

## SIMULASI OPERASI PEMINDAHAN TANAH MEKANIS PADA PROYEK KONSTRUKSI DENGAN MENGGUNAKAN CYCLONE

Andy S.<sup>1)</sup>, Kenny A<sup>2)</sup> and Ratna S.<sup>3)</sup>

**ABSTRAK** Permasalahan yang sering ditemukan dalam proyek konstruksi adalah kurangnya tingkat efisiensi alat berat yang menyebabkan idle time. Idle time pada siklus alat berat terjadi karena kurangnya pengetahuan dalam perencanaan alat berat yang menyebabkan keterlambatan dalam operasi konstruksi dan menimbulkan biaya alat yang berlebih. Salah satu cara untuk mengantisipasi tidak efisiennya operasi alat berat adalah dengan simulasi. Simulasi yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah metode simulasi Cyclone (Cyclic Operation Network).

Dari hasil *output* WebCyclone didapatkan nilai produktivitas dan *idle time* dari tiap sumber daya. Hasil yang diharapkan dari simulasi ini adalah menghasilkan produktivitas yang optimal dan meminimalisir idle time pada sumberdaya. Dari simulasi Webcyclone dengan menggunakan sumberdaya 2 unit *backhoe* dan 2 unit *dumptruck* didapatkan hasil produktivitas pada model operasi pemindahan tanah mekanis adalah sebesar 32.34 M3/Jam. Namun pada model operasi ini masih terdapat idle time yang besar pada sumberdaya 'backhoe 1' sehingga dilakukan optimasi. Dari optimasi yang dilakukan, didapatkan hasil kombinasi sumberdaya yang paling optimal adalah dengan menggunakan 4 *truck* dan 2 *backhoe* dimana didapatkan produktivitas sebesar 54.6 M3/jam dan dengan *idle time* sumberdaya backhoe 1 adalah 17,64%.

**KATA KUNCI** : *idle time*, operasi konstruksi, simulasi, *webcyclone*

### 1. PENDAHULUAN

Dalam sebuah proyek konstruksi terdapat banyak proses yang berjalan secara berulang-ulang sehingga membentuk sebuah siklus. Dalam sebuah siklus terdapat beberapa kegiatan yang saling berhubungan satu sama lain sehingga ketika satu buah kegiatan mengalami hambatan maka akan berdampak pada keseluruhan siklus. Siklus yang baik dapat tercipta dengan adanya sebuah sistem operasi yang baik pula. sistem operasi dikatakan baik apabila memiliki *idle time* yang seminimum mungkin dan menghasilkan produktivitas setinggi mungkin. Tetapi aktualnya seperti pada sistem operasi pemindahan tanah mekanis seringkali timbul banyak idle time sehingga mempengaruhi kinerja siklus. *Idle time* tersebut dapat terjadi akibat perencanaan yang kurang baik.

Salah satu perencanaan sistem operasi yang sering digunakan adalah dengan melakukan sebuah simulasi, Namun sebelum menjalankan sebuah simulasi dibuat terlebih dahulu model operasi. Model operasi adalah sebuah sistem yang disederhanakan menjadi bentuk yang lebih mudah dipahami dan mewakili kegiatan yang ada di lapangan. Setelah dibuat sebuah permodelan dari sistem di lapangan barulah dapat dibuat dilakukan simulasi. Dalam makalah ini, simulasi dilakukan dengan menggunakan program Cyclone (Cyclic Operation Network)

---

<sup>1)</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, [vincentiusandys@gmail.com](mailto:vincentiusandys@gmail.com)

<sup>2)</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, [kennyalder3@gmail.com](mailto:kennyalder3@gmail.com)

<sup>3)</sup>Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, [alifrat@petra.ac.id](mailto:alifrat@petra.ac.id)

## 2. STUDI LITERATUR

### 2.1 Pekerjaan Pemindahan Tanah Mekanis

Pekerjaan Galian adalah sebuah proses pemindahan suatu bagian permukaan tanah dari satu lokasi ke lokasi lainnya dan akhirnya terbentuk sebuah kondisi fisik permukaan tanah baru (Sain & Quiby, 1996). Cara pelaksanaan pekerjaan tanah dapat dilakukan menggunakan tangan manusia atau alat berat yang berupa ekskavator dan *dump truck*.

### 2.2 Ekskavator

Ekskavator berguna untuk penggalian saluran, terowongan atau *basement*. Ekskavator dapat berupa pengendali dengan kabel dan hidrolis. Pada umumnya ekskavator yang digunakan adalah dengan sistem hidrolis. Untuk menghitung produktivitas ekskavator salah satu metode General Output Formula (Fatena, 2008), yaitu produksi bucket per waktu siklus dan dikalikan dengan faktor-faktor efisiensi kerja dan faktor pengembangan tanah.

$$Q = \frac{q \cdot 3600 \cdot F_e}{C_m} \cdot F_s$$

### 2.3 Dump Truck

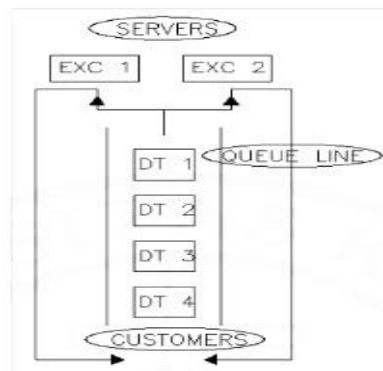
*Dump truck* adalah alat yang digunakan untuk mengangkat material berupa: tanah, pasir, kerikil, dan membuangnya di lokasi pembuangan (*dump site*). Jenis *dump truck* yang umumnya digunakan untuk pemindahan tanah umumnya berjenis *rear dump* atau *end dump*. *Dump truck* jenis ini memiliki cara pengosongan bak dimana muatannya dibuang ke belakang. Rumus produktivitas *dump truck* adalah sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas} = \text{kapasitas } \textit{dump truck} \times \text{jumlah } \textit{dump truck} \times \frac{60 \text{ min}}{\text{Waktu siklus } \textit{truck}}$$

(Peurifoy, 2006)

### 2.4 Sistem Operasi Pemindahan Tanah Mekanis

Operasi pemindahan galian tanah ini membutuhkan *dump truck* dan ekskavator agar operasi bisa berjalan. Metode yang digunakan adalah *first in first serve* dimana *dump truck* berperan sebagai customer dimana yang berada di barisan paling depan dilayani terlebih dahulu oleh ekskavator yang berperan sebagai server. Kinerja antara *dump truck* dan ekskavator haruslah seimbang, apabila tidak seimbang akan menyebabkan *idle time*. *Idle time* adalah waktu tunggu atau waktu menganggur dimana alat tidak bergerak dikarenakan adanya penghentian sebagai akibat dari hal-hal yang tidak terduga.



Gambar 1. Metode *First in First Serve*

### 2.5 Model Sistem Operasi Pemindahan Tanah Mekanis

Model operasi adalah suatu model yang menggambarkan situasi pekerjaan di lapangan dan biasanya tersedia kerangka pekerjaan yang mana bisa diidentifikasi dan dianalisa. Dari model operasi yang ada bisa diidentifikasi setiap pekerjaan pemindahan tanah mekanis misalnya banyaknya ekskavator yang dibutuhkan untuk menggali satu titik. Dari banyaknya ekskavator yang digunakan menganalisa berapa

jumlah ekskavator yang efisien agar tidak terjadi *idle time* atau menghasilkan *idle time* yang seminimum mungkin.

## 2.6 Model Cyclone

Cyclone (*Cyclic Operations Network*) merupakan teknik permodelan yang memungkinkan representasi grafis dan simulasi sistem diskrit yang berhubungan dengan variable deterministik (Halpin,1992). Deterministik adalah kejadian yang pasti terjadi. Sebagai contoh di proyek konstruksi adalah pekerjaan galian tanah yang pasti terjadi. Untuk model operasi menggunakan Cyclone, pemodel berfokus menggunakan sumberdaya yang terlibat dari interaksi dalam pemodelan.

## 2.7 Analisa Sensivitas

Analisa Sensivitas merupakan analisis dari pengujian yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari sumber daya yang digunakan terhadap perubahan kinerja sistem operasi. Suatu perubahan dikatakan sensitive apabila setiap perubahan yang dilakukan terhadap sumber daya dapat menghasilkan output yang optimal dimana menghasilkan *idle time* yang seminim mungkin dan produktivitas yang tinggi.

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Metode Penelitian

Metode penelitian pada makalah ini adalah dengan melakukan observasi lapangan pada proyek Auditorium Unika Widya Mandala, Pakuwon city yang memiliki 4 lantai dengan 3 mezzanine dan direncanakan selesai pada Januari 2019. Pada proyek tersebut yang diamati adalah sistem operasi pekerjaan pemindahan tanah mekanis pada pekerjaan galian *ground water tank*. Selain melakukan observasi juga dilakukan tanya jawab kepada pihak proyek untuk mendapat data mengenai alat berat dan gambar galian tanah. Untuk data durasi dilakukan dengan mencatat langsung durasi setiap pekerjaan pemindahan tanah mekanis. Pada pemindahan tanah ini yang menjadi sumber daya adalah *excavator* dan *dump truck*.

### 3.2 Pengumpulan Data

Berikut adalah teknik pengumpulan data:

1. Observasi lapangan  
Dilakukan dengan cara wawancara dengan pihak lapangan yang berhubungan dengan penelitian dan melakukan pengukuran durasi pekerjaan menggunakan stopwatch
2. Studi literatur  
Dilakukan dengan mengutip beberapa bagian dari beberapa buku referensi dan jurnal sebagai bahan penelitian

### 3.3 Penyusunan Model Operasi

Setelah mengumpulkan data dari lapangan dan memperoleh gambaran sistem operasi pemindahan tanahnya selanjutnya dibuat sebuah model operasi dari sistem yang ada di lapangan. Model operasi disini berfungsi untuk menyederhanakan sistem operasi yang ada di lapangan yang kemudian akan diubah menjadi network input pada simulasi *cyclone*.

### 3.4 Penyusunan Coding Cyclone

Setelah membuat permodelan dari sistem operasi pekerjaan, kemudian dirumuskan sebuah coding untuk diinput kedalam cyclone. *Coding* ini dibuat berdasarkan dari permodelan yang telah dibuat. Pada Cyclone, *coding* dipisah menjadi 4 bagian yaitu *general information*, *network input*, *duration input*, dan *resource input*

1. *General Information* adalah Informasi umum adalah bagian pertama dalam proses input data *Cyclone*. Informasi umum merupakan baris pertama tentang informasi suatu jaringan yang akan didefinisikan. Contoh *General information* dapat dilihat pada **Tabel 1**.

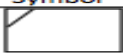





**Tabel 1 Input Data Informasi Umum**

NAME	User-defined keyword assigned to this network.
LENGTH	The length of time for the simulation running of the process.
CYCLES	Maximum number of cycles that will be processed during simulation. This will be determined by the number of times the COUNTER function is passed in the process model.
Example:	NAME TUNNEL LENGTH 100 CYCLES 10

2. *Network Input* adalah sebuah jaringan yang dirumuskan dari permodelan yang telah dibuat. Dalam pemodelan *Cyclone*, ada beberapa elemen yang digunakan dalam menggambarkan suatu proses konstruksi. Gambar-gambar elemen yang digunakan dalam pemodelan *Cyclone* dapat dilihat pada **Gambar 2**.

3. *Duration Input*, Setiap elemen pekerjaan harus dibarengi dengan set angka durasi yang menyatakan tipe durasi dari pekerjaan dan distribusi parameter dari durasi yang akan dijadikan sample. Ada 2 kategori pekerjaan berdasarkan durasi-stationary pekerjaan dan nonstationary pekerjaan. Namun *Cyclone* hanya bisa melakukan pekerjaan stationary. Pada sistem operasi pekerjaan tanah mekanis durasi input yang ada semua bersifat deterministik

4. *Resource Input*, Merupakan input yang berisikan setiap sumber daya yang dipergunakan pada sistem operasi. Pada input ini selain menginput jumlah sumber daya juga diinput letak sumber daya yang digunakan.

Name	Symbol	Function
Combination (COMBI) Activity		Elemen ini selalu didahului oleh Queue Nodes. Sebelum dapat dimulai, unit harus tersedia di masing-masing Queue Nodes sebelumnya. Jika unit telah tersedia, mereka digabungkan dan diproses melalui aktivitas. Jika unit yang tersedia di beberapa tapi tidak semua Queue Nodes sebelumnya, unit-unit ini ditunda sampai kondisi untuk kombinasi terpenuhi.
Normal Activity		Elemen ini adalah kegiatan yang serupa dengan COMBI. Namun, unit tiba di elemen ini mulai diproses segera dan tidak tertunda.
Queue Node		Elemen ini mendahului semua kegiatan COMBI dan menyediakan lokasi di mana unit tertunda kombinasi tertunda. Statistik delay diukur pada elemen ini
Function Node		Elemen ini dimasukkan ke dalam model untuk melakukan fungsi khusus seperti menghitung, konsolidasi, menandai, dan koleksi statistik
Accumulator		Elemen ini digunakan untuk menentukan jumlah kali siklus sistem
Arc		Menunjukkan struktur logis dari model dan arah aliran entitas

**Gambar 2 Elemen Permodelan Cyclone**

## 4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Informasi Proyek

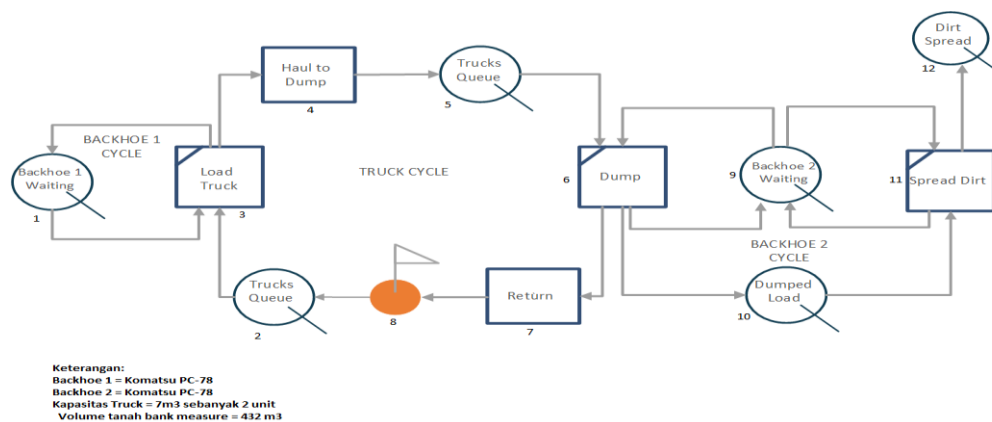
Proyek yang ditinjau pada tugas akhir ini adalah pembangunan Auditorium Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya terdiri dari 5 lantai yang terletak di perumahan Pakuwon City, Surabaya. Hal yang ditinjau pada tugas akhir ini adalah pelaksanaan galian GWT (*ground water tank*) dengan ukuran 18m x 12m x 2m. Pada pekerjaan pemindahan tanah GWT digunakan dua unit *backhoe* KOMATSU PC-78 dimana satu *backhoe* diletakan pada *site* galian dan satu buah *backhoe* diletakan di area pembuangan tanah. Selain itu digunakan juga 2 unit *dump truck* yang memiliki kapasitas *bucket* sebesar 7m<sup>3</sup> untuk memindahkan galian tanah dari *site* menuju *dump site*. Tanah galian dipindahkan dari area proyek ke kampus barat Universitas Widya Mandala.

## 4.2 Urutan Pekerjaan Pemindahan Tanah

Pada proyek UK Widya Mandala galian tanah yang ditinjau adalah galian GWT (*Ground Water Tank*) yang memiliki dimensi 18 meter x 12 meter x 2 meter sehingga memiliki *bank measure* 432m<sup>3</sup>. Tanah pada proyek tergolong sebagai *common earth* dan memiliki *loose measure factor* 1.25 setelah digali sehingga volume tanah galian menjadi 540 m<sup>3</sup> *loose measure*. Pada proyek ini sumber daya yang digunakan adalah dua unit *backhoe* PC-78 dengan kapasitas *bucket* 0.37 m<sup>3</sup> dan dua unit *dump truck* berkapasitas *bucket* 7m<sup>3</sup>. Untuk posisi *backhoe*, satu unit diposisikan pada area galian tanah untuk memuat tanah galian ke truk dan satu unit diposisikan pada area kampus barat UWM untuk memindahkan tanah ke area urugan. Pada area kampus barat UWM, truk tidak dapat langsung menaruh tanah ke area urugan dikarenakan adanya trotoar sehingga diperlukan bantuan *backhoe* untuk memindahkan tanah yang telah di *dump*. Urutan-urutan pekerjaan pada proses pemindahan tanah ini dimulai dari pemuatan tanah galian ke dalam truk yang sudah siap. Pada proses ini diperlukan waktu rata-rata 6 menit. Setelah truk terisi tanah kemudian truk akan membawa tanah galian ke kampus barat UK Widya Mandala yang memiliki jarak kurang lebih 1.5KM dengan durasi rata-rata 8 menit. Tujuan dari pembuangan galian tanah ke kampus barat UK Widya Mandala adalah untuk menggunakan tanah galian untuk mengurug tanah pada area barat kampus. Setelah truk sampai di area pembuangan, tanah akan dibuang di area yang sudah ditentukan dengan bantuan *excavator* yang mengatur. Setelah semua tanah dibuang di area yang sudah ditentukan, truk akan kembali lagi ke proyek untuk dimuat lagi. Tanah yang sudah dibuang oleh truk tadi kemudian akan dipindahkan oleh *excavator* ke bagian tanah yang perlu diurug.

## 4.3 Penyusunan Permodelan Operasi Pekerjaan Pemindahan Tanah Mekanis

Setelah memperoleh gambaran proses pemindahan tanah secara lengkap, selanjutnya dilanjutkan dengan menyusun model operasi pekerjaan pemindahan tanah mekanis seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 3**.



**Gambar 3. Model Operasi Pekerjaan Pemindahan Tanah Mekanis**

### 4.3.1 Permodelan Operasi Pekerjaan Pemindahan Tanah Mekanis

Tahap pertama yang dilakukan adalah penyusunan model operasi pemindahan tanah mekanis yang disusun dengan menggunakan logika *predecessor* dan *follower* serta alur yang terlibat dalam model operasi pemindahan tanah mekanis yang dibantu dengan menggunakan Microsoft Visio 2016. Dalam penyusunan model *Cyclone* hal lain yang perlu diperhatikan adalah mengidentifikasi sumber daya (*resource*) dan tugas (*task*) yang dilakukan selama operasi pemindahan tanah mekanis. Setelah menyusun permodelan operasi pemindahan tanah mekanis, mulailah disusun bahasa pemrograman yang akan menjadi input pada program *Cyclone*. Pada bagian *coding* terdapat 3 bagian yaitu

1. *Network Input* yang berisikan urutan pekerjaan proses pemindahan tanah mekanis
2. *Duration Input* yang berisikan durasi pada kegiatan yang memiliki durasi pekerjaan

3. *Resource Input* yang berisi jumlah sumberdaya yang digunakan pada pekerjaan pemindahan tanah mekanis

#### 4.4 Simulasi

Setelah menyusun *coding* dari permodelan operasi pekerjaan pemindahan tanah mekanis, hal selanjutnya yang dilakukan adalah dengan melakukan simulasi. Pada tugas akhir ini simulasi dilakukan dengan bantuan program WebCyclone (<https://tomcat.itap.purdue.edu/WebCYCLONE/Cyclone.jsp>) dengan menginput hasil *coding* yang telah dibuat ke bagian yang telah disediakan. Setelah data diinput, WebCyclone akan terlebih dahulu melakukan pengecekan pada logika pemrograman yang diinput. Jika data yang diinput sudah benar WebCyclone akan langsung melanjutkan dengan *run data* dan menunjukkan hasil dari simulasi.

#### 4.5 Hasil Simulasi Operasi Pekerjaan Pemindahan Tanah Mekanis Menggunakan WebCyclone

Dari hasil WebCyclone didapatkan hasil produktivitas per *cycle time* **Tabel 2**, dan diperoleh grafik yang menggambarkan produktivitas dari model operasi pemindahan tanah mekanis dari *cycle* pertama hingga *cycle* yang ditentukan. Dari gambar tersebut dapat diperoleh bahwa pada siklus ke 50 hasil produktivitasnya adalah sebesar 0.077 siklus per menit, sehingga jika dikonversikan dengan sumber daya 1 *backhoe* pada *load*, 2 truk, dan 1 *backhoe* pada area *dump* maka didapat produktivitas 32,34M<sup>3</sup>/jam.

**Tabel 2. Hasil Simulasi Cyclone**

EARTHMOVING PROCESS			
PRODUCTIVITY INFORMATION			
	Total Sim. Time Unit	Cycle No.	Productivity (per time unit)
Truck	653.5	50	0.07651109410864575

Selain data hasil produktivitas model operasi pemindahan tanah mekanis, diperoleh juga Data Elemen Pasif yang menunjukkan presentase idle time pada setiap elemen pasif. Pada **Tabel 3**, dapat dilihat bahwa idle time tertinggi terdapat pada 'Backhoe 1 Waiting' dengan presentasi idle 53.37% yang menandakan bahwa Backhoe 1 merupakan sumberdaya yang memiliki waktu menunggu paling lama dan presentase idle terkecil terletak pada 'Truck Queue' yaitu 1.02% yang berarti bahwa Truck adalah sumber daya yang paling sibuk dan hampir tidak pernah menunggu. Dengan adanya idle time yang tinggi pada 'Backhoe 1 Waiting' maka dapat dikatakan bahwa sistem yang ada kurang efisien sehingga diperlukan optimasi pada sistem untuk menurunkan persentase idle time.

**Tabel 3. Data Elemen Pasif**

EARTHMOVING PROCESS									
CYCLONE PASSIVE ELEMENTS STATISTICS INFORMATION									
Type	No.	Name	Average Units Idle	Max. Idle Units	Times not empty	% Idle	Total Sim Time	Average Wt Time	Units at end
QUEUE	1	BACKHOE 1 WAITING	0.5	1	210.0	53.37	393.5	6.6	0
QUEUE	2	TRUCK QUEUE LOAD	0.0	2	6.0	1.52	393.5	0.2	0
QUEUE	5	TRUCK QUEUE DUMP	0.0	1	4.0	1.02	393.5	0.1	0
QUEUE	9	BACKHOE 2 WAITING	0.3	1	98.5	25.03	393.5	1.6	0

#### 4.6 Optimasi

Optimasi dilakukan dengan melihat kombinasi jumlah sumberdaya yang paling seimbang produktivitasnya sehingga idle time yang terjadi seminimum mungkin. Jika dilihat pada **Tabel 3**, diperoleh bahwa truck merupakan sumberdaya yang sangat sibuk dan backhoe 1 merupakan sumberdaya yang paling banyak mengalami idle. Oleh sebab itu untuk menurunkan idle time pada backhoe 1 maka jumlah sumberdaya yang perlu ditambah adalah truck. Dalam mencari kombinasi sumberdaya kembali dilakukan simulasi WebCyclone dengan mengubah pada bagian resource input .

Dari data optimasi pada **Tabel 4** diperoleh bahwa dengan menggunakan 1 buah backhoe pada masing-masing area maka produktivitas yang paling optimal adalah dengan menggunakan 4 buah truck. Dengan menggunakan 2 buah backhoe dan 4 buah truck maka produktivitas per jam yang dapat dicapai adalah 54.6 m3/jam dan juga tidak ada idle time yang terlalu tinggi pada masing-masing unit dengan angka tertinggi hanya 37.32%. Hal ini diperjelas dengan **Gambar 4** yang menunjukkan grafik hubungan antara produktivitas dan idle time pada backhoe dan truck. Pada gambar dapat dilihat bahwa grafik truck dan backhoe mencapai produktivitas tertinggi dengan presentase idle terendah pada titik dimana digunakan 4 buah truck.

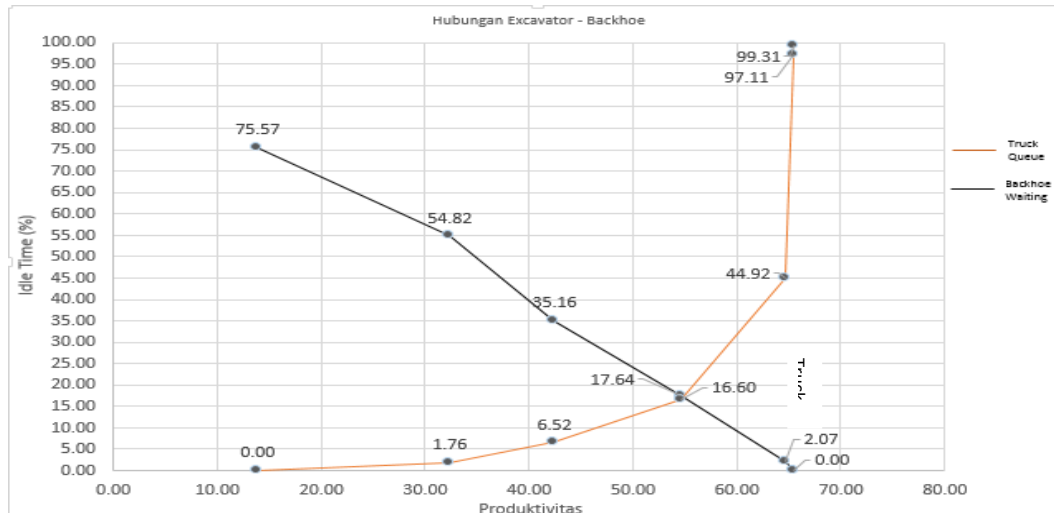
Untuk memperjelas hasil optimasi yang telah dilakukan, digunakan bantuan WebCyclone yaitu dengan melakukan analisa sensitivitas yang tersedia. Pada intinya analisa sensitivitas dilakukan juga untuk melihat kombinasi jumlah sumberdaya yang paling optimum. Pada **Tabel 5** dapat dilihat hasil dari analisa sensitivitas yang menunjukkan bahwa produktivitas tidak lagi meningkat setelah jumlah sumberdaya truck 4 unit. Hal ini sesuai dengan **Gambar 4** yang menunjukkan bahwa kombinasi yang optimum untuk model operasi pemindahan tanah mekanis ini adalah dengan 4 unit truck dengan 2 backhoe.

**Tabel 4. Optimasi**

Jumlah Unit			Idle (%)				Cycle per menit	Cycle per hour	Produktivitas (m3/jam)	Durasi Galian Tanah (jam)
Backhoe 1 (PC78)	Truck (7m3)	Backhoe 2	Backhoe Load	Truck to load	Truck spotting	Backhoe Spotting				
1	1	1	75.57	0.00	0.00	61.87	0.03	1.98	13.86	31.17
1	2	1	54.82	1.76	0.35	55.64	0.08	4.62	32.34	13.36
1	3	1	35.16	6.52	26.98	2.65	0.10	6.06	42.42	10.18
1	4	1	17.64	16.60	37.32	3.40	0.13	7.80	54.60	7.91
1	5	1	2.07	44.92	38.56	4.04	0.15	9.24	64.68	6.68
1	6	1	0.00	97.11	40.42	4.10	0.16	9.36	65.52	6.59
1	7	1	0.00	99.31	40.42	4.10	0.16	9.36	65.52	6.59

**Tabel 5. Analisa Sensitivitas**

Resource Information	Productivity Information		
# of TRUCKS' at TRUCK QUEUE	Productivity Per Unit Time	Cost Per Unit Time	Cost Per Prod. Unit
2	0.0762	not available	not available
3	0.0985	not available	not available
4	0.1253	not available	not available
5	0.1542	not available	not available
6	0.1542	not available	not available
7	0.1542	not available	not available
8	0.1542	not available	not available
9	0.1542	not available	not available
10	0.1542	not available	not available



**Gambar 4. Produktivitas Backhoe-Dumptruck**

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan permodelan operasi pekerjaan pemindahan tanah mekanis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu:

1. Produktivitas dari operasi pekerjaan pemindahan tanah mekanis pada proyek Auditorium Unika Widya Mandala adalah sebesar 0.076 siklus per menit dimana dalam satu siklus dipindahkan 7m<sup>3</sup> tanah. Jika galian Ground Water Tank pada proyek Auditorium UWM ini memiliki volume 540 m<sup>3</sup> loose measure, maka untuk menyelesaikan keseluruhan proses pemindahan tanah mekanis diperlukan waktu sekitar 16.7 jam.
2. Dari hasil optimasi dan analisa sensitivitas, didapatkan bahwa kombinasi sumberdaya yang paling optimum adalah dengan menggunakan dua unit backhoe dan empat unit truk. Kombinasi ini disebut paling optimum karena dapat menghasilkan produktivitas 54.6 m<sup>3</sup> dengan idle time maksimumnya adalah 37.32%

### 5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya, dianjurkan untuk lebih berhati-hati dalam menentukan objek penelitian dan dalam pembuatan permodelan operasi. Selain itu, diperlukan pengetahuan yang mendalam mengenai program simulasi Cyclone agar proses penelitian dapat berjalan dengan baik.

## 6. DAFTAR REFERENSI

- Fatena, Susy. (2008). *Alat Berat untuk Proyek Konstruksi*. Rineka Cipta. Jakarta
- Halpin, D.W. and Riggs, L.S. (1992). *Planning and Analysis of Construction Operations*. Canada
- Peurifor, R.L., (2006). *Cosntruction , Planning, Equipment, and Methods*, Seventh Edition. Mc Graw Hill, Inc
- Sain, C.H. & Quinby , G.W. (1996). *Earthwork*. In J.T. Ricketts, M.K. Loftin and F.S. Merrit (Eds.). *Standard Handbook for Civil Engineers* (5th ed.) chapter 13. McGraw-Hill. New York.