

BAB II

EARTHMOVING DAN HAULING

I. PENDAHULUAN

Earthmoving merupakan proses atau metode pemindahan material berupa tanah atau batu dari 1 lokasi ke lokasi lainnya. Biasanya aktivitas *earthmoving* terkait dengan beberapa pekerjaan konstruksi seperti penyiapan lahan, elevasi, kerapatan dan *moisture* sebagai konten dari material tanah. *Earthmoving* terdiri atas beberapa sub pekerjaan seperti:

- *Excavating* (pengerukan tanah)
- *Loading*
- *Hauling*
- *Placing* (*dumping and spreading*)
- *Compacting*
- *Grading dan finishing*

Perpindahan merupakan hal yang sangat wajar di dunia konstruksi. Mulai dari material, alat, tenaga kerja, semua melakukan perpindahan dan pergerakan. Tentunya perpindahan tersebut memiliki maksud tujuan tertentu, salah satu metode perpindahan material dalam dunia konstruksi disebut *Earthmoving*. *Earthmoving* merupakan proses perpindahan tanah atau batu-batuan dari suatu lokasi ke lokasi lainnya untuk tujuan tertentu, biasanya untuk memenuhi persyaratan atau kriteria dari lokasi konstruksi yang diinginkan. Umumnya, berhubungan dengan elevasi tanah, massa jenis, dan konten dari tanah tersebut. Peralatan yang baik dan berkualitas, serta metode yang tepat dibutuhkan dalam proses *earthmoving* untuk menghasilkan ketepatan dalam berbagai aspek.

Memilih peralatan untuk melakukan *earthmoving* merupakan hal yang fatal juga jika terjadi kesalahan atau ketidaktepatan pemilihan alat. Pemilihan alat ini akan sangat berhasil baik jika sudah diketahui tujuan jelas dari pekerjaan *earthmoving* mulai dari tahap pertama hingga terakhir, sehingga setiap alat akan bekerja secara maksimal. Dengan memilih alat-alat berat yang tepat, maka pekerjaan konstruksi juga akan lebih hemat sekaligus menambah keuntungan, karena tidak adanya peralatan yang disewa, namun tidak bekerja maksimum. Kehematan yang besar akan tercapai bila biaya perunit produksi mencapai titik paling rendah.

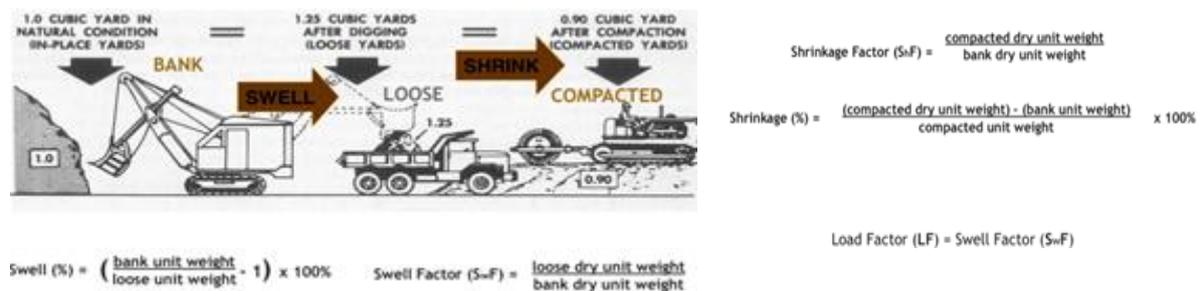
Perencanaan merupakan bagian penting dari *earthwork* agar menghasilkan konstruksi yang produktif dan hemat. Perencanaan ini dimaksudkan untuk; mengerti tujuan proyek dan alat yang dibutuhkan, mengerti setiap aspek kerja, mengidentifikasi kebutuhan dan sumberdaya, membuat lokasi konstruksi yang aman, menciptakan efisiensi, dan mengkoordinasi setiap aktivitas sesuai jadwal yang telah ditetapkan.

II. DUMPTRUCK DAN HAULING

Earthmoving merupakan proses atau metode pemindahan material berupa tanah atau batu dari 1 lokasi ke lokasi lainnya. Biasanya aktivitas *earthmoving* terkait dengan beberapa pekerjaan konstruksi seperti penyiapan lahan, elevasi, kerapatan dan *moisture* sebagai konten dari material tanah. *Earthmoving* terdiri atas beberapa sub pekerjaan seperti:

- *Excavating* (pengerukan tanah)
- *Loading*
- *Placing* (*dumping and spreading*)
- *Compacting*
- *Grading dan finishing*
- *Hauling*

Aktivitas *earthmoving* dapat dilihat pada visualisasi di bawah ini:



Gambar 2.1 Koefisien Volume Tanah Berdasarkan Lokasi Tanah

Dari gambar di atas, dapat diketahui proses dari kegiatan *earthmoving*. Dapat diketahui juga bahwa kondisi tanah diklasifikasikan menjadi 3 berdasarkan lokasi tanah tersebut, seperti:

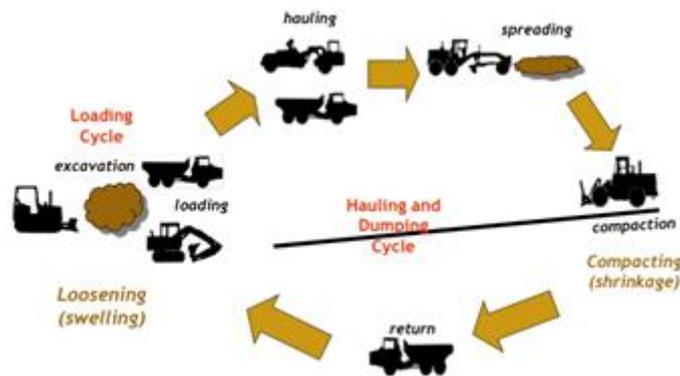
- *Bank*
Merupakan lokasi tanah alami sebelum terganggu akibat pengerukan dengan satuannya *Bank Cubic Meter (BMC)*
- *Loose*
Merupakan material yang sudah dikeruk atau ditimbun dengan satuannya *Loose Cubic Meter (LCM)*
- *Compacted*
Merupakan material yang telah dipadatkan dengan satuannya *Compacted Cubic Meter (CCM)*

Hauling merupakan transportasi atau pemindahan material baik *on* atau *off road* dengan jarak tempuh tertentu. Aktivitas *Hauling* dilakukan dengan menggunakan media transportasi berupa *dump truck* untuk mengangkut material ke lokasi tujuan.

Ada beberapa hal yang mempengaruhi produktivitas *hauling* seperti:

- Karakteristik tanah yang dipindahkan
- Payload (rasio volume dengan berat) dalam kondisi *dump truck* kosong atau isi
- Jarak tempuh jalan t (*hauling* – *return*)
- Efisiensi peralatan dalam 1 jam
- Efisiensi kondisi pekerjaan
- Rasio bobot dari material yang diangkut dengan produktivitas

Aktivitas *hauling* dapat dilihat pada visualisasi di bawah ini:

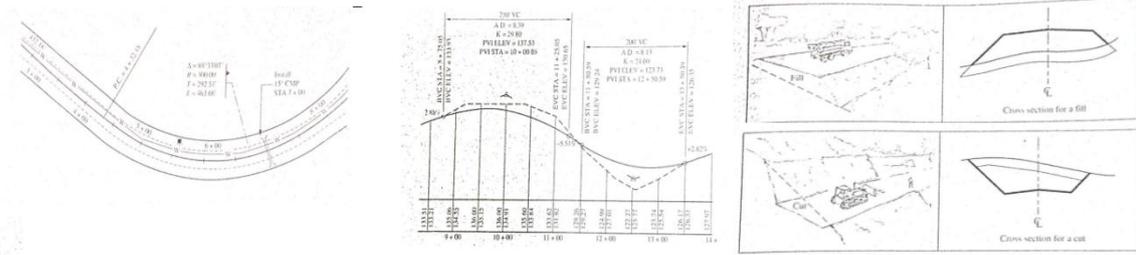


Gambar 2.2 Proses Hauling

Awalnya tanah dalam kondisi *bank* dikeruk menggunakan alat berat seperti excavator. Lalu tanah yang dikeruk tersebut dimasukkan kedalam bak isi dari *dump truck*. Dalam pengisian material dapat dipenuhi tersebut atau melebihi bak isi (*heap*) dari kapasitas daya tampung *dump truck*. Kondisi material setelah pengerukan berada dalam kondisi *loose*. Langkah selanjutnya *hauling* atau menghantarkan material ke lokasi tujuan menggunakan *dump truck*. Ketika sampai titik lokasi tanah langsung di keluarkan dan akan dilakukan proses berikutnya yaitu *spreading* dan *compacting*. Setelah *dump truck* kosong maka akan kembali ke lokasi semula apa bila masih terdapat material yang harus diangkut. Sehingga 1 siklus *earthmoving* selesai.

Dump truck adalah salah satu alat yang digunakan dalam kegiatan *earthmoving*. Berbagai dimensi truk tersedia sesuai kebutuhan. Setiap proyek yang terdapat pekerjaan *cut and fill* dibutuhkan analisis mengenai produktivitas dan jumlah *dump truck* yang dibutuhkan.

Terdapat tiga cara melihat dokumen *earthmoving* pada setiap konstruksi yaitu, *Plan View*, merupakan tampak atas dari konstruksi *earthmoving*, gambar ini merepresentasikan jalur horizontal dari proyek. Lalu terdapat *Profile View* yaitu gambar potongan dari tanah tersebut secara vertikal dengan menunjukkan tingkat elevasi dari tanah tersebut. Yang terakhir terdapat *cross section view* yaitu gambar yang memperlihatkan potongan ke dalam, biasanya gambar ini memotong searah jalur proyek, gambar ini juga menggambarkan *fill and cut* serta elevasi yang dimiliki tanah. Lebih jelas akan ada pada gambaran setiap *view*.



Gambar 2.3 Cross Section View, Plan View, Profile View

Ada tahap-tahap yang perlu dianalisis untuk memperoleh informasi tersebut. Berikut merupakan tahapan analisisnya:

- Menghitung *Balance of number bucket*

$$\text{Balance of number bucket} = \frac{\text{haul capacity}}{\text{bucket capacity}}$$

- Menghitung *Load Time (LT)*

$$LT = \text{number of bucket} \times \text{excavator cycle time}$$

- Menghitung *Haul Time (HT)*

$$HT = \frac{\text{haul distance}}{\text{haul speed}}$$

- Menghitung *Return Time (RT)*

$$RT = \frac{\text{return distance}}{\text{return speed}}$$

- *Dump Time (DT)*, diperoleh dengan cara melakukan pengamatan

- Menghitung *Truck Cycle Time (TCT)*

$$TCT = LT + RT + DMT + HT$$

- Menghitung *Number Truck Require (NTR)*

$$NTR = \frac{\text{truck cycle time}}{\text{load time}}$$

- Menghitung produktivitas

Ada dua cara menghitung produktivitas. Apabila hasil perhitungan NTR angka dibulatkan ke bawah maka menggunakan persamaan:

$$\text{Produktivitas} = \text{truck load} \times NTR \times \frac{60 \text{ minutes}}{TCT} \times \text{efisiensi waktu}$$

Apabila hasil perhitungan NTR angka dibulatkan ke atas maka menggunakan persamaan:

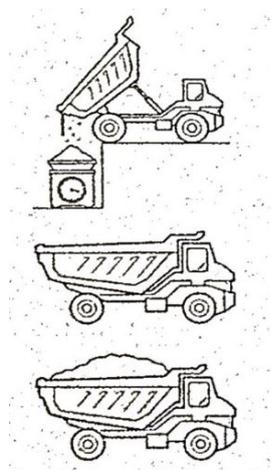
$$\text{Produktivitas} = \text{truck load} \times \frac{60 \text{ minutes}}{LT} \times \text{efisiensi waktu}$$

Jika hasil perhitungan selesai maka output yang didapat berupa jumlah truk yang dibutuhkan, produktivitas truk dalam 1 jam dan dapat dihitung juga dalam 1 hari. Terdapat parameter-parameter yang harus diperhatikan yang akan mempengaruhi nilai efisiensi peralatan maupun kondisi proyek.

Sebelum melakukan penggalian dan penimbunan, sangat diperlukan proses *Stripping*. *Stripping* merupakan proses penghapusan dan penghilangan material organik di bagian atas *layer* tanah. Material organik di tanah dapat berupa vegetasi, humus, dan tanaman-tanaman

beserta akar-akkarnya. Material ini harus dihilangkan sebelum tanah digunakan, hal ini dilakukan untuk menghindari *settlement*, yaitu penurunan tanah, karena tanah humus tersebut tidak merupakan tanah yang baik untuk konstruksi. Setelah dihilangkan, barulah tanah dapat diangkat dengan komposisi volume yang sudah tetap.

Perpindahan tanah selalu dibantu dengan adanya peralatan besar, karena perpindahan tanah dilakukan dalam skala dan volume yang besar, dalam hal ini perpindahan dilakukan *truck*. *Drump Truck* merupakan unit pengantar tanah dalam skala besar yang menyediakan *cost* yang relatif murah karena kecepatannya yang tidak terlalu cepat. Kapasitas produktif bergantung dari besar muatan dan berapa kali truk itu dapat melakukan perjalanan (pulang-pergi) dalam satu jam. *Dump Truck* memiliki banyak jenis dan tipe, bergantung pada fungsi, besar kapasitas, teknologi, transmisi, *wheel drive*, mesin, roda, dan kelas material yang dibawa. Metode yang digunakan oleh *Dump Truck* hamper semuanya sama, yaitu ekskavator menggali tanah, lalu tanah dipindahkan ke *bucket* dari truknya, dan akhirnya truk jalan memindahkan ke tempat yang diinginkan, serta truk menjatuhkan tanah dengan memiringkan *bucket*. Terdapat 3 metode dalam mengangkut tanah pada *dump truck* ditinjau dari kapasitasnya yang dapat dilihat pada gambar 2.4, *gravimetric*, *struck volume*, dan *heaped volume*. *Gravimetric* yaitu muatan yang dibawa truk, baik dari segi berat atau volume sesuai dengan besar *bucket* yang ada di truk. *Struck volume* merupakan pembawaan muatan oleh truk namun muatan kurang dari kapasitas *bucket*, sehingga terjadi ketidakproduktifan. Sedangkan *heaped volume* merupakan keadaan muatan yang melebihi kapasitas dari *bucket* truk.



Gambar 2.4
Gravimetric Muatan
Dibawa Truk

Langkah pertama dalam melakukan pemuatan tanah kedalam truk adalah menghitung jumlah *bucket* dari ekskavator untuk membuat kapasitas muatan penuh atau tercukupi.

$$\frac{\text{Truck capacity (lcy)}}{\text{Bucket capacity (lcy)}}$$

(Balanced number of bucket loads)

Menentukan jumlah truk yang digunakan juga dapat meningkatkan penghematan yang besar. Karena setiap alat dan tenaga yang bekerja di sebuah proyek harus optimal, jika ada alat yang diam karena tidak terpakai, maka hal itu merupakan pemborosan dan salah perhitungan. Untuk menghitung banyaknya truk yang digunakan, diperlukan waktu dari truk itu tersebut (*Truck Cycle Time*) yang terdiri dari waktu

memuat, waktu mengantar, waktu menuang muatan, dan waktu kembali yang dapat dengan mudah dihitung dengan *stopwatch* di lapangan.

Terdapat beberapa faktor yang harus diperhatikan saat melakukan perpindahan tanah yang dilakukan oleh ekskavator dan truk. Pertama, posisi dari truk untuk melakukan pemuatan, posisi dari truk tentunya harus berdekatan dengan ekskavator untuk melakukan pemuatan namun, ekskavator juga tidak boleh menghalangi jalan masuk keluarnya truk, sehingga dapat memperkecil *truck cycle time* yang membuat lebih hemat waktu dan V-

pattern layout pada area kerja disarankan agar tidak terjadi tabrakan atau menghalangi satu sama lain antar truk maupun truk dengan ekskavator. Kedua, pencapaian lengan ekskavator, *bucket* dari ekskavator harus bisa sampai ke *bucket* truk dan tidak boleh ada penghalang, serta lengan dari ekskavator harus bisa melampaui tinggi dari truk tersebut. Ketiga roda dari truk akan menyita waktu banyak jika perlakuan roda tidak sesuai yang membuat tanah tersangkut, tergelincir, dan sebagainya, maka penanggulangannya dapat dengan dikeruk dengan tenaga manusia menggunakan sekop.

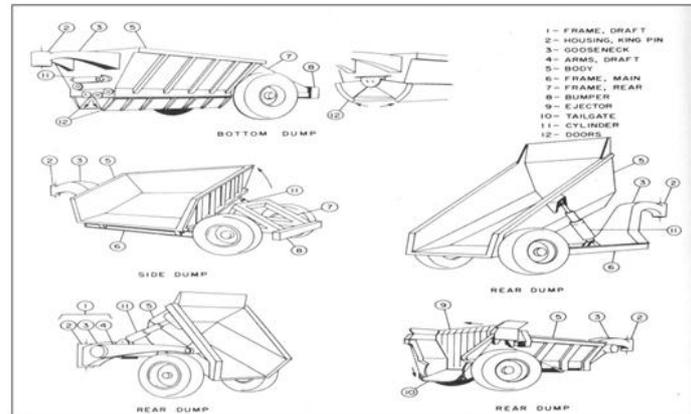
Melakukan pemuatan, pengiriman, dan penaruhan, serta pemadatan tanah tidak semuda yang terlihat oleh mata. Terdapat reaksi tanah yang berbeda-beda. Tanah konstruksi berbeda, maka kita akan menemukan tanah yang berbeda juga sifatnya. Namun terdapat perubahan volume yang umum saat melakukan penggalian oleh ekskavator dan pemadatan oleh *compactor*. Saat tanah digali dengan ekskavator, tanah mengalami perubahan yang disebut *swell*, yaitu perubahan atau penambahan volume tanah akibat dari butir-butir tanah yang longgar saat digali dan diangkat, lalu masuklah udara yang mengisi ruang-ruang yang longgar sehingga hasilnya volume tanah akan terlihat lebih banyak pada *bucket* dari truk setelah proses penggalian oleh ekskavator. Selain *swell*, terdapat juga *shrinkage* pada proses pemadatan tanah. Saat tanah dipadatkan dan ditekan, maka celah-celah dan rongga berisi udara yang ada ditanahpun ikut tertekan sehingga, setiap udara keluar dan menciptakan volume tanah yang lebih kecil dibanding saat digali oleh ekskavator. Fenomena *shrinkage* merupakan sifat tanah yang berbalikan dengan *swell*.

Penggunaan dump truck pada proses earthmoving ini sangatlah tepat, karena truk ini memiliki kapasitas yang cukup besar namun cukup murah karena kecepatan dari truk itu sendiri. Perlu diperhatikan juga tentang tipe-tipe dari truk tersebut, akan sangat baik dan tepat jika tipe dari truk tersebut disesuaikan dengan kondisi lapangan dan mengerti apa dan seberapa banyak material yang akan dipindahkan.



Gambar 2.5 Proses Hauling and Earthmoving
Sumber: Dokumen Pribadi

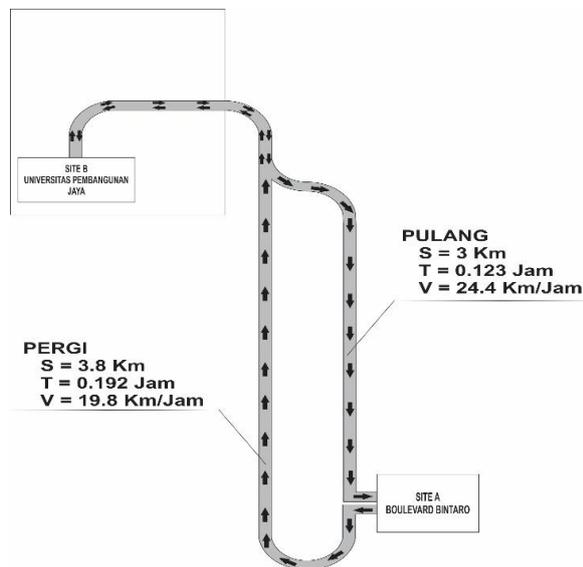
Perlu diketahui bahwa dump truck memiliki beberapa jenis berdasarkan metode dumpingnya, seperti gambar 2.6 di bawah ini:



Gambar 2.6 Jenis Dump Truck

Contoh studi kasus mengenai produktivitas dump truck:

Kegiatan pengamatan dilakukan pada hari Sabtu, 21 Februari 2015 pada pukul 09.00 sampai 13.00 WIB di kawasan Sektor 7 Bintaro dan kampus baru UPJ. Kegiatan ini mengamati proses *Earthmoving, Loading, Hauling, Dumping*, dan juga produktivitas dump truk. Excavator yang digunakan yaitu HITACHI ZAXIS 200 dan KOBELCO, sedangkan untuk Dumprucknya jenis HINO FM350TI. Keadaan lokasi tanahnya terlihat sedikit basah dan cuacanya terik.



Gambar 2.7 Rute Hauling Proyek Cut and Fill Gedung Baru UPJ
Sumber: Dokumen Pribadi

Proses kegiatan diawali dengan menghitung banyak bucket dan waktu yang dibutuhkan oleh Excavator untuk mengisi muatan dump truck. Kami mengambil 5 sampel, 2 sampel dengan menggunakan KOBELCO Excavator dan 3 sampel dengan menggunakan HITACHI ZAXIS 200 Excavator. Setelah dump truck tersebut terisi dengan tanah merah hingga *hipped*, bagian dump truck yang terbuka ditutupi dengan kain terpal agar saat proses pengantaran bagian tanah yang *hipped* tidak berjatuhan. Selain itu, roda – roda

dumpruck juga perlu diperhatikan dan dibersihkan dari tanah yang menempel. Jika semua persiapan sudah dilakukan, maka proses pengantaran (*hauling*) dilakukan. Jarak yang harus ditempuh saat pengantaran sebesar 3,8 km dengan kecepatan 19,8 km/jam dalam waktu 11 menit 32 detik untuk mencapai kampus baru UPJ. Sesampainya di

lokasi, dumptruck melakukan maneuver dan membuang tanahnya dengan mengangkat bak muatannya dengan tenaga hidraulik. Sesudah itu, dump truck dibersihkan dan kembali ke lokasi pertama untuk melakukan loading dan mengantarkannya kembali ke kampus baru UPJ. Dari proses tersebut, perlu diketahui adanya faktor penghambat, antara lain :

- Hujan
Hujan merupakan faktor penghambat utama. Jika hujan datang, proses loading akan terganggu, kecepatan dump truck juga akan terhambat, atau bahkan proses loading dan hauling dihentikan.
- Mesin rusak dan bahan bakar habis
Bila mesin excavator atau dump truck rusak, tentunya kegiatan akan berhenti dan akan mengurangi produktivitasnya, sehingga waktu yang ditargetkan untuk selesai mengalami kemunduran. Selain karena mesin rusak, kehabisan bahan bakar juga mempengaruhi.
- Kemacetan Lalu Lintas
Derajat kejenuhan jalan pada jam pergi-pulang kerja lebih tinggi, sehingga waktu yang dibutuhkan untuk hauling dan return lebih lama.
- Keahlian Operator
Tentu operator yang ahli mampu bekerja dengan lebih baik, sehingga efisiensi waktu yang dibutuhkan semakin besar dalam 1 jam kerja.
- Adanya extracost (LSM dan oknum aparatur Negara yang tidak bertanggung jawab)
Sering kali ada LSM dan oknum aparatur Negara yang tidak bertanggung jawab meminta pungutan biaya untuk memasuki suatu wilayah, jika hal tersebut tidak dipenuhi maka *dump truck* tidak diperbolehkan masuk memasuki wilayah tersebut

Data yang diperoleh, dengan kondisi Hipped Truck : 24 m³ :

→ LOADING

Tabel 2.1 Sampel Loading

Sampel	N Bucket	Loading (menit)	Kubikasi (m3)
1	15	5,28	1,6
2*	17	4,42	1,4
3	18	5	1,3
4	18	4,78	1,3
5*	22	5,28	1,1
Rata – rata	18	4,94	1,3

Sumber: Dokumen pribadi

→ HAULING

Tabel 2.2 Sampel Hauling Time and Speed

Perjalanan	Jarak (km)	Waktu (jam)	Kecepatan (km/jam)
Pergi	3,8	0,192	19,8
Pulang	3	0,123	24,4

Sumber: Dokumen pribadi

→ DUMPING

Tabel 2.3 Sampel Dumping Time

Sampel	Waktu Maneuver (menit)	Waktu Dumping (menit)
1	1,08	2,6
2	2,6	1,4
3	4,43	7,05
Rata – rata	2,7	3,58

Sumber: Dokumen pribadi

Step 1, Balance number of bucket

$$N \text{ Bucket} = 18 \text{ bucket}$$

Step 2, Loading Time (LT)

$$\text{Loading time} = 4,94 \text{ menit}$$

Step 3, Hauling Time (HT)

$$\text{Hauling time} = 11,53 \text{ menit}$$

Step 4, Return Time (RT)

$$\text{Return time} = 7,38 \text{ menit}$$

Step 5, Dump Time (DT)

$$\text{Dumping truss} = 3,58 \text{ menit}$$

Step 6, Truck Cycle Time

$$TCT = LT + HT + DMT + RT$$

$$TCT = 27,433 \text{ menit}$$

Step 7, Number of Truck Required

$$NTR = \frac{TCT}{LT}$$

$$NTR = \frac{27,433}{4,94} = 5,55 \text{ truck} \approx 5 \text{ atau } 6 \text{ truck.}$$

Step 8, Production

→ Production 5 Truck

$$\begin{aligned} &= \text{Truck Load} \cdot n \text{ Truk} \cdot \frac{60 \text{ min}}{TCT} \cdot \frac{50}{60} \\ &= (18 \times 1,3 \text{ m}^3) \times 5 \times \frac{60 \text{ min}}{27,433 \text{ min}} \times \frac{50}{60} \\ &= 213,247 \text{ L} \frac{\text{m}^3}{\text{jam}} \end{aligned}$$

→ Production 6 Truck

$$\begin{aligned} &= \text{Truck Load} \cdot \frac{60 \text{ min}}{LT} \cdot \frac{50}{60} \\ &= (18 \times 1,3 \text{ m}^3) \times \frac{60 \text{ min}}{4,94 \text{ min}} \times \frac{50}{60} = 236,482 \text{ L} \frac{\text{m}^3}{\text{jam}} \end{aligned}$$

Sehingga, didapatkan produktifitas dari 5 truck sebesar 213,247 Lm³/jam untuk 1 excavator begitu pula produktifitas dari 6 truck sebesar 236,482 Lm³/jam untuk 1 excavator. Karena proyek yang diamati menggunakan 2 excavator, kemudian dalam sehari ada 8 jam kerja. Maka produktifitasnya menjadi :

Tabel 2.3 Produktivitas Dump Truck

Produktifitas	1 Excavator (Lm ³ /jam)	2 Excavator (Lm ³ /jam)	Produktifitas per hari
5 truck	213,247	426,494	3411,952
6 truck	236,482	472,964	3783,712

Sumber: Dokumen Pribadi

III. KESIMPULAN

Produktifitas dump *truck* berdasarkan metode dan alat yang digunakan pada contoh kasus untuk mengantarkan material tanah merah ke kawasan kampus baru UPJ, dengan 5 truck dalam sehari sebesar 3411,952 Lm³/jam, dan untuk 6 truck dalam sehari 3783,712 Lm³/jam. Hasil produktivitas tersebut didukung dengan metode, alat dan keahlian dari operator. Selain itu juga produktivitas dump truck dihambat oleh beberapa faktor seperti hujan, mesin rusak dan bahan bakar habis, kemacetan Lalu Lintas dan adanya extracost (LSM dan oknum aparaturnegara yang tidak bertanggung jawab).

Produktivitas *dump truck* dapat meningkat apabila faktor penghambat seperti hujan, mesin rusak dan bahan bakar habis, kemacetan lalu lintas serta adanya extracost (LSM dan oknum aparaturnegara yang tidak bertanggung jawab) dapat ditekan.