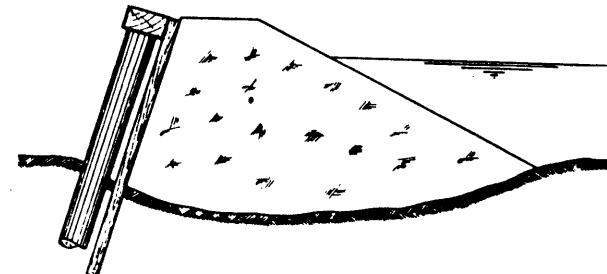
Seperti pada segala bendung, juga pada yang masih akan disebut, haruslah sebelum dapat dimulai dengan membuat bendung, tanah bawah harus dikeruk (dikorek) bersih.

Diambil suatu *penjagaan* sekurang-kurangnya dari 0,3 m di atas tinggi air yang diharapkan sewaktu melakukannya bangunan. Bila bendung harus lebih tinggi dari 1 m, dianjurkan supaya ia dibuat dari karung yang diisi dengan tanah liat ataupun juga tanah liat ditimbun kepada dinding papan atau gedek. Oleh karena itu ruangan yang dipergunakan oleh bendung menjadi lebih kurang. Dinding papan ditupangkan kepada

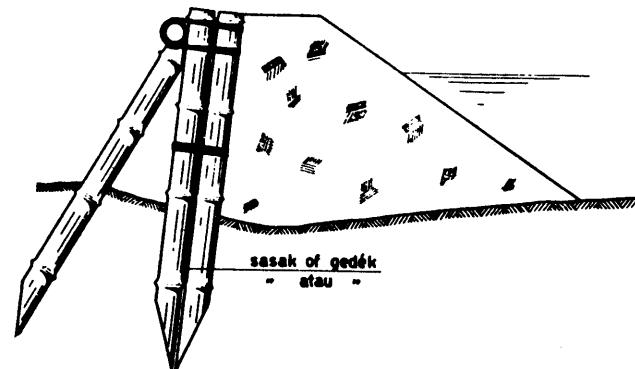
Gamb. 203



Gamb. 204



Gamb. 205



tiang-tiang yang dipancang sedikit miring, dan pada sebelah atasnya diberi berbalok (lihat gambar 204); dinding gedek dipasang antara dua barisan patok-patok bambu kokoh yang ditupang, misalnya pada 0,60 m dari sumbu ke sumbu (gambar 205).

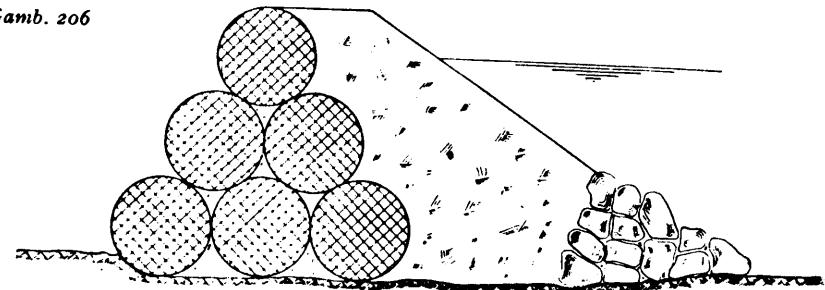
Gambar 206 memberi penampang dari suatu bendung, yang di negeri kita acap kali dilakukan dengan hasil yang memuaskan.

Lingkaran-lingkaran yang diisi dengan goresan (arsiran) silang merupakan *bronjong*. Ini ialah keranjang berbentuk silinder yang dibuat dari kawat yang dianyam dan diisi dengan batu sungai. Panjang dari keranjang itu biasanya 3m kadang-kadang 4 m, sedangkan tebalnya berubah-ubah dari 0,60 sampai 1 m. Kawat bajanya (kawat telpon) biasanya setebal 3 mm, kadang-kadang 4 mm. Mata-matanya berbentuk segienam dengan panjang sisi 0,07 à 0,12 m.

Kedap airnya diperoleh dengan mengisi lobang-lobang di antara bronjong dengan tanah liat. Seterusnya ditimbunkan pula tanah liat pada sebelah air.

Bronjong dianyam sebagai keseluruhnya, akan tetapi dengan meninggalkan 2 lobang pada ujung-ujungnya dan 1 lobang di tengah-tengah. Sangat baik bila kawat-kawat diputar mengelilingi sesamanya

Gamb. 206



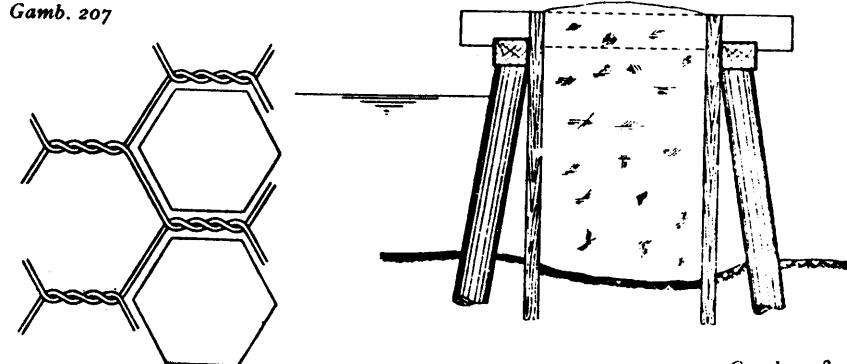
dengan 4 setengah putaran, sedemikian rupa sehingga kawat-kawat itu berjalan dalam penganyaman sebagai uliran (lihat gambar 207). Untuk menganyam bronjong dapat dipergunakan balok di atas tupang-tupang. Pada balok, yang mempunyai panjang yang sama dengan panjang bronjong, dipakukan keratan kayu bersudutennam setebal 6 sampai 8 cm sama rata seluruh panjang balok (lihat gambar 207). Mata-matanya dianyamkan mengelilingi keratan-keratan kayu ini. Bila satu baris rampung, tikai itu digeser.

Bronjong harus diisi padat dengan batu, dan tidak boleh lebih kecil dari matanya. Batu-batu harus disusun sedemikian rupa, sehingga ia seolah-olah menonjol ke luar lobang-lobang dengan „kepala”. Bronjong dapat dipakai selama 8 à 10 tahun. Untuk pekerjaan sementara sering dipergunakan bronjong dari bambu dibelah-belah.

Untuk air lebih dalam dari 2 m juga konstruksi ini tidak mencukupi dan haruslah dilakukan *bendung peti*. Semakin besar kecepatan air, semakin lekas keputusan ini diambil.

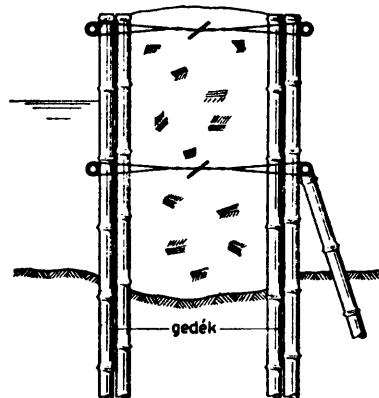
Bendung peti, seperti gambar 208 memperlihatkan pada kita dalam penampang, terdiri dari dua dinding kayu yang dipancang dan di

Gamb. 207



Gamb. 208

Gamb. 209



rangkaikan kokoh, sedangkan ruangan antaranya diisi dengan tanah liat. Dinding-dinding itu dapat dibuat dari papan-bendung, yang dipancang bersandar pada balok perangkai yang berjalan pula di atas sebarisan tiang-tiang yang dipancang ± 1,5 m dari sumbu ke sumbu. Untuk menghindarkan beralihnya dinding-dinding, dapatlah ia dirangkaikan misalnya dengan balok, yang ditakik di atas balok-balok perangkai dan diikat pula dengan baut-kait. Berhubung dengan sifat sementara dari pekerjaan itu, dipergunakanlah balok kelapa sebagai tiang. Pada pekerjaan untuk waktu yang singkat, dapatlah dilakukan konstruksi bambu, di mana gedek dipergunakan sebagai dinding (gambar 209).

Perangkaian dari dua dindingnya dilakukan dengan kawat baja. Pengisian bendung peti harus dilakukan seteliti-telitinya. Bahan yang terbaik untuk itu ialah tanah-liat bagus, sesudah dikeluarkan batu, urat-urat-kayu dan seterusnya. Sesudah dihaluskan baik-baik, tanah liat itu dibasahkan, diremas benar-benar dan dibuatlah bulat-bulat sebagai bola dan dilemparkan di antara dinding dan ditumbuk padat sebaik mungkin dengan penumbuk. Cara lain ialah menghancurkan tanah liat sehalus mungkin dan sesudah itu dicampur dengan pasir; campuran ini lebih baik mengisi lobang-lobang.

Biasanya pada dasarnya bendung peti akan terdapat bocor-bocor. Untuk mencegahnya perlu sekali bidang pertemuan antara pengisian dan dasar dibersihkan sebaik-baiknya.

Bocor-bocor yang kecil mudah dapat diatasi dengan pompa. Akan tetapi bila terjadi bocor yang besar, haruslah bendung dikosongkan dan seluruhnya diisi kembali. Dicoba juga menutup bocor itu dengan menuang pasir halus atau yang semacam itu di muka bendung yang akan dibawa oleh air tiris, dan harus mengisi lobang-lobang.

Lebar atas bendung peti jarang lebih besar dari 1 m; seterusnya ia berubah antara 1/2 dan 1/5 dari tingginya. Kadang-kadang harus dibuat

bendung peti tinggi dengan bendung-bendung peti lebih kecil pada kakinya; tekanan air, yang terbesar adalah pada sebelah bawah, di sana jugalah akan mendapat perlawan yang terbesar; ia dinamai *bendung peti berangkai*.

Biasanya bendung peti dibongkar kembali, bila pondamen-pondamen sudah rampung. Bila ditakuti bahwa karena itu akan tinggal lobang-lobang dalam tanah bawah, yang mungkin memberi alasan untuk menurun, bendung-bendung itu dibiarkan dan ia digergaji pada 0,10 m di atas dasar air dengan perantaraan gergaji lingkar mandatar.

Seterusnya acap kali dianjurkan untuk menahan tinggi air yang besar dengan mempergunakan tidak satu, akan tetapi beberapa bendung atau bendung peti berturut-turut di belakang masing-masing. Tinggi penahan-penahan air ke arah sumur pondering dibuat berkang-kurang, sedangkan ruangan di antaranya dikeringkan sedemikian rupa, sehingga muka air juga turun secara bertangga-tangga. Tentulah ini mungkin dapat dibuat bila ada cukup ruangan.

Di waktu yang terakhir ini makin lama makin banyak untuk pembendungan dipergunakan yang dinamai *papan-bendung baja*. Pada gambar 206 ada diberi beberapa bentuk dalam penampangnya. Oleh karena beratnya yang besar itu papan-bendung baja dengan sendirinya turun beberapa dalam ke dalam tanah; lalu seterusnya ia dipancang. Untuk pemancangan perlu memakai apitan-hantar untuk sementara (lihat kemudian).

Untuk melawan tekanan air, dinding-dinding harus ditupang. Bila dibuat berbentuk peti, dinding-dinding ditupang pada masing-masing, kalau tidak, dinding ditupang pada tepi sungai.

Dengan papan-bendung baja dapat ditahan tinggi air yang besar, sedangkan dinding-dindingnya boleh dikatakan dapat mengedap air dan papan-papannya dapat dipergunakan beberapa kali. Mencabut papan-papan itu dilakukan dengan mesin keran pengangkat, pemancang kukus dibalikkan atau pengangkat papan yang terutama diperbuat untuk itu.

Pembendungan bila mungkin harus dibuat jauh dari sumur, sebaiknya 16 à 20 kali tinggi-air yang harus ditahan. Semakin jauh penahan-air terletak dari pada sumur, semakin kurang mendapat gangguan dari air-tirisan. Waktu melakukan dinding-bendung, panjang dinding yang dipancang boleh dihitung pada jarak dimaksudkan.

Dalam beberapa hal air-tirisan dalam sumur-pondering dapat dilawan dengan hasil baik dengan pertolongan suntikan emulsi semen dan dari aspal. Untuk itu bubur P.C. atau emulsi aspal dimasukkan dengan tekanan ke dalam pipa-pipa gas berlobang-lobang pada sebelah bawah-

nya, yang terlebih dahulu sudah di masukkan ke dalam tanah. P.C. atau emulsi-aspal akan menutup pori-pori. Pada pondamen-pondamen yang terletak pada atau dalam air mengalir, umpamanya pada kepala jembatan dan tiang-tiang pemikul, harus diambil tindakan-tindakan istimewa, untuk mencegah penggogosan. Karena air harus selalu merubah arahnya, oleh pengerasan (kontraksi) dan seterusnya, akan terjadi percepatan-arus. Percepatan yang terbesar ialah pada kepala di sebelah mudik dari tiang pemikul-arus. Untuk mendapat pengaliran air dengan serata mungkin, kepala dari tiang pemikul-arus dirampungkan dengan cara yang tertentu (lihat gambar 147), tetapi tidak akan menghilangkan percepatan sama sekali. Jadi terhadap penggogosan harus diambil dalam pondering yang aman, sedangkan acap kali — lebih-lebih pada tiang pemikul-arus — harus diambil tindakan istimewa dengan mempergunakan *dinding-bendung tetap*. Seterusnya pada dasarnya dapat dilindungi dengan penimbunan batu-batu besar, di atas atau tidak di atas bagian benam (penganyaman tikar dari ranting-ranting kayu), pada sekelilingnya bangunan. Bagian benam itu harus diratakan dengan dasar sungai.

Pada kecepatan-arus yang agak besar dibuat bungkah-bungkah beton istimewa yang sangat berat, misalnya $0,5 \times 0,5 \times 0,5$ m, untuk mencegah supaya jangan dihanyutkan air.

Cara yang lain untuk melindunginya, terdiri dari menyusun pelat beton berat misalnya dari $0,25 \times 1 \times 1$ m, dengan tepi atasnya sama rata atau sedikit lebih rendah dari dasar sungai. Untuk mencegah rusaknya tebing-tebing pada pertemuan dengan kepala jembatan, biasanya ia harus diberi penembokan tebing atau sekurang-kurangnya dengan penyusunan batu. Koper yang kokoh tidak boleh dilupakan (lihat gambar 112).

C. PONDERING SUMUR-SUMUR

§ 1. Umum

Sekarang, pondering secara ini di negeri kita tidak dilakukan lagi. Akan tetapi pengetahuan serba sedikit tentang bangunan ini adalah berguna juga, karena cara ini telah agak banyak dilakukan dan pada pekerjaan perbaikan dan pemeliharaan kita akan banyak berurusan dengannya.

§ 2. Konstruksi

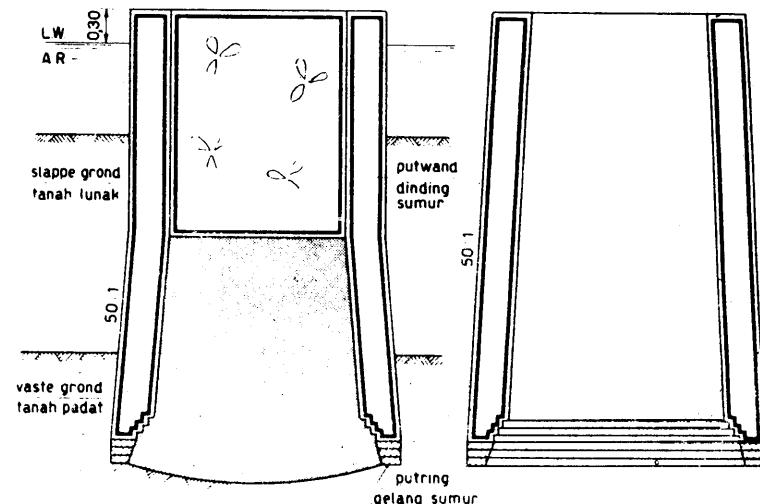
Pondering terdiri dari beberapa sumur terbenam, masing-masing dengan beberapa jarak, yang dihubungkan dengan lengkungan atau di atas mana dilakukan pelat beton bertulang. Di atas lengkungan atau pelat ini didirikan pekerjaan ke atas. Kaki sumur harus sampai ke tanah bawah yang padat. Cara ini hanya dilakukan bila tanah bawah padat itu terletak dalam, sehingga dengan pondering langsung (baja) akan memakai bahan terlalu banyak, belum lagi terhitung perbelanjaan pengalian yang besar.

Biasanya bentuk sumur itu bundar, terdiri dari cincin batu bata di isi dengan beton ataupun juga penembokan batu pecahan atau gabungan dari kedua-duanya (gambar 210).

Cincin beton bertulang dapat juga dipergunakan.

Pada gambar 211, 212 dan 213 dilihatkan pondering sumur dan berturut-turut dari tiang pemikul-arus, kepala jembatan landas dan kepala jembatan sayap. Jarak *a* sekurang-kurangnya diambil 0,50 m, sedangkan jarak sekecil-kecilnya antara sumur-sumur, berhubung dengan melakukannya sekurang-kurangnya 1 m.

Kemudian, dari pada lengkungan — yang peka sekali terhadap perubahan tanah — dipergunakan pelat-pelat beton bertulang.



Gamb. 210

D. PONDERING BETON

§ 1. Umum

Bila pengeringan dan penjagaan supaya tetap kering dari suatu sumur bangunan meminta perbelanjaan yang terlalu besar, dapat dipakai sebagai pondamen selapis beton, yang dituang di bawah air, yang dinamai dalam air, misalnya di antara pendindingan (pemetian). Dari pada menggali, sekarang tanah bangunan itu harus dicapai dengan jalan mengorek (mengeruk) lapisan-lapisan tanah yang buruk.

Pondering beton ada juga dibuat di darat — jadi langsung (baja) —; akan tetapi hanya bila pekerjaan seperti itu lebih murah dari pada pekerjaan penembokan.

Pondering beton meminta pemetian, yang dapat tinggal dalam tanah sebagai bangunan tetap.

§ 2. Pemetian

Pemetian, di namai juga peti beton, akan terdiri dari sebaris papan-papan bendung yang rapat, di tupang oleh balok dan tiang-tiang atau juga dari sebaris papan-papan-bendung saja dan pada sebelah atasnya diberi bergulung-gulung.

Sebelum papan-papan-bendung dilakukan, dikorek terlebih dahulu tanah atas yang buruk seluruhnya atau sebagian. Dengan cara ini harus pula tanah diangkat lebih banyak dari pada bila pemetian dibuat terlebih dahulu. Bila peti beton selesai, digantilah tanah di luarnya yang terkorek terlalu banyak dengan penimbunan batu — dengan jalan berangsur-angsur, menurut majunya penuangan beton — (lihat gambar 219).

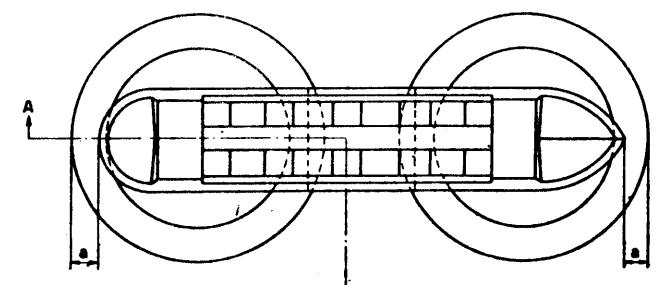
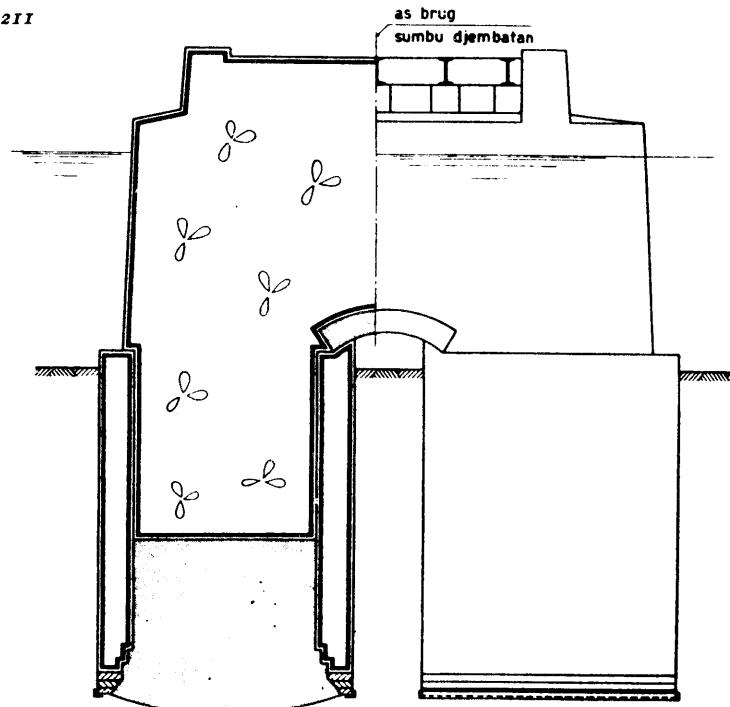
Ada juga pada peti-peti beton yang kecil, sebelum dimulai dengan pekerjaan-korek (keruk), papan-papan bendungnya dipancangkan terlebih dahulu.

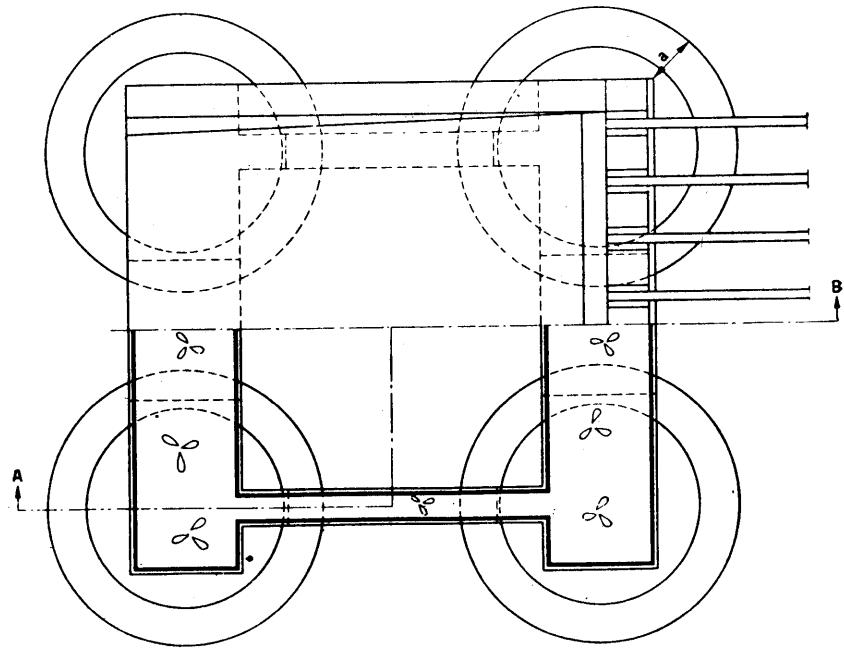
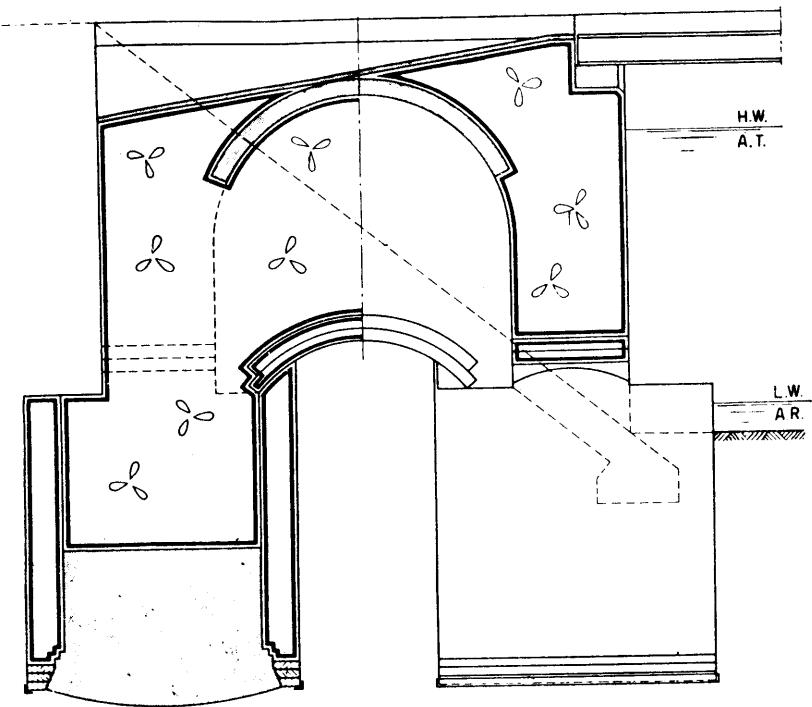
Bila harus dibuat pondering beton untuk di bawah tiang pemukul dalam air, terlebih dahulu pada sebelah hulunya dibuat suatu empang-arus untuk menghindarkan mengendapnya lumpur, sehingga memenuhi sumur sewaktu mengoreknya.

Dalam denah pemetian menyerupai dalam garis-garis besar bentuk pasangan dari pekerjaan ke atas. Karena penuangan beton di dekat dinding-dinding tak sebegitu mudah dapat dilakukan terhadap pekerjaan yang lebih ke tengah, maka beton yang berada pada tempat itu tidak begitu dapat dipercayai; oleh sebab itu pada sekelilingnya dari pekerjaan

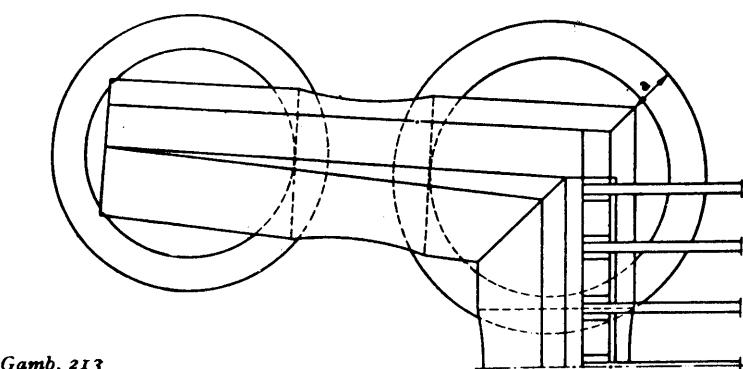
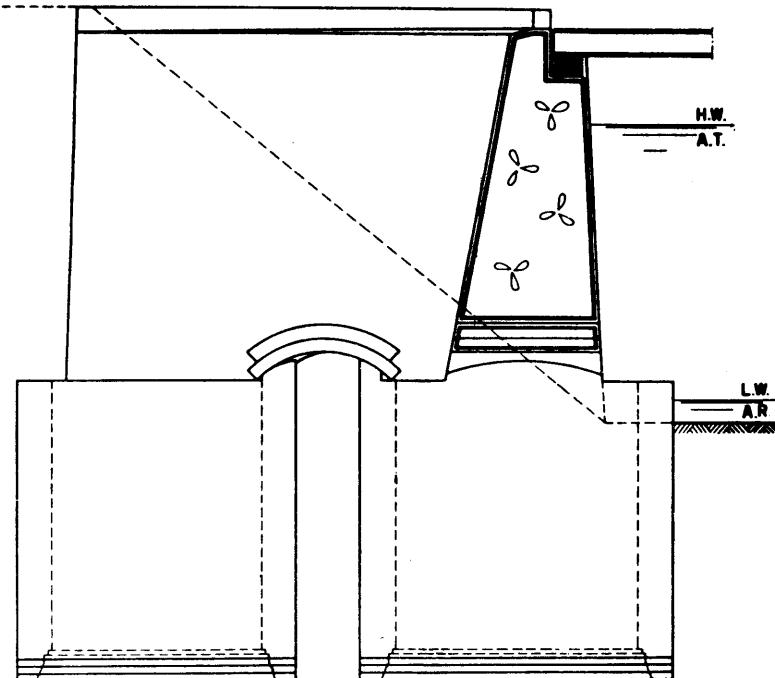
penembokan ke atas, adonan beton itu sekurang-kurangnya 0,50 m di julkurkan ke luar. Sebelumnya peti beton di buat, harus dapat di kira-kirakan apakah pekerjaan dapat diselesaikan dalam musim kemarau, maka peti beton dibuat mencapai beberapa dm di atas A.R.; bila tidak haruslah dihitung pada A.T. Akan tetapi pada umumnya harus diusahakan supaya bangunan bawah dapat disiapkan pada permulaan musim hujan. Bila pekerjaan sudah selesai, dapatlah dinding-

Gamb. 211





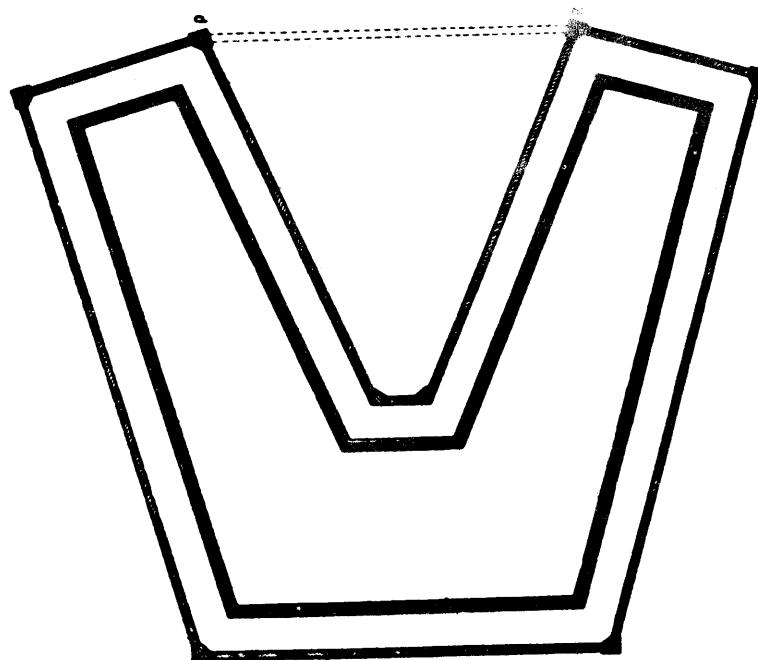
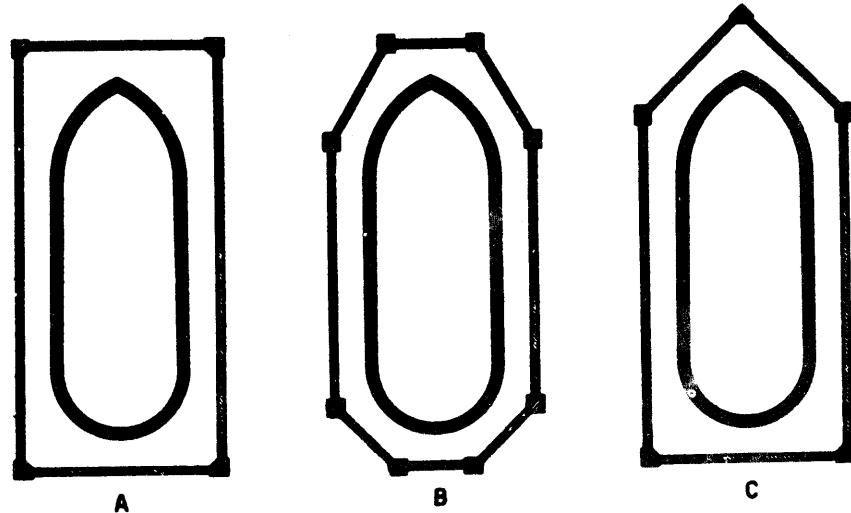
Gamb. 212



Gamb. 213

dinding di gergaji pada tinggi yang diperlukan (misalnya 10 cm di atas tepi atas adonan beton). Untuk ini dipergunakan gergaji lingkaran mendatar dengan poros tegak lurus, yang dapat diselenggarakan di atas air. Sewaktu melakukannya dinding-dinding ditupangkan terhadap masing-masing.

Gamb. 214



Gamb. 215

Gambar 214a, b dan c memperlihatkan bentuk pemetian untuk pondering di bawah tiang pemikul. Gambar 214a ialah penyelesaian yang terbaik. Gambar 214b yang kebanyakan dilakukan; membeton pada sudut-sudut tumpul dapat lebih mudah dilakukan daripada sudut-sudut siku dari gambar 214a atau dari gambar 214c.

Bentuk menurut gambar terakhir hanya akan dilakukan pada sungai dengan arus sangat kencang.

Dinding-dinding sisinya dari pemetian dipancang terlebih dahulu sesudah itu baru dinding di sebelah mudik dan sebagai penghabisan dinding di sebelah hilirnya.

Denah dari pemetian untuk pondering beton kepala jembatan sayap dapat dilihat pada gambar 215. Bila tanah bangunannya tak dapat dipercayai benar, maka pondering akan diteruskan juga di antara kedua sayap (lihat garis $p-q$). Jadi pondering dari sayap-sayap sekarang sudah dirangkaikan.

Dinding-bendung dibuat sekurang-kurangnya sampai 1 m di bawah beton.

Pada pertemuan dari dua dinding gedung di pancang tiang-tiang bendung-sudut yang diberi dua aluran. Tiang-tiang ini dibuat dari kayu ditetak empat persegi, 10 cm lebih besar dari tebal papan-bendung dan dibuat 1 m lebih panjang dari papan-papan itu.

§ 3. Pembetonan

Seperti sudah dikatakan, diperbedakan antara menuang di atas daratan dan menuang dalam air. Pengerjaan pada cara yang bermula disebut, dapat dilakukan dengan lebih banyak perhatian dan ditilik dari sudut kekokohan lebih disukai daripada cara kedua. Dari itulah juga dimulai dengan menuang beton dalam air, bila sudah terdapat cukup tekanan lawan terhadap air yang datang dari bawah dan beton sudah menjadi keras, sumur itu dikeringkan dan seterusnya bekerja di atas daratan.

Sudah tentu pemetian harus kedap air benar.

a. Membeton atas daratan dilakukan seperti berikut; beton, yang kadar lembabnya hampir bersamaan dengan tanah kebun yang baru digali, dengan teliti ditebarkan dalam lapisan setebal 0,20 m dan sedemikian lama ditumbuk sehingga tampak air pada permukaannya. Sesudah itu ditebarkan lagi lapisan baru yang sama tebal dan dikerjakan dengan cara yang bersamaan. Penumbuk biasanya dari kayu dikelilingi dengan baja, akan tetapi ada juga seluruhnya dari baja; ia mempunyai bidang-dasar kira-kira dari $400 \times 500 \text{ cm}^2$ dan beratnya $12 \times 15 \text{ kg}$.

Yang tadi itu dinamai *beton-tumbuk*. Untuk ini dipergunakan yang dinamai beton teras (kapur dan teras sebagai bahan pengikat) atau beton P.C. yang lebih baik.

Di atas selapis beton semen, yang lebih dari sejam terlambau sudah ditumbuk, sebelum ditebarkan lapisan baru, harus disapu terlebih dahulu dengan selapis campuran semen dan pasir, setebal 1 cm dan di campur dengan perbandingan yang bersamaan dengan perbandingan, dalam mana pasir dan semen terdapat pada beton itu. Permukaan yang menjadi licin harus terlebih dulu dibuat kasar dengan bundar beton (sikat beton).

Bila lapisan-lapisan yang akan dituang besar, haruslah kita sebelum seluruhnya dari satu lapisan selesai, sudah memulai dengan yang berikut. Kita bekerjalah dari tepi-tepi ke tengah-tengah sumur.

Beton tidak boleh dituang dari tinggi yang lebih dari 3 m, karena kalau tidak begitu akan terjadi pemisahan campuran. Pada tinggi penuangan yang sudah lebih dari 1 m dianjurkan untuk melakukan dinding penjatuhan.

Di waktu beristirahat dan sesudah pekerjaan selesai, bidang atas beton tetap di basahkan dan dihindungi terhadap hujan atau terhadap pengaruh yang langsung dari cahaya matahari (gedek, karung-karung atau guni).

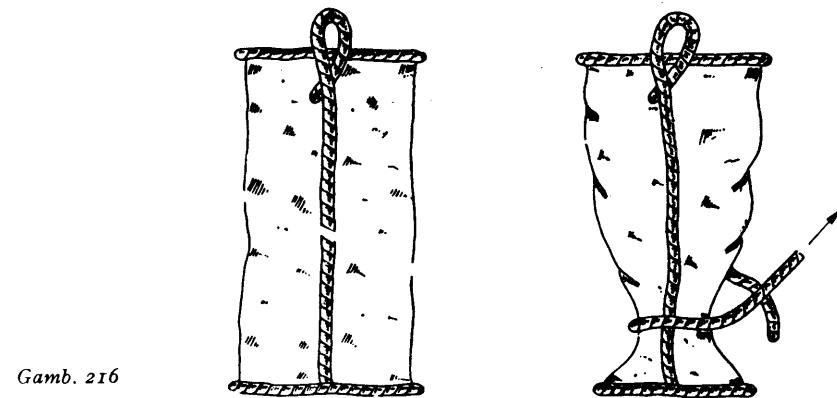
b. Pada penuangan beton dalam air harus diambil sebanyak mungkin tindakan usaha untuk mencegah, supaya beton jangan berpisah. Jadi tidak pernah boleh terjadi beton itu dilempar ke dalam air, sedangkan pergerakan dari air harus di cegah.

Pada tempat-tempat di mana terdapat arus yang sangat kuat, atau di mana membuat pemetian mempunyai banyak keberatan, diturunkan ke dalam air karung-karung tertutup yang diisi dengan beton sekering mungkin. Karung-karung berkumpul di dasarnya dan sesudah ia keras, menjadi seluruh kesatuan yang kokoh. Pondering semacam itu lebih di suka dari pada penimbunan pecahan batu atau bagian beton lepas yang dilakukan dalam keadaan yang bersamaan.

Cara-cara dengan mana beton dapat dituang di bawah air, dapat dipisahkan dalam dua bagian, ialah:

- 1°. yaitu, di mana karung-karung atau peti-peti yang berisi dengan beton diturunkan ke dasar sumur dan di sana juga dikosongkan dan
- 2°. yaitu, di mana beton dibawa ke bawah sumur dengan perantaraan tabung-tabung yang sampai ke dalam air.

ad i°. Alat yang sangat sederhana ialah ember biasa. Selain dari tali untuk menurunkannya, pada alasnya diikat juga tali, dengan mana



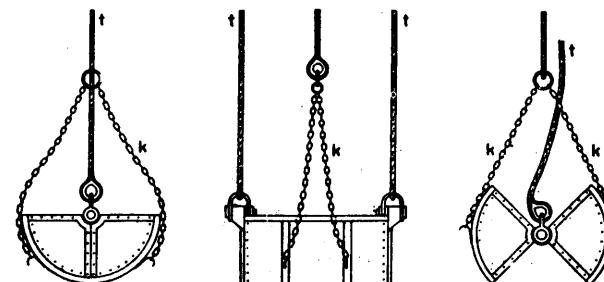
Gamb. 216

ember itu dengan berhati-hati, bila ia sampai di bawah dapat dituang kosong.

Dapat juga dipergunakan yang dinamai *karung beton* dari kain layar yang diter (gambar 216).

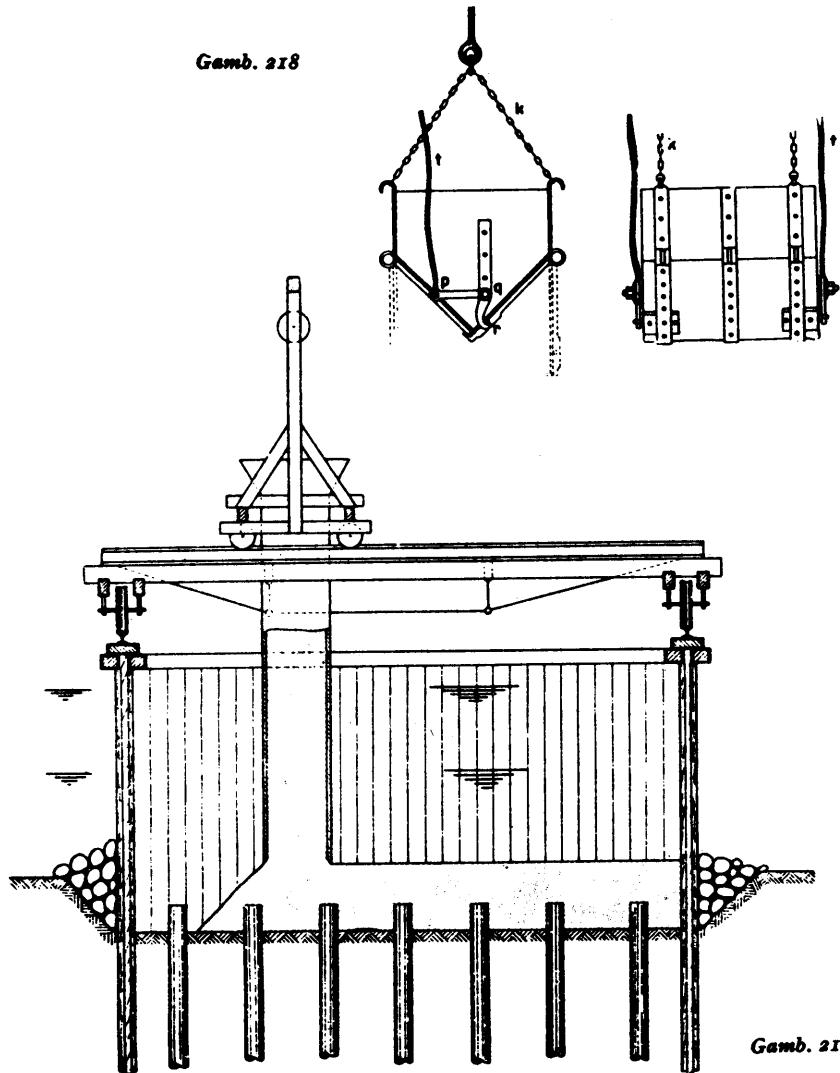
Pada sebelah bawahnya ia diikat dengan simpul lepas, dan bila karung itu sampai ke dasar sumur dapat dibuka dengan disentakkan sedikit. Isi dari karung seperti itu ialah 0,1 a 0,2 m³. Untuk mengangkut lapisan beton ke dalam sumur benam kecil, dapat dipergunakan karung-karung seperti itu. Karung-karung kecil dapat diturunkan dan diangkat lagi dengan tangan; pada pekerjaan yang lebih besar, pekerjaan itu dilakukan dengan perantaraan kerek majemuk atau derek. Kerek kertak harus dapat dipindah-pindahkan dengan mudah pada perancah.

Untuk pekerjaan yang lebih besar dilakukan bak-bak kayu atau teromol baja. Ia diturunkan perlahan-lahan ke dalam air. Pada dalam yang tepat, dasar bak atau teromol dibukakan dan ia mengosong dengan sendirinya. Gambr 217 memperlihatkan teromol semacam itu pada kita. Sewaktu menurunkannya bak yang berisi itu tergantung pada kedua tali t;



Gamb. 217

Gamb. 218



bak tinggal tertutup oleh karena beratnya sendiri. Pada dasar sumur tali-tali diulurkan dan ditariklah rantai-rantai k .

Juga gambar 218 memperlihatkan bak beton. Bak itu tergantung pada rantai-rantai k . Bila bak itu sampai ke bawah, ditariklah pada tali-tali t , oleh karena mana pehamgalang pqr memutar pada q dan palang pada r terlepas, sehingga dasarnya dapat memutar terbuka.

Terdapat juga bak-bak dengan isi $1,5 \text{ m}^3$. Untuk dapat melakukan bak-bak yang sedemikian besarnya, dipakai derekuap.

ad 2° . Untuk sumur-sumur dengan luas yang besar (lebih besar dari 40 m^2) cara ini dapat dilakukan dengan beruntung sekali. Gambar 219 memberi bagan rancangan dari cara ini. Kita lihat bahwa tabung yang pada sebelah atasnya diberi bercorong, digantungkan pada gerobak kecil, yang dapat dilakukan di atas keran jalan. Keran jalan ini harus dilakukan sebagai pekerjaan kuda-kuda, untuk sebanyak mungkin dapat mencegah supaya ia jangan melengkung; karena kalau tidak demikian bidang atas dari beton yang dituang akan cekung pula. Keran jalan dapat diletakkan di atas rel, yang dipasang di atas peti beton. Kadang-kadang dibuat jembatan yang terasing untuk menupang rel.

Tabung-tabung dapat dibuat dari kayu dan mempunyai penampang empatpersegi.

Ada juga yang dari baja dengan penampang yang bulat, ia adalah lebih baik, dan di sini beton akan lebih kurang melekat. Untuk mendapat perlekatan yang sedikit mungkin, tabung-tabung dalam penampang tegak lurus kadang-kadang diberi bentuk yang tirus (miring 40 a $50 : 1$).

Lebarnya ialah $0,75$ a $0,90 \text{ m}$; panjangnya 2 sampai 8 m .

Tabung-tabung kayu terdiri dari bagian-bagian, yang di satukan misalnya dengan mur regang. Oleh karena itu panjangnya dapat diperpendek.

Tabung-tabung baja biasanya hanya terdiri dari dua bagian. Bagian paling bawah mempunyai diameter yang sedikit lebih besar dari pada yang atas dan dapat disorongkan padanya sehingga ia dapat diperpendek menurut keperluannya.

Baut-baut, yang menyambungkan pelat-pelat dari tiap-tiap bagian, supaya menjadi satu dengan lain, pada sebelah dalamnya harus mempunyai kepala-kepala benam supaya beton mendapat kesempatan yang sedikit-sedikitnya untuk melekat.

Juga di sini penuangan dilakukan dalam lapisan setebal 1 m atau lebih. Dimulai dengan mengaturkan tabung pada satu sudut dari sumur. Ia di sana diturunkan sampai ke dasar dan diisi penuh sampai di atas. Pengisian ini untuk bagian bawah harus dikerjakan melalui air, jadi harus dilakukan dengan berhati-hati, dan dapat dipergunakan peti-peti empang kecil atau karung-karung. Sambil diisi terus, tabung diangkat sampai setinggi yang bersamaan dengan tebal lapisan pertama. Sesudah itu dimulailah dengan pembetonan yang sebenarnya, dengan mendorong gerobak perlahan-lahan di atas keran jalan dan sambil tabung itu di isi terus. Di atas rel keran jalan diletakkan papan-papan untuk memberi kesempatan pada pekerja berjalan melalui keran jalan dan untuk men-

cegah supaya gerobak itu jangan bergerak tidak teratur. Ia tidak akan dapat maju, sebelumnya papan yang di hadapan roda diangkat. Bila kita sampai pada ujungnya keran, ia digesekan ke sisi sepanjang jarak yang bersamaan dengan tebalnya tabung dan gerobaknya didorong balik, sambil terus diisi. Cara ini diteruskan sampai selesai dengan penuangan lapisan pertama. Sekarang dapatlah kembali ke pusat permulaan dan dituang lapisan kedua dengan cara yang bersamaan.

Ada juga lapisan kedua dibuat bersilang di atas yang pertama. Pada pekerjaan besar dapat dimulai dengan bersamaan dari dua sisi yang berhadap-hadapan. Ada juga dilakukan pekerjaan dengan dua tabung berturut-turut di belakang masing-masing, di mana yang pertama menuang lapisan bawah, yang kedua lapisan berikut; dengan cara ini antara kedua lapis itu tidak akan terjadi selisih datar.

Pada pendindingan yang rapat, akan terjadi sewaktu menuang, air dalam peti naik ke atas dan melebihi tinggi air luar. Mungkin juga terjadi, bahwa tinggi air luar naik di atas duga air dalam peti; terjadilah kekuatan yang menekan ke atas pada beton.

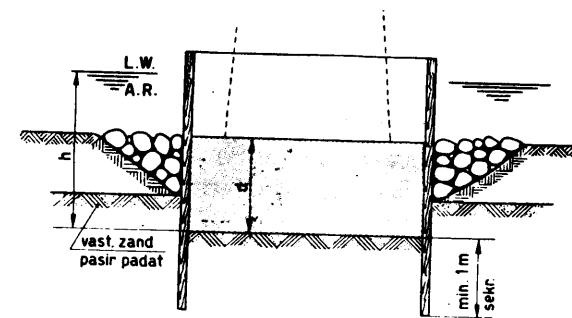
Kedua hal itu harus dicoba mencegahnya dengan membuat pada sebelah hilirnya beberapa lobang dalam peti, karena oleh perbedaan dalam tinggi air yang disebut tadi, mungkin terjadi arus-arus kecil, yang dapat memisahkan beton setempat-setempat.

Sumur tidak boleh dikeringkan sampai kering, sebelumnya beton cukup keras. Pada beton keras keadaan ini baru dikerjakan sesudah satu bulan, pada beton P.C. sesudah dua pekan. Apakah beton sudah sebenarnya cukup keras, diperiksa dengan bak berisi dengan beton yang diturunkan ke dalam air sewaktu penuangan beton.

Bersamaan dengan penuangan beton dilakukan penimbunan batu pada sebelah luar peti. Ini berguna untuk mengadakan tekanan lawan, selama beton masih belum cukup keras dan seterusnya untuk mencegah penggogosan dasar sungai di tempat itu.

§ 4. Ukuran-ukuran

Seperti sudah dikatakan di atas, baik sekali bila adonan beton pada segala sisi diulurkan 0,50 m di luar pekerjaan pasangan bangunan. Seterusnya luas permukaannya harus sedemikian besar, sehingga pembebanan pada tanah bawah tidak melebihi tekanan yang dibenarkan. Bila oleh karenanya beton terulur jauh sekali di luar penembokan, haruslah tebalnya diambil secukup besarnya supaya bagian yang terulur ke luar tidak akan dapat patah. Kita masih berada dalam keadaan aman, bila penguluran itu setinggi-tingginya diambil $\frac{1}{2} \times$ tebalnya pelat atau sebaliknya tebal = $2 \times$ penguluran.



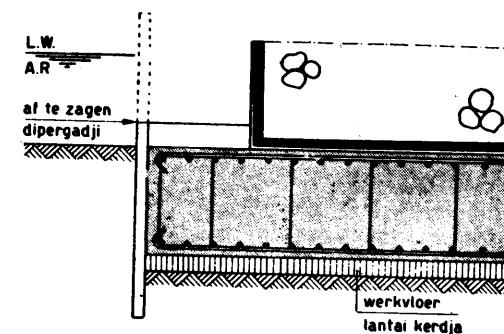
Gamb. 220

Sisi bawah beton harus terletak di atas tanah bangunan padat.

Tepi atas dari lapisan beton boleh sedikit lebih rendah dari A.R. Bila misalnya pada sungai-sungai kecil atau terusan pondering beton yang dibuat sampai kira-kira setinggi A.R. akan menjadi rintangan untuk pengaliran air yang baik atau untuk pelayaran, maka tepi atasnya tidaklah akan dibuat lebih tinggi dari dasar sungai atau terusan.

Untuk melakukan pekerjaan ke atas pada daratan, peti itu dikeringkan sesudah disumbat lobang-lobang yang mungkin ada pada dinding-dinding. Akan tetapi harus diperiksa terlebih dahulu apakah tebal dari adonan beton sudah cukup untuk memberi tekanan lawan terhadap tekanan ke atas. Pada tanah pasir yang sangat baik dan dapat meresapkan air, diambilah $d = \frac{1}{2} h$ (lihat gambar 220), bila diingat pada berat jenis beton = 2.

Bila kita sudah berangsung dengan pekerjaan ke atas, dapatlah peti beton digergaji.



Gamb. 221

§ 5. Melakukan beton bertulang

Bila terdapat tanah bangunan yang kurang dapat dipercaya, beton bertulang satu-satunya bahan yang dapat dilakukan. Pada tanah dengan daya-pikul yang tidak rata, besar sekali kemungkinan untuk terjadinya retak-retak pada pemakaian penembukan atau beton tidak bertulang; karena bahan itu tidak dapat menahan regangan-tarik dan lengkung yang berarti. Beton bertulang sebaliknya — bila dilakukan dengan tulang-tulang sebagaimana mustinya — adalah mempunyai sifat-sifat ini. Oleh karena inilah, juga mungkin pada tanah dengan daya-pikul kecil dapat dilakukan pondering yang diperlebar dengan penguluran yang banyak, sehingga tekanan setiap cm^2 tinggal kecil. Keuntungan seterusnya ialah bahwa tebal pelat yang kecil sudah mencukupi, oleh karena mana dapat penghematan dengan perbelanjaan penggalian dan pengeringan.

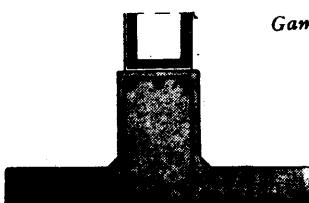
Dapat dibedakan dua bentuk (type) pondering:

- 1°. pondering mempunyai bentuk-pelat (gambar 221).
- 2°. terdapat balok (rusuk), atau beberapa rusuk, dan sebuah pelat lantai, yang dinamai pondering pelat rusuk (gambar 222).

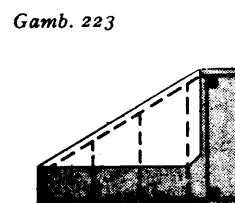
ad 1°. Dalam garis-garis besarnya pelat mengikuti bentuk pekerjaan ke atas, seperti yang dinyatakan pada pondering beton. Juga di sini akan dilakukan pemotongan, yang pada pekerjaan dalam air, pun akan menjadi bagian tetap dari bangunan itu. Peti beton ini diperlukan karena beton bertulang harus dilakukan di darat; jadi peti harus dapat dipompa sehingga kering.

Juga dapat dibuat suatu pelat di bawah seluruh pekerjaan (misalnya di bawah ke dua dinding tegak dari urung-urung, di bawah bungkah muka dan belakang dari suatu kepala jembatan landas, di bawah tembok muka dan sayap dari suatu kepala jembatan sayap, dan seterusnya).

Untuk pelat-pelat yang mengikuti bentuk pekerjaan ke atas, biasanya dilakukan dengan bertulang kembar. Bila ukuran-ukurannya dalam arah memanjang dan melintang hampir sama, dipakailah untuk batang-batang pokok dan pembagi satu tebal yang serupa, yang dinamai *tulang silang* kembar.



Gamb. 222



Gamb. 223

Pada pondering pelat yang besar dimulailah dengan penuangan lantai kerja setebal 5 cm dari beton kurus ($1 : 4 : 7$). Di atas ini dilakukan tulang bawah. Di atas pekerjaan para-para bambu, yang mudah dapat dikeluarkan, dijalin tulang atas, sesudah itu dibuat batang penupang tegak lurus supaya tulang-tulang dapat ditetapkan pada jarak yang baik (gambar 221).

Sesudah ini bambu dibuang. Juga dapat dilakukan besi-penupang yang lazim dipakai pada lantai-lantai.

Sebagai beton dipergunakan beton tuangan (misalnya $1 : 2 : 4$). Menumbuk tentu tidaklah mungkin; dipergunakan pencucuk-pencucuk, dengan mana beton yang agak cair itu dicucuk-cucuk, sehingga peti terisi baik dan tidak terdapat gelembung-gelembung hawa.

ad 2°. Pondering pelat rusuk baik sekali untuk pekerjaan bangunan yang panjang dan sempit. Ia banyak dilakukan pada bangunan rumah, akan tetapi dapat juga dipakai pada bangunan air, misalnya pada tembok penutup, pelabuhan, dan sebagainya. Pada pelebaran kaki yang besar sering dibuat rusuk-rusuk pengaku (gambar 223).

E. PONDERING BETON DI ATAS TIANG

§ 1. Umum

Pada cara pondering ini tekanan bangunan buatan dan pembebanan di atasnya dipindahkan pada tanah bawah yang berdaya-pikul dengan perantaraan tiang-tiang. Cara ini terbaik, bila lapisan-lapisan berdaya-pikul terdapat pada dalam yang sedemikian rupa, sehingga membuat pondering langsung (baja) di atas lapisan-lapisan itu boleh dikatakan tidak dapat dilakukan dan sangat mahal pula, oleh karena ongkos penggalian yang besar. Tiang-tiang dipalu melalui lapisan-lapisan lunak. Akan tetapi cara ini tidak akan dilakukan bila ada kemungkinan untuk mendapat rintangan-rintangan seperti batang kayu, batu-batu besar, dan seterusnya.

Dalam beberapa hal di negeri kita ini dilakukan juga pondering tiang kayu. Di sini di atas tiang-tiang diletakkan pemikul (balok-lintang), di atasnya dibuat pula lantai tebal, dan di atas ini dapat dilakukan pekerjaan ke atas. Jadi pondering seluruhnya ialah suatu bangunan kayu dan harus diselenggarakan di bawah A.R. atau T.A.P. Konstruksi ini sudah menyingsir untuk pondering beton di atas tiang, yang memberi jaminan yang lebih sempurna tentang pemindahan tekanan dan lebih mudah melakukannya.

Di atas kepala tiang-tiang dituang adonan beton. Ini dapat dilakukan menurut keadaan, di darat atau dalam air. Selainnya dari pada pelat tidak bertulang, dapat juga diletakkan beton bertulang.

Jadi tiang-tiang dapat terdiri dari kayu, ataupun dari beton bertulang. Pada yang pertama harus diperhatikan pula, bahwa kepala-kepalanya terletak sekurang-kurangnya 0,30 m di bawah A.R. atau T.A.P.

§ 2. Daya-pikul dari tiang-tiang

Tiang-tiang yang dipancang ke dalam tanah mendapat tenaga pikulnya dari perlawanan, yang dialami ujungnya dari tanah bawah padat dan dari pergesekan antara lingkaran tiang dan tanah sekelilingnya.

Tenaga-pikul ini dapat dihitung:

1°. dari turunnya tiang sewaktu dipancang. Biasanya turunnya itu dicatat selama tiga perjalanan yang terakhir. Satu *perjalanan* ialah satu seri dari 20 à 30 pukulan.

Dengan pertolongan rumus berdasarkan pengalaman (empiris) ditentukan tenaga-pikul, sedangkan seterusnya dihitung dengan ketentuan (jaminan) yang perlu.

2° dari pembebanan percobaan (lihat A § 3, f). Cara ini lebih dapat dipercayai, akan tetapi suatu pembebanan percobaan meminta waktu lama.

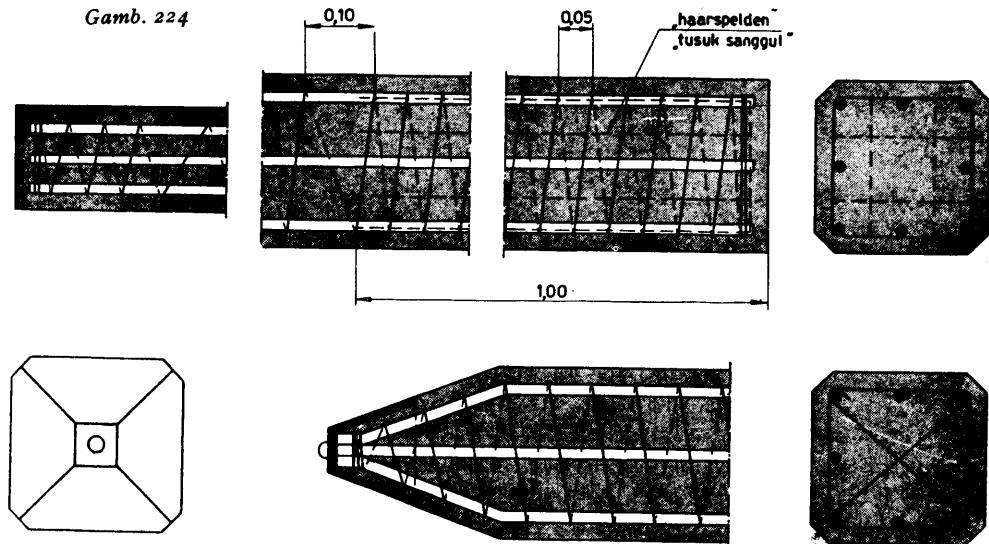
Bila pembebanan yang dapat dibenarkan untuk satu tiang sudah ditentukan dengan salah satu cara yang tersebut di atas, dapatlah dihitung jumlah tiang.

§ 3. Tiang-tiang

Tiang-tiang kayu pada sebelah bawahnya diberi berujung tumpul seperti tiang-tiang turap yang dahulu sudah kita bicarakan. Bila harus dipancang melalui lapisan tanah yang keras, dan sebagainya, ia diberi bersepuat baja. Pulau Kalimantanlah yang terbanyak menghasilkan tiang, yang biasanya mempunyai panjang yang baik. Tiang-tiang kayu besi adalah sangat baik untuk keperluan ini.

Akan tetapi makin lama makin banyak dipergunakan tiang beton bertulang, yang dapat dibuat pada tempat pekerjaan dan panjangnya dapat disesuaikan pada panjang yang dibutuhkan. Seterusnya tidak perlu diperhatikan A.R. atau T.A.P. karena mana acap kali dapat dilakukan konstruksi yang lebih baik.

Gamb. 224



Menurut pokoknya adalah dua cara bekerja untuk membuat tiang beton, yaitu:

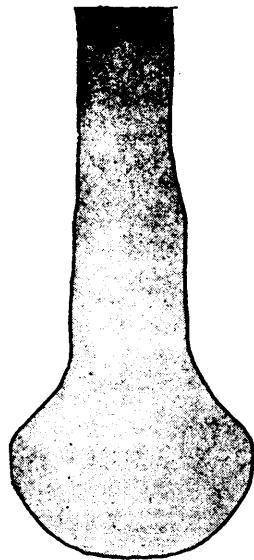
1°. tiang-tiang diselesaikan terlebih dulu, dan sesudah itu dimasukkan ke dalam tanah.

2°. tiang-tiang dibuat dalam tanah pada tempat ia harus berdiri.

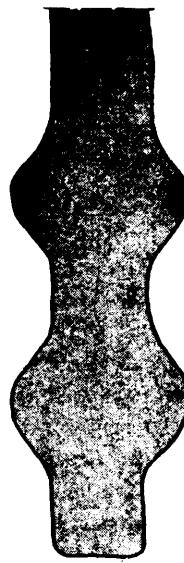
ad 1°. Gambar 224 memperlihatkan gambar dari tiang beton bertulang, di sini penampangnya empatpersegi. Ada pula tiang-tiang delapanpersegi dan ada yang bundar. Tiang di sini berjalan terus. Tulang-tulangnya terdiri dari tulang-tulang memanjang dari $\varnothing 10$ sampai $\varnothing 20$, yang dapat diakhiri dengan diadu beberapa cm di bawah kepala dan ujungnya. Tulang memanjang dihimpunkan oleh gulungan berbentuk uliran dari baja bundar setebal 6 sampai 8 mm. Pada kepalaannya sepanjang ± 1 m gulungan mempunyai kisar lebih kecil, misalnya 5 cm, sedangkan kisarnya yang biasa ialah 10 cm. Ini berguna untuk menghindarkan penghancuran sewaktu memancang. Seterusnya pada kepala yang sepanjang tadi diberi lagi bertulang tambahan dengan batang memanjang atau yang dinamai tusuk rambat dari $\varnothing 8$. Lebih ke dalam, ada juga dilakukan uliran tambahan. Pada gambar 224 digambar juga ujung yang dilindungi.

Tulang dirampungkan seluruhnya dan dipasang dalam pemetian. Penghematan kayu didapat bila dibuat pemetian untuk beberapa tiang di sebelah masing-masing.

Gamb. 225



Gamb. 226



ad 2°. Untuk ini terdapat berbagai-bagai cara. Satu diantaranya ialah di mana pipa-pipa-gerek dimasukkan ke dalam tanah. Pipa-pipa ini diisi dengan beton, misalnya sepanjang 2 m, dan sesudah itu pipa diangkat 1m.

Betonnya ditumbuk, sehingga beton itu pada sebelah bawahnya mendapat penebalan, yang lebih besar apabila semakin lunak tanah itu.

Dengan cara ini dapatlah tiang itu diberi penebalan pada berbagai-bagai tingginya (lihat gambar 225). Keuntungan kedua yang didapat dengan penumbukan ini ialah pemadatan tanah di sekelilingnya. Akhirnya pipa-gerek seluruhnya dicabut dan dapat dipergunakan untuk membuat tiang-tiang lain.

Di sini, biasanya selalu berhasil, yang dinamai tiang-tiang Strausz, yang dibuat dengan tidak mempergunakan pipa-gerek. Dengan perto-longannya penggerek Strausz (yaitu semacam bor sendok) digerek lobang Ø 10 sampai 30 cm, tergantung dari tebal yang diperlukan. Dalamnya dapat dibuat setinggi-tingginya 8 cm. Tulang uliran dengan tulang memanjang yang dirampungkan terlebih dulu ditegakkan dalam lobang-lobang itu.

Air tanah, bila ada, dipompa dan sesudah itu secepat mungkin beton dengan berair sedikit dituang ke dalam lobang, sesudah itu ditumbuk. Tiang-tiang ini mempunyai permukaan yang kasar, yang menyebabkan tenaga pikulnya agak besar. Daya-pikul untuk tiang Ø 30 cm, seperti

ternyata dari percobaan-percobaan, dapat ditetapkan pada 1 ton setiap panjang 1 m.

Karena tidak perlu dipancang dan sebab itu tidak terjadi getaran yang merugikan, cara yang terakhir ini sering dilakukan pada pembuatan pondering.

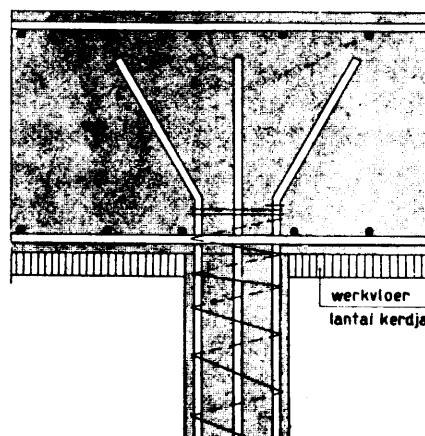
§ 4. Konstruksi dari pondering-pondering

Tiang-tiang dipancang dalam baris yang beraturan, tegak lurus atau menurut kebutuhan, dengan miring untuk menerima kekuatan-kekuatan sisi yang mungkin terdapat.

Pertama dipancang tiang-tiang dan sesudah itu dindingnya (peti beton). Bila kita bekerja sebaliknya, tanah dalam peti akan tertekan, yang pada hakekatnya baik, akan tetapi oleh karenanya terjadilah bahaya yang merupakan lobang-lobang pada dinding. Pada pemakaian papan-bendung baja, bahaya serupa ini tak usah dikuwatirkan, karena sambungannya dapat mengatasi hal ini dan dapatlah peti dipancang terlebih dahulu.

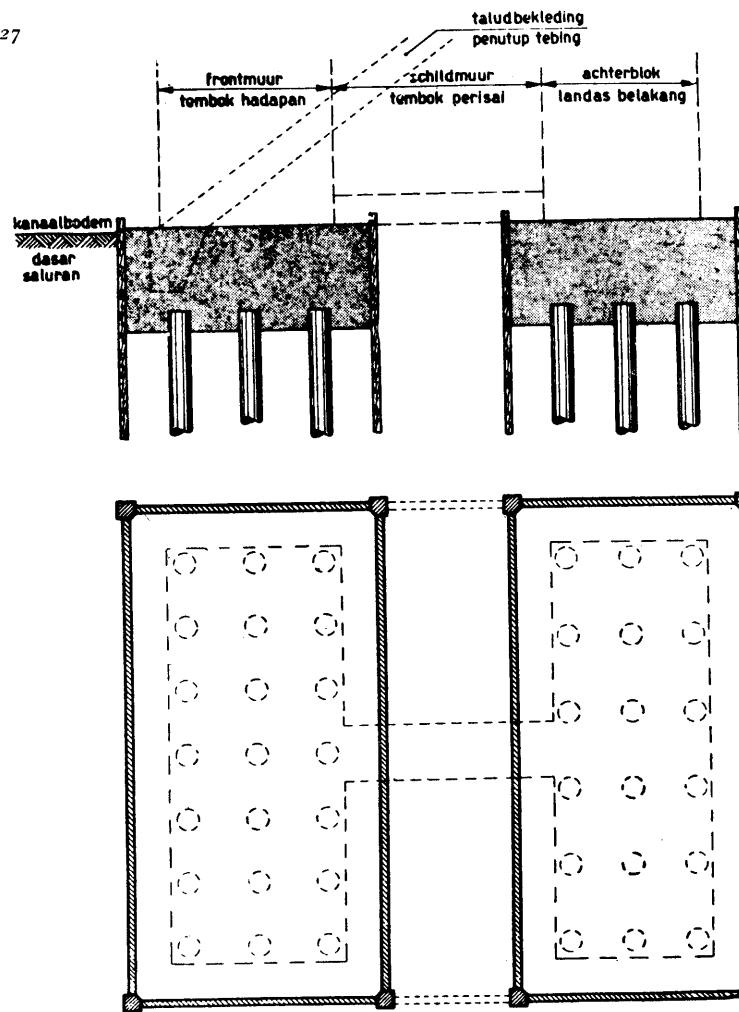
Nanti di atas tiang-tiang akan dibuat pelat beton, yang terletak sama tinggi dengan duga dasar atau sekurang-kurangnya di bawah duga A.R. Jadi kepala tiang biasanya terletak di bawah duga A.R. Memancang melalui air hanya mungkin dengan palu pancang yang dibuat teristimewa untuk itu; dan tak mungkin melakukannya dengan memakai palu pancang biasa.

Kini dapatlah dipakai tiang-tiang yang sedemikian lebih panjangnya sehingga kepalanya, bila tiang sudah terpanjang, masih muncul di atas air, atau sewaktu memancang dipergunakan bagian-bagian penyambung



Gamb. 226

Gamb. 227

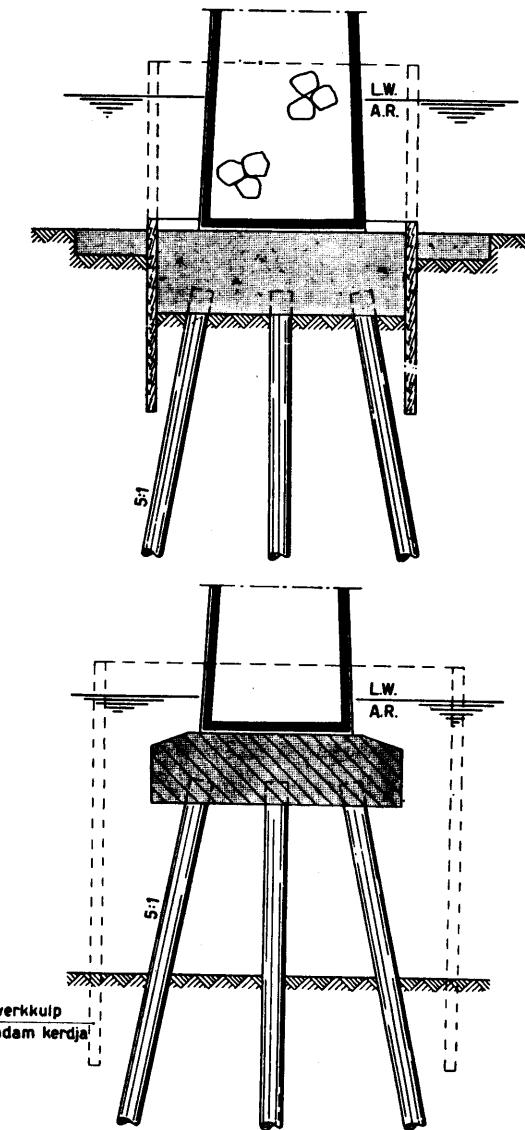


Yang pertama ialah cara yang paling pasti, akan tetapi memberi banyak kerugian bahan. Tiang-tiang dipancang tidak lebih dekat dari 0,60 m dari pemetian dan seterusnya ia terdapat sekurang-kurangnya pada jarak 0,80 m dari sumbu ke sumbu. Seterusnya jumlah tiang harus dihitung pula.

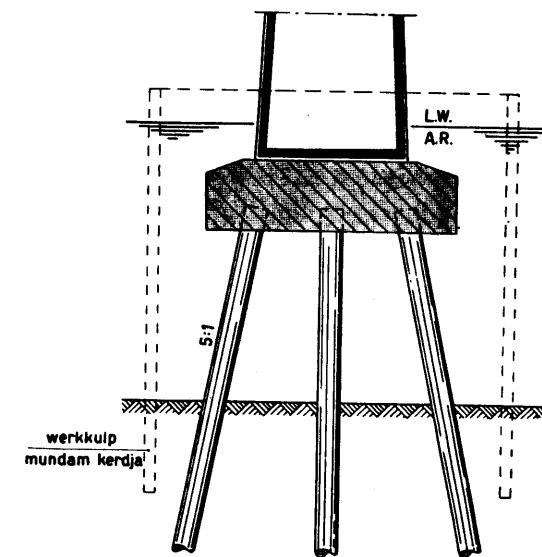
Tiang-tiang kayu masuk ke dalam beton hanya sampai 0,20 setinggi-tingginya 0,30 m, untuk menghindarkan supaya kayu jangan busuk.

Pada tiang beton bertulang, tulang-tulang pada sebelah atasnya dibuka sesudah pemancangan, dengan jalan memahat betonnya. Tulang

Gamb. 228



Gamb. 229



uliran digulung lepas menurut panjang yang tertentu, sesudah itu tulang memanjang dipotong dan dikembangkan sedikit, supaya terdapat penjangkarang yang baik (gambar 226).

Tebal adonan beton atau pelat beton bertulang antara lain tergantung pada jarak antara tiang-tiang. Semakin besar jarak-jarak ini, se-

makin tebal pula pelat itu harus dibuat, untuk mendapat pemindahan pembebanan yang serata-ratanya ke atas tiang-tiang dan untuk mencegah retak-retak pada kembangan tanah yang tidak sama. Pada pemakaian beton bertulang oleh karena sifatnya — dan bila dilakukan menurut seharusnya — bahaya ini boleh dikatakan lebih kecil. Akan tetapi adonan beton dapat dibuat dalam air, tetapi tidak demikian halnya dengan beton bertulang.

Berturut-turut akan dibicarakan beberapa pondering.

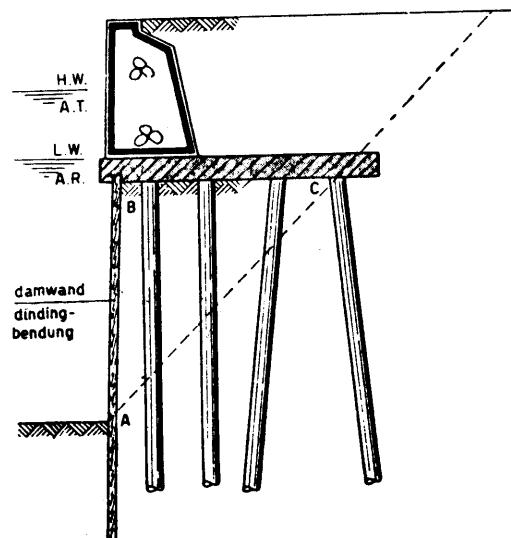
Kepala jembatan landas. (gambar 227) Tembok muka dan belakang masing-masing mempunyai pondering tersendiri, sedangkan tembok perisai dipikul oleh sebuah pelat. Oleh karena pembebanan yang lebih besar, di bawah tembok muka di rancangkan beberapa tiang lebih banyak dari pada di bawah landas belakang. Mungkin juga dapat dilakukan dengan satu pelat di bawah seluruh kepala jembatan. Pemetiannya diberi berbentuk seperti yang dinyatakan dengan garispotong. Pada bagian pertengahannya dapat tiang-tiang diletakkan dengan antara yang lebih besar.

Kepala jembatan sayap. Untuk ini dapat dilakukan sebagai yang digambarkan pada gambar 215.

Tiang pemikul (gambar 228 dan 229). Oleh karena bentuknya yang kurang padat juga di sini dilakukan tiang-tiang yang dipancang miring untuk menerima gaya mendatar (misalnya gaya penahan). Gambar 228

ialah penglakuan biasa dengan tepi atas dari adonan beton atau pelat beton bertulang yang sama dengan atau sedikit lebih tinggi dari duga-dasar, sehingga tiang-tiang tidak berdiri bebas. Dengan cara ini menjadikan biaya sangat mahal, bila sungai mempunyai dalam yang besar. Dalam hal ini dianjurkan penyelesaian pada gambar 229 (akan tetapi sekarang tiang-tiang dan pelat dalam beton bertulang).

Tembok penutup, tembok pelabuhan, dan seterusnya. Juga tembok-tembok ini dapat diberi pondering dengan dua cara yang dirancangkan untuknya. Pada gambar 230 dinyatakan bagaimana ponderingnya pada pelat yang diletakkan tinggi. Untuk menerima prisma tanah yang bergeser (bergelincir), pelat diperpanjang ke belakang. Seterusnya dianjurkan, melakukan lagi dinding-bendung dari papan-papan-beton bertulang pada sebelah muka dan mengisi ruangan di bawah pelat ABC. Tiang-tiang yang dipancang miring di sini diperlukan pula untuk menerima tekanan tanah mendatar, sedangkan barisan tiang-tiang yang di belakang sekali berguna sebagai *tiang-tiang penarik*. Pada waktu melakukan dari dinding-bendung dalam buatan yang besar dapat juga ia dihitung untuk menerima pembebanan tegak lurus.



Gamb. 230

V. ALAT-ALAT PEMBANGUNAN

A. ALAT-ALAT PANCANG

§ 1. Umum

Untuk memasukkan tiang-tiang dan papan-papan ke dalam tanah dipakai berbagai-bagai alat pancang.

Di antara bagian yang terpenting ialah selalu *bungkahnya*, yang terus-menerus dijatuhkan dari tinggi yang tertentu ke atas kepala tiang. Biasanya beristirahat sebentar sesudah 30 pukulan; jumlah dari tigapuluhan pukulan berturut-turut dinamai *perjalanan*.

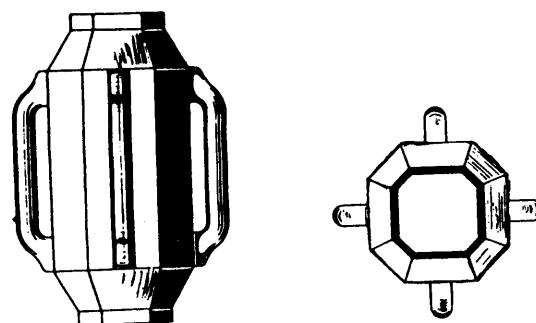
§ 2. Pancang tangan

Ini ialah tidak lain dari pada suatu bungkah kayu, seperti dirancangkan pada gambar 231 dan seberat 20 sampai 60 kg. Ia diangkat ke atas dengan kekuatan tangan oleh satu sampai 4 orang, sesudah itu dengan tidak dilepaskan, dijatuhkan di atas kepala tiang atau papan.

Biasanya bungkah berbentuk segiempat atau segidelapan dan diberi 2 atau 4 pemegang kayu. Pemegang harus dibuat sepanjang mungkin. Kadang-kadang dipasang lingkaran baja yang mengelilingi landas pada sebelah bawahnya.

Tinggi jatuh ialah $\pm 0,60$ m. Dapat ditetapkan, bahwa tiap orang dapat mengangkat 8 à 12 kg.

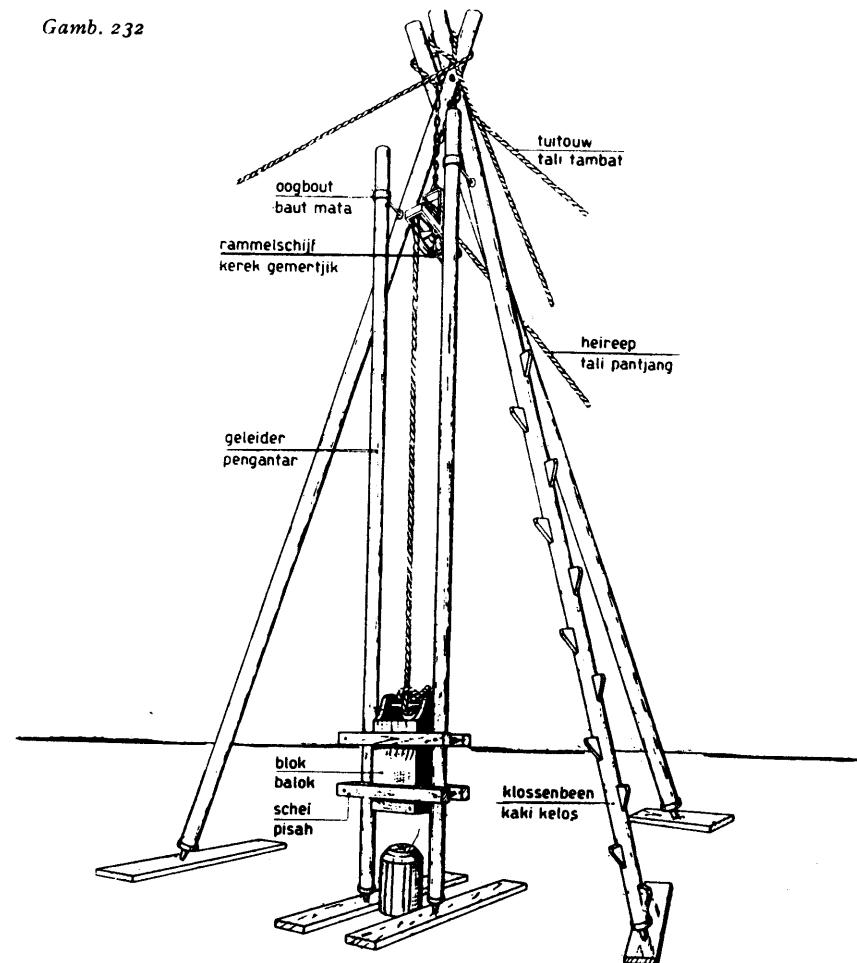
Gamb. 231



§ 3. Pancang-tarik Belanda

Di sini bungkah tergantung pada *serandang-pancang*. Serandang itu, bila harus memancang tiang-tiang pendek, hanya terdiri dari dua *kaki*. Bila tiang-tiang pendek harus banyak dipancang dalam satu barisan panjang, dipakailah di negeri ini suatu perancah, terdiri dari sebuah balok panjang terletak mendatar, di mana tergantung kerek yang dapat digeserkan pada balok itu dan ditupang setiap ± 2 m oleh kuda-kuda. Akan tetapi kita lihat yang biasanya dipakai ialah serandang berkaki tiga, yang dua di antaranya dapat bergerak dalam satu bidang, sedang-

Gamb. 232



kan yang dinamai kaki ketiga dapat diputar dalam bidang yang kira-kira membuat siku pada kedua kaki yang disebut bermula.

Gambar 232 memperlihatkan pembaganan dari alat-pancang seperti itu.

Sedapat mungkin dipergunakan tiang-tiang kayu setebal 20 a 25 cm. Pada satu dari tiang-tiang itu dipakukan kelos-kelos, supaya mudah dapat naik ke kepalanya (kita dapat membedakan *kaki kelos* dan *kaki-kaki licin*). Juga dipergunakan pipa-pipa baja tidak bersela.

Akan tetapi acap kali kaki-kakinya harus dibuat dari bambu. Beberapa bambu (bambu bitung atau bambu gembong) diikat menjadi satu dengan tali, tali ijuk atau kawat baja; untuk menambah kokohnya dipasangkan bajibaji kayu di antara pengikat dan bambu.

Sambungan dari kaki-kaki atau tiang-tiang pada sebelah atasnya, pada alat pancang kecil hanya dilakukan dengan tali atau kabel, pada yang lebih besar dengan *baut pancang*; pada sebelah bawahnya kaki-kaki itu diberi lingkaran baja pencegah pembelahan dan berujung baja terhadap pergeseran.

Untuk menghindarkan masuknya kaki-kaki ke dalam tanah, ia diletakkan di atas papan-papan yang kokoh, yang akan membagi tekanan ke atas permukaan yang lebih besar.

Papan-papan itu lebih-lebih diperlukan juga, oleh karena bungkah itu berganti-ganti bergantung pada alat pancang dan berhenti pada tiang. Supaya ujung yang baru-baru ini disebut, tidak masuk terlalu dalam ke dalam papan, di antara kaki dan papan dipasang pula kelos yang dibuat miring, yang dipakukan pada papan.

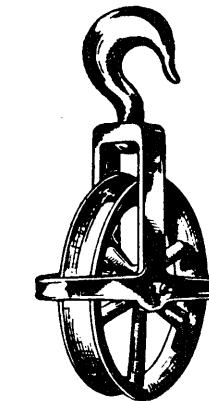
Tinggi dari alat-pancang harus sekurang-kurangnya 3 m lebih tinggi dari sepanjang-panjangnya tiang-tiang pancang yang akan dipancangkan.

Alat-pancang itu harus ditambatkan kokoh dengan 3 atau 4 *tali-tambat*; ia berjalan dari kepala ke tiang-tiang yang dipancangkan kokoh ke dalam tanah, pohon-pohon, dan seterusnya.

Pada simpul, yang dibentuk di sebelah atas kaki-kaki, digantungkan kerek besar atau *kerek kertak* (lihat gambar 233). Garistengah dari kerek harus besar, supaya tegangan tali dan pergesekan dapat sekecil mungkin, misalnya tidak kurang dari 0,50 m.

Melalui kerek kertak berjalan *tali-pancang*, di mana pada satu ujung diikatkan *bungkah jatuh* (*bungkah-pancang*). Bungkah jatuh kadang-kadang dari pada kayu dengan bertepi gaja; (sekelilingnya dilingkari dengan simpai baja), sedangkan pada tepi bawahnya dipasang pelat baja tebal, misalnya setebal 40 mm, dengan baut-kait. Pada alat-pancang besar bungkah seluruhnya dibuat dari baja tuangan.

Gamb. 233



Berat bungkah berubah-ubah di antara 150 dan 600 kg; akan tetapi pada pancang-tarik jarang dilihat jatuh yang lebih berat dari 400 kg.

Seterusnya bungkah pancang diberi dua pasang *kerat-lintang*, yang harus menuntun bungkah; ujung-ujung kerat-lintang disambung oleh tali-tali kerat-lintang. Kerat-kerat-lintang melingkari ke dua-dua *pengantar* atau *kaki-kaki bebas*. Ia harus mempunyai permukaan yang rata dan licin dan dipasang tegak lurus, bila tiang atau papan harus dipancang tegak lurus; tiap-tiap kaki pada sebelah atasnya ditusukkan melalui *baut mata*, yang diikat pada kaki-kaki dan panjangnya baut itu bersangkut-paut pula dengan garis tengah kerek kertak tadi. Untuk mencegah pergeseran juga pada sebelah bawahnya *pengantar-pengantar* diberi berujung baja.

Biasanya pada ujung lain dari tali-pancang diikatkan gelang besar dan padanya *tali penarik* dari pekerja.

Hendaklah diperhatikan waktu mengikat tali penarik harus setinggi mungkin pada tali-pancang. Semakin banyak tali penarik terletak dalam perpanjangan dari tali-pancang, semakin banyak pula kekuatan tarik yang dilakukan pada tali-tali itu dipindahkan ke tali-pancang.

Untuk mendirikan alat-pancang, tiang-tiang diletakkan di atas tanah, dua dalam perpanjangan masing-masing dan kaki ketiga bersiku di atas yang dua itu. Kaki-kaki itu disambung dengan baut-pancang, sesudah itu diangkat setinggi mungkin dengan pertolongan serendang kecil dan kerek. Mendirikan seterusnya dilakukan dengan tangan; kaki-kakinya diangkatlah dengan linggis, yang dapat ditusukkan pada lobang-lobang, yang dibuat di kaki-kaki setinggi 0,60 à 0,70 m dari ujung bawahnya. Terlebih dahulu di kepala alat-pancang diikatkan tali-tali-tambat dan kerek kertak.

§ 4. Memancang

Memancang berlaku seperti berikut:

Mula-mula tiang diberi *berujung* dan *berpuncak*. Melancipkannya dapat dilakukan pada tempat itu sepanjang $1\frac{1}{2}$ à 2 kali setebal tiang. Ujung tadi harus mempunyai *bagian tumpul* kira-kira 5 cm empatpersegi, sedangkan pusatnya harus terletak sedapat mungkin, dalam poros memanjang dari tiang. Bila pekerjaan ini hendak dilakukan setepat mungkin, tiang itu diletakkan di atas kuda-kuda dan dibuat garis poros pada jarak kira-kira $\frac{1}{4}$ bagian dari lingkaran. Pada kepala tiang ditarik kedua garis sumbu itu sehingga sesamanya membuat garis tegak lurus dan di persilangan garis itu digambarkanlah muka ujung tumpul tadi. Akan tetapi untuk pekerja yang sudah mempunyai banyak pengalaman, dapat mereka melancipkannya dengan di kira-kira dan menghasilkan pekerjaan yang cukup teliti.

Pada tanah liat acap kali pelancipan itu diabaikan. Bila tiang harus dipancangkan melalui tanah padat, ia diberi bersepuat baja.

Kepala tiang harus digergaji siku dengan poros memanjang, sesudah itu dikerjakan hampir-hampir bundar dan diberi berpuncak dengan tepi miring. Biasanya sesudah itu dipasang gelang mengelilingi kepala tadi untuk mencegah belahnya, sebagai akibat pemukulan terus-menerus dari bungkah. Gelang dapat menyatukan urat-urat kayu dengan baik. Yang terlebih baik ialah membuat gelang, tirus pada sebelah dalamnya, akan tetapi adalah lebih mahal juga. Ia tidak dapat dipukul masuk ke bawah kepala tiang; bungkah pancang selalulah jatuh di atas gelang, sehingga berkurang tenaga yang hilang bila bungkah jatuh di atas kayu lunak yang terpukul hancur.

Tiang sesudah berujung dan berpuncak, diseret ke dekat alat-pancang; pada tempat itu ia diberi, yang dinamai *tali-tali kepala* dan *tali tiang* dan ditegakkan dengan pertolongan kerek terasing, yang diantungkan pada salah satu tiang. Oleh karena beratnya, biasanya dengan sendiri tiang sudah turun seberapa banyak ke dalam lapisan tanah lunak yang paling atas.

Tali-tali kepala yang tersebut di atas, biasanya berjumlah 3, berguna pada permulaan untuk menahan kepala tiang dengan tepat di bawah bungkah jatuh. Pada tiap-tiap tali berdiri seorang pekerja, yang melingkarkan ujungnya pada patok. Pada tiang-tiang panjang diberi pula semacam sengkang, yang dipasang melingkari kepala tiang dan pengantar dan terletak di atas tali-tali kepala. Supaya dapat mengikat sengkang itu, kaki ketiga diberi berkelos-kelos.

Bila perlu sewaktu tiang itu masih jauh masuk ke dalam tanah, dipergunakan juga tali pengikat untuk menahan tiang itu pada tempatnya. Tali diikatkan setinggi ± 2 m di atas tanah, dibelitkan pada pengantar dan tiang; jadi tiang itu kini sudah terikat.

Selain dari pada itu, untuk maksud yang serupa dipergunakan juga pengunkit tangan yang ditusukkan di antara pengantar dan tiang, sehingga dapatlah tiang diungkit olehnya.

Bila bungkah dijatuhkan pada tiang, tiang sudah agak jauh turun. Sesudah itu bungkah diangkat tinggi beberapa kali lagi dan dijatuhkan lagi ke atas tiang. *Pukulan puncak* semacam itu hanya boleh dibenarkan pada tanah lunak dan juga hanya pada permulaannya saja, karena kemudian bila tiang sudah dalam masuk di tanah dan perlawanan yang dialaminya, menjadi berlebih besar, maka pukulan yang seperti itu tidaklah baik untuk tiang.

Seperti yang sudah dikatakan di atas, pancangan dilakukan dalam perjalanan dari 30 pukulan, dan di antaranya beristirahat beberapa menit. Sewaktu memancang dengan pancang-tarik harus dituntut, bahwa pekerja-pekerja sewaktu menjatuhkan bungkah tali-penarik hanya di-tahan dengan tangan kiri, hal demikian untuk mencegah supaya jangan tertahan jatuhnya.

Tiang-tiang yang sudah dipancang 5/6 dari dalam yang diharuskan, tidak boleh ditinggalkan begitu saja, walaupun untuk waktu makan.

Tinggi jatuh pada pancang-tarik dapat dibuat setinggi-tingginya 1,25 m. Bila tinggi jatuh pukul rata 1,20 m, dapatlah dibuat kekuatan tarik dari 12 à 15 kg untuk seorang. Akan tetapi semakin berat bungkah, semakin kurang kekuatan-tarik yang berguna dari tiap-tiap pekerja, sehingga dapat di kira-kirakan banyaknya pekerja-pekerja yang diperlukan:

untuk bungkah dari 200 kg	13 orang
" " " 300 kg	20 "
" " " 400 kg	28 " dan
" " " 500 kg	38 "

Seterusnya berat bungkah jatuh diambil berbanding dengan berat tiang yang akan dipancang, sehingga bungkah-bungkah dari beberapa ton tidaklah asing lagi. Akan tetapi ia tidak dilakukan lagi dengan tangan.

Bila kepalanya dipukul hingga demikian rusaknya sehingga ia mulai menyerbut, haruslah ia *dicukur*, artinya bagian yang terpukul lepas harus dibuang dan tiang itu diberi berpuncak kembali.

Selama memancang, *daftar-pancang* harus diisi terus, dan dapat disusun menurut contoh yang diberi di bawah ini. Daftar itu harus diisi dengan teliti dan juga sesudah selesainya pekerjaan harus disimpan baik-baik.

Tiang-tiang diberi bnomor yang serupa dengan yang dinamai rancangan *gambar-pancang*. Rancangan gambar-pancang ialah gambar di mana diperlihatkan tempat-tempatnya dari tiang (seolah-olah pandangan atas dari kepala-kepala tiang) dan tertulis jarak-jaraknya dari hati tiang sampai ke poros-poros bangunan.

DAFTAR PANCANG.

Jembatan No. . . . Jakarta-Ancol (Lihat gambar penjelas No. Rancangan gambar-pancang).

Nomor tiang	Tanggul memancang	Lamanya memancang	Panjang tiang	Kelingking tiang dalam cm		Turun tiang selama 3 perjalanan yang terakhir dalam cm.	Dalamnya dari ujung tiang	Keadaan luar biasa
				pada ujungnya	pada kepalamya			

Penomoran memberi giliran, bilamana tiang-tiang harus dipancang. Giliran itu harus dipilih demikian rupa, sehingga oleh tertekannya tanah pada pemancangan dari tiang-tiang yang berikut, yang lampau tidak dapat tertolak ke tepi. Oleh karena itu sedapat mungkin pemancangan dimulai di dekat poros dari pekerjaan itu. Dari cara-cara yang nanti akan dibicarakan, bagaimana memindahkan alat-pancang, dapatlah ditarik kesimpulan bahwa yang harus dipancang terlebih dahulu ialah tiang-tiang dalam barisan yang panjang; karena sering kali memindahkan alat ini ke sisi akan memakan waktu yang sangat banyak pula. Pada akhirnya

dari barisan yang semacam itu, alat-pancang dipindahkan di atas baris yang terletak di sisi barisan bermula, dan dipancang dalam arah terbalik.

Pengukuran dari bagian tiang yang turun sesudah tiap-tiap perjalanan, dinamai *penanggalan* dari tiang-tiang. Pengukuran itu dilakukan dengan menandakan tinggi kepala tiang pada pengantar, sebelum dan sesudahnya tiap-tiap perjalanan. Yang terpenting hanyalah turunnya selama tiga perjalanan yang terakhir, sehingga hanya tiga bagian penghabisan dari tiang itulah yang ditanggalkan. Dari catatan-catatan yang dibuat sewaktu memancang tiang-tiang percobaan, diketahuilah kini bila harus memulai dengan penanggalan tiang-tiang.

Sedapat mungkin tiang percobaan dipancang pada suatu tempat, di mana ia kemudian sebagai bagian dari pondering dapat dipergunakan.

Keliling tiang pada ujung dan pada kepalamya diukur berturut-turut 1 m dari ujung bawah dan ujung atas. Bila perlu terlebih dulu kulit kayu di tempat itu dibuangkan.

Sesudah satu tiang terpanjang, haruslah sebelum dimulai dengan memancang tiang yang berikut, alat-pancang dipindahkan terlebih dahulu. Di sini tali-tambat memegang peranan yang penting, dinamai juga *menggeser tambatan*. Sewaktu tali-tambat ditarik dan diulur, pemimpin pancang memindahkan kaki-kaki itu dengan garpu; bila ia terlalu berat dipergunakan pengungkit tangan, sehingga dua orang atau lebih dapat memindahkannya. Mula-mula tiang terbelakang dari alat-pancang (*kaki ketiga*) dipindahkan ke muka, sesudah itu kedua kaki sebelah muka, seterusnya pengantar-pengantar. Selama itu bungkah diangkat. Dapat juga dikerjakan seperti berikut. Kaki-kaki dipindahkan, sedangkan pengantar-pengantar ditinggalkan dengan bungkah di bawahnya. Dengan melalui pengantar di atas kakikaki bungkah ditusukkan beberapa baut, dan sesudah itu tali-pancang ditarik perlahan-lahan ke atas. Pengantar-pengantar terangkat sedikit oleh bungkah itu, dan oleh karena pengantar-pengantar itu dengan bungkahnya terayun ke muka. Dari cara menggeserkan serupa ini ternyata bahwa lebih mudah memindahkan alat-pancang ke muka atau ke belakang, yaitu dalam arah tegak lurus dengan bidang pengantar, dari pada ke sisinya.

Jarak, pada mana alat-pancang harus dipindahkan, dapat dilihat pada *pembedek*, yaitu suatu balok, yang diletakkan di dekat dan sejajar dengan baris tiang-tiang yang akan dipancang dan di atas mana, tempat tiang-tiang, dinyatakan dengan perantaraan tanda penggergaji atau reng-reng yang dipakukan.

Seperti sudah kita ketahui sering juga terjadi, bahwa tiang-tiang harus dipancang miring.

Ini dapat dilakukan dengan mudah dengan memasang pengantar-pengantar pada miring yang bersamaan dengan yang hendak diberikan pada tiang. Oleh karena bungkah harus mengatasi perlawanan gesek, yang terjadi oleh pergeseran keratan-lintang pada pengantar-pengantar, bungkah akan merugi dalam daya kerjanya; semakin landai miring pengantar semakin besar kerugian itu. Pengantar haruslah ditupang, bila terlalu banyak ia melengkung. Miring terlandai, dalam mana tiang-tiang masih dapat dipancang ialah 3 pada 1; memancang dalam miring lebih landai hampir tidak mungkin dilakukan.

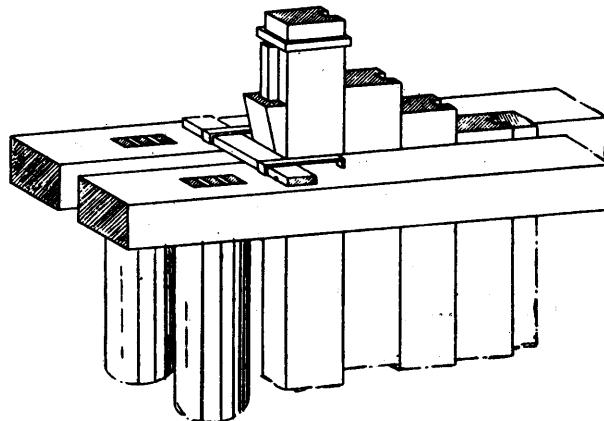
Sering beberapa tiang (tiang-tupang) harus dipancang dalam miring yang bersamaan. Untuk miring yang tertentu itu ada dibuat juga alat-pancang yang tetap.

Bila harus dipancang pada air yang dalam, dipasanglah alat itu di atas perahu besar (pengangkut). Bila dipergunakan pancang-tarik, sesudah beberapa pukulan perahu itu akan menjadi oleng, sehingga pemanangan tidak dapat diteruskan dan kita harus menunggu sampai perahu tenang kembali, yang sudah tentu akan memakan waktu yang banyak sekali. Pada pemancangan dengan pancang uap keberatan-keberatan ini tidaklah akan terdapat.

Tindakan-tindakan yang perlu diambil sewaktu memancang papan-papan-bendung, terutama dihadapkan supaya terdapatnya dinding yang rapat. Sudah kita ketahui, bahwa papan-papan-bendung biasanya disambung dengan memakai lidah dan alur. Dahulu juga sudah dibicarakan bagaimana caranya melancipkan papan dan apa sebabnya miringnya harus dibuat pada lebar papan di sebelah lidahnya.

Papan-papan-bendung dipancang di antara dua gulung-gulung (balok) (lihat gambar 234), yang menjadi sebagian dari konstruksi

Gamb. 234



pondering, atau terutama dibuat berhubung dengan pemancangan ding-bendung.

Papan yang pertama dipancang, diberi dua lidah dan pada sebelah bawahnya juga dilancipkan pada dua sisi; dengan segala perhatian papan itu harus dipancang tegak lurus.

Seterusnya untuk menjaga supaya tiap papan yang berikut merapat dengan baik pada yang terdahulu, dipakukan sekerat balok dengan beberapa kokot tiang pada balok-balok dan sesudah papan yang akan dipancang ditegakkan pada tempatnya, dipasanglah di antara papan dan pelat suatu baji yang teralur untuk melalui lidah papan.

Sebagaimana pada tiang-tiang, juga pada sebelah atasnya papan-papan harus diberi berita baja untuk menjaga terbelahnya. Kadang-kadang sekali kerja, dua papan dipancangkan.

Tiang-tiang dan papan-papan dapat juga *disemprot* kedalam tanah pasir. Untuk itu diperlukan pompa, pada umumnya pompa uap, karena air harus berada di bawah tekanan 5 à 6 angkasa. Pompa dapat dilayani oleh ketel uap mesin-pancang. Bersama-sama dengan tiang atau papan dimasukkan pipa gas, yang pada sebelah bawahnya diberi bermulut berlobang-lobang. Pipa mempunyai panjang yang sama dengan tiang atau papan dan disambung ke pompa dengan perantaraan pipa karet terbalut pilin. Pada penyemprotan papan dapat dipakai pipa kecil, yang dipakukan sedikit pada papan. Pada tiang dipergunakan dua pipa pada sebelah-menyebelahnya, supaya ia tidak beralih ke satu sisi; pipa ini lebih besar dan digantungkan pada kerek terasing, yang diikat pada salah satu kakinya. Air yang disemprot dari bawah pipa, menggolakkan dasar pasir, sehingga tiang atau papan dapat dimasukkan dengan bungkah-pancang ringan. Bila kita sampai pada dalam yang dikira semestinya, dicabutlah pipa itu ke atas sambil memompa terus-menerus. Akan tetapi tiang pada beberapa meter yang penghabisan selalu akan dipancang supaya pasti, bahwa ujungnya berdiri di atas tanah padat (tiang-tiang, yang bergantung pada pergeseran, menurut keadaan itu tidak akan disemprot).

Kadang-kadang terjadi juga, bahwa tanah mempunyai susunan sedemikian rupa sehingga, sebelum tiang dimasukkan, lobang dipompa dengan pipa saja. Pada permulaannya pipa diturunkan perlahan-lahan, kemudian agak lebih cepat, sehingga kita mendapat lobang yang kurang lebih berbentuk tirus dengan lebar terbesar pada sebelah atas. Akan tetapi pada meter yang penghabisan ia dipancang.

Sewaktu mencabut tiang-tiang, yang sewaktu dipancang terlalu banyak berubah dalam arahnya atau kepalanya terlalu banyak hancur, kita akan bekerja berlainan, bergantung dari keadaan mana kita bekerja.

Dapat dimulai dengan mencoba mendorong tiang ke atas dengan

beberapa tuil. Ia dipasang miring terhadap tiang dan diletakkan di atas papan berat atau balok dan berpegang pada ranti, yang melingkari kepala tiang.

Kadang-kadang dikerjakan dengan kayu-ungkit besar; lengan pendeknya diikat pula pada rantai, yang melingkari kepala tiang; lengan kayu-ungkit yang panjang dibebani.

Dalam kedua hal, tiang lebih mudah tercabut dengan membawanya ke dalam gerakan getar, misalnya memukul dengan palu kayu besar ke hampir ujung atasnya.

Bila harus dicabut tiang-tiang yang tegak dalam air yang dalam, didekatilah ia dengan satu perahu atau lebih yang dibebani, tiang diikat padanya dengan kokoh sesudah itu dikeluarkan beban perahu-perahu. Perahu itu hendak naik ke atas dan terbawalah tiang itu.

§ 5. Pancang buatan

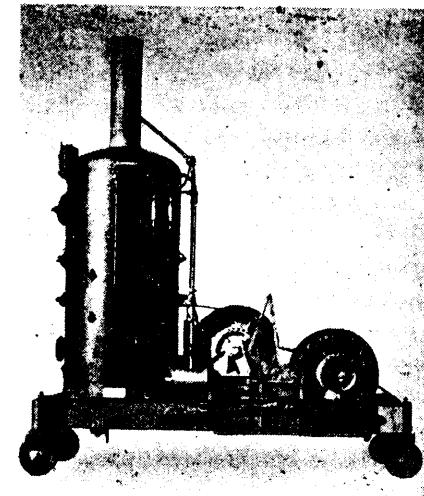
Perbedaan antara pancang ini dan pancang-tarik ialah, bahwa mengangkat bungkah pada pancang buatan dilakukan dengan derek tangan. Dengan pemakaian derek tangan itu, yang dengan pengantar-pengantar dan kaki-kaki dipasang pada satu perancah, membutuhkan lebih kurang orang pekerja. Kita lihat bahwa alat lengkapan semacam itu hanya jarang dilakukan.

§ 6. Pancang uap berbungkah jatuh

Di sini alat-pancangnya, walaupun dibuat sedikit lebih berat, mempunyai susunan yang serupa dengan pancang-tarik Belanda. Akan tetapi di sini bungkah diangkat dengan *derek uap*, yang dipasang bersama mesin uap dan ketel di atas gerobak [*gerobak-pancang*]. Sekarang dapatlah dipergunakan bungkah jatuh yang lebih berat, misanya dari 500 sampai 2000 kg. Tinggi jatuh dapat diatur semau-maunya.

Gambar 235 memperlihatkan pada kita gerobak-pancang semacam itu. Ketel uap tegak lurus, mesin uapnya ialah suatu mesin bersilinder dua yang tegak lurus. Pada derek dapat diperbedakan dengan nyata teromolnya, di mana tali-pancang digulungkan, beserta pulinya, yang di antara lain dipergunakan untuk mengangkat tiang. Seterusnya diperhatikan tuas tangan (handle), yang gunanya supaya teromol dapat berputar sendiri atau ikut bersama-sama berputarnya dengan poros-derek dan pada keran uap, dengan mana mesin dapat dihentikan atau digerakkan. Pelayan, tuas melayani keran dengan tangan kiri dan tuas tangan dengan tangan kanan.

Gamb. 235



Konstruksi dari gerobak-pancang akan dibicarakan dengan panjang lebar dalam pelajaran „Pengetahuan tentang pesawat”.

§ 7. Alat-pancang Amerika

Ini ialah alat tetap yang dibuat dari kayu atau baja propil. Ia dipergunakan untuk memancang tiang-tiang besar. Di atas perancah ini, yang dapat digerakkan di atas rel dengan roda-roda atau gulung-gulung, tegak sebuah ketel uap dengan derek; bungkahnya ialah bungkah jatuh baja.

§ 8. Mesin-pancang bungkah uap

Macam mesin-pancang ini ialah menyimpang sama sekali dari yang telah dibicarakan sebelum ini dan pada mana bungkah diangkat dengan sesuatu cara dan sesudah itu dijatuhkan lagi.

Biasanya kita lihat bahwa ia dilakukan pada suatu alat-pancang tetap, yang didirikan sebagai suatu satuan yang erat di atas gerobak-pancang dengan ketel uap dan derek uap. Derek hanya berguna untuk menarik tiang-tiang.

Alat itu biasanya dilakukan dari baja propil seakan-akan menyerupai suatu alat-pancang Amerika dan mempunyai beberapa langkah supaya pada setiap tinggi yang dikehendaki dapat sampai ke kepala tiang.

Ketel uap dihubungkan dengan perantaraan pipa uap dengan bungkah uap yang dipasang di atas tiang. Pipa uap terdiri dari pipa-pipa baja kira-kira sepanjang 1 m yang satu dengan yang lain disambungkan secara engsel atau pipa karet berlapis yang digantungkan pada perancah. Dari bungkah uap terdapat dua macam yaitu yang bersilinder tetap dan diam dan yang dengan silinder bergerak. Pada pancang uap macam pertama termasuk antara lain pancang Morrison, pancang Demag dan palu Mc Kiernan dan palu Terry. Penghisap yang bergerak naik dan turun dari bungkah uap semacam itu diperberat sampai menjadi bungkah jatuh.

Sorongan uap digerakkan otomatis, yang menyebabkan bahwa lengkapan itu adalah menjadi agak sulit buatannya. Tinggi jatuhnya tentulah tidak akan berubah-ubah, ialah 0,05 à 0,60 m. Berat bungkah itu ialah dari 800 kg sampai beberapa ton, bergantung dari berat tiang-tiang yang akan dipancang.

Setiap menit mesin itu memukul 60 sampai 130 kali. Usaha yang diberikan dapatlah dipergunakan dengan sebaik-baiknya, karena tiang tidak sampai diam dan oleh karena itu mudah masuk ke dalam tanah. Selainnya tanah itu sendiri terus-menerus dalam getaran. Ada juga palu istimewa, yang dapat dipergunakan di bawah air. Oleh karena itu tidaklah diperlukan tiang-penyambung. Seterusnya palu itu dilengkapi sebagai pencabut papah dan tiang, untuk mana ia harus dipasang terbalik (palu Mc Kiernan dan Terry atau palu Demag).

Pada macam yang kedua silindernyalah yang bergerak. Kita lihat bahwa pancang uap *Lacour* dan pancang uap *Figeo* yang termasuk dalam macam itu, banyak dipergunakan. Di sini pemasukan uap tidak dilakukan secara otomatis dan biasanya dilakukan dengan keran tiga jalan yang berada diujung dari batang penghisap yang berlubang, yang dapat diatur dari tanah dengan jalan menarik pada suatu tali. Karena bentuk ini sederhana sekali konstruksinya dan jarang terganggu oleh kerusakan, seringlah ia dipergunakan.

Silinder yang diperberat sehingga menjadi bungkah-pancang, diangkat oleh kukus kira-kira 30 kali setiap menit dan tiap kali pula ia jatuh di atas kepala tiang; seaktu itu ia bergelincir turun dan naik melalui batang baja, yang pada sebelah bawahnya diikatkan pada kepala tiang. Pada sebelah atasnya batang itu disambung dengan tali, yang pergi ke derek melalui kerek yang terletak di sebelah atas perancah, supaya dapat mengangkat bungkah kembali sesudah memancang.

Untuk mengantar bungkah-pancang, perancah ini mempunyai juga dua pengantar, akan tetapi kini diberi bertepi dengan baja. Konstruksi dari pancang uap akan dibicarakan lebih luas dalam pelajaran-pelajaran „Pengetahuan tentang Pesawat-pesawat”.

B. POMPA-POMPA 1]

§ 1. Umum.

Supaya sumur bangunan tetap tinggal kering seaktu membuat pondering untuk bangunan, dapatlah dipergunakan berbagai-bagi macam pompa. Ia haruslah dapat membawa air dari permukaan yang terletak lebih rendah ke permukaan yang lebih tinggi. Pompa mana yang akan dipergunakan antara lain bergantung dari banyaknya air yang harus dipompa, dari tingginya air yang harus dinaikkan (tinggi naik) dan kotor atau tidak kotornya air. Pompa-pompa dengan saluran pipa disambungkan dengan satu atau kedua muka-air yang sudah disebut tadi. Pipa dari pompa ke muka air yang terendah dinamai *saluran-hisap*, yang ke permukaan yang lebih tinggi dinamai *saluran-tekan*. Penampang dari pipa-pipa itu harus diambil sedemikian besarnya, sehingga kecepatan air dalam pipa-pipa itu tidak lebih besar dari 1 m setiap detik.

Menurut praktek tidak mungkin tinggi-hisap lebih besar dari 6 à 7 m. Sudah tentu dapat dipasang beberapa pompa berturut-turut. Akan tetapi yang terlebih mudah ialah bukannya memakai pompa-hisap, akan tetapi mempergunakan pompa-hisap-tekan.

Menurut teori tinggi-tekan yang sebesar-besarnya tidak berhingga, hanyalah konstruksi dari tiap-tiap pompa yang membatasi kita. Kelok-kelok pada pipa menambah perlawanan yang diderita oleh air dan karena itu akan mengurangi tinggi naik; jadi sebanyak mungkin ia harus dihindarkan.

§ 2. Pompa-hisap tangan

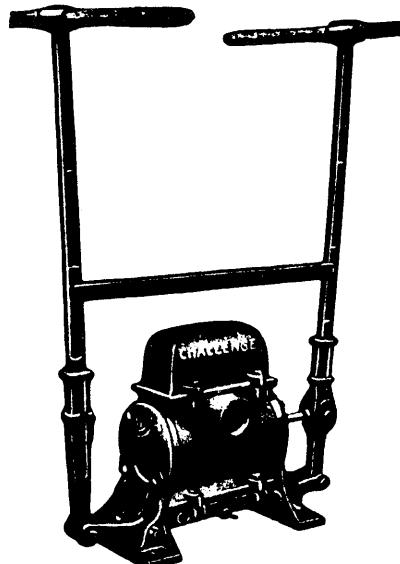
Bila tinggi naik tidak lebih besar dari 2 m, pompa-hisap tanganlah yang paling lazim dipergunakan, lebih-lebih untuk sumur bangunan yang kecil. *Pompa pengairan* (irigasi), terdiri dari 2 pompa-hisap. Kadang-kadang pompa itu pada pipa-hisapnya diberi *ketel angin*.

Sebelah atasnya pada tabung-tabung ditusukkan, kayu-ungkit tangan, kadang-kadang dibuat pula di sana tempat-tempat duduk untuk pekerja, yang sambil berjungkit menggerakkan pompa.

Macam yang terbanyak dipakai mempunyai silinder dengan garis-tengah dalam dari 8" dan tinggi-gerak juga dari 8". Ia menghisap sampai setinggi ± 7 m dan setiap gerak memberikan ± 6,5 l air. Ada juga pompa dengan lebar silinder dari 12" dan panjang-gerak dari 8" dan

1) Teori dan konstruksi dari pompa-pompa akan dibicarakan panjang lebar dalam pelajaran „Pengetahuan tentang Pesawat-pesawat”.

Gamb. 236



setiap gerak dapat memberikan $\pm 14,5$ l. Dapat ditetapkan pula, bahwa dengan pompa pengairan (irigasi) dapat dinaikkan setiap jam 15 a 25 m³ air sampai setinggi 0,5 à 2 m.

Pipa-hisap, biasanya pipa karet, di dalam diperkuat dengan lilitan pilin dari kawat baja untuk mencegah tertutupnya sewaktu menghisap, pada sebelah bawahnya diberi bermulut *bakul-hisap* atau *saringan-hisap* untuk menahan kotoran yang terdapat dalam air; ia sudah lekas akan mengganggu katup untuk bekerja seperti semestinya dan pompa itu akan menaikkan air sedikit atau tidak sama sekali.

Karena mahal harganya pipa-hisap harus dipelihara dengan teliti. Dinasehatkan supaya ia disimpan baik-baik sesudah pekerjaan selesai, sedangkan sewaktu penggeraan harus dilindungi sebaik mungkin terhadap kerusakan misalnya pada waktu pengangkutan bahan bangunan.

Katup kaki menjadi satu dengan mulut bakul-hisap dan berguna untuk mencegah air mengalir kembali ke luar dari pipa-hisap bila penghisapan dihentikan sebentar; sesudah penghentian itu dengan segera air dapat dihisap kembali.

Pompa-pompa yang disebut di atas ini mengambil tempat yang kecil, tidak begitu mahal dan dapat dipasang dengan cara yang sederhana.

§ 3. Pompa-hisap-tekan tangan

Juga ini ada pula dilakukan, walaupun lebih sulit mempergunakannya dan lebih banyak menyebabkan rintangan-rintangan dalam pekerjaan.

Pompa-hisap-tekan tangan dapat dipergunakan dengan baik sekali misalnya pada pemompaan tiang-tiang yang tidak terlalu panjang (setinggi-tingginya 7 m) dan papan-papan-bendung.

Gambar 236 memperlihatkan pada kita pompa semacam itu yang bekerja kembar. Mulut untuk menyambung pipa-hisapnya dapat dilihat dengan jelas. Silinder rupa-rupanya terletak mendatar.

Keuntungan dari pompa-pompa ini ialah, bahwa ia dapat menyemprot air dengan rata dan kuat.

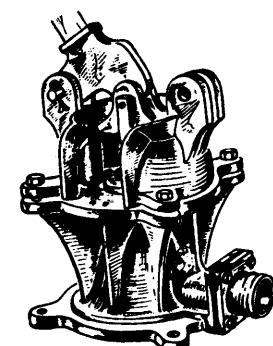
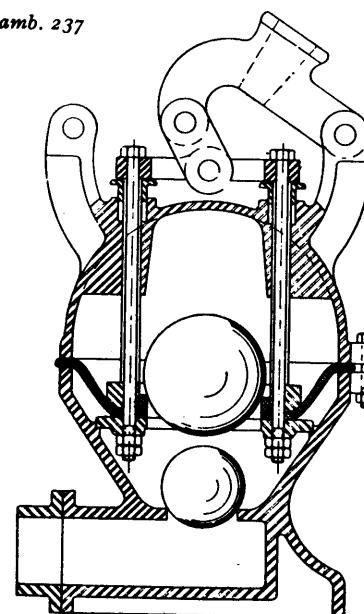
Sebagai pipa-tekan dapat dipergunakan suatu pipa kain lenan. Pompa semacam itu mempunyai lebar lobang-hisap dan tekan sebesar $2\frac{1}{2}$ ", dan tenaga (kapasitet) dari $\pm 4,5$ l setiap gerak.

Untuk memompa air kotor, pompa-pompa yang dimaksud di sini tidak dapat dipergunakan. Bila pekerjaan katup tidak memuaskan, diangkatlah tutup katup itu (dapat dilihat jelas pada gambar) dan dapatlah pompa dibersihkan dari dalam.

§ 4. Pompa diafragma atau pompa membrana

Juga pompa-pompa tangan seperti ini banyak dipergunakan. Ia dapat dilakukan sebagai pompa-hisap dan sebagai pompa-hisap-tekan.

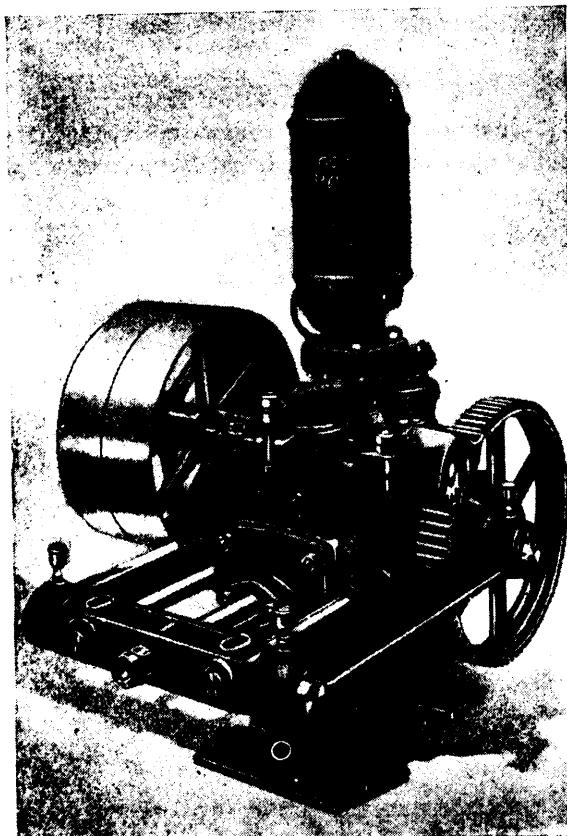
Gamb. 237



Gamb. 238

Di sini penghisap diganti dengan pelat karet berbentuk cincin, yang dinamai *diafragma*. Penampang dari pompa semacam itu diperlihatkan oleh gambar 237, sedangkan gambar 238 memberikan pandangan depan dari pompa itu. Kita lihat bahwa katup-katup diganti dengan peluru; peluru-peluru yang paling bawah itu ialah peluru-hisap, yang paling atas peluru-tekan. Lingkaran dalam dari membrana diapit antara dua cincin, yang digantungkan pada dan digerakkan turun naik oleh dua baut. Bagaimana pada baut-baut itu dapat dilakukan gerak turun naik, dapat dilihat pada gambar 237. Lingkaran luar dari membrana itu diapit antara bagian atas dan bagian bawah pompa.

Memompa dengan pompa diafragma adalah sangat mudah. Air kotor, lumpur, air dengan pasir dan seterusnya, dapat dihisap dengan tidak mendapatkan kesulitan. Pompa diafragma seterusnya mengambil



Gamb. 239

sedikit tempat dan ia tahan lama. Menurut kebiasaan membrana itu harus sering kali juga diperbaharui, ini pun juga dapat dilakukan dengan tidak ada keberatan.

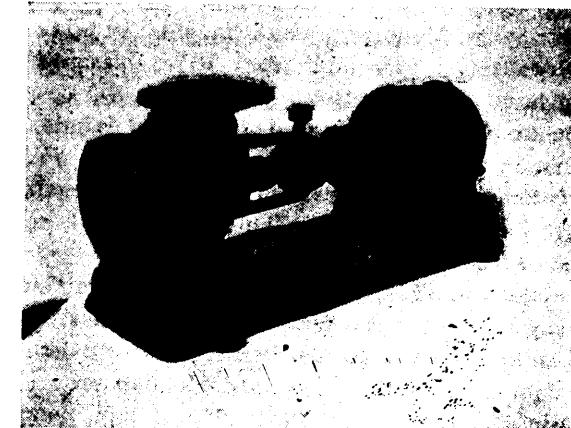
Bila ia dilengkapi sebagai pompa-hisap-tekan, pada tinggi-naik dari 3 à 4m dan dengan pipa terusan dari 3", dapatlah ia menaikkan air sampai 26 m^3 sejam; sebesar-besarnya tinggi-tekan dari pompa-pompa itu ialah 12 m. Bila kita hendak mempergunakan pompa itu untuk menyemprot tiang-tiang atau papan-papan ke dalam tanah, atau pada tinggi-tekan yang besar, adalah terlebih baik bila pada pompa dipasang ketel angin (lihat gambar 239) karenanya didapatilah semprotan air yang lebih rata.

§ 5. Pompa-pompa-hisap mesin

Bila banyaknya air yang harus dinaikkan terlalu besar atau air harus dinaikkan terlalu tinggi, haruslah dipekerjakan pompa yang dijalankan dengan mesin. Di sini kita perbeda-bedakan pompa yang digerakkan dengan sabuk dan yang langsung.

Dari pompa-pompa uap yang kita lihat sering dilakukan ialah pompa tunggal atau *Simplex* dan pompa kembar atau *Duplex*. Yang pertama mempunyai satu silinder pompa, yang terakhir mempunyai dua. Pada pompa-pompa kembar kedua-dua silinder disambung pada satu pipa-hisap dan satu pipa-tekan.

Pompa-pompa ini biasanya mempunyai pekerjaan kembar. Keuntungannya, ialah terdapatnya pergerakan air yang teratur. Ketel angin dilakukan untuk menghindarkan menumbuk-numbuknya pompa sebagai akibat dari putus-putusnya semprotan air.



Gamb. 240

§ 6. Pompa-pompa sentrifugal atau pompa pusingan

Gambar 240 memperlihatkan suatu pompa sentrifugal (pusingan) pada kita. Kita perbedakan *rumah-rumah-pompa* atau *rumah keong* di mana pipa-hisap dan pipa-tekan dapat disambungkan. Ia selalu terdiri dari 2 à 3 bagian yang disambung dengan baut sekerup, sehingga memerlukan dan membersihkannya dilakukan dengan cara yang sederhana.

Pada bagian dari poros mendatar, yang sederhana, di dalam rumah-rumah-pompa, terpasang *roda sudunya* (biasanya dinamai *kipas*). Pada bagian dari poros itu yang terletak di luar rumah-rumah-pompa dapat dipasang roda, yang dapat disambung dengan suatu mesin dengan perantaraan sabuk dan demikian dibawa dalam gerakan putar. Dinamailah ia pompa sentrifugal yang digerakkan oleh sabuk; akan tetapi ada juga pompa sentrifugal, di mana porosnya dirangkaikan langsung dengan mesin cepat (misalnya dengan motor elektrik, gambar. 240).

Air masuk ke dalam rumah-rumah-pompa di-dekat bagian pertengahan dari kipas; sesudah itu daun-daunnya (sudu-sudunya) melemparkan air itu ke lingkaran luar dan begitulah ia menekannya naik ke dalam pipa-tekan. Tempat dari bagian-bagian air yang dilemparkan itu dengan segera diisi oleh yang lain, yang masuk dari pipa-hisap; demikianlah terjadi pekerjaan-hisap.

Juga air yang agak kotor dan yang mengandung pasir dapat dinaikkan dengan pompa sentrifugal. Kecepatan putar dari poros tidak boleh dinaikkan terlampaui tinggi.

Pompa sentrifugal terlebih-lebih dipergunakan untuk sumur bangunan besar dengan mata air yang besar.

Tinggi-hisap dapat 7 — 8 m, akan tetapi biasanya tidak diambil lebih dari 5 à 6 m. Menurut praktek tinggi-tekan tidak diambil lebih dari 25 m. Pada tinggi naik lebih dari 10 m biasanya pada pipa-tekan dipasang suatu lemari katup.

Sebelum pompa dijalankan, ia harus diisi dahulu. Untuk itu di atas rumah-rumah-pompa terdapat sumbat sekerup. Pengisian dilakukan dengan corong pengisi; akan tetapi terlebih dulu segala keran pengeluaran angin harus dibuka. Bila pipa-tekan belum kosong, pompa dapat juga diisi dari sana.

Menjalankannya baru boleh dilakukan, bila air sudah mengalir dari keran pengeluaran angin. Sesudah keran-keran itu dan penutup pada pipa-tekan ditutup, pompa dijalankan perlahan-lahan.

Bila putaran sudah sampai pada jumlah yang biasa, barulah penutup dibuka berangsur-angsur, akan tetapi pompa tidak pernah

boleh berjalan terlalu lama dengan penutup yang tertutup.

Sebelum pompa dihentikan haruslah penutup ditutup dahulu. Pompa tinggalah berisi, karena pada sebelah bawah pipa-hisap selalu dipasang katup kaki dengan mulut bakul-hisap.

Mulut bakul-hisap harus selalu terletak sekurang-kurangnya se dalam 0,50 m untuk mencegah supaya jangan hawa terhisap. Syarat lain yang diharuskan pula ialah bahwa pompa harus dipasang teguh, supaya jangan terjadi penggetaran.

C. ALAT-ALAT PENGOREK (PENGERUK)

§ 1. Sengkang-korek

Pesawat pengorek yang paling sederhana ialah *sengkang-korek*, dinamai juga *sengkang tangan*. Sengkang sebenarnya (lihat gambar 241) terdiri dari cincin baja yang hampir-hampir berbentuk lingkaran dengan pinggir yang diasah tajam, di mana terikat karung dari kain rami yang kokoh. Cincin itu bertangkaikan kayu panjang.

Pekerja menusuk pesawat itu miring ke dalam air, sehingga ia tertumbuk pada dasarnya dan kayu itu dipegangnya dengan kedua tangannya — lengannya hampir-hampir lurus —, sedangkan ujung kayu itu ditupangkan ke bahunya. Perlahan-lahan kayu itu ditariknya ke arahnya, sambil selalu menggesekkan sengkang kepada tanah, sehingga karung dapat terisi. Bila kayu sudah tegak lurus, diangkatlah ia oleh pekerja dan karung dikosongkan.

Isi dari karung ialah $\pm 15 l$; pada isi yang lebih besar berat tanah yang tiap kali harus dinaikkan menjadi terlalu berat untuk diangkat oleh satu orang. Bila tanah berat harus dikorek, dikerjakanlah oleh dua orang. Di dekat sengkang diikatlah sepotong tali pada kayu itu; orang yang kedua menolong dengan menarik pada tali itu sewaktu mengisi dan mengangkat karung. Sengkang-korek masih dapat dipergunakan pada air se dalam 2 m, pada macam tanah yang sangat ringan sampai 2,5 m. Satu orang dapat mengorek tanah $\pm 0,5 m^3$ dalam sejam.

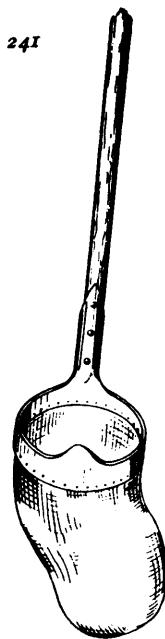
Alat itu dipergunakan juga untuk mengorek pada sumur benam.

§ 2. Sekop-korek Jawa

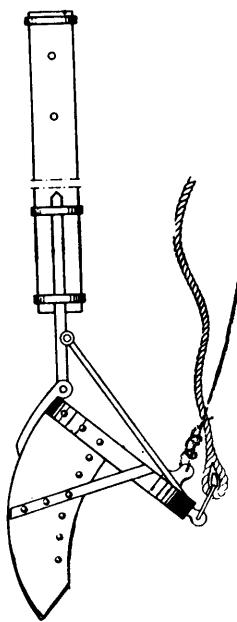
Ini bekerja lebih baik, karena engannya dapat dilakukan lebih banyak kekuatan. Kita lihat sekop itu dinyatakan pada gambar 242.

Sekop yang agak lengkung itu seluruhnya dibuat dari baja dan dilekatkan sedemikian rupa pada suatu batang dari kayu panjang, sehingga ia dapat berputar; padanya terdapat kait baja untuk mengikat

Gamb. 241



Gamb. 242



sekop sewaktu memasukkannya ke dalam tanah. Sesudah sekop itu ditekan se dalam mungkin ke dalam tanah, kait ditarik lepas dengan perantaraan tali tipis. Sesudah itu dengan menarik pada tali besar (kadang-kadang kabel) dan sambil menekan kayu ke bawah, terisilah sekop dengan tanah. Sekarang kayu dan tali kedua-duanya diangkat ke atas dan begitulah sekop yang berisi tanah juga dinaikkan ke atas. Mengangkatnya biasanya dilakukan dengan derek tangan, di mana 4 orang yang bekerja. Dua orang lain mengosongkan sekop itu dan membuang campuran yang dinaikkan.

§ 3. Mesin-korek uap

Alat-alat-korek yang dipergunakan untuk pekerjaan yang lebih besar ialah yang dinamai *mesin-korek uap*.

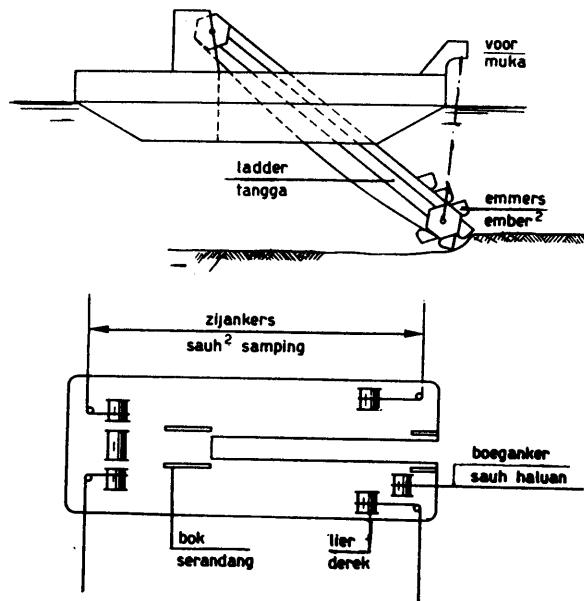
Umumnya dilakukan *kincir timba pengorek*. Ini ialah kapal api, yang berjalan dengan tenaga sendiri dan seterusnya dilengkapi untuk pekerjaan tadi.

Beberapa timba dirangkaikan di belakang masing-masing sambil menjadi rantai yang tidak berakhir, yang dipasang mengelilingi 2 teromol segilima atau segienam, yang dilekatkan pada rangka baja sedemikian

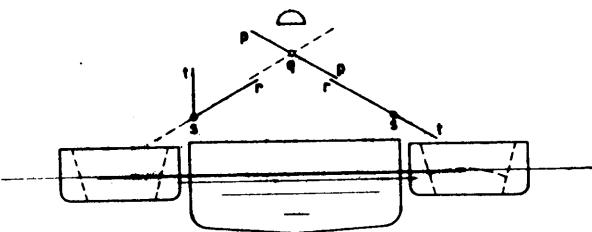
rupa hingga dapat berputar dan begitu juga pada beberapa jarak yang tertentu. Konstruksi semacam itu dinamai *tangga pusing*. Tangga timba pada satu sisi digantungkan pada derek besar, yang kita lihat dihaluan kapal, dan sisi lainnya diletakkan hingga dapat berputar pada perancah (*serandang*) yang didirikan kira-kira dipertengahan kapal. Dengan pertolongan derek yang disebut tadi, dapatlah satu ujung dari tangga diturunkan sampai dekat dasar sungai atau pelabuhan, yang hendak diperdalam. Untuk mengeluarkan tangga pada bagian muka kapal dibuat alur yang lebar.

Kapal-korek (keruk) dihadapkan dengan *haluan* (sebelah mukanya) melawan arus (bila ada) dengan jangkar haluan sebagai titik-putar (gambar 243) dijalani busur-busur lingkaran dengan jalan menarik atau mengulur jangkar-jangkar sisi. Jadi dikorek (dikeruk) secara kipas. Pada ujung dari busur lingkaran jangkar-haluan ditarik sedikit dan kapal pindah ke arah lain. Bila dengan cara ini sejajar sebidang sudah dikorek, dipindahkanlah jangkar haluan ke muka.

Teromol yang tertinggi dari keduanya dapat dibawa dalam gerakan putar oleh mesin uap, yang dipasang pada bagian buritan kapal. Gerak itu diikuti oleh rantai bertimba, sehingga ia dapat mengorek tanah dengan sendirinya bila berada di bawah tangga itu. Bila timba berisi



Gamb. 243



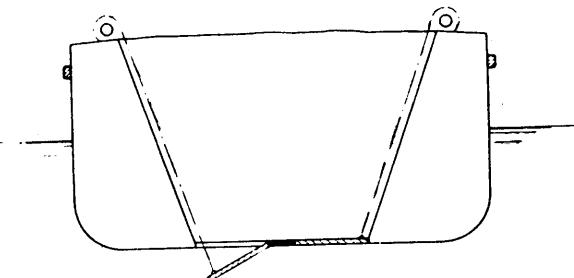
Gamb. 244

sampai di atas, dijatuhkanlah isinya ke atas katup, dari mana lumpur itu meluncur ke suatu perahu, yang untuk itu dilayarkan ke samping mesin-korek.

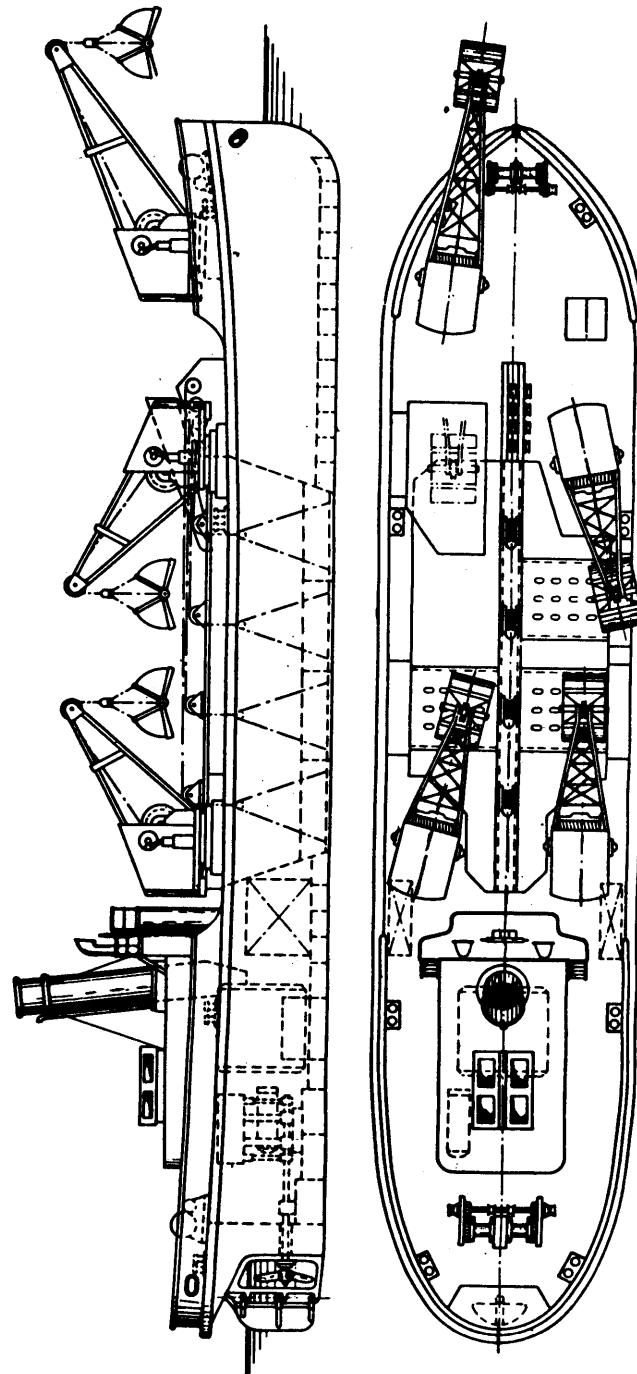
Lengkapan itu sedemikian rupanya, sehingga perahu-perahu, baik yang berada di lambung kanan ataupun di lambung kiri dapat diisi. Pada rancangan yang diperlihatkan oleh gambar 244 ini dinyatakan. Lumpur jatuh dari timba ke atas dinding *p.q.p* (dapat berputar pada *q*; lihat garis-titik) dan meluncur melalui salah satu katup buang *r.s.t.* ke dalam perahu. Katup buang itu terdiri dari bagian tetap *r.s.* dan bagian bergerak *s.t.* yang dapat bergerak, sambil berputar pada *s*, ini dinyatakan pada bagian kiri dari rancangan. Bergantung dari pada tegak dinding *p.q.p.* kedukan korekan akan dapat ditampung pada perahu kiri atau yang kanan.

Kecepatan, dengan mana timba ini bergerak, ialah $\pm 0,25$ m setiap detik. Terdapat kapal pengorek, yang dari dalam 15 m dapat menaikkan kedukan sampai 500 m^3 sejam.

Perahu-perahu, dalam mana kedukan-korek ditampung, dinamai *perahu lumpur* atau *perahu pasir*. Kadang-kadang dapat dipergunakan perahu-perahu lebar yang tidak terletak dalam, yang sesudah diisi, dilayarkan ke tempat pelepas dan di sana ia dikosongkan dengan tenaga tangan. Pada pekerjaan yang lebih besar misalnya mengorek pelabuhan, dipergunakan perahu baja yang besar, dimana dasar ruangnya terdiri



Gamb. 245



Gamb. 246

dari katup-katup, yang dapat dijatuhkan bila kapal bersisi itu sudah diseret sedikit di luar pelabuhan. Ia tetap terapung oleh ruang-ruang yang kedap air, yang dilakukan pada sisi-sisi dari ruang muatan dan pada haluan dan buritannya (lemari-apung). Bila kedukan sudah dibuang, katup-katup ditutup kembali. Kapal semacam itu dinamai *kapal pelepas bawah* (gambar 245). Ada juga kapal-kapal, yang pada sisinya diberi katup-katup; ia dinamai *kapal pelepas sisi*. Ada yang bergerak dengan tenaga sendiri; ia mempunyai ruang muat dari 300 m³.

Tidaklah selalu perlu menampung tanah yang dikorek dalam perahu tempat lumpur. Kedukan itu, bila mesin-korek tidak jauh dari tepi, dilemparkan ke dalam saluran kayu dan di sana bila perlu dicairkan dengan jalan menyemprotkan air, sehingga ia dapat meluncur melalui saluran ke tepi, supaya pada tempat itu dapat dipergunakan untuk galangan.

Adalah juga dibuat mesin-mesin, yang dapat dipergunakan untuk menggali terusan dan sebagainya, jadi dapat dipergunakan di darat, yang berdasarkan pada azas-azas timba pengorek.

§ 4. Mesin-korek-hisap

Macam mesin-korek yang lain, dan hanya baik untuk tanah gembur seperti pasir dan lumpur halus, ialah yang dinamai *mesin-korek-hisap* (ataupun juga *penghisap lumpur*).

Di sisi kapal kita lihat pipa-hisap. Dengan satu ujung (didekat haluan kapal) ia dapat diturunkan sampai ke dasar terusan atau pelabuhan; pemakaian bakul-hisap sangat perlu. Biasanya pipa-hisap semacam itu didapati pada kedua sisi kapal, kadang-kadang hanya terdapat satu, yaitu di tengah-tengah, seperti pada timba pengorek.

Dengan pompa yang berada dalam kapal dihisaplah kedukan-korek yang cair itu dan dibuang ke dalam ruang kapal sendiri, yang dilakukan sebagai pelepas bawah. Air yang berlebih mengalir dari ruang itu melalui lobang-lobang yang dibuat tinggi. Bila kapal itu penuh, dengan tenaga sendiri ia berlayar ke tempat pembuang.

Didapati juga pada kincir pengorek timba bertangga, disamping itu dilengkapi dengan pipa-hisap, bila ada kemungkinan tanah pasir harus dinaikkan ke atas.



Gamb. 247

§ 5. Mesin-korek-tekan

Seterusnya didapati juga mesin-korek-tekan.

Kapak itu mempunyai timba-korek atau pipa-pipa-hisap. Kedukan-korek yang dinaikkan dibuang dalam ruang muatan kapal itu sendiri. Untuk melepas kedukan bila perlu dicairkan dengan air. Dengan pertolongan pompa, bahan yang sangat cair itu ditekan ke dalam saluran pipa. Ini terdiri dari pipa-pipa yang ± 3 m panjang dan kadang-kadang 1 m lebarnya, dengan mana adukan dapat ditekan ke darat.

Mesin-korek tekanan dapat dipergunakan dengan baik sekali untuk menyemprot muka tanah sampai tinggi. Ada juga yang menghisap kedukan dari perahu lumpur dan menekannya ke darat.

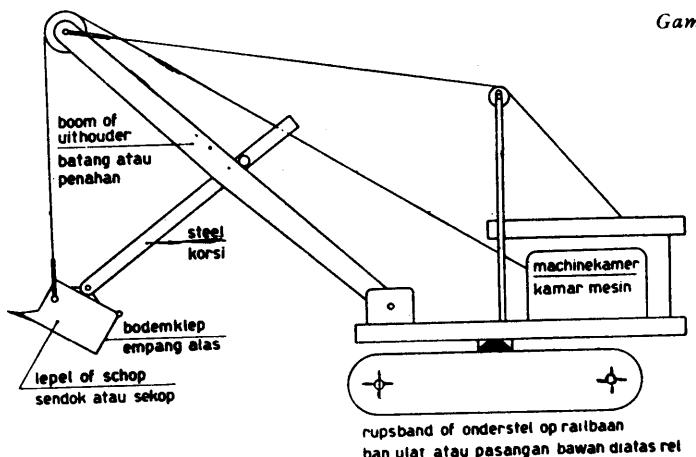
§ 6. Mesin-korek timba-kaut

Ini juga dipergunakan untuk mengangkat tanah dari bawah air.

Untuk itu didirikan di atas kapal satu keran atau lebih, masing-masing dengan timba-kaut. Timba-kaut itu mengisi ruang muatan kapal. Barang sesuatunya dapat dilihat dengan jelas pada rencana untuk kapal-korek dengan empat timba-kaut yang pada gambar 246 (cara Priestman) sedangkan gambar 247 memperlihatkan pada kita satu timba-kaut belaka. Sebaliknya dengan bahan yang berada dalam ruang muatan dapat ditimbunkan untuk galangan dan sebagainya.

Untuk mengosongkan sumur benam di dekat sumur itu benar didirikan keran dengan timba-kaut. Sudah tentu di sini dipergunakan timba-kaut macam yang kecil.

Gamb. 248



§ 7. Sendok-korek atau sekop-korek (gambar 248).

Ini dipergunakan di darat untuk menggali dinding-dinding gunung pada pembangunan jalan atau untuk menggali terusan, jadi umumnya untuk pengangkatan tanah secara besar-besaran.

Faedahnya baru dapat ternyata pada macam tanah keras dan liat.

Pada pangkal batang dari suatu keran-putar yang dipasang bersamaan mesin pada atas bagian bawah, terdapat suatu tangkai yang dilekatkan sekop besar. Sekop atau sendok dengan tangkainya dapat diatur di sepanjang batang tadi, dalam arah memanjang dan pelekatan yang dapat berputar. Mengangkatnya dengan pertolongan mesin dan waktu itu tanah seolah-olah tersendok. Untuk melepaskannya, pada dasar-sendok dibuat katup. Untuk ini ia diputar ke atas gerobak-ungkit dan sebagainya.