

PRODUKTIVITAS DAN EFEKTIVITAS PEMAKAIAN ALAT BERAT PADA PROYEK BENDUNGAN LEUWIKERIS - JAWA BARAT

Muhamad Maskuri¹, Bertinus Simanihuruk^{2*}, dan Sempurna Bangun³

¹ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tama Jagakarsa
Jl. Letjen. T.B. Simatupang No.152, Tanjung Barat, Jakarta Selatan 12530.

^{2*} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tama Jagakarsa
Jl. Letjen. T.B. Simatupang No.152, Tanjung Barat, Jakarta Selatan 12530.

³ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tama Jagakarsa
Jl. Letjen. T.B. Simatupang No.152, Tanjung Barat, Jakarta Selatan 12530.

*Email: bsimanihuruk@gmail.com

Abstrak

Bendungan Leuwikeris merupakan Proyek Strategis Nasional yang berfungsi untuk memenuhi kebutuhan air irigasi, air baku, dan pengendalian banjir di wilayah Sungai Citanduy. Pembangunan bendungan melibatkan pekerjaan timbunan berskala besar yang membutuhkan kinerja alat berat dengan produktivitas tinggi dan rantai pasok material yang efektif. Setiap zona timbunan (Zona 1, 2A, 2B, 3, 3A, 3B, 4, dan 5) memiliki karakteristik material berbeda seperti clay core, filter halus, filter kasar, rockfill, alluvial, dan riprap, sehingga pemilihan jenis alat, kapasitas angkut, jarak quarry, dan waktu siklus menjadi faktor dominan yang mempengaruhi produktivitas. Penelitian ini bertujuan menganalisa produktivitas alat berat berdasarkan perbandingan perencanaan dan kondisi aktual di lapangan. Metode analisis dilakukan melalui perhitungan waktu siklus excavator, dump truck, bulldozer, wheel loader, serta faktor efisiensi lapangan, kemudian dibandingkan dengan kebutuhan volume harian tiap zona. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produktivitas aktual dipengaruhi oleh cuaca, kadar air material, kondisi jalan kerja, waktu tunggu alat, serta koordinasi antar unit gali-angkut-hampar-padat. Pada beberapa zona, produktivitas aktual lebih rendah dibanding rencana akibat meningkatnya waktu siklus dan jarak angkut, sedangkan pada zona lain peningkatan kapasitas alat menghasilkan produktivitas yang lebih tinggi dari rencana. Secara keseluruhan, efektivitas rantai pasok alat dan material berpengaruh langsung terhadap ketepatan waktu pembangunan Bendungan Leuwikeris.

Kata kunci: Produktivitas, Alat Berat, Timbunan, Bendungan Leuwikeris, Rantai Pasok

1. PENDAHULUAN

Bendungan adalah bangunan yang berupa urugan tanah, urugan batu, beton, dan atau pasangan batu yang dibangun untuk menahan dan menampung air. Pembuatan bendungan berskala besar dan melibatkan banyak pihak membuat banyak faktor-faktor yang bisa mempengaruhi pembangunan sebuah bendungan (Bobby Christian Wijanarko, 2023). Pembangunan bendungan adalah pekerjaan konstruksi yang kompleks dan memakan *resources* yang sangat besar, dan resiko sosialnya tinggi. Pekerjaan konstruksi bendungan adalah pekerjaan konstruksi skala besar dan beresiko tinggi yang memerlukan alokasi sumber daya yang besar. Ketersediaan sumber daya sangat penting untuk mendukung pembangunan infrastruktur untuk memastikan pengiriman efektif dan efisien. Sumber daya konstruksi adalah kemampuan dan kapasitas potensi yang dapat dimanfaatkan untuk kegiatan konstruksi. Pekerjaan konstruksi mengatur sumber daya yang melibatkan berbagai pihak. Pihak-pihak yang terlibat dalam pekerjaan konstruksi membentuk suatu rantai pasok. Rantai pasok berperan sangat penting sejak awal dimulainya suatu pekerjaan konstruksi. Kelancaran rantai pasok konstruksi mempengaruhi kinerja kontraktor dan menjadi kunci utama (Bria *et al.*, 2024). Faktor dominan yang menimbulkan resiko keterlambatan proyek dari kegiatan rantai pasok adalah faktor khusus yang dapat mempengaruhi sebesar 45.452% terhadap resiko keterlambatan proyek (Saputri and Anondho, 2020).

Langkah persiapan sebelum membangun bendungan yaitu survei untuk menetapkan *quarry* tanah untuk material timbunan dengan bantuan tes laboratorium, survei penetapan disposal area, pengukuran lokasi bendungan untuk menetapkan batas bendungan, dan batas kaki bendungan, dan membuat jalan kerja untuk transportasi material timbunan. Ketelitian penetapan *borrow area* sebagai

quarry material yang memenuhi syarat. Material timbunan zona kedap air harus ditetapkan oleh tes laboratorium. *Moisture content* di *borrow area* harus dikontrol. Untuk bendungan besar pada 40%-50% tinggi bendungan disarankan *moisture content* optimum +1%, sedangkan selebihnya sampai menjelang puncak bendungan -0,5% sampai +1.50 % dari *moisture content* optimum, dan 10-20% sisanya (paling puncak) 2% di atas optimum *moisture content*. Identifikasi dan klasifikasi tanah material timbunan adalah merupakan pekerjaan penting, baik dalam tahap desain maupun tahap pelaksanaan penimbunan dan pemadatan bendungan urugan. Untuk memperoleh material timbunan tanah kedap air (zona inti) sesuai dengan spesifikasi dan kriteria yang telah ditentukan, asal terbentuknya dan sifat-sifat tanah material timbunan tersebut harus dipahami terlebih dahulu, sehingga dapat diketahui cara memperlakukannya pada tahap pelaksanaan penimbunan dan pemadatan di lapangan (Arjula, Silviana and Susanty, 2023).

Proyek Bendungan Leuwikeris yang terletak di Kabupaten Tasikmalaya dan Ciamis Provinsi Jawa Barat masuk dalam Proyek Strategis Nasional (PSN). Pekerjaan tubuh bendungan merupakan pekerjaan konstruksi beresiko tinggi. Salah satu resiko dalam proyek bendungan Leuwikeris pada tahap 1 yaitu resiko terhadap pengelolaan rantai pasok (alat, bahan dan sumber daya manusia) (Pertiwi and Anggraeni, 2023). Rantai pasok alat berat dalam pembangunan konstruksi bendungan juga memperhatikan rantai pasok material galian dan timbunan. Kontraktor harus menetapkan *borrow area* sebagai quarry material yang memenuhi syarat. Proses konstruksi bendungan yang dikerjakan pada musim penghujan juga menjadi kendala. Dengan pentingnya rantai pasok dan kondisi cuaca perlu dikaji produktivitas dan efektivitas pemakaian alat berat pelaksanaan proyek Bendungan Leuwikeris. Tujuan dari penelitian ini yaitu :

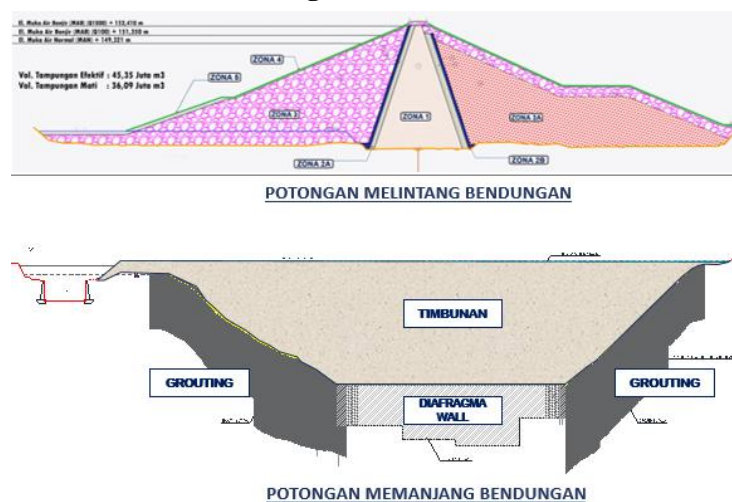
1. Mengetahui rantai pasok alat untuk pembangunan bendungan.
2. Menghitung waktu pelaksanaan pembangunan bendungan dengan rantai pasok alat dan material.
3. Mengetahui kendala selama pelaksanaan pembangunan bendungan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan penelitian Produktivitas dan Efektivitas Pemakaian Alat Berat Pelaksanaan Proyek Bendungan Leuwikeris terdiri dari beberapa tahapan yaitu:

1. Tahap pertama melakukan kajian literatur tentang produktivitas dan efektivitas rantai pasok alat dan material untuk pembangunan bendungan.
2. Tahap kedua dengan pengumpulan data pelaksanaan Bendungan Leuwikeris.
3. Tahap ketiga dengan melakukan analisis dan pembahasan dengan mengukur produktivitas Bendungan Leuwikeris.
4. Tahap keempat merupakan menetapkan hasil kesimpulan dan saran dari penelitian.

2.1 Pekerjaan Galian Timbunan Bendungan Leuwikeris



Gambar 1 Pekerjaan Galian Timbunan Bendungan Leuwikeri

2.2 Volume Timbunan dan Kebutuhan Alat Pembangunan Bendungan Leuwikeris

Tabel 1 Volume Timbunan dan Kebutuhan Alat

Jenis Timbunan	Volume (m ³)	Jenis Alat	Jumlah (Unit)
Timbunan Zona 1 (Clay)	753,844.67	Excavator	7
		Dump Truck	25
		Bulldozer	3
		Sheep Foot Roller	3
		Vibration Smooth Roller	3
Timbunan Zona 2A (Filler Halus)	174,727.52	Bulldozer	3
		Sheep Foot Roller	3
		Vibration Smooth Roller	3
Timbunan Zona 2B (Filler Kasar)	111,366.52	Bulldozer	3
		Sheep Foot Roller	3
		Vibration Smooth Roller	3
Pengambilan Rockfill Untuk Zona 3 (Rockfill)	1,959,656	CRD	4
		Excavator Breaker	2
		Excavator Bucket	15
		Bulldozer	1
		Dump Truck	80
Timbunan Zona 3 (Rockfill)	2,547,552.50	Excavator	10
		Bulldozer	4
		Vibration Smooth Roller	4
Timbunan Zona 3A (Random)	1,788,903.02	Excavator	5
		Dump Truck	25
		Bulldozer	2
		Sheep Foot Roller	3
		Vibration Smooth Roller	3
Timbunan Zona 3B (Alluvial)	241,922.97	Excavator	5
		Dump Truck	25
		Bulldozer	2
		Sheep Foot Roller	3
		Vibration Smooth Roller	3
Pengambilan Timbunan Zona 4 (Rip-Rap)	140,877.4	CRD	4
		Excavator Breaker	2
		Excavator Bucket	15
		Bulldozer	1
		Dump Truck	80
Timbunan Zona 4 (Rip-Rap)	183,140.57	Excavator	10
		Bulldozer	4
		Vibration Smooth Roller	4
Timbunan Zona 5 (Blanket Clay)	40,454.13	Excavator	5
		Dump Truck	25
		Bulldozer	3
		Sheep Foot Roller	3
		Vibration Smooth Roller	3

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Perhitungan Excavator

Faktor pengisian (*bucket*) = 0.8

Faktor koreksi total = $0.83 \times 0.65 \times 0.70 \times 0.85 = 0.321$.

Produksi sebenarnya = $94.61 \times 0.321 = 30.36 \text{ m}^3/\text{jam}$.

Produksi *Excavator* = 7 Excavator $\times 30.36 \text{ m}^3/\text{jam} = 212.52 \text{ m}^3/\text{jam}$.

Kapasitas Angkat tanah 7 *Excavator* x Jam Produksi = $212.52 \text{ m}^3/\text{jam} \times 14.5 \text{ jam/hari} = 3,081.54 \text{ m}^3/\text{hari}$.

Waktu pelaksanaan pemindahan tanah dari *quarry* ke *dump truck* = $753844.67/3081.54 = 244.63 \text{ hari}$ atau 245 hari.

3.2 Analisis Perhitungan Dump Truck Hino FM 260 JD

Produksi 1 *dump truck* = $23.02 \text{ m}^3/\text{jam}$

Kapasitas 25 *Dump Truck* = $25 \times 23.02 = 575.5 \text{ m}^3/\text{jam}$

Produktivitas pengiriman/hari = Kapasitas angkut 25 *Dump Truck* x Jam Produksi
 $= 575.5 \text{ m}^3/\text{jam} \times 14.5 \text{ jam/hari} = 8,344.75 \text{ m}^3/\text{hari}$.

Waktu pelaksanaan pengiriman tanah dari *quarry* ke lokasi = $753844.67/8344.75 = 90,34 \text{ hari}$ atau 91 hari.

2.1 Analisis Perhitungan Bulldozer Komatsu D53A 16

$$\text{Cycle Time (CT)} = \frac{60DL}{F} + \frac{60DL}{R} + FT \quad (1)$$

$$\text{Cycle Time (CT)} = \frac{60 \times 48.96}{3000} + \frac{60 \times 48.96}{7500} + 0.10 = 1.471 \text{ menit}$$

$$\text{Produksi} = \frac{q \cdot 60 E}{CT} \quad (2)$$

$$\text{Produksi} = \frac{2.85 \times 60 \times 0.15}{1.471} = 17.44 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Produksi 3 *bulldozer* = $3 \times 17.44 = 52.32 \text{ m}^3/\text{jam}$

Produktivitas dorong tanah dalam sehari = Kapasitas dorong 3 *bulldozer* x Jam Produksi = $52.32 \text{ m}^3/\text{jam} \times 14.5 \text{ jam/hari} = 758.64 \text{ m}^3/\text{hari}$.

Waktu pelaksanaan dorong tanah = $753,844.67/758.64 = 993,67 \text{ hari}$ atau 994 hari = 2.72 tahun.

2.2 Analisis Perhitungan Sheep Foot Roller Sakai SV 512 D

$$Q_v' = \frac{W V H 1000}{N} \quad (3)$$

$$Q_v' = \frac{(2.00-0.2) \times 1.5 \times 0.3 \times 1000}{8} = 101.25 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$Q_v = Q_v' \times E \quad (4)$$

$$Q_v = 135 \times 0.477 = 45.26 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$Q_v \text{ untuk 3 unit } \textit{sheep foot roller} = 3 \times 45.26 \text{ m}^3/\text{jam} = 135.78 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Produktivitas pemadatan tanah/hari = Kapasitas pemadatan 3 *sheep foot roller* x Jam Produksi
 $= 135.78 \text{ m}^3/\text{jam} \times 14.5 \text{ jam/hari} = 1968.81 \text{ m}^3/\text{hari}$.

Waktu pelaksanaan pemadatan tanah = $753844.67/1968.81 = 446.37 \text{ hari}$ atau 447 hari.

2.3 Analisis Perhitungan Vibration Smooth Drum

$$Q_v' = \frac{W V H 1000}{N} = \frac{(2.00-0.2) \times 1.5 \times 0.3 \times 1000}{6} = 405 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$Q_v = Q_v' \times E = 405 \times 0.477 = 181.035 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$Q_v \text{ untuk 3 unit } \textit{vibrator smooth drum} = 3 \times 181.035 \text{ m}^3/\text{jam} = 543.105 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Produktivitas pemadatan tanah/hari = Kapasitas pemadatan x Jam Produksi
 $= 543.105 \text{ m}^3/\text{jam} \times 14.5 \text{ jam/hari} = 7875.02 \text{ m}^3/\text{hari}$.

Waktu pemadatan tanah (20% volume Zona 1) = $753844.67 \times 0.2 / 7875.02 = 19.15 \text{ hari}$ dibulatkan jadi 20 hari

2.4 Analisis Perhitungan Alat Bor Furukawa Rock Drilling PCR 200

Waktu efektif operasi selama 6.67 jam/sehari

Kapasitas produksi *CRD*/menit = 1 lubang/5 menit

Kapasitas produksi *CRD*/jam = 12 lubang/jam = $12 \times 6.67 = 80.04 \text{ lubang/hari}$
 $= 80 \text{ lubang/hari}$

Kapasitas produksi 4 *CRD*/hari = $80 \times 4 = 320 \text{ lubang/hari}$

Dalam 100 titik ledakan menghasilkan volume rata-rata yaitu 1400 m^3 .

$$\text{Volume hasil ledakan/hari} = \frac{320}{100} \times \text{volume ledakan} \quad (5)$$

$$\text{Volume hasil ledakan/hari} = \frac{320}{100} \times 1400 \text{ m}^3 = 4480 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Untuk setiap } 5000 \text{ m}^3/\text{hari, jumlah titik ledakan} = \frac{5000}{4480} \times 100 = 111.61 \text{ lubang} = 112 \text{ lubang/hari.}$$

Kebutuhan *rockfill* = 2547552.50 m³ dalam kondisi Padat.

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan } \textit{rockfill} \text{ yang diledakan sebesar} &= \frac{\text{Kebutuhan } \textit{rockfill}}{\text{faktor pemadatan}} \\ &= \frac{2547552.50}{1.3} = 1959656 \text{ m}^3. \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas 4 CRD} &= \frac{\text{Kebutuhan } \textit{rockfill} \text{ yang diledakan}}{5000} \\ &= \frac{1959656}{5000} = 391.93 \text{ hari dibulatkan menjadi } 392 \text{ hari.} \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas titik lubang 4 CRD} &= \frac{\text{Kebutuhan } \textit{rockfill}}{5000} \times \text{jumlah titik ledakan} \\ &= \frac{1959656}{5000} \times 112 = 43896.29 \text{ lubang dibulatkan } 43897 \text{ lubang.} \end{aligned} \quad (8)$$

3.7 Analisis Perhitungan Excavator Breaker

Kapasitas produksi dari *Excavator Breaker* adalah 21.77 BCM/jam.

Produktivitas *Excavator Breaker* = 21.77 x 21 jam = 457.17 BCM/hari.

Produktivitas 2 *Excavator breaker* = 2 x 457.17 = 914.34 BCM/hari.

Rock Fill yang dipecahkan dengan *excavator breaker* hanya 20 %.

$$\begin{aligned} \text{Waktu menyelesaikan pekerjaan} &= \frac{0.2 \times \text{kebutuhan } \textit{rockfill}}{N \times \text{Produktivitas } \textit{Excavator Breaker}} \\ &= \frac{0.2 \times 1959656}{2 \times 457.17} = 428.65 \text{ hari dibulatkan } 429 \text{ hari.} \end{aligned} \quad (9)$$

3.8 Analisis dan Pembahasan Seluruh Timbunan

Analisis produktivitas alat berat untuk setiap timbunan yaitu:

1. Peralatan yang dibutuhkan untuk pekerjaan galian dan timbunan bendungan Leuwikeris sesuai dengan kebutuhan dengan volume 5,841,911.77 m³ yaitu *excavator bucket* 15 unit, *excavator breaker* 4 unit, dump truck 80 unit, CRD 4 unit, *bulldozer* 4 unit, *sheep foot roller* 3 unit dan *vibration smooth roller* 4 unit.
2. Waktu pelaksanaan timbunan terpanjang adalah 1,338 hari pada pekerjaan timbunan zona 3 (*Rockfill*) dijadikan acuan penyusunan waktu pelaksanaan timbunan Bendungan Leuwikeris.
3. waktu pelaksanaan mengalami penambahan waktu akibat dari sosial dari masyarakat setempat, jalan sempit, hujan, jenis batuan yang keras, banyak peternakan di sepanjang akses dan stock material (kurang, tidak sesuai spesifikasi, dan pengiriman material yang terlambat) serta pelaksanaan yang harus beriringan dengan naiknya elevasi timbunan zona inti dan *rock fill*.

4. KESIMPULAN

Penelitian Produktivitas dan Efektivitas Pemakaian Alat Berat Pada Proyek Bendungan Leuwikeris didapat beberapa kesimpulan yaitu

1. Peralatan yang dibutuhkan untuk pekerjaan timbunan bendungan Leuwikeris dengan volume 5841911.77 m³ yaitu *excavator bucket* 15 unit, *excavator breaker* 4 unit, dump truck 80 unit, CRD 4 unit, *bulldozer* 4 unit, *sheep foot roller* 3 unit dan *vibration smooth roller* 4 unit. Peralatan digunakan untuk pada semua zona timbunan sesuai dengan kebutuhan.
2. Waktu pelaksanaan timbunan terpanjang pada pekerjaan timbunan zona 3 (*Rockfill*) dijadikan acuan penyusunan waktu pelaksanaan timbunan Bendungan Leuwikeris.
3. Dalam pelaksanaan timbunan Bendungan Leuwikeris, waktu pelaksanaan mengalami penambahan waktu akibat dari sosial dari masyarakat setempat, jalan sempit, hujan, jenis batuan yang keras, banyak peternakan di sepanjang akses dan stock material (kurang, tidak sesuai spesifikasi, dan pengiriman material yang terlambat) serta pelaksanaan yang harus beriringan dengan naiknya elevasi timbunan zona inti dan *rock fill*.

Tabel 2 Produktivitas dan Waktu Penyelesaian Proyek Bendungan Leuwikeris

Jenis Timbunan	Jenis Alat	Jumlah (Unit)	Produktivitas/hari	Waktu Penyelesaian (Hari)
Timbunan Zona 1 (Clay)	Excavator	7	3081.54 m ³	245 hari
	Dump Truck	25	8344.75 m ³	91 hari
	Bulldozer	3	758.64 m ³	994 hari
	Sheep Foot Roller	3	1968.81 m ³	447 hari.
	Vibration Smooth Roller	3	7875.02 m ³	20 hari
Timbunan Zona 2A (Filler Halus)	Bulldozer	3	1124.88 m ³	156 hari
	Sheep Foot Roller	3	1968.81 m ³	89 hari
	Vibration Smooth Roller	3	7875.02 m ³	5 hari
Timbunan Zona 2B (Filler Kasar)	Bulldozer	3	1124.88 m ³	100 hari
	Sheep Foot Roller	3	1968.81 m ³	57 hari
	Vibration Smooth Roller	3	7875.02 m ³	3 hari
Pengambilan Rockfill Untuk Zona 3 (Rockfill)	CRD	4	43897 lubang	392 hari
	Excavator Breaker	2	914.34 m ³	429 hari
	Excavator Bucket	15	9536.4 m ³	255 hari
	Bulldozer	1	366.24 m ³	536 hari
	Dump Truck	80	15992.31 m ³	123 hari
Timbunan Zona 3 (Rockfill)	Excavator	10	9563.4 m ³	205 hari
	Bulldozer	4	1464.96 m ³	1338 hari
	Vibration Smooth Roller	4	6493.2 m ³	302 hari
	Excavator	5	2201.1 m ³	813 hari
Timbunan Zona 3A (Random)	Dump Truck	25	8156.25 m ³	220 hari
	Bulldozer	2	1011.52 m ³	1769 hari
	Sheep Foot Roller	3	1968.81 m ³	909 hari
	Vibration Smooth Roller	3	7875.02 m ³	228 hari
Timbunan Zona 3B (Alluvial)	Excavator	5	2201.1 m ³	110 hari
	Dump Truck	25	8344.75 m ³	29 hari
	Bulldozer	2	506.76 m ³	478 hari
	Sheep Foot Roller	3	1968.81 m ³	123 hari
	Vibration Smooth Roller	3	7875.02 m ³	31 hari
Pengambilan Timbunan Zona 4 (Rip-Rap)	CRD	4	3156 lubang	29 hari
	Excavator Breaker	2	914.34 m ³	31 hari
	Excavator Bucket	15	9536.4 m ³	15 hari
	Bulldozer	1	366.24 m ³	39 hari
	Dump Truck	80	15992.31 m ³	9 hari
Timbunan Zona 4 (Rip-Rap)	Excavator	10	4402.2 m ³	42 hari
	Bulldozer	4	1011.52 m ³	181 hari
	Vibration Smooth Roller	4	4483.4 m ³	41 hari
Timbunan Zona 5 (Blanket Clay)	Excavator	5	2201.1 m ³	19 hari
	Dump Truck	25	8344.75 m ³	5 hari
	Bulldozer	3	758.64 m ³	54 hari
	Sheep Foot Roller	3	1968.81 m ³	21 hari
	Vibration Smooth Roller	3	3362.65 m ³	13 hari

DAFTAR PUSTAKA

- Arjula, J., Silviana, S. and Susanty, A. (2023) "Pelaksanaan Pekerjaan Timbunan Inti (Zona 1) Pada Bendungan Tiu Suntut di Kabupaten Sumbawa Barat," *Jpii*, 1(7), pp. 280–286. Available at: <https://doi.org/10.14710/jpii.2023.23864>.
- Bobby Christian Wijanarko, et al. (2023) "Analisis faktor faktor yang berpengaruh pada jadwal realisasi pada proyek bendungan di nganjuk, sumbawa, dan ntt," *Jurnal Petra*, 10(1), pp. 109–115. Available at: <https://publication.petra.ac.id/index.php/teknik-sipil/article/download/13442/11650>.
- Bria, A K Y et al. (2024) "Kerangka Konseptual Rantai Pasok Alat Berat Pada Pekerjaan Konstruksi Bendungan Temef," *Jurnal Teknik Sipil*, 13(1), pp. 93–102. Available at: <https://sipil.ejournal.web.id/index.php/jts/article/view/872>.
- Pertiwi, C.K. and Anggraeni, I.A.A. (2023) "Analisis Risiko Mutu Pelaksanaan Konstruksi Bendungan Leuwikeris Pekerjaan Paket 1," *Jurnal Ilmiah Desain & Konstruksi*, 22(2), pp. 151–167. Available at: <https://doi.org/10.35760/dk.2023.v22i2.9895>.

Saputri, F.B. and Anondho, B. (2020) “Identifikasi Faktor Pengaruh Dominan Keterlambatan Proyek Akibat Rantai Pasok Pada Pengadaan Pelat Beton Pracetak,” *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 3(4), p. 1295. Available at: <https://doi.org/10.24912/jmts.v3i4.8417>.

