

Perancangan Jadwal Untuk Mempercepat Proyek Konstruksi *Solid Waste Disposal* Menggunakan Metode *Crashing* Di *Pt.Xyz*

1st Arvia Nisrina Efendi

Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

arvianisrina@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Devi Pratami

Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

devipratami@telkomuniversity.ac.id

3rd GN. Sandhy Windyasthana

Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

sandhy.widyasthana@mdi.vc

*PT XYZ merupakan sebuah perusahaan yang didirikan pada tahun 1998 dan bergerak di bidang konstruksi. Saat ini PT XYZ sedang mengerjakan proyek konstruksi Solid Waste Disposal. Solid Waste Disposal merupakan proyek yang sedang dikerjakan oleh PT XYZ yang dimulai dari tahun 2019 awal dan ditargetkan selesai pada tahun 2021. Namun, proyek Solid Waste Disposal mengalami keterlambatan yang mengakibatkan proyek ini masih berada pada tahap *executing* dikarenakan masih terdapat aktivitas yang masih berjalan bahkan belum berjalan sama sekali. Keterlambatan tersebut dikarenakan adanya penundaan pekerjaan akibat adanya kebijakan lockdown di Indonesia yang mengakibatkan proyek tersebut terhambat pengerjaannya, selain itu ada beberapa faktor lainnya yaitu penentuan durasi tidak akurat dikarenakan tim proyek tidak memperhatikan faktor eksternal lainnya yang terjadi. Dengan terjadinya faktor tersebut, maka dilakukan percepatan sebuah proyek agar proyek tidak mengalami keterlambatan proyek. Pada perancangan ini dilakukan perhitungan menggunakan metode *Crashing Project* dan Perhitungan Rekapitulasi Biaya Setelah *Crashing Project*. Metode *Crashing Project* dilakukan agar memperoleh *Crash Duration* dan *Crash Cost* dari suatu aktivitas proyek yang terkena lintasan kritis. Dan analisis Perhitungan Rekapitulasi Biaya Setelah Proyek digunakan untuk memperlihatkan *Direct Cost*, *Indirect Cost*, dan *Total Cost* suatu proyek di setiap aktivitasnya.*

Kata kunci— *project scheduling, critical path method, crashing project, trade cost trade off*

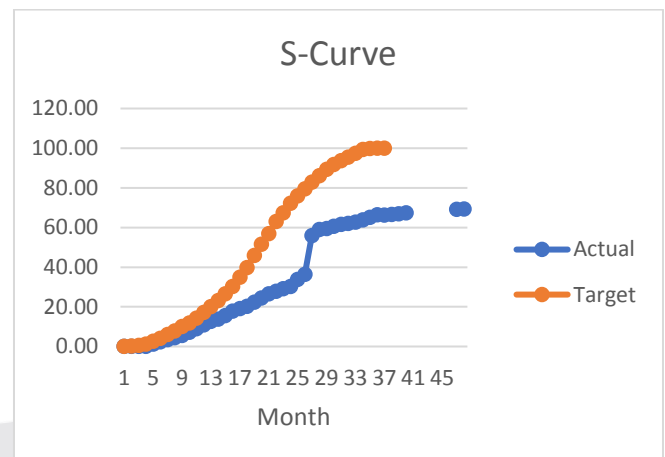
I. PENDAHULUAN

PT XYZ merupakan sebuah perusahaan berkantor pusat di Jakarta yang sedang menjalani sebuah proyek di bidang konstruksi yaitu PLTU. PLTU ini mempunyai satu program yang didalamnya terdapat 21 proyek salah satunya Proyek Solid Waste Disposal.

Solid Waste Disposal merupakan tanggul atau wadah untuk menyimpan atau pembuangan bekas batu bara dari hasil boiler sebelum batubara tersebut diperjual belikan. Solid Waste Disposal ini dibangun mulai tahun 2019 dan ditargetkan selesai pada tahun 2020. Namun, proyek tersebut belum selesai dan mengalami keterlambatan yang mengakibatkan pengerjaan proyek tersebut hingga saat ini masih dalam tahap *executing*. Keterlambatan tersebut dikarenakan adanya penundaan pekerjaan dikadibatkan oleh kebijakan lockdown saat pandemi awal dan tidak diberikan izin lahan oleh client. Tetapi saat ini, client meminta kepada PT XYZ agar dapat menyelesaikan proyek Solid Waste

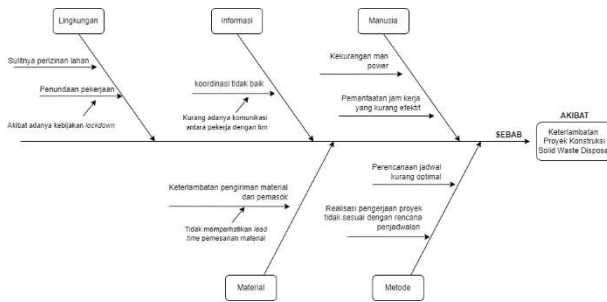
Disposal hingga tahap closing di akhir tahun 2022. Berikut merupakan gambar dari proyek Solid Waste Disposal:

Setelah dilakukan identifikasi berdasarkan hasil wawancara, didapatkan beberapa hambatan yang membuat proyek Solid Waste Disposal bisa terhambat sampai sekarang. Selain dengan adanya kebijakan lockdown saat awal pandemi dan tidak diberikan izin lahan oleh client yang mengakibatkan berhenti bekerja dan beroperasi, ada hambatan lainnya yang terjadi didalam proyek tersebut. Berikut merupakan S-Curve dari Solid Waste Disposal:



GAMBAR I. 1 S-Curve PT XYZ

Pada Gambar 1.2, merupakan Kurva-S dari Proyek Solid Waste Disposal. Perencanaan proyek pada Solid Waste Disposal direncanakan pada tahun 2019-2020. Terdapat grafik target dan aktual yang menunjukkan bahwa proyek Solid Waste Disposal tidak berjalan dan mengalami keterlambatan disebabkan oleh beberapa hambatan-hambatan yang ada. Target tersebut tidak sesuai dengan actual plan yang terjadi disebabkan oleh beberapa hambatan yang akan dijabarkan melalui fishbone diagram. Berikut merupakan fishbone diagram berdasarkan hambatan yang ada:



GAMBAR I. 2 Fishbone Diagram Hasil Wawancara PT XYZ

II. KAJIAN TEORI

A. Manajemen Proyek

Manajemen Proyek merupakan hal yang berkaitan dengan penerapan pengetahuan (knowledge), keterampilan (skill), alat (tools), dan teknik (technique) untuk kegiatan proyek agar memenuhi persyaratan proyek secara efektif dan efisien [14]

B. Project Management Process Group

Dalam manajemen proyek terdapat standar yang menjelaskan proses manajemen proyek yang digunakan untuk memenuhi tujuan dari suatu proyek yang terbagi menjadi lima fase proses grup [14] yaitu diantaranya:

- Initiating Process Group
- Planning Process Group
- Executing Process Group
- Monitoring and Controlling Process Group
- Closing Process Group

C. Project Management Knowledge Areas

Project Management Knowledge Area adalah bidang atau spesialisasi yang umum digunakan ketika mengelola proyek. Project Management Knowledge Area adalah proses terkait dengan topik tertentu dalam manajemen proyek [14]

D. Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi dapat didefinisikan sebagai suatu rangkaian atau kegiatan yang memiliki jangka waktu pendek. Didalam suatu kegiatan konstruksi, terdapat beberapa proses didalamnya dari mulai mengolah sumber daya proyek menjadi suatu hasil kegiatan berupa bangunan. Proses berjalannya rangkaian proyek konstruksi tersebut melibatkan pihak-pihak yang terkait, baik pihak tersebut secara langsung maupun tidak langsung [10]

E. Penjadwalan Proyek

Penjadwalan proyek merupakan suatu aktivitas untuk menentukan tahapan pekerjaan yang berkaitan dengan sumber daya yang dibutuhkan oleh sebuah proyek, hal tersebut meliputi jumlah tenaga kerja, biaya dan hal yang berkaitan dengan proyek [10]

F. Metode Penjadwalan

Dalam mengelola sebuah proyek, dibutuhkan metode yang tepat agar proyek memiliki peningkatan dari segi kualitas perencanaan waktu, jadwal, dan biaya guna menghadapi kegiatan dan kompleksitas yang ada di dalam proyek. Ada beberapa metode yang muncul dikarenakan faktor tersebut seperti metode analisis jaringan kerja dan began blok (bar chart) [10]

G. WBS (Work Breakdown Structure)

Work Breakdown Structure (WBS) merupakan suatu proses untuk membagi proyek dan pekerjaan proyek menjadi suatu komponen yang lebih kecil dan lebih mudah saat dikelola [14]

H. Crashing Project

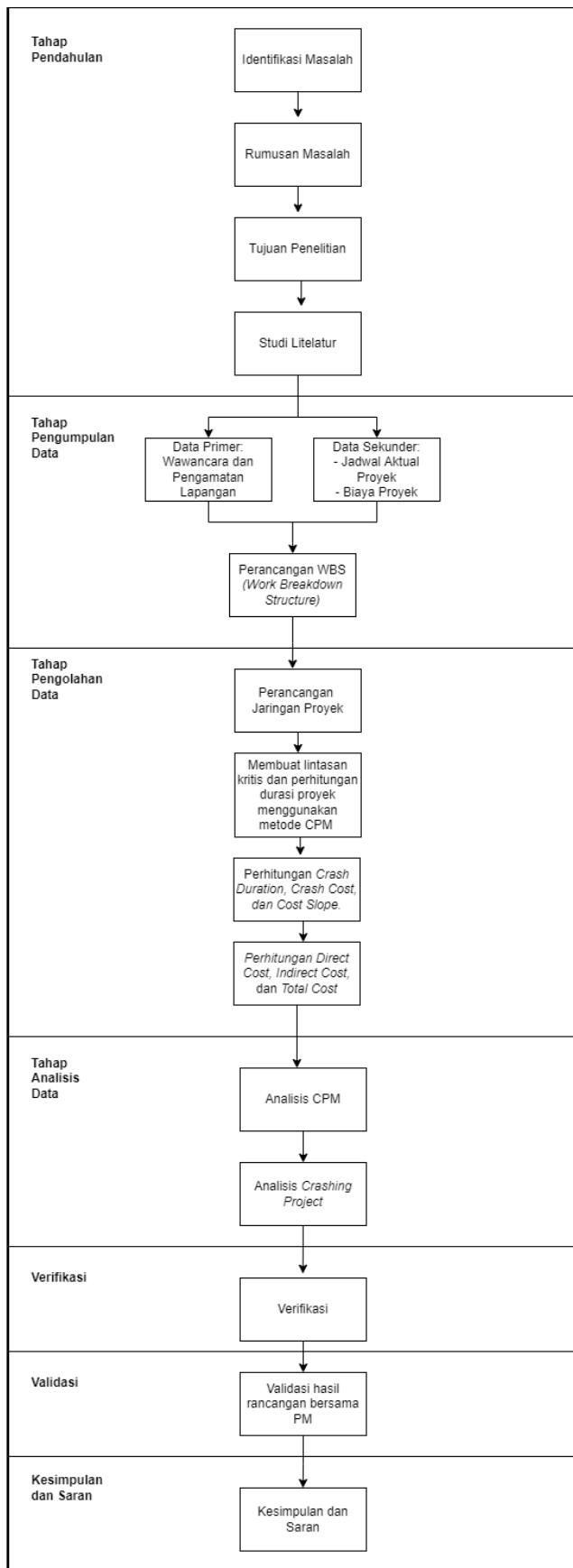
Crashing Project teknik yang digunakan untuk mempersingkat durasi jadwal paling sedikit dengan menambahkan sumber daya [14]. Prosedur waktu-biaya yang dijelaskan menentukan kegiatan mana yang harus dipercepat, langkah demi langkah, untuk mengurangi durasi sebuah proyek. Prosedur bertahap ini pada akhirnya akan menghasilkan durasi proyek terpendek dan biaya terkait [11]

I. CPM (Critical Path Method)

Metode Jalur Kritis (Critical Path Method) merupakan algoritma untuk menjadwalkan serangkaian kegiatan proyek. Jalur kritis ditentukan dengan mengidentifikasi rentang terpanjang dari aktivitas dependen dan mengukur waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikannya dari awal hingga akhir [8]

III. METODE

Pada tugas akhir ini, terdapat sistematika perancangan yang dibutuhkan dalam tugas akhir ini sebagai acuan pengerjaan penulis dari awal hingga akhir. Tahapan sistematika perancangan ini terdiri dari deskripsi mekanisme pengumpulan data, sistem perancangan, deskripsi mekanisme verifikasi dan deskripsi mekanisme validasi hasil rancangan



GAMBAR III. 1 Tahap Perancangan

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Crashing Project

Dalam merancang sebuah jadwal percepatan, perlu mengetahui rangkaian apa saja atau aktivitas apa saja yang termasuk ke dalam lintasan kritis (*critical path*). Dalam melakukan *Crashing Project* terdapat beberapa peraturan sebagai berikut:

1. Waktu kerja normal memiliki durasi 8 jam/hari dimulai dari pukul 08.00 – 12.00, lalu istirahat pada pukul 12.00 – 13.00, dan berlanjut pada pukul 13.00 – 17.00.
2. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 35 Tahun 2021 Bagian Ketiga Pasal 26 ayat 1 bahwa Waktu Kerja Lembur hanya dapat dilakukan paling lama 4 (empat) jam dalam 1 (satu) hari.
3. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 35 Tahun 2021 Bagian Keempat Pasal 31 ayat 1 bahwa Perusahaan yang mempekerjakan Pekerja/Buruh melebihi waktu kerja wajib membayar Upah Kerja Lembur dengan ketentuan:
 - a. untuk jam kerja pertama sebesar 1.5 (satu koma lima) kali Upah sejam; dan
 - b. untuk setiap jam kerja lembur berikutnya, sebesar 2 (dua) kali Upah sejam.
4. Produktivitas pekerja saat melakukan waktu lembur memiliki nilai yang berbeda disetiap jam nya dikarenakan adanya penurunan produktivitas. Penurunan produktivitas ini disebabkan adanya penurunan fokus pekerja akibat kelelahan dan faktor lainnya. Berikut merupakan tabel koefisien produktivitas berdasarkan data perusahaan yang didapatkan dari hasil wawancara dengan *Project manager*.

TABEL IV. 1 Index Penurunan Produktivitas

Jam Kerja Lembur	Index Penurunan Produktivitas	Penurunan Prestasi Kerja	Koefisien Penurunan Prestasi Kerja	Presentasi Koefisien Penurunan Prestasi Kerja
a	b	$c = a \times b$	$d = 1 - c$	%
1	0.1	0.1	0.9	90%
2	0.1	0.2	0.8	80%
3	0.1	0.3	0.7	70%
4	0.1	0.4	0.6	60%
a	b	$c = a \times b$	$d = 1 - c$	%

Alternatif Penambahan Jam Kerja

Pada alternatif pertama, dilakukan perhitungan crashing duration menggunakan penambahan jam kerja. Proyek Solid Waste Disposal memiliki waktu kerja normal sebesar 8 jam/hari, Pada penambahan jam kerja dilakukan setelah waktu kerja normal.

Tabel IV. 2 Harga Upah Pegawai

Pekerja	Upah/jam	Jumlah Pegawai
Operator	Rp16.875	5
Mandor	Rp18.750	1

Pekerja	Rp13.125	10
Umum		

Berdasarkan data upah per jam yang harus dibayarkan kepada para pekerja yang berada di dalam lintasan kritis, selanjutnya dilakukan perhitungan crash cost pada setiap alternatif penambahan jam kerja.

- **Upah Lembur Penambahan 1 Jam Kerja**

$$\begin{aligned} \text{Overtime Fee} &= \text{Operator} + \text{Mandor} + \text{Pekerja Umum} \\ &= \text{Rp}126.563 + \text{Rp}28.125 + \text{Rp}196.875 \\ &= \text{Rp}351.563 \end{aligned}$$

Total *Crash Cost* Penambahan 1 Jam Kerja

$$\begin{aligned} &= \text{Normal Cost} + \text{Overtime Fee} \\ &= \text{Rp}241.239.036 + \text{Rp}351.563 \\ &= \text{Rp}241.590.598 \end{aligned}$$

- **Upah Lembur Penambahan 2 Jam Kerja**

$$\begin{aligned} \text{Overtime Fee} &= \text{Operator} + \text{Mandor} + \text{Pekerja Umum} \\ &= \text{Rp}295.313 + \text{Rp}65.625 + \text{Rp}459.375 \\ &= \text{Rp}820.313 \end{aligned}$$

Total *Crash Cost* Penambahan 2 Jam Kerja

$$\begin{aligned} &= \text{Normal Cost} + \text{Overtime Fee} \\ &= \text{Rp}241.239.036 + \text{Rp}820.313 \\ &= \text{Rp}242.059.348 \end{aligned}$$

- **Upah Lembur Penambahan 3 Jam Kerja**

$$\begin{aligned} \text{Overtime Fee} &= \text{Operator} + \text{Mandor} + \text{Pekerja Umum} \\ &= \text{Rp}464.063 + \text{Rp}103.125 + \text{Rp}721.875 \\ &= \text{Rp}1.289.063 \end{aligned}$$

Total *Crash Cost* Penambahan 3 Jam Kerja

$$\begin{aligned} &= \text{Normal Cost} + \text{Overtime Fee} \\ &= \text{Rp}241.239.036 + \text{Rp}1.289.063 \\ &= \text{Rp}242.528.098 \end{aligned}$$

- **Upah Lembur Penambahan 4 Jam Kerja**

$$\begin{aligned} \text{Overtime Fee} &= \text{Operator} + \text{Mandor} + \text{Pekerja Umum} \\ &= \text{Rp}631.813 + \\ &\text{Rp}140.625 + \text{Rp}984.375 \\ &= \text{Rp}1.757.813 \end{aligned}$$

Total *Crash Cost* Penambahan 4 Jam Kerja

$$\begin{aligned} &= \text{Normal Cost} + \text{Overtime Fee} \\ &= \text{Rp}241.239.036 + \text{Rp}1.757.813 \\ &= \text{Rp}242.996.848 \end{aligned}$$

2. Perhitungan Cost Slope

Perhitungan Cost Slope merupakan suatu perbandingan yang didapatkan dari percepatan waktu proyek dan

pertambahan biaya proyek. Pada perhitungan Cost Slope ini dilakukan pengurangan antara Crash Cost dengan biaya proyek normal lalu dibagi dengan normal durasi dikurangi dengan Crash Duration.

- **Cost Slope Penambahan 1 Jam Kerja**

$$\begin{aligned} \text{Cost Slope} &= \frac{\text{Crash Cost} - \text{Normal Cost}}{\text{Normal Duration} - \text{Crash Duration}} \\ &= \frac{\text{Rp}241.590.589 - \text{Rp}241.239.036}{63 - 57} \\ &= \text{Rp}58.594/\text{hari} \end{aligned}$$

- **Cost Slope Penambahan 2 Jam Kerja**

$$\begin{aligned} \text{Cost Slope} &= \frac{\text{Crash Cost} - \text{Normal Cost}}{\text{Normal Duration} - \text{Crash Duration}} \\ &= \frac{\text{Rp}242.059.348 - \text{Rp}241.239.036}{63 - 53} \\ &= \text{Rp}82.031/\text{hari} \end{aligned}$$

- **Cost Slope Penambahan 3 Jam Kerja**

$$\begin{aligned} \text{Cost Slope} &= \frac{\text{Crash Cost} - \text{Normal Cost}}{\text{Normal Duration} - \text{Crash Duration}} \\ &= \frac{\text{Rp}242.528.098 - \text{Rp}241.239.036}{63 - 50} \\ &= \text{Rp}99.159/\text{hari} \end{aligned}$$

- **Cost Slope Penambahan 4 Jam Kerja**

$$\begin{aligned} \text{Cost Slope} &= \frac{\text{Crash Cost} - \text{Normal Cost}}{\text{Normal Duration} - \text{Crash Duration}} \\ &= \frac{\text{Rp}242.996.848 - \text{Rp}241.239.036}{63 - 49} \\ &= \text{Rp}125.558/\text{hari} \end{aligned}$$

3. Rekapitulasi Biaya Proyek setelah *Crashing* dengan Penambahan Jam Kerja

Setelah melakukan perhitungan Cost Slope, dilakukan perhitungan tahap kompresi pada subbab ini yang didalamnya terdapat Direct Cost, Indirect Cost, dan Total Cost. Perhitungan ini dilakukan pada lintasan yang terkena jalur kritis.

- Rekapitulasi Biaya Proyek Penambahan 1 Jam Kerja

Total Biaya Langsung

= Biaya Langsung Normal + Tambahan Biaya

$$= \text{Rp}59.666.248.605 + \text{Rp}351.563$$

$$= \text{Rp}59.666.600.167$$

Total Biaya Tidak Langsung

= (Biaya Tidak Normal : Durasi Normal) x Total Durasi

$$= (\text{Rp}17.899.874.581 : 170) \times 164$$

$$= \text{Rp}17.268.114.302$$

Total Biaya Proyek

= Total Biaya Langsung + Total Biaya Tidak Langsung

$$= \text{Rp}59.666.600.167 + \text{Rp}17.268.114.302$$

$$= \text{Rp}76.934.714.269$$

- Rekapitulasi Biaya Proyek Penambahan 2 Jam Kerja

Total Biaya Langsung

$$= \text{Biaya Langsung Normal} + \text{Tambahan Biaya}$$

$$= \text{Rp}59.666.248.605 + \text{Rp}820.313$$

$$= \text{Rp}59.667.068.917$$

Total Biaya Tidak Langsung

$$= (\text{Biaya Tidak Normal} : \text{Durasi Normal}) \times \text{Total Durasi}$$

$$= (\text{Rp}17.899.874.581 : 170) \times 160$$

$$= \text{Rp}16.846.940.783$$

Total Biaya Proyek

$$= \text{Total Biaya Langsung} + \text{Total Biaya Tidak Langsung}$$

$$= \text{Rp}59.667.068.917 + \text{Rp}16.846.940.783$$

$$= \text{Rp}76.514.009.700$$

- Rekapitulasi Biaya Proyek Penambahan 3 Jam Kerja

Total Biaya Langsung

$$= \text{Biaya Langsung Normal} + \text{Tambahan Biaya}$$

$$= \text{Rp}59.666.248.605 + \text{Rp}1.289.063$$

$$= \text{Rp}59.667.537.887$$

Total Biaya Tidak Langsung

$$= (\text{Biaya Tidak Normal} : \text{Durasi Normal}) \times \text{Total Durasi}$$

$$= (\text{Rp}17.899.874.581 : 170) \times 157$$

$$= \text{Rp}16.531.060.643$$

Total Biaya Proyek

$$= \text{Total Biaya Langsung} + \text{Total Biaya Tidak Langsung}$$

$$= \text{Rp}59.667.537.887 + \text{Rp}16.531.060.643$$

$$= \text{Rp}76.198.593.310$$

- Rekapitulasi Biaya Proyek Penambahan 4 Jam Kerja

Total Biaya Langsung

$$= \text{Biaya Langsung Normal} + \text{Tambahan Biaya}$$

$$= \text{Rp}59.666.248.605 + \text{Rp}1.757.813$$

$$= \text{Rp}59.668.006.417$$

Total Biaya Tidak Langsung

$$= (\text{Biaya Tidak Normal} : \text{Durasi Normal}) \times \text{Total Durasi}$$

$$= (\text{Rp}17.899.874.581 : 170) \times 156$$

$$= \text{Rp}16.425.767.263$$

Total Biaya Proyek

$$= \text{Total Biaya Langsung} + \text{Total Biaya Tidak Langsung}$$

$$= \text{Rp}59.668.006.417 + \text{Rp}16.425.767.263$$

$$= \text{Rp}76.093.773.680$$

Alternatif Penambahan Tenaga Kerja

Pada alternatif kedua, dilakukan perhitungan Crashing Project menggunakan penambahan tenaga kerja. Alternatif penambahan tenaga kerja ini dilakukan pada aktivitas terkena lintasan kritis kecuali aktivitas Backfill Cover Soil. Proyek Solid Waste Disposal memiliki waktu kerja 8 jam/hari yang dimulai pada pukul 08.00 – 12.00, dan istirahat pada pukul 12.00 – 13.00, lalu berlanjut lagi pada pukul 13.00 – 17.00. Pada tenaga kerja dilakukan penambahan 25% dari index normal kebutuhan tenaga kerja.

1. Perhitungan Crash Duration

Crash Duration merupakan langkah awal dalam melakukan *crashing*. Dalam mempercepat durasi proyek, dibutuhkan perhitungan penambahan tenaga kerja yang akhirnya akan menghasilkan *Crash Duration*. Perhitungan ini dilakukan pada lintasan kritis.

$$\text{Volume Pekerjaan} = 6.884,68 \text{ meter}^3$$

$$\text{Pekerja} = 10$$

$$\text{Koef. Penambahan} = 25\%$$

Akumulasi Penambahan Tenaga Kerja

$$= 10 \times 25\%$$

$$= 2.5 \approx 3 \text{ orang}$$

$$\text{Total Pegawai} = 10 + 3 = 13 \text{ orang}$$

$$\text{Durasi Normal} = 63 \text{ hari}$$

$$\text{Produktivitas Harian} = \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi Normal}} = \frac{6.884,68}{63} = 109,28 \text{ meter}^3/\text{hari}$$

$$\text{Produktivitas / jam} = \frac{\text{Produktivitas Harian}}{\text{Jam Kerja/Hari}} = \frac{109,28}{8} =$$

$$13,66 \text{ meter}^3/\text{jam}$$

Produktivitas Penambahan Pekerja

$$= \frac{(\text{Produktivitas Harian} \times \text{Total Pegawai})}{\text{Pekerja}}$$

$$= \frac{(109,28 \times 13)}{10}$$

$$= 142,06$$

$$\text{Crash Duration} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Produktivitas Penambahan Pekerja}}$$

$$= \frac{6.884,68}{142,06} = 48,46 \approx 49 \text{ hari}$$

2. Perhitungan Crash Cost

Crash Cost merupakan biaya langsung dari proyek *Solid Waste Disposal* Ini. Dalam mempercepat durasi proyek, dibutuhkan juga perhitungan biaya langsung dari setiap penambahan jam kerja yang akhirnya akan menghasilkan *Crash Cost*.

Pekerja Umum

Upah/jam = Rp13.125

Penambahan Jumlah Pegawai = 3

Berdasarkan data upah per jam yang harus dibayarkan kepada para pekerja yang berada di dalam lintasan kritis, selanjutnya dilakukan perhitungan *crash cost* pada alternative penambahan tenaga kerja. Berikut merupakan perhitungan dari aktivitas *Sub Soil Drain Exavation*.

Biaya Normal = Rp241.239.036

Upah pekerja/hari = Rp13.125 x 8 jam

= Rp105.000

Upah Penambahan/hari = Rp105.000 x 3 orang

= Rp315.000

Total *Crash Cost* = Biaya Normal + Upah Penambahan

= Rp241.239.036 + Rp315.000

= Rp241.554.036

3. Perhitungan Cost Slope

Perhitungan *Cost Slope* merupakan suatu perbandingan yang didapatkan dari percepatan waktu proyek dan pertambahan biaya proyek. Pada perhitungan *Cost Slope* ini dilakukan pengurangan antara *Crash Cost* dengan biaya proyek normal lalu dibagi dengan normal durasi dikurangi dengan *Crash Duration*

$$\begin{aligned} \text{Cost Slope} &= \frac{\text{Crash Cost} - \text{Normal Cost}}{\text{Normal Duration} - \text{Crash Duration}} \\ &= \frac{\text{Rp241.554.036} - \text{Rp241.239.036}}{63 - 49} \\ &= \text{Rp22.500/hari} \end{aligned}$$

4. Rekapitulasi Biaya Proyek setelah Crashing dengan Penambahan Tenaga Kerja

Setelah melakukan perhitungan *Cost Slope*, dilakukan perhitungan tahap kompresi pada subbab ini yang di dalamnya terdapat *Direct Cost*, *Indirect Cost*, dan *Total Cost*.

Total Biaya Langsung

= Biaya Langsung Normal + Tambahan Biaya

= Rp59.666.248.605 + Rp315.000

= Rp59.666.563.605

Total Biaya Tidak Langsung

= (Biaya Tidak Normal : Durasi Normal) x Total Durasi

= (Rp17.899.874.581 : 170) x 156

= Rp16.425.767.263

Total Biaya Proyek

= Total Biaya Langsung + Total Biaya Tidak Langsung

= Rp59.666.563.605 + Rp16.425.767.263

= Rp76.092.330.868

Pada tabel IV.11 telah ditentukan *Cost Slope*, selanjutnya dilakukan perhitungan rekapitulasi biaya proyek yang meliputi *Direct Cost*, *Indirect Cost*, dan *Total Cost* sebagai langkah akhir dalam menyelesaikan *Crashing Project* ini.

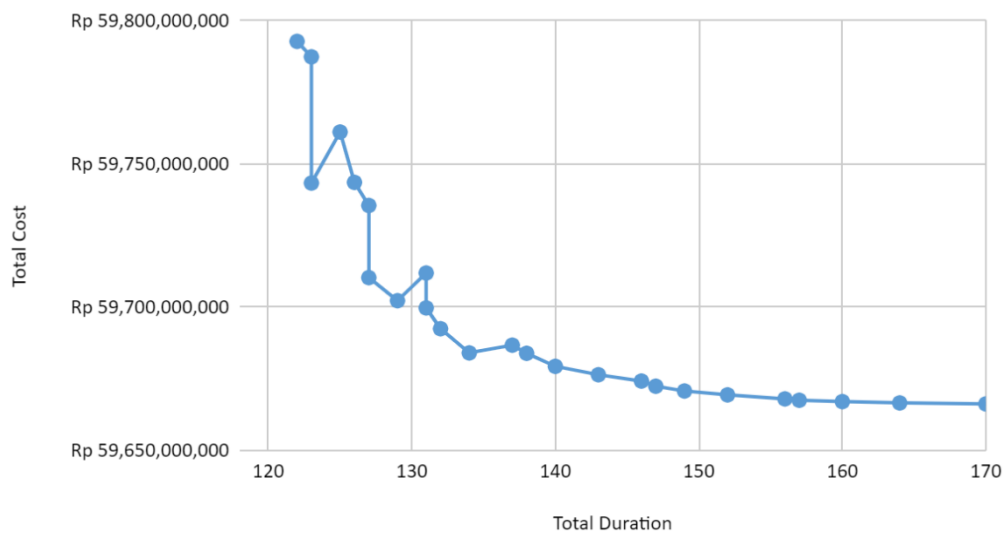
TABEL IV. 3 Rekapitulasi Biaya Proyek Setelah Crashing

Kode WBS	Crash Activity	Compression Step	Duration		Total Duration	Direct Cost	Indirect Cost	Total Cost
			Normal	Crash				
		Normal Step			170	Rp 59.666.248.605	Rp 17.899.874.581	Rp 77.566.123.186
2.1.1	Sub Soil Drain Excavation	Step 1	63	57	164	Rp 59.666.600.167	Rp 17.268.114.302	Rp 76.934.714.469
2.1.1	Sub Soil Drain Excavation	Step 2	63	53	160	Rp 59.667.068.917	Rp 16.846.940.783	Rp 76.514.009.700
2.1.1	Sub Soil Drain Excavation	Step 3	63	50	157	Rp 59.667.537.667	Rp 16.531.060.643	Rp 76.198.598.310
2.1.1	Sub Soil Drain Excavation	Step 4	63	49	156	Rp 59.668.006.417	Rp 16.425.767.263	Rp 76.093.773.680
2.1.1	Sub Soil Drain Excavation	Step 5	63	45	152	Rp 59.669.412.667	Rp 16.004.593.743	Rp 75.674.006.411
2.1.1	Sub Soil Drain Excavation	Step 6	63	42	149	Rp 59.670.760.324	Rp 15.583.420.224	Rp 75.254.180.547
2.1.1	Sub Soil Drain Excavation	Step 7	63	40	147	Rp 59.672.436.105	Rp 15.372.833.464	Rp 75.045.269.569
2.1.1	Sub Soil Drain Excavation	Step 8	63	39	146	Rp 59.674.238.662	Rp 15.267.540.084	Rp 74.941.778.746
2.1.1	Sub Soil Drain Excavation	Step 9	63	36	143	Rp 59.676.443.917	Rp 14.846.366.565	Rp 74.522.810.482
2.1.1	Sub Soil Drain Excavation	Step 10	63	33	140	Rp 59.679.373.605	Rp 14.530.486.425	Rp 74.209.860.030
2.1.1	Sub Soil Drain Excavation	Step 11	63	31	138	Rp 59.683.927.176	Rp 14.530.486.425	Rp 74.214.413.601
2.1.1	Sub Soil Drain Excavation	Step 12	63	30	137	Rp 59.686.756.417	Rp 14.214.606.285	Rp 73.901.362.703
2.1.1	Sub Soil Drain Excavation	Step 13	63	27	134	Rp 59.684.061.105	Rp 13.898.726.146	Rp 73.582.787.250
2.1.1	Sub Soil Drain Excavation	Step 14	63	25	132	Rp 59.692.498.605	Rp 13.688.139.386	Rp 73.380.637.991
2.1.1	Sub Soil Drain Excavation	Step 15	63	24	131	Rp 59.699.764.230	Rp 13.793.432.766	Rp 73.493.196.996
2.1.1	Sub Soil Drain Excavation	Step 16	63	24	131	Rp 59.711.951.730	Rp 13.793.432.766	Rp 73.505.384.496
2.1.1	Sub Soil Drain Excavation	Step 17	63	22	129	Rp 59.702.283.761	Rp 13.582.846.006	Rp 73.285.129.767

Kode WBS	Crash Activity	Compression Step	Duration		Total Duration	Direct Cost	Indirect Cost	Total Cost
			Normal	Crash				
2.1.1	Sub Soil Drain Excavation	Step 18	63	20	127	Rp 59.710.340.402	Rp 13.372.259.246	Rp 73.082.599.648
2.1.1	Sub Soil Drain Excavation	Step 19	63	20	127	Rp 59.735.535.714	Rp 13.372.259.246	Rp 73.107.794.960
2.1.1	Sub Soil Drain Excavation	Step 20	63	19	126	Rp 59.743.592.355	Rp 13.266.965.866	Rp 73.010.558.221
2.1.1	Sub Soil Drain Excavation	Step 21	63	18	125	Rp 59.761.170.480	Rp 13.161.672.486	Rp 72.922.842.966
2.1.1	Sub Soil Drain Excavation	Step 22	63	16	123	Rp 59.743.357.980	Rp 12.951.085.727	Rp 72.694.443.706
2.1.1	Sub Soil Drain Excavation	Step 23	63	16	123	Rp 59.787.420.480	Rp 12.951.085.727	Rp 72.738.506.206
2.1.1	Sub Soil Drain Excavation	Step 24	63	15	122	Rp 59.792.811.105	Rp 12.845.792.347	Rp 72.638.603.452

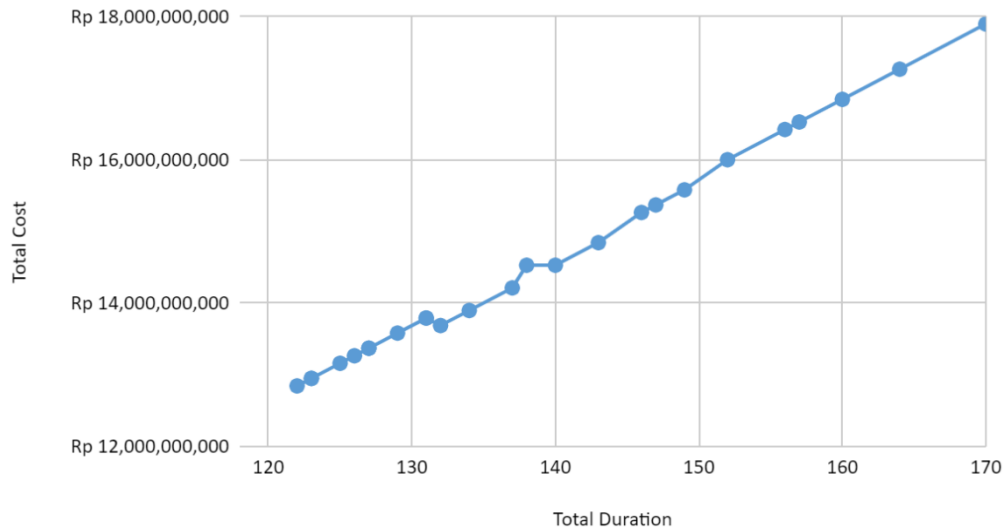
Pada tabel IV.12 telah dilakukan perhitungan Rekapitulasi Biaya Proyek Setelah Crashing yang didalamnya berisi *Direct Cost*, *Indirect Cost* dan *Total Cost*. Selanjutnya perhitungan tersebut akan dimasukkan kedalam grafik agar menunjukkan titik optimum dari perbandingan antara total duration dan *Total Cost* berikut merupakan grafik dari *Direct Cost*, *Indirect Cost*, dan *Total Cost* dari aktivitas *Sub Soil Drain Excavation*.

Direct Cost



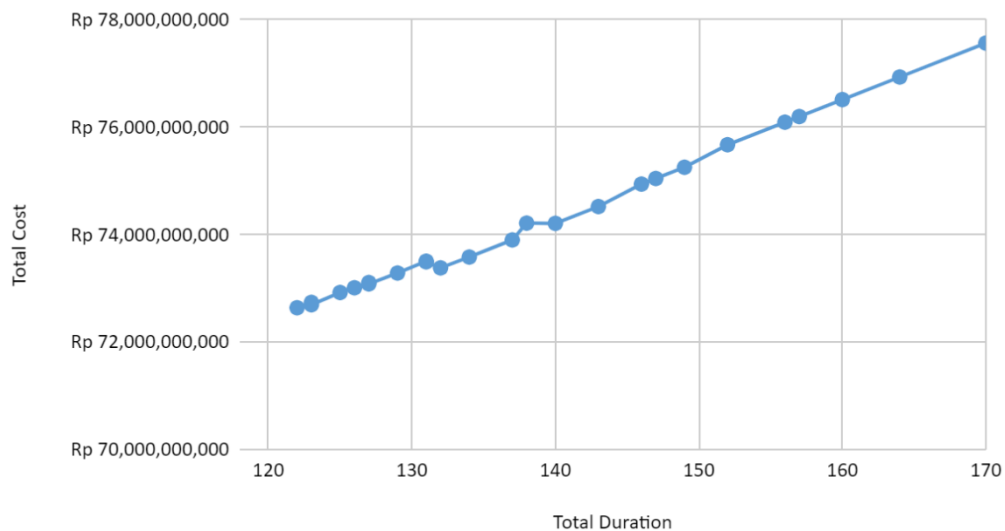
GAMBAR IV. 1 Direct Cost

Indirect Cost



GAMBAR IV. 2 Indirect Cost

Total Cost



GAMBAR IV. 3 Total Cost

Berdasarkan gambar IV.6. didapatkan bahwa nilai titik minimum dari perhitungan *Total Cost* terdapat pada Step 14 atau melakukan *crashing* sebesar 14 jam dalam seminggu yaitu dengan *Crash Duration* sebesar 25 hari, total duration sebesar 132 hari. dan *Total Cost* sebesar Rp73.380.637.991.

Crashing Project Alternatif Penambahan Tenaga Kerja

Crashing Project ini alternatif kedua yang dilakukan yaitu menambahkan tenaga kerja pada setiap aktivitas proyek yang terkena lintasan kritis kecuali aktivitas Backfill Cover Soil. Pada penambahan tenaga kerja dilakukan juga perhitungan terhadap *Crash Duration*, *Crash Cost*, *Cost Slope*, dan *Total Cost*.

TABEL IV. 3 Rekapitulasi Biaya Proyek Setelah *Crashing*

Kode	Crash Activity	Duration		Total Duration	Direct Cost	Indirect Cost	Total Cost
		Normal	Crash				
				170			
2.1.1	Sub Soil Drain Excavation	63	49	156	Rp 59.666.563.605	Rp 16.425.767.263	Rp 76.092.330.868
2.1.2	Grading	75	58	153	Rp 59.666.563.605	Rp 16.109.887.123	Rp 75.776.450.728
2.1.3	Compaction	74	57	153	Rp 59.666.563.605	Rp 16.109.887.123	Rp 75.776.450.728
2.1.4	Install Geosynthetic Clay Liner (GCL)	73	57	154	Rp 59.666.563.605	Rp 16.215.180.503	Rp 75.881.744.108
2.1.5	Install PVC Perforated pipe, Gravel and Geotextile Wrapping	76	59	153	Rp 59.666.563.605	Rp 16.109.887.123	Rp 75.776.450.728
2.1.6	Install Geo Net	78	60	152	Rp 59.666.563.605	Rp 16.004.593.743	Rp 75.671.157.348
2.1.7	Install Geosynthetic Clay Liner (GCL)	77	60	153	Rp 59.666.563.605	Rp 16.109.887.123	Rp 75.776.450.728
2.1.8	Install Scondary PVC Perforated pipe, Gravel and Geotextile Wrapping	80	62	152	Rp 59.666.563.605	Rp 16.004.593.743	Rp 75.671.157.348
2.1.9	Install Geomembrane	79	61	152	Rp 59.666.563.605	Rp 16.004.593.743	Rp 75.671.157.348
2.1.10	Install Goe Composite	71	55	154	Rp 59.666.563.605	Rp 16.215.180.503	Rp 75.881.744.108

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan perancangan yang telah dilakukan pada remiing proyek Solid Waste Disposal di PT.XYZ dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

A. Proyek remaining Solid Waste Disposal ini memiliki durasi normal untuk menyelesaikan proyek selama 170 hari dengan total biaya proyek sebesar Rp77.566.123.186. Pada perancangan ini, dilakukan perhitungan menggunakan metode *Crashing Project* dengan alternatif penambahan jam kerja dan penambahan tenaga kerja. Penambahan jam kerja tersebut dilakukan dengan lembur 4 jam kerja di setiap harinya dari senin-sabtu dan dalam penambahan tenaga kerja dilakukan menambahkan 3 pekerja di setiap aktivitas. Setelah melakukan perancangan menggunakan metode *Crashing Project*, dampak untuk proyek Solid Waste Disposal ini menjadi lebih singkat

dikarenakan durasinya berkurang. Contohnya pada aktivitas Sub Soil Drain Excavation mengalami pengurangan durasi menjadi 15 hari dengan melakukan *crashing* selama 24 jam dalam seminggu. Selain itu, *Crashing Project* ini dapat membantu perusahaan untuk mempercepat durasi dengan mempertimbangkan biayanya di setiap aktivitas proyek yang dilakukan *crashing*. Berdasarkan kedua alternatif tersebut, alternatif penambahan jam kerja memiliki nilai yang optimum dari segi durasi dan biaya dibandingkan alternatif penambahan tenaga kerja.

B. Rekapitulasi biaya proyek setelah *crashing* dengan perhitungan Direct Cost, Indirect Cost, dan Total Cost menunjukkan bahwa adanya tambahan biaya di setiap aktivitas proyek. Rekapitulasi biaya proyek ini dapat membantu perusahaan untuk mempertimbangkan biaya ketika ingin melakukan sebuah *crashing*. Dengan adanya bantuan grafik, titik optimum dalam *crashing* berdasarkan durasi dan biaya akan terlihat dan membantu perusahaan. Selain itu, grafik tersebut

menunjukkan bahwa penambahan jam kerja yang paling optimum berdasarkan durasi dan biaya terdapat pada penambahan jam kerja sebanyak 14 jam di dalam seminggu dengan crash duration sebesar 25 hari, total duration sebesar 132 hari, dan total cost sebesar Rp73.380.637.991. Biaya yang harus dibayarkan perusahaan akan lebih besar dikarenakan adanya lembur untuk pekerja. Tetapi biaya tambahan tersebut tidak sebanding dengan perusahaan jika terkena penalti yang diakibatkan proyek tidak selesai di bulan November tahun 2022. Total cost dengan memilih nilai optimum setelah crashing pada aktivitas Sub Soil Drain Excavation yaitu sebesar Rp73.380.637.991. Jika perusahaan terkena penalti, maka perusahaan harus membayar setiap harinya sebesar 0.1% dikali nilai kontrak awal proyek Solid Waste Disposal atau sebesar Rp270.000.000 per hari. Margin proyek awal Solid Waste Disposal sebesar 8% dari nilai kontrak awal atau sebesar Rp22.326.143.917. Margin proyek setelah crashing yaitu sebesar Rp6.750.000.000 dan margin proyek bila terkena penalti akan berkurang biaya penaltinya jika proyek ini melakukan crashing

REFERENSI

- Aliah. (2009). *Penerapan Metode Jaringan Kerja Dalam Perencanaan Waktu dan Biaya Pada Perusahaan Pengembang Perumahan PT Ariyus Bersinar Lestarijaya Makassar*. [1]
- Anugerah. Z. S. P., Pratami. D., & Akbar. M. D. (2021). Designing project schedule using crashing method to compress the fiber to the home project schedule. *International Journal of Industrial Optimization*, 2(1), 51. <https://doi.org/10.12928/ijio.v2i1.3025> [2]
- Aulia. SKM. MBA-HM. MEc. PhD. D., Ayu. S. F., & Nefonafatilova. N. (2017). Analisis Perbandingan Biaya Langsung (Direct Cost) dan Biaya Tidak Langsung (Indirect Cost) pada Pasien Stroke Di Rumah Sakit. *Jurnal Ekonomi Kesehatan Indonesia*, 2(2), 82–88. <https://doi.org/10.7454/eki.v2i2.2143> [3]
- Becker. F. G., Cleary. M., Team. R. M., Holtermann. H., The. D., Agenda. N., Science. P., Sk. S. K., Hinnebusch. R., Hinnebusch A. R., Rabinovich. I., Olmert. Y., Uld. D., Q. G. L. Q., Ri. W. K. H. U., Lq. V., Frxqwu. W. K. H., Zklfk. E., Edvgh. L. V. Wkh. R. Q., ... فاطمی. ح. (2015). No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析 Title. In *Syria Studies* (Vol. 7, Issue 1). https://www.researchgate.net/publication/269107473_What_is_governance/link/548173090cf22525dcb61443/download%0Ahttp://www.econ.upf.edu/~reynal/Civil_wars_12December2010.pdf%0Ahttps://think-asia.org/handle/11540/8282%0Ahttps://www.jstor.org/stable/41857625 [4]
- Coccia. M. (2020). Fishbone diagram for technological analysis and foresight. *International Journal of Foresight and Innovation Policy*, 14(2–4), 225–247. <https://doi.org/10.1504/ijfip.2020.111221> [5]
- Deshariyanto. D. (2013). Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Waktu Pelaksanaan Proyek Konstruksi Di Dinas Pu. Bina Marga Kabupaten Sumenep. *Jurnal Ilmiah MITSU*, 1(2), 1–11. <https://doi.org/10.24929/ft.v1i2.59> [6]
- Ii. B. A. B., & Pustaka. T. (2002). *BAB II Tinjauan Pustaka BAB II TINJAUAN PUSTAKA 2.1. 2. 1–64*. [7]
- Jain. V., Sethi. P., Arya. S., Chawla. C., Verma. R., & Chawla. S. (2020). Project Evaluation using Critical Path Method & Project Evaluation Review Technique Connecting Researchers on the Globe View project Researcher's Achievements View project Project Evaluation using Critical Path Method & Project Evaluation Review Technique. *Wesleyan Journal of Research*, 13(52). <https://www.researchgate.net/publication/348096997> [8]
- Jeklin. A. (2016). 濟無 No Title No Title No Title. *July*, 1–23. [9]
- Mangkunegara. (2017). Landasan Teori. *Landasanteori.Com*, 2012, 72. <http://www.landasanteori.com/2015/09/pengertian-kreativitas-definisi-aspek.html> [10]
- Nicholas. J. M., & Steyn. H. (2017). Project Management for Engineering, Business and Technology. In *Project Management for Engineering, Business and Technology*. <https://doi.org/10.4324/9781315676319> [11]
- Ningrum. F. G. A., Hartono. W., & Sugiyarto. (2017). Pengertian Metode Crashing Dalam Percepatan Durasi Proyek. *E-Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL*, 3. [12]
- Pritchard. C. L. (2019). Work Breakdown Structure. *The Project Management Drill Book*, June, 147–156. <https://doi.org/10.4324/9780203741764-14> [13]
- Project Management Institute. (2017). PMBOK® Guide Sixth Edition (PMI, 2017). In *Project Management Institute* (Vol. 6). <http://www.citeulike.org/group/14887/article/9008974> [14]
- Suticiana. L. A., Maranatha. W., Mt. M., Ph. D., & Nainggolan. I. T. H. (2020). *PENERAPAN METODE FAST TRACK UNTUK PERCEPATAN PENJADWALAN (Studi Kasus : Pembangunan Gedung Laboratorium Vokasi dan Industri Kreatif Vokasi Tahap I Universitas Brawijaya)*, 2(1), 1–7. [15]