

PERCEPATAN PROYEK UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI WAKTU DAN BIAYA DENGAN MENGGUNAKAN METODE CRASHING (STUDI KASUS : RUMAH POMPA BULAK,SURABAYA)

Gilang Wahyu Candrika Cendana¹⁾, , Wisnu Abiarto Nugroho²⁾, Rizki Astri Apriliani³⁾

¹⁾Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Dr. Soetomo,
Surabaya, Indonesia

Email: gilangwahyu244@gmail.com

²⁾ Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Dr. Soetomo
Surabaya, Indonesia

Email: wisnu.abiarto@gmail.com

³⁾Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Dr. Soetomo
Surabaya, Indonesia

Email: rizki.apriliani@unitomo.ac.id

Abstract

Surabaya, as the second largest metropolitan city after Jakarta, faces flood problems due to rapid growth and land use change. The Surabaya City Government is trying to prevent this by building 75 pump houses. One of them is the Bulak Pump House project. However, the project experienced obstacles and delays due to factors such as resource quality and material availability. The completion rate of this project still reaches 65% from what should have reached 80-90%, action is needed to overcome these problems. One of them is by evaluating the acceleration scheduling using the acceleration (crashing) method. This study aims to analyze the cost and time of implementation of the Bulak pump house project before and after the efficiency is carried out using the crashing method. The data needed in this study are primary data in the form of interview and observation results, as well as secondary data in the form of time schedules and draft cost budgets (RAB). Then an analysis is carried out to find out the time and cost due to acceleration/crashing, then a comparison of time and cost before and after efficiency can be found with the crashing method. After rescheduling using Microsoft Project, there are 10 jobs that can be accelerated, in this scheduling it can be done with 3 accelerations, namely the addition of working hours (overtime), work shifts, and additional workforce. Each of the 3 ways of acceleration was obtained as a result of increasing working hours from 372 days to 301 days at a cost of 79,063,110.71, accelerating work shifts from 372 to 198 days at a cost of 69,550,000.02, accelerating the addition of 25% of the workforce from 372 to 335 at a cost of 26,412,285.73.

Keywords: project acceleration, *crashing* method, overtime, *Microsoft Excel*, *Microsoft Project*

Abstrak

Surabaya sebagai kota metropolitan terbesar kedua setelah Jakarta, menghadapi masalah banjir akibat pertumbuhan pesat dan perubahan fungsi lahan. Pemerintah Kota Surabaya berusaha mencegahnya dengan pembangunan 75 rumah pompa. Salah satunya adalah proyek Rumah Pompa Bulak. Namun, proyek ini mengalami kendala dan keterlambatan karena faktor seperti kualitas sumber daya dan ketersediaan material. Tingkat penyelesaian proyek ini masih mencapai 65% dari yang seharusnya mencapai 80-90%, diperlukan tindakan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Salah satunya adalah dengan evaluasi penjadwalan percepatan dengan menggunakan metode percepatan (*crashing*). Studi ini bertujuan untuk menganalisis biaya dan waktu pelaksanaan proyek rumah pompa Bulak sebelum dan sesudah dilakukan efisiensi dengan metode *crashing*. Data yang dibutuhkan dalam dalam penelitian ini adalah data primer berupa hasil wawancara dan observasi, serta data sekunder berupa *time schedule* dan rancangan anggaran biaya (RAB). Kemudian dilakukan analisis untuk mengetahui waktu dan biaya akibat percepatan/*crashing*, selanjutnya dapat dicari perbandingan waktu dan biaya sebelum dan sesudah dilakukan efisiensi dengan metode *crashing*. Setelah di lakukan penjadwalan ulang menggunakan *microsoft project* terdapat 10 pekerjaan yang bisa di lakukan percepatan, pada penjadwalan tersebut bisa di lakukan dengan 3 percepatan yaitu penambahan jam kerja (lembur), *shift* kerja, dan penambahan tenaga kerja. Masing – masing dari 3 cara percepatan tersebut di dapatkan hasil penambahan jam kerja dari 372 hari menjadi 301 hari dengan biaya sebanyak 79.063.110,71, percepatan Shift kerja dari 372 menjadi 198 hari dengan biaya sebanyak 69.550.000,02, percepatan Penambahan tenaga kerja 25% dari 372 menjadi 335 dengan biaya sebanyak 26.412.285,73.

Kata kunci: percepatan proyek, metode *crashing*, jam lembur, *microsoft excel*, *Microsoft project*.

PENDAHULUAN

Surabaya merupakan kota metropolitan terbesar kedua setelah Kota Jakarta. Surabaya mengalami perkembangan pesat, dibuktikan dengan peningkatan pertumbuhan penduduk dan perubahan peruntukan lahan yang semula digunakan untuk lahan resapan, sekarang dialih fungsikan menjadi pemukiman sehingga lahan resapan menjadi berkurang. Akibatnya limpasan air hujan mengalir ke permukaan dan pemukiman warga. Hal tersebut menyebabkan Surabaya menjadi salah satu kota dengan tingkat luapan air atau banjir yang tinggi. Oleh karena itu,

diperlukan rumah pompa sebagai pengelola, pengembangan, dan pengendalian sistem drainase yang terhubung dengan sungai untuk mengatur debit luapan air saat musim hujan agar luapan air dapat dikendalikan. Berdasarkan data dari liputan6.com tahun 2023, Pemerintah Kota Surabaya telah mengupayakan untuk memiliki 75 rumah pompa sebagai salah satu upaya mencegah genangan air saat terjadi hujan. Setiap titik memiliki fungsinya masing-masing. Diharapkan pembangunan rumah pompa tersebut sesuai dengan yang telah direncanakan. Namun, kenyataannya terdapat beberapa hambatan yang

menyebabkan pembangunan rumah pompa tersebut tidak dapat diselesaikan sesuai dengan perencanaan awal. Pembuatan rencana suatu proyek konstruksi selalu mengacu pada perkiraan yang ada pada saat rencana pembangunan tersebut dibuat, karena itu masalah dapat timbul apabila ada ketidaksesuaian antara rencana yang telah dibuat dengan kenyataan yang sebenarnya (Kharina & Sambowo, 2019).

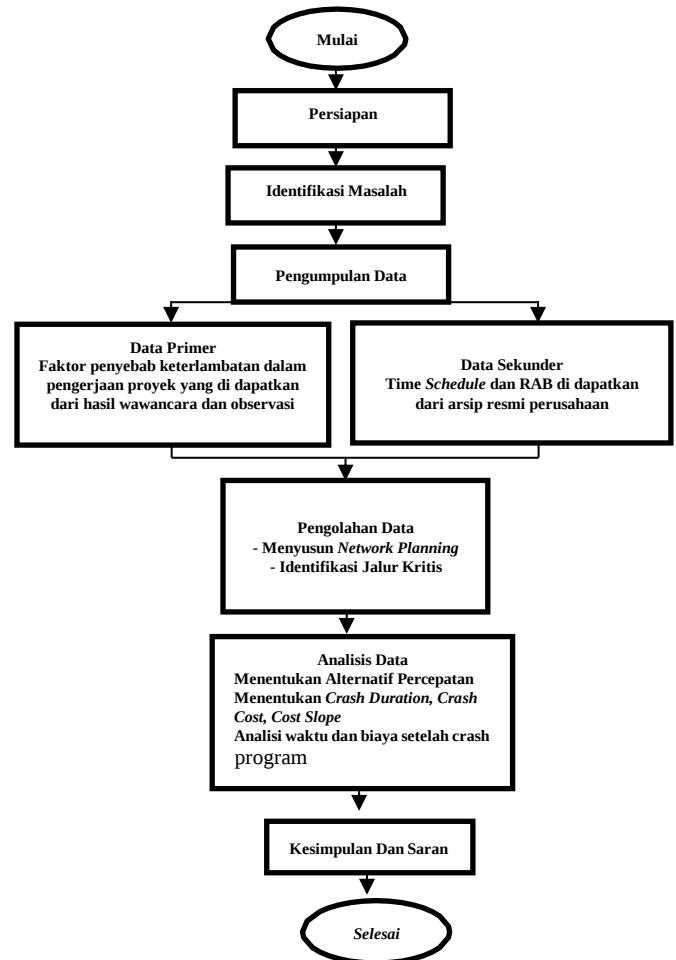
Faktor-faktor yang mempengaruhi keterlambatan penyelesaian rumah pompa tersebut antara lain kualitas dan kuantitas sumber daya yang digunakan, ketersediaan material, kondisi alam, letak geografis dan faktor-faktor lain yang menghambat penyelesaian pembangunan rumah pompa tersebut. Faktor-faktor ini tentu saja akan berpengaruh pada kecepatan penyelesaian dan kemajuan proyek. Selain itu, faktor-faktor tersebut juga dapat memberikan pengaruh terhadap produktivitas, kinerja, kualitas dan biaya dalam proyek tersebut.

Salah satu proyek pembangunan rumah pompa yang dilakukan Pemerintah Kota Surabaya terdapat di daerah Surabaya Utara tepatnya di Jalan Pantai Kenjeran, Kecamatan Kenjeran. Rumah pompa ini dibangun dengan panjang 82m, lebar 8,5m, dan tinggi 6m. Namun, saat ini, pembangunan proyek tersebut mengalami masalah yaitu kemunduran waktu penyelesaian. Seharusnya, pada saat ini, proyek telah mencapai tahap akhir pengerjaan dimana tingkat penyelesaian pembangunan proyek seharusnya telah mencapai 80-90%. Namun, karena terdapat beberapa masalah yang timbul, maka tingkat penyelesaian pembangunan proyek saat ini hanya mencapai 65%. Pada tingkat penyelesaian ini, pengerjaan proyek berada di tahap plester dinding, pengecatan, pemasangan panel-panel, dan pemasangan pipa banjir.

Apabila dilakukan percepatan proyek, maka hal tersebut akan menyebabkan perubahan rencana jadwal pelaksanaan pengerjaan proyek yang secara langsung berpengaruh pada biaya pelaksanaan. Pengaruh pada biaya ini sering kali dilupakan, sehingga sering terjadi pembengkakan biaya dalam percepatan durasi suatu proyek. Selain itu, sering terjadi percepatan durasi suatu proyek tanpa mempertimbangkan jenis kegiatan dan kompleksitas pekerjaan, sehingga penjadwalan proyek tidak efisien dan terkadang tidak realistis.

Maka penelitian ini membahas bagaimana cara mengatasi keterlambatan proyek dengan melakukan evaluasi penjadwalan percepatan dengan menggunakan metode percepatan (*crashing*), dengan itu dilakukan perbandingan selisih durasi dan biaya pelaksanaan antara jadwal awal dengan alternatif percepatan agar tidak terjadi kemunduran waktu yang berlebihan dan pemborosan biaya pelaksanaan.

Metode Penelitian



Sumber : Hasil Analisa (2024)

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Proyek yang ditinjau penelitian ini adalah Proyek Pembangunan Rumah Pompa Bulak, dengan

Nama Proyek : Bangunan Khusus (Pembangunan Rumah Pompa Bulak)

Nilai Pekerjaan : ± Rp.15.404.497.130,00

Waktu Pelaksanaan : 142 Hari

Tabel 1 Rekapitulasi jalur kritis

Kode	Uraian Pekerjaan	Vol.	Sat	Harga Satuan	Jumlah	Durasi Normal (Hari)
D	Uitzet dengan alat ukur optis	1,00	Hr	803.250,00	803.250,00	24
E	Penggalian tanah dengan alat berat	3.717,84	M3	48.430,73	273.839.426,83	30
G	Pengangkutan Tanah Keluar Proyek	3.717,84	M3	35.795,03	306.753.699,59	48
Q	Pemasangan Trucuk Bambu dia. 10-12 cm ; Pj. 1,5 m	317,00	Btg	53.809,60	17.165.262,40	42
U	Pek. Balok B0 Rumah	0,84	M3	5.125.432,32	4.305.363,15	42

	Pompa 35 x 60 fc' 30 Mpa					
Y	Pek. Pelat Lantai Rumah Pompa T=20 cm fc' 30 Mpa	31,47	M3	8.001.444,92	251.805.471, 52	36
AI	Pemasang an Kolom Baja Profil H Beam 300.300.10 .15	6.128,80	Kg	36.731,14	238.928.693, 45	30
AJ	Pemasang an Balok Baja Profil WF 300.150.6. 5.9	2.943,34	Kg	36.731,14	139.049.755, 75	30
AK	Pemasang an Balok Baja Profil WF 400.200.8. 13	422,40	Kg	36.731,14	15.515.231,8 5	30
AL	Pemasang an Jalur Rel Baja Profil H Beam 200.200.8. 12	928,45	Kg	36.731,14	34.091.636,5 7	30
AM	Pemasang an Trekstang Sagrod M12	38,41	M1	75.300,00	3.478.860,00	30

Sumber : Hasil Pengolahan Data (2024)

Mempersingkat kurun waktu penyelesaian proyek (Crashing : Time and Cost Trade Off).

Alasan mengapa perlu diadakannya percepatan proyek adalah terjadinya keterlambatan dan atau proyek tersebut harus segera diselesaikan sesuai kontrak yang telah disepakati. Berikut cara-cara untuk mempercepat proyek:

- Menambah kerja (lembur)
- Menambah jumlah pekerja
- Menggunakan *shift*

Crashing dengan Penambahan Jam Kerja (Lembur).

Dalam perhitungan *crashing* dengan alternatif penambahan jam kerja (lembur) dilakukan pada kegiatan jalur kritis. Berikut salah satu contoh perhitungan *crash duration* Pengangkutan tanah keluar proyek

$$\begin{aligned} \text{Prod Harian} &= \text{Volume} \div \text{Durasi Normal (1)} \\ &= 3.717,84 \text{ m}^3 \div 48 \\ &= 77,455 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produktiv/Jam} &= \text{Prod Harian} \div \text{Jam Kerja Normal} \\ &= 77,455 \div 8 \\ &= 9,68 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Prod. kerja sebesar 70% mengacu pada penelitian (Faradila & Adwayah, 2021)(8 Jam Durasi Kerja)

$$\begin{aligned} \text{Prod. sesudah crashing} &= (\text{Jam kerja per hari}) \\ &\quad \times \text{lembur} \times \text{Prod. Per jam} \times \% \\ &= 77,455 + (3 \times 9,68 \times 70\%) \\ &= 97,79 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Crash Duration} &= \text{Volume} \div \text{Prod sesudah Crash} \\ &= 3.171,84 \text{ m}^2 \div 97,79 \text{ /hari} \end{aligned}$$

$$= 38 \text{ hari crash duration}$$

➤ Biaya Upah Tukang:

$$\text{Pekerja} = 182.500,00 / 8 \text{ jam} = 22.812,5$$

$$\text{Tukang} = 182.500,00 / 8 \text{ jam} = 22.812,5$$

$$\text{Kepala Tukang} = 185.000,00 / 8 \text{ jam} = 23.187,5$$

$$\text{Mandor} = 190.000,00 / 8 \text{ jam} = 23.812,5$$

➤ Biaya Lembur

$$\begin{aligned} \text{Jenis Pekerja} &= \text{Jumlah Pekerja} [(1,5 \text{ gaji} \\ &\quad 1 \text{ jam upah normal}) + (2 \times 2 \\ &\quad \times \text{gaji 1 jam upah normal})] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= 15 \times ((\text{Rp. } 22.812,5 \times 1,5) \\ &\quad + (\text{Rp. } 22.812,5 \times 2 \times 2)) \\ &= \text{Rp. } 1.882.031,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= 1 \times ((\text{Rp. } 23.812,5 \times 1,5) \\ &\quad + (\text{Rp. } 23.812,5 \times 2 \times 2)) \\ &= \text{Rp. } 130.970,00 \end{aligned}$$

$$\text{Total Biaya lembur} = \text{Rp. } 1.882.031,00$$

$$+ \text{Rp. } 130.970,00$$

$$= \text{Rp. } 2.013.001$$

$$\begin{aligned} \text{Crash Cost} &= \text{Biaya pekerjaan} + (\text{Total biaya} \\ &\quad \text{lembur} \times \text{Crash Duration}) \quad (2.) \\ &= \text{Rp. } 139.049.755,75 + \\ &\quad (\text{Rp. } 2.013.146 \times 24) \\ &= \text{Rp. } 187.361.779,8 \end{aligned}$$

Cost slope merupakan biaya langsung untuk menyelesaikan aktivitas pada kondisi waktu terpendek dalam satuan waktu terkecil yang di tentukan.

Contoh perhitungan *cost slope* pada pekerjaan Pengangkutan

Tanah Keluar Proyek: (3.)

$$\begin{aligned} \text{Cost slope} &= \frac{\text{crash cost} - \text{normal cost}}{\text{durasi normal} - \text{crash duration}} = \\ &= \frac{383.247.737,6 - 306.753.699,59}{48 - 38} \\ &= \text{Rp. } 7.649.403,801 \end{aligned}$$

Tabel 2 Hasil Perhitungan *Cost Slope* pada Alternatif Penambahan Jam Kerja (Lembur).

No	Uraian pekerjaan	Durasi Normal (Hari)	Normal cost	Crash Duration (Hari)	Crash cost	Cost slope
D	Uitzet dengan alat ukur optis	24	Rp.803.250,00	24	-	-
E	Penggalian tanah dengan alat berat	30	Rp.273.839.426,83	24	322.151.450,8	8.052.003,995
G	Pengangkutan Tanah Keluar Proyek	48	Rp.306.753.699,59	38	383.247.737,6	7.649.403,801
Q	Pemasangan Trucuk Bambu dia. 10-12 cm ; Pj. 1.5 m	42	Rp.17.165.262,40	33	83.594.295,4	7.381.003,667
U	Pek. Balok B0 Rumah Pompa 35 x 60 fc' 30 Mpa	42	Rp.4.305.363,15	33	70.734.396,15	7.381.003,667
Y	Pek. Pelat Lantai Rumah Pompa T=20 cm fc' 30 Mpa	36	Rp.251.805.471,52	29	310.182.500,5	8.339.575,569
AI	Pemasangan Kolom Baja Profil H Beam 300.300.10.15	30	Rp.238.928.693,45	24	287.240.717,5	8.052.004,008
AJ	Pemasangan Balok Baja Profil WF 300.150.65.9	30	Rp.139.049.755,75	24	187.361.779,8	8.052.004,008
AK	- Pemasangan Balok Baja Profil WF 400.200.81.13	30	Rp.15.515.231,85	24	63.827.255,85	8.052.004

AL	- Pemasangan Jalur Rel Baja Profil H Beam 200.200.81.12	30	Rp.34.091.636,57	24	82.403.660,57	8.052.004
AM	Pemasangan Trekstang Sagrod M12	30	Rp.3.478.860,00	24	51.790.884	8.052.004
Total				301		79.063.010,71

Sumber : Hasil Pengolahan Data (2024)

Hasil dan perhitungan diatas dapat diketahui biaya proyek sebagai berikut

10% mengacu pada penelitian (Agung Saputro,2023)

- Keuntungan Kontraktor 10% = Total biaya x 10%
= Rp.15.404.497.130,00 x 10%
= Rp 1.540.449.713
- Rencana anggaran proyek
= Total biaya - keuntungan kontraktor sebesar 10%
= Rp.15.404.497.130,00 - Rp 1.540.449.713
= Rp 13.864.047.417
- Keuntungan kontraktor setelah percepatan
= Keuntungan Kontraktor 10% - Total Cost Slope
= Rp. 1.540.449.713 - Rp. 79.063.010,71
= Rp. 1.461.386.702,29
- Biaya proyek dengan penambahan tenaga kerja
= Rencana anggaran proyek - Total Cost Slope
= Rp. 13.864.047.417 + Rp. 79.063.010,71
= Rp. 13.943.101.427,71

Crashing dengan Penambahan Shift Kerja

Pekerjaan dipercepat dengan alternatif *shift* kerja dilakukan pada pekerjaan Pelat Lantai Rumah Pompa T=20 cm fc' 30 Mpa. Berikut ini adalah kegiatan jalur kritis yang dapat dijadwalkan ulang dengan alternatif shift kerja.

Berikut contoh pekerjaan pekerjaan Pelat Lantai Rumah Pompa T=20 cm fc' 30 Mpa untuk alternatif *shift* kerja

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas harian} &= \text{Volume} \div \text{Durasi Normal (4.)} \\ &= 31,47 \text{ m}^3 \div 36 \\ &= 0,87 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

2 shift mengacu pada penelitian (Agung Saputro,2023)

$$\text{Prod. sesudah crashing} = \text{prod. harian normal} \times \text{jumlah shift}$$

$$= 0,87 \times 2$$

$$= 1,75$$

$$\begin{aligned} \text{Crash Duration} &= \text{volume} \div \text{prod. sesudah crash} \\ &= 31,47 \text{ m}^3 \div 1,75 \\ &= 18 \text{ hari} \end{aligned}$$

Contoh perhitungan *crash cost* pekerjaan Pelat Lantai Rumah Pompa T=20 cm fc' 30 Mpa

$$\text{Pekerja} = 182.500,00 / 8 \text{ jam} = 22.812,5$$

$$\text{Tukang} = 182.500,00 / 8 \text{ jam} = 22.812,5$$

$$\text{Kepala Tukang} = 185.000,00 / 8 \text{ jam} = 23.187,5$$

$$\text{Mandor} = 190.000,00 / 8 \text{ jam} = 23.812,5$$

Shift Pertama Jumlah Pekerja Gaji Pekerja per hari



$$\text{Pekerja} = 15 \times \text{Rp. } 182.500,00 = \text{Rp. } 2.737.500,00$$

$$\text{Tukang} = 2 \times \text{Rp. } 182.500,00 = \text{Rp. } 365.000,00$$

$$\text{Kepala Tukang} = 1 \times \text{Rp. } 185.000,00 = \text{Rp. } 185.000,00$$

$$\text{Mandor} = 1 \times \text{Rp. } 190.000,00 = \text{Rp. } 190.000,00$$

➤ Shift Kedua Jumlah Pekerja Gaji Pekerja per hari

$$\text{Pekerja} = 15 \times \text{Rp. } 182.500,00 = \text{Rp. } 2.737.500,00$$

$$\text{Tukang} = 2 \times \text{Rp. } 182.500,00 = \text{Rp. } 365.000,00$$

$$\text{Kepala Tukang} = 1 \times \text{Rp. } 185.000,00 = \text{Rp. } 185.000,00$$

$$\text{Mandor} = 1 \times \text{Rp. } 190.000,00 = \text{Rp. } 190.000,00$$

➤ Total Biaya *shift* kerja

$$\begin{aligned} &= \text{Rp. } 2.737.500,00 + \text{Rp. } 365.000,00 + \text{Rp. } 185.000,00 + \\ &\text{Rp. } 190.000,00 + \text{Rp. } 2.737.500,00 + \text{Rp. } 365.000,00 + \\ &\text{Rp. } 185.000,00 + \text{Rp. } 190.000,00 = \text{Rp. } 6.955.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Crash Cost} &= \text{Biaya pekerjaan} + (\text{Total biaya} \\ &\text{shift kerja} \times \text{Crash Duration}) \end{aligned} \quad (5.)$$

$$= \text{Rp. } 251.805.471,52 + (\text{Rp. } 6.955.000 \times 18)$$

$$= \text{Rp. } 376.995.471,52$$

Contoh perhitungan *cost slope* pada pekerjaan Pek. Pelat Lantai Rumah Pompa T=20 cm fc' 30 Mpa

$$\text{Cost slope} = \frac{\text{crash cost} - \text{normal cost}}{\text{durasi normal} - \text{crash duration}} \quad (6.)$$

$$= \frac{376.995.471,52 - 251.805.471,52}{36 - 18}$$

$$= \text{Rp. } 6.954.999,9981$$

Tabel 3 Hasil Perhitungan *Cost Slope* pada Alternatif *shift* kerja

No	Uraian pekerjaan	Durasi Normal (hari)	Normal Cost	Crash duration (hari)	Crash cost	Cost slope
D	Uitzet dengan alat ukur optis	24	803.250,00	24	-	-
E	Penggalian tanah dengan alat berat	30	273.839.426,83	15	378.164.426,8	6.954.999,998
G	Pengangkutan Tanah Keluar Proyek	48	306.753.699,59	24	473.673.699,6	6.955.000
Q	Pemasangan Trucuk Bambu dia. 10-12 cm ; Pj. 1.5 m	42	17.165.262,40	21	163.220.262,4	6.955.000
U	Pek. Balok B0 Rumah Pompa 35 x 60 fc' 30 Mpa	42	4.305.363,15	21	150.360.363,2	6.955.000,002
Y	Pek. Pelat Lantai Rumah Pompa T=20 cm fc' 30 Mpa	36	251.805.471,52	18	376.995.471,5	6.954.999,999
AI	Pemasangan Kolom Baja Profil H Beam 300.300.10.15	30	238.928.693,45	15	343.253.693,5	6.955.000,003
AJ	Pemasangan Balok Baja Profil WF 300.150.6.5.9	30	139.049.755,75	15	24.3374.755,8	6.955.000,003
AK	- Pemasangan Balok Baja Profil WF 400.200.8.13	30	15.515.231,85	15	119.840.231,9	6.955.000,003
AL	- Pemasangan Jalur Rel Baja Profil H Beam 200.200.8.12	30	34.091.636,57	15	138.416.636,6	6.955.000,002
A M	Pemasangan Trekstang Sagrod M12	30	3.478.860,00	15	107.803.860	6.955.000
Total		372		198		69.550.000,01

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2024)

Hasil dari perhitungan di atas dapat diketahui biaya produk sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{a. Keuntungan Kontraktor } 10\% &= \text{Total biaya} - 10\% \\ &= \text{Rp } 15.404.497.130,00 - 10\% \end{aligned}$$

$$= \text{Rp. } 1.540.449.713$$

$$\begin{aligned} \text{b. Rencana anggaran proyek} \\ &= \text{Total biaya} - \text{keuntungan sebesar } 10\% \end{aligned}$$

$$= \text{Rp.}15.404.497.130,00 - \text{Rp.}1.540.449.713$$

$$= \text{Rp.}13.864.047.417.$$

- c. Keuntungan kontraktor setelah percepatan
= Keuntungan Kontraktor 10%-Total Cost Slope

$$= \text{Rp.}1.540.449.713 - \text{Rp.}69.550.000,01$$

$$= \text{Rp.}1.470.889.712,99$$

- d. Biaya proyek dengan *shift* kerja
= Rencana anggaran proyek + Total Cost Slope

$$= \text{Rp.}13.864.047.417 + \text{Rp.}69.550.000,01$$

$$= \text{Rp.}13.933.597.417,01$$

Crashing dengan Penambahan Tenaga Kerja

Percepatan dengan penambahan tenaga kerja dilakukan pada beberapa pekerjaan. Berikut ini adalah kegiatan jalur kritis yang dapat dijadwalkan ulang dengan alternatif penambahan tenaga kerja.

Berikut contoh pekerjaan Pek. Pelat Lantai Rumah Pompa T=20 cm fc' 30 Mpa untuk penambahan tenaga kerja

$$\text{Produktivitas Harian} = \text{Volume} \div \text{Durasi Normal} \quad (7.)$$

$$= 31,47 \text{ m}^3 \div 36$$

$$= 0,87 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Prod. sesudah *crashing* = Prod. Harian Normal x (total pekerja normal + Total penambahan 25%)/(total pekerja normal) (25% mengacu pada penelitian Agung Saputro,2023)

$$= 0,87 \times ((36 + 25\%)/36)$$

$$= 1,08 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Crash Duration (Hari)} = \text{Volume} \div \text{Prod. sesudah crash}$$

$$= 31,47 \text{ m}^3 \div 1,08 = 29,14 \text{ hari}$$

Contoh perhitungan *crash cost* pekerjaan Pemasangan Balok Baja Profil WF 300.150.6.5.9

$$\text{Pekerja} = 182.500,00$$

$$\text{Tukang} = 182.500,00$$

$$\text{Kepala Tukang} = 185.000,00$$

$$\text{Mandor} = 190.000,00$$

- Total penambahan upah = Jumlah penambahan Pekerja Gaji Pekerja per hari

$$\text{Pekerja} = 4 \times \text{Rp.}182.500,00 = \text{Rp.}730.000,00$$

$$\text{Tukang} = 2 \times \text{Rp.}182.500,00 = \text{Rp.}364.000,00$$

Total Biaya penambahan tenaga kerja :

$$= \text{Rp.}730.000,00 + \text{Rp.}364.000,00$$

$$= \text{Rp.}1.094.000$$

$$\text{Crash Cost} = \text{Biaya pekerjaan} + (\text{Total penambahan upah} \times \text{Crash Duration}) \quad (8.)$$

$$= \text{Rp.}251.805.471,52 + (\text{Rp.}1.094.000 \times 29)$$

$$= \text{Rp.}283.531.471,52$$

Contoh perhitungan *cost slope* pada Pek. Pelat Lantai Rumah Pompa T=20 cm fc' 30 Mpa Untuk penambahan tenaga kerja

$$\text{Cost slope} = \frac{\text{crash cost} - \text{normal cost}}{\text{durasi normal} - \text{crash duration}} = \quad (9.)$$

$$= \frac{283.531.471,52 - 251.805.471,52}{36 - 29}$$

$$= \text{Rp.}4.532.285,711$$

Tabel 4 Hasil Perhitungan Cost Slope pada Alternatif penambahan tenaga kerja

No	Uraian pekerjaan	Durasi Normal (hari)	Normal Cost	Crash duration (hari)	Crash cost	Cost slope
D	Uitzet dengan alat ukur optis	24	803.250,00	24		
E	Penggalian tanah dengan alat berat	30	273.839.426,83	30		
G	Pengangkutan Tanah Keluar Proyek	48	306.753.699,59	48		
Q	Pemasangan Trucuk Bambu dia. 10-12 cm ; Pj. 1.5 m	42	17.165.262,40	42		
U	Pek. Balok B0 Rumah Pompa 35 x 60 fc' 30 Mpa	42	4.305.363,15	42		
Y	Pek. Pelat Lantai Rumah Pompa T=20 cm fc' 30 Mpa	36	251.805.471,52	29	283.531.471,5	4532285,711
AI	Pemasangan Kolom Baja Profil H Beam 300.300.10.15	30	238.928.693,45	24	265.184.693,5	4376000,008
AJ	Pemasangan Balok Baja Profil WF 300.150.6.5.9	30	139.049.755,75	24	165.305.755,8	4376000,008
A K	- Pemasangan Balok Baja Profil WF 400.200.8.13	30	15.515.231,85	24	41.771.231,85	4376000
AL	- Pemasangan Jalur Rel Baja Profil H	30	34.091.636,57	24	60.347.636,57	4376000

Beam 200.200.8.12					
A M	Pemasangan Trekstang Sagrod M12	30	3.478.860,0 0	24	29.734.860 4376000
Total		372	335	26.412.2 85,73	

Hasil dari perhitungan di atas dapat di ketahui biaya proyek sebagai berikut :

Keuntungan Kontraktor 10%

= Total biaya - 10%

= Rp 15.404.497.130,00 -10%

= Rp. 1.540.449.713

Rencana anggaran proyek

= Total biaya - keuntungan kontraktor sebesar 10%

= Rp.15.404.497.130,00 - Rp 1.540.449.713

= Rp 13.864.047.417

Keuntungan Kontraktor setelah percepatan

Keuntungan Kontraktor 10 % - Total *cost slope*

= 1.540.449.713 – 26.412.285,73

= 1.514.037.428,27

Biaya Proyek dengan penambahan tenaga kerja

= Rencana anggaran proyek = total *cost slope*

= Rp. 13.864.047.417 + 26.412.285,73

= Rp.13.890.459.702,73

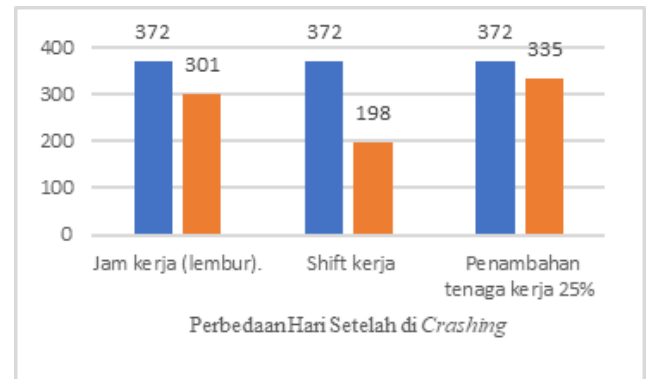
Setelah total *cost slope* semua alternatif di peroleh maka dapat di buat tabel rekapitulasi biaya

Tabel 5 Rekapitulasi Biaya pada Alternatif Percepatan

Alternatif Percepatan	Durasi		Total Cost Slope	Keuntungan		Total Cost
	Durasi Normal (Hari)	Crash Duration (Hari)		Kontraktor Sesudah Dipercepat	Biaya Proyek + Total Cost Slope	
Jam kerja (lembur).	372	301	79.063.010,71	1.461.386.702,29	15.483.560.231,71	
Shift kerja	372	198	69.550.000,02	1.470.889.712,99	15.474.047.130,01	
Penambahan tenaga kerja 25%	372	335	26.412.285,73	1.514.037.428,27	15.430.909.415,73	

yang di lakukan menghasilkan kenaikan pada biaya langsung dan penurunan pada keuntungan kontraktor. Selanjutnya hasil perhitungan biaya dapat di tampilkan ke dalam grafik hubungan biaya dengan alternatif percepatan sebagai berikut :

Gambar 1 Grafik Durasi Proyek Sebelum dan Sesudah *Crashing*



Sumber : Hasil Pengolahan (2024)

- Warna biru menunjukkan durasi awal proyek sebelum di lakukan percepatan.
- Warna orange menunjukkan durasi proyek sesudah di lakukan percepatan.

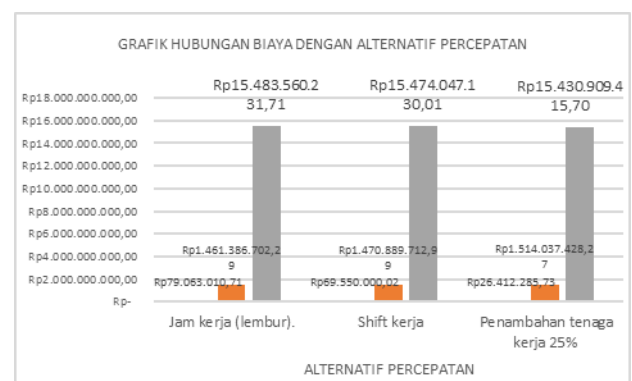
Terlihat pada diagram pada alternatif

Diagram biru menunjukkan durasi awal proyek dan diagram merah menunjukkan durasi waktu sesudah di *crashing*.

- Jam lembur kerja selisih 71hari pada alternatif
- shift kerja selisih 174 hari
- penambahan jam kerja yaitu selisih 37 hari

dengan masing – masing biaya terlihat pada tabel di bawahnya.

Gambar 2 Grafik Biaya Alternatif Percepatan



Sumber : Hasil Pengolahan (2024)

Dari perhitungan biaya yang di tampilkan pada semua alternatif percepatan dapat dilihat bahwa proses *crashing*

Sumber : Hasil Pengolahan (2024)

- Warna abu menunjukan total cost (biaya proyek +total cost slope)
- Warna Orange menunjukan keuntungan kontraktor setelah di lakukan percepatan
- Warna Biru Menunjukan total *cost slope*

Perbedaan biaya pada 3 alternatif ini yaitu :

➤ **Jam kerja (lembur)** :
Selisih total cost (biaya proyek + total cost slope dengan keuntungan kontraktor sesudah di percepat sebesar Rp.14.022.173.529,42 Selisih Keuntungan Kontraktor sesudah di percepat dengan cost slope sebesar Rp. 13.943.110.518,71

➤ **Shift kerja** :
Selisih total cost (biaya proyek + total cost slope dengan keuntungan kontraktor sesudah di percepat sebesar Rp.14.003.157.417,02 Selisih Keuntungan Kontraktor sesudah di percepat dengan cost slope sebesar Rp. 13.933.607.417

➤ **Penambahan Tenaga kerja (25%)** :
Selisih total cost (biaya proyek + total cost slope dengan keuntungan kontraktor sesudah di percepat sebesar Rp.13.916.871.987,43. Selisih Keuntungan Kontraktor sesudah di percepat dengan cost slope sebesar Rp.13.864.047.415,97

Penutup

1. Perbandingan Biaya sebelum dan sesudah di lakukan percepatan.

Proyek Rumah pompa bulak memiliki biaya total cost normal sebesar Rp 15.404.497.130,00 dan dilakukan percepatan menggunakan 3 alternatif yaitu:

Pada penambahan tenaga kerja, Hasil dari perhitungan di atas dapat di ketahui biaya proyek sebagai berikut :
Total Biaya proyek sebesar Rp 15.404.497.130,00 maka pada pekerjaan penambahan jam kerja (lembur) total percepatan yang di butuhkan biaya sebesar Rp. 79.063.010,71 maka hasilnya 15.3255.434.119,29

Total Biaya proyek sebesar Rp 15.404.497.130,00 maka pada pekerjaan dengan menggunakan shift kerja yang di butuhkan biaya sebesar Rp.69.550.000,02 maka 15.334.947.129,98

Total Biaya proyek sebesar Rp 15.404.497.130,00 maka pada pekerjaan dengan Penambahan tenaga kerja 25% yang di butuhkan biaya sebesar Rp. 26.412.285,73 maka hasilnya 15.378.084.844,28

2. Selisih dari berbagai pekerjaan

Terlihat pada diagram pada alternatif

➤ Jam lembur kerja selisih 71hari pada alternatif
➤ shift kerja selisih 174 hari
➤ penambahan jam kerja yaitu selisih 37 hari
dengan masing – masing biaya terlihat pada tabel di bawahnya.

Perbedaan biaya pada 3 alternatif ini yaitu :

➤ **Jam kerja (lembur)** :
Selisih total cost (biaya proyek + total cost slope dengan keuntungan kontraktor sesudah di percepat sebesar Rp.14.022.173.529,42

Selisih Keuntungan Kontraktor sesudah di percepat dengan cost slope sebesar Rp. 13.943.110.518,71

➤ **Shift kerja** :
Selisih total cost (biaya proyek + total cost slope dengan keuntungan kontraktor sesudah di percepat sebesar Rp.14.003.157.417,02 Selisih Keuntungan Kontraktor sesudah di percepat dengan cost slope sebesar Rp. 13.933.607.417

➤ **Penambahan Tenaga kerja (25%)** :
Selisih total cost (biaya proyek + total cost slope dengan keuntungan kontraktor sesudah di percepat sebesar Rp.13.916.871.987,43

Selisih Keuntungan Kontraktor sesudah di percepat dengan cost slope sebesar Rp.13.864.047.415,97

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan Terima Kasih kepada Rizki astri Aprilia,S.T.,M..T. dan Wisnu Abiarto Nugroho S.T.,MMT,, yang telah membimbing dan memberi arahan serta masukan dalam penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Admin2. (2021, December 16). SIAGA BANJIR, BANDA ACEH MILIKI 8 BANGUNAN RUMAH POMPA AIR. Diskominfo Banda Aceh. <https://diskominfo.bandaacehkota.go.id/2021/12/16/siaga-banjir-banda-aceh-miliki-8-bangunan-rumah-pompa-air/>
- Apni, N., & Puspasari, V. H. (2019). FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB CONSTRUCTION WASTE PADA PROYEK KONSTRUKSI DI KOTA PALANGKA RAYA. *Jurnal Teknika: Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Keteknikan*, 3(1), 31-42.
- Budi, Mohamad R. S. (2018). PERBANDINGAN ESTIMASI ANGGARAN BIAYA DAN SCHEDULE PROYEK PEMBANGUNAN RUMAH SAKIT AL HUDA BANYUWANGI MENGGUNAKAN METODE SNI DAN METODE BOW. Repository Universitas Muhammadiyah Jember.
- Ervianto, W. I. (2023). MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI. Penerbit Andi.
- Fardila, D., & Adawyah, N. R. (2021). OPTIMASI BIAYA DAN WAKTU PROYEK KONSTRUKSI DENGAN LEMBUR DAN PENAMBAHAN TENAGA KERJA. *Inersia: Jurnal Teknik Sipil dan Arsitektur*, 17(1), 35-46.
- Kharina, F. N., & Sambowo, K. A. (2019). ANALISIS KETERLAMBATAN PROYEK SERTA

- DAMPAKNYA TERHADAP BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK (STUDI KASUS : PROYEK PEMBANGUNAN CINERE TERRACE SUITES APARTEMEN & CITYWALK, JAKARTA). In *J.Infras* (Vol. 5, Issue 1).
- Lia Amelia Megawati, & Lirawati. (2020). *ANALISIS FAKTOR KETERLAMBATAN PROYEK KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG*.
- Nur Yuwono Aji, Susapto, & Marjono. (2021). *KAJIAN RENCANA BIAYA DAN PENJADWALAN JALAN TOL PEMATANG PANGGANG-KAYU AGUNG STA. 112+600 – 120+600*. 2(2), 149–153. <http://jos-mrk.polinema.ac.id/>
- Nurhidayat, A., Arianto, B., & Tedja Bhirawa, D. W. (2021). *OPTIMALISASI PEMBANGUNAN PROYEK APARTEMEN SGC CIBUBUR DENGAN MENGGUNAKAN METODE PRECEDENCE DIAGRAM METHOD (PDM)*.
- Puspitasari, Y. I., Mangare, J. B., & Pratasia, P. A. K. (2020). *ANALISIS FAKTOR-FAKTOR KETERLAMBATAN PADA PROYEK PERUMAHAN CASA DE VIOLA DAN ALTERNATIF PENYELESAIANNYA*. *Jurnal Sipil Statik*, 8, 141–146.
- Rani, H. A. (2016). *MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI*.
- Rantesalu, S. (2019). *EVALUASI PROYEK PEMBANGUNAN STONE CRUSHER MACHINE DENGAN METODE PERT/CPM DI MALIMPING, LEBAK, BANTEN*. *Jurnal Sipil Politeknik*, 21(1), 42–46.
- Reynaldi, C., & Sutandi, D. A. (2022). *ANALISIS PERCEPATAN PROYEK MENGGUNAKAN METODE TIME COST TRADE OFF-STUDI KASUS APARTEMEN COLLINS BOULEVARD*. In *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil* (Vol. 5, Issue 2).
- Reynaldi, C., & Sutandi, A. (2022). *ANALISIS PERCEPATAN PROYEK MENGGUNAKAN METODE TIME COST TRADE OFF-STUDI KASUS APARTEMEN COLLINS BOULEVARD*. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 497-506.
- Ridwan, A. (2020). *ANALISIS PERCEPATAN PROYEK MENGGUNAKAN METODE CRASHING DENGAN PENAMBAHAN JAM KERJA EMPAT JAM DAN SISTEM SHIFT KERJA (STUDI KASUS: PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG RSUB MALANG)*. *Jurnal Aplikasi Pelayaran dan Kepelabuhanan*, 11(1), 35-53.
- Sa'adah, N., Iqrammah, E., & Rijanto, T. (2021). *EVALUASI PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG STROKE CENTER (PAVILIUN FLAMBOYAN) MENGGUNAKAN METODE CRITICAL PATH METHOD (CPM) DAN CRASHING*. *Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil (Proteksi)*, 3(2), 55–62.
- Saputro, A., Yakin, K., & B, M. O. (2023). *Analisis Percepatan Proyek Serta Pengaruhnya Terhadap Waktu Dan Biaya Menggunakan Metode Critical Path Method (CPM)*. *CONCRETE: Construction and Civil Integration Technology*, 01(01), 27–36.

<https://doi.org/https://doi.org/10.25139/concrete.v1i0.1.6166>