



PEMERINTAH PROVINSI KALIMANTAN UTARA
DINAS PEKERJAAN UMUM PROVINSI KALIMANTAN UTARA



LAPORAN AKHIR

MASTERPLAN PENANGANAN ABRASI PANTAI DI KABUPATEN NUNUKAN



TAHUN ANGGARAN 2014

pt. aria graha

ARCHITECTURE - ENGINEERING - ENVIRONMENT - MANAGEMENT CONSULTANT
Jl. Duta Indah No.14 - Apartemen Duta - Bandung 40132 Tel. (022) 7308029 Fax. (022) 7308029
E-mail: anggaran@aria-graha.com website: www.aria-graha.co.id



PENGANTAR

Sehubungan dengan pelaksanaan pekerjaan Masterplan Penanganan Abrasi Pantai di Kabupaten Nunukan, yang pelaksanaannya dipercayakan kepada PT. ARIA GRAHA yang berkedudukan di Jl. Bola Volley No.5 Bandung, maka bersama ini disampaikan :

LAPORAN AKHIR

Penyusunan laporan ini dimaksudkan untuk memberi informasi tentang laporan keseluruhan rangkaian kegiatan dalam pekerjaan Masterplan Pengamanan Abrasi Pantai di Kabupaten Nunukan. Laporan ini adalah analisa penunjang yang digunakan untuk menyelesaikan pekerjaan ini.

Demikian laporan ini disampaikan dengan harapan semoga laporan ini dapat dijadikan pedoman kerja lebih lanjut. Atas kerja sama dan kepercayaannya kami ucapkan terima kasih.

Bandung , Oktober 2014

PT. ARIA GRAHA

Team Leader

DAFTAR ISI

PENGANTAR	I
DAFTAR ISI.....	II
DAFTAR TABEL	III
DAFTAR GAMBAR	IV
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Maksud Dan Tujuan	I-2
1.3 Target/Sasaran	I-3
1.4 Lokasi Kegiatan	I-3
1.5 Sumber Pendanaan	I-3
1.6 Nama Dan Organisasi Dan Pejabat Pelaksana	I-4
1.7 Data Penunjang.....	I-4
1.8 Referensi Hukum.....	I-4
1.9 Ruang Lingkup	I-4
1.10 Keluaran	I-13
1.11 Jangka Waktu Penyelesaian Pekerjaan	I-14
1.12 Kriteria Penyusunan Master Plan	I-14
1.13 Sistem Pelaporan	I-17
 BAB II GAMBARAN LOKASI PEKERJAAN	
2.1 Geografis, Administratif, Dan Kondisi Fisik.....	II-1
2.1.1 Letak Geografis.....	II-1
2.1.2 Kondisi Topografi.....	II-3
2.1.3 Kondisi Klimatologi.....	II-7
2.1.4 Potensi Perikanan.....	II-9



2.2	Demografi	II-10
2.3	Keuangan Dan Perekonomian Daerah	II-11
2.4	Tata Ruang Wilayah Kabupaten Nunukan	II-13
2.4.1	Kebijakan Penataan Ruang	II-13
2.4.2	Kawasan Rawan Bencana (Zona N5)	II-14
2.5	Sosial Dan Budaya	II-15
2.6	Kelembagaan Pemerintah Daerah	II-18
2.6.1	Struktur Organisasi Pemerintah Daerah	II-18
2.7	Kondisi Eksisting Lahan Perencanaan Kondisi Eksisting Lahan Perencanaan	II-19
2.7.1	Kondisi Topografi dan Letak Geografis	II-20
2.7.2	Iklim	II-20
2.7.3	Hidrologi	II-21
2.7.4	Geologi Regional	II-23
2.7.5	Pola Tektonik	II-23
2.7.6	Pembentukan Cekungan Tarakan Dan Potensi Migas	II-25
2.7.7	Geologi Daerah Pulau Sebatik dan sekitarnya	II-27
2.7.8	Stratigrafi	II-27
2.7.9	Struktur Geologi	II-29
2.7.10	Sarana dan Prasarana	II-31

BAB III PROGRES PEKERJAAN DAN PROGRAM KERJA

3.1	Kendala Dan Permasalahan	III-1
3.2	Progres Pelaksanaan Pekerjaan	III-1
3.3	Program Kerja Selanjutnya	III-3

BAB IV PENUTUP

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Nama, Luas Wilayah per-Kecamatan dan Jumlah Kelurahan/Desa ..	II-2
Tabel 2.2	Topografi di Kabupaten Nunukan	II-4
Tabel 2.3	Daerah Aliran Sungai (DAS) Kab.Nunukan.....	II-5
Tabel 2.4	Jumlah Curah Hujan dan Banyaknya Hari HujanKabupaten Nunukan 2012.....	II-8
Tabel 2.5	Rata-Rata Tekanan Udara, Kecepatan Angin, Dan Penyinirangan Matahari Stasiun Meteorologi Kabupaten Nunukan 2013.....	II-8
Tabel 2.6	Data Kapasitas Fiskal Kabupaten Nunukan tahun 2008 – 2012.....	II-12
Tabel 2.7	Data Perekonomian Kabupaten Nunukan tahun 2007 – 2011	II-12
Tabel 2.8	Fasilitas Pendidikan yang tersedia di Kabupaten Nunukan	II-17
Tabel 2.9	Jumlah Penduduk Miskin Per Kecamatan Tahun 2013	II-18
Tabel 2.10	Orbitasi Dan Jarak Tempuh Kawasan Pantai Ayu Angi.....	II-20
Tabel 2.11	Jumlah Curah Hujan, Hari Hujan Dan Curah Hujan Rata-Rata Kabupaten Nunukan.....	II-21

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Peta Administrasi Kabupaten Nunukan	II-3
Gambar 2.2	Peta Geomorfologi Kabupaten Nunukan	II-4
Gambar 2.3	Peta Daerah Aliran Sungai (DAS) Kabupaten Nunukan	II-6
Gambar 2.4	Peta Hidrologi Kabupaten Nunukan	II-6
Gambar 2.5	Peta Sebaran Curah Hujan Kabupaten Nunukan	II-9
Gambar 2.6	Citra Udara Pulau nunukan dan Pulau Sebatik	II-19
Gambar 2.7	Citra Udara Pantai Sei Taiwan.....	II-20
Gambar 2.8	Peta sebaran kerak samudra dan batuan dasar di perairan Blok Ambalat sebagai satu kesatuan dengan perairan Selat Makassar (Prasetyo, 1992)	II-24
Gambar 2.9	Elemen-Elemen Tektonik P. Kalimantan dan P. Sulawesi (BPPKA, 1996)	II-24
Gambar 2.10	Peta geologi Cekungan Tarakan (BPPKA, 1996).....	II-26
Gambar 2.11	Peta Geologi Regional Daerah Perairan Sebatik Kalimantan Utara.....	II-28
Gambar 2.12	Skema Stratigrafi Perairan Sebatik Kalimantan Utara (S Hidayat, Amiruddin, dan Saatri Anas 1995)	II-29



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Perairan di pesisir Kalimantan Utara meliputi area yang amat luas dan memanjang mulai dari Laut Jawa hingga Samudera Pasifik, termasuk bagian dari perairan Selat Makassar. Kawasan perairan pesisir ini memiliki garis pantai sangat panjang, dengan kondisi selat yang ramai dilalui pelayaran nasional maupun internasional. Kondisi ini memberikan potensi jaringan transportasi laut yang positif bagi perkembangan wilayah pesisir tersebut.

Agar potensi pembangunan wilayah yang sangat positif itu dapat direalisasikan dengan tepat, maka pelaksanaan pembangunan dan pengembangan ekonomi di wilayah sepanjang pesisir pantai tersebut harus mengacu salah satunya kepada Rencana Umum Tata Ruang Nasional, Rencana Umum Tata Ruang Wilayah, maupun Rencana Detail Tata Ruang Daerah yang terkait. Tentunya setiap jenis pembangunan infrastruktur, baik dalam rangka pengembangan wilayah maupun penanganan masalah, harus disesuaikan dengan rencana pemanfaatan lahannya.

Saat ini, pada sebagian kawasan dari garis yang amat panjang tersebut di atas, pantainya sudah mengalami kerusakan akibat dari abrasi/erosi pantai, yang terjadi karena gelombang laut.

Kerusakan pantai akibat adanya abrasi pantai tersebut, harus diatasi dengan metode yang tepat sehingga dapat menyelesaikan masalah tanpa menimbulkan dampak lingkungan yang negatif.

Beberapa potensi permasalahan fisik lingkungan pantai di Kalimantan Utara dapat disebutkan secara ringkas sebagai berikut :

1. Abrasi/erosi pantai telah menyebabkan berkurangnya luas daratan di beberapa ruas pantai sehingga berpotensi untuk merusak prasarana pantai maupun hancurnya prasarana perbatasan yang telah ada.
2. Tanah timbul yang merupakan akibat endapan di daerah pantai berpotensi



terhadap pendangkalan prasarana dermaga yang ada di wilayah tersebut.

3. Pencemaran lingkungan yang muncul dan berpengaruh pada rusaknya ekologi.

Untuk mengantisipasi perubahan daerah pantai secara menyeluruh dan dalam jangka waktu yang panjang agar sumber daya alam dapat berkesinambungan, maka perlu dilakukan upaya untuk menangani masalah pantai.

Garis Pantai yang berada di Kabupaten Nunukan beberapa lokasi termasuk dalam kategori pantai kritis seperti yang diuraikan di atas, sudah mengalami abrasi/erosi pantai yang cukup parah. Untuk menghindari kerusakan yang lebih parah, kawasan pantai ini perlu diberi bangunan pengaman.

Pada tahun anggaran 2014, Pemerintah Provinsi Kalimantan Utara melalui Dinas Pekerjaan Umum bermaksud melakukan penyusunan Masterplan Penanganan Abrasi Pantai di Wilayah Kabupaten Nunukan guna mendukung konservasi dan mengamankan daya rusak air di sebagian wilayah Kalimantan Utara khususnya kawasan pantai di Kabupaten Nunukan.

1.2 MAKSUD DAN TUJUAN

Maksud dari pekerjaan ini adalah untuk membuat program pengaman pantai yang optimal dari segi fungsi, biaya, dan keamanan konstruksi.

Tujuan dari penyusunan Masterplan Penanganan Abrasi Pantai di Kabupaten Nunukan adalah :

1. Melakukan survai pesisir pantai untuk mengetahui permasalahan kerusakan daerah pantai dan menentukan rencana kegiatan pengamanan daerah yang bersangkutan
2. Melakukan inventarisasi kerusakan pantai dan penyebab kerusakan pantai
3. Menyusun program pengaman pantai secara terpadu dengan pola pengelolaan sumber daya air dan RTRW Kabupaten.
4. Merencanakan jenis konstruksi bangunan pengaman pantai yang sesuai dengan karakteristik kawasan setem pat, dengan hasil/manfaat yang paling optimal dan efisien dari segi teknis serta pelaksanaannya, serta konstruksi bangunan yang paling ekonomis dari segi pembiayaannya.

5. Memperoleh gambaran jenis bangunan pengaman pantai yang memenuhi standar perencanaan yang berlaku, efektif dalam mengatasi daya rusak air dan efisien dalam sudut pandang ekonomi dan keamanan konstruksinya, yang dilengkapi dengan gambar-gambar teknis (basic design).

1.3 TARGET/SASARAN

Target/sasaran yang ingin dicapai dalam Perencanaan Master Plan Penanganan Abrasi Pantai di Kabupaten Nunukan.

1. Teridentifikasinya daerah pantai yang mengalami kerusakan (abiasi).
2. Teridentifikasinya sarana dan prasarana pengaman pantai yang ada
3. Teridentifikasinya sarana dan prasarana umum yang ada dipesisir pantai dan terancam stabilitasnya akibat daya rusak air
4. Teridentifikasinya pola kerusakan daerah pantai di sepanjang garis pantai Kabupaten Nunukan.
5. Tersusunnya Dokumen program penanganan abrasi pantai secara terpadu yang melibatkan para pemangku kepentingan termasuk rencana pembiayaan dan tataran waktu pelaksanaannya.

1.4 LOKASI KEGIATAN

Kegiatan jasa konsultansi ini harus dilaksanakan di wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia. Lokasi pekerjaan Pantai Wilayah sungai Taiwan Kecamatan Sebatik berada Kabupaten Nunukan Provinsi Kalimantan Utara.

1.5 SUMBER PENDANAAN

Dibiayai dari Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (APBD) Provinsi Kalimantan Utara yang tercantum dalam DPA SKPD Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Kalimantan Utara Tahun Anggaran 2014. Kode Kegiatan : 1.03.01 28.13 Kode Rekening : 1.03.01.28.13. 5.2.2.21.02

1.6 NAMA DAN ORGANISASI DAN PEJABAT PELAKSANA

Pengguna Anggaran Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Kalimantan Utara.

1.7 DATA PENUNJANG

Data Dasar

1. Peta topografi/RBI skala 1 : 50.000
2. Peta SRTM Skala 1 : 100.000
3. Peta geologi
4. Data hidrologi
5. Data klimatologi

1.8 REFERENSI HUKUM

UU No. 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya AirPP Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2002 Daftar Koordinat Geografis Titik- PP No. 42 Tahun 2008 tentang Pengelolaan SDA. Kemudian Undang-undang nomor 1 tahun 2014 yang merupakan penyempurnaan dan pengganti dari Undang-Undang sebelumnya yaitu 27 tahun 2007 tentang pengelolaan Wilayah pesisir dan Pulau-pulau kecil Peraturan Menteri PU No. 09 /PRT/M 2010 tentang Pedoman Pengaman Pantai DPA SKPD Dinas Pekerjaan Umum Tahun Anggaran 2014

1.9 RUANG LINGKUP

Lingkup Kegiatan pekerjaan ini meliputi :

1. Pekerjaan Persiapan

a. Pengumpulan Data Awal

Data-data yang dikumpulkan berupa data primer dan sekunder yang sesuai dengan kebutuhan dalam penyusunan pekerjaan ini dan tidak keluar dari kriteria atau pedoman- pedoman yang digunakan.

b. Survei Pendahuluan

Tujuan survei pendahuluan ini adalah untuk mengetahui kondisi dan permasalahan yang ada di daerah survei dalam rangka penyiapan pelaksanaan survei lapangan.

- 1) Menghubungi instansi terkait di daerah padalokasipantai yang ditinjau
- 2) berkaitan dengan kebijaksanaan Pemerintah Daerah dan Rencana Umum Tata Ruang Daerah setempat.
- 3) Melakukan kajian peta topografi 1 : 50.000 untuk mengetahui lokasi garis pantai dan sistem persunganan yang masuk/bermuara di pantai.
- 4) Menentukan titik referensi pengukuran topografi dan bathymetri
- 5) Melakukan kajian awal terhadap peta geologi regional untuk mengetahui kondisi geologi sepanjang garis pantai Kabupaten Nunukan
- 6) Dalam melaksanakan kegiatan ini Konsultan harus selaluberkoordinas dengan Direksi serta mendapat persetujuan dari Direksi dan dituangkan dalam Laporan Pendahuluan, sebagai dasar untuk pelaksanaan pekerjaan selanjutnya.

c. Keluaran dari kegiatan ini adalah :

- 1) Peta lokasi/areal kegiatan dengan batas administrasi dan batas hidrologi.
- 2) Data primer hasil inventarisasi/identifikasi
- 3) Foto-foto dokumentasi kegiatan survai awal garis pantai.
- 4) Berbagai data dari instansi terkait.

2. Pengumpulan Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder yaitu, mengumpulkan data yang ada, berkaitan dengan kondisi fisik, sosial ekonomi, dan kebijaksanaan Pemerintah Daerah dalam hal pengelolaan sumber daya air, khususnya dalam penanganan/pengendalian daya rusak disepanjang garis pantai. Beberapa kegiatan pengumpulan data yang harus dilaksanakan penyedia jasa adalah :

a. Pengumpulan Data Kondisi Fisik dan Teknis



- 1) Hidrologi dan Klimatologi (curah hujan, kecepatan dan arah angin dan sebagainya) - Data debit sungai yang masuk pantai
- 2) Data pasang surut selat Makasar
- 3) Topografi
- 4) Data daerah rawan abrasi
- 5) Morfologi sungai sekitar pantai
- 6) Erosi dan sedimentasi
- 7) Foto udara/peta kontur bila ada
- 8) Data fasilitas yang telah ada
- 9) Peta-peta yang ada (tata ruang, kehutanan, dll)
- 10) Data studi-studi terdahulu yang pernah dilakukan

b. Pengumpulan Data Sosial Ekonomid dan Lingkungan

- 1) Kependudukan (jumlah, status, pendidikan/ketrampilan, pendapatan dan lain-lain)
- 2) Sarana dan prasarana yang ada disekitar pantai
- 3) Fasilitas dan utilitas
- 4) Pengumpulan data tentang kebijaksanaan Pemerintah Kab. Nunukan dalam pengelolaan daerah pesisir pantai

3. Pengumpulan Data Primer/Kegiatan Survei**a. Pengukuran Topografi dan Bathymetri (Situasi Lokasi rawan abrasi)**

Kegiatan ini bertujuan untuk memperoleh datatopografi dan bathymetri (elevasi dan koordinat pesisir) yang akan digunakan untuk membuat perencanaan awal bangunan pengaman pantai. Survei topografi dan bathymetri terhadap rencana bangunan pengaman pantai meliputi lokasi dan situasi daerah terabiasi, bangunan sekitar pesisir pantai, sarana dan prasaran umum termasuk jalan dan lain-lain), kegiatan ini meliputi :

- 1) Pengukuran topografi situasi di sekitarpesisir pantai



- 2) Pengukuran dan pemetaan situasi sepanjang garis pantai yang terabrsi
- 3) Pengukuran penampang memanjang dan melintang pesisir pantai untuk rencana bangunan pengaman pantai
- 4) Pemasangan patok tanda (Bench Mark/BM dan atau Check Point/CP) sebagai titik kontrol kerangka dasar peta untuk setiap lokasi yang diukur.
- 5) Pelaksanaan pembuatan peta topografi dengan skala 1 : 1000 interval kontur 1 meter pada lokasi kerusakan pantai.
- 6) Evaluasi tata letak bangunan utama beserta bangunan pengaman pantai dengan jalan mengadakan pengecekan lapangan bersama ahli-ahli dari berbagai disiplin ilmu untuk mengkonfirmasikan tata letak yang dihasilkan dalam pekerjaan perencanaan awal dengan tata letak hasil pemetaan detail.
- 7) Membuat usulan untuk tata letak akhir bangunan utama seperti diuraikan di atas.
- 8) Peta ikhtisar (ukuran A1) dengan skala yang disesuaikan.

Keluaran :

- 1) Peta Topografi dan bathymetri hasil pengukuran titik-titik rawan abrsi
- 2) Peta Topografi rencana bangunan pengaman pantai
- 3) Terpasangnya BM dan CP
- 4) Laporan Survei Topografi dan bathymetri yang dilengkapi dengan Diskripsi BM, CP dan Buku Data

b. Survei Hidrometri

Pekerjaan ini dimaksudkan guna memperoleh data lapangan (primer dan sekunder) dari kondisi hidrologi dan hidrometri daerah survei.

Beberapa pekerjaan yang dilakukan antar lain :

- 1) Pengamatan karakteristik DAS dan pola aliran yang masuk ke pantai

- 2) Survai lokasi-lokasi stasiun hidroklimatologi yang dapat digunakan untuk referensi/ menunjang kajian pengaman pantai
- 3) Survai pasang surut pantai dengan minimal waktu 16 hari
- 4) Survai potensi erosi dan sedimentasi serta perkiraan sumbernya

c. Survei Sosial Ekonomi dan Lingkungan

Pengumpulan data demografi di daerah kajian

- (1) Melakukan identifikasi dan inventarisasi apa saja yang akan terkena rencana bangunan pengaman pantai (jalan, rumah, kebun, sawah, mangrov dan lain-lain)
- (2) Pengumpulan data sosial ekonomi penduduk di daerah rawan abrasi pantai
- (3) Identifikasi permasalahan sosial yang ada terkait permasalahan abrasi pantai
- (4) Identifikasi permasalahan yang mungkin timbul dengan adanya pekerjaan bangunan pengaman pantai

d. Survei Mekanika Tanah dan Geologi

Maksud dari penyelidikan geologi teknik dan mekanika tanah adalah untuk mengumpulkan data lapangan dan data laboratorium dari lapisan tanah/batuhan yang dijumpai di lokasi rencana bangunan pengaman pantai. Adapun tujuan penyelidikan tersebut adalah untuk memperoleh data mengenai sifat-sifat fisik dan teknis dari lapisan tanah/batuhan dasar yang terdapat di lokasi penyelidikan untuk menunjang perencanaan awal jenis dan tipe bangunan pengaman pantai. Penyelidikan ini meliputi kegiatan sondir. Penyelidikan geologi teknik dengan sondir dilakukan di 6 titik.

4. Analisa Data

Berdasarkan data sekunder dan data primer yang didapat, maka data tersebut dianalisa.

a. Analisa Hidrometri

- 1) Menghitung kecepatan angin rencana dengan berbagai kala ulang (W2, W5, W10, W50 dll) pada setiap titik stasiun hidroklimatologi
- 2) Menyusun dan Menghitung kecepatan dan arah angin daerah kajian
- 3) Membuat mawar angin berdasar data dan analisa kecepatan dan arah angin > Melakukan analisa pasang surut selat Makasar
- 4) Menhitung potensi erosi dan sedimentasi yang dibawa oleh arus sungai menuju pantai

b. Analisa Hidrolika

Melakukan kajian hidrolika bangunan pengaman pantai dalam mendukung perencanaan sistem pengaman pantai meliputi tata letak (Site) bangunan, tipe bangunan dan lain-lain. Beberapa kegiatan yang dilakukan antara lain :

- 1) Melakukan evaluasi terhadap bangunan pengaman pantai yang ada dari aspek hidrolika
- 2) Melakukan simulasi pergerakan gelombang dan arus laut sesuai dengan data hasil analisa hidrologi
- 3) Melakukan analisa jenis dan tipe bangunan pengaman pantai yang mempengaruhi proses simulasi
- 4) Melakukan simulasi untuk mengetahui tingkat transformasi sedimen di pantai
- 5) Melakukan analisa profil muka air dari hasil simulasi pergerakan gelombang
- 6) Melakukan kajian tinggi jagaan minimum yang

diperlukan untuk perencanaan bangunan pengaman pantai

Untuk menentukan semua besaran tersebut di atas, maka dalam melakukan analisa hidrologi dan hidrolika pantai diperlukan bantuan gambar dan peta pengukuran. Hal ini dilakukan supaya dalam menentukan parameter-parameter yang berkaitan dengan analisa hidrologi dapat lebih mendekati kondisi yang ada. Parameter tersebut antara lain berkaitan dengan gelombang rencana, elevasi dasar pantai dan juga perhitungan mawar angin.

c. Analisa Mekanika Tanah

Dalam kegiatan perencanaan program penanganan abrasi beberapa kegiatan analisa mekanika tanah yang harus dilakukan oleh Penyedia Jasa meliputi :

- 1) Melakukan kajian geologi regional berdasarkan peta geologi regional yang telah didapat
- 2) Pemetaan geologi pondasi rencana bangunan pengaman pantai berdasarkan data hasil investigasi geologi
- 3) Menentukan jenis perkuatan pondasi bangunan yang diusulkan
- 4) Menyiapkan data teknis tanah untuk analisa stabilitas bangunan pengaman pantai
- 5) Menyajikan informasi lokasi material batuan
- 6) Menyusun Laporan Geologi yang dilengkapi dengan kesimpulan dan saran terkait dengan kegiatan perencanaan awal bangunan pengaman pantai.

d. Analisa Topografi

Dalam kegiatan masterplan pengendalian banjir beberapa kegiatan analisa data topografi dan bathymetri yang harus

dilakukan oleh Penyedia Jasa meliputi :

- 1) Melakukan analisa data topografi dan bathymetri untuk menentukan ketinggian dan koordinat titik-titik pengukuran berdasarkan titik referensi yang ada
- 2) Membuat peta situasi berdasarkan hasil pengukuran sepanjang alur pantai yang dilengkapi dengan keberadaan bangunan keairan, pemukiman, sarana/prasarana publik lainnya.
- 3) Berdasarkan data pengukuran topografi dilakukan penyusunan potongan memanjang dan melintang penampang garis pantai
- 4) Berdasarkan peta kontur yang telah disusun dilakukan analisa pola gerusan yang ada di daerah rawan abrasi
- 5) Menyusun Laporan Topografi yang dilengkapi dengan Buku Ukur dan Diskripsi BM dan CP.

5. Desain Awal Pengaman Pantai

Dalam penyusunan masterplan penanganan abrasi pantai harus disertai dasar dan alasan pemilihan tipe dan jenis bangunan pengaman pantai. Penilaian kerusakan pantai akibat abrasi dilakukan dengan standar/aturan desain bangunan pengaman pantai.

Penentuan jenis dan tipe pengamanan pantai dilakukan dengan memberikan skor/skala pada masing-masing parameter yang terukur. Berdasarkan hasil koring selanjutnya dilakukan desain awal (basic design) bangunan pengaman pantai.

6. Penyusunan Program Penanganan Abrasi Pantai Terpadu

Kegiatan ini dimaksudkan guna membuat rencana program penanganan abrasi pantai yang terpadu dan bersifat logis dan realistik untuk dilaksanakan. Program penanganan pantai harus

memuat jenis-jenis kegiatan baik yang bersifat struktural maupun nonstruktural. Selain jenis kegiatan juga penanggungjawab kegiatan tersebut dengan melibatkan para pemangku kepentingan. Pendanaan kegiatan dan skala prioritas kegiatan harus diinformasikan dalam program pengendalian banjir yang disusun.

a. Penyusunan Skala Prioritas

Skala prioritas implementasi program pengamanan pantai menjadi aspek penting dalam sistem penanganan abrasi pantai. Penyedia jasa harus menyusun rencana implemenentasi dengan memperhatikan berbagai aspek antara lain :

- 1) Prioritas penanganan daerah rawan abrasi dilihat dari skala bencana yangditimbulkan oleh abrasi pantai
- 2) Tinjauan secara keseluruhan terhadap suatu sistem pengamanan pantai yang di usulkan
- 3) Aspek ekonomi/pembiayaan danketersediaan sumber dana

b. Analisa Penyusuanan Kelembagaan

Para pemangku kegiatan harus dimasukkan dalam komponen sistem pengaman pantai, beberapa kegiatan yang harus dilakukan penyedia jasa terkait dengan penyusunan kelembagaan dalam pengaman abrasi antara lain :

- 1) Melakukan inventarisasi parapemangku kepentingan terkait dengan pengaman pantai
- 2) Melakukan inventarisasi program masing-masing pemangku kepentingan terkait pengaman pantai
- 3) Melakukan analisa untuk memilah jenis kegiatan yang diusulkan dalam program pengendalian banjir sesuai dengan tugas pokok dan fungsi masingmasing pemangku kepentingan



- 4) Melakukan penyusunan program secara keseluruhan dengan melibatkan semua pemangku kepentingan baik dari unsur pemerintah, masyarakat, dunia usaha lembaga sosial kemasyarakatan
- 5) Membuat usulan jenis kegiatan sosial dan sistem kelembagaan dalam pengaman pantai untuk menimbulkan kesadaran dan kepedulian masyarakat terhadap pengendalian banjir
- 6) Penyusunan Anggaran Pembiayaan, Program pengaman abrasi pantai terpadu harus dilengkapi dengan rencana pendanaan. Analisa harga/biaya masing-masing kegiatan ini disusun dengan mempertimbangkan harga pekerjaan sejenis dan berdasarkan asumsi- asumsi yang logis dan realistik. Dalam penyusunan RAB juga harus didasarkan harga satuan pekerjaan yang berlaku di daerah setempat dan ketersediaan material.

1.10 KELUARAN

Keluaran yang dihasilkan dari pekerjaan ini adalah :

1. Dokumen Masterplan Pengaman Pantai Terpadu yang melibatkan seluruh pemangku kepentingan termasuk skala prioritas penanganan dan sistem pembiayaan kegiatan di Kabupaten Nunukan.

a. Laporan dan Data

Kumpulan laporan dan data sebagai hasil studi terdahulu serta fotografi (bila ada) dapat dipakai sebagai referensi oleh penyedia jasa.

b. Akomodasi dan Ruangan Kantor

Akomodasi dan ruangan kantor tidak disediakan oleh Pengguna Jasa dan harus disediakan oleh penyedia jasa sendiri dengan cara sewa.

c. Staf Pengawas/Pendamping

Pengguna Jasa akan mengangkat petugas atau wakilnya yang bertindak sebagai pengawas atau pendamping/ counterpart, atau project officer (PO) dalam rangka pelaksanaan jasa konsultansi.

d. Fasilitas yang disediakan oleh Pengguna Jasa yang dapat digunakan oleh penyedia jasa**1.11 JANGKA WAKTU PENYELESAIAN PEKERJAAN**

Jangka waktu pelaksanaan kegiatan ini diperkirakan 4 (empat) bulan atau 120 (seratus dua puluh) hari kalender.

1.12 KRITERIA PENYUSUNAN MASTER PLAN**Kriteria Umum**

Dalam menyusun master plan yang dimaksud dalam dalam KAK, Konsultan Perencana harus memperhatikan kriteria umum:

Kawasan

1. Persyaratan aksesibilitas, ditinjau dari:

- a. Pencapaian dari dan menuju kawasan baik dengan kendaraan bermotor maupun dengan pejalan
- b. Penempatan tempat-tempat parkir yang dekat dengan fungsi-fungsi kegiatan perkantoran
- c. Linkage terhadap fungsi-fungsi kawasan lain di sekitar kawasan yang akan di berikan pengamanan pantai dari abrasi

2. Persyaratan penataan massa bangunan, ditinjau dari:

- a. Orientasi massa bangunan dengan mempertimbangkan potensi dan persoalan pada kawasan eksisting
- b. Hubungan antara massa bangunan sehingga terjadi unity yang merupakan kesatuan fungsi dari kawasan yang akan di berikan pengamanan pantai dari abrasi

- c. Efisiensi penggunaan lahan dengan memaksimalkan fungsi-fungsi lahan sehingga dapat berdaya guna bagi pelaku aktifitas pada kawasan perencanaan yang akan di berikan pengamanan pantai dari abrasi
- d. Penempatan ruang-ruang terbuka yang terintegrasi sehingga mempunyai fungsi sebagai pengikat antara massa bangunan, fungsi sebagai ruang terbuka kota dan fungsi secara ekologis berupa resapan-resapan air
- e. Penataan tata hijau dengan pemilihan jenis vegetasi yang mendukung fungsi estetik, dan kenyamanan pelaku aktifitas sehingga dapat mendukung performance design dari yang akan di berikan pengamanan pantai dari abrasi
- f. Ikut melestarikan kawasan-kawasan konservasi jika terdapat pada kawasan perencanaan
- g. Kehadiran suatu objek atau hasil karya tertentu akan memperkuat kawasan, mempengaruhi kawasan-kawasan lain di sekitarnya, meningkatkan citra dan kualitas lingkungan

Bangunan

- 1. Persyaratan keandalan**, ditinjau dari:
 - a. ketahanan bangunan menerima beban, baik yang berasal dari manusia maupun kekuatan alam;
 - b. ketahanan terhadap kelusuhan dan keausan, baik karena penggunaan bangunan, sifat bahan maupun cuaca.
 - c. Keselamatan penghuni pada waktu terjadi bencana, baik karena ulah manusia, alam maupun akibat pencemaran.
- 2. Persyaratan guna**, yaitu bahwa bangunan dapat menampung kegiatan secara efisien sesuai dengan fungsinya.
Selain Kriteria diatas, berlaku pula ketentuan-ketentuan standar dan pedoman-pedoman yang berlaku, seperti :
 - a. Yang termuat dalam Kerangka Acuan Kerja.

- b. Petunjuk-petunjuk teknis yang diberikan oleh Pemimpin Proyek/Pengelola Teknis Proyek, guna tercapainya suatu bangunan yang sesuai dengan fungsi, kebutuhan dan target yang ditangani.

Kriteria Khusus

1. Bangunan bersifat permanen, serta atap bangunan disesuaikan dengan kondisi setempat.
2. Pengelompokan fungsi dalam bangunan hendaknya dilakukan sesuai dengan sifat dan hirarkhinya, namun masih merupakan sesuatu yang utuh.
3. Jaringan sirkulasi manusia atau barang baik vertikal maupun horizontal hendaknya disusun seefesien mungkin dan tidak mengganggu fungsi dalam bangunan.
4. Bangunan tidak berdiri sendiri, tetapi merupakan satu kesatuan dengan bangunan tahap berikutnya dengan pembagian antar unit/ruang dapat dibuat permanen atau non permanen sesuai petunjuk pimpinan kegiatan.

Azas-Azas

Selain dari pada kriteria diatas, dalam melaksanakan tugasnya Konsultan Perencana hendaknya memperhatikan azas-azas sebagai berikut :

1. Bangunan gedung pemerintah hendaknya fungsional, efesien, menarik tetapi tidak berlebihan ;
2. Kreatifitas desain hendaknya tidak ditekankan kepada kemewahan material, tetapi pada kemampuan mengadakan subliminasi antara fungsi teknik dan fungsi sosial bangunan serta memenuhi persyaratan.
3. Dengan batasan tidak mengganggu produktivitas kerja, biaya investasi dan pemeliharaan bangunan sepanjang umurnya, dan diusahakan serendah mungkin.
4. Desain bangunan dapat dilaksanakan dalam waktu yang pendek dan bisa dimanfaatkan secepatnya.

5. Bangunan Gedung Pemerintah hendaknya ikut meningkatkan kualitas lingkungan lokasinya.

1.13 SISTEM PELAPORAN

1. Laporan Pendahuluan

Laporan ini berisi uraian tentang pemahaman konsultan terhadap Kerangka Acuan Tugas diikuti dengan metodologi studi, asumsi-asumsi yang digunakan beserta rencana kerja untuk menyelesaikan Rencana Master Plan Pangkalan Pendaratan Ikan.

2. Laporan Antara

Laporan ini berisi hasil kompilasi data, diskusi dengan pemerintah daerah yang menjadi obyek kajian.

3. Laporan Akhir

Laporan ini berisi hasil analisis, konsep dan desain master plan Pangkalan Pendaratan Ikan

BAB II**GAMBARAN UMUM LOKASI PEKERJAAN****2.1 GEOGRAFIS, ADMINISTRATIF, DAN KONDISI FISIK****2.1.1 Letak Geografis**

Kabupaten Nunukan merupakan salah satu daerah hasil pemekaran Wilayah Kabupaten Bulungan yang wilayahnya berhubungan langsung dengan Negara Malaysia merupakan hasil pemekaran wilayah Kabupaten Bulungan sesuai dengan UU No. 47 tahun 1999, sebagaimana diubah dengan UU No. 7 tahun 2000. Luas wilayah Kabupaten Nunukan adalah 14.263,68 km², dan terletak pada posisi 3°15'00" - 4°24' 55" Lintang Utara - 115°22'30" – 118°44' 55" Bujur Timur dengan panjang garis perbatasan langsung dengan Negara tetangga sepanjang 520.724,43 km.

Kabupaten Nunukan mempunyai posisi yang strategis tersebut menjadikan wilayah Kabupaten Nunukan sebagai cermin dan halaman depan dari berbagai aktivitas perekonomian lintas batas atau antar negara, sehingga dengan demikian perlu mendapat perhatian khusus, terutama terhadap penanganan berbagai permasalahan yang timbul yang terkait dengan eksistensi wilayah perbatasan.

Batas-batas wilayah Kabupaten Nunukan adalah sebagai berikut :

1. Sebelah Utara berbatasan dengan Sabah (Malaysia)
2. Sebelah Timur berbatasan dengan Selat Makasar dan Laut Sulawesi
3. Sebelah Selatan berbatasan dengan Kabupaten Tana Tidung dan Kabupaten Malinau.
4. Sebelah Barat berbatasan dengan Serawak (Malaysia).

Secara administratif, sejak Tahun 2011 Wilayah Kabupaten Nunukan terbagi atas 15 kecamatan yang sebelumnya hanya 9 kecamatan dan terdiri dari 240 desa. Kecamatan Lumbis Ogong merupakan kecamatan dengan wilayah terluas, yaitu 3.357,01 km² atau sekitar 23,56% dari luas Kabupaten Nunukan. Selain itu, kecamatan ini juga memiliki jumlah desa terbanyak dibandingkan kecamatan lainnya, yaitu sebanyak 49 desa. Sedangkan kecamatan dengan luas

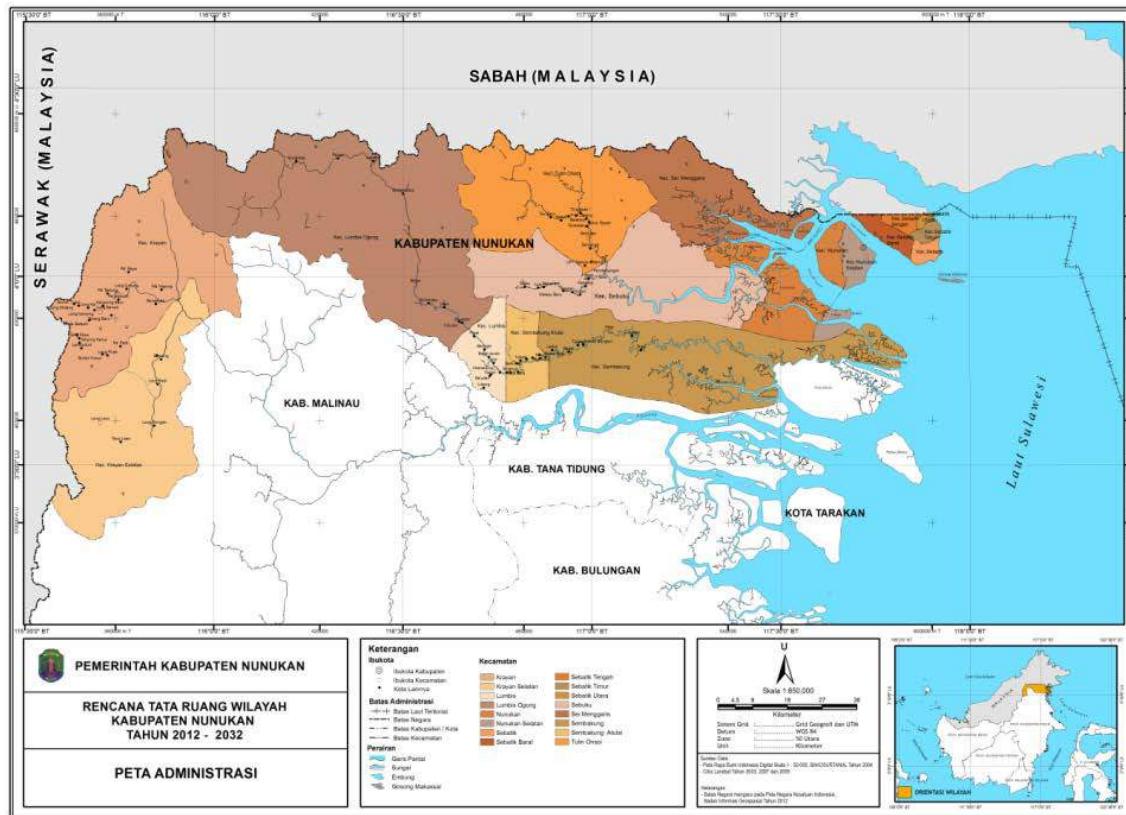
wilayah terkecil adalah Kecamatan Sebatik Utara, yaitu 15,39 km² atau sekitar 0,11% dari luas Kabupaten Nunukan.

Kecamatan Nunukan yang juga merupakan ibukota kabupaten memiliki luas wilayah 564,50 km² atau sekitar 3,96% dari luas wilayah Kabupaten Nunukan.

**Tabel 2.1 Nama, Luas Wilayah per-Kecamatan dan Jumlah
Kelurahan/Desa**

NO	Kecamatan	Jumlah Kelurahan/ Desa	Luas Wilayah			
			Administrasi		Terbangun	
			(Ha)	(%) thd total	(Ha)	(%) thd total
1	Krayan	65	183.474	12.88	--	--
2	Krayan Selatan	24	175.766	12.34	--	--
3	Lumbis	28	29.023	2.04	--	--
4	Lumbis Ogong	49	335.701	23.56	--	--
5	Sembakung	18	204.266	14.34	--	--
6	Nunukan	5	56.450	3.96	--	--
7	Sei Menggaris	9	85.048	5.97	--	--
8	Nunukan Selatan	4	18.177	1.28	--	--
9	Sebuku	4	160.848	11.29	--	--
10	Tulin Onsoi	12	151.336	10.62	--	--
11	Sebatik	4	5.107	0.36	--	--
12	Sebatik Timur	4	3.917	0.27	--	--
13	Sebatik Tengah	4	4.771	0.33	--	--
14	Sebatik Utara	4	1.539	0.11	--	--
15	Sebatik Barat	3	9.327	0.65	--	--
Jumlah		240	1.424.750	100.00	--	--

Sumber : Kab.Nunukan Dalam Angka 2012



Gambar 2.1 Peta Administrasi Kabupaten Nunukan

2.1.2 Kondisi Topografi

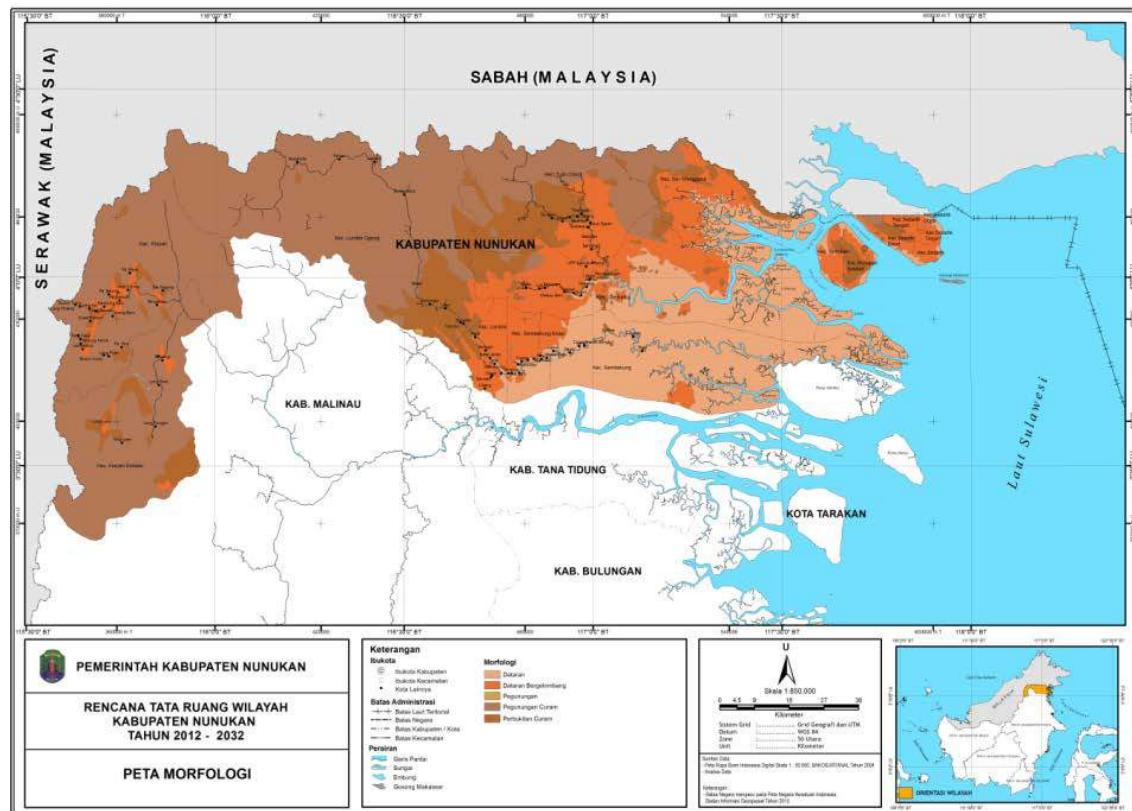
Morfologi wilayah Kabupaten Nunukan berupa permukaan tanah yang datar, landai dan berbukit dan bergelombang. Berdasarkan Topografinya Kabupaten Nunukan berada di ketinggian antara 0-100 dpl dan hampir 50,25% berada di ketinggian 0-100 dpl. Umumnya terletak di dekat Sungai sekitar 10,87% berada di ketinggian 100-500 dpl dan 19,98% berada di ketinggian 500 -1000 dpl. Lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Topografi di Kabupaten Nunukan

	Topografi	Luas	Presentase
	0 – 100	716,808	50,25
	100 – 500	155,112	10,87
	500 – 1.000	284,981	19,98
	1.000 – 1.500	269,221	18,87
	1.500 – 2.000	246	0,02
	Jumlah	1.426,36	100

Sumber : Buku Profil Tahun 2011

Untuk kawasan perbukitan terjal terdapat di sebelah utara bagian barat, perbukitan sedang di bagian tengah dan dataran bergelombang landai di bagian timur memanjang hingga ke pantai sebelah timur. Perbukitan terjal di sebelah utara merupakan jalur pegunungan dengan ketinggian 1.500 m-3.000 m di atas permukaan laut. Kemiringan untuk daerah dataran tinggi berkisar antara 8 - 15%, sedangkan untuk daerah perbukitan memiliki kemiringan yang sangat terjal, yaitu di atas 15%. rata-rata berkisar antara 0 - 50%.



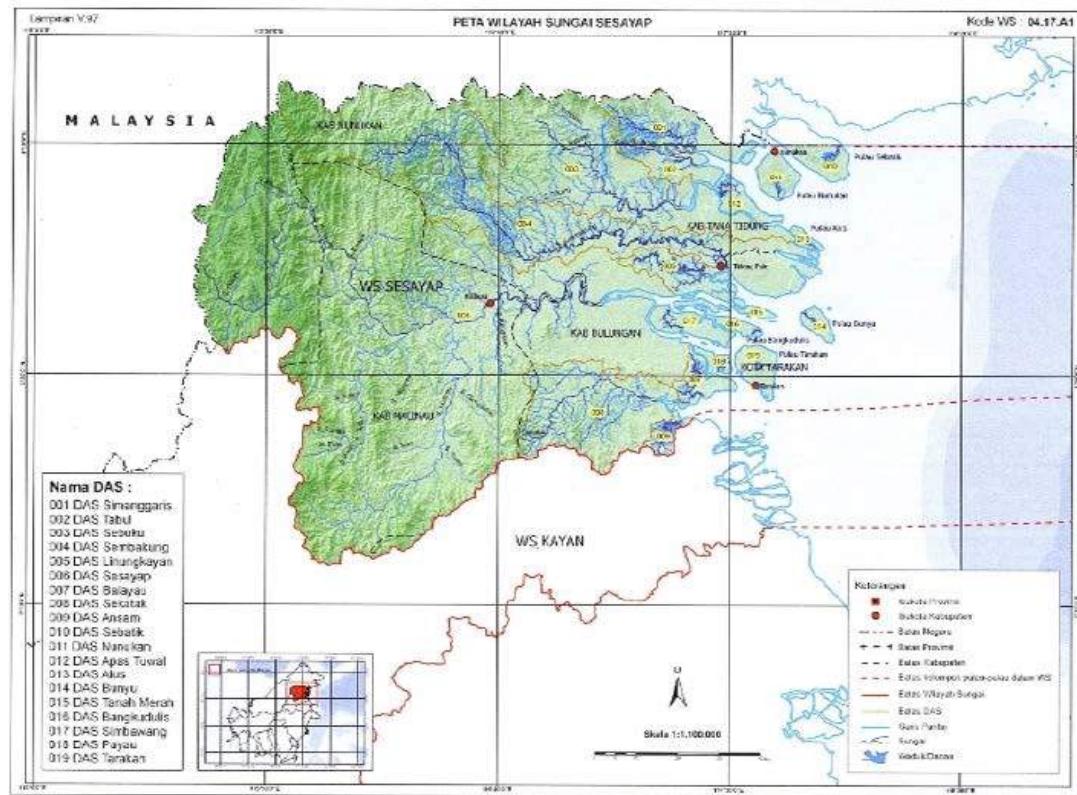
Gambar 2.2 Peta Geomorfologi Kabupaten Nunukan

Berdasarkan kondisi hidrologinya, Kabupaten Nunukan dipengaruhi oleh sekitar 10 Daerah Aliran Sungai (DAS) dan 17 pulau, Sungai terpanjang adalah Sungai Sembakung dengan panjang 278 km, sedangkan Sungai Tabut merupakan sungai terpendek dengan panjang 30 km. Sungai ini memiliki Peranan yang cukup penting sebagai sarana Transportasi Air (mobilisasi penduduk, hasil pertanian dan perdagangan) di Kabupaten Nunukan, Sungai – sungai meliputi :

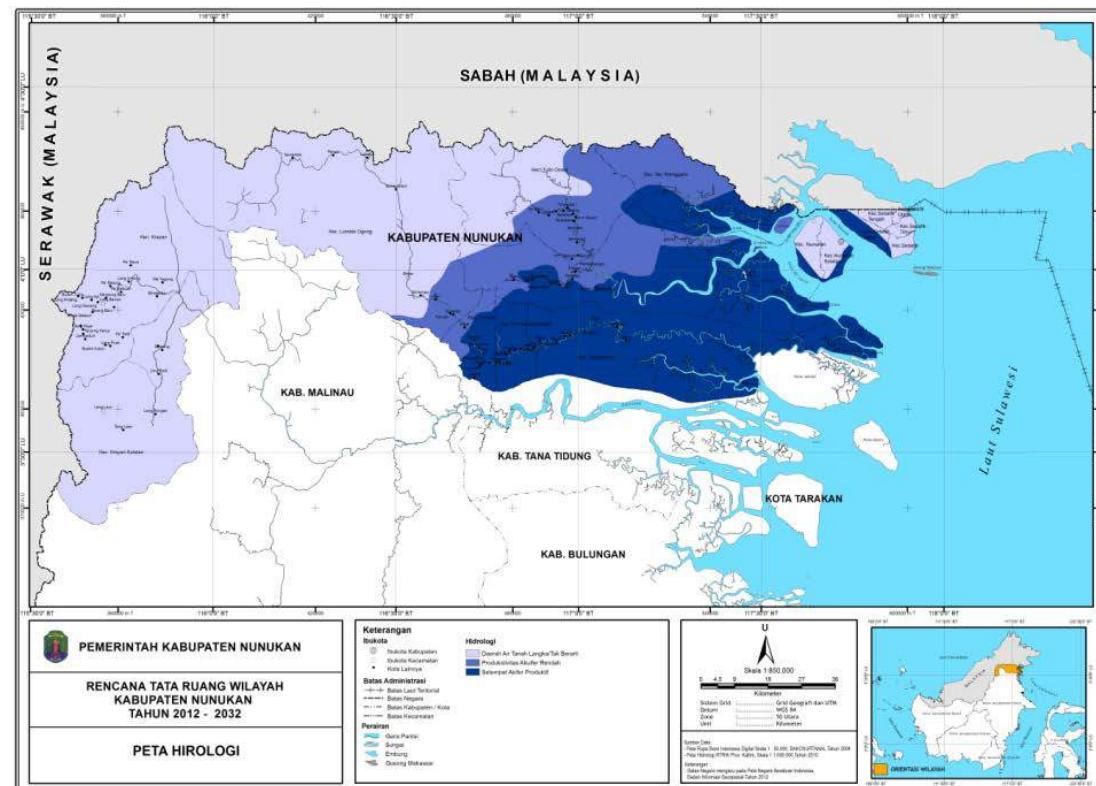
Tabel 2.3 Daerah Aliran Sungai (DAS) Kab.Nunukan

Nama DAS	Panjang (Km)
Sembakung	278
Sulunan	52
Sumalungun	42
Sepadaan	32
Itay	146
Sebuku	115
Agisan	62
Tikung	50
Tabut	30
Simanggaris	36

Sumber : Kab.Nunukan Dalam Angka 2012



Gambar 2.3 Peta Daerah Aliran Sungai (DAS) Kabupaten Nunukan



Gambar 2.4 Peta Hidrologi Kabupaten Nunukan

2.1.3 Kondisi Klimatologi

Proses penggantian panas dan uap air antara bumi dan atmosfir dalam jangka waktu yang lama menghasilkan suatu keadaan yang dinamakan iklim.

Iklim merupakan suatu kumpulan dari kondisi atmosfir yang meliputi panas, kelembaban dan gerakan udara.

Kabupaten Nunukan berada di wilayah khatulistiwa yang memiliki iklim tropis, sehingga mengalami 2 musim yaitu musim kemarau dan musim penghujan serta dipengaruhi oleh angin muson, yaitu Muson Barat pada bulan Nopember-April dan angin Muson Timur pada bulan Mei-Oktober.

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan di Stasiun Meteorologi Nunukan pada tahun 2011, Nunukan mengalami iklim panas dengan suhu udara rata-rata 27,10C. Suhu udara terendah 22,30C terjadi pada bulan Juli, dan tertinggi 31,40C pada bulan Desember. Suhu udara Nunukan yang cenderung panas dipengaruhi oleh topografi Pulau Nunukan yang dikelilingi laut.

Walaupun mengalami suhu udara yang cukup panas, namun karena diimbangi oleh wilayah hutan yang cukup luas, Pulau Nunukan mempunyai kelembaban udara dan curah hujan yang relatif tinggi. Pada tahun 2011 kelembaban udara berkisar antara 47,0% sampai dengan 100,0%. Sedangkan rata-rata curah hujan mencapai 259,8 mm, dengan curah hujan tertinggi 446,2 mm pada bulan Agustus dan terendah 121,6 mm pada bulan November.

Tabel 2.4 Jumlah Curah Hujan dan Banyaknya Hari Hujan Kabupaten Nunukan 2012

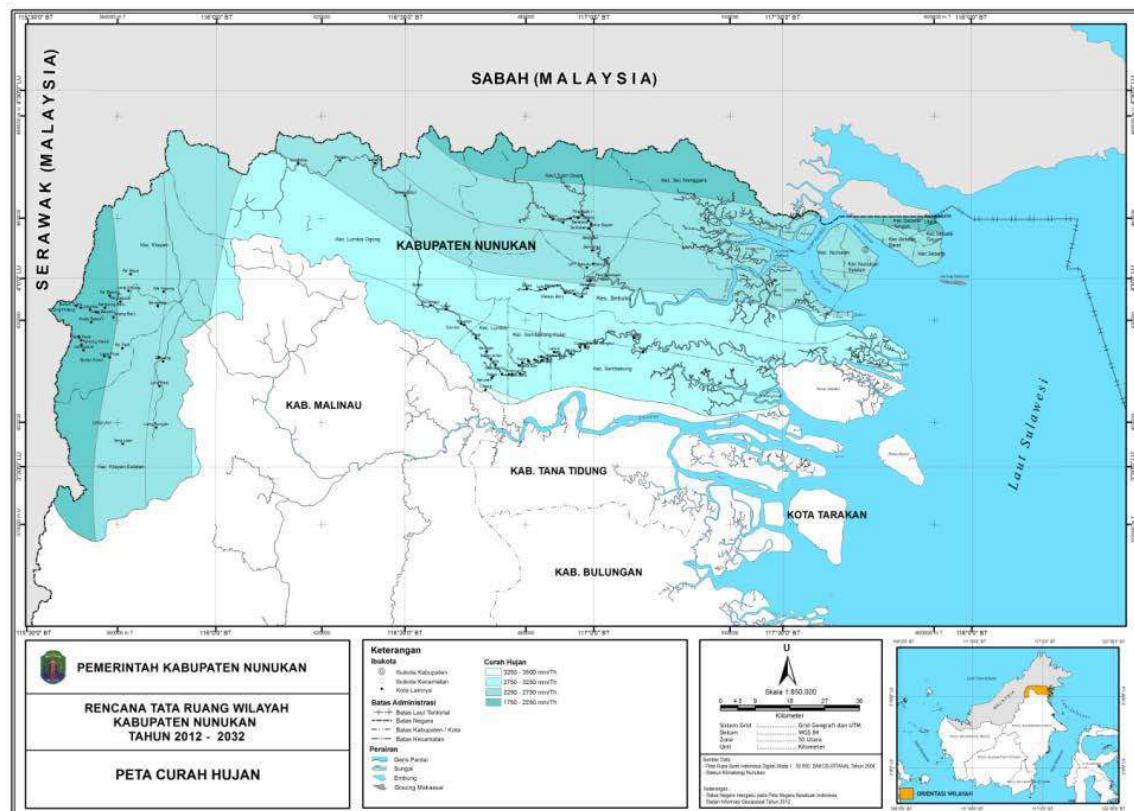
Bulan	Curah Hujan (mm)	Banyakn va
Januari	151,1	23
Februari	258,6	21
Maret	216,9	27
April	312,7	22
Mei	329,7	26
Juni	318,1	21
Juli	328,0	20
Agustus	446,2	23
September	149,4	21
Oktober	206,2	22
November	121,6	23
Desember	279,5	20
Rata-rata	259,8	22

Sumber : Kab.Nunukan Dalam Angka 2013

Tabel 2.5 Rata-Rata Tekanan Udara, Kecepatan Angin, Dan Penyinaran Matahari Stasiun Meteorologi Kabupaten Nunukan 2013

Bulan	Tekanan Udara	Kecepatan Angin	Penyinar an
Januari	1007,5	3,3	54
Februari	1008,3	3,8	50
Maret	1008,3	2,9	44
April	1008,6	3,7	66
Mei	1008,6	3,2	52
Juni	1008,5	2,6	52
Juli	1008,5	3,0	64
Agustus	1008,9	3,3	61
September	1009,2	3,3	58
Oktober	1009,0	3,1	67
November	1008,0	2,9	52
Desember	1007,6	3,5	50
Rata-rata	1008,4	3,2	56

Sumber : Kab.Nunukan Dalam Angka 2013



Gambar 2.5 Peta Sebaran Curah Hujan Kabupaten Nunukan

Rata-rata kecepatan angin mengalami perubahan dari tahun lalu, yaitu menjadi 3,2knots. Persentase penyinaran matahari rata-rata 56%, terendah 44% pada bulan Maret sedangkan tertinggi mencapai 67% terjadi pada bulan Oktober

2.1.4 Potensi Perikanan

Luas wilayah laut Kabupaten Nunukan yang mencapai 1.408.758 Km², Nunukan memiliki potensi perikanan dan kelautan yang sangat besar. Total produksi perikanan pada 2 tahun terakhir mencapai sekitar 6.558 ton. Sebagian besar merupakan hasil tangkapan ikan yang berpusat di Perairan Laut Sulawesi di Kecamatan sebatik, Sebatik Barat dan Kec. Nunukan. Sementara untuk budidaya perikanan berupa tambak dan perikanan darat lainnya difokuskan pada budidaya tambak udang, kepiting, Tiram dan beberapa jenis ikan air tawar.

Peluang investasi disektor perikanan sangat terbuka luas bagi industri galangan kapal, industri pengolahan hasil perikanan dan pengembangan teknologi penangkapan ikan.

2.2 DEMOGRAFI

Pembangunan di suatu wilayah tidak terlepas dari peran serta penduduknya sebagai subjek pembangunan, demikian pula dengan pembangunan yang dilaksanakan di Kabupaten Nunukan. Jumlah penduduk yang besar di satu sisi merupakan suatu potensi yang dapat mendorong keberhasilan suatu pembangunan jika kuantitas tersebut juga diimbangi dengan kualitas yang tinggi pula. Namun disisi lain jumlah penduduk yang tinggi dapat pula menimbulkan suatu masalah jika penyebarannya kurang merata. Otonomi daerah dan pemekaran wilayah diharapkan dapat meningkatkan potensi dan peran penduduk sebagai subjek pembangunan serta mengurangi masalah kepadatan dan mobilitas penduduk.

Perlu diketahui sumber data penduduk yang diambil dari Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil (Disdukcapil) ini digunakan untuk melakukan study ehra sebagai data dasar penentuan kriteria kepadatan penduduk yang diperlukan sampai tingkat kelurahan/desa. Informasi ini hanya ada dalam sumber data yang disajikan oleh Disdukcapil.

Pertumbuhan penduduk Kabupaten Nunukan dihasilkan oleh berubahnya jumlah secara alamiah yaitu kelahiran dan kematian serta perubahan jumlah penduduk akibat migrasi (penduduk datang dan pergi) yang dipengaruhi oleh semakin meningkatnya berbagai fasilitas publik yang dibutuhkan masyarakat, dengan dibukanya lapangan kerja di sektor perkebunan, khususnya kelapa sawit dan industri pengolahan kayu serta sektor jasa. Hal ini merupakan dampak keberhasilan pembangunan sehingga menarik minat pendatang baru untuk tinggal di kabupaten ini.

Dalam perencanaan pembangunan sanitasi di Kabupaten Nunukan, perlu adanya dasar perhitungan untuk memperkirakan jumlah penduduk selama 5 tahun yang akan datang, dan disepakati perhitungan proyeksi penduduk menggunakan metode bunga berganda dengan rumus sebagai berikut:

$$P_t = P_0 (1 + R) t$$

Di mana:

P_t = Jumlah penduduk tahun ke t

P_0 = Jumlah Penduduk awal (tahun sebelumnya) R = Rata – rata pertumbuhan penduduk

t = Waktu (5)

2.3 KEUANGAN DAN PEREKONOMIAN DAERAH

Asas umum pengelolaan keuangan daerah yang telah menjadi komitmen Pemerintah Kabupaten Nunukan adalah bahwa "Keuangan daerah dikelola secara tertib, taat pada peraturan perundangan, efektif, efisien, ekonomis, transparan dan bertanggung jawab dengan memperhatikan asas keadilan, kepatutan, dan manfaat untuk masyarakat. Pengelolaan keuangan daerah dilaksanakan dalam suatu sistem terintegrasi, diwujudkan APBD yang setiap tahun ditetapkan dengan Peraturan Daerah." Analisis pengelolaan keuangan daerah pada dasarnya dimaksudkan untuk menghasilkan gambaran tentang kapasitas atau kemampuan keuangan daerah dalam mendanai penyelenggaraan pembangunan daerah.

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa jumlah pendapatan Kabupaten Nunukan dari tahun ke tahun cenderung mengalami peningkatan, terutama di dana lain – lain pendapatan yang sah, sedangkan untuk penerimaan pembiayaan mengalami fluktuasi. Pendapatan terbesar berasal dari dana perimbangan. Ini menunjukkan bahwa Kabupaten Nunukan masih membutuhkan dana bantuan dari pemerintah pusat (APBN) untuk membiayai pembangunannya. Sedangkan dari sisi pembelanjaan, belanja langsung memiliki peningkatan yang cukup tinggi dibandingkan dengan belanja tidak langsung.

Posisi pendapatan yang masih didominasi oleh dana perimbangan berkorelasi dengan kemampuan fiskal Kabupaten Nunukan yang mengalami fluktuasi dan cenderung meningkat. Walaupun demikian, APBD Kabupaten Nunukan masih memerlukan bantuan dana dari Pemerintah Pusat untuk membiayai



pembangunannya. Adapun data kapasitas fiskal Kabupaten Nunukan dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2.6 Data Kapasitas Fiskal Kabupaten Nunukan tahun 2008 – 2012

Tahun	Indeks Kapasitas Fiskal	Kategori
2008	2,7898	Sangat Tinggi
2009	4,5025	Sangat Tinggi
2010	2,9272	Sangat Tinggi
2011	3,1490	Sangat Tinggi
2012	4,6281	Sangat Tinggi

Sumber : Kementerian Keuangan Tahun 2008 - 2012

Keberhasilan suatu pembangunan dibidang ekonomi salah satu tolok ukurnya dengan melihat pertumbuhan angka produk domestik regional bruto (PDRB). Dari tahun ke tahun, PDRB (tanpa migas) Kabupaten Nunukan atas dasar harga konstan mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Kenaikan PDRB tersebut diikuti pula oleh peningkatan pendapatan perkapita (PDRB per kapita). Sedangkan untuk pertumbuhan ekonomi mengalami fluktuasi yang pada tahun 2011 sebesar 6,38% tanpa migas, hal ini dipengaruhi oleh fluktuasi nilai tambah dari sektor pertambangan dan penggalian yang memberikan kontribusi terbesar terhadap nilai PDRB, seperti terlihat pada tabel berikut.

Tabel 2.7 Data Perekonomian Kabupaten Nunukan tahun 2007 – 2011

No	Deskripsi	Tahun				
		2007	2008	2009	2010	2011
1	PDRB harga konstan (struktur perekonomian)	992.103	1.139.237	1.208.692	1.303.850	1.387.035
2	Pendapatan Perkapita Kabupaten/Kota (Rp.)	7,899,852.69	8,830,541.58	9,119,244.32	9,257,602.54	9,481,666.05
3	Pertumbuhan Ekonomi (%)	17,12	14,83	6,10	7,87	6,38

Sumber : Nunukan Dalam Angka 2012, diolah

2.4 TATA RUANG WILAYAH KABUPATEN NUNUKAN

2.4.1 Kebijakan Penataan Ruang

Kebijakan penataan ruang wilayah kabupaten adalah arahan pengembangan wilayah yang ditetapkan oleh pemerintah daerah kabupaten guna mencapai tujuan penataan ruang wilayah kabupaten dalam kurun waktu 20 (dua puluh) tahun.

Kebijakan penataan ruang wilayah kabupaten merupakan arah tindakan yang harus ditetapkan untuk mencapai tujuan penataan ruang wilayah kabupaten. Kebijakan penataan ruang wilayah kabupaten berfungsi sebagai:

1. Sebagai dasar untuk memformulasikan strategi penataan ruang wilayah kabupaten;
2. Sebagai dasar untuk merumuskan struktur dan pola ruang wilayah kabupaten;
3. Memberikan arah bagi penyusunan indikasi program utama dalam RTRW kabupaten ;dan
4. Sebagai dasar dalam penetapan arahan pengendalian pemanfaatan ruang wilayah kabupaten.

Kebijakan penataan ruang wilayah kabupaten dirumuskan berdasarkan :

1. Tujuan penataan ruang wilayah kabupaten;
2. Karakteristik wilayah kabupaten;
3. Kapasitas sumber daya untuk mewujudkan tujuan penataan ruang; dan
4. Ketentuan peraturan perundang-undangan terkait.

Kebijakan penataan ruang wilayah kabupaten dirumuskan dengan kriteria:

1. Mengakomodasi kebijakan penataan ruang wilayah nasional dan kebijakan penataan ruang wilayah provinsi;
2. Jelas, realistik, dan dapat diimplementasikan dalam jangka waktu perencanaan;
3. Mampu menjawab isu-isu strategis baik yang ada sekarang maupun yang diperkirakan akan timbul di masa yang akan datang; dan
4. Tidak bertentangan dengan peraturan perundang-undangan.

Dalam rangka pencapaian tujuan penataan ruang wilayah kabupaten, maka rumusan kebijakan penataan ruang Kabupaten Nunukan adalah sebagai berikut:

1. Pengembangan sentra-sentra pertanian, perkebunan, kehutanan, dan perikanan

- terkait pengembangan agroindustri;
2. Pengembangan sistem pusat kegiatan dan sistem pelayanan sarana dan prasarana wilayah secara berjenjang dan sinergis;
 3. Pemantapan fungsi kawasan lindung sebagai penyeimbang ekosistem wilayah;
 4. Pemanfaatan potensi sumberdaya alam dengan memperhatikan daya dukung lingkungan; dan
 5. Peningkatan fungsi kawasan kepentingan pertahanan dan keamanan negara.

2.4.2 Kawasan Rawan Bencana (Zona N5)

Kawasan rawan bencana adalah kawasan yang sering atau berpotensi tinggi mengalami bencana alam. Tujuan perlindungan kawasan ini adalah untuk melindungi manusia dan kegiatannya dari bencana yang disebabkan oleh alam maupun secara tidak langsung oleh perbuatan manusia.

Di wilayah Kabupaten Nunukan, kawasan rawan bencana alam yang teridentifikasi terdiri dari: kawasan rawan banjir, kawasan rawan longsor, bencana gelombang pasang, bencana angin topan, bencana kebakaran, dan bencana kekeringan.'

1. Kawasan Rawan Bencana Banjir

Kawasan rawan bencana banjir adalah tempat-tempat yang secara rutin setiap musim hujan mengalami genangan lebih dari enam jam pada saat hujan turun dalam keadaan musim hujan normal. Kawasan rawan banjir merupakan kawasan lindung yang bersifat sementara, sampai dengan teratasinya masalah banjir secara menyeluruh dan permanen di tempat tersebut.

Kawasan rawan banjir sedapat mungkin tidak dipergunakan untuk permukiman. Untuk daerah yang sudah terbangun, hendaknya diadakan penyuluhan akan bahaya yang mungkin terjadi di waktu yang akan datang dan secara bertahap dan terencana permukiman dipindahkan. Kegiatan lain yang berdampak dapat mempengaruhi kelancaran tata drainase di kawasan ini dilarang, sedangkan pembangunan fisik berupa pengembangan saluran drainase diutamakan.

2. Kawasan Rawan Bencana Erosi/Longsor

Kawasan rawan bencana alam rawan erosi/longsor merupakan wilayah yang kondisi permukaan tanahnya mudah longsor karena terdapat zona yang bergerak akibat adanya patahan atau pergeseran batuan induk pembentuk tanah.

Kawasan rawan erosi/longsor tertutup bagi permukiman, persawahan, tanaman semusim, kolam ikan, atau kegiatan budidaya lainnya yang berbahaya bagi keselamatan manusia dan lingkungan. Permukiman yang terletak pada kawasan ini segera dipindahkan ke tempat lain secara terencana. Untuk mencegah dan mengatasi terjadinya bencana alam erosi, tanah longsor dilakukan kegiatan-kegiatan reboisasi dan penghijauan, penyuluhan dan lain-lain, terutama pada kawasan rawan bencana dan daerah-daerah yang berkaitan.

3. C.Kawasan Rawan Bencana Lain

Kawasan rawan bencana lain yang mungkin terjadi di wilayah Kabupaten Nunukan adalah bencana gelombang pasang, bencana angin topan, bencana kebakaran (kebakaran bangunan, kebakaran hutan, kebakaran kebun), bencana rawan gempa dan bencana kekeringan, rawan limbah industri, polusi. Kawasan bencana ini umumnya bersifat temporer, baik secara lokasi maupun waktu. Namun demikian, pada kawasan-kawasan yang mempunyai kecenderungan terjadi bencana ini, sedapat mungkin diadakan pembatasan dalam kegiatan budidaya, khususnya permukiman. Mekanisme dan prosedur pengungsian penduduk perlu dilakukan sedini mungkin.

2.5 SOSIAL DAN BUDAYA

Pendidikan merupakan dimensi pembentuk dan penentu kualitas sumber daya manusia. Peningkatan kualitas pendidikan masyarakat secara merata dan menyeluruh dilaksanakan dengan adanya program wajib belajar sembilan tahun, kejar paket A, B, C dan GNOTA. Tolok ukur umum yang bisa digunakan untuk melihat keberhasilan pendidikan di suatu wilayah adalah penyediaan sarana dan prasarana pendidikan, baik gedung sekolah maupun tenaga pengajar dan rasio murid terhadap guru.

Salah satu penunjang keberhasilan pendidikan adalah tersedianya tenaga pengajar yang memadai untuk setiap jenjang pendidikan. Rasio murid-guru merupakan salah satu indikator yang menggambarkan beban kerja seorang guru terhadap muridnya. Rasio murid-guru juga mencerminkan mutu pendidikan di kelas, karena semakin besar angka rasio murid-guru berarti beban kerja seorang guru semakin berat pula, dan pengawasan atau kontrol yang dilakukan akan berkurang.

Secara umum sejak tahun pembelajaran 2000/2001 hingga 2011/2012 jumlah sarana sekolah dari jenjang TK hingga SMU/SMK, baik negeri maupun swasta yang berada di bawah Diknas secara kuantitatif mengalami perkembangan. Pada tahun 2011 sarana pendidikan yang tercatat di Kabupaten Nunukan terdiri dari 35 Taman Kanakkanak, 125 Sekolah Dasar Negeri, 17 Sekolah Dasar Swasta, 38 SLTP Negeri, 9 SLTP Swasta, 8 SMU Negeri, 8 SMU Swasta , 4 SMKN, dan 1 SMK Swasta.

Selain fasilitas pendidikan untuk jenjang pendidikan dasar dan menengah, di Kabupaten Nunukan juga terdapat Sekolah Tinggi Ilmu Tarbiyah Ibnu Khaldun yang membuka kegiatan perkuliahan di Kabupaten Nunukan dengan jumlah mahasiswa 344 orang dan memiliki 25 orang tenaga pengajar. Keberadaan perguruan tinggi ini diharapkan mampu mendorong minat para siswa untuk melanjutkan pendidikan sampai jenjang perguruan tinggi. Adapun gambaran fasilitas pendidikan di Kabupaten Nunukan dapat dilihat pada tabel 2.14 dibawah ini:

Tabel 2.8 Fasilitas Pendidikan yang tersedia di Kabupaten Nunukan

Nama Kecamatan	Jumlah Sarana Pendidikan								
	Umum				Swasta				
	SD	SLTP	SMA	SMK	SD	SLTP	SMA	SMK	
1. Krayan	21	4	1	1	-	-	1	-	
2. Krayan Selatan	6	3	-	-	-	-	1	-	
3. Lumbis	20	5	1	-	-	-	-	-	
4. Lumbis Ogong	-	-	-	-	-	-	-	-	
5. Sembakung	18	6	1	-	-	-	-	-	
6. Nunukan	18	5	1	1	5	5	4	-	
7. Sebuku	18	5	1	1	1	-	-	-	
8. Nunukan Selatan	5	3	1	-	3	2	-	-	
9. Sei Menggaris	-	-	-	-	-	-	-	-	
10. Tulin Onsoi	-	-	-	-	-	-	-	-	
11. Sebatik	9	4	1	-	5	2	2	1	
12. Sebatik Barat	10	3	1	1	3	-	-	-	
13. Sebatik Tengah	-	-	-	-	-	-	-	-	
14. Sebatik Timur	-	-	-	-	-	-	-	-	
15. Sebatik Utara	-	-	-	-	-	-	-	-	
Jumlah	2011/2012	125	38	8	4	17	9	8	1
	2010/2011	125	38	8	4	19	9	8	-
	2009/2010	125	39	7	2	17	8	8	-

Sumber : Kab. Nunukan Dalam Angka, 2013

Aspek ketenagakerjaan merupakan salah satu potensi pembangunan yang sangat menentukan kerberhasilan proses pembangunan itu sendiri. Permasalahan yang ditimbulkan dalam aspek ketenagakerjaan adalah apabila ternyata SDM usia produktif banyak yang menjadi pengangguran. Hal ini tentunya mengakibatkan terbentuknya permasalahan sosial yang memerlukan perhatian tersendiri. Masalah yang terkait dengan proses pembangunan di Kabupaten Nunukan adalah masalah mobilitas penduduk dan ketenagakerjaan.

Tingginya angka mobilitas penduduk dari luar daerah ke Kabupaten Nunukan akan membawa persoalan baru dibidang ketenagakerjaan. Masuknya penduduk luar daerah ke Kabupaten Nunukan merupakan konsekuensi dari karakteristik Kabupaten Nunukan sebagai Kota Kabupaten serta Kabupaten Nunukan Sebagai Kota Perdagangan dan Jasa. Persoalan ini membawa dampak pada beban kota untuk menampung keberadaan mereka. Apalagi jika kaum pendatang tidak mempunyai bekal pendidikan dan skill yang memadai, sehingga akan

menambah angka pengangguran dan kemiskinan di Kabupaten Nunukan. Data jumlah penduduk miskin per kecamatan tahun 2012 dapat dilihat pada table berikut:

Tabel 2.9 Jumlah Penduduk Miskin Per Kecamatan Tahun 2013

Nama Kecamatan	Jumlah Keluarga Miskin (jiwa)
1. Krayan	319
2. Krayan Selatan	195
3. Lumbis	1.272
4. Lumbis Ogong	1.894
5. Sembakung	1.633
6. Nunukan	4.619
7. Sei Menggaris	630
8. Nunukan Selatan	1.814
9. Sebuku	1.317
10. Tulin Onsoi	1.112
11. Sebatik	1.542
12. Sebatik Timur	963
13. Sebatik Tengah	987
14. Sebatik	826
15. Sebatik	1.098
Jumlah	20.221

Sumber : Bappeda, 2012

Dalam hal kepemilikan rumah/tempat tinggal masyarakat di Kabupaten Nunukan belum ada informasi atau sumber data yang menyajikan mengenai hal tersebut.

2.6 KELEMBAGAAN PEMERINTAH DAERAH

2.6.1 Struktur Organisasi Pemerintah Daerah

Kelembagaan Pemerintah Kabupaten Nunukan disusun berdasarkan Peraturan Daerah Kabupaten Nunukan Nomor 20 Tahun 2011 tentang Organisasi dan Tata Kerja Sekretariat Daerah dan Sekretariat Dewan Perwakilan Rakyat Daerah, Peraturan Daerah Kabupaten Nunukan Nomor 22 Tahun 2011 tentang Organisasi dan Tata Kerja Dinas Daerah, Peraturan Daerah Kabupaten Nunukan Nomor 21 Tahun 2011 tentang Organisasi dan Tata Kerja Lembaga Teknis Daerah, Peraturan Daerah Nomor 03 Tahun 2011 Tentang Pembentukan Susunan Organisasi Tata Kerja Satuan Polisi Pamong Praja, Peraturan Daerah

Kabupaten Nunukan Nomor 23 Tahun 2011 tentang Pembentukan Susunan Organisasi Badan Pengelola Perbatasan Daerah, Peraturan Daerah Kabupaten Nunukan Nomor 21 Tahun 2008 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kecamatan dan Kelurahan dan Peraturan Daerah Kabupaten No. 24 Tahun 2011 tentang Organisasi dan Tata Kerja Badan Penanggulangan Bencana Daerah.

Satuan Kerja Perangkat Daerah Kabupaten Nunukan terdiri dari 14 Dinas Daerah, 9 Lembaga Teknis Daerah, dan Lembaga Lain yaitu Satuan Polisi Pamong Praja, Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) dan Badan Pengelola Perbatasan Daerah, serta terdiri dari 15 Kecamatan, 8 Kelurahan dan 232 Desa yang bertanggung jawab kepada Bupati Nunukan melalui Sekretaris Daerah Kabupaten Nunukan.

2.7 KONDISI EKSISTING LAHAN PERENCANAAN KONDISI EKSISTING LAHAN PERENCANAAN

Secara administratif cakupan wilayah Master Plan Pengamanan Abrasi Pantai yakni Desa Tanjung Karang, khususnya terletak di Muara sungai Sei Taiwan yang juga berada di pantai Kayu Angi yang terletak di Kecamatan Sebatik Kabupaten Nunukan.



Gambar 2.6 Citra Udara Pulau nunukan dan Pulau Sebatik



Gambar 2.7 Citra Udara Pantai Sei Taiwan

2.7.1 Kondisi Topografi dan Letak Geografis

Kawasan Pantai Batu Lamampu merupakan daerah pesisir pantai dengan ketinggian $\pm 0 - 25$ m dpl. Kawasan ini terletak antara $4^{\circ}02'55,9''$ LU dan $117^{\circ}54'28,4''$ BT.

Tabel 2.10 Orbitasi Dan Jarak Tempuh Kawasan Pantai Ayu Angi

No	Orbitasi dan Jarak Tempuh	Keterangan
1.	Jarak ke Ibukota Kecamatan	4 km
2.	Jarak ke Ibukota Kota Kabupaten	40 km
3.	Waktu tempuh ke Ibukota Kecamatan	10 menit
5.	Waktu tempuh ke pusat fasilitas terdekat (Ekonomi, Pemerintahan, Kesehatan)	10 menit

Sumber : analisa Tim

2.7.2 Iklim

Kondisi curah hujan rata-rata di Kabupaten Nunukan pada tahun 2011 tercatat bahwa curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Agustus sebesar 446,2 mm. Jumlah hari hujan terbanyak juga terjadi pada bulan Agustus yaitu 23 hari. Lebih jelasnya jumlah curah hujan dan hari hujan Kabupaten Nunukan dapat dicermati pada tabel berikut ini :

Tabel 2.11 Jumlah Curah Hujan, Hari Hujan Dan Curah Hujan Rata-Rata Kabupaten Nunukan

Bulan	Curah Hujan (mm)	Hari Hujan	Rata-rata Curah Hujan (mm/hari)
Januari	151,1	19	7.95
Februari	258,6	16	16.16
Maret	216,9	21	10.33
April	312,7	19	16.46
Mei	329,7	22	14.99
Juni	318,1	17	18.71
Juli	328,0	15	21.87
Agustus	446,2	23	19.40
September	149,4	21	7.11
Oktober	206,2	22	9.37
November	121,6	21	5.79
Desember	279,5	20	13.98
Jumlah	3118,0	236	162.12

Sumber : Data Klimatologi Stasiun Meteorologi Nunukan

Selain itu, karena terletak di daerah katulistiwa, maka iklim di Pulau Sebatik dipengaruhi oleh angin Muson, yaitu angin Muson Barat pada November-April dan angin Muson Timur pada Mei-Oktober. Pulau Sebatik secara umum beriklim panas, yakni dengan suhu udara rata-rata 27,8°C, dimana suhu terendah 22,9°C pada Bulan Agustus dan tertinggi 33°C pada Bulan April. Kelembaban udara berkisar antara 44% dengan kecepatan angin rata-rata 0,5 knots. Penyinaran matahari rata-rata 58,5%, dan yang terendah 44% pada bulan Juni, sedangkan yang tertinggi 76% pada Bulan April

2.7.3 Hidrologi

Perairan di sekitar Pulau Sebatik dan di areal perencanaan termasuk tipe perairan dangkal dengan kedalaman yang ber variasi. Kedalaman perairan yang berada di area perairan pantai (disekeliling pulau dan Selat Seballk) berkisar antara 0-20 meter, sedangkan yang berada pada perairan lepas berkisar antara 11-300 meter.

Kondisi pasang surut dikawasan perencanaan termasuk pasang surut campuran cenderung bersifat harian ganda (mixed prevailing semi diurnal) dengan dua kali pasang dan dua kali surut dalam sehari, dengan amplituda dan periode pasang surut yang berbeda serta tunggang air (tidal range) maksimum 1,8 meter. Kecepatan arus maksimum di perairan pantai terjadi pada saat pergerakan pasang surut terbesar, yaitu saat neap tide dan spring tide, dengan kecepatan arus rata-rata 87,5-102 cm/detik, dimana arah arus pasang mencapai 250°-330°, sedangkan arah arus surut 36°-130°.

Kecepatan arus rata-rata akibat densitas air laut sebesar 8,5-19,7 cm/detik dengan arah 15°3' saat spring tide dan arah 65°-8' saat neap tide. Kecepatan arus ini semakin mengecil seiring dengan bertambahnya kedalaman perairan. Pada perairan di sekitar kawasan umumnya terjadi gelombang pecah bila tinggi gelombang mencapai 0,8 m dari kedalaman perairan. Tinggi gelombang rata-rata adalah 0,03-0,15 m dengan rentang periode gelombang 16,7-20 detik.

Kondisi arus perairan dikaitkan dengan fluktuasi pasang surut memperlihatkan perubahan arah dan besar arus sesuai dengan perubahan pasang surut. Hal tersebut mengidentifikasi adanya korelasi yang kuat antara kondisi arus dengan perubahan pasang surut. dengan kata lain pengaruh pasang surut yang membangkitkan arus sangat dominan. Apabila dilihat dari kecepatan arah arus secara keseluruhan mempunyai besar arus pada waktu air naik relatif lebih kecil bila dibandingkan dengan kecepatan arus pada waktu air turun.

Sedangkan hubungan antara kecepatan arus terhadap kedalaman perairan memperlihatkan, kecepatan arus semakin mengecil seiring dengan bertambahnya kedalaman perairan, terutama pada perairan pesisir yang lebih dalam. Distribusi vertikal dari arus memperlihatkan pengaruh dasar perairan terhadap sirkulasi arus cukup dominan. Sedangkan pada perairan pesisir bagian terluar, hal yang demikian tidak terjadi pada perairan Pulau Sebatik, karena perairan ini lebih terbuka sehingga arus perairan tidak saja dibangkitkan oleh pasang surut air laut tetapi disebabkan oleh pengaruh angin dan gelombang. Gelombang yang mendekati pantai akan mengalami perubahan tinggi dan kecepatan sebagai akibat dari faktor bahan dasar perairan.

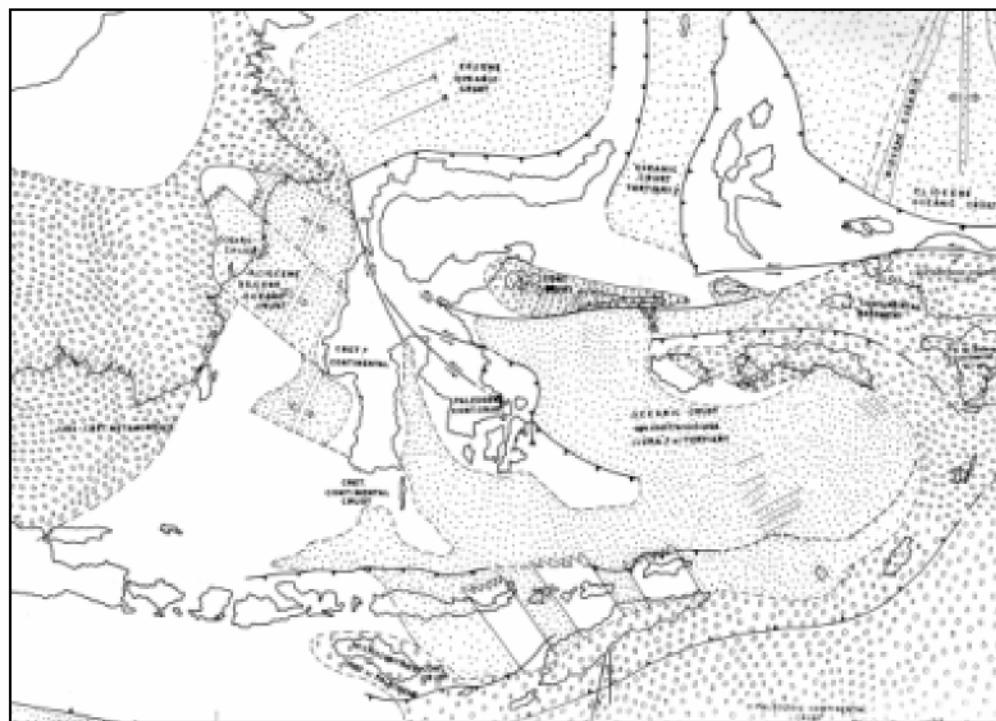
2.7.4 Geologi Regional

Secara regional kondisi geologi daerah penelitian merupakan bagian dari kawasan Indonesia Barat. Perairan Pulau Sebatik dan sekitarnya merupakan perairan laut dangkal dengan kedalaman kurang dari 70 meter, sedangkan di bagian timurnya merupakan laut dalam yang memiliki kedalaman lebih dari 200 meter. Secara regional daerah Perairan Pulau Sebatik dan sekitarnya merupakan bagian dari Cekungan Tarakan, yang memiliki struktur utama berupa sumbu lipatan berarah barat laut-tenggara

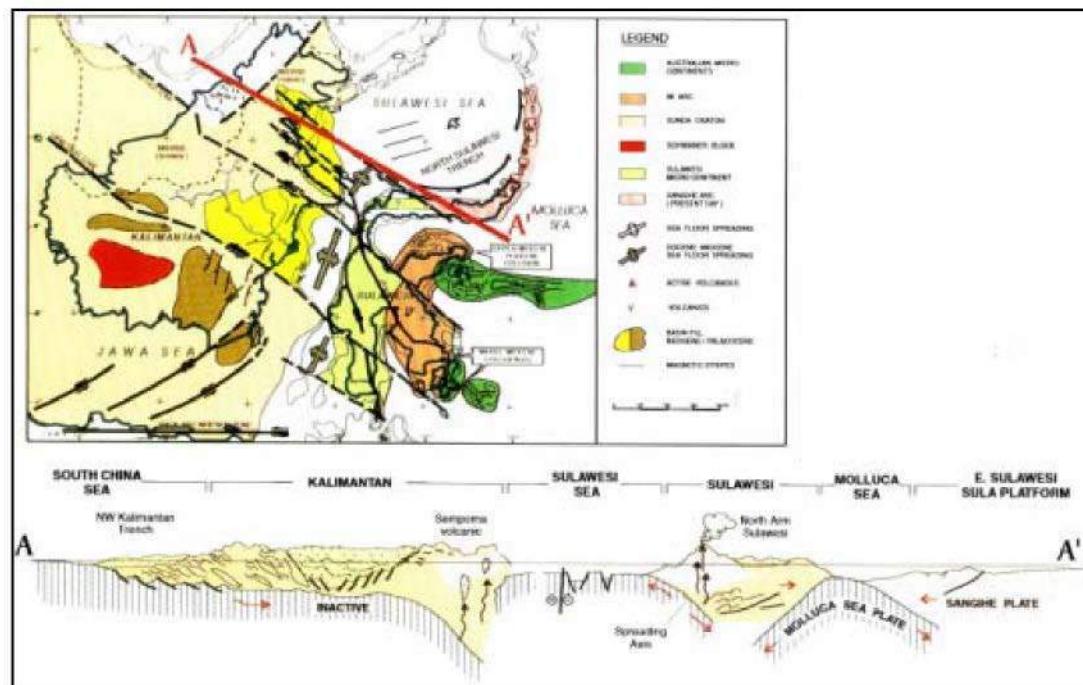
Ada lebih kurang 11 pulau di perairan Sebatik dan sekitarnya serta puluhan daerah karang. Dari sekian banyak pulau hanya Pulau Sebatik dan Nunukan yang tersusun oleh batuan sedimen, terdiri dari perselingan batupasir, lanau dan lempung. Sedangkan pulau-pulau lainnya merupakan endapan aluvial delta yang telah ditumbuhi mangrove dan membentuk pulau.

2.7.5 Pola Tektonik

Berdasarkan bukti geologi (tektonik dan penyebaran cekungan) daerah telitian secara umum merupakan kelanjutan alamiah dari Kalimantan Timur dan Selat Makasar. Kondisi serta pola sebaran kerak samudra dan batuan dasar menunjukkan bahwa daratan Kalimantan Utara merupakan Continental Crust (Kerak Benua) dan perairan Blok Ambalat merupakan Oceanic Crust (Kerak Samudra) yang berumur Pliosen – Eosen.



Gambar 2.8 Peta sebaran kerak samudra dan batuan dasar di perairan Blok Ambalat sebagai satu kesatuan dengan perairan Selat Makassar (Prasetyo, 1992)



Gambar 2.9 Elemen-Elemen Tektonik P. Kalimantan dan P. Sulawesi (BPPKA, 1996)

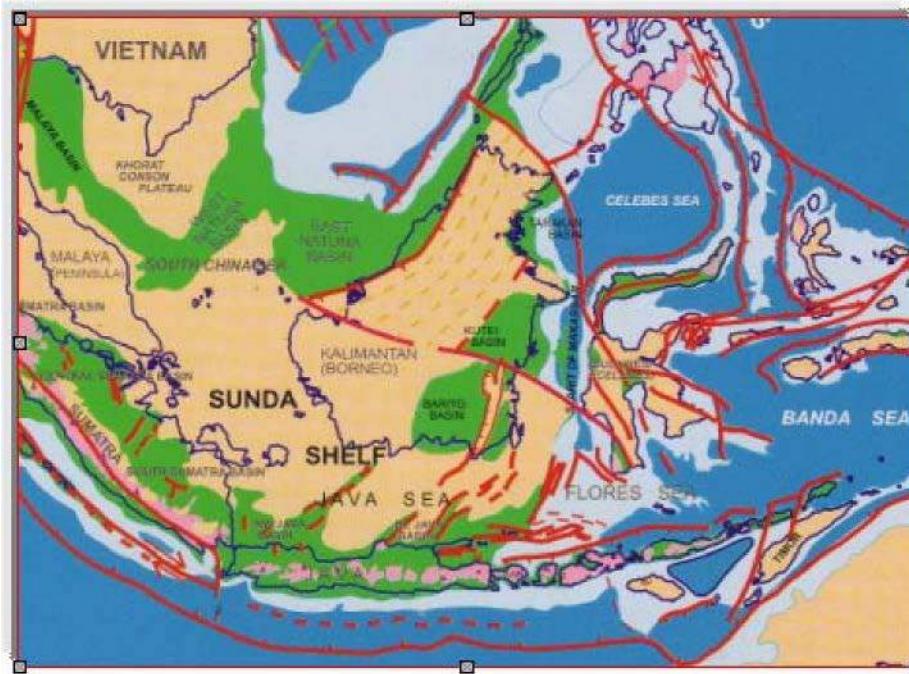
Kerak samudra tersebut penyebarannya mulai bagian tengah Selat Makassar hingga bagian barat daratan Sebatik. Di bagian tengah kerak Samudra Selat Makassar terdapat daerah Active Spreading, yaitu suatu daerah bukaan dan penurunan secara aktif.

2.7.6 Pembentukan Cekungan Tarakan Dan Potensi Migas

Wilayah sekitar perairan pantai Kalimantan Timur dan Selat Makassar memiliki karakter geologi yang sama. Proses sedimentasi dan suplai sedimen yang membentuk seluruh cekungan Kalimantan Timur termasuk Blok Ambalat yang kaya dengan migas berasal dan dikontrol oleh interaksi sistem aliran daratan Kalimantan (fluvial processes) dan sistem oseanografi Selat Makassar (tidal processes). Sebagai bukti, sedimentasi oleh sungai-sungai besar di Kalimantan Timur bagian utara seperti S. Sebuku, S. Sembakung dan S. Sesayang masih berlangsung dan berlanjut hingga sekarang dengan pembentukan delta muda (resent deltaic) yang menyerupai bentuk tipe Delta Mahakam Muda (Resent Mahakam Deltaic) seperti P. Sebatik, P. Nunukan, P. Buyu, P. Mandul, P. Tarakan, P. Ligitan dan P. Sipadan. Delta Mahakam oleh Golloway (1975) diperkenalkan sebagai salah satu tipe delta dunia yang disebut Tipe Delta Mahakam (Mahakam Delta Type). Tetapi sesungguhnya daratan Kalimantan Timur bagian utara sebagai delta yang lebih tua, jauh sebelum kondisi sekarang telah membentuk kipas delta yang menyebar ke arah laut mulai perairan bagian selatan hingga utara Kalimantan Timur termasuk P. Ligitan dan P. Sipadan.

Proses-proses sedimentasi yang berlangsung diimbangi pula oleh proses tektonik yang memisahkan P. Sulawesi dan P. Kalimantan (extension fault of Makassar Strait). Pemisahan menimbulkan akibat menurunnya dasar cekungan dan terbentuknya patahan kecil (minor fault) bertingkat membentuk tangga dengan bidang patahan membentuk garis lurus hampir sejajar dengan garis pantai. Namun karena suplai sedimen dari sistem aliran S. Sebuku, S. Sembakung dan S. Sesayang yang cukup besar, patahan tersebut tertutup oleh sedimen muda (resent sediment). Oleh karena adanya kontrol waktu geologi yang panjang, cekungan yang terisi sedimen tersebut membentuk cekungan hidrokarbon yang cukup besar dan tebal yang disebut sebagai Cekungan Tarakan dan Cekungan Kutai. Sebagian dari

Cekungan Tarakan membentuk sub cekungan Ambalat yang kemudian membentuk suatu kesatuan dan kesamaan ciri dan model diagram seluruh cekungan Kalimantan Timur (diagrammatic stratigraphic succession of East Kalimantan) - (Allen, 1979 dan Katili, 1980).



Gambar 2.10 Peta geologi Cekungan Tarakan (BPPKA, 1996)

Cekungan Kalimantan Timur terdiri dari tiga cekungan besar, yaitu: Cekungan Barito di bagian selatan, Cekungan Kutei di bagian tengah sekitar S. Mahakam dan Cekungan Tarakan di bagian utara (Koesumadinata, 1994). Cekungan Tarakan mencakup perairan Kalimantan Timur bagian utara dan Blok Ambalat termasuk bagian timur Sabah. Ketiga cekungan tersebut dipisahkan dua patahan besar yang memotong Selat Makassar. Patahan terbesar adalah Patahan Palu – Koro yang membujur dari Teluk Bone (Sulawesi Selatan) memotong Selat Makassar hingga utara Sabah. Blok Ambalat yang termasuk dalam Cekungan Tarakan tersebut berada di bagian selatan Patahan Palu - Koro. Berdasarkan pola tektonik tersebut, Cekungan Kutei dan Cekungan Tarakan berada dalam satu kesatuan pola tektonik (tectonic setting) Kalimantan Timur, di bagian selatan dan utara kedua cekungan tersebut dipisahkan oleh dua patahan besar tadi.

Cekungan Tarakan menyebar cukup luas mulai dari Tinggian Makaliat hingga selatan Sabah. Di bagian tengah Cekungan Tarakan terdapat tinggian-tinggian yang lebih kecil ukurannya. Tinggian tinggian (antiklin) yang

berkembang umumnya berah baratlauttenggara membentuk lapisan sedimen yang cukup tebal yang dikenal sebagai lapisan pembawa hidrokarbon. Berdasarkan kondisi geologi dan hasil survei seismik & pemboran yang dilakukan beberapa perusahaan migas, potensi migas di Blok Ambalat adalah: minyak mencapai 770 MBBO dan gas mencapai 1.959 BCFG. Walaupun potensi tersebut tidak sebesar di Blok Bukat, namun bila termasuk Blok Ambalat Timur, maka potensi tersebut akan jauh lebih besar lagi.

Ciri-ciri lain dari Blok Ambalat dengan perairan lainnya di Kalimantan Timur adalah kesamaan morfologi dasar laut, bentuk paparan dan pola oseanografi (gelombang, arus dan pasang surut). Hasil Survei Geologi Kelautan di perairan Kalimantan Timur bagian tengah tahun 1999 menunjukkan pola perlapisan batuan dan penyebaran terumbu karang yang sama untuk seluruh perairan di Kalimantan Timur. Oleh sebab itu, berdasarkan hal tersebut maka kesatuan dan kelanjutan alamiah kontinen Kalimantan Timur di Blok Ambalat tak terbantahkan.

2.7.7 Geologi Daerah Pulau Sebatik dan sekitarnya

Keadaan geologi sekitar daerah telitian dan sekitarnya berdasarkan sumber data dari pusat penelitian dan pengembangan geologi kelautan peta lembar geologi tarakan dan sebatik yang disusun oleh S Hidayat, Amiruddin, dan Saatri Anas 1995.

2.7.8 Stratigrafi

Pulau Nunukan dan Pulau Sebatik adalah sebuah antiklin yang sumbunya memanjang dari arah barat laut ke tenggara dimana batuan di kawasan perbukitan cenderung lunak, mudah terkikis, mudah longsor dan beberapa diantarnya mudah mengembang (Swelling) hal tersebut terjadi pada singkapan- singkapan alam lapisan tanah tertutup (soil) umunya tipis.

berdasarkan peta geologi tersebut batuan yang terdapat di daerah studi terdiri dari:

1. Endapan Alluvial (Holosen)

berupa endapan pantai, sungai, dan rawa yang terdiri dari lumpur, lanau, pasir, kerikil dan koral uang bersifat lepas. terutama di sepanjang aliran sungai sungai, pantai dan rawa

2. Formasi Sajau (Pleistosen)

Terdiri dari batu pasir kuarsa, batu lempung, batu lanau dan batu bara, lignit dan kolongmerat. setruktur sedimen : pelasian silang siur planar dan mangkok bioturbasi, perairan sejajar, bintil besi,mengandung fosil kayu umumnya karbonan. formasi ini diendapkan pada lingkungan fluvial sampai delta dan tabel 600-2000 meter.

3. Formasi Tabul (Miosen Akhir)

Terdiri dari perselingan batu lempung, batu lumpur, batu pasir, batu gamping, dan batu bara, di bagian atas umumnya gampingan. fosil petunjuk tidak ditemukan kecuali pecahan foram besar cylcypeus sp, operculina sp. yang berumur miosen tengah, dengan pengendapannya delta sampai laut dangkal, tebal formasi diperkirakan 600 meter.

4. Formasi Meliat (Miosen Tengah)

Terdiri dari perselingan batu pasir, batu lempung dan serpihan. dengan sisipan batu bara berstruktur lapisan bersusun, bioturbasi dan mengandung bintil batu gamping, dengan kandungan fosil globigerina bulodes, globigerinaoides obliquus, operculina, flosculinella bernenis. formasi ini diduga diendapkan di lingkungan laut dangkal sampai delta paralik. tabel formasi diperkirakan 800-1000m dan ditindih selaras oleh Formasi Tabul

5. Sumbatan dan retas (Pleistosen)

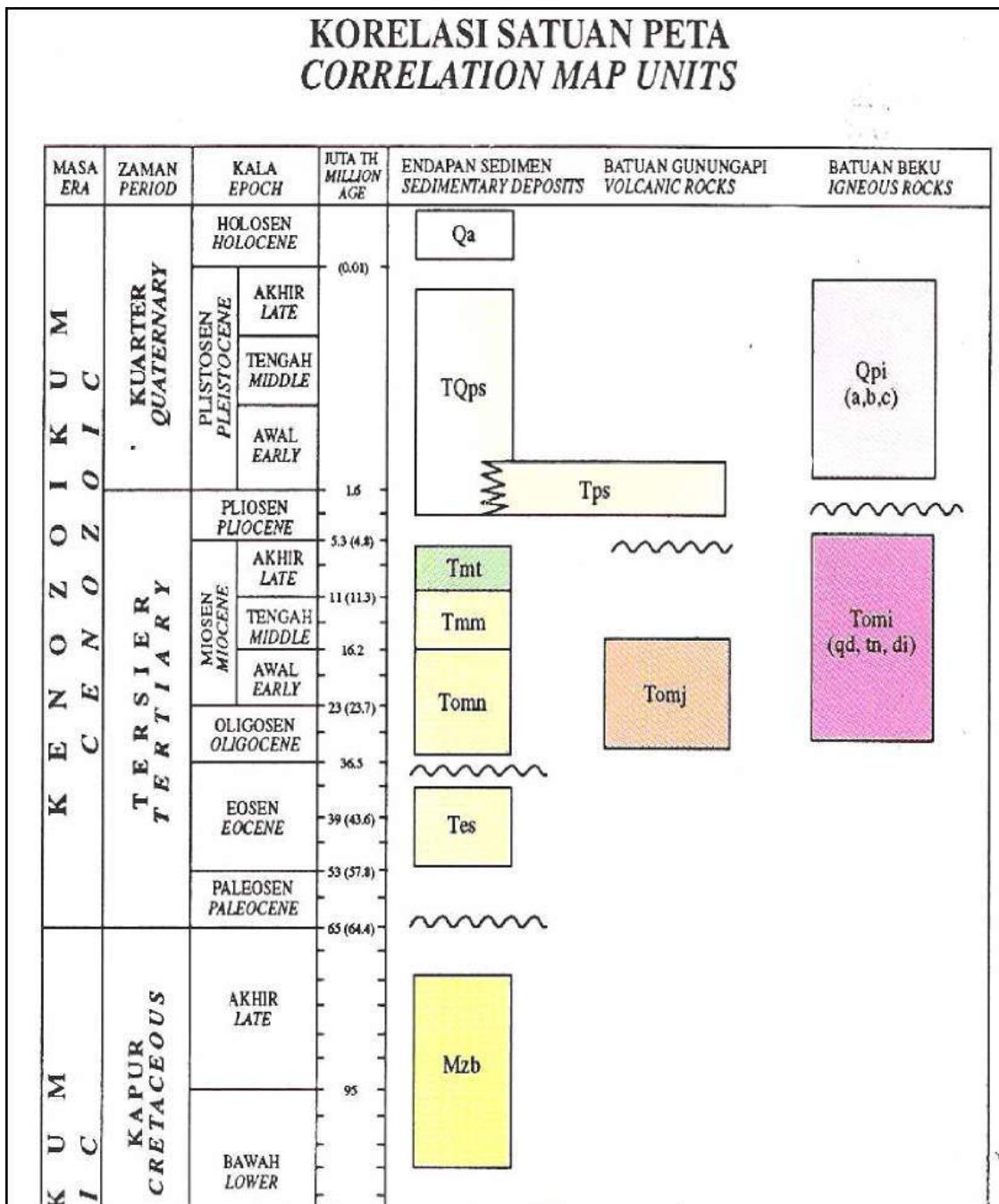
terdiri dari andesit, basal,dan desit. andesit, forfirit, dengan fenokris plagioklas dan piroksen dalam masadasar halus mengandung plagioklas, kuarsa, piroksen,hornblende, bijih dan kaca gampingan, sebagian terkloritkan. basal berbutir halus – afanitik. dasit, forfiris dengan fenokris plagioklas, kuarsa dan muskovit dalam masadasar plogioklas dan kuarsa.terkarbonatkan dan saritasi. batuan menerobos Formasi Sinjin.



Gambar 2.11 Peta Geologi Regional Daerah Perairan Sebatik Kalimantan Utara

2.7.9 Struktur Geologi

Dari hasil pengamatan pada peta geologi serta pengamatan morfologi di lapangan , struktur geologi yang terdapat di lembar Tarakan dan Sebatik adalah lipatan, sesar dan kelurusan. lipatan berupa antiklin dan sinklin dengan sumbu lipatan berarah barat laut-tanggara dan melibatkan semua formasi batuan dilembar Tarakan dan Sebatik.



Gambar 2.12 Skema Stratigrafi Perairan Sebatik Kalimantan Utara (S Hidayat, Amiruddin, dan Saatri Anas 1995)

Sesar yang dijumpai pada umumnya berupa sesar normal yang merupakan hasil pengaktifan kembali sesar-sesar yang terbentuk sebelumnya. sesar dan kelurusannya berarah barat laut tenggara dan beberapa berarah barat daya-timur laut. di beberapa tempat sesar-sesar ini ditempati batuan beku. sebagian dari struktur yang ditemukan di lembar tarakan dan sebatik ini di tafsirkan dari citra SAR

Dari pengamatan struktur sedimen dan komposisi batuan tersier, pada umumnya di duga daerah lembar tarakan dan sebatik telah mengalami beberapa kali kegiatan tektonika. pengendapan pada kala tersier diawali oleh pengendapan batu gamping, foraminifera dan sedimen turbidit dari formasi sembakung pada lingkungan laut dangkal sampai laut dalam.

Pengangkatan “ daratan sunda “ yang berlangsung pada akhir eosen telah diikuti oleh penurunan dasar cekungan secara perlahan-lahan mulai dari kala oligosen sampai miosen akhir. periode ini merupakan masa pengendapan dalam pola regresi hampir di seluruh cekungan tarakan yang menghasilkan endapan paralik sampai laut dalam yang membentuk runtuhan batuan dari formasi naintupo, meliat dan tabul. bersama dengan periode ini di daerah daratan terjadi kegiatan gunung api dan magmatik yang menghasilkan batuan gunung api formasi jelai dan terobosan batuan beku granitan.

Periode tektonik selanjutnya berlangsung pada akhir miosen atau awal pliosen sampai kala plistosen. fase ini merupakan masa terjadinya kegiatan pengangkatan kembali tepi cekungan yang ditandai dengan pembentukan endapan paralik – fluvial delta seperti batu pasir, batu bara dan batu lempung dari formasi sajau. pada fase ini juga di daerah daratan terjadi kegiatan gunung api yang menghasilkan batuan gunung api dari formasi sinjin dan terobosan andesit, dasit dan basal, yang berupa sumbat dan retas. kegiatan tektonik terakhir terjadi kala plistosen menghasilkan perlipatan dan sesar yang membentuk struktur geologi seperti sekarang.

Struktur geologi yang berkembang pada daerah studi berupa struktur lipatan antara lain berupa antilkin dan sinklin sinklin. struktur patahan (sesar) tidak dijumpai disekitar pulau nunukan.

Formasi Naintupo, Meliat dan Tabul. bersama dengan periode ini didaerah daratan terjadi kegiatan gunung api dan magmatik yang menghasilkan batuan gunung api formasi jelai dan terobosan batuan beku granitan.

Periode tektonik selanjutnya pada akhir miosen atau awal pliosen sampai kala plistosen. fase ini merupakan masa terjadinya kegiatan pengangkatan kembali tepi cekungan yang ditandai dengan pembentukan endapan paralik – fluvial seperti batu pasir, batu bara, dan batu lempung dari formasi sajau. pada masa ini juga didaerah daratan terjadi kegiatan gunung api yang menghasilkan batuan gunung api dari formasi sinjin dan terobosan andesit, dasit dan basal, yang berupa sumbat dan retas. kegiatan tektonik terakhir terjadi pada kal plistosen menghasilkan perlipatan dan sesar yang membentuk struktur geologi seperti sekarang.

Struktur geologi yang berkembang pada daerah studi berupa struktur lipatan antara lain berupa antiklin dan sinklin. struktur patahan (sesar) tidak dijumpai disekitar pulau nunukan.

2.7.10 Sarana dan Prasarana

1. Jaringan Transportasi

Jaringan transportasi ke pulau sebatik dari Nunukan dapat ditempuh dengan menggunakan transportasi laut, motor tempel atau speed boat dari pelabuhan sei Jepun ke pelabuhan binawan dengan waktu tempuh 15 menit, dari Binawan menuju Pantai Batu Lamampu melalui jalur darat dengan waktu tempuh 30 menit.

Kondisi prasarana jalan yang menuju Kawasan Pantai Batu Lamampu sudah relatif bagus. Jalan yang menuju lokasi sudah diperkeras dengan aspal dengan lebar \pm 5 m. Jalan ini dapat dilalui oleh kendaraan roda empat baik umum maupun pribadi.

2. Moda transportasi

Selama ini pencapaian menuju lokasi Pantai Batu Lamampu, pengunjung menggunakan moda kendaraan pribadi atau menggunakan jasa angkutan umum.

BAB III**ANALISA DATA****3.1 ANALISA DATA HIDRO OCEANOGRAFI****3.1.1 Peramalan Pasang Surut****A. Elevasi Pasang Surut**

Elevasi pasang surut diperoleh dari hasil pengukuran di lapangan yang telah dilakukan dari tanggal 3-17 September 2014. Hasil pengukuran disajikan pada tabel di bawah ini.

B. Data yang Digunakan

Data yang digunakan untuk mendukung perencanaan detail, khususnya dalam menentukan HWL, MSL, dan LWL, seperti yang telah tertera dalam TOR atau KAK data yang digunakan adalah data pengamatan secara langsung selama 15 hari.

C. Metode Admiralty

Pasang surut adalah fruktuasi muka air laut karena adanya gaya tarik benda-benda di langit, terutama matahari dan bulan terhadap massa air di bumi. Tinggi pasang surut adalah amplitudo total dari variasi muka air tertinggi (puncak pasang surut) dan air terendah (lembah pasang surut) yang berurutan. Periode pasang surut adalah waktu yang diperlukan dari posisi muka air pada muka air rerata ke posisi yang sama berikutnya. Periode muka air naik disebut pasang dan pada saat muka air turun disebut surut. Variasi muka air menimbulkan arus dengan periode yang sama dan disebut dengan arus pasang surut, yang mengangkut massa air dalam jumlah yang besar. Titik balik (slack) adalah saat di mana arus berbalik antara arus pasang dan arus surut.

Pada kondisi bumi, bulan dan matahari terletak pada satu garis, yaitu saat bulan purnama dan bulan baru, maka superposisi dari pasang surut yang dihasilkan oleh matahari dan bulan akan saling memperkuat sehingga menimbulkan

pasang surut maksimum dan disebut dengan pasang besar (spring tide). Sebaliknya pada saat bulan terletak pada kuadran (bulan setengah), pengaruh bulan dan matahari akan berlawanan, sehingga pada saat itu pasang surut minimum dan disebut dengan pasang kecil (neap tide). Di mana selisih waktu antara spring tide dan neap tide adalah 7 (tujuh) hari.

Salah satu metode analisis harmonik yang masih banyak digunakan di dunia termasuk Indonesia hingga saat ini adalah metode. Pada metode ini data yang diperlukan adalah data jam-jaman selama 30 hari atau jika data yang dimaksud tidak ada bisa digunakan data 15 hari. Sementara komponen pasang surut yang dilibatkan juga sudah ditentukan, yaitu M2, S2, K1, O1, N2, K2, P1, M4 dan MS4. Karena perhitungannya yang cukup rumit, maka prosedurnya sudah dibakukan sedemikian sehingga proses analisis tinggal mengikuti petunjuk yang ada tanpa perlu mengetahui makna dari setiap tahapan perhitungannya.

Secara singkat hasil perhitungan pasang surut adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1 Data Pengamatan Pasang Surut Pantai Sei Taiwan

No.	Tanggal	Bacaan Skala pada jam																					Jumlah Bacaan	Banyak rata-ratanya					
		00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23				
1	3 September 2014	85,0	89,0	91,0	95,0	113,0	128,0	235,0	332,0	357,0	359,0	333,0	286,0	176,0	113,0	65,0	51,0	30,0	13,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4734	197,250		
2	4 September 2014	113,0	94,0	97,0	135,0	188,0	245,0	295,0	336,0	349,0	339,0	297,0	239,0	186,0	115,0	70,0	35,0	11,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4733	195,043		
3	5 September 2014	146,0	98,0	95,0	98,0	157,0	205,0	265,0	312,0	320,0	337,0	333,0	319,0	273,0	217,0	160,0	113,0	93,0	70,0	33,0	17,0	11,0	0,0	0,0	0,0	4732	193,159		
4	6 September 2014	85,0	108,0	105,0	103,0	137,0	151,0	241,0	310,0	350,0	316,0	303,0	293,0	285,0	254,0	204,0	158,0	135,0	115,0	95,0	75,0	55,0	35,0	13,0	4735	197,333			
5	7 September 2014	129,0	189,0	148,0	94,0	93,0	143,0	204,0	273,0	339,0	353,0	359,0	379,0	377,0	359,0	343,0	289,0	247,0	182,0	148,0	119,0	100,0	88,0	75,0	55,0	4736	193,249		
6	8 September 2014	231,0	223,0	202,0	77,0	90,0	135,0	141,0	151,0	163,0	163,0	169,0	217,0	244,0	260,0	269,0	231,0	237,0	205,0	181,0	158,0	140,0	136,0	121,0	105,0	4737	194,794		
7	9 September 2014	231,0	241,0	241,0	177,0	159,0	154,0	150,0	155,0	173,0	173,0	173,0	213,0	213,0	213,0	213,0	213,0	213,0	213,0	185,0	177,0	157,0	145,0	133,0	123,0	4738	195,159		
8	10 September 2014	213,0	148,0	148,0	94,0	94,0	131,0	143,0	204,0	339,0	353,0	359,0	379,0	377,0	359,0	343,0	289,0	247,0	233,0	200,0	189,0	155,0	131,0	105,0	4739	194,250			
9	11 September 2014	215,0	312,0	278,0	278,0	278,0	295,0	283,0	283,0	265,0	265,0	265,0	143,0	143,0	143,0	143,0	138,0	173,0	233,0	220,0	33,0	183,0	140,0	118,0	106,0	75,0	4739	194,250	
10	12 September 2014	203,0	265,0	289,0	289,0	306,0	306,0	306,0	272,0	272,0	272,0	186,0	186,0	186,0	186,0	186,0	186,0	186,0	186,0	186,0	186,0	186,0	186,0	186,0	186,0	4740	195,750		
11	13 September 2014	146,0	192,0	240,0	240,0	240,0	240,0	240,0	312,0	320,0	320,0	320,0	320,0	320,0	320,0	320,0	153,0	153,0	153,0	141,0	94,0	80,0	60,0	40,0	20,0	4741	203,500		
12	14 September 2014	120,0	165,0	173,0	173,0	260,0	260,0	293,0	318,0	335,0	335,0	335,0	335,0	335,0	335,0	335,0	183,0	183,0	211,0	247,0	243,0	239,0	235,0	229,0	190,0	158,0	105,0	4742	201,768
13	15 September 2014	103,0	98,0	135,0	135,0	281,0	320,0	320,0	320,0	320,0	320,0	320,0	320,0	320,0	320,0	320,0	187,0	187,0	187,0	187,0	187,0	187,0	187,0	187,0	187,0	187,0	4743	198,000	
14	16 September 2014	105,0	119,0	152,0	205,0	259,0	294,0	294,0	335,0	335,0	335,0	335,0	335,0	335,0	335,0	335,0	189,0	189,0	173,0	204,0	204,0	204,0	204,0	204,0	188,0	143,0	4775	195,938	
15	17 September 2014	109,0	102,0	113,0	74,0	222,0	222,0	222,0	273,0	273,0	273,0	320,0	320,0	320,0	320,0	320,0	320,0	320,0	137,0	174,0	174,0	144,0	144,0	144,0	144,0	277,0	214,635		



Tabel 3.1 Hasil Analisis Konstanta Pasang Surut Pantai Sei Taiwan

A (cm)	S ₀	M ₂	S ₂	N ₂	K ₁	O ₁	M ₄	M _{S4}	K ₂	P ₁
	117	37	49	37	9	5	1	0	13	3
g°	0	22	219	310	347	34	181	171	219	347

Sumber : Hasil Analisa

①) Datum Referensi

* MSL

$$\text{MSL} = \text{AS0} = 117 \text{ cm}$$

* Z₀

Berdasarkan definisi Australia yaitu Indian Spring Low Water, maka :

$$\begin{aligned} Z_0 &= S_0 - (AM_2 + AS_2 + AK_1 + AO_1) \\ &= 117 - (37 + 49 + 9 + 5) \\ &= 17 \text{ cm dari MSL terpakai.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ketinggian Muka Surutan dari Nol Palem} &= \text{MSL} - Z_0 \\ &= 117 - 17 = 100 \text{ cm} \end{aligned}$$

* ATT

$$\begin{aligned} ATT &= S_0 - (AM_2 + AS_2 + AK_1 + AO_1) \\ &= 117 - (37 + 49 + 9 + 5) \\ &= 217 \text{ cm dari MSL terpakai.} \end{aligned}$$

②) Tipe Pasang Surut

$$\begin{aligned} F &= \frac{A(K_1) + A(O_1)}{A(M_2) + A(S_2)} \\ &= \frac{9 + 5}{37 + 49} = 0.163 \end{aligned}$$

Berdasarkan nilai Formzhal, maka kriteria pasang surut adalah :

Pasut tipe ganda (Semidurnal)

(dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut)

Karakteristik Pasang Surut

$f < 0.25$ = semi diurnal, dalam satu hari
dua kali pasang dan surut

$0.25 < f < 1.50$ = campur dominan semi diurnal
ketinggian berbeda

$1.50 < f < 3.00$ = campur dominan diurnal, sekali
pasut, kadang2 dua kali dng
beda besar pada tinggi&waktu

$f > 3.00$ = diurnal, sehari satu kali pasut



4. Kesimpulan

HAT	High Astronomical Tide	=	217	cm	→	200	cm
MHHWS	Mean Highest High Water Spring	=	203	cm	→	186	cm
MHHWN	Mean Highest High Water Normal	=	104	cm	→	87	cm
MSL	Mean Sea Level	=	117	cm	→	100	cm
MLLWN	Mean Lowest Low Water Spring	=	130	cm	→	113	cm
MLLWS	Mean Lowest Low Water Normal	=	31	cm	→	14	cm
LAT	Low Astronomical Tide	=	17	cm	→	0	cm

Untuk memudahkan perencanaan selanjutnya, elevasi **MSL = 0.00** sehingga didapatkan :

HAT	=	200	cm	→	100	cm
MHHWS	=	186	cm	→	86	cm
MHHWN	=	87	cm	→	-13	cm
MSL	=	100	cm	→	0	cm
MLLWN	=	113	cm	→	13	cm
MLLWS	=	14	cm	→	-86	cm
LAT	=	0	cm	→	-100	cm

1. Untuk lokasi pekerjaan (pantai Arandai) menggunakan elevasi local karena lokasi pekerjaan yang sangat terpencil dan letak TTG (Titik Tinggi Geodesi) sangat jauh, sehingga tidak memungkinkan menarik elevasi dari TTG tersebut.
2. Koordinat titik BM (Bench Mark) didapatkan dari pengukuran GPS
3. Dengan mempertimbangkan faktor keamanan maka elevasi pasang surut yang digunakan untuk perencanaan dan rekayasa teknis pantai adalah :
 - a. HAT = 100 cm
 - b. MSL = 0 cm
 - c. LAT = -100 cm

3.1.2 Analisa Data Angin

A. Data yang Digunakan

Data yang digunakan untuk mendukung perencanaan detail, khususnya dalam menentukan tinggi gelombang rencana. Untuk menentukan tinggi gelombang rencana, data yang digunakan adalah data kecepatan angin. Data kecepatan angin yang dipakai adalah data kecepatan angin dari Badan Meteorologi & Meteorologi Nunukan tahun 2002-2013.



B. Mawar Angin

Mawar angin adalah pengelompokan besaran dan arah angin. Mawar angin berguna untuk mengetahui berapa besar dan arah gelombang dominan yang berpengaruh di lokasi pekerjaan.

C. Peramalan Tinggi Gelombang

Untuk menghitung tinggi, panjang dan periode gelombang adalah dengan peramalan gelombang (wave forecasting) dengan menggunakan metode yang dikembangkan SMB (Sverdrup, Munk dan Bretscheneider). Gelombang terbentuk dari angin yang berhembus di atas permukaan air dan memindahkan energinya ke air sehingga menimbulkan riak gelombang kecil di perluauan air. Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya gelombang adalah kecepatan angin, panjang fetch, dan lama hembus angin.

Jika tidak tersedia data tinggi, arah, dan periode gelombang dikarenakan keterbatasan alat pengukuran maka data tinggi, periode dan arah gelombang, maka ditentukan berdasarkan peramalan gelombang metode Hindcasting yang dikembangkan oleh SMB (Sverdrup, Munk dan Bretscheneider).

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi pembangkitan gelombang dengan menggunakan metode SMB yaitu kecepatan angin dan panjang fetch. Fetch didefinisikan sebagai panjang daerah pembangkitan gelombang pada arah datangnya angin. Di dalam tinjauan pembangkitan gelombang di laut, fetch dibatasi oleh bentuk daratan yang mengelilingi laut. Di daerah pembentukan gelombang, gelombang tidak hanya dibangkitkan dalam arah yang sama dengan arah angin tetapi juga dalam berbagai sudut terhadap arah angin.

Untuk perhitungan panjang fetch rerata efektif berdasarkan Shore Protection Manual Volume II, diberikan oleh persamaan berikut :

$$F_{\text{eff}} = \frac{\sum X_i \cos \alpha}{\sum \cos \alpha}$$

Dengan :

F_{eff} = fetch rerata efektif (Km)

X_i = panjang segmen fetch yang diukur dari titik observasi gelombang ke ujung akhir fetch (Km)

α = deviasi pada kedua sisi dari arah angin, dengan menggunakan pertambahan 6° sampai sudut sebesar 48° pada kedua sisi arah angin ($^\circ$)

Pembangkitan data gelombang untuk kondisi fetch terbatas (Fetch Limited) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\frac{gH_{mo}}{U_A^2} = 1,600 \times 10^{-3} \cdot \left(\frac{gF}{U_A^2} \right)^{1/2}$$

$$\frac{gT_m}{U_A} = 2,857 \times 10^{-1} \cdot \left(\frac{gF}{U_A^2} \right)^{1/3}$$

$$\frac{gt}{U_A} = 6,880 \times 10^1 \cdot \left(\frac{gF}{U_A^2} \right)^{2/3}$$

Untuk kondisi pembangkitan gelombang penuh (Fully Development Sea, FDS) dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\frac{gH_{mo}}{U_A^2} = 2,433 \times 10^{-1}$$

$$\frac{gT_m}{U_A} = 8,134$$

$$\frac{gt}{U_A} = 7,150 \times 10^4$$

Dengan :

H_{mo} = tinggi gelombang signifikan, m

T_m = periode gelombang signifikan, dt

t = durasi/lama hembus angin, dt

F = panjang fetch efektif, m

g = percepatan gravitasi bumi, $g = 9,8$ m/dt²

U_A = faktor tegangan angin, m/dt

Dalam perencanaan bangunan pantai, harus dipilih tinggi gelombang yang cukup memadai untuk tujuan tertentu. Jenis konstruksi yang akan di bangun

didasarkan pada penentuan kala ulang (return period) dan tingkat kepentingan daerah yang dilindungi.

Penentuan tinggi gelombang rencana dapat dilakukan dengan analisis frekuensi tinggi gelombang dengan menggunakan metode Nilai Ekstrim Gumbel (Fisher-Tippett Type I), dengan mengambil satu gelombang tertinggi setiap tahunnya. Karena data gelombang yang dibangkitkan dari data angin merupakan gelombang signifikan, maka untuk menentukan jenis gelombang yang lain dapat diperoleh berdasarkan tabel di bawah ini.

Tabel 3.1 Hubungan Berbagai Distribusi Gelombang, Antara n , H_n/H_s dan H_n/H_{100}

n	H_n/H_s	H_n/H_{100}
1	1,68	2,68
5	1,37	2,18
10	1,28	2,03
33	1,00	1,60
50	0,89	1,42
100	0,63	1,00

Sumber : Triatmodjo, 1999

Distribusi nilai ekstrim Gumbel (Fisher-Tippett Type I) diberikan dengan persamaan sebagai berikut :

$$P = 1 - e^{-e^{-Y}}$$

$$H_T = \bar{H} + (0,7797Y - 0,45)\sigma$$

$$Y = -\ln[-\ln(1 - P)]$$

Dengan :

P = probabilitas kejadian

T = kala ulang

\bar{H} = tinggi gelombang rata-rata

σ = standar deviasi

H_t = tinggi gelombang dengan kala ulang tertentu



Y = recurrence interval

Setelah didapatkan tinggi gelombang dengan kala ulang tertentu, maka penentuan parameter gelombang lainnya didapat dengan cara sebagai berikut :

1. Menentukan kecepatan angin ***U*** dengan menggunakan metode **SMB**. Durasi lama hembus angin ***t*** dapat ditentukan dengan menggunakan batasan fetch yang dihasilkan lebih besar dari fetch pantai yang bersangkutan.
2. Periode gelombang ***T*** ditentukan dengan persamaan **SMB**.
3. Kecepatan rambat gelombang ***C*** dengan,

$$C = \frac{gT}{2\pi}$$

4. Panjang Gelombang ***L*** dengan,

$$L = \frac{gT^2}{2\pi}$$

Dalam perencanaan reklamasi pantai dan pengamanan pantai, salah satu parameter gelombang yang digunakan adalah tinggi gelombang. Distribusi statistik gelombang air laut umumnya mengikuti distribusi Rayleigh, yaitu sebagai berikut :

$$P(H_i) = \frac{2H_i}{(H_{rms})^2} \cdot e^{-(H_i/H_{rms})^2}$$

Dengan :

H_i = tinggi gelombang

H_{rms} = tinggi gelombang *root mean square (rms)*

e = bilangan logaritma alam/bilangan euler = 2,71828

Untuk menentukan nilai H_{33} , H_{10} dan tinggi gelombang rata-rata (H_{100}) dinyatakan dengan persamaan :

$$H_{100} = 0,886 H_{rms}$$

$$H_{33} = 1,416 H_{rms}$$

$$H_{10} = 1,800 H_{rms}$$

Berdasarkan fungsi distribusi Rayleigh tersebut, probabilitas tinggi gelombang H_i , adalah lebih besar dari nilai H tertentu, dinyatakan dengan persamaan berikut :

$$P(H_i > H) = e^{-(H_i / H_{rms})^2}$$

1. Perhitungan Kala Ulang Tinggi Gelombang

Pada perhitungan tinggi gelombang untuk pekerjaan ini digunakan metode distribusi (statistic) perhitungan kala ulang tinggi gelombang yaitu Distribusi Log - Pearson Tipe III

2. Pemilihan Distribusi Dengan Uji Kecocokan

Untuk menentukan kecocokan (the goodness of fit test) distribusi frekuensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan maka terhadap distribusi frekuensi tersebut perlu di lakukan pengujian parameter. yang di gunakan yaitu menggunakan metode sebagai berikut :

- a. Chi-kuadrat (chi-square)
- b. Smirnov – Kolmogorof

3. Perhitungan Tinggi Gelombang Rencana di Lokasi Bangunan

Pada saat suatu deretan gelombang bergerak dari laut ke pantai, di mana bangunan pantai tersebut akan dibangun, maka gelombang tersebut mengalami proses perubahan tinggi gelombang. Perubahan ini antara lain disebabkan oleh; proses refraksi, proses difraksi, proses pendangkalan gelombang (shoaling) dan proses pecahnya gelombang.

Proses refraksi dan pengaruh pendangkalan, difraksi dan gelombang pecah akan menentukan tinggi gelombang dan pola/bentuk garis puncak gelombang di suatu tempat di daerah pantai. Analisis transformasi gelombang sering dilakukan dengan konsep gelombang laut dalam ekivalen, yaitu tinggi gelombang di laut dalam apabila gelombang tidak mengalami refraksi. Tinggi gelombang laut dalam ekivalen diberikan dalam bentuk :

$$H'_0 = K_d K_r H_0$$

$$H = K_s K_r H_0$$

Dengan :

$$H'_0 = \text{tinggi gelombang laut dalam ekivalen}$$

- H_o = tinggi gelombang di laut dalam
 H = tinggi gelombang di laut dangkal/daerah pantai
 K_d = koefisien difraksi
 K_r = koefisien refraksi
 K_s = koefisien shoaling

1. Refraksi Gelombang

Refraksi dan pendangkalan gelombang (*wave shoaling*) akan dapat menentukan tinggi gelombang di suatu tempat berdasarkan karakteristik gelombang datang. Refraksi terjadi karena adanya pengaruh perubahan kedalaman laut, sehingga gelombang di laut transisi dan laut dangkal dipengaruhi oleh proses refraksi.

Pada analisa refraksi, energi yang disalurkan di antara dua jalur gelombang (*wave rays*) adalah tetap, sehingga tenaga gelombang yang tersimpan di antara dua garis ortogonal gelombang sepanjang lintasannya adalah konstan.

$$\frac{H}{H_o} = \sqrt{\frac{n_o \cdot L_o}{n \cdot L}} \cdot \sqrt{\frac{b_o}{b}} = K_s \cdot K_r$$

$$H = K_s K_r H_o$$

Pada kasus di mana garis kedalaman sejajar dan karena adanya perubahan panjang gelombang L_o berkurang menjadi L , maka sesuai dengan hukum Snell nilai koefisien refraksi dapat diperoleh dari hubungan :

$$K_r = \sqrt{\frac{b_o}{b}} = \sqrt{\frac{\cos \alpha_o}{\cos \alpha}}$$

Dengan :

K_r = koefisien refraksi

K_s = koefisien shoaling

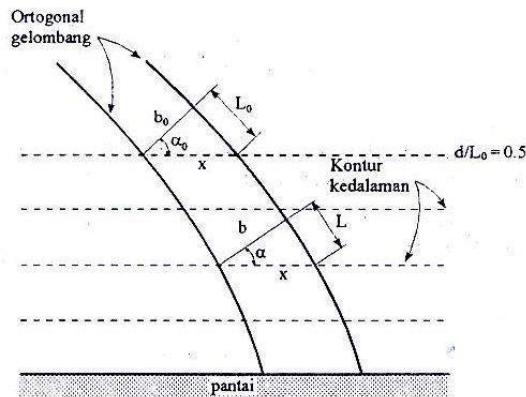
C = cepat rambat gelombang di laut dangkal (daerah pantai)

C_o = cepat rambat gelombang di laut dalam



α = sudut datang gelombang di laut dangkal (daerah pantai)

α_0 = sudut datang gelombang di laut dalam



Gambar 3.1 Refraksi Gelombang Pada Kontur Lurus dan Sejajar

Sumber : Triatmodjo, 1999

2. Defraksi Gelombang

Gelombang air yang bergerak melalui bangunan impermeabel, seperti pemecah gelombang (break water) atau pulau, maka gelombang tersebut akan mengalami proses pemindahan energi di sepanjang puncak gelombang ke arah daerah yang terlindungi bangunan, proses ini disebut difraksi.

Parameter yang mempengaruhi difraksi adalah sudut datang gelombang terhadap dinding dalam bangunan penyebab difraksi θ , sudut yang terbentuk oleh titik yang dicari dan ujung bangunan terhadap penyebab difraksi β , jarak titik yang dicari terhadap ujung bangunan penyebab difraksi r , dan panjang gelombang di titik tersebut L . Secara empiris, tinggi gelombang akibar difraksi dapat dihitung dengan rumus :

$$H_A = Kd \cdot H_P$$

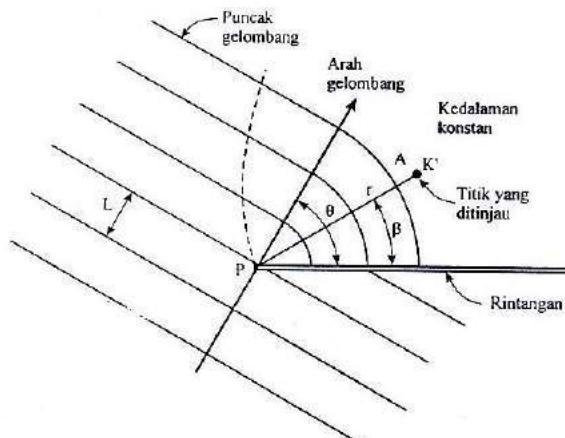
$$Kd = f(\theta, \beta, r/L)$$

Dengan :

Kd = koefisien difraksi (tabel)

HA = tinggi gelombang di titik yang ditinjau

HP = tinggi gelombang awal



Gambar 3.2 Difraksi gelombang di belakang rintangan

Sumber : Triatmodjo, 1999

3. Refleksi Gelombang

Gelombang datang yang mengenai/membentur suatu rintangan akan dipantulkan sebagian atau seluruhnya. Tinjauan refleksi gelombang penting dalam perencanaan pelabuhan. Refleksi gelombang di dalam pelabuhan akan menyebabkan ketidak-tenangan di dalam perairan pelabuhan. Fluktuasi muka air ini akan menyebabkan gerakan kapal-kapal yang ditambat, dan dapat menimbulkan tegangan yang besar pada tali penambat. Untuk mendapatkan ketenangan di kolam pelabuhan maka bangunan-bangunan yang ada di pelabuhan harus bisa menyerap/menghancurkan energi gelombang.

Besar kemampuan suatu bangunan memantulkan gelombang diberikan oleh koefisien refleksi, yaitu perbandingan antara tinggi gelombang refleksi H_r dan tinggi gelombang datang H_i :

$$X = \frac{H_r}{H_i}$$

Untuk menentukan besarnya tinggi gelombang akibat refleksi bisa didapat dengan menggunakan model tes. Koefisien refleksi berbagai tipe bangunan diberikan pada tabel 5.3 :

Tabel 3.2 Koefisien Refleksi

Tipe Bangunan	X
Dinding vertikal dengan puncak di atas air	0,7 – 1,0
Dinding vertikal dengan puncak terpendam	0,5 – 0,7
Tumpukan batu sisi miring	0,3 – 0,6
Tumpukan blok beton	0,3 – 0,5
Bangunan vertikal dengan peredam energi (diberi lubang)	0,05 – 0,2

Sumber : Triatmodjo, Teknik Pantai

4. Kenaikan Muka Air Laut Karena Gelombang (Wave Set-Up)

Gelombang yang datang dari laut menuju pantai menyebabkan fluktuasi muka air di daerah pantai terhadap muka air diam. Pada saat gelombang pecah akan terjadi penurunan dan kenaikan elevasi muka air laut rerata terhadap elevasi muka air diam di sekitar gelombang pecah. Kemudian dari titik di mana gelombang pecah permukaan air rerata miring ke atas ke arah pantai. Turunnya muka air tersebut dinamakan *wave set-down* dan naiknya muka air tersebut dinamakan *wave set-up*. Untuk menentukan besarnya *wave set-up* digunakan persamaan :

$$S_w = 0,19 \left[1 - 2,82 \sqrt{\frac{H_b}{gT^2}} \right] H_b$$

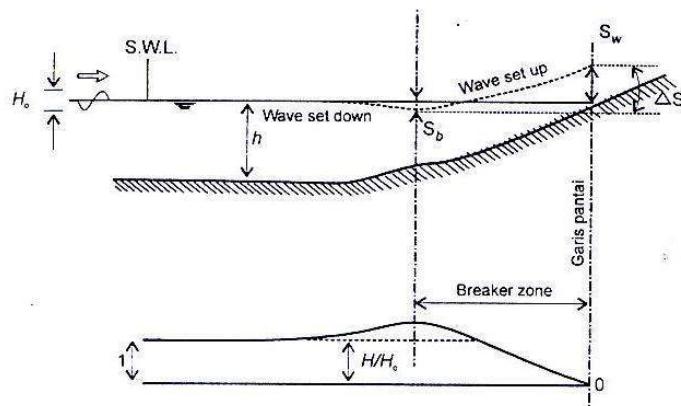
Dengan :

S_w = wave set-up (m)

H_b = tinggi gelombang pecah (m)

T = periode gelombang (m)

G = percepatan gravitasi (m/dt²)



Gambar 3.3 Wave set-up dan wave set-down

Sumber : Triatmodjo, 1999

5. Rayapan Gelombang (Wave Run-up)

Apabila gelombang bergerak menuju bangunan yang miring (dinding tembok laut atau pemecah gelombang), gelombang akan dipantulkan atau pecah di daerah tersebut. Sebagian dari momentum gelombang tersebut akan dirubah menjadi gerakan air yang meluncur ke atas lereng, yang disebut rayapan gelombang (*wave run-up*).

Tinggi rayapan dapat didefinisikan sebagai elevasi vertikal maksimum yang dapat dicapai oleh gerakan air yang meluncur ke atas lereng tersebut diukur dari muka air tenang (*SWL = Sea Water Level*). Ada beberapa teori hasil penelitian labaratorium oleh para ahli yang dapat dipergunakan untuk menghitung nilai rayapan gelombang. Salah satu dan teori tersebut dikenalkan oleh Baattjes (1974), dengan rumus :

$$\frac{R}{H_o} = \frac{(L_o / H_o)^{0.5} \cdot \theta \cdot \pi \cdot r}{180^\circ}$$

Dengan :

R = tinggi rayapan gelombang, m

H_o = tinggi gelombang di laut dalam

L_o = panjang gelombang di laut dalam

θ = kemiringan talud pelindung

r = koefisien rayapan, r = 0,90 untuk plat beton (*concrete slab*)

Shore Protection Manual Volume II (1984), memberikan harga koefisien rayapan (r) pada beberapa lapisan permukaan sebagai berikut :

Lapisan beton kedap air	$r = 0,90$
Susunan batu kosong	$r = 0,75$
Blok-blok beton disusun sembarang	$r = 0,50$

6. *Tsunami*

Tsunami adalah gelombang yang terjadi karena gempa bumi atau letusan gunung api di laut. Di lokasi pembentukan tsunami (daerah episentrum gempa) tinggi gelombang tsunami *diperkirakan* antara 1,0 sampai 2,0 m. Selama penjalaran dari tengah laut (pusat pembentukan tsunami) menuju pantai, tinggi gelombang menjadi semakin besar karena pengaruh perubahan kedalaman laut. Setelah sampai di pantai gelombang naik (*run-up*) ke daratan dengan kecepatan tinggi yang bisa menghancurkan kehidupan di daerah pantai. Kembalinya air ke laut setelah mencapai puncak gelombang (*run-down*) bisa menyeret segala sesuatu kembali ke laut. Gelombang tsunami bisa menimbulkan bencana di daerah yang sangat jauh dari pusat terbentuknya seperti pada bencana nasional yang terjadi di Aceh pada akhir tahun 2004.

Untuk menghitung tinggi gelombang akibat tsunami sangatlah sulit, hal ini dikarenakan bahwa tsunami adalah salah satu bencana sehingga tidak mungkin kita bisa mengetahui besarnya tinggi gelombang akibat tsunami dengan tepat. Dengan belum banyaknya pencatatan yang dilakukan di Indonesia maka sulit sekali untuk memprediksi besarnya tsunami. Jepang sebagai negara yang sering mengalami serangan tsunami telah banyak melakukan penelitian dan pencatatan gelombang tsunami. Telah dikembangkan suatu hubungan antara tinggi gelombang tsunami di daerah pantai dan besaran tsunami serta besarnya gempa. Besaran-besaran tersebut bisa dinyatakan dalam bentuk persamaan sebagai berikut :

Untuk negara Jepang ;

$$m = 2,8 M - 19,4$$

Untuk negara Indonesia ;

$$m = 2,26 M - 14,18$$

dengan :

m = besaran tsunami

M = besarnya gempa

Nilai 'm' yang diperoleh dari grafik atau persamaan diatas dapat digunakan untuk memperkirakan tinggi gelombang tsunami berdasarkan pada Tabel.

Besaran tsunami 'm' juga tergantung pada kedalaman laut (d) di lokasi terbentuknya gempa. Terdapat hubungan empiris antara kedua parameter yang diberikan oleh persamaan berikut :

$$m = 1,7 \log (d) - 1,7$$

Dengan telah dilakukannya penelitian mengenai tsunami maka diharapkan dalam perencanaan bangunan pelindung pantai dapat memasukkan besaran tsunami meskipun hasil yang diperoleh tidak bisa maksimal.

Tabel 3.3 Hubungan Antara Besaran Tsunami dan Tinggi Gelombang Akibat Tsunami

m	H (meter)
5,0	> 32
4,5	24,0 – 32,0
4,0	16,0 – 24,0
3,5	12,0 – 16,0
3,0	8,0 – 12,0
2,5	6,0 – 8,0
2,0	4,0 – 6,0
1,5	3,0 – 4,0
1,0	2,0 – 3,0
0,5	1,5 – 2,0
0,0	1,0 – 1,5
-0,5	0,75 – 1,0
-1,0	0,5 – 0,75
-1,5	0,3 – 0,5
-2,0	< 0,3

Sumber : Triadmodjo, Teknik Pantai 1999

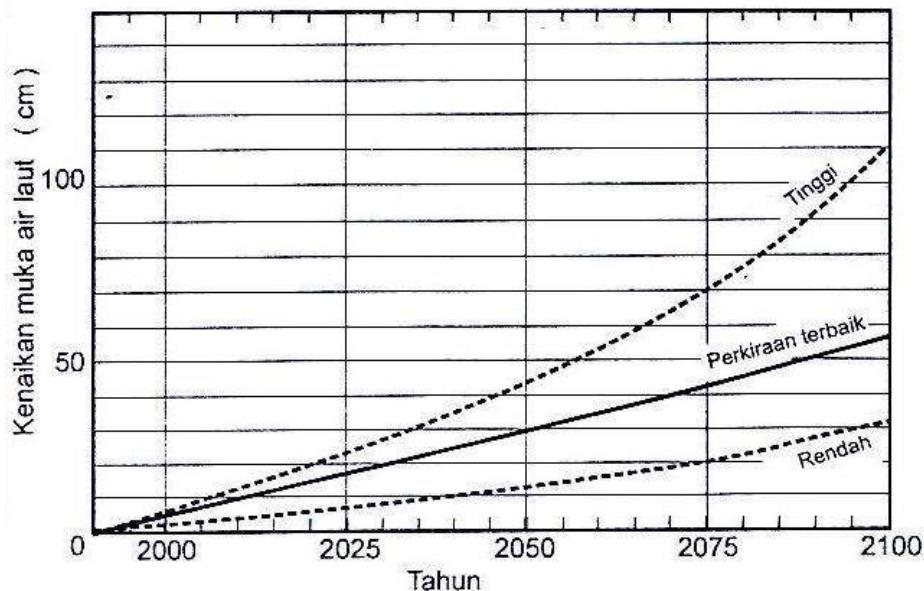
7. Pemanasan Global

Pemanasan global tiap tahunnya bertambah karena adanya efek rumah kaca yaitu gas-gas yang berfungsi sebagai rumah kaca (perangkap panas) yang merusak ozon (O₃) dan mengakibatkan suhu bumi meningkat sehingga mengakibatkan kenaikan muka air laut. Gas-gas rumah kaca yang paling penting yang merangkap panas di dalam atmosfer adalah uap air dan karbondioksida (CO₂). Gas lain yang terdapat secara alami adalah metana (CH₄), nitrat oksida (N₂O). selain itu ada gas buatan dimana yang paling penting adalah hidrofluorokarbon (CFC) yang mempunyai efek rumah kaca yang paling besar.



Kegiatan manusia yang meningkatkan jumlah gas rumah kaca di atmosfer dapat mengakibatkan naiknya suhu bumi sehingga dapat menimbulkan dampak bagi kehidupan. Suhu yang lebih tinggi dan penguapan lebih besar mengakibatkan curah hujan cenderung meningkat sehingga dapat mengakibatkan banjir. Dampak yang lain adalah mencairnya gunung-gunung es di kutub yang mengakibatkan naiknya permukaan air laut sehingga menyebabkan mundurnya garis pantai dan mengancam daerah perkotaan yang rendah, membanjiri lahan produktif dan mencemari persediaan air tawar.

Di dalam perencanaan bangunan pelindung pantai, kenaikan muka air akibat pemanasan global ini harus diperhitungkan. Gambar di bawah ini memberikan perkiraan besarnya kenaikan muka air laut dari tahun 1990 sampai 2100, yang disertai perkiraan batas atas dan bawah. Gambar tersebut berdasarkan anggapan bahwa suhu bumi meningkat seperti yang terjadi saat ini, tanpa adanya tindakan untuk mengatasinya.



Gambar 3.4 Grafik Perkiraan Kenaikan Muka Air Laut Karena Pemanasan Global

Sumber : Triatmodjo, 1999

8. Gelombang Pecah

1) Gelombang pecah di laut dalam

Tinggi maksimum gelombang yang menjalar di laut dalam dibatasi oleh gelombang maksimum untuk membentuk gelombang tetap stabil. Gelombang yang mencapai kemiringan batas maksimum tersebut mulai pecah, secara teoritis kemiringan batas maksimum diberikan oleh bentuk sebagai berikut :

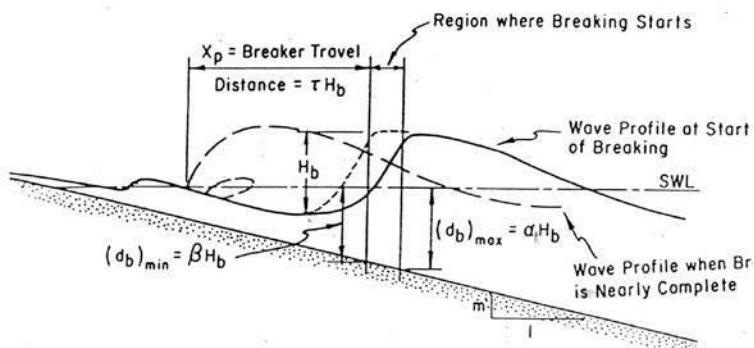
$$\frac{H_o}{L_o} = 0,142 \approx \frac{1}{7}$$

kemiringan batas terjadi jika kecepatan air di puncak gelombang sama dengan kecepatan rambat gelombang.

2) *Gelombang pecah di laut dangkal*

Kondisi gelombang pecah dipengaruhi oleh kemiringannya, yaitu perbandingan antara tinggi dan panjang gelombang. Munk (1949) memberikan rumus untuk menentukan tinggi gelombang pecah berikut ini :

$$\frac{H_b}{H_o} = \frac{1}{3,3(H_o/L_o)^{1/3}}$$



Gambar 3.5 Proses Gelombang Pecah

Kedalam air di mana gelombang pecah diberikan oleh persamaan berikut :

$$\frac{d_b}{H_b} = \frac{1}{b - (aH_b / gT^2)}$$



di mana a dan b merupakan fungsi kemiringan pantai m dan diberikan oleh persamaan berikut :

$$a = 43,75(1 - e^{-19m})$$

$$b = \frac{1,56}{(1 + e^{-19,5m})}$$

Dengan :

Ho' = tinggi gelombang di laut dalam untuk keadaan tidak terjadi refraksi

Hb = tinggi gelombang pecah

db = kedalaman air di mana terjadi gelombang pecah

m = kemiringan dasar laut

9. Tinggi gelombang rencana ($HD = H$ design)

Tinggi gelombang rencana ($H_D = H$ design) dibagi menjadi dua berdasar pecah atau tidaknya gelombang yang datang di lokasi bangunan yaitu :

1) Untuk gelombang pecah di lokasi bangunan :

Gelombang pecah adalah pada saat gelombang tersebut tiba di lokasi bangunan, kedalaman air yang tiba di bangunan sama dengan kedalaman gelombang pecah :

$$H_D = H_b$$

2) Untuk gelombang yang tidak pecah di bangunan :

Gelombang tidak pecah adalah gelombang yang tidak pecah pada saat gelombang tersebut tiba dilokasi bangunan, dan hal tersebut terjadi jika kedalaman air yang ada di bangunan tidak sama dengan kedalaman gelombang pecah :

$$HD = Ho \cdot KD \cdot KR$$

Dengan :

HD = tinggi gelombang rencana (m)

Hb = tinggi gelombang pecah di lokasi bangunan (m)

Ho = tinggi gelombang di laut dalam (m)

KD = koefisien difraksi

KR = koefisien refraksi

D. Muka Air Laut Rencana dan Elevasi Mercu Bangunan

Dari penjelasan yang telah disebutkan diatas untuk merencanakan elevasi muka air laut rencana dapat ditentukan dengan menggunakan rumus (Yuwono, 1992 : III-12) :

$DWL = HWL + WS + SLR + \text{tsunami}$

dengan :

DWL = Design water level (elevasi muka air laut rencana)

HWL = high water level (elevasi muka air tinggi saat pasang)

WS = wave set-up (m)

SLR = sea level rise (pemanasan global) (m)

Tsunami = besarnya kenaikan air karena gempa tsunami

Untuk menentukan elevasi mercu bangunan dapat ditentukan dengan menggunakan rumus :

$EMB = DWL + Ru + FB$

dengan :

EMB = Elevasi mercu bangunan

DWL = Design water level (elevasi muka air laut rencana)

Ru = run-up gelombang (m)

FB = free board (tinggi jagaan) (m)

Daerah pembentukan gelombang (fetch) dihitung untuk arah-arah datangnya gelombang yang mungkin, dapat dilihat pada gambar berikut ini. Lokasi panjang fetch efektif lokasi Pantai Sebatik disajikan dalam di bawah ini.

3.1.3 Analisa Hidro Oceanografi

A. Data yang Digunakan

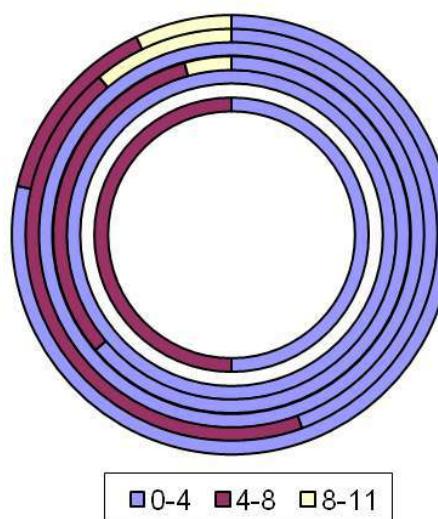
Data kecepatan angin yang dipakai adalah data kecepatan angin dari Badan

Meteorologi & Meteorologi Nunukan tahun 2002-2013. Di dekat pantai tidak ada tempat pengamatan angin sehingga menggunakan data angin dari Nunukan.

B. Mawar Angin

Mawar angin sepuluh tahunan yang terjadi di pantai Sei Taiwan adalah sebagai berikut :

Prosentase Arah Angin Th. 2002-2013 dalam Knots



Gambar 3.6 Wind Rose (Mawar Angin)

C. Peramalan Tinggi Gelombang

Untuk menghitung tinggi, panjang dan periode gelombang adalah dengan peramalan gelombang (wave forecasting) dengan menggunakan metode yang dikembangkan SMB (Sverdrup, Munk dan Bretscheneider). Ada beberapa analisis yang harus dilakukan untuk mendapatkan tinggi gelombang :

1. Fetch

Fetch adalah jarak pembangkitan gelombang. Analisa dapat dilihat pada table di bawah ini :

Tabel 3.4 Analisa panjang fetch

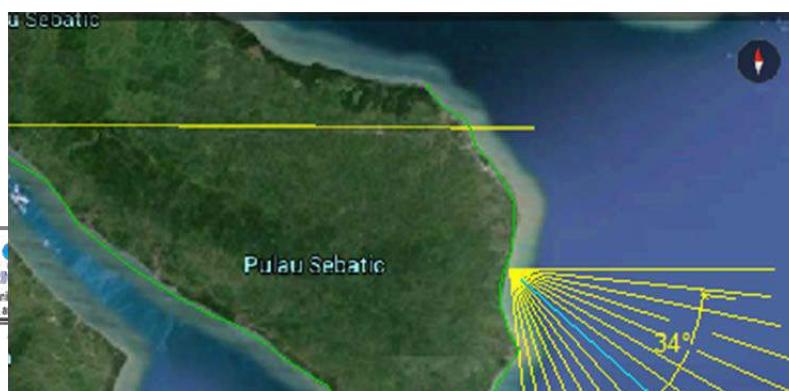
No Patok	a	Cos a	Xi (km)	Xi Cos a
1	42	0.74	63	46.82
2	36	0.81	64	51.78
3	30	0.87	64	55.43
4	24	0.91	63	57.55
5	18	0.95	73	69.43
6	12	0.98	72	70.43
7	6	0.99	76	75.58
0	0	1.00	55	55.00
8	6	0.99	540	537.04
9	12	0.98	54	52.82
10	18	0.95	62	58.97
11	24	0.91	30	27.41
12	30	0.87	223	193.12
13	36	0.81	44	35.60
14	42	0.74	41	30.47
Jumlah		13.51	1524	1417.43
F eff =		104.91	km	

2. Tegangan Angin

Rumus-rumus dan grafik-grafik pembangkitan gelombang mengandung variable UA, yaitu faktor tegangan angin (wind stress factor) yang dapat dihitung dari kecepatan angin. Kecepatan angin dikonversikan pada faktor tegangan dengan menggunakan rumus berikut :

$$UA = 0,71 U^{1,23}$$

Dimana U adalah kecepatan angin dalam m/d



Gambar 3.7 Fecth Effektif Pantai Sei Taiwan

3. Panjang Gelombang

Untuk menghitung panjang gelombang maka dapat digunakan rumus di bawah ini (Traitmodjo, 1999) :

$$Lo = 1,56 T^2$$

Dimana T adalah periode gelombang

Dibawah ini dapat dilihat contoh perhitungan pembangkitan gelombang :

Tabel 3.5 Analisa Pembangkitan Gelombang Pantai Sei Taiwan

Bulan	Arah	U _A (m/dt)	Fefektif (m)	Kondisi Fetch Terbatas			Kondisi FDS		
				Hs (m)	Ts (dt)	t (jam)	Hs (m)	Ts (dt)	t (jam)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]
Januari	Selatan	2.05	104910.32	0.34	3.74	15.63	0.10	1.71	4.16
Februari	Selatan	2.71	104910.32	0.45	4.10	14.24	0.18	2.25	5.50
Maret	Selatan	2.96	104910.32	0.49	4.23	13.83	0.22	2.46	6.00
April	Selatan	1.57	104910.32	0.26	3.42	17.09	0.06	1.30	3.18
Mei	Tenggara	1.49	104910.32	0.25	3.36	17.39	0.06	1.24	3.02
Juni	Tenggara	1.89	104910.32	0.31	3.64	16.06	0.09	1.57	3.83
Juli	Tenggara	2.28	104910.32	0.39	3.82	14.87	0.11	1.88	4.80

Sumber : Analisa Perhitungan

Dari kesemua data yang telah dibangkitkan dicari H33 yaitu tinggi rerata dari 33 % nilai tertinggi dari pencatatan gelombang, yang juga disebut sebagai gelombang signifikan Hs. Cara yang sama juga dapat didefinisikan sebagai periode gelombang seperti pada Tabel di bawah ini :

Tabel 3.6 Rekap Analisa Pembangkitan Gelombang Pantai Sei Taiwan

Tahun	Hs	Ts
2002	0.90	5.18
2003	1.17	5.64
2004	0.90	5.18
2005	1.17	5.64
2006	0.77	6.03
2007	0.77	4.90
2008	1.04	5.42
2009	1.17	5.64
2010	0.77	4.90
2011	1.10	5.54
2012	0.60	4.52
2013	0.49	4.23

Sumber : Analisa Perhitungan

D. Perhitungan Kala Ulang Tinggi Gelombang

Pada perhitungan tinggi gelombang untuk pekerjaan ini digunakan metode distribusi Log Pearson type III (statistic). Hasil perhitungan kala ulang

tinggi gelombang disajikan pada table berikut ini :

Tabel 3.7 Analisa Distribusi gelombang rencana Metode Log Pearson

No.	Tahun	Hs	P(%)	Log Hs	Log Hs-Log Hs rerata	(Log Hs-Log Hs rerata) ²	(Log Hs-Log Hs rerata) ³
1	2013	4.25	11.89	0.62589	-0.09	0.01	-0.0008
2	2012	4.52	15.38	0.65529	-0.06	0.00	-0.0002
3	2007	4.90	23.08	0.69047	-0.03	0.00	0.0000
4	2010	4.90	30.77	0.69047	-0.03	0.00	0.0000
5	2002	5.18	38.46	0.71418	0.00	0.00	0.0000
6	2004	5.18	46.15	0.71418	0.00	0.00	0.0000
7	2008	5.42	53.85	0.73425	0.02	0.00	0.0000
8	2011	5.54	61.54	0.74321	0.03	0.00	0.0000
9	2003	5.64	69.23	0.75156	0.03	0.00	0.0000
10	2005	5.64	76.92	0.75156	0.03	0.00	0.0000
11	2009	5.64	84.62	0.75156	0.03	0.00	0.0000
12	2006	6.03	92.31	0.78007	0.06	0.00	0.0003
Total		62.83					
Rerata		5.24					
Stdev		0.04					
Cs		-0.76					

Tabel 3.8 Hasil perhitungan kala ulang periode rencana

No	Kala Ulang	Hs rata-rata	Std Deviasi	Kemencengan	Peluang	K	Hs	
							Log	mm
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]
1	2	-0.06	0.12	-0.79	50	0.130	0.043	1.104
2	5	-0.06	0.12	-0.79	20	0.856	0.046	1.111
3	10	-0.06	0.12	-0.79	10	1.168	0.083	1.212
4	25	-0.06	0.12	-0.79	4	1.452	0.118	1.313
5	50	-0.06	0.12	-0.79	2	1.612	0.138	1.373
6	100	-0.06	0.12	-0.79	1	1.741	0.153	1.423

Sumber : Analisa Perhitungan

Tabel 3.9 Kala Ulang gelombang terpilih



No [1]	Kala Ulang (tahun) [2]	Hs	
		Log [3]	mm [4]
1	2	0.043	1.104
2	5	0.046	1.111
3	10	0.083	1.212
4	25	0.118	1.313
5	50	0.138	1.373
6	100	0.153	1.423

Sumber : Analisa Perhitungan

E. Perhitungan Tinggi Gelombang Rencana di Lokasi Pekerjaan

Sebelum mencari tinggi gelombang rencana ada beberapa analisa yang harus dilakukan yaitu :

1. Refraksi dan shoaling (pendangkalan) Gelombang

Tabel 3.10 Perhitungan Refraksi Dan Shoaling (Pendangkalan) Gelombang

Periode ulang (tahun) (1)	kala ulang (tahun) (2)	periode (T) (dt) (3)	a_o (4)	$\sin a_o$ (5)	panjang gelb. (Lo) (6)	d (m) (7)	d/L (tabel) (8)
2	1.104	5.278	82.770	0.992	43.521	21.760	0.502
5	1.111	5.692	82.770	0.992	50.609	25.305	0.502
10	1.212	5.881	82.770	0.992	54.029	27.015	0.502
20	1.313	6.061	82.770	0.992	57.384	28.692	0.502
25	1.373	6.165	82.770	0.992	59.376	29.688	0.502
50	1.423	6.251	82.770	0.992	61.039	30.520	0.502

Ks (tabel) (9)	L d / (d/L) (10)	L/Lo (11)	a (12)	Cos a _o (13)	Cos a (14)	Kr (15)	H'o (Ks.Kr.Ho) (16)
0.9900	43.347	0.996	81.151	0.126	0.154	0.9045	0.988
0.9900	50.408	0.996	81.151	0.126	0.154	0.9045	0.994
0.9900	53.814	0.996	81.151	0.126	0.154	0.9045	1.085
0.9900	57.155	0.996	81.151	0.126	0.154	0.9045	1.175
0.9900	59.139	0.996	81.151	0.126	0.154	0.9045	1.229
0.9900	60.796	0.996	81.151	0.126	0.154	0.9045	1.274

Sumber : Analisa Perhitungan

2. Kenaikan Muka Air Laut Karena Gelombang (Wave Set-Up)



Tabel 3.11 Tabel Perhitungan Wave Set-Up

Periode ulang (tahun)	kala ulang (tahun)	Periode gelb. (To)	$(H_o'/gT^2)^{0.5}$	S_w
2	0.988	5.278	0.060	0.156
5	0.994	5.692	0.056	0.159
10	1.085	5.881	0.057	0.173
20	1.175	6.061	0.057	0.187
25	1.229	6.165	0.057	0.196
50	1.274	6.251	0.058	0.203

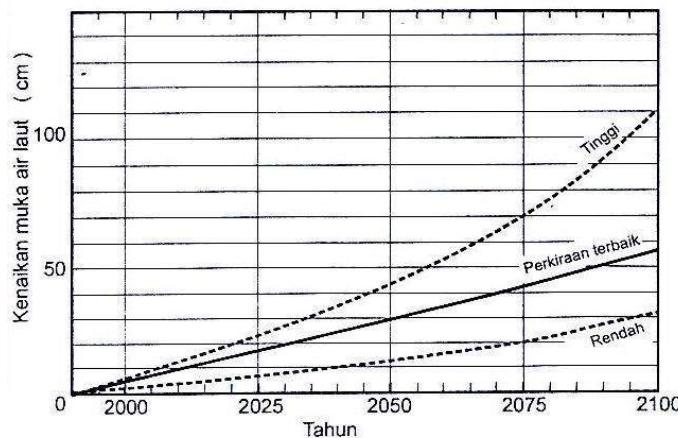
*Sumber : Analisa Perhitungan***3. Rayapan Gelombang (Wave Run-up)****Tabel 3.12 Tabel Perhitungan Wave Run-Up**

Periode ulang (tahun)	kala ulang (m)	panjang gelb. (Lo)	sudut q $1 = 2$	tg q	Irribaren	dari grafik Ru/H	Ru (m)
2	0.988	43.521	26.565	0.500	3.318	1.102	1.089
5	0.994	50.609	26.565	0.500	3.567	1.062	1.056
10	1.085	54.029	26.565	0.500	3.528	1.012	1.098
20	1.175	57.384	26.565	0.500	3.494	1.002	1.178
25	1.229	59.376	26.565	0.500	3.475	0.992	1.219
50	1.274	61.039	26.565	0.500	3.460	0.972	1.239

*Sumber : Analisa Perhitungan***4. Pemanasan Global**

Sesuai dengan grafik perkiraan kenaikan muka air laut karena pemanasan global adalah sebesar 0.09 m atau 9 cm





Gambar 3.8 Grafik Perkiraan Kenaikan Muka Air Laut Karena Pemanasan Global

Sumber : Triatmodjo, 1999

5. *Gelombang Pecah, muka air laut rencana dan elevasi mercu bangunan*

Dari Hasil perhitungan refraksi dan shoaling dan kemudian dilanjutkan perhitungan rayapan gelombang, maka dapat dihitung pula analisa gelombang pecah, muka air laut rencana dan elevasi mercu bangunan yang disajikan pada table berikut ini:

Tabel 3.13 Tabel perhitungan gelombang pecah

Periode ulang (tahun)	kala ulang (tahun)	periode (T) (m)	panjang gelb. (Lo)	slope (m)	e	a	b	Hb	db
2	0.988	5.278	43.521	0.01086	2.718	8.158	0.862	1.058	1.273
5	0.994	5.692	50.609	0.01086	2.718	8.158	0.862	1.117	1.340
10	1.085	5.881	54.029	0.01086	2.718	8.158	0.862	1.210	1.452
20	1.175	6.061	57.384	0.01086	2.718	8.158	0.862	1.302	1.563
25	1.229	6.165	59.376	0.01086	2.718	8.158	0.862	1.357	1.629
50	1.274	6.251	61.039	0.01086	2.718	8.158	0.862	1.402	1.685

Sumber : Analisa Perhitungan

Tabel 3.14 Tabel Perhitungan Muka Air Laut Rencana dan Mercu Bangunan

Periode ulang (tahun)	kala ulang (m)	HWL (elevasi)	Wave set up (m)	Pemanasan global	DWL (m)	Run up (m)	free board	El. Mercu (m)
2	0.988	1.000	0.156	0.090	1.246	1.089	0.300	2.635
5	0.994	1.000	0.159	0.090	1.249	1.056	0.300	2.605
10	1.085	1.000	0.173	0.090	1.263	1.098	0.300	2.662
20	1.175	1.000	0.187	0.090	1.277	1.178	0.300	2.755
25	1.229	1.000	0.196	0.090	1.286	1.219	0.300	2.805
50	1.274	1.000	0.203	0.090	1.293	1.239	0.300	2.831

Sumber : Analisa Perhitungan

Dari hasil perhitungan elevasi mercu bangunan pada table 4.11 diatas didapatkan Elevasi mercu bangunan untuk perencanaan bangunan pengaman pantai dengan menggunakan kala ulang 25 tahun terletak pada elevasi $2.805 \approx +2.80$ meter

3.1.4 Analisa Arus dan Sedimen

A. Pengukuran Arus

Arus merupakan gerakan air yang sangat luas, disebabkan oleh tipuan angin (Arus Musim), perbedaan rapat massa , arus laut arah datar (estuari), hembusan ombak (Susur Pantai) dan pasut. Kompleksitas daerah perairan pantai terkadang menyebabkan teridentifikasi arus gabungan dari beberapa jenis arus yang sangat sulit untuk dipisahkan. Dibutuhkan data pengukuran time series untuk mengestimasi jenis arus pada daerah pantai . Waktu pengukuran arus yang dilakukan dalam waktu yang singkat sehingga dipilih metode sederhana dengan melakukan pengukuran disekitar lokasi penyebab terjadinya arus untuk mengeliminasi kompleksitas pengukuran.

Hasil pengukuran arus di pantai kayu anggi memperlihatkan proses erosi banyak dipengaruhi oleh gerakan arus. Arus bergerak dengan kecepatan rata-rata 30 cm/detik pada saat air pasang dan 40 cm/detik pada saat air surut dengan arah arus dominant bergerak dari Tenggara. Air bergerak mengikuti garis pantai dan pada kondisi tertentu (pada saat surut) kecepatan air meningkat pada saat menghantam pantai. Adanya tekanan di dasar (bed stress) lebih besar daripada

ikatan sediment, akan terjadi perpindahan sedimen dalam bentuk erosi. Hal ini menyebabkan abrasi terjadi pada pantai.

Karena keterbatasan peralatan dan jauhnya lokasi maka pengukuran arus menggunakan alat sederhana. Pengukuran arus dilakukan selama 15 hari, sama dengan pengukuran pasang surut. Dalam sehari diukur 2 kali yaitu pada saat pasang dan surut. Di bawah ini ditampilkan pengukuran arus yang dilakukan di lokasi pekerjaan.

B. Sifat-Sifat Sedimen Pantai

Sedimen pantai bisa berasal dari erosi garis pantai itu sendiri, dari daratan yang dibawa oleh sungai, dan dari laut dalam yang terbawa arus ke daerah pantai. Sifat-sifat sedimen adalah sangat penting untuk diketahui dalam perencanaan suatu bangunan pengaman pantai. Sifat-sifat sedimen pantai, antara lain : ukuran partikel dan distribusi sedimen, rapat massa, bentuk, kecepatan endap, tahanan terhadap erosi dan lain sebagainya. Diantara sifat-sifat tersebut maka sifat distribusi ukuran butiran adalah yang paling penting dan paling berpengaruh dalam pekerjaan ini.

1. Ukuran Partikel Sedimen

Sedimen pantai diklasifikasikan berdasarkan ukuran butiran menjadi lempung, lumpur, pasir, kerikil, koral (*pebbel*), cobbel dan batu (*bolder*). Tabel 7.1 menunjukkan klarifikasi menurut Wentworth, yang banyak digunakan dalam bidang teknik pantai (CERC, 1984). Berdasar klasifikasi tersebut pasir mempunyai diameter antara 0.063 dan 2.0 mm yang selanjutnya dibedakan menjadi lima kelas. Material sangat halus seperti lumpur dan lempung berdiameter di bawah 0.063 mm yang merupakan sedimen kohesif.

Distribusi ukuran butir biasanya dianalisis dengan saringan dan dipresentasikan dalam bentuk kurva persentase berat kumulatif seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.1. Pada umumnya distribusi ukuran butiran pasir mendekati distribusi log normal, sehingga sering digunakan pula skala satuan phi, yang didefinisikan sebagai :

$$g = - \log_2 D$$

Dimana :

D = Diameter butiran pasir (mm)

Ukuran butiran median D₅₀ adalah yang paling banyak digunakan untuk ukuran butir pasir. Berdasarkan distribusi log normal tersebut, ukuran butiran rerata D_m dan standar deviasi σ_D dapat dihitung dengan cara berikut :

$$D_m = \sqrt{D_{16} \cdot D_{84}}$$

$$\sigma_D = \sqrt{\frac{D_{84}}{D_{16}}}$$

Dengan notasi D_p adalah ukuran butiran dimana p% dari berat sampel adalah lebih halus dari diameter butir tersebut. Untuk mengukur derajat penyebaran ukuran butiran terhadap nilai rerata sering digunakan koefisien So yang didefinisikan sebagai :

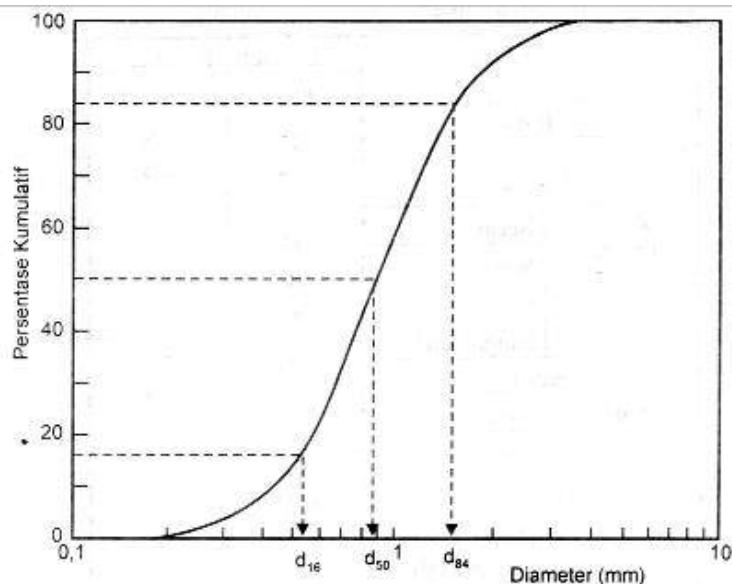
$$S_o = \sqrt{\frac{D_{75}}{D_{25}}}$$

Apabila $1.0 \leq S_o \leq 1.5$ ukuran butir pasir seragam, untuk $1.5 \leq S_o \leq 2.0$ penyebaran ukuran butir pasir sedang, sedangkan jika $2.0 \leq S_o$ gradasi ukuran pasir sangat bervariasi.

Tabel 3.15 Klasifikasi Ukuran Butir dan Sedimen

Klasifikasi		Diameter mm	Partikel Satuan phi
Batu		256	-8
Cobble		128	-7
Koral (Pebble)	Besar	64	-6
	Sedang	32	-5
	Kecil	16	-4
	Sangat kecil	8	-3
	Kerikil	4	-2
Pasir	Sangat kasar	2	-1
	Kasar	1	0
	Sedang	0,5	1
	Halus	0,25	2
	Sangat Halus	0,125	3
	Lumpur	0,063	4
Lempung	Kasar	0,031	5
	Sedang	0,015	6
	Halus	0,0075	7
	Sangat Halus	0,0037	8
	Kasar	0,0018	9
Sedang		0,0009	10
Halus		0,0005	11
Sangat Halus		0,0003	12



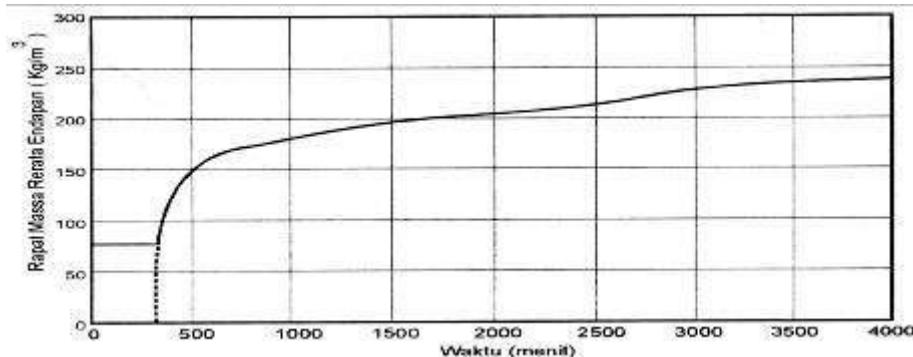
**Gambar 3.9 Distribusi Ukuran Butiran**

Sumber : Teknik Pantai, Triatmodjo, 1999

2. Rapat Massa, Berat Jenis Dan Rapat Relatif

Rapat massa (ρ) adalah massa tiap satuan volume, sedang berat jenis (γ) adalah berat tiap satuan volume. Terdapat hubungan antara berat jenis dan rapat massa, yang mempunyai bentuk $\gamma = \rho \cdot g$. Rapat massa atau berat jenis sedimen merupakan fungsi dari komposisi mineral. Rapat relatif adalah perbandingan antara rapat massa suatu zat dengan rapat massa air pada 40. Rapat massa air pada temperatur tersebut adalah 1000 kg/m³. Rapat relatif pasir adalah sekitar 2,65.

Untuk sedimen kohesif rapat massa sedimen tergantung pada konsentrasi endapan. Konsentrasi endapan dipengaruhi oleh waktu konsolidasi. Gambar 7.2 menunjukkan perubahan rapat massa rerata endapan dasar sebagai fungsi waktu selama konsolidasi. Terlihat bahwa rapat massa adalah konstan selama periode pengendapan. Mulai suatu waktu tertentu rapat massa naik dengan cepat dan kemudian berangsur-angsur sampai dicapai nilai maksimal.



Gambar 3.10 Pengaruh Waktu Konsolidasi Terhadap Rapat Massa Endapan

Sumber : Teknik Pantai, Triatmodjo, 1999

3. Kecepatan Endap

Kecepatan endap butir sedimen juga penting di dalam mempelajari mekanisme transpor sedimen, terutama untuk sedimen suspensi. Untuk sedimen non kohesif, seperti pasir, kecepatan endap dapat dihitung dengan rumus Stokes tergantung pada rapat massa sedimen dan air, viskositas air, dimensi dan bentuk partikel sedimen. Gambar menunjukkan kecepatan endap butir kwarsa berbentuk di air sebagai fungsi ukuran butir dan temperatur air. Dalam gambar tersebut R_w adalah angka Reynolds butiran yang berbentuk :

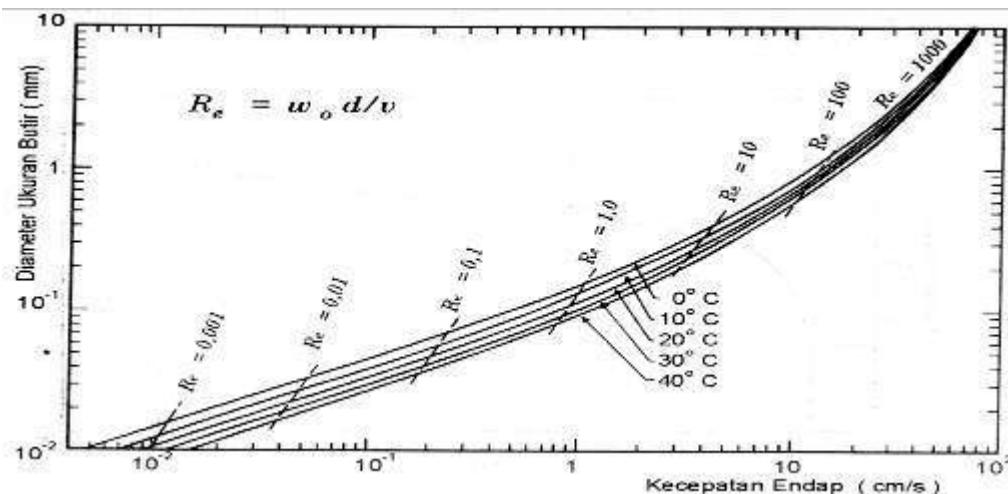
$$R_w = \frac{W \cdot D}{\nu}$$

Dimana :

D = Diameter butiran

W = Kecepatan endap

ν = Kekentalan kinematik air



Gambar 3.11 Kecepatan Endap Butir Kwarsa Berbentuk Bola

Sumber : Teknik Pantai, Triatmodjo, 1999

Apabila butir pasir tidak berbentuk bola, seperti kebanyakan pasir yang ada di alam, maka perlu diperhitungkan bentuk butiran yang dinyatakan dengan faktor bentuk yang diberikan berikut ini :

$$SF = \frac{D_1}{(D_2 \cdot D_3)^{1/2}}$$

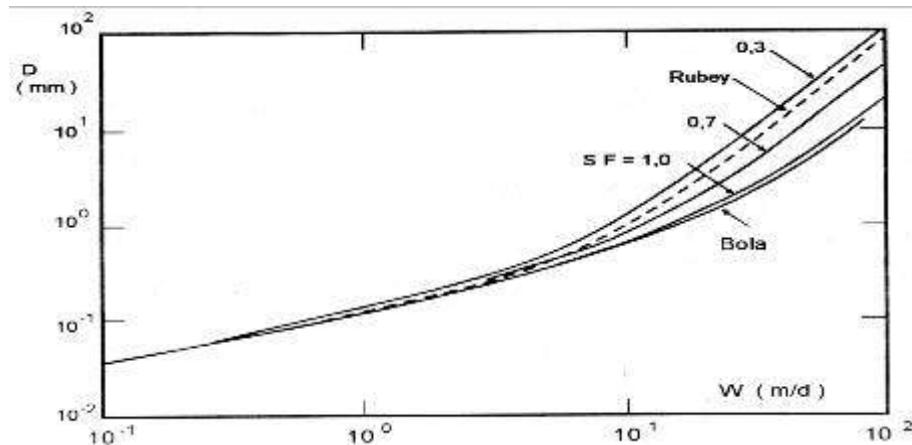
Dimana :

D1 = Panjang sumbu-sumbu terpendek

D2 = Panjang sumbu-sumbu menengah

D3 = Panjang sumbu-sumbu terpanjang

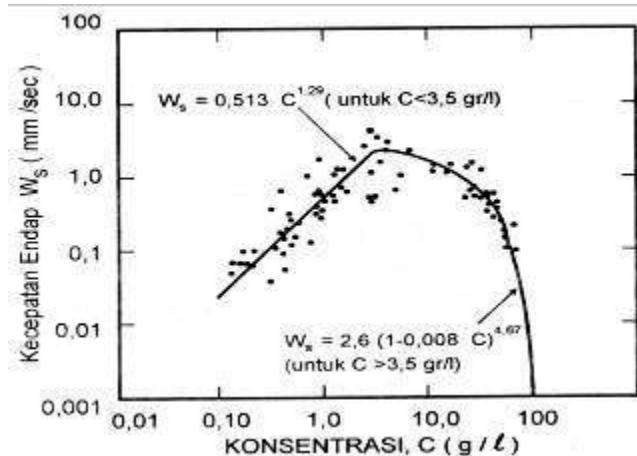
Gambar menunjukkan pengaruh faktor bentuk terhadap kecepatan endap. Kurva tersebut dibuat berdasar percobaan dengan menggunakan sedimen di air pada temperatur 20°C.



Gambar 3.12 Pengaruh Faktor Bentuk Terhadap Kecepatan Endap

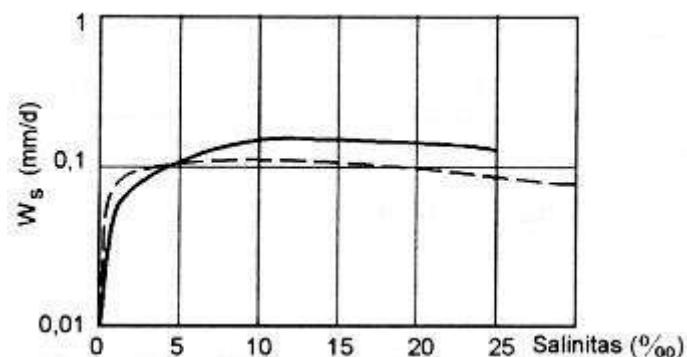
Sumber : Teknik Pantai, Triatmodjo, 1999

Untuk sedimen kohesif kecepatan endap dipengaruhi oleh banyak faktor seperti konsentrasi sedimen suspensi, salinitas dan diameter partikel. Konsentrasi suspensi adalah parameter paling penting dalam proses flokulasi, yang berarti juga pada kecepatan endap. Gambar 7.5 adalah contoh variasi kecepatan endap W dengan konsentrasi suspensi C . Salinitas juga berpengaruh terhadap kecepatan endap seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.6. Kecepatan endap meningkat cepat dengan salinitas sampai pada 2 o/oo dan kemudian konstan. Diameter butir sedimen berpengaruh terhadap proses flokulasi. Flokulasi berkurang dengan bertambahnya dimensi partikel karena kohesi berkurang.



Gambar 3.13 Pengaruh Konsentrasi Suspensi Terhadap Kecepatan Endap

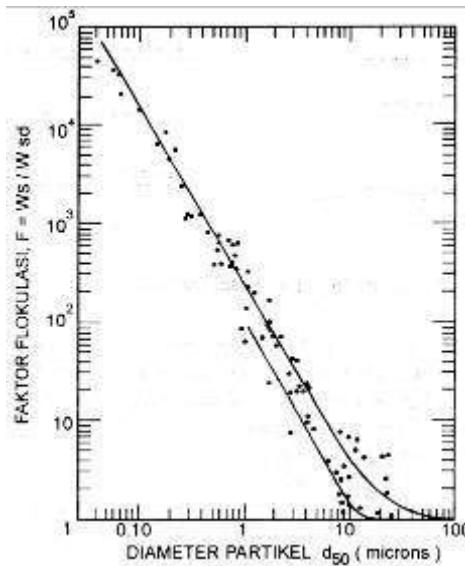
Sumber : Teknik Pantai, Triatmodjo, 1999



Gambar 3.14 Pengaruh Salinitas Terhadap Kecepatan Endap

Sumber : Teknik Pantai, Triatmodjo, 1999

Migniot mempelajari derajad kohesi antara partikel dengan mendefinisikan suatu faktor flokulasi $F = W_{f50\%}/W_{d50\%}$, $W_{f50\%}$ adalah kecepatan endap rerata flokon dalam air yang dapat menyebabkan flokulasi dapat menyebabkan flokulasi, dan $W_{d50\%}$ adalah kecepatan endap rerata dari partikel elementer dalam keadaan tidak terjadi flokulasi. Semakin kecil diameter maka semakin besar flokulasi, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar.



Gambar 3.15 Pengaruh Diameter Partikel Terhadap Faktor Flokulasi

Sumber : Teknik Pantai, Triatmodjo, 1999

C. Mekanisme Transpor Sedimen oleh Gelombang

Di laut dalam, gerak partikel air karena gelombang jarang mencapai dasar laut. Sedang di laut dangkal, partikel air di dekat dasar bergerak maju dan mundur secara periodik. Kecepatan partikel air di dekat dasar naik dengan bertambahnya tinggi gelombang dan berkurang dengan kedalaman.

Di dalam mempelajari transpor sedimen, kecepatan partikel air di dekat dasar (u_b) dinyatakan dalam bentuk tegangan geser dasar (τ_b). Hubungan antara tegangan geser dasar dan kecepatan partikel air dinyatakan dalam bentuk :

$$\tau_b = \rho \cdot u_*^2$$

$$u_b = \sqrt{f/2} \cdot u_b$$

Dimana :

$$\rho = \text{Rapat massa air}$$

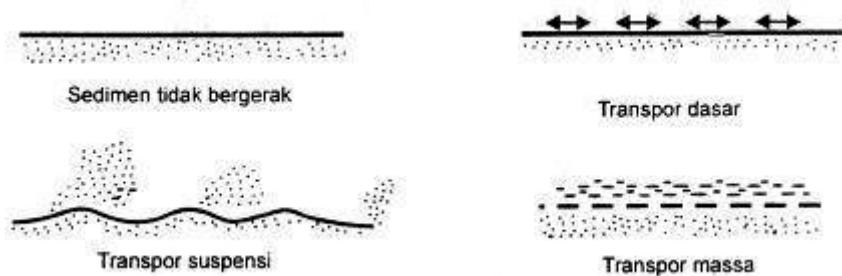
$$u_* = \text{Kecepatan geser}$$

$$f = \text{Faktor Gesekan}$$

Kecepatan partikel air di dekat dasar atau yang dinyatakan dalam bentuk tegangan geser tersebut berusaha untuk menarik sedimen dasar. Sementara itu sedimen dasar memberikan tahanan yang dinyatakan dalam bentuk kecepatan kritis erosi u_{bc} atau tegangan kritis erosi τ_{ce} . Kedua parameter tersebut (u_{bc} dan τ_{ce}) tergantung pada sifat sedimen dasar seperti diameter, bentuk dan rapat massa sedimen untuk sedimen non kohesif (pasir) dan kohesifitas antara partikel untuk sedimen kohesif (lumpur, lempung).

Dipandang dasar laut berpasir yang datar. Apabila kecepatan di dekat dasar sangat kecil, berarti juga tegangan geser dasar, partikel sedimen tidak bergerak ($\tau_b < \tau_{ce}$). Selanjutnya apabila kecepatan bertambah (juga tegangan geser dasar τ_b), sampai pada suatu kecepatan tertentu beberapa butiran mulai bergerak, yang disebut dengan awal gerak sedimen ($\tau_b = \tau_{ce}$). Sedimen bergerak maju mundur sesuai dengan gerak partikel air. Selanjutnya kenaikan kecepatan dapat mempercepat gerak tersebut, dan transpor sedimen yang terjadi disebut transpor dasar (*bed load*) ($\tau_b > \tau_{ce}$).

Dengan semakin bertambahnya kecepatan di dekat dasar, gerak partikel sedimen semakin kuat dan kemudian sedimen membentuk *ripple*, yaitu dasar laut bergelombang kecil dengan puncaknya tegak lurus arah gelombang. Ukuran *ripple* tergantung pada amplitudo dan periode dari gerak air di dekat dasar, ukuran butiran dan rapat massa material dasar. Dengan Terbentuknya *ripple* akan meningkatkan turbulensi dan partikel sedimen akan terangkat dalam bentuk suspensi. Transpor sedimen dalam bentuk suspensi di atas dasar disebut transpor sedimen suspensi. Apabila gerak air semakin kuat, *ripple* akan menghilang dan terjadi transpor massa dimana suatu lapis dengan tebal tertentu terangkat dalam bentuk transpor sedimen dasar dan suspensi.

**Gambar 3.16 Pengaruh Tegangan Geser Terhadap Gerak Sedimen Dasar**

Sumber : Teknik Pantai, Triatmodjo, 1999

D. Awal Gerak Sedimen

Pada awal gerak sedimen, gaya yang ditimbulkan oleh aliran air adalah seimbang dengan gaya hambatan dari sedimen dasar. Dipandang suatu partikel berbentuk bola dengan diameter D dan rapat massa ρ_s . Berat partikel W di dalam air adalah :

$$W = \frac{\pi}{6} \cdot D^3 \cdot (\rho_s - \rho) \cdot g$$

Dimana :

ρ = adalah rapat massa air

g = Percepatan gravitasi

Apabila f adalah koefisien gesekan, maka gaya hambatan dari partikel adalah :

$$F_h = fW = f \frac{\pi}{6} \cdot D^3 \cdot (\rho_s - \rho)g$$

Gaya yang ditimbulkan oleh aliran air pada butir dengan luas tampang $\frac{\pi D^2}{4}$

adalah :

$$F_t = \frac{\pi D^2}{4} \cdot \tau_b = \frac{\pi D^2}{4} \cdot \rho \cdot u_*^2$$

Didefinisikan angka Reynolds bintang dari utiran yang berbentuk :

$$R_{e*} = \frac{u_* D}{v}$$

atau :

$$D = \frac{v \cdot R_{e*}}{u_*}$$

Subtitusi nilai D ke dalam persamaan di atas, maka diperoleh :

$$F_t = \frac{\pi}{4} \times \frac{v^2 R_{e*}^2}{u_*^2} \times \rho \times u_*^2$$

$$F_t = \frac{\pi}{4} \times \rho \times v^2 \times R_{e*}^2$$

Dengan menyamakan persamaan di atas, maka diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$\frac{\pi}{6} \cdot (\rho_s - \rho) \cdot f \cdot g \cdot D^3 = \frac{\pi}{4} \cdot \rho \cdot v^2 \cdot R_{e*}^2$$

$$R_{e*}^2 = \frac{2}{3} \cdot \frac{(\rho_s - \rho)}{\rho} \cdot \frac{f \cdot g}{v^2} \cdot D^3 = \frac{2}{3} \cdot \frac{s \cdot f \cdot g}{v^2} \cdot D^3$$

$$R_{e*}^2 = \frac{2}{3} \cdot f \cdot D^3$$

Dimana :

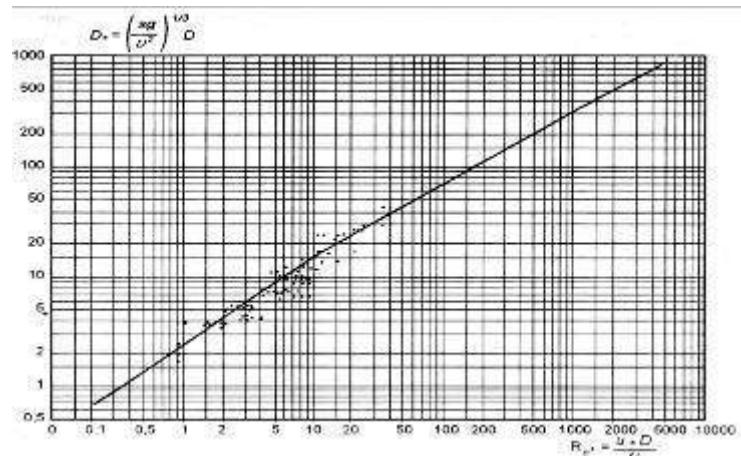
$$s = \frac{(\rho_s - \rho)}{\rho}$$

$$D_* = \left(\frac{s \cdot f \cdot g}{v^2} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot D$$

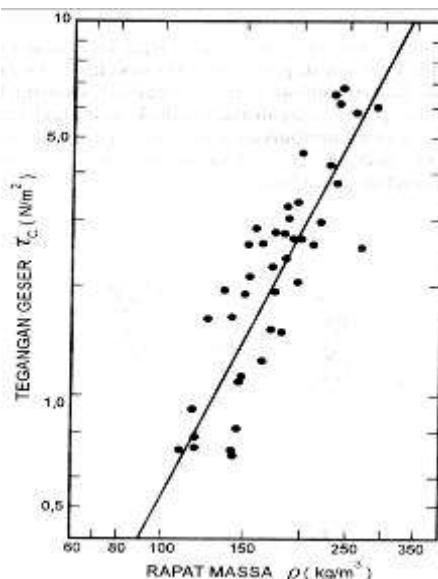
Koefisien gesekan f tergantung pada sifat sedimen dasar seperti diameter, bentuk, rapat relatif dan gradasi butir. Dari percobaan yang telah dilakukan mengenai pengaruh gelombang terhadap awal gerak sedimen non kohesif, diperoleh hubungan antara D^* dan R_{e*} .

Untuk sedimen kohesif, parameter penting di dalam menentukan awal gerak sedimen adalah konsentrasi/rapat massa dari endapan dasar. Awal gerak sedimen kohesif dinyatakan dalam bentuk tegangan kritis erosi τ_{ce} . Sedimen dasar mulai bergerak apabila tegangan geser dasar yang ditimbulkan oleh aliran atau gelombang sama dengan tegangan kritis erosi. Gambar 7.10 menunjukkan tegangan kritis erosi sebagai fungsi rapat massa endapan.



**Gambar 3.17 Awal Gerak Sedimen Karena Pengaruh Gelombang**

Sumber : Teknik Pantai, Triatmodjo, 1999

**Gambar 3.18 Tegangan Kritis Erosi Fungsi Rapat Massa Endapan**

Sumber : Teknik Pantai, Triatmodjo, 1999

E. Arus di Dekat Pantai

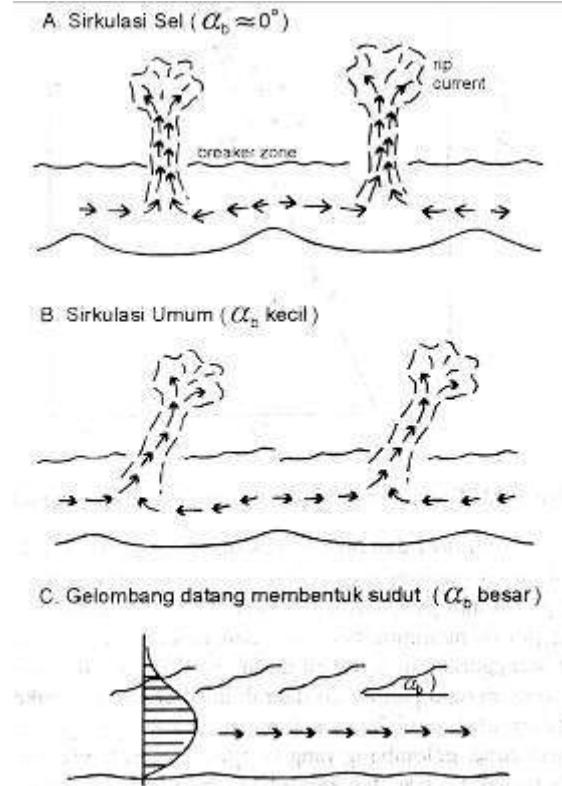
Gelombang yang menjalar menuju pantai membawa massa air dan momentum dalam arah penjalaran gelombang. Transpor massa dan momentum tersebut menimbulkan arus di dekat pantai. Di beberapa daerah yang dilintasinya, perilaku gelombang dan arus yang ditimbulkannya berbeda. Daerah yang dilintasi gelombang tersebut *offshore zone*, *surf zone* dan *swash zone*. Di daerah lepas pantai (*offshore zone*), yaitu daerah yang terbentang dari lokasi gelombang

pecah ke arah laut, gelombang yang menimbulkan gerak orbit partikel air. Orbit lintasan partikel tidak tertutup sehingga menimbulkan transpor massa air.

Transpor massa tersebut dapat disertai dengan terangkutnya sedimen dasar dalam arah menuju pantai (*onshore*) dan meninggalkan pantai (*offshore*). Di *surf zone*, yaitu daerah antara gelombang pecah dan garis pantai, ditandai dengan gelombang pecah dan penjalaran gelombang setelah pecah ke arah pantai. Gelombang pecah menimbulkan arus dan turbulensi yang sangat besar, yang dapat menggerakkan sedimen dasar. Di daerah ini kecepatan partikel air hanya bergerak dalam arah penjalaran gelombang. Di *Swash zone*, gelombang yang sampai garis pantai menyebabkan massa air bergerak ke atas dan kemudian turun kembali pada permukaan pantai. Gerak massa air tersebut disertai dengan terangkutnya sedimen.

Diantar ketiga daerah tersebut, karakteristik gelombang di *surf zone* dan *swash zone* adalah yang paling penting di dalam analisis proses pantai. Arus yang terjadi di daerah tersebut sangat tergantung pada arah datang gelombang.

Apabila garis puncak gelombang sejajar dengan garis pantai maka akan terjadi arus dominan di pantai berupa sirkulasi sel dengan *rip current* yang akan menuju ke laut. Kejadian ekstrim lainnya terjadi apabila gelombang pecah dengan membentuk sudut terhadap garis pantai ($a_b > 5^\circ$), yang akan menimbulkan arus sejajar pantai di sepanjang pantai. Sedangkan yang biasanya terjadi adalah kombinasi dari kedua kondisi tersebut



Gambar 3.19 Arus Di Dekat Pantai

Sumber : Teknik Pantai, Triatmodjo, 1999

Arus sepanjang pantai yang ditimbulkan oleh gelombang pecah dengan membentuk sudut terhadap garis pantai, seperti terlihat dalam Gambar 7.11.c dibangkitkan oleh momentum yang dibawa oleh gelombang. Longuet-Hinggins (dalam Komar, 1985) menurunkan rumus untuk menghitung arus sepanjang pantai berikut :

$$V = 1,17 (g \cdot H_b)^{1/2} \sin \alpha_b \cos \alpha_b$$

Dengan :

V = kecepatan arus sejajar pantai

G = percepatan gravitasi

H_b = tinggi gelombang pecah

α_b = sudut datang gelombang pecah

F. Transpor Sedimen Pantai

Transpor sedimen pantai adalah gerakan sedimen di daerah pantai yang disebabkan oleh gelombang dan arus yang dibangkitkannya. Transpor sedimen pantai dapat diklasifikasikan menjadi transpor menuju dan meninggalkan pantai (*onshore-offshore transpor*) dan transpor sepanjang pantai (*longshore transpor*). Transpor menuju dan meninggalkan pantai mempunyai arah tegak lurus garis pantai, sedang transpor sepanjang pantai mempunyai arah rata-rata sejajar pantai.

1. Angkutan Sedimen Menuju-Meninggalkan Pantai

Gerak air di dekat dasar menimbulkan tegangan geser pada sedimen dasar. Apabila nilai tegangan geser dasar τ_b lebih besar dari tegangan kritis erosi τ_{bc} , partikel sedimen mulai bergerak. Dianggap bahwa brat terendam partikel sedimen yang bergerak tiap satuan luas adalah sebanding dengan tegangan geser :

$$N \cdot \frac{\pi}{6} \cdot (\rho_s - \rho) \cdot g \cdot D^3 = k_1 \cdot \tau_b \cdot r$$

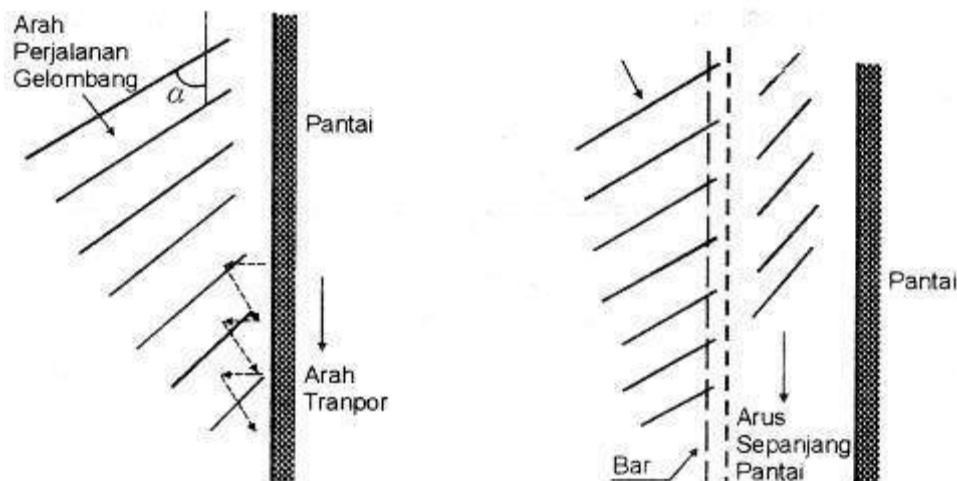
Dengan N adalah jumlah partikel yang bergerak tiap satuan luas, ρ_s dan D adalah rapat massa dan diameter partikel, ρ adalah rapat massa air, g adalah percepatan gravitasi dan k_1 adalah konstanta tak berdimensi. Selanjutnya dianggap bahwa partikel sedimen ditranspor dengan kecepatan yang sebanding dengan kecepatan di dekat dasar u_b .

2. Angkutan Sedimen Sepanjang Pantai

Transpor sedimen sepanjang pantai terdiri dari dua komponen utama, yaitu transpor sedimen dalam bentuk mata gergaji di garis pantai dan transpor sepanjang pantai di surf zone (Gambar 7.12). Pada waktu gelombang menuju pantai dengan membentuk sudut terhadap garis pantai maka gelombang tersebut akan naik ke pantai yang juga membentuk sudut. Massa air yang naik tersebut kemudian turun lagi dalam arah tegak lurus pantai. Gerak air tersebut membentuk lintasan seperti mata gergaji, yang disertai dengan terangkutnya sedimen dalam arah sepanjang pantai.

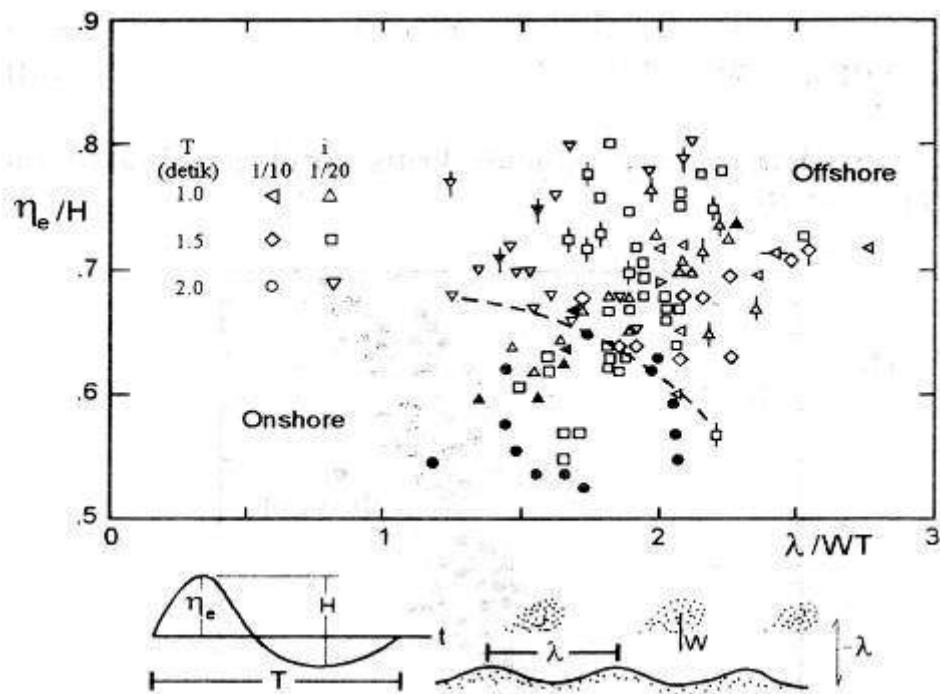
Komponen kedua adalah transpor sedimen yang ditimbulkan oleh arus sepanjang pantai yang dibangkitkan oleh gelombang pecah. Transpor sedimen ini terjadi di surf zone.

Zenkovich (dalam Sleath, 1982) melakukan pengukuran transpor sedimen sepanjang pantai. Hasil pengukuran diberikan dalam Gambar 7.13. terdapat dua puncak konsentrasi sedimen suspensi yang ditimbulkan oleh gelombang pecah di sekitar lokasi gelombang pecah dan di garis pantai. Konsentrasi tinggi di dekat garis pantai disebabkan oleh gerak air berbentuk gergaji seperti yang telah dijelaskan di atas.



Gambar 3.20 Transpor Sedimen Sepanjang Pantai

Sumber : Teknik Pantai, Triatmodjo, 1999



Gambar 3.21 Arah Transpor Sedimen Netto

Sumber : Teknik Pantai, Triatmodjo, 1999

Transpor sedimen sepanjang pantai banyak menyebabkan permasalahan seperti pendangkalan di pelabuhan, erosi pantai dan sebagainya. Oleh karena itu, prediksi transpor sedimen sepanjang pantai adalah sangat penting. Beberapa cara biasanya digunakan untuk memprediksi transpor sedimen sepanjang pantai adalah sebagai berikut :

- a. Cara terbaik untuk memperkirakan transpor sedimen sejajar pantai pada suatu tempat adalah mengukur sedimen di lokasi yang ditinjau.
- b. Peta atau pengukuran yang menunjukkan perubahan elevasi dasar dalam suatu periode tertentu dapat memberikan petunjuk tentang angkutan sedimen. Cara ini terutama baik apabila di daerah yang ditinjau terdapat bangunan yang bisa menangkap transpor sedimen sepanjang pantai, misalnya krin dan lain sebagainya.
- c. Rumus empiris yang didasarkan pada kondisi gelombang di daerah yang ditinjau.

Rumus yang digunakan untuk menghitung angkutan sedimen sepanjang pantai adalah sebagai berikut :

$$Q_s = 0,060 \cdot Pi^n \quad (\text{rumus Ijima, Sato})$$

$$Pi = \frac{\rho \cdot g}{8} Hb^2 Cb \sin \alpha_b \cos \alpha_b$$

di mana :

Q_s : angkutan sedimen sepanjang pantai (m^3/hari)

Pi : komponen fliks energi gelombang sepanjang pantai pada saat pecah ($\text{Nm}/\text{d/m}$)

ρ : rapat massa air laut (kg/m^3)

Hb : tinggi gelombang pecah (m)

Cb : cepat rambat gelombang pecah (m/d) = $\sqrt{g \cdot db}$

α_b : sudut datang gelombang pecah

K, n : konstanta

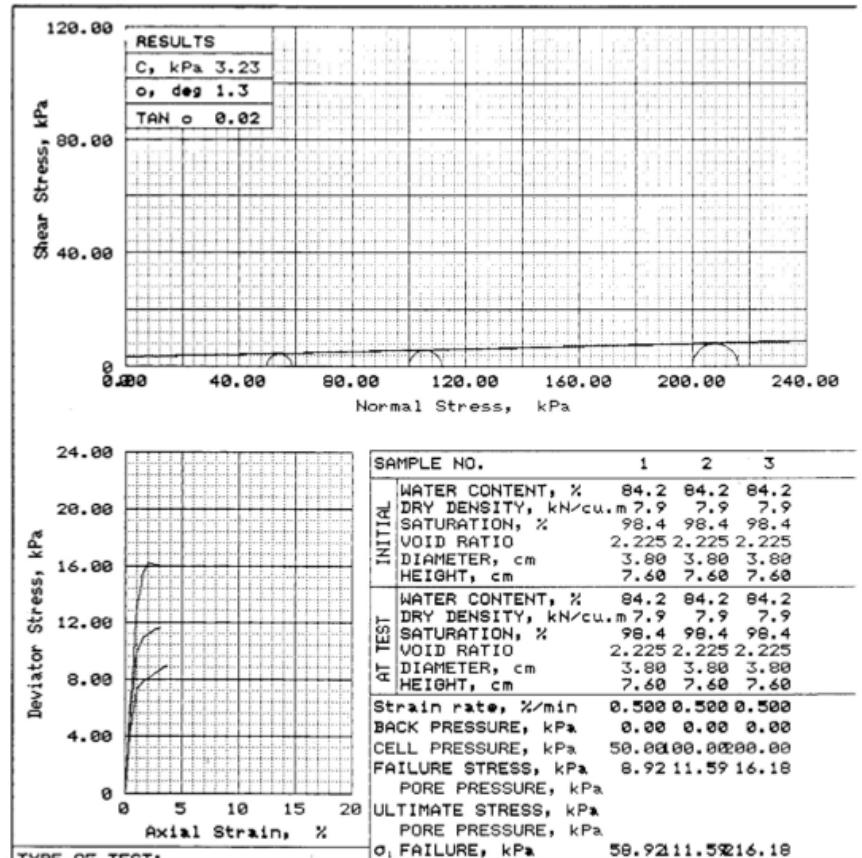
G. Analisa Sedimentasi

1. Analisa Diameter Sedimen

yang ada di lokasi pekerjaan. Setelah sampel tersebut diambil maka sampel tersebut diuji ke laboratorium untuk mendapatkan diameter sedimen :

Setelah diuji di laboratorium, diameter sedimen untuk daerah lokasi adalah sebagai berikut :

Tabel 3.16 Rekapitulasi Hasil Laboratorium



2. Kecepatan Endap Sedimen

Persamaan yang digunakan untuk menghitung kecepatan endap sedimen adalah sebagai berikut :

$$SF = \frac{D_1}{(D_2 \cdot D_3)^{1/2}}$$

Dimana :

D₁ = Panjang sumbu-sumbu terpendek

D₂ = Panjang sumbu-sumbu menengah

D₃ = Panjang sumbu-sumbu terpanjang

Dari data yang ada di atas didapatkan :

D₁ = 0,04 mm

D₂ = 0,10 mm

D₃ = 0,15 mm

$$\begin{aligned} SF &= \frac{0.04}{(0.10 * 0.15)^{1/2}} \\ &= 0,326 \end{aligned}$$

dari grafik Pengaruh faktor bentuk terhadap kecepatan endap dengan SF = 0,326 dan D (diameter rata-rata) = 0,096 didapat W sebesar 4.12 m/dt

3. Arus Sepanjang Pantai

Persamaan yang digunakan untuk menghitung arus sepanjang pantai adalah sebagai berikut :

$$V = 1,17 (g \cdot Hb)^{1/2} \sin \square, \cos \square,$$

Dengan :

V = kecepatan arus sejajar pantai

G = percepatan gravitasi

Hb = tinggi gelombang pecah

α_b = sudut datang gelombang pecah

data :

Hb : 0,828 m

α_b : $82,77^\circ$

sehingga,

$$\begin{aligned} V &= 1,17 (9,81 \cdot 0,828)^{1/2} \cdot \sin 82,77 \cdot \cos 82,77 \\ &= 0,416 \text{ m/dt} \end{aligned}$$

4. Angkutan Sedimen Sepanjang Pantai

Untuk menghitung sedimen sepanjang pantai menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Q_s = 0,060 \cdot Pi^n \quad (\text{rumus Ijima, Sato})$$

$$Pi = \frac{\rho \cdot g}{8} Hb^2 Cb \sin \alpha_b \cos \alpha_b$$

di mana :

Qs : angkutan sedimen sepanjang pantai (m^3/hari)

P_i : komponen fliks energi gelombang sepanjang pantai pada saat pecah
(Nm/d/m)

ρ : rapat massa air laut (kg/m³)

H_b : tinggi gelombang pecah (m)

C_b : cepat rambat gelombang pecah (m/d) = $\sqrt{g \cdot db}$

α_b : sudut datang gelombang pecah

K, n : konstanta

data :

H_b : 0,828 m

C_b : $(1,00 \times 9,81)^{1/2}$ m/s

: 3,132

α_b : 82,77

dalam sistem MKS terdapat hubungan $\gamma = \rho \cdot g$ yang mempunyai satuan kgf/m³ atau ton/m³. untuk air laut $g = 1030$ kgf/m³ atau 1,03 ton/m³, sehingga :

$$P_i = \frac{1,03}{8} 0,828^2 * 3,132 * \sin 82,77 * \cos 82,77$$

$$= 0,0345 \text{ t-m/d/m}$$

$$= 0,0345 \cdot 24 \cdot 3600$$

$$= 2985,193 \text{ t-m/hari/m}$$

$$Q_s = 0,060 * 2985,193$$

$$= 179.111 \text{ m}^3/\text{hr}$$

4.1 ELEVASI STRUKTUR BANGUNAN

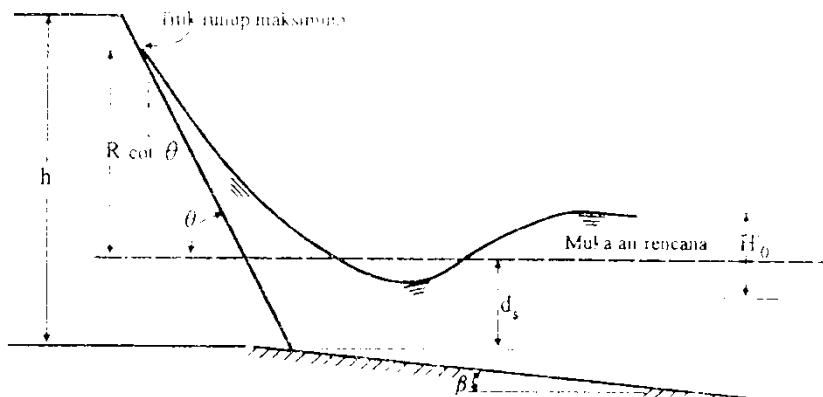
Elevasi puncak bangunan pengamanan pantai tergantung pada limpasan (*overtopping*) yang diijinkan. Elevasi puncak bangunan dihitung berdasarkan kenaikan (*runup*) gelombang yang tergantung pada karakteristik gelombang, kemiringan bangunan, porositas dan kekasaran lapisan pelindung.

Elevasi muka air tinggi (HHWL) akan dijadikan sebagai dasar untuk menetapkan elevasi struktur. Acuan untuk elevasi dasar struktur bagian bawah akan diperhitungkan terhadap elevasi muka air terendah (LLWL). Sedangkan untuk elevasi puncak struktur akan diperhitungkan terhadap elevasi muka air tertinggi (HHWL) ditambah tinggi rayapan gelombang (*runup*) dan tinggi kebebasan dengan rumus sebagai berikut :

$$E_t = HHWL + RunUp + FreeBoard$$

Yang berakibat terganggunya fasilitas umum. Hasil dari perencanaan teknis ini diharapkan dapat digunakan sebagai pedoman bagi pelaksanaan fisik konstruksi selanjutnya.

Struktur bangunan pantai juga harus mampu menahan gesekan air laut akibat adanya rayapan gelombang air laut, terutama pada saat berlangsung badai atau akibat pasang surut. Apabila gelombang bergerak menuju bangunan yang miring (dinding tembok laut atau pemecah gelombang), sebagian dari momentum gelombang tersebut akan dirubah menjadi gerakan air yang meluncur ke atas lereng, yang disebut rayapan gelombang (wave run-up). Tinggi rayapan dapat didefinisikan sebagai elevasi vertikal maksimum yang dapat dicapai oleh gerakan air yang meluncur ke atas lereng bangunan, diukur dari muka air rata-rata (MSWL = Mean Sea Water level).



Gambar 4.1 Rayapan Gelombang (Run-up)

Penentuan rayapan gelombang pada bangunan dilakukan dengan bantuan grafik runup gelombang yang dapat dilihat pada Gambar untuk berbagai tipe material. Grafik tersebut merupakan fungsi bilangan Irrabaren untuk berbagai jenis lapis lindung yang mempunyai bentuk sebagai berikut.

$$I_r = \frac{\tan \theta}{\left(\frac{H}{L_0}\right)^{0,5}}$$

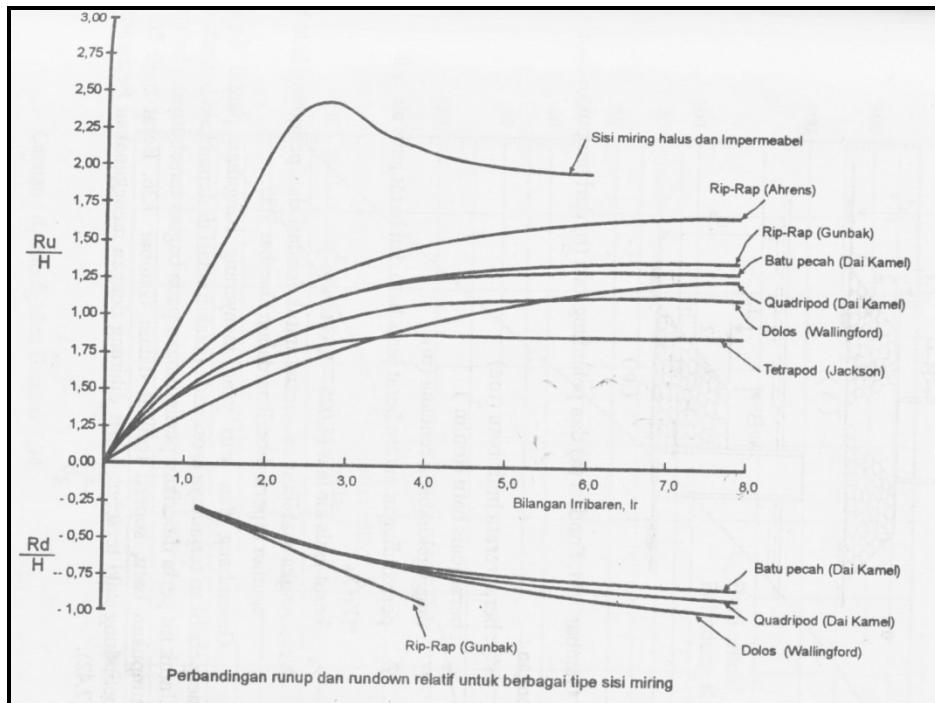
Dimana :

I_r = bilangan Irrabaren = sudut kemiringan sisi bangunan

H = tinggi gelombang di lokasi bangunan

L_0 = panjang gelombang di laut dalam

Grafik ini juga dapat digunakan untuk menghitung *run down* (R_d) yaitu turunnya permukaan air karena gelombang pada sisi bangunan.



Gambar 4.2 Grafik Perbandingan *Run-Up* dan *Run-Down* Relatif untuk Berbagai Tipe Sisi Miring

1. Run Up Gelombang

Direncanakan :

Jenis Bangunan	= Revetment
Lapis Lindung	= Batu Alam Kasar
Tinggi Gelombang (H_D)	= 1.55 m
T33	= 5.2
Kemiringan Bangunan	= 1 : 4
L_0	= $1.56 \times T_{33}^2 = 1.56 \times 5.2^2 = 42.182$ m
Ir	= $0.5 / (1.55 / 42.182)^2$
	= 2.608

Run Up Gelombang berdasarkan bilangan irrabaren, maka didapat :

$$\begin{aligned} Ru/H &= 1 \\ Ru &= 1.55 \text{ m} \end{aligned}$$

2. Elevasi Mercu

$$\begin{aligned} Et &= HHWL + Ru + \text{Tinggi Jagaan} \\ &= 1.70 + 1.55 + 0.5 \\ &= 3.75 \text{ m} \end{aligned}$$

4.2 BATU LAPISAN PELINDUNG BANGUNAN

Di dalam perencanaan bangunan pengamanan pantai dari konstruksi batu, perlu ditentukan berat butiran batu pelindung yang dapat dihitung dengan menggunakan rumus Hudson :

$$W = \frac{Wr \cdot Hd^3}{K_D \cdot (Sr - 1)^3 \cot \theta}$$

Dimana :

W = berat butir batu pelindung

W_r = berat jenis batu

H_d = tinggi gelombang perencanaan

S_r = W_r/W_w ; dimana W_w = berat satuan air = 1.025 kg/m^3

θ = kemiringan lereng breakwater

K_D = koefisien stabilitas yang tergantung pada bentuk batu pelindung (batu alam atau buatan), kekasaran permukaan batu, ketajaman sisi-sisinya, ikatan antara butir dan keadaan pecahnya gelombang yang diberikan pada tabel berikut.

Tabel 4.1 Koefisien Stabilitas KD Untuk Berbagai Jenis Butiran

No.	Lapisan Lindung	n	Penempatan	Lengan Bangunan		Ujung (Kepala) Bangunan		Kemiringan	
				K _D		K _D			
				Gelombang Pecah	Gelombang Tidak Pecah	Gelombang Pecah	Gelombang Tidak Pecah		
1.	Batu Pecah			1.2	2.4	1.1	1.9	1.5 - 3.0	
	Bulat Halus	2	Acak	1.6	3.2	1.4	2.3	2.0	
	Bulat Halus	> 3	Acak	1.0	2.9	1.0	2.3	2.0	
	Bersudut Kasar	1	Acak			1.9	3.2	1.5	
	Bersudut Kasar		Acak	2.0	4.0	1.6	2.8	2.0	
	Bersudut Kasar		Acak	2.2	4.5	2.1	4.2	2.0	
	Bersudut Kasar	> 3	Khusus * ³	5.8	7.0	5.3	6.4	2.0	
	Paralelepipedum	2	Khusus	7.0 - 20.0	8.5 - 24.0	-	-		
	Tetrapod dan Quadripod	2	Acak	7.0	8.0	5.0	6.0	1.5	
						4.5	5.5	2.0	
2.						3.5	4.0	3.0	
	Tribar	2	Acak	9.0	10.0	8.3	9.0	1.5	
						7.8	8.5	2.0	
3.	Dolos	2	Acak	15.8	31.8	8.0	16.0	2.0	
						7.0	14.0	2.0	
						-	5.0	* ²	
5.	Kubus Dimodifikasi	2	Acak	6.5	7.5	-	7.0	* ²	
6.	Hexapod	2	Acak	8.0	9.5	5.0	9.5	* ²	
7.	Tribar	1	Seragam	12.0	15.0	7.5	-		
8.	Batu Pecah (KRR) (Graded Angular)	-	Acak	2.2	2.5	-	-		

Catatan:

n : jumlah susunan butir batu dalam lapis pelindung

*¹ : penggunaan n = 1 tidak disarankan untuk kondisi gelombang pecah*² : sampai ada ketentuan lebih lanjut tentang nilai K_D, penggunaan K_D dibatasi pada kemiringan 1 : 1,5 sampai 1 : 3*³ : batu ditempatkan dengan sumbu panjangnya tegak lurus permukaan bangunan

Persamaan di atas memberikan berat butir batu pelindung yang sangat besar. Untuk mendapatkan batu yang sangat besar tersebut adalah sulit dan mahal. Guna memperkecil harga pembangunan maka bangunan pantai dibuat dalam beberapa lapis. Lapis terluar terdiri dari batu dengan ukuran seperti persamaan di atas sedangkan pada lapisan di bawahnya diletakkan ukuran batu yang semakin kecil.

Bangunan pengaman pantai biasanya dibedakan dalam dua bagian, yaitu kepala dan lengan bangunan. Kepala bangunan mempunyai panjang sekitar 15 m sampai 45 m dari ujung bangunan. Panjang tersebut tergantung pada panjang bangunan dan elevasi puncak ujung bangunan. Pada bagian kepala bangunan memerlukan berat butir batu pelindung yang lebih besar daripada lengan bangunan. Hal ini mengingat bahwa kepala bangunan menerima serangan gelombang dari berbagai



arah sehingga pada tabel di atas, nilai K_D untuk bagian kepala bangunan lebih kecil daripada nilai di lengan bangunan.

1. Lapis Lindung Pertama

Diketahui :

$$W_r = 2.65 \text{ ton/m}^3$$

$$H_D = 1.55 \text{ m}$$

$$W_{\text{air laut}} = 1.03 \text{ ton/m}^3$$

$$K_D = 2 \text{ m}$$

$$W = 0.317 \text{ ton atau } 317 \text{ kg} \approx 320 \text{ kg}$$

$$\text{Tebal (t}_1\text{)} = n.KD (W/W_r)^{1/3} = 2 \times 1.15 \times (0.317/2.2)^{1/3} = 1.13 \text{ m} \approx 1.20 \text{ m}$$

2. Lapis Lindung Kedua

$$W/10 = 0.317/10 = 0.0317 \text{ ton} \approx 32 \text{ kg}$$

$$\text{Tebal (t}_2\text{)} = n.KD (W/W_r)^{1/3} = 2 \times 1.15 \times (0.317/2.2)^{1/3} = 0.526 \text{ m} \approx 0.60 \text{ m}$$

3. Lapis Core Layer

$$W/200 = 0.317/200 = 0.00159 \text{ ton} \approx 2 \text{ kg}$$

4.3 LEBAR DAN TEBAL PUNCAK BANGUNAN

Lebar puncak juga tergantung pada limpasan yang diijinkan. Pada kondisi limpasan yang diijinkan, lebar puncak minimum adalah sama dengan lebar dari tiga butir batu pelindung yang disusun berdampingan ($n = 3$). Untuk bangunan tanpa terjadi limpasan, lebar puncak bangunan bisa lebih kecil. Selain batasan tersebut, lebar puncak harus cukup lebar untuk keperluan operasi peralatan pada waktu pelaksanaan dan perawatan.

Lebar puncak bangunan pengamanan pantai dapat dihitung dengan rumus berikut ini :

$$B = n \cdot k \Delta \cdot \left(\frac{W}{W_t} \right)^{1/3}$$

Dimana :

$$B = \text{Lebar Puncak}$$



n = Jumlah Butiran ($n_{\text{minimum}} = 3$)

k Δ = Koefisien Lapis

W = berat butir batu pelindung

W_r = berat jenis batu pelindung

Kadang-kadang di puncak bangunan pengaman pantai terbuat dari dinding lapis beton yang dicor di tempat. Lapisan beton ini mempunyai tiga fungsi, yaitu memperkuat puncak bangunan, menambah tinggi puncak bangunan dan sebagai jalan untuk perawatan.

Tebal lapis pelindung dan jumlah butir batu tiap satu luasan diberikan oleh rumus berikut ini :

$$t = n \cdot k\Delta \cdot \left(\frac{W}{W_t} \right)^{1/3}$$

$$N = A \cdot n \cdot k\Delta \cdot \left(1 - \frac{P}{100} \right) \cdot \left(\frac{W_r}{W} \right)^{2/3}$$

Dimana :

t = berat jenis

n = jumlah lapis batu dalam lapis pelindung

k Δ = koefisien yang diberikan dalam Tabel 3.13

A = luas permukaan

P = porositas rerata dari lapis pelindung (%) yang diberikan dalam

Tabel 3.13

N = jumlah butir batu untuk satu satuan luas permukaan A

W = berat butir batu pelindung

W_r = berat jenis batu pelindung

Tumpukan batu dapat juga digunakan sebagai pondasi dan pelindung kaki bangunan pengaman pantai. Sebagai pondasi, bangunan pengaman pantai dari blok beton, caison atau buis beton ditempatkan di atas tumpukan batu. Sedangkan tumpukan batu sebagai pelindung kaki ditempatkan di depan bangunan yang berfungsi melindungi tanah pondasi terhadap gerusan akibat gelombang.

Stabilitas bangunan tergantung pada kemampuan pondasi terhadap erosi yang ditimbulkan oleh serangan gelombang-gelombang besar. Gelombang rencana untuk menghitung berat batu pondasi dan pelindung kaki sama dengan yang digunakan untuk perencanaan bangunannya.

Berat butir batu untuk pondasi dan pelindung kaki bangunan diberikan oleh persamaan sebagai berikut :

$$W = \frac{W_r \cdot H^3}{Ns^3(S_r - 1)^3}$$

Dimana :

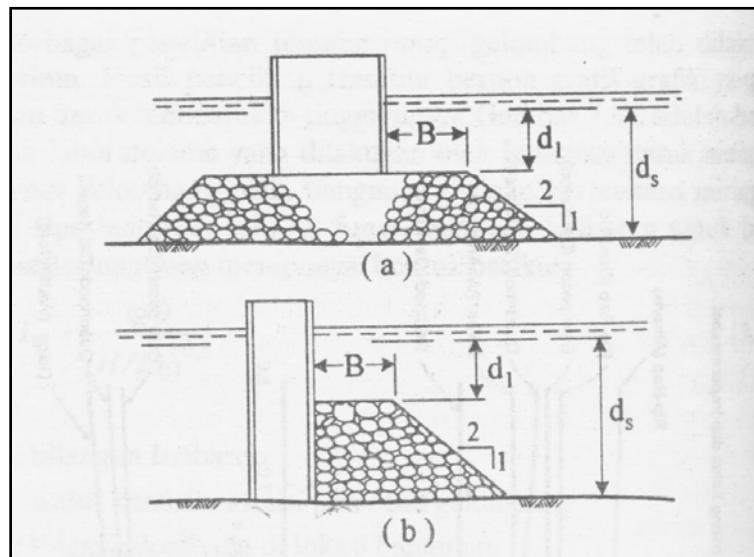
W = berat rerata butir batu (ton)

W_r = berat jenis batu (ton/m³)

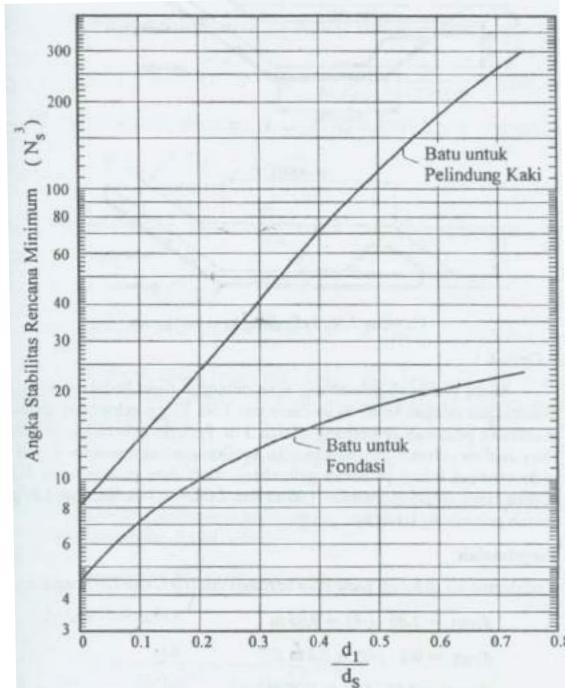
H = tinggi gelombang rencana (m)

S_r = W_r/W_w ; di mana W_w = berat satuan air = 1.025kg/m³

N_s = Angka stabilitas rencana untuk pondasi dan pelindung kaki bangunan seperti diberikan pada gambar 3.54 – 3.55 berikut.



Gambar 4.3 Pondasi (a) dan Pelindung Kaki (b) dari Tumpukan Batu

Gambar 4.4 Angka Stabilitas N_s Untuk Pondasi dan Pelindung Kaki

No	Jenis Material	Kemiringan Bangunan	Tinggi Bangunan	Lebar Puncak	Jumlah Batu Pelindung	Lapis Lindung Luar		Lapis Lindung kedua		Lapis Core	Toe Protection		
			m	m	bh	Berat kg	Tebal m	Berat kg	Tebal m	Layer	Tinggi m	Berat kg	Lebar m
1	Batu Alam Kasar	1 : 4	3.75	2	60	320	1.2	32	0.6	2	0.9	160	3.1
2	Batu Alam Kasar	1 : 3	3.75	2	50	430	1.3	43	0.6	2.5	1	220	3.1
3	Batu Alam Kasar	1 : 2	3.75	2	40	650	1.5	65	0.7	3.5	1.1	320	3.1
4	Kaison dan Beton Siklop	1 : 2	3.75	3	-	1400	2	-	-	6.5	1.4	700	3.1
5	Kaison dan Beton Siklop	1 : 1.5	3.75	2.5	-	850	1.6	-	-	4.5	1.2	425	3.1

Tabel 4.2 Koefisien Lapis

No.	Batu Pelindung	n	Penempatan	Koef. Lapis (k_D)	Porositas P (%)
1.	Batu Alam (halus)	2	Random (Acak)	1.02	38
2.	Batu Alam (kasar)	2	Random (Acak)	1.15	37
3.	Batu Alam (kasar)	> 3	Random (Acak)	1.10	40
4.	Kubus	2	Random (Acak)	1.10	47
5.	Tetrapod	2	Random (Acak)	1.04	50
6.	Quadripod	2	Random (Acak)	0.95	49
7.	Hexapod	2	Random (Acak)	1.15	47
8.	Tribar	2	Random (Acak)	1.02	54
9.	Dolos	2	Random (Acak)	1.00	63
10.	Tribar	1	Seragam	1.13	47
11.	Batu Alam		Random (Acak)	37	

1. Lebar Puncak Revetment

$$\begin{aligned}
 B &= n \cdot k \Delta \cdot \left(\frac{W}{W_t} \right)^{1/3} \\
 &= 3 \times 1.15 \times (0.317/2.65)^{1/3} \\
 &= 1.6997 \text{ m} \approx 2 \text{ m}
 \end{aligned}$$

2. Jumlah Batu Pelindung

$$\begin{aligned}
 N &= A \cdot n \cdot k \Delta \cdot \left(1 - \frac{P}{100} \right) \cdot \left(\frac{W_r}{W} \right)^{2/3} \\
 &= 10 \times 2 \times 1.15 \times (1-(37/100)) \times (0.317/2.65)^{2/3} \\
 &= 59.6789 \text{ bh} \approx 60 \text{ bh}
 \end{aligned}$$

3. Toe Protection**a. Tinggi Toe Protection**

Tebal lapis rata-rata (r) = $(1.13 + 0.526)/2 = 0.83 \text{ m}$

$t_{\text{toe}} = r = 0.83 \text{ m}$

b. Lebar Toe Protection

$B = 2HD = 2 \times 1.55 = 3.1 \text{ m}$

c. Berat Butir Toe Protection

$ds = 1.987 \text{ m}$

$d1 = ds - t_{\text{toe}} = 1.987 - 0.83 = 1.158 \text{ m}$

$d1/ds = 1.158/1.987 = 0.583$

Harga $Ns3$ (Angka Stabilitas Rencana untuk pelindung kaki) diperoleh

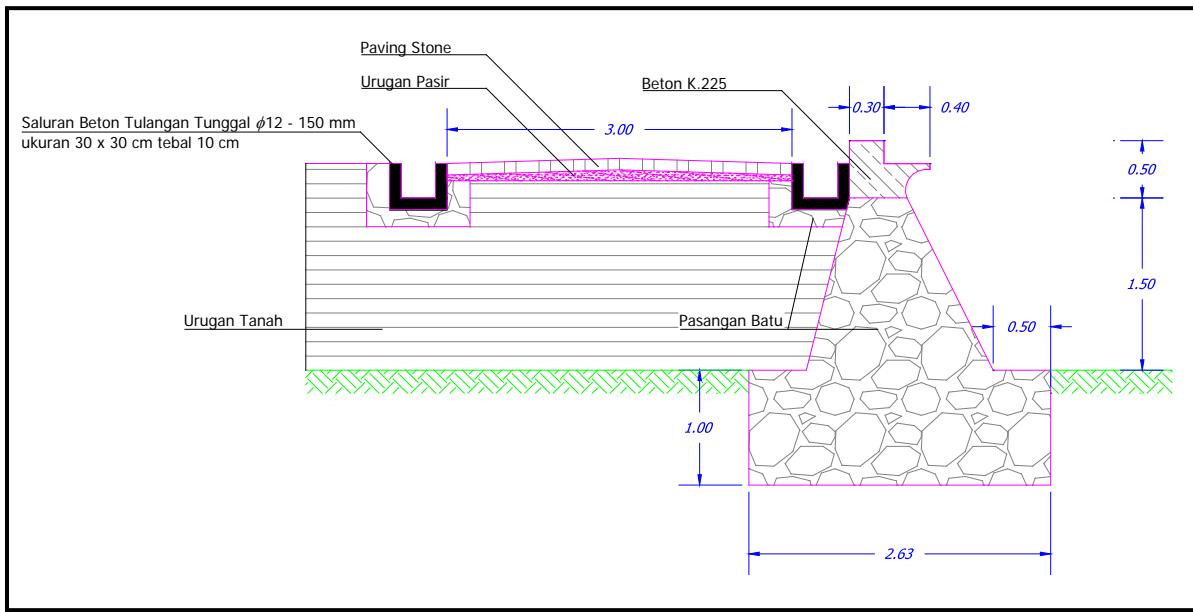
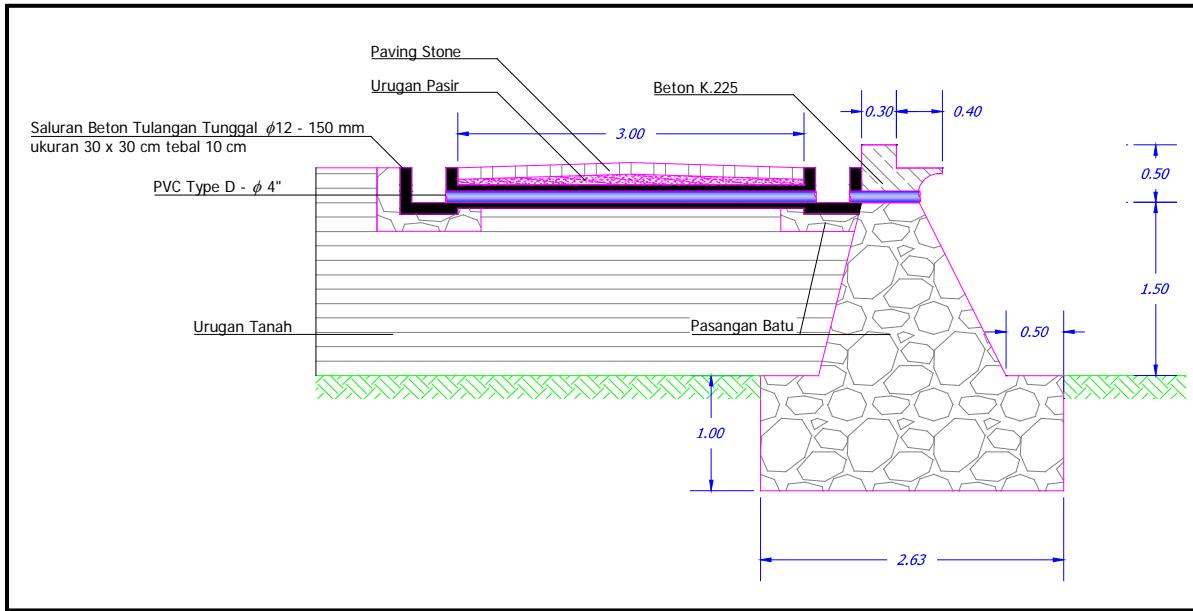
$Ns3 = 110$

$$\begin{aligned}
 W &= \frac{W_r \cdot H^3}{Ns^3(S_r - 1)^3} \\
 &= (2.65 \times 1.553)/(110 \times (2.573-1)^3) \\
 &= 0.0230 \text{ ton} \approx 23 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

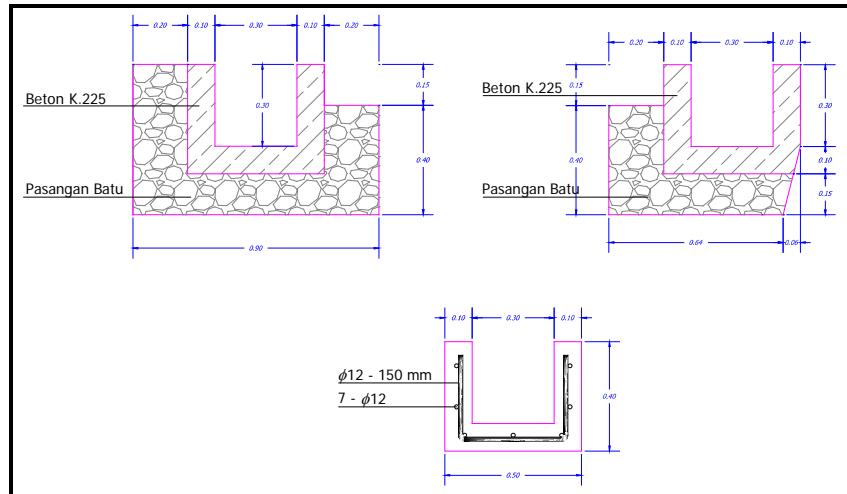
Berat batu lapis lindung toe protection dipergunakan kira-kira setengah dari yang dipergunakan pada dinding tembok (0.5W)

$$W = 0.5 \times 0.317$$

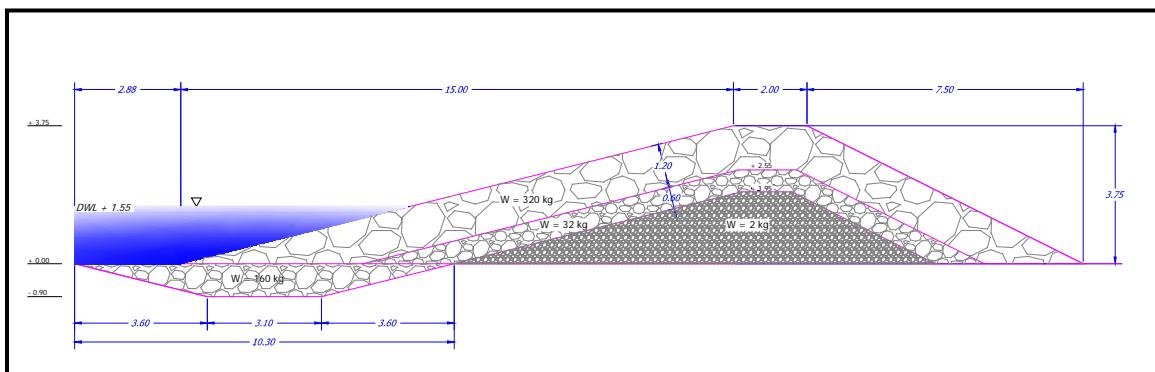
$$= 0.1585 \text{ ton} \approx 160 \text{ kg}$$



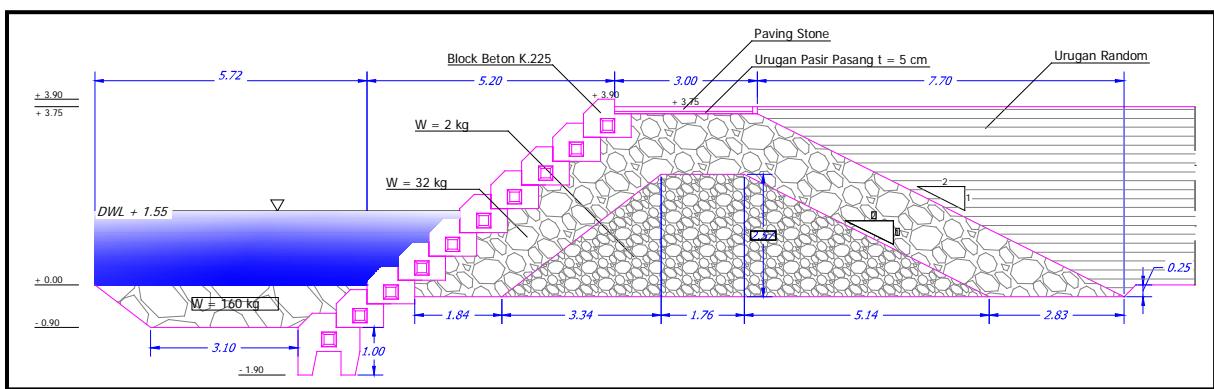
Gambar 4.5 Rencana Talud Pantai Sei Taiwan



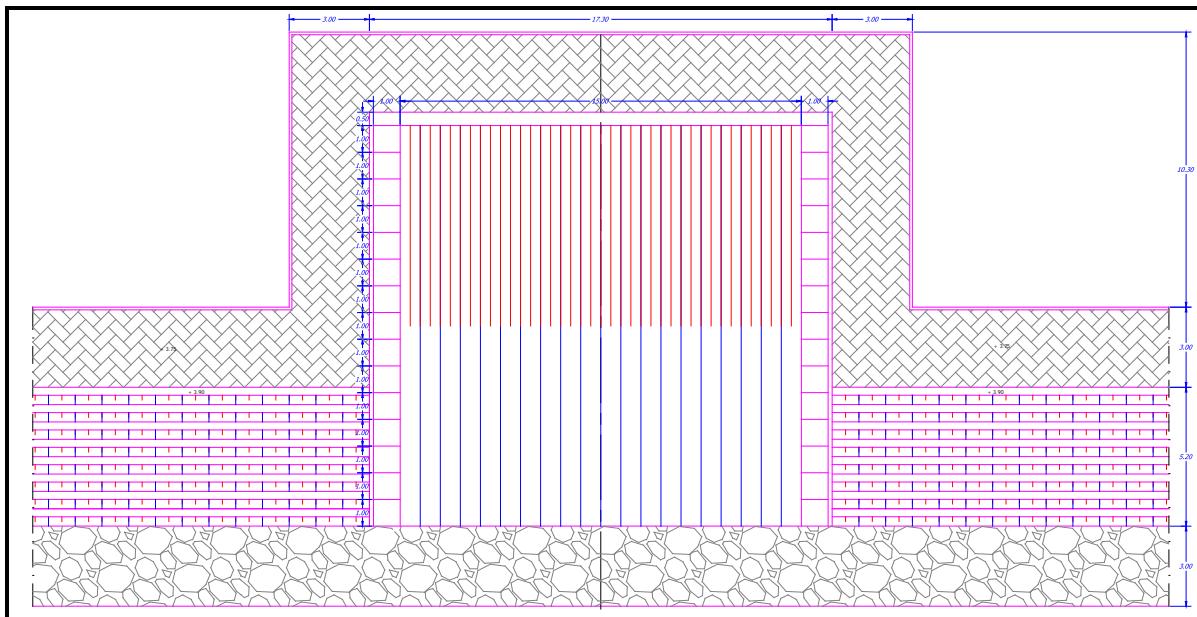
Gambar 4.6 Detail Drainase Talud Pantai Sei Taiwan



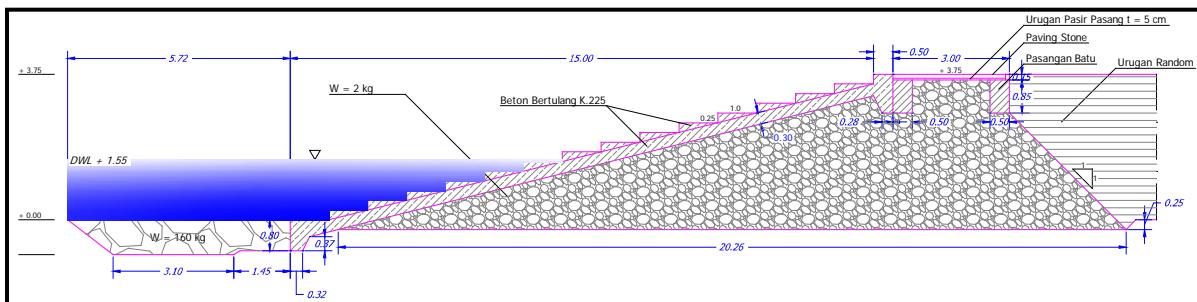
Gambar 4.7 Revetment Alternatif I (Armor)



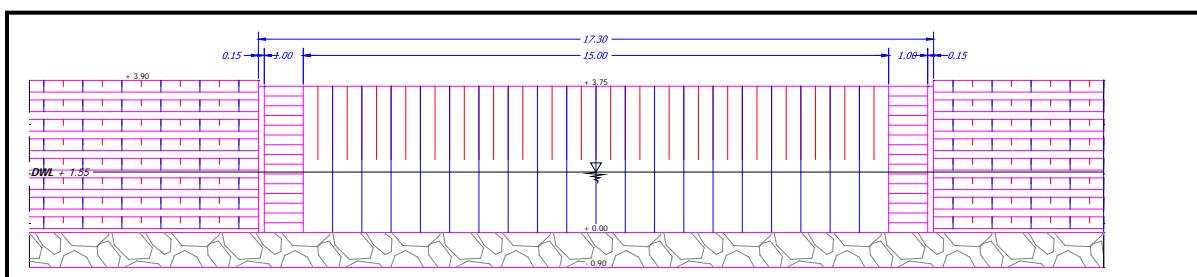
Gambar 4.8 Revetment Alternatif II (Block Beton)



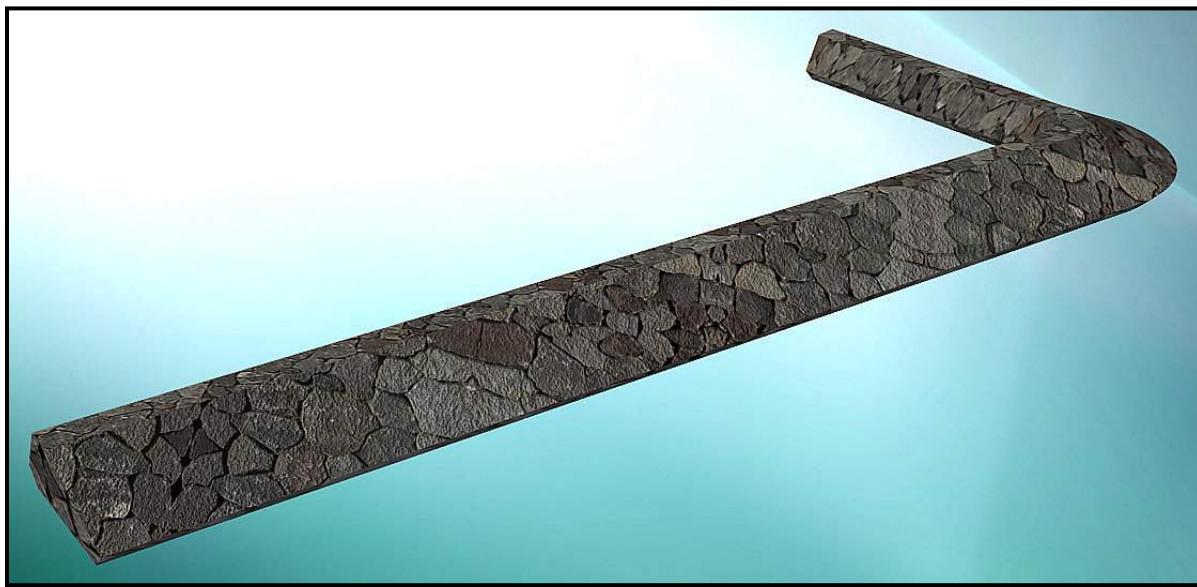
Gambar 4.9 Denah Revetment dan Tangga Perahu



Gambar 4.10 Tampak Samping Tangga Perahu



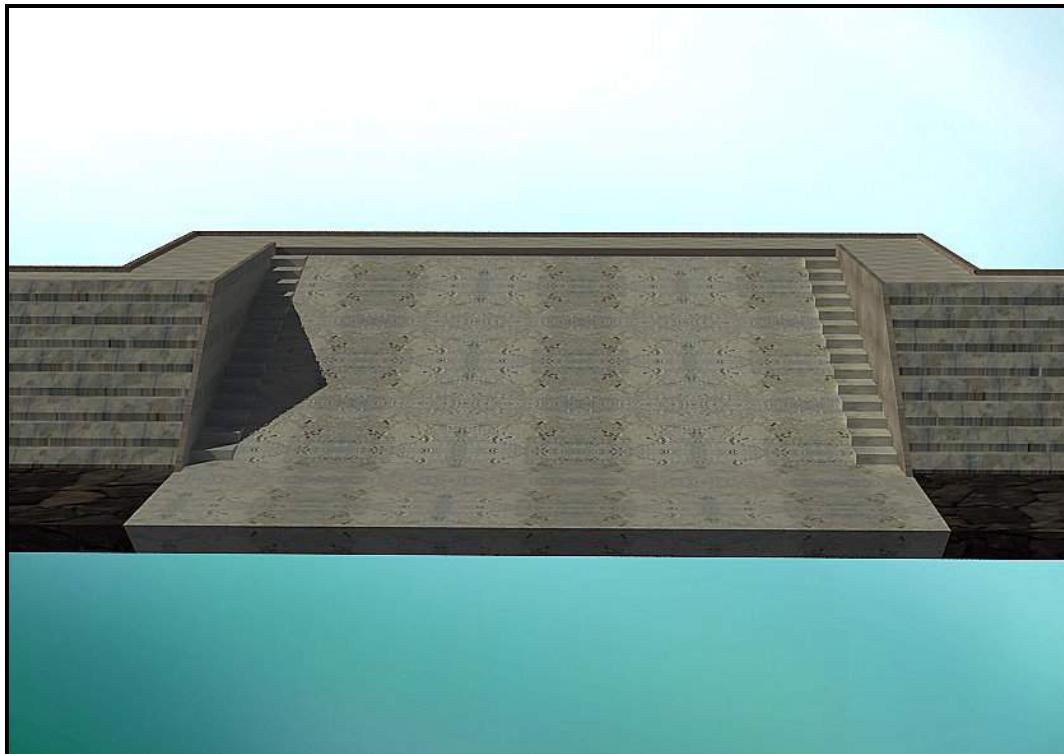
Gambar 4.11 Tampak Depan Tangga Perahu



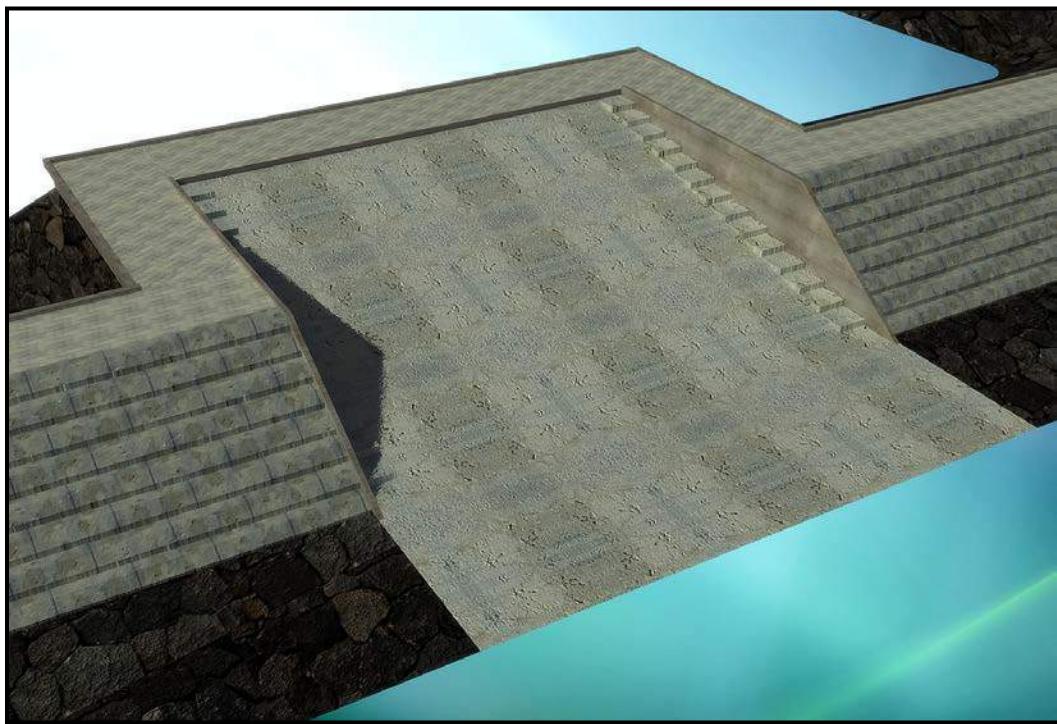
Gambar 4.12 Perspektif Revetment Alternatif I (Armor)



Gambar 4.13 Perspektif Revetment Alternatif II (Block Beton)



Gambar 4.14 Perspektif Tangga Perahu (Tampak Depan)



Gambar 4.15 Perspektif Tangga Perahu (Tampak Miring) _1

4.4 STABILITAS STRUKTUR BANGUNAN

Struktur bangunan pengamanan pantai perlu dilakukan perhitungan terhadap stabilitas bangunan dan daya dukung tanah sehingga mampu memikul gaya luar, seperti gelombang maupun gaya-gaya luar lainnya seperti adanya tekanan tanah.

1. Analisa Penurunan

Penurunan (settlement) dapat didefinisikan sebagai pergerakan vertikal dasar suatu struktur yang dipengaruhi penambahan beban atau lainnya. Banyak faktor yang menyebabkan terjadinya penurunan, biasanya akibat penambahan beban pada tanah sekitarnya, penimbunan, penurunan muka air tanah, getaran, berat konstruksi. Besarnya penurunan dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut.

$$S = S_i + S_C + S_S$$

Dimana :

S_i = penurunan segera (*immediate settlement*)

S_C = penurunan akibat konsolidasi pertama (*primary consolidation settlement*)

S_S = penurunan akibat konsolidasi kedua (*secondary consolidation settlement*)

Harga S_i jauh lebih kecil daripada harga S_C dan waktu yang diperlukan juga lebih kecil daripada waktu S_C . Sedangkan S_S merupakan tahapan kedua sesudah selesainya penurunan pertama, waktu yang diperlukan S_S sangat lama dan harga penurunannya juga kecil.

2. Penurunan Segera (*Immediate Settlement*)

Penurunan langsung disebabkan karena pemampatan elastis tanah. Berdasarkan teori elastis, besarnya penurunan (S_i) dapat dihitung dengan rumus :

$$S_i = \frac{B \cdot q_0}{E_s} (1 - \mu^2) \cdot I_s$$

Dimana :

I_s = faktor pengaruh bentuk pondasi yang harga bergantung pada B dan L

q_0 = gaya netto per unit luas (m')

μ = angka poisson

E_s = modulus kompresi atau elastisitas (Young's Modulus)

L = panjang pondasi

B = lebar pondasi

Besaran-besaran yang dapat digunakan untuk analisa penurunan segera dapat dilihat pada tabel-tabel berikut ini.

Tabel 4.3 Harga I_s Untuk Macam-macam Bentuk Pondasi

Jenis Pondasi	Faktor Pengaruh Bentuk Pondasi I_s			
	Pusat	Sudut	Rata-rata	
Bujursangkar	1,12	0,56	0,95	0,82
Lingkaran	1,00	0,64	0,85	0,88
Persegi	L/B			
	1,50	1,36	0,68	1,20
	2,00	1,53	0,77	1,31
	5,00	2,10	1,05	1,83
	10,00	2,52	1,26	2,25
	100,00	3,38	1,69	2,96
				3,40

Tabel 4.4 Parameter Elastis Berbagai Jenis Tanah.

Jenis Tanah	μ	E_s (kg/cm ²)
Pasir :		
Urai (lepas)	0,20 – 0,40	100 – 250
Setengah padat	0,25 – 0,40	175 – 280
Padat	0,30 – 0,45	350 – 575
Lanauan	0,20 – 0,40	100 – 175
Kerikil dan Pasir	0,15 – 0,35	700 – 1800
Lempung :		
Lunak	0,20 – 0,50	20 – 50
Setengah padat	0,20 – 0,50	50 – 100
Padat	0,20 – 0,50	100 - 250

3. Penurunan Akibat Konsolidasi Pertama (*Primary Consolidation Settlement*)

Penurunan konsolidasi pertama adalah penurunan yang disebabkan pemampatan oleh daya mampat lapisan tanah yang di bawah. Besarnya penurunan (S_c) dalam cm, ditentukan dengan rumus :

$$S_c = m_v \cdot \Delta P \cdot H$$

Dimana :

H = tebal tanah (m), atau

$$S_c = \frac{C_c H}{(1 + e_0)} \cdot x \log \left(\frac{P_0 + \Delta P}{P_0} \right)$$

Nilai C_c (indeks kompresi) diketahui dari pengujian laboratorium atau ditentukan dari Liquid limit (batas cair) tanah jenis lempung umumnya yang mempunyai batas kepekaan < 4 . Rumus indeks kompresi ditentukan sebagai :

$$C_c = 0,009 \cdot (LL - 10)$$

4. Penurunan Akibat Konsolidasi Kedua (Secondary Consolidation Settlement)

Besarnya penurunan kedua dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$S_s = C_a \cdot H_{ts} \cdot \log \left(\frac{t}{t_p} \right)$$

Dimana :

H_{ts} = tebal lapisan tanah pada saat mulai konsolidasi kedua

= $H_t - S_c$

H_t = tebal lapisan tanah

S_c = penurunan pertama konsolidasi

t = waktu yang dibutuhkan untuk pemampatan kedua

t_p = waktu berakhirnya konsolidasi pertama

C_a = koefisien konsolidasi kedua

5. Analisa Daya Dukung dan Stabilitas Geser

Analisa daya dukung dilakukan untuk mempelajari kemampuan tanah dalam mendukung beban struktur yang terletak di atasnya. Daya dukung menyatakan tahanan geser tanah untuk melawan penurunan akibat pembebaan, yaitu tahanan geser yang dapat dikerahkan oleh tanah di sepanjang bidang-bidang gesernya. Analisa daya dukung tanah dilakukan dengan menggunakan persamaan Terzaghi yang diberikan sebagai berikut:

$$q_u = (c \cdot N_c) + (q \cdot N_q) + \left(\frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \right)$$

Dimana :

c = kohesi tanah

γ = berat volume tanah

q = tekanan pada dasar pondasi

B = lebar pondasi

N_c, N_q, N_γ = faktor daya dukung Terzaghi yang dipengaruhi Φ

Umumnya analisa daya dukung didasari pada analisa keruntuhan geser lokal (*local shear failure*) dan keruntuhan geser umum (*general shear failure*) sehingga nilai faktor daya dukung Terzaghi dapat dilihat pada Tabel 4.17 berikut.

Tabel 4.17 Nilai-nilai Faktor Daya Dukung Terzaghi

ϕ	Keruntuhan Geser Umum			Keruntuhan Geser Lokal		
	N_c	N_q	N_γ	N'_c	N'_q	N'_γ
0	5,7	1,0	0,0	5,7	1,0	0,0
5	7,3	1,6	0,5	6,7	1,4	0,2
10	9,6	2,7	1,2	8,0	1,99	0,5
15	12,9	4,4	2,5	9,7	2,7	0,9
20	17,7	7,4	5,0	11,8	3,9	1,7
25	25,1	12,7	9,7	14,8	5,6	3,2
30	37,2	22,5	19,7	19,0	8,3	5,7
34	52,6	36,5	35,0	23,7	1,7	9,0
35	57,8	41,4	42,4	25,2	12,6	10,1
40	95,7	81,3	100,4	34,9	20,5	18,8
45	172,3	173,3	297,5	51,2	35,1	37,7
48	258,3	287,9	780,1	66,8	50,5	60,4
50	347,6	415,1	1153,2	81,3	65,6	87,1

Penentuan daya dukung tanah yang diijinkan untuk desain didasari atas besarnya angka keamanan (FS) yang nilainya sekitar 3 ($FS_{ijin} = 3$). Besarnya daya dukung tanah untuk suatu struktur yang ada di atasnya dapat diperoleh menurut persamaan berikut.



$$FS = \frac{q_u}{\sum P_i} > FS_{ijin} = 3$$

Dimana :

q_u = daya dukung batas tanah

$\sum P_i$ = total tekanan yang bekerja pada tanah

Sedangkan kemampuan tanah untuk menahan gaya geser yang terjadi sebagai berikut.

$$FS_{ijin} = \frac{\sum Fr_i}{\sum F_i} > FS_{ijin} = 1,5$$

Dimana :

$\sum Fr_i$ = total tegangan yang menahan geser tanah

$\sum F_i$ = total tegangan yang bekerja pada tanah

6. Analisa Stabilitas Guling

Analisa stabilitas guling dilakukan untuk melihat kemampuan struktur dalam menahan beban-beban yang bekerja pada struktur tersebut. Pengecekan stabilitas guling dilakukan dengan mengecek angka keamanan struktur yang diberikan oleh persamaan berikut ini.

$$FS_{geser} = \frac{\sum Mr_i}{\sum M_i} > FS_{ijin} = 2,0$$

Dimana :

$\sum Mr_i$ = total momen yang menahan pengaruh guling

$\sum M_i$ = total momen yang bekerja pada tanah

Stability calculation using Hudson Formula

Type of armour material : armour rock (andhesit)

Calculation of required weight W_r (ton):

$$W_r = \frac{\gamma_r H^3}{K_\Delta (S_r - 1)^3 \cot \theta}$$

results
input value

with

H (significant wave height)	=	1.2 m
γ_r (unit weight of shield material)	=	2200 kg/m ³
γ_w (unit weight of sea water)	=	1025 kg/m ³
K_Δ (degree of interlocking)	=	2
S_r (relative density of shield material with water) γ_r/γ_w	=	2.146
θ (slope angle)	=	14°

required weight W_r (main armour) = 314.6 kg/unitrequired weight $W_r/10$ (secondary armour) = 31.5 kg/unit**Perhitungan tekanan lateral aktif (Pa) & pasif tanah (Pp)**

Struktur	H (m)	γ tanah kN/m ³	C kN/m ²	ϕ	Ka	qfa (kN/m ²)	Kp	qfp (kN/m ²)	Pa	Pp
Revetment	3.75	17.0	5.0	28	0.36	23.02	2.77	176.58	43.15	356.04
Talud Sandoway	1.20	17.0	4.5	22	0.45	9.28	2.20	44.84	5.57	46.92
Talud Meiy & Mawar	1.70	17.0	4.5	24	0.42	12.19	2.37	68.53	10.36	79.04

Stabilitas terhadap guling

Struktur	h (m)	Area Struktur (m ²)	Unit Weight Struktur (kN/m ³)	Lengan momen dari titik tumpu- struktur (m)	Pa (kN/m)	Pp (kN/m)	Moa (kN-m)	Mop (kN-m)	Mr (kN-m)	SFa (Mr/Moa)	SFp (Mr/Mop)	Ket.
Revetment	3.75	43.13	24	10.17	43.15	356.04	55.19	445.06	10528.78	190.76	23.66	OK!!
Talud Sandoway	1.20	4.16	22	1.32	5.57	46.92	2.63	18.77	121.05	46.07	6.45	OK!!
Talud Meiy & Mawar	1.70	4.74	22	4.53	10.36	79.04	6.44	44.79	471.37	73.23	10.52	OK!!



Stabilitas terhadap sliding

Struktur	ϕ	C (kN/m ²)	B (m)	Area Struktur (m ²)	Unit Weight Struktur (kN/m ³)	ΣV (kN/m)	$\Sigma V \tan(2/3\phi)$ (kN/m)	f (kN/m)	Pp (kN/m)	Pa (kN/m)	SF (Hr/Ho)	Ket.
Revetment	28	5.0	24.5	43.13	24	1035.00	349.66	81.67	356.04	43.15	18.25	OK!!
Talud Sandoway	22	4.5	2.78	4.16	22	91.52	23.95	8.34	46.92	5.57	14.22	OK!!
Talud Meiy & Mawar	24	4.5	2.78	4.74	22	104.17	29.87	8.34	79.04	10.36	11.32	OK!!

Stabilitas terhadap daya dukung (bearing capacity)

Struktur	ϕ	C (kN/m ²)	γ tanah kN/m ³	B (m)	D (m)	Area Timbunan (m ²)	Unit Weight Timbunan (kN/m ³)	ΣV (kN/m)	Nc	Nq	N _f	ψ	Pa (kN/m)	Fcd	Fci	Fqd	Fqi	F _f d	F _f i	q _u (kN/m ²)	q _{toe} (kN/m ²)	SF	Ket.
Revetment	28	5.0	17	24.5	0	43.13	24	1035.00	25.80	14.72	16.72	2.39	43.15	1.00	0.95	1.00	0.95	1.00	0.84	3035.69	1035.00	2.93	OK!!
Talud Sandoway	22	4.5	17	2.78	1	4.16	22	91.52	16.88	7.82	7.13	3.48	5.57	1.14	0.92	1.11	0.92	1.00	0.71	336.47	91.52	3.68	OK!!
Talud Meiy & Mawar	24	4.5	17	2.78	1	4.74	22	104.17	19.32	9.60	9.44	5.68	10.36	1.14	0.88	1.11	0.88	1.00	0.58	376.78	104.17	3.62	OK!!

Analisis Settlement

Perhitungan Settlement Untuk Struktur Revetment

1. Immediate Settlement

dihitung sebagai Loose Sand (Table 3.6 Principles of Foundation Engineering - 2nd ed. Das, Braja M.1990)

$$B = 24.5 \text{ m} \quad Es = 700000 \text{ kg/m}^2$$

$$L = 300 \text{ m} \quad \mu_s = 0.2$$

$$m = B / L = 0.0817 \quad q_0 = 1000 \text{ kg/m}^2$$

$$\alpha = [\ln(((1+m^2)^{0.5}+m) / ((1+m^2)^{0.5}-m)) + m \cdot \ln(((1+m^2)^{0.5}+1) / ((1+m^2)^{0.5}-1))] \cdot 1/\pi = 0.218$$

$$S_i = B \cdot q_0 \cdot (1 - \mu_s^2) \cdot \alpha / Es = 0.007 \text{ m}$$

2. Primary Consolidation Settlement : Sc

$$L = 24.5 \text{ m} \quad \gamma_1 = 17 \text{ kN/m}^3 \quad D = 2.6 \text{ m}$$

$$B = 300 \text{ m}$$

$$q_0 = 40 \text{ kN/m}^2$$

$$Sc = D \cdot Cc \cdot \log((P_0 + \delta p) / (1 + e_{0i}))$$

No. Lapisan	Tebal Lapisan (m)	Ttk.tinjauan Lapisan Zi (m)	$\Delta p = (q_0 \times B \times L) / ((B+Z)(L+Z))$ (kg/m ²)	Δp_{av}	$P_0 = \sigma'_i l = \gamma_i \cdot (D_f + Z)$ (kg.m ²)	Cci	e_{0i}	Sc (m)
2	2.6	0	40	37.856	41.2	0.4	0.9	0.1549

$$Sc = 0.1549$$

$$\text{TOTAL SETTLEMENT} =$$

$$S_i + Sc = 0.1623 \text{ m} = 16.23 \text{ cm}$$



Analisis Settlement

Perhitungan Settlement Untuk Struktur Talud

1. Immediate Settlement

dihitung sebagai Loose Sand (Table 3.6 Principles of Foundation Engineering - 2nd ed. Das, Braja M.1990)

$$\begin{aligned} B &= 2.78 \text{ m} & Es &= 700000 \text{ kg/m}^2 \\ L &= 10 \text{ m} & \mu_s &= 0.2 \\ m = B / L &= 0.278 & q_0 &= 1000 \text{ kg/m}^2 \\ \alpha &= [ln(((1+m^2)^{0.5}+m) / ((1+m^2)^{0.5}-m)) + m \ln[((1+m^2)^{0.5}+1) / ((1+m^2)^{0.5}-1)]] / \pi = 0.527 \end{aligned}$$

$$S_i = B \cdot q_0 \cdot (1 - \mu_s^2) \cdot \alpha / Es = 0.002 \text{ m}$$

2. Primary Consolidation Settlement : Sc

$$\begin{aligned} L &= 72 \text{ m} & \gamma_i &= 17 \text{ kN/m}^3 \\ B &= 33 \text{ m} & D &= 2.6 \text{ m} \\ q_0 &= 40 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$Sc = D \cdot C_c \cdot \log((P_o + \delta p) / (1 + e_{oi}))$$

No.	Tebal Lapisan (m)	Ttk.tinjauan Lapisan Zi (m)	$\Delta p = (q_0 \times B \times L) / ((B+Z)(L+Z))$ (kg/m ²)	Δp_{av}	$P_o = \sigma'_c \cdot i = \gamma_i \cdot (D_f + Z)$ (kg/m ²)	Cci	e_{oi}	Sc (m)
2	1.6	1.6	37.321	36.545	36.2	0.4	0.9	0.1021
		2.1	36.541					
		2.6	35.786					

$$Sc = 0.1021$$

$$\begin{aligned} \text{TOTAL SETTLEMENT} &= S_i + Sc = 0.1041 \text{ m} \\ &= 10.41 \text{ cm} \end{aligned}$$

Analisis Settlement

Perhitungan Settlement Untuk Struktur Talud

1. Immediate Settlement

dihitung sebagai Loose Sand (Table 3.6 Principles of Foundation Engineering - 2nd ed. Das, Braja M.1990)

$$\begin{aligned} B &= 2.78 \text{ m} & Es &= 700000 \text{ kg/m}^2 \\ L &= 10 \text{ m} & \mu_s &= 0.2 \\ m = B / L &= 0.278 & q_0 &= 1000 \text{ kg/m}^2 \\ \alpha &= [ln(((1+m^2)^{0.5}+m) / ((1+m^2)^{0.5}-m)) + m \ln[((1+m^2)^{0.5}+1) / ((1+m^2)^{0.5}-1)]] / \pi = 0.527 \end{aligned}$$

$$S_i = B \cdot q_0 \cdot (1 - \mu_s^2) \cdot \alpha / Es = 0.002 \text{ m}$$

2. Primary Consolidation Settlement : Sc

$$\begin{aligned} L &= 72 \text{ m} & \gamma_i &= 17 \text{ kN/m}^3 \\ B &= 33 \text{ m} & D &= 2.6 \text{ m} \\ q_0 &= 40 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$Sc = D \cdot C_c \cdot \log((P_o + \delta p) / (1 + e_{oi}))$$

No.	Tebal Lapisan (m)	Ttk.tinjauan Lapisan Zi (m)	$\Delta p = (q_0 \times B \times L) / ((B+Z)(L+Z))$ (kg/m ²)	Δp_{av}	$P_o = \sigma'_c \cdot i = \gamma_i \cdot (D_f + Z)$ (kg/m ²)	Cci	e_{oi}	Sc (m)
2	1.6	1.6	37.321	36.545	36.2	0.4	0.9	0.1021
		2.1	36.541					
		2.6	35.786					

$$Sc = 0.1021$$

$$\begin{aligned} \text{TOTAL SETTLEMENT} &= S_i + Sc = 0.1041 \text{ m} \\ &= 10.41 \text{ cm} \end{aligned}$$



BAB V**RENCANA ANGGARAN BIAYA**

Dalam merencanakan suatu proyek, adanya rencana anggaran biaya merupakan hal yang tidak dapat diabaikan. Rencana anggaran biaya disusun berdasarkan dimensi dari bangunan yang telah direncanakan secara detail, yang akan disusun secara rinci untuk mengetahui biaya pembangunan konstruksi tersebut. Pada bab ini diuraikan perhitungan-perhitungan rencana anggaran biaya dari mulai pekerjaan perhitungan harga satuan biaya, pekerjaan perhitungan analisis harga satuan, pekerjaan perhitungan rincian biaya pekerjaan, dan rekapitulasi rencana anggaran biaya pekerjaan. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) dihitung berdasarkan analisa BOW dengan menggunakan Harga Satuan Pekerjaan Kabupaten Nunukan Tahun 2013

5.1 HARGA SATUAN UPAH DAN BAHAN**Tabel 5.1 Harga Satuan Upah**

NO	JENIS UPAH / BAHAN	SATUAN	HARGA SATUAN
A	<u>UPAH</u>		
1	Mandor	Orang/Hari	150,000.00
2	Tukang	Orang/Hari	100,000.00
3	Pekerja	Orang/Hari	80,000.00
4	Tukang Kepala	Orang/Hari	120,000.00
5	Pekerja untuk Peralatan	Orang/Jam	8,750.00
6	Forement Equitment	Orang/Jam	10,000.00
7	Operator	Orang/Jam	15,000.00
8	Pembantu Operator	Orang/Jam	12,500.00
9	Juru Ukur	Orang/Jam	12,500.00

Tabel 5.2 Harga Satuan Bahan Material

NO	JENIS UPAH / BAHAN	SATUAN	HARGA SATUAN
B	BAHAN		
1	Batu Kali	M3	381,666.67
2	Kerikil Beton - uk 2/3	M3	736,666.67
3	Koral Beton	M3	736,666.67
4	Pasir Pasangan	M3	330,000.00
5	Pasir Beton	M3	330,000.00
6	Pasir Urug	M3	275,000.00
7	Tanah Timbunan	M3	305,000.00
8	Kawat Ikat Beton	Kg	22,120.00
9	Paku	Kg	25,200.00
10	Besi Beton Ulir	Kg	24,780.00
11	Besi Beton Standar	Kg	18,707.00
12	Semen	Zak	109,000.00
13	Sirtu	M3	280,000.00
14	Bensin	Liter	12,250.00
15	Solar	Liter	12,916.67
16	Minyak Tanah	Liter	10,416.67
17	Pelumas	Liter	35,416.67
18	Grease/Gemuk	Kg	32,450.00
19	Kayu besi	M3	2,525,000.00
20	Kayu Bekisting	M3	2,175,000.00
21	Multipleks	Lbr	160,785.71
22	Kawat Bronjong	Kg	21,325.00

5.2 ANALISA HARGA SATUAN

Tabel 5.3 Daftar Harga Satuan Pekerjaan

ANALISA HARGA SATUAN

Tahun Anggaran : 2012
 Jenis Pekerjaan : Pembersihan Lokasi Dengan Alat
 Satuan Pembayaran : M2

NO	URAIAN PEKERJAAN	SAT	VOLUME	HARGA	JUMLAH HARGA
1	A. TENAGA KERJA Foreman equipment Pekerja untuk Peralatan	O/J O/J	0.0005 0.0019	10,000.00 8,750.00	5.00 16.63
	B. BAHAN				
	C. PERALATAN Excavator	Jam	0.0024	893,200.00	2,143.68
	D. JUMLAH				2,165.31
	E. KEUNTUNGAN 10 %				216.53
	F. TOTAL				2,381.84
	G. DIBULATKAN				2,381.00

ANALISA HARGA SATUAN

Tahun Anggaran : 2012
 Jenis Pekerjaan : Pemasangan Bouwplank
 Satuan Pembayaran : M2

NO	URAIAN PEKERJAAN	SAT	VOLUME	HARGA	JUMLAH HARGA
2	A. U P A H Pekerja Mandor Tukang kayu Kepala tukang	Ho Ho Ho Ho	0.0500 0.0050 0.0500 0.0050	80,000.00 150,000.00 100,000.00 120,000.00	4,000.00 750.00 5,000.00 600.00
	B. B A H A N Papan bouwplank Paku kayu Kasau	M3 Kg M3	0.0040 0.0200 0.0040	2,175,000.00 25,200.00 2,175,000.00	8,700.00 504.00 8,700.00
	C. PERALATAN				
	D. JUMLAH				28,254.00
	E. KEUNTUNGAN 10 %				2,825.40
	F. T O T A L				31,079.40
	G. DIBULATKAN				31,079.00

ANALISA HARGA SATUAN

Tahun Anggaran : 2012
 Jenis Pekerjaan : Galian tanah dengan alat
 Satuan Pembayaran : M3

NO	URAIAN PEKERJAAN	SAT	VOLUME	HARGA	JUMLAH HARGA
3	A. U P A H Foreman equipment Pekerja untuk Peralatan	O/J O/J	0.0109 0.0218	10,000.00 8,750.00	109.00 190.75
	B. B A H A N				
	C. PERALATAN Excavator	Jam	0.0448	893,200.00	40,015.36
	D. JUMLAH				40,315.11
	E. KEUNTUNGAN 10 %				4,031.51
	F. T O T A L				44,346.62
	G. DIBULATKAN				44,346.00

ANALISA HARGA SATUAN

Tahun Anggaran : 2012
 Jenis Pekerjaan : Galian tanah berbatu dengan alat
 Satuan Pembayaran : M3

NO	URAIAN PEKERJAAN	SAT	VOLUME	HARGA	JUMLAH HARGA
4	A. U P A H Foreman equipment Pekerja untuk Peralatan	O/J O/J	0.4211 0.0528	10,000.00 8,750.00	4,211.00 462.00
	B. B A H A N				
	C. PERALATAN Excavator Excavator dengan jackhammer	Jam Jam	0.0526 0.0526	893,200.00 1,090,100.00	46,982.32 57,339.26
	D. JUMLAH				108,994.58
	E. KEUNTUNGAN 10 %				10,899.46
	F. T O T A L				119,894.04
	G. DIBULATKAN				119,894.00



ANALISA HARGA SATUAN

Tahun Anggaran : 2012
 Jenis Pekerjaan : Timbunan tanah sirtu dengan alat dari hasil galian
 Satuan Pembayaran : M3

NO	URAIAN PEKERJAAN	SAT	VOLUME	HARGA	JUMLAH HARGA
5	A. U P A H Forement Equitment Pekerja untuk Peralatan	O/J O/J	0.0044 0.0235	10,000.00 8,750.00	44.00 205.63
	B. B A H A N Timbunan	M3	1.0000	15,000.00	15,000.00
	C. PERALATAN Excavator Vibro Roller	Jam Jam	0.0139 0.0069	893,200.00 337,700.00	12,410.52 2,346.08
	D. JUMLAH				30,006.22
	E. KEUNTUNGAN 10 %				3,000.62
	F. T O T A L				33,006.84
	G. DIBULATKAN				33,006.00

ANALISA HARGA SATUAN

Tahun Anggaran : 2012
 Jenis Pekerjaan : Timbunan Tanah Mendaratkan
 Satuan Pembayaran : M3

NO	URAIAN PEKERJAAN	SAT	VOLUME	HARGA	JUMLAH HARGA
6	A. U P A H Forement Equitment Pekerja untuk Peralatan	O/J O/J	0.0080 0.0403	0.00 0.00	0.00 0.00
	B. B A H A N Tanah Timbunan	M3	1.2000	305,000.00	366,000.00
	C. PERALATAN Excavator Bulldozer Dump Truck	Jam Jam Jam	0.0188 0.0200 0.0403	109,000.00 280,000.00 12,916.67	2,049.20 5,600.00 520.54
	D. JUMLAH				374,169.74
	E. KEUNTUNGAN 10 %				37,416.97
	F. T O T A L				411,586.72
	G. DIBULATKAN				411,586.00

ANALISA HARGA SATUAN

Tahun Anggaran : 2012
 Jenis Pekerjaan : Urugan Pasir
 Satuan Pembayaran : M3

NO	URAIAN PEKERJAAN	SAT	VOLUME	HARGA	JUMLAH HARGA
6	A. U P A H Forement Equitment Pekerja untuk Peralatan	O/J O/J	0.0080 0.0403	10,000.00 8,750.00	80.00 352.63
	B. B A H A N Tanah Timbunan	M3	1.2000	305,000.00	366,000.00
	C. PERALATAN Excavator Bulldozer Dump Truck	Jam Jam Jam	0.0188 0.0200 0.0403	893,200.00 1,090,100.00 426,800.00	16,792.16 21,802.00 17,200.04
	D. JUMLAH				422,226.83
	E. KEUNTUNGAN 10 %				42,222.68
	F. T O T A L				464,449.51
	G. DIBULATKAN				464,449.00

ANALISA HARGA SATUAN

Tahun Anggaran : 2012
 Jenis Pekerjaan : Pasangan batu kali 1Pc : 3Ps
 Satuan Pembayaran : M3

NO	URAIAN PEKERJAAN	SAT	VOLUME	HARGA	JUMLAH HARGA
7	A. U P A H Mandor Pekerja Tukang Batu Tukang Kepala	Ho	0.0750	150,000.00	11,250.00
		Ho	1.5000	80,000.00	120,000.00
		Ho	0.6000	100,000.00	60,000.00
		Ho	0.0600	120,000.00	7,200.00
	B. B A H A N Batu Kali Pasir Pasangan Semen	M3	1.1000	381,666.67	419,833.34
		M3	0.5200	330,000.00	171,600.00
		Zak	3.2600	109,000.00	355,340.00
	C. PERALATAN				
	D. JUMLAH				1,145,223.34
	E. KEUNTUNGAN 10 %				114,522.33
	F. T O T A L				1,259,745.67
	G. DIBULATKAN				1,259,745.00

ANALISA HARGA SATUAN

Tahun Anggaran : 2012
 Jenis Pekerjaan : Plesteran 1Pc : 3Ps (tebal 1,5 cm)
 Satuan Pembayaran : M2

NO	URAIAN PEKERJAAN	SAT	VOLUME	HARGA	JUMLAH HARGA
8	A. U P A H Mandor Pekerja Tukang Tukang Kepala	Ho	0.0100	150,000.00	1,500.00
		Ho	0.2000	80,000.00	16,000.00
		Ho	0.1500	100,000.00	15,000.00
		Ho	0.0150	120,000.00	1,800.00
	B. B A H A N Pasir Semen	M3	0.0190	330,000.00	6,270.00
		Zak	0.1296	109,000.00	14,126.40
	C. PERALATAN				
	D. JUMLAH				54,696.40
	E. KEUNTUNGAN 10 %				5,469.64
	F. T O T A L				60,166.04
	G. DIBULATKAN				60,166.00

ANALISA HARGA SATUAN

Tahun Anggaran : 2012
 Jenis Pekerjaan : Siaran 1Pc : 2Ps (tebal 1,5 cm)
 Satuan Pembayaran : M2

NO	URAIAN PEKERJAAN	SAT	VOLUME	HARGA	JUMLAH HARGA
9	A. U P A H Mandor Pekerja Tukang Tukang Kepala	Ho	0.0080	150,000.00	1,200.00
		Ho	0.1500	80,000.00	12,000.00
		Ho	0.0700	100,000.00	7,000.00
		Ho	0.0070	120,000.00	840.00
	B. B A H A N Pasir Semen	M3	0.0160	330,000.00	5,280.00
		Zak	0.0864	109,000.00	9,417.60
	C. PERALATAN				
	D. JUMLAH				35,737.60
	E. KEUNTUNGAN 10 %				3,573.76
	F. T O T A L				39,311.36
	G. DIBULATKAN				39,311.00

ANALISA HARGA SATUAN

Tahun Anggaran : 2012
 Jenis Pekerjaan : Pasang batu bronjong (3 lilitan)
 Satuan Pembayaran : M3

NO	URAIAN PEKERJAAN	SAT	VOLUME	HARGA	JUMLAH HARGA
10	A. U P A H Mandor Tukang Anyam Pekerja Penganyam Pekerja Mengisi	Ho	0.0510	150,000.00	7,650.00
		Ho	0.0000	100,000.00	0.00
		Ho	0.0000	80,000.00	0.00
		Ho	2.0000	80,000.00	160,000.00
	B. B A H A N Batu Kali Kawat Bronjong (pabrikasi) dia.3 mm	M3	1.2000	381,666.67	458,000.00
		Kg	21.0000	21,325.00	447,825.00
	C. PERALATAN				
	D. JUMLAH				1,073,475.00
	E. KEUNTUNGAN 10 %				107,347.50
	F. T O T A L				1,180,822.50
	G. DIBULATKAN				1,180,822.00

ANALISA HARGA SATUAN

Tahun Anggaran : 2012
 Jenis Pekerjaan : Pengadaan dan Pema: Pasang Paving Block
 Satuan Pembayaran : M2

NO	URAIAN PEKERJAAN	SAT	VOLUME	HARGA	JUMLAH HARGA
11	A. U P A H Mandor Pekerja	Ho	0.0750	150,000.00	11,250.00
		Ho	1.5000	80,000.00	120,000.00
	B. B A H A N Paving Block Pasir Urug	Bh	28.0000	2,760.00	77,280.00
		M3	0.1200	387,400.00	46,488.00
	C. PERALATAN Alat Bantu	Ls	1.0000	500.00	500.00
	D. JUMLAH				255,518.00
	E. KEUNTUNGAN 10 %				25,551.80
	F. T O T A L				281,069.80
	G. DIBULATKAN				281,069.00

ANALISA HARGA SATUAN

Tahun Anggaran : 2012
 Jenis Pekerjaan : Pengadaan dan Pemasangan Cerucuk Kayu Besi
 Satuan Pembayaran : Titik

NO	URAIAN PEKERJAAN	SAT	VOLUME	HARGA	JUMLAH HARGA
14	A. U P A H Pekerja Tukang Kayu Kepala Tukang Mandor	Ho	1.5000	80,000.00	120,000.00
		Ho	0.7500	100,000.00	75,000.00
		Ho	0.0750	120,000.00	9,000.00
		Ho	0.0750	150,000.00	11,250.00
	B. B A H A N Kayu Besi 10/10	M3	0.0200	2,525,000.00	50,500.00
	C. P E R A L A T A N Excavator Alat Bantu	Jam	0.1250	893,200.00	111,650.00
		Ls	1.0000	500.00	500.00
	D. J U M L A H				377,900.00
	E. K E U N T U N G A N 10 %				37,790.00
	F. T O T A L				415,690.00
	G. D I B U L A T K A N				415,690.00

ANALISA HARGA SATUAN

Tahun Anggaran : 2012
 Jenis Pekerjaan : Cor beton bertulang 1 : 2 : 3
 Satuan Pembayaran : M3

NO	URAIAN PEKERJAAN	SAT	VOLUME	HARGA	JUMLAH HARGA
15	A. Pekerjaan Beton				2,185,706.94
	1 Tenaga				78,125.00
	Mandor	Ho	0.0375	150,000.00	5,625.00
	Pekerja	Ho	0.7500	80,000.00	60,000.00
	Tukang	Ho	0.1250	100,000.00	12,500.00
	2 Bahan				1,988,883.34
	Pasir Beton	M3	0.5000	330,000.00	165,000.00
	Kerikil Beton	M3	0.6500	736,666.67	478,833.34
	Semen	Zak	9.0000	109,000.00	981,000.00
	Kayu perancah	M3	0.1500	2,175,000.00	326,250.00
	Paku	Kg	1.5000	25,200.00	37,800.00
	3 Peralatan				118,698.60
	Concrete Mixer	Jam	0.6311	88,000.00	55,536.80
	Water tanker	Jam	0.0610	125,000.00	7,625.00
	Concrete Vibrator	Jam	0.6311	88,000.00	55,536.80
	B. Pekerjaan Pembesian				2,247,058.00
	1 Tenaga				152,790.00
	Mandor	Ho	0.0330	150,000.00	4,950.00
	Pekerja	Ho	0.7700	80,000.00	61,600.00
	Tukang	Ho	0.7700	100,000.00	77,000.00
	Tukang kepala	Ho	0.0770	120,000.00	9,240.00
	2 Bahan				2,094,268.00
	Besi beton	Kg	110.0000	18,707.00	2,057,770.00
	Kawat beton	Kg	1.6500	22,120.00	36,498.00
	C. Pekerjaan Begesting				606,898.33
	1 Tenaga				63,460.00
	- Mandor	Ho	0.0060	150,000.00	900.00
	- Pekerja	Ho	0.3200	80,000.00	25,600.00
	- Tukang	Ho	0.3300	100,000.00	33,000.00
	- Tukang kepala	Ho	0.0330	120,000.00	3,960.00
	2 Bahan				543,438.33
	- Kayu terentang	M3	0.0300	900,000.00	27,000.00
	- Paku	Kg	0.4000	25,200.00	10,080.00
	- Minyak begesting	Ltr	0.2000	35,416.67	7,083.33
	- Balok kayu borneo	M3	0.0200	900,000.00	18,000.00
	- Plywood tebal 9mm	Lbr	0.3500	160,785.71	56,275.00
	- Dolken kayu galam	Btg	3.0000	15,000.00	45,000.00
	- Penjaga Jarak begesting	Bh	4.0000	15,000.00	60,000.00
	- Bongkar begesting	Ho	4.0000	80,000.00	320,000.00
	a. Pekerjaan Beton (tanpa Tulangan)				2,185,706.94
	b. Pekerjaan Pembesian				2,247,058.00
	c. Pekerjaan Begesting				606,898.33
				Total Pekerjaan Beton	5,039,663.27
	D. JUMLAH				5,039,663.27
	E. KEUNTUNGAN 10 %				503,966.33
	F. T O T A L				5,543,629.59
	G. DIBULATKAN				5,543,629.00



5.3 ANALISA HARGA PEKERJAAN

Alternatif - I

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
				(Rp)	(Rp)
I	PEKERJAAN REVETMENT PANTAI				
1	Mobilisasi dan Demobilisasi Alat	1.00	Ls	800,000,000.00	800,000,000.00
2	Pekerjaan Galian	20,357.70	M3	44,346.00	902,782,642.36
3	Timbunan Tanah Kembali	20,357.70	M3	33,006.00	671,926,304.37
4	Timbunan Tanah Mendatangkan	541,837.80	M3	411,586.00	223,012,852,025.38
5	Pekerjaan dan Pemasangan Lapis Armor (Andesit) Kelas A = 320 kg	44,801.49	M3	381,666.67	17,099,234,117.71
6	Pekerjaan dan Pemasangan Lapis Inti (Andesit) Kelas B = 32 kg	17,325.87	M3	381,666.67	6,612,707,626.82
7	Pekerjaan dan Pemasangan Lapis Inti (Andesit) Kelas C = 2 kg	24,106.68	M3	381,666.67	9,200,717,423.45
8	Pekerjaan dan Pemasangan Toe Protection W = 160 kg	10,564.96	M3	381,666.67	4,032,294,331.80
Jumlah I					262,332,514,471.89
II	PEKERJAAN JETTY				
1	Pekerjaan Galian	2,987.57	M3	44,346.00	132,486,770.35
2	Pekerjaan dan Pemasangan Lapis Armor (Andesit) Kelas A = 320 kg	13.42	M3	381,666.67	5,122,730.04
3	Pekerjaan dan Pemasangan Lapis Inti (Andesit) Kelas B = 32 kg	1,433.42	M3	381,666.67	547,087,187.78
4	Pekerjaan dan Pemasangan Lapis Inti (Andesit) Kelas C = 2 kg	10,564.96	M3	381,666.67	4,032,294,331.80
5	Pekerjaan dan Pemasangan Toe Protection W = 160 kg	941.98	M4	381,666.67	359,520,843.14
Jumlah II					5,076,511,863.12
Jumlah I + II					267,409,026,335.01
Dibulatkan					267,409,026,000.00
<p>Terbilang : Dua Ratus Enam Puluh Tujuh Miliar Empat Ratus Delapan Juta Dua Puluh Enam Ribu Rupiah</p>					

Alternatif - II

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
				(Rp)	(Rp)
I	PEKERJAAN REVETMENT PANTAI				
1	Mobilisasi dan Demobilisasi Alat	1.00	Ls	800,000,000.00	800,000,000.00
2	Pekerjaan Galian	30,436.45	M3	44,346.00	1,349,734,902.83
3	Timbunan Tanah Kembali	30,436.45	M3	33,006.00	1,004,585,536.53
4	Timbunan Tanah Mendatangkan	535,460.00	M3	411,586.00	220,387,838,714.19
5	Beton K.225	10,138.26	M3	2,792,605.27	28,312,150,465.06
6	Pekerjaan dan Pemasangan Lapis Inti (Andesit) Kelas B = 32 kg	28,517.92	M3	381,666.67	10,884,337,932.01
7	Pekerjaan dan Pemasangan Lapis Inti (Andesit) Kelas C = 2 kg	27,273.24	M3	381,666.67	10,409,284,924.75
8	Pekerjaan dan Pemasangan Toe Protection W = 160 kg	5,225.58	M3	381,666.67	1,994,428,518.99
9	Pekerjaan Paving Stone	3,047.28	M2	350,061.00	1,066,733,884.08
Jumlah I					276,209,094,878.43
II	PEKERJAAN TANGGA PERAHU 10 BUAH (P2, P5, P7, P10, P11, P14, P19, P22, P23 dan P24)				
1	Pekerjaan Galian	3,149.94	M3	44,346.00	139,687,345.67
2	Timbunan Tanah Kembali	3,149.94	M3	33,006.00	103,966,998.85
3	Timbunan Tanah Mendatangkan	67,608.09	M3	411,586.00	27,826,545,141.72
4	Beton K.225 dengan tulangan	685.71	M3	5,543,629.00	3,801,332,928.85
5	Pekerjaan dan Pemasangan Lapis Inti (Andesit) Kelas C = 2 kg	7,146.34	M3	381,666.67	2,727,519,485.15
6	Pekerjaan dan Pemasangan Toe Protection W = 160 kg	789.36	M3	381,666.67	301,272,402.63
7	Pekerjaan Pasangan Batu 1 Pc : 3 Ps	322.15	M3	1,259,745.00	405,826,851.75
8	Pekerjaan Paving Stone	1,099.10	M2	350,061.00	384,752,045.10
Jumlah II					35,690,903,199.73
III	PEKERJAAN JETTY				
1	Pekerjaan Galian	4,567.84	M3	44,346.00	202,565,255.26
2	Beton K.225	6,088.67	M3	2,792,605.27	17,003,246,331.90
3	Pekerjaan dan Pemasangan Lapis Inti (Andesit) Kelas B = 32 kg	3,925.11	M3	381,666.67	1,498,085,037.08
4	Pekerjaan dan Pemasangan Lapis Inti (Andesit) Kelas C = 2 kg	3,337.50	M3	381,666.67	1,273,812,511.13
5	Pekerjaan dan Pemasangan Toe Protection W = 160 kg	843.93	M3	381,666.67	322,101,326.81
6	Pekerjaan Paving Stone	320.40	M2	350,061.00	112,159,544.40
Jumlah III					20,411,970,006.58
Jumlah I + II + III					332,311,968,084.74
Dibulatkan					332,311,968,000.00
<p>Terbilang : Tiga Ratus Tiga Puluh Dua Miliar Tiga Ratus Sebelas Juta Sembilan Ratus Enam Puluh Delapan Ribu Rupiah</p>					



NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
				(Rp)	(Rp)
I	PEKERJAAN REVETMENT PANTAI				
1	Pemasangan Bowplank	5,200.00	M2	31,079.00	161,610,800.00
	Jumlah II				161,610,800.00
II	PEKERJAAN TALUD PANTAI				
1	Pekerjan Galian	2,391.25	M3	44,346.00	106,042,372.50
2	Timbunan Tanah Kembali	2,391.25	M3	33,006.00	78,925,597.50
3	Timbunan Tanah Mendatangkan	53,909.25	M3	411,586.00	22,188,292,570.50
4	Pasangan Batu Belah 1 Pc : 3 Ps	3,076.05	M3	1,259,745.00	3,875,038,607.25
5	Siaran	1,032.75	M3	39,311.00	40,598,435.25
6	Plesteran	65.00	M3	60,166.00	3,910,790.00
7	Beton Bertulang K.225	188.50	M3	5,543,629.00	1,044,974,066.50
8	Pekerjaan Paving Stone	1,950.00	M3	281,069.00	548,084,550.00
9	Beton Rabat	18.75	M3	2,185,706.94	40,982,005.04
10	Saluran 1/2 Buis Beton dia. 30 cm	1,300.00	M1	54,000.00	70,200,000.00
	Jumlah II				27,997,048,994.54
	Jumlah I + II				28,158,659,794.54
	Dibulatkan				28,158,659,000.00
Terbilang : Dua Puluh Delapan Milyar Dua Ratus Delapan Puluh Lima Juta Tujuh Ratus Enam Puluh Ribu Rupiah					

BAB VI **PENUTUP**

Pada dasarnya konsultan perencana mempunyai tugas dan kewajiban membantu Pimpinan proyek dalam mewujudkan suatu proyek sesuai dengan yang diinginkan seperti yang tercantum dalam dokumen kontrak.

Konsultan perencanaan akan selalu berusaha dengan sebaik-baiknya dalam melaksanakan tugasnya berdasarkan dokumen-dokumen tersebut, dan kaidah kaidah yang bisa diterima. Dimana dukungan Pimpinan proyek sangat diperlukan dalam mewujudkan proyek tersebut.

Laporan ini disusun berdasarkan Kerangka Acuan Kerja (KAK) dengan data-data hasil survey awal yang telah dilaksanakan.

Demikian Laporan ini kami sajikan, semoga laporan ini dapat memenuhi kriteria dari pihak pengguna jasa