



Tersedia Secara Online di  
<http://ojs.unik-kediri.ac.id/index.php/jurmateks/index>

**JURMATEKS**

<http://dx.doi.org/10.30737/jurmateks>

## Mengurangi Durasi Penyelesaian Proyek dengan Menggunakan Metode Crashing pada Pembangunan Gedung Kecamatan Lamongan

D. Kartikasari<sup>1\*</sup>, S. W. Sampurno<sup>2</sup>, P. E. Agustyawan<sup>3</sup>

<sup>1\*,2,3</sup>Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan

Email : <sup>1\*</sup>[dkartika27@gmail.com](mailto:dkartika27@gmail.com)

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Artikel masuk : 08 – 06 – 2021

Artikel revisi : 18 – 06 – 2021

Artikel diterima : 20 – 06 – 2021

#### Keywords :

Cost, Crashing Method, Project Management, Time.

#### Style IEEE dalam mensitasi artikel ini:

[6]

H. C. O. Unegbu, D. S. Yawas, and B. Dan-asabe, "An investigation of the relationship between project performance measures and project management practices of construction projects for the construction industry in Nigeria," *J. King Saud Univ. - Eng. Sci.*, 2020, doi: 10.1016/j.jksues.2020.10.001.

### ABSTRACT

Cost, quality and time are important aspects planned in the implementation of construction. Achieving optimum quality at a lower cost is the main goal desired in project implementation. This study aims to determine the comparison of project costs with the application of the Crashing method on the Lamongan District building construction project. The normal cost required to carry out the construction is Rp. 1,144,445,838.00 with a project duration of 150 working days. The crashing method is applied by adding additional working hours (overtime). The duration of working hours is increased to 3 hours, so it is expected that with this addition, the volume of work produced is greater. The results of the study obtained that the total cost after being accelerated with the addition of work duration was Rp. 1,162,252,577.00 or more expensive 1.55% of the normal cost and the duration of the project implementation is 143 working days. With this addition, the project duration is faster by 7 days.

### ABSTRAK

Biaya, mutu dan waktu menjadi aspek yang penting direncanakan dalam pelaksanaan konstruksi. Tercapainya mutu yang optimum dengan biaya yang lebih rendah menjadi tujuan utama yang diinginkan dalam pelaksanaan proyek. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan biaya proyek dengan penerapan metode Crashing pada proyek pembangunan gedung Kecamatan Lamongan. Biaya normal yang dibutuhkan untuk melakukan pembangunan konstruksi tersebut sebesar Rp. 1.144.445.838,00 dengan durasi proyek 150 hari kerja. Metode crashing diterapkan dengan melakukan penambahan jam kerja (lembur). Durasi jam kerja ditambah menjadi 3 jam, sehingga diharapkan dengan penambahan tersebut, volume pekerjaan yang dihasilkan lebih besar. Hasil penelitian didapatkan total biaya setelah dilakukan percepatan dengan penambahan durasi kerja sebesar Rp. 1.162.252.577,00 atau lebih mahal 1,55% dari biaya normal dan durasi pelaksanaan proyek 143 hari kerja. Dengan penambahan tersebut, durasi proyek lebih cepat selama 7 hari.

## 1. Pendahuluan

Proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang berkaitan dengan upaya pembangunan suatu konstruksi dengan batasan biaya, mutu, dan waktu. Proyek konstruksi selalu memerlukan *resources* (sumber daya) seperti; manusia, peralatan, metode pelaksanaan, biaya, informasi, dan waktu [1][2]. Dalam pelaksanaannya, proyek konstruksi perlu dilakukan manajerial yang tepat. Manajemen proyek merupakan suatu penerapan ilmu pengetahuan, keahlian dan juga ketrampilan [3], cara teknis yang terbaik dengan sumber daya yang terbatas untuk mencapai sasaran atau tujuan yang sudah ditentukan agar mendapatkan hasil yang optimal dalam hal kinerja, waktu, mutu dan keselamatan kerja[4][5]. Hal penting yang perlu diperhatikan dalam manajemen proyek yaitu pengendalian proyek[6].

Pengendalian proyek konstruksi sendiri diartikan sebagai kegiatan atau usaha yang sistematis untuk menentukan standar yang sesuai dengan tujuan perencanaan, serta melakukan koreksi yang diperlukan agar biaya, sumber daya, dan waktu dapat digunakan secara efektif dan efisien. Dengan adanya pengendalian proyek, penyimpangan proyek konstruksi, kerugian yang ditimbulkan, dan keterlambatan proyek dapat dihindari [7][8][9].

Dalam pengendalian proyek, *scheduling* merupakan hal yang harus diperhatikan mengingat dampak yang terjadi apabila suatu proyek tidak dilaksanakan sesuai dengan waktu yang ditentukan. *Scheduling* atau biasa dikenal dengan penjadwalan merupakan pengalokasian waktu yang tersedia dalam melaksanakan setiap pekerjaan[10]. Panjadwalan yang tepat perlu dilakukan agar suatu proyek dapat dilaksanakan secara optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan keterbatasan yang ada[10] [11]. Salah satu metode yang dapat diterapkan dalam melakukan pengendalian waktu yaitu metode *crashing*.

*Project crashing* atau *crash program* dilakukan dengan cara perbaikan jadwal menggunakan *network planning* yang berada pada lintasan kritis [12]. *Project crashing* dilakukan agar pekerjaan selesai dengan pertukaran silang waktu dan biaya dan dengan menambah jumlah shift kerja, jumlah jam kerja, jumlah tenaga kerja, jumlah ketersediaan bahan, serta memakai peralatan yang lebih produktif dan metode instalasi yang lebih cepat sebagai komponen biaya *direct cost* [13][14]. Beberapa penelitian mengenai project crashing menunjukkan bahwa, penerapan metode ini lebih efektif dalam mengurangi durasi penyelesaian proyek, namun terjadi peningkatan pada biaya langsung (*direct cost*)[15][16]

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui analisa percepatan proyek dengan metode Crashing terhadap biaya pada proyek pembangunan gedung Kecamatan Kabupaten Lamongan Sehingga akan diketahui durasi dan biaya penyelesaian proyek yang lebih efektif.

## 2. Studi Literatur.

### 2.1 Percepatan Proyek

Menyelesaikan proyek lebih cepat dari waktu yang telah ditetapkan atau bisa disebut dengan percepatan proyek menjadi hal yang perlu dilakukan dalam proyek konstruksi. Upaya percepatan proyek akan berdampak pada biaya yang diperlukan. Pada pelaksanaannya, terjadi perbedaan antara durasi pelaksanaan proyek dengan durasi perkiraan proyek. Durasi perkiraan proyek sendiri diterapkan berdasarkan durasi lintasan kritis tepanjang, sedangkan durasi pelaksanaan proyek ditetapkan berdasarkan jumlah lama kegiatan perkiraan dan kegiatan kritis yang membentuk lintasan tersebut [17][18].

Luas lokasi kerja atau luas proyek menjadi pembatas durasi percepatan maksimum. Selain itu, terdapat beberapa faktor yang dapat dilakukan untuk mengoptimalkan percepatan proyek seperti; penambahan jumlah tenaga kerja dan durasi kerja, penggunaan alat berat, serta metode pelaksanaan konstruksi. Percepatan proyek perlu dilakukan jika terjadi keterlambatan atau kegiatan proyek tersebut harus segera dilakukan sesuai dengan kontrak yang telah disepakati [19]. Beberapa cara yang dapat dilakukan dalam mempercepat proyek sebagai berikut:

- Penambahana jumlah tenaga kerja
- Penggunaan alat yang lebih produktif
- Penerapan *shift* kerja
- Penambahan durasi kerja (lembur)
- Penggunaan material yang lebih efisien
- Penerapan metode pelaksanaan konstruksi yang tepat

### 2.2 Penambahan Tenaga Kerja

Efisiensi sebuah proyek dipengaruhi oleh jumlah penambahan tenaga kerja apabila direncanakan dengan tepat dan realistis. Beberapa faktor yang perlu diperhatikan seperti keamanan pekerjaan, pengawasan terhadap tenaga kerja, keleluasaan dan kemudahan dalam pelaksanaan pekerjaan, serta daya tampung lokasi kerja[20]. Produktivitas dari penambahan tenaga kerja dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Produktivitas harian normal} \times \text{jumlah pekerja percepatan}}{\text{Jumlah pekerja normal}}$$

## 2.3 Shift Kerja

Pemakaian shift kerja diharapkan menambah produktivitas proyek sebab jumlah jam kerja yang bertambah dengan tenaga kerja yang berbeda. Jumlah shift ditentukan berdasarkan perjanjian pelaksana dengan pemilik proyek serta dengan memperhatikan lingkungan sekitar proyek[21]. Pada tiap shift, jam kerja akumulatif tiap shift tidak boleh lebih dari 40 jam/minggu, hal tersebut diatur dalam UU No 13 Tahun 2003 Tentang Ketengakerjaan. Produktivitas yang terjadi akibat pemakaian shift kerja dapat dihitung dengan rumus berikut:

Produktivitas Crashing = Prod. Harian normal x Jumlah Shift

## 2.4 Metode Crashing

Metode crashing merupakan metode yang dilakukan dengan cara mereduksi atau mengurangi jumlah keseluruhan waktu (durasi) proyek setelah dilakukan analisa mengenai alternatif yang ada pada jaringan kerja[22]. Intasan kritis pada network planning harus sudah diketahui sebelum melakukan crashing, karena lintasan kritis menjadi penentu dalam mempercepat durasi [23].

## 3. Metodologi Penelitian

Metode penelitian analitis dilakukan dengan optimalisasi biaya dan waktu proyek dengan dilakukan percepatan durasi waktu proyek dengan cara menambah jam kerja 3 jam dan melakukan sistem *shift* kerja. Dari hasil kedua percepatan tersebut maka akan didapat perubahan biaya dan waktu (*time cost trade off*), sehingga didapat berapa biaya untuk melakukan percepatan terhadap durasi proyek[24]. Penelitian dilakukan pada Proyek Pembangunan Gedung Kecamatan Lamongan, yang beralamat di Jl. Andansari No.47 Sukomulyo, Lamongan. Biaya normal yang dibutuhkan untuk melakukan pembangunan konstruksi tersebut sebesar Rp. 1.144.445.838,00 dengan durasi proyek 150 hari kerja.

Untuk mendapatkan data yang dibutuhkan maka perlu menentukan strategi dalam penelitian yang digunakan[25], adapun strategi yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a. Memahami data-data yang dibutuhkan.
- b. Meminta data-data ke proyek / CV Puri Mulya.
- c. Kendali terhadap peristiwa yang diteliti.
- d. Penerapan metode percepatan.

### 3.2 Teknik Pengambilan Data

Dalam menganalisis data diperlukan beberapa sumber data yang digunakan sebagai dasar perhitungan. Oleh karena itu, penelitian ini akan menggunakan dua jenis sumber data, yaitu sebagai berikut:

1. Data Primer didapatkan langsung dari lokasi penelitian antara lain yaitu: jumlah pekerja dan data harian proyek pembangunan Gedung Kecamatan Lamongan.

**Tabel 1.** Data Primer.

No	Kebutuhan Data Primer	Metode	Tujuan
1.	Jumlah pekerja	Pengamatan di lapangan	Mengetahui jumlah pekerja saat proyek berlangsung
2.	Data harian kerja	Pengamatan di lapangan	Mengetahui progress pekerjaan tiap harinya

*Sumber: Data penelitian.*

2. Data Sekunder, berupa jurnal atau penelitian terdahulu data dokumentasi dan arsip-arsip resmi, meliputi: time schedule proyek, Rencana Anggaran Biaya (RAB), dan gambar proyek pembangunan Gedung Kecamatan Lamongan.

**Tabel 2.** Data Sekunder.

No	Kebutuhan Data Skunder	Metode	Tujuan
1.	Jurnal terdahulu	Membaca	Untuk mengetahui studi kasus sebelumnya, dan di jadikan acuan untuk penelitian.
2.	Time schedule	Dari instansi	Untuk mengetahui rancangan jadwal proyek tersebut.
3.	RAB proyek	Dari instansi	Untuk mengetahui biaya pada proyek tersebut.

*Sumber: Data penelitian*

### 3.3 Teknik Analisis Data

Tahapan analisis data diuraikan sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data proyek yang dibutuhkan.
2. Menguraikan durasi tiap item pekerjaan.
3. Memasukkan data durasi tiap item ke *Microsoft Project* untuk menentukan jalur kritis dari jadwal proyek awal.
4. Yang selanjutnya akan dilakukan perhitungan percepatan proyek (*crashing*) pada kegiatan- kegiatan yang berada pada jalur kritis.

- a. Dengan metode lembur 3 jam menggunakan rumus:
- Produktivitas Tenaga Kerja Lembur  
= (Kapasitas perhari + (jam lembur x kapasitas perjam x koefisen))
  - Durasi pekerjaan Crashing =  $\frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas kerja 11 jam x jumlah tenaga kerja}}$
- b. Dengan metode system shift menggunakan rumus :
- Produktivitas tenaga kerja shift  
= Prod. kerja/hr normal + (prod. kerja/hr – (prod. kerja/hr \* 11%))
  - Durasi pekerjaan crashing =  $\frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Prod. Tenaga kerja shift x jumlah tenaga kerja}}$
5. Pembahasan hasil penelitian.
6. Kesimpulan.

## 4. Hasil dan Diskusi

### 4.1 Produktivitas

Pada proyek digunakan jam kerja per harinya ialah 8 jam/hari dengan Dengan Menambahkan 3 Jam Kerja. Dilakukan perhitungan produktivitas per jamnya dengan menggunakan rumus:

$$\text{Produktivitas /Jam} = \frac{\text{Kapasitas Kerja / Haru}}{\text{Durasi Jam Kerja Normal}}$$

$$\text{Produktivitas Tenaga Kerja Lembur} = (\text{kap. / hari} + (\text{jam lembur} \times \text{kap. / jam} \times \text{koef.}))$$

$$\text{Durasi kerja normal} = 8 \text{ jam}$$

$$\text{Durasi kerja lembur} = 3 \text{ jam}$$

$$\text{Total jam kerja} = 11 \text{ jam}$$

#### 1) Pekerjaan sloff s1

Pada perkerjaan sloof, beberapa sumber daya dengan uraian sebagai berikut:

##### a. Pekerja

- Produktivitas per jam =  $0.177/8$   
= 0.022
- Produktivitas 11 jam =  $(0.177 + (3 \times 0.022 \times 0,7))$   
= 0.223 m/hari

##### b. Tukang kayu

- produktivitas per jam =  $0.769/8$   
= 0.096
- produktivitas 11 jam =  $(0.769 + (3 \times 0.096 \times 0,7))$   
= 0.971 m/hari

## c. Tukang batu

- produktivitas per jam =  $3.636/8$   
= 0.454
- produktivitas 11 jam =  $(3.636 + (3 \times 0,454 \times 0,7))$   
= 4.590 m/hari

## d. Tukang besi

- produktivitas per jam =  $0.952/8$   
= 0.119
- produktivitas 11 jam =  $(0.952 + (3 \times 0.119 \times 0,7))$   
= 1.201 m/hari

## e. Kepala tukang

- produktivitas per jam =  $3.816/8$   
= 0.477
- produktivitas 11 jam =  $(3.816 + (3 \times 0.477 \times 0,7))$   
= 4.818 m/hari

## f. Mandor

- produktivitas per jam =  $3.773/8$   
= 0.472
- produktivitas 11 jam =  $(3.773 + (3 \times 0.472 \times 0,7))$   
= 4.763 m/hari

## 4.2 Durasi Pekerjaan Crashing

Perhitungan durasi pekerjaan dilakukan setelah mendapatkan nilai produktivitas tenaga kerja jam lembur, Hasil perhitungan diuraikan sebagai berikut:

$$\text{Durasi Pekerjaan Crashing} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Kapasitas kerja 11 jam x jumlah tenaga kerja}}$$

## a) Pekerjaan sloof s1

Pekerja	= $\frac{5,32}{0,223 \times 5,009}$	= 4,762 hari
Tukang Kayu	= $\frac{5,32}{0,971 \times 1,153}$	= 4,752 hari
Tukang Batu	= $\frac{5,32}{4,590 \times 0,244}$	= 4,750 hari
Tukang Besi	= $\frac{5,32}{1,201 \times 0,931}$	= 4,758 hari
Kepala Tukang	= $\frac{5,32}{4,817 \times 0,232}$	= 4,760 hari
Mandor	= $\frac{5,32}{4,763 \times 0,235}$	= 4,753 hari

Dari hasil perhitungan durasi pekerjaan sloof didapatkan durasi pekerjaan selama 5 hari.

### 4.3 Perhitungan Biaya

Perhitungan biaya dilakukan setelah mendapatkan durasi pekerjaan yang dipercepat. Dalam perhitungan biaya, akan dilakukan perhitungan biaya tambahan akibat penambahan jam kerja lembur. Hasil perhitungan diuraikan sebagai berikut :

1. Upah lembur tenaga kerja 1 jam

$$1,5 \times \frac{1}{175} \times \text{upah jam normal} \times \text{hari kerja 1 bulan}$$

2. Upah lembur setiap 2 jam dst

$$2 \times \frac{1}{175} \times \text{upah jam normal} \times \text{hari kerja 1 bulan}$$

Pehitungan biaya pekerjaan Pekerjaan sloof s1

- a. Upah normal

$$\text{Pekerja} = \text{Rp } 85.000,00$$

$$\text{Tukang Kayu} = \text{Rp } 95.000,00$$

$$\text{Tukang Batu} = \text{Rp } 95.000,00$$

$$\text{Tukang Besi} = \text{Rp } 95.000,00$$

$$\text{Kepala Tukang} = \text{Rp } 100.000,00$$

$$\text{Mandor} = \text{Rp } 110.000,00$$

- b. Upah jam lembur ke 3

$$\text{Pekerja} = 2 \times \frac{1}{173} \times 85.000 \times 30 = \text{Rp } 29.480,00$$

$$\text{Tukang Kayu} = 2 \times \frac{1}{173} \times 95.000 \times 30 = \text{Rp } 32.948,00$$

$$\text{Tukang Batu} = 2 \times \frac{1}{173} \times 95.000 \times 30 = \text{Rp } 32.948,00$$

$$\text{Tukang Besi} = 2 \times \frac{1}{173} \times 95.000 \times 30 = \text{Rp } 32.948,00$$

$$\text{Kepala Tukang} = 2 \times \frac{1}{173} \times 100.000 \times 30 = \text{Rp } 34.682,00$$

$$\text{Mandor} = 2 \times \frac{1}{173} \times 110.000 \times 30 = \text{Rp } 38.150,00$$

- c. Total upah per hari

Upah normal + upah lembur jam ke 1 + jam ke 2 + jam ke 3

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= 85.000 + 22.109 + 29.480 + 29.480 \\ &= \text{Rp. } 166.069,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang kayu} &= 95.000 + 24.711 + 32.948 + 32.948 \\ &= \text{Rp. } 185.606,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang batu} &= 95.000 + 24.711 + 32.948 + 32.948 \\ &= \text{Rp. } 185.606,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang besi} &= 95.000 + 24.711 + 32.948 + 32.948 \\ &= \text{Rp. } 185.606,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kepala tukang} &= 100.000 + 26.012 + 34.682 + 34.682 \\ &= \text{Rp. } 195.375,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= 110.000 + 28.613 + 38.150 + 38.150 \\ &= \text{Rp. } 214.913,00 \end{aligned}$$

d. Total upah tenaga kerja

total upah per hari x durasi x jumlah tenaga kerja

$$\text{Pekerja} = 166.109 \times 5 \times 5.009 = \text{Rp. } 4.991.463,00$$

$$\text{Tukang kayu} = 185.606 \times 5 \times 1.153 = \text{Rp. } 1.284.042,00$$

$$\text{Tukang batu} = 185.606 \times 5 \times 0.243 = \text{Rp. } 271.570,00$$

$$\text{Tukang besi} = 185.606 \times 5 \times 0.931 = \text{Rp. } 1.037.215,00$$

$$\text{Kepala tukang} = 195.375 \times 5 \times 0.232 = \text{Rp. } 272.379,00$$

$$\text{Mandor} = 214.913 \times 5 \times 0.235 = \text{Rp. } 303.031,00$$

$$\text{Total upah pekerjaan sloof s1} = \text{Rp. } 8.159.702,00$$

Setelah dilakukan analisis data diketahui bahwa dengan adanya percepatan durasi proyek yang dilakukan dengan penambahan jam lembur selama tiga jam dan juga sistem pembagian kerja shift, maka menambah biaya upah pekerja. Besarnya biaya tambah dengan penambahan jam lembur selama tiga jam yaitu sebesar Rp. 19.408.963,00 dengan durasi proyek 143 hari, sedangkan jika menggunakan sistem pembagian kerja shift maka akan menambah biaya sebesar Rp. 6.374.478,00 dengan durasi proyek 134 hari. Masing-masing percepatan proyek memiliki selisih durasi proyek 7 hari jika menggunakan penambahan jam lembur selama tiga jam, dan selisih durasi proyek 16 hari jika menggunakan sistem pembagian kerja shift.

Biaya langsung (*direct cost*)

Percepatan dengan menambah jam lembur 3 jam

= biaya langsung normal + cost slope jam lembur 3 jam

$$= \text{Rp. } 1.041.445.713,00 + \text{Rp. } 19.408.963,00$$

$$= \text{Rp. } 1.060.854.676,00$$

Total biaya proyek sesudah percepatan

Crashing dengan menambah jam lembur 3 jam

= direct cost + indirect cost

$$= \text{Rp. } 1.060.854.676,00 + \text{Rp. } 101.397.901,00$$

$$= \text{Rp. } 1.162.252.577,00$$

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis dan perhitungan *crash project* pada proyek pembangunan Gedung Kecamatan Lamongan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Besarnya biaya tambah dengan penambahan jam lembur selama tiga jam yaitu sebesar Rp. 19.408.963,00 sehingga total biaya menjadi Rp. 1.060.854.676,00 dengan durasi proyek 143 hari atau lebih cepat sebesar 4,6% dari durasi awal. Sedangkan jika menggunakan sistem pembagian kerja shift maka akan menambah biaya sebesar Rp. 6.374.478,00 sehingga total biaya menjadi Rp 1.047.820.191,00 dengan durasi proyek 134 hari atau lebih cepat sebesar 10,66% dari durasi awal.
2. Dengan terjadinya percepatan durasi proyek, maka biaya tidak langsung juga akan mengalami perubahan yang semula Rp. 103.000.125,00 menjadi Rp. 101.397.901,00 untuk percepatan dengan penambahan jam lembur selama tiga jam dan Rp. 99.337.898,00 untuk crashing dengan menerapkan sistem pembagian kerja shift.

### 5.2 Saran

Faktor-faktor yang menjadi penghambat dalam kegiatan dan metode percepatan perlu diteliti lebih lanjut. Serta dapat digunakan beberapa metode percepatan yang lainnya untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal.

## Daftar Pustaka

- [1] A. Gunasti, A. Rofiqi, and P. Priyono, "Penerapan Metode Barchart, CPM, PERT dan Crashing Project dalam Penjadwalan Proyek Pembangunan Gedung G Universitas Muhammadiyah Jember," *Rekayasa J. Sipil*, vol. 4, no. 1, pp. 7–12, 2019.
- [2] R. Almeida, R. Abrantes, M. Romão, and I. Proença, "The Impact of Uncertainty in the Measurement of Progress in Earned Value Analysis," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 181, no. 2019, pp. 457–467, 2021, doi: 10.1016/j.procs.2021.01.191.
- [3] H. T. Tjendani, R. Marleno, Hendry, and I. Subiyantoro, "Risk Assessment of Feasibility Study for Toll Road X - Y with Public Private Partnership (PPP) Scheme," *U KaRsT*, vol. 4, no. 1, pp. 559–570, 2020.
- [4] Y. Malifa, A. K. T. Dundu, and G. Y. Malingkas, "Analisis Percepatan Waktu Dan Biaya Proyek Konstruksi Menggunakan Metode Crashing (Studi Kasus: Pembangunan Rusun Iain Manado)," *J. Sipil Statik*, vol. 7, no. 6, 2019.
- [5] B. Damara, "Cost Performance Analysis and Time Development Construction Project Bridge Chain Karanggeneng Nawacita Cs Using the Earned Value Method," *UKaRsT*, vol. 4, no. 2, pp. 177–191, 2020, doi: 10.30737/ukarst.v4i2.1067.
- [6] H. C. O. Unegbu, D. S. Yawas, and B. Dan-asabe, "An investigation of the relationship between project performance measures and project management practices of construction projects for the construction industry in Nigeria," *J. King Saud Univ. - Eng. Sci.*, 2020, doi: 10.1016/j.jksues.2020.10.001.
- [7] B. Zakariyya, A. Ridwan, and S. Suwarno, "Analisis Biaya Dan Jadwal Proyek Pembangunan Gedung Dinas Kesehatan Kabupaten Trenggalek Dengan Metode Earned Value," *J. Manaj. Teknol. Tek. Sipil*, vol. 3, no. 2, p. 362, 2020, doi: 10.30737/jurmateks.v3i2.1197.
- [8] H. A. Abdelkhalek, H. S. Refaie, and R. F. Aziz, "Optimization of time and cost through learning curve analysis," *Ain Shams Eng. J.*, vol. 11, no. 4, pp. 1069–1082, 2020, doi: 10.1016/j.asej.2019.12.007.
- [9] E. N. Afruzi, E. Roghanian, A. A. Najafi, and M. Mazinani, "A multi-mode resource-constrained discrete time-cost tradeoff problem solving using an adjusted fuzzy dominance genetic algorithm," *Sci. Iran.*, vol. 20, no. 3, pp. 931–944, 2013, doi: 10.1016/j.scient.2012.12.024.
- [10] T. N. Amin, A. Ridwan, and Y. Cahyo, "Analisa Penjadwalan Dengan Metode PERT dan MATHCAD (Study Kasus Proyek Pembangunan Restaurant Farm House di

- Lembang),” *J. Manaj. Teknol. Tek. Sipil*, vol. 3, no. 1, p. 98, 2020, doi: 10.30737/jurmateks.v3i1.895.
- [11] W. Elmughrabi, O. Ben Sassi, T.-M. Dao, and A. Chabaane, “Collaborative supply chain planning and scheduling of construction projects,” *IFAC-PapersOnLine*, vol. 53, no. 2, pp. 10761–10766, 2020, doi: 10.1016/j.ifacol.2020.12.2858.
- [12] R. Pratama and A. Bhaskara, “Earned Value Concept Terhadap Biaya Dan Waktu Menggunakan Metode Crashing Shift Kerja Studi Kasus: Proyek Pembangunan Workshop 3 Madiun,” *J. Tek. Sipil*, vol. 11, no. 2, pp. 1172–1184, 2020.
- [13] H. R. Agustapraja and Affandi, “Perbandingan Estimasi Anggaran Biaya Dengan Metode SNI Dan BOW Pada Proyek Pembangunan Gedung Di Fakultas Agama Islam Universitas Lamongan,” *U KaRsT*, vol. 1, no. 2, pp. 84–93, 2017.
- [14] S. Sharma, N. Bedi, and V. K. Sukhwani, “Optimization of Time and Cost for a Research Project by Project Crashing Method,” 2020, doi: 10.1088/1757-899X/998/1/012057.
- [15] Rohmatun Hidayah, A. Ridwan, and Y. Cahyo, “Analisa Perbandingan Manajemen Waktu Antara Perencanaan Dan Pelaksanaan,” *J. Manaj. Teknol. Tek. Sipil*, vol. 1, no. 2, pp. 281–290, 2015.
- [16] W. Santoso, “Analisi 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),” *Tek. Sipil Univ. Islam Indones.*, 2018.
- [17] R. Ajiono and H. Wahyudiono, “Analisis Faktor Risiko Lelang Di Bawah Perkiraan Kinerja Kualitas Proyek Konstruksi Bangunan di Kota Trenggalek Jawa Timur,” *U KaRsT*, vol. 2, no. 2, pp. 164–173, 2018.
- [18] J. Delisle, “Working time in multi-project settings: How project workers manage work overload,” *Int. J. Proj. Manag.*, vol. 38, no. 7, pp. 419–428, 2020, doi: 10.1016/j.ijproman.2020.04.001.
- [19] Y. C. S. Poernomo, A. Ridwan, Z. Lubis, A. Gunarto, and S. Winarto, “Pelaksanaan Manajemen Konstruksi Pada Proyek Pembangunan Bank Sinar Mas Kediri,” *UKaRsT*, vol. 2, no. 1, p. 52, 2018, doi: 10.30737/ukarst.v2i1.101.
- [20] Y. Saraswati, A. Ridwan, and A. Iwan Candra, “Analisis Penerapan Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pembangunan Gedung Kuliah Bersama Kampus C Unair Surabaya,” *J. Manaj. Teknol. Tek. Sipil*, vol. 3, no. 2, pp. 247–260, 2020, doi: 10.30737/jurmateks.v3i2.1111.

- [21] Z. Citra, B. Susetyo, and P. Wibowo, "Optimasi Kinerja Proyek Dengan Penerapan Metode Crashing Dan Linear Programming Pada Proyek Bulk Godown," *Rekayasa Sipil*, vol. 7, no. 2, pp. 106–113, 2018, doi: 10.22441/jrs.2018.v07.i2.05.
- [22] B. Esmunantyo, F. Srinaga, M. T. Sipil, F. Teknik, and U. P. Harapan, "Analisis Percepatan Waktu dan Rencana Anggaran Biaya menggunakan Metode Crashing dengan Penambahan Jam Kerja (Lembur)," *Semin. Nas. Tek. Sipil X 2020*, 2020.
- [23] T. Iluk, A. Ridwan, and S. Winarto, "Penerapan Metode CPM Dan PERT Pada Gedung Parkir 3 Lantai Grand Panglima Polim Kediri," *J. Manaj. Teknol. Tek. Sipil*, vol. 3, no. 2, pp. 162–176, 2020, doi: 10.30737/jurmateks.v3i2.1054.
- [24] I. Sung, B. Choi, and P. Nielsen, "Reinforcement Learning for Resource Constrained Project Scheduling Problem with Activity Iterations and Crashing," *IFAC-PapersOnLine*, vol. 53, no. 2, pp. 10493–10497, 2020, doi: 10.1016/j.ifacol.2020.12.2794.
- [25] D. Safira, F. Safitri, H. Kamal, Meilani, C. M. Sujana, and A. Andika, "Time acceleration of offshore EPC project using FMEA, FTA, CPM and crashing method at PT XYZ," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 426, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1755-1315/426/1/012126.