

Menuju Efisiensi Produksi Mesin Scraper untuk Pekerjaan Pemindahan Tanah

Oleh : Balya Umar



Ir. Balya Umar, lahir di Boyolali, tanggal 16 Juni 1947 Pendidikan S1 ia selesaikan di Universitas Islam Indonesia, sedangkan S2 di Delft University of Technology Netherland di Belanda. Pada tahun 1978 sampai dengan 1982 menjabat sebagai Kepala Lab. Mekanika tanah, tahun 1982 sampai dengan 1984 sebagai Pembantu Dekan III FT Ull, pada tahun 1984 sampai dengan 1986 sebagai Ketua Jurusan Sipil FT. Ull sedangkan sekarang menjabat sebagai Kepala PPT FTSP Ull,

Pengantar

Masih ada teknisi maupun praktisi yang kurang memahami bagaimana mengefisienkan hasil kerja mesin scraper untuk keperluan pekerjaan pemindahan tanah dikarenakan kurangnya pemahaman ini dapat mengakibatkan kurangnya/tidak tepatnya penggunaan mesin scraper memproduksi hasil kerjanya. Disamping kurang optimalnya hasil produksi, bahkan kadang-kadang dapat menimbulkan cepat rusaknya ataupun terlalu banyak biaya pemeliharaan alat tersebut. Untuk itu perlu adanya pengkajian/pemahaman bagaimana supaya mesin scraper tersebut dapat memproduksi seoptimal mungkin, sehingga tidak menimbulkan/mengakibatkan biaya operasional maupun pemeliharaan menjadi melonjak.

Pendahuluan.

Pada setiap pekerjaan tanah, selalu dihadapkan pada persoalan bagaimana

memindahkan tanah pada waktu yang telah ditentukan dengan biaya yang seefisien mungkin.

Untuk mencapai tujuan tersebut, hal-hal yang sangat fundamental adalah apakah seseorang itu (dalam mengatur) tahu benar tentang prinsip-prinsip teori pekerjaan tanah dan pengetrapannya dalam setiap pekerjaan yang dihadapi. Hal-hal yang penting untuk diketahui adalah yang menyangkut PRODUKSI SUATU MESIN serta BEAYA YANG DITIMBULKANNYA.

Produksi mesin.

Suatu mesin umumnya direncanakan untuk suatu pekerjaan dalam kondisi tertentu. Penggunaan suatu mesin untuk suatu pekerjaan supaya optimal produksinya harus diketahui tenaga yang diperlukan untuk suatu pekerjaan disesuaikan dengan tenaga yang tersedia dari mesin tersebut

Kebutuhan tenaga.

Kebutuhan tenaga adalah tenaga yang dibutuhkan untuk mesin sewaktu bergerak menggaruk permukaan tanah, untuk memotong sepanjang tanah yang dipotong/digali. Faktor yang berpengaruh adalah "rolling resistance" dan "grade resistance". Tenaga yang diperlukan untuk keperluan diatas sama untuk mengatasi "rolling resistance" ditambah "grade resistance". Keduanya diukur dalam "pounds/kg" baik untuk menarik ataupun mendorong ("pull" atau "push")

Rolling resistance adalah kekuatan yang diperlukan untuk menggerakkan roda (untuk mengatasi tahanan roda terhadap tanah). Kekuatan ini yang diperlukan sebelum roda mulai bergerak.

Yang berpengaruh pada rolling resistance adalah :

- internal friction
- kelenturan pada ban (tire flexing)
- tekanan ban pada jalan akibat berat traktor

Yang dimaksud "internal friction" yaitu gesekan yang ditimbulkan dari mesin sampai roda. Hal ini disebabkan karena pengaruh komponen-komponen mekanis yang bergerak, sehingga menimbulkan gesekan.

Kelenturan pada ban akan menaikkan tekanan pada pergerakan. Hal ini tergantung pada besarnya tekanan, rancangan dari bentuk ban dan kondisi permukaan jalan yang dilalui.

Yang dimaksud berat kendaraan (traktor) adalah berat dalam kondisi kosong dan ditambah beban yang diangkut. Dalam perhitungan pemindahan/pengangkutan pekerjaan tanah ini efek dari "internal friction" dan "tire flexing" dapat dianggap konstan. Oleh pabrik diperhitungkan sebesar 2% dari berat kendaraan (Gross Vehicle Weight (GVW)) 2% GVW setara dengan 40 lbs/ton. Dengan kata lain, 40 pounds/ton (gaya tarik atau dorong) yang diperlukan untuk bergerak traktor yang beroda ban karet pada permukaan yang keras, halus dan rata. Bila pada ban suatu traktor mengalami penetrasi 1 inc pada suatu muka tanah, maka akibat penetrasi ini rolling resistance (berdasarkan pengalaman) akan diperlukan sebesar 30 lbs/ton. Maka bila traktor bergerak pada tanah yang menyebabkan roda mengalami penetrasi 2 inch. Maka rolling resistance yang diperlukan = $40 + (2 \times 30) = 100$ lbs/ton.

Berikut ini adalah besarnya faktor rolling resistance (RRF) yang diterapkan dari pabrik (20 lbs/ton = 1%).

Tabel 1.1 Faktor Rolling Resistance (RRF)

Kondisi permukaan jalan/tanah	lbs/ton	kg/ton
1. Keras, rata, terstabilisasi, tak mengalami penetrasi bila dilewati	40	20
2. Kompak, rata, berdebu, ban agak melentur, sedikit basah.	65	35
3. Butir-butir lepas	90	45
4. Berdebu, bergelombang/berlobang membentuk seperti parit (rutted) 1" - 2" penetrasi ban ke dalam tanah.	100	50
5. Rutted dirth roadway, lunak, tak ada pemeliharaan. 4" - 6" ban masuk ke dalam.	150	75
6. Pasir / kerikil lepas.	200	100
7. Lunak, berlumpur, rutted roadway, tak terpelihara.	200-400	100-200

Sumber : Handbook of Earthmoving : Caterpillar Tractor Co. 1981.

Bila faktor tekanan gelinding (rolling resistance factor = RRF) telah diketahui, dan berat traktor total telah diketahui, maka rolling resistance (RR) bisa ditentukan. Sebagai contoh : Bila GVW = 110 ton dan besarnya RRF = 65 lbs/ton, maka besarnya RR = 65 lbs/ton x 110 ton = 7150 lbs. "Grade resistance" adalah kekuatan/daya untuk mengatasi berat sendiri waktu traktor mendaki bukit. Kelandaian dinyatakan dalam prosen (%). Pada pendakian, daya tersebut disebut "grade resistance", sedang pada penurunan disebut "grade assistance"

yang mempunyai pengaruh membantu mendorong. Setiap 1% kenaikan/penurunan lereng akan mengurangi/menambah daya sebesar 20 lbs/ton GVW

$GR/GA = GVW * \% \text{ naik/turun} * 20 \text{ lbs/ton}$
Sebagai contoh :

Traktor scaper dengan berat total 100 ton berjalan pada tanjakan sebesar 5%, maka besarnya grade resistance (GR) adalah : $GR = 100 * 5 * 20 = 10.000 \text{ lb}$.

Apabila traktor bekerja pada daerah datar, rolling resistance hanya diperlukan untuk mengatasi beratnya saja. Tetapi bila

bekerja pada daerah tanjakan, selain berat juga diperhitungkan terhadap tanjakan ($R = RR + GR$). Sebaliknya pada daerah penurunan, jumlah resistance yang diperlukan sama dengan rolling resistance dikurangi pengaruh penurunan (grade assistance). Disini yang perlu mendapat perhatian adalah kondisi rem dan permukaan ban.

Tanjakan Efektif

Faktor yang dominan untuk menentukan besarnya tenaga pada tanjakan adalah "rolling resistance" dan "Grade resistance". Tenaga minimum yang dibutuhkan adalah sama dengan "total resistance" yang terjadi. Total resistance dapat diekspresikan dalam bentuk persen, maka inilah yang dapat disebut juga besarnya tanjakan efektif (EG)

$$EG = RR (\%) + GR (\%)$$

Tanjakan efektif ini didapatkan dengan membandingkan RRF (rolling resistance factor) dengan presentase yang berkaitan dengan kebutuhan RR sebesar 20 lbs/ton untuk tanjakan sebesar 1%. Tanjakan efektif (EG) dibutuhkan untuk menentukan besarnya rimpul, performance dari rem, & travel time. Berikut ini adalah suatu ilustrasi perhitungan tanjakan efektif.

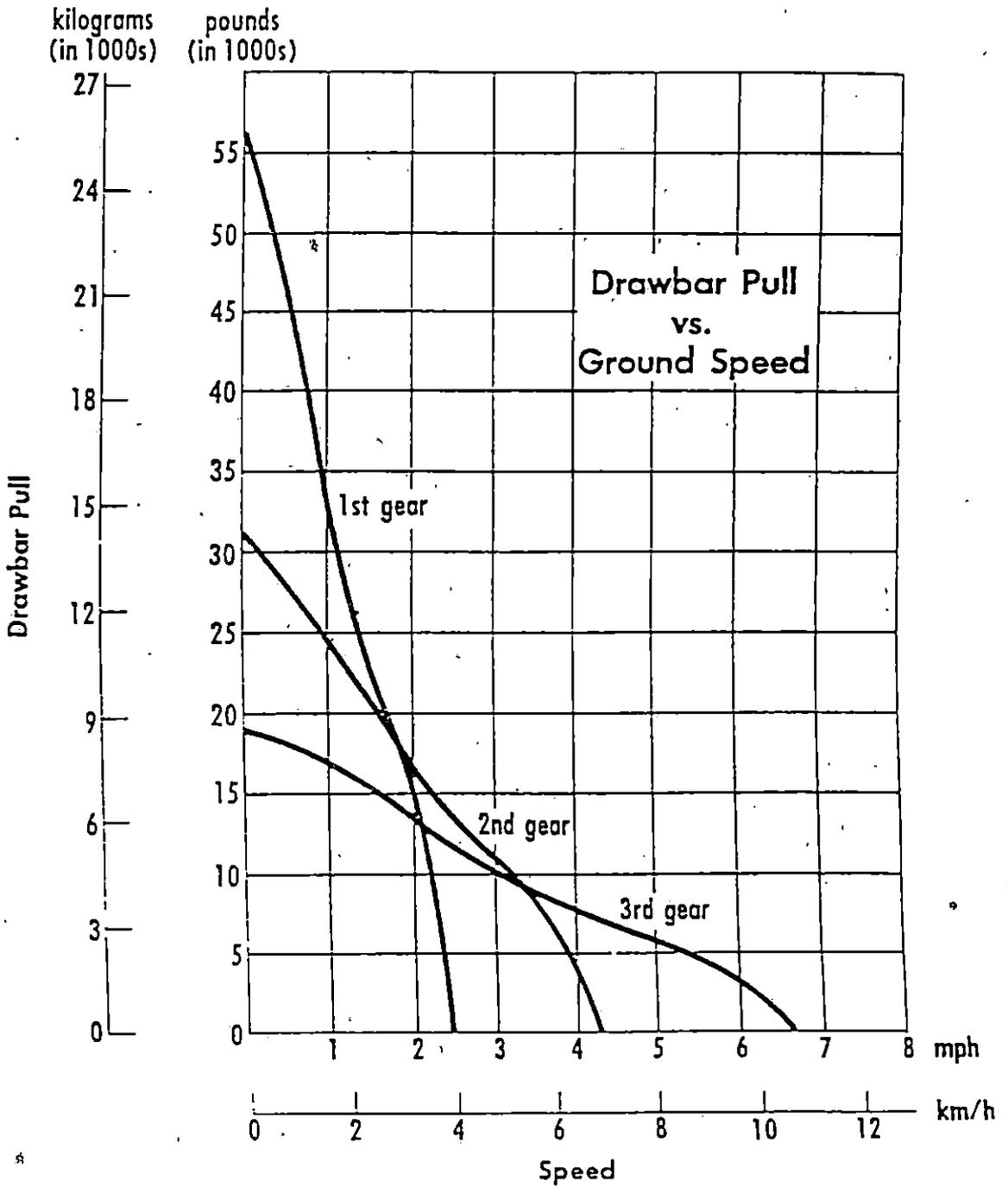
Wheel tractor- scraper berjalan pada

suatu jalan yang cukup kompak, halus dan menanjak sebesar 3 % RRF = 60 lbs/ton. Berapa besarnya tanjakan efektif yang masih bisa dilaluinya ? Kebutuhan RR sebesar 20 lbs/ton adalah untuk mengatasi tanjakan sebesar 1%, maka disini tanjakan yang masih dapat diatasi adalah sebesar $60/20 = 3\%$. Oleh karena itu tanjakan efektif yang masih terjangkau adalah " $EG = 3\% + 3\% = 6\%$

Tersedianya Tenaga

Bila kebutuhan tenaga sudah terhitung, maka jenis mesin yang memenuhi kebutuhan tenaga tersebut bisa ditentukan. Disini ada dua faktor untuk menentukan jenis mesin yang dibutuhkan berkaitan dengan tenaga yang dibutuhkan/ yang harus disediakan yaitu " Horse power " dan "speed"

Hubungan antara " Horse power" (HP) dan "Speed" (V) adalah : $HP = \text{Gaya tarik (pounds)} * \text{speed}$ atau $HP = \text{gaya} * \text{kecepatan}$ Bila HP suatu mesin itu konstan, maka besarnya gaya tarik (pounds) akan bervariasi/berubah sejalan dengan perubahan kecepatan, kecepatan tinggi, akan mengakibatkan daya tarik (pounds pull) rendah, begitu pula sebaliknya. Gambar grafik (gambar 1.1) berikut ini menunjukkan hubungan antara kecepatan dan daya tarik (Drawbar pull) pada masing-masing gigi.



Gambar 1.1 Hubungan antara kecepatan dan gaya tarik (Drawbar pull)

Daya Berguna (Power Usable)

"Power usable" ini tergantung dari kondisi "traksinya dan "altitude" (ketinggian tempat dari "Sea level") Traksi adalah kejadian gesekan (cengkeraman) antara roda ataupun rantai dengan permukaan ajalan yang dilalui. Hal ini besarnya bermacam-macam, tergantung berat dari beban yang dilimpahkan pada roda penggerak atau rantai dan tipe dari permukaan jalan yang dilalui. Maksimum daya yang bisa disediakan adalah dibatasi oleh berat yang dilimpahkan pada roda/ rantai penggerak. Daya tarik suatu mesin tidak dapat melebihi besarnya berat beban yang dilimpahkan pada roda penggerak. Misal suatu mesin traktor- sciper sudah direncanakan besarnya beban pada roda penggerak = 55% berat seluruhnya (GVW), maka daya yang dapat digunakan

maksimum sebesar 55% dari GVW tidak semua tenaga secara teoritis dapat digunakan, karena adanya faktor pengurang tenaga. Maka secara efektif besarnya tenaga yang bisa digunakan harus dikalikan dengan koefisien traksi .

Koefisien traksi adalah rasio jumlah tenaga tarik (pounds pull) dari mesin sebelum terjadi slip terhadap berat total yang ada pada roda gerak. Sebagai contoh : Bila suatu mesin beban pada roda gerak 80.000 pounds, roda mulai slip bila dikerjakan tarikan sebesar 40.000 pounds, maka besarnya koefisien traksi

$$= \frac{40.000}{80.000} = 0,5$$

Bila daya yang diperlukan melebihi 40.000 pounds, pada roda akan terjadi slip. Berikut ini daftar besarnya koefisien traksi

Tabel 1.2 Besarnya koefisien traksi

Kondisi permukaan jalan	Rubber tires (ban karet)	Tracks (rantai)
1. Concrete (beton)	0,90	0,45
2. Clayloam (dry)	0,55	0,90
3. Clayloam (wet)	0,45	0,70
4. Ruttedclayloam	0,40	0,70
5. Drysand	0,20	0,30
6. Wetsand	0,40	0,50
7. Quarrypit	0,65	0,55
8. Gravelroad (loose)	0,36	0,50
9. PackedSnow	0,20	0,25
10. Ice	0,12	0,12
11. Semi skeleton shoes	-	0,27
12. Firm Earth	0,55	0,90
13. Loose Earth	0,45	0,60
14. Coal, stockpiled	0,45	0,60

Dengan menggunakan koefisien traksi tersebut dan berat beban yang ada pada roda gerak, maka tenaga yang digunakan (lbs) dapat ditentukan.

$$P = f * w$$

P = tenaga yang digunakan (lbs)

f = koefisien traksi

w = berat/beban roda gerak (lbs)

Contoh berikut menggambarkan berapa tenaga yang digunakan untuk menggerakkan sebuah traktor bila data lainnya sudah diketahui terlebih dahulu. Misal suatu traktor scraper beroda rantai yang berjalan pada tanah lempung yang basah, beratnya = 50.000 lbs maka tenaga yang digunakan. $P = 0,70 * 50.000 = 35.000$ lbs

Perlu diketahui bahwa ketinggian tempat kerja dari permukaan air laut (altitude) akan mempengaruhi besarnya tenaga yang dapat digunakan. Pada tempat yang lebih tinggi (altitude membesar), udara berkurang kecepatannya. Tempat yang berketinggian diatas 300 feet, kerapatan udara menurun, sehingga menyebabkan menurunnya kekuatan (horse power) dari suatu mesin. Makin tinggi suatu tempat dari muka air laut, makin berkurang output dari tenaga mesin. Setiap 1000 feet diatas 3000 feet tenaga berkurang sebesar 3%. Misal suatu traktor bekerja pada elevasi 5000 feet tenaga menurun sebesar 6%.

Estimasi Produksi suatu Pekerjaan

Banyak faktor yang mempengaruhi suatu pekerjaan. Suatu produksi pekerjaan (tanah) terutama yang sangat berpengaruh adalah :

1. material yang dikerjakan
2. waktu kerja
3. efisiensi

Untuk mengetahui berapa lama harus

bekerja seseorang harus lebih dahulu mengetahui banyaknya (m^3) material (tanah) yang harus dikerjakan. Atau sebaliknya, bila waktu yang telah ditentukan serta jumlah volume pekerjaan yang harus dilakukan, maka berapa seharusnya produksi yang harus dicapai dalam satuan waktu tertentu.

Sebagai contoh adalah sebagai berikut :

Seseorang diberi waktu 4 minggu untuk memindahkan tanah sebesar 100.000 m^3 . Dia harus bekerja 10 jam tiap hari dan 6 hari dalam 1 (satu) minggu, Ini berarti bahwa :

Dalam 4 minggu harus bekerja $4 * 6$ hari = 24 hari

Dalam 24 hari harus bekerja $24 * 10$ jam = 240 jam

Dalam waktu tersebut dia harus bisa berproduksi 100.000

$240 m^3/jam = 416,67 m^3/jam$

Cara yang terbaik untuk mengerjakan ini adalah harus tahu kemampuan bekerja alat. Kalau suatu alat (traktor) akan dipekerjakan di lapangan, maka ada 4 fungsi utama yang harus dikerjakan, yaitu :

1. memuat (load)
2. mengangkut (haul)
3. menumpahkan (dump), dan
4. kembali (return)

Cycle time

Pada suatu pekerjaan pemindahan tanah, kerja dari suatu mesin berkaitan dengan perputaran pekerjaan tertentu, yaitu : memuat, mengangkut, menumpahkan dan kembali ke tempat semula atau variasi dari 4 hal tersebut. "Cycle Time" adalah jumlah waktu yang diperlukan untuk memenuhi putaran operasi alat tersebut. Cycle time ini diperlukan untuk mengestimasi produksi.

Untuk memperbesar hasil produksi, salah satu usaha adalah memperkecil "cycle time" yang diperlukan.

"Cycle time" terdiri dari dua kategori, yaitu Fixed time (waktu tetap), dan Variable time (waktu tidak tetap)

Fixed time adalah waktu yang digunakan untuk memuat menumpahkan (loading and dumping). Fixed time ini umumnya adalah tetap, sedang variable time adalah waktu yang diperlukan untuk mengangkut ataupun kembali ke tempat memuat. Untuk memperbanyak produksi, maka usaha yang dilakukan adalah dengan memperkecil cycle time.

Memperkecil Fixed Time

Usaha untuk memperkecil "fixed time" diantaranya adalah :

1. Bila memungkinkan letak borrow pits" (tempat pengambilan material) lebih tinggi dari pada alat traktor yang tersedia, sehingga pada waktu memuat akan lebih mudah.
2. Bila memungkinkan dihilangkan waktu tunggu dengan jalan memperhitungkan waktu muat dan waktu mengangkut hingga kembalinya.
3. Traktor pendorong pada borrow pits hendaknya dilengkapi dengan "rippers", terutama pada alat pemuat (loading) sehingga selain memuat sekaligus menggemburkan tanah yang dimuat.

Memperkecil Variable time

Usaha memperkecil variable time dapat diusahakan antara lain dengan :

1. Menentukan tata letak (layout) jalan angkut secara tepat kadang-kadang jalan yang lurus yang menghubungkan antara dua tempat belum tentu menguntungkan

: misal kondisinya becek, dll. Ada kalanya akan lebih baik melalui rute melingkar suatu bukit tapi jalannya cukup keras.

2. Menjaga jalan angkut supaya tetap baik secara kontinyu. Dengan menggunakan suatu alat untuk memelihara jalan angkut, beayanya akan lebih murah dari pada biaya produksi bila tanpa adanya perawatan.

Material

Dengan mengetahui sifat-sifat dari material yang akan diangkut/dipindahkan, maka dapatlah ditentukan "kemampuan memuat" suatu alat terhadap material tersebut. Sifat kemampuan memuat suatu alat dapat dijelaskan dengan melihat karakteristik suatu material. Bila material itu mudah digali dan dimuat, hal ini dapat dikatakan derajat kemampuan memuatnya cukup tinggi. Begitu pula sebaliknya, sehingga dalam memilih suatu alat yang akan dipakai harus diketahui secara pasti terlebih dahulu sifat-sifat fisik dari material tersebut. Secara garis besar material yang dimuat/digali/diangkut terdiri dari tiga macam jenis, yaitu :

1. material batuan (rock materials)
2. material tanah (soil materials), dan
3. material tanah berbatu (rock-soil materials)

Perlu diketahui, besarnya kadar air yang terkandung pada material akan berpengaruh pada mudah/tidaknya dikerjakan, dan berat/ringannya untuk diangkut. Material yang dipindahkan mempunyai 3 sifat utama yang harus diperhatikan, yaitu :

1. berat (weight)
2. pengembangan (swell), dan
3. sifat bila dipadatkan (compactability)

Sifat - sifat material akan berpengaruh terhadap volume material yang diangkut, kecepatan pengangkutan, dan gaya yang diperlukan untuk mengangkut. Volume material dapat diukur dari 2 tinjauan, yaitu :

1. alami (bank), dan
2. material lepas (loose).

bank : 1 m³ material alami (bank materials) yaitu besarnya volume 1m³ dalam kondisi asli (bank) Loose : 1 m³ material lepas (loose) yaitu besarnya volume 1m³ dalam kondisi lepas (loose)

Dari 2 (dua) kondisi material tersebut, maka pengembangan (swell) adalah kenaikan volume material kalau material tersebut dipindahkan dalam kondisi alami menjadi kondisi lepas (loose). Hal ini diekspresikan ke dalam prosentase terhadap kondisi alami. sebagai contoh, bila suatu tanah mempunyai nilai swell 40%, maka bila tanah itu digali, volumenya menjadi 1,40 * volume aslinya (1m³ tanah asli = 1.40 m³ setelah digali (loose)

Selain nilai swell, kondisi perubahan tanah dari alami menjadi lepas (loose) juga dapat dilihat dari nilai " load factor " : Load factor" adalah prosentase penurunan berat volume dari kondisi alami (bank) ke kondisi lepas (loose)

$$\text{Load factor (LF)} = \frac{t / m^3 (\text{loose} / \text{lepas})}{t / m^3 (\text{bank} / \text{alami})}$$

$$\% \text{Swell} = \left(\frac{1}{\text{LF}} - 1 \right) * 100\%$$

Misal tanah dalam kondisi loose = 44 m³, LF = 0,82, maka dalam kondisi alami volumenya = 0,82 * 44 = 36 m³

$$\text{Prosentase swell} = \left(\frac{1}{0,82} - 1 \right) * 100\% = 22\% \text{. atau}$$

$$\text{swell} = \left(\frac{44 - 36}{36} \right) * 100\% = 22\%$$

Dalam pekerjaan pemindahan tanah, selain kondisi alami (bank) lepas (loose) ada juga tanah dalam kondisi menyusut volumenya karena proses pemadatan (shrink). Oleh karena itu bila tanah misalnya dalam kondisi alami (1m³) mempunyai faktor swell (30%), tanah lepasnya (loose) = 1,30 m³ dan bila mempunyai faktor susut (shrink) sebesar 25%, maka volume padatnya = 0,75m³. Besarnya volume tersebut umumnya digunakan dalam menghitung besarnya biaya/besarnya produksi mesin yang akan diperlukan/dicapai.

Faktor Efisiensi

Keberhasilan suatu pekerjaan tergantung beberapa faktor yang saling menunjang sehingga timbullah usaha untuk memperbesar suatu efisiensi. Ketika mengestimasi suatu produksi, baik untuk sebuah mesin ataupun suatu armada mesin hasilnya didasarkan terhadap 100% efisiensi (sebagai pembanding). Tetapi perlu diingat, suatu perusahaan akan bekerja dengan orang, cuaca dan mesin yang komponen-komponennya membutuhkan penggantian serta cara kerja yang dilakukan.

Faktor Efisiensi Kerja

Effisiensi kerja ini adalah elemen produksi yang sangat kompleks untuk mengestimasi suatu produksi. Hal ini dipengaruhi kemampuan operator, banyaknya perbaikan-perbaikan mesin, kondisi keaktifan kerja operator serta layout tempat kerja. Besarnya efisiensi kerja dapat dipakai seperti tabel berikut ini.

Tabel 1.3 Faktor efisiensi kerja.

Waktu	Alat	Jam kerja (menit/jam)	Faktor
Siang cerah	Track type tractor	50	0,83
	whell type tractor	45	0,75
Malam cerah	Track type tractor	45	0,75
	whell type tractor	40	0,67

Faktor = jumlah menit kerja/jam

Sebagai contoh bila produksi traktor = 50 m³/jam dan besarnya faktor efisiensi = 0,75 maka hasil produksi/jam adalah sebesar 0,75 * 50 = 37,50 m³.

Faktor Koreksi.

Faktor ini digunakan untuk memodifikasi dari estimasi produksi untuk menentukan pekerjaan yang sudah tertentu pada suatu kondisi setempat. Faktor-faktor ini bervariasi pada setiap tipe mesin yang digunakan pada suatu pekerjaan. Umumnya setiap mesin yang dikeluarkan suatu pabrik sudah dilengkapi catatan mengenai faktor-faktor ini. Namun bila tak ada, dapat didasarkan pada suatu pengalaman dan kondisi setempat.

Produksi Mesin

Untuk memperkirakan/menghitung produksi suatu mesin, langkah-langkah berikut perlu diperhatikan.

1. Langkah pertama yaitu menentukan kapasitas mesin yang digunakan dengan ditunjukkan volume muat setiap putaran.

2. Menghitung waktu putar (cycle time) yang terdiri dari waktu muat, angkut, menumpahkan dan kembali.
3. Setelah mengetahui berapa kali putaran produksinya dalam waktu 1 (satu) jam, maka bisa diketahui produksi mesin itu setiap jamnya. Produksi netto yang tergantung faktor-faktor efisiensi yang mempengaruhinya.

Perlu diingat faktor-faktor lain yang juga sangat berpengaruh pada suatu produksi, misal kemampuan operator, metode/cara berproduksi, cuaca, lalu-lintas, dan lain-lain.

Wheel Tractor-Scrapers

Untuk mengestimasi produksi jenis traktor ini, langkah-langkah berikut perlu diketahui.

1. Kapasitas muat.

Perlu diketahui terlebih dahulu kapasitas muat rata-rata dari mesin tersebut. Sebagai contoh suatu Scraper bisa mengangkut/memuat tanah lempung kering sebanyak 44 cubicyards (loose), sedangkan

besarnya "load factor" = 0,81, maka tanah tersebut dalam kondisi alam (bank) volumenya = $0,81 * 44 = 35,6$ bcy (bank cubic yards).

2. Cycle time.

Untuk menentukan "cycle time", empat bagian yang menentukan besarnya cycle time perlu diperhatikan, yaitu :

a. Waktu muat (load time)

Untuk Wheel traktor scraper berkisar sekitar 0,6 - 1,0 menit tergantung kapasitas bowl, ukuran dari pusher; kondisi kerja, single atau tandem power.

b. Waktu buang (dump time)

Waktu ini berkisar antara 0,6 - 0,8 menit.

c. Waktu angkut (haul time)

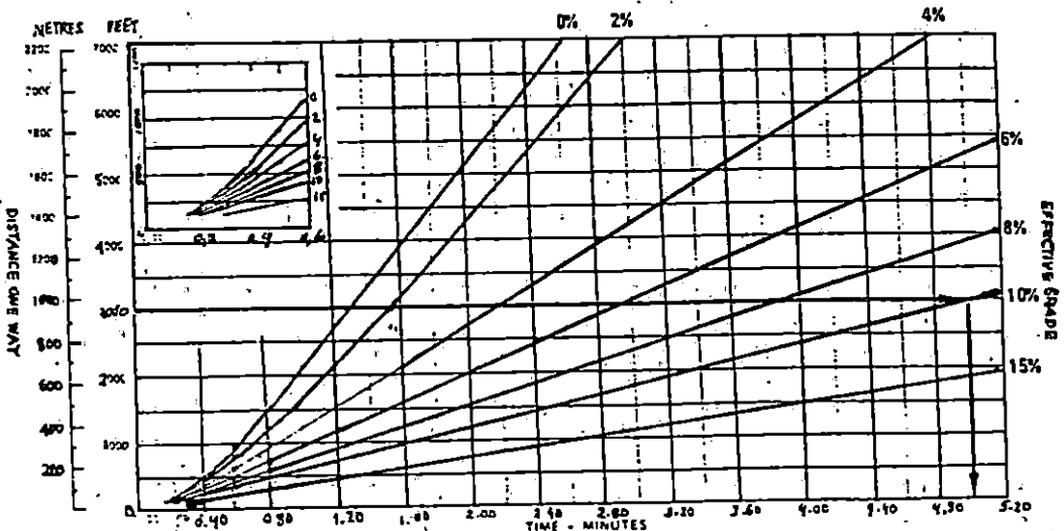
Hal ini tergantung pada beban yang dibawa, tersedianya tenaga mesin, kondisi permukaan jalan dan jarak angkut.

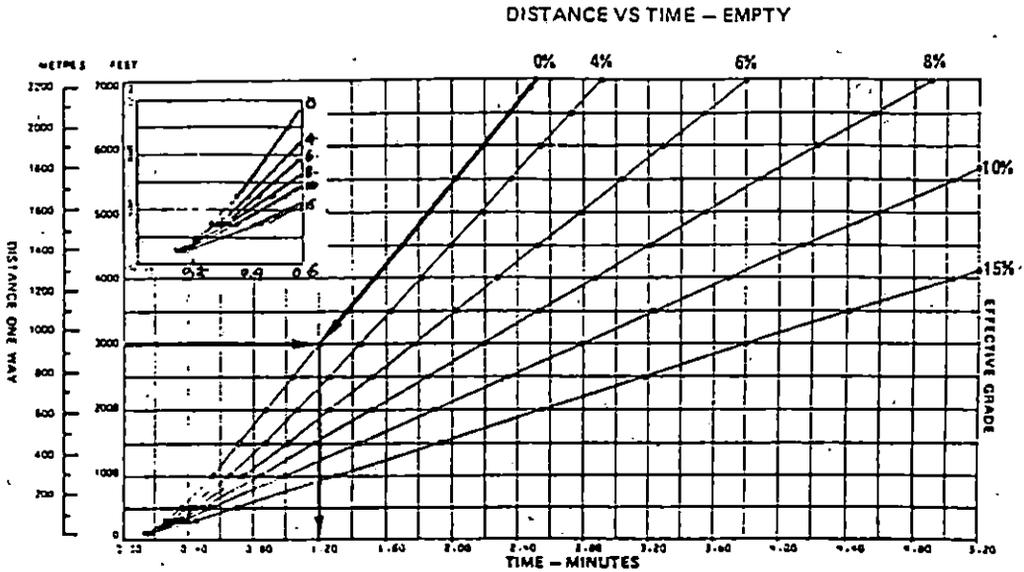
d. Waktu kembali (return time)

Waktu ini sebagian besar faktor yang berpengaruh adalah kondisi jalan, kendaraan dan operatormya.

Untuk memperhitungkan "travel time". Caterpillar Performance Hand Book telah menyediakan grafik guna keperluan menentukan berapa lama waktu yang dibutuhkan baik waktu berangkat (dalam kondisi penuh muatan) ataupun kembali dalam kondisi kosong (empty) seperti gambar berikut ini.

DISTANCE VS. TIME - LOADED



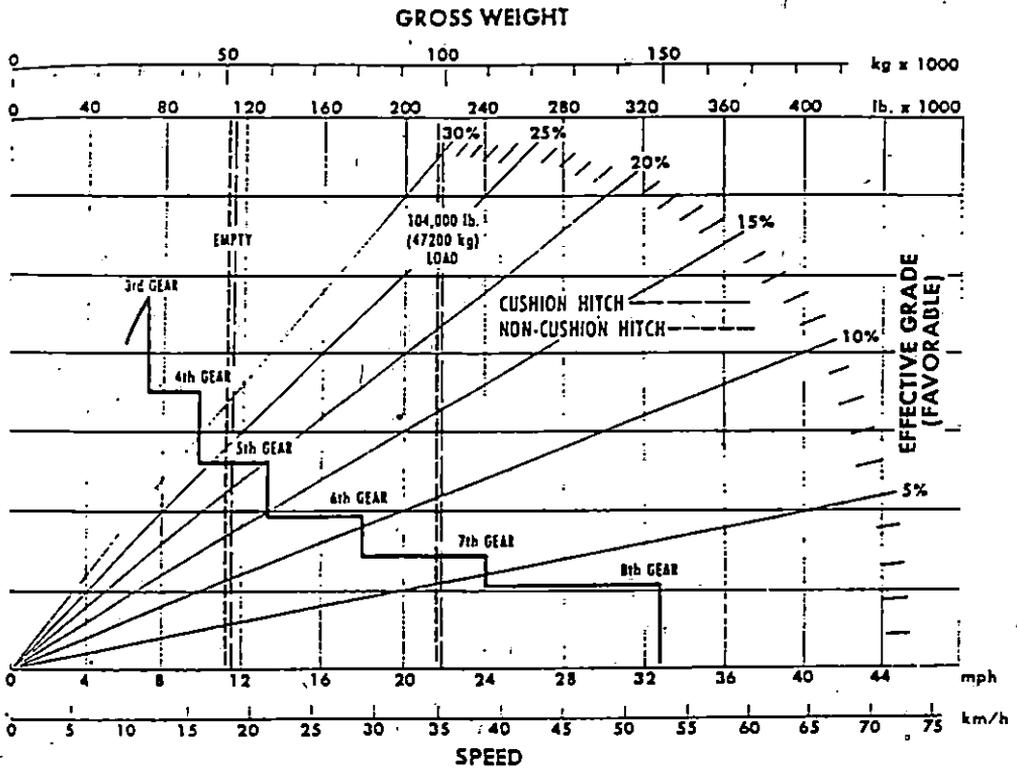


Gambar 1.2 Grafik hubungan antara waktu yang dibutuhkan dengan jarak tempuh yang dipengaruhi besarnya lereng (kondisi termuat & kosong).

Pengereman dan atau Perlambatan.

Bila Tractor Scrapper berjalan pada jalan yang menurun, untuk keselamatannya perlu memperlambat/mengerem perjalanannya. Kecepatan operasinya dibatasi sedemikian sehingga kemampuan

mesinnya tak terlambat. Hal ini akan berpengaruh pada travel time. Kecepatan maksimum yang masih termasuk kategori aman pada jalan yang menurun dapat dibaca pada gambar grafik beriku ini.



Gambar 1.3 Grafik hubungan antara kecepatan aman pada waktu termuati/kosong pada jalan yang menurun.

Caranya yaitu dengan menarik garis kebawah dari data berat traktor sampai memotong garis yang menunjukkan % lereng. Kemudian dari sini ditarik garis horizontal sampai memotong batas maksimal gigi yang bisa dicapai. Seterusnya ditarik garis kebawah, maka didapatlah kecepatan maksimum yang masih aman.

Kesimpulan

Dari uraian-uraian di atas dapatlah diambil kesimpulan bahwa untuk mencapai efisiensi kerja dari mesin scraper perlu diketahui :

1. Karakteristik dari mesin scraper yang digunakan yang meliputi tenaga yang tersedia dan tenaga yang dibutuhkan.
2. Kondisi medan yang akan dikerjakan,

meliputi tanjakan/penurunannya, jenis tanah yang akan dikerjakan beserta sifat-sifatnya.

3. Kemampuan operator mengoperasikan peralatan dan waktu kerja (malam/siang).

Daftar Pustaka

Caterpillar Tractor Co. 1981. *Handbook of Earthmoving*.
 a CAT Publication by Caterpillar Inc., Peoria, Illinois, USA - *Caterpillar Performance Handbook*. October 1988.
 Ir. Inam Soekoto. *Mempersiapkan Dasar Konstruksi*. Departemen Pekerjaan Umum, Badan Penerbit Pekerjaan Umum 1984.