

HEM : 06 / TEKNIK APLIKASI ALAT - ALAT BERAT

## MANAJER ALAT - ALAT BERAT (HEAVY EQUIPMENT MANAGER)



**DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM**  
BADAN PEMBINAAN KONSTRUKSI DAN SUMBER DAYA MANUSIA  
PUSAT PEMBINAAN KOMPETENSI DAN PELATIHAN KONSTRUKSI

## KATA PENGANTAR

Penggunaan alat-alat berat dalam pekerjaan konstruksi bertujuan agar pelaksanaan pekerjaan dapat diselesaikan dalam waktu yang telah ditetapkan, dengan mutu sesuai dengan yang dipersyaratkan serta dengan biaya yang ekonomis sesuai dengan yang telah ditetapkan.

Tujuan tersebut akan dapat terlaksana, jika terpenuhi beberapa persyaratan, yang salah satunya adalah tepat memilih alat-alat berat sesuai dengan pekerjaan yang dihadapinya, sehingga dapat dicapai suatu kondisi kerja yang optimal dari penggunaan alat-alat berat tersebut.

Teknik aplikasi alat-alat berat memberikan kelengkapan pengetahuan dalam menentukan pemilihan alat-alat berat disesuaikan dengan kondisi lapangan/medan kerja yang akan dihadapinya. Sehingga dalam teknik aplikasi ini yang pertama harus dikenal adalah pengenalan jenis dan sifat material dan diikuti oleh pengetahuan mengenai proses atau metoda pekerjaan pada pekerjaan pemindahan tanah secara mekanis (dengan menggunakan alat-alat berat).

Materi ini masih jauh dari sempurna, karena adanya keterbatasan literatur yang mendukung penulisannya, sehinga segala saran dan masukannya sangat diharapkan untuk kesempurnaan materi ini dimasa mendatang

**Penyusun**

## LEMBAR TUJUAN

### JUDUL PELATIHAN :

Manajer Alat-alat Berat

### TUJUAN UMUM PELATIHAN

Merencanakan dan mengorganisasikan pemeliharaan alat-alat berat secara teratur dan konsisten untuk memenuhi kesiapan dan pendayagunaan alat-alat berat sesuai dengan target yang telah ditentukan.

### TUJUAN KHUSUS PELATIHAN

1. Menyusun rencana pemeliharaan dan perbaikan untuk mencapai kesiapan alat-alat berat yang optimum.
2. Mengorganisasikan pelaksanaan pemeliharaan dan perbaikan alat-alat berat.
3. Melaksanakan evaluasi biaya setiap jenis alat-alat berat.
4. Memberikan rekomendasi aplikasi alat-alat berat.
5. Membuat laporan kesiapan alat-alat berat.

### MODUL NOMOR : 6 TEKNIK APLIKASI ALAT - ALAT BERAT

### TUJUAN INSTRUKSIONAL UMUM

Setelah selesai mengikuti pelatihan, peserta diharapkan memiliki pengetahuan tentang teknik aplikasi alat-alat berat, khususnya alat-alat berat pemindah tanah dan mampu menganalisis kerusakan alat-alat berat.

### TUJUAN INSTRUKSIONAL KHUSUS

Setelah selesai mengikuti pelatihan, peserta mampu :

1. Menjelaskan medan kerja dan pemilihan alat-alat berat.
2. Menjelaskan proses pekerjaan pemindah tanah dengan menggunakan alat-alat berat.
3. Menjelaskan teknik aplikasi tiap jenis alat-alat berat.
4. Menganalisis kerusakan alat-alat berat ditinjau dari aplikasinya di lapangan.
5. Menganalisis kerusakan alat-alat berat ditinjau dari sistem pengoperasiannya.
6. Menganalisis kerusakan alat-alat berat ditinjau dari sistem pemeliharaannya.

## DAFTAR ISI

|  | Halaman |
|--|---------|
| KATA PENGANTAR.....  | i       |
| LEMBAR TUJUAN .....  | ii      |
| DAFTAR ISI .....   | iii     |
| DAFTAR TABEL .....   | iv      |
| DAFTAR GAMBAR .....  | v       |
| DAFTAR MODUL.....  | vi      |
| PANDUAN INSTRUKTUR .....   | vii     |
| <br>   |         |
| BAB I PENDAHULUAN.....   | 1       |
| A. Umum .....  | 1       |
| B. Sasaran Aplikasi Alat - Alat Berat .....                                | 1       |
| <br>   |         |
| BAB II PENGENALAN MEDAN KERJA .....  | 3       |
| A. Umum .....  | 3       |
| B. Jenis dan Sifat Material .....  | 3       |
| C. Pemilihan Jenis dan Jumlah Peralatan .....                              | 17      |
| <br>   |         |
| BAB III PROSES PEMINDAHAN TANAH .....                                      | 19      |
| A. Pendahuluan .....   | 19      |
| B. Metoda Operasi dan Aplikasi Tiap Jenis Alat .....                       | 19      |
| C. Pekerjaan Sektor Konstruksi (Construction Sector) .....                 | 23      |
| <br>   |         |
| BAB IV ANALISA KERUSAKAAN ALAT - ALAT BERAT .....                          | 36      |
| A. Umum .....  | 36      |
| B. Kerusakan Alat - Alat Berat ditinjau dari Aplikasinya di Lapangan ..... | 36      |
| C. Kerusakan Alat - Alat Berat ditinjau dari Sistem Pengoperasian ..       | 37      |
| D. Kerusakan Alat - Alat Berat ditinjau dari Sistem Pemeliharaan ....      | 40      |
| <br>   |         |
| DAFTAR PUSTAKA.....  | 46      |

## DAFTAR TABEL

| <b>Nomor Tabel</b> | <b>Nama Tabel</b>                                  | <b>Halaman</b> |
|--------------------|--|----------------|
| Tabel - 1          | Jenis Material dan Faktor Konversi Volume Material | 6              |
| Tabel - 2.a        | Faktor Muat Berdasarkan Kondisi Operasi            | 8              |
| Tabel - 2.b        | Faktor Muat Berdasarkan Jenis dan Bentuk Material  | 8              |
| Tabel - 3          | Kemampuan Ripping Bulldozer D9R                    | 13             |
| Tabel - 4.a        | Daya Dukung Tanah untuk Alat Berat                 | 16             |
| Tabel - 4.b        | Daya Dukung Tanah dan Daya Tekan Alat              | 16             |

**DAFTAR GAMBAR**

| <b>Nomor Gambar</b> | <b>Nama Gambar</b>  | <b>Halaman</b> |
|---------------------|---|----------------|
| Gambar - 1          | Skema Hubungan Aplikasi Alat – Alat Berat Terhadap Kondisi Medan Kerja dan Sifat Fisik Material | 4              |
| Gambar - 2          | Pengembangan dan Penyusutan Material  | 4              |
| Gambar - 3          | Susunan Material dan Perubahan Volumennya   | 5              |
| Gambar - 4          | Berat Material  | 7              |
| Gambar - 5          | Kohesivitas Material  | 9              |
| Gambar - 6          | Prinsip Pengukuran Seismic Test Meter   | 10             |
| Gambar - 7          | Contoh Hasil Test Seismic   | 12             |
| Gambar - 8          | Kurva Estimasi Produksi Ripping dari Bulldozer D9R Caterpillar                                  | 14             |
| Gambar - 9          | Proses Pemindahan Tanah (Earth Moving)  | 20             |
| Gambar - 10         | Pembuatan Konstruksi Jalan  | 24             |
| Gambar - 11         | Stripping dengan Bulldozer  | 25             |
| Gambar - 12         | Operasi Bulldozer pada Uphill dan Downhill  | 26             |
| Gambar - 13         | Compactor   | 26             |
| Gambar - 14         | Proses Pekerjaan Konstruksi Bendungan Serbaguna (Muti Purpose Dam)                              | 32             |
| Gambar - 15         | Konstruksi Cofferdam  | 33             |
| Gambar - 16         | Bendungan Tipe Urugan   | 33             |
| Gambar - 17         | Diagram Penyebab Kerusakan Alat-alat Berat  | 41             |

**DAFTAR MODUL**

| <b>Nomor Modul</b> | <b>Kode</b> | <b>Judul</b>  |
|--------------------|-------------|---|
| 1                  | HEM - 01    | Keselamatan dan Kesehatan Kerja                               |
| 2                  | HEM - 02    | Tools, Special Tools dan Suku Cadang                          |
| 3                  | HEM - 03    | Bahan Bakar dan Pelumas                                       |
| 4                  | HEM - 04    | Pengenalan Jenis, Fungsi dan Komponen Utama Alat – alat Berat |
| 5                  | HEM - 05    | Pemeliharaan dan Perbaikan Alat-alat Berat                    |
| 6                  | HEM - 06    | <b>Teknik Aplikasi Alat-alat Berat</b>                        |
| 7                  | HEM - 07    | Pengembangan Kompetensi Mekanik Alat-alat Berat               |
| 8                  | HEM - 08    | Manajemen Proyek  |
| 9                  | HEM - 09    | Perhitungan Produksi Alat-alat Berat                          |
| 10                 | HEM - 10    | Perhitungan Biaya Operasi dan Biaya Pemeliharaan              |

# **PANDUAN INSTRUKTUR**



| <b>JUDUL :</b>          | <b>TEKNIK APLIKASI ALAT – ALAT BERAT</b>  | <b>KETERANGAN</b> |
|-------------------------|---|-------------------|
| <b>KODE MODUL :</b>     | <b>HEM - 06</b>   |                   |
| <b>Deskripsi :</b>      | Materi ini terutama membahas Teknik Aplikasi Alat-alat Berat yang meliputi: pengenalan jenis dan sifat material, pemilihan jenis dan jumlah alat, proses pekerjaan pemindahan tanah dan analisis kerusakan alat-alat berat. |                   |
| <b>Tempat Kegiatan:</b> | Dalam ruang kelas dengan kapasitas paling sedikit 25 orang.   |                   |
| <b>Waktu Kegiatan:</b>  | 6 jam pelajaran teori (1 jp = 45 menit)   |                   |

| KEGIATAN INSTRUKTUR   | KEGIATAN PESERTA   | PENDUKUNG   |
|---|--|---|
| <p>1. <i>Ceramah : Pembukaan</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Menjelaskan tujuan instruksional (TIU &amp; TIK.)</i></li> <li>• <i>Merangsang motivasi peserta dengan pertanyaan atau pengalamannya mengenai teknik aplikasi alat-alat berat.</i></li> </ul> <p><i>Waktu : 15 menit</i></p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengikuti penjelasan TIU &amp; TIK dengan tekun dan aktif.</li> <li>• Mengajukan pertanyaan-pertanyaan apabila kurang jelas.</li> </ul>                 | OH <sub>1</sub>   |
| <p>2. <i>Ceramah : Pendahuluan</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Menjelaskan tujuan aplikasi alat-alat berat.</i></li> <li>• <i>Mendiskusikan setiap pokok bahasan tersebut.</i></li> </ul> <p><i>Waktu : 15 menit</i><br/><i>Bahan : Materi Serahan (Bab Pendahuluan)</i></p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengikuti penjelasan instruktur dengan tekun dan aktif.</li> <li>• Mencatat hal-hal yang perlu.</li> <li>• Mengajukan pertanyaan bila perlu.</li> </ul> |   |
| <p>3. <i>Ceramah : Pengenalan medan kerja</i></p> <p><i>Hubungan aplikasi alat-alat berat dengan kondisi medan kerja, jenis dan sifat fisik material, proses pemindahan tanah, analisa kerusakan alat-alat berat.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Menjelaskan hubungan aplikasi alat-alat berat dengan kondisi medan kerja dan sifat fisik material..</i></li> <li>• <i>Menjelaskan sifat fisik material.</i></li> </ul><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Menjelaskan pemilihan jenis dan jumlah peralatan.</i></li> <li>• <i>Mendiskusikan setiap pokok bahasan tersebut.</i></li> </ul> <p><i>Waktu : 60 menit</i><br/><i>Bahan : Materi Serahan (Bab Pengenalan Medan Kerja)</i></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengikuti penjelasan instruktur dengan tekun dan aktif.</li> <li>• Mencatat hal-hal yang perlu.</li> <li>• Mengajukan pertanyaan bila perlu.</li> </ul> | <p>OH<sub>2</sub> (Gb-1)</p> <p>OH<sub>3</sub> (Gb-2)<br/>OH<sub>4</sub> (Gb-4) +<br/>OH<sub>5</sub>, OH<sub>6</sub><br/>(Tabel-3)<br/>OH<sub>7</sub> (Tabel-4.a)</p> <p>OH<sub>8</sub></p> |

| KEGIATAN INSTRUKTUR  | KEGIATAN PESERTA   | PENDUKUNG   |
|--|--|---|
| <p>4. Ceramah : <i>Proses pemindahan tanah</i></p> <p><i>Metoda operasi dan aplikasi alat-alat berat, pekerjaan sektor konstruksi.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Menjelaskan faktor yang mempengaruhi proses pemindahan material/ tanah</i></li> <li>• <i>Menjelaskan metoda kerja pemindahan material/ tanah</i></li> <li>• <i>Menjelaskan pekerjaan sektor konstruksi.</i><br/>→ <i>Pekerjaan pembuatan jalan.</i><br/>→ <i>Pekerjaan serbaguna.</i></li> <li>• <i>Mendiskusikan setiap pokok bahasan tersebut.</i></li> </ul> <p><i>Waktu : 90 menit</i><br/><i>Bahan : Materi Serahan (Bab Proses pemindahan Tanah)</i></p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengikuti penjelasan instruktur dengan tekun dan aktif.</li> <li>• Mencatat hal-hal yang perlu.</li> <li>• Mengajukan pertanyaan bila perlu.</li> </ul> | <p>OH<sub>9</sub></p> <p>OH<sub>10</sub> (Gb-9)</p> <p>OH<sub>11</sub> (Gb-10)<br/>OH<sub>12</sub>, OH<sub>13</sub></p> <p>OH<sub>14</sub> (Gb-14)<br/>OH<sub>15</sub>, OH<sub>16</sub></p> |
| <p>5. Ceramah : <i>Analisa kerusakan alat-alat berat</i></p> <p><i>Kerusakan alat-alat berat ditinjau dari aplikasinya, dari pengoperasiannya, dan dari sistem pemeliharannya.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Menjelaskan tujuan analisis kerusakan alat-alat berat.</i></li> <li>• <i>Menjelaskan kerusakan alat-alat berat ditinjau dari aplikasinya di lapangan.</i></li> <li>• <i>Menjelaskan kerusakan alat-alat berat ditinjau dari sistem pengoperasian.</i></li> <li>• <i>Menjelaskan kerusakan alat-alat berat ditinjau dari sistem pemeliharaan.</i></li> <li>• <i>Mendiskusikan setiap pokok bahasan tersebut.</i></li> </ul> <p><i>Waktu : 90 menit</i><br/><i>Bahan : Materi Serahan (Bab Analisa Kerusakan Alat-alat Berat)</i></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengikuti penjelasan instruktur dengan tekun dan aktif.</li> <li>• Mencatat hal-hal yang perlu.</li> <li>• Mengajukan pertanyaan bila perlu.</li> </ul> | <p>OH<sub>17</sub></p> <p>OH<sub>18</sub></p> <p>OH<sub>19</sub></p> <p>OH<sub>20</sub> (Gb-17)</p> <p>OH<sub>21</sub>, OH<sub>22</sub></p>   |

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. UMUM**

Pembangunan dalam bidang konstruksi khususnya pembangunan jalan dan jembatan yang menuntut kualitas, batasan waktu serta volume pekerjaan yang besar, maka penggunaan alat-alat berat menjadikan pilihan pertama dalam menyelesaikan tugas pembangunan tersebut.

Dengan keterlibatan alat-alat berat pada setiap pembangunan jalan diharapkan penyelesaian proyek lebih efisien, ekonomis dan tepat waktu.

Penanaman modal dalam pengadaan alat-alat berat untuk proyek-proyek yang besar berbeda-beda, dan bahkan untuk suatu proyek misalnya pembangunan dibidang pengairan yaitu proyek pembangunan dam tipe urugan (earth and rockfill dam) dapat mencapai lebih 30% dari biaya proyek keseluruhan. Hal ini menggambarkan bahwa pengadaan alat-alat berat akan mempengaruhi biaya dan penyelesaian suatu proyek.

Disisi lain medan kerja yang akan dihadapi alat-alat berat cukup bervariasi dan tergantung dari kondisi lapangan yang antara lain menyangkut topografi dan jenis material, yang akan berpengaruh besar terhadap pemilihan alat serta metoda kerjanya.

Teknik aplikasi alat-alat berat bertujuan untuk mendapatkan keadaan ideal penggunaan peralatan berkaitan dengan jenis pekerjaan dan kondisi medan kerja, sehingga diharapkan alat berat digunakan pada pekerjaan yang tepat sesuai dengan fungsinya.

#### **B. SASARAN APLIKASI ALAT- ALAT BERAT**

Alat-alat berat telah dirancang oleh pabrik pembuatnya untuk mampu bekerja dalam berbagai medan kerja sesuai spesifikasinya, sehingga pengetahuan jenis dan sifat material akan banyak menentukan aplikasi alat-alat yang tepat dan disisi lain dapat menjadi bahan evaluasi untuk melihat dampak positif dan negatifnya suatu unit alat-alat berat dialokasikan pada lokasi-lokasi tertentu dalam lingkungan proyek tersebut.

Performance alat-alat berat selain dipengaruhi oleh keputusan pengaplikasiannya, juga dipengaruhi oleh sistem pengoperasian dan sistem pemeliharannya, yang pada akhirnya berdampak kepada tingkat pencapaian produksi alat-alat berat, baik menyangkut kualitas maupun kuantitasnya.

Secara umum dampak aplikasi alat-alat berat yang tepat akan tercermin dari keberhasilan suatu proyek dalam menyelesaikan pekerjaannya dengan efektif dan efisien, sesuai dengan spesifikasi teknik proyek dalam waktu dan biaya yang telah ditetapkan.

## BAB II

### PENGENALAN MEDAN KERJA

#### A. UMUM

Aplikasi alat-alat berat dalam pekerjaan konstruksi, khususnya pada pekerjaan pemindahan material (earth moving) selalu berhubungan dengan kondisi medan kerja dan sifat fisik material, karena kedua keadaan tersebut akan menentukan pemilihan jenis alat apa yang tepat digunakan dan metoda pengoperasiannya. Alat yang digunakan pada medan kerja yang berbatu dan bergelombang akan sangat lain dengan alat yang digunakan pada medan kerja lunak berlumpur, demikian pula alat yang digunakan untuk memindahkan material yang berat akan lain dengan yang ringan. Hubungan aplikasi alat-alat berat terhadap kondisi medan kerja dan sifat fisik material dapat diilustrasikan dalam **gambar 1**. Kondisi suatu medan kerja umumnya terbentuk oleh keadaan alam dan jenis material yang ada di dalamnya.

Material dalam bidang aplikasi alat-alat berat disini meliputi tanah, batuan, vegetasi (pohon, semak belukar dan alang-alang) dan material bangunan.

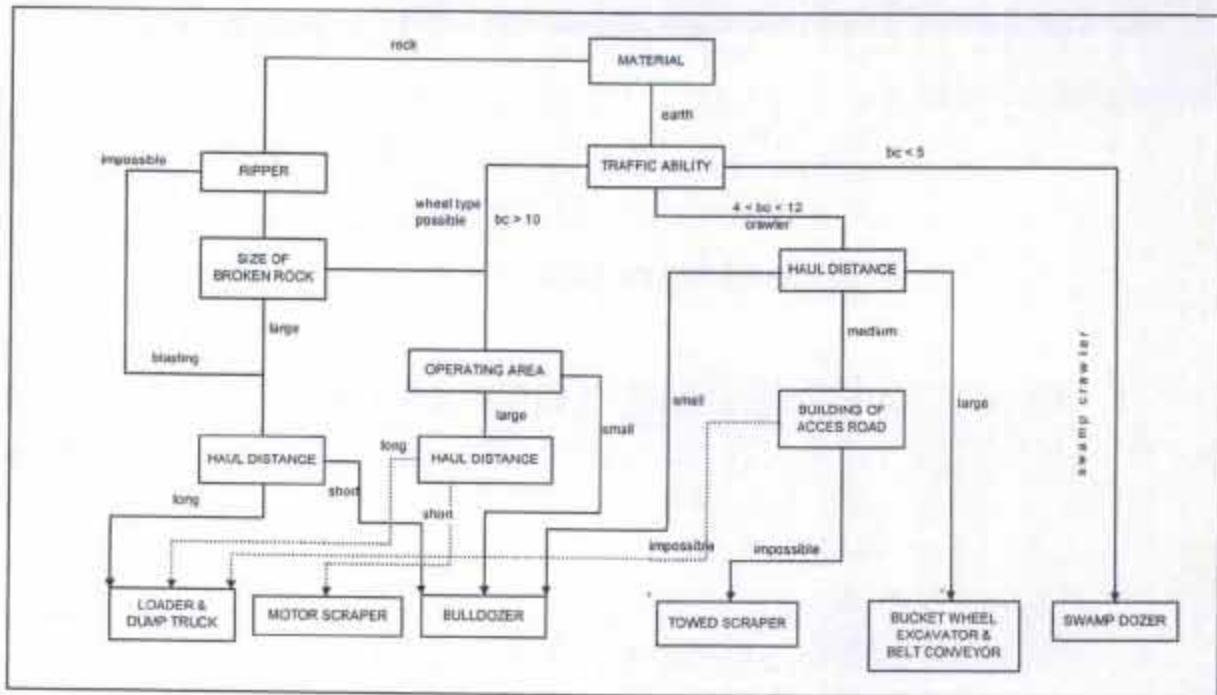
Dengan demikian, ketidak sesuaian alat dengan kondisi medan kerja dan material yang dihadapinya akan menimbulkan kesulitan berupa pengoperasian yang tidak efisien dan secara langsung akan menimbulkan kerugian karena salah satu kemungkinan akan terjadi banyak waktu yang hilang (loss time), sehingga alat tidak dapat dioperasikan secara optimal.

#### B. JENIS DAN SIFAT MATERIAL

Dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi atau pertambangan maupun dibidang pertanian akan selalu berhadapan dengan penanganan dan pengolahan berbagai jenis material. Setiap pemakai alat-alat berat harus memilih alat yang paling tepat untuk menghadapi material-material tersebut sehingga dapat menghasilkan pekerjaan yang paling ekonomis.

##### 1. Sifat Fisik Material

Beberapa sifat fisik material yang penting untuk diperhatikan dalam pekerjaan tanah adalah : Pengembangan dan penyusutan material, berat material, kohesivitas material, kekerasan material, dan daya dukung material.



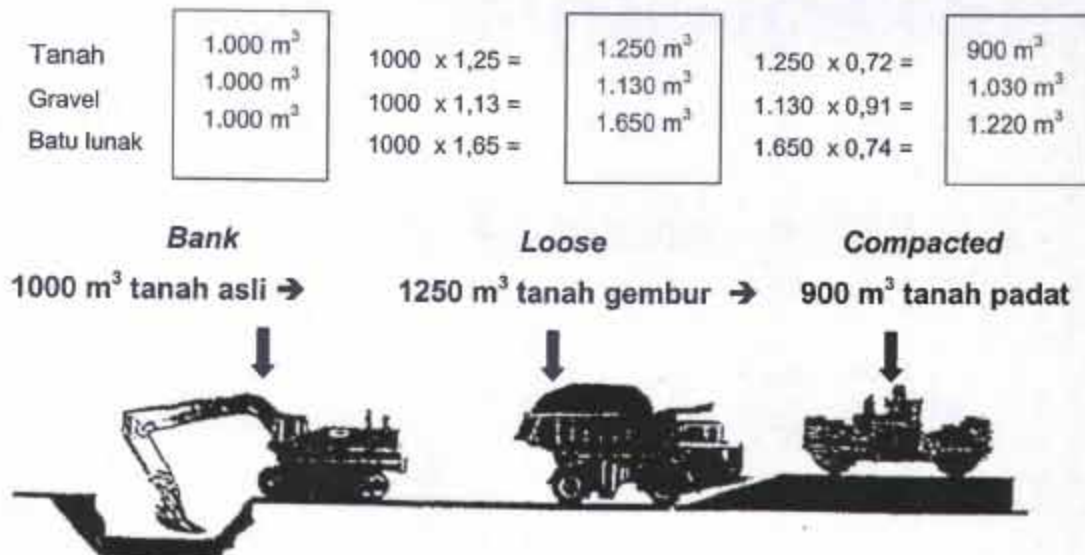
Gambar 1 –

**Skema Hubungan Aplikasi Alat-alat Berat Terhadap Kondisi Medan Kerja dan Sifat Fisik Material**

**a. Pengembangan dan Penyusutan Material**

Yang dimaksud dengan pengembangan dan penyusutan material adalah perubahan berupa penambahan atau pengurangan volume material/tanah yang diganggu dari bentuk aslinya (digali, dipindahkan/diangkut atau dipadatkan), dimana perubahan volume tersebut diikuti pula dengan perubahan densiti material.

Proses pengembangan dan penyusutan material dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2 – Pengembangan dan Penyusutan Material

## a) Keadaan Asli (Bank)

Keadaan material masih alami dan belum mengalami gangguan teknologi (lalu-lalang peralatan, digali, dipindahkan, diangkut atau dipadatkan). Dalam keadaan ini, butiran-butiran mineral yang dikandungnya masih terkonsolidasi dengan baik.

Satuan/ukuran yang dipakai adalah Bank Cubic Meter (BCM) =  $BM^3$

## b) Keadaan Gembur (Loose)

Material yang telah tergali dari tempat asalnya, akan mengalami perubahan volume, yaitu mengembang. Hal ini disebabkan adanya penambahan rongga udara diantara butiran-butiran tanah. Dengan demikian volumenya menjadi lebih besar.

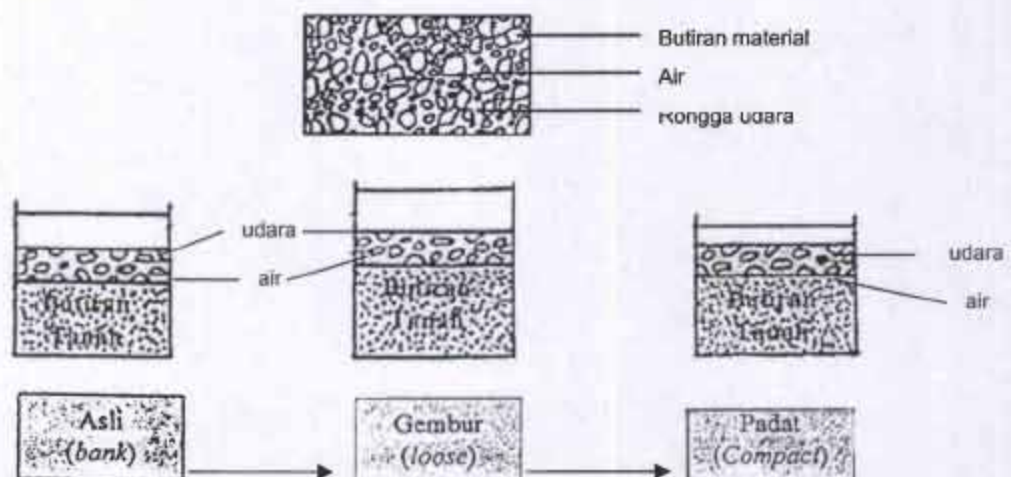
Satuan/ukuran yang dipakai adalah Bank Loose Meter (LCM) =  $LM^3$

## c) Keadaan Padat (Compact)

Material yang mengalami proses pemadatan akan mengalami perubahan volume, karena adanya penyusutan rongga udara di antara partikel-partikel material tersebut. Dengan demikian, volumenya berkurang, sedangkan beratnya tetap.

Satuan/ukuran yang dipakai adalah Compacted Cubic Meter (CCM) =  $CM^3$

Susunan material terdiri dari partikel-partikel (butiran-butiran) yaitu butiran material, udara dan air serta perubahan volume dalam keadaan asli (*bank*) menjadi gembur (*loose*) dan padat (*compact*) dapat ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3 - Susunan Material dan Perubahan Volumennya



Dalam perhitungan produksi, material yang didorong/digusur dengan blade, yang dimuat dengan bucket ke dalam vessel, kemudian digelar/disprading adalah dalam kondisi gembur. Untuk menghitung perubahan volume tanah yang telah diganggu dari bentuk aslinya, dengan melakukan penggalian atau melakukan pemadatan dari material yang sudah gembur ke padat, perlu dikalikan dengan faktor yang disebut *Faktor Konversi*.

Material dalam pekerjaan pemindahan tanah adalah material tanah batuan dan material alam lainnya, yang biasa dijumpai di lokasi pekerjaan konstruksi.

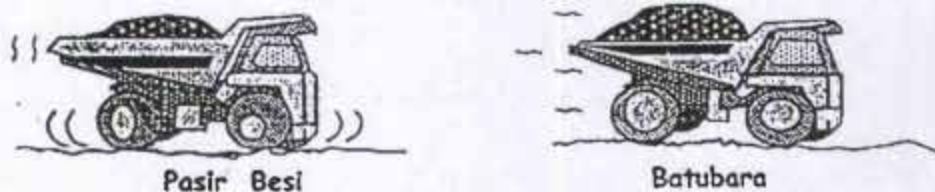
**TABEL – 1**  
**JENIS MATERIAL DAN FAKTOR KONVERSI VOLUME MATERIAL**

| JENIS MATERIAL                                   | KONDISI AWAL | PERUBAHAN KONDISI |                |               |
|--|--------------|-------------------|----------------|---------------|
|  |              | KONDISI ASLI      | KONDISI GEMBUR | KONDISI PADAT |
| SAND   | (A)          | 1.00              | 1.11           | 0.95          |
|  | (B)          | 0.90              | 1.00           | 0.86          |
|  | (C)          | 1.05              | 1.17           | 1.00          |
| SANDY CLAY                                       | (A)          | 1.00              | 1.25           | 0.90          |
|  | (B)          | 0.80              | 1.00           | 0.72          |
|  | (C)          | 1.11              | 1.39           | 1.00          |
| CLAY   | (A)          | 1.00              | 1.43           | 0.90          |
|  | (B)          | 0.70              | 1.00           | 0.63          |
|  | (C)          | 1.11              | 1.59           | 1.00          |
| GRAVELLY SOIL                                    | (A)          | 1.00              | 1.18           | 1.08          |
|  | (B)          | 0.85              | 1.00           | 0.91          |
|  | (C)          | 0.93              | 1.09           | 1.00          |
| GRAVELS  | (A)          | 1.00              | 1.13           | 1.03          |
|  | (B)          | 0.88              | 1.00           | 0.91          |
|  | (C)          | 0.97              | 1.10           | 1.00          |
| SOLID OR RUGGED GRAVELS                          | (A)          | 1.00              | 1.42           | 1.29          |
|  | (B)          | 0.70              | 1.00           | 0.91          |
|  | (C)          | 0.77              | 1.10           | 1.00          |
| BROKEN LIMESTONE, SANDSTONE AND OTHER SOFT ROCKS | (A)          | 1.00              | 1.65           | 1.22          |
|  | (B)          | 0.61              | 1.00           | 0.74          |
|  | (C)          | 0.82              | 1.35           | 1.00          |
| BROKEN GRANITE, BASALT AND OTHER HARD ROCKS      | (A)          | 1.00              | 1.70           | 1.31          |
|  | (B)          | 0.59              | 1.00           | 0.77          |
|  | (C)          | 0.76              | 1.35           | 1.00          |
| BROKEN ROCKS                                     | (A)          | 1.00              | 1.75           | 1.40          |
|  | (B)          | 0.57              | 1.00           | 0.80          |
|  | (C)          | 0.71              | 1.24           | 1.00          |
| BLASTED BULKY ROCKS                              | (A)          | 1.00              | 1.80           | 1.30          |
|  | (B)          | 0.56              | 1.00           | 0.72          |
|  | (C)          | 0.77              | 1.38           | 1.00          |

KETERANGAN: (A) ASLI/BANK  
(B) GEMBUR/LOOSE  
(C) PADAT/COMPACT

### b. Berat Material

Kemampuan suatu alat berat untuk melakukan pekerjaan seperti mendorong, mengangkat, mengangkut dan lain-lain, akan dipengaruhi oleh berat material tersebut. Pada umumnya, setiap alat berat mempunyai batasan kapasitas dan volume tertentu, sehingga pengertian berat material juga akan dipengaruhi oleh *densiti* material. Seperti yang dialami oleh alat pada gambar 4.



Gambar 4 - Berat Material

Waktu mengangkut batubara dengan berat  $0,9 \text{ ton/m}^3$ , alat dapat bekerja dengan baik. Tetapi pada saat mengangkut pasir besi dengan berat  $1,8 \text{ ton/m}^3$ , ternyata alat pengangkut mengalami beban berat sehingga alat terlihat berat untuk menggelinding.

Contoh pengaruh berat material terhadap kemampuan operasi alat berat adalah :

- (1) Wheel Loader akan terjungkit pada waktu memuat biji besi, sedangkan untuk tanah biasa tidak.
- (2) Bulldozer tipe kecil tidak mampu mendorong stock pile batuan, sedangkan untuk tanah biasa dapat beroperasi dengan baik.
- (3) Dump truck tidak mampu menanjak pada waktu mengangkut penuh batuan, sehingga terpaksa volumenya harus dikurangi.
- (4) Bulldozer tidak mampu menarad (*Skiding*) log kayu yang besar sekali.

### c. Bentuk Material

Bentuk material ini adalah bentuk butiran dari material yang terjadi akibat terurai dari bentuk aslinya, yang akan berpengaruh terhadap kemampuan bucket atau blade menampung material tersebut. Material yang butirannya seragam cenderung dapat mengisi rongga udara, sehingga volumenya sebanding atau sama dengan volume bucket, sedangkan material yang berbongkah-bongkah akan lebih kecil volumenya dari volume bucket, karena

pada material ini akan terbentuk rongga-rongga udara yang mengisi sebagian isi bucket.

Berapa besar volume material yang dapat ditampung dalam suatu ruangan dapat dihitung dengan cara memberikan angka koreksi yang disebut *Faktor Muat* atau *Bucket Factor* atau *Pay Load Factor*.

- (1) "Bucket Factor" untuk jenis alat yang memakai bucket.
- (2) "Blade Factor" untuk jenis alat yang memakai blade.
- (3) "Pay Load Factor" untuk jenis alat pengangkut

Besarnya faktor tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.a. dan Tabel 2.b. :

**TABEL – 2.a**  
**FAKTOR MUAT BERDASARKAN KONDISI OPERASI**

| KONDISI OPERASI<br>UNTUK DOZING | BLADE FAKTOR  |   |
|---------------------------------|---|---|
|                                 | Mudah digusur   | Blade mendorong tanah penuh, untuk tanah yang loose, lepas kandungan airnya rendah. |
| Sedang                          | Blade tidak penuh mendorong tanah, untuk tanah dengan campuran gravel, pasir, atau tanah lepas. | 0,90 – 0,70   |
| Agak sukar digusur              | Untuk tanah liat yang kandungan airnya tinggi, pasir tercampur kerikil tanah liat yang keras.   | 0,70 – 0,60   |
| Sukar                           | Untuk batuan hasil peledakan, atau batuan berukuran besar dan tertanam kuat pada tanah.         | 0,60 – 0,40   |

**TABEL – 2.b**  
**FAKTOR MUAT BERDASARKAN JENIS DAN BENTUK MATERIAL**

| KELOMPOK MATERIAL               |   | FAKTOR MUAT  |              |
|---------------------------------|---|--------------|--------------|
|                                 |   | TANAH TEBING | TANAH GEMBUR |
| Butir Campuran Lembab           |   | 0,95 – 1,00  | 0,95 – 1,00  |
| Butir Seragam                   | Sampai 3 mm                             | 0,95 – 1,00  |              |
|                                 | 3mm – 9 mm                              | 0,85 – 0,90  |              |
|                                 | 12 mm – 20 mm                           | 0,90 – 0,95  | 0,85 – 0,90  |
|                                 | 24 mm - lebih                           | 0,85 – 0,90  |              |
| Material Hasil Peledakan        | Diledakan baik                          | 0,80 – 0,85  |              |
|                                 | Sedang                                  | 0,75 – 0,80  |              |
|                                 | Diledakan buruk<br>(dengan blok2 buruk) | 0,60 – 0,65  |              |
| Lempung Lembab                  |   | 1,00 – 1,10  |              |
| Tanah, Batu besar, Berakar      |   | 0,80 – 1,00  |              |
| Material yang bersifat Mengikat |   | 0,85 – 0,95  |              |

#### d. Kohesivitas Material

Kohesivitas material adalah daya lekat atau kemampuan saling mengikat diantara butir-butir itu sendiri.



Tanah Liat



Pasir

**Gambar 5 - Kohesivitas Material**

Material dengan kohesivitas tinggi akan mudah menggunung (heaped). Volume material yang menempati ruangan ini ada kemungkinan bisa melebihi volume ruangnya, misalnya tanah liat.

Sedangkan material dengan kohesivitas yang kurang baik, misalnya pasir, apabila menempati suatu ruangan akan sukar menggunung, melainkan cenderung peres/rata.

#### e. Kekerasan Material

Material yang keras akan lebih sukar untuk digali atau dikupas oleh alat berat, sehingga dapat menurunkan produktivitas alat. Pada umumnya material yang tergolong keras adalah batu-batuan yang dalam pekerjaan pemindahan tanah perlu penanganan khusus, misalnya dengan ripping atau bahkan dengan peledakan terlebih dahulu.

Batuan dalam pengertian pemindahan tanah terbagi dalam tiga batuan dasar, yaitu :

- a. Batuan beku : Sifat keras, padat, pejal dan kokoh.
- b. Batuan sedimen : Perlapisan batuan dari yang lunak sampai ke yang keras.
- c. Batuan metamorf : Umumnya perlapisan keras, padat dan tidak teratur

Rippability adalah suatu tingkat kekerasan yang ditentukan oleh tingkat kerapatannya atau kecepatan rambat getarannya dalam satuan meter per detik.

Makin keras (rapat) suatu material, maka makin cepat pula kecepatan rambat getarannya atau makin susah pula material tersebut dikoyak, digali atau dikupas oleh alat berat.

### 1) Pengetesan kekerasan material

Peralatan yang umum digunakan untuk menguji (test) kekerasan material disebut "Seismic Wave Velocity Test Meter" atau Rippermeter.

Alat tersebut dapat mencatat kecepatan rambat getar material sampai kedalaman 15 – 20 m dari permukaan tanah.

Untuk menghitung kecepatan rambat getar material tersebut, dapat dicari melalui formula :

$$V_n = \frac{L_n - L_{n-1}}{t_n - t_{n-1}}$$

Dimana :

$V_n$  = Kecepatan rambat getar ke-n (m/det).

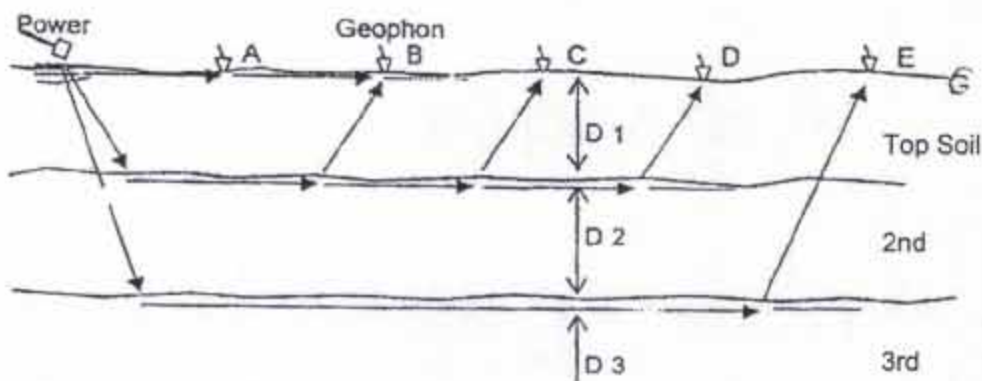
$L_n$  = Jarak ke-n antara geophone energy ke geophone receiver (meter).

$L_{n-1}$  = Jarak ke (n-1) antara geophone energy ke geophone receiver (meter).

$t_n$  = Waktu rambat yang ditempuh oleh getaran dari geophone energy ke geophone receiver sepanjang  $L_n$  (detik).

$t_{n-1}$  = Waktu getar yang ditempuh oleh getaran dari geophone energy ke geophone receiver sepanjang  $L_{n-1}$  (detik).

Secara sederhana gambaran Seismic Test meter dilakukan seperti **gambar 6**. Dari hasilnya diketahui kekerasan dan kedalaman masing-masing lapisan.



**Gambar 6 - Prinsip Pengukuran Seismic Test Meter**

Melalui rumusan tersebut, dapat pula kita mencari ketebalan suatu material dengan kecepatan rambat getar ( $V_n$ ) yang sudah ditentukan, yaitu melalui formula :

$$D_1 = \frac{L}{2} \times \frac{V_2 - V_1}{V_2 + V_1}$$

$$D_2 = \frac{L}{2} \times \frac{V_3 - V_2}{V_3 + V_2} - 0.85 D_1$$

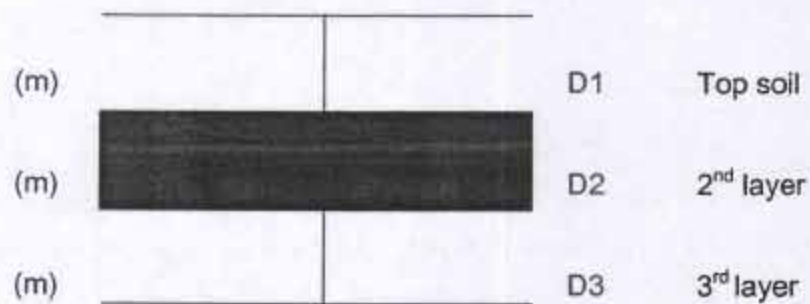
$$D_3 = \frac{L}{2} \times \frac{V_4 - V_3}{V_4 + V_3} - (0.15 D_1 + 0.75 D_2)$$

Dimana :

D = Jarak/tebal lapisan batuan (m).

L = Jarak geophone dari energy ke receiver (m).

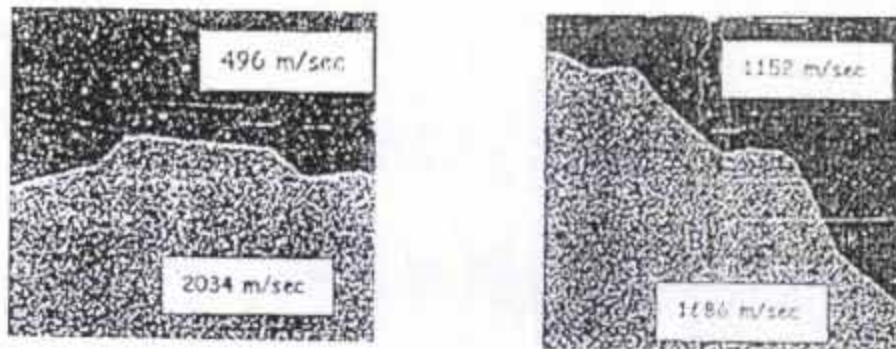
V = Kecepatan rambat getar (m/det)



Cara pengesanan :

Dengan menempatkan/sedikit tertanam alat geophone A, B, C, D, E dengan jarak tertentu kemudian dirangkaikan sedemikian rupa, ujung kabel pada power source, satu lagi dihubungkan peralatan khusus (Signal Stacking Seismographs).

Setelah power source dipukul beberapa kali, maka pada alat tersebut didapat kertas primer yang memberi gambaran kekerasan material tersebut.



**Gambar 7 - Contoh Hasil Test Seismic**

Pada gambar hasil Seismic Wave Velocity grafik vertikal menunjukkan kedalaman lapisan (m) dan grafik horizontal menunjukkan jarak pengukuran (m).

Gambar A didapatkan Velocity lapisan 1 = 496 m/sec. Dan lapisan 2 = 2034 m/sec.

Gambar B didapatkan Velocity lapisan 1 = 1152 m/sec. Dan lapisan 2 = 1686 m/sec.

Sehingga bisa disimpulkan tipe alat berat yang cocok dan jumlah masing-masing tipe sesuai volume yang diketahui.

## 2) Pemilihan alat dan Ripper berdasar kekerasan material

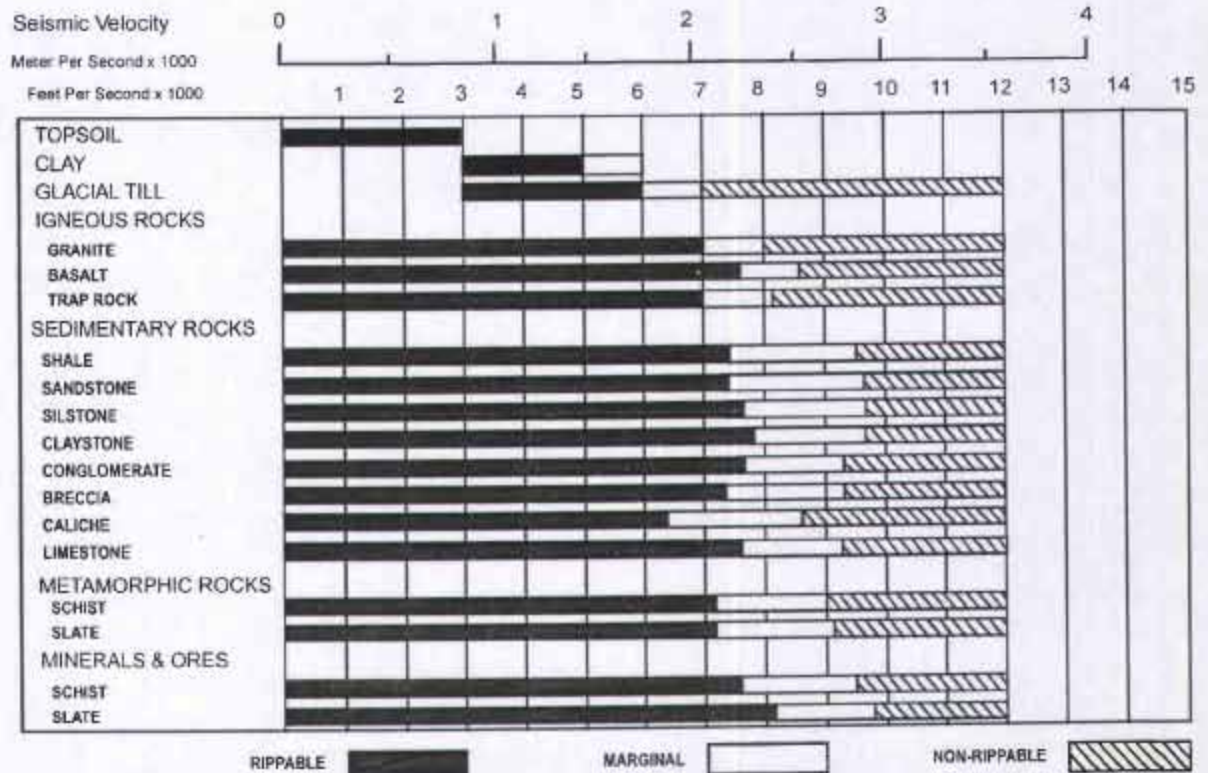
Untuk memilih tipe alat mana yang mampu melakukan Ripping (penggaruan) pada daerah tertentu, disesuaikan dengan hasil test Seismic Wave Velocity, yang ditunjukkan dengan grafik kemampuan ripper (ripper performance) untuk setiap tipe bulldozer dengan perlengkapan (attachment) ripper.

Salah satu contoh grafik kemampuan ripper dari Caterpillar D9R dengan menggunakan Multi atau Single Shank No. 9 Ripper.

**TABEL - 3**  
**KEMAMPUAN RIPPING BULLDOZER D9R**

D9R

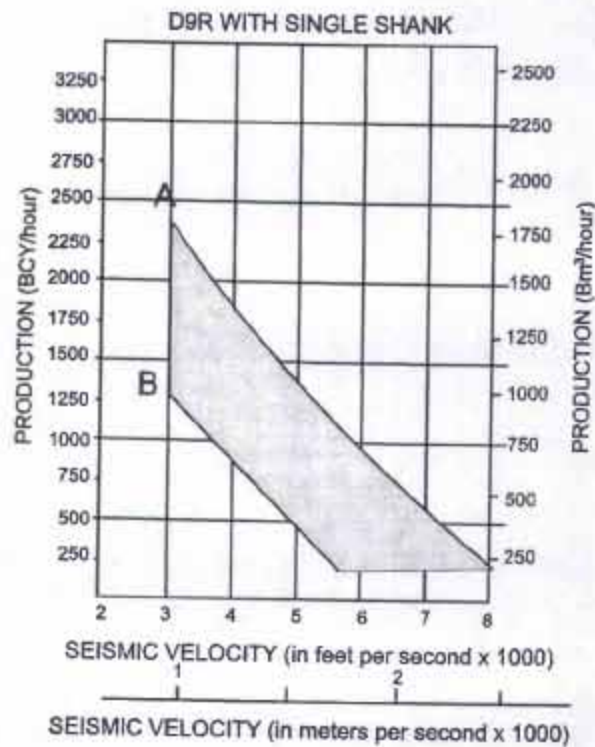
Multi or Single Shank No. 9 Ripper  
Estimated by Seismic Wave Velocities



3) Estimasi produksi ripper bisa dilihat pada kurva gambar 8 :

- Sumbu mendatar  
Hasil test seismic dengan satuan 1000 m/det atau 1000 feet/det
- Sumbu vertikal  
Estimasi produksi dengan satuan Bm<sup>3</sup>/jam atau BCY/jam





Penjelasan :

A - produksi ideal

B - produksi yang tidak menguntungkan

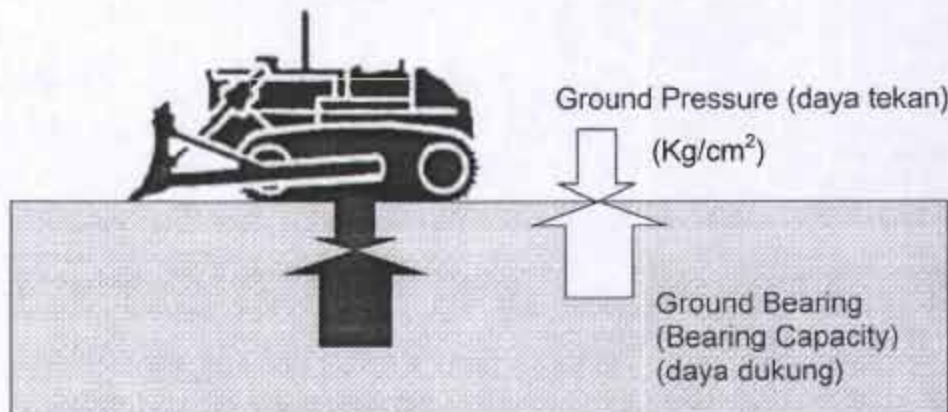
**Gambar 8 - Kurva Estimasi Produksi Ripping dari Bulldozer  
D9R Caterpillar**

- Dasar penggunaan grafik estimasi produksi ripper:
  - Mesin bekerja penuh menggaruk tanah (rips) – tidak melakukan dozing
  - Bulldozer dengan sistem power shift menggunakan single shank rippers
  - Efisiensi = 100 % (60 menit dalam satu jam)
  - Grafik untuk semua material
  - Pada igneous rock dengan kecepatan seismic 8000 fps atau 2450 mps atau lebih tinggi untuk D11R, dan 6000 fps (1830 mps) atau lebih tinggi untuk D10R, D9R dan D8R, produksi dalam grafik perlu diturunkan 25 %.

Batas di atas dan grafik (A) menunjukkan pekerjaan ripping yang ideal. Apabila kondisi seperti lapisan yang tebal, lapisan kearah vertikal atau faktor lainnya yang mempengaruhi kerugian produksi, batas bawah dari grafik (B) yang harus digunakan.

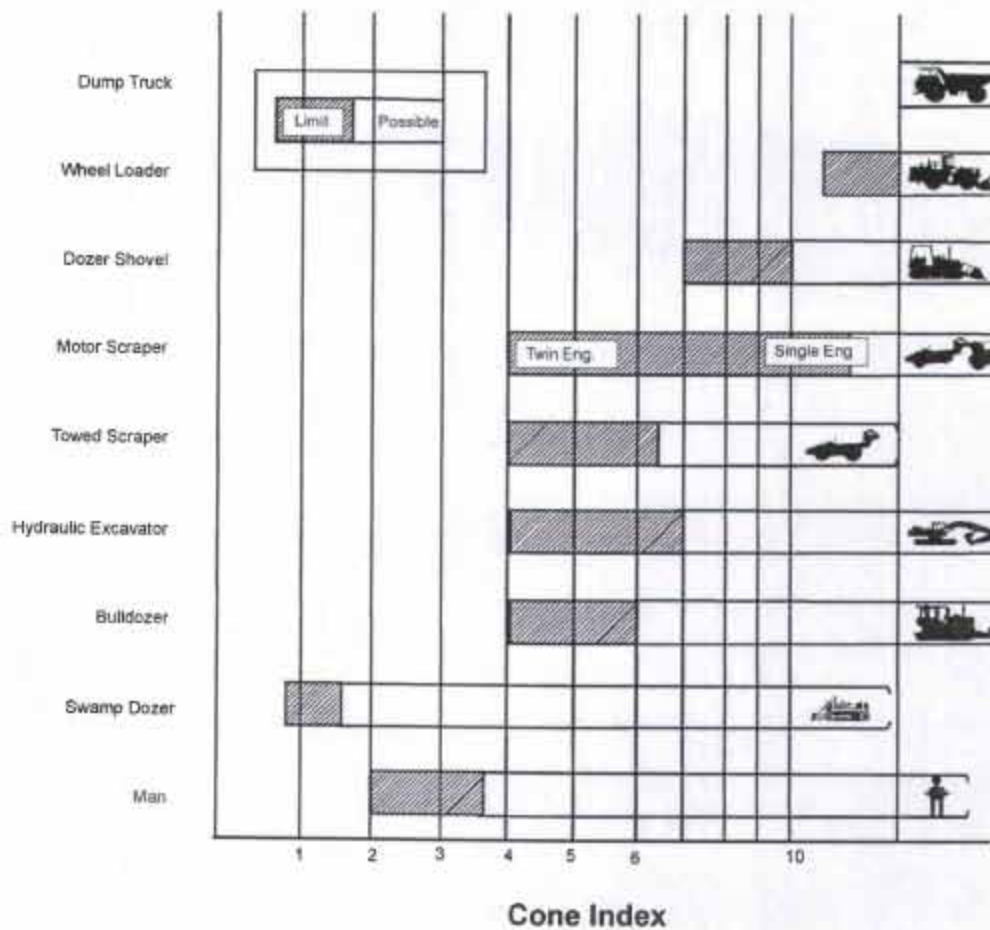
**f. Daya dukung**

Daya dukung tanah adalah kemampuan tanah untuk mendukung alat yang berada diatasnya. Apabila suatu alat berada diatas tanah, maka alat tersebut akan memberikan daya tekan yang disebut "ground pressure", yang besarnya berat alat didistribusikan kepada luas track atau ban yang kontak dengan tanah (GVW/Ground Contact Area, satuannya  $\text{kg}/\text{cm}^2$ ). Biasanya telah diberikan dari pabrik pembuat alat-alat berat untuk masing-masing jenis dan tipe alat.



Daya dukung tanah dapat diketahui dengan cara pengukuran/test langsung di lapangan, dengan menggunakan alat test yaitu antara lain dengan *Cone Penetro Test*, yang hasilnya dinyatakan suatu angka index (*Cone index*).

**TABEL 4.A.**  
**DUKUNG TANAH UNTUK ALAT BERAT**



**TABEL 4.b.**  
**DAYA DUKUNG TANAH DAN DAYA TEKAN ALAT**

| DAYA DUKUNG TANAH (CONE INDEX) | JENIS ALAT        | DAYA TEKAN ALAT (Kg/Cm <sup>2</sup> ) |
|--------------------------------|-------------------|---------------------------------------|
| 2                              | Extra Swamp Dozer | 0.15 – 0.30                           |
| 2 – 4                          | Swamp Dozer       | 0.20 – 0.30                           |
| 4 – 5                          | Small Dozer       | 0.30 – 0.60                           |
| 5 – 7                          | Medium Dozer      | 0.60 – 0.80                           |
| 7 – 10                         | Large Dozer       | 0.70 – 1.30                           |
| 10 – 13                        | Motor Scraper     | 1.30 – 2.85                           |
| 15                             | Dump Truck        | 3.20                                  |

### C. PEMILIHAN JENIS DAN JUMLAH PERALATAN

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi pemilihan jenis, tipe/model dan jumlah peralatan adalah sebagai berikut :

#### 1. Jenis Pekerjaan

Jenis pekerjaan yang akan dikerjakan dengan menggunakan peralatan akan berpengaruh langsung kepada pemilihan peralatan. Dengan mengenal jenis pekerjaan maka akan dapat dianalisa jenis peralatan apa saja yang tepat untuk melaksanakan pekerjaan tersebut.

Dari jenis pekerjaan ini akan dapat ditentukan pula tipe atau model dari peralatan yang akan digunakan.

Sebagai contoh dapat dilihat dari kasus sebagai berikut :

- a. Untuk pekerjaan perataan tanah peralatan yang tepat untuk dipilih adalah Bulldozer.
- b. Untuk jenis pekerjaan pembuatan tanggul saluran irigasi, perataan tanah untuk badan tanggul dilakukan dengan Bulldozer (jenisnya), dan akan lebih tepat bila menggunakan dari tipe/model yang lebih kecil (misalnya Komatsu D20A, Caterpillar D3B).
- c. Disisi lain untuk pekerjaan pembuatan dam yang besar, perataan tanah untuk inti (core) dilakukan dengan menggunakan Bulldozer namun akan efisien bila menggunakan dari tipe/model yang besar lagi (misalnya Komatsu D355A, Caterpillar D8R).

#### 2. Volume Pekerjaan

Volume pekerjaan dalam analisa harus dikaitkan dengan waktu pelaksanaan, sehingga dari kedua faktor ini dapat ditentukan tipe/model dan jumlah unit peralatan yang akan digunakan.

Misalnya bila suatu pekerjaan dengan volume tertentu harus diselesaikan dalam waktu yang relatif singkat, dapat dipilih beberapa alternatif;

- Meningkatkan jumlah alat.
- Memilih tipe alat yang lebih besar dengan jumlah tetap.
- Memilih tipe alat yang lebih besar dan meningkatkan jumlahnya.

### 3. Medan Kerja

Kondisi medan kerja khususnya yang menyangkut medan yang berbukit, landai akan berpengaruh terhadap perhitungan jumlah alat terutama dari jenis alat beroda ban (scraper, dump truck) karena adanya faktor kelandaian yang berpengaruh kepada performance dan produksi alat.

Disisi lain bila medan kerja berada pada ketinggian diatas 2500 kaki atau 760 meter diatas permukaan air laut perlu dianalisa pengaruhnya terhadap daya dari alat tersebut. Dari penelitian setiap bertambah 1000 kaki diatas 2500 kaki daya engine akan berkurang 3%.

### 4. Jenis Material

Karena sifat fisik dari setiap jenis material tidak sama, maka secara langsung jenis material ini mempengaruhi kepada pemilihan peralatan terutama menyangkut jumlah karena material ini berpengaruh terhadap produksi peralatan dan tambahan attachment misalnya tambahan ripper pada bulldozer untuk beroperasi di atas material yang keras.

### 5. Waktu

Setelah dapat menentukan pilihan jenis alat, tipenya dan jumlahnya maka perlu kecermatan dalam menetapkan waktu pengadaannya secara tepat, kapan akan mulai dipakai dan kapan akan berakhir penggunaannya, sehingga setiap peralatan yang berada di lapangan dapat dimanfaatkan se-efisien mungkin, tidak terdapat waktu tunggu yang terlalu lama.

## BAB III

### PROSES PEMINDAHAN TANAH

#### A. PENDAHULUAN

Pada dasarnya pekerjaan pemindahan tanah adalah sama yaitu memindahkan tanah/material dari suatu tempat ke tempat lainnya, akan tetapi proses pekerjaan dalam melaksanakannya berbeda-beda, hal ini dimungkinkan adanya faktor-faktor sebagai berikut :

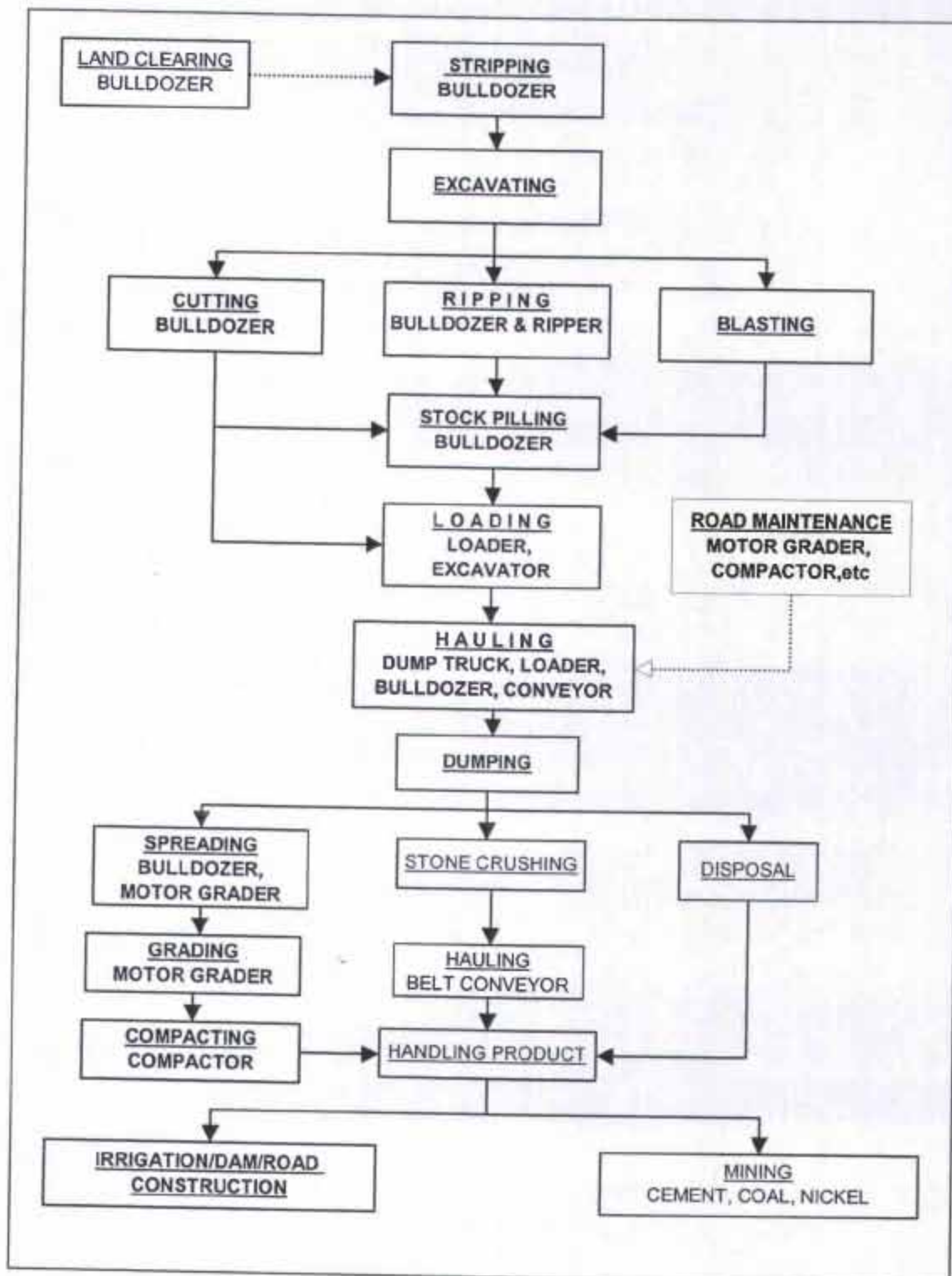
1. Sifat-sifat fisik tanah/material
2. Jarak angkut/pemindahan.
3. Tujuan akhir pekerjaan.
4. Keadaan situasi/ kondisi lapangan (topografi).
5. Tuntutan kualitas.
6. Skala proyek (besar/ kecilnya proyek).

#### B. METODA OPERASI DAN APLIKASI TIAP JENIS ALAT

Dalam kegiatan suatu pekerjaan yang menggunakan alat-alat berat sebagai pendukung utamanya, pemindahan material (earth moving) merupakan kegiatan yang memerlukan perhitungan yang matang dan metoda kerja yang benar, sehingga diharapkan dicapai waktu yang singkat dan menghasilkan kualitas yang baik.

Secara umum metode kerja dalam kegiatan pemindahan material/tanah dapat dibedakan menurut kegiatan antara lain :

- Pembersihan (land clearing)
- Pemotongan dan Pengurugan (cut & fill), termasuk penggarukan (ripping) untuk material keras
- Pemuatan
- Pengangkutan dan penuangan material
- Penebaran dan perataan
- Pemadatan



Gambar 9 - Proses Pemindahan Tanah (Earth Moving)

Metoda pengerjaan yang sangat tepat dan benar sangat berpengaruh terhadap produktivitas alat. Untuk menentukan metoda mana yang paling tepat tergantung banyak faktor yang telah ditetapkan dalam spesifikasi teknik seperti volume/kualitas, waktu yang tersedia, dan lain-lain.

Dari pengalaman dapat diketahui, bahwa untuk proyek dengan volumenya pekerjaan yang besar, sedangkan waktu yang tersedia relatif singkat, maka bulldozer merupakan alat yang efisien. Sehingga dengan demikian pembahasan mengenai cara pengerjaan selanjutnya lebih banyak dititik beratkan pada penggunaan bulldozer.

### **1. Proses Pekerjaan Land Clearing**

Pada proses pekerjaan land clearing, hal yang umum dilakukan adalah meliputi pekerjaan;

#### **1. Underbrushing**

Adalah kegiatan yang lebih menjurus kepada pemotongan pohon-pohon yang berdiameter maksimum 30 cm dan pembersihan belukar dengan tujuan memudahkan dan menjaga kualitas pekerjaan selanjutnya.

#### **2. Felling/Cutting**

Adalah kegiatan penumbangan pohon-pohon yang berdiameter lebih dari 30 cm. Dalam spesifikasi pekerjaan, biasanya disebutkan persyaratan-persyaratan tertentu, seperti misalnya :

Pohon harus ditumbang berikut tunggul/bongkolnya, kayu-kayu yang produktif harus dipotong menjadi 2 (dua) atau 4 (empat) bagian yang kelak dapat dimanfaatkan bagi keperluan lain sesuai yang direncanakan.

#### **3. Piling**

Kegiatan pengumpulan kayu-kayu yang tidak terpakai dan kemudian dikumpulkan menjadi tumpukan-tumpukan kayu pada jarak tertentu. Perlu diperhatikan adanya jalur tumpukan yang sesuai dengan arah angin.

#### **4. Burning**

Adalah pembakaran kayu-kayu yang telah ditumbang dan cukup kering, dengan tujuan untuk membebaskan lokasi dari hambatan kayu-kayu tersebut. Sehingga pekerjaan selanjutnya dapat berjalan dengan baik.

### **2. Proses Pekerjaan Tanah**

#### **a. Pengupasan Top Soil (lapisan atas) atau stripping**

Top soil pada pekerjaan konstruksi (bangunan/jalan dan lain-lain) merupakan material yang harus dibuang, bisa menimbulkan kurang stabil terhadap hasil



suatu pekerjaan pemindahan tanah. Lain halnya jika tujuan pemakaian adalah untuk pertanian/perkebunan maka top soil merupakan unsur yang sangat berguna, sehingga harus ditangani dengan hati-hati, agar kerusakan kehilangan tanah humus tersebut diusahakan seminimal mungkin. Begitu pula pada pekerjaan-pekerjaan mining/penambangan nikel, timah, batu bara maka top soil harus disisihkan/disimpan disuatu tempat, yang nantinya setelah selesai mendapatkan hasil tambang bisa dilakukan reklamasi/back filling sehingga kondisi permukaan tanah bisa dilakukan penanaman kembali/reboisasi. Kegiatan untuk mengupas top soil tersebut dinamakan stripping dan alat yang tepat untuk kegiatan ini adalah bulldozer dengan attachment straight blade atau angle blade.

- b. Excavating (penggalian), Penumpukkan (stockpilling) dan Pemuatan (loading) Tanah yang akan digunakan atau akan dibuang harus dipotong dan ditumpuk agar dapat dikerjakan lebih lanjut. Pekerjaan ini dipengaruhi oleh 3 kondisi :
- Pertama : Bila tanah biasa/normal. Bisa langsung digali dan penumpukkan stock atau langsung dimuat/loading.
  - Kedua : Bila tanah keras harus di ripping lebih dahulu baru dilakukan stockpilling dan loading (pemuatan).
  - Ketiga : Bila terlalu keras di ripping tidak ekonomis lagi/tidak mampu, mesti dilakukan blasting atau ledakan guna memecah belah material lebih dahulu sebelum di stockpilling kemudian loading.

Alat yang tepat untuk pekerjaan penggalian (cutting) dan penumpukkan (stockpilling) adalah bulldozer, sedangkan untuk pemuatan material biasa digunakan loader (wheel atau track type) atau excavator.

### 3. Pengangkutan (Hauling)

Pengangkutan material/tanah dilakukan dengan alat angkut (Dump Truck, Motor Scraper atau Wheel Loader/load and carry) atau bisa juga dengan Bulldozer bila jarak angkut kurang dari 100 meter. Pada hauling yang menggunakan Dump Truck biasanya jalan kerja harus dilakukan pemeliharaan yang biasanya dikerjakan dengan menggunakan Motor Grader, Bulldozer dan Compactor yang dibantu alat penyiram (water tanker/sprayers).

#### 4. Dumping

Kegiatan pembuangan tanah/material dari alat angkut berkaitan dengan 3 tujuan pekerjaan antara lain :

a. Untuk Pekerjaan Construction

Dumpingnya diteruskan dengan spreading grading dan compacting, dimana alat yang digunakan adalah untuk spreading (meratakan dari dumping menggunakan Bulldozer), kemudian grading/perataan yang lebih halus menggunakan Motor Grader dan selanjutnya pemadatan (compacting) dengan menggunakan Compactor.

b. Untuk Mining (cement)

Material diangkut menuju stone crusher dan kemudian diangkut melewati belt conveyor untuk seterusnya dikirim ke pabrik/handling product.

c. Untuk Mining (batu bara)

Material untuk over burden/tanah tutup, dibuang ke disposal dan diratakan oleh Bulldozer. Demikian pula over burden untuk nikel maupun timah hampir sama dengan over burden untuk tambang batu bara.

Sedangkan material batu bara, diangkut menuju crushing plant dan selanjutnya diangkut lagi dengan alat angkut ke pengguna (pembangkit listrik, dan sebagainya).

### C. PEKERJAAN SEKTOR KONSTRUKSI (CONSTRUCTION SECTOR)

#### 1. Pembuatan Jalan (Road Construction)

Pengertian jalan pada prinsipnya adalah merupakan suatu garis dengan lebar tertentu menurut kebutuhannya yang menghubungkan suatu tempat ke tempat lainnya.

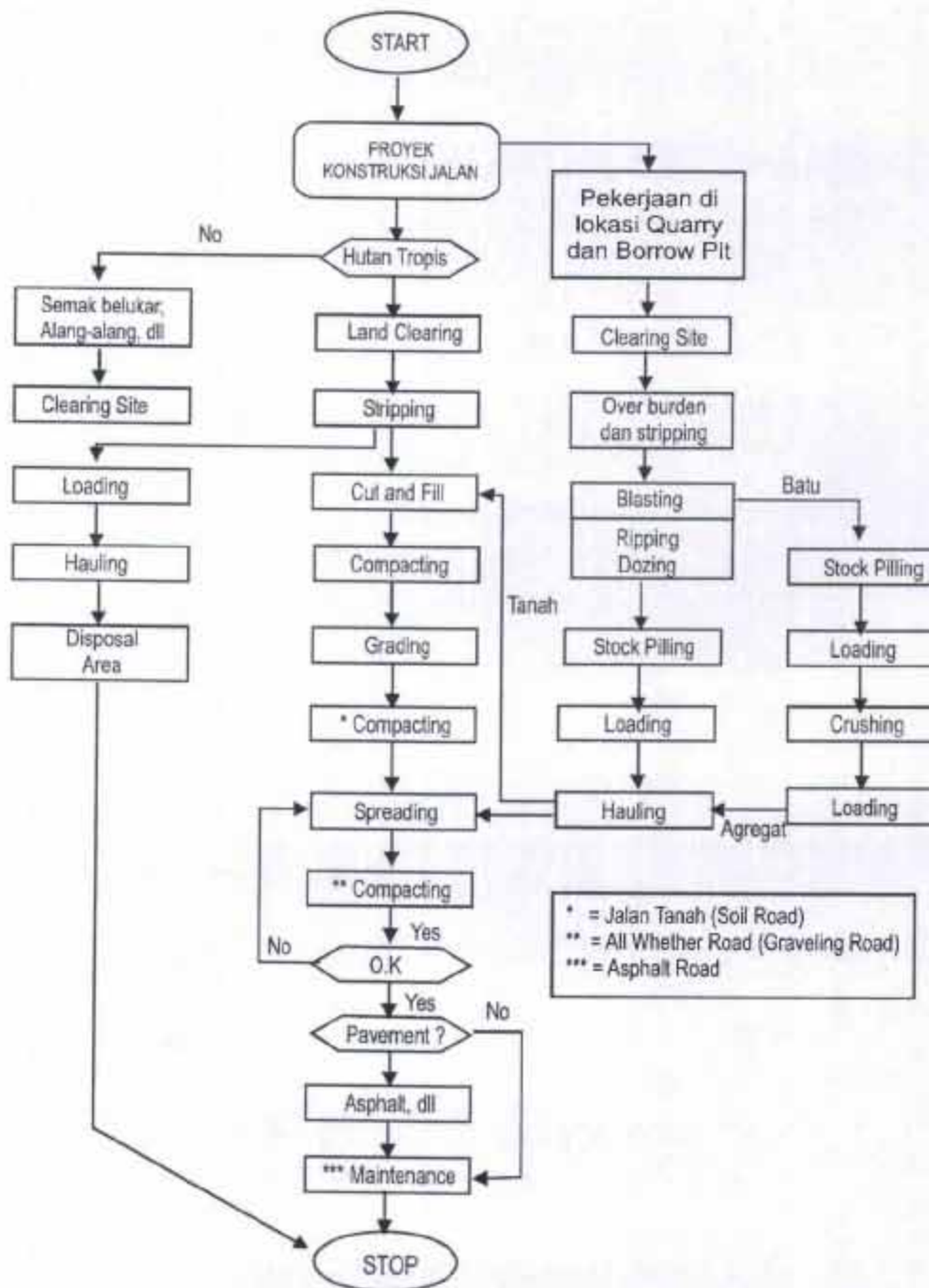
Proyek konstruksi jalan yang mempunyai fungsi penting disegala aspek sudah tentu dipelajari dengan matang mulai disain, perencanaan, maupun untuk pelaksanaan konstruksinya, serta alat-alat berat yang akan dilibatkan untuk pekerjaan konstruksinya.

Secara umum diagram alir konstruksi pembuatan jalan ini dapat digambarkan seperti gambar 10. Dari diagram alir ini, mulai dari kegiatan land clearing sampai kegiatan pemadatan yang melibatkan alat-alat berat, akan dibahas di

kegiatan-kegiatan alat-alat berat secara umum sehubungan dengan pekerjaan pembuatan jalan tersebut.

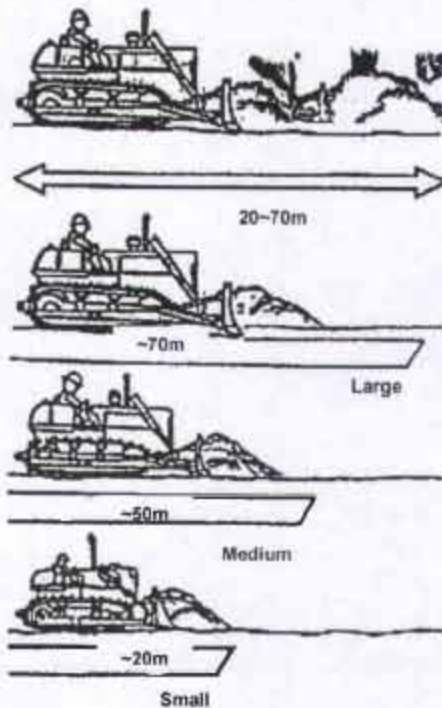
**a. Land clearing**

Kegiatan Land clearing disini hanya meliputi kegiatan pembersihan vegetasi (pohon-pohon) yang berada di areal Daerah Milik Jalan (DMJ).



**Gambar 10 - Pembuatan Konstruksi Jalan**

### b. Stripping (pengupasan lapisan atas)



Adalah suatu kegiatan pengupasan lapisan tanah serta material lainnya yang dianggap tidak memenuhi syarat sebagai material konstruksi jalan. Umumnya lapisan top soil ini bersifat elastis (labil) dan tidak berguna serta harus disingkirkan dari badan jalan.

Pengupasan top soil dilakukan pada kedalaman antara 10 – 20 Cm dengan menggosur kekanan/kiri dari DMJ. Alat-alat berat yang banyak terlibat dalam kegiatan ini adalah Bulldozer dengan kapasitas antara 66 HP – 220 HP .

**Gambar 11 - Stripping dengan Bulldozer**

### c. Cut and fill (gusur dan timbun)

Adalah kegiatan pemindahan tanah dari daerah yang lebih tinggi ke daerah yang lebih rendah, sehingga tercipta bentuk permukaan tanah yang relatif datar. Kegiatan ini dapat dilakukan setelah pekerjaan stripping.

Bila dari lokasi jalan tidak mencukupi, maka tanah diambil dari borrow pit untuk pekerjaan penimbunan tersebut.

Metoda Cut and fill yang umum digunakan adalah sebagai berikut :

#### 1) Downhill Dozing

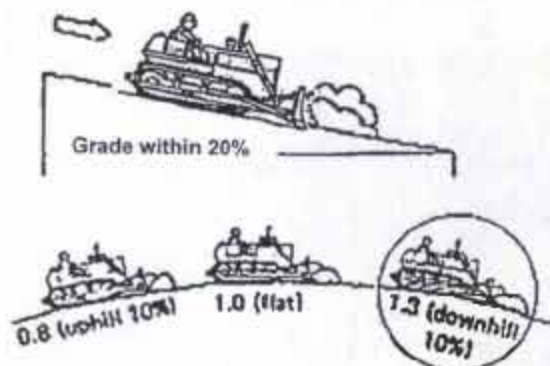
Metoda ini sangat efektif dan efisien digunakan pada daerah yang kemiringan lerengnya tidak terlalu curam sampai datar.

#### 2) Sidehill Dozing

Metoda ini cukup efektif dan efisien untuk daerah yang agak berbahaya bagi keselamatan kerja/operasi, baik karena kemiringan lerengnya yang terlalu curam maupun struktur tanah yang tidak stabil, sehingga tidak memungkinkan digunakannya metoda menuruni lereng (Downhill).

Pada umumnya, efisiensi operasi Alat-alat berat mulai memburuk pada kemiringan 13.9% ~ 17.4%. Limit beroperasi Alat-alat berat adalah pada kemiringan 20.8% ~ 24.2%.

Jika kemiringan ini terlampaui curam, maka tidak hanya efisiensi operasinya jauh menurun, tetapi juga sangat berbahaya bagi alat dan operator itu sendiri.



Gambar 12 - Operasi Bulldozer pada Uphill dan Downhill

#### d. Grading and spreading

Kegiatan ini bertujuan untuk meratakan (leveling) tanah atau material perkerasan, serta menimbun ketidak aturan permukaan tanah atau lapisan perkerasan yang disebabkan oleh tersebarnya material atau bahan perkerasan oleh alat-alat angkut (Dump Truck).

Alat-alat berat yang umumnya digunakan untuk meratakan tanah atau timbunan material dengan presisi yang tepat adalah Motor Grader, dengan kelas dari 65 HP ~ 170 HP.

#### e. Compacting



Gambar 13 - Compactor

Kegiatan pemadatan material sampai pada tingkat kepadatan tertentu. Dalam pelaksanaannya, pemadatan ini dilakukan secara lapis demi lapis agar diperoleh kualitas hasil pemadatan yang sempurna.

Alat-alat berat yang umum digunakan adalah compactor dengan berat operasi 1,3 Ton ~ 18 Ton.

Kegiatan spreading dan compacting dapat dilakukan berulang 2 ~ 3 kali sesuai dengan tebalnya lapisan yang diinginkan

Lapisan yang umum digunakan adalah jenis tanah urugan, pasir yang diambil dari lokasi Borrow Pit dan batuan yang diambil dari lokasi Quarry.

**f. Pavement (pengaspalan)**

Adalah suatu kegiatan pemberian lapisan penutup (pengaspalan) yang dilakukan setelah kegiatan compacting badan jalan selesai. Kegiatan ini dimulai dengan pekerjaan penyemprotan aspal cair keatas permukaan jalan, yaitu sebagai lapis perekat (tack coat). Alat yang digunakan untuk pekerjaan ini adalah Mesin Penyemprot Aspal (Bitumen Sprayer).

Kegiatan selanjutnya adalah pekerjaan penggelaran/penghamparan dan pemadatan campuran aspal panas (hot mix) sebagai material terakhir diatas permukaan jalan.

Terhadap lapisan campuran aspal ini terdapat beberapa pekerjaan, yaitu:

- Penghamparan dengan ketebalan dan lebar tertentu, dengan menggunakan asphalt finisher atau asphalt paver.
- Pemadatan awal (breakdown rolling), yaitu pemadatan pertama yang dilakukan setelah penghamparan campuran aspal panas (hot mix), dan alat yang digunakan untuk pekerjaan ini adalah mesin gilas roda baja statis (tandem roller, 7-20 ton).
- Pemadatan antara (intermediate rolling), yaitu pemadatan yang dilakukan setelah pemadatan awal selesai, dan alat yang digunakan pada umumnya adalah alat pemadat roda pneumatik (pneumatic roller, 11-15 ton).
- Pemadatan akhir (finisher rolling), yaitu pemadatan yang dilakukan setelah pemadatan antara dan merupakan pekerjaan pemadatan terakhir, dan alat yang digunakan pada umumnya mesin gilas roda baja statis (tandem roller, 11-20 ton).

Pekerjaan ini harus segera dilakukan sebelum pengaspalan itu menjadi kering (keras) atau mengalami proses pendinginan. Pemadatannya harus dilakukan dengan hati-hati dan perlahan-lahan dengan kecepatan antara 4 ~ 8 km/jam.

### **g. Borrow pit**

Adalah suatu areal tempat pengambilan material tanah urugan atau pasir yang diperlukan untuk bahan timbunan atau lapisan perkerasan.

Pekerjaan yang melibatkan alat-alat berat di areal Borrow Pit adalah :

1. *Clearing Site*, yaitu suatu kegiatan pembersihan material atau vegetasi yang ada di areal Borrow Pit yang dianggap tidak memenuhi syarat sebagai lapisan perkerasan konstruksi jalan. Alat-alat berat yang terlibat adalah Bulldozer dari kelas D 31 ~ D 80/85 (66 HP ~ 220 HP).
2. *Stockpiling*, yaitu suatu kegiatan pengumpulan material (lapisan perkerasan) agar material tersebut mudah dipindahkan ke Dump Truck. Alat-alat berat yang digunakan adalah Bulldozer kelas D 31 ~ D 80/85.

Jika material yang akan digali tersebut agak lengket (keras) biasanya dilakukan penggusuran atau *ripping* dahulu, baru kemudian dilakukan *Stockpiling*.

3. *Loading*, yaitu suatu kegiatan pemuatan material dari Stock Pile ke atas alat angkut (Dump Truck). Biasanya alat-alat berat yang digunakan adalah Excavator dengan kapasitas bucket 0,44 ~ 1,32 M<sup>3</sup> atau Dozer Shovel dengan kapasitas bucket 0,8 ~ 2,2 M<sup>3</sup>.
4. *Hauling*, yaitu suatu kegiatan pengangkutan material (lapisan perkerasan) oleh alat pengangkut ke lokasi pembuatan jalan. Alat-alat berat yang digunakan adalah dump truck dengan kapasitas bucket 8 ~ 32 ton.

### **h. Quarry**

Adalah suatu areal/tempat pengambilan batuan yang diperlukan sebagai lapisan perkerasan. Bantuan tersebut biasanya tidak dapat digunakan langsung, tapi harus diproses terlebih dahulu.

Dalam pekerjaan konstruksi, seperti misalnya pada pekerjaan jalan, pembuatan beton, bendungan terutama rock fill dan filternya, dan pekerjaan-pekerjaan lainnya, kadang-kadang diperlukan syarat-syarat

khusus untuk gradasi butiran-butiran pengisinya. Gradasi butiran untuk memenuhi syarat yang dituntut tadi sulit diperoleh di alam (tanpa pengerjaan), apalagi secara besar-besaran.

Untuk mendapatkan butiran yang juga disebut agregat diperlukan pemecahan-pemecahan lebih lanjut, sehingga didapatkan gradasi yang minimal mendekati gradasi yang diinginkan, maka dipergunakanlah apa yang disebut CRUSHER. Crusher ini kadang-kadang dioperasikan menyerupai sebuah "pabrik", ini disebut CRUSHING PLANT.

Batuan yang didapat dari alam (misalnya dengan peledakan), diangkut ke lokasi crushing plant untuk selanjutnya diproses/dipecah sesuai dengan gradasi yang dibutuhkan untuk pekerjaan konstruksi tersebut.

Pada pekerjaan crushing ini, biasanya diperlukan beberapa kali pengerjaan pemecahan, tahap-tahap pekerjaan itu beserta jenis crusher yang dipergunakannya antara lain:

- 1) Pemecahan tahap pertama oleh jenis primary crusher;
- 2) Pemecahan tahap kedua oleh jenis secondary crusher;
- 3) Pemecahan-pemecahan selanjutnya jika ternyata diperlukan, oleh tertiary crusher.

Untuk pemecahan-pemecahan pertama biasanya dipergunakan:

- Jaw crusher (Pemecah tipe rahang)
- Gyratory crusher (Pemecah Giratori)
- Impact crusher (Pemecah tipe pukulan)

Untuk pemecahan kedua (secondary), dipergunakan:

- Cone crusher (Pemecah tipe konus)
- Roll crusher (Pemecah tipe silinder)
- Hammer mill (Pemecah tipe pukulan)

Sedangkan untuk pemecahan lanjutan, digunakan:

- Roll crusher (Pemecah tipe silinder)
- Rod mill (Pemecah tipe batang)
- Ball mill (Pemecah tipe bola)



**i. Disposal area**

Adalah suatu areal yang disediakan sebagai tempat pembuangan material yang berasal dari lokasi proyek dan material tersebut tidak digunakan lagi sebagai material konstruksi jalan.

Biasanya alat-alat berat yang digunakan pada disposal area ialah Bulldozer yang tugasnya menggusur dan meratakan material buangan.

**j. Drainase**

Kegiatan pembuatan saluran drainase di kanan – kiri jalan biasanya dilakukan oleh Hydraulic Excavator. Motor Grader juga digunakan untuk pembuatan saluran drainase sementara untuk mengalirkan air hujan dari badan jalan selama pekerjaan konstruksi.

**2. Bendungan Serbaguna (Multi Purpose Dam)**

Bendungan serbaguna adalah suatu bentuk penampungan air permukaan air hujan (sungai) yang berfungsi menaikkan permukaan air sungai yang bertujuan untuk pengairan, pembangkit tenaga listrik atau sebagai tempat rekreasi. Bendungan yang akan dibahas disini sehubungan dengan penggunaan alat-alat berat yaitu Access Road, Division Channel/Tunnel (River Diversion), Cofferdam, Main Dam, dan Spill Way. Proses pekerjaan konstruksi Muti Purpose Dam dapat dilihat pada gambar 14.

**a. Access Road**

Adalah suatu kegiatan pembuatan jalan yang nantinya berfungsi sebagai sarana penghubung dalam melaksanakan pekerjaan konstruksi di lokasi proyek. Proses pembuatannya sama dengan proses pembuatan jalan biasa seperti yang telah dibahas pada Road Construction.

Access Road ini kadang-kadang juga terdapat di areal genangan air setelah bendungan selesai. Dengan kata lain Access Road ini dapat merupakan bangunan yang bersifat sementara.

**b. Diversion Channel/Tunnel**

Adalah suatu saluran yang dibuat sebagai saluran pengelak dari lokasi pembuatan *Main Dam*, dimana aliran air sungai yang tadinya menuju lokasi *Main Dam* kemudian arahnya dibelokkan sehingga melalui saluran ini.

Saluran ini dapat berupa saluran terbuka yang dibuat di atas permukaan tanah yang dikenal dengan nama *Diversion Channel* atau *River Diversion*, dan dapat pula berupa terowongan yang dikenal dengan nama *Diversion Tunnel*.

Kegiatan pembuatan saluran ini harus dibuat sebelum kegiatan konstruksi *Main Dam* dan *Cofferdam* dimulai.

Pekerjaannya meliputi *Stripping Top Soil* dan *Excavation* yang kemudian dibuang ke *Disposal Area*.

Alat-alat berat yang umumnya digunakan adalah:

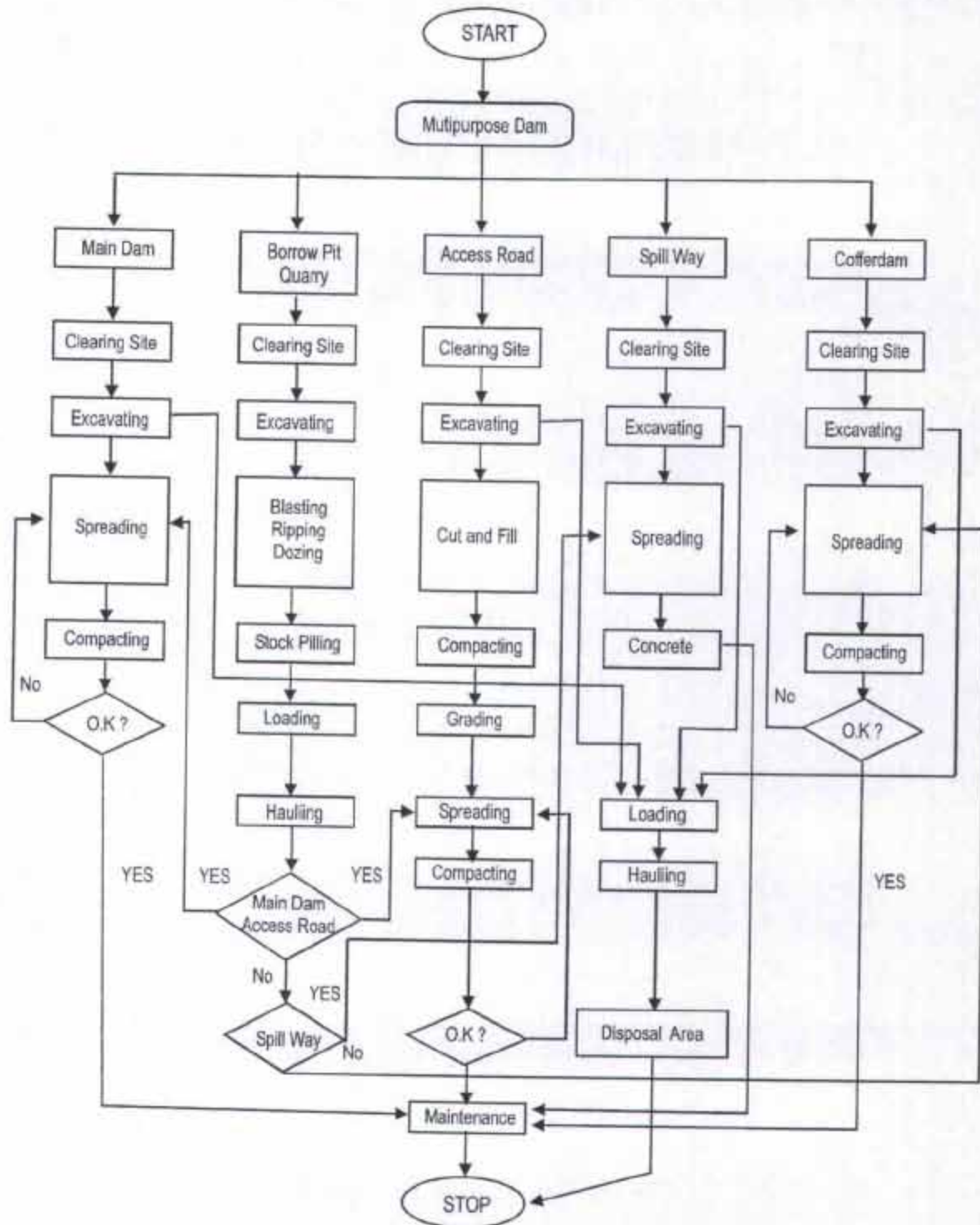
- Bulldozer dengan kapasitas 155 HP – 320 HP
- Dozer Shovel dengan kapasitas 135 HP – 200 HP
- Wheel Loader dengan kapasitas 107 HP – 280 HP
- Excavator dengan kapasitas bucket 1,2 – 2 m<sup>3</sup>
- Dump Truck dengan kapasitas 6 ton – 32 ton

Tetapi untuk pekerjaan *Diversion Tunnel*, hanya melibatkan alat-alat berat, jadi *Wheel Loader* tersebut hanya membawa hasil galian di dalam terowongan ke *Disposal Area* atau ke *Dump Truck*, atau ke *Stock Pile* jika material hasil penggaliannya dapat dimanfaatkan.

**c. Cofferdam**

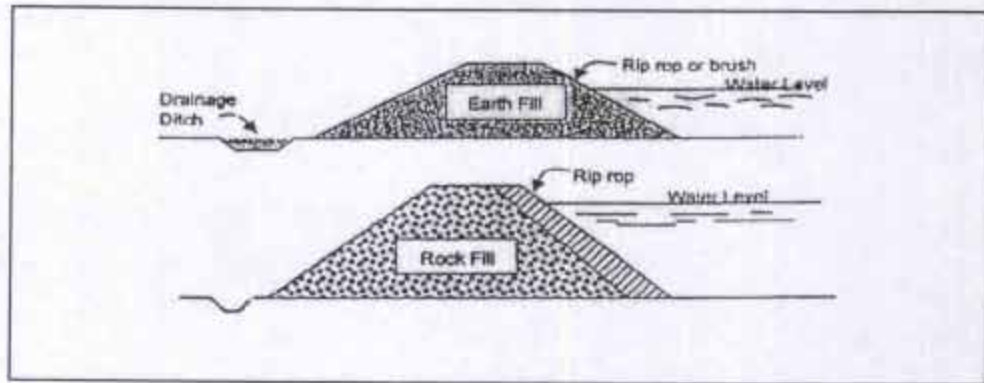
*Cofferdam* adalah suatu bangunan tanggul yang bersifat sementara yang dimaksudkan untuk melindungi aliran air ke lokasi pembuatan *Main Dam*, sehingga lokasi tersebut selalu dalam keadaan kering.

Pembuatan konstruksi *Cofferdam* ini dibuat sebelum pekerjaan *Main Dam* dimulai, dan pekerjaan *Diversion Channel/Tunnel* selesai.



**Gambar 14 - Proses Pekerjaan Konstruksi Bendungan Serbaguna (Multi Purpose Dam)**

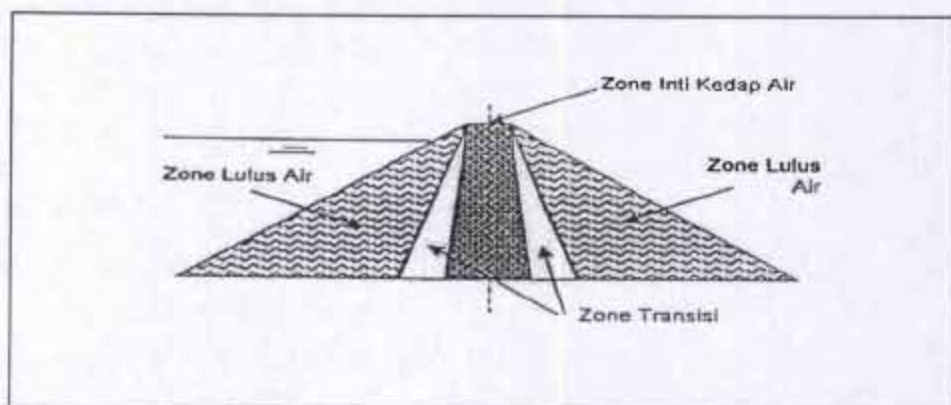
Cofferdam ini dibuat dengan mengelilingi lokasi Main Dam atau dapat pula di kedua ujung Diversion Channel/Tunnel agar air tidak masuk atau kembali ke lokasi Main Dam (bentuk konstruksi Cofferdam adalah seperti gambar 15)



Gambar 15 - Konstruksi Cofferdam

#### d. Main Dam

Main Dam adalah suatu bangunan tanggul yang bersifat permanen, dan tanggul ini nantinya berfungsi sebagai pembendung aliran sungai, dimana aliran air yang tadinya dipindahkan melalui Diversion Channel/Tunnel dialirkan kembali melalui saluran masuk dengan jalan membuka tanggul penutup ke arah Main Dam dan menutup kembali aliran air yang melalui Diversion Channel/Tunnel. Salah satu bentuk konstruksi Main Dam yang umum digunakan adalah seperti terlihat pada gambar 16.



Gambar 16 - Bendungan Tipe Urugan

Material Main dam dapat berupa tanah, batu atau gravel dan pasir, sehingga konstruksi Main Dam terbagi dalam beberapa zone, seperti zone lulus air, zone transisi dan inti kedap air.

Proses pekerjaan dengan menggunakan alat-alat berat dilakukan lapis per lapis yang meliputi pekerjaan:

1) Stripping dan Excavation

Pekerjaan pembersihan atau penggalian material yang tidak memenuhi syarat sebagai material konstruksi Main Dam yang kemudian dibuang ke Disposal Area.

Alat-alat berat yang biasanya digunakan untuk pekerjaan ini adalah Bulldozer dengan kapasitas 155 HP - 320 HP, Wheel Loader dengan kapasitas 110 HP – 204 HP atau Dozer Shovel dengan kapasitas 135 HP – 200 HP.

2) Spreading

Kegiatan penyebaran material konstruksi untuk bahan pembuatan Main Dam, biasanya Spreading ini dilakukan oleh Bulldozer dengan kapasitas 155 HP – 225 HP.

3) Compacting

Pekerjaan pemadatan material yang telah disebar, biasanya pekerjaan dilakukan Compactor dengan kapasitas 7 ton – 24 ton.

e. Spill Way

Spill Way adalah suatu bangunan yang dibuat sebagai saluran pelimpah air pada bendungan jika terjadi volume air yang melebihi kapasitas bendungannya. Pada Spill Way ini juga terdapat pula bangunan yang disebut Emergency Spill Way yang berfungsi sebagai pelimpah air jika terjadi banjir besar.

Perbedaan antara Spill Way dan Emergency Spill Way ini hanya terletak pada saat penggunaannya, dimana Emergency Spill Way dipakai jika pelimpahan air dengan Spill Way belum cukup. Jadi Emergency ini hanya digunakan jika keadaan banjir sudah memaksa untuk menggunakannya, dengan jalan meledakkan lubang saluran yang telah dipasang bahan peledak sebelumnya.

Dalam pelaksanaan pekerjaan kedua jenis Spill Way ini biasanya melibatkan alat-alat berat seperti Bulldozer dengan kapasitas 135 HP – 320 HP untuk dozing, Dozer Shovel dengan kapasitas 135 Hp – 200 HP untuk loading, Motor Scraper dengan kapasitas 265 HP – 365 Hp untuk excavating dan hauling dan kadang-kadang juga digunakan Dump Truck dengan kapasitas 4 – 15 ton untuk hauling.

## BAB IV

### ANALISA KERUSAKAN ALAT – ALAT BERAT

#### A. UMUM

Semua orang yang terlibat dalam pengelolaan alat-alat berat akan selalu berusaha agar selama dioperasikan alat tersebut tidak mengalami kerusakan yang akan mengganggu kelancaran pekerjaan, sehingga dapat dioptimalkan dalam pengoperasiannya.

Namun demikian suatu kerusakan yang tidak diperhitungkan sebelumnya dapat saja terjadi dalam pengoperasiannya di lapangan sehingga mengurangi jam produksi dari alat-alat berat yang berdampak pada turunnya produktivitas alat tersebut.

Guna mengantisipasi suatu kerusakan terjadi berulang, maka setiap kerusakan yang terjadi pada alat-alat berat harus dievaluasi dengan penganalisisan yang seksama untuk memberikan solusi mengatasi setiap gangguan/kerusakan tersebut.

Secara umum kerusakan tersebut terjadi berkaitan dengan aplikasinya, pengoperasiannya atau kurang sempurnanya pemeliharaan alat-alat berat tersebut.

#### B. KERUSAKAN ALAT - ALAT BERAT DITINJAU DARI APLIKASINYA DI LAPANGAN

Salah satu penyebab terjadinya kerusakan alat-alat berat adalah akibat dari aplikasinya di lapangan, yang kemungkinan tidak tepat seperti yang ditetapkan dalam spesifikasi alat tersebut.

##### 1. Kelemahan dalam penyediaan fasilitas operasional

Kondisi ini dimaksudkan karena adanya keterbatasan kemampuan teknik atau dana dalam penyediaan fasilitas operasional. Misalnya jalan kerja pengangkutan material, seharusnya mendapatkan perawatan yang memadai sehingga jalan dalam kondisi baik (laik dilalui dump truck dengan beban penuh). Tapi kenyataannya dump truck dipaksa harus lewat jalan kerja yang tidak terawat, akibatnya sering terjadi kerusakan pada dump truck yang menyita waktu banyak dan mengganggu produktivitas alat.

## 2. Kekeliruan dalam mengalokasikan alat

Pada dasarnya pengalokasian alat-alat berat direncanakan sesuai dengan kondisi medan yang telah disurvei sebelumnya. Kondisi ini biasanya karena hanya terpakai pada alat-alat berat yang dimiliki perusahaan, sehingga dipaksa menggunakan alat-alat berat yang kurang sesuai dengan medan kerjanya. Misalnya Excavator Komatsu PC 200-5 yang dilengkapi dengan shoe dari tipe triple-grouser, lebar 900 mm, seharusnya digunakan pada permukaan tanah yang lunak sampai keras, dipaksa harus beroperasi pada medan yang berbatu dan tidak rata, sehingga kemungkinan akan sering mengalami kerusakan track dan akan mengganggu operasionalnya.

## 3. Analisis kerusakan

### a. Mengenal ciri kerusakan

Biasanya kerusakan yang berkaitan dengan aplikasi alat-alat berat ini ditandai dengan kerusakan komponen atau attachment yang menonjol.

Dari kerusakan komponen tersebut dapat dikembangkan dengan membandingkan aplikasi nyata di lapangan dengan spesifikasi alat tersebut.

### b. Mengenal perencanaan alokasi alat-alat berat

Berdasarkan kajian suatu team, perencanaan penggunaan alat-alat berat khususnya mengenai alokasi alat yang menyangkut rencana penempatan alat-alat berat yang telah disesuaikan dengan kondisi medan.

Dari analisis terhadap kondisi nyata di lapangan biasanya akan menghasilkan suatu deviasi dalam beberapa masalah, misalnya:

- produksi alat yang berada di bawah produksi standar/yang telah ditetapkan.
- kerusakan terjadi pada komponen sebelum waktunya (lebih cepat mengalami kerusakan).
- dari sisi biaya, maka terjadi pembiayaan yang tinggi untuk pelaksanaan pemeliharaan.

## C. KERUSAKAN ALAT - ALAT BERAT DITINJAU DARI SISTEM PENGOPERASIAN

Secara organisatoris bila alat-alat berat telah berada di lokasi pekerjaan dan dioperasikan pada suatu pekerjaan, maka tanggung jawab operasional sepenuhnya berada pada penanggung jawab operasional.



Biasanya penanggung jawab operasional akan berusaha agar alat-alat berat tersebut dapat beroperasi secara optimal sepanjang waktu sehingga dapat menghasilkan produk sebanyak-banyaknya, yang tentunya juga menjaga kondisi alat agar tetap dalam keadaan terpelihara baik.

### **1. Posisi operator**

Operator yang terampil akan mengoperasikan alat dengan baik dan benar, sehingga alat dapat beroperasi secara optimal sesuai dengan yang direncanakan. Dalam hal ini penempatan operator sangat kritis, karena kesalahan dalam pemilihan operator ini akan berdampak serius yang menyangkut:

- pencapaian produk yang harus sesuai dengan rencana.
- pengoperasian yang benar yang berdampak pada kondisi alat.
- pemeliharaan harian yang berdampak pada kesiapan alat beroperasi.

Dengan demikian operator mempunyai peran yang dominan terhadap kerusakan atau terpeliharanya alat-alat berat yang dioperasikan di lapangan. Kondisi ini terkait dengan penyediaan operator yang berketerampilan dan biasanya ditandai dengan kepemilikan sertifikat kompetensi operator alat-alat berat.

### **2. Posisi atasan langsung operator**

Operator melaksanakan tugasnya untuk mengoperasikan alat-alat berat berdasarkan perintah (tertulis atau lisan) dari atasannya atau pejabat lain yang berwenang memberi perintah kepada operator.

Dapat saja terjadi operator diperintahkan melaksanakan pekerjaan yang bukan tugas pokoknya, misalnya operator bulldozer diperintahkan untuk membantu/menarik alat lain yang terbenam (ambias). Situasi ini mungkin dapat menyebabkan kerusakan pada alat yang dipegang operator, atau bahkan mungkin terjadi kecelakaan kerja.

Dengan demikian atasan langsung operator dalam memberikan perintah tersebut harus jelas (seharusnya tertulis) mengenai jenis pekerjaan dan metode kerja yang harus dikerjakan oleh operator. Disini dituntut seorang atasan yang mengerti fungsi alat dan metode kerja yang tepat untuk setiap jenis pekerjaan.

### 3. Pelaksanaan pemeliharaan berkala (*service berkala, periodically service*)

Biasanya jadwal operasi alat-alat berat ini sangat ketat, terutama dalam menghadapi terbatasnya waktu pelaksanaan proyek. Namun demikian dalam ketebatasan waktu tersebut, diperlukan suatu kedisiplinan dalam menerapkan pemeliharaan berkala bagi setiap alat-alat berat yang sedang beroperasi.

Penanggung jawab operasi harus menyediakan waktu pemeliharaan alat-alat berat tersebut, yang memberikan kesempatan kepada alat-alat berat untuk dipelihara/diservis oleh tenaga mekanik yang ditugaskan untuk pekerjaan tersebut.

Sikap yang kooperatif dalam pelaksanaan pemeliharaan ini dapat mencegah terjadinya kerusakan alat selama dioperasikan di lapangan.

### 4. Analisis kerusakan

Terjadinya kerusakan alat-alat berat selama dioperasikan di lapangan sedapat mungkin harus dihilangkan atau setidaknya dapat dikurangi.

#### a. Pengaruh operator

Bila dilihat dari penyebab kerusakan maka persentase terbesar kerusakan ( $\pm 28\%$ , lihat diagram pie, penyebab kerusakan) disebabkan tidak benarnya operator dalam mengoperasikan alat-alat berat.

Jadi sistem rekrutmen operator, pembinaan keterampilan operator dan lingkungan kerja menjadi faktor yang membawa dampak terhadap kerusakan alat selama pengoperasiannya.

#### b. Pengaruh instruksi

Administrasi operasional, diantaranya prosedur pengoperasian alat-alat berat, harus dilaksanakan dengan baik.

Operator bekerja berdasarkan surat perintah kerja yang jelas. Biasanya dengan kondisi kesibukan yang tinggi, setiap petugas kadang-kadang mengabaikan hal-hal tersebut, sehingga dalam pelaksanaannya operator bekerja tanpa pedoman yang jelas.

Atau kadang-kadang petugas/atasan operator, tidak atau belum menghayati fungsi alat-alat berat atau metode kerja dalam suatu pekerjaan, sehingga operator mendapat perintah mengoperasikan alat pada pekerjaan yang menyimpang dari metode kerja yang ditetapkan.

c. Pengaruh tertundanya pelaksanaan pemeliharaan berkala

Setiap alat-alat berat yang dioperasikan, harus dipelihara sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan oleh pabrik pembuatnya. Bagaimanapun ketatnya kegiatan operasional alat-alat berat, waktu untuk pemeliharaan berkala ini harus selalu disediakan.

Di lapangan ada kecenderungan mengutamakan pencapaian target sehingga faktor lainnya dianggap kurang penting, dan akibatnya pelaksanaan pemeliharaan berkala menjadi tertunda.

Bila kondisi ini sering terjadi, maka dampaknya terhadap alat-alat berat akan terlihat jelas dengan adanya kerusakan kondisi alat yang sangat menurun dan sebagainya.

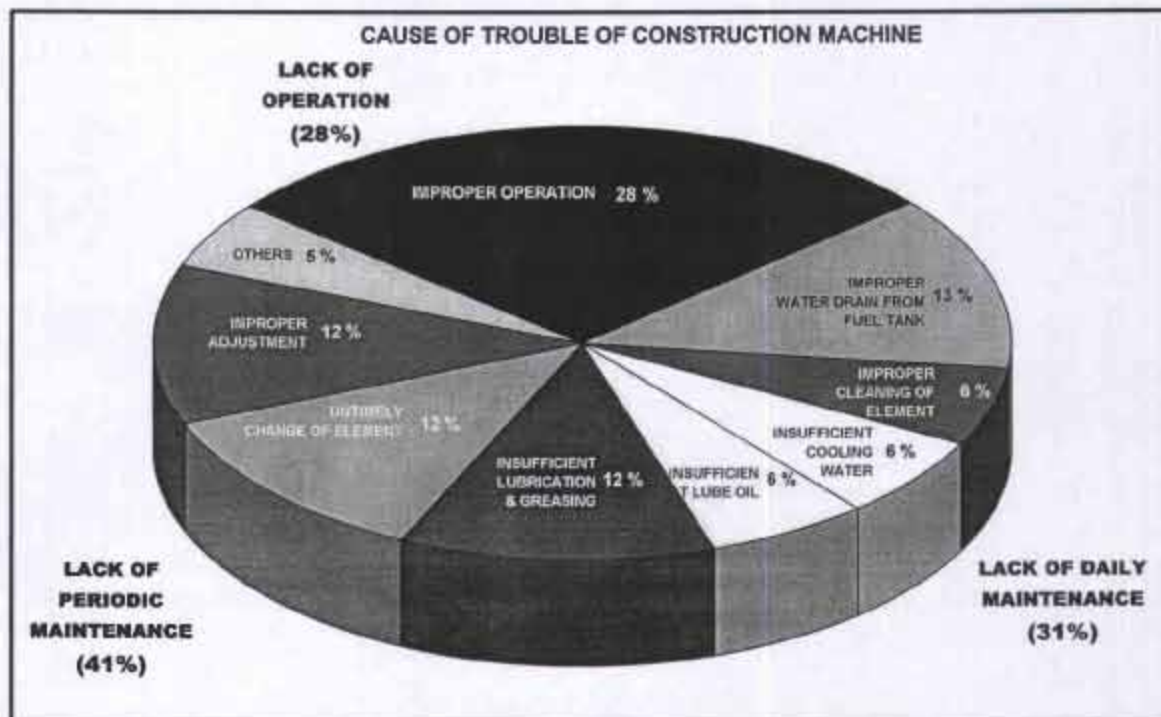
Dengan demikian semua pihak yang terlibat dalam pengoperasian alat-alat berat harus memiliki komitmen yang kuat untuk menyediakan waktu yang cukup dan tepat untuk pemeliharaan berkala.

**D. KERUSAKAN ALAT - ALAT BERAT DITINJAU DARI SISTEM PEMELIHARAAN**

Kerusakan yang terjadi pada alat-alat berat selama alat tersebut dioperasikan, terutama yang menyangkut pemeliharaan, maka dapat dilihat masalah yang kurang tepatnya pelaksanaan pemeliharaan menempati porsi terbesar penyebab terjadinya kerusakan.

Dari diagram pie-penyebab kerusakan, terlihat bahwa tidak tepatnya pemeliharaan (pemeliharaan harian dan pemeliharaan berkala) yang menyebabkan kerusakan adalah 72% dan ketidak tepatan operasi adalah 28%.

Disisi lain kerusakan dapat terjadi akibat alat-alat berat disiapkan atau diperbaiki oleh mekanik yang hasilnya kurang memuaskan.



**Gambar 17 – Diagram Penyebab Kerusakan Alat-alat Berat\*)**

\*) Sumber PT. United Tractor

#### 1. Ketidak-tepatan pemeliharaan harian

Tugas untuk melakukan pemeliharaan harian ini sebenarnya merupakan salah satu tugas operator yaitu pemeliharaan sebelum dan setelah mengoperasikan alat-alat berat yang dilaksanakan setiap hari.

Dalam kasus ini hampir sama kondisinya dengan kasus dalam pengoperasian, dimana peran operator yang menjadi kunci utamanya.

Hanya disini terletak pada ketidak-tepatan dalam melaksanakan pemeliharaan harian.

→ Kekurangan pengetahuan operator tentang pemeliharaan.

Masih banyak operator yang menganggap bahwa tugasnya hanya mengoperasikan saja, dan tugas pemeliharaan harian adalah tugas mekanik.

→ Sempitnya waktu untuk pemeliharaan harian.

Biasanya dalam kondisi proyek yang sangat sibuk, operator dituntut bekerja penuh, kadang-kadang harus lembur, sehingga pada persiapan operasi esok harinya menjadi kurang dan pemeliharaan harian agak terabaikan.

→ Adakalanya sistem logistik yang kurang baik, sehingga material yang diperlukan untuk pemeliharaan harian tidak cukup tersedia, misalnya oli dan gemuk tidak tersedia atau kurang.

## 2. Ketidak-tepatan pemeliharaan berkala dan perbaikan terjadwal

Pemeliharaan berkala dan perbaikan terjadwal adalah tugas mekanik dan beberapa kekeliruan dapat saja terjadi karena:

- pengetahuan dan keterampilan mekanik yang terbatas
- penyediaan fasilitas pemeliharaan yang terbatas
- tidak tersedia manual pemeliharaan
- tidak tersedia suku cadang yang diperlukan
- waktu pelaksanaan pemeliharaan yang terbatas
- tidak memiliki program pemeliharaan yang baik

Kondisi ini biasanya berdampak kepada hasil pemeliharaan berkala yang kurang sempurna, yang pada akhirnya akan terjadi kerusakan frekwensinya cukup tinggi.

## 3. Penyiapan alat-alat berat yang kurang sempurna

Alat-alat berat yang telah direncanakan pengalokasiannya, perlu disiapkan dengan sempurna agar dapat mencapai kondisi siap operasi (mencapai *mechanical availability*) sesuai dengan yang direncanakan.

Sebenarnya bila alat-alat berat belum dapat disiapkan dengan sempurna sesuai dengan yang direncanakan tersebut, maka alat belum laik untuk dioperasikan. Namun kadang-kadang kondisi ini kurang diperhatikan sehingga alat tetap harus beroperasi dan dampaknya akan jelas dalam pengoperasian akan banyak waktu terpakai untuk perbaikan karena alat sering mengalami kerusakan.

Biasanya kondisi penyiapan alat yang kurang sempurna ini disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya:

- pengetahuan dan keterampilan mekanik yang masih terbatas.
- penyediaan suku cadang tidak sesuai dengan yang diminta (tidak asli).
- penyediaan fasilitas overhaul yang terbatas (*special tools*, dsb).
- komunikasi yang kurang baik dengan agen alat-alat berat yang bersangkutan.
- dukungan fasilitas re-built (misalnya mesin las otomatis untuk komponen *under-carriage*, dll) tidak lengkap.
- tidak tersedia workshop manual (petunjuk pemeliharaan).
- Tidak memiliki target *mechanical availability* yang jelas.
- Tidak tersedia biaya yang memadai untuk menyiapkan alat tersebut.

#### 4. Analisis kerusakan

##### a. Pengaruh operator dan mekanik

Faktor manusia merupakan faktor yang sangat menentukan untuk menghasilkan pemeliharaan yang berkualitas.

Kualitas operator dan mekanik akan sangat bergantung kepada:

- Sistem rekrutment

Sistem penerimaan operator dan mekanik ini merupakan kegiatan awal dari suatu perencanaan jangka panjang pembinaan tenaga terampil dalam pemeliharaan alat-alat berat.

Dengan demikian bila terjadi kekeliruan dalam kegiatan ini akan berdampak pada kualitas pemeliharaan yang dilaksanakan pada setiap alat selama pelaksanaan proyek sehingga akan berpengaruh kepada besarnya biaya pemeliharaan dan biaya produksi.

- Pembinaan

Dalam hal ini perlu dievaluasi langkah-langkah pembinaan kompetensi operator dan mekanik ini:

- adakah program peningkatan pengetahuan dan keterampilan
- adakah program sertifikasi
- adakah program promosi/perencanaan karir
- adakah program penyesuaian upah dengan tingkat kompetensi yang kesemuanya akan berdampak pada kualitas hasil pekerjaan pemeliharaan alat-alat berat.

##### b. Pengaruh penyediaan suku cadang

Pemeliharaan alat-alat berat terutama untuk pemeliharaan berkala dan apalagi pemeliharaan perbaikan, akan membutuhkan suku cadang sebagai pengganti suku cadang yang telah rusak atau sudah waktunya untuk diganti.

Kondisi umum yang sering dijumpai adalah penyediaan suku cadang yang bukan asli (*genuine parts*). Secara visual parts tersebut cukup meyakinkan dan kondisi tersebut menjadikan mekanik menyakini bahwa parts tersebut asli, tapi bagi mekanik senior yang berpengalaman hal ini dengan mudah dapat terdeteksi.

Dampaknya akan nampak setelah alat beroperasi ditandai terulangnya kerusakan pada alat-alat berat tersebut.

Dalam menghadapi kondisi ini perlu dianalisis:

- 1) Prosedur pengadaan suku cadang atau material
  - Apakah telah mencakup keharusan menggunakan suku cadang asli
  - Apakah semua ketentuan tersebut dilaksanakan
  - Apakah suku cadang yang telah diterima/disimpan digudang telah melalui pemeriksaan oleh tenaga berpengalaman
  - Apakah persediaan suku cadang (terutama past moving parts) tersedia dalam jumlah yang mencukupi.
- 2) Prosedur penggunaan suku cadang baru
  - Apakah telah tersedia petunjuk penggunaan suku cadang baru (petunjuk pemeliharaan)
  - Apakah setiap selesai penggunaan/perbaikan, suku cadang yang lama/rusak harus diserahkan ke pergudangan.
  - Adakah petunjuk penugasan mekanik yang disesuaikan dengan tingkat pemeliharaan, sehingga parts atau komponen yang dipesan dapat jaminan akan digunakan/dipasang dengan baik.

c. Pengaruh fasilitas pemeliharaan

Setiap pelaksanaan pemeliharaan alat-alat berat, mulai dari pemeliharaan harian sampai pemeliharaan perbaikan (overhaul) harus didukung dengan fasilitas pemeliharaan (tools, dsb) yang lengkap dan tepat.

Fasilitas pemeliharaan ini akan membawa dampak langsung pada kualitas pemeliharaan, sedangkan pada pelaksanaan perbaikan (overhaul) komponen memerlukan fasilitas yang lebih lengkap (misalnya special tools), dan pada perbaikan yang memerlukan perbaikan (repair by repair) perlu adanya peralatan khusus untuk re-build (misalnya alat untuk re-build komponen under carriage).

Dalam menghadapi penyediaan fasilitas ini perlu diteliti:

- Kelengkapan tools pada setiap alat untuk pemeliharaan harian.
- Kelengkapan tools dan special tools bagi mekanik yang bertugas melakukan pemeliharaan berkala.
- Kelengkapan tools, special tools dan peralatan bantu bengkel untuk kegiatan perbaikan/overhaul.

- Kelengkapan peralatan khusus atau bengkel luar yang mampu melaksanakan pekerjaan re-build.

Semua kelengkapan fasilitas tersebut banyak pengaruhnya terhadap kualitas perbaikan, sehingga terjadinya kerusakan selama alat dioperasikan ada kaitannya dengan fasilitas pemeliharaan tersebut.

d. Pengaruh manajemen

Kebijaksanaan manajerial kadang-kadang juga berpengaruh terhadap timbulnya hambatan dalam menyiapkan alat untuk selalu dalam keadaan siap operasi. Kondisi ini biasanya karena adanya pengaruh kebijaksanaan alokasi dana/biaya proyek.

Dengan berbagai alasan dan pertimbangan, sebagian dari dana pemeliharaan alat-alat berat dialokasikan untuk kegiatan lain.

Bila hal ini terjadi maka hasil analisa kerusakan alat-alat berat harus dapat memberikan rekomendasi yang tegas tentang posisi pemeliharaan alat-alat berat dalam struktur kegiatan proyek, sehingga setiap pejabat yang terkait akan ikut bertanggung jawab terhadap kesinambungan operasional pengoperasian dan pemeliharaan alat-alat berat.



---

## DAFTAR PUSTAKA

1. *Pengenalan Medan dan Proses Kerja Pemindahan Tanah*, Pelatihan Manajemen Peralatan – Puslatjakons, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah
2. *Penggantian Alat-alat Berat*, Pelatihan Manajemen Peralatan - Puslatjakons, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, Jakarta
3. *Caterpillar Performance Handbook, Edition 31, 2000*, Caterpillar. Inc, Peoria, Illinois, USA  
Reprinted by PT. Trakindo Utama, Jakarta
4. *Construction Planning, Equipment and Methods*, Fifth Edition, Robert L. Peurifoy, Mc Graw Hill Companies.Inc, New York, USA