

## **Pengoptimalan Pemindahan Tanah Mekanis Dengan Sistem Multi Channel Single Phase Pada Proyek Pembangunan Retail Indomaret Kalimantan Selatan**

**Muhammad Ihsan Marais<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>CV. Rizki Anugerah Marais

### ***ABSTRACT***

*In Indomaret Griya Permata Banjarbaru retail Development Project in South Kalimantan, there is work related to the use of heavy equipment. Among them is earthmoving work. Earthmoving consists of a series of loading and transporting equipment. This activity is needed to achieve the target of optimal earthmoving. Optimizing earthmoving is a way to achieve optimal conditions for using heavy equipment. This study discusses the optimization of dump truck queue time and the number of dump trucks. The calculation of tool performance is using the tool production capacity method. Besides that, it also analyzes the queue of heavy equipment so that it is optimal with the queuing system method. The results obtained from the calculation of the operation of the existing heavy equipment show that the queue time for dump trucks is 40 minutes, with 6 units of dump trucks queuing. Then, from the results of optimizing the number of excavators used from 2 units to 4 units, it was found that the number of dump trucks in line was less than 1 minute, and operational costs per day decreased from IDR 17,400,000,- to IDR 14,800,000,-.*

*Keywords: Heavy Equipment, Optimization, Earthmoving, Queuing System*

### ***ABSTRAK***

*Pada proyek pembangunan retail Indomaret Griya Permata Banjarbaru di Kalimantan Selatan, terdapat pekerjaan yang berkaitan dengan penggunaan alat berat. Diantaranya adalah pekerjaan pemindahan tanah mekanis. Pemindahan tanah mekanis terdiri dari rangkaian kerja alat muat dan alat angkut. Kegiatan ini dibutuhkan demi tercapainya sasaran pemindahan tanah mekanis yang optimal. Optimalisasi pemindahan tanah mekanis adalah cara agar kondisi optimal dari penggunaan alat mekanis dapat tercapai. Penelitian ini membahas tentang pengoptimalan waktu antrean dump truck dan jumlah dump truk. Perhitungan kinerja alat menggunakan metode kapasitas produksi alat. Selain itu juga menganalisis antrean alat berat agar optimal dengan metode sistem antrean. Hasil yang diperoleh dari perhitungan operasi alat berat eksisting, diketahui waktu antrean untuk dump truck adalah 40 menit dengan jumlah dump truck yang mengantre sebanyak 6 unit. Kemudian, dari hasil optimalisasi jumlah excavator yang digunakan dari 2 unit menjadi 4 unit, didapatkan jumlah dump truck dalam antrean menjadi kurang dari 1 menit dan biaya operasional per hari turun dari Rp17.400.000,- menjadi Rp14.800.000,-.*

**Kata kunci:** Alat Berat, Optimalisasi, Pemindahan Tanah Mekanis, Sistem Antrean

---

*Correspondence : Muhammad Ihsan Marais*

*Email : Ihsan@ulm.ac.id*

## 1 PENDAHULUAN

Proyek konstruksi ideal membutuhkan rangkaian kegiatan pembangunan dengan kurun waktu dan sumber daya terbatas namun dengan hasil pekerjaan konstruksi yang terbaik. Pelaksanaan penyelesaian proyek konstruksi ini membutuhkan elemen pendukung yang salah satu caranya adalah dengan menggunakan bantuan peralatan pemindahan tanah mekanis (Rizma, 2021). Pekerjaan pemindahan tanah mekanis dapat juga berguna untuk penyediaan tanah timbunan pilihan untuk pembangunan dalam pekerjaan akses jaringan pipa air bersih yaitu dengan memanfaatkan alat berat seperti excavator untuk pekerjaan galian material tanah dan dump truck untuk pengangkutan material tanah galian ke lokasi penimbunan (Suhendra, 2019). Alat berat selalu dibutuhkan dalam pekerjaan proyek pembangunan konstruksi karena peranan pentingnya dalam menghasilkan pekerjaan yang efektif dan efisien (Miharja, 2019). Alat berat ini berguna dalam memindahkan, menggali, menggusur, memotong elevasi tanah dan memadatkan. Hal ini dilakukan agar kondisi ideal suatu pekerjaan dapat selesai dengan biaya dan waktu yang telah ditentukan sehingga membuat pelaksanaan suatu proyek konstruksi perlu menggabungkan berbagai sumber daya agar biaya kebutuhan untuk peralatan hanya berkisar antara 7 – 15 % dari biaya proyek (Rizma, 2021).

Pembangunan Retail Indomaret Griya Permata Banjarbaru, Kalimantan memerlukan beberapa pekerjaan yang membutuhkan alat berat dalam proses penyelesaian pembangunan yang dilakukan. Misalnya, pada proses galian tanah dibuang ke lokasi buangan agar tidak mengganggu proses pengerjaan pembangunan. Proses pekerjaan pemindahan tanah mekanis pada luas area yang cukup besar tersebut membutuhkan beberapa alat berat untuk menunjang efektivitas pekerjaan (Zulkarnain, 2020). Alat berat yang digunakan dalam penyelesaian pekerjaan ini terdiri dari beberapa tipe. Setiap tipe memiliki kapasitas dan biaya sewa yang berbeda-beda. Oleh karena itu, perhitungan baik dari segi biaya, waktu penggunaan terhadap alat berat harus dilakukan secara optimal hingga bisa mencapai biaya yang minimum dengan target waktu pelaksanaan

pekerjaan maksimum.

Kegiatan pemindahan tanah mekanis dilakukan menggunakan mekanisme dari beberapa kerja alat muat dan alat angkut yang dilakukan secara sistematis dengan tujuan memindahkan tanah dan memuat tanah yang dipindahkan ke dalam bak dump truck. Proses tersebut dilanjutkan dengan dump truck mengangkut tanah ke lokasi pembuangan (Sari, 2015), sedangkan alat muat yang digunakan adalah excavator (Herbiansjah, 2018). Capaian sasaran galian tanah yang optimal harus mempertimbangkan juga faktor-faktor yang menghambat dalam proses pekerjaan tersebut, baik hambatan yang bisa dihindari maupun hambatan yang tidak dapat dihindari. Adanya hambatan-hambatan tersebut akan memperlambat waktu kerja efektif sehingga menyebabkan efisiensi kerja menjadi rendah (Warsika, 2017). Upaya peningkatan pemindahan tanah mekanis agar maksimal adalah dengan membuat perubahan waktu antrean alat angkut serta membuat efisiensi kinerja alat berat lebih tinggi lagi.

Sebuah proyek konstruksi memiliki banyak proses yang berjalan secara berulang-ulang sehingga membentuk sebuah siklus. Siklus yang dibentuk ini harus saling terkait satu siklus dengan siklus yang lain agar suatu kegiatan jika mengalami hambatan maka akan mempengaruhi keseluruhan siklus. Siklus kerja yang baik akan terwujud jika didukung dengan sistem operasi yang baik pula. sistem operasi tergolong baik jika dalam sistem tersebut memiliki idle time yang sangat minimal namun dengan produktivitas yang maksimal. Namun, sayangnya masih banyak ditemui proyek pemindahan tanah mekanis memiliki idle time atau waktu tunggu yang tinggi dan hal ini dapat berpengaruh terhadap kinerja siklus. Idle time tersebut dapat terjadi akibat perencanaan yang kurang baik (Harmoko, 2019). Pada pekerjaan pemindahan tanah mekanis pada Proyek Pembangunan Retail Indomaret Griya Permata Banjarbaru, Kalimantan Produksi alat penunjang pemindahan tanah mekanis terutama kinerja alat berat dan alat angkut kurang optimal karena sering terjadi antrean dump truck yang panjang.

Multi-Channel Single Phase adalah metode untuk membagi pelanggan berdasarkan beberapa loket pelayanan yang disediakan oleh

pihak penyedia layanan (Yuliana, 2019). Multi-Channel Single Phase sering digunakan untuk mencari waktu antrean yang optimal dalam melakukan suatu pelayanan. Penggunaan Multi-Channel Single Phase dalam penelitian sebelumnya digunakan untuk manajemen antrean rumah sakit berbasis web (Kurniati, 2018), pembayaran supermarket (Hardiyani, 2013), penanganan antrean pasien covid-19 (Putri, 2021), bahkan penggunaan untuk antrean jasa cuci mobil (Bongkriwan, 2015). Penggunaan dan penelitian terkait Multi-Channel Single Phase dan pengaplikasiannya telah banyak dijumpai di berbagai sektor karena memang terbukti dapat memberikan hasil optimal dalam pelaksanaan suatu pekerjaan yang berkaitan dengan adanya antrean.

Setiap pekerjaan pemindahan tanah mekanis membutuhkan optimasi tinggi untuk menghemat biaya dan agar dapat menyelesaikan pekerjaan secara efektif dan tepat waktu. Oleh karena pentingnya optimasi tersebut dalam pekerjaan pemindahan tanah mekanis maka penelitian ini membahas tentang pengoptimalan waktu antrean dump truck dan jumlah dump truck yang mengantre dengan menggunakan Sistem Antrean sistem Multi Channel-Single Phase dengan studi kasus pada proyek pembangunan retail Indomaret Griya Permata Banjar Baru Kalimantan Selatan.

## 2 METODE PENELITIAN

### 2.1 Survei pendahuluan

Survei pendahuluan diperlukan demi membuat penelitian menjadi mudah dalam proses pelaksanaannya. Tahap ini terdiri atas survei lapangan dengan maksud mempertimbangkan lokasi yang akan menjadi tempat penelitian dan agar memperoleh gambaran secara umum terkait kondisi langsung di lapangan.

### 2.2 Studi literatur

Tahap ini ada dengan maksud menemukan landasan teori/referensi yang dapat digunakan sebagai usaha pemecahan masalah dalam objek utama penelitian ini. Pencarian metode yang dapat digunakan di

mana pada tahap kegiatan yang dilakukan adalah pengumpulan data dan literatur yang berkaitan langsung dengan objek penelitian yang dibahas saat ini. Pencarian referensi dilakukan berkaitan dengan Sistem Antrean, analisis dengan Sistem Antrean, serta literatur lain yang dapat mendukung pemindahan tanah mekanis baik dari buku dan jurnal.

### 2.3 Pengumpulan data

Tahap pengumpulan data pada penelitian ini adalah mengumpulkan data dari beberapa sumber yaitu berupa data primer dan data sekunder.

1. Pengumpulan data primer atau pengumpulan data secara langsung dilaksanakan dengan melakukan pengamatan antrean di lokasi penelitian. Durasi pengamatan ini berlangsung selama 30 hari kalender dan dilakukan secara teliti agar hasil dari data primer ini menjadi akurat. Hal ini agar saat pengolahan data, kesalahan yang mungkin muncul dapat ditekan seminimal mungkin.
2. Pengumpulan data sekunder dalam penelitian diambil dari data yang diperoleh dengan menjadikan data/arsip dari kontraktor sebagai sumber datanya, namun tidak menutup kemungkinan data dari instansi lain juga diperlukan.

### 2.4 Pengolahan data

Proses pengolahan data pada tahap analisa dilakukan dengan menggunakan Sistem Antrean Multi Channel singgel phase. Data primer beserta data sekunder yang diperoleh sebelumnya akan menjadi dasar Analisa dalam penelitian ini. Setiap data yang telah diperoleh sebelumnya dalam penelitian kemudian dianalisis menggunakan persamaan Sistem Antrean Multi Channel singgel phase. Data hasil survei pendahuluan yang diambil di lapangan sebelum melaksanakan penelitian digunakan sebagai perbandingan dengan hasil setelah melakukan penelitian dengan menerapkan Sistem Antrean Multi Channel singgel phase. Selisih hasil yang diperoleh dari perbandingan tersebut nantinya digunakan untuk mengetahui efisiensi waktu kinerja alat dalam pekerjaan pemindahan tanah mekanis

sebelum dengan dibandingkan hasil akhir setelah penelitian dan mengetahui tingkat keoptimalan waktu antrean dump truck yang di lapangan.

### 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Pengolahan Data Antrean

Proses pengolahan data penelitian dilapangan berdasarkan kerja alat berat dengan jam operasional antara 5 – 9 jam. Dengan menggunakan perhitungan sederhana diperoleh jam operasional rata-rata dump truck yang didapat dari jumlah operasional dibagi jumlah jam kerja yaitu 8 jam.

$$\lambda = \frac{\text{total unit}}{\text{waktu pengamatan}} ;$$

yaitu 6 unit tiap 0,5 jam

$$\mu = \frac{\text{jumlah unit aktif}}{\text{jam pengamatan}} ;$$

yaitu 6 unit aktif dalam 9 jam

Serangkaian hasil pengambilan data di lapangan diperoleh data-data seperti:  $\lambda$ /jam,  $\mu$ /jam, k (unit), dan *dump truck* /hari. Berdasarkan data lapangan dilakukan analisa dengan metode Sistem Antrean (Bataona, 2020) dengan jumlah *excavator* (k) = 2, jumlah *excavator* (k) = 3, jumlah *excavator* (k) = 4, dan jumlah *excavator* (k) = 5. dengan perhitungan sebagai berikut:

Asumsi menggunakan 2 unit *excavator*, dari hasil data primer pada tanggal 1 Desember 2022 maka diketahui sebagai berikut: Jumlah rata-rata  $\lambda$ /jam = 6, jumlah rata-rata k (unit) = 2 dan jumlah rata-rata  $\mu$ /jam = 4, dari data yang ada dapat dihitung nilai P0 yaitu probabilitas (kemungkinan) semua saluran pemberi layanan mengganggu.

1. Probabilitas (kemungkinan) semua saluran mengganggu (P0)  
 $P0 = \lambda/k\mu$   
 $= 6/4.2$   
 $= 0.75$

Jadi diperoleh probabilitas (kemungkinan) semua saluran mengganggu (P0) adalah 0.75

2. Probabilitas (kemungkinan) semua saluran sibuk (Pw)

$$Pw = \frac{1}{k!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \left(\frac{k\mu}{k\mu - \lambda}\right) P0$$

$$Pw = \frac{1}{2!} \left(\frac{6}{4}\right)^2 \left(\frac{2.4}{2.4 - 6}\right) 0.75$$

Jadi akan diperoleh probabilitas (kemungkinan) semua saluran sibuk (Pw) 3,38

3. Jumlah rata-rata dalam sistem (Ls)

$$Ls = \frac{\lambda\mu(\lambda\mu)k}{(k-1)!(\lambda\mu - \lambda)^2} P0 + \frac{\lambda}{\mu}$$

$$Ls = \frac{6.4(6.4).2}{(2-1)!(6.4-6)^2} 0.75 + \frac{6}{4}$$

Akan diperoleh Jumlah rata-rata dalam sistem(Ls) 4.17 atau menjadi 5 *dump truck* (pembulatan)

4. jumlah rata-rata dalam antrean (Lq)

$$Lq = Ls - \frac{\lambda}{\mu}$$

$$Lq = 4.17 - \frac{6}{4}$$

Jadi akan diperoleh jumlah rata-rata dalam antrean (Lq) 2.67 atau menjadi 3 *dump truck* (pembulatan)

5. Rata-rata waktu dalam sistem (Ws) menggunakan persamaan

$$Ws = \frac{Ls}{\mu}$$

$$Ws = \frac{4.17}{4}$$

Sehingga akan diperoleh rata-rata waktu 1.04 x 60 menit = 62.5 menit dalam sistem.

6. Sedangkan waktu antrean dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$Wq = \frac{Lq}{\lambda}$$

$$Wq = \frac{2.67}{6}$$

Sehingga akan diperoleh rata-rata waktu antrean 0.44 x 60 menit = 26.67 menit dalam antrean.

Sesuai dengan komposisi di atas, dilakukan Analisa pengolahan data perbandingan jumlah *dump truck* dalam sistem (Ls) yang di sajikan dalam bentuk Tabel 1.

**Tabel 1.** Rata-rata Hasil Perhitungan Sistem Antrean

Keterangan	Rata-rata (k)=2	Rata-rata (k)=3	Rata-rata (k)=4	Rata-rata (k)=5	Rata-rata (k)=6
Jumlah rata-rata dump truck dalam sistem (Ls)	4,17	2,83	1,94	1,61	1,52
Jumlah rata-rata dump truck dalam sistem (Lq)	2,67	1,33	0,44	0,11	0,02
Waktu rata-rata dump truck menunggu dalam sistem (Ws)	62,50	42,50	29,17	24,17	22,83
Waktu rata-rata dump truck menunggu dalam sistem (Wq)	26,67	13,33	4,44	1,11	0,22

Dari data rata-rata *dump truck* dalam sistem (Ls) dengan jumlah rata-rata *dump truck* dalam sistem (Ls) dengan jumlah *excavator* (k)=2 adalah 4,17 dibulatkan menjadi 5-unit, rata-rata *dump truck* dalam sistem (Ls) dengan jumlah *excavator* (k)=3 adalah 2.83 dibulatkan menjadi 3-unit, rata-rata *dump truck* dalam sistem (Ls) dengan jumlah *excavator* (k)=4 adalah 1,94 dibulatkan menjadi 2-unit, rata-rata *dump truck* dalam sistem (Ls) dengan jumlah *excavator* (k)=5 adalah 1,61 dibulatkan menjadi 2 unit. dan rata-rata *dump truck* dalam sistem (Ls) dengan jumlah *excavator* (k)=6 adalah 1,52 dibulatkan menjadi 2 unit.

Berdasarkan rata-rata *dump truck* dalam antrean (Lq) dengan jumlah rata-rata *dump truck* dalam antrean (Lq) dengan jumlah *excavator* (k)=2 adalah 2,67 dibulatkan menjadi 3 unit, rata-rata *dump truck* dalam antrean (Lq) dengan jumlah *excavator* (k)=3 adalah 1,33 dibulatkan menjadi 2 unit, rata-

rata *dump truck* dalam antrean (Lq) dengan jumlah *excavator* (k)=4 adalah 0,44 dibulatkan menjadi 1 unit, rata-rata *dump truck* dalam antrean (Lq) dengan jumlah *excavator* (k)=5 adalah 0,11 dibulatkan menjadi 1 unit dan rata-rata *dump truck* dalam antrean (Lq) dengan jumlah *excavator* (k)=6 adalah 0,02 dibulatkan menjadi 1 unit *dump truck*.

Selanjutnya waktu rata-rata *dump truck* dalam sistem (Ws) dengan jumlah waktu tunggu rata-rata *dump truck* dalam sistem (Ws) dengan jumlah *excavator* (k)=2 adalah 1,04 dibulatkan menjadi 2 menit, waktu rata-rata *dump truck* dalam sistem (Ws) dengan jumlah *excavator* (k)= 3 adalah 0,71 dibulatkan menjadi 1 menit, waktu rata-rata *dump truck* dalam sistem (Ws) dengan jumlah *excavator* (k)=4 adalah 0.49 dibulatkan menjadi 1 menit, waktu rata-rata *dump truck* dalam sistem (Ws) dengan jumlah *excavator* (k)=5 adalah 0.40 dibulatkan menjadi 1 menit, dan waktu rata-rata *dump truck* dalam sistem (Ws) dengan jumlah *excavator* (k)=6 adalah 0.38 dibulatkan menjadi 1 menit

Waktu tunggu rata-rata *dump truck* dalam antrean (Wq) dengan jumlah waktu rata-rata *dump truck* dalam antrean (Wq) dengan jumlah *excavator* (k)=2 adalah 0,44 dibulatkan menjadi 1 menit, waktu rata-rata *dump truck* dalam antrean (Wq) dengan jumlah *excavator* (k)=3 adalah 0,22 dibulatkan menjadi 1 menit, waktu rata-rata *dump truck* dalam antrean (Wq) dengan jumlah *excavator* (k)=4 adalah 0,07 dibulatkan menjadi 1 menit, dan waktu rata-rata *dump truck* dalam antrean (Wq) dengan jumlah *excavator* (k)=5 adalah 0,02 dibulatkan menjadi 1 menit, dan waktu rata-rata *dump truck* dalam antrean (Wq) dengan jumlah *excavator* (k)=6 adalah 0,00 dibulatkan menjadi 0 menit.

### 3.2 Perhitungan Produksi Alat Berat

Berdasarkan tabel 1 dapat dihitung kapasitas produksi excavator, produksi dump truck dan jumlah dump truck yang terlayani dengan jumlah excavator (k)=2, jumlah excavator (k)=3, jumlah excavator (k)=4, jumlah excavator (k)=5, dan jumlah excavator (k)=6, sebagai berikut:

#### 1. Kapasitas produksi excavator

Kapasitas produksi excavator dengan jumlah excavator (k)=2, dihitung dengan

menggunakan data lapangan, waktu siklus diperoleh sebesar 40 menit dan kapasitas bucket 0,8 m<sup>3</sup> (faktor bucket untuk tanah asli sebesar 0.75 (Fatena, 2008)) dengan kondisi kerja baik ( $E = 0.80$ ). Maka diperoleh kapasitas produksi alat muat sebesar 9 m<sup>3</sup>/jam dengan jumlah excavator ( $k = 2$ -unit 9 m<sup>3</sup>/jam = 18 m<sup>3</sup>/jam.

2. Kapasitas produksi rata-rata dump truck  
 Kapasitas produksi rata-rata dump truck dengan jumlah excavator ( $k=2$ ) dihitung menggunakan data-data lapangan seperti: Kapasitas bak ( $V = 6$  m<sup>3</sup>, faktor efisiensi alat ( $F_a = 0,8$ , faktor kembang bahan ( $F_k = 1,2$ , kecepatan rata-rata bermuatan ( $v_1 = 30$  km/jam, kecepatan rata-rata kosong ( $v_2 = 60$  km/jam, jarak rata-rata rute operasional ( $L = 5$  km. Karena dump truck berada dalam sistem antrian, maka waktu muat rata-rata adalah waktu rata-rata menunggu dalam antrian ( $W_s$ ) sebesar 1,04 menit dan waktu tunggu dalam antrian ( $W_q$ ) sebesar 0,44 menit, sehingga diperoleh waktu siklus dump truck ( $T_s$ ) sebesar 40 menit. Sehingga diperoleh kapasitas produksi dump truck sebesar 9 m<sup>3</sup>/jam dengan jumlah dump truck sebanyak 6 unit.

### 3.3 Pengoptimalan Pekerjaan Pemindahan Tanah

Perhitungan optimalisasi pekerjaan pemindahan tanah mekanis pada Proyek Pembangunan Retail Indomaret Griya Permata Banjarbaru Kalimantan Selatan, dilakukan dengan membandingkan biaya operasional dari komposisi jumlah alat berat (excavator dan dump truck) yang beroperasi dalam sistem antrian pada pekerjaan pemindahan tanah pada Pembangunan Retail Indomaret Griya Permata Banjarbaru, Kalimantan Selatan. Hasil analisa biaya operasional berdasarkan jumlah komposisi alat berat ditampilkan Tabel 2.

Tabel 2 menggambarkan bahwa dengan jumlah excavator ( $k = 2$  unit yang dioperasikan dapat melayani maksimal sebanyak 6 unit dump truck dengan total biaya operasional Rp17.400.000. Selanjutnya dengan jumlah excavator ( $k = 3$  unit yang beroperasi dapat melayani maksimal 5 unit dump truck dengan total biaya operasional Rp16.100.000. Kemudian, dengan jumlah excavator ( $k = 4, 5$ , dan 6 unit dapat melayani maksimal 4 unit dump truck dengan total biaya operasional sebesar Rp14.800.000, Rp16.000.000 dan Rp17.200.000.

**Tabel 2.** Perbandingan biaya operasional per hari alat berat

Jenis Alat Berat	Biaya operasional per hari				
	Waktu operasi (jam)	Harga sewa/ jam (Rp)	Jumlah Unit	Jumlah Harga Sewa (Rp)	Total (Rp)
Dump truck	8 jam	2.500.000	6	15.000.000	17.400.000
excavator	8 jam	1.200.000	2	2.400.000	
Dump truck	8 jam	2.500.000	5	12.500.000	16.100.000
excavator	8 jam	1.200.000	3	3.600.000	
Dump truck	8 jam	2.500.000	4	10.000.000	14.800.000
excavator	8 jam	1.200.000	4	4.800.000	
Dump truck	8 jam	2.500.000	4	10.000.000	16.000.000
excavator	8 jam	1.200.000	5	6.000.000	
Dump truck	8 jam	2.500.000	4	10.000.000	17.200.000
excavator	8 jam	1.200.000	6	7.200.000	

Jika jumlah *excavator* di tambah dan tidak memperhitungkan jumlah *dump truck* yang dipakai maka akan menaikkan biaya operasional per hari. Sementara, jika jumlah *excavator* beroperasi 4 unit/hari dan dengan dikombinasikan jumlah 4 *dump truck* yang dapat dilayani akan memberikan hasil kapasitas produksi *dump truck* sebesar 6 m<sup>3</sup>/jam. Dengan biaya operasional sebesar Rp14.800.000/hari, dan jumlah *dump truck* yang mengantre menjadi 1 unit serta waktu tunggu *dump truck* dalam antrean menjadi kurang dari 1 menit. Maka waktu antrean *dump truck* lebih sedikit dan jumlah kapasitas produksi bertambah beserta biaya *operasional* menjadi lebih murah dengan menggunakan 4 unit *excavator* dengan selisih biaya sebesar Rp2.600.000 per hari dengan menggunakan 2 unit *excavator*.

#### 4 KESIMPULAN

Dari hasil pengamatan, perhitungan, dan kajian terhadap pengoptimalan pindahkan tanah mekanis pada proyek pembangunan retail Indomaret, Kalimantan Selatan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Waktu antrean *dump truck* di lokasi pekerjaan pindahkan tanah mekanis pada Proyek Pembangunan Retail Indomaret Griya Permata Banjarbaru, Kalimantan Selatan adalah 40 menit dan jumlah *dump truck* yang mengantre adalah 6 unit. Dengan jumlah *excavator* yang beroperasi sebanyak 2 unit dibutuhkan biaya operasional per hari sebesar Rp17.400.000.
2. Optimalisasi dilakukan dengan jumlah *excavator* yang beroperasi sebanyak 4 unit dengan jumlah *dump truck* dalam antrean 1 unit dan waktu *dump truck* dalam antrean menjadi kurang dari 1 menit, dengan biaya operasional per hari sebesar Rp14.800.000.

#### DAFTAR RUJUKAN

Bataona, B. L. (2020). Analisis Sistem Antrean Dalam Optimalisasi Layanan di Supermarket Hyperstore. *Journal Of Management (Sme's)*, 12(2), 225-237.

- Bongkriwan, M. I. (2015). The Application Queueing Theory In Singkil Service Car Wash. *Jurnal EMBA*, 3(3), 219-228.
- Fatena, R. S. (2008). Alat Berat Untuk Proyek Kontruksi. Rineka Cipta.
- Hardiyani, R. (2013). Analisis Penerapan Teori Antrian Pada Sistem Pembayaran Supermarket Di Golden Market Jember. Jember: Universitas Jember.
- Harmoko, A. (2019). Optimasi Kinerja Pindahkan Tanah Untuk Pekerjaan Jalan Menggunakan Program Linear Dari Tinjauan Muatan Dan Match Factor. *Rekayasa Sipil*, 8(2), DOI: <http://dx.doi.org/10.22441/jrs.2019.V08.i2.05>.
- Herbiansjah, D. (2018). Evaluasi Manajemen Pemeliharaan Excavator Pc 300 – 8mo Dengan Menggunakan Metode Life Cycle Cost (Studi Kasus : Pt United Tractors Semen Gresik). Surabaya: ITS.
- Kurniati, R. (2018). Sistem Antrian Multi Channel Rumah Sakit Berbasis Web. *Jurnal Inovtek Polbeng-seri Informatika*, 3(2), DOI:10.35314/isi.v3i2.827.
- Miharja, G. S. (2019). Optimalisasi Penggunaan Alat Berat (Studi Kasus: Pembangunan Jalan Tol Medan – Kualanamu – Tebing Tinggi, Sta. 77+515 – Sta. 82+000). *JOM*, 1(1), 1-14.
- Putri, D. S. (2021). Implementasi Teori Antrian Dan Simulasi Monte Carlo Pada Jumlah Pasien Covid-19 Di Kota Batam. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia .
- Rizma, A. K. (2021). Optimasi Penggunaan Peralatan Pindahkan Tanah Mekanis Untuk Meningkatkan Kinerja Waktu Dan Biaya. Jakarta: Politeknik Negeri Jakarta.
- Sari, N. M. (2015). Metode Pelaksanaan Pembangunan Proyek Apartemen One East Surabaya Dengan Metode Top-Down. Surabaya: ITS.
- Suhendra, S. (2019). Optimasi Alat Berat pada Pindahkan Tanah Mekanis (Studi Kasus Penyediaan Timbunan Tanah Pilihan Pada Pekerjaan Peningkatan Akses Jaringan Pipa Air Bersih Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Booster Senyerang). *Jurnal Talenta Sipil*, 2(1)

- Warsika, P. D. (2017). Analisis Waktu Dan Biaya Berdasarkan Analisa Produktivitas Tenaga Kerja Pada Proyek Pembangunan Konstruksi. Bali: Universitas Udayana.
- Yuliana, D. (2019). Sistem Antrian Multi Channel Single Phase Berdasarkan Pola Kedatangan Pasien untuk Pengambilan Obat di Apotik. Jurnal Informasi & Teknologim 1(4), 7-11.
- Zulkarnain, F. (2020). Pemindahan Tanah Mekanis dan Peralatan Konstruksi. Medan: UMSU press.