

Optimasi Perbandingan Penambahan Jam Kerja (Shift) dengan Penambahan Tenaga Kerja terhadap Efisiensi Biaya dan Waktu Dengan Metode *Time Cost Trade Off* pada Proyek Konstruksi

Optimizing the Comparison of Additional Working Hours (Shift) with Additional Labor on Cost and Time Efficiency Using the Time Cost Trade Off Method in Project Construction

Auralia Diaz Pratiwi ¹⁾, Amri Gunasti ²⁾, Hilfi Harisan Ahmad ³⁾

¹Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember
email: auraliaadiaz@gmail.com

²Fakultas Teknik, nama Perguruan Tinggi
email: amrigunasti@unmuhjember.ac.id

³Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
email : hilfiharisana@unmuhjember.ac.id

Abstrak

Manajemen proyek adalah semua perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, dan koordinasi suatu proyek dari awal (gagasan) hingga berakhirnya proyek untuk menjamin proyek secara tepat waktu, tepat biaya, dan tepat mutu. Metode yang digunakan untuk mengolah data menggunakan metode Time Cost Trade Off, guna untuk mempercepat waktu pelaksanaan pada proyek. Hasil penelitian menunjukkan hasil analisis metode crash program dengan penambahan tenaga kerja dan kerja untuk pekerjaan tanah sebesar 18,3 % lebih cepat, dengan penambahan tenaga kerja 38,9 % lebih cepat, dengan shift kerja lebih mahal 18,95 % dari biaya proyek normal, sedangkan menerapkan penambahan tenaga kerja lebih murah 1,68 % dari biaya normal. Pekerjaan pintu air sebesar 14 % lebih cepat, dengan penambahan tenaga kerja 11 % lebih cepat, dengan menerapkan shift 54,29 % lebih mahal, penambahan tenaga kerja 4,45% lebih murah. Pekerjaan Kolom K-350 Penunjang Bangunan 36,7% lebih cepat, dengan penambahan tenaga kerja 36,7% lebih cepat, dengan shift 1,93 % lebih mahal, penambahan tenaga kerja 22,05% lebih murah. Pekerjaan Balok K-350 mendapatkan hasil waktu optimal sistem kerja shift dengan hasil durasi percepatan 51,61% lebih cepat, penambahan tenaga kerja 36,7% lebih cepat, dengan shift 12,75% lebih mahal, penambahan tenaga kerja 34,21% lebih murah. Pekerjaan saringan 13,04% lebih cepat, penambahan tenaga kerja 11,30% lebih cepat, dengan shift 20,46% lebih mahal, penambahan tenaga kerja 20,46% lebih murah.

Kata Kunci : Efektifitas Durasi Proyek, Penambahan Tenaga Kerja, Penambahan Jam Kerja (Shift), Efektifitas Biaya Proye

Abstract

Project management is all planning, implementation, control and coordination of a project from the beginning (idea) to the end of the project to ensure the project is on time, at the right cost and at the right quality. In scheduling, it is divided into two, namely time and duration. The method used to process data uses the Time Cost Trade Off method, in order to speed up project implementation time. The research results show that the results of the analysis of the crash program method with the addition of labor and work for earthworks were 18.3% faster, with the addition of labor 38.9% faster, with work shifts are 18.95% more expensive twhile applying additional labor is 1.68% cheaper. The sluice gate work was 14% faster, with the addition of labor 11% faster, using shifts are 54.29% more expensive, while additional labor is 4.45% cheaper. Column K-350 Building Support work is 36.7% faster, while with the addition of labor 36.7% faster, with shifts is 1.93% more expensive, applying additional labor 22.05% cheaper. The K-350 Beam work obtained optimal time results from the shift work system with accelerated duration results of 51.61% faster, with shifts are 12.75% more expensive, while additional labor is 34.21% cheaper, with the addition of labor it was 36.7% faster, with shifts are 20.46% more expensive, while additional labor is 20.46% cheaper.

Keywords : *Effectiveness of Project Duration, Additional Workforce, Additional Working Hours (Shift), Project Cost Effectiveness*

1. PENDAHULUAN

Suatu proyek memerlukan sebuah sistem yang sangat penting yaitu manajemen proyek. Manajemen ini berfungsi untuk mengontrol suatu proyek, mulai dari awal proyek sampai dengan berakhirnya proyek. Ada beberapa jenis manajemen di dalam suatu proyek konstruksi, antara lain manajemen waktu, manajemen mutu, teknik pelaksanaan, manajemen tenaga kerja, dan manajemen biaya. Beberapa elemen tersebut saling berkaitan, apabila salah satu elemen berubah, maka elemen yang lain pun ikut berubah pula. Suatu proyek tidak akan berjalan dan terlaksana dengan baik apabila tidak memiliki sistem manajemen yang baik. Semua proyek baik proyek besar maupun kecil tidak ada perkecualian, semuanya harus dikelola dengan manajemen yang baik supaya tidak terjadi penurunan kualitas, keterlambatan waktu pelaksanaan dan juga pembengkakan biaya. Terdapat hubungan yang erat antara proyek dengan manajemen proyek yaitu pada waktu dan biaya. Manajemen waktu dan biaya yang baik perlu memperhatikan mutu material, teknik pelaksanaan dan manajemen tenaga kerja yang baik, meliputi waktu, jumlah tenaga kerja maupun sistem jam kerja.

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode *Time Cost Trade Off* pada keterlambatan kerja. Proyek Pembangunan Pengendali Banjir Jalan Akses Menuju Bandara Juanda Kab.Sidoarjo adalah pembangunan pengendali banjir dimaksudkan untuk mengurangi terjadinya banjir yang marak di kawasan tersebut. Aktivitas Pembangunan Pengendali Banjir Jalan Akses Menuju Bandara Juanda Kab.Sidoarjo meliputi beberapa aktivitas yaitu pekerjaan persiapan, pengerjaan pengurangan, pemasangan beton, pekerjaan struktur, dan pekerjaan finishing. Dalam suatu kondisi pemilik proyek bisa saja meningkatkan proyek selesai lebih awal dari rencana semula atau karena beberapa faktor eksternal seperti misalnya faktor cuaca, proyek memiliki perkembangan yang buruk sehingga implementasi proyek tidak seperti yang direncanakan, atau dapat dikatakan mengalami keterlambatan. Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan penelitian Optimasi Perbandingan Penambahan Jam Kerja (Shift)

Dengan Penambahan Tenaga Kerja Terhadap Efisiensi Biaya Dan Waktu Dengan Metode *Time Cost Trade Off* Pada Proyek Konstruksi ini yaitu pengaruh penambahan jam kerja shift dan tenaga kerja terhadap percepatan dan biaya pelaksanaan proyek pada pembangunan Pengendali Banjir Jalan Akses Menuju Bandara Juanda Kab.Sidoarjo.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada Proyek Pembangunan Pengendali Banjir Jalan Akses Menuju Bandara Juanda, Sidoarjo yang berlokasi di Desa Semambung, Kecamatan Gedangan, Kabupaten Sidoarjo.



Gambar 1. Lokasi Proyek Pembangunan Pengendali Banjir Jalan Akses Menuju Bandara Juanda, Sidoarjo

Sumber : <https://lifestyle.pinhome.id/blog/peta-sidoarjo/>

Pada penelitian Optimasi Perbandingan Penambahan Jam Kerja (Shift) Dengan Penambahan Tenaga Kerja Terhadap Efisiensi Biaya Dan Waktu Dengan Metode *Time Cost Trade Off* untuk data - data yang digunakan sebagai berikut :

- RAB (Rancangan Anggaran Biaya)
- Time Schedule Proyek

Analisis data merupakan proses mencari dan mengatur secara sistematis transkripsi wawancara, catatan lapangan dan bahan bahan lain yang telah dihimpun peneliti. Adapun tahapan penelitian sebagai berikut :

- Pengumpulan Data
- Input Data

3. Perhitungan lintasan kritis
4. Perhitungan pekerjaan yang berada di lintasan kritis
 Pada analisis ini untuk perhitungan penambahan tenaga kerja dan shift kerja
5. Perbandingan setelah penambahan tenaga kerja dan shift kerja
6. Hasil dan Analisis

Berikut ini merupakan flowchart atau langkah - langkah analisis perencanaan sebagai berikut:



Gambar 2. Flowchart Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada analisis perhitungan penambahan tenaga kerja dan shift kerja dengan menggunakan aplikasi ms.project didapatkan beberapa pekerjaan yang termasuk didalam lintasan kritis. Dari beberapa pekerjaan tersebut dihitung berapa biaya dan waktu yang didapatkan bila menambahkan tenaga kerja dan menggunakan shift kerja. Pada perhitungan tersebut didapatkan dari penjumlahan keseluruhan dari tenaga kerja (untuk tukang ditambah 2 dan pekerja ditambah 1, untuk mandor tidak perlu ditambah) dan waktu shift kerja yaitu 8 jam kerja sesuai Peraturan Ketenagakerjaan.

Perhitungan yang digunakan adalah menghitung biaya dengan pekerjaan normal (tidak ditambah tenaga kerja dan shift kerja) dengan rumus : $durasi \times jumlah \text{ (pekerja/kepala tukang/mandor) } \times upah$

- a. Melakukan perhitungan analisa produktivitas tenaga kerja dengan menggunakan rumus :

$$\text{Produktivitas Tenaga Kerja} = \frac{\text{volume}}{\text{durasi} \times \text{jumlah tenaga kerja}}$$

Menghitung percepatan proyek dengan menambah tenaga kerja : Berdasarkan hasil kajian yang dilakukan oleh Priska Fricillia Lokas pada tahun 2022 dan hasil kajian oleh Ardattiyana Dwi Irianto pada tahun 2019 untuk penambahan jumlah tenaga kerja dilakukan dengan menambahkan 1 tukang dan 2 pekerja tanpa menambahkan mandor. Berikut adalah cara perhitungan penambahan tenaga kerja. Sebelumnya harus menghitung durasi setelah penambahan tenaga kerja dengan rumus :

$$D = \frac{v}{Qt \times Tt}$$

Setelah mendapatkan durasinya, dihitung biayanya dengan rumus :

$jumlah \text{ tenaga kerja setelah ditambah } \times upah \times durasi \text{ setelah dipercepat}$

- b. Melakukan perhitungan analisa penambahan jam kerja shift, dalam studi ini.

sesuai referensi faktor produktivitas tenaga kerja sistem shift diasumsikan antara 11 - 17% (Hanna, 2008) dari upah pekerja shift malam dan penambahan upah sebesar 15% dari upah reguler. Menurut UU NO.13 Tahun 2003 Tentang Ketenagakerjaan Oleh : Muh. Fahrudin, SH : Jam Kerja, waktu Istirahat kerja, waktu lembur diatur dalam pasal 77 sampai pasal 85 Undang-Undang No.13 tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan. Di beberapa perusahaan, jam kerja, waktu istirahat dan lembur dicantumkan dalam Perjanjian Kerja Bersama (PKB). Untuk karyawan yang bekerja 6 hari dalam seminggu, jam kerjanya adalah 7 jam dalam 1 hari dan 40 jam dalam 1 minggu. Sedangkan untuk karyawan dengan 5 hari kerja dalam 1 minggu, kewajiban bekerja mereka 8 jam dalam 1 hari dan 40 jam dalam 1 minggu. Undang-Undang mengenai Jam Kerja, Jam Kerja adalah waktu untuk melakukan pekerjaan, dapat dilaksanakan siang hari

dan/atau malam hari. Penambahan sistem kerja Shift diasumsikan tidak ada pergantian pekerja sehingga terjadi penurunan produktivitas tiap Shift sebesar 15%, dengan rumus

- c. Menentukan produktivitas tenaga kerja shift dengan rumus : $Produktivitas\ tenaga\ kerja\ shift = Prod.\ Kerja/hari\ normal + (Prod.\ Kerja/hari - (Prod.\ Kerja/hari \times 11\%))$
 Lalu menentukan durasi kerja, dengan rumus:

$$\frac{volume\ pekerjaan}{prod.tenaga\ kerja\ shift \times jumlah\ tenaga\ kerja}$$

- d. Menentukan biaya upah shift malam dengan rumus :
 $((15\% \text{ c upah shift pagi}) + \text{upah shift pagi})$
 e. Menentukan upah total = $\text{upah shift pagi} + \text{upah shift malam}$
 f. Menentukan koefisien tenaga kerja = $1/produktivitas\ tenaga\ kerja$
 g. Menentukan biaya upah tenaga kerja persatuan = $koefisien \times \text{upah total}$
 h. Menentukan biaya upah tenaga kerja total = $volume \times \text{upah tenaga kerja per satuan}$
 i. Lalu mendapatkan $\frac{crash\ cost - normal\ cost}{normal\ duration - crash\ duration}$ slope
 j. $Cost\ slope\ total = \frac{crash\ cost - normal\ cost}{normal\ duration - crash\ duration}$

Contoh Perhitungan Pekerjaan : Analisa Kebutuhan Tenaga Kerja, Produktivitas Tenaga Kerja, Perbandingan Penambahan Tenaga Kerja dan Penambahan Jam Kerja Lembur Pada Pekerjaan Pembersihan dan Striping/Kosrekan untuk Pekerjaan Tanah.

Berikut adalah analisis kebutuhan tenaga kerja pada pekerjaan Pembersihan dan Striping/Kosrekan untuk Pekerjaan Tanah. Pada analisis ini didapatkan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan hingga upah yang dikeluarkan untuk durasi pekerjaan bekisting yaitu selama 66 hari. Data kebutuhan tenaga kerja pekerjaan Pembersihan dan Striping/Kosrekan

Volume pekerjaan = 4800 m²
 Jumlah tenaga kerja :
 Pekerja = 5
 Mandor = 1 Jumlah didapatkan berdasarkan data di lapangan.
 Durasi pekerjaan = 66 hari
 Upah :
 Pekerja = Rp. 144.000
 Mandor = Rp. 175.000

Harga upah pada pekerjaan Pembersihan dan Striping/Kosrekan untuk Pekerjaan Tanah.

Jumlah harga upah pekerja = durasi x jumlah pekerja x upah
 = 66 x 5 x Rp 144.000 = Rp 47.520.000
 Jumlah harga upah mandor = durasi x jumlah mandor x upah
 = 66 x 1 x Rp 175.000 = Rp 11.550.000
 Total = 59.070.000

I. Analisa Produktivitas Tenaga Kerja

Produktivitas tenaga kerja per hari digunakan untuk mencari jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan pada pekerjaan yang berada pada jalur kritis, sebelum mendapatkan angka produktivitas dibutuhkan nilai koefisien dari tenaga kerja tersebut. Produktivitas tenaga kerja dapat dicari menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Produktivitas\ Tenaga\ Kerja = \frac{volume}{durasi \times jumlah\ tenaga\ kerja}$$

Perhitungan produktivitas tenaga kerja per hari pada pekerjaan Stripping sebagai berikut Diketahui:

Durasi = 66 hari

Volume = 4800 kg

Sehingga produktivitas tenaga kerja per harinya adalah :

$$Pekerja = \frac{4800}{66 \times 5} = 14,55\ m^3/hari$$

$$Mandor = \frac{4800}{66 \times 1} = 72,73\ m^3/hari$$

II. Analisis Percepatan Proyek dengan Menambahkan Tenaga Kerja

Setelah mendapatkan angka produktivitas maka selanjutnya dilakukan perhitungan percepatannya dengan metode penambahan tenaga kerja agar dapat diketahui waktu dan biaya yang diperlukan. Berdasarkan hasil kajian yang dilakukan oleh Priska Fricillia Lokas pada tahun 2022 dan hasil kajian oleh Ardattiyani Dwi Irianto pada tahun 2019 untuk penambahan jumlah tenaga kerja dilakukan dengan menambahkan 1 tukang dan 2 pekerja tanpa menambahkan mandor. Berikut adalah cara perhitungan penambahan tenaga kerja.

- a. Menentukan jumlah tenaga kerja yang akan ditambahkan Berikut adalah penambahan jumlah tenaga kerja.

Pekerjaan Stripping/korsekan untuk Pekerjaan Tanah

$$\text{Pekerja} = 5$$

$$\text{Mandor} = 1$$

Pekerjaan pembersihan dan stripping/korsekan untuk Pekerjaan Tanah setelah dilakukan penambahan tenaga kerja dapat menggunakan rumus :

$$D = \frac{v}{Q_t \times T_t}$$

dengan :

D = Durasi,

V = Volume pekerjaan,

Q_t = Produktivitas kerja, dan

T_t = Jumlah tenaga kerja setelah penambahan.

$$\text{Pekerja} = \frac{4800}{14,55 \times 7} = 48$$

$$\text{Mandor} = 48$$

Perhitungan upah setelah dilakukan penambahan tenaga kerja. Setelah mendapatkan durasi pekerjaan yang telah dilakukan crashing, langkah selanjutnya adalah mencari biaya yang akan dikeluarkan setelah dilakukan penambahan jumlah tenaga kerja.

Berikut perhitungan biaya setelah dilakukan penambahan tenaga kerja untuk Pekerjaan Pembersihan dan Striping/Kosrekan untuk Pekerjaan Tanah.

$$\text{Pekerja} = 7 \times 144.000$$

$$= \text{Rp. } 1.008.000$$

$$\text{Mandor} = 1 \times 175.000$$

$$= \text{Rp. } 175.000$$

$$\text{Total biaya upah} = \text{Rp. } 1.183.000 \times 48 \\ = \text{Rp. } 56.784.000$$

III. Analisis Penambahan Jam Kerja Shift

Setelah diketahui produktivitas setiap pekerja per hari diketahui dari analisis sebelumnya pada 8 jam/hari dari jam kerja normal. Dalam studi ini, sesuai referensi faktor produktivitas tenaga kerja sistem shift diasumsikan antara 11 - 17% (Hanna, 2008) dari upah pekerja shift malam dan penambahan upah sebesar 15% dari upah reguler. Menurut UU NO.13 Tahun 2003 Tentang Ketenagakerjaan Oleh : Muh. Fahrudin, SH : Jam Kerja, waktu Istirahat

kerja, waktu lembur diatur dalam pasal 77 sampai pasal 85 Undang-Undang No.13 tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan. Di beberapa perusahaan, jam kerja, waktu istirahat dan lembur dicantumkan dalam Perjanjian Kerja Bersama (PKB). Untuk karyawan yang bekerja 6 hari dalam seminggu, jam kerjanya adalah 7 jam dalam 1 hari dan 40 jam dalam 1 minggu. Sedangkan untuk karyawan dengan 5 hari kerja dalam 1 minggu, kewajiban bekerja mereka 8 jam dalam 1 hari dan 40 jam dalam 1 minggu. Undang-Undang mengenai Jam Kerja, Jam Kerja dalam waktu untuk melakukan pekerjaan, dapat dilaksanakan siang hari dan/atau malam hari. Penambahan sistem kerja Shift diasumsikan tidak ada pergantian pekerja sehingga terjadi penurunan produktivitas tiap Shift sebesar 15%.

- a. Menentukan percepatan dengan shift pada pekerjaan Pembersihan dan Striping/Kosrekan untuk Pekerjaan Tanah Produktivitas tenaga kerja shift =

$$\text{Prod. Kerja/hari normal} + (\text{Prod. Kerja/hari} - (\text{Prod. Kerja/hari} \times 11\%))$$

$$\text{Pekerja} = 14,55 + (14,55 - (14,55 \times 11\%)) \\ = 27,5 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Mandor} = 72,73 + (72,73 - (72,73 \times 11\%)) \\ = 137,46 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Menentukan durasi kerja

$$\frac{\text{Durasi Crashing} \times \text{volume pekerjaan}}{\text{prod.tenaga kerja shift} \times \text{jumlah tenaga kerja}}$$

$$\text{Pekerja} = \frac{4800}{27,5 \times 5} = 34,9 = 35 \text{ hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{4800}{137,46 \times 1} = 34,9 = 35 \text{ hari}$$

- b. Menentukan biaya tambahan dan upah kerja

Upah shift pagi

$$\text{Pekerja} = \text{Rp. } 144.000$$

$$\text{Mandor} = \text{Rp. } 175.000$$

Upah shift malam

((15% c upah shift pagi) + upah shift pagi

$$\text{Pekerja} = (15\% \times 144.000) + 144.000$$

$$= 165.500$$

$$\text{Mandor} = (15\% \times 175.000) + 175.000$$

$$= 201.250$$

Upah total tenaga kerja

Upah total = upah shiftv pagi + upah shift malam

$$\text{Pekerja} = \text{Rp. } 144.000 + 165.500$$

$$= 309.500$$

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= \text{Rp. } 175.000 + 201.250 \\ &= 376.250 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien tenaga kerja} & \\ \text{Pekerja} &= 1/27,5 \\ &= 0,04 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= 1/137,46 \\ &= 0,007 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya upah tenaga kerja persatuan} & \\ \text{Pekerja} &= 0,04 \times 309.500 \\ &= 12.380 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= 0,007 \times 376.250 \\ &= 3.762 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya upah tenaga kerja total} & \\ \text{Upah tenaga kerja total} &= \text{volume} \times \text{upah} \\ \text{tenaga kerja per satuan} & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= 4800 \times 12.380 \\ &= 59.424.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= 4800 \times 3.762 \\ &= 18.057.600 \end{aligned}$$

$$\text{Total} = 77.481.600$$

Cost Slope

$$\begin{aligned} \text{Cost slope} &= \frac{\text{crash cost} - \text{normal cost}}{\text{normal duration} - \text{crash duration}} \\ &= \frac{77.481.600 - 59.070.000}{66 - 35} \\ &= \frac{18.411.600}{31} = 593.922 / \text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cost slope total} & \\ &= \text{crash cost} - \text{normal cost} \\ &= 77.481.600 - 59.070.000 \\ &= 18.411.600 \end{aligned}$$

Tabel rekap hasil perhitungan biaya dengan penambahan tenaga kerja dan shift

No.	Nama Pekerjaan	Durasi Normal	Durasi Setelah Penambahan Shift	Durasi Setelah Penambahan Tenaga Kerja
1	Pekerjaan Tanah	Rp. 616.430.000	Rp. 733.227.873	Rp. 606.034.000
2	Pekerjaan Pintu air	Rp. 2.717.340.000	Rp. 4.192.562.990	Rp. 2.596.251.000
3	Pekerjaan Kolom K-350 Penunjang Bangunan	Rp. 67.781.000	Rp. 69.086.434	Rp. 52.830.000
4	Pekerjaan Balok K-350 Penunjang Bangunan	Rp. 61.080.000	Rp. 68.868.229	Rp. 40.180.000
5	Pekerjaan Saringan	Rp. 152.811.000	Rp. 184.082.000	Rp. 131.184.000

Sumber : Perhitungan

Tabel rekap hasil perhitungan percepatan dengan penambahan tenaga kerja dan shift

No.	Nama Pekerjaan	Durasi Normal	Durasi Setelah Penambahan Shift	Durasi Setelah Penambahan Tenaga Kerja
1	Pekerjaan Tanah	290	197	177
2	Pekerjaan Pintu air	235	202	209
3	Pekerjaan Kolom K-350 Penunjang Bangunan	30	19	19
4	Pekerjaan Balok K-350 Penunjang Bangunan	31	15	20
5	Pekerjaan Saringan	115	100	102

Sumber : Perhitungan

4. Kesimpulan dan Sran

a. Adapun kesimpulan dari penelitian ini yaitu :

1. Dari hasil analisis dengan menggunakan metode crash program yang dilakukan dengan penambahan tenaga kerja dan kerja Shift didapatkan hasil untuk masing masing item pekerjaan sebagai berikut pekerjaan tanah mendapatkan hasil waktu optimal sistem kerja shift dengan hasil durasi percepatan sebesar 237 hari atau 18,3 % lebih cepat dari durasi normal yaitu 290 hari kerja. Item pekerjaan pintu air mendapatkan hasil waktu optimal sistem kerja shift dengan hasil durasi percepatan sebesar 202 hari atau 14 % lebih cepat dari durasi normal yaitu 235 hari kerja. Item pekerjaan Kolom K-350 Penunjang Bangunan mendapatkan hasil waktu optimal sistem kerja shift dengan hasil durasi percepatan sebesar 19 hari atau 36,7% lebih cepat dari durasi normal yaitu 30 hari kerja. Item Pekerjaan Balok K-350 mendapatkan hasil waktu optimal sistem kerja shift dengan hasil durasi percepatan sebesar 15 hari atau 51,61% lebih cepat dari durasi normal yaitu 31 hari kerja. Item Pekerjaan Saringan mendapatkan hasil waktu optimal sistem kerja shift dengan hasil durasi percepatan sebesar 100 hari atau 13,04% lebih cepat dari durasi normal yaitu 115 hari kerja.

2. Dari hasil analisis Pekerjaan Tanah dengan menggunakan metode crash

program yang dilakukan dengan penambahan tenaga kerja mendapatkan hasil waktu optimal sistem penambahan tenaga kerja dengan hasil durasi percepatan sebesar 177 hari atau 38,9 % lebih cepat dari durasi normal yaitu 290 hari kerja. Item pekerjaan pintu air mendapatkan hasil waktu optimal system penambahan tenaga kerja dengan hasil durasi percepatan sebesar 209 hari atau 11 % lebih cepat dari durasi normal yaitu 235 hari kerja. Item pekerjaan Kolom K-350 Penunjang Bangunan mendapatkan hasil waktu optimal sistem penambahan tenaga kerja dengan hasil durasi percepatan sebesar 19 hari atau 36,7% lebih cepat dari durasi normal yaitu 30 hari kerja. Item Pekerjaan Balok K-350 mendapatkan hasil waktu optimal system penambahan tenaga kerja dengan hasil durasi percepatan sebesar 20 hari atau 35,48% lebih cepat dari durasi normal yaitu 31 hari kerja. Item Pekerjaan Saringan mendapatkan hasil waktu optimal sistem penambahan tenaga kerja dengan hasil durasi percepatan sebesar 102 hari atau 11,30% lebih cepat dari durasi normal yaitu 115 hari kerja.

3. Dari hasil analisis pada penelitian ini didapat total biaya proyek setiap item pekerjaan sebagai berikut item pekerjaan tanah total biaya dalam kondisi sesudah crashing dengan alternatif menerapkan shift kerja didapat sebesar Rp. 733.227.873 atau lebih mahal 18,95 % dari biaya proyek pada kondisi normal. Item pekerjaan pintu air mendapatkan biaya optimal dengan menerapkan shift sebesar 4.192.562.990 atau 54,29 % lebih mahal dari biaya normal yaitu 2.717.340.000. Item Pekerjaan Kolom K-350 Penunjang Bangunan mendapatkan biaya optimal dengan

menerapkan shift sebesar 69.086.434 atau 1,93 % lebih mahal dari biaya normal yaitu 67.781.000. Item Pekerjaan Balok K-350 Penunjang Bangunan mendapatkan biaya optimal dengan menerapkan shift sebesar 68.868.229 atau 12,75% lebih mahal dari biaya normal yaitu 61.080.000. Item Pekerjaan Saringan mendapatkan biaya optimal dengan menerapkan shift sebesar 184.082.090 atau 20,46% lebih mahal dari biaya normal yaitu 152.811.000.

4. Dari hasil analisis pada penelitian ini didapat total biaya proyek setiap item pekerjaan sebagai berikut item pekerjaan tanah total biaya dalam kondisi sesudah crashing dengan alternatif menerapkan penambahan tenaga kerja didapat sebesar Rp. 606.034.000 atau lebih murah 1,68 % dari biaya normal yaitu 616.430.000. Item pekerjaan pintu air mendapatkan biaya optimal dengan menerapkan penambahan tenaga kerja sebesar 2.596.251.000 atau 4,45% lebih murah dari biaya normal yaitu 2.717.340.000. Item Pekerjaan Kolom K-350 Penunjang Bangunan mendapatkan biaya optimal dengan menerapkan penambahan tenaga kerja sebesar 52.830.000 atau 22,05% lebih murah dari biaya normal yaitu 67.781.000. Item Pekerjaan Balok K-350 Penunjang Bangunan mendapatkan biaya optimal dengan menerapkan penambahan tenaga kerja sebesar 40.180.000 atau 34,21% lebih murah dari biaya normal yaitu 61.080.000. Item Pekerjaan Saringan mendapatkan biaya optimal dengan menerapkan penambahan tenaga kerja sebesar 131.184.000 atau 20,46% lebih murah dari biaya normal yaitu 152.811.000.

b. **Saran**

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya yaitu :

1. Penelitian harus diperluas lagi untuk memasukkan metode percepatan durasi proyek lain yang tidak digunakan dalam penelitian ini. Metode-metode ini dapat digunakan sebagai bahan komparatif untuk menemukan kombinasi metode percepatan terbaik.
2. Untuk penelitian jenis berikutnya, lebih baik menggunakan alternatif percepatan proyek, seperti penambahan dan penggantian peralatan, selain shift kerja, kerja shift, atau alternatif penambahan tenaga kerja.
3. Hasil durasi dan biaya optimum yang diperoleh dapat dipertimbangkan saat mengerjakan proyek konstruksi karena menunjukkan waktu penyelesaian yang lebih singkat dan biaya yang lebih tinggi daripada perencanaan awal. Meskipun demikian, pengelola tidak akan mengalami kerugian sebagai hasil dari pelaksanaan proyek.

DAFTAR PUSTAKA

- 102/Men/VI/2004, K. (n.d.). *102/Men/VI/2004 Tentang Waktu Kerja Shift dan Upah Kerja Shift*. Jakarta.
- ANTIKA, O. R. (2018). *Analisis Biaya Dan Waktu Pada Crashing Dengan Menggunakan Metode Shift*.
- Ervianto, W. I. (2002). *Teori Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi*, Andi. Yogyakarta. Yogyakarta.
- Gould, D. (2002). Life during wartime: Emotions and the development of ACT UP. *Mobilization: An International Quarterly*, 7(2), 177–200.
- Husen, A. (2010). *Manajemen Proyek Edisi Revisi*.
- Isroodin, M. (2017). *Studi Optimasi Waktu dan Biaya dengan Time Cost Trade Off Pada Proyek Konstruksi Pembangunan jalan Pangkalan Bun-Kotawarigin Lama*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
- Khinasih, A. P. (2018). *Evaluasi Waktu Dan Biaya Dengan Metoda Crashing Pada Proyek Pembangunan Rumah Sakit UII*. UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA.
- Nugroho, N. H. (2019). *PENERAPAN METODE PERCEPATAN PEKERJAAN STRUKTUR DENGAN SHIFT KERJA PADA PEMBANGUNAN GEDUNG DINAS KESEHATAN KABUPATEN KULON PROGO (APPLICATION METHOD FOR ACCELERATION OF STRUCTURAL WORKING WITH WORK SHIFT ON DEVELOPMENT OF HEALTH DEPARTMENT OF KULON PROGO DISTRICT)*.
- Priyo, M., & Sumanto, A. (2016). Analisis Percepatan Waktu Dan Biaya Proyek Konstruksi Dengan Penambahan Jam Kerja (Shift) Menggunakan Metode Time Cost Trade Off: Studi Kasus Proyek Pembangunan Prasarana Pengendali Banjir. *Semesta Teknika*, 19(1), 1–15.
- Santoso, W. (2018). *Analisis percepatan proyek menggunakan metode crashing dengan penambahan jam kerja empat jam dan sistem shift kerja (Studi kasus: Proyek Pembangunan Gedung Animal Health Care Prof. Soeparwi, Fakultas Kedokteran Hewan UGM, Yogyakarta)*. Universitas Islam

- Indonesia.
- Soeharto, I. (1999). Manajemen Proyek (Edisi Kedua). Jakarta: Erlangga.
- Gunasti, A., Rofiqi, A., & Priyono, P. (2019). Penerapan Metode Barchart, CPM, PERT dan Crashing Project dalam Penjadwalan Proyek Pembangunan Gedung G Universitas Muhammadiyah Jember. *Rekayasa: Jurnal Teknik Sipil*, 4(1), 7-12.
- Apriliana, N. R., Gunasti, A., & Kuryanto, T. D. (2020). EVALUASI PERCEPATAN PEMBANGUNAN PROYEK RUSUNAWA ASN PEMKAB MALANG MENGGUNAKAN METODE CRASHING DENGAN SISTEM SIHFT KERJA. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur Hexagon*, 5(1), 1-13.
- Gunasti, Z. A. A., & Kuryanto, T. D. Studi Perbandingan Porsi Biaya Sumber Daya Konstruksi Berdasarkan Klasifikasi Pembangunan Terhadap Rehabilitasi Study Comparative of Construction Resources Cost Based Delevelopment Clasissification to Rehabilitation.
- Dewi, I. C., & Amartya, A. A. (2022). Porsi Biaya Material Dan Upah Serta Peralatan Pada Pekerjaan Struktur Jembatan. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur Hexagon*, 7(2), 58-66.
- Mudi Tantia, Ajeng Juni; Kuryanto, T.D.; Gunasti, A. (2023) PENERAPAN MANAJEMEN KONSTRUKSI PADA TAHAP CONTROLLING PROYEK PENGELOLAAN DAN PENGEMBANGAN SISTEM PENYEDIAAN AIR MINUM DI DESA SILO KECAMATAN SILO. Undergraduate thesis, Universitas Muhammadiyah Jember.
- Aji, M. T. J., Triwuryanto, T., & Sari, S. N. (2020). ANALISIS BIAYA PERCEPATAN PROYEK KONSTRUKSI RUKO YULIANI DENGAN MENGGUNAKAN METODE TIME COST TRADE OFF DI PASAR KLEWER SURAKARTA. *Equilib*, 1(1), 63-72
- Mandiyo dan Adi Sumanto (2016). Analisis Percepatan Waktu dan Biaya Proyek Konstruksi Dengan Penambahan Tenaga Kerja
- Sari, S. N., Triwuryanto, T., & Ramadhanti, A. T. (2022). Perhitungan Rancangan Anggaran Biaya Embung Desa Kalirejo, Kulon Progo DIY. *Jompa Abdi: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(2), 32-40.
- Sari, S. N. (2019). Evaluasi Anggaran Biaya menggunakan Batu Bata Merah dan Batu Bata Ringan Gedung Kantor Kelurahan Bareng Kecamatan Klaten Tengah Kabupaten Klaten. *Jurnal Qua Teknika*, 9(1), 1-10.
- Anggreini,ER, dkk, (2017). Jurnal Analisis percepatan proyek menggunakan metode Crashing dengan penambahan tenaga kerja dan Shift Kerja.
- Hanna, A. S., Taylor, C. S., & Sullivan, K. T. (2005). Impact of extended overtime on construction labor productivity. *Journal of Construction Engineering and Management* , 734-739.
- Putri, D. A., Muhtar, M., & Gunasti, A. (2021). Penerapan Metode CPM dan Crashing pada Proyek Gedung Training Center Universitas Jember Application of the CPM and Crashing Method in the Jember University

*Training Center Building Project.
Jurnal Smart Teknologi, 2(2), 151-158.*

Apriliani, N. R., Priyono, P., & Alihudien, A. (2020). Tinjauan Kapasitas Abutmen Jembatan Sengkaling Malang Dengan Beban Gempa. Jurnal Rekayasa Infrastruktur Hexagon, 5(1), 14-28.

Yanuar, S. F., Rizal, N. S., & Abadi, T. (2022). Analisis Perbandingan Harga Satuan Galian Tanah Mekanis Menggunakan Permen-PUPR Tahun 2022 Dan 2016. Jurnal Rekayasa Infrastruktur Hexagon, 7(1), 25-32.

Ahmad, H. H., Yanuar, S. F., & Hamduwibawa, R. B. (2022). Studi Pengaruh Jenis Semen Pada Campuran Beton 1: 2: 3. Jurnal Rekayasa Infrastruktur Hexagon, 7(2), 74-77.