ISSN: 1693-3095 print

2597-7660 online



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

Teknik Sipil

ISSN: 1693-3095 print 2597-7660 online

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 Pertaminan Cibubur. Dalam penelitian ini menyatakan bahwa kapasitas produksi yang besar akan mempercepat dan memperlancar penyelesaian provek. sebaliknya apabila namun 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 masingmasing 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 langkahlangkah 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

ISSN: 1693-3095 print

2597-7660 online

Perbandingan antara keduanya diperoleh penyimpangan yang menunjukkan pencapaian suatu kegiatan. Dari tampilan kurva S dan tabel analisis bobot rencana dan realisasi pekerjaan dapat dilihat penyimpangannya, artinya pelaksanaan mengalami fluktuasi. Pada penelitian ini, alat berat yang dianalisis adalah *excavator*, *bulldozer*, dan *vibratory roller*. **Alat Berat**

Untuk *excavator* jenis yang digunakan adalah:

- 1. Dosaan PC-200
- 2. Hitachi Zaxis 200
- 3. Caterpillar 320DC GC

Untuk *bulldozer* jenis yang digunakan adalah:

1. Caterpillar D7G

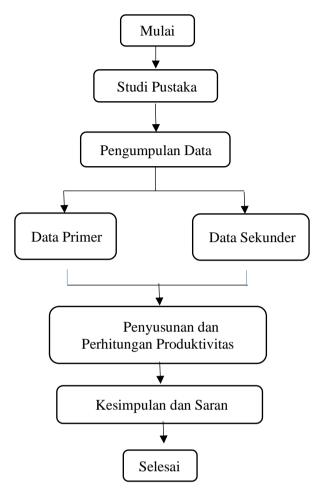
Untuk *vibratory roller* jenis yang digunakan adalah:

- 1. Sakai SV525D
- 2. Volvo SD110

Caterpillar CS533E

Tenaga Kerja dan Jam Kerja

Berdasarkan pengamatan di lapangan dan wawancara dengan pengawas lapagan, tenaga kerja yang bekerja untuk setiap *excavator*, *bulldozer* dan *vibratory roller* yang beroperasi di pekerjaan timbunan adalah 1 operator untuk 1 alat berat, mekanik 1, asisten mekanik 2, dan untuk helper ada 5 untuk seluruh pekerjaan timbunan bendungan utama.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rencana dan Realisasi Pekerjaan

Untuk mengetahui perkembangan pekerjaan dengan ditinjau dari rencana pekerjaan dan realisasi pekerjaan.

Rekapitulasi Volume dan Sisa Pekerjaan

KURVA	S GABUNGAN RENCANA DAN REALISASI I	ADA PEKERJAAN	MAIN D	AM																																														
110	ID ALLY DEVENTAN	Volume Rencana	BOBOT																							WAKTU	PELAK	SANAA	N																					
NO	URAIAN PEKERJAAN	(m ³)	(%)				TABLE	2014			7				TA	IUN DI	5								Tá	HIN MI					7				_	AUUN .	M17				=	Е	=	=	- 7	I MILLY	2010	=	=	=
																										В	ULAN B	E-																						
V	Bendungan Utama			9	10	11	12	13	14	15	16 17	18	19	20	21 2	23	24	25	26	27 2	8 29	30	31	32	33	34 35	36	37	38	39 40	0 41	42	43	44	45	46 4	7 1	18 4	9 !	50 51	1 9	53	54	55	56	57	58	59	60	61
5.1	Pekerjaan Penggalian dan Uragan Kembali	765625	7.009	0.002	0.024																						0.07	0.26	2.01	2.3 0.	14 0.1	64 0.1	46 0.15	0.041	0.568	0.	197 0	.579 1	438	107	I	I	0.43	3		0.40	4 0.55	j		1
5.2	Pekerjaan Timbunan	2146629.28	30.357																																					0	13	I	0.43	3		0.47	8 1.154	0.508	12	1146
5.3	Pekerjaan Pemboran dan Grouting	85858	3.682					0.03		0.005																															0.0	17 0.03	7 0.06	2 0.08	31 0.12	28 0.19	0.185	0.287	0.287	0.287
5.4	Pekerjaan Beton	11392.99	1.712							П	Т	Т			Т	Т	П			Т	Т												П				Т		Т		Т	Т	П				7		0.162	0.162
5.5	Pekerjaan Jalan	80971.09	1.40		0.009					П	Т	Т	П	П	Т	Т	П		Т	Т	Т	П	П	0.031	0.648	Т		П	Т		Т	Т	Т			Т	0	.776	Τ.	===	-	Ŧ	P			Т	П	П	П	
5.6	Instrumentasi	100	0.175							П	Т	Т	П	П	Т	Т	П	П	Т	Т	Т	П	П	0.64	П	Т			Т	Т	Т	Т	Т				J	زر	-		Т	Т	П	П	Т	Т	П	П		
5.7	Pekerjuan Pasangan	0	(П	Т	Т	П	П	Т	Т	П			Т	Т		П						Т	Τ.					•=	1			Т		Т	Т	П	П	Т	Т	П			
5.8	Pekerjaan Drainase	0	(/										Т	I									
5.9	Pekerjaan Lain-lain	0	(I			П					I	I	I							- =	-	Т			П				Т		Т		Т	Т	П	П	П	Т	П	П	П	
JUMLA	ł			0.002	0.03	0.00	0.00	0.03	0.00	0.01	0.00 0.0	0.00	0.00	0.00	1.00 0.0	0.00	0.00	0.00	0.00 0	0.00 0.	00 0.0	0.00	0.00	0.67	0.65 (100 0.0	0.07	0.26	2.01 2	30 0.1	14 0.1	l6 0.1	5 0.16	0.04	0.57	0.00 0	20 1	36 1	.44	1.07 0.1	13 0.0	2 0.0	4 0.93	0.00	8 0.13	3 1.07	1.89	0.80	1.69	1.60
RENCA	NA KUMULATIF PER BULAN			0.002	0.035	0.035	0.035	0.065	0.065	0.07	0.07 0.	0.0	0.07	0.07	0.07 0.	0.0	7 0.07	0.07	0.07	0.07 0	.07 0.0	0.07	0.07	0.74	1.39	.39 1.3	1.46	1.72	3.73 6	i.03 6.1	17 6.3	3 6.4	8 6.64	6.68	7.25	1.25 7	.44 8	1.80 10	24 1	131 11.4	44 11.4	5 11.4	9 1242	12.50	0 12.63	3 13.	7 15.59	16.38	18.07	19.67
REALIS	ASI KUMULATIF PER BULAN			0.002	0.037	0.072	0.107	0.172	0.237	0.041 (0.041	41 0.04	0.041	0.041 0	.041 0.0	41 0.04	0.041	0.041	0.041 0.	.041 0.0	0.04	0.041	0.041	0.71	1.36	.36 1.3	1.43	1.69	3.70 6	i.00 6.1	14 6.3	0 6.4	5 6.61	6.65	7.22	7.22 7	.45 8	1.81 10	24 1	131 11.4	44 11.4	6 11.5	8 12.37	12.40	6 12.5	9 13.18	5 14.36	15.66	18.89	21.31

Gambar 2. Kurva S Rencana dan Realisasi Pekerjaan Main Dam

Garis putus-putus adalah realisasi pekerjaan dan garis lurus adalah perencanaan

pekerjaan. Dari kombinasi kurva S di atas pekerjaan mengalami fluktuasi.

Teknik Sipil

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				Produktiv	itas Excavator			
NO	tipe Littavaioi	Pabril	kasi			Lapang	an		
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 deti	iik
		Waktu Putar	=	12	detik	Waktu Putar	=	12 deti	ik
		Waktu Buang	=	7	detik	Waktu Buang	=	7 deti	tik
		Total Waktu Siklus	=	30	detik	Total Waktu Siklus	=	30 deti	tik
				0,5	menit			0,5 me	nit
		Faktor Konversi	=	1,2		Faktor Konversi	=	1,2	
		Produktivitas	=	76,36	m³/jam	Produktivitas	=	68,72 m ³ /	/jan
		Waktu Kerja Per Hari (8 jam)	=	610,9	m³/hari	Waktu Kerja Per Hari (8 jam)	=	549,79 m ³ /	/hari
						Q Agustus, V/t	=	341,65 m ³ /	/jam
		$Q = ((h \ e \times v \times 1000) \times t)$	×Fa)/n		Q September, V/t	=	161,64 m ³ /	/jam
		Catatan:				Produktivitas rata-rata di			
		Produktivitas yang dimaksud a	dalah	dalam		lapangan selama penelitian	:		
		satu tim kerja yaitu terdiri dari				Total Produktivitas	=	17620.8 m ³ /	/har
		1 mekanik, asisten mekanik 2				Waktu Penelitian	=	48 hari	ri
		untuk seluruh pekerjaan timb dam	unan	main		Produktivitas Rata-rata = Total Penelitian	Pre	oduktivitas/Wal	ıktu
						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*Zaxis 200

No	Tipe Excavator				Produktiv	itas Excavator			
	пре изсичини	Pabril	casi			Lapang	an		
2	Zaxis 200	Kapasitas Buket Faktor Buket	=	0,91 1	m ³	Kapasitas Buket Faktor Buket	-	0,91 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	=		detik	Waktu Buang	=		detik
		Total Waktu Siklus	=		detik menit	Total Waktu Siklus	=		detik menit
		Faktor Konversi	=	1,2		Faktor Konversi	=	1,2	
		Produktivitas	=	72,8	m³/jam	Produktivitas	=	67,98	m³/jan
		Waktu Kerja Per Hari (8 jam)	=	582,4	m³/hari	Waktu Kerja Per Hari (8 jam)	=	543,82	m³/har
						Q Agustus, V/t	=	830,41	m³/jam
		$Q = (V \times Fb \times Fa \times 60)/(T \times 1)$	Fk)			Q September, V/t	=	1585,87	m³/jam
		Catatan: Produktivitas yang dimaksud a				Produktivitas rata-rata di lapangan selama penelitian			
		satu tim kerja yaitu terdiri dari 1 mekanik, asisten mekanik untuk seluruh pekerjaan timb	, 5 1	elper		Total Produktivitas Waktu Penelitian	=	4982,71 48	m³/har hari
		dam	umätt	mall		Produktivitas Rata-rata = Total Penelitian	Pro	oduktivitas	/Waktu
						Produktivitas Rata-rata	=	103,81	m ³ /har

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			Produktiv	itas Bulldozer		
NO	1 ipe Bunaozer	Pabril	kasi		Lapang	an	
3	Bulldozer Cat D7G	Jarak Pengupasan (l)	=	30 m	Jarak Pengupasan (l)	=	30 m
		Jumlah Lajur Lintasan (n)	=	4 lajur	Jumlah Lajur Lintasan (n)	=	4 lajur
		Lebar Pisau Blade (L)	=	2,21 m	Lebar Pisau Blade (L)	=	2,56 m
		Lebar Overlap (Lo)	=	0,3 m	Lebar Overlap (Lo)	=	0,3 m
		Faktor Pisau Blade (Fb)	=	1	Faktor Pisau Blade (Fb)	=	0,8
		Faktor Kemiringan Pisau (F	i=	1	Faktor Kemiringan Pisau (Fi	n=	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 m³/jam	Produktivitas	=	465,13 m ³ /jar
		Waktu Kerja Per Hari (8 jam)	=	4984,18 m ³ /hari	Waktu Kerja Per Hari (8 jam)	=	3721,06 m ³ /ha
					Q Agustus, V/t	=	286,71 m ³ /ja
		$Q = (l \times [n(L-Lo)+Lo] \times Pb \times Pr$	n×F	$a \times 60$)/($N \times n \times Ts$)	Q September, V/t	=	66,18 m ³ /ja
		Catatan:			Produktivitas rata-rata di		
		Produktivitas yang dimaksud a satu tim keria vaitu terdiri dari			lapangan selama penelitian : Total Produktivitas		202611.5 m ³ /ha
		1 mekanik, asisten mekanik				=	
		untuk seluruh pekerjaan timb			Waktu Penelitian	=	48 hari
		dam	runtai	ii iiiaiii	Produktivitas Rata-rata = Total Penelitian	Pro	
					Produktivitas Rata-rata	=	4221.07 m ³ /ha

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

Tabel 4. Perhitungan produktivitas *bulldozer*Caterpillar D7G

Vο	Tipe Bulldozer			Produktiv	itas Bulldozer		
NO	1 ipe Bulldozer	Pabri	kasi		Lapang	an	
4	Bulldozer Cat D7G	Jarak Pengupasan (l)	=	30 m	Jarak Pengupasan (l)	=	30 m
		Jumlah Lajur Lintasan (n)	=	4 lajur	Jumlah Lajur Lintasan (n)	=	4 lajur
		Lebar Pisau Blade (L)	=	2,21 m	Lebar Pisau Blade (L)	=	2,56 m
		Lebar Overlap (Lo)	=	0,3 m	Lebar Overlap (Lo)	=	0,3 m
		Faktor Pisau Blade (Fb)	=	1	Faktor Pisau Blade (Fb)	=	0,8
		Faktor Kemiringan Pisau (F	=e	1	Faktor Kemiringan Pisau (Fr	n=	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 meni
		Produktivitas	=	623,02 m ³ /jam	Produktivitas	=	465,13 m³/ja
		Waktu Kerja Per Hari (8 jam)	=	4984,18 m ³ /hari	Waktu Kerja Per Hari (8 jam)	=	3721,06 m ³ /h:
					Q Agustus, V/t	=	471,62 m ³ /ja
		$Q = (l \times \{n(L-Lo)+Lo\} \times Fb \times F$	m×I	$Fa \times 60$)/($N \times n \times Ts$)	Q September, V/t	=	402,16 m ³ /ja
		Catatan:			Produktivitas rata-rata di		
		Produktivitas yang dimaksud a			lapangan selama penelitian :		
		satu tim kerja yaitu terdiri dar			Total Produktivitas	=	70793,09 m ³ /h;
		1 mekanik, asisten mekanik			Waktu Penelitian	=	48 hari
		untuk seluruh pekerjaan timi dam	ouna	in main	Produktivitas Rata-rata = Total	Pro	duktivitas/Waktu
		dam			Penelitian		
					Produktivitas Rata-rata	=	1474,86 m ³ /ha

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

Tabel 5. Perhitungan produktivitas *vibratory*

No Tipe Vibratory Rolle		Produktivita	s Vibratory Roller		
No Tipe vibratory Kotte	Pabrikasi		Lapa	angan	
5 Volvo SD110	Lebar Efektif Pemadatan (be)=	1,2 m	Lebar Efektif Pemadatan (be =	1,2 m
	Kecepatan Rata-rata Alat (V) =	6 km/h	Kecepatan Rata-rata Alat (V) =	5 km/h
	Tebal Pemadatan (t) = 0,	83 m	Tebal Pemadatan (t)	=	0,25 m
	Jumlah Lintasan (n)	8	Jumlah Lintasan (n)		8
	Faktor Efisiensi Alat = 0	0,8	Faktor Efisiensi Alat	=	0,83
	Produktivitas = 1	80 m³/jam	Produktivitas	=	155,63 m³/jan
	Waktu Kerja Per Hari (8 jam =	30 m³/hari	Waktu Kerja Per Hari (8 ja	am =	1245 m ³ /har
			Q Agustus, V/t	=	148,72 m³/jan
	$Q = ((h \ e \ \times v \times 1000) \times t \times Fa)/n$		Q September, V/t	=	0 m³/jan
	Catatan:		Produktivitas rata-rata d	i	
	Produktivitas yang dimaksud adalah	1	lapangan selama peneliti:	an:	
	dalam satu tim kerja yaitu terdiri dari		Total Produktivitas	=	25382.44 m ³ /har
	operator, 1 mekanik, asisten mekanik	2,	Waktu Penelitian	=	48 hari
5 hel	5 helper untuk seluruh pekerjaan timbunan main dam		Produktivitas Rata-rata = T Penelitian	otal I	Produktivitas/Wakt
			Produktivitas Rata-rata	=	52880 m ³ /har

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

ISSN: 1693-3095 print

2597-7660 online

Tabel 6. Perhitungan produktivitas *vibratory* roller

N 700 100 - D	Produk	tivitas Vibratory Roller				
No Tipe Vibratory Ro	Pabrikasi	Lapangar	ı			
6 Sakai SV525D	Lebar Efektif Pemadatan (be = 1,2 m	Lebar Efektif Pemadatan (be =	1,2 m			
	Kecepatan Rata-rata Alat (V) = 6 km/h	Kecepatan Rata-rata Alat (V) =	5 km/h			
	Tebal Pemadatan (t) = 0,25 m	Tebal Pemadatan (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 /ja	m Produktivitas =	155,63 m ³ /jam			
	Waktu Kerja Per Hari (8 jam = 1440 m ³ /ha	ari Waktu Kerja Per Hari (8 jam =	1245 m³/hari			
		Q Agustus, V/t =	257,76 m ³ /jam			
	$Q = ((h \ e \ \times v \times 1000) \times t \times Fa)/n$	Q September, V/t =	135,46 m ³ /jam			
	Catatan:	Produktivitas rata-rata di				
	Produktivitas yang dimaksud adalah	lapangan selama penelitian :				
	dalam satu tim kerja yaitu terdiri dari 1	Total Produktivitas =	50749,31 m ³ /hari			
	operator, 1 mekanik, asisten mekanik 2, 5 helper untuk seluruh pekerjaan	Waktu Penelitian =	48 hari			
	timbunan main dam	Produktivitas Rata-rata = Total Produktivitas/W 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 sebayak 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

				Produktiv	itas Excavator		
No	Tipe Excavator	Pa	brikasi	TIOGURUT		angan	
7	Caterpillar 320D2 GC	Kapasitas Buket	=	0,91 m ³	Kapasitas Buket	=	0,9 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 m³/jam	Produktivitas	=	67,23 m ³ /jam
		Waktu Kerja Per Hari (8 j	jam) =	576 m ³ /hari	Waktu Kerja Per Hari (8	jam =	537,84 m ³ /hari
					Q Agustus, V/t	=	159,41 m ³ /jam
		$Q = (V \times Fb \times Fa \times 60)/(T \text{ s}$	1 ×F lr)		Q September, V/t	=	363,02 m ³ /jam
		Catatan:			Produktivitas rata-rata	di	
		Produktivitas yang dima	ksud ac	lalah	lapangan selama peneli	= = = = = = = = = = = = = = = = = = =	
		dalam satu tim kerja yaiti			Total Produktivitas	=	39773,3 m ³ /hari
		operator, 1 mekanik, asist			Waktu Penelitian	=	48 hari
		Catatan: Produktivitas yang di dalam satu tim kerja ya		ian	Produktivitas Rata-rata = Penelitian	Total I	Produktivitas/Wak
					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

Nο	Tipe Excavator			Produktiv	itas Excavator		
No	I ipe Excavator	P	abrikasi		Lap	angan	
8	Caterpillar 320D2 GC	Kapasitas Buket	=	0,91 m ³	Kapasitas Buket	=	0,9 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 m³/jam	Produktivitas	=	67,23 m ³ /ja
		Waktu Kerja Per Hari (8	jam) =	576 m³/hari	Waktu Kerja Per Hari (8	jam =	537,84 m ³ /ha
					Q Agustus, V/t	=	159,41 m ³ /ja
		$Q = (V \times Fb \times Fa \times fd)/(T :$	1 ×F lr)		Q September, V/t	=	363,02 m ³ /ja
		Catatan:			Produktivitas rata-rata	di	
		Produktivitas yang din	aksud ad	lalah	lapangan selama peneli	tian :	
		dalam satu tim kerja yai	tu terdiri	dari 1	Total Produktivitas	-	39773.3 m ³ /ha
		operator, 1 mekanik, asi			Waktu Penelitian	=	48 hari
		5 helper untuk seluru		an	Produktivitas Rata-rata =	Total	Produktivitas/Wa
		timbunan mair	dam		Penelitian		
					Produktivitas Rata-rata	=	828.61 m ³ /ha

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 Bulldozer			Produktiv	itas Bulldozer				
VO	1 ipe Bunaozer	Pabri	kasi		Lapang	an			
9	Bulldozer Cat D7G	Jarak Pengupasan (l)	=	30 m	Jarak Pengupasan (I)	=	30 m		
		Jumlah Lajur Lintasan (n)	=	4 lajur	Jumlah Lajur Lintasan (n)	=	4 lajur		
		Lebar Pisau Blade (L)	=	2,21 m	Lebar Pisau Blade (L)	=	2,56 m		
		Lebar Overlap (Lo)	=	0,3 m	Lebar Overlap (Lo)	=	0,3 m		
		Faktor Pisau Blade (Fb)	=	1	Faktor Pisau Blade (Fb)	=	0,8		
		Faktor Kemiringan Pisau (F	=i	1	Faktor Kemiringan Pisau (Fr	n=	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 /jar		
		Waktu Kerja Per Hari (8 jam)	=	4984,18 m ³ /hari	Waktu Kerja Per Hari (8 jam)	=	3721,06 m ³ /har		
					Q Agustus, V/t	=	289,16 m ³ /jar		
		$Q = (l \times [n(L-Lo)+Lo] \times Fb \times F$	m×.	Fa×60)/(N×n×Ts)	Q September, V/t	=	626,21 m ³ /jar		
		Catatan:			Produktivitas rata-rata di				
		Produktivitas yang dimaksud :	adal	ah dalam	lapangan selama penelitian :				
		satu tim kerja yaitu terdiri dar 1 mekanik, asisten mekanik			Total Produktivitas Waktu Penelitian	-	154889 m ³ /har 48 hari		
		untuk seluruh pekerjaan timl	ouna	ın main	Produktivitas Rata-rata = Total				
		dam			Penelitian				
					Produktivitas Rata-rata	=	3266.85 m ³ /har		

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

Tabel 10. Perhitungan produktivitas *vibratory roller* caterpillar CS533E

N. T		Produktivita	s Vibratory Roller		
No Tipe Vibratory Rolle	Pabrikasi		Lap	angan	
10 Caterpillar CS553E	Lebar Efektif Pemadatan (be)=	1,2 m	Lebar Efektif Pemadatan	(be)=	1,2 m
	Kecepatan Rata-rata Alat (V) =	6 km/h	Kecepatan Rata-rata Alat	(V) =	4 km/h
	Tebal Pemadatan (t) =	0,25 m	Tebal Pemadatan (t)	=	0,25 m
	Jumlah Lintasan (n)	6	Jumlah Lintasan (n)		6
	Faktor Efisiensi Alat =	0,8	Faktor Efisiensi Alat	=	0,83
	Produktivitas =	240 m³/jam	Produktivitas	=	166 m³/jan
	Waktu Kerja Per Hari (8 jam =	1920 m ³ /hari	Waktu Kerja Per Hari (8 j	jam =	1328 m ³ /har
			Q Agustus, V/t	=	181,49 m³/jan
	$Q = ((h \ e \ \times v \times 1000) \times t \times Fa$)/n	Q September, V/t	=	506,76 m ³ /jan
	Catatan: Produktivitas yang dimaksud		Produktivitas rata-rata o lapangan selama penelit		
	dalam satu tim kerja yaitu terdi		Total Produktivitas	=	8+AG61Ctm ³ /har
	operator, 1 mekanik, asisten me		Waktu Penelitian	=	48 hari
	5 helper untuk seluruh peke timbunan main dam	rjaan	Produktivitas Rata-rata = ' Penelitian	Total l	Produktivitas/Wakt
			Produktivitas Rata-rata	=	1057,28 m ³ /har

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:

ISSN: 1693-3095 print 2597-7660 online

Tabel 11. Bobot rencana pekerjaan timbunan main dam

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Bobot		Agu	istus			Septe	ember	
110	Oraian r ekerjaan	Rencana (m ³)	(%)		Ming	gu Ke-			Ming	gu 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	Timbunann Inti (Zona 1), material inti/clay										
3	Timbunan Filter Halus (Zona 2)								4		
4	Timbunan Filter Halus (Zona 2), material pasir halus	92.757,86	1,18					1			
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 Robot realisasi pekeriaan timbunan main dam

Volume Robot Agustus Sentember												
No	Uraian Pekerjaan	Volume Bobot Agustus					September					
110	Claudi i excijadii	Rencana (m ³)	(%)		Mingg	gu Ke-			Mingg	gu 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	Timbunann 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	-	1	0,28	0.23							
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												
		stus		September									
1. Exca 1	76.36 x	380	=	29016.8 m3		1. Exca 1	76.36 x	128	=	9774.08 m3			
2. Exca 2	72.8 x	360	=	26208 m3	55224.8	2. Exca 2	72.8 x	117	=	8517.6 m3	18291.68		
1. Dozer 1	623.02 x	90	=	56071.8 m3		1. Dozer 1	623.02 x	21	=	13083.42 m3			
2. Dozer 2	623.02 x	20	=	12460.4 m3	68532.2	2. Dozer 2	623.02 x	15	=	9345.3 m3	22428.72		
1. Vibro 1	180 x	170	=	30600 m3		1. Vibro 1	180 x	60	=	30600 m3			
2. Vibro 2	180 x	163	=	29340 m3	59940	2. Vibro 2	180 x	48	=	29340 m3	59940		

Tabel 14 Timbunan Random (Lapangan)

					v	WH			_		
					In Th	e Field					
		Agu	stus				S	epteml	per		
1. Exca 1	68.72 x	380	=	26113.6 m3		1. Exca 1	68.72 x	128	=	8796.16 m3	
2. Exca 2	67.98 x	360	=	24472.8 m3	50586.4	2. Exca 2	67.98 x	117	=	7953.66 m3	16749.82
1. Dozer 1	465.13 x	90	=	41861.7 m3		1. Dozer 1	465.13 x	21	=	9767.73 m3	
2. Dozer 2	465.13 x	20	=	9302.6 m3	51164.3	2. Dozer 2	465.13 x	15	=	6976.95 m3	16744.68
1. Vibro 1	155.63 x	170	=	26457.1 m3		1. Vibro 1	155.63 x	60	=	9337.8 m3	
2. Vibro 2	155.63 x	163	=	25367.7 m3	51824.8	2. Vibro 2	155.63 x	48	=	7470.24 m3	16808.04

Tabel 15. Timbunan Batuan (Pabrikasi)

	Manufacturing												
		stus		September									
1. Exca 1	72 x	384	=	27648 m3		1. Exca 1	72 x	336	=	24192 m3			
2. Exca 2	72 x	384	=	27648 m3	55296	2. Exca 2	72 x	336	=	24192 m3	48384		
1. Dozer 1	623.02 x	119	=	74139.4 m3	74139.4	1. Dozer 1	623.02 x	172	=	107159.4 m3	107159.44		
1. Vibro 1	240 x	326	=	78240 m3	78240	1. Vibro 1	240 x	349	=	83760 m3	83760		

Tabel 16. Timbunan Batuan (Lapangan)

In The Field												
		stus		September								
1. Exca 1	67.23 x	384	=	25816.3 m3		1. Exca 1	67.23 x	336	=	22589.28 m3		
2. Exca 2	67.23 x	384	=	25816.3 m3	51632.6	2. Exca 2	67.23 x	336	=	22589.28 m3	45178.56	
1. Dozer 1	465.13 x	119	=	55350.5 m3	55350.5	1. Dozer 1	465.14 x	172	=	80004.08 m3	80004.08	
1. Vibro 1	166 x	326	=	54116 m3	54116	1. Vibro 1	166 x	349	=	57934 m3	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

Teknik Sipil

- 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