

Available online at www.jurnal.abulyatama.ac.id/tekniksipil
ISSN 2407-9200 (Online)

Universitas Abulyatama Jurnal Teknik Sipil Unaya



Analisis Perbandingan Produktivitas Alat Berat Sebelum dan Sesudah Dilakukan Crash Program

M. Afif Salim^{1*}, Kartono Wibowo², Agus B Siswanto¹

¹Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Semarang, Jawa Tengah, Indonesia.

²Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia.

*Email korespondensi: afifsalim@untagsmg.ac.id¹

Diterima April 2022; Disetujui Juli 2022; Dipublikasi Juli 2022

Abstract: *The Bendo Dam Project is one of the dam projects in East Java which aims to meet the water needs of Ponorogo Regency and its surroundings. One of the works item in this project is the embankment work of the main dam which consists of 5 zones which takes a long time. Comparative analysis of heavy equipment productivity using a crash program is carried out with the aim of getting several alternatives in completing the work, so that the work is completed faster without any delays in completing the work. From the results of the analysis, obtained a comparison of normal conditions and conditions after the crash program by increasing the productivity of heavy equipment. Analysis with normal conditions get the results of the completion of the project for 240 days at a cost of Rp47,452,800,000.-. While the analysis after the crash program obtained the results of project completion for 158 days with a cost increase of 12% and 15% more expensive than the normal cost*

Keywords: *Dam, Heavy Equipment, Crash program*

Abstrak: Proyek Pembangunan Bendungan Bendo merupakan salah satu proyek bendungan yang berada di Jawa Timur yang bertujuan untuk mencukupi kebutuhan air di Kabupaten Ponorogo dan sekitarnya. Salah satu pekerjaan dalam proyek ini adalah pekerjaan timbunan bendungan utama yang terdiri atas 5 zona yang memerlukan waktu cukup lama. Analisa perbandingan produktivitas alat berat dengan menggunakan crash program dilakukan dengan tujuan mendapatkan beberapa alternatif dalam menyelesaikan pekerjaan agar pekerjaan selesai lebih cepat dan tidak terjadi keterlambatan dalam menyelesaikan pekerjaan. Dari hasil analisa, didapatkan perbandingan kondisi normal dan kondisi setelah dilakukan crash program dengan penambahan produktivitas alat berat. Analisa dengan kondisi normal mendapatkan hasil penyelesaian proyek selama 240 hari dengan biaya sebesar Rp47.452.800.000,-. Sedangkan analisa setelah dilakukan crash program mendapatkan hasil penyelesaian proyek selama 158 hari dengan kenaikan biaya sebesar 12% dan 15% lebih mahal dari biaya kondisi normal.

Kata kunci : Bendungan, alat berat, crash program

Perkembangan konstruksi di Indonesia semakin meningkat. Hal ini dapat dibuktikan dengan semakin banyaknya jenis konstruksi yang terbangun akhir-akhir ini, seperti konstruksi bangunan air, infrastruktur, dan bangunan gedung. Salah satu konstruksi yang saat ini sedang banyak dikerjakan adalah pembangunan bendungan. Pembangunan bendungan merupakan salah satu bentuk pelestarian atau konservasi terhadap sumber daya air. Tujuan dibuatnya bendungan antara lain untuk penyediaan air untuk irigasi, pengendalian banjir, penyedia air baku domestik dan industri, menciptakan tempat rekreasi atau pariwisata, dan habitat untuk ikan serta hewan lainnya.

Pada proyek Pembangunan Bendungan Bendo di Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur, pemilik pekerjaan (*owner*) menginginkan untuk pekerjaan timbunan pada bendungan utama dapat diselesaikan tepat waktu atau lebih cepat dari *time schedule* rencana yang telah disepakati. Adapun upaya yang dapat dilakukan untuk mempercepat penyelesaian pekerjaan yaitu dengan cara melakukan penambahan, pemilihan, dan penggunaan alat berat serta menghitung produktivitasnya untuk dapat menyelesaikan pekerjaan tersebut dan dapat mendekati atau sesuai dengan waktu dan biaya yang telah direncanakan. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisa perbandingan produktivitas alat berat dengan menggunakan *crash* program.

Berdasarkan uraian latar belakang diatas perlu analisis perbandingan produktivitas alat berat sebelum dan sesudah dilakukan *crash* program.

KAJIAN PUSTAKA

Menurut Agus B Siswanto (2019), Proyek adalah proses penerapan fungsi-fungsi manajemen meliputi perencanaan (*planning*), pengorganisasian (*organizing*), penggerakan (*actuating*), dan pengawasan (*controlling*). Tujuan utama manajemen proyek adalah untuk memperoleh suatu cara atau teknik yang baik untuk dilakukan atau diterapkan agar sumber- baik (Kerzner,2006). Manajemen yang baik mengandung pengertian sumber yang terbatas misalnya modal, tenaga dan sebagainya dapat diatur sehingga memperoleh hasil atau pemasukan (*input*) yang efektif dan efisien karena sistem pengaturannya tertata dengan efektifitas dan efisiensi (Erviyanto,2004).

Tipe- Tipe Bendungan

Menurut SNI 8065 tahun 2015 Bendungan memiliki berbagai macam tipe sesuai dengan fungsi, ukuran, kegunaan, dan konstruksinya. Tipe-tipe bendungan tersebut diantaranya (1) bendungan urugan tanah merupakan jenis bendungan yang paling sering digunakan di Indonesia, karena konstruksinya cukup mudah yaitu dengan memanfaatkan material yang ada di sekitar lokasi rencana bendungan. (2) Bendungan urugan batu menggunakan batu dari berbagai jenis ukuran sebagai material pengisi tubuh bendungannya, Ukuran yang berbeda-beda itu dipilih untuk menjaga stabilitas tubuh bendung serta untuk memperkecil pori-pori diantara batu-batu besar sekaligus sebagai lapisan kedap air. (3) Bendungan beton biasanya dibangun menyerupai kurva dan memiliki pondasi kuat dengan sedikit penggalian. (4) Bendungan urugan membrane merupakan alternatif desain bendungan yang berada pada

lokasi dengan bahan urugan lulus air cukup banyak, namun langka terhadap bahan urugan kedap air (Frederika,2010).

Bahan Timbunan Bendungan

Pada hakekatnya bahan tubuh bendungan dapat dibedakan dalam 2 (dua) klarifikasi, yaitu : Bahan yang fungsi utamanya adalah penyangga tubuh bendungan, berupa bahan yang lulus air, seperti pasir, kerikil, dan batu dan bahan yang fungsi utamanya adalah pencegah rembesan air yang berlebihan dari waduk, berupa bahan yang kedap air yang umumnya adalah bahan tanah (Sosrodarsono, 2002).

Pemilihan Alat Berat Pekerjaan Bendungan

Pemilihan alat berat dilakukan pada tahap perencanaan, dimana jenis, jumlah, dan kapasitas alat merupakan faktor-faktor penentu (Rostiyanti,2008). Tidak setiap alat berat dapat dipakai untuk setiap proyek konstruksi. Oleh karena itu pemilihan alat berat yang tepat sangatlah diperlukan. Apabila terjadi kesalahan dalam pemilihan alat berat maka akan terjadi keterlambatan di dalam pelaksanaan, biaya proyek yang membengkak, dan hasil yang tidak sesuai dengan rencana (Siswanto AB,2022). jenis-jenis alat berat yang biasa digunakan untuk pekerjaan penggalian bendungan antara lain *Bulldozer*, *Exavator*, *Scraper*, *Loader*, sedangkan untuk pengangkutan menggunakan *Dump truck*, pemadatan menggunakan *Steel wheel roller*, *Tire wheel vibrating roller* dan *tamper* (Rochmanhadi,2004).

Produktivitas Alat Berat

Produktifitas dari masing-masing alat berat memiliki cara perhitungan yang berbeda. Berikut ini adalah rumus perhitungan produktifitas alat berat (Suhariyanto, 2012).

1. Produktivitas Excavator

Waktu siklus excavator menggunakan detik jadi rumus yang dipakai :

$$Q=q \times 3600/Cm \times E \times f$$

Keterangan :

Q : Produktifitas per jam (m³/jam : yd³/jam)

q : Produktifitas per siklus (m³ : yd³)

cm : Waktu siklus (detik)

E : Efisiensi Kerja

F : Koefisien perubahan volume tanah

2. Produktivitas Dump truck

Rumus yang digunakan untuk menghitung produktifitas Dump truck (Suhariyanto, 2012)

$$P = C \times 60/(Cmt) \times Et$$

Keterangan :

P : Produktifitas per jam (m³/jam ; yd³/jam)

Cmt : Waktu siklus dump truck (menit)

Et = Efisiensi kerja

C = Produktifitas per siklus (m³)

3. Produktivitas alat pemadat

Produktifitas dalam satuan volume tanah yang dipadatkan dihitung sebagai berikut: (Suhariyanto, 2012)

$$Q = (W \times V \times H \times 1000 \times E)/N$$

Keterangan:

Q = Produktifitas per jam (m³/jam) (volume dari tanah yang dipadatkan)

V = Kecepatan operasi (km/jam)

W = Lebar pemadatan efektif (m)

H = Tebal Pemadatan (m)

E = Effisiensi kerja

N = jumlah pas pemadatan

4. Produktivitas Buldozer

Produktivitas bulldozer untuk excavating dan dozing dirumuskan sebagai berikut: (Suhariyanto, 2012:31)

$$Q = q \times 60 / C_m \times E$$

Keterangan :

Q : Produktivitas per jam (m^3/jam : yd^3/jam)

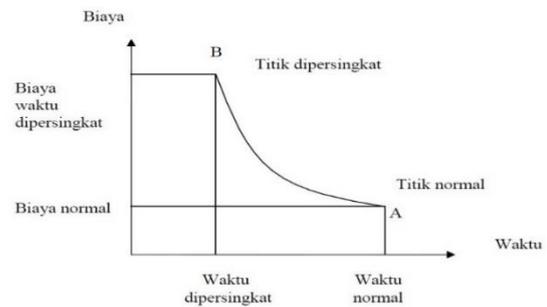
q : Produktivitas per siklus (m^3 : yd^3)

c_m : Waktu siklus (menit)

E : Efisiensi Kerja

Penggunaan Crash Program

Crash Program adalah proses mempersingkat waktu penyelesaian dalam suatu proyek. Apabila crash program diterapkan pada suatu proyek konstruksi, kemungkinan akan terjadi kenaikan biaya (Telaumbanua, 2017). Kenaikan biaya tersebut disebabkan oleh adanya penambahan tenaga kerja dan alat atau penggunaan kerja lembur. Proses crashing adalah cara melakukan perkiraan dari variabel cost dalam menentukan pengurangan durasi yang paling maksimal dan paling ekonomis dari suatu kegiatan yang masih mungkin untuk direduksi (Ervianto, 2004). Untuk menganalisis lebih lanjut hubungan antara biaya dengan waktu suatu kegiatan, dipakai beberapa istilah yaitu: kurun waktu normal/ Normal Duration (ND), kurun waktu dipersingkat/Crash Duration (CD), Biaya normal/Normal Cost (NC), dan Biaya untuk waktu dipersingkat.



Gambar 1. Grafik Hubungan Waktu-Biaya (Soeharto, 1997)

Menurut (Santoso, 2017) percepatan (crashing) pelaksanaan dapat dilakukan dengan mengadakan penambahan jam kerja, alat bantu yang lebih produktif, penambahan jumlah pekerja, menggunakan material yang lebih cepat pemasangannya, dan metode konstruksi yang lebih cepat.

Penjadwalan Proyek

Menurut Husen (2009), penjadwalan proyek adalah salah satu elemen hasil perencanaan yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumberdaya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan dan material serta rencana durasi proyek dan progress waktu untuk menyelesaikan proyek. Penjadwalan memiliki manfaat-manfaat tertentu yaitu (Husen, 2009:149-150) (Dermawan et al., 2020); memberikan sarana untuk menilai kemajuan perusahaan., Memberikan kepastian waktu pelaksanaan pekerjaan Memberikan pedoman terhadap unit pekerjaan/kegiatan mengenai batasan-batasan waktu untuk mulai dan akhir dari masing-masing tugas serta memberikan sarana bagi manajemen untuk koordinasi secara sistematis dan realistis dalam menentukan alokasi prioritas

terhadap sumber daya dan waktu.

METODE PENELITIAN

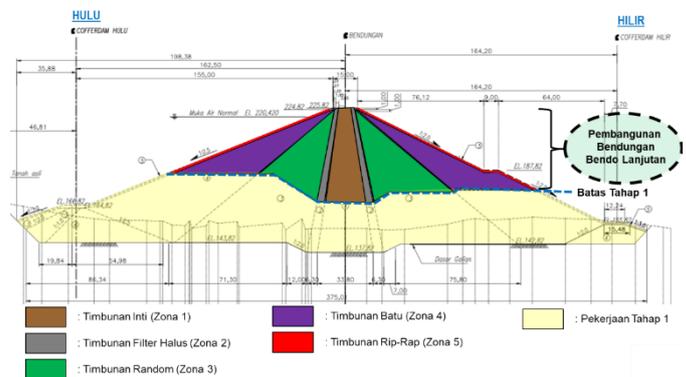
Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif atau studi eksplorasi karena menggambarkan keadaan di lapangan dengan menggunakan objek studi litelatur yang ada kaitannya dengan penelitian. Lokasi penelitian dilakukan pada proyek pembangunan bendungan Bendo di kabupaten Ponorogo. Adapun teknik pengumpulan adalah dari data primer (produktivitas alat berat, waktu pelaksanaangambar kerja, Rencana anggaran biaya, analisis harga satuan pekerjaan) dan data sekunder (metode pelaksanaan pekerjaan dan spesifikasi alat berat). Urutan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan pengamatan/observasi langsung pada proyek tersebut
2. Mencari dan mendapatkan studi literatur serta data-data yang diperlukan dan sesuai dengan pembahasan.
3. Menghitung produktivitas dan kebutuhan alat berat serta biaya dan waktu yang diperlukan berdasarkan kondisi normal.
4. Menganalisa dengan crash program dengan cara membuat beberapa alternatif untuk mempercepat pekerjaan, menghitung dan membandingkan produktivitas alat berat, biaya dan waktu pelaksanaan sebelum dan sesudah dilakukannya crash program.
5. Menyimpulkan hasil dari perbandingan analisis sebelum dan sesudah crash program pada pekerjaan timbunan bendungan utama.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis Pekerjaan dan Alat Berat yang digunakan

Dalam pembangunan bendungan utama pada proyek pembangunan bendungan bendo ini terdapat beberapa jenis pekerjaan timbunan yang terbagi dalam beberapa zona diantaranya sebagai berikut (gambar 2).



Gambar 2. Pembagian zona pekerjaan bendungan Bendo kab Ponorogo

Pembagian zona timbunan dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Timbunan Inti/Clay (Zona 1)

Material dari Borrow Area jarak ± 3 km, tebal pemadatan 30 cm, alat berat yang digunakan: excavator sebagai alat pengambilan material di lokasi pengambilan/borrow area, dump truck untuk mengangkut material ke lokasi timbunan, bulldozer sebagai alat pengampar material, dan sheep foot untuk pemadatan material timbunan inti.

2. Timbunan Filter Halus (Zona 2)

Material dari Stockpile jarak ± 500 m, tebal pemadatan 40 cm, alat berat yang digunakan: excavator sebagai alat pengambilan material di lokasi pengambilan/stockpile filter halus, dump truck untuk mengangkut material ke lokasi

timbunan, bulldozer sebagai alat pengampar material, dan vibrator roller untuk pemadatan material timbunan filter halus.

3. Timbunan Random (Zona 3)

Material dari Quarry blasting jarak ± 1 km, tebal pemadatan 40 cm, alat berat yang digunakan: excavator sebagai alat pengambilan material di lokasi pengambilan/quarry random, dump truck untuk mengangkut material ke lokasi timbunan, bulldozer sebagai alat pengampar material, dan vibrator roller untuk pemadatan material timbunan random.

4. Timbunan Batu (Zona 4)

Material dari Quarry blasting jarak ± 1 km, tebal pemadatan 100 cm, alat berat yang digunakan: excavator sebagai alat pengambilan material di lokasi pengambilan/quarry batu, dump truck untuk mengangkut material ke lokasi timbunan, bulldozer sebagai alat pengampar material, dan vibrator roller untuk pemadatan material timbunan batu.

5. Timbunan Rip-Rap (Zona 5)

Material dari Stockpile jarak ± 1 km, ditata tanpa dipadatkan, alat berat yang digunakan: excavator sebagai alat pengambilan material di lokasi pengambilan/stockpile rip-rap, dump truck untuk mengangkut material ke lokasi timbunan, excavator sebagai alat pengampar dan penyusun material timbunan rip-rap.

Analisis Produktivitas alat berat

Berikut adalah hasil perhitungan analisa produktivitas alat berat yang digunakan :

Tabel 1. Produktivitas alat per jam

Alat Berat	Produktivitas alat per jam (m3)				
	1	2	3	4	5
Excavator PC200 Ambil	- 33,0	45,9	41,8	41,85	34,0
Excavator PC200 Pasang	-	-	-	-	11,11
Dump Truck - 7 m3	8,78	-	-	-	-
Dump Truck - 16 m3	-	26,0	21,0	21,0	20,0
Bulldozer - D31	-	41,6	-	-	-
Bulldozer - D65	92,4	-	79,2	65,2	-
Sheep Foot roller	94,1	-	-	-	-
Vibrator Roller	-	73,0	79,2	104,5	-

Berikut adalah hasil perhitungan analisa produktivitas alat berat yang digunakan per hari (jam kerja normal: 8 jam/hari)

Tabel 2. Produktivitas alat berat per hari

Alat Berat	Produktivitas alat per hari (m3)				
	1	2	3	4	5
Excavator PC200 Ambil	- 264	367	334	334,8	272,0
Excavator PC200 Pasang	-	-	-	-	88,88
Dump Truck - 7 m3	70,2	-	-	-	-
Dump Truck - 16 m3	-	208	168,6	168,6	159,9
Bulldozer	-	332	-	-	-

- D31					
Bulldozer	739	-	634,0	521,6	-
- D65					
Sheep	7				
Foot roller	52,9	-	-	-	-
	8				
Vibrator					
Roller	-	584	634,0	836,6	-
Zona : 1,2,3,4,5					

Analisis Rencana anggaran biaya

Berikut adalah perhitungan rencana anggaran biaya :

1. Excavator Komatsu PC-200

Harga Sewa	= Rp150.000,- /jam
Pemakaian BBM	= 15 liter/jam
Harga BBM/Solar	= Rp8.000,- /liter
Uang Makan Operator	= Rp25.000,- /jam
Total Harga Satuan	= Rp295.000,- /jam

2. Bulldozer D31P

Harga Sewa	= Rp140.000,- /jam
Pemakaian BBM	= 9 liter/jam
Harga BBM/Solar	= Rp8.000,- /liter
Uang Makan Operator	= Rp25.000,- /jam
Total Harga Satuan	= Rp237.000,- /jam

3. Bulldozer D65 PX

Harga Sewa	= Rp210.000,- /jam
Pemakaian BBM	= 20 liter/jam
Harga BBM/Solar	= Rp8.000,- /liter
Uang Makan Operator	= Rp37.500,- /jam
Total Harga Satuan	= Rp395.000,- /jam

4. Sheepfoot Roller

Harga Sewa	= Rp180.000,- /jam
Pemakaian BBM	= 15 liter/jam
Harga BBM/Solar	= Rp8.000,- /liter
Uang Makan Operator	= Rp25.000,- /jam
Total Harga Satuan	= Rp325.000,- /jam

5. Vibrator Roller

Harga Sewa	= Rp180.000,- /jam
Pemakaian BBM	= 15 liter/jam
Harga BBM/Solar	= Rp8.000,- /liter
Uang Makan Operator	= Rp25.000,- /jam
Total Harga Satuan	= Rp325.000,- /jam

6. Dump Truck 7m3

Harga Sewa	= Rp35.000,- /jam
Pemakaian BBM	= 3,5 liter/jam
Harga BBM/Solar	= Rp8.000,- /liter
Uang Makan Operator	= Rp15.000,- /jam
Total Harga Satuan	= Rp78.000,- /jam

7. Dump Truck Tronton 16 m3

Harga Sewa	= Rp150.000,- /jam
Pemakaian BBM	= 10 liter/jam
Harga BBM/Solar	= Rp8.000,- /liter
Uang Makan Operator	= Rp20.000,- /jam
Total Harga Satuan	= Rp250.000,- /jam

Perhitungan biaya sebelum *crash program*

Sesuai dengan analisa produktivitas alat berat yang telah dihitung, maka produktivitas alat per jam disimpulkan sebagai berikut :

1. Untuk menghitung produktivitas alat per hari, maka produktivitas per jam dikalikan 8 (jumlah jam kerja normal per hari)
2. Selanjutnya, setelah diketahui produktivitas alat per hari, kemudian dilakukan perhitungan rencana produktivitas minimum dalam satu hari untuk menyelesaikan pekerjaan timbunan sesuai dengan waktu yang telah direncanakan dalam kurva S yaitu 240 hari (8 bulan). Adapun perhitungannya
3. Setelah didapatkan target produktivitas timbunan per hari, maka dapat ditentukan

jumlah kebutuhan alat yang harus digunakan dalam setiap zona dan total biaya.

Perhitungan biaya setelah *crash program*

Alternatif 1 : Penambahan Jam Kerja Alat Berat pada Semua Alat

Untuk mempercepat selesainya pekerjaan timbunan, maka dilakukan Crash Program dengan fokus penambahan jam kerja alat berat. Penambahan jam kerja alat diharapkan dapat meningkatkan produktivitas harian alat berat. Dalam menghitung Analisa Biaya dengan dilakukan Crash Program alternatif satu dengan perhitungan sebagai berikut :

1. Penambahan jam kerja alat berat selama 4 (empat) jam, yang semula adalah 8 (delapan) jam menjadi 12 (dua belas) jam per hari pada semua alat berat, Sehingga produktivitas per jam dikalikan 12
2. Setelah diketahui produktivitas alat per hari, kemudian dilakukan perhitungan rencana produktivitas minimum dalam satu hari setelah dilakukan crash program
3. Setelah didapatkan target produktivitas timbunan per hari, maka dapat diketahui

jumlah kebutuhan alat yang harus digunakan dalam setiap zona dan biaya alat berat setelah crash program

Alternatif 2 : Penambahan Jam Kerja Alat Berat pada Alat Pemasad

Langkah-langkah dapat dilakukan sebagai berikut :

1. Lakukan penambahan jam kerja alat berat selama 4 (empat) jam, yang semula adalah 8 (delapan) jam menjadi 12 (dua belas) jam per hari pada semua alat pemasad untuk zona 1,2,3, dan 4, serta alat pemasad pada zona 5, Sehingga produktivitas untuk alat tersebut dikalikan 12.
2. Lakukan perhitungan rencana produktivitas minimum dalam satu hari setelah dilakukan *crash program*
3. Setelah didapatkan target produktivitas timbunan per hari, maka dapat diketahui jumlah kebutuhan alat yang harus digunakan dalam setiap zona dan biaya alat berat setelah *crash program*

Tabel 3. Kebutuhan jumlah alat dan total biaya sebelum crash program

No	Alat Berat	Prod / jam	Waktu Kerja (jam)	Prod / Hari	Volume (m3)	Waktu (hari)	Target Prod / Hari (m3)	Jumlah Alat	Alat yang dipakai (Unit)	Harga Satuan / jam	Total
		(a)	(b)	(c=a*b)	(d)	(e)	(f=d/e)	(g=f/c)	(h=g)	(i)	(j=c*e*h*i)
A Timbunan Inti/Clay (Zona 1)											Rp4.728.960.000,-
1	Excavator PC200	33,04	8	264,32	170.772,47	240	711,55	2,69	3,00	Rp295.000,-	Rp1.699.200.000,-
2	Dump Truck Kap. 7 m3	8,78	8	70,21	170.772,47	240	711,55	10,14	11,00	Rp78.000,-	Rp1.647.360.000,-
3	Bulldozer D65PX	92,47	8	739,73	170.772,47	240	711,55	0,96	1,00	Rp395.000,-	Rp758.400.000,-
4	Sheep Foot Roller	94,12	8	752,98	170.772,47	240	711,55	0,94	1,00	Rp325.000,-	Rp624.000.000,-
B Timbunan Filter Halus (Zona 2)											Rp2.605.440.000,-
1	Excavator PC200	45,90	8	367,20	78.328,69	240	326,37	0,89	1,00	Rp295.000,-	Rp566.400.000,-
2	Dump Truck Kap. 16 m3	26,08	8	208,62	78.328,69	240	326,37	1,56	2,00	Rp250.000,-	Rp960.000.000,-
3	Bulldozer D31PX	41,60	8	332,79	78.328,69	240	326,37	0,98	1,00	Rp237.000,-	Rp455.040.000,-
4	Vibrator Roller	73,04	8	584,32	78.328,69	240	326,37	0,56	1,00	Rp325.000,-	Rp624.000.000,-
C Timbunan Random (Zona 3)											Rp17.260.800.000,-
1	Excavator PC200	41,85	8	334,80	597.999,53	240	2.491,66	7,44	8,00	Rp295.000,-	Rp4.531.200.000,-
2	Dump Truck Kap. 16 m3	21,08	8	168,61	597.999,53	240	2.491,66	14,78	15,00	Rp250.000,-	Rp7.200.000.000,-
3	Bulldozer D65PX	79,26	8	634,05	597.999,53	240	2.491,66	3,93	4,00	Rp395.000,-	Rp3.033.600.000,-
4	Vibrator Roller	79,26	8	634,05	597.999,53	240	2.491,66	3,93	4,00	Rp325.000,-	Rp2.496.000.000,-
D Timbunan Batu (Zona 4)											Rp18.499.200.000,-
1	Excavator PC200	41,85	8	334,80	615.427,18	240	2.564,28	7,66	8,00	Rp295.000,-	Rp4.531.200.000,-
2	Dump Truck Kap. 16 m3	21,08	8	168,61	615.427,18	240	2.564,28	15,21	16,00	Rp250.000,-	Rp7.680.000.000,-
3	Bulldozer D65PX	65,21	8	521,66	615.427,18	240	2.564,28	4,92	5,00	Rp395.000,-	Rp3.792.000.000,-
4	Vibrator Roller	104,58	8	836,64	615.427,18	240	2.564,28	3,06	4,00	Rp325.000,-	Rp2.496.000.000,-
E Timbunan Rip-Rap (Zona 5)											Rp4.358.400.000,-
1	Excavator PC200	34,00	8	272,03	69.079,88	240	287,83	1,06	2,00	Rp295.000,-	Rp1.132.800.000,-
2	Dump Truck Kap. 16 m3	20,00	8	159,96	69.079,88	240	287,83	1,80	2,00	Rp250.000,-	Rp960.000.000,-
3	Excavator PC200	11,11	8	88,88	69.079,88	240	287,83	3,24	4,00	Rp295.000,-	Rp2.265.600.000,-
Nilai Total Biaya Pekerjaan Timbunan Sebelum dilakukan Cash Proram											Rp47.452.800.000,-

**Tabel 4. Kebutuhan jumlah alat dan total biaya setelah crash program
(Alternatif 1)**

No	Alat Berat	Prod / jam	Waktu Kerja (jam)	Prod / Hari (m3)	Target Prod / Hari (m3)	Jumlah Alat	Alat yang dipakai (Unit)	Volume (m3)	Waktu (hari)	Waktu Selesai (hari)	Harga Satuan / jam	Total
		(a)	(b)	(c=a*b)	(d)	(e=d/c)	(f=e)	(g)	(h=g/d)	(k=max j)	(l)	(m=b*i*k*1)
A Timbunan Inti/Clay (Zona 1)												Rp5.418.768.000,-
1	Excavator PC200	33,04	12	396,47	1.129,46	2,85	3	170.772,47	152	158	Rp295.000,-	Rp1.677.960.000,-
2	Dump Truck Kap. 7 m3	8,78	12	105,31	1.129,46	10,73	11	170.772,47	152	158	Rp78.000,-	Rp1.626.768.000,-
3	Bulldozer D65PX	92,47	12	1.109,59	1.129,46	1,02	2	170.772,47	152	158	Rp395.000,-	Rp1.497.840.000,-
4	Sheep Foot Roller	94,12	12	1.129,46	1.129,46	1,00	1	170.772,47	152	158	Rp325.000,-	Rp616.200.000,-
B Timbunan Filter Halus (Zona 2)												Rp4.055.544.000,-
1	Excavator PC200	45,90	12	550,80	876,48	1,59	2	78.328,69	90	158	Rp295.000,-	Rp1.118.640.000,-
2	Dump Truck Kap. 16 m3	26,08	12	312,93	876,48	2,80	3	78.328,69	90	158	Rp250.000,-	Rp1.422.000.000,-
3	Bulldozer D31PX	41,60	12	499,18	876,48	1,76	2	78.328,69	90	158	Rp237.000,-	Rp898.704.000,-
4	Vibrator Roller	73,04	12	876,48	876,48	1,00	1	78.328,69	90	158	Rp325.000,-	Rp616.200.000,-
C Timbunan Random (Zona 3)												Rp17.519.040.000,-
1	Excavator PC200	41,85	12	502,20	3.804,31	7,58	8	597.999,53	158	158	Rp295.000,-	Rp4.474.560.000,-
2	Dump Truck Kap. 16 m3	21,08	12	252,91	3.804,31	15,04	16	597.999,53	158	158	Rp250.000,-	Rp7.584.000.000,-
3	Bulldozer D65PX	79,26	12	951,08	3.804,31	4,00	4	597.999,53	158	158	Rp395.000,-	Rp2.995.680.000,-
4	Vibrator Roller	79,26	12	951,08	3.804,31	4,00	4	597.999,53	158	158	Rp325.000,-	Rp2.464.800.000,-
D Timbunan Batu (Zona 4)												Rp22.780.440.000,-
1	Excavator PC200	41,85	12	502,20	5.019,84	10,00	10	615.427,18	123	158	Rp295.000,-	Rp5.593.200.000,-
2	Dump Truck Kap. 16 m3	21,08	12	252,91	5.019,84	19,85	20	615.427,18	123	158	Rp250.000,-	Rp9.480.000.000,-
3	Bulldozer D65PX	65,21	12	782,49	5.019,84	6,42	7	615.427,18	123	158	Rp395.000,-	Rp5.242.440.000,-
4	Vibrator Roller	104,58	12	1.254,96	5.019,84	4,00	4	615.427,18	123	158	Rp325.000,-	Rp2.464.800.000,-
E Timbunan Rip-Rap (Zona 5)												Rp4.777.920.000,-
1	Excavator PC200	34,00	12	408,04	533,31	1,31	2	69.079,88	130	158	Rp295.000,-	Rp1.118.640.000,-

No	Alat Berat	Prod / jam	Waktu Kerja (jam)	Prod / Hari (m3)	Target Prod / Hari (m3)	Jumlah Alat	Alat yang dipakai (Unit)	Volume (m3)	Waktu (hari)	Waktu Selesai (hari)	Harga Satuan / jam	Total
		(a)	(b)	(c=a*b)	(d)	(e=d/c)	(f=e)	(g)	(h=g/d)	(k=max j)	(l)	(m=b*i*k*1)
2	Dump Truck Kap. 16 m ³	20,00	12	239,94	533,31	2,22	3	69.079,88	130	158	Rp250.000,-	Rp1.422.000.000,-
3	Excavator PC200	11,11	12	133,33	533,31	4,00	4	69.079,88	130	158	Rp295.000,-	Rp2.237.280.000,-
Nilai Total Timbunan Crash Program Alternatif 1												Rp54.551.712.000,-

Tabel 5. Kebutuhan jumlah alat dan total biaya setelah crash program (Alternatif 2)

No	Alat Berat	Prod / jam	Waktu Kerja (jam)	Prod / Hari (m3)	Target Prod / Hari (m3)	Jumlah Alat	Alat yang dipakai (Unit)	Volume (m3)	Waktu (hari)	Waktu Selesai (hari)	Harga Satuan / jam	Total
		(a)	(b)	(c=a*b)	(d)	(e=d/c)	(f=e)	(g)	(h=g/d)	(k=max j)	(l)	(m=b*i*k*1)
A Timbunan Inti/Clay (Zona 1)												Rp5.155.224.000,-
1	Excavator PC200	33,04	8	264,32	1.129,46	4,27	5	170772,47	152	158	Rp295.000,-	Rp1.864.400.000,-
2	Dump Truck Kap. 7 m ³	8,78	8	70,21	1.129,46	16,09	17	170772,47	152	158	Rp78.000,-	Rp1.676.064.000,-
3	Bulldozer D65PX	92,47	8	739,73	1.129,46	1,53	2	170772,47	152	158	Rp395.000,-	Rp998.560.000,-
4	Sheep Foot Roller	94,12	12	1.129,46	1.129,46	1,00	1	170772,47	152	158	Rp325.000,-	Rp616.200.000,-
B Timbunan Filter Halus (Zona 2)												Rp4.213.544.000,-
1	Excavator PC200	45,90	8	367,20	876,48	2,39	3	78.328,69	90	158	Rp295.000,-	Rp1.118.640.000,-
2	Dump Truck Kap. 16 m ³	26,08	8	208,62	876,48	4,20	5	78.328,69	90	158	Rp250.000,-	Rp1.580.000.000,-
3	Bulldozer D31PX	41,60	8	332,79	876,48	2,63	3	78.328,69	90	158	Rp237.000,-	Rp898.704.000,-
4	Vibrator Roller	73,04	12	876,48	876,48	1,00	1	78.328,69	90	158	Rp325.000,-	Rp616.200.000,-
C Timbunan Random (Zona 3)												Rp17.203.040.000,-
1	Excavator PC200	41,85	8	334,80	3.804,31	11,36	12	597999,53	158	158	Rp295.000,-	Rp4.474.560.000,-
2	Dump Truck Kap. 16 m ³	21,08	8	168,61	3.804,31	22,56	23	597999,53	158	158	Rp250.000,-	Rp7.268.000.000,-
3	Bulldozer D65PX	79,26	8	634,05	3.804,31	6,00	6	597999,53	158	158	Rp395.000,-	Rp2.995.680.000,-
4	Vibrator Roller	79,26	12	951,08	3.804,31	4,00	4	597999,53	158	158	Rp325.000,-	Rp2.464.800.000,-
D Timbunan Batu (Zona 4)												Rp22.530.800.000,-
1	Excavator PC200	41,85	8	334,80	5.019,84	14,99	15	615427,18	123	158	Rp295.000,-	Rp5.593.200.000,-
2	Dump Truck Kap. 16 m ³	21,08	8	168,61	5.019,84	29,77	30	615427,18	123	158	Rp250.000,-	Rp9.480.000.000,-

No	Alat Berat	Prod / jam	Waktu Kerja (jam)	Prod / Hari (m3)	Target Prod / Hari (m3)	Jumlah Alat	Alat yang dipakai (Unit)	Volume (m3)	Waktu (hari)	Waktu Selesai (hari)	Harga Satuan / jam	Total
		(a)	(b)	(c=a*b)	(d)	(e=d/c)	(f=e)	(g)	(h=g/d)	(k=m ax j)	(l)	(m=b*i*k*1)
3	Bulldozer D65PX	65,21	8	521,66	5.019,84	9,62	10	615427,18	123	158	Rp395.000,-	Rp4.992.800.000,-
4	Vibrator Roller	104,58	12	1254,96	5.019,84	4,00	4	615427,18	123	158	Rp325.000,-	Rp2.464.800.000,-
E	Timbunan Rip-Rap (Zona 5)											Rp4.247.040.000,-
1	Excavator PC200	34,00	8	272,03	533,31	1,96	2	69.079,88	130	158	Rp295.000,-	Rp745.760.000,-
2	Dump Truck Kap. 16 m3	20,00	8	159,96	533,31	3,33	4	69.079,88	130	158	Rp250.000,-	Rp1.264.000.000,-
3	Excavator PC200	11,11	12	133,33	533,31	4,00	4	69.079,88	130	158	Rp295.000,-	Rp2.237.280.000,-
											Nilai Total Timbunan Cash Program Alt .2	Rp53.349.648.000,-

Analisa Waktu Pelaksanaan

Analisa yang digunakan yaitu merekap durasi pekerjaan menggunakan kurva s, berikut kondisi sebelum dan sesudah crash program. Berikut adalah hasil analisa penjadwalan untuk pekerjaan timbunan bendungan utama pada proyek pembangunan bendungan bendo akibat kondisi normal dan kondisi alternatif 1 dan 2

Tabel 6. Durasi kondisi normal

No	Item Pekerjaan	Durasi (hari)
	Pekerjaan Timbunan	240
1	Timbunan Inti (Zona 1), dari Borrow Area	240
2	Timbunan Batu (Zona 4) dari Quarry	236
3	Timbunan Rip-rap (Zona 5) - material mendatangkan	233
4	Timbunan Random (Zona 3), dari Quarry	238
5	Timbunan Filter Halus (Zona 2), material mendatangkan	239

Tabel 7. Kondisi setelah di crash program (alternatif 1 dan 2)

No	Item Pekerjaan	Durasi (hari)
	Pekerjaan Timbunan	158
1	Timbunan Inti (Zona 1), dari Borrow Area	155
2	Timbunan Batu (Zona 4) dari Quarry	154
3	Timbunan Rip-rap (Zona 5) - material mendatangkan	151
4	Timbunan Random (Zona 3), dari Quarry	156
5	Timbunan Filter Halus (Zona 2), material mendatangkan	155

Rekomendasi

Berdasarkan hasil analisis, diperoleh hasil bahwa sebelum dilakukannya crash program (kondisi normal) dengan durasi pekerjaan 240 hari membutuhkan biaya sebesar Rp47.452.800.000,-. Setelah dilakukan crash program, durasi penyelesaian pekerjaan menjadi 158 hari, dengan 2 (dua) alternatif pilihan biaya pekerjaan, yaitu untuk alternatif 1 (satu) membutuhkan biaya sebesar Rp. 54.551.712.000,- dengan penambahan jam kerja

alat menjadi 12 (dua belas) jam dalam 1 (satu) hari pada semua alat berat yang digunakan, sedangkan alternatif 2 (dua) membutuhkan biaya sebesar Rp. 53.349.648.000,- dengan penambahan jam kerja alat menjadi 12 (dua belas) jam dalam 1 (satu) hari hanya pada alat pemadat zona 1,2,3, dan 4 serta alat pemasang pada zona 5.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

1. Perbandingan biaya dan waktu sebelum dan sesudah dilakukan crash program pada pekerjaan bendungan utama di Proyek Pembangunan Bendungan Bendo di Kabupaten Ponorogo dapat disimpulkan bahwa crash program dengan penambahan jam kerja alat berat yang digunakan dapat memberi keuntungan dari segi waktu lebih cepat 82 hari atau setara dengan \pm 3 bulan, akan tetapi menimbulkan penambahan biaya sebesar 12% sd. 15% dari biaya semula. Untuk alternatif 1 dengan penambahan jam kerja pada seluruh alat berat membutuhkan biaya sebesar Rp54.551.712.000,- atau dengan kenaikan biaya sebesar Rp7.098.912.000,- dari biaya semula, sedangkan alternatif 2 dengan penambahan jam kerja pada alat pemadat dan penata membutuhkan biaya sebesar Rp53.349.648.000,- atau dengan kenaikan biaya sebesar Rp5.896.848.000,- dari biaya semula.
2. Perbandingan jadwal pelaksanaan pekerjaan sebelum dan sesudah dilakukan crash program

pada pekerjaan timbunan bendungan utama di Proyek Pembangunan Bendungan Bendo di Kabupaten Ponorogo yaitu dengan waktu pelaksanaan sebelum dilakukan crash program yaitu selama 240 hari atau setara \pm 8 bulan, dan setelah dilakukan crash program yaitu selama 158 hari atau setara \pm 5 bulan, sehingga menghasilkan selisih waktu penyelesaian selama 82 hari atau setara 3 bulan lebih cepat dari rencana awal.

Saran

Adapun saran untuk penyempurnaan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dalam melakukan perhitungan, diperlukan ketelitian dan inovasi-inovasi yang lebih agar dapat membuat lebih banyak alternatif perhitungan jika ingin mendapatkan lebih banyak hasil untuk dipertimbangkan.
2. Penggunaan metode crash program dengan menambah produktivitas alat berat dapat diterapkan, akan tetapi disarankan menggunakan software pendukung untuk hasil yang lebih optimal sebagai upaya untuk menghindari keterlambatan penyelesaian pekerjaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus B Siswanto, dkk. 2019. *Manajemen Proyek*. Yogyakarta : Pilar Nusantara
- Badan Standardisasi Nasional. (2015). SNI 8062:2015 Tata Cara Desain Tubuh Bendungan Tipe Urugan. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Ervianto, Wulfram I. (2004). *Teori Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi*,

- Yogyakarta : CV. Andi offset
- Husen Abrar. (2009). Manajemen Proyek :
Perencanaan, penjadwalan dan
pengendalian proyek. Yogyakarta :
Penerbit Andi
- Kerzner, Harold.2006. *Project Management*.
New Jersey : Inc. Ninth Edition
- Purnomo, Fadjar dan Suhariyanto. (2012),
Modul Ajar Pemindahan Tanah Mekanis,
Malang, Politeknik Neeri Malang.
- Rostiyanti, Susy Fatena. (2008), Alat Berat
Untuk Proyek Konstruksi. Cetakan II .
Jakarta: Rineka Cipta.
- Rochmanhadi (1982). Alat-alat Berat dan
Penggunaannya, Departemen Pekerjaan
Umum, Jakarta.
- Siswanto, A.B., Purwantini, P., Dwiyanoro, R.,
(2022), Analisis Perbandingan Metode
Kerja Konvensional dan Alat Berat untuk
Pekerjaan Galian Timbunan (Studi
Kasus : Proyek Embung Kenduren
Kabupaten Demak), Jurnal Teknik Sipil,
15(1), 1-6
- Sosrodaryono, Suyono. (1977). Bendungan
Type Urugan. Jakarta: PT Pradnya
Paramita.
- Telaumbanua, T.A., 2017, Perencanaan Waktu
Penyelesaian Proyek Toko Modisland
Manado dengan Metode CPM, Jurnal
Sipil Statik, 5(8), pp. 549-557.