

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Infrastuktur khususnya jalan berdampak besar terhadap kemudahan/ kelayakan mobilitas masyarakat sekitar karena dapat mendukung pembangunan berkelanjutan kegiatan ekonomi dan pembangunan sosial masyarakat. Fasilitas pendukung lainnya untuk mendorong pertumbuhan ekonomi, pariwisata dan meningkatkan taraf sosial. Untuk menghindari optimalisasi lokal yang tidak konstruktif, penting untuk mempertimbangkan kembali peran transportasi dalam menjamin pembangunan berkelanjutan dan daya saing daerah di Indonesia.

2.2 Pengertian Alat Berat

Alat-alat berat yang sering dikenal di dalam ilmu Teknik Sipil merupakan alat yang digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan pembangunan suatu struktur bangunan. Alat berat merupakan faktor penting di dalam proyek, terutama proyek proyek konstruksi maupun pertambangan dan kegiatan lainnya dengan skala yang besar.

Tujuan dari penggunaan alat-alat berat tersebut adalah untuk memudahkan manusia dalam mengerjakan pekerjaannya, sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai dengan lebih mudah dengan waktu yang relatif lebih singkat.

Penggunaan alat berat yang kurang tepat dengan kondisi dan situasi lapangan pekerjaan akan berpengaruh berupa kerugian, antara lain rendahnya produksi, tidak tercapainya jadwal atau target yang telah ditentukan atau kerugian biaya perbaikan yang tidak semestinya. Oleh karena itu, sebelum menentukan tipe dan jumlah peralatan sebaiknya dipahami terlebih dahulu fungsinya (Fadillah, 2020).

2.3 Managemen Alat Berat

Manajemen pemilihan dan pengendalian alat berat adalah proses perencanaan, mengorganisasi dan pengendalian alat berat untuk mencapai tujuan tertentu. Beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam pemilihan alat berat agar tidak terjadi kesalahan dalam pemilihan alat berat, antara lain sebagai berikut:

1. Fungsi-fungsi yang harus dijalankan. Alat berat dikelompokkan berdasarkan fungsinya seperti penggalian, pengangkutan dan perataan.
2. Kapasitas peralatan. Pemilihan berdasarkan pada total volume atau berat material yang akan dikerjakan. Kapasitas alat berat yang dipilih harus sesuai, agar mampu menyelesaikan pekerjaan dalam waktu yang ditentukan.
3. Cara kerjanya. Alat berat yang dipilih berdasarkan orientasi/ arah (horizontal atau vertikal) dan jarak tempuh, kecepatan dan frekuensi gerakan.
4. Kendala yang mempengaruhi pemilihan alat berat antara lain peraturan lalu lintas, biaya dan pembongkaran.
5. Biaya sewa peralatan, biaya operasi dan pemeliharaan merupakan faktor penting dalam pemilihan alat berat.
6. Lokasi Proyek merupakan hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan alat berat.
7. Kondisi lapangan dengan medan yang sulit ataupun medan yang baik merupakan faktor yang mempengaruhi pemilihan alat berat.

2.4 Produktifitas Alat Berat

Dalam pelaksanaan proyek yang dilakukan dengan menggunakan alat berat. Pada saat memulai pelaksanaan, kontraktor akan memilih alat berat yang akan digunakan untuk proyek tersebut.

Produktifitas merupakan rasio antara hasil produksi dengan total daya yang digunakan. Dalam dunia konstruksi, rasio produktifitas adalah nilai yang dihitung selama proses konstruksi.

Kesuksesan proyek konstruksi tergantung pada efektifitas pengolahan sumberdaya yaitu biaya tenaga kerja, material, metode pelaksanaan dan alat berat yang digunakan.

Faktor manusia menjadi penentu untuk mencapai tingkat produktifitas yang ditetapkan. Untuk mencapai tingkat produktifitas yang diinginkan dan meminimalkan resiko yang mungkin terjadi serta mengutamakan keselamatan dan kesehatan kerja, maka harus memahami kemampuan yang diakibatkan oleh kondisi lokasi proyek.

Kemampuan alat dalam satuan waktu (m^3/jam) dan alat berat merupakan faktor penting dalam dunia konstruksi khususnya pada proyek proyek dengan skala yang besar. Tujuan penggunaan alat berat tersebut untuk memudahkan manusia dalam mengerjakan pekerjaan dengan waktu efektif yang sesuai dengan ditentukan. Produktifitas alat bergantung pada kapasitas, waktu siklus alat dan efisiensi alat.

2.5 Pengertian Cut and Fill

Pekerjaan cut & fill adalah proses pemindahan tanah atau batuan dari lokasi galian ke lokasi timbunan dan memprosesnya sehingga memenuhi persyaratan konstruksi di lokasi seperti ketinggian dan kepadatan (Turalaki et al., 2018)

Tujuan penggunaan alat-alat berat untuk memudahkan dalam mengerjakan pekerjaannya sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai dengan waktu yang relatif singkat. Dalam penggunaan alat berat untuk pekerjaan cut and fill pada proyek skala besar diperlukan perencanaan yang baik agar tidak terjadi keterlambatan yang dapat menyebabkan terjadinya pembengkakan biaya proyek (Pangestu et al., 2022)

2.6 Sifat Fisik Material Tanah

Material yang ada saat ini sangat beraneka ragam, baik jenis, bentuk, dan sebagainya. Oleh karena itu alat yang dapat dipergunakan untuk memindahkan material juga beraneka ragam. Yang dimaksud dengan material dalam bidang

pemindahan tanah (*earth moving*) meliputi tanah, batuan, vegetasi (pohon, semak belukar, dan alang-alang) dimana kesemuanya mempunyai karakteristik dan sifat fisik masing-masing yang berpengaruh besar terhadap alat berat terutama dalam hal:

- a) Menentukan jenis alat yang akan digunakan dan taksiran kapasitas produksinya.
- b) Perhitungan volume pekerjaan.
- c) Kemampuan kerja alat pada kondisi material yang ada.

Dengan demikian, harus diperlukan kesesuaian alat dengan kondisi material. Jika tidak, maka akan menimbulkan kesulitan berupa tidak efisiennya alat tersebut sehingga akan menimbulkan kerugian karena banyaknya "*loss time*".

2.7 Perubahan Kondisi Material

Perubahan kondisi material adalah perubahan berupa penambahan atau pengurangan volume material (tanah) yang diganggu dari bentuk aslinya. Dari faktor tersebut bentuk material dibagi dalam 3 keadaan .

Keadaan material yang masih alami dan belum mengalami gangguan teknologi disebut keadaan asli (bank). Dalam keadaan seperti ini butiran-butiranyang 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.

2.7.1 Keadaan Lepas

Keadaan material (tanah) setelah dilakukan pengerjaan (*disturb*), tanah demikian misalnya terdapat di *depan dozer blade*, di atas *truck*, di dalam *bucket* dan sebagian material yang tergal dari tempat asalnya, akan mengalami perubahan volume (mengembang). Hal ini disebabkan adanya penambahan

rongga udara diantara butiran - butiran tanah. Ukuran volume tanah dalam keadaan lepas biasanya dinyatakan dalam loose measure = Loose Cubic Meter (LCM) yang besarnya sama dengan $BCM + \% \text{ swell} \times BCM$ dimana faktor “swell” tergantung jenis tanah. Dengan demikian dapat dimengerti bahwa LCM mempunyai nilai yang lebih besar dari BCM.

2.7.2 Keadaan Padat

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 di antara partikel-partikel tanah tersebut. Dengan demikian volumenya berkurang, sedangkan beratnya tetap. Volume tanah setelah diadakan pemadatan, mungkin lebih besar atau mungkin juga lebih kecil dari volume dalam keadaan bank, hal ini tergantung dari usaha pemadatan yang dilakukan. Ukuran volume tanah dalam keadaan padat biasanya dinyatakan dalam *compact measure = Compact Cubic Measure (CCM)*. Sebagai gambaran berikut disajikan tabel mengenai faktor kembang tanah

Tabel 2.1 Swelling Factor

Jenis tanah	Swell (%BM)
Pasir	5-10
tanah permukaan	10-25
Tanah biasa	20-45
Lempung	30-60
Batu	50-60

Sumber : Tenrisukki (2003)

Perlu diketahui bahwa angka – angka yang tertera pada Tabel 2.2. di atas tidak pasti tergantung dari berbagai faktor yang dijumpai secara nyata di lapangan. Selain itu perlu diketahui faktor tanah yang dapat berpengaruh terhadap produktivitas alat berat

yaitu berat material, kekerasan, dan daya ikat (*cohesivity*).

Sebagai contoh untuk tabel di atas adalah sebagai berikut:

Tanah biasa pada keadaan asli (*Bank*) : 1 m³

Swell 20% - 45% (tanah biasa) : 0.2 – 0.45 m³

Volume dalam keadaan Lepas (*Loose*) : 1.2 – 1.45 m³

Dalam perhitungan produksi, material yang didorong atau digusur dengan menggunakan *blade*, yang dimuat dengan bucket atau *vessel*, kemudian dihampar adalah dalam kondisi gembur. Untuk menghitung volume tanah yang telah diganggu dari bentuk aslinya, dengan melakukan penggalian material tersebut, atau melakukan pemadatan dari material yang sudah gembur ke padat, perlu dikalikan dengan suatu faktor yang disebut “faktor konversi” yang dapat dibaca dengan mudah pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Faktor Konversi Volume Tanah

Jenis Material	Kondisi	Perubahan Kondisi		
	Awal	Awal	Gembur	Padat
Sand/Tanah Berpasir	(A)	1,00	1,11	0,99
	(B)	0,90	1,00	0,80
	(C)	1,05	1,17	1,00
Sand Clay/Tanah Biasa	(A)	1,00	1,25	0,90
	(B)	0,80	1,00	0,72
	(C)	1,11	1,39	1,00
Clay/Tanah Liat	(A)	1,00	1,25	0,90
	(B)	0,70	1,00	0,72
	(C)	1,11	1,39	1,00
Gravelly Soil/ Tanah Berkerikil	(A)	1,00	1,25	1,08
	(B)	0,85	1,00	0,91
	(C)	0,93	1,59	1,00
Kerikil Besar Dan Padat	(A)	1,00	1,42	1,08
	(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, Basalt, 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 Broken Rock	(A)	1,00	1,75	1,40
	(B)	0,57	1,00	0,80
	(C)	0,71	1,24	1,00
Ledaka 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 : Tenrisukki (2003)

2.8 Rencana Metode Kerja dan Pelaksanaan Pekerjaan

Secara garis besar lingkup pekerjaan proyek meliputi :

1. Pekerjaan galian tanah
2. Pekerjaan timbunan tanah

Tabel 2.3 Tahapan Pekerjaan Tanah

TAHAP PEKERJAAN	BAGIAN PEKERJAAN	ALAT YANG DIGUNAKAN
Galian Tanah	Penggalian tanah asli Pembuangan tanah galian	Excavator Dump Truck
Timbunan Tanah	Penghamparan tanah Peralatan tanah Pemadatan tanah	Bulldozer Motor grader Vibro roller

Sumber : Hasil Pengamatan

2.8.1 Pekerjaan Galian Tanah

Pekerjaan ini terdiri dari penggalian, pengangkutan, pembuangan, penimbunan hasil galian dari material hasil galian dan timbunan material pilihan sebagaimana tercantum dalam kontrak. Pekerjaan ini pada umumnya dilaksanakan untuk menghilangkan lapisan tanah atas (top soil), untuk borrow material, atau untuk pembuangan waste material, dan untuk pembentukan tanah sesuai dengan Spesifikasi dan sesuai dengan yang ditampilkan pada gambar atau sebagaimana diarahkan oleh Direksi Pekerjaan.

Urutan kerja:

1. Pekerjaan galian tanah digali menggunakan excavator

dan diangkut dengan dump truck.

2. Kedalaman tanah yang akan digali atau dipindahkan tergantung dari elevasi rencana.

Peralatan yang dibutuhkan:

1. Excavator
2. Dump truck

2.8.2 Pekerjaan Timbunan Tanah

Pekerjaan timbunan tanah ini mencakup pengadaan, pengangkutan, penghamparan dan pemadatan tanah atau bahan granular yang disetujui untuk timbunan sesuai dengan garis, kelandaian, dan elevasi penampang melintang yang disyaratkan atau disetujui.

Urutan kerja:

1. Sebelum memulai pekerjaan, material timbunan harus sesuai dengan spesifikasi yang diisyaratkan.
2. Material timbunan dihamparkan setebal maksimal lapisan yang diijinkan dalam spesifikasi teknis dengan menggunakan bulldozer.
3. Setelah proses penghamparan maka diratakan dengan menggunakan motor grader dengan kemiringan yang telah direncanakan.
4. Setelah proses penempatan dan penghamparan timbunan, setiap lapis dipadatkan dengan alat pemadat vibration roller.
5. Seluruh permukaan akhir timbunan yang terekspos harus cukup rata dan harus memiliki kelandaian yang cukup untuk menjamin aliran air permukaan yang bebas.

Peralatan yang dibutuhkan :

1. Bulldozer
2. Motor Grader

3. Vibration Roller

2.9 Alat Berat yang Dibutuhkan Pekerjaan *Cut And Fill*

2.9.1 Excavator

Excavator/backhoe merupakan alat berat yang biasa digunakan dalam dunia konstruksi. Mempunyai bucket (ember keruk) disebut dipper, ruang mengemudi disebut house dan bisa berputar arah 360 derajat.

Ada 2 jenis excavator berdasarkan jenis roda, excavator yang mempunyai roda dari ban biasa digunakan untuk jalan padat dan rata disebut “wheels excavator” dan “crawler excavator” yang mempunyai roda dari rantai besi yang fungsinya untuk mempermudah berjalan di jalanan yang tidak padat atau mendaki. Tunggai excavator dioperasikan dengan sistem engsel (winches) yang ditarik oleh mesin hydraulic dengan menggunakan kawat besi. Termasuk alat penggali hidraulis memiliki bucket yang dipasang di depannya, yang dimaksud dengan alat penggali hidraulis adalah alat yang bekerja karena adanya tekanan hidraulis pada mesin di dalam pengoperasiannya.

Excavator memiliki fungsi utama untuk menggali dan memuat tanah galian kedalam dump truck ke lokasi pembuangan. Penggunaan excavator sangat jauh lebih efisien dibandingkan jika pekerjaan itu dilakukan oleh manusia secara langsung. Excavator dirancang untuk melakukan pekerjaan sesuai tujuannya di segala medan.

Excavator yaitu alat untuk penggali, pengangkat maupun pemuat tanpa harus berpindah tempat menggunakan tenaga power take off dari mesin yang dimiliki, yang terdiri dari tiga bagian utama sebagai berikut:

1. Bagian atas yang dapat berputar (revolving unit).
2. Bagian bawah untuk berpindah tempat (travelling unit).
3. Bagian-bagian tambahan (attachment) yang dapat diganti yang sesuai.

Dengan demikian dikatakan bahwa menghitung produktifitas dipakai dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas (Q)} = \frac{Q \times 60 \times E}{CM} \text{ m}^3/\text{jam}$$

Dimana :

Q = Produksi per siklus (m³)

Q = KB x BF

KB = Kapasitas Bucket

BF = Bucket Factor



Gambar 2. 1 Excavator

Sumber : Pengamatan di lapangan

- a. Faktor pengisian bucket ialah keadaan pengisian pada waktu menggali yang kadang-kadang penuh, kadang-kadang peres dan mungkin malah kurang.

Tabel 2. 4 Bucket Faktor (BF) Excavator

Ringan	Menggali dan memuat material yang telah dikeruk oleh <i>excavator</i> lain, yang tidak membutuhkan gaya gali ekstra dan dapat dimuat dalam bucket	1,00- 0,00
Sedang	Menggali dan memuat <i>stockpile</i> lepas dari tanah yang lebih sulit untuk digali dan dikeruk tetapi dapat dimuat hampir munjung. Pasir kering, tanah berpasir, tanah campuran tanah liat, tanah liat gravel yang belum disaring, pasir yang telah memadat dan sebagainya, atau menggali	0,80-0,60

dan memuat gravel langsung dari bukit gravel asli.

Agak Sulit	Menggali dan memuat -batu pecah, tanah liat yang keras, pasir campur kerikil, tanah berpasir, tanah koloidal liat, tanah Liat dengan kadar air tinggi yang telah di <i>stockpile</i> oleh <i>excavator</i> lain. Sulit untuk mengisi <i>bucket</i> dengan material tersebut.	0,60 – 0,50
Sulit	Teratur dengan ruangan diantaranya Batuan hasil ledakan , batuan bundar, pasir campur tanah liat, tanah liat yang sulit untuk dikeruk dengan <i>bucket</i> .	0,50 -0,40

Sumber: Rochmandi,1985

Tabel 2. 5 Faktor Waktu Gali Excavator

Kedalaman Galian	Kondisi Penggalian			
	Ringan	Sedang	Agak Sulit	Sulit
	(detik)	(detik)	(detik)	(detik)
0m - 2m	7	9	15	26
2m - 4m	8	11	17	28
4m - lebih	9	13	19	30

- b. Perhitungan cycle time yang diperlukan untuk menggali, swing dua kali dan buang/memuatkan ke dump truck dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$T = t_1 + (2 \times t_2) + t_3 \quad (4)$$

Dimana :

t1 = Waktu menggali,

t2 = Waktu putar,

t3 = Waktu buang

Tabel 2. 6 Faktor Waktu Putar Excavator

Sudut Putar	Waktu Putar (detik)
45 - 90	4 - 7
90 - 180	5 - 8

2.9.2 Dump Truck

Pemilihan alat angkut sangat mempengaruhi barang yang akan diangkut, kondisi medan di lokasi proyek juga tergantung pada fungsi alat angkut yang digunakan. Dalam proyek konstruksi, alat angkut yang digunakan adalah dump truck.

Alat pengangkut atau lebih sering disebut dump truck mempunyai fungsi untuk mengangkut material seperti tanah, pasir, batuan untuk proyek konstruksi. Kapasitas bak penampung *truck* terdiri dari *struck capacity* (kapasitas peres) dan *heaped capacity* (kapasitas menunjang). *Struck capacity* adalah kapasitas alat yang muatannya mencapai ketinggian dari bak penampung. Jenis material yang lepas dengan daya letak rendah seperti pasir dan krikil umumnya tidak bisa menunggung, jadi pengangkutannya dalam kapasitas peres. *Heaped capacity* adalah kondisi muatan mencapai ketinggian lebih dari ketinggian bak. Karena tanah liat mempunyai daya lekat antar butir yang cukup besar maka kapasitas pengangkutan tanah liat dapat mencapai kapasitas.

Produktivitas *dump truck* per jam dapat di hitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Produktifitas (Q)} = \text{kapasitas} \times \frac{60}{\text{CM}} \times \text{efisiensi}$$

Dimana :

$$Q = \text{Produksi per siklus (m}^3\text{/jam)}$$

$$q = \text{Produksi per siklus (m}^3\text{)}$$

$$E = \text{Efisiensi alat}$$

$$\text{Cm} = \text{Waktu siklus dump truck (detik)}$$

Rumus menghitung produksi per siklus sebagai berikut:

$$q = \text{KB} \times \text{BF}$$

dimana :

KB = Kapasitas Bucket

BF = Bucket Factor

Sebelum menghitung produktivitas diperlukan menghitung waktu siklus pekerjaan alat-alat dengan rumus sebagai berikut :

$$C_m = T_1 + T_2 + T_3 + T_4$$

Dimana :

$$T_1 = \frac{cd}{q_1} \times k \times C_m$$

$$T_2 = \text{waktu pengangkutan} = T_h = \frac{P}{v_1} \text{ menit}$$

$$T_3 = \text{waktu kembali} = T_r = \frac{P}{v_2}$$

T4 = waktu lain-lain (menit)

Cm = Cycle Time Excavator

$$T_1 = \frac{12}{9} \times 0.8 \times 22 = 3,91 \text{ menit}$$



Gambar 2. 2 Dump Truck

2.9.3 Bulldozer

Pada proyek konstruksi terdapat bermacam – macam alat pengolah lahan seperti *dozer, ripper, motor grader, dan scraper*. Fungsi alat pengolah lahan adalah antara lain : (1) mengupas lapisan permukaan, (2) membuka jalan baru, dan (3)

menyebarkan material. *Dozer* merupakan traktor yang dipasang pisau (*blade*) dibagian depannya. Pisau berfungsi untuk mendorong, atau memotong material yang ada didepan.

Bulldozer merupakan sebuah traktor rantai yang berfungsi untuk pekerjaan menggali, menggusur, mendorong tanah atau material dan menarik log atau portable camp yang dapat dioperasikan dimedan yang berbukit, berbatu maupun tanah lumpur.

Bulldozer dapat beroperasi pada area lunak hingga keras dan mampu beroperasi pada daerah miring dengan sudut kemiringan tertentu atau berbukit, jarak dorong efisien bulldozer berkisar antara 25 - 40 meter dan tidak lebih dari 100 meter, dan jarak mundur bulldozer tidak boleh terlalu jauh, bila perlu gerakan mendorong dilakukan secara estafet.

$$\text{Produktifitas} = \frac{KB \times 60 \times FK}{\left(\frac{J}{F}\right) + \left(\frac{J}{R}\right) + Z}$$

Dimana :

TP = taksiran produksi

(m³/jam)Kb = kapasitas

blade (m³)

Fk = faktor koreksi

J = jarak dorong (m)

F = kecepatan maju (m/menit)

R = kecepatan mundur (m/menit)

Z = waktu tetap (menit)



Gambar 2. 3 Bulldozer

Tabel 2. 7 Factor Blade Bulldozer

No	Jenis Pekerjaan Situasi	Kondisi Material Di Lokasi	Blade Factor
1	Mudah	lunak, stock pile, berpasir	1,1 - 0,9
2	Sedang	tanah kerikil, pasir, batu pecah	0,9 - 0,7
3	Agak sulit	sirtu, tanah cadas	0,7 - 0,6
4	Sulit	batu kali, hasil ledakan	0,6 - 0,4

Sumber: Rochmandi, 1985

2.9.4 Motor Grader

Untuk keperluan perataan tanah, digunakan grader, disamping itu untuk membentuk permukaan yang dikehendaki. Hal ini bisa dilaksanakan karena blade dari grader dapat diatur sedemikian rupa. Motor grader digunakan untuk mengupas, memotong, meratakan suatu pekerjaan tanah, terutama pada tahap finishing agar diperoleh hasil pekerjaan dengan kerataan dan ketelitian yang optimal (Tenrisukki, 2003).

$$\text{Produktivitas (Q)} = \frac{J X ((Le - Lo) + Lo) S H X E X 60}{(n S T^3)} \text{ m}^3/\text{jam}$$

Dimana :

Q = Produksi per siklus (m^3)

Le = Lebar blade efektif

- Lo = Lebar overlap
- E = Efisiensi kerja
- W = lebar hamparan
- J = jarak antar STA
- H = tebal lapisan yang dikerjakan (m)
- n = jumlah lintasan yang dikerjakan (m)
- T1 = waktu perataan 1 lintasan
- T2 = waktu unloading
- T3 = cycle time



Gambar 2. 4 Motor grader

2.9.5 Vibrating Roller

Jenis lain dari tandem roller adalah *vibrating roller* (penggilas getar). *Vibrating roller* mempunyai efisiensi pemadatan yang sangat baik. Alat ini memungkinkan digunakan secara luas dalam tiap jenis pekerjaan pemadatan. Efek yang diakibatkan oleh *vibration 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.

Dalam proses pemadatan yang dilakukan dengan menggunakan *vibrating roller*, perlu diperhatikan faktor –

factor berikut : (1) frekuensi getaran, (2) amplitude getaran, dan (3) gaya sentrifugal yang bekerja. Sistem pendorong, *vibrasi* dan system mengemudi dioperasikan oleh tekanan *hidrostatik*, untuk menjamin penanganan yang termudah.

Produksi *vibrating roller* biasanya dinyatakan dalam luasan (m²) yang dapat dipampatkan oleh penggilas sampai kepampatan yang dikehendaki per satuan waktu. Untuk menghitung dapat digunakan Persamaan berikut:

$$Q = \frac{J X ((Le - Lo) + Lo) S H X E X 60}{(n S T^3)}$$

Dimana :

- Le = Lebar Blade Efektif
- Q = Produksi Per Siklus (m³)
- V = Kecepatan Kerja (m/Jam)
- Lo = Lebar *Overlap*
- E = Efisiensi Kerja
- W = Lebar Hampan
- H = Tebal Lapisan yang Di Kerjakan (m)
- N = Jumlah Lintasan yang Dikerjakan (m)

Yang dimaksud satu *pass* adalah satu lintasan dengan roda gilas melewati satu jalur tertentu. Agar dicapai hasil penggilasan dengan permukaan yang rata, maka tiap *pass* dengan *pass* yang berikutnya harus saling menindih (*overlap*) antara 15-30 cm.



Gambar 2. 5 Vibrating Roller

1. Faktor Efisiensi Waktu

Efisiensi waktu merupakan salah satu faktor yang harus diperhitungkan dalam penentuan taksiran produksi alat yang digunakan yang dinilai berdasarkan kondisi pekerjaan seperti ditampilkan pada Tabel 2.8 :

Tabel 2. 8 Efisiensi Waktu (Ft)

Efisiensi waktu	Faktor
Ideal	1,00
Baik	0,85
Sedang	0,75
Kurang	0,60

Sumber: Kapasitas Dan Produksi Alat-Alat Berat

(Komatsu Specifications And Application

Handbook) Edition – 7

2. Faktor Efisiensi Kerja

Sebagaimana efisiensi waktu, efisiensi kerja pun mutlak diperhitungkan untuk menentukan taksiran produksi alat dengan memperhatikan keadaan medan dan keadaan alat. Efisien kerja tergantung pada banyak faktor, seperti : topografi, keahlian operator, pemilihan standar pemeliharaan, dan sebagainya yang menyangkut operasi alat. Nilai efisiensi kerja ditunjukkan pada tabel 2.9

Tabel 2. 9 Faktor Efisiensi Kerja (E)

Kondisi operai alat	Pemeliharaan alat				
	Baik sekali	Baik	Sedang	Buruk	Buruk Sekali
Baik Sekali	0,83	0,81	0,76	0,70	0,63
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65	0,50
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: Kapasitas Dan Produksi Alat-Alat Berat

3. Faktor Efisiensi Operator

Sebagaimana efisiensi waktu dan efisiensi kerja, efisiensi operator mutlak harus di perhitungkan dalam penentuan taksiran produksi alat. Nilai efisiensi disini sangat dipengaruhi oleh ketrampilan operator yang mengoperasikan alat yang bersangkutan. Nilai efisiensi operator dapat dilihat pada tabel 2.11

Tabel 2. 10 Nilai Efisiensi Operator

Kondisi Kerja	Efisiensi
Baik	1,00
Normal	0,8
Jelek	0,7

Sumber : Ir. Riduan R.amin,M.T, Manajemen peralatan berat untuk jalan

4. Faktor Efisiensi Alat

Dalam pelaksanaan pekerjaan alat berat, faktor yang mempengaruhi produktivitas alat termasuk kinerja alat yang efisien. Bagaimana cara kerja alat ini bergantung pada beberapa hal yaitu :

1. Kemampuan operator
2. Pemilihan dan pemeliharaan alat
3. Topografi
4. Volume pekerja
5. Kondisi dan cuaca
6. Metode pelaksanaan

Cara yang dipakai untuk menentukan faktor efisiensi alat yaitu dengan menghitung waktu penggunaan alat secara efektif dalam satu jam.

2.10 Analisa Program Linier dengan Metode Simpleks

2.10.1 Program Linier

Persamaan linear adalah sebuah persamaan aljabar, yang tiap sukunya mengandung konstanta, atau perkalian konstanta dengan variabel tunggal (Nasution et al., 2016). Program linier menjelaskan suatu kasus sebagai suatu model matematik dimana terdapat suatu fungsi tujuan dengan beberapa fungsi kendala. Berikut merupakan langkah pengerjaan dalam menggunakan program linier :

1. Pembuatan Formulasi Permasalahan

Penggambaran dari formulasi permasalahan akan membentuk suatu tujuan dan batasan atau kendala berupa sumber daya, waktu serta alternative alternatif keputusan. Untuk membuat formulasi permasalahan perlu mengidentifikasi permasalahan dari suatu pekerjaan yang ditinjau serta dipertimbangkan dengan jelas.

Pembuatan formulasi permasalahan bertujuan untuk mendapatkan solusi optimal dari batasan-batasan atau kendala yang mempengaruhi dalam permasalahan. Solusi optimum dapat berupa biaya yang minimum maupun keuntungan maksimum.

2. Pembentukan Model Matematik

Pembentukan model matematik diperlukan untuk menggambarkan formulasi permasalahan secara ringkas dengan membentuk suatu fungsi tujuan dan fungsi tujuan (Siringoringo 2005). Terdapat Karakteristik pada model matematik, antara lain :

a. Variabel Keputusan

Merupakan variabel yang menguraikan secara lengkap keputusan keputusan yang akan dibuat (Marwarni 2008).

b. Fungsi Tujuan

Merupakan model matematik yang dibentuk untuk mendapatkan solusi dari tujuan yang akan dicapai. Dalam analisa fungsi tujuan akan diminimalkan atau dimaksimalkan tergantung pada tujuan yang akan dicapai.

c. Fungsi Kendala

Merupakan model matematik yang menggambarkan sumber daya yang membatasi dalam penentuan solusi optimum. Fungsi kendala juga dapat disebut sebagai fungsi pembatas karena memiliki tanda batas. Untuk persamaan tanda batas yang mewakili yaitu tanda (=), sedangkan untuk pertidaksamaan tanda batas yang mewakili yaitu tanda batas yang mewakili yaitu tanda (< atau >). (Siringoringo 2005).

Persoalan optimasi dengan menggunakan program linier terkadang melibatkan banyak pembatas dan banyak variable sehingga tidak mungkin diselesaikan dengan metode grafik. Oleh karena itu serangkaian prosedur matematik diperlukan dalam mencari solusi persoalan yang lebih rumit. Prosedur yang dapat

digunakan yaitu dengan metode simpleks.

2.10.2 Program Linier Metode Simplek

Program linier merupakan metode matematik yang mengalokasi sumber daya yang terbatas untuk mencapai suatu tujuan seperti memaksimalkan keuntungan dan meminimumkan biaya. Sedangkan metode simpleks yaitu suatu prosedur matematik untuk mencari solusi optimal dari suatu masalah pemrograman linier yang didasarkan pada proses iterasi. Untuk menggambarkan masalah atau kendala serta tujuannya, maka terlebih dahulu dibuat model matematis sebagai alat bantu dalam menganalisa keputusan (Qariatullailiyah, 2015).

Fungsi kendala dapat dibentuk dengan pertidaksamaan ($>$, $<$) dan persamaan ($=$). Fungsi kendala dengan pertidaksamaan $>$ mempunyai surplus variable, tidak ada slack variable sedangkan surplus variabel tidak bias menjadi variabel basis awal oleh karena itu harus ditambahkan satu variabel baru yang dapat berfungsi sebagai variabel basis awal. Variabel basis yang dapat berfungsi sebagai variabel basis awal hanya slack variabel dan *artificial* variabel (variabel buatan).

Jika semua fungsi kendala menggunakan pertidak samaan \leq maka variabel pada basis awal seluruhnya merupakan *slack* variabel. Untuk mendapatkan solusi optimal pada kasus seperti ini, maka hal ini dapat diselesaikan dengan metode simpleks biasa. Namun, jika fungsi kendala terdapat pertidaksamaan \geq maka variabel basis awal merupakan *slack* variabel atau variable buatan. Untuk mendapatkan solusi optimal pada kasus seperti ini, maka dapat diselesaikan dengan metode simpleks M besar atau metode *Dual* simpleks (Siringoringo, 2012).