

Optimasi Waktu Dan Biaya Menggunakan Metode *Time Cost Trade Off* Pada Proyek Peningkatan Ruas Jalan Tondano–Kembes–Manado Seksi II

Cindy G. Salindeho^{#1}, Pingkan A. K. Pratas^{#2}, Febrina P. Y. Sumanti^{#3}

[#]Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi

Jl. Kampus UNSRAT Kelurahan Bahu, Manado, Indonesia, 95115

¹cindyglory31@gmail.com; ²pingkanpratas@unsrat.ac.id; ³febrina.sumanti@unsrat.ac.id

Abstrak

Pelaksanaan proyek konstruksi pada umumnya memiliki resiko mengalami keterlambatan. Oleh karenanya sebelum pelaksanaan proyek dimulai harus diawali dengan perencanaan dan penjadwalan kegiatan proyek yang tepat dan hati-hati. Pengelolaan proyek dilakukan sedemikian rupa agar dapat memastikan waktu pelaksanaan proyek sesuai kontrak dan tepat waktu. Salah satu alasan dilakukannya penelitian pada proyek Peningkatan Ruas Jalan Tondano Kembes Manado Seksi II adalah untuk menghitung percepatan waktu pelaksanaan proyek dan menganalisis berapa besar waktu dan biaya yang dibutuhkan ketika dilakukan percepatan. Metode percepatan yang dilakukan adalah metode *Time Cost Trade Off*, dimana metode ini merupakan kompresi jadwal untuk mendapatkan proyek yang lebih menguntungkan dari segi waktu (durasi), biaya, dan pendapatan. Penelitian ini juga menerapkan *Crashing Program* dengan menggunakan alternatif penambahan jam kerja (lembur). *Crashing* dilakukan pada lintasan kritis yang dihasilkan dari analisis *network planning* pada *Microsoft Project 2016*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa menerapkan metode *Time Cost Trade Off* dengan alternatif penambahan 2 jam kerja (lembur) menghasilkan biaya optimum Rp. 5.912.057.520 dengan waktu optimum 62 hari kerja. Sedangkan untuk alternatif penambahan 4 jam kerja (lembur) menghasilkan biaya optimum Rp. 5.948.006.062 dengan waktu optimum 61 hari kerja..

Kata kunci – *Time Cost Trade Off, Crashing Program, penambahan jam kerja, Microsoft Project*

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pelaksanaan proyek konstruksi merupakan kumpulan sistem pekerjaan yang saling mempengaruhi satu dengan yang lain. Pada umumnya suatu proyek konstruksi yang dikerjakan akan selalu memiliki resiko yang tinggi, maka dari resiko yang tinggi itulah dijadikan dasar mengapa suatu perencanaan dan pelaksanaan dalam penyelesaian pekerjaan proyek dilakukan secara tepat dan hati-hati. Adapun permasalahan yang sering dihadapi dalam pelaksanaan proyek, mulai dari perencanaan waktu pelaksanaan, tenaga kerja, biaya, peralatan dan sebagainya. Sumber daya direncanakan untuk mencapai target proyek dengan batasan waktu, biaya dan mutu.

Selain mutu, waktu dan biaya merupakan hal yang sangat penting dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi, karena biaya yang akan dikeluarkan pada saat pelaksanaan erat kaitannya dengan waktu pelaksanaan pekerjaan. Ukuran keberhasilan dari suatu proyek dilihat dari waktu penyelesaian yang singkat dengan biaya minimal tanpa mengesampingkan mutu hasil pekerjaan.

Penanganan proyek secara sistematis diperlukan untuk memastikan waktu pelaksanaan proyek sesuai kontrak serta dapat menghindari adanya denda akibat dari keterlambatan pengerjaan proyek. Dengan pengendalian suatu proyek yang baik, percepatan waktu penyelesaian diharapkan dapat secara efektif berjalan tanpa menimbulkan kerugian. Jalan Tondano–Kembes–Manado memiliki arti penting bagi kelancaran transportasi barang maupun penumpang.

Proyek Jalan Tondano–Kembes–Manado diharapkan dapat selesai dengan waktu yang telah direncanakan, sehingga bisa segera beroperasi dan digunakan sesuai dengan keperluan dan juga sebagai evaluasi awal untuk melihat potensi dari segi waktu dan biaya dari proyek ini, seandainya perlu dilakukan *crashing* atau percepatan.

Oleh karena itu diperlukan sebuah analisis akibat adanya pertukaran percepatan waktu penyelesaian terhadap biaya yang dikeluarkan. Penulis tertarik menggunakan metode *Analisa Time Cost Trade Cost*, dimana analisa pertukaran waktu dan biaya merupakan metode alternatif yang dapat menunjang dalam

perencanaan yang terbaik sebagai upaya mengoptimalkan durasi waktu yang diinginkan dengan penambahan biaya yang optimum dalam menyelesaikan suatu proyek.

B. Perumusan Masalah

Adapun hal-hal yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana menghitung waktu dan biaya optimum akibat penambahan jam kerja pada proyek Peningkatan Ruas Jalan Tondano–Kembes–Manado Seksi II ?
2. Berapa besar selisih perbandingan waktu dan biaya proyek sebelum dan sesudah penambahan jam kerja?

C. Batasam Penelitian

Sebagai batasan masalah guna membatasi ruang lingkup penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini dilakukan pada Proyek Peningkatan Ruas Jalan Tondano–Kembes–Manado Seksi II.
2. Pengoptimasian waktu dan biaya proyek menggunakan metode *Time Cost Trade Off*, dengan alternatif penambahan jam kerja pada lintasan kritis *diagram network*. Percepatan durasi proyek dilakukan dengan alternatif penambahan 2 jam kerja (lembur) dan 4 jam kerja (lembur).
3. Mengaplikasikan *Microsoft Project 2016* untuk mencari lintasan kritis dan *Microsoft Excel* untuk

menganalisis biaya proyek, percepatan proyek, dan durasi proyek.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menghitung waktu dan biaya optimum akibat penambahan jam kerja.
2. Mengetahui berapa besar selisih perbandingan waktu dan biaya proyek sebelum dan sesudah penambahan jam kerja.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Sebagai acuan dan masukan bagi perusahaan dalam mengambil keputusan yang berkaitan dengan kebijaksanaan pelaksanaan proyek dalam mengembangkan ilmu pengetahuan khususnya ilmu manajemen operasional.
2. Dapat digunakan sebagai salah satu bahan pembelajaran yang memberikan tambahan pengetahuan mengenai analisis pertukaran waktu dan biaya.
3. Mempercepat pelaksanaan proyek konstruksi dan sebagai referensi bagi proyek yang mengalami keterlambatan pada masa pelaksanaan konstruksi.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Lokasi Penelitian

II. METODOLOGI PENELITIAN

Kegiatan penelitian dilakukan dengan alur seperti pada Gambar 1. Penelitian ini dilakukan pada Jalan Raya Tondano–Kembes–Manado, Kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penentuan Lintasan Kritis

Tahap awal pada penjadwalan adalah menentukan durasi setiap pekerjaan pada proyek dengan melihat schedule rencana. Setelah diketahui durasi, selanjutnya menentukan hubungan keterkaitan antar pekerjaan (*predecessor*) kemudian menginput dan memodelkan data ke dalam *Microsoft Project 2016*, maka dengan mudah mengetahui pekerjaan apa aja yang berada pada lintasan kritis. Pekerjaan yang berada pada lintasan kritis kemudian dilakukan percepatan (*crashing*). Pekerjaan yang berada pada jalur kritis dapat dilihat pada Tabel 1.

B. Perhitungan Crashing Program

Rencana kerja yang akan dilakukan dalam mempercepat durasi sebuah pekerjaan dengan alternatif penambahan jam kerja (lembur) adalah:

1. Waktu kerja normal adalah 8 jam kerja perhari (08:00 – 17:00) dengan 1 jam istirahat (12:00 – 13:00), sedangkan kerja lembur dilaksanakan setelah waktu kerja normal selama 2 jam perhari (18:30 – 20:30). Dalam 1 minggu dilakukan 6 hari kerja yaitu Senin – Sabtu.
2. Harga upah pekerja untuk kerja lembur menurut Peraturan Pemerintah No. 35/2021 pasal 31 diperhitungkan sebagai berikut:
 - Untuk 1 jam kerja lembur pertama harus dibayar upah kerja lembur sebesar 1,5 kali upah sejam.

- Untuk setiap jam kerja berikutnya, harus dibayar upah kerja lembur sebesar 2 kali upah sejam.

Penambahan 2 jam Kerja (Lembur)

Produktivitas untuk 2 jam kerja lembur diperhitungkan sebesar 80% dari produktivitas normal (Soeharto, 1995)

a. Crash Duration

Dihitung menggunakan rumus:

- Produktivitas harian

$$= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Durasi normal}} = \frac{649,52}{12} = 54,13$$
- Produktivitas per jam

$$= \frac{\text{Produktivitas harian}}{\text{Jam kerja normal harian}} = \frac{54,13}{8} = 6,77$$

Dimana: Jam kerja normal harian yaitu 8 jam per hari

- Produktivitas lembur

$$= \text{Jam kerja lembur} \times \text{Koefisien Prod.} \times \text{Prod. per jam} = 2 \times 80\% \times 6,77 = 10,83$$

Dimana jam kerja lembur per hari = 2 jam dan koefisien produktivitas 80%.

- Produktivitas harian setelah di crash

$$= \text{Prod. Harian} + \text{Prod. Lembur} = 54,13 + 10,83 = 64,95$$
- Crash duration

$$= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Prod. harian setelah crash}} = \frac{649,52}{64,95} = 10 \text{ hari}$$

b. Crash Cost

Dihitung menggunakan rumus:

- Upah kerja Harian Normal
= Prod. Harian × Harga upah kerja
= 54,13 × 210.010,10
= Rp. 11.367.146
- Upah kerja per jam normal
= Prod. Per jam × Harga upah kerja
= 6,77 × 210.010,10
= Rp. 1.420.893
- Upah kerja lembur per hari (2 jam)
= (1,5 × upah sejam normal) + 1 × (2 × upah sejam normal)
= (1,5 × 1.420.893) + 1 × (2 × 1.420.893) = Rp. 4.973.126
- *Crash cost* tenaga kerja per hari
= Upah harian + Upah kerja lembur per hari
= Rp. 11.367.146 + Rp. 4.973.126
= Rp. 16.340.273
- *Crash cost total*
= *Crash cost* per hari × *crash duration*
= 16.340.273 × 10 = Rp. 163.402.724

c. *Cost Slope*

Dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Cost Slope} = \frac{\text{Crash cost} - \text{Normal Cost}}{\text{Normal duration} - \text{Crash duration}}$$

Hasil perhitungan *crash duration*, *crash cost*, dan *cost slope* penambahan 2 jam kerja (lembur) dapat dilihat dalam Tabel 2.

Penambahan 4 Jam Kerja (Lembur)

Produktivitas untuk 4 jam kerja lembur diperhitungkan sebesar 60% dari produktivitas normal (Soeharto, 1995).

a. *Crash Duration*

Dihitung menggunakan rumus:

- Produktivitas harian
= $\frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Durasi normal}}$
= $\frac{649,52}{12}$
= 54,13

- Produktivitas per jam
= $\frac{\text{Produktivitas harian}}{\text{Jam kerja normal harian}}$
= $\frac{54,13}{8}$
= 6,77

Dimana: Jam kerja normal harian yaitu 8 jam per hari

- Produktivitas lembur
= Jam kerja lembur × Koefisien Prod. × Prod. per jam
= 4 × 60% × 6,77
= 16,238

Dimana jam kerja lembur per hari = 4 jam dan koefisien produktivitas 60%.

- Produktivitas harian setelah di crash
= Prod. Harian + Prod. Lembur
= 54,13 + 16,238
= 70,36

- *Crash duration*
= $\frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Prod. harian setelah crash}}$ $\frac{649,52}{70,36}$
= 9 hari

b. *Crash Cost*

Dihitung menggunakan rumus:

- Upah kerja Harian Normal
= Prod. Harian × Harga upah kerja
= 54,13 × 210.010,10
= Rp. 11.367.146
- Upah kerja per jam normal
= Prod. Per jam × Harga upah kerja
= 6,77 × 210.010,10
= Rp. 1.420.893
- Upah kerja lembur per hari (4 jam)
= (1,5 × upah sejam normal) + 3 × (4 × upah sejam normal)
= (1,5 × 1.420.893) + 3 × (4 × 1.420.893)
= Rp. 10.656.700
- *Crash cost* tenaga kerja per hari
= Upah harian + Upah kerja lembur per hari
= Rp. 11.367.146 + Rp. 10.656.700
= Rp. 22.023.846
- *Crash cost total*
= *Crash cost* per hari × *crash duration*
= 22.023.846 × 9
= Rp. 203.297.048

c. *Cost Slope*

Dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Cost Slope} = \frac{\text{Crash cost} - \text{Normal Cost}}{\text{Normal duration} - \text{Crash duration}}$$

Hasil perhitungan *crash duration*, *crash cost*, dan *cost slope* penambahan 4 jam kerja (lembur) dapat dilihat dalam Tabel 3.

C. Analisa Petukaran Waktu dan Biaya (Time Cost Trade Off)

Mengkompresi waktu dan biaya percepatan, dengan menghitung biaya langsung, biaya tidak langsung, dan *total cost* dari setiap kegiatan yang mempengaruhi durasi proyek setelah dilakukan percepatan. Dapat dihitung menggunakan rumus:

a. Tahapan Normal

Durasi Normal
= 64 HK
Biaya tidak langsung
= 2% Biaya Total Proyek + PPN 10% Biaya Total Proyek
= Rp. 890.866.796,4 + Rp. 445.433.398,22
= Rp. 1.336.300.194,62
Biaya langsung
= Rp. 4.454.333.982,15
Total Cost
= Biaya tidak langsung + Biaya langsung
= Rp. 1.336.300.194,62 + Rp. 4.454.333.982,15
= Rp. 5.790.634.176,77

Penambahan 2 Jam Kerja (Lembur)

- Tahapan Kompresi
Crashing pada pekerjaan persiapan yakni Pekerjaan Mobilisasi
Cost Slope/hari
 = Rp. 20.781.250/hari
 Durasi normal
 = 4 hari
Crash duration
 = 1 hari
Total crash
 = Durasi normal – Crash duration
 = 4 hari – 3 hari
 = 1 hari
 Total durasi proyek
 = 63 hari
 Tambahan biaya
 = Cost slope/hari × total crash
 = Rp. 20.781.250 × 1 hari
 = Rp. 20.781.250
 Biaya langsung
 = Biaya Total Proyek + Tambahan Biaya
 = Rp. 4.454.333.982,15 + Rp. 20.781.250
 = Rp. 4.475.115.232
 Biaya tidak langsung
 = (Biaya tidak langsung proyek ÷ durasi normal proyek) × total durasi proyek
 = (1.336.300.194,62 ÷ 64) × 63
 = Rp. 1.315.420.504
Total Cost
 = Biaya langsung + Biaya tidak langsung
 = Rp. 4.475.115.232 + Rp. 1.315.420.504
 = Rp. 5.790.535.735
 Hasil rekapitulasi untuk perhitungan biaya tambahan, biaya langsung, biaya tidak langsung, dan total cost pada pekerjaan selanjutnya untuk penambahan 2 jam kerja dapat dilihat pada Tabel 4.

Penambahan 4 Jam Kerja Lembur

- Tahap Kompresi
Crashing pada pekerjaan persiapan yakni Pekerjaan Mobilisasi
Cost Slope/hari
 = Rp. 37.187.500/hari
 Durasi normal
 = 4 hari
Crash duration
 = 3 hari
Total crash
 = Durasi normal – Crash duration
 = 4 hari – 3 hari
 = 1 hari
 Total durasi proyek
 = 62 hari
 Tambahan biaya
 = Cost slope/hari × total crash
 = Rp. 37.187.500 × 1 hari
 = Rp. 37.187.500
 Biaya langsung
 = Biaya Total Proyek + Tambahan Biaya

- = Rp. 4.454.333.982,15 + Rp. 37.187.500
 = Rp. 4.491.521.482
 Biaya tidak langsung
 = (Biaya tidak langsung proyek ÷ durasi normal proyek) × total durasi proyek
 = (1.336.300.194,62 ÷ 64) × 62
 = Rp. 1.294.540.813
 Total Cost
 = Biaya langsung + Biaya tidak langsung
 = Rp. 4.491.521.482 + Rp. 1.294.540.813.08
 = Rp. 5.786.062.295
 Hasil rekapitulasi untuk perhitungan biaya tambahan, biaya langsung, biaya tidak langsung, dan total cost pada pekerjaan selanjutnya untuk penambahan 4 jam kerja dapat dilihat pada Tabel 5.

D. Hasil Analisis Percepatan Penyelesaian Proyek

Dengan melakukan percepatan dengan metode Time Cost Trade Off untuk alternatif penambahan jam kerja (lembur) pada Proyek Peningkatan Ruas Jalan Tondano – Kembes – Manado Seksi II didapati untuk penambahan 2 jam kerja (lembur) sebesar 62 hari atau 3,125% lebih cepat dari durasi normal yaitu 64 hari kerja untuk pekerjaan seluruh proyek dengan biaya cost slope total sebesar Rp. 163.192.724 dan untuk penambahan 4 jam kerja (lembur) didapati percepatan sebesar 61 hari atau 4,6875 % lebih cepat dari durasi normal yaitu 64 hari kerja untuk pekerjaan seluruh proyek dengan biaya cost slope total sebesar Rp. 203.087.038. Maka dapat dikatakan bahwa dengan mempercepat durasi pekerjaan pada suatu proyek, durasi pekerjaan pada proyek yang telah dilakukan kompresi akan lebih cepat dari pada durasi pekerjaan proyek pada kondisi normal, tetapi proses percepatan durasi proyek akan berdampak pada perubahan biaya langsung yang akan bertambah, sedangkan pada biaya tidak langsung menghasilkan biaya yang berbanding lurus dengan pengurangan durasi proyek, semakin cepat durasi proyek maka akan semakin sedikit biaya tidak langsung yang akan dikeluarkan. Dalam hal ini dapat dikatakan bahwa waktu dan biaya optimal didapat dari percepatan menggunakan metode Time Cost Trade Off pada Proyek Peningkatan Ruas Jalan Tondano–Kembes–Manado Seksi II pada pekerjaan Galian Tanah Biasa.

E. Perbandingan Durasi dan Biaya Proyek

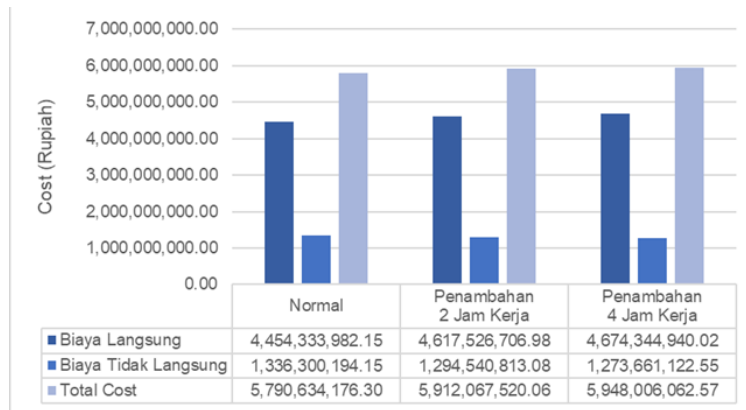
Dengan melakukan percepatan pada durasi proyek terhadap pekerjaan yang berada pada jalur kritis maka akan menambahkan pengeluaran biaya langsung proyek dan mempersingkat waktu penyelesaian proyek yang akan berdampak pada biaya tidak langsung proyek. Rekapitulasi perbandingan durasi dan biaya antara durasi proyek dalam kondisi normal dan durasi proyek yang telah dipercepat dengan alternatif penambahan 2 jam kerja (lembur) dan penambahan 4 jam kerja (lembur) dapat dilihat pada Ttabel 6.

Dari hasil analisa percepatan (crashing) yang telah dilakukan, alternatif penambahan jam kerja (lembur) 4 jam kerja, ternyata durasi proyek dapat dipercepat

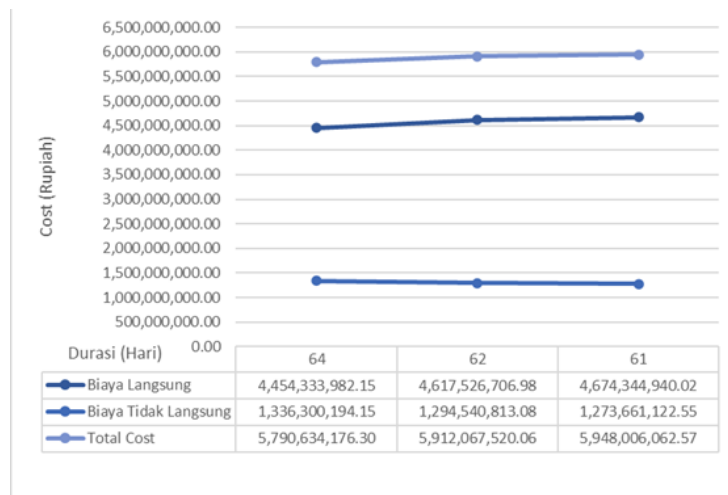
menjadi 61 hari atau lebih cepat sebesar 4,6875 % dari durasi awal. Namun terbukti bahwa biaya langsung mengalami perubahan yang semula berjumlah Rp. 4.454.333.982,15 menjadi Rp. 4.617.526.706 untuk percepatan dengan alternatif penambahan 2 jam kerja (lembur) dan Rp. 4.674.344.940 untuk percepatan dengan alternatif penambahan 4 jam kerja (lembur). Dengan adanya percepatan durasi proyek, maka biaya tidak langsung juga mengalami perubahan yang semula

berjumlah Rp. 1.336.300.194 menjadi 1.294.540.813 untuk percepatan dengan alternatif penambahan 2 jam kerja (lembur) dan Rp. 1.273.661.122 untuk percepatan dengan alternatif penambahan 4 jam kerja (lembur).

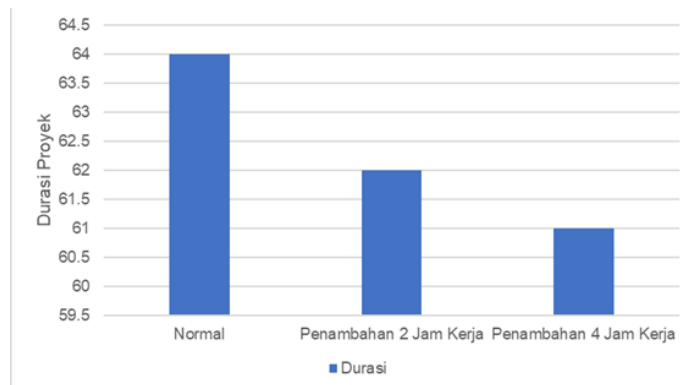
Berikut adalah grafik perbandingan antara durasi proyek normal dan durasi proyek sesudah crashing, serta biaya langsung, biaya tidak langsung dan biaya total proyek sebelum dan sesudah crashing.



Gambar 3. Grafik Perbandingan antara Biaya Langsung, Biaya Tidak Langsung, dan Total Cost



Gambar 4. Grafik Pengaruh Durasi Terhadap Biaya Proyek



Gambar 5. Grafik Perbandingan Durasi Sebelum dan Sesudah Penambahan Jam Kerja (Lembur)

TABEL 1
Pekerjaan Yang Berada Pada Lintasan Kritis

| Uraian Pekerjaan | Durasi (Hari) | Volume | Satuan |
|---|---------------|----------|--------|
| Pekerjaan Persiapan | | | |
| Mobilisasi | 4 days | 1,00 | Ls |
| Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas | 64 days | 1,00 | Ls |
| Keselamatan dan Kesehatan Kerja | 64 days | 1,00 | Ls |
| Pekerjaan Tanah | | | |
| Pekerjaan Galian Biasa | 12 days | 649,52 | M3 |
| Pekerjaan Badan Jalan | | | |
| Lapis Pondasi Agregat Kelas A | 18 days | 1.020,00 | M3 |
| Lapis Resap Pengikat -Aspal Cair / Emulsi | 12 days | 5.440,00 | Liter |
| Bahan Anti Pengelupasan | 12 days | 165,49 | Kg |
| Beton Fc' = 15 Mpa | 14 days | 303,10 | M3 |

Sumber: Hasil Penelitian

TABEL 2
Hasil Perhitungan Crash Duration, Crash Cost, dan Cost Slope Penambahan 2 Jam Kerja (Lembur)

| Uraian Pekerjaan | Normal Durasi (HK) | Crash Duration (HK) | Normal Cost (Rp) | Crash Cost Total (Rp) | Cost Slope (Rp) |
|--|--------------------|---------------------|------------------|-----------------------|-----------------|
| Pekerjaan Persiapan | | | | | |
| Mobilisasi | 4 | 3 | 70.000.000 | 83.854.166 | 20.781.250 |
| Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas | 64 | 53 | 16.300.000 | 19.526.041 | 302.441,41 |
| Keselamatan dan Kesehatan Kerja | 64 | 53 | 24.200.000 | 28.989.583 | 449.023 |
| Pekerjaan Tanah | | | | | |
| Pekerjaan Galian Biasa | 12 | 10 | 210.01 | 163.402.734 | 81.596.362 |
| Pekerjaan Badan Jalan | | | | | |
| Lapis Pondasi Agregat Kelas A | 18 | 15 | 483.095 | 590.282.793 | 196.599.899 |
| Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair / Emulsi | 12 | 10 | 20.677,8 | 134.745.633 | 67.362.478 |
| Bahan Anti Pengelupasan | 12 | 10 | 97.023,58 | 19.234.267 | 9.568.622 |
| Beton Fc' = 15 Mpa | 14 | 12 | 2.687.670 | 975.862.421 | 417.074.893 |

Sumber: Hasil Penelitian

TABEL 3
Hasil Perhitungan Crash Duration, Crash Cost, dan Cost Slope Penambahan 4 Jam Kerja (Lembur)

| Uraian Pekerjaan | Normal Durasi (HK) | Crash Duration | Normal Cost (Rp) | Crash Cost Total (Rp) | Cost Slope (Rp) |
|--|--------------------|----------------|------------------|-----------------------|-----------------|
| Pekerjaan Persiapan | | | | | |
| Mobilisasi | 4 | 3 | 70.000.000 | 104.326.923 | 37.187.500 |
| Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas | 64 | 53 | 16.300.000 | 24.293.269 | 541.21 |
| Keselamatan dan Kesehatan Kerja | 64 | 53 | 24.200.000 | 36.067.307 | 803.515 |
| Pekerjaan Tanah | | | | | |
| Pekerjaan Galian Biasa | 12 | 9 | 210.01 | 203.297.048 | 73.336.985 |
| Pekerjaan Badan Jalan | | | | | |
| Lapis Pondasi Agregat Kelas A | 18 | 14 | 483.095 | 734.398.658 | 176.683.376 |
| Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair / Emulsi | 12 | 9 | 20.677,8 | 167.643.396 | 60.530.428 |
| Bahan Anti Pengelupasan | 12 | 9 | 97.023,58 | 23.930.259 | 8.606.446 |
| Beton Fc' = 15 Mpa | 14 | 11 | 2.687.670 | 1.214.116.457 | 374.966.053 |

Sumber: Hasil Penelitian

TABEL 4
Hasil Perhitungan Biaya Tambahan, Biaya Langsung, Biaya Tidak Langsung dan Total Cost (Untuk Alternatif Penambahan 2 jam kerja)

| Uraian Pekerjaan | Biaya Tambahan | Biaya Langsung | Biaya Tidak Langsung | Total Cost |
|------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|
| Pekerjaan Persiapan | | | | |
| Pekerjaan Mobilisasi | 20.781.250 | 4.475.115.232 | 1.315.420.504 | 5.790.535.735 |
| Pekerjaan Tanah | | | | |
| Pekerjaan Galian Biasa | 163.192.724 | 4.617.526.706 | 1.294.540.813 | 5.912.067.520 |

Sumber: Hasil Penelitian

TABEL 5
Hasil Perhitungan Biaya Tambahan, Biaya Langsung, Biaya Tidak Langsung dan Total Cost
(Untuk Alternatif Penambahan 4 Jam Kerja)

| Uraian Pekerjaan | Biaya Tambahan | Biaya Langsung | Biaya Tidak Langsung | Total Cost |
|------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|
| Pekerjaan Persiapan | | | | |
| Mobilisasi | 37.187.500 | 4.491.521.482 | 1.294.540.813 | 5.786.062.295 |
| Pekerjaan Tanah | | | | |
| Pekerjaan Galian Biasa | 220.010.957 | 4.674.344.940 | 1.273.661.122 | 5.948.006.062 |

Sumber: Hasil Penelitian

TABEL 6
Rekapitulasi Perbandingan Durasi dan Biaya Proyek

| | Durasi (hari) | Biaya Langsung (Rp) | Biaya Tidak Langsung (Rp) | Total Cost (Rp) |
|------------------------|---------------|---------------------|---------------------------|-----------------|
| Normal | 64 | 4.454.333.982 | 1.336.300.194 | 5.790.634.176 |
| Penambahan 2 jam Kerja | 62 | 4.617.526.706 | 1.294.540.813 | 5.912.067.520 |
| Penambahan 4 Jam Kerja | 61 | 4.674.344.940 | 1.273.661.122 | 5.948.006.062 |

Sumber: Hasil Penelitian

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil optimasi waktu dan biaya menggunakan metode *Time Cost Trade Off* pada Peningkatan Ruas Jalan Tondano–Kembes–Manado Seksi II, dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut:

- Dengan melakukan alternatif penambahan jam kerja (lembur) yaitu 2 jam kerja dan 4 jam kerja diperoleh waktu dan biaya optimum sebagai berikut:
 - Untuk alternatif penambahan 2 jam kerja (lembur), diperoleh durasi optimal proyek 62 hari dengan total biaya optimal sebesar Rp. 5.912.057.520.
 - Sedangkan untuk alternatif penambahan 4 jam kerja (lembur), diperoleh durasi optimal proyek 61 hari dengan biaya optimal sebesar Rp. 5.948.006.062.
- Besarnya selisih perbandingan waktu dan biaya proyek sebelum dan sesudah penambahan jam kerja, dengan total biaya normal proyek sebesar Rp. 5.790.634.176,77 mencakup biaya langsung Rp. 4.454.333.982,15, biaya tidak langsung Rp. 1.336.300.194 selama 64 hari kerja adalah sebagai berikut:
 - Selisih perbandingan waktu dan biaya proyek sesudah penambahan 2 jam kerja (lembur) untuk biaya langsung sebesar Rp. 163.192.724, biaya tidak langsung Rp.41.759.381 sedangkan selisih terhadap biaya total normal proyek adalah sebesar Rp. 121.433.343 selama 62 hari kerja
 - Untuk penambahan 4 jam kerja (lembur), selisih biaya langsung sebesar Rp. 220.010.957, biaya tidak langsung Rp. 62.639.071 dan selisih terhadap biaya total normal proyek adalah sebesar Rp. 157.371.886 selama 61 hari kerja.

B. Saran

Akan lebih baik jika mungkin ditambahkan dengan metode percepatan yang lain seperti metode *crashing* dengan sistem *shift* kerja, penambahan tenaga kerja, maupun penggunaan peralatan atau yang lainnya agar dapat lebih banyak pembanding dan dapat mengetahui metode percepatan mana yang akan lebih efektif dari segi waktu dan efisien dari segi biaya.

KUTIPAN

- A. Hamdan, D. &. (2014). Manajemen Proyek. Bandung: Pustaka Setia.
- Asyhar, I. M. (2021). Step by Step Ms. Project For Project Controlling. Jakarta: Spasi Media.
- Ervianto, W. I. (2004). Teori Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi. Yogyakarta: Andi.
- Fransisko Y. Wohon, Robert J.M. Mandagi, Pingkan A.K. Pratisis (2015). “Analisa Pengaruh Percepatan Durasi Pada Biaya Proyek Menggunakan Program Microsoft Project 2013” (Studi Kasus: Pembangunan Gereja Gmim Syaloom Karombasan). Jurnal Sipil Statik Vol.3 No.2, Februari 2015.
- Ariany Frederika (2010). “Analisis percepatan pelaksanaan dengan menambah jam kerja optimum pada proyek konstruksi.” Jurnal Teknik Vol.14 No. 2. Fakultas Teknik Universitas Udayana, Denpasar.
- Husen, A. (2011). Manajemen Proyek (edisi kedua). Yogyakarta: Andi.
- Mandiyo, Priyo, Adi Sumanto (2016). “Analisis Percepatan Waktu dan Biaya Konstruksi Dengan Penambahan Jam Kerja (Lembur) Menggunakan Metode Time Cost Trade Off: Studi Kasus Proyek Pembangunan Prasarana Pengendali Banjir.” Jurnal Ilmiah Semesta Teknika Vol19, No.1, 1-15.
- Mandiyo Priyo, Muhamad Raa, Uf Aulia (2015). “Aplikasi Metode Time Cost Trade Off Pada Proyek Konstruksi: Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Indonesia.” Jurnal Ilmiah Semesta Teknika Vol. 18 No.1, 30-34.
- Milka Onibala, Onibala, Jeremias Tjakra, Pingkan A.K. Pratisis (2018). “Optimasi Waktu Dan Biaya Dengan Metode Crash (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi.” Jurnal Tekno, vol. 16, no 69, 2018, 8-10.

- [10] Nurhayati. (2010). Manajemen Proyek. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [11] Nur, R. A. (2018). “Pengendalian Biaya dan Waktu Pada Proyek Penyelesaian Gedung Perawatan Obsgyn dan Anak (Dua Lantai)”: Studi Kasus RSUD Kolonedale Kabupaten Morowali Utara). 1-67.
- [12] Santosa, B. (2013). Manajemen Proyek : Konsep & Implementasi. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [13] Soeharto, I. (1999). Manajemen Proyek dari Konseptual sampai Operasional (Edisi 2). Jakarta: Erlangga.
- [14] Suaedi (2015). Analisis Trade-Off Konsep dan Aplikasi. Bogor: PT Penerbit IPB Press.
- [15] Wati, M. N. (2015). “Analisis percepatan proyek menggunakan metode time cost trade off dengan penambahan jam kerja lembur optimum.” Skripsi : Universitas Sebelas Maret.
- [16] Widyatmoko, Y. (2008). “Analisis percepatan waktu menggunakan metode crashing pada kegiatan pemancangan di proyek Dermaga 115 Tanjung Priok dengan aplikasi program PERTMaster”. . Skripsi : Universitas Indonesia.