

Kajian Produktivitas Alat Berat Terhadap Waktu Pelaksanaan Proyek Bendungan Bendo

Study of The Productivity of Heavy Equipment to The Implementation Time of The Bendo Dam

M. Nur Sahid¹, Anto Budi Listyawan², Mochamad Solikhin³, Siti Masithoh⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. Ahmad Yani Kartasura Tromol Pos 1 Surakarta 57102
Email: mns260@ums.ac.id

Abstract

Productivity is the ratio between the results achieved (output) with the resources used (input). In other words effectiveness refers to achieving maximum work with its use or how the work is done. One of the things that influences work productivity is the selection and use of appropriate heavy equipment. Based on this, it will discuss the analysis of the planned time to the implementation time and the analysis of the productivity of the heavy equipment to the time of the work on the main dam of the dam project the analysis of heavy equipment productivity to the implementation time on the work of the main dam of Bendo Dam project, Ponorogo using field studies (Field Research) and library studies (Literature Study). In this study, the heavy equipment analyzed were Excavators, Bulldozers and Vibratory Rollers. Excavator 1 in August based on the field result 50,586.4 m³ and based on manufacturing is 55,224.8 m³. Based on the analysis of productivity calculation results is more suitable when referring to PUPR rather than fabrication, due to the differences of volume is only slightly. According to the analysis of the planned S curve to the realization S curve, the resulting volume exceeds the planned target, which means the use of heavy equipment is as expected. In the S curve the plan is targeted to weigh 2,18% and the result of the S curve is obtained 4,08%.

Keywords: Productivity; Excavator; Bulldozer; Vibratory Roller

Abstrak

Produktivitas adalah rasio antara hasil yang dicapai (output) dengan sumber daya yang digunakan (input). Dengan kata lain, keefektifan mengacu pada pencapaian pekerjaan maksimal dengan penggunaannya atau bagaimana pekerjaan itu dilakukan. Salah satu hal yang memengaruhi produktivitas kerja adalah pemilihan dan penggunaan alat berat yang sesuai. Berdasarkan hal tersebut akan dibahas analisis waktu rencana terhadap waktu pelaksanaan dan analisis produktivitas alat berat terhadap waktu pelaksanaan pekerjaan pada bendungan utama proyek bendungan Bendo, Ponorogo dengan membandingkan produktivitas yang mengacu pada PUPR dan pabrikasi agar diketahui alat berat yang lebih produktif dengan menggunakan studi lapangan (*Field Research*) dan studi kepustakaan (*Literature Study*). Dalam penelitian ini, alat berat yang dianalisis adalah *Excavator*, *Bulldozer* dan *Vibratory Roller*. Berdasarkan data lapangan *Excavator* 1 pada bulan Agustus menghasilkan 50.586,4 m³ dan berdasarkan pabrikasi adalah 55.224,8 m³. Berdasarkan analisis hasil perhitungan produktivitas lebih sesuai apabila mengacu pada PUPR daripada pabrikasi, karena perbedaan volume hanya sedikit. Menurut analisis kurva S yang direncanakan dengan kurva S realisasi, volume yang dihasilkan melebihi target yang direncanakan, yang berarti penggunaan alat berat seperti yang diharapkan. Pada kurva S, rencana ditargetkan untuk bobot sebesar 2,18% dan hasil kurva S diperoleh 4,08%.

Kata kunci: Produktivitas; *Excavator*; *Bulldozer*; *Vibratory Roller*

Please cite this article as:

Sahid, M., Nur., Lisyawan, Anto Budi, dkk. (2021). Kajian Produktivitas Alat Berat Terhadap Waktu Pelaksanaan Proyek Bendungan Bendo. *Media Teknik Sipil*, 19(1), 33-39.

doi:<https://doi.org/10.22219/jmts.v18i2.12379>

PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara berkembang yang berulang kali membangun infrastruktur, seperti pembangunan jalan raya, jembatan, kereta api, landasan pacu bandara, dan bendungan. Salah satu konstruksi yang sedang berlangsung adalah pembangunan bendungan Bendo yang terletak di sungai Keyang, Desa Bendo, Desa Ngindeng, Sawoo, Ponorogo. Tujuan pembangunan bendungan adalah irigasi masyarakat di sekitarnya, penambahan air untuk memasok Bendungan Jati, dan untuk melengkapi kebutuhan air baku untuk air minum dan industri.

Pada pekerjaan proyek akan ada percepatan dan perlambatan. Begitu juga dengan proyek pembangunan bendungan Bendo, hal ini terjadi karena dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti manusia yang tidak pandai mengelola, jenis tanah batuan yang cukup membutuhkan waktu lama untuk digali, kondisi cuaca, dan proses pembebasan lahan dan aset yang digunakan kurang efektif.

Penelitian sebelumnya mengenai perhitungan produktivitas alat berat yang digunakan pada proyek pekerjaan waduk telah dilakukan oleh saudara Maisyafitri Mega Jayanti, 2018 dengan judul *Comparison of Productivity and Cost Between Komatsu Excavator PC 200-8M0 – PC Hyundai R220-9-SH – Samsung SE 210LC-03 on Soil Excavation Work*. Dalam penelitian ini diketahui bahwa durasi pekerjaan lebih efektif ketika mengacu pada pabrikasi. Sehingga produktivitas lebih besar mengacu pada pabrikasi daripada PUPR.

Penelitian juga dilakukan oleh Handoko, Wiranto, dan Mudianto, 2017 dengan judul *Produktivitas Alat Berat pada Pembangunan Jalan Ruas Jailolo – Matui Provinsi Maluku Utara*. Penelitian ini menyatakan bahwa alat berat merupakan faktor penting dalam pekerjaan berskala besar, sehingga produktivitas alat berat perlu diperhatikan.

Aoliya, Wiranto, dan Mudianto, 2017 melakukan penelitian yang berjudul *Analisa Produktivitas Alat Berat pada Pembangunan Jalan Ruas Lingkar Pulau Marsela Provinsi Maluku Barat Daya*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan alat berat sangat berfungsi untuk mempercepat target waktu yang diharapkan.

Selain itu, Fikri, Rahmawati, dan Paryati, 2016 juga meneliti topik yang sama dengan

judul *Analisis Kapasitas Produksi Excavator pada Proyek Perumahan Pertamina Cibubur*. Dalam penelitian ini menyatakan bahwa kapasitas produksi yang besar akan mempercepat dan memperlancar penyelesaian proyek, namun sebaliknya apabila produktivitas alat kecil maka pekerjaan akan lambat dan tidak sesuai dengan rencana penyelesaian proyek.

Penelitian sebelumnya mengenai produktivitas alat berat juga dilakukan oleh saudara Agus Salim, 2019. Dari hasil penelitian yang dilakukan, waktu pelaksanaan pekerjaan sangat berpengaruh terhadap volume pekerjaan dan besarnya kapasitas produktivitas peralatan serta berhubungan erat dengan kerja peralatan dan jenis masing-masing peralatan.

Studi ini akan menganalisis produktivitas alat berat dalam pekerjaan timbunan di bendungan utama dan waktu yang direncanakan dibandingkan dengan waktu realisasi.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang penulis lakukan ini bertujuan untuk mengetahui produktivitas alat berat yang digunakan terhadap waktu yang direncanakan dengan waktu pelaksanaan pada proyek pembangunan bendungan Bendo Kabupaten Ponorogo pada tahun 2018.

Dalam penelitian ini data yang dibutuhkan didapat dari hasil wawancara pemimpin dan karyawan, studi literatur dan dari laporan harian, laporan mingguan, laporan bulanan serta kurva S dari kontraktor dan konsultan.

Tahapan penelitian adalah langkah-langkah yang disusun secara sistematis dan logis berdasarkan teori yang sudah ada untuk mencapai tujuan suatu objek permasalahan.

Gambar 1 menjelaskan tahapan-tahapan kegiatan yang akan dilakukan, yaitu:

- Tahap I : Melakukan Studi Pustaka
- Tahap II : Mengumpulkan Data
- Tahap III : Melakukan penelitian lapangan, menghitung produktivitas, menganalisis hubungan antara alat berat dengan waktu pekerjaan
- Tahap IV : Analisis dan Pembahasan
- Tahap V : Kesimpulan dan Saran

Perhitungan Produktivitas

a. Timbunan Random (Zona 3)

Volume pekerjaan timbunan yang dibutuhkan bulan Agustus 2018 adalah sebanyak 774.659,90 m³. Untuk bulan Agustus volume total yang telah dilakukan sebanyak 52.067 m³ dan volume sisa adalah 722.592,83 m³. Untuk bulan September, volume total yang telah dilakukan sebanyak 16.810,24 m³ dan volume sisa adalah 705.782,58 m³.

Karakteristik tanah pada zona 3 ini adalah lempung berpasir yang diperoleh dari quarry Bendo.

Berikut adalah tabel perhitungan produktivitas pada alat *excavator* Doosan DX200A. Pada alat tersebut produktivitas pabrikasi lebih besar daripada produktivitas saat di lapangan.

Tabel 1. Perhitungan produktivitas *excavator* Doosan DX200A

No	Tipe Excavator	Produktivitas Excavator			
		Pabrikasi		Lapangan	
1	Doosan DX200A	Kapasitas Buket	= 0,92 m ³	Kapasitas Buket	= 0,92 m ³
		Faktor Buket	= 1	Faktor Buket	= 0,9
		Faktor Efisiensi Alat	= 0,83	Faktor Efisiensi Alat	= 0,83
		Waktu Siklus :		Waktu Siklus :	
		Waktu Gali	= 11 detik	Waktu Gali	= 11 detik
		Waktu Putar	= 12 detik	Waktu Putar	= 12 detik
		Waktu Buang	= 7 detik	Waktu Buang	= 7 detik
		Total Waktu Siklus	= 30 detik	Total Waktu Siklus	= 30 detik
			0,5 menit		0,5 menit
		Faktor Konversi	= 1,2	Faktor Konversi	= 1,2
		Produktivitas	= 76,36 m ³ /jam	Produktivitas	= 68,72 m ³ /jam
		Waktu Kerja Per Hari (8 jam)	= 610,9 m ³ /hari	Waktu Kerja Per Hari (8 jam)	= 549,79 m ³ /hari
		Q Agustus, V/t	= 341,65 m ³ /jam	Q Agustus, V/t	= 341,65 m ³ /jam
		Q - ((h e xVx1000) x (T x Fa)) / n		Q September, V/t	= 161,64 m ³ /jam
		Catatan:		Produktivitas rata-rata di lapangan selama penelitian :	
Produktivitas yang dimaksud adalah dalam satu tim kerja yaitu terdiri dari 1 operator, 1 mekanik, asisten mekanik 2, 5 helper untuk seluruh pekerjaan timbunan main dam		Total Produktivitas = 17620,8 m ³ /hari			
		Waktu Penelitian = 48 hari			
		Produktivitas Rata-rata = Total Produktivitas/Waktu Penelitian			
		Produktivitas Rata-rata = 367,1 m ³ /hari			

Pada Tabel 2 *excavator* Zaxis200 mempunyai produktivitas pabrikasi yang lebih besar berdasarkan perhitungan PUPR daripada perhitungan lapangan.

Tabel 2. Perhitungan produktivitas *excavator* Zaxis200

No	Tipe Excavator	Produktivitas Excavator			
		Pabrikasi		Lapangan	
2	Zaxis 200	Kapasitas Buket	= 0,91 m ³	Kapasitas Buket	= 0,91 m ³
		Faktor Buket	= 1	Faktor Buket	= 0,9
		Faktor Efisiensi Alat	= 0,8	Faktor Efisiensi Alat	= 0,83
		Waktu Siklus :		Waktu Siklus :	
		Waktu Gali	= 11 detik	Waktu Gali	= 11 detik
		Waktu Putar	= 12 detik	Waktu Putar	= 12 detik
		Waktu Buang	= 7 detik	Waktu Buang	= 7 detik
		Total Waktu Siklus	= 30 detik	Total Waktu Siklus	= 30 detik
			0,5 menit		0,5 menit
		Faktor Konversi	= 1,2	Faktor Konversi	= 1,2
		Produktivitas	= 72,8 m ³ /jam	Produktivitas	= 67,98 m ³ /jam
		Waktu Kerja Per Hari (8 jam)	= 582,4 m ³ /hari	Waktu Kerja Per Hari (8 jam)	= 543,82 m ³ /hari
		Q Agustus, V/t	= 830,41 m ³ /jam	Q Agustus, V/t	= 830,41 m ³ /jam
		Q - ((h e xVx1000) x (T x Fa)) / n		Q September, V/t	= 1585,87 m ³ /jam
		Catatan:		Produktivitas rata-rata di lapangan selama penelitian :	
Produktivitas yang dimaksud adalah dalam satu tim kerja yaitu terdiri dari 1 operator, 1 mekanik, asisten mekanik 2, 5 helper untuk seluruh pekerjaan timbunan main dam		Total Produktivitas = 4982,71 m ³ /hari			
		Waktu Penelitian = 48 hari			
		Produktivitas Rata-rata = Total Produktivitas/Waktu Penelitian			
		Produktivitas Rata-rata = 103,81 m ³ /hari			

Berikutnya tabel 3 alat berat *bulldozer* Caterpillar D7G yang mempunyai

produktivitas pabrikasi lebih besar daripada produktivitas di lapangan.

Tabel 3. Perhitungan produktivitas *bulldozer* Caterpillar D7G

No	Tipe Bulldozer	Produktivitas Bulldozer			
		Pabrikasi		Lapangan	
3	Bulldozer Cat D7G	Jarak Pengaspasan (l)	= 30 m	Jarak Pengaspasan (l)	= 30 m
		Jumlah Lajur Lintasan (n)	= 4 lajur	Jumlah Lajur Lintasan (n)	= 4 lajur
		Lebar Pisan Blade (L)	= 2,21 m	Lebar Pisan Blade (L)	= 2,56 m
		Lebar Overlap (Lo)	= 0,3 m	Lebar Overlap (Lo)	= 0,3 m
		Faktor Pisan Blade (Fb)	= 1	Faktor Pisan Blade (Fb)	= 0,8
		Faktor Kemiringan Pisan (Fm)	= 1	Faktor Kemiringan Pisan (Fm)	= 1
		Faktor Efisiensi Alat (Fa)	= 0,83	Faktor Efisiensi Alat (Fa)	= 0,83
		Jumlah Lintasan Perataan (N)	= 2	Jumlah Lintasan Perataan (N)	= 2
		Waktu Siklus	= 2,38 menit	Waktu Siklus	= 3 menit
		Produktivitas	= 623,02 m ³ /jam	Produktivitas	= 465,13 m ³ /jam
		Waktu Kerja Per Hari (8 jam)	= 4984,18 m ³ /hari	Waktu Kerja Per Hari (8 jam)	= 3721,06 m ³ /hari
		Q - ((h e xVx1000) x (T x Fa)) / n		Q Agustus, V/t	= 286,71 m ³ /jam
				Q September, V/t	= 66,18 m ³ /jam
		Catatan:		Produktivitas rata-rata di lapangan selama penelitian :	
		Produktivitas yang dimaksud adalah dalam satu tim kerja yaitu terdiri dari 1 operator, 1 mekanik, asisten mekanik 2, 5 helper untuk seluruh pekerjaan timbunan main dam		Total Produktivitas = 202611,5 m ³ /hari	
		Waktu Penelitian = 48 hari			
		Produktivitas Rata-rata = Total Produktivitas/Waktu Penelitian			
		Produktivitas Rata-rata = 4221,07 m ³ /hari			

Pada tabel 4 alat berat *bulldozer* Caterpillar D7G, produktivitas lapangan lebih kecil daripada produktivitas dari pabrikasinya.

Tabel 4. Perhitungan produktivitas *bulldozer* Caterpillar D7G

No	Tipe Bulldozer	Produktivitas Bulldozer			
		Pabrikasi		Lapangan	
4	Bulldozer Cat D7G	Jarak Pengaspasan (l)	= 30 m	Jarak Pengaspasan (l)	= 30 m
		Jumlah Lajur Lintasan (n)	= 4 lajur	Jumlah Lajur Lintasan (n)	= 4 lajur
		Lebar Pisan Blade (L)	= 2,21 m	Lebar Pisan Blade (L)	= 2,56 m
		Lebar Overlap (Lo)	= 0,3 m	Lebar Overlap (Lo)	= 0,3 m
		Faktor Pisan Blade (Fb)	= 1	Faktor Pisan Blade (Fb)	= 0,8
		Faktor Kemiringan Pisan (Fm)	= 1	Faktor Kemiringan Pisan (Fm)	= 1
		Faktor Efisiensi Alat (Fa)	= 0,83	Faktor Efisiensi Alat (Fa)	= 0,83
		Jumlah Lintasan Perataan (N)	= 2	Jumlah Lintasan Perataan (N)	= 2
		Waktu Siklus	= 2,38 menit	Waktu Siklus	= 3 menit
		Produktivitas	= 623,02 m ³ /jam	Produktivitas	= 465,13 m ³ /jam
		Waktu Kerja Per Hari (8 jam)	= 4984,18 m ³ /hari	Waktu Kerja Per Hari (8 jam)	= 3721,06 m ³ /hari
		Q - ((h e xVx1000) x (T x Fa)) / n		Q Agustus, V/t	= 471,62 m ³ /jam
				Q September, V/t	= 402,16 m ³ /jam
		Catatan:		Produktivitas rata-rata di lapangan selama penelitian :	
		Produktivitas yang dimaksud adalah dalam satu tim kerja yaitu terdiri dari 1 operator, 1 mekanik, asisten mekanik 2, 5 helper untuk seluruh pekerjaan timbunan main dam		Total Produktivitas = 70793,09 m ³ /hari	
		Waktu Penelitian = 48 hari			
		Produktivitas Rata-rata = Total Produktivitas/Waktu Penelitian			
		Produktivitas Rata-rata = 1474,86 m ³ /hari			

Berikutnya tabel 5 alat berat *vibratory roller* Volvo SD110 produktivitas pabrikasi lebih besar daripada produktivitas di lapangan.

Tabel 5. Perhitungan produktivitas *vibratory roller* Volvo SD110

No	Tipe Vibratory Roller	Produktivitas Vibratory Roller			
		Pabrikasi		Lapangan	
5	Volvo SD110	Lebar Efektif Pematatan (be)	= 1,2 m	Lebar Efektif Pematatan (be)	= 1,2 m
		Kecepatan Rata-rata Alat (V)	= 6 km/h	Kecepatan Rata-rata Alat (V)	= 5 km/h
		Tebal Pematatan (t)	= 0,83 m	Tebal Pematatan (t)	= 0,25 m
		Jumlah Lintasan (n)	= 8	Jumlah Lintasan (n)	= 8
		Faktor Efisiensi Alat	= 0,8	Faktor Efisiensi Alat	= 0,83
		Produktivitas	= 180 m ³ /jam	Produktivitas	= 155,63 m ³ /jam
		Waktu Kerja Per Hari (8 jam)	= 30 m ³ /hari	Waktu Kerja Per Hari (8 jam)	= 1245 m ³ /hari
		Q Agustus, V/t	= 148,72 m ³ /jam	Q Agustus, V/t	= 148,72 m ³ /jam
		Q - ((h e xVx1000) x (T x Fa)) / n		Q September, V/t	= 0 m ³ /jam
		Catatan:		Produktivitas rata-rata di lapangan selama penelitian :	
		Produktivitas yang dimaksud adalah dalam satu tim kerja yaitu terdiri dari 1 operator, 1 mekanik, asisten mekanik 2, 5 helper untuk seluruh pekerjaan timbunan main dam		Total Produktivitas = 25382,44 m ³ /hari	
				Waktu Penelitian = 48 hari	
				Produktivitas Rata-rata = Total Produktivitas/Waktu Penelitian	
				Produktivitas Rata-rata = 52880 m ³ /hari	

Pada tabel 6 alat berat *vibratory roller* Sakai SV525D juga memiliki produktivitas yang lebih besar pada pabrikasinya daripada produktivitas lapangan.

Tabel 6. Perhitungan produktivitas *vibratory roller*

No	Tipe <i>Vibratory Roller</i>	Produktivitas <i>Vibratory Roller</i>			
		Pabrikasi		Lapangan	
6	Sakai SVS25D	Lebar Efektif Pemadatan (be) = 1,2 m Kecepatan Rata-rata Alat (V) = 6 km/h Tebal Pemadatan (t) = 0,25 m Jumlah Lintasan (n) = 8 Faktor Efisiensi Alat = 0,8	Lebar Efektif Pemadatan (be) = 1,2 m Kecepatan Rata-rata Alat (V) = 5 km/h Tebal Pemadatan (t) = 0,25 m Jumlah Lintasan (n) = 8 Faktor Efisiensi Alat = 0,83	Produktivitas = 180 m ³ /jam Waktu Kerja Per Hari (8 jam) = 1440 m ³ /hari $Q = ((b \cdot e \cdot Vr \times 1000) \times t \times F) / n$	Produktivitas = 155,63 m ³ /jam Waktu Kerja Per Hari (8 jam) = 1245 m ³ /hari Q Agustus, V/t = 257,76 m ³ /jam Q September, V/t = 135,46 m ³ /jam
Catatan:		Produktivitas yang dimaksud adalah dalam satu tim kerja yaitu terdiri dari 1 operator, 1 mekanik, asisten mekanik 2, 5 helper untuk seluruh pekerjaan timbunan main dam		Produktivitas rata-rata di lapangan selama penelitian : Total Produktivitas = 50749,31 m ³ /hari Waktu Penelitian = 48 hari Produktivitas Rata-rata = Total Produktivitas/Waktu Penelitian Produktivitas Rata-rata = 1057,28 m ³ /hari	

b. Timbunan Batu (Zona 4)

Volume pekerjaan timbunan lalu batu yang dibutuhkan mulai Agustus 2018 sebanyak 889.500,08 m³. Untuk bulan Agustus, total volume yang telah dilakukan sebanyak 55.808,57 m³ dan volume sisanya adalah 833.691,82 m³. Untuk bulan September, volume total yang telah dilakukan sebanyak 87.668,82 m³ dan volume sisa sebanyak 746.022,69 m³. Karakteristik tanah batuan yang diperoleh dari quarry Bendo.

Berikut adalah tabel perhitungan produktivitas pada zona 4.

Tabel 7. Perhitungan produktivitas *excavator caterpillar 320D2 GC*

No	Tipe <i>Excavator</i>	Produktivitas <i>Excavator</i>			
		Pabrikasi		Lapangan	
7	Caterpillar 320D2 GC	Kapasitas Bucket = 0,91 m ³ Faktor Bucket = 1 Faktor Efisiensi Alat = 0,8 Waktu Siklus : Waktu Gali = 11 detik Waktu Putar = 12 detik Waktu Buang = 7 detik Total Waktu Siklus = 30 detik 0,5 menit Faktor Konversi = 1,2 Produktivitas = 72 m ³ /jam Waktu Kerja Per Hari (8 jam) = 576 m ³ /hari $Q = ((b \cdot e \cdot Vr \times 1000) \times t \times F) / n$	Kapasitas Bucket = 0,9 m ³ Faktor Bucket = 0,9 Faktor Efisiensi Alat = 0,83 Waktu Siklus : Waktu Gali = 11 detik Waktu Putar = 12 detik Waktu Buang = 7 detik Total Waktu Siklus = 30 detik 0,5 menit Faktor Konversi = 1,2 Produktivitas = 67,25 m ³ /jam Waktu Kerja Per Hari (8 jam) = 537,84 m ³ /hari Q Agustus, V/t = 159,41 m ³ /jam Q September, V/t = 363,02 m ³ /jam	Produktivitas = 623,02 m ³ /jam Waktu Kerja Per Hari (8 jam) = 4984,18 m ³ /hari $Q = ((b \cdot e \cdot Vr \times 1000) \times t \times F) / n$	Produktivitas = 465,13 m ³ /jam Waktu Kerja Per Hari (8 jam) = 3721,06 m ³ /hari Q Agustus, V/t = 289,16 m ³ /jam Q September, V/t = 626,21 m ³ /jam
Catatan:		Produktivitas yang dimaksud adalah dalam satu tim kerja yaitu terdiri dari 1 operator, 1 mekanik, asisten mekanik 2, 5 helper untuk seluruh pekerjaan timbunan main dam		Produktivitas rata-rata di lapangan selama penelitian : Total Produktivitas = 39773,3 m ³ /hari Waktu Penelitian = 48 hari Produktivitas Rata-rata = Total Produktivitas/Waktu Penelitian Produktivitas Rata-rata = 828,61 m ³ /hari	

Selanjutnya pada tabel 8 produktivitas *excavator caterpillar 320D2 GC* produktivitas pabrikasi lebih besar dari produktivitas lapangan.

Tabel 8. Perhitungan produktivitas *excavator caterpillar 320D2 GC*

No	Tipe <i>Excavator</i>	Produktivitas <i>Excavator</i>			
		Pabrikasi		Lapangan	
8	Caterpillar 320D2 GC	Kapasitas Bucket = 0,91 m ³ Faktor Bucket = 1 Faktor Efisiensi Alat = 0,8 Waktu Siklus : Waktu Gali = 11 detik Waktu Putar = 12 detik Waktu Buang = 7 detik Total Waktu Siklus = 30 detik 0,5 menit Faktor Konversi = 1,2 Produktivitas = 72 m ³ /jam Waktu Kerja Per Hari (8 jam) = 576 m ³ /hari $Q = ((b \cdot e \cdot Vr \times 1000) \times t \times F) / n$	Kapasitas Bucket = 0,9 m ³ Faktor Bucket = 0,9 Faktor Efisiensi Alat = 0,83 Waktu Siklus : Waktu Gali = 11 detik Waktu Putar = 12 detik Waktu Buang = 7 detik Total Waktu Siklus = 30 detik 0,5 menit Faktor Konversi = 1,2 Produktivitas = 67,23 m ³ /jam Waktu Kerja Per Hari (8 jam) = 537,84 m ³ /hari Q Agustus, V/t = 159,41 m ³ /jam Q September, V/t = 363,02 m ³ /jam	Produktivitas = 623,02 m ³ /jam Waktu Kerja Per Hari (8 jam) = 4984,18 m ³ /hari $Q = ((b \cdot e \cdot Vr \times 1000) \times t \times F) / n$	Produktivitas = 465,13 m ³ /jam Waktu Kerja Per Hari (8 jam) = 3721,06 m ³ /hari Q Agustus, V/t = 289,16 m ³ /jam Q September, V/t = 626,21 m ³ /jam
Catatan:		Produktivitas yang dimaksud adalah dalam satu tim kerja yaitu terdiri dari 1 operator, 1 mekanik, asisten mekanik 2, 5 helper untuk seluruh pekerjaan timbunan main dam		Produktivitas rata-rata di lapangan selama penelitian : Total Produktivitas = 39773,3 m ³ /hari Waktu Penelitian = 48 hari Produktivitas Rata-rata = Total Produktivitas/Waktu Penelitian Produktivitas Rata-rata = 828,61 m ³ /hari	

Pada tabel berikutnya ada perhitungan produktivitas dari *bulldozer caterpillar D7G* yang memiliki produktivitas lebih besar berdasarkan pabrikasi daripada lapangan.

Tabel 9. Perhitungan produktivitas *bulldozer caterpillar D7G*

No	Tipe <i>Bulldozer</i>	Produktivitas <i>Bulldozer</i>			
		Pabrikasi		Lapangan	
9	Bulldozer Cat D7G	Jarak Pengaspasan (l) = 30 m Jumlah Lajur Lintasan (n) = 4 lajur Lebar Pisu Blade (L) = 2,21 m Lebar Overlap (Lo) = 0,3 m Faktor Pisu Blade (Fb) = 1 Faktor Kemiringan Pisu (Fm) = 1 Faktor Efisiensi Alat (Fa) = 0,83 Jumlah Lintasan Peratan (N) = 2 Waktu Siklus = 2,38 menit	Jarak Pengaspasan (l) = 30 m Jumlah Lajur Lintasan (n) = 4 lajur Lebar Pisu Blade (L) = 2,56 m Lebar Overlap (Lo) = 0,3 m Faktor Pisu Blade (Fb) = 0,8 Faktor Kemiringan Pisu (Fm) = 1 Faktor Efisiensi Alat (Fa) = 0,83 Jumlah Lintasan Peratan (N) = 2 Waktu Siklus = 3 menit	Produktivitas = 623,02 m ³ /jam Waktu Kerja Per Hari (8 jam) = 4984,18 m ³ /hari $Q = ((b \cdot e \cdot Vr \times 1000) \times t \times F) / n$	Produktivitas = 465,13 m ³ /jam Waktu Kerja Per Hari (8 jam) = 3721,06 m ³ /hari Q Agustus, V/t = 289,16 m ³ /jam Q September, V/t = 626,21 m ³ /jam
Catatan:		Produktivitas yang dimaksud adalah dalam satu tim kerja yaitu terdiri dari 1 operator, 1 mekanik, asisten mekanik 2, 5 helper untuk seluruh pekerjaan timbunan main dam		Produktivitas rata-rata di lapangan selama penelitian : Total Produktivitas = 154889 m ³ /hari Waktu Penelitian = 48 hari Produktivitas Rata-rata = Total Produktivitas/Waktu Penelitian Produktivitas Rata-rata = 3266,85 m ³ /hari	

Berikutnya perhitungan produktivitas *vibratory roller caterpillar CS533E* memiliki produktivitas lebih besar berdasarkan pabrikasi daripada lapangan.

Tabel 10. Perhitungan produktivitas *vibratory roller caterpillar CS533E*

No	Tipe <i>Vibratory Roller</i>	Produktivitas <i>Vibratory Roller</i>			
		Pabrikasi		Lapangan	
10	Caterpillar CS533E	Lebar Efektif Pemadatan (be) = 1,2 m Kecepatan Rata-rata Alat (V) = 6 km/h Tebal Pemadatan (t) = 0,25 m Jumlah Lintasan (n) = 6 Faktor Efisiensi Alat = 0,8	Lebar Efektif Pemadatan (be) = 1,2 m Kecepatan Rata-rata Alat (V) = 4 km/h Tebal Pemadatan (t) = 0,25 m Jumlah Lintasan (n) = 6 Faktor Efisiensi Alat = 0,83	Produktivitas = 240 m ³ /jam Waktu Kerja Per Hari (8 jam) = 1920 m ³ /hari $Q = ((b \cdot e \cdot Vr \times 1000) \times t \times F) / n$	Produktivitas = 166 m ³ /jam Waktu Kerja Per Hari (8 jam) = 1328 m ³ /hari Q Agustus, V/t = 181,49 m ³ /jam Q September, V/t = 506,76 m ³ /jam
Catatan:		Produktivitas yang dimaksud adalah dalam satu tim kerja yaitu terdiri dari 1 operator, 1 mekanik, asisten mekanik 2, 5 helper untuk seluruh pekerjaan timbunan main dam		Produktivitas rata-rata di lapangan selama penelitian : Total Produktivitas = 8+AG6(Ct)m ³ /hari Waktu Penelitian = 48 hari Produktivitas Rata-rata = Total Produktivitas/Waktu Penelitian Produktivitas Rata-rata = 1057,28 m ³ /hari	

Analisis Waktu Rencana terhadap Waktu Implementasi pada Timbunan Main Dam

Analisis waktu rencana diambil dari data Kurva S dan berikut adalah hasil dari waktu rencana pekerjaan timbunan:

Tabel 11. Bobot rencana pekerjaan timbunan *main dam*

No	Uraian Pekerjaan	Volume Rencana (m ³)	Bobot (%)	Agustus				September			
				Minggu Ke-				Minggu Ke-			
				258	259	260	261	262	263	264	265
V	Bendungan Utama										
5,1	Pekerjaan Timbunan										
1	Timbunan Inti (Zona 1), dari Borrow Area	235.881,91	2,98								
2	Timbunan Inti (Zona 1), material inti/clay										
3	Timbunan Filter Halus (Zona 2)										
4	Timbunan Filter Halus (Zona 2), material pasir halus	92.757,86	1,18								
5	Timbunan Random (Zona 3)	887.744,30	5,42	0,088	0,088	0,088	0,088	0,088	0,088	0,088	0,088
6	Timbunan Batu (Zona 4) dari Quarry	889.500,08	18,44	0,196	0,196	0,196	0,196	0,173	0,173	0,173	0,173
7	Timbunan Batu (Zona 4) dari Stock Pile	-	-								
8	Rip-rap (Zona 5)	40.745,14	1,41								
	Jumlah	2.146.629,29	29,43	0,284	0,284	0,284	0,284	0,261	0,261	0,261	0,261
	Jumlah Kumulatif	2.146.629,29	29,43	0,284	0,568	0,852	1,136	1,397	1,658	1,919	2,18

Setelah mengetahui waktu rencana kemudian berikut adalah hasil dari implementasi pekerjaan:

Tabel 12. Bobot realisasi pekerjaan timbunan *main dam*

No	Uraian Pekerjaan	Volume Rencana (m ³)	Bobot (%)	Agustus				September			
				Minggu Ke-				Minggu Ke-			
				258	259	260	261	262	263	264	265
V	Bendungan Utama										
5,1	Pekerjaan Timbunan										
1	Timbunan Inti (Zona 1), dari Borrow Area	235.881,91	2,98								
2	Timbunan Inti (Zona 1), material inti/clay										
3	Timbunan Filter Halus (Zona 2)										
4	Timbunan Filter Halus (Zona 2), material pasir halus	92.757,86	1,18								
5	Timbunan Random (Zona 3)	887.744,30	5,42	0,08	0,09	0,07	0,07	0,02	0,02	0,03	0,03
6	Timbunan Batu (Zona 4) dari Quarry	889.500,08	18,44			0,68	0,55	0,46	0,39	0,5	0,58
7	Timbunan Batu (Zona 4) dari Stock Pile	-	-	0,28	0,25						
8	Rip-rap (Zona 5)	40.745,14	1,41								
	Jumlah	2.146.629,29	29,43	0,36	0,32	0,75	0,62	0,48	0,41	0,53	0,61
	Jumlah Kumulatif	2.146.629,29	29,43	0,36	0,68	1,43	2,05	2,53	2,94	3,47	4,08

Dari perhitungan produktivitas di pabrikasi dan di lapangan tiap alat berat didapatkan hasil bahwa produktivitas di lapangan lebih sesuai dengan mengacu pada formulasi PUPR daripada pabrikasi. Berikut adalah tabel hasil perhitungan:

Tabel 13. Timbunan Random (Pabrikasi)

Manufacturing			
	Agustus		September
1. Exca 1	76.36 x 380 = 29016.8 m ³		1. Exca 1 76.36 x 128 = 9774.08 m ³
2. Exca 2	72.8 x 360 = 26208 m ³	55224.8	2. Exca 2 72.8 x 117 = 8517.6 m ³
1. Dozer 1	623.02 x 90 = 56071.8 m ³		1. Dozer 1 623.02 x 21 = 13083.42 m ³
2. Dozer 2	623.02 x 20 = 12460.4 m ³	68532.2	2. Dozer 2 623.02 x 15 = 9345.3 m ³
1. Vibro 1	180 x 170 = 30600 m ³		1. Vibro 1 180 x 60 = 30600 m ³
2. Vibro 2	180 x 163 = 29340 m ³	59940	2. Vibro 2 180 x 48 = 29340 m ³

Tabel 14. Timbunan Random (Lapangan)

In The Field			
	Agustus		September
1. Exca 1	68.72 x 380 = 26113.6 m ³		1. Exca 1 68.72 x 128 = 8796.16 m ³
2. Exca 2	67.98 x 360 = 24472.8 m ³	50586.4	2. Exca 2 67.98 x 117 = 7953.66 m ³
1. Dozer 1	465.13 x 90 = 41861.7 m ³		1. Dozer 1 465.13 x 21 = 9767.73 m ³
2. Dozer 2	465.13 x 20 = 9302.6 m ³	51164.3	2. Dozer 2 465.13 x 15 = 6976.95 m ³
1. Vibro 1	155.63 x 170 = 26457.1 m ³		1. Vibro 1 155.63 x 60 = 9337.8 m ³
2. Vibro 2	155.63 x 163 = 25367.7 m ³	51824.8	2. Vibro 2 155.63 x 48 = 7470.24 m ³

Tabel 15. Timbunan Batuan (Pabrikasi)

Manufacturing			
	Agustus		September
1. Exca 1	72 x 384 = 27648 m ³		1. Exca 1 72 x 336 = 24192 m ³
2. Exca 2	72 x 384 = 27648 m ³	55296	2. Exca 2 72 x 336 = 24192 m ³
1. Dozer 1	623.02 x 119 = 74139.4 m ³	74139.4	1. Dozer 1 623.02 x 172 = 107159.4 m ³
1. Vibro 1	240 x 326 = 78240 m ³	78240	1. Vibro 1 240 x 349 = 83760 m ³

Tabel 16. Timbunan Batuan (Lapangan)

In The Field						
	Agustus			September		
1. Exca 1	67.23 x 384 = 25816.3 m ³			1. Exca 1	67.23 x 336 = 22589.28 m ³	
2. Exca 2	67.23 x 384 = 25816.3 m ³	51632.6		2. Exca 2	67.23 x 336 = 22589.28 m ³	45178.56
1. Dozer 1	465.13 x 119 = 55350.5 m ³	55350.5		1. Dozer 1	465.14 x 172 = 80004.08 m ³	80004.08
1. Vibro 1	166 x 326 = 54116 m ³	54116		1. Vibro 1	166 x 349 = 57934 m ³	57934

KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan dari pabrikasi dan dari lapangan, produktivitas lebih sesuai menggunakan formulasi PUPR daripada pabrikasi.

Berdasarkan hasil analisis waktu rencana dan realisasi dari data Kurva S didapatkan volume realisasi lebih besar dari volume rencana dengan nilai bobot realisasi adalah 4,08 dibandingkan dengan bobot rencana sebesar 2,18. Meskipun tiap produktivitas alat berat lebih kecil dari produktivitas pabrikasi, namun produktivitas bisa menjadi besar karena menggunakan waktu lembur yaitu lebih dari 8 jam per hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Aoliya, I., Puji, W., Arif, M. (2017). Analisa Produktivitas Alat Berat pada Pembangunan Jalan Ruas Lingkar Pulau Marsela Provinsi Maluku Barat Daya. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Sipil*, 1(1), 1-16.
- Choiriyah, S. (2015). Analisis Pekerjaan Basement (Pekerjaan Galian Dan Diaphragm Wall) Pada Metode Top-Down Dengan Alat Berat Ditinjau Dari Aspek Teknik, Waktu, Dan Biaya. *Extrapolasi: Jurnal Teknik Sipil Untag Surabaya*, 8(2), 163-168.
- Fikri, Z.A., Budi, R., Ninik, P. (2016). Analisis Kapasitas Produksi Excavator Pada Proyek Perumahan Pertamina Cibubur. *Bentang*, 4(1), 57-67.
- Gafur, Abdul. (2012). Analisa Perhitungan Produktivitas Alat Berat Pada Pelaksanaan Pematangan Lahan Untuk Pembuatan Work Shop di Kab. Malinau Pada Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Kalimantan Timur. *Kurva S Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Teknik Sipil*, 1(1).
- Handoko, B.N., Puji, W., Arif, M. (2017). Produktivitas Alat Berat pada Pembangunan Jalan Ruas Jailolo – Matui Provinsi Maluku Utara. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Sipil*, 1(1), 1-13.
- Hejanto, E. (2007). Manajemen Operasi. Jakarta: Grasindo.
- Jayanti, M. M. (2018). Comparison of Productivity and Cost Between Komatsu Excavator PC 200-8M0-PC HYUNDAI R220-9SH -SAMSUNG SE 210LC-03 ON SOIL EXCAVATOR WORK. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Nunnally, S.W. (2007). Construction Method and Managements. Columbus, Ohio.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 28 Tahun 2016.
- Ramadhan, Y. Tri, N.A.K. (2018). Optimalisasi Penggunaan Alat Berat Pada Pekerjaan Galian Tanah (Studi Kasus Proyek Perumahan Fortune Villa Graha Raya). *Widyakala Journal*, 5(1), 17-24.
<https://doi.org/10.36262/widyakala.v5i1.98>
- Rani, H. A. (2017). *Buku Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta: Pendidikan Deepublish
- Rostiyanti, F. (2002). *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Sahid, M. N. (2017). *Teknik Pelaksanaan Konstruksi Bangunan*. Surakarta: Muhammadiyah University Press.
- Salim, A. (2014). *Analisis Efisiensi Produktivitas Waktu Kerja Alat Berat Pada Pembangunan Jalan*. Skripsi, Teknik Sipil Universitas Teuku Umar Meulaboh.
- Sari, L. O. (2019). *Produktivitas dan Penjadwalan Alat Berat Bendungan Utama Logung Kudus Jawa Tengah*. Skripsi, Institut Teknologi Nasional Malang.
- Siagian, S. P. (2002). *Kepemimpinan Organisasi & Perilaku Administrasi*. Jakarta: Gunung Agung.
- Sujatmiko, Hanif. (2019). *Produktifitas Alat Berat dan Penjadwalan Pekerjaan Spillway Bendungan Logung Kudus Jawa Tengah*. Skripsi, Institut Teknologi Malang.
- Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2003