

**LAMPIRAN II**  
**SURAT EDARAN DIREKTUR**  
**JENDERAL BINA KONSTRUKSI**  
**NOMOR 30./SE/Dk/2025**  
**TENTANG**  
**TATA CARA PENYUSUNAN**  
**PERKIRAAN BIAYA PEKERJAAN**  
**KONSTRUKSI**  
**BIDANG PEKERJAAN UMUM DAN**  
**PERUMAHAN RAKYAT**

## **Acuan dalam Penyusunan AHSP**

### **A. Faktor Bahan dan Campuran**

#### **A.1 Faktor Konversi Bahan**

**Tabel A.1 – Faktor Pemampatan (*Buckling Factor*) (Fk)**

| <b>Jenis Tanah</b>   | <b>Kondisi Tanah Semula</b> | <b>Kondisi tanah yang akan dikerjakan</b> |              |              |
|--|-----------------------------|---|--------------|--------------|
|  |                             | <b>Asli</b>                               | <b>Lepas</b> | <b>Padat</b> |
| Pasir  | A                           | 1,000                                     | 1,110        | 0,950        |
|  | B                           | 0,900                                     | 1,000        | 0,860        |
|  | C                           | 1,050                                     | 1,170        | 1,000        |
| Tanah Liat Berpasir  | A                           | 1,000                                     | 1,250        | 0,900        |
|  | B                           | 0,800                                     | 1,000        | 0,720        |
|  | C                           | 1,100                                     | 1,390        | 1,000        |
| Tanah Liat   | A                           | 1,000                                     | 1,430        | 0,900        |
|  | B                           | 0,700                                     | 1,000        | 0,630        |
|  | C                           | 1,110                                     | 1,590        | 1,000        |
| Tanah campur Kerikil   | A                           | 1,000                                     | 1,180        | 1,080        |
|  | B                           | 0,850                                     | 1,000        | 0,910        |
|  | C                           | 0,930                                     | 1,090        | 1,000        |
| Kerikil  | A                           | 1,000                                     | 1,130        | 1,030        |
|  | B                           | 0,880                                     | 1,000        | 0,910        |
|  | C                           | 0,970                                     | 1,100        | 1,000        |
| Kerikil Kasar  | A                           | 1,000                                     | 1,420        | 1,290        |
|  | B                           | 0,700                                     | 1,000        | 0,910        |
|  | C                           | 0,770                                     | 1,100        | 1,000        |
| Pecahan cadas atau batuan lunak  | A                           | 1,000                                     | 1,650        | 1,220        |
|  | B                           | 0,610                                     | 1,000        | 0,740        |
|  | C                           | 0,820                                     | 1,350        | 1,000        |
| Pecahan granit atau batuan keras   | A                           | 1,000                                     | 1,700        | 1,310        |
|  | B                           | 0,590                                     | 1,000        | 0,770        |
|  | C                           | 0,760                                     | 1,300        | 1,000        |
| Pecahan batu   | A                           | 1,000                                     | 1,750        | 1,400        |
|  | B                           | 0,570                                     | 1,000        | 0,800        |
|  | C                           | 0,710                                     | 1,240        | 1,000        |
| Bahan hasil peledakan  | A                           | 1,000                                     | 1,800        | 1,300        |
|  | B                           | 0,560                                     | 1,000        | 0,720        |
|  | C                           | 0,770                                     | 1,380        | 1,000        |
| A adalah Asli<br>B adalah Lepas<br>C adalah Padat  |                             |   |              |              |
| <i>Bibliografi: 2) Specification and Application Handbook, Komatsu, Edition 28-Des 2007. Pg. 15A-3</i>   |                             |   |              |              |
| Contoh:<br>Alat penggali ( <i>Excavator</i> ) pada umumnya menghasilkan bahan Lepas, sehingga<br>Tanah liat, dari Lepas Ke Padat, atau dari 1 ke 0,63, maka Fk = 0,63<br>Tanah liat berpasir dari Lepas ke Asli, dari 1 ke 0,8, maka Fk = 0,80 |                             |   |              |              |

## A.2 Berat Isi Bahan Baku, Bahan Olahan dan Campuran

Koefisien seperti berat isi atau berat jenis dan koefisien lainnya yang tidak tercantum dalam tabel berikut dapat digunakan berdasarkan hasil uji laboratorium.

**Tabel A.2.a – Berat Isi dan Penyerapan Agregat Kasar dan Halus**

| No. | Nama Bahan    | Lokasi        | Berat Isi Lepas (BiL)<br>(T/m <sup>3</sup> ) | Berat Isi Padat (BiP)<br>(T/m <sup>3</sup> ) |
|-----|---------------|---------------|--|--|
| 1   | Agregat Kasar | Sumatera      | 1,278 - 1,319                                | 1,380 - 1,687                                |
|     |               | Jawa - Bali   | 1,257 - 1,368                                | 1,370 - 1,614                                |
|     |               | Nusa Tenggara | 1,271 - 1,350                                | 1,382 - 1,690                                |
|     |               | Kalimantan    | 1,260 - 1,340                                | 1,371 - 1,650                                |
|     |               | Sulawesi      | 1,269 - 1,371                                | 1,364 - 1,621                                |
|     |               | Maluku        | 1,251 - 1,350                                | 1,391 - 1,606                                |
|     |               | Papua         | 1,300 - 1,350                                | 1,300 - 1,600                                |
| 2   | Agregat Halus | Sumatera      | 1,293 - 1,319                                | 1,308 - 1,650                                |
|     |               | Jawa - Bali   | 1,282 - 1,340                                | 1,308 - 1,650                                |
|     |               | Nusa Tenggara | 1,200 - 1,362                                | 1,360 - 1,664                                |
|     |               | Kalimantan    | 1,288 - 1,350                                | 1,375 - 1,670                                |
|     |               | Sulawesi      | 1,280 - 1,353                                | 1,390 - 1,631                                |
|     |               | Maluku        | 1,206 - 1,330                                | 1,379 - 1,605                                |
|     |               | Papua         | 1,250 - 1,340                                | 1,350 - 1,600                                |

Bila pada tabel, data tidak tersedia atau ditemukan nilai di luar angka-angka pada tabel maka data yang digunakan adalah data hasil pengujian Laboratorium.

**Tabel A.2.b – Berat Isi Agregat, Pasir, Tanah, Konversi Bahan Padat dan Lepas**

| No. | Nama Bahan                                   | Berat Isi Padat (BiP)<br>(T/m <sup>3</sup> ) | Berat Isi Lepas (BiL)<br>(T/m <sup>3</sup> ) | Konversi bahan (Fk) |        |
|-----|--|--|--|---------------------|--------|
|     |  |  |  | Fk1                 | Fk2    |
|     |  |  |  | L ke P              | P ke L |
| 1   | WBMA/ DBMA                                   | 1.740 - 1.920                                | 1.582 - 1.699                                | 0.897               | 1.115  |
| 2   | Batu belah (gunung/kali), boulder            | 1.200 - 1.250                                | 0.914 - 0.960                                | 0.765               | 1.307  |
| 3   | Batu Kali                                    | 1.200 - 1.250                                | 0.960 - 0.971                                | 0.788               | 1.268  |
| 4   | Chip ( lolos $\frac{3}{4}$ " tertahan No.4 ) | 1.220 - 1.680                                | 1.109 - 1.150                                | 0.797               | 1.255  |
| 5   | Chip ( lolos No. 4 tertahan No.8 )           | 1.430 - 1.680                                | 1.300 - 1.327                                | 0.849               | 1.177  |
| 6   | Agregat Halus, hasil pemecah batu            | 1.380 - 1.680                                | 1.254 - 1.624                                | 0.938               | 1.066  |
| 7   | Agregat Kasar, hasil pemecah batu            | 1.255 - 1.650                                | 1.200 - 1.283                                | 0.867               | 1.154  |
| 8   | Agregat Kls A                                | 1.740 - 1.810                                | 1.303 - 1.582                                | 0.811               | 1.232  |
| 9   | Agregat Kls B                                | 1.760 - 1.800                                | 1.324 - 1.600                                | 0.821               | 1.219  |
| 10  | Sirtu  | 1.620 - 2.050                                | 1.373 - 1.473                                | 0.783               | 1.277  |
| 11  | Pasir Pasang, Pasir Kasar/beton              | 1.520 - 1.620                                | 1.243 - 1.422                                | 0.848               | 1.180  |
| 12  | Pasir Urug/ Tanah pilihan                    | 1.300 - 1.600                                | 1.040 - 1.151                                | 0.760               | 1.316  |
| 13  | Tanah biasa/tanah urug                       | 1.300 - 1.450                                | 1.040 - 1.145                                | 0.795               | 1.258  |
| 15  | Agregat ringan                               | 1.352  | 1.057  | 0.782               | 1.279  |
| 16  | Pasangan batu kosong                         | 1.550 - 1.700                                | 1.250 - 1.400                                | 0.815               | 1.227  |
| 17  | Material humus                               | 1.300 - 1.500                                | 1.100 - 1.200                                | 0.823               | 1.215  |
| 18  | Slag pecah (broken)                          | 1.762 - 2.110                                | 1.182 - 1.762                                | 0.753               | 1.328  |
| 19  | Slag padat (solid)                           | 2.110  |  |                     |        |

Faktor konversi dapat diambil berdasarkan berat isi maksimum atau berat isi minimum, atau berat isi rata-rata keduanya. Bila ditemukan nilai di luar angka tersebut, atau bahan lain yang diperlukan, dapat digunakan berdasarkan bukti hasil uji Laboratorium

**Tabel A.2.c – Berat Isi Asbuton**

| No.  | Nama Bahan   | Berat isi Padat (T/m <sup>3</sup> ) |      |
|--|--|-------------------------------------|------|
| 1  | Asbuton halus, asbuton butir, mikro asbuton Tipe 5/20; 50/30,                        | 1,02                                | 1,04 |
| 1.   | Asbuton butir Tipe 5/20 : Kelas penetrasi 5 (0,1 mm) dan kelas kadar bitumen 20 %.   |                                     |      |
| 2.   | Asbuton butir Tipe 50/30 : Kelas penetrasi 50 (0,1 mm) dan kelas kadar bitumen 30 %. |                                     |      |
| Bila ditemukan nilai di luar angka tersebut, atau bahan lain yang diperlukan, dapat digunakan berdasarkan bukti hasil uji Laboratorium |  |                                     |      |

**Tabel A.2.d – Berat Isi Campuran Beraspal**

| No.  | Nama Bahan                                     | Berat Isi Padat (D)<br>(T/m <sup>3</sup> ) | Kadar Aspal (%) |
|--|--|--|-----------------|
| 1  | AC-WC  | 2,280 - 2,350                              | 5,800 - 6,200   |
| 2  | AC-BC  | 2,310 - 2,380                              | 5,500 - 5,900   |
| 3  | AC-Base  | 2,340 - 2,410                              | 5,200 - 5,600   |
| 4  | HRS-WC   | 2,200 - 2,250                              | 6,500 - 7,500   |
| 5  | HRS-Base                                       | 2,250 - 2,300                              | 6,200 - 7,000   |
| 6  | <i>Split Mastic/Matrix Asphalt (SMA) Tipis</i> | 2,250 - 2,300                              | 6,800 - 7,200   |
| 7  | Latasir A                                      | 2,150 - 2,200                              | 8,000 - 8,500   |
| 8  | Latasir B                                      | 2,200 - 2,250                              | 7,500 - 8,000   |
| 9  | Cold Paving Hot Mix Asbuton (CPHMA)            | 2,190 - 2,220                              | 5,800 - 6,500   |
| Bila pada tabel, data tidak tersedia atau ditemukan nilai di luar angka-angka pada tabel maka data yang digunakan adalah data hasil pengujian Laboratorium |  |  |                 |

**Tabel A.2.e – Berat Isi Semen, Abu, Aspal, Kapur Curah dan Lateks**

| No.  | Nama Bahan                                | Berat isi padat     |       | Berat Jenis   |  |
|--|---|---------------------|-------|---------------|--|
|  |   | (T/m <sup>3</sup> ) |       |               |  |
|  |   | Min                 | Maks  |               |  |
| 1  | Semen                                     | 1,250               | 1,506 | 3,140 – 3,150 |  |
| 2  | Kapur                                     | 1,073               | 1,075 | 2,600 – 2,650 |  |
| 3  | Abu terbang ( <i>Fly ash</i> )            | 1,370               | 1,750 | 2,200 – 2,800 |  |
| 4  | Aspal                                     | 0,960               | 1,050 | 0,860 – 1,020 |  |
| 5  | <i>Superplasticizer</i> untuk beton semen | 1,050               | 1,065 | 1,180 – 1,200 |  |
| 6  | Zeolit                                    | 1,200               | 1,400 | 2,200 – 2,800 |  |
| 7  | Polimer/ Lateks                           | 1,020               | 1,100 | 1,100         |  |
| 8  | Emulsifier                                | 0,950               | 0,985 | 0,985         |  |
| 9  | HCl                                       | 1,160               | 1,190 | 1,190         |  |
| 10   | CaCl                                      | 1,980               | 2,150 | 2,150         |  |
| 11   | Aspal emulsi, MC                          | 0,975               | 0,985 | 0,985         |  |
| 12   | Aditif aspal                              | 0,990               | 1,008 | 1,008         |  |
| 13   | Sealant aspal                             | 1,005               | 1,008 | 1,006         |  |
| Bila ditemukan nilai di luar angka tersebut, atau bahan lain yang diperlukan, dapat digunakan berdasarkan bukti hasil uji Laboratorium |   |                     |       |               |  |

**Tabel A.2.f - Berat Jenis Cat, Oli, Wax dan Minyak**

| No.   | Nama Bahan                                       | Berat Jenis |       |
|---|--|-------------|-------|
|   |  | Min         | Maks  |
| 1   | Cat <i>thermoplastic</i> (variasi)               | 1,990       | 2,150 |
| 2   | Cat <i>coldplastic</i> (utk zona aman)           |             | 1,200 |
| 3   | Cat <i>Roadline waterbased</i> (area parkir dll) |             | 1,200 |
| 4   | Cat non <i>thermoplastic</i> (solvent based)     | 1,500       | 1,600 |
| 5   | Cat besi, anti karat                             | 1,300       | 1,600 |
| 6   | Cat tembok                                       | 1,300       | 1,400 |
| 7   | Minyak tanah                                     | 0,8         | 0,805 |
| 8   | Minyak: Bensin, Premium                          | 0,729       | 0,732 |
| 9   | Minyak: <i>Bunker Oil</i> (BO), MFO, FO, MC      | 0,86        | 0,902 |
| 10  | Minyak: Oli mesin SAE 40-50                      | 0,862       | 0,874 |
| 11  | Minyak: Solar                                    | 0,835       | 0,840 |
| 12  | Minyak: <i>Thinner</i>                           | 0,628       | 0,680 |
| 13  | Wax  |             | 0,87  |
| Bila ditemukan nilai di luar angka tersebut, atau bahan lain yang diperlukan, dapat digunakan berdasarkan bukti hasil uji Laboratorium  |  |             |       |
| Cat <i>thermoplastic</i> digunakan sebagai garis menerus, modul, zebra cross, tanda panah, zevron, yang mana permukaan hasil aplikasinya berbentuk datar. Karakter/spesifikasi dari <i>thermoplastic</i> : Berat jenis (kg/L) :1,99. Titik lunak (°c) :106. Indeks cahaya (%)   |  |             |       |
| Cat <i>roadline waterbase</i> digunakan untuk membuat design areal parkir, garis pembatas parkir, tanda panah, blok pulau (island) dan penomoran. Selain itu jenis cat ini juga bisa digunakan untuk membuat desain lapisan permukaan pada lapangan olahraga serta untuk membuat lapisan permukaan lantai pabrik dan gudang pada sector industry. Karakteristik Berat jenis : 1,20  |  |             |       |
| Cat <i>solven base</i> digunakan untuk membuat tanda pada permukaan bandara( taxi way, run way, apron dan service road) serta bisa diaplikasikan untuk membuat tanda pada permukaan jalan dan pengaturan area parkir. Cat jenis ini lebih bagus untuk pengecatan kansteen karena cat ini selain cerah glooss juga memberi efek reflektif pada malam hari. Karakter cat: Berat jenis : 1,5-1,6. Kekentalan : 78-80. Daya tutup (kg/m2) : 1,75-2m2. Waktu pengeringan : 15-30 menit |  |             |       |
| Cat <i>coldplastic</i> digunakan untuk zona selamat sekolah, jalur bus khusus, jalur sepeda dan zona rawan kecelakaan lalu lintas lainnya   |  |             |       |

**Tabel A.2.g - Berat Isi Campuran Berbasis Semen**

| No.  | Nama Bahan                                 | Berat Isi Campuran | Keterangan                                       |
|--|--|--------------------|--|
|  |  | (T/m³)             |  |
| 1  | Beton semen tp tulangan                    | 2.230 - 2.311      |  |
| 2  | Beton semen dg tulangan                    | 2.430 - 2.511      |  |
| 3  | Beton Karet                                | 2.240 - 2.380      | s/d 9% berat                                     |
| 4  | Beton serat ( <i>fiber</i> )               | 2.240 - 2.389      | s/d 0,4% berat                                   |
| 5  | Beton ringan                               | 1.440 - 1.840      | <a href="http://www.NRMCA.org">www.NRMCA.org</a> |
| 6  | <i>Lean concrete</i>                       | 2.200 - 2.360      |  |
| 7  | Mortar busa                                | 0.600 - 0.800      |  |
| 8  | Grouting semen                             | 2.250 - 2.300      |  |
| 9  | Mortar semen-pasir                         | 2.200 - 2.350      |  |
| 10   | Soil Semen                                 | 1.600 - 2.060      | K.Semen:3 -- 8                                   |
| 11   | CTB, RCC                                   | 2.140 - 2.310      |  |
| 12   | <i>Cement Treated Recycled Base (CTRБ)</i> | 2.065 - 2.112      |  |
| Bila ditemukan nilai di luar angka tersebut, atau bahan lain yang diperlukan, dapat digunakan berdasarkan bukti hasil uji Laboratorium |  |                    |  |

**Tabel A.2.h - Berat Isi Bahan Plastik, Kayu, Pipa (PVC, HDPE, GIP, DCIP), Baja**

| No. | Nama Bahan                        | Minimum             | Maksimum            | Berat Jenis |
|-----|-----------------------------------|---------------------|---------------------|-------------|
|     |                                   | (T/m <sup>3</sup> ) | (T/m <sup>3</sup> ) |             |
| 1   | <i>Backer rod</i>                 | 0,340               | 0,350               |             |
| 2   | Plastik Polietilin                |                     |                     | 0,965       |
| 3   | <i>Polurethane foam</i>           |                     |                     | 0,360       |
| 4   | Epoxy resin                       |                     |                     | 1,610       |
| 5   | Bonding breaker                   |                     |                     | 0,965       |
| 6   | <i>Curing Compound</i>            |                     |                     | 1,000       |
| 7   | PVC (Polyvinyl chloride)          | 0,500               | 1,200               |             |
| 8   | HDPE (High Density Poly-Ethylene) | 0,500               | 1,000               |             |
| 9   | GIP (Galvanized Iron Pipe)        | 7,550               | 8,450               |             |
| 10  | DCIP (Ductile Cast Iron Pipe)     | 7,500               | 8,650               |             |
| 11  | Kayu                              | 0,650               | 0,950               |             |
| 12  | Baja tulangan, Baja profil        |                     |                     | 7,856       |
| 13  | Asphaltic plug                    | 1,400               | 1,600               |             |
| 14  | <i>Silicon seal</i>               |                     |                     | 1,34        |
| 15  | Karet alam, sintetis, neoprene    | 1025                | 1170                |             |
| 16  | Lem PVC                           | 0,95                | 0,98                |             |

Bila ditemukan nilai di luar angka tersebut, atau bahan lain yang diperlukan, dapat digunakan berdasarkan bukti hasil uji Laboratorium

### A.3 Faktor Kehilangan Bahan (Fh)

**Tabel A.3.a - Faktor Kehilangan Bahan Berbentuk Curah dan Kemasan pada Pekerjaan Jalan Beraspal**

| Bentuk Bahan  | Perkiraan Jumlah bahan yang digunakan |                      |
|---|---------------------------------------|----------------------|
|   | < 100 m <sup>3</sup>                  | ≥ 100 m <sup>3</sup> |
| Curah   | 1,053 – 1,080                         | 1,032 – 1,068        |
| Kemasan   | 1,022 – 1,040                         | 1,009 – 1,033        |
| <b>Catatan :</b>  |                                       |                      |
| Sebagai ilustrasi, bila persediaan bahan yang ditimbun sebanyak 100 m <sup>3</sup> maka bahan yang harus disiapkan adalah sebanyak 1,068 x 100 m <sup>3</sup> = 1068 m <sup>3</sup> .   |                                       |                      |
| Bila jumlah bahan kurang dari 100 kemasan ambil Fh maksimum 1,04 dan bila lebih besar dari pada 100 kemasan diambil Fh maksimum 1,033. Jadi bila bahan yang ditimbun sebanyak 200 kemasan akan mengalami kehilangan atau rusak mencapai sekitar 7 kemasan (sekitar 3,3%). |                                       |                      |

**Tabel A.3.b - Faktor Kehilangan Bahan Berbentuk Curah dan Kemasan pada Pekerjaan Berbasis Semen atau Beton Semen**

| Bentuk bahan         | Faktor kehilangan % |
|----------------------|---------------------|
| Semen                | 1,010 - 1,020       |
| Pasir/ Agregat halus | 1,050 – 1,100       |
| Agregat kasar        | 1,050 – 1,100       |
| Superplasticizer     | 1,010 - 1,020       |

Apabila digunakan angka/nilai diluar yang tercantum dalam tabel harus merupakan hasil pengujian laboratorium

**Tabel A.3.c - Faktor kehilangan Cat**

| Bentuk bahan        | Alat yang digunakan | Faktor kehilangan (LF) |       |
|---------------------|---------------------|------------------------|-------|
|                     |                     | Min                    | Maks  |
| Cat berbasis air    | Manual              | 0,010                  | 0,450 |
|                     | Mekanis             | 0,080                  | 0,350 |
| Cat berbasis minyak | Manual              | 0,010                  | 0,350 |
|                     | Mekanis             | 0,080                  | 0,250 |

#### A.4 - Komposisi Campuran Beton

**Tabel A.4 - Komposisi Bahan Campuran Beton Semen Terhadap Berat  
(Asumsi s = 3,5%; SU2018 Tb.7.1.3.2)**

| CONTOH KOMPOSISI BETON : SLUMP 5 cm; PARTIKEL MAKS.3/4" & BJ KJP (SSD) (KSR & PSR) = 2,56 & FM PSR = 2,75 |                   |              |                |               |                 |                       |                       |
|---|-------------------|--------------|----------------|---------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|
| No.   | Mutu              | f'c<br>(MPa) | f.a.s<br>(W/C) | Semen<br>(kg) | Fly Ash<br>(kg) | Agregat<br>Halus (kg) | Agregat<br>Kasar (kg) |
| 1   | Beton mutu tinggi | 50           | 0.339          | 460           | 115             | 647                   | 894                   |
| 2   | Beton mutu tinggi | 45           | 0.351          | 445           | 111             | 654                   | 903                   |
| 3   | Beton mutu sedang | 40           | 0.375          | 417           | 104             | 681                   | 903                   |
| 4   | Beton mutu sedang | 35           | 0.412          | 379           | 95              | 698                   | 925                   |
| 5   | Beton mutu sedang | 30           | 0.455          | 428           |                 | 731                   | 930                   |
| 6   | Beton mutu sedang | 25           | 0.509          | 383           |                 | 764                   | 934                   |
| 7   | Beton mutu sedang | 20           | 0.59           | 330           |                 | 818                   | 922                   |
| 8   | Beton mutu rendah | 15           | 0.666          | 293           |                 | 850                   | 921                   |
| 9   | Beton siklop      | 15           | 0.666          | 195           |                 | 567                   | 614                   |
| 10  | Beton mutu rendah | 10           | 0.7            | 279           |                 | 873                   | 909                   |

| CONTOH KOMPOSISI SELF COMPACTED CONCRETE (SCC) : SLUMP FLOW 60 cm; DATA LAINNYA SAMA DNG DIATAS |                 |    |       |     |     |     |     |
|---|-----------------|----|-------|-----|-----|-----|-----|
| 1   | SCC mutu sedang | 30 | 0.455 | 428 | 157 | 760 | 744 |
| 2   | SCC mutu sedang | 25 | 0.509 | 383 | 156 | 795 | 747 |
| 3   | SCC mutu sedang | 20 | 0.59  | 330 | 151 | 851 | 738 |

Catatan : contoh komposisi di atas adalah perkiraan rancangan campuran awal dan dapat disesuaikan dengan sifat-sifat bahan yang digunakan dan tidak dapat dijadikan dasar untuk menolak hasil pekerjaan. Penggunaan fly ash adalah alternatif untuk mereduksi penggunaan kadar semen tinggi yang umumnya rawan terhadap retak rambut

Catatan:

- 1) Fly ash maksimal 25% dari berat semen, untuk yang bukan SCC dan fly ash pada SCC tidak boleh disubstitusi dengan semen, karena merupakan komponen powder untuk memberikan slump flow yang dikehendaki.
- 2) Agregat kasar adalah batu pecah maksimum 19 mm.

Tabel A.4.a disajikan contoh Komposisi Beton, Slump 5 cm, Ukuran Agregat maksimum  $\frac{3}{4}$ ", Berat Jenis kering permukaan jenuh (saturated surface dry, SSD) 2,66; Modulus kehalusan (Fineness Modulus) 2,75. Jika tidak menggunakan fly ash maka berat fly ash akan dianggap semen pada berat yang sama.

**Tabel A.4.a – Praktek Standar untuk Pemilihan Proporsi Beton Normal, Beton Berat, dan Beton Massa (Pendekatan ACI 211.1)**

|                      |               |                                |
|----------------------|---------------|--------------------------------|
| Slump                | = 100 ± 25 mm | (Beton Mutu Rendah dan Sedang) |
| Slump                | = 50 ± 25 mm  | (Beton Mutu Tinggi)            |
| Agg                  | = 19 mm       |                                |
| BJ (SSD) (KSR & PSR) | = 2.56        | Fly Ash                        |
| FM PSR               | = 2.75        | = 20%                          |

| No. | Mutu              | f'c<br>(MPa) | f.a.s<br>(W/C) | PC<br>(kg/m³) | Cementitious Materials |                    | Agregat<br>Halus<br>(kg/m³) | Agregat<br>Kasar<br>(kg/m³) | Air<br>(kg/m³) |
|-----|-------------------|--------------|----------------|---------------|------------------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------|
|     |                   |              |                |               | PC<br>(kg/m³)          | Fly Ash<br>(kg/m³) |                             |                             |                |
| 1   | Beton mutu tinggi | 50           | 0.316          | 592           | 473                    | 118                | 562                         | 1009                        | 187            |
| 2   | Beton mutu tinggi | 45           | 0.333          | 561           | 449                    | 112                | 592                         | 1009                        | 187            |
| 3   | Beton mutu sedang | 40           | 0.357          | 565           | 452                    | 113                | 573                         | 1009                        | 202            |
| 4   | Beton mutu sedang | 35           | 0.396          | 509           | 408                    | 102                | 629                         | 1009                        | 202            |
| 5   | Beton mutu sedang | 31           | 0.431          | 468           | 468                    |                    | 671                         | 1009                        | 202            |
| 6   | Beton mutu sedang | 30           | 0.441          | 457           | 457                    |                    | 681                         | 1009                        | 202            |
| 7   | Beton mutu sedang | 28           | 0.461          | 437           | 437                    |                    | 701                         | 1009                        | 202            |
| 8   | Beton mutu sedang | 25           | 0.495          | 407           | 407                    |                    | 731                         | 1009                        | 202            |
| 9   | Beton mutu sedang | 21           | 0.548          | 368           | 368                    |                    | 770                         | 1009                        | 202            |
| 10  | Beton mutu sedang | 20           | 0.579          | 348           | 348                    |                    | 790                         | 1009                        | 202            |
| 11  | Beton mutu rendah | 17           | 0.627          | 322           | 322                    |                    | 817                         | 1009                        | 202            |
| 12  | Beton mutu rendah | 15           | 0.659          | 306           | 306                    |                    | 832                         | 1009                        | 202            |
| 13  | Beton mutu rendah | 10           | 0.755          | 267           | 267                    |                    | 871                         | 1009                        | 202            |
| 14  | Beton mutu rendah | 7.5          | 0.806          | 250           | 250                    |                    | 888                         | 1009                        | 202            |

### A.5 - Berat Besi/Baja Tulangan, Baja Prategang/Kawat Strand

**Tabel A.5.a - Berat Baja Tulangan Beton Batang Polos (BjTP) Per Meter**

| Baja Tulangan Polos (BjTP 280) |          |                      |         |              |                          | SNI 2052:2017              |
|--------------------------------|----------|----------------------|---------|--------------|--------------------------|----------------------------|
| No.                            | Penamaan | Diameter nominal (d) | Panjang | Berat/Batang | Berat nominal per meter* | Luas penampang nominal (A) |
|                                |          | (mm)                 | (m)     | (kg/batang)  | (kg/m)                   | (mm <sup>2</sup> )         |
| 1                              | P 6      | 6                    | 12      | 2,66         | 0,222                    | 28                         |
| 2                              | P 8      | 8                    | 12      | 4,74         | 0,395                    | 50                         |
| 3                              | P 10     | 10                   | 12      | 7,40         | 0,617                    | 79                         |
| 4                              | P 12     | 12                   | 12      | 10,65        | 0,888                    | 113                        |
| 5                              | P 14     | 14                   | 12      | 14,50        | 1,208                    | 154                        |
| 6                              | P 16     | 16                   | 12      | 18,94        | 1,578                    | 201                        |
| 7                              | P 19     | 19                   | 12      | 26,71        | 2,226                    | 284                        |
| 8                              | P 22     | 22                   | 12      | 35,81        | 2,984                    | 380                        |
| 9                              | P 25     | 25                   | 12      | 46,24        | 3,853                    | 491                        |
| 10                             | P 28     | 28                   | 12      | 58,00        | 4,834                    | 616                        |
| 11                             | P 31     | 31                   | 12      | 75,76        | 6,313                    | 804                        |
| 12                             | P 36     | 36                   | 12      | 95,88        | 7,990                    | 1018                       |
| 13                             | P 40     | 40                   | 12      | 118,38       | 9,865                    | 1257                       |
| 14                             | P 50     | 50                   | 12      | 184,96       | 15,413                   | 1964                       |

CATATAN:

- \*sebagai referensi
- Cara menghitung luas penampang nominal, keliling nominal, berat nominal dan ukuran adalah sebagai berikut:
  - Luas penampang nominal (A)  $A = 0,7854 \times d^2$  (mm<sup>2</sup>) d = diameter nominal (mm)
  - Berat nominal =  $(0,785 \times 0,7854 \times d^2)/100$  (kg/m)

**Tabel A.5.b - Berat Baja Tulangan Beton Batang Sirip (BjTS) per Meter  
(SNI 2052:2017)**

| Baja Tulangan Polos (BjTS 320) |          |                      |         |              |                         |                            | SNI 2052:2017    |      |                                |                               |
|--------------------------------|----------|----------------------|---------|--------------|-------------------------|----------------------------|------------------|------|--------------------------------|-------------------------------|
| No.                            | Penamaan | Diameter nominal (d) | Panjang | Berat/Batang | Berat nominal per meter | Luas Penampang Nominal (A) | Tinggi Sirip (H) |      | Jarak Sirip Melintang (A) Maks | Lebar Sirip Membujur (T) Maks |
|                                |          | (mm)                 | (m)     | (kg/batang)  | (kg/m)                  | mm <sup>2</sup>            | min              | maks | (mm)                           | (mm)                          |
| 1                              | S 6      | 6                    | 12      | 2,66         | 0,222                   | 28                         | 0,3              | 0,6  | 4,2                            | 4,7                           |
| 2                              | S 8      | 8                    | 12      | 4,74         | 0,395                   | 50                         | 0,4              | 0,8  | 5,6                            | 6,3                           |
| 3                              | S 10     | 10                   | 12      | 7,40         | 0,617                   | 79                         | 0,5              | 1,0  | 7,0                            | 7,9                           |
| 4                              | S 13     | 13                   | 12      | 12,50        | 1,042                   | 133                        | 0,7              | 1,3  | 9,1                            | 10,2                          |
| 5                              | S 16     | 16                   | 12      | 18,94        | 1,578                   | 201                        | 0,8              | 1,6  | 11,2                           | 12,6                          |
| 6                              | S 19     | 19                   | 12      | 26,71        | 2,226                   | 284                        | 1,0              | 1,9  | 13,3                           | 14,9                          |
| 7                              | S 22     | 22                   | 12      | 35,81        | 2,984                   | 380                        | 1,1              | 2,2  | 15,4                           | 17,3                          |
| 8                              | S 25     | 25                   | 12      | 46,24        | 3,853                   | 491                        | 1,3              | 2,5  | 17,5                           | 19,7                          |
| 9                              | S 29     | 29                   | 12      | 62,22        | 5,185                   | 661                        | 1,5              | 2,9  | 20,3                           | 22,8                          |
| 10                             | S 32     | 32                   | 12      | 75,76        | 6,313                   | 804                        | 1,6              | 3,2  | 22,4                           | 25,1                          |
| 11                             | S 36     | 36                   | 12      | 95,88        | 7,990                   | 1018                       | 1,8              | 3,6  | 25,2                           | 28,3                          |
| 12                             | S 40     | 40                   | 12      | 118,38       | 9,865                   | 1257                       | 2,0              | 4,0  | 28,0                           | 31,4                          |
| 13                             | S 50     | 50                   | 12      | 184,96       | 15,413                  | 1964                       | 2,5              | 5,0  | 35,0                           | 39,3                          |
| 14                             | S 54     | 54                   | 12      | 215,74       | 17,978                  | 2290                       | 2,7              | 5,4  | 37,8                           | 42,3                          |
| 15                             | S 57     | 57                   | 12      | 240,37       | 20,031                  | 2552                       | 2,9              | 5,7  | 39,9                           | 44,6                          |

CATATAN:

1. Diameter nominal hanya dipergunakan untuk perhitungan parameter nominal lainnya dan tidak perlu diukur
2. Cara menghitung luas penampang nominal, keliling nominal, berat nominal dan ukuran sirip/ulir adalah sebagai berikut
  - Luas penampang nominal (A)  
 $A = 0,7854 \times d^2$  (mm<sup>2</sup>)  
d = diameter nominal (mm)
  - Berat nominal =  $(0,785 \times 0,7854 \times d^2)/100$  (kg/m)
  - Jarak sirip melintang maksimum = 0,70 d
  - Tinggi sirip minimum = 0,05 d  
Tinggi sirip maksimum = 0,10 d
  - Jumlah 2 (dua) sirip membujur maksimum = 0,25 K  
Keliling nominal (K)  
 $K = 0,3142 \times d$  (mm)

**Tabel A.5.c – Mutu Kawat Baja Prategang/Strand, Dimensi dan Berat (Kg/m) (SNI 1154:2016)**

| Kawat Baja Prategang (KBjP-P7) |                                |                          |  |                                     | SNI 1154:2016   |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------|--|-------------------------------------|---|
| Simbol                         | Diameter Nominal Pilinan, (mm) | Toleransi Diameter, (mm) | Luas Penampang Nominal, (mm <sup>2</sup> ) | Berat Nominal, (g /m <sup>3</sup> ) | Selisih Diameter Kawat Inti dan Kawat Luar, Min, (mm) |
| BHjP-P7 N.A<br>KBjP-P7 R.A     | 6,4                            | $\pm 0,40$               | 23   | 182                                 | 0,025   |
|                                | 7,9                            |                          | 37   | 294                                 | 0,038   |
|                                | 9,5                            |                          | 52   | 405                                 | 0,051   |
|                                | 11,1                           |                          | 69,7                                       | 548                                 | 0,064   |
|                                | 12,7                           |                          | 92,8                                       | 730                                 | 0,078   |
|                                | 15,2                           |                          | 139  | 1090                                | 0,102   |
| KBjP-P7 N.A<br>KBjP-P7 R.A     | 9,53                           | $+0,65$<br>$-0,15$       | 55   | 430                                 | 0,051   |
|                                | 11,1                           |                          | 74,2                                       | 580                                 | 0,064   |
|                                | 12,7                           |                          | 98,7                                       | 780                                 | 0,076   |
|                                | 13,2                           |                          | 108  | 840                                 | 0,0876  |
|                                | 14,3                           |                          | 124  | 970                                 | 0,089   |
|                                | 15,2                           |                          | 140  | 1100                                | 0,102   |
|                                | 15,7                           |                          | 150  | 1200                                | 0,102   |
|                                | 17,8                           |                          | 190  | 1500                                | 0,114   |

**Tabel A.5.d – Berat dan Dimensi Baja Tulangan Wire Mesh**

| Type | Diameter (mm) | Ukuran per lembar (m) | Spasi (cm) | Berat per lembar, normal | Berat Aktual (kg/lembar) |        |        | Berat per m <sup>2</sup> | Berat normal per m <sup>3</sup> beton, Kg |        |        |        |  |
|------|---------------|-----------------------|------------|--------------------------|--------------------------|--------|--------|--------------------------|---|--------|--------|--------|--|
|      |               |                       |            |                          | Toleransi, mm            |        |        |                          | Tebal beton, m                            |        |        |        |  |
|      |               |                       |            |                          | 0,2                      | 0,3    | 0,5    |                          | 0,2                                       | 0,25   | 0,3    | 0,35   |  |
| M4   | 4             | 2,1 x 5,4             | 15 x 15    | 15,45                    | 13,94                    | 13,22  | 11,83  | 1,362                    | 6,812                                     | 5,450  | 6,812  | 5,450  |  |
| M5   | 5             | 2,1 x 5,4             | 15 x 15    | 24,14                    | 22,24                    | 21,33  | 19,55  | 2,129                    | 10,644                                    | 8,515  | 10,644 | 8,515  |  |
| M6   | 6             | 2,1 x 5,4             | 15 x 15    | 34,76                    | 32,48                    | 31,37  | 29,2   | 3,065                    | 15,326                                    | 12,261 | 15,326 | 12,261 |  |
| M7   | 7             | 2,1 x 5,4             | 15 x 15    | 47,31                    | 44,64                    | 43,34  | 40,79  | 4,172                    | 20,860                                    | 16,688 | 20,860 | 16,688 |  |
| M8   | 8             | 2,1 x 5,4             | 15 x 15    | 61,79                    | 58,74                    | 57,24  | 54,31  | 5,449                    | 27,244                                    | 21,795 | 27,244 | 21,795 |  |
| M9   | 9             | 2,1 x 5,4             | 15 x 15    | 78,2                     | 74,76                    | 73,07  | 69,75  | 6,896                    | 34,480                                    | 27,584 | 34,480 | 27,584 |  |
| M10  | 10            | 2,1 x 5,4             | 15 x 15    | 96,54                    | 92,72                    | 90,84  | 87,13  | 8,513                    | 42,566                                    | 34,053 | 42,566 | 34,053 |  |
| M11  | 11            | 2,1 x 5,4             | 15 x 15    | 116,82                   | 112,61                   | 110,53 | 106,44 | 10,302                   | 51,508                                    | 41,206 | 51,508 | 41,206 |  |
| M12  | 12            | 2,1 x 5,4             | 15 x 15    | 139,02                   | 134,43                   | 132,16 | 127,68 | 12,259                   | 61,296                                    | 49,037 | 61,296 | 49,037 |  |

**Tabel A.5.e – Perkiraan Baja Tulangan Untuk Konstruksi Beton**

| Jenis Konstruksi | Kg/m <sup>3</sup> | Volume (%) |
|------------------|-------------------|------------|
| Kolom            | 150 - 200         | 2 - 3      |
| Blok             | 100 - 150         | 1,5 - 2    |
| Pelat            | 80 - 100          | 0,5 - 1,5  |
| Tiang Pancang    | 80- 100           | 2 - 3      |
| Rakit (Raft)     | 90 - 120          | -          |

Catatan : Angka tersebut adalah hanya perkiraan dan dapat berubah sesuai dengan rancangan (disain) atau sesuai dengan kebutuhan untuk kestabilan konstruksi. (Ref: Dari berbagai sumber)

Apabila digunakan angka/nilai diluar yang tercantum dalam tabel harus merupakan hasil pengujian laboratorium

## B. Analisis Produktivitas Alat

Produktivitas dapat diartikan sebagai perbandingan antara *output* (hasil produksi) terhadap *input* (komponen produksi: tenaga kerja, bahan, peralatan, dan waktu). Jadi dalam Analisis Produktivitas dapat dinyatakan sebagai rasio antara *output* terhadap *input* dan waktu (jam atau hari). Bila *input* dan waktu kecil maka *output* semakin besar sehingga produktivitas semakin tinggi. Faktor yang mempengaruhi Analisis Produktivitas antara lain waktu siklus, faktor kembang-susut atau faktor konversi volume bahan, faktor alat, dan faktor kehilangan.

### B.1 Waktu Siklus

Dalam operasi penggunaan alat dikenal pula waktu siklus, yaitu waktu yang diperlukan alat untuk beroperasi pada pekerjaan yang sama secara berulang untuk menghasilkan suatu produk. Waktu siklus ini akan berpengaruh terhadap kapasitas produksi dan Koefisien Peralatan.

Contoh penentuan waktu siklus ( $T_s$ ) untuk *dump truck* yang mengangkut tanah, dihitung sejak mulai diisi sampai penuh ( $T_1$ ), kemudian menuju tempat penumpahan ( $T_2$ ), waktu pasti (penumpahan dan ambil posisi siap dimuat kembali, 1,25 - 1,65 menit) ( $T_3$ ) dan kembali kosong ke tempat semula ( $T_4$ ).

Waktu siklus,

$$T_s = T_1 + T_2 + T_3 + T_4, \text{ atau } T_s = \sum_{n=1}^n T_n \text{ dalam satuan menit} \quad (15)$$

Referensi: Komatsu, 2007

### B.2 Faktor Pemampatan (*Bulking Factor*) (Fk)

Dalam menentukan keperluan bahan (bahan dasar yang ada di *quarry* perlu diperhitungkan pula adanya faktor pemampatan (bukan faktor kehilangan) akibat pengrajaan atau angkutan).

Faktor pemampatan bahan (bahan baku yang ada di stock pile) disebabkan berbagai hal ditunjukkan dalam Tabel A.1

### B.3 Koefisien Bahan, Peralatan, dan Tenaga Kerja

#### B.3.1 Koefisien Bahan

Bahan yang dimaksud adalah bahan/material yang memenuhi ketentuan/persyaratan yang tercantum dalam dokumen atau spesifikasi, mengenai jenis, kuantitas maupun komposisinya bila merupakan suatu produk

campuran (langsung tercantum pada tabel maupun tidak langsung berdasarkan perhitungan).

Perhitungan dilakukan antara lain berdasarkan:

- a. faktor konversi bahan;
- b. faktor pemampatan bahan; dan
- c. kuantitas.

Faktor konversi bahan dan faktor pemampatan bahan pada dasarnya dapat ditetapkan berdasarkan pengalaman, pengamatan dan hasil uji laboratorium. Untuk aplikasi dapat menggunakan tabel dalam dokumen Tata Cara Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang PUPR Bagian Umum.

Kuantitas bahan-bahan yang diperlukan dalam analisis adalah untuk mendapatkan koefisien bahan dalam satuan pengukuran ( $m^1$ ,  $m^2$ ,  $m^3$ , ton, kg, liter, dan lain-lain). Simbol berat isi bahan pada umumnya berat isi padat (BiP). Bila dalam analisis diperlukan berat isi lepas, simbol berat isi lepas dapat menggunakan BiL.

Faktor konversi bahan dan faktor pemampatan bahan dapat berpengaruh terhadap analisis Koefisien Bahan.

Berbagai jenis tanah dalam keadaan asli (sebelum digali), telah menjadi lepas-lepas (*loose*) karena pengrajan galian atau pengurugan menggunakan alat penggali, yang kemudian dipadatkan, kuantitasnya akan berlainan akibat dari faktor pengembangan dan penyusutan bahan.

Dalam dokumen Tata Cara Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang PUPR Bagian Bina Marga disajikan perhitungan kuantitas bahan pada pekerjaan pemanfaatan suatu bahan atau campuran.

- Bahan yang akan digunakan untuk pemanfaatan sebanyak  $1 m^3$ , maka kuantitas bahan yang disiapkan atau dibeli harus dalam kondisi lepas. Kuantitas bahan yang disediakan menjadi:

$$1 m^3 : F_k \quad (16)$$

- Bahan yang akan digunakan untuk pemanfaatan sebanyak 1 ton, maka kuantitas bahan yang disiapkan dalam satuan  $m^3$  adalah dalam kondisi lepas. Kuantitas bahan yang disediakan menjadi:

$$1 \text{ ton} : D \quad (17)$$

- Bahan-bahan yang akan digunakan dalam satuan % untuk pemasangan sebanyak 1 (satu) ton, maka kuantitas bahan yang disiapkan dalam satuan berat (ton atau kg), menjadi:

$$\% \text{ Bahan} \times 1 \text{ m}^3 \times (1 \text{ untuk ton, atau } 1.000 \text{ untuk satuan kg}) \quad (18)$$

#### **KETERANGAN:**

- % bahan : persentase bahan (agregat, tanah, dan lain-lain) yang digunakan dalam suatu campuran.
- $D_n$  : berat isi padat bahan (agregat, tanah, dan lain-lain) atau campuran beraspal yang digunakan.
- $BiL$  : berat isi lepas bahan (agregat, tanah, dan lain-lain) atau campuran beraspal yang digunakan. Berat isi lepas ( $BiL$ ) sama dengan  $D$  dibagi faktor konversi lepas ke padat.
- $1 \text{ m}^3$  : salah satu satuan pengukuran bahan atau campuran.
- $F_h$  : faktor kehilangan bahan berbentuk curah atau kemasan, yang besarnya bervariasi. Lihat dokumen Tata Cara Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang PUPR Bagian Umum.
- $F_k$  : faktor pemampatan (*bulking factor*), atau lepas ke asli yang besarnya kurang dari nilai 1 (satu). Lihat dalam dokumen Tata Cara Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang PUPR Bagian Umum.
- 1.000 : perkalian dari satuan ton ke kg.
- $n$  : bilangan tetap yang ditulis *sub script*.

Contoh analisis untuk menentukan Koefisien Bahan diperlihatkan contoh dalam dokumen Tata Cara Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang PUPR Bagian Bina Marga.

#### **B.3.2 Koefisien Peralatan**

##### **B.3.2.1 Hubungan Koefisien Alat dan Kapasitas Produksi**

Koefisien Peralatan adalah waktu yang diperlukan (dalam satuan jam) oleh suatu alat untuk menyelesaikan atau menghasilkan produksi sebesar satu satuan kuantitas jenis pekerjaan. Data utama yang diperlukan untuk perhitungan efisiensi alat ini adalah:

- jenis alat;
- kapasitas produksi;
- faktor efisiensi alat;
- waktu siklus; dan
- kapasitas produksi alat.

Untuk keperluan analisis diperlukan satu atau lebih alat berat. Setiap alat mempunyai kapasitas produksi ( $Q$ ) yang bermacam-macam, tergantung pada jenis alat, faktor efisiensi alat, kapasitas alat, dan waktu siklus.

Satuan kapasitas produksi alat adalah satu satuan pengukuran per jam. Koefisien alat ( $K_a$ ) adalah berbanding terbalik dengan kapasitas produksi.

$$K_a = 1 / Q \quad (19)$$

#### **Keterangan:**

$K_a$  : koefisien alat dengan satuan berupa satuan waktu (jam atau hari).

$Q$  : kapasitas produksi dengan satuan berupa satuan pengukuran per satuan waktu.

Perhitungan hasil produksi alat dapat dilihat pada analisis biaya langsung untuk menghitung koefisien alat di dokumen Tata Cara Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang PUPR Bagian Bina Marga.

#### **B.3.2.2 Kapasitas Produksi Alat**

Berikut ini beberapa contoh rumus kapasitas produksi alat yang digunakan.

Penyebutan merk semata-mata hanya untuk penyesuaian spesifikasi sesuai dengan katalog atau brosur.

##### **1) Asphalt Mixing Plant (AMP) (E01)**

Contoh alat: *Shin Saeng* (SPECO) -TSAP 1000 AS dengan modifikasi thermal oil heater (Mitra Boiler atau yang sejenis).

Sesuai dengan informasi katalog alat, spesifikasi teknis alat yang dimaksud adalah sebagai berikut:

- kapasitas amp,  $C_p = v = 60$  ton/jam;
- tenaga penggerak,  $P_w = 294$  hp;
- kapasitas tangki aspal,  $C_a = (30.000 \times 2)$  liter;
- kapasitas *pugmill*,  $M_p = 1.000$  kg (waktu pencampuran berdasarkan % *coating* bitumen terhadap agregat, tidak fix);
- kapasitas tangki oli pemanas (*heater oil*, *oil transfer fluid*),  $C_{tf} = 179$  liter.

- bahan bakar pemanas agregat,  $12 \times 0,7 \times C_p$ ; liter/jam
- bahan bakar pemanas oli,  $0,001 \times C_a$ , liter/jam
- oli pemanas (*transfer fluid oil*) =  $C_{tf}/37.500$ ; liter/jam (35.000 s.d. 40.000 jam)

Dengan spesifikasi alat tersebut, maka dapat dihitung kapasitas produksi AMP/jam sebagai berikut:

Kapasitas produksi (ton/jam):

$$Q = v \times F_a \quad (20)$$

**Keterangan:**

$v$  atau  $C_p$  : kapasitas AMP, 60 ton/jam.

$F_a$  : faktor efisiensi alat AMP (diambil kondisi paling baik sekali, 0,83). Lihat Tabel A.5.

**Tabel A.5 – Faktor Efisiensi Alat (Fa)**

| Kondisi operasi | Pemeliharaan mesin |      |        |       |              |
|-----------------|--------------------|------|--------|-------|--------------|
|                 | Baik sekali        | Baik | Sedang | Buruk | Buruk sekali |
| Baik sekali     | 0.83               | 0.81 | 0.76   | 0.70  | 0.63         |
| Baik            | 0.78               | 0.75 | 0.71   | 0.65  | 0.60         |
| Sedang          | 0.72               | 0.69 | 0.65   | 0.60  | 0.54         |
| Buruk           | 0.63               | 0.61 | 0.57   | 0.52  | 0.45         |
| Buruk sekali    | 0.53               | 0.50 | 0.47   | 0.42  | 0.32         |

Angka dalam warna kelabu adalah tidak disarankan. Faktor efisiensi ini adalah didasarkan atas kondisi operasi dan pemeliharaan secara umum.  
Faktor efisiensi untuk setiap jenis alat bisa berbeda. Lihat Tabel 5, Tabel 6, Tabel 7, dan Tabel 12.

2) *Asphalt Finisher (Asphalt Paving Machine)* (E02)

Contoh alat: VÖGELE, SUPER 1203.

Sesuai dengan informasi katalog alat, spesifikasi teknis alat yang dimaksud adalah sebagai berikut:

- kapasitas *hopper*, cp = 10 ton;
- tenaga penggerak, pw = 72,4 HP;
- kapasitas lebar penghamparan, b = 3,15 m;
- kapasitas tebal penghamparan, t = 0,25 m (maksimum);
- kecepatan menghampar, v = 5,00 m/menit.

Kapasitas produksi (ton/jam):

$$Q = v \times b \times 60 \times F_a \times t \times D_1 \quad (21a)$$

Kapasitas produksi ( $m^3$ /jam):

$$Q = v \times b \times 60 \times F_a \times t \quad (21b)$$

Kapasitas produksi ( $m^2$ /jam):

$$Q = v \times b \times 60 \times F_a \quad (21c)$$

**Keterangan:**

$v$  : kecepatan menghampar ( 5 m/menit).

$F_a$  : faktor efisiensi alat AMP (diambil kondisi kerja paling baik sekali, 0,83). Lihat Tabel A.5.

$b$  : lebar hamparan (m).

$D_1$  : berat isi campuran beraspal (ton/ $m^3$ ).

$t$  : tebal, m (maksimum 0,25 m).

60 : perkalian 1 jam ke menit.

**Jenis *asphalt finisher* dengan kapasitas lainnya:**

- E02a, *asphalt finisher*; BF 223; 200 T/jam; 49,4 HP;
- E02b, *asphalt finisher*; BF 300P; 300 T/jam; 55,4 HP;
- E02c, *asphalt finisher*; BF 600C; 600 T/jam; 115 HP;
- A02d, *asphalt finisher*; BF 800C; 800 T/jam; 135 HP.

3) *Asphalt Sprayer (Hand Sprayer)* (E03)

*Asphalt sprayer* hanya digunakan di jalan lingkungan dan tidak digunakan lagi di Ditjen Bina Marga, yang mengharuskan penggunaan *Asphalt Distributor*. Contoh untuk perhitungan *asphalt distributor* ada di nomor 41).

Contoh *Hand Sprayer*: Bukaka BAS – 850 TA

Sesuai dengan informasi katalog alat, spesifikasi teknis alat yang dimaksud adalah sebagai berikut:

- Kapasitas tangki aspal,  $C_p = 850 - 1200$  liter;
- Tenaga penggerak,  $P_w = 5,5$  HP;

- Kapasitas pompa aspal,  $p_a = 55$  liter/menit.

Kapasitas produksi (liter/jam) (berdasarkan banyaknya pemakaian aspal, Q1):

$$=V \times F_b \times F_a \quad (22a)$$

Kapasitas produksi ( $m^2$ /jam) (berdasarkan luas permukaan yang disemprot aspal, Q2):

$$=V \times l_t \times F_b \times F_a \quad (22b)$$

**Keterangan:**

$p_a$  : kapasitas pompa aspal (liter/menit).

$F_a$  : faktor efisiensi alat (diambil kondisi baik sekali,  $F_a = 0,83$ ).

$l_t$  : pemakaian aspal (liter) tiap  $m^2$  luas permukaan (misal 0,8 liter/ $m^2$ ).

60 : perkalian 1 (satu) jam ke menit.

4) *Bulldozer* (E04)

Contoh: Komatsu D61 EX-15 (TQ)

Sesuai dengan informasi katalog alat, spesifikasi teknis alat yang dimaksud adalah sebagai berikut:

- Tenaga penggerak,  $P_w = 155$  HP;
- Lebar/bentang pisau (*blade*),  $L = 3,175$  m;
- Tinggi pisau,  $H = 1,3$  m;
- Kapasitas pisau,  $q = L \times H^2 = 5,366 = 5,4 m^3$ .

Data kondisi dan faktor-faktor diambil dari tabel maupun grafik buku referensi *Specification and Application Handbook, Komatsu Edition 28 Tahun 2007*, halaman 15A-4 dan 15A-5.

**Jenis *Bulldozer* dengan kapasitas lainnya:**

- E04a, *bulldozer*, D39EX-22; 2,21 M3; 105 HP;
- E04b, *bulldozer*, D39PX-22; 2,3 M3; 105 HP;
- E04c, *bulldozer*; D5R-XL; 4 M3; 173 HP;
- E04d, *bulldozer*, D65P-12; 3,6 M3; 190 HP;
- E04e, *bulldozer*, 200 HP; D85255-2; 3 M3; 190 HP;
- E04f, *bulldozer*, D85E-55-2; 3,4 M3; 210 HP.

**a) Rumus kapasitas produksi (Q1) per m<sup>3</sup> untuk menggusur/mengupas:**

$$Q_1 = \frac{(L \times H^2) F_b \times F_m \times F_{aBul} \times 60}{T_s} \quad (23a)$$

atau

$$Q_1 = \frac{q \times F_b \times F_m \times F_{aBul} \times 60}{T_s} \quad (23b)$$

**Keterangan:**

$F_{aBul}$  : faktor efisiensi alat *bulldozer*, 0,83 (kondisi baik).

Lihat Tabel A.6 – Faktor Efisiensi Alat Bulldozer ( $F_{aBul}$ )

$F_m$  : faktor kemiringan pisau (*grade*), diambil = 1,0 (mudah)

untuk datar (0%). Lihat Gambar 4 – Faktor Kemiringan (*grade factor*,  $F_m$ ) *Bulldozer*

$F_b$  : faktor pisau (*blade factor*), diambil = 1,0 (mudah). Lihat

Tabel A.7 – Faktor Pisau *Bulldozer* (*Blade Fill Factor*,  $F_b$ ).

$T_s = T_1 + T_2 + T_3 = \frac{1 \times 60}{v_F} + \frac{1 \times 60}{v_R} + Z$  (menit).  
 $T_s$  : waktu siklus,

$v_F$  : kecepatan mendorong/mengupas (maju) (3,0 km/Jam).

$v_R$  : kecepatan mundur kembali, (4,0 km/jam).

1 : jarak pengupasan, (30 m, asumsi).

$T_1$  : waktu mendorong (menit).

$T_2$  : waktu mundur (menit).

$T_3$  : waktu lain-lain (waktu transmisi peralatan hidrolis).

60 : perkalian 1 jam ke menit.

Z : waktu pasti (*fixed time*):

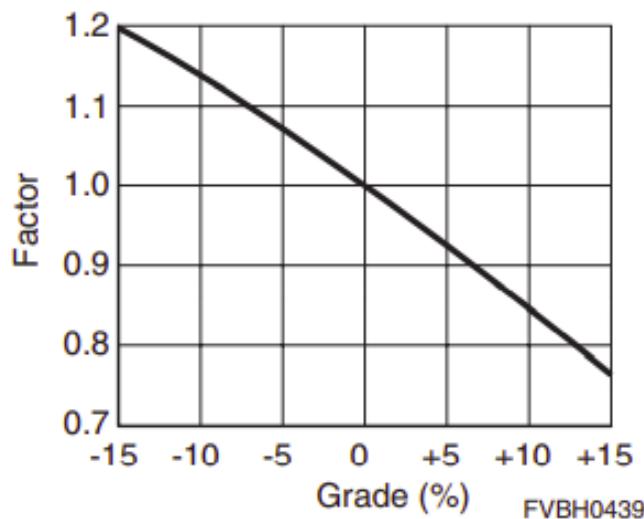
$Z = 0,10$  menit (transmisi jenis *Direct Drive*, DD).

$Z = 0,05$  menit (transmisi jenis *Torque Converter*, TC).

**Tabel A.6 – Faktor Efisiensi Alat *Bulldozer* ( $F_{aBul}$ )**

| Kondisi kerja | Efisiensi kerja |
|---------------|-----------------|
| Baik          | 0,83            |
| Sedang        | 0,75            |
| Kurang baik   | 0,67            |
| Buruk         | 0,58            |

Bibliografi: 2)Specifications and Application Hand book, Komatsu, Edition 28- Des2007, pg. 15A-5



**Gambar 4 - Faktor Kemiringan (grade factor,  $F_m$ ) Buldozer**

**Tabel A.7 – Faktor Pisau Bulldozer (Blade Fill Factor,  $F_b$ )**

| Kondisi kerja | Kondisi permukaan  | Faktor pisau |
|---------------|--|--------------|
| Mudah         | Tidak keras/ padat, tanah biasa, kadar air rendah, bahan timbunan            | 1,10 – 0,90  |
| Sedang        | Tidal terlalu keras/ padat, sedikit mengandung pasir, kerikil, agregat halus | 0,90 – 0,70  |
| Agak sulit    | Kadar air agak tinggi, mengandung tanah liat, berpasir, kering/ keras        | 0,70 – 0,60  |
| Sulit         | Batu hasil ledakan, batu belah ukuran besar                                  | 0,60 – 0,40  |

**b) Rumus kapasitas produksi untuk meratakan hamparan ( $m^2$ ):**

$$Q = \frac{1 \times \{N \times (b - b_o) + b_o\} \times F_b \times F_m \times F_{aBul} \times 60}{N \times n \times T_s} . \dots \dots \dots \quad (23c)$$

**Keterangan:**

Q : kapasitas untuk perataan ( m<sup>2</sup> / jam).

b : lebar pisau alat (m).

b<sub>0</sub> : lebar overlap, (diambil 0,30 m); m.

n : jumlah lintasan (passing), (diambil n = 4 lintasan).

N : jumlah "lajur" lintasan pengupasan selebar b<sub>ef</sub> = (b - b<sub>0</sub>) di area pekerjaan, N (kali) dihitung sebagai berikut:

- U untuk lebar area pekerjaan (W), maka N = W / b<sub>ef</sub>;

- W adalah lebar area pekerjaan (m).

l : jarak pengupasan (diambil 30 m) (m).

F<sub>a</sub> : faktor efisiensi alat *bulldozer*. Lihat Tabel A.6.

F<sub>b</sub> : faktor pisau (*blade*). Lihat Tabel A.7.

F<sub>m</sub> : faktor kemiringan pisau (grade), diambil 1,0 utk datar (0%); 1,2 utk menurun (-15%); 0,7 utk menanjak (+15%).

$$T_s = T_1 + T_2 + T_3 = \frac{l \times 60}{v_F} + \frac{l \times 60}{v_R} + Z \quad (\text{menit}).$$

Keterangan:

v<sub>F</sub> kecepatan mendorong; 3,0 km/Jam atau disesuaikan;

v<sub>R</sub> kecepatan mundur; 4,0 km/Jam atau disesuaikan;

T<sub>1</sub> waktu mendorong (menit);

T<sub>2</sub> waktu mundur (menit);

T<sub>3</sub> waktu lain-lain (waktu transmisi peralatan hidrolis Z antara 0,05 dan 0,1 menit);

60 adalah perkalian 1 jam ke menit;

Z adalah waktu pasti (*fixed time*):

- Z = 0,10 menit (transmisi jenis *Direct Drive*, DD);

- Z = 0,05 menit (transmisi jenis *Torque Converter*, TC).

Hasil produksi yang sebenarnya dari suatu peralatan yang digunakan bisa tidak sama dengan hasil perhitungan berdasarkan data kapasitas

yang tertulis pada brosur, karena banyaknya faktor-faktor yang mempengaruhi proses produksi.

### 5) Air compressor (E05)

Contoh alat: *Atlas Copco*, XA/S – 85Dd.

Sesuai dengan informasi katalog alat, spesifikasi teknis alat yang dimaksud adalah sebagai berikut:

- Kapasitas udara,  $V = Cp = 180 \text{ CFM} = 5.000 \text{ liter/menit};$
  - Tenaga penggerak,  $Pw = 75 \text{ HP}.$

Alat ini digunakan sebagai sumber tenaga berbentuk udara bertekanan tinggi untuk *jack hammer*, *rock drill*, atau *concrete breaker* untuk penghancuran. Digunakan pula untuk membersihkan area yang akan dikerjakan dari kotoran-kotoran dan debu dalam persiapan untuk pelapisan penyemprotan aspal lapis peresap atau aspal lapis perekat.

a) Pemakaian untuk *Jack Hammer*.

Contoh alat: *Atlas Copco* TEX – 21 S.

Sesuai dengan informasi katalog alat, spesifikasi teknis alat yang dimaksud adalah sebagai berikut:

- Kapasitas konsumsi udara  $V = 1,33 \text{ m}^3/\text{menit}$ ;
  - $F_a = 0,83$  (baik sekali). *Compresor* dan *Jack Hammer*. Lihat Tabel A.5;
  - Kapasitas produksi (pemecahan / penghancuran) tiap  $\text{m}^2$  luas permukaan = 5 menit (asumsi);
  - Kapasitas produksi ( $\text{m}^2/\text{jam}$ ):

$$Q_1 = \frac{60}{5} \times 1,00 \times Fa \quad \dots \dots \dots \quad (24)$$

$$= 12 \times 1,00 \times 0,83 = 9,96$$

(Air Compressor E05, dan Jack Hammer E26).

## Keterangan:

- $F_a$  : faktor efisiensi alat. Lihat Tabel A.5.
  - 5 menit : asumsi kapasitas produksi pemecahan per 1 m<sup>2</sup> luas permukaan perkerasan *hot mix* satu lapis tanpa dibantu alat lain (*cutter*). Kapasitas ini akan meningkat apabila dibantu dengan alat lain.
  - 60 : perkalian 1 jam ke menit.

- Kebutuhan produksi udara *Jack Hammer* (E26)(m<sup>3</sup>/jam):

$$= \frac{1,33 \times 60}{0,83} = 96,15$$

- b) Apabila *Compressor* (E05) dipakai sebagai pembersih area proyek (permukaan jalan) yang akan dilabur aspal.

Diasumsikan tiap menit dapat membersihkan permukaan seluas  $V = 10 \text{ m}^2/\text{menit}$

Kapasitas produksi ( $\text{m}^2 / \text{jam}$ ) :

Umumnya *idle time* terjadi pada penggunaan *compressor* ini, sehingga kapasitas produksi sering diambil sama dengan peralatan lain yang digunakan bersama-sama, misalnya *asphalt distributor* (bukan *hand sprayer*)

## 6) Concrete Mixer (E06)

Contoh alat: Golden Star SM-500.

Sesuai dengan informasi katalog alat, spesifikasi teknis alat yang dimaksud adalah sebagai berikut:

Kapasitas mencampur,  $v = Cp = 500$  liter.

Kapasitas produksi ( $\text{m}^3/\text{jam}$ ):

## Keterangan:

Untuk membuat campuran beton semen atau campuran aspal dingin:

$Q$  : kapasitas produksi (  $\text{m}^3 / \text{jam}$  ).

v atau  $C_p$  : kapasitas mencampur; diambil  $0,5 \text{ m}^3$

$F_a$  : faktor efisiensi alat. Lihat Tabel A.5.

$$T_S = \sum_{n=1}^n T_n \text{ menit.}$$

: waktu siklus,

$T_1$  : waktu mengisi; diambil 0,50 (menit);

$T_2$  : waktu mencampur; diambil 1,0 (menit);

$T_3$  : waktu menuang; diambil 0,30 (menit);

$T_4$  : waktu menunggu; diambil 0,20 (menit);

$$T_S = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 = 2,00 \text{ menit.}$$

#### **Jenis Concrete Mixer dengan kapasitas lainnya:**

- E06a, *concrete mixer*, 350 Ltr, 20 HP, pindahan dari No. E47.
- E06b, *concrete mixing plant*, HZS90D, 90 M<sup>3</sup>/jam; 60 HP.
- E06c, *concrete pan mixer*, 600 Liter, 134 HP, pindahan dari No. E43.

#### 7) *Crane* (10 – 15) Ton (E07)

Sesuai dengan informasi katalog alat, spesifikasi teknis alat yang dimaksud adalah sebagai berikut:

Contoh: *Crane* dengan kapasitas 10-15 Ton; PM 36524 S, *crane on truck*, 260 HP, mengangkat gorong-gorong di *base camp*.

- Kapasitas angkat crane,  $v = n$  buah gorong-gorong.
- Faktor efisiensi alat,  $F_a = 0,83$ . Lihat Tabel A.5.
- Waktu siklus:
  - o Mengikat, menambatkan, menaikan, membawa, menurunkan,  $T_1 = 2,00$  menit;
  - o Menggeser, membongkar ikatan, kembali ke awal,  $T_2 = 1,00$  menit;
  - o Total waktu siklus  $T_s = 3,00$  menit.
- Kapasitas Produksi (buah/jam):

$$Q = \frac{V \times F_a \times 60}{T_s} \quad (26a)$$

- Koefisien Alat/buah, E07 = (1:Q) = 0,0024 jam.

#### **Jenis crane dengan kapasitas lainnya:**

- E07, *crane on track* (75-100) T, HZQH 400, 190 HP, (pindahan dari E51 dan E31);
- E07a, *crane on track* 30-35 Ton, Rough Terrain, 200 HP;

- E07b, *crane* 10-15 Ton; PM 36524 S, crane on truck; 260 HP;
  - E07c, *crane (crawler crane)* XCMG XGC150; 150T; 315 HP;
  - E07d, *skyliftcrane truck*, 16 m, 1 Ton.

## 8) Dump truck 4 Ton (E08)

Sesuai dengan informasi katalog alat, spesifikasi teknis alat yang dimaksud adalah sebagai berikut:

*Dump truck Colt FE SHDX : v = Cp = 4 Ton.*

Rumus-rumus lihat E35, (*Dump Truck 10 Ton*).

**Jenis *dump truck* dengan kapasitas lainnya:**

- E08a, *dump truck*, FM 517 HS, 7 Ton, 220 PS atau 217 HP .

9) *Dump Truck (E35)*

Contoh Alat: FN 527 ML, 10 Ton, 220 PS (217 HP)

Sesuai dengan informasi katalog alat, spesifikasi teknis alat yang dimaksud adalah sebagai berikut:

*Dump truck, v = Cp 10 ton.*

Kapasitas produksi (m<sup>3</sup>/ jam):

$$Q = \frac{\nu \times F_a \times 60}{BiL \times T_s}, \text{ gembur} \dots \dots \dots \quad .(27)$$

## Keterangan:

$Q$  : kapasitas produksi *dump truck* (  $\text{m}^3 / \text{jam}$  ).

v atau Cp : adalah kapasitas bak (ton).

$F_{adt}$  : faktor efisiensi alat *dump truck*,  $F_{adt} = 0,8$  (kondisi sedang). Lihat Tabel A.8.

BiL : berat isi material (lepas, gembur)

$V_F$  : kecepatan rata-rata bermuatan (km/jam). Lihat Tabel A.9.

$V_R$  : kecepatan rata-rata kosong (km/jam). Lihat Tabel A.9.

$T_S$  : waktu siklus,  $T_S = T_1 + T_2 + T_3 + T_4$  menit, terdiri atas:

$$T_1 = \frac{V \times 60}{D \times Q_{Exc}} ; \text{ menit, Lihat } \textit{excavator}, \text{ E10;}$$

$Q_{Exc}$  : kapasitas produksi alat *excavator* yang mengisi material ke *Dump Truck*;

$T_2$  : waktu tempuh isi: =  $(L / v_F) \times 60$  (menit);

$T_3$  : waktu tempuh kosong:=  $(L / v_R) \times 60$  (menit);

$T_4$  : waktu lain-lain, menit (waktu penumpahan dan waktu pengambilan posisi dan siap untuk dimuat kembali) =  $T_1 + T_2$  (Referensi Komatsu Ed 28-2007;p 4A-64, waktu pasti penumpahan dan ambil posisi siap dimuat kembali, 1,25 - 1,65 menit);

$L$  : jarak antara lokasi bahan dengan *dump truck*.

60 : perkalian 1 jam ke menit,

Kecepatan rata-rata *Dump Truck* dipilih, Lihat Tabel A.9.

- Kecepatan bermuatan,  $v_F = 20$  km/jam;
- Kecepatan kosong,  $v_R = 40$  km/jam.

**a) *Dump truck* diisi memakai *excavator backhoe* (kapasitas  $0,93 \text{ m}^3$  heaped).**

Lihat contoh perhitungan untuk *Excavator Backhoe* (E10),  $Q_{Exc} = 140,91 \text{ m}^3/\text{jam}$ .

Kapasitas produksi ( $\text{m}^3/\text{jam}$ ):

$$Q_1 = \frac{V \times F_{aDT} \times 60}{D \times T_s} \quad (\text{kondisi gembur}).$$

**Keterangan:**

$V$  : kapasitas bak *dump truck* = 10 ton.

$F_{aDT}$  : faktor efisiensi alat *dump truck* = 0,83 (baik). Lihat Tabel A.8.

$D$  : berat isi material galian = 1,60 ton/ $\text{m}^3$ .

$T_s$  : waktu siklus =  $T_1 + T_2 + T_3 + T_4$ .

$Q_{exc}$  : kapasitas produksi alat *excavator* yang mengisi material ke *dump truck*

**Contoh:**

$T_1$  = waktu muat (dimuat memakai *Excavator*), menit

$$T_1 = \frac{V \times 60}{D \times Q_{EXC}} = \frac{10 \times 60}{1,60 \times 140,91} = 2,66 \text{ menit}$$

$$T_2 = \frac{L \times 60}{v_F} = \frac{8,7 \times 60}{20} = 26,1 \text{ menit}$$

$$T_3 = \frac{L \times 60}{v_R} = \frac{8,7 \times 60}{30} = 17,4 \text{ menit}$$

$$T_4 = t_1 + t_2 = 1,5 + 0,5 = 2,0 \text{ menit}$$

$$T_S = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 = 2,66 + 26,1 + 17,4 + 2,0 = 48,16 \text{ (menit)}$$

Kapasitas produksi ( $m^3/jam$ ) =  $Q_1$

$$Q_1 = \frac{V \times F_a \times 60}{D \times T_s} = \frac{10 \times 0,83 \times 60}{1,6 \times 48,16} = 6,46 \text{ (gembur)}$$

Koefisien alat per  $m^3$  =  $E09 = 1 : Q_1 = 1 : 6,46$

$$E09 = 0,1547 \text{ jam}$$

**Tabel A.8 – Faktor Efisiensi Alat ( $F_{aDT}$ ) Dump Truck**

| Kondisi kerja  | Efisiensi kerja |
|--|-----------------|
| Baik   | 0,83            |
| Sedang   | 0,80            |
| Kurang baik  | 0,75            |
| Buruk  | 0,70            |
| <i>Bibliografi:<sup>3)</sup> Specifications and Application Hand book, Komatsu, Edition 28- Des 2007</i> |                 |

Dalam penyusunan HPP dan HPS, kondisi operasi peralatan dalam keadaan baik, sehingga faktor efisiensi yang dipakai 0,83 (Lihat Tabel A.8).

**Tabel A.9 – Kecepatan Tempuh Rata-rata Maksimum Dump Truck**

| Kondisi lapangan   | Kondisi beban | Kecepatan <sup>*)</sup> , v, km/h |
|--|---------------|-----------------------------------|
| Datar  | Isi           | 40                                |
|  | Kosong        | 60                                |
| Menanjak   | Isi           | 20                                |
|  | Kosong        | 40                                |
| Menurun  | Isi           | 20                                |
|  | Kosong        | 40                                |
| *) Kecepatan tersebut adalah perkiraan umum. Besar kecepatan bisa berubah sesuai dengan medan, kondisi jalan, kondisi cuaca setempat, serta kondisi kendaraan.<br>Bibliografi: <sup>3)</sup> Specifications and Application Hand book, Komatsu, Edition 28- Des 2007 |               |                                   |

**b) Dump truck dimuat agregat atau batu pecah memakai Wheel Loader (jarak dekat) secara V-loading.**

Material dibawa dan ditumpahkan di satu lokasi proyek yang jaraknya asumsi 8,7 km dari tempat pengisian. Pengisian memakai *wheel loader* lihat perhitungan untuk *Wheel Loader* (E15).

$$\text{Kapasitas produksi (m}^3/\text{jam}) = Q_2$$

$$Q_2 = \frac{V \times F_a \times 60}{D \times T_s} \quad (\text{kondisi belum padat}).$$

**Keterangan :**

V : kapasitas bak *dump truck* = 10 ton.

F<sub>ADT</sub> : faktor efisiensi alat *dump truck* = 0,83 (baik). Lihat Tabel A.8.

D : berat isi material = 1,8 ton/m<sup>3</sup>.

T<sub>s</sub> : waktu siklus = T<sub>1</sub> + T<sub>2</sub> + T<sub>3</sub> + T<sub>4</sub>.

**Contoh:**

$$T_1 : \text{waktu muat (memakai Wheel Loader)} = \frac{V \times 60}{D \times Q_{WL}} \quad (\text{menit}).$$

$$T_1 = \frac{10 \times 60}{1,80 \times 141,10} = 2,36 \quad \text{menit (lihat } Q_{Wheel Loader}: \text{ E15)}$$

$$T_2 = \frac{L \times 60}{VF} = \frac{8,7 \times 60}{20} = 26,1 \quad \text{menit}$$

$$T_3 = \frac{L \times 60}{VR} = \frac{8,7 \times 60}{30} = 17,4 \text{ menit}$$

$T_4 = t_1 + t_2 = 1,5 + 0,5 = 2,0 \text{ menit}$  □ (Referensi KOMATSU Ed 28-2007; p 4A-64, waktu pasti (penumpahan dan ambil posisi siap dimuat kembali, 1,25 - 1,65 menit)

$$T_s = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 = 2,36 + 26,1 + 17,4 + 2,0 = 47,86 \text{ menit}$$

Kapasitas produksi ( $\text{m}^3/\text{jam}$ ) =  $Q_2$

$$Q_2 = \frac{V \times F_a \times 60}{D \times T_s} = \frac{10 \times 0,83 \times 60}{1,80 \times 47,86} = 5,77$$

Koefisien alat/ $m_3$  = E35 = 1 :  $Q_2$  = 1 : 5,77

E35 = 0,1733 jam.

**c) Dump Truck melayani produksi AMP, mengangkut Hotmix ke lokasi proyek (lokasi Asphalt Finisher)**

Kapasitas produksi ( $\text{m}^3/\text{jam}$ ) =  $Q_3$

$$Q_3 = \frac{V \times F_{aDT} \times 60}{D \times T_s}$$

**Keterangan :**

V : kapasitas bak *Dump Truck* = 10 ton.

pm : kapasitas pugmill = 1000 kg.

$F_{aDT}$  : faktor efisiensi alat *dump truck* = 0,83 (baik). Lihat Tabel A.8.

D : berat isi campuran aspal panas = 2,25 ton/ $\text{m}^3$

$T_s$  : waktu siklus  $T_1 + T_2 + T_3 + T_4$

**Contoh:**

$$T_1 = \text{waktu mengisi} = \frac{V \times 1000}{pm} \times 1,0 \text{ menit} = 10,00 \text{ menit}$$

$$T_2 = \text{waktu angkut} = \frac{L}{v_F} \times 60 = 26,10 \text{ menit}$$

$$T_3 = \text{waktu menunggu, dumping, putar} = 20,00 \text{ menit}$$

$$T_4 = \text{waktu kembali} = \frac{L}{v_R} \times 60 = 17,40 \text{ menit}$$

$$T_s = 10,00 + 26,10 + 20,00 + 17,40 = 73,50 \text{ menit}$$

$$\text{Kapasitas produksi (m}^3/\text{jam}) = Q_3$$

$$Q_3 = \frac{V \times F_{ADT} \times 60}{D \times T_s} = \frac{10 \times 0,83 \times 60}{2,25 \times 73,50} = 3,00$$

$$\text{Koefisien alat/m}^3 = E35 = 1 : Q_3$$

$$= 1 : 3,00$$

$$= 0,333 \text{ jam}$$

**Jenis *dump truck* dengan kapasitas lainnya:**

- E35a, *dump truck*, LX 2528K; 10 Ton; 280 HP;
- E35b, *dump truck*; FM260; 10 Ton; 260 HP;
- E35c, *dump truck* FM320; 10 Ton; 320 HP;
- E35d, *dump truck* F4028Z, 6 Ban, 10 Ton; 280 PS.

10) *Excavator Backhoe* (E10)

Contoh Alat : Komatsu, PC 200-7.

Data spesifikasi teknis alat dan faktor-faktor yang dipakai dalam perhitungan produksi diambil berdasarkan data spesifikasi dan tabel-tabel faktor dari referensi *Specifications and Application Handbook, Komatsu*, Edition 28, Desember 2007 dan khususnya Tabel A.11 di bawah ini disesuaikan dengan *Estimation of Duration of Earthwork with Backhoe Excavator by Monte Carlo Simulation – Juni 2018*.

Sesuai dengan informasi katalog alat, spesifikasi teknis alat yang dimaksud adalah sebagai berikut:

- *Operating weight*: OW = 20.785 Kg;
- Tenaga mesin : Pw = 143 HP;
- Kapasitas *bucket*: v = 0,93 m<sup>3</sup>;
- Kapasitas maksimum kedalaman galian = 6,37 m.

*Excavator backhoe* bekerja menggali tanah pada kedalaman 2,0 meter. Hasil galian ditumpahkan ke atas *dump truck* yang ada di belakangnya (*Swing Excavator* = 180°).

Kapasitas produksi (m<sup>3</sup>/jam):

$$= \frac{V \times 60}{T_s \times F_v} \quad (28)$$

**Keterangan:**

V : kapasitas *bucket* ( $m^3$ ).

$F_{aEXC}$  : faktor efisiensi alat (ambil kondisi kerja baik, 0,83). Lihat Tabel A.13

$F_v$  : faktor konversi kedalaman galian alat *excavator* (ratio lengan terhadap kedalaman < 40 %).

$T_s$  : waktu siklus standar, 18,2 – 34,4 detik (0,30 – 0,57 menit). Lihat Tabel A., untuk kapasitas bucket  $v = 0,93 m^3$  dan sudut putar (*swing*) ( $90 - 180^\circ$ ), diambil  $T_s = 26,3$  detik (0,44 menit)

60 : perkalian 1 jam ke menit.

**Tabel A.10 – Faktor Bucket (*bucket fill factor*) ( $F_b$ ) untuk Excavator Backhoe**

| Kondisi Operasi | Kondisi Lapangan   | Faktor Bucket ( $F_b$ ) |
|-----------------|--|-------------------------|
| Mudah           | Tanah biasa, lempung, tanah lembut<br>Pemuatan material/bahan dari <i>stockpile</i> atau material yang telah dikeruk oleh Excavator lain, yang tidak memerlukan lagi daya gali dan bahan dapat dimuat munjung ke dalam <i>bucket</i> .<br><b>Contoh:</b><br>Pasir, tanah berpasir, tanah <i>colloidal</i> dengan kadar air sedang, dan lain-lain.  | 1,1 – 1,2               |
| Sedang          | Tanah biasa berpasir, kering.<br>Pemuatan dari <i>stockpile</i> tanah lepas yang lebih sukar dikeruk dan dimasukkan ke dalam <i>bucket</i> tetapi dapat dimuat hampir munjung (penuh).<br><b>Contoh:</b><br>Pasir kering, tanah yang berpasir, tanah campur tanah liat, tanah liat, gravel yang belum disaring, pasir padat, dan sebagainya atau menggali dan memuat gravel lunak langsung dan bukti asli. | 1,0 – 1,1               |
| Agak sulit      | Tanah biasa berbatu.<br>Pemuatan batu belah atau batu cadas belah, tanah liat yang keras, pasir campur gravel, tanah berpasir, tanah <i>colloidal</i> yang liat, tanah liat dengan kadar air yang tinggi, bahan-bahan tersebut telah ada pada <i>stockpile</i> /persediaan sulit untuk mengisi <i>bucket</i> dengan material-material tersebut.  | 1,0 – 0,9               |
| Sulit           | Batu pecah hasil.<br>Batu bongkah besar-besar dengan bentuk tidak beraturan dengan banyak ruangan di antara tumpukannya, batu hasil ledakan, batu-batu bundar yang besar-besar, pasir campuran batu-batu bundar tersebut, tanah berpasir, tanah campur lempung, tanah liat yang dimuat – gusur ke dalam <i>bucket</i> .  | 0,9 – 0,8               |

Bibliografi: <sup>2)</sup> *Specifications and Application Handbook, Komatsu, Edition 28 - Des 2007*

**Tabel A.11 – Waktu Siklus Standar (Standard Cycle Time) Backhoe (Detik) – (Ts)**

| <b>Kapasitas Bucket<br/>(m<sup>3</sup>/heaped)</b>  | <b>Kondisi Tanah</b>        | <b>Sudut Putar (Swing)</b> |      |                   |      |
|---|-----------------------------|----------------------------|------|-------------------|------|
|   |                             | <b>45° - 90°</b>           |      | <b>90° - 180°</b> |      |
| 0,10 - 0,60   | Pasir, Kerikil, Tanah Lunak | 10,8                       | 14,6 | 14,6              | 18,4 |
|   | Tanah Umumnya, Lempung      | 13,0                       | 17,5 | 17,5              | 22,1 |
|   | Lempung Keras, Tanah Keras  | 16,6                       | 22,4 | 22,4              | 28,2 |
| 0,60 - 1,25   | Pasir, Kerikil, Tanah Lunak | 14,4                       | 18,2 | 18,2              | 22,1 |
|   | Tanah Umumnya, Lempung      | 18,3                       | 23,3 | 23,3              | 28,2 |
|   | Lempung Keras, Tanah Keras  | 22,3                       | 28,3 | 28,3              | 34,4 |
| 1,25 - 2,20   | Pasir, Kerikil, Tanah Lunak | 16,6                       | 20,4 | 20,4              | 24,3 |
|   | Tanah Umumnya, Lempung      | 21,2                       | 26,1 | 26,1              | 31,0 |
|   | Lempung Keras, Tanah Keras  | 25,8                       | 31,8 | 31,8              | 37,8 |
| *) Referensi: <i>Modification of the Specifications and Application Handbook, Komatsu, 28th Edition - Dec 2007 with Estimation of Duration of Earthwork with Backhoe Excavator by Monte Carlo Simulation - Jun 2018</i> |                             |                            |      |                   |      |

**Tabel A.12 – Faktor Konversi-Galian (Fv) untuk Alat Excavator**

| <b>Kondisi galian (kedalaman galian terhadap kedalaman maksimum)</b>  | <b>Kondisi membuang, menumpahkan (dumping)</b> |               |                   |              |
|---|--|---------------|-------------------|--------------|
|   | <b>Mudah</b>                                   | <b>Normal</b> | <b>Agak sulit</b> | <b>Sulit</b> |
| < 40 %  | 0,7  | 0,9           | 1,1               | 1,4          |
| (40 – 75) %   | 0,8  | 1             | 1,3               | 1,6          |
| >75 %   | 0,9  | 1,1           | 1,5               | 1,8          |
| <i>Bibliografi:</i> <sup>2)</sup> <i>Specifications and Application Hand book, Komatsu, Edition 28- Des2007</i> |  |               |                   |              |

**Tabel A.13 – Faktor Efisiensi Kerja ( $F_{aEXC}$ ) Excavator**

| Kondisi operasi  | Faktor efisiensi |
|--|------------------|
| Baik   | 0,83             |
| Sedang   | 0,75             |
| Agak kurang  | 0,67             |
| Kurang   | 0,58             |
| <i>Bibliografi:</i> <sup>2)</sup> Specifications and Application Hand book, Komatsu, Edition 28- Des2007 |                  |

- a) **Excavator backhoe menggali tanah pada kedalaman 2,0 meter. Hasil galian ditumpahkan ke atas dump truck di belakangnya (swing excavator = 180°).**

Kapasitas produksi (galian) (m<sup>3</sup>/jam)

$$Q = \frac{V \times F_{aEXC} \times F_b \times 60}{T_s \times F_v} \quad (28)$$

**Keterangan:**

V : kapasitas bucket (*heaped*) = 0,93 m<sup>3</sup>.

$F_{aEXC}$  : faktor efisiensi alat *excavator* = 0,83 (kondisi baik). Lihat Tabel A.13.

$F_b$  : faktor bucket = 1,00 (kondisi baik). Lihat Tabel A.10

– Faktor Bucket (*bucket fill factor*) ( $F_b$ ) untuk *Excavator Backhoe*.

$F_v$  : faktor konversi galian (kondisi *digging and dumping* normal, rasio lengan terhadap kedalaman galian 40% - 75% kapasitas maksimum),  $F_v = 1,0$ . Lihat Tabel A.12.

$T_s$  : waktu siklus standar, 18,2 – 34,4 detik (0,30 - 0,57 menit). Lihat Tabel A.11, untuk kapasitas bucket v = 0,93 m<sup>3</sup> dan sudut putar (*swing*) (90 – 180°), diambil  $T_s = 26,3$  detik (0,44 menit).

60 : perkalian 1 jam ke menit.

**Contoh:**

- Kapasitas produksi (m<sup>3</sup>/jam) :

$$Q = \frac{v \times F_b \times F_a \times 60}{T_s \times F_v} = \frac{0,93 \times 0,90 \times 0,83 \times 60}{0,30 \times 1} = 138,9$$

- Koefisien alat / m<sup>3</sup> :  $E10 = \frac{1}{Q} = \frac{1}{138,9} = 0,0071$  jam

**Jenis *excavator* dengan kapasitas lainnya:**

- E10, *excavator*; PC-200-8MO *long arm*; 0,45 M3; 148 HP;
- E10a, *excavator* 200 P; 0,80 M3; 1074mm; 170 HP;
- E10b, *excavator amphibius* 200 P; 0,50 M3; 170 HP;
- E10c, *excavator* 80-140 HP; 0,90 M3; 139 HP;
- E10d, *excavator*; PC-130F-7; 0,53 M3; Lbr bld 859mm; 88 HP;
- E10e, *excavator*; PC-195LC-8; 0,93 M3; 123 HP;
- E10g, *excavator*; PC-200-8MD; 1,00 M3; 150mm; 138 HP.

11) Flat Bed Truck (E11)

Contoh Alat : Nissan – PCK 211 MHRN, 190 HP

Sesuai dengan informasi katalog alat, spesifikasi teknis alat yang dimaksud adalah sebagai berikut:

- Kapasitas muat (v) : 10 Ton;
- Jarak tempuh *truck* dengan muatan ke lokasi pekerjaan (L) : asumsi 8,7 km;
- Pengisian dan pembongkaran dilakukan secara manual atau memakai derek.

Asumsi :

- Kecepatan rata-rata bermuatan, v<sub>F</sub> = 20 km/jam.
- Kecepatan rata-rata kembali kosong, v<sub>R</sub> = 30 km/jam.
- Faktor efisiensi kerja, F<sub>a</sub> = 0,83 (baik sekali). Lihat Tabel A.5.
- Waktu siklus = T<sub>S</sub> = T<sub>1</sub> + T<sub>2</sub> + T<sub>3</sub> + T<sub>4</sub>.

**Contoh:**

- T<sub>1</sub> = waktu muat = 15,00 menit (asumsi).

$$\bullet T_2 = \text{waktu tempuh bermuatan} = \frac{L \times 60}{v_F} = \frac{8,7 \times 60}{20} = 26,1 \text{ menit.}$$

$$\bullet T_3 = \text{waktu kembali kosong} = \frac{L \times 60}{v_R} = \frac{8,7 \times 60}{30} = 17,4 \text{ menit.}$$

$$\bullet T_4 = \text{waktu bongkar} = 15,00 \text{ menit (asumsi).}$$

$$\bullet T_S = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 = 15 + 26,1 + 17,4 + 15 = 73,50 \text{ menit.}$$

Kapasitas produksi (ton/jam):

$$Q = \frac{10 \times 0,83 \times 60}{73,50} = 6,77 \text{ ton/jam.}$$

$$\text{Koefisien alat (jam/ton)}: E11 = \frac{1}{Q} = \frac{1}{6,77} = 0,147$$

## Keterangan:

**Q** : kapasitas produksi ( $m^3/jam$ ).

V : kapasitas muat (ton).

$F_a$  : faktor efisiensi alat. Lihat Tabel A.5.

$V_F$  : kecepatan rata-rata bermuatan (20 km/jam).

$V_R$  : kecepatan rata-rata kosong (30 km/jam).

$T_S = \sum_{n=1}^n T_n$  menit.

$T_1$  : waktu muat; asumsi 15 menit.

$T_2$  : waktu tempuh isi: =  $(L / v_F) \times 60$  (menit).

$T_3$  : waktu tempuh kosong :=  $(L / v_R) \times 60$  (menit).

T<sub>4</sub> : waktu bongkar; asumsi 15 menit (menit).

60 : perkalian 1 jam ke menit.

dimaksud adalah sebagai berikut:

- Faktor efisiensi alat:  $F_a = 0,83$  (kondisi baik sekali). Lihat Tabel A.5.

Kapasitas produksi (kW/ jam):

## Contoh:

$$Q = \frac{135 \times 0,83}{1} = 112,05$$

- Kapasitas produksi (kW/jam) :

Koefisien alat (jam/kW) :

$$E12 = \frac{1}{Q} = \frac{1}{112,05} = 0,0089$$

## Keterangan:

**Q** : kapasitas produksi (KW /jam).

$V$  : kapasitas listrik (KW).

$F_a$  : faktor efisiensi alat. Lihat Tabel A.5.

1 : satu jam.

**Jenis generating set dengan kapasitas lainnya:**

- E12a, generator set 32 HP;
  - E12b, generator set 37 HP;
  - E12c, generator set 91 HP;
  - E12d, generator set 180 HP;
  - E12e, generator set 332 HP.

### 13) Motor Grader (E13)

Contoh Alat : Komatsu, GD511 A-1

Sesuai dengan informasi katalog alat, spesifikasi teknis alat yang dimaksud adalah sebagai berikut:

- Kapasitas berat operasi (*operating weight*) :10.800,0 kg;
  - Tenaga penggerak (Pw) = 135 HP;
  - Panjang pisau (*blade*) (L) = 3,710 meter;
  - Lebar *overlap* ( $b_o$ ) = 0,30 meter;
  - Panjang pisau efektif (b) = 2,60 meter:
    - Bila pisau membentuk sudut  $30^\circ$ ,  $b_{30}$ , maka b dikalikan faktor 0,5

- Bila pisau membentuk sudut  $45^\circ$ ,  $b_{45}$ , maka b dikalikan faktor  $0,5\sqrt{2}$  atau 0,71
  - Bila pisau membentuk sudut  $60^\circ$ ,  $b_{60}$ , maka b dikalikan faktor  $0,5\sqrt{3}$  atau 0,87

Kapasitas produksi ( $\text{m}^2/\text{jam}$ ):

## Keterangan:

$L_h$  : panjang hamparan (m).

B : panjang pisau efektif (m).

$b_o$  : lebar *overlap* (m). Lihat Tabel A.15.

w : lebar area pekerjaan (m).

$F_{aMG}$  : faktor efisiensi alat. Lihat Tabel A.16.

n : jumlah lintasan (*passing*) n diambil antara 2 dan 4 lintasan.

N : jumlah "lajur" lintasan pengupasan selebar ( $b - b_0$ ) di area

pekerjaan. Nilai N dihitung sebagai berikut:

- Bila lebar area pengupasan  $W > b$ , maka  $N = W / (b - b_0)$
  - Bila lebar area pengupasan  $W \leq b$ , maka panjang pisau harus disesuaikan dengan lebar area pekerjaan ( $W$ ), dan nilai  $N$  menjadi 1, sehingga Rumus kapasitas produksi menjadi:

Kapasitas produksi ( $\text{m}^2/\text{jam}$ ):

$$Q = \frac{L_h \times b \times F_{aMG} \times 60}{n \times T_s} \quad \dots \dots \dots \quad (30b)$$

## Keterangan:

$T_S$  : waktu siklus,  $T_S = \sum_{n=1}^n T_n$  menit.

$T_1$  : waktu 1 kali lintasan :  $(L_h \times 60) / (v \times 1000)$  (menit).

T<sub>2</sub> : waktu lain-lain (menit).

v : kecepatan rata-rata; (km/jam). Lihat Tabel A.14.

b: lebar pisau efektif (m). Lihat Tabel A.15.

60 : perkalian 1 jam ke menit.

**Tabel A.14 – Pemilihan Kecepatan Operasi Motor Grader (v)**

| No.  | Uraian Pekerjaan  | Kecepatan, v<br>(km/jam) |     |
|--|---|--------------------------|-----|
| 1  | Perbaikan jalan ( <i>road repair</i> )                      | 2                        | 6   |
| 2  | Penyelesaian tepi sungai/ saluran ( <i>bank finishing</i> ) | 1,6                      | 2,6 |
| 3  | Membentuk permukaan ( <i>Fieldgrading</i> )                 | 1,6                      | 4   |
| 4  | Penggalian parit ( <i>Trenching</i> )                       | 1,6                      | 4   |
| 5  | Perataan permukaan ( <i>Levelling</i> )                     | 2                        | 8   |
| Data sesuai referensi <i>Specifications and Application Hand book, Komatsu, Edition 28-Des2007. Pg. 15A-20</i> |   |                          |     |

**Tabel A.15 – Lebar (Panjang) Pisau Efektif Grader, Lebar Overlap**

| Panjang Pisau (m)   | Panjang / Lebar / Pisau Efektif (m) |                 |
|---|-------------------------------------|-----------------|
|   | Sudut Pisau 60°                     | Sudut Pisau 45° |
| 2,2   | 1,9                                 | 1,6             |
| 2,5   | 2,2                                 | 1,8             |
| 2,8   | 2,4                                 | 2               |
| 3,05  | 2,6                                 | 2,2             |
| 3,1   | 2,7                                 | 2,2             |
| 3,4   | 2,9                                 | 2,4             |
| 3,7   | 3,2                                 | 2,6             |
| 4   | 3,5                                 | 2,8             |
| 4,3   | 3,7                                 | 3               |
| 4,9   | 4,2                                 | 3,5             |
| Data sesuai referensi <i>Specifications and Application Hand book, Komatsu, Edition 28- Des2007. Pg. 15A-20</i> |                                     |                 |

**Tabel A.13 - Faktor Efisiensi Alat ( $F_{aMG}$ ) Motor Grader**

| Kondisi operasi   | Faktor efisiensi |
|---|------------------|
| Perbaikan jalan, perataan   | 0,8              |
| Pemindahan  | 0,7              |
| Penyebaran, grading   | 0,6              |
| Penggalian (trenching)  | 0,5              |
| <i>Data sesuai referensi Specifications and Application Hand book, Komatsu, Edition 28- Des2007. Pg. 15A-20</i> |                  |

**a) Contoh Motor Grader dipakai pada pekerjaan perataan hamparan ( $m^2$ ).**

Asumsi :

- Lebar hamparan  $\geq 7$  meter;
- Panjang 1 x lintasan ( $L_h$ ) = 50 meter;
- Jumlah lintasan ( $n$ ) = 4 ( $= 2 \times pp$ ) lintasan;
- Kecepatan rata-rata ( $v$ ) = 4 km/jam;
- Jumlah pengupasan tiap lintasan:

$$(N) = \frac{w}{b - b_0} = \frac{7}{2,6 - 0,3} = 3,0$$

**Contoh:**

Waktu untuk 1 kali lintasan ( $T_s$ ) =  $T_1 + T_2$

$$T_1 = \frac{L_h \times 60}{v \times 1000} = \frac{50 \times 60}{4 \times 1000} = 0,75 \text{ menit};$$

$T_2$  = waktu lain - lain = 1,00 menit;

$$T_s = T_1 + T_2 = 0,75 + 1,00 = 1,75 \text{ menit.}$$

Kapasitas produksi ( $m^2/jam$ ):

$$= \frac{\times \{ \times (-) + \} \times \times 60}{\times \times}$$

$$Q_1 = \frac{50 \times \{ 3 \times (2,60 - 0,30) + 0,30 \} \times 0,80 \times 60}{2 \times 4 \times 0,75}$$

$$Q_I = 2880 \text{ } m^2$$

Koefisien alat (jam/m<sup>2</sup>) :

$$E13 = \frac{1}{Q} = \frac{1}{2880} = 0,0035$$

b) *Motor grader* dipakai untuk perataan tebal hamparan (padat)

Faktor pemampatan (*bulking factor*),  $F_k$ , dapat digunakan bila kondisi tanah sudah berubah, misal kondisi gembur akibat proses penggalian dengan alat *excavator*. *Buldozer* akan maju mundur meratakan. Rumus kapasitas produksi menjadi:

Kapasitas produksi ( $m^3$  / jam) (kuantitas padat):

$$Q_2 = \frac{L_h \times \{N \times (b - bo) + bo\} \times F_a \times 60 \times t}{N \times n \times T_s \times Fk} \dots \dots \dots \quad (30c)$$

## Keterangan:

$F_k$  : faktor pemampatan (*bulking factor*).

Lihat dalam dokumen Tata Cara Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang PUPR Bagian Umum, Fk = 1,20

T : tebal hamparan padat; diambil 0,15 m.

## **Contoh:**

$$Q_2 = \frac{50 \times \{3 \times (2,60 - 0,30) + 0,30\} \times 0,80 \times 60 \times 0,15}{2 \times 4 \times 1,75 \times 1,20} = 101,79 \text{ m}^3/\text{jam (padat)}$$

Koefisien alat ( jam /m<sup>3</sup>):

$$E13 = \frac{1}{Q} = \frac{1}{101,79} = 0,0098$$

c) Motor grader untuk pekerjaan pengupasan dan penyebaran (*grading and spreading*)

Kapasitas produksi ( $m^2/jam$ ) :

## Keterangan:

$L_h$  : panjang hamparan (m).

$b_o$  : lebar overlap (m).

$F_{aMG}$  : faktor efisiensi alat. Lihat Tabel A.16.

$n$  : jumlah lintasan.

$N$  : jumlah pengupasan tiap lintasan.

$v$  : kecepatan rata-rata (km/h).

$b$  : lebar pisau efektif (m).

60 : perkalian 1 jam ke menit.

$T_1$  : waktu 1 kali lintasan :  $(L_h \times 60) / (v \times 1000)$  (menit).

$T_2$  : lain-lain (menit).

$$T_s = \sum_{n=1}^n T_n \text{ menit.}$$

**Contoh:**

Jumlah lintasan ( $n$ ) = 4 lintasan (asumsi).

Jumlah pengupasan tiap lintasan :

$$(N) = \frac{w}{b - b_0} = \frac{7}{2,6 - 0,3} = 3,0$$

Kapasitas produksi ( $m^2/jam$ ) Q3:

$$Q_3 = \frac{L_h \times \{N \times (b - b_0) + b_0\} \times F_a \times 60}{N \times n \times T_s} \text{ m}^2$$

$$Q_3 = \frac{50 \times \{3 \times (2,60 - 0,30) + 0,30\} \times 0,60 \times 60}{2 \times 4 \times 1,75}$$

$$Q_3 = 925,71$$

Koefisien alat jam/ $m^2$  :

$$E13 = \frac{1}{Q} = \frac{1}{925,71} = 0,0011$$

**Jenis motor grader dengan kapasitas lainnya:**

- E13a, *motor grader* 6D120K; 143 HP;
- E13b, *motor grader* 6D535-5; 145 HP;
- E13c, *motor grader*, GD535-5; 154 HP;

- E13d, *motor grader*, GD705-5; 260 HP.

14) *Track loader* (*Traxcavator*) (E14)

Contoh alat: Komatsu, D31 S-17

Sesuai dengan informasi katalog alat, spesifikasi teknis alat yang dimaksud adalah sebagai berikut:

- Kapasitas *bucket*:  $v = 0,80 \text{ m}^3$ , munjung (*heaped*);
- Tenaga mesin:  $P_w = 70 \text{ HP}$ .

Perhitungan kapasitas produksi *track loader* ini sama dengan perhitungan kapasitas produksi *wheel woader*. Besaran faktor yang dipakai dalam perhitungan produksi dapat dilihat pada tabel dan faktor yang sama untuk *wheel loader* (E15).

- Faktor *bucket* ( $F_b$ ). Lihat Tabel A.17.
- Waktu siklus standar (*V-loading*). Lihat Tabel A.19.
- Waktu siklus standar *cross loading*. Lihat Tabel A.21.
- Faktor efisiensi alat ( $F_a$ ). Lihat Tabel A.24.

15) *Wheel Loader* (E15)

Sesuai dengan informasi katalog alat, spesifikasi teknis alat yang dimaksud adalah sebagai berikut:

- Kapasitas *bucket*,  $v = 1,50 \text{ m}^3$ ;
- Tenaga mesin penggerak  $P_w = 96 \text{ HP}$ .

Data faktor-faktor yang dipakai dalam perhitungan produksi diambil dari referensi *Specifications and Application Hand book, Komatsu*, Edition 28-Desember 2007.

**Tabel A.17 – Faktor Bucket (*Bucket Fill Factor, F<sub>b</sub>*) untuk *Wheel Loader* dan *Track Loader***

| Kondisi penumpahan | <i>Wheel Loader</i> |      | <i>Track Loader</i> |      |
|--------------------|---------------------|------|---------------------|------|
| Mudah              | 1                   | 1,1  | 1                   | 1,1  |
| Sedang             | 0,85                | 0,95 | 0,95                | 0,95 |
| Agak sulit         | 0,8                 | 0,85 | 1                   | 0,9  |
| Sulit              | 0,75                | 0,8  | 0,9                 | 0,8  |

Bibliografi: <sup>2)</sup> *Specifications and Application Hand book, Komatsu, Edition 28- Des2007. Pg. 15A-6*

Faktor *bucket* dalam Tabel A.17 tersebut memberikan data isi *bucket* yang sebenarnya tetapi bisa berbeda-beda tergantung pada jenis material yang ditangani.

Tabel A.18 berikut ini menunjukkan kondisi penumpahan berdasarkan jenis materi.

**Tabel A.18 - Kondisi Penumpahan Alat *Wheel Loader***

| <b>Kondisi lapangan</b>   |   | <b>Keterangan</b>  |
|---|---|--|
| Mudah   | Pengambilan dari stock pile aggregate, pasir, tanah berpasir, dengan kadar air yang baik, dimana <i>bucket</i> dapat terisi tanpa harus menambah tenaga penggali.   | Pengambilan pasir atau batu pecah (agregat). Pengambilan tanah (gembur) hasil timbunan dari kupasan <i>Bulldozer</i> . |
| Sedang  | Pengambilan tanah timbul yang lebih susah, namun masih mampu hampir memenuhi <i>bucket</i> . Pengambilan tanah berpasir, agregat bermacam-macam ukuran, tanah liat. | Penggalian dan penumpahan tanah asli berpasir.   |
| Agak Sulit  | Sulit mengisi penuh <i>bucket</i> , pengambilan timbunan gravel, campuran timbunan pasir dan gravel, tanah berpasir, tanah liat, dan sebagainya.                    | Pengambilan batu pecah sedang.   |
| Sulit   | Sulit mengisi <i>bucket</i> batu pecah tidak beraturan, batu hasil ledakan, boulders, boulder tercampur pasir, tanah berpasir, tanah liat dan sebagainya.           | Pengambilan dan penumpahan batu pecah hasil ledakan.   |
| Bibliografi: 2) Specifications and Application Hand book, Komatsu, Edition 28- Des2007. Pg. 15A-6 |   |  |

Pada *wheel loader* maupun *track loader* (*dozer shovel*) dibedakan adanya 2 (dua) cara pengisian :

- *V-loading*
- *Cross loading*

Kedua cara pengisian tersebut membedakan lamanya waktu siklus standar baik untuk *wheel loader* maupun untuk *track loader*. Waktu siklus standar dapat dipakai untuk jarak pergerakan *loader* yang pendek. Sedangkan untuk jarak pergerakan *loader* yang jauh, maka waktu siklus *loader* harus dihitung berdasarkan jarak dan kecepatan *loader*. Untuk pemilihan kecepatan operasi *wheel loader* dapat dipakai tabel kecepatan dalam Tabel A.23.

**Tabel A.19 - Waktu Siklus Standar (*V-loading*) Wheel Loader (Menit)**

| Kondisi Kerja | Kapasitas Bucket     |   |                      |
|---------------|----------------------|---|----------------------|
|               | s/d 3 m <sup>3</sup> | 3,1 m <sup>3</sup> s/d 5 m <sup>3</sup> | ≥ 5,1 m <sup>3</sup> |
| Mudah         | 0,45                 | 0,55                                    | 0,65                 |
| Sedang        | 0,55                 | 0,65                                    | 0,7                  |
| Agak sulit    | 0,70                 | 0,70                                    | 0,75                 |
| Sulit         | 0,75                 | 0,75                                    | 0,8                  |

Bibliografi: <sup>2)</sup> Specifications and Application Hand book, Komatsu, Edition 28- Des2007. Pg. 15A-7

**Tabel A.20 - Waktu Siklus Standar (*V-Loading*) Wheel Loader atau Traxcavator (Menit)**

| Kondisi Kerja | Kapasitas Bucket     |   |
|---------------|----------------------|---|
|               | s/d 3 m <sup>3</sup> | 3,1 m <sup>3</sup> s/d 5 m <sup>3</sup> |
| Mudah         | 0,45                 | 0,55                                    |
| Sedang        | 0,55                 | 0,65                                    |
| Agak sulit    | 0,70                 | 0,70                                    |
| Sulit         | 0,75                 | 0,75                                    |

Bibliografi: 2) Specifications and Application Hand book, Komatsu, Edition 28- Des2007. Pg. 15A-7

**Tabel A.21 – Waktu Siklus Standar (*Cross Loading*) Wheel Loader (Menit)**

| Kondisi Kerja | Kapasitas Bucket     |   |                      |
|---------------|----------------------|---|----------------------|
|               | s/d 3 m <sup>3</sup> | 3,1 m <sup>3</sup> s/d 5 m <sup>3</sup> | ≥ 5,1 m <sup>3</sup> |
| Mudah         | 0,40                 | 0,50                                    | 0,60                 |
| Sedang        | 0,50                 | 0,60                                    | 0,65                 |
| Agak sulit    | 0,65                 | 0,65                                    | 0,70                 |
| Sulit         | 0,70                 | 0,75                                    | 0,75                 |

Bibliografi: 2) Specifications and Application Hand book, Komatsu, Edition 28- Des2007. Pg. 15A-7

**Tabel A.22 – Waktu Siklus Standar (*Cross Loading*) Track Loader atau Traxcavator (menit)**

| Kondisi Kerja | Kapasitas Bucket     |   |
|---------------|----------------------|---|
|               | s/d 3 m <sup>3</sup> | 3,1 m <sup>3</sup> s/d 5 m <sup>3</sup> |
| Mudah         | 0,55                 | 0,6                                     |
| Sedang        | 0,6                  | 0,7                                     |
| Agak sulit    | 0,75                 | 0,75                                    |
| Sulit         | 0,8                  | 0,8                                     |

Bibliografi: 2) Specifications and Application Hand book, Komatsu, Edition 28- Des2007. Pg. 15A-7

Untuk jarak yang jauh maka *cycle time* ( $C_m$ ) *loader* harus dihitung tersendiri berdasarkan jarak serta kecepatan laju *loader* yang bersangkutan.

$$C_m = \frac{L}{v_F} + \frac{L}{v_R} + Z$$

*Cycle Time* (menit) (30e)

**Keterangan:**

$L$  : jarak pemindahan (travel) (meter).

$v_F$  : kecepatan waktu ada muatan (meter/menit).

$v_R$  : kecepatan waktu kembali setelah penumpahan (meter/menit).

$Z$  : waktu pasti atau Fixed time (0,60 – 0,75 menit), terdiri atas:

$$Z = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$$

$t_1$  : mengisi (*Loading time*) (0,20 ~ 0,35 min.)

$t_2$  : berputar (*Turning time*) (0,15 min.)

$t_3$  : menumpuk (*Dumping time*) (0,10 min. )

(Ref: *Specifications and Application Hand book, Komatsu*, Edition 28- Des 2007, pg.15A.8)

**Tabel A.23 – Kecepatan Laju *Wheel Loader* ( $v_F$ ,  $v_R$ )**

| Kondisi Kerja |  | Kecepatan Laju Km/Jam |         |
|---------------|--|-----------------------|---------|
|               |  | Bermuatan             | Kosong  |
| Baik          | Berjalan diatas permukaan keras, rata, tidak ada peralatan lainnya, tidak ada rintangan atau halangan                    | 10 – 23               | 12 – 24 |
| Sedang        | Ada sedikit lonjakan diatas permukaan (sedikit tidak rata), jalan diatas permukaan datar. Ada 1 atau 2 alat lain bekerja | 10 – 18               | 11 – 19 |
| Agak sulit    | Banyak tonjolan-tonjolan diatas permukaan (tidak rata), banyak rintangan   | 10 – 15               | 10 – 16 |
| Sulit         | Banyak tonjolan-tonjolan diatas permukaan, permukaan banyak gundukan (bergelombang), banyak alat lain bekerja            | 9 – 12                | 9 – 14  |

Bibliografi: 2) *Specifications and Application Hand book, Komatsu*, Edition 28- Des2007; pg.15A-8

- a) ***Wheel loader* digunakan untuk memuat agregat ke atas *dump truck***

Cara pengisian *V-loading* dengan jarak dekat (singkat), sehingga waktu siklus dapat diambil dari Tabel A.19, untuk kapasitas *bucket* s/d 3 m<sup>3</sup>.

Kapasitas produksi m<sup>3</sup>/ jam:

$$Q = \frac{V \times F_b \times F_a \times 60}{T_s} \quad (\text{gembur}) \quad (31a)$$

**Keterangan:**

V : kapasitas *bucket*; (1,50 m<sup>3</sup>, munjung).

F<sub>b</sub> : faktor *bucket*, 0,85, kondisi penumpahan sedang, Lihat Tabel A.17.

F<sub>a</sub> : faktor efisiensi alat, 0,83, kondisi operasi baik. Lihat Tabel A.5.

T<sub>s</sub> : waktu siklus (memuat dll. 0,55 menit, kondisi penumpahan sedang, lihat Tabel A.19).

**Tabel A.24 – Faktor Efisiensi Alat *Wheel Loader* (Fa)**

| Kondisi operasi  | Faktor efisiensi |
|--|------------------|
| Baik   | 0,83             |
| Sedang   | 0,8              |
| Agak buruk   | 0,75             |
| Buruk  | 0,7              |
| <i>Bibliografi:</i> <sup>2)</sup> Specifications and Application Hand book, Komatsu, Edition 28- Des2007; pg.15A-7 |                  |

Kapasitas produksi (m<sup>3</sup>/jam):

$$Q_1 = \frac{v \times F_b \times F_a \times 60}{T_s} = \frac{1,5 \times 0,85 \times 0,83 \times 60}{0,55} = 115,45$$

Q<sub>1</sub> = 115,45 (agregat gembur atau lepas)

Koefisien alat (jam/m<sup>3</sup>):

$$E15 = \frac{1}{Q} = \frac{1}{115,45} = 0,0087$$

**b) Wheel loader digunakan untuk mengambil agregat dari stock pile ke dalam cold bin AMP.**

Kapasitas produksi (m<sup>3</sup>/jam):

$$Q = \frac{V \times F_b \times F_a \times 60}{T_s}, \text{ gembur} \quad (31b)$$

**Keterangan:**

V : kapasitas *bucket*; (1,50 m<sup>3</sup>. munjung/*heaped*) (m<sup>3</sup>).

F<sub>b</sub> : faktor *bucket*, mudah = 1,0 . Lihat Tabel A.17.

F<sub>a</sub> : faktor efisiensi alat, 0,83. Lihat Tabel A.5.

L : jarak dari *stock pile* ke *cold bin* (m).

V<sub>F</sub> : kecepatan rata-rata bermuatan, 20 km/jam.

V<sub>R</sub> : kecepatan rata-rata kosong, 30 km/jam.

T<sub>1</sub> : waktu tempuh isi: = (L / v<sub>F</sub>) x 60 (menit).

T<sub>2</sub> : waktu tempuh kosong:= (L / v<sub>R</sub>) x 60 (menit).

Z : waktu pasti atau Fixed time (0,60 – 0,75 menit), terdiri atas:

$$Z = t_1 + t_2 + t_3 + t_2$$

t<sub>1</sub> : mengisi (*Loading time*) (0.20 ~ 0.35 min.)

t<sub>2</sub> : berputar (*Turning time*) (0.15 min.)

t<sub>3</sub> : menumpuk (*Dumping time*) (0.10 min. )

(Ref: *Specifications and Application Hand book, Komatsu*, Edition 28-Des2007, pg.15A.8)

60 : perkalian 1 jam ke menit.

T<sub>S</sub> : waktu siklus,  $T_S = \sum_{n=1}^n T_n + Z$ ; menit

**Contoh:**

Jarak dari *stock pile* ke *Cold Bin* D = 50 m

Z diambil 0,75 menit

$$\text{Waktu siklus} = T_S = \frac{L}{v_F} + \frac{L}{v_R} + Z$$

$$T_S = \frac{L \times 60}{15000} + \frac{L \times 60}{20000} + 0,75$$

$$= \frac{50 \times 60}{15000} + \frac{50 \times 60}{20000} + 0,75 = 0,2 + 0,15 + 0,75$$

$$T_S = 1,10 \text{ (menit)}$$

Kapasitas produksi ( $\text{m}^3/\text{jam}$ ):

$$Q_2 = \frac{V \times F_b \times F_a \times 60}{T_s} = \frac{1,5 \times 0,85 \times 0,83 \times 60}{1,1} = 57,72$$

$Q_2 = 57,72$  (kondisi lepas atau gembur).

Koefisien alat ( $\text{jam}/\text{m}^3$ ):

$$E15 = 1 : Q_2 = 1 : 57,72 = 0,0173$$

$$E15 = 0,0173$$

**c) Untuk mengisi batu ke dalam *stone crusher***

Sama dengan b) yaitu dari *stock pile* ke *cold bin AMP*, kecuali  $F_b$  diambil 0,75 (kondisi sulit, sesuai dengan A.24)

Kapasitas produksi ( $\text{m}^3/\text{jam}$ ):

$$Q_3 = \frac{V \times F_a \times F_b \times 60}{T_s} = \frac{1,5 \times 0,83 \times 0,75 \times 60}{1,10} = 50,93$$

Koefisien alat ( $\text{jam}/\text{m}^3$ ) :

$$E15 = \frac{1}{Q_3} = \frac{1}{50,93} = 0,0196$$

**Jenis *Wheel Loader* dengan kapasitas lainnya:**

- E15, *wheel loader* 1.5  $\text{M}^3$ ; WA150-5; 96 HP;
- E15a, *wheel loader* 2,4  $\text{M}^3$ ; WA200-5; 123 HP.

**16) Three Wheel Roller (TWR/Macadam Roller) (E16)**

Contoh alat : Barata, MG – 8

Pada umumnya digunakan untuk pemasangan tanah, fondasi agregat, makadam dan lapis penetrasi makadam (lapen).

Sesuai dengan informasi katalog alat, spesifikasi teknis alat yang dimaksud adalah sebagai berikut:

- Berat 8 ton;
- Lebar roda alat pemadat (b); 1,9 m.

Kapasitas produksi ( $\text{m}^3/\text{jam}$ ):

$$Q = \frac{\{N(b - b_0) + b_0\} v \times 1000 \times F_a \times t}{N \times n} \quad (32a)$$

**Keterangan:**

- B : lebar roda alat pematadat (m).
- be : lebar efektif pematatan =  $(b - b_0)$  (m).
- bo : lebar *overlap* (0,20 m) (m).
- w : lebar area pematatan (m).
- v : kecepatan pematatan (km/jam).
- t : tebal lapisan (diambil 0,15 m).
- 1000 : perkalian dari km ke m.
- $F_a$  : faktor efisiensi alat (0,83, kondisi baik sekali). Lihat Tabel A.5.
- n : jumlah lintasan (*passing*, maju atau mundur saja). Nilai n antara 6 dan 8 kali sampai padat, tergantung jenis bahan atau campuran yang akan dipadatkan.
- N : jumlah "lajur" lintasan pematatan selebar  $be = (b - b_0)$  di area pekerjaan. Nilai N dihitung sebagai berikut:
- Bila lebar area pematatan  $W > b$ , maka N dapat dihitung sebagai berikut:  
$$N = W / (b - b_0), .$$

Pada umumnya lebar satu lajur lalu lintas (W) antara 3,5 m dan 3,7 m, atau rata-rata 3,6 m, sehingga untuk memadatkan campuran beraspal panas dapat dihitung nilai  $N = 3,6 / (1,9 - 0,3) = 2,25 \sim 3$ .

Untuk memadatkan hamparan tanah asli atau timbunan dan fondasi agregat berbutir, lebar area pekerjaan mungkin lebih lebar sehingga nilai N dapat disesuaikan dengan metode kerja atau kondisi lapangan.

- Bila lebar area pengupasan  $W \leq b$ , maka alat pematat harus disesuaikan dengan lebar area pekerjaan (W), dan nilai N diambil menjadi 1, sehingga Rumus kapasitas produksi menjadi:

$$\text{Kapasitas produksi (m}^3/\text{jam}) =$$

$$Q = \frac{b \times v \times 1000 \times F_a \times t}{n} \quad (32b)$$

**a) Contoh tanpa mempertimbangkan lebar lajur (W) yang dikerjakan.**

Kapasitas produksi ( $\text{m}^3/\text{jam}$ ):

$$Q = \frac{b_e \times v \times 1000 \times F_a \times t}{n}$$

$$Q = \frac{(1,90 - 0,2) \times 2,0 \times 1000 \times 0,83 \times 0,15}{8}$$

$$Q = 52,91 \text{ } (\text{m}^3/\text{jam})$$

Koefisien alat ( $\text{jam}/\text{m}^3$ ) :

$$E_{16} = \frac{1}{Q_1} = \frac{1}{52,91} = 0,0189$$

**Keterangan:**

b : lebar roda alat pematatan = 1,90 m.

$b_o$  : Lebar overlap = 0,20 m.

$b_e$  :  $b - b_o$ , lebar efektif pematatan (m).

v : kecepatan pematatan = 2,0 km/jam. Lihat Tabel A.25.

$F_a$  : faktor efisiensi alat = 0,83 (kondisi baik sekali). Lihat Tabel A.5.

n : jumlah lintasan = 8 lintasan.

t : tebal lapisan = 0,15 m.

**Tabel A.25 – Kecepatan, Lebar Pematatan dan Jumlah Lintasan Alat Pematat**

| Jenis pematat   | Kecepatan rata-rata (v)<br>km/h | Lebar pematatan<br>efektif, ( $b - b_0$ ); m | Jumlah lintasan (n)   |
|---|---------------------------------|--|-----------------------|
| Road roller   | ± 2                             | Lebar roda total $b - 0,2$                   | 3 - 5                 |
| Tire roller   | Maks 10,0 *                     | Lebar roda total $b - 0,15^*$                | 4 - 8                 |
| Vibrating roller besar  | 1,5 - 4,0                       | Lebar roda $b - 0,2$                         | 4 - 12                |
| Vibrating roller kecil  | 1,0 - 3,0                       | Lebar roda $b - 0,1$                         | 4 - 12                |
| Soil compactor  | 4 - 10                          | Lebar roda drive $b - 0,2$                   | 4 - 12                |
| Tamper  | ± 1,0                           |  |                       |
| Macadam roller<br>(TWR)   | ± 2                             | Lebar roda total $b - 0,2$                   | 6 - 8                 |
| Tandem roller   | Maks 4,0 *                      | Lebar roda total $b - 0,15^*$                | 2 awal + (4- 8) akhir |
| Bulldozer   | 3,0 - 4,0                       | (Lebar sepatu x 2) $b - 0,3$ m               | -                     |
| Tebal lapisan pada kondisi lepas (loose) sekitar 0,15 - - 0,5 m.                                  |                                 |  |                       |
| Bibliografi: 2) Specifications and Application Hand book, Komatsu, Edition 28- Des2007. Pg.15A-21 |                                 |  |                       |
| *) Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. 6.3.6.4.g)   |                                 |  |                       |

**b) Contoh dengan mempertimbangkan lebar lajur (W) yang dikerjakan**

W = lebar lajur yang dikerjakan setengah lebar jalan = 3,7 m.

$$N = W / (b - b_0) = 3,7 / (1,90 - 0,2) = 2,17$$

$$Q = \frac{\{N \times (b - b_0) + b_0\} \times V \times 1000 \times F_a \times t}{n \times N}$$

$$Q = \frac{\{2,176 \times (1,90 - 0,2) + 0,2\} \times 1,50 \times 1000 \times 0,83 \times 0,15}{6 \times 2,176} = 55,77 \text{ m}^3/\text{jam}$$

**Tabel A.26 – Tebal Maksimum Setelah Pemadatan untuk Berbagai Jenis Alat Pemadat Pada Berbagai Pelaksanaan (Satuan meter)**

| Berat Statis Alat<br>(Berat Drum Dalam<br>Tanda Kurung) | Embankment             |              |        |        | Sub Base | Base   |
|---|------------------------|--------------|--------|--------|----------|--------|
|   | Rock Fill <sup>1</sup> | Sand, Gravel | Silt   | Clay   |          |        |
| <b>Vibrating Roller ditarik</b>                         |                        |              |        |        |          |        |
| 6 ton   | 0,75                   | • 0,60       | • 0,45 | 0,25   | • 0,40   | • 0,30 |
| 10 ton  | • 1,50                 | • 1,00       | • 0,70 | • 0,35 | • 0,60   | • 0,40 |
| 15 ton  | • 2,00                 | • 1,50       | • 1,00 | • 0,50 | • 0,80   | -      |
| 6 ton (padfoot)   | -                      | 0,6          | • 0,45 | • 0,30 | 0,4      | -      |
| 10 ton (padfoot)  | -                      | 1            | • 0,70 | • 0,40 | 0,6      | -      |
| <b>Self Prop Vibrating<br/>Roller</b>                   |                        |              |        |        |          |        |
| 7 (3) ton   | -                      | • 0,40       | • 0,30 | 0,15   | • 0,30   | • 0,25 |
| 10 (5) ton  | 0,75                   | • 0,50       | • 0,40 | 0,2    | • 0,40   | • 0,30 |
| 15 (10) ton   | • 1,50                 | • 1,00       | • 0,70 | • 0,35 | • 0,60   | • 0,40 |
| 8 (4) ton (padfoot)                                     | -                      | 0,4          | • 0,30 | • 0,20 | 0,3      | -      |
| 11 (7) ton (padfoot)                                    | -                      | 0,6          | • 0,40 | • 0,30 | 0,4      | -      |
| 15 (10) ton (padfoot)                                   | -                      | 1            | • 0,70 | • 0,40 | 0,6      | -      |
| <b>Vibrating Tandem Roller</b>                          |                        |              |        |        |          |        |
| 2 ton   | -                      | 0,3          | 0,2    | 0,1    | 0,2      | • 0,15 |
| 7 ton   | -                      | • 0,40       | 0,3    | 0,15   | • 0,30   | • 0,25 |
| 10 ton  | -                      | • 0,50       | • 0,35 | 0,2    | • 0,40   | • 0,30 |
| 13 ton  | -                      | • 0,60       | • 0,45 | 0,25   | • 0,45   | • 0,35 |
| 18 ton (padfoot)  | -                      | 0,9          | • 0,70 | • 0,40 | 0,6      | -      |

Hanya untuk alat pemat dat khusus untuk keperluan pemadatan batuan

\* Tanda untuk pemadatan yang paling sesuai

Ref: Diambil dari Vibratory Soil and Rock Fill Compactor, Lars Forssblad, 1981.

**Tabel A.27 – Tebal Maksimum Hamparan (t) Setelah Dipadatkan serta Kapasitasnya (Q) untuk Alat Pemadat Kecil. Simbol t (dalam m) / Q (dalam m<sup>3</sup>/jam)**

| Jenis Pemadat Berat Statis       | Rock Fill | Sand and Gravel | Silt      | Clay      |
|----------------------------------|-----------|-----------------|-----------|-----------|
| <b>Vibrating Plate Compactor</b> |           |                 |           |           |
| 50 – 100 kg                      | -         | 0,15 / 15       | -         | -         |
| 100 – 200 kg                     | -         | 0,20 / 20       | -         | -         |
| 400 – 500 kg                     | -         | 0,35 / 35       | 0,25 / 25 | -         |
| 600 – 800 kg                     | 0,50 / 60 | 0,50 / 60       | 0,35 / 40 | 0,25 / 20 |
| <b>Vibrating Tamper (RAMMER)</b> |           |                 |           |           |
| 75 kg                            | -         | 0,35 / 10       | 0,25 / 8  | 0,20 / 6  |
| <b>Double Drum Roller</b>        |           |                 |           |           |
| 600 – 800 kg                     | -         | 0,20 / 50       | 0,10 / 25 | -         |
| <b>Vibrating Plate Compactor</b> |           |                 |           |           |
| 1200 – 1500 kg                   | -         | 0,20 / 80       | 0,15 / 50 | 0,10 / 30 |

Ref: Diambil dari Vibratory Soil and Rock Fill Compactor, Lars Forssblad, 1981.

### 17) Tandem Roller (E17)

Contoh alat : Hamm, HD 75. 4

Sesuai dengan informasi katalog alat, spesifikasi teknis alat yang dimaksud adalah sebagai berikut:

- Berat 10 ton.
- Lebar roda pemadat (b), 1,680 m.

Kapasitas produksi (m<sup>3</sup>/jam):

$$Q = \frac{\{N \times (b - b_0) + b_0\} v \times 1000 \times F_a \times t}{N \times n}$$

.....(33a)

#### **Keterangan:**

be : lebar efektif pemadatan = (b - b<sub>0</sub>), (m).

b : lebar roda alat pemadat (m).

Bo : lebar overlap (0,20 m) (m)(Minimal 0,15 m), Lihat Tabel A.15.

W : lebar area pemadatan (m).

V : kecepatan pemadatan (km/jam)

1000 : perkalian dari km ke m.

$F_a$  : faktor efisiensi alat (0,83, kondisi baik sekali). Lihat Tabel A.5.

n : jumlah lintasan (*passing*), biasanya 6 lintasan (2 awal, 4 akhir)

Nilai n antara 6 dan 8 kali sampai padat, tergantung jenis bahan atau campuran yang dipadatkan; Untuk campuran beraspal, 2 lintasan pertama adalah sebagai pemanjangan awal (*break down rolling*), sisanya adalah pemanjangan akhir.

N : jumlah "lajur" lintasan pemanjangan selebar  $b_e = (b - b_0)$  di area pekerjaan. Nilai N (jumlah trip) dihitung sebagai berikut:

- Bila lebar area pemanjangan  $W > b$ , maka N dihitung sebagai berikut:

$$N = \frac{W}{b - b_0}$$

Pada umumnya lebar lajur lalu lintas (W) antara 3,5 m dan 3,7 m, atau rata-rata 3,6 m, sehingga untuk memadatkan campuran beraspal panas dapat dihitung nilai  $N = 3,6/(1,9 - 0,3) = 2,25 \sim 3$ .

Untuk memadatkan hambaran tanah asli atau timbunan dan fondasi agregat berbutir, lebar area pekerjaan mungkin lebih besar sehingga nilai N dapat disesuaikan dengan metode kerja atau kondisi lapangan.

- Bila lebar area pengupasan  $W \leq b$ , maka alat pemanjangan harus disesuaikan dengan lebar area pekerjaan (W), dan nilai N diambil menjadi 1, sehingga rumus kapasitas produksi menjadi:

Kapasitas Produksi (m<sup>3</sup>/Jam):

$$Q = \frac{b \times v \times 1000 \times F_a \times t}{n} \quad (33b)$$

#### a) Contoh tanpa mempertimbangkan lebar jalur (W) yang dikerjakan

Kapasitas produksi (m<sup>3</sup>/jam):

$$Q = \frac{b \times v \times 1000 \times F_a \times t}{n}$$

**Keterangan:**

$b_e$  : lebar efektif pemandatan =  $b - b_0$

$$= 1,68 - 0,2 = 1,48 \text{ m.}$$

$V$  : kecepatan pemandatan = 1,5 km/jam (Maksimal 4 km/jam).

Lihat Tabel A.25.

$F_a$  : faktor efisiensi alat = 0,83 (kondisi baik sekali).

Lihat Tabel A.5.

$t$  : tebal pemandatan = 0,05 m (AC-WC).

$n$  : jumlah lintasan = 6 lintasan (2 awal + 4 akhir).

Kapasitas produksi ( $\text{m}^3/\text{jam}$ ):

$$Q = \frac{b_e \times v \times 1000 \times F_a \times t}{n} = \frac{1,48 \times 1,50 \times 1000 \times 0,83 \times 0,05}{6}$$

$$Q = 15,36$$

Koefisiensi alat ( $\text{jam}/\text{m}^3$ ):

$$E19 = 1 : Q = 1 : 15,36$$

$$E19 = 0,0651$$

**b) Contoh dengan mempertimbangkan lebar jalur (W) yang dikerjakan.**

$W$  = lebar jalur yang dikerjakan setengah lebar jalan = 3,7 m.  $N =$

$$\frac{w}{b-b_0} = \frac{3,7}{1,68-0,2} = 2,5$$

Kapasitas produksi ( $\text{m}^3/\text{jam}$ ):

$$Q = \frac{\{N \times (b - b_0) + b_0\} \times v \times 1000 \times F_a \times t}{n \times N} = \frac{\{2,5 \times (1,68 - 0,2) + 0,2\} \times 1,50 \times 1000 \times 0,83 \times 0,05}{6 \times 2,5}$$

$$Q = 16,19$$

**Jenis tandem roller dengan kapasitas lainnya:**

- E17, tandem roller DD 100; 6-8 Ton; 130 HP;
- E17a, tandem roller BW141AD-50; 6,9 T, 1500mm; 74,3 HP;

- E17b, *tandem roller*, BW151AD-5; 7,9 T, 1680mm; 74,3 HP;
- E18c, *tandem* 10 T, BW161AD-4 (10 ton); 1680mm; 100 HP.

18) *Pneumatic Tire Roller* (E18)

Contoh alat: YTO – YL 16 G

Sesuai dengan informasi katalog alat, spesifikasi teknis alat yang dimaksud adalah sebagai berikut:

- Berat 9,0 ton
- Lebar total roda pemedat (b): 2,290 m.

Kapasitas produksi ( $m^3/jam$ ):

$$Q = \frac{\{N(b - b_0) + b_0\} v \times 1000 \times F_a \times t}{N \times n} \quad (34a)$$

**Keterangan:**

b : lebar roda alat pemedat (m).

$b_e$  : lebar efektif pemedatan =  $(b - b_0)$  (m).

$b_0$  : lebar *overlap* (0,30 m). Lihat Tabel A.15

W : lebar area pemedatan (m).

V : kecepatan pemedatan; 2,5 km/jam (Maks 10 km/jam).

Lihat Tabel A.25

1000 : perkalian dari km ke m.

$F_a$  : faktor efisiensi alat (diambil 0,83, kondisi baik sekali).

Lihat Tabel A.5.

n : jumlah lintasan (passing, maju atau mundur saja), pada umumnya  $n = 8$  lintasan.

Nilai n antara 6 dan 10 lintasan sampai padat (Lihat Tabel A.25), tergantung jenis bahan atau campuran yang akan dipadatkan. Untuk campuran beraspal, maka 2 lintasan pertama adalah sebagai pemedatan awal (*break down rolling*), sisanya adalah pemedatan akhir.

N : jumlah "lajur" lintasan pemedatan selebar  $b_e = (b - b_0)$  di area

pekerjaan. Nilai N dihitung sebagai berikut:

- Bila lebar area pemandatan  $W > b$ , maka N dapat dihitung:

$$N = W / (b - b_0),$$

Pada umumnya lebar lajur lalu lintas (W) antara 3,5 m dan 3,7 m, atau rata-rata 3,6 m, sehingga untuk memadatkan campuran beraspal panas dapat dihitung nilai  $N = 3,6 / (1,9 - 0,3) = 2,25$

Untuk memadatkan hambaran tanah asli atau timbunan dan fondasi agregat berbutir, lebar area pekerjaan mungkin lebih besar sehingga nilai N dapat disesuaikan dengan metode kerja atau kondisi lapangan.

- Bila lebar area pengupasan  $W \leq b$ , maka alat pemandat harus disesuaikan dengan lebar area pekerjaan (W), dan nilai N diambil menjadi 1, sehingga rumus kapasitas produksi menjadi:

Kapasitas Produksi ( $m^3$  / jam) :

$$Q = \frac{b \times v \times 1000 \times F_a \times t}{n} \quad (34b)$$

#### **Jenis *tire roller* dengan kapasitas lainnya:**

- E18, *tire roller* 6-8 T. PT 220; 135 HP;
- E18a, *tire roller*, BW24RH; 24 ton; 2042 mm; 74,9 HP.

#### 19) *Vibratory Roller* (E19)

Contoh alat : HAMM - 3307

Sesuai dengan informasi katalog alat, spesifikasi teknis alat yang dimaksud adalah sebagai berikut:

- Berat 7,05 ton;
- Lebar total roda pemandat (b): 1,680 m.

Kapasitas produksi ( $m^3$ /jam):

$$Q = \frac{\{N(b - b_0) + b_0\} v \times 1000 \times F_a \times t}{N \times n} \quad (35a)$$

**Keterangan:**

- b : lebar roda alat pematatan (m).
- be : lebar efektif pematatan = (b - b<sub>0</sub>) (m).
- b<sub>0</sub> : lebar *overlap* (0,20 m). Lihat Tabel A.15.
- W : lebar area pematatan (m).
- v : kecepatan pematatan, 4,0km/jam. Lihat Tabel A.25.
- 1000 : perkalian dari km ke (m).
- F<sub>a</sub> : faktor efisiensi alat (0,83, kondisi baik sekali). Lihat Tabel A.5.
- n : jumlah lintasan (*passing*, maju atau mundur saja), pada umumnya n = 8 lintasan. Nilai n antara 4 dan 12 kali sampai padat tergantung jenis bahan atau campuran yang akan dipadatkan. Lihat Tabel A.25.
- N : jumlah "lajur" lintasan pematatan selebar be = (b - b<sub>0</sub>) di area pekerjaan. Nilai N dihitung sebagai berikut:
- Bila lebar area pematatan W > b, maka N dapat dihitung:
$$N = \frac{w}{b-b_0}$$
Pada umumnya lebar lajur lalu lintas (W) antara 3,5 m dan 3,7 m, atau rata-rata 3,6 m, sehingga untuk memadatkan campuran beraspal panas dapat dihitung nilai N = 3,6/(1,9 - 0,3) = 2,25
  - Untuk memadatkan hamparan tanah asli atau timbunan dan fondasi agregat berbutir, lebar area pekerjaan (W) mungkin lebih besar sehingga nilai N dapat disesuaikan dengan metode kerja atau kondisi lapangan.
  - Bila lebar area pengupasan W ≤ b, maka alat pematat harus disesuaikan dengan lebar area pekerjaan (W), dan nilai N diambil menjadi 1, sehingga rumus kapasitas produksi menjadi: Kapasitas Produksi (m<sup>3</sup>/jam):

$$Q = \frac{b \times v \times 1000 \times F_a \times t}{n} \quad (35b)$$

**Jenis *vibratory roller* dengan kapasitas lainnya:**

- E19, *vibratory roller* 12 T. (CS 533E); 130 HP;
- E19a, *vibratory roller* 10 T. (BW211D); 132 HP;
- E19b, *vibratory roller*, BW211D-40, 11 ton; 40mm; 131,4 HP;
- E19c, *vibratory roller*, BW219D-4, 20 ton; 60mm; 201 HP;
- E19d, *vibrating rammer*, MS64A; 9,5 m/mnt; 6,42 HP.

20) *Concrete vibrator* (E20)

Contoh alat : *Wacker DAP 6 + H25S/SMZE*

Sesuai dengan informasi katalog alat, spesifikasi teknis alat yang dimaksud adalah sebagai berikut:

- Kapasitas batang penggetar dengan ukuran  $\varnothing$  head 2,5 cm
- Panjang *flexible shaft* 2,0 m
- Kapasitas pemasakan  $v = 3 \text{ m}^3 / \text{jam}$

Faktor efisiensi alat  $F_a = 0,83$  (kondisi baik sekali). Lihat Tabel A.5.

Kapasitas produksi ( $\text{m}^3/\text{jam}$ ):

$$Q_1 = v \times F_a \quad (36)$$

$$Q_1 = 2,49$$

Koefisien Alat ( $\text{jam}/\text{m}^3$ ):

$$E20 = \frac{1}{Q} = \frac{1}{2,49} = 0,33$$

21) *Stone crusher* (E21)

*Stone crusher* atau unit pemecah batu ada beberapa jenis. Ada 4 (empat) macam pemecah batu yang umum dipakai, yaitu:

- a) *Jaw crusher*;
- b) *Cone crusher*;
- c) *Impact crusher*; dan
- d) *Roll crusher*.

Besaran kapasitas produksi *stone crusher* tergantung pada jenis batu yang dipecah serta besar kecilnya bukaan pengeluaran agregatnya (*discharge setting*), kecuali pada *impact crusher*.

Untuk produksi yang kecil (sedikit), biasanya cukup dipasang satu unit *crusher* saja, namun untuk produksi yang cukup besar (banyak) misalnya 60 (enam puluh) ton per jam atau lebih, maka perlu dipasang 2 (dua) unit *crusher* bersamaan dengan ketika agregat yang masih besar hasil dari *crusher* pertama dialirkan ke *crusher* kedua untuk dipecah lagi untuk menjadi agregat yang lebih kecil.

**a) Jaw Crusher**

Contoh alat : *Shin Shaeng*, PE – 600.

Sesuai dengan informasi katalog alat, spesifikasi teknis alat yang dimaksud adalah sebagai berikut:

- Kapasitas = 75 ton/jam pada *setting* 65 mm;  
Dihitung produksi agregat masing-masing ukuran.
- *Setting (Discharge Setting)* = 65 mm.

Agregat yang dihasilkan ukuran = (0 – 65) mm.

Saringan (*screen*) dipasang 3 (tiga) ukuran:

1. Ukuran 6 (mm), agregat keluar : (0 – 6) mm;
2. Ukuran 19 (mm), agregat keluar : (0 - 19) mm;
3. Ukuran 25 (mm), agregat keluar : (0 – 25) mm.

Agregat ukuran 25 – 65 mm tidak lolos saringan.

Jenis batu yang dipecah : *river gravel*.

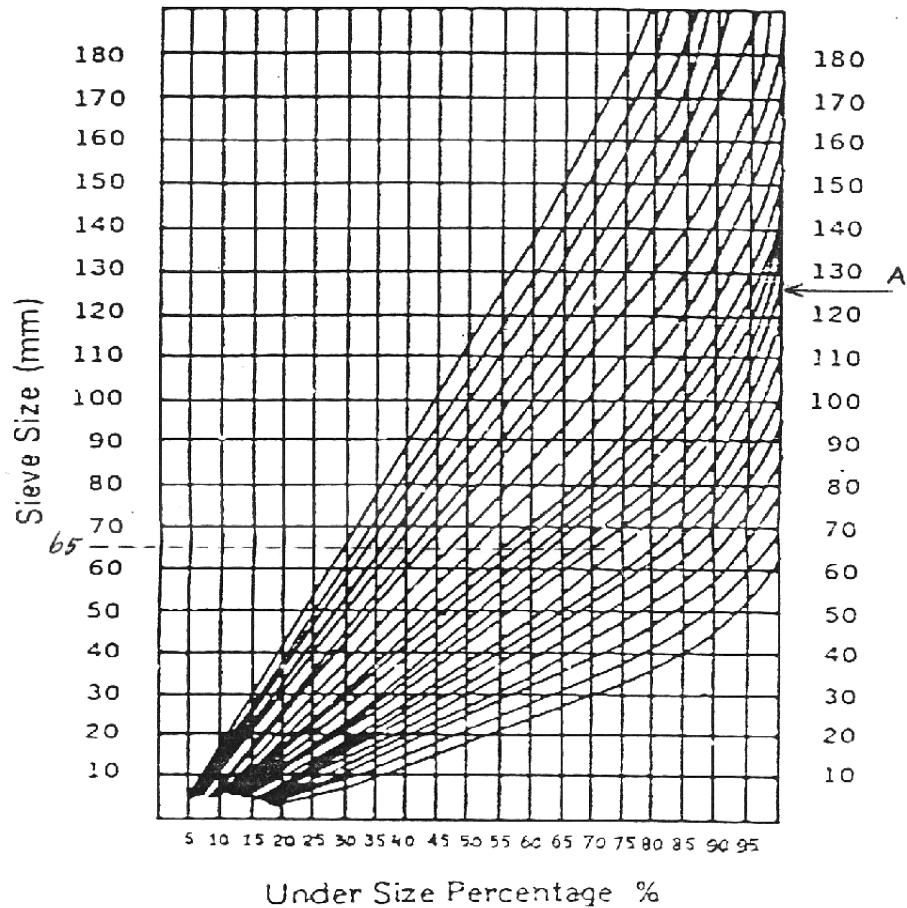
*undersize percentage* diambil 70 %.

**Tabel A.28 – Undersize Percentage, Jaw Crusher**

| Jenis batu                                 | Undersize Percentage |   |     |
|--|----------------------|---|-----|
| Lime Stone                                 | 85%                  | - | 90% |
| River Gravel                               | 70%                  | - | 75% |
| Quarry Rock                                | 85%                  | - | 90% |
| PT. Sumber Mesin Raya, MINYU – GOLDEN STAR |                      |   |     |

Lihat dalam Gambar 5 . Analisis pada Produk *Jaw Crusher*, untuk *Undersize Percentage* 70% dan setting 65 mm akan ditemukan grafik garis lengkung (panah A) yang melewati titik potong garis datar 65 mm dan garis tegak 70%.

Dengan grafik garis lengkung A ini, dicari persentase analisis agregat ukuran (0 – 6) mm; (6 – 19) mm; (19 – 25) mm; (25 – 65) mm.



**Gambar 5 - Jaw Crusher Screen Analysis**

Agregat :

$$25 - 65 \text{ mm} = (35\% - 70\%) = 35\% = \frac{35\%}{70\%} \times 75 = 37,5 \text{ ton/jam};$$

$$19 - 25 \text{ mm} = (29\% - 35\%) = 6\% = \frac{6\%}{70\%} \times 75 = 6,4 \text{ ton/jam};$$

$$6 - 19 \text{ mm} = (15\% - 29\%) = 14\% = \frac{14\%}{70\%} \times 75 = 15,0 \text{ ton/jam};$$

$$0 - 6 \text{ mm} = (0\% - 15\%) = 15\% = \frac{15\%}{70\%} \times 75 = 16,1 \text{ ton/jam}.$$

Jadi produksi *jaw crusher* per jam adalah, sebagai berikut:

Agregat ukuran:

$$25 - 65 \text{ (mm)} = 37,5 \text{ ton/jam};$$

$$19 - 25 \text{ (mm)} = 6,4 \text{ ton/jam};$$

$$6 - 19 \text{ (mm)} = 15,0 \text{ ton/jam};$$

$$0 - 6 \text{ (mm)} = 16,1 \text{ ton/jam.}$$

**b) Cone crusher**

Contoh alat : Shin Shaeng, PYB – 6000.

Sesuai dengan informasi katalog alat, spesifikasi teknis alat yang dimaksud adalah sebagai berikut:

- Kapasitas produksi : 40 ton/jam pada setting 25 mm.
- Batu yang dipecah adalah *river gravel (hard stone)*, produk ukuran 25 – 65 (mm) dari *jaw crusher* contoh a).
- *Cone crusher* dengan kapasitas 40 ton/jam pada setting 25 (mm) masih dapat menampung agregat (25 – 65 mm) produksi *jaw crusher* (yaitu sejumlah 37,5 ton/jam). Produk *cone crusher* adalah agregat ukuran :
  - 1) 0 – 6 mm
  - 2) 6 – 19 mm
  - 3) 19 – 25 mm

dengan memakai saringan (*screen*) dari *jaw crusher*, *undersize percentage* diambil 55% (*coarse*).

**Tabel A.29 – Undersize percentage, cone crusher**

| Type of cavity                             | Lime stone | Ore | Diabase | Andesite | Granite | Hand stone |
|--|------------|-----|---------|----------|---------|------------|
| Fine                                       | 75         | 70  | 70      | 70       | 65      | 65         |
| Coarse                                     | 65         | 60  | 60      | 55       | 55      | 55         |
| PT. Sumber Mesin Raya, MINYU - GOLDEN STAR |            |     |         |          |         |            |

Lihat pada dalam Gambar 6. Analisis produk *cone crusher*, untuk *undersize percentage* 55% dan *setting* 25 mm akan ditemukan grafik garis lengkung (panah B) yang paling mendekati titik potong garis datar 55% dan garis tegak 25 (mm). Dengan grafik garis lengkung B ini dicari persentase analisa agregat produksi *cone crusher* ukuran (0 – 6) mm, (6 – 19) mm dan (19 – 25) mm.

Agregat ukuran:

$$19 - 25 \text{ mm} = (36\% - 58\%) = 22\% = \frac{22\%}{58\%} \times 37,5 = 14,2 \text{ ton/jam;}$$

$$6 - 19 \text{ mm} = (9\% - 36\%) = 27\% = \frac{27\%}{58\%} \times 37,5 = 17,5 \text{ ton/jam};$$

$$0 - 6 \text{ mm} = (0\% - 9\%) = 9\% = \frac{9\%}{58\%} \times 37,5 = 5,8 \text{ ton/jam}.$$

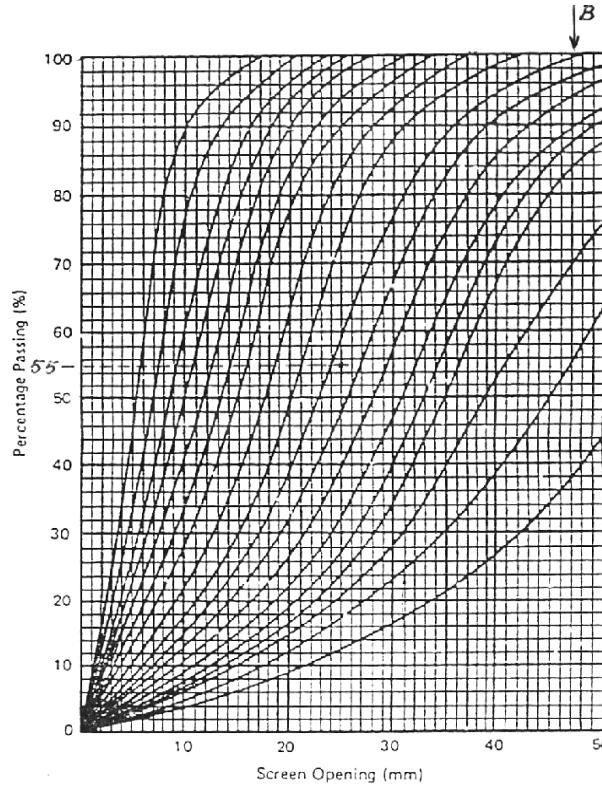
Jadi produksi *cone crusher* hasil pemecahan agregat (25 - 65) mm dari *jaw crusher* adalah :

Agregat ukuran:

$$19 - 25 \text{ (mm)} = 14,2 \text{ ton/jam};$$

$$6 - 19 \text{ (mm)} = 17,5 \text{ ton/jam};$$

$$0 - 6 \text{ (mm)} = 5,8 \text{ ton/jam}.$$



**Gambar 6 - Cone Crusher Analysis (Product Gradation Curve)**

- c) Produksi gabungan *jaw crusher* (sebagai *primary*) dan *cone crusher* (sebagai *secondary*) adalah sebagai berikut:

Agregat ukuran:

$$19 - 25 \text{ (mm)} = 6,4 + 14,2 = 20,6 \text{ ton/jam}$$

$$6 - 19 \text{ (mm)} = 15 + 17,5 = 32,5 \text{ ton/jam}$$

$$\underline{0 - 6 \text{ (mm)}} = \underline{16,1 + 5,8} = \underline{21,9 \text{ ton/jam}}$$

$$\text{Jumlah: } 0 - 25 \text{ (mm)} = 75,0 \text{ ton/jam}$$

**d) Wheel loader melayani stone crusher**

Produksi *stone crusher* ( $\text{m}^3/\text{jam}$ ):

$$Q_b = (F_{a1} \times C_{p1}) / D \quad \dots \dots \dots \quad (37)$$

Kebutuhan batu/*gravel* ( $\text{m}^3/\text{jam}$ ):

Kapasitas angkut ( $m^3$ /rit):

$$K_a = (F_{a2} \times C_{p2})$$

Waktu kerja *wheel loader* memasok gravel ( jam):

$$T_w = ((\frac{Q_g}{K_a}) \times T_s) : 60$$

## Keterangan:

Qb : Kapasitas produksi *stone crusher* ( $\text{m}^3/\text{jam}$ ).

Qg : Kebutuhan batu per jam.

$T_s$  : Waktu siklus (muat, tuang, tunggu, dll), 2 menit.

D<sub>1</sub> : Berat Isi bahan; Batu / *Gravel* (ton/m<sup>3</sup>).

D<sub>3</sub> : Berat isi batu pecah (ton/m<sup>3</sup>).

$C_{p1}$  : Kapasitas alat pemecah batu (*stone crusher*) (50 ton/jam)

$C_{p2}$  : Kapasitas bucket Wheel Loader ( $1,5 \text{ m}^3$ )

$F_{a1}$  : Faktor efisiensi alat pemecah batu (*stone crusher*).

Lihat Tabel A.5.

$F_{a2}$  : Faktor efisiensi alat *Wheel Loader*. Lihat Tabel A.24

## 22) Water pump (E22)

Contoh alat : Kubota, SL - 75 ( $\varphi$  3 inchi)

Sesuai dengan informasi katalog alat, spesifikasi teknis alat yang dimaksud adalah sebagai berikut:

- Kapasitas tenaga mesin, Pw: 6 HP

- Diameter pipa : 3 inchi
  - Kapasitas produksi pompa maksimum:  $4,5 \text{ m}^3$
- Kapasitas produksi /jam:

$$Q = 4,5 \text{ m}^3 \quad (39)$$

23) *Water tank truck* (E23)

Contoh alat : Isuzu, TLD – 56

Sesuai dengan informasi katalog alat, spesifikasi teknis alat yang dimaksud adalah sebagai berikut:

- Kapasitas tangki air,  $V : 4.000 \text{ liter}$
- Kapasitas pompa air (Pa) maksimum:  $100 \text{ liter / menit}$

Kapasitas produksi ( $\text{m}^3/\text{jam}$ ) :

$$Q = \frac{p_a \times F_a \times 60}{W_c \times 1000} \quad (40)$$

**Keterangan:**

$Q$  : Kapasitas produksi per jam.

$V$  : Volume tangki air ( $\text{m}^3$ ).

$W_c$  : Kebutuhan air / $\text{m}^3$  material padat;  $W_c = 0,07 \text{ m}^3$ .

$p_a$  : Kapasitas pompa air. Diambil 100 liter/menit.

$F_a$  : Faktor efisiensi alat. Lihat Tabel A.5.

60 : Perkalian 1 jam ke menit.

1000 : Perkalian dari km ke m.

24) *Pedestrian roller* (E24)

Contoh alat : SAKAI, HV 80 ST

Sesuai dengan informasi katalog alat, spesifikasi teknis alat yang dimaksud adalah sebagai berikut:

- Berat: 830 kg;
- Lebar roda drum,  $b = 710 \text{ mm}$ ;
- Kapasitas mesin,  $P_w: 6,8 \text{ HP}$ ;
- Kecepatan,  $v : (0 - 3,5) \text{ km/jam}$ .

Kapasitas produksi ( $\text{m}^3/\text{jam}$ ):

$$Q = \frac{be \times v \times 1000 \times F_a}{60 \times n} \quad (41)$$

**Keterangan:**

- Be : Lebar efektif pemandatan = (b - b<sub>o</sub>) (m).
- b : Lebar roda alat pemandat (1,680 m) (m).
- b<sub>o</sub> : Lebar overlap; (0,15 m) (m).
- t : Tebal pemandatan (m).
- v : Kecepatan rata-rata pemandatan, (diambil 1,5 km/jam). (m).
- N : Jumlah lintasan, (diambil 6 lintasan). Lihat Tabel A.25.
- F<sub>a</sub> : Faktor efisiensi alat, diambil 0,83 (kondisi baik sekali).

Lihat Tabel A.5.

1000 : Perkalian dari km ke m.

**Jenis *pedestrian roller* dengan kapasitas lainnya:**

- E24, *pedestrian roller (baby roller)*; 1 Ton; 15 HP;
- E24a, *pedestrian roller BW65*; 65 cm; 0,75 T; 8,3 HP;
- E24b, *pedestrian roller BW75*; 75 cm; 1,04 T; 8,3 HP.

25) *Tamper (E25)*

**1. Contoh alat : Wacker, VPF – 1750**

Sesuai dengan informasi katalog alat, spesifikasi teknis alat yang dimaksud adalah sebagai berikut:

- Lebar telapak (lbr): 0,50 m' ;
- Panjang telapak : 0,635 m';
- Kecepatan : 1 Km/jam;
- Luas telapak Tamper, A = 635 mm x 500 mm = 0,3175.m<sup>2</sup>;
- Jumlah lapisan N : 1;
- Banyak tumbukan, n : 6 tumbukan;
- Berat : 121 kg;
- Tenaga mesin, Pw : 4,7 HP.

Kapasitas produksi (m<sup>3</sup>/jam):

$$Q = \frac{v \times 1000 \times F_a \times lbr \times t}{N \times n} \quad (42)$$

$$Q = 13,83 \text{ m}^3/\text{jam}$$

**Keterangan:**

$t$  : Tebal pemandatan;  $t = 0,20 \text{ m}$ ; Lihat Tabel A.26.

$v$  : Kecepatan lintasan rata-rata pemandatan; ( $1,0 \text{ km/jam}$ ).

Lihat Tabel A.25.

$F_a$  : Faktor efisiensi alat; diambil  $0,83$  (kondisi baik sekali).

Lihat Tabel A.5.

## 2. Contoh alat : Wacker, DS 72 Y

Sesuai dengan informasi katalog alat, spesifikasi teknis alat yang dimaksud adalah sebagai berikut:

- Ukuran sepatu alas:  $320 \text{ mm} \times 280 \text{ mm}$ ;
- Berat:  $80 \text{ kg}$ ;
- Tenaga mesin,  $P_w = 31 \text{ KW} = 4,2 \text{ HP}$ .

Kapasitas produksi ( $\text{m}^3/\text{jam}$ ):

$$Q = Q_1 \times F_a \quad (43)$$

**Contoh:**

Kapasitas produksi ( $\text{m}^3/\text{jam}$ ):

$$Q = Q_1 \times F_a = 10 \times 0,75 = 7,5$$

Koefisien alat ( $\text{m}^3/\text{jam}$ ):

$$E48 = \frac{1}{Q} = \frac{1}{7,5} = 0,1333$$

**Keterangan:**

$Q_1$  : kapasitas produksi rata-rata per jam berdasarkan referensi *Vibratory Soil and Rock Fill Compaction, Lars Forssbland*, hal 92.

$Q_1$  :  $10 \text{ m}^3/\text{jam}$ , pada ketebalan  $t = 0,35 \text{ m}$  untuk pemandatan pasir dan kerikil.

Fa : 0,75 untuk kondisi pekerjaan sedang agak sulit.

Lihat Tabel A.5.

**3. Jenis tamper dengan kapasitas lainnya:**

- E25, *tamper*; 1 Km/jam; W 40cm; 4,2 HP;
- E25a, *tamper*, BT60; 58 Kg; W 23cm;t-15cm;15m3/j; 3,8 HP;
- E25b, *tamping rammer dynmc*, 80 kg; w=(285x300) mm; t-15cm; 15M3/j;DTR25; 5,5 HP;
- E25c, *slope vibratory compactor*;
- E25d, *vibrating rammer*, MS64A; 9,5 m/menit; 6,42 HP.

26) *Jack hammer* (E05)

Dioperasikan dengan *air compressor* (E05).

(1) Contoh 1: *air compressor* (E05).

Lihat analisis pada persamaan 24.

(2) Contoh 2: *jack hammer* (E05)

(3) Contoh 3: *jack breaker hammer HM 1810 demolition concrete breaker*;

2,65 HP Alat ini tidak memerlukan *compressor*.

- Kapasitas bongkar (V) = 15,0 m<sup>3</sup>/jam.
- Faktor efisiensi alat (Fa) = 0,83. Lihat Tabel A.5.
- Kapasitas Produksi (m<sup>3</sup>/jam):

$$Q = V \times Fa$$

$$Q = 15 \times 0,83 = 12,5 \text{ m}^3.$$

- Koefisien alat (jam/m<sup>3</sup>) = 1 : D2 = 0,0803.

**Jenis *jack breaker* dengan kapasitas lainnya:**

- E26a, *jack hammer*, 60 HP;
- E26b, *jack breaker hammer HM 1810 demolition concrete breaker*, 2,65 HP;
- E26c, *jack breaker hammer GSH27, concrete breaker*, 3,98 HP.

27) Pulvi Mixer (soil stabilizer) (E27)

Contoh alat : Bomag, MPH – 100 S

Sesuai dengan informasi katalog alat, spesifikasi teknis alat yang dimaksud adalah sebagai berikut:

- Lebar pemotongan (*cutting width*),  $b = 2,005 \text{ m}$ ;
- Kedalaman pemotongan, maksimum  $t = 0,356 \text{ mm}$ ;
- Kecepatan bekerja, maksimum,  $v = 55,5 \text{ m / menit}$ .

Kapasitas produksi ( $\text{m}^3/\text{jam}$ ) :

$$Q = v \times 1.000 \times b \times t \times F_a \quad (43)$$

**Keterangan:**

- $t$  : Tebal pematatan, diambil 0,15 m.
- $v$  : Kecepatan rata-rata, (diambil 20 m/menit= 1,2 km/jam).
- $b$  : Lebar pemotongan, diambil 2,005 m.
- $F_a$  : Faktor efisiensi alat; diambil 0,83 (kondisi baik sekali).

Lihat Tabel A.5.

**Catatan :**

Peralatan sejenis dengan peralatan tersebut, maka untuk pekerjaan stabilisasi tanah (*soil stabilization*) baik memakai semen atau bahan lain, adalah peralatan *Wirtgen Tractor – Towed Stabilizer*, Model WS-2200 dan WS 2500.

28) *Concrete pump* (E28)

Data sesuai dengan spesifikasi teknis. Pada umumnya produksi pompa beton bervariasi antara 10 *cuyd*/ jam dan 100 *cuyd*/ jam, atau antara 7,6  $\text{m}^3/\text{jam}$  dan 76  $\text{m}^3/\text{jam}$ , tergantung dari tipe pompa yang dipakai, ukuran pipa pengecor, dan faktor efisiensi alat. (*Bibliografi*:<sup>5</sup>).  $1 \text{ yd}^3 = 0.7645549 \text{ m}^3$ . Banyak merek yang dipasarkan dengan kapasitas berbeda-beda.

29) *Truck Semi-Trailler* 20 Ton (E29)

Pindah ke E35

30) *Pile Driver - Hammer* (E30)

Alat ini digunakan untuk pekerjaan pemasangan tiang pancang, dinding beton atau baja (*sheet pile*) untuk penahan tanah. Peralatan kadang-kadang memerlukan alat lain seperti *Crane* untuk mengangkat Hammer.

Kapasitas produksi  $\text{m}^3/\text{jam}$ :

$$Q = \frac{V \times p \times F_a \times 60}{T_s} \quad (44)$$

Keterangan:

V : kapasitas alat, titik.

F<sub>a</sub> : faktor efisiensi alat. Lihat Tabel A.5.

T<sub>1</sub> : lama waktu menggeser dan menyetel tiang; (30 – 40) menit.

T<sub>2</sub> : lama waktu pemancangan sampai kalendering; (50 – 60) menit.

T<sub>3</sub> : lama waktu penyambungan tiang; (20 – 40) menit.

p : panjang tiang pancang tertanam dalam satu titik; m.

$$T_s = \sum_{n=1}^n T_n$$

TS : waktu siklus pemancangan, ; menit.

31) *Crane On Track (Crawler Crane) 75 Ton (E31)*

Lihat uraian di E07

Data sesuai dengan spesifikasi teknis.

32) *Welding set (E32)*

Data sesuai dengan spesifikasi teknis.

**Jenis welding set dengan kapasitas lainnya:**

- E32, *welding*; D 5400 Watt; 7,16 HP;
- E32a, *welding inverter/machine*; 16.98 HP;
- E32b, *welding set* 300 A; 5 HP;
- E32c, *welding set*; LASTON MINI 140; 41,78 HP.

33) *Bored Pile Drilling Machine, Max. Ø 2,00 m (E33)*

Data sesuai dengan spesifikasi teknis.

Contoh perhitungan *Cycle time Bore pile*

- Kedalaman pemboran p = 25,4 m
- Diameter bor = 0,8 m
- Kapasitas alat V = 1 titik
- Faktor Efisiensi alat, Fa = 0,83. Lihat Tabel A.5.
- Waktu siklus dengan asumsi:
  - o waktu *check titik bore* : 5 menit

|                                   |                   |
|-----------------------------------|-------------------|
| o waktu persiapan alat            | : 10 menit        |
| o waktu check ketegakan alat      | : 5 menit         |
| o waktu untuk pasang casing       | : 20 menit        |
| o waktu untuk pengeboran          | : 90 menit        |
| o waktu untuk <i>cleaning</i>     | : 15 menit        |
| o waktu untuk instalasi besi      | : 15 menit        |
| o waktu untuk pengecoran          | : 45 menit        |
| o <u>waktu untuk tarik casing</u> | <u>: 20 menit</u> |
| Total Waktu, Ts                   | : 225 menit       |

Kapasitas Produksi (m'/ jam):

$$Q_1 = V \times p \times F_a \times 60 / T_s$$

$$= 5,621$$

Koefisien alat jam/m'

$$= \frac{1}{Q} = 0,1779$$

34) *Asphalt Liquid Mixer* (E34)

Data sesuai dengan spesifikasi teknis.

35) *Truck Semi Trailler*, 15 Ton (E29)

Contoh alat : Nissan cda 211 SHRR – 6 x 2

Sesuai dengan informasi katalog alat, spesifikasi teknis alat yang dimaksud adalah sebagai berikut:

- Kapasitas tenaga mesin, Pw = 220 PS;
- Kapasitas muatan bak, V = Cp = 15 ton.

Kapasitas produksi, lihat *dump truck* (E08 dan E09)

Contoh alat : Nissan

CWM 432 MHRA – 6 x 4; Pw = 290 PS, Cp = 20 Ton

**Jenis *truck semi trailler* dengan kapasitas lainnya:**

- E29, *semi trailler* 15 Ton; 150 HP;
- E29a, *semi trailer* 30 T; 1.1.22; 200 HP;
- E29b, *semi trailer* 34 T; 1.2.22; 220 HP;
- E29c, *semi trailer* 40 T; 1.22.22; 230 HP;
- E29d, *semi trailer* 43 T; 1.22.222; 240 HP;
- E29e, *semi trailer* 20 Ton; FM320Ti; 320 HP.

### 36) Cold milling machine (E36)

kegunaan *cold milling machine*:

- Mengupas perkerasan aspal ( dengan tebal yang direncanakan);
  - Mengupas perkerasan beton semen tanpa tulangan.

Contoh alat : Wirtgen, W - 1000 F

Sesuai dengan informasi katalog alat, spesifikasi teknis alat yang dimaksud adalah sebagai berikut:

- Kapasitas tenaga mesin ( $P_w$ ): 248 HP (185 kW);
  - Kedalaman (tebal) pengupasan:  $t = (0 - 315)$  mm;
  - Lebar pengupasan:  $b = 1,00$  m.

Kapasitas produksi ( $\text{m}^3/\text{jam}$ ):

## Keterangan:

b : Kapasitas lebar galian/pembongkaran (m).

$t$  : Tebal galian/pembongkaran (m).

v : Kecepatan laju pembongkaran (m/menit).

$F_a$  : Faktor efisiensi alat. Lihat Tabel A.5.

60 : Perkalian 1 jam ke menit.

## **Contoh:**

Kapasitas produksi pengupasan (m<sup>3</sup>/jam):

$$Q = v \times b \times F_a \times 60 \times t = 6 \times 1 \times 0,70 \times 60 \times 0,15 = 37,8$$

Koefisien alat (jam/ m<sup>3</sup>):

E36 = 1 : Q = 1 : 37,8

$$E36 = 0,0265 \text{ jam}$$

## Keterangan:

v : Kecepatan pengupasan rata-rata = 6,00 m/menit (untuk

ketebalan kupasan  $t = 15$  cm, lihat grafik *Theoretical*

*performance value* untuk Wirtgen 1000 DC dalam Gambar 7 ).

b : Lebar pengupasan=1000 mm (= 1,00 m).

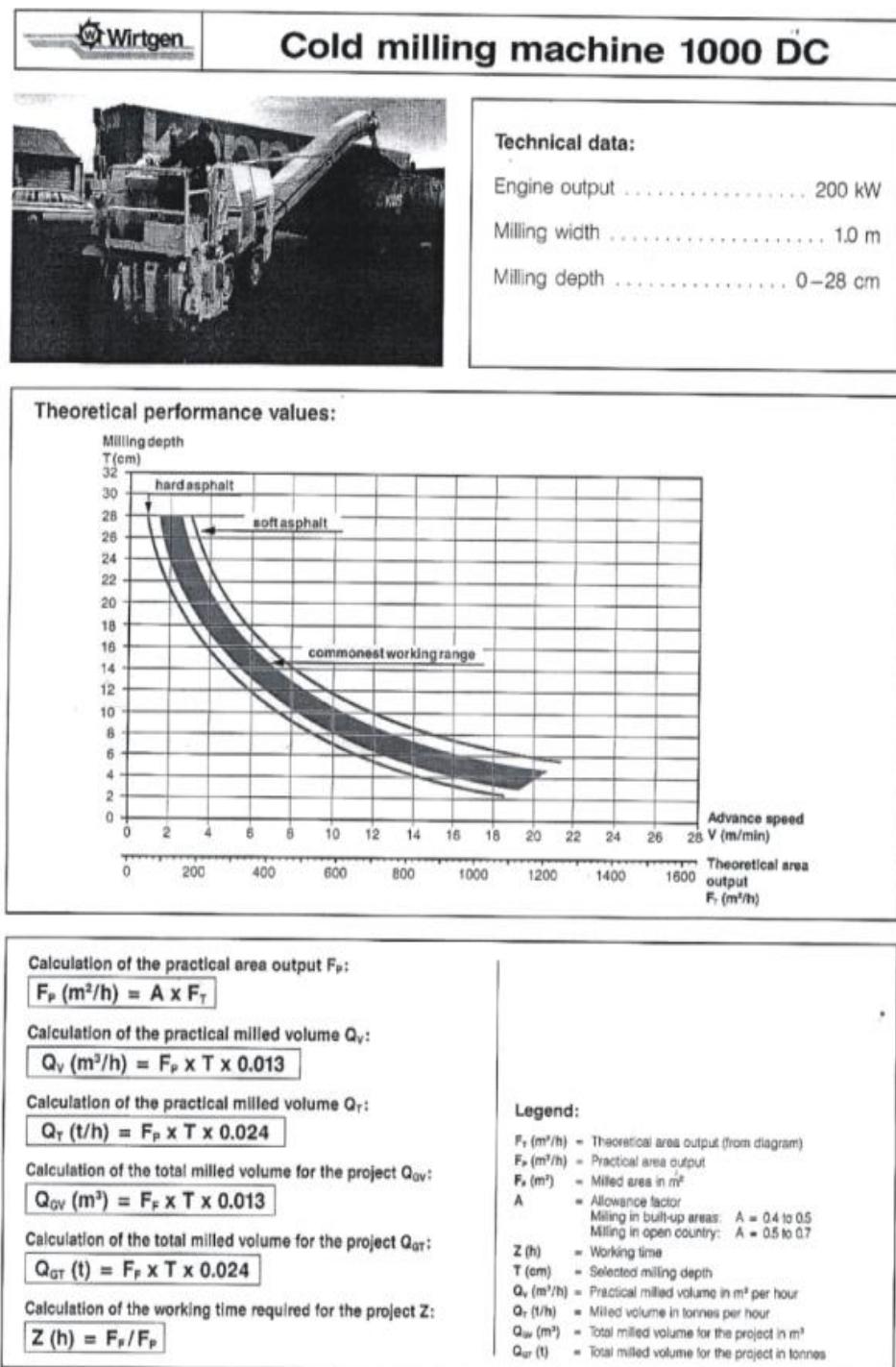
F<sub>a</sub> : Faktor efisiensi alat = 0,70.

untuk Fa pengupasan → 0,7 (Referensi: Wirtgen).

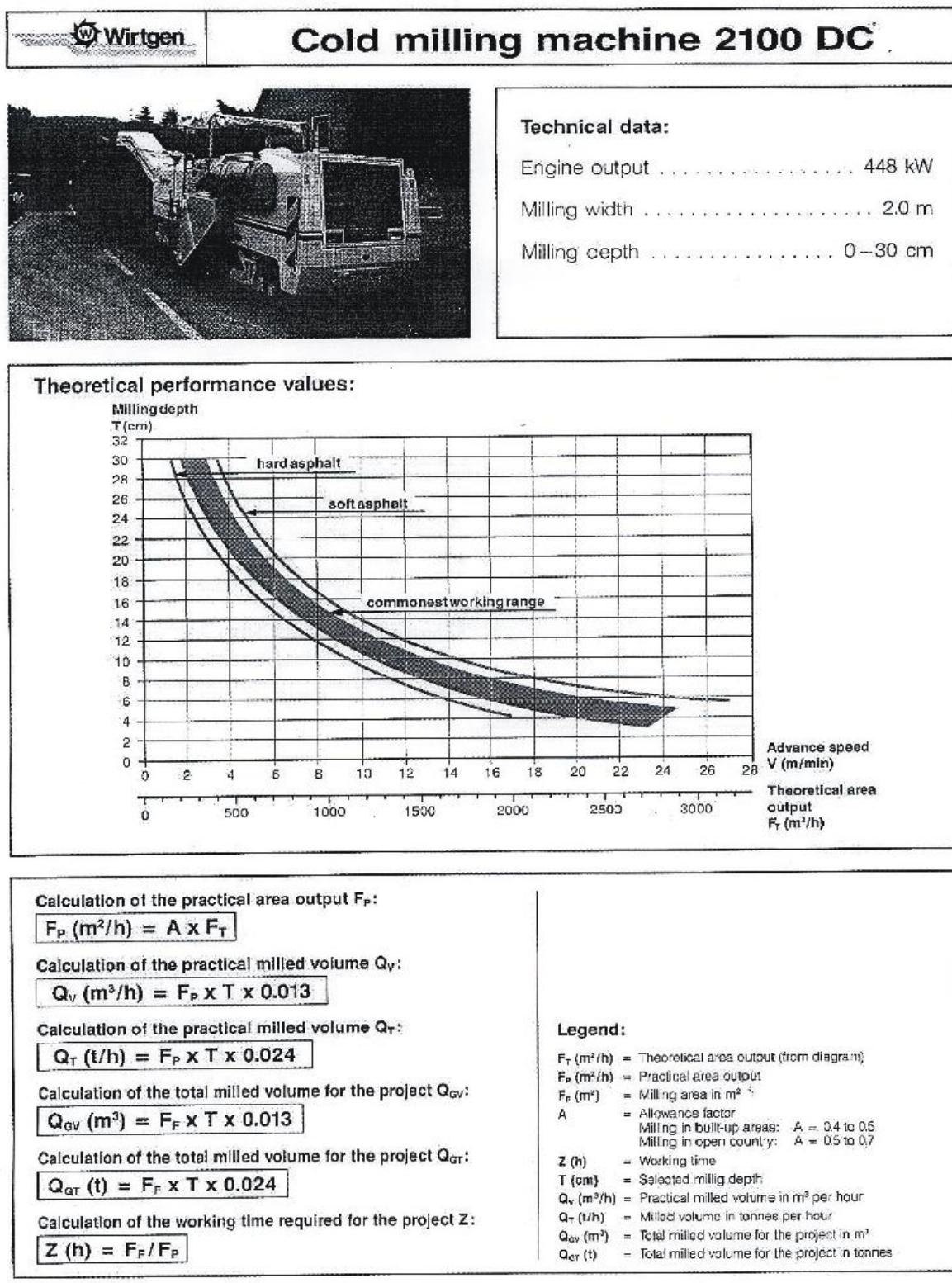
t : Tebal (kedalaman) pengupasan = 0,15 m.

### Jenis **cold milling machine** dengan kapasitas lainnya:

- E36, *cold milling machine*, BM600/15; w600; d210; 32m/menit; 92 HP;
- E36a, *cold milling machine*, BM1000/35; 1000; d330; 32m/menit; 240 HP;
- E36b, *cold milling machine*, BM2000; d320; 32m/menit; 440 HP.



**Gambar 7 – Gambar Cold Milling Machine dan Performance Value 1000 DC**



**Gambar 8 – Gambar Cold Milling Machine dan Performance Value 2100 DC**

37) Rock drill breaker (E37)

Contoh alat : CAT 320 C + Hammer Model 120

Sesuai dengan informasi katalog alat, spesifikasi teknis alat yang dimaksud adalah sebagai berikut:

a) *Excavator Cat 320 C :*

- Kapasitas (bucket) = 0,45 – 1,5  $m^3$ ;

- Tenaga penggerak (mesin) =  $P_w = 138$  HP;
  - Berat (*operating weight*) = 19.700 Kg.
- b) *Hammer*, Model 120, H 120 Cs tipe HRC
  - Berat (*working weight*) = 1.310 kg;
  - Diameter palu (*chisel tool*) = 11,50 cm.

Kapasitas produksi :

Untuk *Reinforced concrete* = 122 – 229 m<sup>3</sup> per 8 jam

(Ref. *Caterpillar Performance Handbook, Edition 34*, October 2003, hal. 17-10)

Kapasitas produksi m<sup>3</sup>/jam: Q

$Q = 15,00$  diambil sebagai asumsi sesuai referensi.

Koefisiensi alat (jam/m<sup>3</sup>):

$$E36 = \frac{1}{Q} = \frac{1}{15,00} = 0,0667$$

**Jenis *rock drill breaker* dengan kapasitas lainnya:**

- E37, *rock drill breaker*; 25 Kg; 2,7 HP;
- E37a, *rock drill breaker*, PC200-8M0 + JTHB 210-3 Breaker; 1,83 T; 148 HP;
- E37b, *rock drill breaker*, PC300SE-8M0; 2,7 Ton; 256 HP.

38) *Cold Recycler* (E38)

Contoh alat : *Wirtgen*, WR – 2200 CR

Sesuai dengan informasi katalog alat, spesifikasi teknis alat yang dimaksud adalah sebagai berikut:

- Lebar pengupasan, b = 2,200 m;
- *Milling depth/recycling depth*, t = (0 – 350) mm;
- Tenaga mesin,  $P_w = 900$  HP;
- *Travel speed*, v = (0 – 84) m/menit.

Kapasitas produksi pengupasan (m<sup>3</sup>/jam):

$$Q = v \times b \times F_a \times 60 \times t \quad (46)$$

Kapasitas produksi pengupasan (m<sup>2</sup>/ jam):

$$Q = v \times b \times F_a \times 60$$

**Keterangan:**

b : lebar pengupasan; diambil 2,20 m,

t : tebal galian/pembongkaran; diambil 0,15 m.

v : kecepatan pengupasan; diambil 7 m/menit.

$F_a$  : faktor efisiensi alat. Lihat Tabel A.5.

Alat tambahan untuk pelaksanaan yang diperlukan adalah truk tangki aspal, dan truk tangki semen.

**Contoh:**

Kapasitas produksi (pengupasan) ( $m^3/jam$ ):

$$Q = v \times b \times F_a \times 60 \times t ,$$

**Keterangan:**

v : kecepatan pengupasan = 7 m/menit.

(lihat grafik *Theoretical Performance value* untuk *Wirtgen 2100 DC*

dalam Gambar 8 ), untuk tebal (kedalaman) =15 cm

b : lebar pengupasan = 2,20 m.

$F_a$  : faktor efisiensi alat = 0,70.

(referensi buku manual alat).

t : tebal (kedalaman) pengupasan = 0,15 m

Kapasitas produksi ( $m^3/jam$ ):

$$Q_1 = v \times b \times F_a \times 60 \times t = 7 \times 2,20 \times 0,7 \times 60 \times 0,15$$

$$Q_1 = 97,02 \text{ } m^3$$

Kapasitas produksi ( $m^2/jam$ ) (luas permukaan) :

$$Q_2 = v \times b \times F_a \times 60$$

$$= 7 \times 2,20 \times 0,7 \times 60$$

$$Q_2 = 646,80$$

39) *Hot recycler* (E39)

Contoh alat : *Wirtgen Remixer 4500 + Heating Machine HM 4500*

Fungsi : untuk memproduksi kembali campuran aspal dalam keadaan panas (*hot recycling*) dari material hasil pengupasan/ penggalian lapisan permukaan perkerasan jalan aspal lama. Permukaan perkerasan jalan yang lama dipanaskan terlebih dulu menggunakan panel pemanas, kemudian proses *recycling* dengan pengupasan lapisan permukaan perkerasan aspal tersebut.

Sesuai dengan informasi katalog alat, spesifikasi teknis alat yang dimaksud adalah sebagai berikut:

a) *Remixer 4500*:

- Lebar pengupasan / penggalian : b = (3,00 - 4,50) m;
- Tebal (kedalaman) pengupasan : t = (0 - 60) mm;
- Tenaga penggerak : Pw = 295 HP;
- Kecepatan (working speed) : v = 0 - 5 m/menit;
- Kapasitas hopper : = 3 m<sup>3</sup> atau 6 ton;
- Konsumsi bahan bakar mesin: = 55,0 liter/jam.

b) *Pemanas (panel heating machine) HM 4500* :

- Lebar pemanasan (maksimum) = 4,50 m.
- Tenaga penggerak, Pw = 107 HP.
- Konsumsi bahan bakar mesin = 19,7 liter/jam.
- Tangki aspal pada *Remixer 4500* = 1500 liter
- Bahan bakar elemen pemanas dipakai propane gas (disimpan dalam bentuk cair).
- Tangki gas untuk *Remixer 4500* = 5200 liter.
- Panel *Heating Machine HM 4500* = 6000 liter.

Kapasitas produksi *recycle* (m<sup>3</sup>/jam)

$$Q = v \times b \times F_a \times 60 \times t. \quad (47)$$

Kapasitas produksi pengupasan (m<sup>2</sup>/ jam)

$$Q = v \times b \times F_a \times 60$$

**Keterangan:**

b : lebar pengupasan; diambil 3,50 m.

t : tebal kedalaman pengupasan; diambil 0,05 m, maksimum

0,06 mm.

V : kecepatan pengupasan; diambil 5 m/menit.

F<sub>a</sub> : faktor efisiensi alat; diambil 0,70. (referensi Wirtgen).

\*Catatan: Faktor efisiensi alat (F<sub>a</sub>) tertinggi berdasarkan referensi pabrik Wirtgen

Kapasitas produksi ini baru dari material galian lama. kapasitas produksi yang sebenarnya harus ditambah dengan bahan baru dari penampung (*hopper*).

**Contoh:**

Kapasitas produksi (*recycle*) (m<sup>3</sup>/ jam):

$$Q = v \times b \times F_a \times 60 \times t$$

$$Q = v \times b \times F_a \times 60 \times t$$

$$= 5 \times 3,50 \times 0,70 \times 60 \times 0,50$$

$$= 36,75$$

**Keterangan:**

v : kecepatan rata-rata = 5 m/menit

b : lebar *recycle* = 3,50 meter

F<sub>a</sub> : faktor efisiensi alat = 0,70 (referensi Wirtgen)

t : tebal (kedalaman pengupasan) = 0,05 (m)

(maksimum = 0,06 m).

**Catatan:**

Kapasitas produksi ini baru dari hasil berdasarkan jumlah material galian (kupasan) permukaan lama. Jadi kapasitas produksi yang sebenarnya harus ditambah dengan jumlah material baru yang ditambahkan (dari penampung *hopper*).

Koefisiensi alat (jam/m<sup>3</sup>):

$$E39 = \frac{1}{Q} = \frac{1}{36,75} = 0,0272$$

40) Aggregate spreader (E40)

Contoh alat : Hanta. Type MS-DB (*Disc Spread*)

Sesuai dengan informasi katalog alat, spesifikasi teknis alat yang dimaksud adalah sebagai berikut:

- Tenaga mesin,  $P_{w1} = 115$  HP.
- Kapasitas bak,  $C_p = 4,00$  ton.
- Kapasitas lebar penghamparan,  $b = (3 - 6)$  m
- Tebal hamparan,  $t = 1,50$  cm.
- Ukuran agregat maksimum = 20,0 mm.
- Tenaga mesin bantu,  $P_{w2} = 3,5$  HP.

Kapasitas produksi (m<sup>3</sup>/jam)

$$Q = v \times b \times F_a \times 1.000 \times t \quad (48)$$

**Keterangan:**

$b$  : lebar penghamparan; diambil 3,50 m.

$t$  : tebal kedalaman pengupasan; diambil 1,50 cm.

$v$  : kecepatan rata-rata; diambil 2 km/jam.

$F_a$  : faktor efisiensi alat; diambil 0,83. Lihat Tabel A.5.

**Contoh:**

a) Kapasitas produksi (m<sup>3</sup>/jam):

$$Q = v \times b \times F_a \times 1000 \times t$$

$$= 2,00 \times 3,50 \times 0,83 \times 1000 \times 0,015$$

$$= 87,15.$$

Koefisiensi alat (jam/m<sup>3</sup>):

$$E40 = \frac{1}{Q} = \frac{1}{87,15} = 0,0115$$

Kapasitas produksi (hamparan) (m<sup>2</sup>/ jam):

$$Q = v \times b \times F_a \times 1000$$

$$= 2,00 \times 3,50 \times 0,83 \times 1000$$

$$= 5,810$$

Koefisiensi alat (jam/m<sup>2</sup>):

$$E40 = \frac{1}{Q} = \frac{1}{5,810} = 0,0001$$

**Keterangan:**

v : kecepatan rata-rata = 2,00 km/jam.

b : lebar hamparan = 3,50 meter (asumsi).

F<sub>a</sub> : faktor efisiensi alat = 0,83 (asumsi). Lihat Tabel A.5.

t : tebal lapisan hamparan = 1,50 cm = 0,015 m.

41) *Asphalt distributor* (E41)

Contoh alat : Kasprindo, KAD – 4000

Sesuai dengan informasi katalog alat, spesifikasi teknis alat yang dimaksud adalah sebagai berikut:

- Tenaga mesin, Pw = 115 HP.
- Kapasitas tangki aspal, Cp = 4.000 liter.
- Kapasitas tenaga compressor pemasang, p = 8,5 HP.
- Kapasitas lebar penyemprotan, b = 3,00 m.
- Kapasitas penyemprotan pompa aspal, pa = 400 gallon/menit = 1.514 liter/menit
- Fa : faktor efisiensi alat = 0,83 (asumsi). Lihat Tabel A.5.

Kapasitas produksi penyemprotan (liter/jam):

$$Q = pa \times Fa \times 60 \quad (49)$$

Kapasitas produksi penyemprotan (m<sup>2</sup>/jam):

$$Q = pa \times Fa \times 60 \times 1000$$

Umumnya *idle time* terjadi pada penggunaan *asphalt distributor* ini karena harus menunggu selesainya penghamparan campuran aspal pada suatu segmen sehingga kapasitas produksi harus disesuaikan dengan faktor efektivitas yang besarnya antara 0,005 – 0,01 untuk pekerjaan lapis resap pengikat (*prime coat*) atau lapis perekat (*tack coat*).

42) *Concrete Paving Machine (Slipform Paver)* (E42)

Contoh alat : Wirtgen, SP 250

Sesuai dengan informasi katalog alat, spesifikasi teknis alat yang dimaksud adalah sebagai berikut:

- Kapasitas lebar penghamparan,  $b = (1,00 - 2,50) \text{ m}$ ;
- Kecepatan penghamparan,  $v = (0,00 - 7,00) \text{ m/menit}$ ;
- Tebal hamparan maksimum,  $t_{\max} = 300 \text{ mm}$ ;
- Tenaga mesin,  $P_w = 105 \text{ HP}$ ;
- Track Craler: 4;
- Konsumsi bahan bakar: 19,7 liter / jam.

Kapasitas produksi ( $\text{m}^2/\text{jam}$ ) :

$$Q = b \times t \times F_a \times v \times 60 \quad (50)$$

**Keterangan:**

$b$  : lebar hamparan; diambil 2,5 m.

$t$  : tebal hamparan, m.

$v$  : kecepatan menghampar; diambil 5 m/menit.

$F_a$  : faktor efisiensi alat = 0,83 (asumsi). Lihat Tabel A.5.

**Contoh:**

Kapasitas hamparan per ( $\text{m}^2/\text{jam}$ ):

$$Q = b \times v \times F_a \times 60 = 2,5 \times 5,00 \times 0,83 \times 60$$

$$Q = 622,50$$

Koefisien alat ( $\text{jam}/\text{m}^2$ ):

$$E42 = \frac{1}{Q} = \frac{1}{622,50} = 0,0016$$

43) *Batching plant (concrete pan mixer)* (E43), dipindahkan ke No. E06

Contoh alat : BENNET, 600 atau BETOMIX

Sesuai dengan informasi katalog alat, spesifikasi teknis alat yang dimaksud adalah sebagai berikut:

- Kapasitas pencampuran,  $V = C_p = 600 \text{ liter}$ ,
- Tenaga mesin,  $P_w = 100 \text{ KW} = 134 \text{ HP}$ .

Kapasitas produksi ( $\text{m}^3/\text{jam}$ ):

$$Q = \frac{V \times F_a \times 60}{1000 \times T_s} \quad (51)$$

**Keterangan:**

- V : kapasitas produksi; (300 – 600) liter.
- $F_a$  : faktor efisiensi alat. Lihat Tabel A.5.
- $T_1$  : lama waktu mengisi; (0,40 – 0,60) menit .
- $T_2$  : lama waktu mengaduk (0,40 – 0,60) menit.
- $T_3$  : lama waktu menuang; (0,20 – 0,30) menit.
- $T_4$  : lama waktu menunggu dll. (0,20 – 0,30) menit.

$T_s = \sum_{n=1}^n T_n$   
 $T_s$  : waktu siklus pencampuran, ; menit.

60 : perkalian 1 jam ke menit.

1000: perkalian dari satuan km ke meter.

Kapasitas produksi ( $\text{m}^3/\text{jam}$ ):

$$Q = \frac{V \times F_a \times 60}{1000 \times T_s}$$

**Keterangan:**

V : kapasitas pencampuran = 600 liter

$F_a$  : faktor efisiensi alat = 0,83 (Kondisi baik sekali). Lihat Tabel A.5.

$T_s$  : waktu siklus  $T_1 + T_2 + T_3 + T_4$

$T_1$  : waktu pengisian = 1,0 menit (asumsi)

$T_2$  : waktu pengadukan = 1,0 menit

$T_3$  : waktu penumpahan = 0,5 menit

$T_4$  : waktu menunggu = 0,5 menit

$T_s = T_1 + T_2 + T_3 + T_4$

= 1,0 + 1,0 + 0,5 + 0,5

= 3,0 menit

Kapasitas produksi ( $\text{m}^3/\text{jam}$ )

$$Q = \frac{V \times F_a \times 60}{1000 \times T_s} = \frac{600 \times 0,83 \times 60}{1000 \times 3,0} = 9,96$$

Koefisien alat ( $\text{m}^3/\text{jam}$ ) :

$$E43 == \frac{1}{Q} = \frac{1}{9,96} = 0,1004$$

- 44) *Concrete breaker (drop hammer)* (E44)

Pindah ke E56

- 45) *Asphalt tank truck* (E45)

Contoh alat : Bukaka Bamk 6000

Sesuai dengan informasi katalog alat, spesifikasi teknis alat yang dimaksud adalah sebagai berikut:

- kapasitas tangki aspal,  $C_p = V = 6.000 \text{ liter}$ ;
- tenaga mesin,  $P_w = 190 \text{ HP}$ ;
- kapasitas pompa aspal,  $p_a = 100 \text{ liter/menit}$ .

Kapasitas produksi penghancuran ( $\text{m}^2/\text{jam}$ )

$$Q = p_a \times F_a \times 60 \quad (52)$$

**Keterangan:**

$F_a$  : faktor efisiensi alat; diambil 0,83 (untuk kondisi baik sekali).

Lihat Tabel A.5.

60 : perkalian 1 jam ke menit.

**Contoh:**

Kapasitas produksi (liter/jam):

$$Q = p_a \times F_a \times 60$$

$$Q = 100 \times 0,83 \times 60$$

$$= 4980$$

Koefisien alat (jam/liter):

$$E45 = \frac{1}{Q} = \frac{1}{4980} = 0,0002$$

- 46) *Cement tank truck* (E46)

Data sesuai dengan spesifikasi teknis.

- 47) *Concrete mixer* (beton molen) 350 liter (E47)

Contoh alat : Golden Tiger 350 – GT

Sesuai dengan informasi katalog alat, spesifikasi teknis alat yang dimaksud adalah sebagai berikut:

- Kapasitas tangki pencampur,  $C_p = V = 350$  liter;
- Tenaga mesin,  $P_w = 20$  HP.

Kapasitas produksi beton ( $m^3/jam$ ):

$$Q = \frac{V \times F_a \times 60}{1000 \times T_s} \quad (53)$$

**Keterangan:**

$v$  : kapasitas tangki pencampur. diambil 350 liter.

$F_a$  : faktor efisiensi alat; diambil 0,83 (kondisi kerja baik sekali).

Lihat Tabel A.5.

$v_F$  : kecepatan rata-rata isi. (15 – 25) (km/jam).

$v_R$  : kecepatan rata-rata kosong. (25 – 35),(km/jam).

$T_1$  : lama waktu mengisi. diambil 0,50 menit (menit).

$T_2$  : lama waktu mencampur, diambil 1,00 menit (menit).

$T_3$  : lama waktu menumpahkan. diambil 0,30 menit (menit).

$T_4$  : lama waktu menunggu dll. diambil 0,2 menit (menit).

$T_s = \sum_{n=1}^n T_n$  (menit).  
 $T_s$  : waktu siklus pencampuran,

60 : perkalian 1 jam ke menit,

**Contoh:**

Kapasitas produksi ( $m^3/jam$ ):

$$Q = \frac{v \times F_a \times 60}{1000 \times T_s} = \frac{350 \times 0,83 \times 60}{1000 \times 2,0} = 8,715$$

Koefisien alat (jam/m<sup>3</sup>):

$$E47 = \frac{1}{Q} = \frac{1}{8,715} = 0,1148$$

48) *Vibrating rammer* (E48)

Analisis Lihat E25.

49) *Concrete truck mixer* (E49)

Contoh alat: . *Truck mixer agitator*, UD Quester, CWE28064

Sesuai dengan informasi katalog alat, spesifikasi teknis alat yang dimaksud adalah sebagai berikut:

- Kapasitas drum pencampur,  $C_p = V = 5,0 \text{ m}^3$
- Tenaga mesin,  $P_w = 280 \text{ HP}$

Kapasitas produksi (m<sup>3</sup>/jam):

$$Q = \frac{V \times F_a \times 60}{T_s} \quad (54)$$

**Keterangan:**

$V$  : kapasitas drum, diambil 5 m<sup>3</sup>.

$F_a$  : faktor efisiensi alat. Lihat Tabel A.5.

$V_1$  : kecepatan rata-rata isi, (15 – 25) km / jam.

$V_2$  : kecepatan rata-rata kosong, (25 – 35) km / jam.

$T_1$  : lama waktu mengisi =  $(V : Q) \times 60$  menit.

$T_2$  : lama waktu mengangkut =  $(L : v_1) \times 60$  menit.

$T_3$  : lama waktu kembali =  $(L : v_2) \times 60$  menit.

$T_4$  : lama waktu menumpahkan dan lain-lain

$$T_s = \sum_{n=1}^n T_n$$

$T_s$  : waktu siklus pencampuran, ; menit.

60 : perkalian 1 jam ke menit.

**Contoh:**

Kapasitas produksi ( $\text{m}^3/\text{jam}$ ):

$$Q = \frac{V \times F_a \times 60}{T_s}$$

$T_1$  : waktu pengisian (diisi Concrete *pan mixer*, E 43, dengan

$$Q_1 = 9,0 \text{ } (\text{m}^3/\text{jam})$$

$$T_1 = \frac{v \times 60}{Q_1} = \frac{5 \times 60}{9,0} = 33,3 \text{ menit}$$

$$T_2 = \frac{L \times 60}{V_F},$$

$$T_2 = \frac{8,7 \times 60}{20} = 26,10 \text{ menit}$$

$$T_4 = \frac{L \times 60}{V_R},$$

$$T_4 = \frac{8,7 \times 60}{30} = 17,40 \text{ menit}$$

$$T_s = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5$$

$$= 33,3 + 26,10 + 4,00 + 17,40 + 5,00$$

$$= 85,8 \text{ menit}$$

Kapasitas produksi ( $\text{m}^3/\text{jam}$ )

$$Q = \frac{V \times F_a \times 60}{T_s} = \frac{5 \times 0,83 \times 60}{85,8} = 2,902$$

Koefisien alat ( $\text{jam}/\text{m}^3$ ):

$$E47 = \frac{1}{Q} = \frac{1}{2,902} = 0,3446$$

**Keterangan:**

$V$  : kapasitas drum pencampur.

$F_a$  : faktor efisiensi alat = 0,83 (kondisi kerja baik sekali).

Lihat Tabel A.5.

$T_s$  : waktu siklus =  $T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5$  (menit).

- $T_1$  : waktu pengisian.
- $T_2$  : waktu tempuh.
- $T_3$  : waktu penumpahan.
- $T_4$  : waktu kembali.
- $T_5$  : waktu menunggu.
- $L$  : jarak tempuh = asumsi 8,7 km.
- $V_F$  : kecepatan tempuh = 20 km/jam.
- $V_R$  : kecepatan kembali = 30 km/jam.
- $T_3$  : waktu penumpahan = 4 menit (asumsi).
- $T_5$  : waktu menunggu = 5 menit (asumsi).

50) *Bore pile machine Ø 60 cm*(E50)

Data sesuai dengan spesifikasi teknis.

Lihat E33.

51) *Crane on track 75 – 100 ton* (E51)

Lihat *Crane on track*, E31 dan E07.

52) *Blending Equipment* (E52)

Data sesuai dengan spesifikasi teknis.

53) Asphalt Liquid Mixer (E53) Lihat E34

Data sesuai dengan spesifikasi teknis.

54) Alat Pemotong (*Chainsaw*) (E54)

Lihat E69.

Kapasitas Produksi (buah/jam):

$$Q = \frac{H}{Tk} \quad (55)$$

**Keterangan:**

$H$  : kemampuan dalam 1 hari dapat memotong; (6 – 8) buah pohon.

$Tk$  : jumlah jam kerja per hari (7 jam).

55) Aplikator cat marka jalan *thermoplastic* (E55)

Lihat E98h.

Aplikator cat marka jalan, 35-45 kg/jam

Kapasitas produksi ( $m^2$ /jam):

$$Q = \frac{V}{Bc} \quad (56)$$

**Keterangan:**

$Bc$  : berat cat per  $m^2$

$V$  : kapasitas pengecatan, (35 – 45) kg/jam.

- 56) *Concrete breaker (drop hammer); 30 m<sup>3</sup>/jam; 280 HP*

Contoh alat : *Drop Hammer (E56e)*

Sesuai dengan informasi katalog alat, spesifikasi teknis alat yang dimaksud adalah sebagai berikut:

- Tenaga mesin,  $P_w = 290$  HP
- Lebar penghancuran beton: 2,00 m
- Kapasitas pencampuran:  $C_p = 30,0$  m<sup>3</sup>/jam (asumsi)

Kapasitas produksi penghancuran ( $m^3$ /jam):

$$Q = v \times b \times t \times F_a \times 60 \quad (57)$$

**Keterangan:**

$b$  : lebar penghancuran; diambil 1,5 m/menit (m/menit).

$t$  : tebal lapisan beton, diambil 0,25 m.

$v$  : kecepatan rata-rata; diambil 1,5 m/menit.

$F_a$  : faktor efisiensi alat; diambil 0,75 (kondisi baik sekali).

Lihat Tabel A.5.

60 : perkalian 1 jam ke menit,

**Contoh:**

Kapasitas produksi (penghancuran) ( $m^3$ /jam).

$$Q = v \times b \times F_a \times 60 \times t$$

$$Q = 1,5 \times 2,0 \times 0,83 \times 60 \times 0,25$$

$$Q = 37,35$$

Koefisien peralatan (jam/m<sup>3</sup>):

$$E56e = \frac{1}{Q} = \frac{1}{37,35}$$

$$E56e = 0,0296 \text{ jam}$$

**Keterangan:**

v : kecepatan rata-rata = 1,50 m/menit.

b : lebar penghancuran = 2,0 m.

F<sub>a</sub> : faktor efisiensi alat = 0,83 (kondisi baik sekali). Lihat Tabel A.5.

t : tebal lapisan beton = 0,25 m.

**Jenis *concrete breaker* dengan kapasitas lainnya:**

- E56a      *breaker JTHB350-3; 2,7 Ton; 246 HP;*
- E56b      *excava breaker P200; 15m<sup>3</sup>/jam; 1,76 Ton; 170 HP;*
- E56c      *Jack breaker hammer HM 1810 demolition concrete breaker; 2,65 HP;*
- E56d      *jack breaker hammer GSH27, concrete breaker, 3,98 HP.*

Contoh analisis untuk menentukan koefisien peralatan diperlihatkan seperti contoh dalam dokumen Tata Cara Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang PUPR Bagian Bina Marga.

57) Alat berat lainnya (E57 sampai dengan E98)

Perhitungan dan rumus kapasitas produksi alat lainnya bila diperlukan dapat disesuaikan dengan keterangan dalam spesifikasi alat dan/atau katalog yang ada.

Ditetapkan di Jakarta  
pada tanggal 28 Februari 2025

DIREKTUR JENDERAL BINA KONSTRUKSI



NIP 196612101995021001