

OPTIMALISASI PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA PEKERJAAN GALIAN TANAH PROYEK POLYPLEX POLYESTER FILM FACTORY

Meassa Monika Sari¹, Tb. Sofwan Hadi², Syarif Cahyadi³

Teknik sipil, Universitas Serang Raya
Jl. Raya Serang – Cilegon Km. 5 Taman, Kota Serang, Indonesia
Koresponden*, Email: meassamonikha@unsera.ac.id

Abstract

The high demand of infrastructure to support human life affect to infrastructure completion effectively and efficiently, in the use of heavy machinery. The objectives of this research are to find optimum combination of heavy equipment usage based on cost and duration, as well as productivity and optimum duration of equipment used for land digging activity. This research is located at Polyplex Polyester Film factory site in the Cikande Industrial Estate, District of Serang, Banten. The volume of digging activity is 23,328 m³. Observation was conducted to the excavator, dump truck, and crawler crane. Analyse was conducted by calculating cycle time, productivity of each excavator and dump truck combination, job duration, cost estimation, and alternative making. Among of four available combinations, it is best to use the fourth one, that use 2 unit of Komatsu PC 300-8 excavators, with 20 unit of 7 m³ dump truck, and 1 unit of crawler crane. This job can be 100% completed in 149.46 hours. It means, this job is accelerated by 70.55% (358.09 hours). Total cost needed is Rp 178,508,063, which is saved by 60.35% (Rp 117,252,585).

Abstrak

Tingginya kebutuhan penyediaan infrastruktur untuk menunjang kehidupan berdampak pada penyelesaian infrastruktur dengan efektif dan efisien salah satunya dalam penggunaan alat berat. Tujuan Penelitian ini untuk mendapatkan kombinasi alat berat yang lebih baik dari segi biaya dan waktu serta mengetahui produktivitas dan durasi optimal alat yang dipakai dalam pekerjaan galian tanah pada Proyek polyplex polyester film factory yang berada di Kawasan Modern Cikande Kab.Serang – Banten. Volume pekerjaan galian tanah sebesar 23.328 m³. Observasi dilakukan pada alat berat excavator, dump truck dan crawler crane. Analisa dilakukan dengan menghitung waktu siklus, produktivitas pada tiap kombinasi excavator dan dump truck, jumlah alat yang digunakan, durasi pekerjaan, perhitungan biaya dan pembuatan alternatif. Dari empat alternatif kombinasi alat berat, alternatif ke- 4 yaitu 2 unit excavator komatsu PC 300-8, dengan 20 unit dump truck kapasitas 7 m³ dan 1 unit crawler crane. Pekerjaan ini dapat diselesaikan 100 % dengan waktu 149,46 jam, pekerjaan dapat dipercepat selama 358,09 jam dengan persentase (70,55%) dengan biaya total yang dibutuhkan Rp. 178.508.063, dapat menghemat biaya sebesar Rp. 117.252.585 dengan persentase (60,35%).

Info Artikel

Diterima : 23 November 2020
Direvisi : 02 Desember 2020
Dipublikasikan: 14 Desember 2020

Keywords: heavy equipment, Optimization, Productivity

Kata Kunci : Alat Berat, Optimalisasi, Produktivitas

1. Pendahuluan

Dalam bidang teknik sipil, alat-alat berat digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan konstruksi, saat ini alat berat merupakan faktor penting di dalam proyek, terutama proyek-proyek konstruksi dengan skala besar. Kebutuhan alat berat berperan penting salah satunya dalam pekerjaan galian tanah. Penggunaan alat berat seperti *excavator* sebagai alat pengeruk tanah, *dump truck* sebagai alat pengangkut tanah, dan *crawler crane* sebagai pesawat.

Pada pekerjaan galian tanah terdapat berbagai pekerjaan yang dilakukan oleh masing-masing alat, diantaranya pekerjaan galian dilakukan oleh alat *excavator*, pekerjaan pengangkutan dilakukan oleh *dump truck* dan pekerjaan pembuatan tanggul agar tidak terjadi longsor dilakukan menggunakan alat *Crawler crane* dengan menanamkan baja pada tepi galian, pekerjaan pembuatan tanggul dengan baja hampir sama dengan penanaman tiang pancang.

Penggunaan alat berat pada pelaksanaan harus diperhitungkan agar penggunaannya dapat optimal, yaitu mencapai biaya minimum tanpa mengabaikan target waktu pelaksanaan pekerjaan [1]. Maddeppungeng dkk (2017) telah meneliti bagaimana menentukan jumlah alat berat yang optimum dengan biaya dan waktu yang paling minimal untuk pekerjaan tanah dengan bantuan program komputer LINDO. Hasil perhitungan didapatkan bahwa komposisi alat yang paling optimum adalah 4 unit *Bulldozer* (2 milik, 2 sewa), 8 unit *Excavator* (4 milik, 4 sewa), 30 unit *Dump truck* (sewa), 3 unit *Wheel Loader* (2 milik, 1 sewa), 5 unit *Split Barge* (milik), dan 2 unit *Vibration Roller* (milik), dengan biayanya sebesar Rp. 10.395.810.000 dan waktunya sebanyak 483 hari. Dan efisiensi penggunaan alat berat terhadap waktu dan biaya adalah untuk alat berat jenis *Bulldozer CAT D6G* (0,85%), *Bulldozer Shantui*(8%), *Excavator Kobelco SK200* (6.67%), *Excavator Kobelco SK330* (5,26%), *Dump truck* (21,87%), untuk jenis alat berat *Split Barge* (11,11%), *Wheel Loader CAT 966D* (6,54%), dan *Vibro Roller Sakai SV-900* (4,21%). [2]

Shinta dkk (2017) mencari alternatif kombinasi alat berat manakah yang paling optimal yang dapat diterapkan di lapangan pada proyek Tol Pandaan-Malang. Pada penelitian ini, menggunakan metode

deskriptif analitis. Analisa yang dilakukan adalah perhitungan waktu siklus, produktivitas pada tiap kombinasi *excavator* dan *dumptruck* yang ada di lapangan maupun teoritis, perhitungan jumlah alat yang akan digunakan, penjadwalan pekerjaan dalam menyelesaikan pekerjaan dan perhitungan biaya sewa alat berat. Dari hasil perhitungan pada kombinasi alat berat, alternatif merupakan kombinasi yang paling optimal yaitu dengan menggunakan 7 unit *excavator* 0,5 m³ dan 36 unit *dumptruck* 20 m³. Total waktu pengerjaan yaitu dalam waktu 338 hari dengan total biaya yang harus dikeluarkan untuk menyewa alat berat sebesar Rp. 86.868.566.462. [3]

Pemilihan alat berat dilakukan pada tahap perencanaan, dimana jenis, jumlah, dan kapasitas alat merupakan faktor-faktor penentu. Tidak setiap alat berat dapat dipakai untuk setiap proyek konstruksi. Oleh karena itu pemilihan alat berat yang tepat sangatlah diperlukan. Apabila terjadi kesalahan dalam pemilihan alat berat maka akan terjadi keterlambatan di dalam pelaksanaan, biaya proyek yang membengkak dan hasil yang tidak sesuai dengan rencana [4].

Penelitian ini memaparkan optimalisasi penggunaan alat berat pada pekerjaan galian tanah ditinjau dari segi waktu dan biaya agar mencapai keadaan yang terbaik.

2. Metode

Lokasi penelitian yaitu pada Proyek Polyplex Polyester Film Factory, Cikande Serang, Banten. Jenis alat berat yang diamati sesuai dengan Tabel 1.

Tabel 1. Alat berat Yang Diamati

NO	JENIS ALAT	SPESIFIKASI
1	Excavator PC 200	- Kapasitas Bucket : 1,2 m ³ - Net HP : 114 HP - Max Menggali : 9,8 meter - Penggali dan pemuat tanah ke dalam bak <i>dump truck</i> .
2	Excavator PC 300	- Kapasitas Bucket : 2,6 m ³ - Net HP : 246 HP - Max Menggali : 11 meter - Penggali dan pemuat tanah ke dalam bak <i>dump truck</i> .
3	Dump Truck	Truk Tipe Hino Dutro 130 HP Kapasitas 7 m ³ Pemuat tanah dari lokasi proyek ke <i>quarry</i> .
4	Crawler Crane	Type SWRK 55 T Kapasitas angkat (SWL) 55 Ton

Sumber: Data Proyek

Pengumpulan data dilakukan dengan pengamatan langsung pada *excavator*, *dump truck* dan *crawler crane* pada pekerjaan galian tanah untuk mendapatkan waktu siklus masing-masing alat berat. Waktu siklus 2 unit *excavator* yang melakukan galian dan memuat tanah ke bak *dump truck* dilakukan 3 kali pengamatan dengan siklus berulang sebanyak 4 kali. Pengamatan 5 unit *dump truck* yang memuat tanah sebanyak 3 kali siklus berulang untuk tiap 1 unit truck, dilakukan 2 kali pengamatan. Pengamatan pada alat berat 1 unit *crawler crane* pada saat melakukan pemancangan tiang baja, hanya 1 kali pengamatan dengan 3 kali siklus berulang. Jam kerja alat dimulai dari pagi jam 08.00 WIB dan berakhir pada sore hari jam 16.00 WIB (7 jam kerja efektif). Perhitungan waktu siklus *excavator* menurut Rochmanhadi, (1987) dalam Putra (2018), dituliskan sebagai berikut [5]:

Perhitungan waktu siklus excavator :

$$\text{Waktu siklus (Cm)} = \text{waktu gali} + (2 \times \text{waktu putar}) + \text{waktu buang} \quad (1)$$

Waktu siklus *dump truck* menurut Rochmanhadi, (1992) dalam Sokop dkk (2018) [6] yaitu:

Perhitungan waktu siklus dump truck :

$$\text{Waktu siklus (Cm)} = \text{Waktu Muat (TI)} + \text{Waktu Berangkat (Th)} + \text{Waktu Kembali (Tr)} + \text{Waktu Buang Dan Waktu Tunggu (t1)} + \text{Waktu Mengambil Posisi Muat (t2)} \quad (2)$$

Perhitungan waktu siklus crawler crane :

$$W_s = W_{\text{siap}} + W_{\text{putar}} + W_{\text{tekan}} + W_{\text{pindah}} \quad (3)$$

Produktivitas Excavator Produktivitas excavator per jam (m³/jam) :

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{C_m} \quad (4)$$

Waktu kerja yang dibutuhkan alat :

$$T = \frac{\text{Volume Tanah}}{Q} \quad (5)$$

Produktivitas dump truck per jam (m³/jam) :

$$Q = \frac{C \times 60 \times E}{C_m} \quad (6)$$

Produktivitas crawler crane :

$$Q = \text{Kapasitas} \times \frac{60}{CT} \times E \quad (7)$$

3. Hasil dan Pembahasan

Pada pekerjaan galian tanah dalam penelitian ini diketahui panjang galian 72 meter, lebar galian 54 meter dan tinggi galian 6 meter, Volume galian tanah sebesar:

$$V = P \times L \times T = 72 \text{ m} \times 54 \text{ m} \times 6 \text{ m} = 23.328 \text{ m}^3$$

Berdasarkan hasil pengamatan, waktu Siklus *excavator* PC 200 = 6 + (2 x 5,9) + 5,9 = 23,7 detik.

Waktu siklus *excavator* pc 300 dihitung dengan menggunakan persamaan (1) yaitu sebesar = 11,07 + (2 x 6,025) + 5,95 = 29,07 detik.

Waktu siklus *Dump truck* yang dimuat oleh *excavator* pc 200 = 1,84 menit + 9 menit + 6 menit + 4,14 menit + 1,2 menit = 22,18 menit.

Waktu siklus *Dump truck* yang dimuat oleh *excavator* pc 300 = 1,04 menit + 9 menit + 6 menit + 4,1 menit + 1,2 menit = 21,68 menit.

Waktu siklus kerja *crawler crane* = 32,03 menit + 1,26 menit + 22,315 menit + 3,015 menit = 58,62 menit

Tabel 2. Produktivitas Excavator

Alat Berat	Excavator PC 200	Excavator PC 300
Produktivitas (m ³ /jam)	95,69	169,04
Waktu kerja alat (hari)	35	20

Sumber: hasil olah data

Produktivitas excavator per jam dan waktu kerja yang dibutuhkan alat ditunjukkan oleh Tabel 2, produktivitas dump truck yang dimuat excavator sesuai dengan Tabel 3.

Tabel 3. Produktivitas Dump truck

Alat Berat	Dump truck yang dimuat Excavator PC 200	Dump truck yang dimuat Excavator PC 300
Produktivitas (m ³ /jam)	15,58	17,26
Jumlah dump truck (unit)	7	10

Sumber: hasil olah data

Produktivitas *crawler crane* dihitung berdasarkan persamaan (7) diperoleh

$$Q = 55 \text{ Ton} \times \frac{60}{58,62} \times 0,75 = 42,221 \text{ ton/jam}$$

Tabel 4. Biaya Alat Berat Excavator

Komponen Biaya	Excavator PC 200	Excavator PC 300
Jumlah alat (unit)	1	1
Harga sewa alat (Rp/jam)	200.000	250.000
Bahan Bakar (Rp/jam)	166.000	166.000
Operator (Rp/jam)	21.000	21.000
Total Biaya sewa alat (Rp/jam)	387.000	437.000

Sumber: Hasil Olah Data

Komponen biaya alat berat ditunjukkan oleh Tabel 4, dan Tabel 5.

Tabel 5. Biaya dump truck dan crawler crane

Komponen Biaya	Dump truck	Crawler crane
Jumlah alat (unit)	5	1
Waktu Kerja Alat Per Unit (jam)	48,75	77
Biaya Sewa Alat (Rp/jam)	131.100	1.417.499
Total Biaya sewa alat (Rp/jam)	31.955.625	109.147.423

Sumber: Hasil Olah Data

Hasil Perhitungan pada kondisi asli (eksisting) ditunjukkan oleh Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Alat Berat pada Kondisi Asli (Existing)

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (Jam/Unit)	Biaya (Rp)
Excavator pc 200	1	243,78	94.342.860
Excavator pc 300	1	138,02	60.314.740
Dump truck	5	48,75	31.955.625
Crawler crane	1	77	109.147.423
Total		507,55	295.760.648

Sumber: Hasil Olah Data

Pada kondisi asli dilapangan (*existing*) pekerjaan dapat selesai 100 % dengan waktu 507,55 jam dan memerlukan biaya sebesar Rp. 295.760.648

Perhitungan waktu dan biaya pada kondisi asli (*existing*) dijadikan pembandingan dengan alternatif lainnya sehingga diketahui alternatif mana yang paling efektif dan efisien dari segi waktu dan biaya.

Komposisi alata-alat berat dibuat menjadi 4 alternatif, dihitung durasi kerja dan biayanya kemudian dianalisa alternatif mana yang paling optimal.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Analisis Alternatif 1

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (Jam/Unit)	Biaya (Rp)
Excavator pc 200	1	243,78	94.342.860
Dump truck	7	34,82	31.954.314
Crawler crane	1	77	109.147.423
Total		355,6	235.444.597

Sumber: Hasil Olah Data

Apabila dibandingkan dengan kondisi asli dilapangan (*existing*) dengan alternatif 1, dengan menggunakan 1 excavator pc 200, 7 dump truck dan 1 crawler crane maka akan terjadi pengurangan dan penambahan unit alat tetapi terjadi penurunan pada jam kerja dan biaya. Akan tetapi dari alternatif 1 kurang direkomendasikan karena biaya yang masih mahal dan waktu yang masih lama.

Tabel 8. Hasil Perhitungan Analisis Alternatif 2

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (Jam/Unit)	Biaya (Rp)
Excavator pc 300	1	138,02	60.314.740
Dump truck	10	13,80	18.091.800
Crawler crane	1	77	109.147.423
Total		228,82	187.553.963

Sumber: Hasil Olah Data

Pada komposisi alat alternatif 2, dengan menggunakan 1 excavator pc 300, 10 dump truck dan 1 crawler crane maka akan terjadi penurunan pada jam kerja dan biaya. Akan tetapi dari alternatif 2 juga kurang direkomendasikan karena dianggap biaya yang masih mahal dan waktu yang masih lama.

Tabel 9. Hasil Perhitungan Analisis Alternatif 3

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (Jam/Unit)	Biaya (Rp)
<i>Excavator pc 200</i>	2	121,89	94.342.860
<i>Dump truck</i>	13	9,37	15.969.291
<i>Crawler crane</i>	1	77	109.147.423
Total		208,26	219.459.574

Sumber: Hasil Olah Data

Pada alternatif 3 seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 9, digunakan komposisi 2 excavator pc 200 dan 13 unit dump truck dan apabila dibandingkan dengan kondisi asli dilapangan (existing) maka terlihat pengurangan.

Tabel 10. Hasil Perhitungan Analisis Alternatif 4

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (Jam/Unit)	Biaya (Rp)
<i>Excavator pc 200</i>	2	69,01	60.314.740
<i>Dump truck</i>	20	3,45	9.045.900
<i>Crawler crane</i>	1	77	109.147.423
Total		149,46	178.508.063

Sumber: Hasil Olah Data

Pada komposisi alat alternatif 4, dengan menggunakan 2 excavator pc 200, durasi galian tanah menjadi sangat singkat, lalu penggunaan 20 dump truck juga mempercepat proses pengangkutan tanah, sedangkan crawler crane tetap.

Tabel 11. Perbandingan Biaya dan Waktu

Kondisi	Eksisting	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Alternatif 4
<u>Jumlah</u>					
excavator pc 200	1	1	0	2	0
excavator pc 300	1	0	1	0	2
dump truck	5	7	10	13	20
crawler crane	1	1	1	1	1
Biaya (Rp)	295.760.648	235.444.597	187.553.963	219.459.574	178.508.063
Waktu (Jam)	507,55	355,6	228,82	208,26	149,46
Biaya (%)	-	20,39 %	36,58 %	74,20 %	60,35 %
Waktu (%)	-	29,93 %	54,91 %	41,03 %	70,55 %

Sumber: Hasil Olah Data

Keempat alternatif kombinasi alat berat dibandingkan dengan kondisi di lapangan (eksisting). Perbandingan efisiensi biaya dan efektifitas waktu kerja alat ditunjukkan oleh Tabel 11 di atas. Maka hasil dari alternatif 4 sangat direkomendasikan dengan keserasian kerja alat dengan biaya yang lebih hemat dan waktu yang lebih cepat dari kondisi asli. Pemilihan alternatif harus disesuaikan dengan kondisi lingkungan proyek. Misalkan jumlah unit dump truck yang banyak memungkinkan dapat ditempatkan di lingkungan proyek, namun apabila lingkungan proyek tidak mendukung misalnya disebabkan oleh akses yang kurang memadai maka dipilih alternatif lain.

1. Simpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian yaitu:

1. Kombinasi yang paling efektif dengan menggunakan alternatif 4 yang mempunyai kombinasi 2 unit excavator komatsu PC 300-8, dengan 20 unit dump truck kapasitas 7 m³ dan 1 unit crawler crane.
2. Apabila dibandingkan dengan kondisi asli dilapangan, dengan menggunakan alternatif 4 didapat produktivitas alat yang lebih besar dengan 2 unit excavator pc 300 sebesar 338,08 m³/jam, dengan 20 unit dump truck kapasitas 7 m³ sebesar 345,2 m³/jam dan 1 unit crawler crane sebesar 42,221 ton/jam
3. Pekerjaan galian tanah dapat diselesaikan 100 % dengan waktu 149,46 jam atau 22 hari (7 jam kerja efektif). Waktu pekerjaan dapat dipercepat selama 358,09 jam atau 52 hari (7 jam kerja efektif).
4. Pekerjaan galian tanah dapat diselesaikan 100 % dengan biaya total yang dibutuhkan Rp 178.508.063 Dapat menghemat biaya sebesar Rp. 117.252.585.

Daftar Pustaka

[1] Qariatullailiyah dan Retno Indryani, "Optimasi Biaya Penggunaan Alat Untuk Pekerjaan Pengangkutan Dan Penimbunan Pada Proyek Grand Island Surabaya dengan Program Linier", Jurnal Teknik POMITS, Vol. 2, No. 1, (2013)

[2] Andi Maddeppungeng, Irma Suryani dan

- Dadan Febriana, Rita Farida dan Dyah Nurwidyaningrum, "Optimalisasi Komposisi Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Pelabuhan PT. Cemindo Gemilang", Jurnal Konstruksia, Vol. 9, No. 1, (2017), pp. 59-67.
- [3] Annisa Citra La Shinta, Harimurti dan M. Hamzah Hasyim, "Optimalisasi Penggunaan Alat Berat Pada Proyek Tol Pandaan-Malang",
- [4] Rostiyanti, "Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi Edisi 2" Jakarta: Penerbit PT. Rineka Cipta", (2014)
- [5] Putra, "Analisis Pemilihan Alat Berat Pada Pekerjaan Galian Dan Timbunan Proyek Pembangunan Fakultas Hukum UII". Jurnal Teknik Pomits Vol. 2 No 1, (2018)
- [6] Sokop, Arsjad dan Malingkas "Analisa Perhitungan Produktivitas Alat Berat Gali-Muat (*Excavator*) Dan Alat Angkut (*Dump truck*) Pada Pekerjaan Pematangan Lahan Perumahan Residence Jordan Sea". Manado: Jurnal Tekno Vol. 16 No 70, (2018)
- [7] Rostiyanti, S.F. 2002. *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi*. Penerbit Rineka Cipta, Jakarta.
- [8] Rostiyanti, S.F. 2008. *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi*. Penerbit Rineka Cipta, Jakarta.
- [9] Departemen Pekerjaan Umum. 1998. *Pedoman Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Dengan Menggunakan Peralatan*. Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.\
- [10] Kementerian Pekerjaan Umum. (2013). *Pedoman Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- [11] Kholil, Ahmad. (2012). *Alat Berat*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- [12] Rochmanhadi. (1985). *Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan dengan Menggunakan Alat-alat Berat*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- [13] Nujum, K, Ag. Isjudarto, A.A. Inung Arie Adnyano, Keserasian Kerja Alat Gali-Muat dan Alat Angkut Pada Kegiatan Pengambilan Lumpur dan Tanah Pucuk di PT. Newmont Nusa Tenggara Kabupaten Sumbawa Barat, Provinsi Nusa Tenggara Barat, Jurnal. STTN, 2015.
- [14] Nunnally, Stephen W., *Construction Methods and Management 7th Ed.*, Pearson Prentice Hall, Columbus, New Jersey: USA, 2006.
- [15] Peurifoy, R., *Construction, Planning Equipment and Methods 7th Ed.* McGraww-Hill, Boston, Massachussets: USA, 2005.
- [16] Sutanto, K.R., Kosasi, M.H., Andi. *Produktivitas Alat Berat pada Pekerjaan Galian Gedung P1 P2 UK Petra*, Jurnal, Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- [17] Yadam, R. W, Diputra, I Gede A., Sudipta, I Gusti K., *Optimalisasi Penggunaan Alat Berat Pada Pekerjaan Galian Tanah (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Stock Yard Suzuki Negara, Kab. Jembrana, Bali)*, Jurnal, Universitas Udayana, Bali, 2015.