

Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Tanah Dasar Dan Perkerasan Jalan Di Ruas Jalan Akses 1, Bendungan Lambo, Nusa Tenggara Timur

Priccilia Roseli Co¹, Lila Khamelda², Benedictus Sonny Yoedono³

^{1,2,3}Prodi Teknik Sipil - Universitas Katolik Widya Karya Malang, Indonesia

Alamat: Universitas Katolik Widya Karya Malang – Jl. Bondowoso No 2 Malang

*Korespondensi penulis: 202032010@widyakarya.ac.id

Abstract. The road project serving as access to Lambo Dam in Rendubutowe Village, South Aesesa District, Nagekeo Regency, East Nusa Tenggara, uses various types of heavy equipment. The analysis method was carried out by recalculating productivity based on field data and references. Productivity calculations were related to the work volume in order to obtain daily productivity and the required duration. Therefore, theoretical calculation knowledge derived from previous studies was needed. Heavy equipment productivity was then analyzed to determine time efficiency. The subgrade work and pavement layer work on the road project to Lambo Dam, located in Rendubutowe Village, South Aesesa District, Nagekeo Regency, East Nusa Tenggara, had a road length of 6.3 km and a road width of 6 m. However, the observation was limited to a 1 km section from Station (Sta) 0+500 to Sta 1+500. The results obtained were productivity and duration for excavation work using an excavator and dump truck, each at 1785.6 m³/day in 4.52 days. Embankment work using an excavator and dump truck each had a productivity of 892.8 m³/day for 3.82 days, a bulldozer of 43,200 m³/day in 0.07 days, and a Vibro Roller of 168 m³/day in 20.27 days. Base course work used an excavator and dump truck with a productivity of 892.8 m³/day in 2.02 days, a motor grader of 23,372.8 m²/day, and a Vibro Roller of 168 m³/day for 10.71 days. Surface course work used a concrete Mixer truck with a productivity of 43.4 m³/day for 36.72 days. Heavy equipment productivity is influenced by the number of units used; the insufficient use of excavators causes dump truck productivity to be less than optimal in transporting excavation and embankment materials. Likewise, Vibro Rollers are needed in more than one unit so that the project can be completed faster.

Keywords: Heavy equipment productivity, Subgrade work, Road pavement layer, Time efficiency, Lambo Dam access road

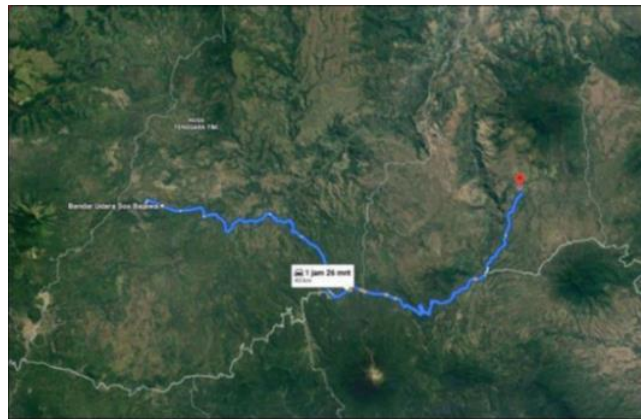
Abstrak. Proyek jalan yang merupakan akses menuju Bendungan Lambo di Desa Rendubutowe, Kecamatan Aesesa Selatan, Kabupaten Nagekeo, NTT menggunakan beraneka alat berat. Metode analisis dilakukan dengan perhitungan ulang produktivitas berdasarkan data lapangan dan referensi. Perhitungan produktivitas akan dikaitkan dengan volume pekerjaan sehingga didapatkan produktivitas harian dan durasi yang dibutuhkan. Karenanya, diperlukan pengetahuan perhitungan teoritis yang didapatkan dari penelitian terdahulu. Kemudian produktivitas alat berat dianalisis untuk mendapatkan efisiensi waktu. Pekerjaan tanah dasar dan pekerjaan lapisan perkerasan proyek jalan menuju Bendungan Lambo yang berlokasi di Desa Rendubutowe, Kecamatan Aesesa Selatan, Kabupaten Nagekeo, NTT, memiliki panjang jalan 6,3 km dan lebar jalan 6 m. Namun pengamatan dibatasi hanya pada panjang jalan sejauh 1 km dari Station (Sta) 0+500 sampai dengan Sta 1+500. Hasil yang didapatkan berupa produktivitas dan durasi untuk pekerjaan galian yaitu Excavator dan Dump truck masing-masing sebanyak 1785,6 m³/hari dalam 4,52 hari. Sedangkan pekerjaan timbunan menggunakan Excavator dan Dump truck masing-masing dengan produktivitas 892,8 m³/hari selama 3,82 hari, Bulldozer 43200 m³/hari dalam 0,07 hari serta Vibro Roller 168 m³/hari dalam 20,27 hari. Kemudian pekerjaan lapisan pondasi menggunakan Excavator dan Dump truck masing-masing dengan produktivitas 892,8 m³/hari dalam 2,02 hari, Motor Grader 23372,8 m²/hari dan Vibro Roller 168 m³/hari selama 10,71 hari. Adapun pekerjaan lapisan permukaan menggunakan Concrete Mixer truck dengan produktivitas 43,4 m³/hari selama 36,72 hari. Produktivitas alat berat dipengaruhi oleh jumlah alat yang digunakan, penggunaan Excavator yang kurang memadai menyebabkan produktivitas Dump truck tidak maksimal dalam mengangkut material galian timbunan. Demikian halnya dengan Vibro Roller, dibutuhkan lebih dari 1 agar proyek dapat diselesaikan dengan lebih cepat.

Kata kunci: Produktivitas alat berat, Pekerjaan tanah dasar, Lapisan perkerasan jalan, Efisiensi waktu, Bendungan Lambo.

1. LATAR BELAKANG

Alat berat merupakan faktor penting dalam proyek-proyek konstruksi dengan skala yang besar maupun kecil. Namun bila skala pekerjaan cukup besar dan membutuhkan kecepatan

dalam pelaksanaan pekerjaan, maka pekerjaan tanah tersebut dilakukan dengan cara mekanis atau dengan kata lain menggunakan bantuan tenaga mesin atau alat berat. (Wahyudi, 2021) Tujuan penggunaan alat berat tersebut untuk memudahkan manusia dalam mengerjakan pekerjaan sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai dengan mudah pada waktu yang relative lebih singkat. Pemilihan alat berat yang akan digunakan sangat berpengaruh pada suatu proyek konstruksi. Kesalahan pemilihan alat berat dapat mengakibatkan proyek tidak berjalan lancar, sehingga dapat mengakibatkan kebutuhan biaya yang akan membengkak. Pekerjaan tanah dasar dan pekerjaan lapisan perkerasan proyek jalan menuju Bendungan Lambo yang berlokasi di Desa Rendubutowe, Kecamatan Aesesa Selatan, Kabupaten Nagekeo, NTT, memiliki panjang jalan 6,3 km dan lebar jalan 6 m. Namun pengamatan dibatasi hanya pada panjang jalan sejauh 1 km dari Station (Sta) 0+500 sampai dengan Sta 1+500. Dalam proyek ini, alat berat memegang peran sentral dalam menyelesaikan berbagai tugas berat seperti penggalian, pemadatan tanah, pengangkutan material, dan lainnya. Peningkatan produktivitas alat berat memiliki dampak langsung pada keberhasilan dan efisiensi proyek konstruksi. Adapun alat berat yang digunakan adalah *excavator*, *dump truck*, *bulldozer*, motor grader, dan *concrete Mixer truck*.



Gambar 1. Peta Lokasi Obyek
Sumber: Google Maps

2. KAJIAN TEORITIS

2.1 Pengertian Alat Berat

Alat-alat berat yang sering dikenal di dalam ilmu Teknik Sipil merupakan alat yang digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan pembangunan suatu struktur bangunan. Alat berat merupakan faktor penting di dalam proyek, terutama proyek-proyek konstruksi maupun pertambangan dan kegiatan lainnya dengan skala besar. Tujuan dari penggunaan alat-alat berat tersebut adalah untuk memudahkan manusia dalam mengerjakan pekerjaannya, sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai dengan lebih mudah dengan waktu yang relatif lebih singkat (Rostiyanti, 2008b). Alat berat yang dipilih haruslah tepat

sehingga proyek/pekerjaan berjalan lancar. Kesalahan dalam pemilihan alat berat dapat mengakibatkan proyek/pekerjaan tidak lancar. Dengan demikian keterlambatan penyelesaian pekerjaan dapat terjadi yang menyebabkan biaya akan membengkak (Ahmad Kholil, 2012). Proyek konstruksi dengan skala besar selalu membutuhkan alat berat untuk mempermudah dan mempercepat proses pembangunan. Alat berat yang dibutuhkan untuk tiap jenis proyek disesuaikan dengan kebutuhan di lapangan dan kadangkala membutuhkan alat berat khusus yang hanya dapat digunakan pada konstruksi tertentu.

2.2 Produktivitas Alat Berat

Produktivitas adalah perbandingan antara hasil yang dicapai (*output*) dengan seluruh sumber daya yang digunakan (*input*). Produktivitas pekerjaan galian tanah dipengaruhi oleh efisiensi alat berat yang memerlukan estimasi akurat mengenai kuantitas pekerjaan tanah, kondisi pengerjaan, dan ketepatan dalam memilih alat yang digunakan serta kompetensi dari manajemennya (Kelvin Rudy Sutanto. dkk, 2017). Empat hal yang mutlak untuk diperhitungkan dalam menentukan alat berat yang akan digunakan adalah: kapasitas alat berat, kapasitas alat angkut, waktu siklus, dan faktor operator. Sedangkan untuk efektivitas alat dapat tergantung dari beberapa hal, antara lain kemampuan operator alat berat, pemilihan dan pemeliharaan alat, perencanaan dan pengaturan letak alat, topografi, kondisi cuaca, dan metode pelaksanaan. Produktivitas alat tergantung pada kapasitas dan waktu siklus alat (Rostiyanti, 2008a). Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas, antara lain sebagai berikut: (Rochmanhadi, 1986)

1. Faktor konversi volume tanah
2. Volume banyaknya tanah tergantung dari pada apakah tanah tersebut dalam keadaan asli (belum dikerjakan alat berat), apakah telah lepas karena telah terkena pengerjaan dengan alat-alat berat, atau telah dipadatkan.
3. Efisiensi kerja (E), dalam kondisi ideal dikalikan dengan suatu faktor. Faktor tersebut dinamakan efisiensi kerja. Efisiensi kerja tergantung pada banyak faktor seperti ; topografi, keahlian.

Produktivitas per jam alat harus diperhitungkan dalam perencanaan adalah produktivitas standar alat pada kondisi ideal dikalikan faktor yang disebut efisiensi kerja. Besarnya nilai efisiensi kerja ini sulit ditentukan secara tepat tetapi berdasarkan pengalaman-pengalaman dapat ditentukan efisiensi kerja yang mendekati kenyataan.

Produktivitas alat berat direncanakan berdasarkan konstruksi yang dikerjakan, yaitu:

1. Tanah Dasar, menggunakan *Excavator*, *Dump truck*, *Vibro Roller*, *Bulldozer*.
2. Perkerasan Jalan, menggunakan *Motor Grader*, *Concrete Mixer truck*

Adapun alat berat yang dianalisis produktivitasnya sebagai berikut.

A. *Dump truck* *Dump truck* adalah alat yang digunakan untuk memindahkan material pada jarak menengah sampai jarak jauh (500 meter atau lebih). Lebih spesifik *Dump truck* atau “trippers” adalah truk yang digunakan untuk mengangkut material (kerikil, pasir, dan beberapa jenis tanah) serta mengangkut alat berat untuk pekerjaan konstruksi (Anonim, 2023).



Gambar 2. *Dump truck*

Sumber: Mitsubishi, (2023)

Sebuah *dump truck* memiliki ciri yang khas dilengkapi dengan piranti pembantu hidrolik yang terpasang di bawah bak *dump truck* dalam posisi tidur dengan bagian belakang berengsel memungkinkan isi yang di bawa dalam bak *dump truck* dapat dengan mudah di turunkan di belakang truk di lokasi pengiriman. Perhitungan produktivitas *Dump truck* dengan menggunakan rumus sebagai berikut: (Prima, 2022)

$$P = V \left(\frac{60}{C_m} \right) E \quad (1)$$

Dimana:

P = Produktivitas (m³/jam)

V = Kapasitas *Bucket* (m³)

C_m = Waktu Siklus (mnt)

= Waktu Isi + Waktu Bongkar + Waktu Pergi Bermuatan + Waktu Pulang

E = Efisiensi Alat

Tabel 1. Kondisi Tata Laksana

Kondisi Kerja (oprator)	Kondisi Tata Laksana (alat)				
	Baik Sekali	Baik	Sedang	Buruk	Buruk Sekali
Baik sekali	0,83	0,81	0,76	0,7	0,63
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65	0,6
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,6	0,54
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52	0,45
Buruk Sekali	0,53	0,5	0,47	0,42	0,32

Sumber: Soemardikatmodjo, (2003)

Tabel 2. Kecepatan *Dump Truck* dan Kondisi Lapangan

Kondisi lapangan	Kondisi beban	Kecepatan (v), km/jam
Datar	Isi	40
	Kosong	60
Menanjak	Isi	20
	Kosong	40

Kondisi lapangan	Kondisi beban	Kecepatan (v), km/jam
Menurun	Isi	20
	Kosong	40

Sumber: Soemardikatmodjo, (2003)

Kecepatan tersebut adalah perkiraan umum. Besar kecepatan biasa berubah sesuai dengan medan, kondisi jalan, kondisi cuaca setempat, serta kondisi kendaraan.

B. *Excavator* atau sering juga disebut *Backhoe* adalah alat yang fungsi utamanya untuk mengeruk dan menggali tanah/materil dengan menggunakan *bucket* yang terpasang pada lengan/arm. Selain itu *excavator* juga dapat diaplikasikan untuk menghancurkan batuan (*hammering*) atau mengebor (*drilling*). *Excavator/Backhoe* atau shovel adalah suatu alat berat yang diperuntukkan memindahkan suatu material, sehingga dapat meringankan pekerjaan yang berat apabila dilakukan dengan tenaga manusia, serta untuk mempercepat waktu pengerjaan sehingga dapat menghemat waktu (Suryadharma dkk, 1998)



Gambar 3. *Excavator*

Sumber: Suryadharma dkk, (1998)

Excavator merupakan suatu alat berat yang secara umum terdiri dari tiga bagian, yakni *boom* (bahu), *arm* (lengan), dan *bucket*. Semua bagian ini digerakkan dengan tenaga hidrolik melalui mesin diesel yang ada di bagian atas *track shoe* (roda rantai). Perhitungan produktivitas *Excavator* dengan menggunakan rumus sebagai berikut: (Prima, 2022)

$$P = V(60/Cm)S \times BFF \times E \quad (2)$$

Dimana:

P = Produktivitas (m³/jam)

V = Kapasitas *Bucket* (m³)

Cm = Waktu Siklus (mnt)

S = Faktor Koreksi untuk Kedalaman dan Sudut Putar

BFF = *Bucket Fill Factor* untuk Alat Penggali

E = Efisiensi Alat

Tabel 3. Waktu Siklus *Backhoe* Beroda *Crawler* (menit)

Jenis material	Ukuran Alat		
	0,76 m ³	0,94-1,72 m ³	>1,72 m ³
Kerikil, pasir, tanah organik	0,24	0,30	0,40
Tanah, lempung lunak	0,30	0,375	0,50
Bantuan, lempung keras	0,375	0,462	0,60

Sumber: Soemardikatmodjo, (2003)

Tabel 4. Faktor Koreksi (S) Untuk Kedalaman dan Sudut Putar

Kedalaman penggalian (% dari maks)	Sudut putar (°)					
	45	60	75	90	120	180
30	1,33	1,26	1,21	1,15	1,08	0,95
50	1,28	1,21	1,16	1,10	1,03	0,91
70	1,16	1,10	1,05	1,00	0,94	0,83
90	1,4	1,00	0,95	0,90	0,85	0,75

Sumber: Soemardikatmodjo, (2003)

Tabel 5. Faktor Pemuatan *Bucket* (BFF) untuk Alat Penggali

Material	BFF (%)
Tanah dan tanah organik	80-110
Pasir dan kerikil	90-100
Lempung keras	65-95
Lempung basah	50-90
Batuan dengan peledakan buruk	40-70
Batuan dengan peledakan baik	70-90

Sumber: Soemardikatmodjo, (2003)

Tabel 6. Kedalaman Gali Optimum

Jenis Material	Ukuran <i>Bucket</i> (cu.yd)								
	3/8	½	¾	1	1 ¼	1 ½	1 ¾	2	2 ½
Tanah lembab atau lempung berpasir	3.8	4.6	5.3	6.0	6.5	7.0	7.4	7.8	8.5
	(85)	(115)	(165)	(250)	(250)	(285)	(320)	(355)	(405)
Pasir dan kerikil	3.8	4.6	5.3	6.0	6.5	7.0	7.4	7.8	8.4
	(80)	(110)	(155)	(200)	(230)	(270)	(300)	(330)	(390)
Tanah biasa baik	4.5	5.7	6.8	7.8	8.5	9.2	9.7	10.2	11.2
	(70)	(95)	(135)	(175)	(210)	(240)	(270)	(300)	(350)
Tanah liat keras	6.0	7.0	8.0	9.0	9.8	10.7	11.5	12.1	13.3
	(50)	(75)	(110)	(145)	(180)	(210)	(235)	(265)	(310)
Tanah liat basah	6.0	7.0	8.0	9.0	9.8	10.7	11.5	12.1	13.3
	(25)	(40)	(70)	(95)	(120)	(145)	(165)	(185)	(230)
Batu hasil ledakan baik	(40)	(60)	(95)	(125)	(155)	(180)	(205)	(120)	(275)
Batu hasil ledakan buruk	(15)	(25)	(50)	(75)	(95)	(115)	(140)	(160)	(195)

Sumber: Soemardikatmodjo, (2003)

Tabel 7. Faktor *Swing*

Kedalaman optimum (%)	Besar sudut swing (derajat)						
	45	60	75	90	120	150	180
40	0,93	0,85	0,85	0,80	0,72	0,65	0,59
60	1,10	1,03	0,96	0,91	0,81	0,73	0,66
80	1,22	1,12	1,04	0,98	0,86	0,77	0,69
100	1,26	1,16	1,07	0,85	0,88	0,79	0,71
120	1,20	1,11	1,03	0,97	0,86	0,77	0,70
140	1,12	1,04	0,97	0,91	0,81	0,73	0,66
160	1,03	0,96	0,90	0,85	0,75	0,67	0,62

Sumber: Soemardikatmodjo (2003)

Tabel 8. Waktu Putar Excavator

Sudut Putar	Waktu Putar
450-900	4-7 dtk
900-1800	5-8 dtk

Sumber: Soemardikatmodjo (2003)

C. *Bulldozer* adalah alat berat yang dilengkapi dengan pisau pendorong. Bagian tersebut dapat digunakan untuk berbagai fungsi seperti menarik beban, meratakan, menggali, dan menimbun tanah (astra, 2022). *Bulldozer* menggunakan tractor sebagai penggerak utamanya (*prime mover*) yang dilengkapi dengan *dozer attachment*. *Dozer attachment* pada *bulldozer* adalah *blade*. *Attachment* yang dipasangkan pada bagian depan disebut *blade* atau *rake* (bila berupa garpu) serta yang dipasang dibagian belakang disebut *ripper*.

**Gambar 4.** *Bulldozer*

Sumber: Arparts.id., (2020)

Perhitungan produktivitas *Bulldozer* dengan menggunakan rumus sebagai berikut: (Prima, 2022)

$$P = \frac{[(L \times H^2) F_b \times F_m \times E \times 60]}{CT} \quad (3)$$

Dimana:

P = Produktivitas (m³/jam)L = Lebar *Blade* (m)H = Tinggi *Blade* (m)F_b = Faktor *Blade*F_m = Faktor Kemiringan *Blade*

E = Efisiensi Alat

CT = Waktu Siklus (mnt)

Tabel 9. Faktor *Blade*

Kondisi Kerja	Kondisi Permukaan	Faktor Pisau
Mudah	Tidak keras/padat, tanah biasa, kadar air rendah, bahan timbunan	1,10-0,90
Sedang	Tidak terlalu keras/padat, sedikit mengandung pasir, kerkil, agregat halus	0,90-0,70
Agak sulit	Kadar air agak tinggi, mengandung tanah liat, berpasir, kering/keras	0,70-0,60
Sulit	Batu hasil ledakan, batu belah ukuran besar	0,60-0,40

Sumber: Soemardikatmodjo, (2003)

D. *Vibro Roller* atau yang juga dinamakan vibratory roller adalah alat berat untuk pekerjaan yang berkaitan dengan pemadatan tanah. Alat berat ini banyak digunakan untuk menggilas dan juga memadatkan hasil timbunan. Sesuai dengan namanya, alat ini dilengkapi dengan vibrator untuk menjalankan tugasnya tersebut. Ketika menggunakan *Vibro Roller*, maka tanah yang dipadatkan menjadi lebih sempurna dan juga permukaan tanah menjadi lebih dinamis (Arparts.id., 2019). Bagian-bagian dari *Vibro Roller* antara lain *drum*, *frame*, *scraper*, *engine hood*, ban, *canopy*. *Scraper* berfungsi untuk membersihkan tanah yang menempel di *drum*, *drum* berfungsi memadatkan tanah, *canopy* berfungsi untuk menutup ruang operator, *frame* kerangka pengikat *drum*, *engine hood* berfungsi untuk menutup mesin dari *Vibro Roller*.



Gambar 5. Vibro Roller
Sumber: Arparts.id., (2019)

Tabel 10. Kecepatan, Lebar Pemadatan dan Jumlah Lintasan Alat Pemadat

Jenis pemadat	Kecepatan Rata-km/hari	Lebar Pemadatan efektif, (b-b ₀); m	Jumlah Lintasan (n)
<i>Read Roller</i>	± 2	Lebar roda total b-0,2	3-5
<i>Tire Roller</i>	Maks 10,0	Lebar roda total b-0,15	4-8
<i>Vibrating Roler Besar</i>	1,5-4,0	Lebar roda b-0,2	4-12
<i>Vibrating Roler Kecil</i>	1,0-3,0	Lebar roda b-0,1	4-12
<i>Soil Compactor</i>	4-10	Lebar roda drive b-0,2	4-12
<i>Tamper</i>	± 1,0		
<i>Macadam Roller (TWR)</i>	± 2	Lebar roda total b-0,2	6-8
<i>Tadem Roller</i>	Maks 4,0	Lebar roda total b-0,15	2 awal + (4-8) akhir
<i>Bulldozer</i>	3,0-4,0	(Lebar sepatu x 2) b-0,3	

Sumber: Spesifikasi Umum Binamarga (2018)

Perhitungan produktivitas *Vibro Roller* dengan menggunakan rumus sebagai berikut: (Prima, 2022)

$$P = \frac{1000 \times v \times W \times H \times E}{N} \quad (4)$$

Dimana:

P = Produktivitas (m³/jam)

v = Kecepatan Rerata (km/jam)

W = Lebar pemadatan efisiensi (m)

E = Efisiensi Alat

H = Tebal pemadatan

N = Jumlah pas untuk pemadat

E. Motor Grader adalah alat berat yang digunakan untuk meratakan jalan, membentuk jalan (*grading*) yang biasa digunakan dalam proyek pembangunan jalan. Motor grader merupakan salah satu alat berat yang sangat penting untuk konstruksi jalan. Grader juga dapat digunakan untuk pengupasan lapisan atas yang hendak dibuang, atau dikurangi, mencampur material dan meratakan/ menyebarkannya lagi. Meratakan area dengan grader sangat diperlukan untuk pemadatan yang sempurna oleh *compactor* (Zonalatberat, 2016).



Gambar 6. Motor Grader
Sumber: Zonalatberat, (2016)

Karakteristik dan juga spesifikasi motor grader dalah memiliki mata pisau di tengahnya yang berukuran panjang, mempunyai tiga poros sumbu, dengan *taxi* dan mesin/motor diletakkan di atas poros belakang.

Tabel 11. Kecepatan Kerja Grader

Tipe Pekerjaan	Kecepatan kerja (km/jam)
Perawatan Jalan	2,0-6,0
Pembuatan Parit	1,6-4,0
Perapihan Tanah Asli	1,6-2,6
Perataan Tanah Urugan	1,6-4,0
Pegaturan Ketinggian (Levelling)	2,0-8,0

Tabel 12. Spesifikasi Motor Grader Komatsu

Tipe	Lebar Blade (mm)	Le-Lo (mm)		Tinggi Angkat Blade (mm)	Kecepatan Operasi (km/jam)	
		Sudut 60°	Sudut 45°		Min	Maks
GD 200A-1	2200	1600	1240	285	3,8	31,1
					3,6	28,8
GD 300A-1	3100	2390	1890	340	3,7	30,4
					4,9	31
GD 500R-1	3710	2910	2320	375	3,7	18,6
					5,1	25,5
GD 600R-1	3710	2910	2320	400	4,1	20,1
					4,8	23,6
GD 605R-1	3710	2910	2320	400	3,5	43,6
					4,1	51,6
GD 650R-1	4010	3710	2540	400	4,1	20,1
					4,8	23,6
GD 655R-1	4010	3710	2540	400	3,5	43,6
					4,1	51,6
GD 655A-1	4010	3710	2540	400	3,5	43,6
					4,1	51,6

Perhitungan produktivitas motor Grader menggunakan rumus sebagai berikut: (Ewal et al., 2020)

$$P = 1000 \times v \times W \times E \quad (5)$$

Dimana:

P = Produktivitas (m^3/jam)

v = Kecepatan Rerata (km/jam)

W = Lebar per *Pass* (m) → Lebar *Roller*

E = Efisiensi Alat

F. *Concrete Mixer truck* adalah merupakan kendaraan yang digunakan untuk mengangkut adukan beton *ready mix* dari tempat pencampuran beton ke lokasi proyek dimana selama dalam pengangkutan *Mixer* terus berputar dengan kecepatan 8-12 putaran permenit agar beton tetap homogen serta tidak mengeras. (Tabriiz.id, 2016)

Karakteristik dan juga spesifikasi *Concrete Mixer truck*:

1. Memiliki corong, bagian ini berada pada bagian atas dan belakang, yang berguna untuk memasukkan bahan-bahan campuran beton dan mengeluarkan beton tersebut saat berada di lokasi proyek.
2. Memiliki Tangki *Mixer*, bagian ini berfungsi untuk mengaduk campuran beton selama masa pengangkutan dari pabrik ke lokasi proyek. Dan didalam tangki *Mixer* terdapat pisau spiral satu arah yang berfungsi sebagai pengaduk campuran beton.
3. Memiliki Talang, bagian ini berfungsi untuk menyalurkan beton setelah tangki *Mixer* diputar berlawanan, sehingga beton yang keluar dapat diarahkan ke tempat pengecoran.

Perhitungan produktivitas *Concrete Mixer truck* menggunakan rumus sebagai berikut: (Jawat et al., 2018)

$$P = (V \times Fa \times 60) / Ts \quad (6)$$

dimana:

V = Kapasitas Alat

Fa = Faktor Efisiensi Kerja Alat

Ts = Waktu Siklus = T1 + T2 + T3 + T4

T1 = Memuat (menit)

T2 = Mengaduk (menit)

T3 = Menuang (menit)

T4 = Tunggu, dan lain-lain (menit)



Gambar 7. *Concrete Mixer truck*
Sumber: Tractors, (2019)

2.2 Pekerjaan Tanah Dasar

2.2.1 Tanah Dasar

Tanah dasar (*subgrade*) adalah bagian suatu konstruksi perkerasan yang dibuat secara berlapis-lapis seperti yang digunakan dalam konstruksi jalan raya. Fungsi *subgrade* yaitu menahan beban konstruksi di atasnya. *Subgrade* harus dari sebuah struktur perkerasan kaku (*rigid pavement*) maupun perkerasan lentur (*flexible pavement*), karena *subgrade* merupakan bagian untuk perletakan sebuah perkerasan jalan. (Sukirman Silvia, 1999).

Berdasarkan kondisi di lapangan, tidak semua tanah memiliki daya dukung yang baik, contohnya tanah gambut, tanah pesisir pantai, dan tanah lunak rawa tambak. Beban kendaraan yang dilimpahkan ke lapisan perkerasan melalui rodaroda kendaraan selanjutnya disebarkan ke lapisan lapisan dibawahnya dan akhirnya diterima oleh *subgrade*. Dengan demikian tingkat kerusakan konstruksi perkerasan selama masa pelayanan tidak saja ditentukan oleh kekuatan dari lapisan perkerasan tetapi juga *subgrade*. Daya dukung tanah (*bearing capacity*) atau yang sering disebut DDT adalah kemampuan tanah untuk mendukung beban baik dari segi struktur pondasi maupun bangunan diatasnya tanpa terjadi keruntuhan geser. DDT akan memengaruhi terhadap ketebalan perkerasan jalan yang akan dibangun di atas *subgrade*. DDT *subgrade* dipengaruhi oleh jenis tanah, tingkat kepadatan, kadar air, kondisi drainase, dan lain-lain (Sukirman Silvia, 1999).

2.2.2 Galian

Pekerjaan galian tanah adalah suatu pekerjaan dimana sejumlah volume tanah digali dan dipindahkan dengan bantuan alat mekanis. Tujuan galian tanah adalah untuk membuat basement, gorong-gorong, saluran pipa, tandon air bawah tanah, terowongan dan lain sebagainya, dimana semua pekerjaan ini dilakukan dengan menggunakan alat berat secara mekanis (Puller, 1996).

2.2.3 Timbunan

Pekerjaan penimbunan meliputi pengumpulan material, pengangkutan, penempatan di lokasi baru, serta pemadatan tanah yang diinginkan atau material granural untuk konstruksi timbunan (Clements, 1982). Sedangkan timbunan sendiri yakni material yang ditempatkan

diatas kondisi tanah asli sebelumnya. Pekerjaan timbunan yang sering kita jumpai dalam kegiatan konstruksi antara lain persiapan pembangunan jalan, persiapan lahan untuk bangunan di lokasi tanah lunak, pembuatan tanggul, bendungan, kegiatan reklamasi pantai, dan lain sebagainya (Clements, 1982).

2.2.4 Volume Galian dan Timbunan

Dalam pekerjaan konstruksi terdapat beberapa tahapan salah satunya adalah pekerjaan tanah, yang mana tujuannya adalah untuk menghitung volume tanah itu sendiri. Pekerjaan tanah adalah pekerjaan awal yang sangat penting dan menjadi pendahulu sebelum dimulainya pekerjaan konstruksi, yaitu untuk menentukan elevasi rencana, karena elevasi di lapangan akan berbeda dengan elevasi rencana. Oleh karena itu diperlukan proses galian dan timbunan guna menyesuaikan elevasinya. Pekerjaan galian (*cutting*) dan timbunan (*filling*) pada umumnya memiliki konsep serupa dalam proses pengukuran dan perhitungannya, yang mana adalah pengerjaan galian terlebih dahulu dilakukan sebelum pengerjaan timbunan.

Menghitung volume tanah merupakan suatu proses perhitungan yang rumit karena elevasi permukaan tanah pada setiap permukaan berbeda-beda. Permukaan pertama biasanya merupakan permukaan tanah asli atau medan yang ada, sedangkan permukaan tanah kedua mewakili permukaan tanah yang direncanakan atau desain penggalian yang akan dilaksanakan (Lama et al. 2019). Terdapat beberapa metode yang biasa digunakan dalam perhitungan volume tanah yaitu:

1. Metode *Depth Area*

Metode *Depth Area* merupakan metode paling sederhana untuk menghitung volume tanah. Pendekatan ini mengalikan luas permukaan dengan ketebalan galian maupun timbunan yang dikerjakan. Contoh dari metode ini adalah menggali permukaan pondasi yang rata, maupun pada pembuatan saluran yang muka tanah dan memiliki dasar yang rata.

Rumus yang digunakan yaitu:

$$V = A \times T \quad (7)$$

Dimana :

V = Volume tanah (m³)

A = Luas permukaan tanah (m²)

T = Ketebalan galian maupun timbunan (m)

2. Metode Grid

Metode grid atau yang sering disebut sebagai metode Borrow Pit. Seperti pada metode *Depth Area*, metode grid juga menggunakan nilai ketebalan atau kedalaman, namun ketebalan atau kedalaman tersebut bisa saja bervariasi di seluruh area pekerjaan. Metode grid dilakukan

dengan interpolasi volume yang menggunakan grid dengan melapisi kedua permukaan hitung menggunakan prismoidal dari semua jumlah volume grid.

3. Metode *Average End Area*

Sering disebut juga metode *cross section*, merupakan teknik perhitungan yang berbeda dibandingkan dengan metode grid maupun metode *Depth Area*, teknik ini tidak menghitung volume dari atas ke bawah melainkan menghitung volume dengan cara irisan vertikal dipotong secara teratur dengan interval tertentu, volume merupakan hasil perkalian dari jarak atau interval terhadap rata-rata luasan area hasil potongan. Rumus yang digunakan yaitu:

$$V = D \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) \quad (8)$$

Dimana :

V = Volume tanah (m³)

A = Luas hasil potongan (m²)

D = Jarak/ interval (m)

4. Metode Prismoidal

Metode Prismoidal sering diperlukan jika permukaan tanah yang ada sangat tidak teratur di antara potongan yang berdekatan. Dengan metode ini, maka penaksir menambahkan penampang tambahan di tengah-tengah antara dua bagian sehingga membentuk tiga penampang. Formula Prismoidal dihitung sebagai berikut:

$$V = \frac{D}{3} (A_1 + \sqrt{A_1 \times A_2} + A_2) \quad (9)$$

Dimana :

V = Volume tanah (m³)

A = Luas hasil potongan (m²)

D = Jarak/ interval (m)

5. Metode Kontur

Metode kontur memiliki kemiripan dengan metode *Average End Area*, tetapi memiliki perbedaan pada orientasi, dimana metode end area menghitung secara horizontal, sedangkan pada metode kontur yaitu vertikal antara kedua *surface*. Metode kontur memanfaatkan ketinggian kontur garis yang digambar pada peta topografi area pekerjaan dari muka tanah asli dan muka tanah rencana/ design, untuk menghitung volume galian dan timbunan. Dalam metode ini volume dihitung berdasarkan perbedaan elevasi dari kedua permukaan.

Metode kontur dapat dihitung sebagai berikut:

$$V = H \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) \quad (10)$$

Dimana :

V = Volume tanah (m³)

A = Luas hasil potongan (m^2)

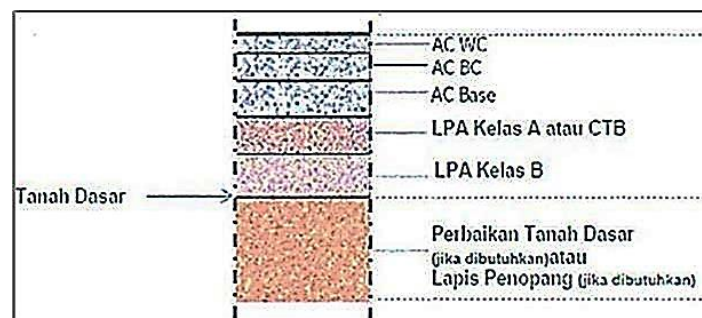
H = Elevasi / Interval antar kontur (m)

2.3 Pekerjaan Perkerasan Jalan

Badan jalan yang menjadi sarana lintasan arus lalu lintas merupakan konstruksi yang terdiri dari lapisan perkerasan. Menurut (Sukirman, 1994) perkerasan jalan adalah lapisan perkerasan yang terletak diantara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, yang berfungsi memberikan pelayanan kepada transportasi, dan selama masa pelayanan diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti. Perkerasan jalan adalah suatu konstruksi jalan yang diperuntukkan bagi jalan lalu lintas yang terletak diatas tanah dasar, dan pada umumnya terdiri dari lapis pondasi bawah, pondasi atas, dan lapis pondasi permukaan (Puspito, 2008). Tipe perkerasan jalan berdasarkan bahan pengikat sebagai berikut (Sukirman, 1994).

2.3.1 Konstruksi Perkerasan Lentur (*Flexible pavement*)

Yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan- lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.

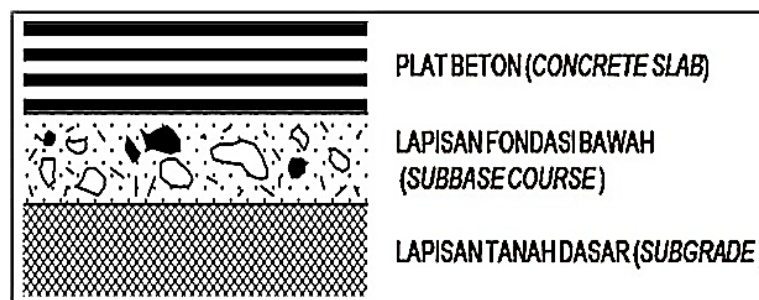


Gambar 8. Konstruksi Perkerasan Lentur

Sumber: Bina Marga, 2013

2.3.2 Konstruksi Perkerasan Kaku (*Rigid pavement*)

Yaitu perkerasan yang menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikat berupa pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton.



Gambar 9. Konstruksi Perkerasan Komposit

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)

Tipe perkerasan jalan yang digunakan pada obyek pengamatan yaitu perkerasan rigid.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah perencanaan kuantitatif dan studi literatur dengan membaca buku referensi yang berkaitan dengan judul penelitian ini.

3.2 Objek Penelitian

Objek penelitian adalah perhitungan produktivitas alat berat pada pekerjaan tanah dasar dan perkerasan jalan, pada proyek jalan menuju Bendungan Lambo yang berlokasi di Desa Rendubutowe, Kecamatan Aesesa Selatan, Kabupaten Nagekeo, NTT.

3.3 Lokasi Penelitian

Lokasi : Ruas Jalan Akses 1, Bendungan Lambo, Kecamatan Nagekeo, Nusa Tenggara Timur

3.4 Pengumpulan Data

Adapun metode pengumpulan data sebagai berikut :

1. Data primer merupakan data yang diperoleh dari kegiatan observasi secara langsung pada proses pelaksanaan setiap pekerjaan di lokasi proyek, wawancara dengan konsultan perencana, pengawas, dan para pekerja, terkait pelaksanaan kerja di lapangan proyek. Data primer terdiri dari Panjang jalan, lebar jalan, jarak tempuh alat berat, gambar kerja.
2. Data sekunder merupakan data penelitian yang diperoleh secara tidak langsung seperti studi literatur maupun referensi lain seperti buku dan data hasil perhitungan yang diperoleh dari data sekunder. Data sekunder terdiri dari spesifikasi alat berat, rumus produktivitas alat berat dan volume galian dan timbunan.

3.5 Pengolahan Data

Adapun metode pengolahan data sebagai berikut

1. Melakukan studi literatur sebagai referensi terkait perbandingan pelaksanaan konstruksi di lapangan.
2. Melakukan studi literatur terkait perhitungan produktivitas alat-alat berat di Proyek Jalan Akses 1 Menuju Bendungan Lambo, Kecamatan Aesesa Selatan, Nagekeo

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Volume Pekerjaan

4.1.1 Tanah Dasar

Perhitungan volume galian dan timbunan berdasarkan hasil perhitungan pada laporan PKN dari Co (2023). Berikut contoh perhitungan untuk galian Sta. 0+500 sampai dengan Sta.0+520 sebagai berikut.

Lebar = 6 m Panjang = 20 m

Sta. 0+500:

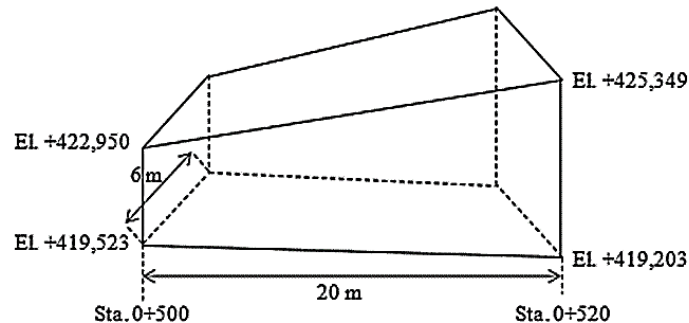
Elevasi Eksisting = +422,950

Elevasi Rencana = +419,523

Sta. 0+520:

Elevasi Eksisting = +425,349

Elvasi Rencana = 419,203



$$\begin{aligned} \text{Luas Penampang} &= \left\{ \frac{1}{2} (a + b) \right\} \times \text{Panjang Jalan} \\ &= \left\{ \frac{1}{2} [(422,950 - 419,523) + (425,349 - 419,203)] \right\} \times 20 = 95,73 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Galian} &= \text{Luas Penampang} \times \text{Lebar Jalan} \\ &= 95,73 \text{ m}^2 \times 6 \text{ m} = 574,38 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan galian dan timbunan didapatkan:

$$\text{Total Volume Galian} = 8079,67 \text{ m}^3$$

$$\text{Total Volume Timbunan} = 3405,82 \text{ m}^3$$

4.1.2 Lapisan Perkerasan

A. Lapisan Pondasi

$$\text{Tebal Lapisan} = 0,3 \text{ m}$$

$$\text{Panjang Jalan} = 1000 \text{ m}$$

$$\text{Lebar Jalan} = 6 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{Tebal Lapisan} \times \text{Panjang Jalan} \times \text{Lebar Jalan} \\ &= 0,3 \text{ m} \times 1000 \text{ m} \times 6 \text{ m} = 1800 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

B. Lapisan Permukaan

$$\text{Tebal Lapisan} = 0,265 \text{ m}$$

$$\text{Panjang Jalan} = 1000 \text{ m}$$

$$\text{Lebar Jalan} = 6 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{Tebal Lapisan} \times \text{Panjang Jalan} \times \text{Lebar Jalan} \\ &= 0,265 \text{ m} \times 1000 \text{ m} \times 6 \text{ m} = 1590 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

4.2 Produktivitas Alat Berat

4.2.1 Tanah Dasar

A. Galian

1. *Excavator* (Merk Komatsu, Tipe PC 200)

$$V = 0,93 \text{ m}^3 \rightarrow \text{Gafur (2012)}$$

$$CT = 0,3 \text{ mnt} \rightarrow \text{Tabel 3. Waktu Siklus } \textit{Backhoe} \text{ Beroda } \textit{Crawler} \text{ untuk Tanah,}$$

$$\text{Kapasitas } \textit{Bucket} < 0,94$$

$$S = 1,00 \rightarrow \text{Tabel 4. Faktor Koreksi untuk Kedalaman dan Sudut Putar}$$

$$\rightarrow \text{Sudut Putar} = 90^\circ \rightarrow \text{Suryadharma dkk (1998)}$$

$$BFF = 80\% \rightarrow \text{Tabel 5. } \textit{Bucket Fill Factor} \text{ untuk Alat Penggali untuk Tanah}$$

$$E = 0,75 \rightarrow \text{Tabel 1. "Faktor Efisiensi Kerja" untuk Kondisi Pekerja = Baik,}$$

$$\text{Kondisi Tata Laksana = Baik}$$

Maka:

$$P = 0,93 (60 / 0,3) 1,00 \times 80\% \times 0,75 = 111,6 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Hasil perhitungan untuk nilai produktivitas *Excavator* sesuai dengan penelitian Sokop et al. (2018) yang menggunakan *Excavator* dengan volume *bucket* $0,9 \text{ m}^3$ yaitu sebesar $105,3 \text{ m}^3/\text{jam}$.

Excavator bekerja untuk mengisi muatan dalam *Dump truck*, dimana *Excavator* yang digunakan sejumlah 2 (dua). Jika 1 (satu) hari kerja = 8 (delapan) jam, maka produktivitas *Excavator* harian dan durasi yang dibutuhkan untuk mengerjakan penggalian dan pemuatan material galian sejumlah $8079,67 \text{ m}^3$ yaitu:

$$P = 111,6 \text{ m}^3/\text{jam} \times 2 \text{ Excavator} \times 8 \text{ jam/hari} = 1785,6 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Durasi} = 8079,67 \text{ m}^3 / 1785,6 \text{ m}^3/\text{hari} = 4,52 \text{ hari}$$

2. *Dump truck* (Merk Isuzu Elf)

$$V = 19,03 \text{ m}^3 \rightarrow \text{Gafur (2012), Volume Bak } \textit{Dump truck}$$

$$\text{Waktu Angkut} = (\text{Jarak Tempuh} / \text{Kecepatan Angkut}) 60 \text{ mnt/jam}$$

$$= (500 \text{ m} / 40000 \text{ m/jam}) 60 \text{ mnt/jam}$$

$$\rightarrow \text{Jarak Tempuh} = 500 \text{ m} \rightarrow \text{jarak dari kuari ke lokasi penimbunan}$$

$$\text{berdasarkan data lapangan}$$

$$\rightarrow \text{Kecepatan Angkut} = 40 \text{ km/jam} \rightarrow \text{Tabel Kecepatan } \textit{Dump truck} \text{ dan}$$

$$\text{Kondisi Lapangan} = 0,75 \text{ mnt}$$

$$\text{Waktu Muat} = 2 \text{ mnt} \rightarrow \text{Aldin (2015)}$$

$$\text{Waktu Bongkar} = 0,67 \text{ mnt} \rightarrow \text{Aldin (2015)}$$

$$\text{Waktu Kembali} = (\text{Jarak Tempuh} / \text{Kecepatan Kembali}) 60 \text{ mnt/jam}$$

$$= (500 \text{ m} / 60000 \text{ m/jam}) 60 \text{ mnt/jam}$$

$$\rightarrow \text{Kecepatan Kembali} = 60 \text{ km/jam} \rightarrow \text{Tabel Kecepatan } \textit{Dump truck}$$

$$\text{dan Kondisi Lapangan} = 0,5 \text{ mnt}$$

$$CT = 0,75 \text{ mnt} + 2 \text{ mnt} + 0,67 \text{ mnt} + 0,5 \text{ mnt} = 3,92 \text{ mnt}$$

$E = 0,75 \rightarrow$ Tabel 1, “Faktor Efisiensi Kerja” untuk Kondisi Pekerja = Baik, Kondisi Tata Laksana = Baik

$$P = 19,03 \text{ m}^3 (60 \text{ mnt/jam} / 3,92 \text{ mnt}) 0,75 = 218,47 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Hasil perhitungan untuk nilai produktivitas *Dump truck* sesuai dengan penelitian Sokop et al. (2018) yang menggunakan *Dump truck* dengan volume bak 6 m^3 dan waktu siklus 32,8 mnt yaitu sebesar $7,79 \text{ m}^3/\text{hari}$. *Dump truck* bekerja untuk memuat material yang digali oleh *Excavator*, dimana *Dump truck* yang digunakan sejumlah 3 (tiga). Jika kedua *Excavator* dapat mengisi ketiga *Dump truck* sebanyak $1785,6 \text{ m}^3/\text{hari}$. Jika 1(satu) hari kerja = 8 (delapan) jam, maka produktivitas total *Dump truck* harian dan durasi yang dibutuhkan untuk pemuatan dan pengangkutan material galian sejumlah $8079,67 \text{ m}^3$ yaitu:

$$P = 218,47 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 3 \text{ Dump truck} = 5243,28 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Karena $P \text{ Dump truck} > P \text{ Excavator}$ sehingga produktivitas *Dump truck* menyesuaikan dengan produktivitas *Excavator*, maka:

$$\begin{aligned} P \text{ Dump truck} &= P \text{ Excavator} \\ &= 1785,6 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 1785,6 \text{ m}^3/\text{hari} / (218,47 \text{ m}^3/\text{jam} \times 3 \text{ Dump truck}) \\ &= 2,72 \text{ jam/hari} \\ \text{Durasi Dump truck} &= \text{Durasi Excavator} \\ &= 4,52 \text{ hari} \end{aligned}$$

B. Timbunan

1. Excavator

Perhitungan produktivitas *Excavator* sama dengan 4.2.1.A.1 yaitu $111,6 \text{ m}^3/\text{jam}$, dengan *Excavator* yang digunakan sejumlah 1(satu). Jika 1 (satu) hari kerja = 8 (delapan) jam, maka produktivitas *Excavator* harian dan durasi yang dibutuhkan untuk pemuatan material timbunan sejumlah $3405,82 \text{ m}^3$ yaitu:

$$\begin{aligned} P &= 111,6 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1 \text{ Excavator} \times 8 \text{ jam/hari} \\ &= 892,8 \text{ m}^3/\text{hari} \\ \text{Durasi} &= 3405,82 \text{ m}^3 / 892,8 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 3,82 \text{ hari} \end{aligned}$$

2. Dump truck

Perhitungan produktivitas *Dump truck* sama dengan 4.2.1.A.2 yaitu $218,47 \text{ m}^3/\text{jam}$ adapun jumlah *Dump truck* yang bekerja sejumlah 3 (tiga). Jika 1 (satu) hari kerja = 8

(delapan) jam, maka produktivitas harian dan durasi yang dibutuhkan untuk pemuatan dan pengangkutan material timbunan sejumlah 3405,82 m³ yaitu:

$$\begin{aligned} P &= 218,47 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 3 \text{ Dump truck} \\ &= 5243,28 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Karena $P \text{ Dump truck} > P \text{ Excavator}$ sehingga produktivitas *Dump truck* menyesuaikan dengan produktivitas *Excavator*, maka:

$$\begin{aligned} P \text{ Dump truck} &= P \text{ Excavator} = 892,8 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 892,8 \text{ m}^3/\text{hari} / (218,47 \text{ m}^3/\text{jam} \times 3 \text{ Dump truck}) = 1,36 \text{ jam/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Durasi Dump truck} &= \text{Durasi Excavator} \\ &= 3,82 \text{ hari} \end{aligned}$$

3. *Bulldozer* (Merk Sakai, Tipe D31P-20) $v = 6 \text{ km/jam} \rightarrow \text{Gafur (2012)}$

$$W = 1,2 \text{ m} \rightarrow \text{Gafur (2012)}$$

$$E = 0,75 \rightarrow \text{Tabel II-10 "Faktor Efisiensi Kerja", untuk Kondisi Pekerja = Baik, Kondisi Tata Laksana = Baik}$$

$$P = 1000 \times 6 \times 1,2 \times 0,75 = 5400 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Bulldozer bekerja untuk meratakan timbunan yang dimuat oleh *Dump truck* dimana *Bulldozer* yang digunakan sejumlah 1(satu). Jika 1(satu) hari kerja = 8 (delapan) jam, maka produktivitas harian dan durasi yang dibutuhkan untuk perataan material timbunan sejumlah 3405,82 m³ yaitu:

$$P = 5400 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} \times 1 \text{ Bulldozer} = 43200 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Karena $P \text{ harian Bulldozer} > \text{jumlah timbunan}$, untuk efisiensi produktivitas maka pekerjaan perataan dilakukan setelah seluruh material ditempatkan di lokasi sehingga:

$$P \text{ Bulldozer} = 5400 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} = 43200 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Durasi} = 3405,82 \text{ m}^3 / 5400 \text{ m}^3/\text{jam} = 0,07 \text{ hari}$$

4. *Vibro Roller* (Merek Sakai, Tipe SV525D)

$$W = 1,2 \text{ m} \rightarrow \text{Sahid et al. (2021)}$$

$$v = 4,0 \text{ km/jam} \rightarrow \text{Tabel 10. Kecepatan, Lebar Pemadatan dan Jumlah Lintasan Alat Pemadat}$$

$$H = 7 \text{ cm} = 0,07 \text{ m} \rightarrow \text{Data Lapangan}$$

$$E = 0,75 \rightarrow \text{Tabel 10. "Faktor Efisiensi Kerja" untuk Kondisi Pekerja = Baik, Kondisi Tata Laksana = Baik}$$

$$N = 12 \text{ pass} \rightarrow \text{Data Lapangan}$$

$$P = \frac{1,2 \times 4,0 \times 1000 \times 0,75}{12} = 21 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Hasil perhitungan untuk nilai produktivitas *Vibro Roller* sesuai dengan penelitian Sahid et al., (2021) yang menggunakan lebar pemadatan efektif 1,2 m yaitu 1245 m³/hari. *Vibro Roller* bekerja untuk memadatkan material timbunan yang telah diratakan oleh *Bulldozer* dimana *Vibro Roller* yang digunakan sejumlah 1(satu). Jika 1 (satu) hari kerja = 8 (delapan) jam, maka produktivitas harian dan durasi yang dibutuhkan untuk mengerjakan timbunan sejumlah 3405,82 m³ yaitu:

$$P = 21 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1 \text{ Vibro Roller} \times 8 \text{ jam/hari} \\ = 168 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Durasi} = 3405,82 \text{ m}^3 / 168 \text{ m}^3/\text{hari} \\ = 20,27 \text{ hari}$$

4.2.2 Lapisan Perkerasan

Dengan mengacu pada perhitungan sub bab 4.2.1, maka dapat ditullis rekapitulasi hasil perhitungan pada tabel 13. di bawah ini.

Tabel 13. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Produktivitas dan Durasi

Pekerjaan	Volume (m³)	Alat Berat	Jumlah (bh)	Produktivitas (m³/hari)	Durasi (hari)
Tanah Dasar					
Galian	8079,67	Excavator	2	1785,6	4,52
		DumpTruck	3	1785,6	4,52
Timbunan	3405,82	Excavator	1	892,8	3,82
		DumpTruck	3	892,8	3,82
		Bulldozer	1	43200	0,07
		Vibro Roller	1	168	20,27
Lapisan Perkerasan					
Pondasi	1800	Excavator	1	892,8	2,02
		Dump Truck	3	892,8	2,02
		Motor Grader	1	23372,8 m²/hari	0,26
		Vibro Roller	1	168	10,71
Lapisan Permukaan	1590	Concrete Mixer Truck	1	43,3	36,72

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis maka dapat disimpulkan:

1. Produktivitas alat berat yang digunakan pada pekerjaan tanah dasar meliputi pekerjaan galian yaitu *Excavator* dan *Dump truck* masing-masing sebanyak 1785,6 m³/hari dalam 4,52 hari. Sedangkan pekerjaan timbunan menggunakan *Excavator* dan *Dump truck* masing-masing dengan produktivitas 892,8 m³/hari selama 3,82 hari, *Bulldozer* 43200 m³/hari dalam 0,07 hari serta *Vibro Roller* 168 m³/hari dalam 20,27 hari. Produktivitas alat berat

dipengaruhi oleh jumlah alat yang digunakan, penggunaan *Excavator* yang kurang memadai menyebabkan produktivitas *Dump truck* tidak maksimal dalam mengangkut material galian timbunan. Demikian halnya dengan *Vibro Roller*, dibutuhkan lebih dari 1 agar proyek dapat diselesaikan dengan lebih cepat.

2. Produktivitas alat berat yang digunakan pada pekerjaan perkerasan jalan, meliputi pekerjaan lapisan pondasi menggunakan *Excavator* dan *Dump truck* masing-masing dengan produktivitas 892,8 m³/hari dalam 2,02 hari, Motor Grader 23372,8 m²/hari dan *Vibro Roller* 168 m³/hari selama 10,71 hari. Adapun pekerjaan lapisan permukaan menggunakan *Concrete Mixer truck* dengan produktivitas 43,4 m³/hari selama 36,72 hari. Sama halnya dengan pekerjaan tanah dasar, jumlah *Excavator*, *Vibro Roller* dan *Concrete Mixer truck* yang digunakan pada lapisan perkerasan juga kurang memadai.

5.2 Saran

Penelitian dapat dilanjutkan dengan memperhitungkan kebutuhan bahan bakar dan biaya operator.

DAFTAR REFERENSI

- Ahmad Kholil, S. M. (2012). *Alat Berat*. PT Remaja Rodakarya.
- Aldin, Ardin, ST, MT, P. D. (2015). Produktivitas Alat Berat. [http://eprints.uniskabjm.ac.id/4984/1/ARTIKEL DESI-1-dikonversi.pdf](http://eprints.uniskabjm.ac.id/4984/1/ARTIKEL%20DESI-1-dikonversi.pdf)
- Anonim. (2023). Defenisi Dump Truck. <https://www.situstekniksipil.com/2017/11/definisi-dump-truck-dan-jenisjenis.html>
- Arparts.id. (2019). Vibro Roller Serta Fungsi dan Cara Kerjanya. Arparts.id. (2020). Jenis-Jenis bulldozer, fungsi dan kelengkapannya. astra. (2022). pengertian bulldozer. <https://www.asuransiastra.com/blog/apa-itubulldozer-manfaat-penggunaan-alat-berat-bulldozer/> Clements. (1982). Pekerjaan Timbunan.
- Coo, P. R. (2023). Pengamatan Pekerjaan Tanah Dasar Menggunakan Alat Berat Pada Proyek Jalan Akses 1 Menuju Bendungan Lambo, Kecamatan Aesesa Selatan, Kabupaten Nagekeo, NTT.
- Ewal, O. F., Indrayadi, M., & Rafie. (2020). Analisa Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Peningkatan Jalan Simpang Manis Raya-Sekujam Timbai.
- Frida, A., Asmawi, B., Akhirini, & Parlaungan, D. (2023). Produktivitas Dan Efektivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Lapis Pondasi Proyek Rehabilitasi Jalan. *Deformasi*, 8–1, 100–110.
- Gafur, A. (2012). Analisa Perhitungan Produktivitas Alat Berat. [file:///C:/Users/user/Downloads/farissipil,+Format+OJS+3_Siti+Masithoh_F IX \(5\).pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/farissipil,+Format+OJS+3_Siti+Masithoh_F%20IX%20(5).pdf)
- I Wayan Jawat, Rahadiani, A. A. S. D., & Armaeni, N. K. (2018). Produktivitas Truck Concrete Pump Dan Truck Mixer Pada Pekerjaan Pengecoran Beton Ready Mix. *Paduraksa*, 7(2), 164–183.
- Iqbal, R. M., & Jojon, J. G. (2020). Analisis Produktivitas Pemakaian Alat Berat Terhadap Biaya dan Waktu pada Pembangunan Jalan Baru Lingkar Cipanas Kabupaten Garut. *Jurnal Kostruksi*, 18(2), 62–71.

- Kelvin Rudy Sutanto. dkk. (2017). Produktivitas Alat Berat.
- Lama, Sai ST., M., & Maburur ST., M. (2019). Analisis Ketelitian Perhitungan Volume Galian Menggunakan Data Gridding Dan Tanpa Gridding Pada Pekerjaan Bendungan. 1–8.
- Mitsubishi. (2023). Dump truck dan Cara Mengoperasikannya.
- Penyalai, N. R. (2021). Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Galian Dan Timbunan Pada Proyek Jalan Tol Tebing Tinggi – Parapat Sta 22+000 s/d 22+650. 1–82.
- Prima, G. R., & Hafudiansyah, E. (2022). Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Proyek Jalan Tol. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 3(2), 74–81.
- Puller, M. (1996). *Sistem Penggalian Tanah, Deep Excavation*, Thomas Telford Services Ltd.
- Puspito. (2008). *Perencanaan Perkerasan Jalan*. Available at.
- Rochmanhadi. (1986). Analisis Produktivitas. https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/15868/08_naskah_publicasi.pdf?sequence=21&isAllowed=y