

Analisis Produktivitas Excavator Dan Dumptruck Pada Pekerjaan Galian Tanah Pada Proyek Jalan Tol Jakarta – Cikampek II Selatan

Muammar Efriansyah¹⁾, Nuzul Barkah Prihutomo²⁾, Edy Pramono³⁾

^{1),2),3)} Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. DR. G.A. Siwabessy, Kampus Baru UI, Kukusan, Kecamatan Beji, Kota Depok, Jawa Barat, 16424.

Email: muammar.efriansyah.ts17@mhs.wpnj.ac.id, nuzul.barkahprihutomo@sipil.pnj.ac.id, edyp.uas.sipilpnj@gmail.com

Abstrak

Banyaknya penggunaan alat berat pada proyek pembangunan Jalan tol Jakarta – Cikampek 2 selatan paket 3 tentunya akan memperbesar biaya pelaksanaan pekerjaan. Agar dapat mengetahui biaya dan jumlah alat yang digunakan pada saat proses pekerjaan galian dimana saat *excavator* bekerja melayani *dumptruck*, maka perlu dilakukan peninjauan kembali secara khusus baik dari segi jumlah alat yang digunakan maupun besarnya biaya pelaksanaan. Oleh karena itu dilakukan penelitian mengenai analisis produktivitas, waktu, dan biaya *excavator* dan *dumptruck*. Metode analisis ini dilakukan dengan cara membandingkan keadaan lapangan dengan perhitungan Teoritis dengan cara menghitung produktivitasnya, lama waktu kerjanya, dan biaya pekerjaan. Dari hasil penelitian didapatkan adanya keterlambatan sebesar 3 hari untuk *Excavator* dan *Dumptruck*, Dalam keadaan jumlah unit alat berat sama banyak antara Teoritis penggunaan alat dengan pelaksanaannya dilapangan yaitu satu unit *Excavator* dan dua unit *Dumptruck*, kemudian terdapat kekurangan produktivitas untuk *Excavator* sebesar, 82.21 m³ dan *Dumptruck* sebesar, 25.95 m³. Serta didapatkan adanya kerugian sebesar Rp. 55,124,237 atau sebesar 6 % dalam persentase pada pekerjaan galian tanah. Setelah diketahui adanya keterlambatan dan kerugian, lalu melakukan analisis penentuan alat berat efektif, didapat kombinasi alat efektif terdapat pada alternatif 2 yang mana lebih cepat 19 hari dari Lapangan, lalu dengan biaya pekerjaan alat berat sebesar Rp. 733,543,888 atau adanya penurunan sebesar 26% yang didapatkan dari perhitungan rasio.

Kata kunci: Biaya, Dumptruck dan Excavator, Produktivitas, Waktu

Abstract

The more heavy equipment used on constructions, the more expense would take. Otherwise, the less heavy equipment used the longer process of the construction would take. To figure out how many equipment needed for soil excavation construction where excavator supports the dumptruck, review should be done for the number of the equipment and the expenses. Therefore, this research analysis of excavator and dumptruck is conducted. This analysis compares the situation on construction site with the situation of the planning by calculating the productivity, the construction time, and the expense in accordance of the real situation of construction site and the situation of the planning. According to the result of the study, there was a tardiness of 3 days for the Excavator and 3 days for the Dumptruck with the same number of heavy equipment between Existing and planned, namely 1 unit of Excavator and 2 units of Dumptruck, then there was a lack of productivity for the Excavators of 82.21 m³ and Dumptruck of 25.95 m³ and there is disadvantage of Rp. 55,124,237 or 6% in percentage. After finding out the tardiness, then have equipment that are effective enough on the alternative which is 19 days faster than the Existing, then with the expense on the heavy equipment of Rp. 733,543,888 or there is a reduction of 26% from Existing.

Keywords: Capacity design, Reinforced concrete, Upper structure



Copyright © 2022 The Author(s)

This is an open access article under the [CC-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/) license.

1. PENDAHULUAN

Saat ini di Indonesia pembangunan jalan tol terus mengalami peningkatan, dalam hal perbaikan dan pemeliharaan jalan, serta pembangunan jalan. Pada pembangunan rute jalan tol baru membutuhkan perencanaan, perhitungan, implementasi, dan evaluasi yang cermat untuk mencapai hasil yang optimal dengan biaya dan waktu yang minimal. (Sugiyanto dkk, 2018) Dalam memutuskan kebutuhan penggunaan alat berat untuk pekerjaan galian dan pemindahan tanah, disarankan memperhatikan kondisi tanah di lapangan dan banyaknya volume pekerjaan yang harus dikerjakan. Penggunaan alat berat yang tidak sesuai dengan kondisi dan situasi lapangan akan mempengaruhi kinerja produktivitas alat dan tidak tercapainya jadwal yang telah direncanakan atau ditetapkan. Oleh karena itu, sebelum menentukan jenis dan jumlah alat berat yang akan digunakan, disarankan untuk mempertimbangkan jenis, kapasitas, volume dan fungsi alat berat tersebut untuk meminimalisir penggunaan alat berat yang kurang optimal.

Pada Proyek Jalan Tol Jakarta – Cikampek 2 selatan terdapat keterlambatan dalam penyelesaian pekerjaan galian tanah. Hal ini disebabkan karena adanya faktor – faktor tidak terduga seperti penyakit Covid 19, lalu faktor hujan yang tidak menentu, sampai pembebasan lahan yang berspot – spot.

Karena itu mengakibatkan durasi pekerjaan menjadi lebih lama. Semakin lama durasi pekerjaan, semakin besar juga biaya sewa dan operasi alat berat yang digunakan.

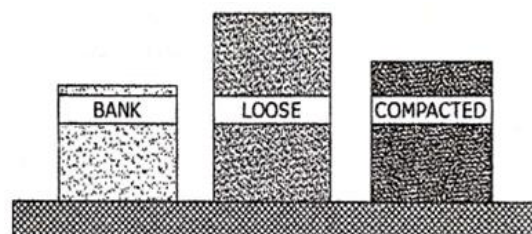
Untuk itu dalam penyusunan tugas akhir ini dilakukan untuk menganalisa kinerja alat berat, sehingga didapat hasil keterlambatan dan kerugian pekerjaan.

2. METODE PENELITIAN

Batuan adalah bagian yang lebih keras dari kerak bumi dan terdiri dari berbagai mineral. Selain itu, ada juga yang mendefinisikan batuan sebagai bagian dari kerak bumi yang tersusun dari mineral-mineral dengan komposisi kimia tidak tetap dan mempunyai kuat tekan lebih dari 1 Mpa. Tanah merupakan bagian dari pekerjaan konstruksi dan perlu mendapat perhatian, karena merupakan elemen pendukung struktural utama dalam bidang konstruksi.

Beberapa tanah dapat digunakan dalam keadaan alaminya, sementara yang lain harus digali, diproses dan dipadatkan sebelum dapat digunakan untuk tujuannya. (Kalengkongan B. B., 2020)

Material tanah (soil) tidak mempunyai sifat yang benar-benar khas, berbeda sekali dengan beton dan baja. Pada kondisi alamiahnya, tanah terdiri dari dua bagian diantaranya bagian padat, berisi partikel tanah yang padat, dan bagian berpori, berisi air atau udara. Hal yang menjadi penting adalah keadaan tanah dapat berpengaruh terhadap volume tanah yang dijumpai dalam usaha pemindahan tanah, (Benedict Y. F, 2020) ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Keadaan Material Dalam Earth Moving

Pekerjaan Konstruksi yang besar tidak akan bisa berjalan dengan efektif, cepat, dan sempurna tanpa melibatkan penggunaan alat berat, keuntungan – keuntungan menggunakan alat berat antara lain waktu pekerjaan lebih cepat, tenaga besar, ekonomis, dan mutu hasil kerja lebih baik. Pada penggunaan alat berat yang kurang tepat dengan kondisi lapangan, akan berpengaruh pada rendahnya produksi proyek dengan tidak tercapainya jadwal yang telah ditentukan. (Djurindar H. P., 2018)

Penggunaan alat berat yang tidak sesuai dengan kondisi lapangan akan mengakibatkan kinerja proyek menjadi buruk karena tidak dapat memenuhi jadwal yang ditentukan. (Wilopo, 2011)

Bonafiditas perusahaan konstruksi tergantung pada aset teknisnya, dan alat berat adalah salah satunya. Alat berat yang dimiliki perusahaan konstruksi dapat memperoleh keuntungan yang tinggi dengan memenangkan proyek konstruksi, yang secara otomatis mencerminkan kekuatan perusahaan. Ida Fitri (2019)

Excavator atau sering disebut backhoe termasuk dalam hydraulic excavator yang dilengkapi dengan bucket di depannya. Jadi dapat dikatakan bahwa backhoe menggali material yang berada di bawah permukaan dimana alat tersebut berada, sedangkan front shovel menggali material dipermukaan dimana alat tersebut berada. Pengoperasian backhoe umumnya untuk penggalian saluran, terowongan, atau basement. Backhoe beroda ban biasanya tidak digunakan untuk penggalian. (Dian F., & Zakia, 2018). Alat excavator atau backhoe dapat berfungsi sebagai alat galian tanah serbaguna yang dijalankan menggunakan roda rantai atau track crawler. Juga dapat berfungsi untuk memuat dan mengambil material ke dalam dumptruck untuk diantarkan ke lokasi. (Dian F., & Zakia, 2018).

Dumptruck adalah alat pengangkut yang bertanggung jawab untuk mengangkut beberapa jenis material seperti tanah, pasir dan batu dalam proyek konstruksi. Pemilihan jenis dumptruck dipengaruhi oleh kondisi lapangan, volume material, waktu, dan biaya. (Kholil, 2012)

Seperti yang telah diketahui bahwa dumptruck adalah alat pengangkut yang cukup efisien untuk pengangkutan jarak jauh. Kelebihan dumptruck dibanding alat lain.

Kecepatan yang lebih tinggi, kapasitas dumptruck cukup besar dari 25 ton s/d lebih dari 100 ton, biaya operasional kecil, dan kebutuhannya dapat disesuaikan dengan kapasitas alat gali. (Fadli A, 2018).

Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian bertempat di proyek pembangunan Jalan Tol Jakarta – Cikampek II Selatan Paket 3 yang terletak pada kab. Karawang dan kab. Purwakarta. Lalu yang menjadi objek penelitian ini adalah pekerjaan alat berat yang di lakukan pada pekerjaan tanah.

Analisis Produktivitas alat berat

Untuk memperkirakan produktivitas alat berat digunakan faktor kinerja standart kinerja alat berat aktor efisiensi alat berat, operator, kondisi lokasi dan material, yang disediakan oleh pabrikan alat berat. Lalu melakukan perhitungan Produktivitas excavator dan dumptruck secara Lapangan maupun Teoritis. Setelah itu mencari waktu dan jumlah alat pada Lapangan dan Teoritis untuk membandingkan

apakah ada keterlambatan, mencari biaya kerugian dari keterlambatan yang di alami. Untuk Produktivitaexcavator dapat dihitung dengan rumus dan tabel 1 berikut.

Tabel 1. Waktu siklus

Jenis Excavator	Waktu (detik)	
	Swing Angle	
	45° – 90°	90° – 180°
PC 60	10 – 13	13 – 16
PW 60	10 – 13	13 – 16
PC 80	11 – 14	14 – 17
PC 100	11 – 14	14 – 17
PW 100	11 – 14	14 – 17
PC 120	11 – 14	14 – 17
PC 150	13 – 16	16 – 19
PW 150	13 – 16	16 – 19
PC 180	13 – 16	16 – 19
PC 200	13 – 16	16 – 19
PC 210	14 – 17	17 – 20
PW 210	14 – 17	17 – 20
PC 220	14 – 17	17 – 20
PC 240	15 – 18	18 – 21
PC 280	15 – 18	18 – 21
PC 300	15 – 18	18 – 21
PC 360	16 – 19	19 – 22
PC 400	16 – 19	19 – 22
PC 650	18 – 21	21 – 24
PC 1000	22 – 25	25 – 28
PC 1600	24 – 27	27 – 30

$$TP = \frac{KB + BF + 3600 \times FK}{CT} \quad (1)$$

Produktivitas dumptruck dapat dihitung dengan rumus berikut

$$TP = \frac{C \times 60 \times FK}{CT} \quad (2)$$

Waktu Pengerjaan dan Jumlah Alat Berat

Waktu pengerjaan peralatan PTM digunakan untuk mengetahui berapa lama alat bekerja. Untuk menghitung waktu pengerjaan digunakan volume tanah, produktivitas alat dan jumlah alat. Seperti yang terdapat pada rumus dibawah ini (Fadli A, 2018)

Waktu pengerjaan

$$= \frac{\text{Volume Tanah}}{\text{Produktivitas alat} \times \text{jumlah alat}} \quad (3)$$

Setelah jumlah masing-masing alat diketahui maka selanjutnya perlu dihitung kebutuhan jumlah Alat Berat, dapat digunakan rumus sebagai berikut, Ida Fitri (2019)

Jumlah alat

$$= \frac{\text{Produktivitas Terbesar}}{\text{Produktivitas alat}} \quad (4)$$

Biaya Operasional Alat Berat

Biaya-biaya yang termasuk biaya pengeluaran peralatan pada Alat Berat adalah biaya penyewaan alat, biaya mobilisasi dan demobilisasi, dan biaya upah tenaga operator. Peralatan konstruksi yang digerakkan oleh motor bakar (internal combustion engine) memerlukan solar, pelumas, perbaikan yang juga harus diperhitungkan sebagai biaya operasional.

Perhitungan cara pendekatan dengan rumus rata-rata untuk biaya tidak pasti atau biaya operasi adalah sebagai berikut, (Kementerian PUPR, 2016)

Biaya Bahan Bakar (H)

Banyaknya bahan bakar per jam yang digunakan oleh mesin penggerak dan tergantung pada besarnya kapasitas tenaga mesin, biasanya diukur dengan satuan HP (*Horse Power*)

$$H = (12\% \sim 15\%) \times HP \quad (5)$$

Biaya minyak pelumas (I)

Banyaknya minyak pelumas yang dipergunakan oleh peralatan yang bersangkutan dihitung dengan rumus dan berdasarkan kapasitas tenaga mesin.

$$I = (2.5\% \sim 3\%) \times HP \quad (6)$$

Biaya Bengkel (J)

Besarnya biaya bengkel tiap jam dapat dihitung sebagai berikut :

$$J = (6.25\% \sim 8.75\%) \times \frac{B}{W} \quad (7)$$

Biaya Perbaikan (K)

Besarnya biaya bengkel tiap jam dapat dihitung sebagai berikut:

$$K = (12.5\% \sim 17.5\%) \times \frac{B}{W} \quad (8)$$

Upah operator (L) dan pembantu operator (M)

Upah operator dan pembantu operator dapat dihitung:

$$L = 1 \text{ orang/jam} \times \text{Upah} \quad (9)$$

$$M = 1 \text{ orang/jam} \times \text{Upah} \quad (10)$$

Biaya Operasi (P)

Besarnya biaya operasi dapat dihitung sebagai berikut:

$$P = H + I + J + K + L + M \quad (11)$$

Mencari Alat berat Efektif

Setelah diketahui adanya keterlambatan dan kerugian di lapangan, dilakukan perhitungan dengan mencari alat berat yang efektif melalui 2 alternatif penentuan dengan menambahkan unit alat berat di lapangan dan mencari alternatif type alat berat lain khususnya *excavator*.

3. HASIL dan PEMBAHASAN

Adapun spesifikasi alat berat yang ada di lokasi pekerjaan berdasarkan brosur yang dimiliki,

1. Excavator dengan spesifikasi alat sebagai berikut

Tipe	: Caterpillar 320
Kapasitas Bucket	: 1.19 m ³
Berat Total	: 22000 Kg
Horse Power (HP)	: 157 HP
Bahan Bakar	: Solar
Umur Alat	: 2 Tahun
Jam Kerja 1 Tahun	: 2880 Jam
Kondisi	: Baik



Gambar 3. Excavator Caterpillar 320
Sumber: Dokumentasi Penulis

2. Dumptruck Hino FM 260 JD

Kapasitas Vessel	: 24 m ³
Berat Total	: 26000 Kg
Horse Power (HP)	: 256 HP
Kecepatan Max	: 87 km/jam
Bahan Bakar	: Solar
Umur Alat	: 2 Tahun
Jam Kerja 1 Tahun	: 1600 Jam
Kondisi	: Baik



Gambar 4. Dumptruck Hino FM 260 JD
Sumber: Dokumentasi Penulis

Jumlah Produktivitas Total alat Berat

Jumlah produktivitas total alat berat pada pekerjaan galian tanah didapat dari perhitungan gambar potongan melintang galian tanah RTA (Rencana Teknik Akhir) sebagai mana terlihat pada Tabel 2 berikut,

Perbandingan selisih antara Eksisitng dengan yang sudah di rencanakan

Dari hasil analisis data didapatkan produktivitas, waktu, dan biaya secara Lapangan, Teoritis, maupun alternatif alat agar efektif. Hasil pembahasan dapat dilihat pada Tabel 3.

Dari hasil Perhitungan Produktivitas Eksisitng dan Teoritis, didapat bahwa Hasil produktivitas Lapangan Lebih dari produktivitas Teoritis yang artinya terdapat keterlambatan dan tidak memenuhi dari Produktivitas Teoritis. Hal ini

disebabkan karena adanya faktor Cuaca yang mana di lapangan sedang terjadi hujan terus menerus, yang mengakibatkan tidak adanya pekerjaan di lapangan dan adanya keadaan tidak terduga yang terjadi seperti terjangkitnya penyakit Covid – 19 di lapangan. Selain itu hasil produktivitas Lapangan sudah melewati nilai Produksi Teoritis yang artinya terjadi keterlambatan di proyek.

Tabel 2. Produktivitas total

Lokasi	Jumlah Galian Tanah (m ³)	Total Galian (m ³)
STA 45+525 – STA 45+575	15.852,50	71.822,50
STA 45+800 – STA 45+900	55.970,00	

Sumber : PT X Proyek Jalan tol Japek 2 Selatan paket 3

Selain itu, berdasarkan hasil analisis kombinasi peralatan Lapangan didapat nilai keserasian alat (*match factor*) antara excavator dan dumptruck sebesar 1.22, yang berarti terdapat waktu tunggu yang cukup lama bagi dumptruck untuk memulai pengisian. Oleh karena itu perlu dilakukan penyesuaian antara jumlah penggunaan *excavator* dan *dumptruck*

Berdasarkan perhitungan durasi diatas yang mana mengacu pada Volume Teoritis Sebesar 71822.5 m³ (Tabel 2) didapatkan hasil Durasi dari alat berat Lapangan dan Teoritis pekerjaan galian tanah. Dimana Durasi waktu produktivitas Lapangan sebesar 54 hari untuk Produktivitas excavator dan untuk Produktivitas Dumptruck didapat 54 hari, Sedangkan untuk Durasi waktu Produktivitas Teoritis didapat sebesar 51 hari untuk Excavator dan 51 hari untuk Dumptruck. Maka dari hasil perbandingan alat berat Lapangan dan Teoritis dapat disimpulkan bahwa adanya keterlambatan sebanyak 3 hari untuk Excavator dan 3 hari untuk dumptruck.

Tabel 3. Analisis perbandingan lapangan dengan teoritis

Kombinasi	Jenis Alat	Produktivitas (m ³) / hari)	Jumlah Alat	Durasi Total (hari)	Biaya Total (Rp)
Lapangan	<i>Excavator</i> Caterpillar 320	1323.31	1	54	992,236,267.00
	<i>Dumptruck</i> Hino fm260	923.04	2	54	
Teoritis	<i>Excavator</i> Caterpillar 320	1405.52	1	51	937,112,030.00
	<i>Dumptruck</i> Hino fm260	948.99	2	51	
Selisih	<i>Excavator</i> Caterpillar 320	82.21	1	3	55,124,237.00
	<i>Dumptruck</i> Hino fm260	25.95	2	3	

Sumber: Penulis

Dari analisis perhitungan biaya penggunaan alat berat Lapangan dan Teoritis pada pekerjaan galian tanah, didapat biaya penggunaan alat berat Lapangan Sebesar Rp. 992.236.267. Sedangkan untuk biaya penggunaan alat berat Teoritis didapat sebesar Rp. 937.112.030. Dapat disimpulkan dari Hasil total biaya alat berat eksisting dan Teoritis bahwa adanya kerugian saat ini sebesar Rp. 55,124,237 atau 6 % yang di akibatkan karena adanya keterlambatan di lapangan.

Berdasarkan Tabel 3 didapatkan hasil selisih dari perhitungan alat berat Lapangan dan Teoritis, dimana didapatkan selisih produktivitas *excavator* sebesar, 82.21 m³/ Hari dan Produktivitas *Dumptruck* sebesar 24.95 m³/ Hari. Didapatkan hasil selisih durasi alat berat dimana durasi waktu produktivitas sebesar 3

hari untuk Produktivitas *excavator* dan *Dumptruck*. Dan dari analisis perhitungan biaya penggunaan alat berat didapat Selisih biaya penggunaan alat berat Sebesar Rp. 55,124,237 atau sebesar 6 % dalam satuan persen. Dimana adanya kerugian saat ini yang diakibatkan karena adanya keterlambatan di lapangan.

Menentukan Alat berat yang Efektif untuk pekerjaan galian tanah

Lalu karena adanya keterlambatan di lapangan yang mengakibatkan kerugian saat ini, memberikan saran alternatif perhitungan dengan menyarankan menambahkan jumlah alat berat Lapangan dan mengganti type alternatif alat berat yang berbeda. Dari analisis tersebut didapatkan produktivitas, waktu, dan biaya yang efektif untuk pekerjaan galian tanah. Hasil pembahasan dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 Analisis perbandingan alat berat efektif

Kombinasi	Jenis Alat	Produktivitas (m ³) / hari	Jumlah Alat	Durasi Total (hari)	Biaya Total (Rp)
Alternatif 1	<i>Excavator</i> Caterpillar 320	2646.56	2	27	808,829,738.00
	<i>Dumptruck</i> Hino fm260	2846.88	3	27	
Alternatif 2	<i>Excavator</i> Komatsu PC300	1966.22	1	35	733,543,888.00
	<i>Dumptruck</i> Hino fm260	1047.27	2	35	

Sumber: Penulis

Dari analisis perhitungan penggunaan alat berat pekerjaan galian tanah didapatkan produktifitas penggunaan, durasi penggunaan dan biaya penggunaan dari alat berat pada Tabel 4,

Dengan menambahkan jumlah alat berat didapatkan produktifitas *excavator* sebesar, 2646.56 m³/ Hari dan Produktivitas *Dumptruck* sebesar 2846.88 m³/ Hari. Didapatkan hasil durasi dari alat berat dimana durasi waktu produktivitas sebesar 27 hari untuk Produktivitas *excavator* dan, untuk Produktivitas *Dumptruck* didapat 27 hari. Dan dari analisis perhitungan biaya penggunaan alat berat didapat biaya penggunaan alat berat Sebesar Rp. 808,829,738.

Dan didapat rasio perbandingan biaya antara alat berat lapangan dengan alternatif 1 sebesar 18 %. menggunakan alternatif alat berat lain didapatkan produktifitas *excavator* sebesar, 1966.22 m³/ Hari dan Produktivitas *Dumptruck* sebesar 1047.27 m³/ Hari. Didapatkan hasil durasi dari alat berat dimana durasi waktu produktivitas sebesar 35 hari untuk Produktivitas *excavator* dan, untuk Produktivitas *Dumptruck* didapat 35 hari. Dan

dari analisis perhitungan biaya penggunaan alat berat didapat biaya penggunaan alat berat Sebesar Rp. 733,543,888. Dan didapat rasio perbandingan biaya antara alat berat lapangan dengan alternatif 2 sebesar 26 %.

Didapatkan kesimpulan bahwa kombinasi alat berat pada alternatif 2 merupakan kombinasi yang lebih efektif. Karena durasi total yang dihasilkan yaitu 35 hari untuk *excavator* dan *Dumptruck* dimana lebih cepat 19 hari dari lapangan dan total biaya sebesar Rp. 733,543,888 yang mana dalam perhitungan perbandingan rasio didapatkan ada penurunan sebesar 26 % dari total biaya Lapangan. Jadi dapat disimpulkan bahwa pemilihan alternatif 2 adalah pilihan yang baik karena cukup efektif.

4. SIMPULAN

Dari hasil perhitungan dan analisis Alat Berat pada pekerjaan galian tanah proyek pembangunan Jalan Tol Jakarta Cikampek Paket 3, dapat diambil kesimpulan dari hasil analisis perbandingan Produktivitas yang dilakukan secara Lapangan dan Teoritis, didapat adanya produktivitas perhari yang

rendah untuk *Excavator* dengan selisih sebesar, 82.21 m³ dan *Dumptruck* sebesar, 25.95 m³.

Setelah dilakukan analisis perbandingan lama waktu pekerjaan alat berat secara Lapangan dan secara Teoritis, dimana didapatkan bahwa adanya keterlambatan waktu pekerjaan sebesar 3 hari untuk *Excavator* dan *Dumptruck*, dengan jumlah alat berat yang sama antar Lapangan dan Teoritis yaitu 1 Unit *Excavator* dan 2 unit *dumptruck*.

Setelah dilakukan analisis perbandingan biaya pekerjaan alat berat secara Lapangan dan secara Teoritis, didapatkan bahwa adanya kerugian Saat ini sebesar Rp. 55,124,237.00 atau 6 %, yang diakibatkan karena adanya keterlambatan di lapangan.

Karena adanya keterlambatan dan kerugian saat ini, melakukan analisis untuk mendapatkan alat berat yang cocok dan efektif di lapangan, setelah dilakukan analisis produktivitas, waktu, dan biaya didapatkan bahwa kombinasi yang paling efektif adalah kombinasi alternatif 2 dengan waktu pekerjaan alat berat selama 35 hari atau lebih cepat 19 hari dari lapangan atau Lapangan, lalu dengan biaya pekerjaan alat berat sebesar Rp. 733,543,888.00 atau adanya penurunan sebesar 26% dari Lapangan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Benedict Y. F., (2020). Optimasi Penggunaan Alat Berat Pada Pekerjaan Timbunan Tanah Dengan Program Linier, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Politeknik Negeri Jakarta, 7 - 8.
- Djurindar H. P., dkk., (2018). Analisis Produktivitas kombinasi alat berat pada pekerjaan pemindahan tanah proyek pembangunan Gedung kuliah fakultas hukum UII, Jurnal UII, 2 - 3
- Dian F., & Zakia (2018). Analisis Produktivitas dan Waktu penggunaan alat berat Excavator pada pekerjaan galian tanah, Jurnal lemlit trisakti, 124.
- Fadli A (2018). Analisis penggunaan ala berat pada pekerjaan galian tanah pembangunan masjid Al muhandis di Politeknik Negeri Balikpapan, Jurnal smd, 3 - 4
- Ida Fitri (2019). Analisis Produktivitas, Biaya Dan Waktu Penggunaan Alat Berat Excavator Dan Dump Truck Pada Pekerjaan Galian Tanah Studi Kasus : Proyek Penggantian Jembatan Sungai Berangas, Jurnal Uniska, 2 & 9.
- Kementerian PUPR. Lampiran Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

Nomor: 28/PRT/M/2016 (2016) Tentang Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum, Indonesia, 1(1), 1 - 8.

- Kalengkongan B. B., (2020). Analisis perhitungan produktivitas alat berat pada pekerjaan pematangan lahan pembangunan tower sutet Likupang – Paniki, Jurnal Sipil Statik, 100 – 101.
- Kholil, Ahmad (2012). Alat Berat. Bandung ITB : Remaja Rosdakarya.
- Sugiyanto (2018). Prediksi produktivitas kerja pada pekerjaan tanah dan pondasi bangunan tak bertingkat, Jurnal Bangunan, 21-22.
- Wilopo, Djoko (2011). Metode Konstruksi Dan Alat Berat. Jakarta: Universitas Indonesia.