

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Proses Pengolahan Batu Andesit

Pengolahan andesit adalah mereduksi ukuran yang sesuai dengan berbagai kebutuhan. Untuk kegiatan ini dilaksanakan melalui unit peremukan (crushing plant). Tahapan pengolahan meliputi :

1. Peremukan dengan *primary crusher* seperti *jaw crusher* yang dilanjutkan dengan *Secondary crusher*
2. Pengangkutan menggunakan ban berjalan (*belt conveyor*)
3. Pemisahan menggunakan pengayak (*screen*)
4. Penghalus ukuran dengan *cone crusher tertiary*

3.1.1 Comminution

Comminution atau penghancuran adalah sebagai langkah pertama yang bisa dilakukan dalam operasi *mineral dressing* yang bertujuan untuk memecahkan bongkah - bongkah besar menjadi fragmen yang lebih kecil. Dilihat dari fragmen yang dihasilkan maka komposisi dapat dibagi dalam dua tingkat :

1. *Crushing*, biasanya dilakukan dalam keadaan kering menggunakan *Crusher*.
2. *Grinding*, dapat dilakukan dalam kering dan basah dengan menggunakan *Grinder*.

Gaya penghancuran dari alat *Crusher* adalah sebagai hasil tekanan terhadap batuan oleh bagian yang bergerak dari alat kepada yang diam atau bagian lain yang bergerak dari alat tersebut. Gaya *impact* dan gaya tekanan dari alat dapat memecahkan batuan jika melebihi batas batuan itu.

Proses peremukan atau pengecilan ukuran butir batuan harus dilakukan secara bertahap karena keterbatasan kemampuan alat untuk mereduksi batuan berukuran besar hasil peledakan sampai menjadi butiran-butiran kecil seperti yang dikehendaki. Oleh karena itu proses peremukan batu andesit dilakukan dari tahap primer (*primary crushing*), tahap sekunder (*secondary crushing*) sampai tahap tersier (*tertiary crushing*).

Peremukan batu pada prinsipnya bertujuan mereduksi material untuk memperoleh ukuran butir tertentu melalui alat peremuk. Dalam memperkecil ukuran pada umumnya dilakukan dengan 3 tahap yaitu :

1. Primary Crushing

Merupakan peremukan tahap pertama, alat peremuk yang digunakan pada tahap ini adalah *Jaw Crusher* Trimax Trident C1008. Umpam yang digunakan biasanya berasal dari hasil peledakan dengan ukuran feed opening sebesar 1020 x 800 mm dengan material yang bisa diterima berukuran kurang lebih 700 mm, dengan ukuran *cleosed side setting* antara 130 mm – 135 mm untuk *jaw crusher*.

Tabel 3.1
Tipe *Jaw Crusher* yang Dipergunakan

		TRIDENT C-SERIES JAW CRUSHER CAPACITY												
	MAX MOTOR	FEED OPENING MM	65	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	WT.(KG)
C1008	110	1020x800	185	210	245	285	330	370	415	455	500			23.000
C1210	132	1200x1050		270	330	390	450	510	570	630	690	750	810	27.000

Sumber : *Manual Book Jaw Crusher 2015*

Jaw Crusher adalah alat peremuk yang mempunyai dua plat (*crushing face*) yang terbuat dari plat baja, yang berhadap-hadapan di mana terdiri dari dua rahang (*jaw*), yang satu dapat digerakan (*swing*) dan yang lainnya tidak dapat digerakan (*fixed*).



Sumber : Dokumentasi Lapangan, 2015

Foto 3.1
Jaw Crusher



Sumber : Dokumentasi Lapangan, 2015

Foto 3.2
Mulut Jaw Crusher

Berdasarkan letak porosnya *jaw crusher* dibagi menjadi dua yaitu:

- a. *Blake Jaw Crusher* dengan letak poros di atas

Blake Type Jaw Crusher mempunyai *swing jaw* tertahan pada porosnya sebelah atas dan membuat gerakan dengan amplitudo terbesar sebelah bawah, sehingga produk yang di peroleh tidak homogen. Cara kerjanya *swing jaw* tertahan pada porosnya sebelah atas, sehingga apabila *swing jaw* bergerak membuka dan menutup, maka amplitude terbesar terdapat

pada bagian bawah, jadi lubang penerimaannya sebelah atas tetap ukurannya sedangkan lubang bagian bawah berubah-ubah, membuka besar atau mengecil, sehingga produknya lebih bervariasi

b. *Dodge Jaw Crusher* yang letak porosnya di bawah

Jaw crusher termasuk jenis penghancur crusher. Cocok digunakan untuk menghancurkan material yang cukup keras dengan ukuran besar. Poros rahang penghancurnya yang terletak di atas dan dapat bergerak, membuat *Jaw Crusher* memiliki keunggulan berikut:

- i) Memberikan pergerakan yang baik sehingga dapat memberikan tekanan maksimal bahkan untuk partikel terkecil.
- ii) Membuat produk terlempar keluar dengan kuat sehingga menghindari penyumbatan.

Selain itu, *jaw crusher* memiliki rasio reduksi yang besar sehingga tahapan yang dibutuhkan untuk menghancurkan partikel dengan ukuran besar lebih sedikit. Keunggulan *blake jaw crusher* dibandingkan dengan *gyratory* ialah *capital* dan *maintenance cost* lebih rendah, tetapi seperti *gyratory*, *jaw crusher* dapat digunakan untuk menghancurkan batu berukuran besar.

Jaw crusher memiliki beberapa kelemahan, yaitu bila digunakan untuk menghancurkan batu yang keras maka *operating costnya* besar. Sehingga alat ini kurang ekonomis jika digunakan untuk bahan yang lebih keras dari batu kapur.

Pengolahan batu andasit menjadi produk akhir yang diminati konsumen perlu rancangan pengolahan yang komprehensif agar pelayanannya memuaskan. Kapasitas desain diketahui dari spesifikasi yang dibuat oleh pabrik pembuat mesin peremuk, adapun perhitungan kapasitas *jaw crusher*

Kapasitas aktual *jaw crusher* berdasarkan *belt cut* :

$$T = w \times v \times 60 \times 60$$

Keterangan :

T = kapasitas (ton/jam)

w = Berat Sample (ton/m)

v = Belt Speed (m/s)

2. Secondary Crushing

Cone crusher adalah suatu alat untuk mengecilkan ukuran batuan atau material lain dengan menggunakan peremuk berbentuk kerucut. Dibuat bentuk kerucut (*cone*) karena untuk menambah daerah penghalusan (*fine crushing zone*) dan memperbesar tempat pengeluaran yang nantinya diharapkan gaya yang bekerja terhadap material jadi lebih besar, sehingga jumlah dan kapasitas *cone* menjadi lebih besar pula. Persen kapasitas tumpah alat *Cone crusher* dapat dihitung dari perhitungan produksi sebenarnya dapat dihitung dengan persamaan :

$$\% \text{ kapasitas tumpah} = \frac{JP}{KA} \times 100 \%$$

Keterangan :

JP = Jumlah Produksi (ton)

KA = Kapasitas Alat (ton)

Cone Crusher merupakan peremukan tahap kedua, alat peremuk yang digunakan adalah *Cone Crusher* Trimax NS300 EC360. Umpan yang masuk berukuran kurang lebih 130 mm dengan ukuran feed opening 350 mm dan

open side setting berukuran 62 mm dan close side setting berukuran 38 mm.

Produkta yang dihasilkan berukuran 38 mm.

Tabel 3.2
Tipe Cone Crusher yang Dipergunakan

NS SERIES CAPACITY			NORMINAL CAPACITY IN TPH WITH CRUSHER RUNNING AT CSS MM										
	MAX MOTOR KW	MAX FEED SIZE MM	16	19	22	25	29	32	35	38	41	44	51
NS200	90	EC 240		95	105	125	155	170	155	160			
NS300	150	EC 360	75	85	105	125	125	125					
		C 300	115	140	150	185	225	240	255	270	250		

Sumber : Manual Book Cone Crusher, 2015



Sumber : Dokumentasi Lapangan, 2015

Foto 3.3
Cone Crusher NS300



Sumber : Dokumentasi Lapangan, 2015

Foto 3.4
Mulut Cone Crusher NS300

3. Tertiary Crushing

Merupakan peremukan tahap lanjutan dari *secondary crushing*, alat yang digunakan adalah *cone crusher* Trimax NH400 MC140. Umpan yang masuk berukuran antara 38 mm dengan feed opening sebesar 180 mm, open side setting sebesar 60 mm dan close side setting sebesar 22 mm .

Tabel 3.3
Tipe Cone Crusher yang Dipergunakan

NH SERIES CAPACITY		NORMINAL CAPACITY IN TPH WITH CRUSHER RUNNING AT CSS MM											
	MAX MOTOR KW	MAX FEED SIZE MM	6	8	10	13	16	19	22	25	32	38	44
NH 400	220	EC 210					165	210	225	240	270	300	305
		C 170				105	170	205	230	245	280	265	215
		MC 140				115	192	210	220	235	250	210	
		M 105				160	210	230	245	260	240	205	
		MF 80			120	185	200	215	230	245	230		
		F 65		95	120	145	155	170	180	190	205	175	

Sumber : Manual Book Cone Crusher



Sumber : Dokumentasi Lapangan, 2015

Foto 3.5
Cone Crusher NH400 d



Sumber : Dokumentasi Lapangan, 2015

Foto 3.6
Mulut Cone Crusher NH400

3.1.2 Sizing

Sizing atau penyeragaman ukuran adalah proses pemisahan butiran mineral-mineral menjadi bagian-bagian (fraksi) yang berbeda dalam ukurannya, sehingga setiap fraksi terdiri dari butiran-butiran yang hampir sama ukurannya. *Sizing* dapat dilakukan dengan cara *screening*, menyaring atau mengayak.

Screening yang dipergunakan di lokasi penelitian berjumlah 2 unit, yang pertama ditempatkan di atas *cone crusher* 1 adalah **Vibrating Screen Double Deck Screen Trimax Adplus 2512** dengan ukuran screen pada *deck* 1 adalah -80 mm dan pada *deck* 2 berukuran -25 mm dan screen yang kedua adalah **Triple Deck Screen Trimax Adplus 3820**.



Sumber : Dokumentasi Lapangan, 2015

Foto 3.7
Double Deck Screen



Sumber : Dokumentasi Lapangan, 2015

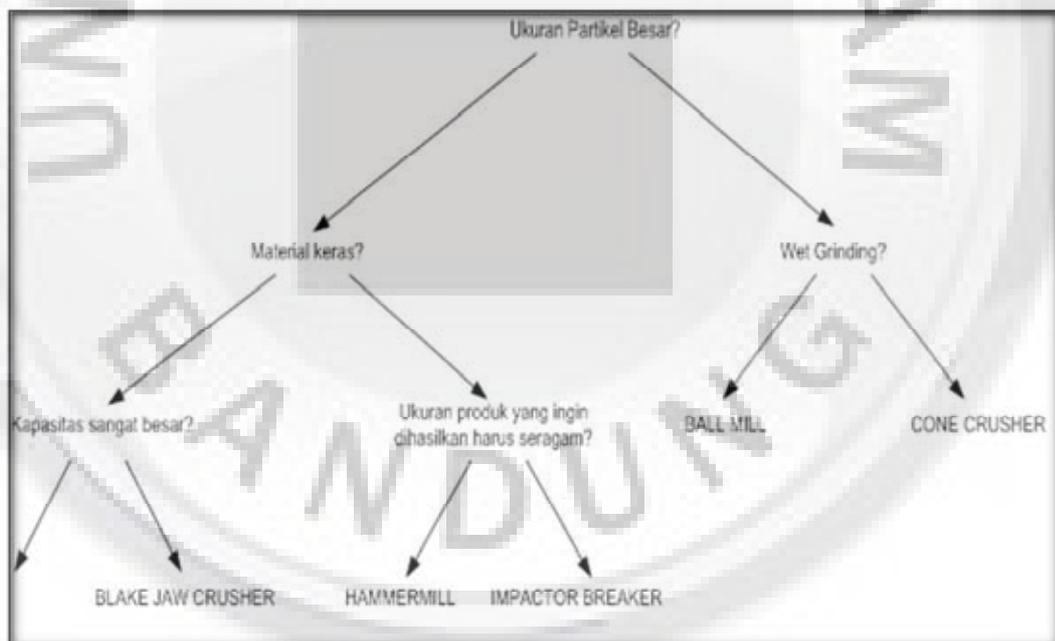
Foto 3.8
Triple Deck Screen

3.2 Dasar Pemilihan Alat

Pertimbangan-pertimbangan untuk memilih alat pereduksi ukuran yang akan digunakan ialah sebagai berikut :

1. Ukuran umpan
2. Kekerasan material
3. Sifat material
4. Kapasitas
5. Keseragaman produk
6. Kemampuan *wet grinding*.

Alur pemilihan alat pereduksi berdasarkan pertimbangan - pertimbangan di atas ditampilkan pada skema berikut :



Sumber : Diktat Pengolahan Bahan Galian UNISBA, 2003

Gambar 3.1
Skema Alur Pemilihan Alat Pereduksi Ukuran

3.2.1 Faktor - Faktor Yang Mempengaruhi Peremukan

Faktor- faktor yang mempengaruhi peremukan batuan oleh *Jaw Crusher*

antara lain :

1. Kuat tekan batuan .

Ketahanan batuan dipengaruhi oleh *brittlenes* (kerapuhan) dari kandungan mineralnya. Struktur mineral yang sangat halus biasanya lebih tahan dari pada batuan yang berstruktur kasar

2. Ukuran material umpan

Ukuran material umpan untuk mencapai produk yang baik pada peremukan adalah kurang dari 85 % dari ukuran bukaan dari alat peremuk.

3. *Reduction Ratio-80*

Merupakan perbandingan ukuran ayakan yang dapat meloloskan 80 % berat umpan kumulatif dengan ukuran dari ayakan yang dapat meloloskan 80 % berat produk kumulatif. Nilai *reduction ratio* yang baik pada proses peremukan untuk *primary crushing* adalah 4-7, untuk *secondary crushing* adalah 14 – 20 dan untuk *tertier crushing* adalah 50 – 100.

4. Arah resultan gaya

Untuk terjadinya suatu peremukan, maka arah resultan gaya terakhir haruslah mengarah ke bawah. Jika arah resultan gaya terakhir mengarah ke atas berarti peremukan tidak terjadi melainkan material hanya akan meloncat-loncat ke atas

5. Energi peremukan

Energi yang dibutuhkan alat peremuk tergantung dari beberapa faktor antara lain ukuran umpan, ukuran produk, kapasitas mesin peremuk, bentuk material, prosentase dari waktu berhenti alat peremuk pada suatu proses

peremukan. Besarnya energi yang dibutuhkan untuk meremuk berkisar antara 0,3 – 1,5 KWh jam/ton.

6. Kapasitas

Kapasitas alat peremuk dipengaruhi oleh jumlah umpan yang masuk setiap jam, berat jenis umpan dan besar pengaturan dari alat peremuk.

3.2.2 Mekanisme Pecahnya Batuan

Pecahnya batuan pada alat peremuk rahang yang disebabkan oleh ketahanan material umpan lebih kecil dari pada kuat tekan yang ditimbulkan oleh alat peremuk, sudut singgung material (*nip angle*), dan arah dari resultan gaya terakhir yang mengarah ke bawah sedemikian sehingga batuan tersebut pecah.

Adapun gaya yang bekerja pada alat peremuk adalah :

1. Gaya tekan

Merupakan gaya yang dihasilkan oleh gerakan rahang ayun yang bergerak menekan batuan.

2. Gaya gesek

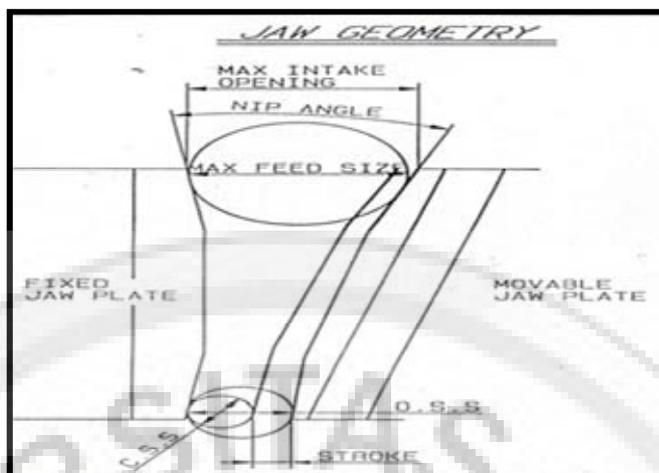
Merupakan gaya yang bekerja pada permukaan antara rahang diam maupun rahang ayun dengan batuan.

3. Gaya gravitasi

Merupakan gaya yang bekerja pada batuan, sehingga mempengaruhi arah gerak material ke bawah (gravitasi).

4. Gaya menahan

Merupakan gaya tahan yang dimiliki batuan atas gaya yang timbul akibat gerakan rahang ayun terhadap rahang diam.



Sumber : Diktat Pengolahan bahan galian UNISBA

Gambar 3.2
Mekanisme Pecahnya Batuan

3.3 Peralatan Pendukung *Crushing Plant*

Peralatan pendukung pada *Crushing Plant* adalah peralatan - peralatan yang tergolong sebagai alat gali, alat muat dan alat angkut. Alat - alat berat ini ditempatkan pada *Crushing Plant* untuk membantu kinerja kerja *Crushing Plant* guna meningkatkan efisiensi kerja *Crushing Plant* tersebut sehingga lebih cepat dan efisien.

3.3.1 Alat Muat

Alat muat pada sistem kerja di bidang industri adalah peralatan yang dapat digunakan untuk memindahkan suatu objek industri atau material dari suatu tempat ke dalam alat angkut untuk dipindahkan ke tempat lain atau di produksi.

Alat muat tidak hanya dipergunakan dalam proses pemindahan tanah mekanis dilapangan saja, tetapi pada tingkatan yang luas alat muat dapat dipergunakan sebagai peralatan pendukung suatu pekerjaan atau *supporting equipment*. Sebagai contoh *Excavator* dapat digunakan sebagai pendukung kegiatan

pengolahan sebagai pengungkit dan melepaskan material yang tersangkut pada mulut *crusher*.

Faktor pemilihan alat muat sangat terpengaruh terhadap kondisi lapangan dan lingkungan lokasi tambang, nantinya berpengaruh terhadap efektifitas atau kualitas kerja alat muat tersebut. Sebagai *Supporting Equipment* pada *Crushing Plant*, alat muat yang sering digunakan adalah :

1. *Excavator*

Excavator adalah alat muat yang menggunakan system pemindahan material dengan *bucket* atau kantong, kantong yang dipunyai *excavator* terdiri dari dua jenis yaitu kantong dengan arah pengerukan horizontal keatas dan kantong dengan arah pengerukan horizontal kebawah.

2. *Wheel Loader*

Wheel Loader adalah alat yang dipergunakan untuk pemuatan material kedalam *bucket dumptruck*, sebagai *prime mover loader* menggunakan roda. *Bucket* digunakan untuk menggali, memuat tanah atau material yang *granular*, mengangkatnya dan diangkut untuk kemudian dibuang (*dumping*) pada suatu ketinggian pada *dumptruck* dan sebagainya.

Untuk menggerakkan *bucket* dapat dengan kabel atau hidrolik. Tenaga gali pada keadaan horizontal (*bucket* tidak diangkat) didapat dari *prime mover*-nya, sehingga disini baik kendali kabel ataupun hidrolik hanya mempunyai fungsi menggerakkan *bucket* keatas dan kebawah.

Untuk menggali, *bucket* harus didorong pada material. Jika *bucket* telah penuh roda mundur dan *bucket* diangkat keatas untuk selanjutnya material dibongkar ditempat yang dikehendaki.

3.3.2 Hopper

Hopper merupakan suatu alat untuk menampung material sebelum material dimasukkan kedalam peremuk batuan (*crusher*). Biasanya *hopper* dibuat dari plat baja yang dibentuk sehingga dapat menampung material yang akan diproses. Dengan material yang ditampung lebih dahulu di dalam *hopper*, maka pemberian umpan pada *crusher* dapat diatur secara kontinyu oleh *feeder*.

pengangkut material agar material yang ditumpahkan oleh truck dapat tertampung semuanya kedalam *hopper*. Dengan menggunakan rumus dibawah ini volume suatu *hopper* dapat ditentukan sebagai berikut:

$$V = P \times \frac{(A_1 + A_2)}{2} \times \text{Tinggi}$$

Sumber : *Introduction Mineral Processing, J. Kelly*

Keterangan :

V = Volume (m³)

P = Panjang Atas (m)

A₁ = Lebar Bawah (m)

A₂ = Lebar Atas (m)

H = Tinggi (m)

3.3.3 Feeder

Feeder adalah suatu alat yang berfungsi untuk memberikan umpan (*feed*) kepada jaw crusher secara teratur dan kontinyu. Penggunaan *feeder* pada dasarnya disesuaikan dengan anjuran yang diberikan pabrik penghasil *feeder* itu sendiri, agar hasil yang diperoleh bias semaksimal mungkin.

3.3.4 Screen

Screen adalah suatu alat pengayakan yang permukaannya memiliki celah-celah atau lubang-lubang yang banyak, dimana tingkat efisiensinya ditentukan berdasarkan kesempurnaan proses pemisahan material yang diinginkan di atas permukaan *screen* tersebut.

$$\text{Perhitungan Screen} = \frac{\text{Jumlah Produk Tertahan}}{\text{Jumlah Keseluruhan Produk Tertahan}} \times 100$$

3.3.5 Conveyor atau Bucket Elevator

Conveyor atau Bucket Elevator adalah suatu perangkat transportasi yang berguna untuk memindahkan material ke suatu tempat pengolahan berikutnya yang bermaksud untuk mempermudah dan mempercepat kegiatan pengolahan. Di perusahaan dalam rangkaian pengolahan untuk batu andesit memakai alat *conveyor* untuk mendistribusikan batu andesit yang sudah melalui proses pengecilan ukuran dari *Jaw Crusher* untuk di proses di alat *cone crusher*.

Menurut buku "*Belt Conveyor For Bulk Material*" Untuk menghitung besar produktivitas teoritis *belt conveyor* digunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q = 60 \times A \times v \times \rho \times s \times E$$

Keterangan :

Q = Kapasitas Teoritis Conveyor (ton/jam)

A = Luas Penampang melintang muatan diatas ban berjalan (m²)

v = Kecepatan ban (meter/menit)

ρ = Density (Lcm)

s = Kemiringan (...°)

E = Efisiensi kerja (%)

Tabel 3.4
Koefisien Area” K”

Tipe Pembawa	Sudut Penampang (... ⁰)	Sudut Tumpah (... ⁰)		
		10	20	30
Datar	0	0,0295	0,0591	0,0906
	10	0,0649	0,0945	0,1253
	15	0,0817	0,1106	0,1408
	20	0,0963	0,1245	0,1538
	25	0,1113	0,1381	0,1661
	30	0,1232	0,1488	0,1754
	35	0,1348	0,1588	0,1837
Idler 3 roll	40	0,1426	0,1649	0,1882
	45	0,15	0,1704	0,1916
	50	0,1538	0,1725	0,1919
	55	0,157	0,1736	0,1907
	60	0,1568	0,1716	0,1869
Idler 5 roll	30	0,1128	0,1399	0,1681
	40	0,1336	0,1585	0,1843
	50	0,1495	0,1716	0,1946
	60	0,1598	0,179	0,1989
	70	0,1648	0,1808	0,1945

Sumber : *Belt Conveyor For Bulk Material, 2007*

Tabel 3.5
Sudut Tumpah Material

Sudut (Derajat)	Tipe dan Kondisi Material
10	Material kering yang halus
20	Material berukuran besar (batubara, kerikil, bijih, dsb) diangkut dengan peralatan biasa dan dalam kondisi biasa
30	Ketika bahan ini relative besar dan fasilitas pemuatan diatur sedemikian rupa sehingga material ini terus dimuat secara konstan dengan cara yang sama dan penuh

Sumber : *Belt Conveyor For Bulk Material, 2007*

Tabel 3.6
Koefisien Sudut Incline/Decline “S”

Sudut Incline/ Decline	Koefisien
2	1
4	0,99
6	0,98
8	0,97
10	0,95
12	0,93
14	0,91
16	0,89
18	0,85
20	0,81
21	0,78

Sumber : Belt Conveyor For Bulk Material, 2007

3.4 Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja adalah perbandingan waktu kerja efektif terhadap waktu yang tersedia. Waktu yang digunakan adalah waktu untuk produksi berarti ada kehilangan waktu yang disebabkan oleh adanya hambatan - hambatan selama jam kerja.

Pada umumnya efisiensi kerja dipengaruhi oleh keahlian operator, keadaan peralatan, keadaan medan kerja, cuaca dan keadaan material. Adapun hambatan yang tidak bisa dihindari seperti melumasi kendaraan, memperbaiki kerusakan kecil, memindahkan peralatan dan mempersiapkan front kerja. Efisiensi kerja selalu berubah – ubah tergantung dari faktor – faktor di atas dan jarang sekali waktu yang ada digunakan dengan sebenar – benarnya.

Tabel 3. 7
Efisiensi Operator

Klasifikasi	Efisiensi operator (%)
Baik sekali	> 83
Baik	75 - 82
Cukup	65 -74
Buruk	< 64

Sumber : Partanto, P Ir, "Pemindahan Tanah Mekanis".

Dengan menghitung hambatan tersebut maka jam kerja efektif dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$W_e = W_p - (W_n + W_u)$$

Keterangan :

W_e = Waktu kerja efektif (jam)

W_p = Waktu Kerja Produktif (jam)

W_n = Waktu hambatan yang disebabkan oleh faktor alat (jam)

W_u = Waktu hambatan yang disebabkan oleh faktor manusia (jam)

Waktu produksi efektif yang diperoleh digunakan untuk menghitung efisiensi kerja dengan persamaan :

$$E = \frac{W_e}{W_p} \times 100 \%$$

Keterangan :

E = Efisiensi (%)

W_e = waktu efektif (jam)

W_p = waktu produktif (jam)