

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Manajemen Alat Berat

Alat berat adalah peralatan mesin berukuran besar yang didesain untuk melaksanakan fungsi konstruksi seperti pengerjaan tanah, konstruksi jalan, konstruksi bangunan, perkebunan, dan pertambangan. Keberadaan alat berat dalam setiap proyek sangatlah penting untuk menunjang pembangunan infrastruktur maupun dalam mengeksplorasi hasil tambang. Keuntungan yang didapat dalam menggunakan alat berat yaitu waktu yang sangat cepat, tenaga yang besar, nilai – nilai ekonomis dan lainnya.

Manajemen pemilihan dan pengendalian alat berat adalah proses merencanakan, mengorganisir, memimpin dan mengendalikan alat berat untuk mencapai tujuan pekerjaan yang telah ditentukan. Faktor yang harus diperhatikan dalam pemilihan alat berat, sehingga kesalahan dalam pemilihan alat berat dapat dihindari, antara lain adalah sebagai berikut ini :

1. Fungsi yang harus dilaksanakan. Alat berat dikelompokkan berdasarkan fungsinya, seperti menggali, mengangkut, meratakan permukaan.
2. Kapasitas peralatan. Pemilihan alat berat didasarkan pada volume total atau berat material yang harus diangkut atau dikerjakan. Kapasitas alat yang dipilih harus sesuai sehingga pekerjaan dapat diselesaikan pada waktu yang telah ditentukan.
3. Cara operasi. Alat berat yang dipilih berdasarkan arah (horizontal maupun vertikal) dan jarak gerakan, kecepatan, frekuensi gerakan.
4. Pembatasan dari metode yang dipakai. Pembatasan mempengaruhi pemilihan alat berat antara lain peraturan lalu lintas, biaya dan pembongkaran. Selain itu, metode konstruksi yang dipakai dapat membuat pemilihan alat berubah.
5. Ekonomi. Selain biaya investasi atau biaya sewa peralatan, biaya operasi dan pemeliharaan merupakan faktor penting dalam pemilihan alat berat.
6. Jenis proyek. Ada beberapa jenis proyek yang umumnya menggunakan alat berat yaitu proyek gedung, pelabuhan, jalan, jembatan, irigasi, pembukaan hutan dan dam.

7. Lokasi proyek. Lokasi proyek merupakan hal lain yang perlu diperhatikan dalam pemilihan alat berat. Sebagai contoh lokasi proyek berada di dataran tinggi memerlukan alat berat yang berbeda dengan lokasi proyek di dataran rendah.
8. Jenis dan daya dukung tanah. Jenis tanah di lokasi proyek merupakan hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan alat berat yang akan dipakai. Tanah terbagi dalam kondisi padat, lepas, atau lembek.
9. Kondisi lapangan. Kondisi dengan medan yang sulit dan medan yang baik merupakan faktor lain yang mempengaruhi pemilihan alat berat.

Di samping itu, hal – hal yang perlu diperhatikan dalam menyusun rencana kerja alat berat antara lain :

1. Volume pekerjaan yang harus diselesaikan dalam batas waktu tertentu.
2. Dengan volume pekerjaan yang ada tersebut dan waktu yang telah ditentukan harus ditetapkan jenis dan jumlah alat berat yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut.
3. Dengan jenis dan jumlah alat berat yang tersedia, dapat ditentukan berapa volume yang dapat diselesaikan, serta waktu yang diperlukan.

2.2 Gambaran Umum Proyek

2.2.1 Deskripsi Proyek

Proyek Lanjutan Pembangunan Jalan Ciawi Singaparna berlokasi di Kecamatan Sukahening / Cisayong. Adapun peta lokasi Proyek sebagai berikut :



Gambar 2.1 Lokasi Proyek

2.2.2 Data Proyek

Data proyek merupakan data yang berisi informasi ringkas mengenai proyek yang sedang berjalan, beberapa informasi mungkin tidak disertakan dalam versi awal, tetapi akan ditambahkan setelah informasi tersedia. Berikut ini merupakan beberapa data yang terdapat dalam data proyek :

1. Data Administrasi Proyek

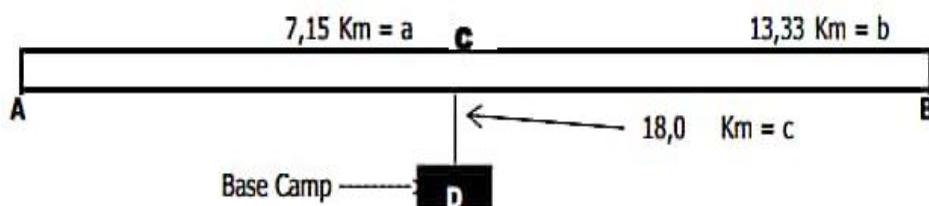
Kegiatan	: Lanjutan Pembangunan Jalan Ruas Jalan Ciawi Singaparna
Pekerjaan	: Lanjutan Pembangunan Jalan Ruas Jalan Ciawi Singaparna
Lokasi	: Kecamatan Sukahening dan Kecamatan Cisayong
Nomor SPK/TGL SPK	: 602.1/14963/DPUPR/2 Agustus 2019
Nomor SPMK/TGL SPMK	: 14969/ 2 Agustus 2019
Nilai	: Rp. 22.860.319.000,-
Sumber Dana	: APBD/BANPROV 2019
Tahun Anggaran	: 2019
Pelaksana	: PT. NIDYA KARYA PUTRI
Waktu Pelaksanaan	: 150 hari kalender
Tanggal Selesai Pekerjaan	: 30 Desember 2019



Gambar 2.2 Papan Proyek

2. Data Teknis

- Panjang efektif (lihat sketsa dibawah) : 20,48 km
- Lebar jalan lama (bahu + perkerasan + bahu) : (1,50 + 7,00 + 1,50) m.
- Lebar rencana (bahu + perkerasan + bahu) : (1,50 + 7,00 + 1,50) m.
- Jarak rata – rata *basecamp* ke lokasi : 23,59 km
- Jumlah jembatan : 4 (empat) buah jembatan
- Panjang masing – masing setiap jembatan :
- Jembatan Cidahu dengan panjang 56 m;
 - Jembatan Cibodas dengan panjang 32 m;
 - Jembatan Cilasmadin dengan panjang 26 m;
 - Jembatan Cidadap dengan panjang 60 m.



Gambar 2.3 Sketsa Jalan

3. Data Volume Galian dan Timbunan, dalam perhitungan produktivitas alat berat diperlukan data volume galian dan volume timbunan untuk dapat menghitung berapa kapasitas yang dapat dikerjakan dalam menggali maupun menimbun. Jumlah volume juga dapat menentukan berapa besar biaya yang dikeluarkan dalam proyek tersebut, berikut ini merupakan tabel volume galian dan volume timbunan pada Proyek Pembangunan Jalan Ciawi Singaparna Kabupaten Tasikmalaya.

Tabel 2.1 Volume Pekerjaan Galian dan Timbunan

Pekerjaan		Volume	Total Volume
Galian	Galian Biasa	20.924,70 m ³	22.779,88 m ³
	Galian Struktur dengan kedalaman 0 – 2 m.	1.855,18 m ³	
Timbunan	Timbunan Pilihan dari Sumber Galian	11.111,22 m ³	11.111,22 m ³

Sumber : PT. Nidya Karya Putri

4. RAB (Rencana Anggaran Biaya), seni memperkirakan kemungkinan biaya yang diperlukan untuk suatu kegiatan yang didasarkan pada informasi yang dimiliki pada saat itu. Secara umum adalah total biaya untuk pelaksanaan proyek konstruksi terdiri dari beberapa pekerjaan yang masing - masing terbentuk berdasarkan perkiraan biaya yang dibutuhkan untuk bahan, tenaga kerja dan peralatan yang digunakan. Berikut ini merupakan RAB yang dikeluarkan pada Proyek Pembangunan Jalan Ciawi Singaparna Kabupaten Tasikmalaya.

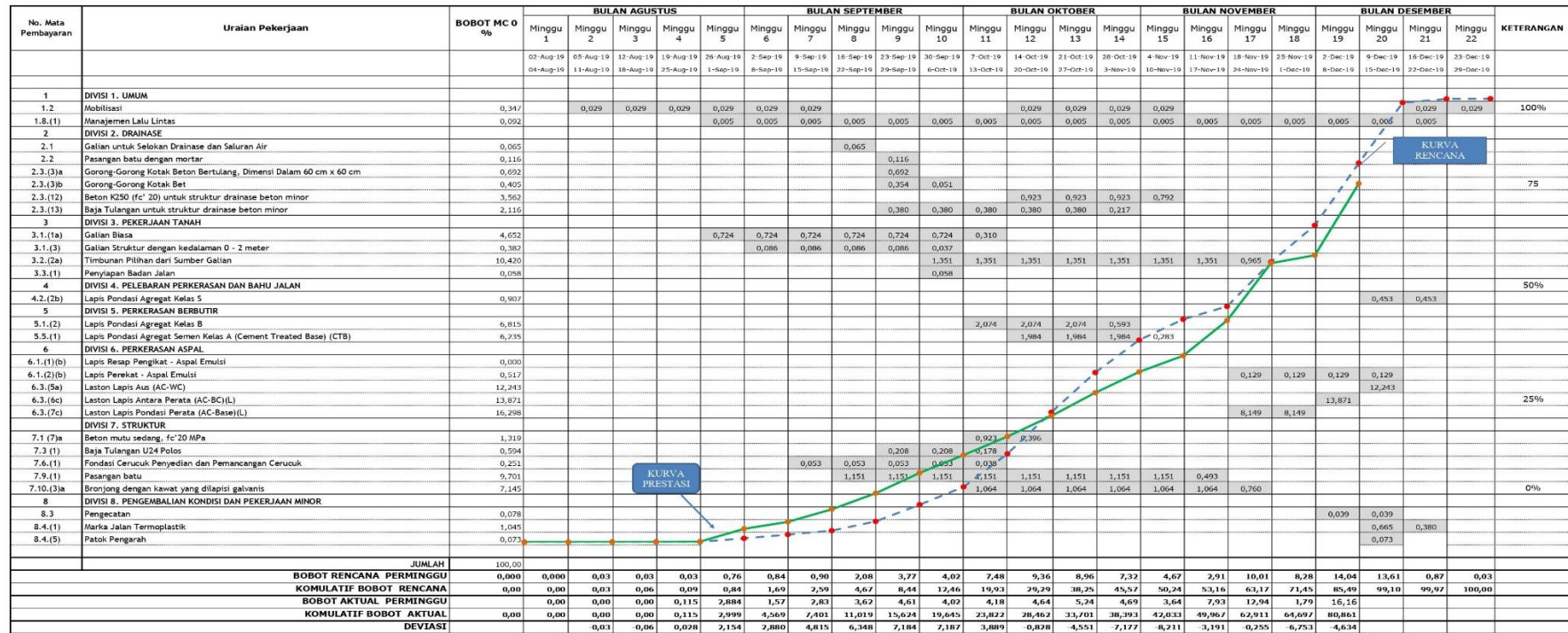
REKAPITULASI PERKIRAAN HARGA PEKERJAAN		
KEGIATAN : LANJUTAN PEMBANGUNAN JALAN RUAS JALAN CIAWI - SINGAPARNA (BANPROV) NAMA PAKET : LANJUTAN PEMBANGUNAN JALAN RUAS JALAN CIAWI - SINGAPARNA LOKASI : KECAMATAN SUKAHENING / CISAYONG PROV/KAB : JAWA BARAT / TASIKMALAYA		
Koordinat :		-7,215721 S 108,133,788 E
NO. DIVISI	URAIAN	JUMLAH HARGA PEKERJAAN (Rp)
1	Umum	91.296.000,00
2	Drainase	1.458.879.185,00
3	Pekerjaan Tanah	3.222.571.514,00
4	Pelebaran Perkerasan dan Bahu Jalan	188.452.140,00
5	Perkerasan Non Aspal	2.692.473.350,00
6	Perkerasan aspal	8.960.283.568,00
7	Struktur	3.950.828.058,00
8	Pengembalian Kondisi dan Pekerjaan Minor	217.325.022,00
(A) JUMLAH HARGA PEKERJAAN (TERMASUK BIAYA UMUM DAN KEUNTUNGAN)		20.782.108.837,00
(B) PAJAK PERTAMBAHAN NILAI (PPN) = 10% x (A)		2.078.210.883,70
(C) JUMLAH TOTAL HARGA PEKERJAAN = (A) + (B)		22.860.319.720,70
(D) JUMLAH TOTAL HARGA PEKERJAAN = (DIBULATKAN)		22.860.319.000,00
Terbilang : "Dua Puluh Dua Miliar Delapan Ratus Enam Puluh Juta Tiga Ratus Sembilan Belas Ribu Rupiah"		
Tasikmalaya, 12 Juli 2019 Penawar, PT. NIDYA KARYA PUTRI  TAUPAN FANCARA Direktur Utama		

Gambar 2.4 Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan

5. *Time Schedule* adalah rencana alokasi waktu untuk menyelesaikan masing-masing item pekerjaan proyek yang secara keseluruhan adalah rentang waktu yang ditetapkan untuk melaksanakan sebuah proyek. Berikut ini merupakan jadwal waktu pelaksanaan pada Proyek Pembangunan Jalan Ciawi Singaparna Kabupaten Tasikmalaya.

JADWAL PELAKSANAAN PEKERJAAN LANJUTAN CIAWI SINGAPARNA MINGGU KE 19 (SEMBILAN BELAS)

INSTANSI : DINAS PEKERJAAN UMUM TATA RUANG DAN PERMUKIMAN
KEGIATAN : LANJUTAN PEMBANGUNAN JALAN RUAS JALAN CIAWI - SINGAPARNA (BANPROV)
PEKERJAAN : LANJUTAN PEMBANGUNAN JALAN RUAS JALAN CIAWI - SINGAPARNA
LOKASI : KECAMATAN SUKAHENEING / CISAYONG
TAHUN : 2019



Dibuat :
Pejabat Pembuat Komitmen

Mengetahui :
Pejabat Pelaksana Teknis Kegiatan

Mengetahui :
Kontraktor Pelaksana
PT. NYDIA KARYA PUTRI

Mengetahui :
Pelaksana Teknis

Dibuat :
Konsultan Pengawas

Atep Dadi Sumardi, ST., MT
Nip : 19771209 200501 1 010

Aldri Pranowo, ST
Nip : 19810208 200902 1 004

Jodi Firmansyah, ST
Pelaksana

1. Epu Syaeful Uyuni, ST
Nip : 19800513 200501 1 005

2. Wandi Siswandi, ST
Nip : 19790902 200801 1 004

1. Muhammad Gunawan, ST

2. Bayu Rosma Rahayu, ST

3. Noviamillah, ST

4. Andriyansyah, ST

Gambar 2.5 Jadwal Pelaksanaan Pekerjaan

2.3 Dasar – Dasar Pemindahan Mekanis

2.3.1 Sifat – Sifat Tanah

Beberapa sifat – sifat tanah sehubungan dengan pekerjaan pemindahan, penggusuran dan pemampatan perlu diketahui, karena tanah yang dikerjakan akan mengalami perubahan dalam volume dan kemampatannya. Oleh karena perubahan ini, maka dalam menyatakan jumlah volumenya, perlu dinyatakan keadaan tanah yang dimaksud. Keadaan tanah yang dimaksud antara lain :

1. Keadaan Asli (*Bank Condition*)

Keadaan material yang masih alami dan belum mengalami gangguan teknologi disebut keadaan asli (*bank*). Dalam keadaan seperti ini butiran-butiran yang dikandungnya masih terkonsolidasi dengan baik. Ukuran tanah demikian biasanya dinyatakan dalam ukuran alam atau *bank measure = Bank Cubic Meter* (BCM) yang digunakan sebagai dasar perhitungan jumlah pemindahan tanah.

2. Keadaan Gembur (*Loose Condition*)

Yaitu keadaan material (tanah) setelah diadakan pekerjaan (*disturb*), tanah demikian misalnya terdapat didepan *dozer blade*, diatas truck, didalam bucket dan sebagainya. Material yang tergali dari tempat aslinya, akan mengalami perubahan volume (mengembang). Hal ini disebabkan adanya penambahan rongga udara diantara butiran-butiran tanah. Dengan demikian volumenya menjadi lebih besar. Ukuran volume tanah dalam keadaan lepas biasanya dinyatakan dalam *Loose Measure = Loose Cubic Meter* (LCM) yang besarnya sama dengan $BCM \div \% \text{ swell} \times BCM$ dimana faktor “swell” ini tergantung dari jenis tanah.

3. Keadaan Padat (*Compact*)

Keadaan padat tanah adalah keadaan tanah setelah ditimbun kembali dengan disertai usaha pemadatan. Keadaan ini akan dialami oleh material yang mengalami proses pemadatan. Perubahan volume terjadi karena adanya penyusutan rongga udara diantara partikel – partikel tanah tersebut. Volume tanah setelah diadakan pemadatan, mungkin lebih besar atau mungkin juga lebih kecil dari volume dalam keadaan baik, hal ini tergantung dari usaha

pemadatan yang dilakukan. Ukuran volume tanah, dalam keadaan padat biasanya dinyatakan dalam *Compact Measure = Compact Cubic Meter (CCM)*.

Tabel 2.2 Sifat Sifat Beberapa Macam Tanah

No	Jenis Tanah	Swell (%)	Load Faktor
1	Lempung alami	38	0,72
2	Lempung berkerikil kering	36	0,73
3	Lempung berkerikil basah	33	0,73
4	Tanah biasa baik kering	24	0,81
5	Tanah biasa baik basah	26	0,79
6	Kerikil	14	0,88
7	Pasir kering	11	0,90
8	Pasir basah	12	0,89
9	Batu	62	0,61

Sumber : Suryadharma dan Wigroho (1998)

Sifat – sifat tanah yang disebutkan di atas dipengaruhi oleh keadaan tanah asli tersebut, karena apabila tanah dipindahkan dari tempat aslinya selalu akan menjadi perubahan isi dan kepadatannya dari keadaan tanah asli. Oleh karena itu data – data di atas dikonversikan sebagai berikut :

Tabel 2.3 Faktor Konversi Tanah

Jenis Material	Kondisi Awal	Perubahan Kondisi Berikutnya		
		Kondisi Asli	Kondisi Gembur	Kondisi Padat
<i>Sand</i> Tanah Berpasir	(A)	1,00	1,11	0,99
	(B)	0,90	1,00	0,80
	(C)	1,05	1,17	1,00
<i>Sand Clay</i> / Tanah Biasa	(A)	1,00	1,25	0,90
	(B)	0,80	1,00	0,72
	(C)	1,11	1,39	1,00
<i>Clay</i> / Tanah Liat	(A)	1,00	1,25	0,90
	(B)	0,70	1,00	0,63
	(C)	1,11	1,59	1,00

Jenis Material	Kondisi Awal	Perubahan Kondisi Berikutnya		
		Kondisi Asli	Kondisi Gembur	Kondisi Padat
<i>Gravelly Soil</i> / Tanah Berkerikil	(A)	1,00	1,18	1,08
	(B)	0,85	1,00	0,91
	(C)	0,93	1,09	1,00
<i>Gravels</i> / Kerikil	(A)	1,00	1,13	1,29
	(B)	0,88	1,00	0,91
	(C)	0,97	1,10	1,00
Kerikil Besar dan Padat	(A)	1,00	1,42	1,03
	(B)	0,70	1,00	0,91
	(C)	0,77	1,10	1,00
Pecahan Batu Kapur, Batu Pasir, Cadas Lunak, Sirtu	(A)	1,00	1,65	1,22
	(B)	0,61	1,00	0,74
	(C)	0,82	1,35	1,00
Pecahan Granit, <i>Basalt</i> , Cadas Keras, dan lainnya	(A)	1,00	1,70	1,31
	(B)	0,59	1,00	0,77
	(C)	0,76	1,30	1,00
Pecahan Cadas, <i>Broken Rock</i>	(A)	1,00	1,75	1,40
	(B)	0,57	1,00	0,80
	(C)	0,71	1,24	1,00
Ledakan Batu Cadas, Kapur Keras	(A)	1,00	1,80	1,30
	(B)	0,56	1,00	0,72
	(C)	0,77	1,38	1,00

Sumber : Rochmanhadi (1986)

2.3.2 Efisiensi Kerja

Produktivitas alat pada kenyataan di lapangan tidak sama jika dibandingkan dengan kondisi ideal alat dikarenakan hal – hal tertentu seperti topografi, keahlian operator, pengoperasian dan pemeliharaan alat. Produktivitas per jam alat yang diperhitungkan dalam perencanaan adalah produktivitas standar alat pada kondisi ideal dikalikan faktor yang disebut efisiensi kerja. Besarnya nilai efisiensi kerja ini sulit ditentukan secara tepat tetapi berdasarkan pengalaman-pengalaman dapat

ditentukan efisiensi kerja yang mendekati kenyataan, sebagai pendekatan dapat dipergunakan tabel berikut ini:

Tabel 2.4 Efisiensi Kerja

Kondisi Operasi Alat Berat	Pemeliharaan Mesin				
	Sangat Baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat Buruk
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	0,52	0,50	0,47	0,42	0,32

Sumber : Rochmanhadi (1986)

Faktor – faktor yang mempengaruhi hasil produksi peralatan, ditetapkan sebagai berikut :

1. Faktor peralatan
 - a. Untuk peralatan yang masih baru = 1,00
 - b. Untuk peralatan yang baik (lama) = 0,90
 - c. Untuk peralatan yang rusak ringan = 0,80
2. Faktor operator
 - a. Untuk operator kelas I = 1,00
 - b. Untuk operator kelas II = 0,80
 - c. Untuk operator kelas III = 0,70
3. Faktor material
 - a. Faktor kohesif = 0,75 – 1,00
 - b. Faktor non kohesif = 0,60 – 1,00
4. Faktor manajemen
 - a. Sempurna = 1,00
 - b. Baik = 0,92
 - c. Sedang = 0,82
 - d. Buruk = 0,75
5. Faktor cuaca
 - a. Baik = 1,00
 - b. Sedang = 0,80

6. Faktor kondisi lapangan

- | | |
|-----------|--------|
| a. Berat | = 0,70 |
| b. Sedang | = 0,80 |
| c. Ringan | = 1,00 |

2.3.3 Kapasitas Produksi Alat

Kapasitas produksi alat berat pada umumnya dinyatakan dalam m³ per jam. Produksi didasarkan pada pelaksanaan volume yang dikerjakan tiap siklus waktu dan jumlah siklus satu jam. Dalam mencari produktivitas alat dapat dilihat pada rumus di bawah ini (Rochmanhadi, 1987) :

$$Q = q \times N \times E = q \times \frac{60}{Cm} \times E \quad (2.1)$$

Dimana :

- | | |
|----|--|
| Q | = Produksi per jam (m ³ /jam) |
| q | = Produksi per siklus (m ³) |
| N | = Jumlah siklus per jam, N = 60/Cm |
| E | = Efisiensi kerja |
| Cm | = Waktu siklus dalam menit |

2.4 Peralatan Pekerjaan Tanah

Pemilihan alternatif yang baik merupakan faktor yang sangat penting dan sangat mempengaruhi berhasil tidaknya pelaksanaan suatu proyek. Pemilihan alat dipengaruhi oleh hal – hal berikut :

1. Kondisi medan dan keadaan tanah
2. Kualitas pekerjaan yang disyaratkan
3. Volume pekerjaan
4. Prosedur operasi dan pemeliharaan alat
5. Umur alat
6. Undang – undang perburuhan dan keselamatan kerja

2.4.1 Excavator

Excavator adalah alat berat yang terdiri dari lengan (*arm*), *boom* (bahu) serta *bucket* (alat keruk) dan digerakkan oleh tenaga hidrolis yang dimotori dengan mesin diesel dan berada di atas roda rantai (*trackshoe*).

Backhoe atau *pull shovel* menggunakan *prime mover excavator*. Bagian – bagian utama dari *excavator* :

1. Bagian atas, *revolving unit* (bisa berputar)
2. Bagian bawah, *travel unit* (untuk berjalan)
3. Bagian *attachment* yang dapat diganti.

Backhoe dikhususkan untuk penggalian yang letaknya dibawah kedudukan *backhoe* itu sendiri. Keuntungan *backhoe* jika dibandingkan terhadap *dragline* dan *clamsheel* yang fungsinya hampir sama adalah dapat menggali dengan kedalaman yang jauh lebih teliti, juga *backhoe* bisa digunakan sebagai alat pemuat bagi *truck* – *truck*. Gerakan – gerakan *backhoe* dalam beroperasi terdiri dari:

1. Mengisi *bucket* (*land bucket*)
2. Mengayun (*swing loaded*)
3. Membongkar beban (*dump loaded*)
4. Mengayun balik (*swing empty*)

Dalam perhitungan *cut and fill* sebagai *engineer* kita harus mampu menentukan spesifikasi alat berat yang digunakan, dalam konteks ini adalah spesifikasi *excavator*. Agar *excavator* yang kita pilih pada pekerjaan nanti mampu menyelesaikan pekerjaan secara optimum, baik dari segi biaya dan waktu. Berikut jenis *excavator* dan spesifikasinya :

1. *Excavator* CAT 320 D

CAT 320 D meningkatkan standar untuk efisiensi dan penghematan bahan bakar pada kelas ukuran ini. Dengan tingkat tertinggi industri untuk teknologi pabrik standar, kabin baru yang berfokus pada kenyamanan operator dan produktivitas, ditambah biaya perawatan dan bahan bakar yang lebih rendah, 320 akan menetapkan tingkat baru untuk produktivitas dan profit dalam pengoperasian. Berikut merupakan spesifikasi dari CAT 320 D.

Tabel 2.5 Spesifikasi *Excavator CAT 320 D*

<i>Engine</i>	Daya Bersih – ISO 9249	117 kW
	Model <i>Engine</i>	C7.1 CAT
Bobot	Bobot Kerja	22000 kg
Kapasitas Isi Ulang Servis	Kapasitas Tangki Bahan Bakar	345 l
Dimensi	<i>Bucket</i>	1,19 m ³ (1,56 yd ³)
	Panjang <i>Track</i>	4450 mm

Sumber : Paul Johnson (2001)

Gambar 2.6 *Excavator CAT 320 D*

2. *Excavator CAT 323*

CAT 323 menggabungkan kecepatan, efisiensi, dan daya. Teknologi standar langsung dari pabrik membantu meningkatkan efisiensi operator hingga sebesar 45%. Kombinasikan fitur – fitur ini dengan kabin baru, interval perawatan yang lebih panjang, dan penurunan konsumsi bahan bakar untuk menurunkan biaya perawatan hingga sebesar 15% serta konsumsi bahan bakar hingga 20 persen. Berikut merupakan spesifikasi dari CAT 323.

Tabel 2.6 *Excavator CAT 323*

<i>Engine</i>	Daya Bersih – ISO 9249	117 kW
	Model <i>Engine</i>	C7.1 CAT
	Daya <i>Engine</i> – ISO 14396	118 kW
Bobot	Bobot Kerja	24500 kg
Kapasitas Isi Ulang Servis	Kapasitas Tangki Bahan Bakar	345 l
Dimensi	<i>Bucket</i>	HD 1,30 m ³ (1,70 yd ³)
	Panjang <i>Track</i>	4450 mm

Sumber : Paul Johnson (2001)



Gambar 2.7 Excavator CAT 323

Produksi *excavator* dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini (Rochmanhadi, 1985) :

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{Cm} \quad (2.2)$$

Dimana :

Q = Produksi per jam (m^3 /jam)

q = Produksi per siklus (m^3)

E = Efisiensi kerja

Cm = Waktu siklus dalam menit

Sedangkan kapasitas *bucket excavator* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Rochmanhadi, 1985) ;

$$q = q' \times K \quad (2.3)$$

Dimana :

q' = Kapasitas munjung (penuh) yang tercantum dalam spesifikasi alat

K = Faktor *bucket* yang besarnya tergantung tipe dan keadaan tanah

Untuk menentukan faktor *bucket* diperlukan data yang sesuai dengan apa yang dikerjakan *excavator* di lapangan dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 2.7 Faktor *Bucket Excavator*

Kondisi Pemuatan		Faktor
Ringan	Menggali dan memuat dari stockpile atau material yang dikeruk oleh excavator lain, yang tidak membutuhkan gaya gali dan dapat dimuat munjung	1,0 : 0,8

Kondisi Pemuatan		Faktor
	dalam bucket. Pasir, tanah berpasir, tanah koloidal dengan kadar air sedang.	
Sedang	Menggali dan memuat stockpile lepas dari tanah yang lebih sulit untuk digali dan dikeruk tetapi dapat dimuat hampir munjung. Pasir kering, tanah berpasir, tanah campuran tanah liat, gravel yang belum disaring, pasir yang telah memadat dan sebagainya, atau menggali dan memuat gavel langsung dari bukit gravel asli.	0,8 : 0,6
Agak sulit	Menggali dan memuat batu – batu pecah, tanah liat yang keras, pasir campur kerikil, tanah berpasir, tanah koloidal liat, tanah liat dengan kadar air tinggi, yang telah di stockpile oleh excavator lain. Sulit untuk mengisi bucket dengan material tersebut.	0,6 : 0,5
Sulit	Bongkahan, batuan besar dengan bentuk tak teratur dengan ruangan di antaranya batuan hasil ledakan, batu bundar pasir campur batu bundar, tanah berpasir tanah campur tanah liat, tanah liat yang sulit untuk dikeruk.	0,5 : 0,4

Sumber : Rochmanhadi (1985)

Waktu siklus dihitung menggunakan persamaan (Rochmanhadi, 1985) :

$$C_m = \text{Waktu Gali} + \text{Waktu Putar} \times 2 + \text{Waktu Buang} \quad (2.4)$$

Tabel 2.8 Waktu Gali *Excavator*

Kedalaman	Kondisi Galian			
	Ringan	Rata - rata	Agak sulit	Sulit
0 – 2 m	6 detik	9 detik	15 detik	26 detik
2 – 4 m	7 detik	11 detik	17 detik	28 detik
4 m – lebih	5 detik	13 detik	19 detik	30 detik

Sumber : Rochmanhadi (1985)

Waktu putar dipengaruhi sudut dan kecepatan, menggunakan tabel dibawah ini :

Tabel 2.9 Waktu Putar *Excavator*

Sudut Putar	Waktu Putar
45° – 90°	4 – 7 detik
90° – 180°	5 – 8 detik

Sumber : Rochmanhadi (1985)

Waktu buang tergantung kondisi pembuangan,

- a) Dalam *dump truck* = 5 – 8 detik
- b) Ketempat pembuangan = 3 – 6 detik

2.4.2 *Dump Truck*

Truck adalah alat yang khusus digunakan sebagai alat angkut karena kemampuannya, misalnya dapat bergerak cepat, kapasitas besar dan biaya operasinya relatif murah. Alasan lain penggunaan *truck* sebagai alat angkut ialah karena kebutuhan *truck* mudah diatur dengan produksi alat – alat gali, sehingga *truck* sangat luwes dalam pengorganisasian dengan alat – alat yang lain. Hal ini sangat bermanfaat bagi penghematan biaya operasi pelaksanaan proyek.

Operator atau sopir sangat berperan penting dalam menempatkan *dump truck* pada waktu muat, karena produksi dari organisasi alat angkut dan gali ditentukan pada saat muat ini. Menempatkan *dump truck* dengan cepat pada posisi untuk dimuati agar swing dari alat sekecil-kecilnya. Operator alat gali biasanya akan mengatur penempatan *dump truck* yang akan dimuati, khusus untuk *dump truck* yang besar, pembantu sopir sangat diperlukan dalam mengatur penempatan *dump truck* pada posisi muat yang baik. *Dump truck* sebaiknya ditempatkan membelakangi alat gali, atau searah dengan swing alat gali agar memudahkan pemuatan. Khusus pada pemuatan batu-batu yang besar dengan menggunakan alat gali yang besar sebaiknya *dump truck* menghadap ke alat gali, agar batu-batu tidak menimpa kabin *dump truck*.

Dump truck merupakan peralatan/kendaraan yang dibuat khusus untuk alat angkut karena kelebihanannya dalam kecepatan, kapasitas dan fleksibilitasnya. Sebagai alat angkut, *dump truck* luwes dan mudah dikoordinasi dengan alat – alat lain (alat – alat gali dan pemuat).

Pemilihan *dump truck* harus mempertimbangkan kemampuan produksi alat gali maupun pemuatnya agar tidak terdapat alat yang menganggur dan mempertimbangkan kerugiannya.

Dump truck mempunyai 3 fungsi :

1. *Side dump truck* (penumpahan kesamping)

2. *Rear dump truck* (penumpahan kebelakang)
3. *Rear* dan *side dump truck* (penumpahan kebelakang dan kesamping)

Hal – hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan *dump truck* :

1. *Dump truck* kecil

Keuntungan :

- a. Lebih lincah dan mudah dalam beroperasi
- b. Lebih *flexible* dalam pengangkutan jarak dekat
- c. Pertimbangan terhadap jalan kerja lebih sederhana
- d. Jika salah satu *dump truck* dalam satu unit angkutan tidak dapat bekerja, tidak akan terasa terhadap produksi
- e. Pemeliharaan lebih mudah dilaksanakan

Kerugian :

- a. Waktu hilang lebih banyak, akibat banyaknya *dump truck* beroperasi terutama waktu muat
- b. *Excavator* lebih sukar memuat karena kecil baknya
- c. Lebih banyak supir yang dibutuhkan
- d. Biaya pemeliharaan lebih besar, karena lebih banyak *dump truck*

2. *Dump truck* besar

Keuntungan :

- a. Untuk kapasitas yang sama dengan *dump truck* kecil, jumlah unit *dump truck* besar lebih sedikit
- b. Supir / *crew* yang digunakan lebih sedikit
- c. Cocok untuk angkutan jarak jauh

Kerugian ;

- a. Jalan kerja harus diperhitungkan, karena berat *dump truck* kerusakan jalan relatif lebih cepat.
- b. Pengoperasian lebih sulit karena ukurannya lebih besar
- c. Produksi akan sangat berkurang, jika salah satu *dump truck* tidak bekerja
- d. Pemeliharaan lebih sulit dilaksanakan

Syarat yang penting agar *dump truck* dapat bekerja secara efektif adalah jalan kerja yang keras dan rata, tetapi ada kalanya *dump truck* didesain agar mempunyai *cross country ability* yaitu suatu kemampuan berjalan di luar jalan biasa kemampuan *dump truck* di dalam menerima material juga tergantung besaran kapasitas pengangkutnya. Berikut jenis *dump truck* dan spesifikasinya.

a. *Dump Truck* Hino Dutro 130 HD 5 m³

Tabel 2.10 Spesifikasi *Dump Truck* Hino Dutro 130 HD 5 m³

Kapasitas	5 m ³
Panjang Luar	3,8 m
Lebar Luar	1,95 m
Tinggi Luar	80 cm
Tebal Lantai	4 mm
Tebal Plat Dinding	3 mm
Jarak antar member	40 cm
<i>Hydraulic</i>	12 ton

Sumber : PT. Hino Finance Indonesia



Gambar 2.8 *Dump Truck* Hino Dutro 130 HD 5 m³

b. *Dump Truck* Hino Dutro 130 HD 7 m³

Tabel 2.11 Spesifikasi *Dump Truck* HINO Dutro 130 HD 7 m³

Kapasitas	7 m ³
Panjang Luar	3,8 m
Lebar Luar	2 m
Tinggi Luar	1,0 m
<i>Hydraulic</i>	14 ton

Sumber : PT. Hino Finance Indonesia



Gambar 2.9 *Dump Truck* Hino Dutro 130 HD 7 m³

c. *Dump Truck* Hino Ranger FM 260 JD 20 m³

Tabel 2.12 Spesifikasi *Dump Truck* Hino Ranger FM 260 JD 20 m³

Kapasitas	20 m ³
Panjang Luar	6,0 m
Lebar Luar	2,5 m
Tinggi Luar	1,5 m
<i>Hydraulic</i>	30 ton

Sumber : PT. Hino Finance Indonesia



Gambar 2.10 *Dump Truck* Hino Ranger FM 260 JD 20 m³

Untuk menghitung produksi *dump truck* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Rochmanhadi, 1987) :

$$Q = \frac{C \times 60 \times E}{C_m} \quad (2.5)$$

Dimana :

Q = Produksi per jam (m³/jam)

C = Kapasitas rata – rata *dump truck* (m³)

E = Efisiensi kerja

Cm = Waktu siklus dalam menit

Waktu siklus dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Rochmanhadi, 1987) :

$$Cm = n \times Cms + \frac{D}{V} + \frac{D}{V} + t_1 + t_2 \quad (2.6)$$

$$n = \frac{c}{q' \times k} \quad (2.7)$$

Dimana :

n = jumlah siklus yang dibutuhkan pemuat untuk memuat truck

c = kapasitas rata – rata *dump truck* (m³)

q' = kapasitas *bucket* pemuat (*loader / excavator*, menit) (m³)

k = faktor *bucket* pemuat

Cms = waktu siklus pemuat (*loader / excavator*, menit)

D = jarak angkat *dump truck* (m)

V₁ = kecepatan rata – rata *dump truck* bermuatan (m/menit)

V₂ = kecepatan rata – rata *dump truck* kosong (m/menit)

t₁ = waktu buang, *standby* sampai pembuangan mulai (menit)

t₂ = waktu untuk posisi pengisian dan pemuatan mulai mengisi (menit)

Tabel 2.13 Waktu Bongkar Muat t₁

Kondisi Operasi Kerja	Baik	Sedang	Kurang
Waktu buang (menit)	0,5 – 0,7	1,0 – 1,3	1,5 – 2,0

Sumber : Rochmanhadi (1986)

Tabel 2.14 Waktu Tunggu dan Tunda t₂

Kondisi Operasi Kerja	Baik	Sedang	Kurang
Waktu buang (menit)	0,1 – 0,2	0,25 – 0,35	0,4 – 0,5

Sumber : Rochmanhadi (1986)

Dalam hal ini, harus diatur jenis dan jumlah alat yang dipakai sedemikian sehingga diperoleh efisiensi dan efektifitas tinggi. Hal pokok yang harus dipertimbangan adalah :

1. Kapasitas alat sesuai volume pekerjaan
2. Kapasitas alat sesuai dengan alat lain (karena merupakan tim)
3. Sedapat mungkin dihindari ada satu atau lebih alat yang menganggur karena harus mengunggu
4. Jika terpaksa suatu alat harus menganggur, diusahakan alat yang paling murah biayanya atau alat yang multi fungsi sehingga dapat mengerjakan pekerjaan lain
5. Alat yang paling berpengaruh terhadap alat lain dalam tim

Secara umum jumlah alat dapat dihitung dengan formula :

$$\frac{\text{Produksi alat berat yang paling berpengaruh}}{\text{Produksi dicari}} \quad (2.8)$$

2.4.3 Bulldozer

Bulldozer dikenal sebagai alat berat yang memiliki traksi besar. Oleh karena itu *bulldozer* difungsikan untuk menggali, mendorong, menggusur, dan juga mengeruk material. *Bulldozer* bisa dimanfaatkan untuk pembersihan lahan dari pepohonan, membuka lahan baru, memindahkan material, mengisi material pada *scraper*, membersihkan *quarry*, dan lain sebagainya. *Bulldozer* juga sangat multi fungsi karena bisa dioperasikan pada segala medan mulai dari yang berbatu, berlumpur, berbukit, sampai di daerah perhutanan.

Pada proyek konstruksi terdapat bermacam – macam alat pengolah lahan seperti *dozer*, *ripper*, *motor grader*, dan *scraper*. Fungsi alat pengolah lahan adalah antara lain untuk :

1. Mengupas lapisan permukaan
2. Membuka jalan baru
3. Menyebarkan material

Dozer merupakan tractor yang dipasang pisau atau *blade* di bagian depannya. Pisau berfungsi untuk mendorong, atau memotong material yang ada di depannya. Jenis pekerjaan yang biasanya menggunakan *bulldozer* adalah:

1. Mengupas *top soil* dan pembersihan lahan dari pepohonan
2. Pembuka jalan baru
3. Memindahkan material pada jarak pendek sampai dengan 100 m
4. Membantu mengisi material pada *scraper*
5. Menyebarkan material
6. Mengisi kembali saluran
7. Membersihkan *quarry*

Dalam melaksanakan pekerjaan konstruksi dengan menggunakan *dozer* ada dua teknik yang sering digunakan, yaitu *side by side dozing* dan *slot dozing*. Pada teknik *side by side dozing*, dua *dozer* bekerja bersama secara berdampingan. Pisau kedua *dozer* dihipitkan sedekat mungkin. Hali ini untuk menghindari *spillage* atau keluarnya material dari pisau. Kelemahan dari teknik adalah *manuver* alat yang lama sehingga tidak praktis untuk pemindahan berjarak kurang dari 15 m dan lebih dar 10 m.

Sementara itu, pada teknik *slot dozing* dibuat semacam penghalang di sisi pisau, yang berfungsi untuk menghindari adanya *spillage* dari *dozer*. Penggunaan teknik ini dapat meningkatkan produktivitas. Berikut jenis *bulldozer* dan spesifikasinya :

1. *Bulldozer* CAT D5C

Dozer CAT D5C menggabungkan efisiensi bahan bakar yang terbaik di kelasnya dengan tenaga dan presisi agar unggul dalam berbagai jenis pekerjaan. Desain yang seimbang dan teknologi yang tersedia seperti CAT *grade* dengan *slope assist* dan CAT *grade* dengan 3D membuatnya menjadi traktor ideal untuk perataan akhir. Berikut merupakan spesifikasi dari CAT D5C.

Tabel 2.15 Spesifikasi *Bulldozer* CAT D5C

<i>Engine</i>	Daya Bersih	97 kW
Kapasitas Isi Ulang Servis	Tangki Bahan Bakar	260 l
Bobot	Bobot Kerja	14350 kg
Kapasitas <i>Blade</i>	Kapasitas <i>Blade</i>	4 m ³
Kecepatan Travel	Tipe Transmisi	Hidrostatik

Sumber : Paul Johnson (2001)

Gambar 2.11 *Bulldozer CAT D5C*

2. *Bulldozer D5R2*

D5R2 mengirimkan tenaga untuk pemindahan tanah, dipadukan dengan presisi dan kemampuan manuver untuk perataan halus. Fitur *dozer* CAT yang terkenal seperti kemudi diferensial dan *sprocket* yang ditinggikan telah digunakan dengan kabin yang baru dan teknologi *grade* opsional untuk menghasilkan kinerja dan kemudahan pengoperasian kelas dunia. Berikut merupakan spesifikasi dari D5R2.

Tabel 2.16 Spesifikasi *Bulldozer CAT D5R2*

Engine	Model Engine	C7.1 CAT
	Daya Bersih – Tetap	114 kW / 155 HP
Kapasitas Isi Ulang Servis	Tangki Bahan Bakar	299 l
Bobot	Bobot Kerja	16032 kg
Blade	SU XL – Kapasitas	4,28 m ³
	VPAT XL – Kapasitas	3,18 m ³
	A XL – Kapasitas	3,18 m ³

Sumber : Paul Johnson (2001)

Gambar 2.12 *Bulldozer CAT D5R2*

Produksi *bulldozer* dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini (Rochmanhadi, 1987) :

$$Q = q \times \frac{60}{C_m} \times E \times f \quad (2.9)$$

Dimana :

- Q = Produksi per jam (m^3/jam)
- q = Produksi per siklus (m^3)
- E = Efisiensi kerja
- C_m = Waktu siklus dalam menit
- F = Koefisien perubahan volume tanah

Produksi per siklus :

$$q = L \times H^2 \times \alpha \quad (2.10)$$

Dimana :

- q = Produksi per siklus (m^3)
- L = Lebar *blade* / sudut (cm)
- α = Faktor *blade*

Faktor *blade* perlu diperhitungkan karena mempengaruhi produktivitas alat, besarnya dipengaruhi oleh besar tanah.

Tabel 2.17 Faktor *Blade Bulldozer*

Kondisi Pemuatan		Faktor
Penggusuran ringan	Penggusuran dapat dilaksanakan dengan sudut penuh tanah lepas: kadar air rendah, tanah biasa, bahan / material untuk timbunan.	1,1 : 0,9
Penggusuran sedang	Tanah lepas, tetapi tidak mungkin menggusur dengan sudut penuh: tanah bercampur kerikil atau split, pasir, batu pecah.	0,9 : 0,7
Penggusuran agak sulit	Kadar air tinggi dan tanah liat, pasir bercampur kerikil, tanah liat yang sangat kering dan tanah asli.	0,7 : 0,6

Kondisi Pemuatan		Faktor
Penggusuran sulit	Batu – batu hasil ledakan, batu – batu berukuran besar.	0,6 : 0,4

Sumber : Rochmanhadi (1990)

Waktu siklus *bulldozer* diperhitungkan untuk menggusur, ganti *persenelling* dan mundur, dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini Rochmanhadi (1987) :

$$Cm = \frac{D}{F} + \frac{D}{R} + Z \quad (2.11)$$

Dimana :

D = jarak angkat (m)

F = kecepatan maju (m/menit). Berkisar 3 – 5 km/jam

R = kecepatan mundur (m/menit). Berkisar 5 – 8 km/jam

Jika mesin dengan *tongflow*, kecepatan maju diambil 75 maksimum mundur 85% kecepatan maksimum

Z = waktu ganti *persenelling* (menit)

Tabel 2.18 Waktu Ganti *Persenelling*

	Waktu Ganti Persenelling
Mesin gerak langsung : - tongkat tunggal	0,10 menit
Mesin gerak langsung : - tongkat ganda	0,20 menit
Mesin – mesin <i>torqflow</i>	0,05 menit

Sumber : Rochmanhadi (1990)

2.4.4 Wheel Loader

Loader adalah alat pemuat material hasil galian/gusuran alat lain yang tidak dapat langsung dimuatkan ke alat angkut, misalnya *bulldozer*, *grader*, dll. Pada prinsipnya *loader* adalah alat pembantu untuk memuatkan dari *stockpile* ke kendaraan angkut atau alat – alat lain, di samping dapat juga berfungsi untuk pekerjaan awal yang umumnya, misalnya *clearing* ringan, menggusur bongkaran, menggusur tonggak kayu kecil, menggali fondasi *basement*, dan lain – lain. Sebagai pengangkut material dalam jarak pendek juga lebih baik dari pada *bulldozer*, karena

pada *bulldozer* ada material yang tercecer, sedang pada *loader* material tidak tercecer.

Macam *loader* ditinjau dari alat untuk Bergeraknya dibedakan dua macam, ialah *loader* dengan roda rantai (*crawler mounted*) dan *loader* dengan roda karet (*wheel loader*). Sedang jika ditinjau dari alat kendali *bucket*, ada yang dikendalikan dengan kabel dan ada yang dikendalikan secara hidrolis. Untuk *wheel loader* dibedakan dalam dua macam ialah :

- a. *rear steer*, dengan alat kemudi berada di belakang.
- b. *articulated wheel loader*, kemudi ada di depan dan roda depan atau *bucket* dapat dibelokkan membuat sudut sampai 40° dari sumbu memanjang alat.

Wheel loader bekerja dengan sistem dasar pada *bucket* dan cara membawa muatan untuk dimuatkan ke alat angkut atau alat yang lain. Gerakan *bucket* yang penting ialah menurunkan *bucket* di atas permukaan tanah, mendorong ke depan (memuat/menggusur), mengangkat *bucket*, membawa dan membuang muatan. Apabila material harus dimuatkan ke alat angkut, misalnya *dump truck*, ada beberapa cara pemuatan ialah :

1. *V loading*, ialah cara pemuatan dengan lintasan seperti bentuk huruf V,
2. $\perp$ *loading*, *dump truck* di belakang *loader*, kemudian lintasan seperti membuat garis tegak lurus,
3. *Cross loading*, cara pemuatan *dump truck* juga ikut aktif,
4. *Overhead loading*, dengan *loader* khusus, *bucket* dapat digerakkan melintasi di atas kabin operator.

Pada dasarnya *wheel loader* di dalam pekerjaan konstruksi memiliki fungsi sebagai berikut :

- Pembersihan lapangan atau lokasi pekerjaan (*land clearing*).
- Penggusuran tanah dalam jarak dekat.
- Meratakan timbunan maupun permukaan tanah dan mengisi kembali galian-galian tanah.
- Menyiapkan bahan-bahan dari tempat pengambilan material.
- Mengupas tanah bagian yang jelek (*stripping*)

Berikut ini merupakan jenis dan tipe *wheel loader* dan spesifikasinya :

1. *Wheel Loader* CAT 908K

Compact wheel loader CAT 908K menghasilkan kinerja tinggi dengan fleksibilitas yang luar biasa. Kabin yang lapang dengan kontrol *joystick* memberikan kenyamanan sepanjang hari kerja, memungkinkan menyelesaikan lebih banyak pekerjaan. Desain *loader* menghasilkan kekuatan dan ketahanan dengan pengendalian yang unggul. Berikut merupakan spesifikasi CAT 908K.

Tabel 2.19 Spesifikasi *Wheel Loader* CAT 908K

<i>Engine</i>	Daya Bersih	51 kW
Bobot	Bobot Kerja	6365 kg
Kapasitas Isi Ulang Servis	Tangki Bahan Bakar	78 l
Spesifikasi Kerja	Kapasitas <i>Bucket</i> Tetap	1,1 m ³
Kecepatan Travel	Kecepatan 2	20 km/j
	Kecepatan Tinggi	35 km/j
	Kecepatan 1	10 km/j
<i>Bucket</i>	Kapasitas <i>Bucket</i>	0,9 m ³ – 1,5 m ³

Sumber : Paul Johnson (2001)



Gambar 2.13 *Wheel Loader* CAT 908K

2. *Wheel Loader* CAT 950 GC

Wheel loader CAT 950 GC dirancang secara khusus untuk menangani semua pekerjaan di lokasi kerja mulai dari penanganan material dan pemuatan truk hingga konstruksi umum dan penumpukan stok. Kinerja alat berat yang luar biasa dikombinasikan dengan biaya kepemilikan dan pengoperasian yang rendah menjadikan 950 GC pilihan yang tepat. Berikut merupakan spesifikasi dari CAT 950 GC.

Tabel 2.20 Spesifikasi *Wheel Loader* CAT 950 GC

<i>Engine</i>	Daya Bersih - ISO 9249	151 kW
Bobot	Bobot Kerja	18676 kg
<i>Bucket</i>	Kapasitas <i>Bucket</i>	2,5 m ³ hingga 4,4 m ³ (3,3 yd ³ hingga 5,75 yd ³)
Transmisi	Maju – 1 dan Mundur - 1	7 km/j
	Maju – 2 dan Mundur - 2	12,5 km/j
	Maju – 3 dan Mundur - 3	22 km/j
Kapasitas Isi Ulang Servis	Ukuran Tangki Bahan Bakar	290 l

Sumber : Paul Johnson (2001)

Gambar 2.14 *Wheel Loader* CAT 950 GC

3. *Wheel Loader* CAT 950L

Menawarkan lebih banyak daya, kabin baru, efisiensi bahan bakar yang luar biasa, dan ketahanan CAT legendaris. *Wheel loader* 950L menghasilkan kinerja yang Anda harapkan dari alat berat CAT. Transmisi *countershaft* 5 kecepatan menawarkan perpindahan gigi lebih mulus, akselerasi lebih cepat, dan kecepatan travel lebih tinggi untuk menambah produktivitas. Berikut merupakan spesifikasi dari CAT 950L.

Tabel 2.21 Spesifikasi *Wheel Loader* CAT 950L

<i>Engine</i>	Daya Bersih - ISO 9249	185 kW
Bobot	Bobot Kerja	18136 kg
<i>Bucket</i>	Kapasitas <i>Bucket</i>	2,7-4,4 m ³ (3,5-5,8 yd ³)
Transmisi	Mundur – 1 dan Maju - 1	6,9 km/j
	Mundur – 2 dan Maju - 2	12 km/j
Kapasitas Isi Ulang Servis	Tangki Bahan Bakar	275 l

Sumber : Paul Johnson (2001)



Gambar 2.15 Wheel Loader CAT 950L

Produksi *wheel loader* dapat dihitung menggunakan persamaan dibawah ini :

$$Q = q \times \frac{60}{C_m} \times E \quad (2.12)$$

Dimana :

Q = produksi per jam (m^3/jam)

q = produksi per siklus (m^3)

C_m = waktu siklus (menit)

E = efisiensi kerja

Sedangkan kapasitas *bucket wheel loader* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Rochmanhadi, 1985) :

$$q = q_1 \times K \quad (2.13)$$

Dimana :

q₁ = kapasitas munjung (penuh) yang tercantum dalam spesifikasi

K = faktor *bucket*

Tabel 2.22 Faktor *Bucket Wheel Loader*

	Kondisi pemuatan	Faktor
Pemuatan ringan,	Pemuatan material/bahan dari <i>stockpile</i> atau dari material yang telah dikeruk oleh <i>excavator</i> lain, dengan tidak memerlukan lagi daya gali dan bahan dapat dimuat munjung ke dalam <i>bucket</i> . Contoh : pasir, tanah berpasir, tanah koloidal dengan kadar air sedang dll.	1,0 ÷ 0,8
Pemuatan sedang,	Pemuatan dari <i>stockpile</i> tanah lepas yang lebih sukar dikeruk dan dimasukkan kedalam <i>bucket</i> tetapi dapat dimuat sampai hamper munjung (antara peres dan penuh). Contoh : pasir kering, tanah berpasir, tanah	0,8 ÷ 0,6

	Kondisi pemuatan	Faktor
	campur tanah liat, tanah liat, <i>gravel</i> yang belum disaring, pasir padat dan sebagainya, atau menggali dan memuat <i>gravel</i> lunak langsung dari bukit asli.	
Pemuatan yang agak sulit,	Pemuatan batu belah atau batu cadas belah, tanah liat yang keras pasir campur <i>gravel</i> , tanah berpasir, tanah koloidal 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.	$0,6 \div 0,5$
Pemuatan yang sulit,	Batu bongkah besar – besar dengan bentuk yang 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 tidak bisa dimuat – digusur ke dalam <i>bucket</i> .	$0,5 \div 0,4$

Sumber : Rochmanhadi (1985)

Kapasitas *bucket* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut (Rochmanhadi, 1985) :

- Kapasitas peres

$$Vs = AW - \frac{2}{3}a^2b \quad (2.14)$$

- Kapasitas munjung

$$Vr = Vs + \frac{b^2W}{8} - \frac{b^2}{6} \times (a + c) \quad (2.15)$$

Dimana :

- A = penampang melintang ditengah – tengah *bucket* (mm²)
- W = lebar dalam rata – rata dari *bucket* (mm)
- a = tinggi penahan tumpahan di tengah – tengah *bucket* tegak lurus pada garis operasi (mm)
- b = panjang bukaan pada tengah – tengah *bucket* (mm)
- c = panjang garis normal ke garis operasi

Faktor *blade* dalam pekerjaan penggusuran tanah perlu diperhitungkan karena dapat mempengaruhi produksi alat, besarnya dipengaruhi oleh jenis tanah.

Waktu siklus *wheel loader* untuk menggusur, ganti *persnelling*, dan mundur, diperhitungkan dengan rumus berikut :

- Pada permukaan melintang

$$Cm = \frac{D}{F} + \frac{D}{R} + Z \quad (2.16)$$

- Pada permukaan bentuk V

$$Cm = 2 \times \frac{D}{F} + 2 \times \frac{D}{R} + Z \quad (2.17)$$

- Pada muat – angkut

$$Cm = 2 \times \frac{D}{F} + Z \quad (2.18)$$

Dimana :

Cm = waktu siklus (menit)

D = jarak angkut (m)

F = kecepatan maju (m/menit)

R = kecepatan mundur (m/menit)

Z = waktu tetap (menit)

Faktor waktu tetap juga mempengaruhi pada saat perhitungan waktu siklus. Sehingga diperlukan data mengenai waktu tetap. Faktor waktu tetap *wheel loader* dapat dilihat pada tabel berikut ini,

Tabel 2.23 Waktu Tetap *Wheel Loader*

	Pemuatan bentuk V	Pemuatan melintang	Muat & Angkut
Mesin gerak langsung	0,25	0,35	-
Mesin gerak hidrolis	0,20	0,30	-
Mesin gerak <i>lordflow</i>	0,20	0,30	0,35

Sumber : Rochmanhadi (1985)

2.4.5 *Vibrator Roller*

Vibrator roller adalah alat berat yang digunakan untuk menggilas, memadatkan hasil timbunan, sehingga kepadatan tanah yang dihasilkan lebih sempurna.

Vibration roller adalah termasuk *tandem roller*, yang cara pemampatannya menggunakan efek getaran yang sangat cocok digunakan pada jenis tanah pasir atau kerikil berpasir. Efisiensi pemampatan yang dihasilkan sangat baik, karena adanya gaya dinamis terhadap tanah. Butir – butir tanah cenderung akan mengisi bagian – bagian yang kosong yang terdapat di antara butir – butirnya.

Vibration roller adalah termasuk *tandem roller*, yang cara pemampatannya menggunakan efek getaran yang sangat cocok digunakan pada jenis tanah pasir atau kerikil berpasir. Efisiensi pemampatan yang dihasilkan sangat baik, karena adanya gaya dinamis terhadap tanah. Butir – butir tanah cenderung akan mengisi bagian – bagian yang kosong yang terdapat di antara butir – butirnya.

Dengan alat ini jenis material seperti pasir, kerikil dan batuan pecah dapat dipadatkan dengan lebih baik karena alat ini memberikan tekanan dan getaran terhadap material di bawahnya. Dengan adanya getaran maka partikel yang lebih kecil mengisi rongga di antara partikel-partikel yang lebih besar. Dengan adanya tekanan statis maka tanah akan padat dengan kekosongan minimum.

Alat yang mempunyai roda depan besi dan roda belakang karet digunakan untuk pemadatan tanah. Pada roda karet terdapat kembang yang berfungsi untuk menjaga agar alat tidak mengalami *slip*. Yang termasuk *vibrating compactor* adalah *vibrating padded drum roller* dan *vibrating steel drum roller*. Alat dengan roda depan dan belakang yang terbuat dari besi (*vibrating padded drum roller*) digunakan untuk pemadatan aspal. Alat ini mampu untuk memadatkan lapisan berkisar pada kedalaman antara 7,5 sampai 15 cm. Akan tetapi, *vibrating steel drum roller* yang besar dapat melakukan pemadatan hingga mencapai kedalaman 1 meter.

Vibrator roller mempunyai efisiensi pemadatan yang sangat baik. Alat ini memungkinkan digunakan secara luas dalam tiap jenis pekerjaan pemadatan.

Efek yang diakibatkan *vibrator roller* adalah gaya dinamis terhadap tanah. Butir – butir tanah cenderung mengisi bagian – bagian kosong yang terdapat di

antara butir – butirnya. Sehingga akibat getaran ini tanah menjadi padat, dengan susunan yang lebih kompak.

Ada 3 faktor yang perlu diperhatikan dalam proses pemadatan dengan menggunakan *vibrator roller* :

1. Frekuensi getaran
2. Amplitude getaran
3. Gaya sentrifugal

Sistem pendorong, vibrasi dan sistem mengemudi dioperasikan oleh tekanan hidrostatik, untuk menjamin penanganan yang termudah. Berikut jenis *vibrator roller* dan spesifikasinya :

1. *Vibrator Roller* CAT CS533E

Soil compactor CS533E menawarkan kinerja pemadatan, kecepatan, dan kerataan permukaan tinggi guna memaksimalkan produktivitas serta menghasilkan keandalan dan ketahanan yang luar biasa. Berikut merupakan spesifikasi dari CAT CS533E.

Tabel 2.24 Spesifikasi *Vibrator Roller* CAT CS533E

Bobot	Bobot Kerja – dengan Kabin	10840 kg
Spesifikasi Kerja	Lebar Pemadatan	2134 mm
	Kecepatan <i>Travel</i> – Maksimum	12 km/j
<i>Engine</i>	Daya Kotor	97 kW
Dimensi	Lebar <i>Drum</i>	2134 mm
	Diameter <i>Drum</i>	1534 mm
Kapasitas Isi Ulang Servis	Kapasitas Tangki Bahan Bakar	200 l

Sumber : Paul Johnson (2001)



Gambar 2.16 *Vibrator Roller* CAT CS533E

2. *Vibrator Roller CAT CS56B*

Vibratory soil compactor CS56B mengombinasikan produktivitas kelas dunia dengan kenyamanan operator yang luar biasa serta melanjutkan warisan ketahanan, keandalan, dan kemudahan servis yang Anda harapkan dari alat berat CAT. Berikut merupakan spesifikasi dari CS56B.

Tabel 2.25 Spesifikasi *Vibrator Roller CAT CS56B*

Bobot	Bobot Kerja – dengan Kabin	11555 kg
	Bobot – <i>Drum</i> dengan Kabin	6355 kg
Spesifikasi Kerja	Lebar Pemasatan	2134 mm
	Kecepatan <i>Travel</i> – Maksimum	11,4 km/j
<i>Engine</i>	Daya Kotor	116,5 kW
Dimensi	Lebar <i>Drum</i>	2134 mm
	Diameter <i>Drum</i>	1534 mm
Kapasitas Isi Ulang Servis	Kapasitas Tangki Bahan Bakar	242 l

Sumber : Paul Johnson (2001)



Gambar 2.17 *Vibrator Roller CAT CS56B*

3. *Vibrator Roller CAT CS533E XT*

Soil compactor CS533E XT menawarkan kinerja pemasatan, kecepatan, dan kerataan permukaan tinggi guna memaksimalkan produktivitas serta menghasilkan keandalan dan ketahanan yang luar biasa. Berikut merupakan spesifikasi dari CS533E XT.

Tabel 2.26 Spesifikasi *Vibrator Roller CAT CS533E XT*

Bobot	Bobot Kerja – dengan Kabin	12360 kg
	Bobot – <i>Drum</i> dengan Kabin	7030 kg

Spesifikasi Kerja	Lebar Pemadatan	2134 mm
	Kecepatan <i>Travel</i> – Maksimum	12 km/j
<i>Engine</i>	Daya Kotor	97 kW
Dimensi	Diameter <i>Drum</i>	1534 mm
	Lebar <i>Drum</i>	2134 mm
Kapasitas Isi Ulang Servis	Kapasitas Tangki Bahan Bakar	200 l

Sumber : Paul Johnson (2001)



Gambar 2.18 Vibrator Roller CAT CS533E XT

Produksi *vibrator roller* dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini (Rochmanhadi, 1982) :

$$Q = \frac{(V \times 1000) \times B \times T \times E}{N} \quad (2.19)$$

Dimana :

- Q = Produksi per jam (m³/jam)
- B = Diameter drum (m)
- V = Kecepatan operasi alat (km/jam)
- T = Tebal pemadatan
- E = Efisiensi kerja
- N = Jumlah lintasan

2.5 Komponen Biaya Alat Berat

Cara untuk menganalisa harga satuan pekerjaan harus ditinjau semua biaya yang menyangkut atau biaya yang mempengaruhi tersebut yaitu :

1. Biaya kepemilikan (*owner ship*), yaitu biaya kepemilikan alat yang harus diperhatikan selama alat yang bersangkutan dioperasikan, apabila alat tersebut milik sendiri. Biaya ini harus diperhitungkan karena pada waktu tertentu alat sudah tidak dapat memproduksi lagi, yang disebut sebagai depresiasi.
2. Mobilisasi, yaitu pengadaan alat ke proyek konstruksi yang perlu diperhitungkan karena alat – alat berat pada umumnya kecuali *truck* tidak berjalan sendiri menuju lokasi. Harga mobilisasi, dapat dilihat pada tabel berikut ini,

Tabel 2.27 Harga Satuan Mobilisasi Alat

Alat Berat	Harga Satuan
<i>Excavator</i>	Rp. 5.000.000,-
<i>Dump Truck</i>	Rp. 150.000,-
<i>Bulldozer</i>	Rp. 4.000.000,-
<i>Wheel Loader</i>	Rp. 5.000.000,-
<i>Vibrator Roller</i>	Rp. 5.000.000,-

Sumber : PT. Nidya Karya Putri

3. Biaya penyewaan alat, dalam suatu proyek konstruksi penggunaan alat berat selain menggunakan alat milik pribadi dapat juga dengan penyewaan, yang dalam proses penetapan biaya penyewaan peralatan tersebut terdapat ketentuan – ketentuan yang telah dikeluarkan Departemen Pekerjaan Umum. Harga sewa alat, dapat dilihat pada tabel berikut ini,

Tabel 2.28 Harga Sewa Alat

Alat Berat	Harga Sewa
<i>Excavator</i> 80 – 140 HP	Rp. 539.000,- per jam
<i>Excavator</i> 140 – 190 HP	Rp. 590.000,- per jam
<i>Dump Truck</i>	Rp. 195.000,- per jam
<i>Bulldozer</i> 100 – 150 HP	Rp. 523.000,- per jam
<i>Bulldozer</i> 150 – 200 HP	Rp. 570.000,- per jam
<i>Wheel Loader</i> 1,0 – 1,7 m ³	Rp. 422.000,- per jam
<i>Wheel Loader</i> 1,8 – 2,5 m ³	Rp. 486.000,- per jam
<i>Wheel Loader</i> 2,6 – 3,4 m ³	Rp. 550.000,- per jam

Alat Berat	Harga Sewa
<i>Vibrator Roller</i>	Rp. 265.000,- per jam

Sumber : PT. Nidya Karya Putri

4. Jam operasi atau waktu kerja, efisiensi waktu dibutuhkan guna tercapainya hasil kerja yang tepat sesuai dengan rencana. Dalam penentuan tenaga kerja, perlu diperhatikan beberapa faktor antara lain :
 - a. Jam operasional normal, yaitu lama waktu kerja pada setiap hari kerja (senin – sabtu) ditetapkan selama 7 jam/hari dengan upah kerja sebesar upah kerja normal.
 - b. Jam operasional lembur, yaitu dihitung dari lama kerja yang melebihi batas waktu kerja normal (7 jam/hari) dan dilaksanakan diluar jam operasi normal untuk hari kerja atau penambahan jumlah hari kerja perminggu (hari minggu). Harga satuan upah, dapat dilihat pada tabel berikut ini,

Tabel 2.29 Harga Satuan Upah

Keterangan	Harga Upah
Pekerja	Rp. 10.935,71 per jam
Tukang	Rp. 11.650,00 per jam
Mandor	Rp. 13.078,57 per jam

Sumber : PT. Nidya Karya Putri