

OPTIMASI WAKTU DAN BIAYA PADA PELAKSANAAN PROYEK PENINGKATAN JALAN BINA BAKTI KELURAHAN GUNUNG SETELENG KABUPATEN PENAJAM PASER UTARA DENGAN METODE *TIME COST TRADE OFF* (TCTO)

Irna Hendriyani⁽¹⁾, Reno Pratiwi⁽²⁾, Nour Qadri⁽³⁾

Program Studi Teknik Sipil Universitas Balikpapan

E-mail : irna.hendriyani@uniba-bpn.ac.id

ABSTRAK

Tolok ukur keberhasilan suatu proyek dapat dilihat dari waktu penyelesaian yang singkat dengan biaya yang minimal tanpa meninggalkan mutu hasil pekerjaan. Proyek Peningkatan Jalan Bina Bakti Kelurahan Gunung Seteleng Kabupaten Penajam Paser Utara dipilih sebagai objek penelitian dengan panjang jalan 569 Meter dan anggaran proyek senilai Rp.1.222.038.477,10 karena proyek ini mengalami keterlambatan. Salah satu upaya mengoptimalkan proyek yang sering digunakan adalah dengan metode *TCTO* (*Time Cost Trade Off*), Metode ini digunakan untuk menghitung perubahan waktu dan biaya pelaksanaan proyek paling optimum. Dengan menggunakan penambahan jam kerja lembur dan penambahan tenaga kerja. Waktu pelaksanaan proyek Peningkatan Jalan Bina Bakti selama 54 hari kalender. Berdasarkan hasil penelitian waktu dan biaya paling optimum setelah penambahan jam kerja lembur didapatkan total biaya optimum Rp.1.220.695.370,54 dan durasi *crashing* 42,4 hari dengan efisiensi biaya 0,11% dan efisiensi waktu 13,47%. Untuk penambahan tenaga kerja didapatkan waktu dan total biaya optimum Rp.1.215.485.807,44 dan durasi *crashing* 37,8 hari dengan efisiensi biaya 0,54% dan efisiensi waktu 22,86%. Dari hasil penelitian ini didapatkan bahwa penambahan tenaga kerja lebih efisien dibandingkan dengan penambahan jam kerja lembur dan mendapatkan keuntungan biaya lebih besar.

Kata Kunci : Optimasi, *Time Cost Trade Off*, Penambahan Jam Kerja Lembur, Penambahan tenaga kerja

TIME AND COST OPTIMIZATION IN THE IMPLEMENTATION OF THE IMPROVEMENT OF THE BINA BAKTI ROAD OF GUNUNG SETELENG KABUPATEN PENAJAM PASER UTARA WITH TIME COST TRADE OFF (TCTO) METHOD

ABSTRACT

The benchmark for the success of a project is seen from the short completion time with minimal costs without leaving the quality of the work. The Bina Bakti Road Improvement Project in Gunung Seteleng Subdistrict, Penajam Paser Utara Regency was chosen as the research object with a road length of 569 meters and the project budget valued at Rp.1,222,038,477.10 this project experienced a delay. Efforts to optimize one of the elements that will affect project control even two other elements, such as time, cost and resources. One of the optimal steps that is often used to overcome project delays is the method of TCTO (Time Cost Trade Off), this method is an attempt to exchange time and costs. This research calculates the most optimum change in time and cost of project implementation. By using additional hours of overtime and additional workforce. The time for implementing the Bina Bakti Road Improvement project for 54 days. Based on the results of the most optimum time and cost research after the addition of overtime working hours, the optimum total cost of Rp.1,220,695,370.54 and 42.4 days of crashing duration with cost efficiency 0.11% and time efficiency 13.47%. And for the addition of workforce, the optimum time and total cost of Rp.1,215,485,807.44 and the crashing duration of 37.8 days were obtained with cost efficiency of 0.54% and time efficiency of 22.86%. From the results of this study, it can be seen that the addition

of labor is more efficient compared to the addition of overtime working hours and obtaining greater cost benefits.

Keywords: *Optimization, Time Cost Trade Off, Addition of Overtime Working Hours, Addition Workforce*

1. PENDAHULUAN

Manajemen proyek adalah usaha atau kegiatan merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan terlebih dahulu dengan seefisien dan seefektif mungkin. Untuk mencapai tujuan tersebut penjadwalan dan pengendalian proyek harus dilakukan dengan seteliti dan seoptimal mungkin.

Usaha untuk mengoptimalkan salah satu elemen yang akan mempengaruhi pengendalian proyek bahkan dua elemen lain, seperti waktu, biaya dan sumber daya. Salah satu langkah optimal yang sering digunakan untuk mengatasi keterlambatan proyek adalah dengan metode *TCTO (Time Cost Trade Off)*, Metode ini adalah usaha untuk menukar waktu dan biaya yang menyebabkan biaya proyek meningkat akibat waktu pelaksanaan di persingkat (Kerzner, 2006).

Proyek Peningkatan Jalan Bina Bakti Kelurahan Gunung Seteleng Kabupaten Penajam Paser Utara dipilih sebagai objek penelitian dengan panjang jalan 569 Meter dan Anggaran Rp. 1.344.242.000,00. proyek ini mengalami keterlambatan waktu penyelesaian dimana seharusnya selesai pada bulan Desember 2017, tetapi pada bulan Januari 2018 proyek Peningkatan Jalan Bina Bakti selesai. Keterlambatan ini disebabkan tidak efektif dan efisiensinya jadwal rencana pelaksanaannya. Untuk itu penelitian ini akan dicari cara untuk mengoptimalkan waktu dan biaya dengan menggunakan Metode *TCTO (Time Cost Trade Off)*. Salah satunya dengan melakukan percepatan dengan memanfaatkan alternatif seperti penambahan jam kerja lembur, alat bantu yang lebih produktif, penambahan jumlah pekerja, menggunakan material yang lebih cepat pemasangannya dan metode konstruksi yang lebih cepat (Isra, 2019). Upaya untuk mempercepat durasi proyek dilakukan untuk mendapatkan hasil yang optimum secara efektif dan efisien (Elfira Safitri, 2019). Sehingga didapatkan waktu dan biaya yang optimal untuk pekerjaan Peningkatan Jalan

Bina Bakti Kelurahan Gunung Seteleng Kabupaten Penajam Paser Utara.

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Berapa jumlah biaya dan waktu optimum pelaksanaan proyek setelah dilakukan penambahan jam kerja (lembur) dengan menggunakan metode *time cost trade off* ?
2. Berapa jumlah biaya dan waktu optimum pelaksanaan proyek setelah dilakukan penambahan tenaga kerja dengan menggunakan metode *time cost trade off* ?
3. Bagaimana perbandingan biaya dan waktu proyek antara penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja?

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui total biaya dan waktu optimum proyek setelah dilakukan penambahan jam kerja (lembur).
2. Untuk mengetahui total biaya dan waktu optimum proyek setelah dilakukan penambahan tenaga kerja.
3. Untuk mengetahui perbandingan biaya dan waktu optimum pelaksanaan proyek dengan penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proyek Konstruksi

Proyek adalah suatu upaya yang diorganisasikan untuk mencapai tujuan, sasaran dan harapan-harapan penting dengan menggunakan anggaran dan serta sumber daya yang tersedia, yang harus di selesaikan dalam jangka waktu tertentu (Dipohusodo, 1995).

2.2 Analisis *Time Cost Trade Off (TCTO)*

TCTO adalah kompresi jadwal untuk mendapatkan proyek yang lebih mengutungkan dari segi waktu (durasi), biaya, dan pendapatan. Tujuannya adalah memampatkan proyek dengan durasi yang dapat diterima dan meminimaliskan biaya total proyek. Pengurangan durasi proyek dilakukan dengan memilih aktivitas

tertentu. Di dalam analisa *time cost trade off* ini dengan berubahnya waktu penyelesaian proyek maka berubah pula biaya yang akan dikeluarkan. Apabila waktu pelaksanaan dipercepat maka biaya langsung proyek akan bertambah dan biaya tidak langsung proyek akan berkurang.

2.3 Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Kerja lembur (*working time*) dapat dilakukan dengan menambah jam kerja perhari, tanpa menambah pekerja. Penambahan ini bertujuan untuk memperbesar produksi selama satu hari sehingga penyelesaian suatu aktivitas pekerjaan akan lebih cepat. Yang perlu diperhatikan di dalam penambahan jam kerja adalah lamanya waktu bekerja seseorang dalam satu hari. Jika seseorang terlalu lama bekerja selama satu hari, maka produktivitas orang tersebut akan menurun karena terlalu lelah.

1. Produktivitas Harian (PH)

$$PH = \frac{\text{volume}}{\text{durasi normal}}$$

$$\text{Produktivitas Tiap Jam (PJ)} = \frac{PH}{7 \text{ jam}}$$

2. Produktivitas Harian Sesudah *Crash* :
= (jam kerja × PJ) × (a × b × PJ)

Keterangan :

- a : Lama penambahan tenaga kerja
- b : Koefisien penurunan produktivitas akibat penambahan jam kerja (Lembur)

3. Crash Duration (CD) = $\frac{\text{volume}}{PH}$

2.4 Penambahan Tenaga Kerja

Penambahan tenaga kerja dimaksudkan sebagai penambahan jumlah pekerja dalam satu unit pekerja untuk melaksanakan suatu aktivitas tertentu tanpa menambahkan jam kerja. Dalam penambahan jumlah tenaga kerja yang perlu diperhatikan adalah ruang kerja yang tersedia apakah terlalu sesak atau cukup lapang, karena penambahan tenaga kerja pada suatu aktivitas tidak boleh mengganggu pemakaian tenaga kerja untuk aktivitas yang lain yang sedang berjalan pada saat yang sama. Selain itu, harus diimbangi pengawasan karena ruang

kerja yang sesak dan pengawasan yang kurang akan menurunkan produktivitas pekerja.

1. Jumlah Tenaga Kerja Normal
= $\frac{\text{Koef.tenaga kerja normal} \times \text{volume}}{\text{durasi normal} \times \text{jam kerja}}$

2. Jumlah Tenaga Kerja dipercepat :
= $\frac{\text{Koef.tenaga kerja normal} \times \text{volume}}{CD \times \text{jam kerja}}$

2.4 Biaya Tambaha (*Crash Cost*)

Penambahan waktu kerja akan menambah besar biaya untuk tenaga kerja dari biaya normal tenaga kerja. Berdasarkan Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor KEP. 102/MEN/VI/2004 pasal diperhitungkan bahwa upah penambahan kerja bervariasi. Pada penambahan waktu kerja satu jam pertama, pekerja mendapatkan tambahan upah 1,5 kali upah perjam waktu normal dan pada penambahan jam kerja berikutnya maka pekerja akan mendapatkan 2 kali upah perjam waktu normal.

Perhitungan untuk biaya tambahan pekerja dapat dirumuskan sebagai berikut ini:

1. Normal biaya pekerja perhari
= PH × harga satuan upah pekerja
2. Normal ongkos pekerja perjam
= PJ × Harga satuan upah pekerja
3. Biaya lembur pekerja
= 1,5 × upah sejam normal untuk penambahan jam kerja (lembur) pertama + 2 × n × upah sejam normal untuk penambahan jam kerja (lembur) berikutnya
Keterangan:
n = jumlah penambahan jam kerja (lembur)
4. *Crash Cost (CC)* pekerja perhari
= (Jam kerja perhari × Normal cost pekerja) + (n × Biaya lembur perjam)
5. Cost Slope (CS)
 $CS = \frac{CC - \text{normal cost}}{\text{durasi normal} - \text{durasi crash}}$

3. METODE PENELITIAN

Metode dalam penelitian ini berupa metode analisis deskriptif yang merupakan metode memecahkan suatu masalah yang ada dengan cara mengumpulkan data, kemudian disusun, dijelaskan, diolah, lalu dianalisis sehingga diperoleh hasil akhir. Kesimpulan dari kasus yang ditinjau diambil dari hasil akhir yang telah didapat.

Pada konsep ini akan ditinjau analisis TCTO (Time Cost Trade Off) untuk menentukan biaya dan waktu optimum serta hitungan efisiensi biaya dan waktu sebagai perbandingan sebelum dan sesudah percepatan proyek. Metode penelitian ini meliputi metode pengumpulan data, metode analisis, dan tahapan penelitian.

Ada dua jenis data yang diperlukan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Data primer

Data primer ini berupa wawancara dan observasi dengan pihak terkait dalam pelaksanaan proyek.

2. Data sekunder

Data sekunder ini meliputi Kurva S, RAB, Gambar rencana, dan analisa harga satuan.

Selanjutnya langkah-langkah analisis TCTO untuk melakukan kompresi dilakukan sebagai berikut:

1. Menyusun jaringan kerja proyek, mencari lintasan kritis dan menghitung *cost slope* tiap aktivitas.
2. Melakukan kompresi pada aktivitas yang berada pada lintasan kritis dan mempunyai *cost slope* terendah.
3. Menyusun kembali jaringan kerja.
4. Mengulangi langkah kedua, dimana langkah kedua akan berhenti bila terjadi penambahan lintasan kritis dan bila terdapat lebih dari satu lintasan kritis, maka langkah kedua dilakukan secara serentak pada semua lintasan kritis dan perhitungan *cost slope* dijumlahkan.
5. Langkah dihentikan bila terdapat salah satu lintasan kritis dimana aktivitas-

aktivitasnya telah jenuh seluruhnya (tidak mungkin dikompres lagi) sehingga pengendalian biaya telah optimum

4. PEMBAHASAN

4.1 Biaya Langsung dan Tidak langsung

4.1.1 Biaya Langsung (BL)

Biaya langsung merupakan biaya yang secara fisik langsung berhubungan dengan jalannya proses konstruksi di lapangan. Biaya langsung ini didapat dari RAB yang diperhitungkan berdasarkan volume dikalikan harga satuan pekerjaan tersebut. Besar total biaya langsung adalah Rp.1.222.038.477,10 nilai tersebut sama dengan nilai RAB.

4.1.2 Biaya Tidak Langsung (BTL)

Meskipun tidak ada kaitannya dengan proses konstruksi dilapangan, tetapi biaya tidak langsung ini harus tetap ada karena memang dibutuhkan. Biaya tidak langsung bergantung pada lamanya durasi proyek. Apabila durasi proyek semakin lama, maka biaya langsung dan biaya tidak langsung yang dibutuhkan juga bertambah. Jika durasi proyek lebih singkat maka biaya tidak langsung proyek yang diperlukan juga lebih sedikit.

$$BTL = 1,8\% \times BL$$

$$= 1,8\% \times 1.222.038.477,10$$

$$= Rp.21.996.692,59$$

$$BL = BL - BTL$$

$$= 1.222.038.477,10 - 21.996.692,59$$

$$= Rp.1.200.041.784,51$$

4.2 Penerapan *Time Cost Trade Off* (TCTO)

4.2.1 Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Dalam perencanaan penambahan jam kerja (lembur), jam kerja normal 7 jam kerja (08.00 - 12.00) 1 jam istirahat (13.00 - 16.00), sedangkan kerja lembur dilakukan setelah waktu kerja normal (16.00 - 19.00)

Perhitungan Biaya Lembur:
 Upah Pekerja Perhari (*Standart Cost*)
 sesuai Harga Satuan di Kab. Penajam Paser
 Utara : Rp.100.000,00
 Jam Kerja Per hari : 7 Jam
 Biaya Perjam = $\frac{Rp.100.000}{7} = Rp.14.285,71$

Biaya Lembur Per hari :
 Lembur 1 Jam = $(Rp.14.285,71 \times 1,5)$
 $= Rp.21.428,57$
 Lembur 2 Jam = $Rp.21.428,57 +$
 $(Rp.14.285,71 \times 2)$
 $= Rp.49.999,99$
 Lembur 3 Jam = $Rp.49.999,99 +$
 $(Rp.14.285,71 \times 2)$
 $= Rp.78.571,41$

Biaya Lembur Per Jam :
 Lembur 1 Jam = $\frac{Rp.21.428,57}{1}$
 $= Rp.21.428,57$
 Lembur 2 Jam = $\frac{Rp.49.999,99}{2}$
 $= Rp. 24.999,99$
 Lembur 3 Jam = $\frac{Rp.78.571,47}{3}$
 $= Rp. 26.190,47$

Produktivitas kerja lembur untuk 1 jam per hari diperhitungkan sebesar 90%, untuk 2 jam 80%, dan untuk 3 jam 70% dari produktivitas normal. Penurunan produktivitas untuk kerja lembur ini disebabkan oleh kelelahan pekerja, keterbatasan pandangan pada malam hari, serta keadaan cuaca yang dingin. Dari biaya *crashing* lembur didapatkan hasil dari tambahan biaya upah pekerja dan sewa alat sesuai dengan jam kerja lembur yang digunakan, rekapitulasi biaya lembur upah pekerja dan alat dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1 Rekapitulasi Biaya Upah Lembur Tenaga Kerja

Uraian	Upah Normal Per Jam (Rp)	Overtime Cost (Biaya Lembur)		
		1 Jam	2 Jam	3 Jam
Biaya Per Jam (Rp)				
Pekerja	14.285,71	21.428,57	24.999,99	26.190,47
Tukang	15.714,29	23.571,44	27.500,01	28.809,53
Mandor	17.142,29	25.713,44	29.999,01	31.427,53
Operator	15.714,29	23.571,44	27.500,01	28.809,53
Pembantu				
Operator	14.285,71	21.428,57	24.999,99	26.190,47
Sopir/Driver	15.714,29	23.571,44	27.500,01	28.809,53
Pembantu				
Sopir	14.285,71	21.428,57	24.999,99	26.190,47
Mekanik	15.714,29	23.571,44	27.500,01	28.809,53
Pembantu				
Mekanik	14.285,71	21.428,57	24.999,99	26.190,47
Kepala				
Tukang	17.142,29	25.713,44	29.999,01	31.427,53

Sumber : hasil analisis

Tabel 2 Rekapitulasi Biaya Sewa Peralatan Lembur

Uraian	Biaya Sewa Per Jam (Rp)	Overtime Cost (Biaya Lembur)		
		1 Jam	2 Jam	3 Jam
Biaya Per Jam (Rp)				
Dump Truck	335.016,82	502.525,23	586.279,44	614.197,50
Excavator	443.395,94	665.093,91	775.942,90	812.892,56
Motor Greder	687.625,41	1.031.438,12	1.203.344,47	1.260.646,59
Vibrator				
Roller	289.822,30	434.733,45	507.189,03	531.340,88
Wheel Loader	642.852,79	964.279,19	1.124.992,38	1.178.563,45
Water Tanker	392.872,35	589.308,53	687.526,61	720.265,98
Batching Plant	642.852,79	964.279,19	1.124.992,38	1.178.563,45
Truck Mixer	767.652,57	1.151.478,86	1.343.392,00	1.407.363,05
Concrete Vibrator	45.327,78	67.991,67	79.323,62	83.100,93
Concrete Screed	81.369,59	122.054,39	142.396,78	149.177,58
Concrete Mixer	118.780,80	178.171,20	207.866,40	217.764,80
Alat Bantu	100,00	150,00	175,00	183,33
Alat Bantu 1	200,00	300,00	350,00	366,67
Alat Bantu 2	500,00	750,00	875,00	916,67
Alat Bantu 3	1.000,00	1.500,00	1.750,00	1.833,33

Sumber : hasil analisis

Perhitungan Biaya *Crashing* :
 Volume = 160,37 m³
 Durasi Normal = 14 hari
 Durasi Normal (Jam) = 14 × 7 = 98 Jam
 Produktivitas jam normal
 $= \frac{Volume}{durasi\ normal} = \frac{160,37}{98} = 1,64\ m^3/jam$

a. Durasi percepatan lembur :
 1 Jam Lembur
 $= \frac{160,37}{(1,64 \times 7) + (1 \times 0,9 \times 1,64)} = 12,4\ hari$

untuk pekerjaan pasangan batu dengan penambahan 1 jam lembur maksimal
 $Crashing = 14 \text{ hari} - 12,4 \text{ hari} = 1,6 \text{ hari}$

b. Durasi percepatan lembur :

2 jam Lembur

$$= \frac{160,37}{(1,64 \times 7) + (2 \times 0,8 \times 1,64)} = 11,4 \text{ hari}$$

untuk pekerjaan pasangan batu dengan penambahan 2 jam lembur maksimal
 $Crashing = 14 \text{ hari} - 11,4 \text{ hari} = 2,6 \text{ hari}$

c. Durasi percepatan lembur :

3 jam lembur

$$= \frac{160,37}{(1,64 \times 7) + (3 \times 0,7 \times 1,64)} = 10,8 \text{ hari}$$

untuk pekerjaan pasangan batu dengan penambahan 3 jam lembur maksimal
 $Crashing = 14 \text{ hari} - 10,8 \text{ hari} = 3,1 \text{ hari}$

Dengan cara yang sama didapatkan perhitungan durasi dan biaya crashing untuk semua aktivitas seperti pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Perhitungan Durasi dan Biaya *Crashing* dengan Penambahan 1, 2, dan 3 Jam Lembur

Uraian Pekerjaan	Durasi (hari)				Biaya (Rp.)			
	Normal	Lembur (jam)			Normal	Lembur (jam)		
		1	2	3		1	2	3
Galian Biasa (Manual)	4	3,5	3,3	3,1	4.072.402,17	4.183.979,86	4.202.576,15	4.208.774,91
Pondasi Cerucuk, Penyediaan dan Pemancangan	11	9,7	9,0	8,5	55.205.224,47	55.406.802,17	55.440.398,45	55.451.597,21
Pasangan Batu	14	12,4	11,4	10,8	142.328.315,66	143.333.952,47	143.509.057,64	143.565.283,45
Timbunan Biasa dari selain Galian sumber bahan	7	6,2	5,7	5,4	40.637.617,92	43.380.051,45	43.839.623,72	43.992.100,19
Lapis Pondasi Agregat Kelas B (Ex. Palu)	5	4,4	4,1	3,8	112.070.801,94	115.606.097,22	116.384.383,82	116.589.792,48
Perkerasan Beton Semen $F_c=20 \text{ Mpa (K-250)}$	8	7,1	6,5	6,2	766.382.396,32	771.237.573,73	772.054.270,01	772.324.359,24

Sumber: hasil analisis

Selanjutnya dari Tabel 3 di hitung *Cost Slope* untuk kegiatan-kegiatan kritis yang terjadi. *Cost Slope* diurutkan dari *Cost Slope* terkecil guna mengetahui kemungkinan *efisiensi crashing*, daftar *cost slope* untuk semua kegiatan kritis dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4 *Cost Slope* Akibat Percepatan Pekerjaan 1, 2, dan 3 Jam Lembur

Activity	Crashing 1 jam			Crashing 2 jam			Crashing 3 jam		
	Durasi (Hari)	Biaya (Rp)	Cost Slope (Rp)	Durasi (Hari)	Biaya (Rp)	Cost Slope (Rp)	Durasi (Hari)	Biaya (Rp)	Cost Slope (Rp)
PCPP	9,7	55.406.802,17	155.059,77	9	55.440.398,45	117.586,99	8,5	55.440.398,45	98.549,10
GB	3,5	4.183.979,86	223.155,39	3,3	4.202.576,15	185.962,82	3,1	4.202.576,15	151.525,26
PB	12,4	143.333.952,47	628.523,01	11,4	143.509.057,64	454.131,53	10,8	143.509.057,64	386.552,43
TBGS	6,2	43.380.051,45	3.428.041,91	5,7	43.839.623,72	2.463.081,38	5,4	43.839.623,72	2.096.551,42
PBS	7,1	771.237.573,73	5.394.641,57	6,5	772.054.270,01	3.781.249,13	6,2	772.054.270,01	3.301.090,51
LPB	4,4	115.606.097,22	5.892.158,80	4,1	116.384.383,82	4.792.868,75	3,8	116.384.383,82	3.765.825,45

Sumber: hasil analisis

Tabel 5 Rekapitulasi Selisih Biaya Antara Biaya Percepatan dan Biaya Normal 1,2, dan 3 Jam Lembur

Activity	Biaya (Rp.)						
	Normal	Crashing 1 jam	Selisih	Crashing 2 jam	Selisih	Crashing 3 jam	Selisih
PCPP	55.205.224,47	55.406.802,17	201.577,70	55.440.398,45	235.173,98	55.440.398,45	246.372,74
GB	4.072.402,17	4.183.979,86	111.577,70	4.202.576,15	130.173,98	4.202.576,15	133.372,74
PB	142.328.315,66	143.333.952,47	1.005.636,81	143.509.057,64	1.180.741,97	143.509.057,64	1.236.967,78
TBGS	40.637.617,92	43.380.051,45	2.742.433,53	43.839.623,72	3.202.005,80	43.839.623,72	3.354.482,27
PBS	766.382.396,32	771.237.573,73	4.855.177,41	772.054.270,01	5.671.873,69	772.054.270,01	5.941.962,91
LPB	112.070.801,94	115.606.097,22	3.535.295,28	116.384.383,82	4.313.581,88	116.384.383,82	4.518.990,54

Sumber: hasil analisis

Selanjutnya untuk perhitungan pengaruh terhadap biaya langsung, biaya tidak langsung dan biaya total yang diakibatkan penambahan jam lembur dapat dilihat pada salah satu contoh perhitungan dibawah ini.

Biaya Langsung

$$= \text{Biaya Langsung} + \text{Selisih Biaya}$$

$$= \text{Rp.1.200.041.784,51} + \text{Rp.1.005.636,81}$$

$$= \text{Rp. 1.201.360.576,71}$$

Biaya Tidak Langsung

$$= (\text{Rp.21.996.692,59} / 49) \times 45,6$$

$$= \text{Rp.20.470.391,47}$$

Biaya Total

$$= \text{Rp.1.201.360.576,71} + \text{Rp.20.470.391,47}$$

$$= \text{Rp.1.221.830.968,18}$$

Perhitungan Biaya Langsung, Biaya Tidak Langsung dan Total Biaya Untuk Penambahan Jam Kerja (Lembur) pada Tabel 6

Tabel 6 Perhitungan Biaya Langsung, Biaya Tidak Langsung dan Total Biaya 1, 2, dan 3 Jam Kerja Lembur

Activity	Durasi (Hari)	Biaya Langsung (Rp)	Biaya Tidak Langsung (Rp)	Total Biaya (Rp)
1 jam				
Durasi Normal	49	1.200.041.784,51	21.996.692,59	1.222.038.477,10
PCPP	47,7	1.200.243.362,21	21.413.106,87	1.221.656.469,07
GB	47,2	1.200.354.939,90	21.188.650,82	1.221.543.590,72
PB	45,6	1.201.360.576,71	20.470.391,47	1.221.830.968,18
TBGS	44,8	1.204.103.010,24	20.111.261,80	1.224.214.272,04
PBS	43,9	1.208.958.187,65	19.707.240,91	1.228.665.428,56
LPB	43,3	1.212.493.482,93	19.437.893,66	1.231.931.376,59
2 jam				
PCPP	47	1.200.276.958,49	21.098.868,40	1.221.375.826,89
GB	46,3	1.200.407.132,47	20.784.629,94	1.221.191.762,40
PB	43,7	1.201.587.874,44	19.617.458,49	1.221.205.332,93
TBGS	42,4	1.204.789.880,24	19.033.872,77	1.223.823.753,01
PBS	40,9	1.210.461.753,93	18.360.504,63	1.228.822.258,56
LPB	40	1.214.775.335,81	17.956.483,75	1.232.731.819,55
3 jam				
PCPP	46,5	1.200.288.157,25	20.874.412,36	1.221.162.569,60
GB	45,6	1.200.424.529,99	20.470.391,47	1.220.894.921,46
PB	42,4	1.201.661.497,77	19.033.872,77	1.220.695.370,54
TBGS	40,8	1.205.015.980,04	18.315.613,42	1.223.331.593,46
PBS	39	1.210.957.942,95	17.507.571,65	1.228.465.514,60
LPB	37,8	1.215.476.933,49	16.968.877,14	1.232.445.810,63

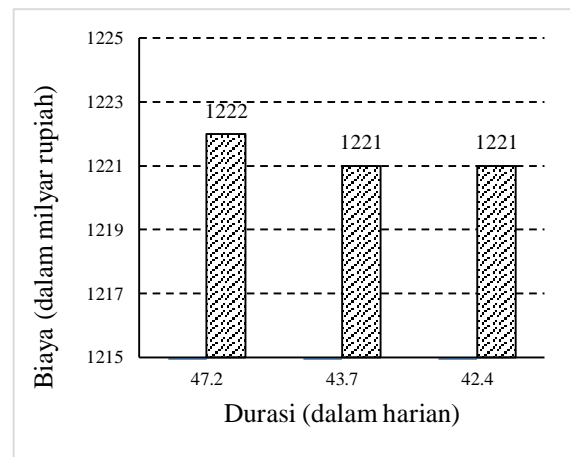
Sumber: Hasil Analisis

Perbandingan biaya dan waktu optimalnya terlihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Biaya dan Waktu Optimal

No	Penambahan Jam Kerja (Jam)	Durasi Optimal (Hari)	Total Biaya (Rp)
1	1 Jam	47,2	1.221.543.590,72.
2	2 Jam	43,7	1.221.205.332,93.
3	3 Jam	42,4	1.220.695.370,54.

Dari perbandingan total biaya pada Tabel 7 dapat diketahui bahwa biaya dan waktu optimum terdapat pada penambahan jam kerja (lembur) selama 3 jam dengan mempersingkat waktu pelaksanaan 42,4 Hari dengan total biaya Rp.1.220.695.370,54. Hal ini terlihat jelas seperti pada Gambar 1.



Gambar 1 Perbandingan Biaya Dan Waktu Optimal

4.2.2 Penambahan Tenaga Kerja

Penambahan tenaga kerja dilakukan dengan cara menghitung ulang kebutuhan tenaga kerja dari masing-masing kegiatan berdasarkan durasi percepatan dengan tanpa melakukan penambahan jam kerja perhari.

Pekerjaan Pasangan Batu

Volume : 160,37 m³

Durasi normal : 14 hari

Jam Kerja Per Hari : 7 jam

Kapasitas tenaga kerja per 1 m³ adalah

Pekerja = 4,8193 Oj Rp.14.285,71

Tukang = 1,2048 Oj Rp. 15.714,29
Mandor = 0,6024 Oj Rp.17.142,86
Concrete Mixer = 0,6024 Uj
Rp.118.780,80
Water Tanker = 0,0572 Uj Rp.392.872,35
Alat Bantu = 1,0000 Uj Rp.200,00

Perhitungan jumlah tenaga kerja dengan durasi percepatan:

$$\text{Jumlah tenaga kerja} = \frac{\text{Koef.tenaga kerja} \times \text{volume}}{\text{durasi normal} \times \text{jam kerja}}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah tenaga kerja} &= \frac{4,8193 \times 160,37}{14 \times 7} = 7,89 \text{ orang/jam} \\ \text{Upah Pekerja} &= 7,89 \times \text{Rp.14.285,71} \\ &= \text{Rp.112.663,40} \end{aligned}$$

Orang/Jam

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Tukang} &= \frac{1,2048 \times 160,37}{14 \times 7} = 1,97 \text{ orang/jam} \\ \text{Upah Tukang} &: \\ &= 1,97 \times \text{Rp.15.714,29} = \text{Rp.30.981,81} \text{ orang/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Mandor} &= \frac{0,6024 \times 160,37}{14 \times 7} = 0,99 \text{ orang/jam} \\ \text{Biaya Mandor} &: \\ &= 0,99 \times \text{Rp.17.142,29} = \text{Rp.16.970,87} \text{ orang/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Conc. Mixer} &= \frac{0,6024 \times 160,37}{14 \times 7} = 0,99 \text{ unit/jam} \\ \text{Biaya Concrete Mixer} &: \\ &= 0,99 \times \text{Rp.118.780,80} = \text{Rp.117.592,93} \text{ unit/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Water Tank} &= \frac{0,0572 \times 160,37}{14 \times 7} = 0,09 \text{ Unit/Jam} \\ \text{Biaya Water Tank} &: \\ &= 0,09 \times \text{Rp.392.872,35} = \text{Rp.36.774,31} \text{ unit/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Alat Bantu} &= \frac{1,0000 \times 160,37}{14 \times 7} = 1,64 \text{ unit/jam} \\ \text{Biaya Alat Bantu} &: \\ &= 1,64 \times \text{Rp.200,00} = \text{Rp. 327,29} \text{ Unit/Jam} \end{aligned}$$

Jadi upah tenaga kerja dengan durasi normal (14 Hari) adalah:
= Upah pekerja + Upah tukang + Biaya mandor + biaya concrete mixer + biaya water tank + biaya alat bantu

$$\begin{aligned} &= \text{Rp.112.663,40} + \text{Rp.30.981,81} + \\ &\quad \text{Rp.16.970,87} + \text{Rp.117.592,93} + \\ &\quad \text{Rp.36.774,31} + \text{Rp.327,29} \\ &= \text{Rp.30.900.439,19} \end{aligned}$$

Perhitungan penambahan tenaga kerja untuk pasangan batu dengan menggunakan durasi percepatan adalah sebagai berikut:

Pekerjaan Pasangan Batu

Volume : 160,37 m³
Durasi normal : 14 hari
Durasi *Crashing* : 1,6 hari
Durasi Percepatan : 12,4 hari
Jam Kerja Per Hari : 7 jam
Kapasitas tenaga kerja per 1 m³ adalah
Pekerja : 4,8193 Oj Rp.14.285,71
Tukang : 1,2048 Oj Rp.15.714,29
Mandor : 0,6024 Oj Rp.17.142,86
Concrete Mixer : 0,6024 Uj Rp.118.780,80
Water Tanker : 0,0572 Uj Rp.392.872,35
Alat Bantu : 1,0000 Uj Rp.200,00

$$\text{Jumlah tenaga kerja} = \frac{\text{Koef.tenaga kerja} \times \text{volume}}{\text{durasi normal} \times \text{jam kerja}}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah tenaga kerja} &= \frac{4,8193 \times 160,37}{12,4 \times 7} = 8,90 \text{ orang/jam} \\ \text{Upah Pekerja} &= 8,90 \times \text{Rp.14.285,71} \\ &= \text{Rp.127.200,61} \text{ Orang/Jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Tukang} &= \frac{1,2048 \times 160,37}{12,4 \times 7} = 2,23 \text{ orang/jam} \\ \text{Upah Tukang} &= 2,23 \times \text{Rp.15.714,29} \\ &= \text{Rp.35.042,87} \text{ Orang/Jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Mandor} &= \frac{0,6024 \times 160,37}{12,4 \times 7} = 1,11 \text{ orang/jam} \\ \text{Biaya Mandor} &= 1,11 \times \text{Rp.17.142,29} \\ &= \text{Rp.19.079,07} \text{ orang/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Conc. Mixer} &= \frac{0,6024 \times 160,37}{12,4 \times 7} = 1,11 \text{ unit/jam} \\ \text{Biaya Concrete Mixer} &: \\ &= 1,11 \times \text{Rp.118.780,80} \\ &= \text{Rp.132.200,96} \text{ unit/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Water Tank} &= \frac{0,0572 \times 160,37}{12,4 \times 7} = 0,11 \text{ Unit/Jam} \\ \text{Biaya Water Tank} &: \\ &= 0,11 \times \text{Rp.392.872,35} \end{aligned}$$

$$= \text{Rp.}43.215,96 \text{ unit/jam}$$

$$\text{Jumlah Alat Bantu}$$

$$= \frac{1.0000 \times 160,37}{12,4 \times 7} = 1,85 \text{ unit/jam}$$

$$\text{Biaya Alat Bantu :}$$

$$= 1,85 \times \text{Rp.}200,00 = \text{Rp.} 369,52 \text{ Unit/Jam}$$

Jadi upah tenaga kerja dengan durasi percepatan (12,4 hari) adalah:

$$\begin{array}{r} \text{Rp.}127.200,61 \quad + \quad \text{Rp.}35.042,87 \quad + \\ \text{Rp.}19.079,07 \quad + \quad \text{Rp.}132.200,96 \quad + \end{array}$$

$$\text{Rp.}43.215,96 + \text{Rp.}369,52) \times 7 \times 12,4 =$$

$$\text{Rp.}30.997.060,16$$

Selisih biaya

$$= \text{Biaya Percepatan} - \text{Biaya Normal}$$

$$= \text{Rp.}30.997.060,16 - \text{Rp.}30.900.439,19$$

$$= \text{Rp.} 96.620,97$$

Untuk selanjutnya, perhitungan selisih biaya pekerjaan pada Tabel 8.

Tabel 8 Selisih Biaya Antara Biaya Percepatan dan Biaya Normal Pada Penambahan Tenaga Kerja 1, 2, dan 3 Pekerja.

Activity	Crashing 1 tenaga kerja			Crashing 2 tenaga kerja			Crashing 3 tenaga kerja		
	Durasi (Hari)	Biaya (Rp)	Selisih (Rp)	Durasi (Hari)	Biaya (Rp)	Selisih (Rp)	Durasi (Hari)	Biaya (Rp)	Selisih (Rp)
PCPP	9,7	35.155.192,46	-110.556,52	9	35.157.062,16	-108.686,82	8,5	35.149.912,19	-115.836,80
GB	3,5	3.893.443,38	-12.635,86	3,3	3.732.410,50	-173.668,74	3,1	3.671.437,29	-234.641,95
PB	12,4	30.997.060,16	96.620,97	11,4	30.687.461,73	-212.977,47	10,8	30.809.612,18	-90.827,02
TBGS	6,2	26.155.419,04	-102.992,02	5,7	27.424.273,11	1.165.862,05	5,4	26.126.253,35	-132.157,71
PBS	7,1	95.300.308,68	-5.996.180,47	6,5	101.366.101,05	69.611,91	6,2	100.688.254,38	-608.234,77
LPB	4,4	8.254.844,32	-279.308,73	4,1	8.352.069,78	-182.083,27	3,8	8.190.997,08	-343.155,96

Sumber: hasil analisis

Berdasarkan Tabel 8 diperoleh selisih biaya dari masing-masing kegiatan yang telah dianalisis dengan penambahan tenaga kerja sesuai kebutuhan percepatan yang dilakukan. Untuk perhitungan dari pengaruh biaya langsung dan biaya tidak langsung dilakukan dengan cara:

Biaya Langsung

$$= \text{Biaya Langsung} + \text{Selisih Biaya}$$

$$= \text{Rp.}1.199.918.592,13 + \text{Rp.}96.620,97$$

$$= \text{Rp.}1.200.015.213,10$$

Biaya Tidak Langsung

$$= (\text{Rp.}21.996.692,59 / 49) \times 45,6$$

$$= \text{Rp.}20.470.391,47$$

Biaya Total

$$= \text{Rp.}1.200.015.213,10 +$$

$$\text{Rp.}20.470.391,47 = \text{Rp.}1.220.485.604,57$$

Rekapitalasi hasil perhitungan Biaya Langsung, Biaya Tidak Langsung dan Total Biaya Untuk Penambahan tenaga kerja pada Tabel 9.

Tabel 9 Perhitungan Biaya Langsung, Biaya Tidak Langsung dan Total Biaya Untuk Penambahan Tenaga Kerja 1, 2, dan 3,

Activity	Durasi (Hari)	Biaya Langsung (Rp)	Biaya Tidak Langsung (Rp)	Total Biaya (Rp)
Normal	49	1.200.041.784,51	21.996.692,59	1.222.038.477,10
Penambahan 1 tenaga kerja				
PCPP	47,7	1.199.931.227,99	21.413.106,87	1.221.344.334,86
GB	47,2	1.199.918.592,13	21.188.650,82	1.221.107.242,95
PB	45,6	1.200.015.213,10	20.470.391,47	1.220.485.604,57
TBGS	44,8	1.199.912.221,08	20.111.261,80	1.220.023.482,88
PBS	43,9	1.193.916.040,61	19.707.240,91	1.213.623.281,53
LPB	43,3	1.193.636.731,89	19.437.893,66	1.213.074.625,54
Penambahan 2 tenaga kerja				
PCPP	47	1.199.933.097,69	21.098.868,40	1.221.031.966,09
GB	46,3	1.199.759.428,95	20.784.629,94	1.220.544.058,89
PB	43,7	1.199.546.451,49	19.617.458,49	1.219.163.909,98
TBGS	42,4	1.200.712.313,54	19.033.872,77	1.219.746.186,31
PBS	40,9	1.200.781.925,44	18.360.504,63	1.219.142.430,07
LPB	40	1.200.599.842,17	17.956.483,75	1.218.556.325,92
Penambahan 3 tenaga kerja				
PCPP	46,5	1.199.925.947,72	20.874.412,36	1.220.800.360,07
GB	45,6	1.199.691.305,76	20.470.391,47	1.220.161.697,23
PB	42,4	1.199.600.478,75	19.033.872,77	1.218.634.351,52
TBGS	40,8	1.199.468.321,03	18.315.613,42	1.217.783.934,45
PBS	39	1.198.860.086,26	17.507.571,65	1.216.367.657,92
LPB	37,8	1.198.516.930,30	16.968.877,14	1.215.485.807,44

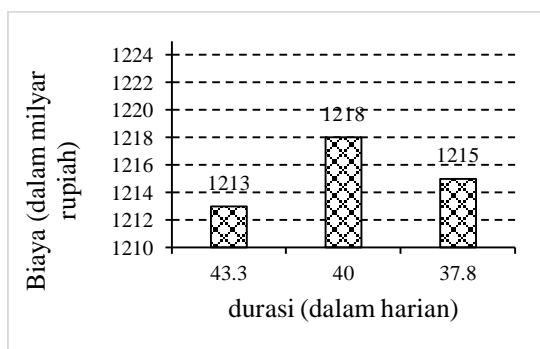
Sumber: hasil analisis

Dari Tabel 9 dapat disimpulkan bahwa biaya dan waktu pelaksanaan yang dipercepat akibat penambahan tenaga kerja dengan efisien waktu yang paling besar di dapat pada penambahan tenaga kerja 3 yaitu sebesar 22,86% dengan durasi normal 49 Hari dan durasi *crashing* 37,8 hari dengan efisiensi biaya sebesar 0,54% dengan total biaya Rp.1.215.485.807,44. Jadi pada proyek ini lebih optimal menggunakan penambahan tenaga kerja 3 sebab lebih menguntungkan dari segi durasi dan total biaya masih dibawah nilai kontrak dibandingkan penambahan tenaga kerja 1 ataupun penambahan tenaga kerja 2.

Tabel 10 Biaya dan Waktu Optimal Penambahan Tenaga Kerja

No	Penambahan Tenaga Kerja	Durasi Optimal (Hari)	Total Biaya (Rp)
1	1	43,3	1.213.074.625,54.
2	2	40	1.218.556.325,92.
3	3	37,8	1.215.485.807,44.

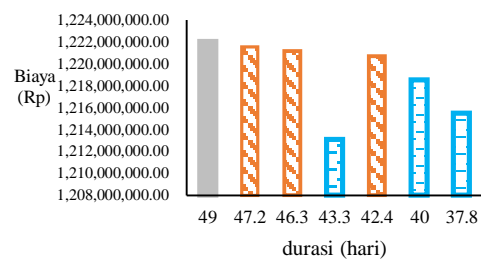
Dari perbandingan total biaya pada Tabel 10 dapat diketahui bahwa biaya optimum terdapat pada penambahan tenaga kerja 1 dengan mempersingkat waktu pelaksanaan 43,3 Hari dengan total biaya Rp.1.213.074.625,54. Tetapi lebih menguntungkan apabila kita menggunakan penambahan tenaga kerja 3 mengutungkan dari segi durasi dan total biaya proyek masih dibawah nilai kontrak



Gambar 2 Grafik Hubungan Penambahan Pekerja Dan Biaya

4.2.3 Perbandingan Total Biaya Penambahan Jam Kerja (Lembur) dan Penambahan Tenaga Kerja

Terdapat perbedaan antara biaya akibat penambahan jam kerja (lembur) dengan penambahan tenaga kerja, biaya diatas adalah biaya yang langsung dibebankan kepada proyek sesuai urutan dari item pekerjaan berdasarkan *cost slope*. Pada penambahan jam kerja 1 jika dibandingkan dengan penambahan tenaga kerja 1 yang lebih efektif adalah dengan penambahan tenaga kerja 1. Hasil grafik terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Perbandingan Total Biaya Penambahan Jam Kerja Lembur dan Penambahan Tenaga Kerja

Waktu dan Biaya total proyek pada kondisi normal sebesar 49 hari dengan biaya Rp.1.222.038.477,10. Untuk penambahan 1 jam lembur dengan total biaya optimum Rp.1.221.543.590,72 dan durasi *crashing* 47,2 hari. Untuk penambahan 2 jam lembur didapatkan total biaya optimum Rp.1.221.191.762,40 dan durasi *crashing* 46,3 hari. Untuk penambahan 3 jam lembur didapatkan total biaya optimum Rp.1.220.695.370,54 dan durasi *crashing* 42,4 hari. Dari ketiga penambahan jam lembur diatas didapatkan biaya dan waktu optimum yaitu terdapat pada penambahan 3 jam lembur dengan waktu 42,4 hari dan total biaya proyek Rp.1.220.695.370,54.

Waktu dan Biaya total proyek pada kondisi normal sebesar 49 hari dengan biaya Rp.1.222.038.477,10. Setelah penambahan tenaga kerja didapktan waktu dan biaya optimum. Untuk penambahan tenaga kerja 1 dengan total biaya optimum Rp.1.213.074.625,54 dan durasi *crashing* 43,3 hari. Untuk penambahan tenaga kerja 2 didapatkan total biaya optimum

Rp.1.218.556.325,92 dan durasi crashing 40 hari. Untuk penambahan tenaga kerja 3 didapatkan total biaya optimum Rp.1.215.485.807,44 dan durasi crashing 37,8 hari. Dari ketiga penambahan tenaga kerja diatas didapatkan biaya dan waktu optimum yaitu terdapat pada penambahan tenaga kerja 3 dengan waktu 37,8 hari dan total biaya proyek Rp.1.215.485.807,44. Lebih efektif penambahan tenaga kerja dibandingkan penambahan jam kerja lembur dengan total biaya penambahan tenaga kerja 3 Rp.1.215.485.807,44 dengan durasi crashing 37,8 Hari sedangkan penambahan 3 jam kerja lembur Rp.1.220.695.370,54 dengan durasi crashing 42,4 Hari.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Waktu dan Biaya total proyek pada kondisi normal sebesar 49 hari dengan biaya Rp.1.222.038.477,10. Untuk penambahan jam lembur dari ketiga alternatif didapatkan biaya dan waktu optimum yaitu terdapat penambahan 3 jam lembur dengan waktu 42,4 hari dan total biaya proyek Rp.1.220.695.370,54.

Waktu dan Biaya total proyek pada kondisi normal sebesar 49 hari dengan biaya Rp.1.222.038.477,10. Setelah penambahan tenaga kerja didapatkan waktu dan biaya optimum. lebih efektif penambahan tenaga kerja dibandingkan penambahan jam kerja lembur dengan total biaya penambahan tenaga kerja 3 Rp.1.215.485.807,44 dengan durasi *crashing* 37,8 Hari sedangkan penambahan 3 jam kerja lembur Rp.1.220.695.370,54 dengan durasi *crashing* 42,4 Hari.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya hendaklah menghitung persebaran jumlah tenaga kerja dengan menggunakan *resource* Microsoft Project. Atau melakukan perbandingan dengan menggunakan *Microsoft Project* dan *Microsoft Excel*.

DAFTAR PUSTAKA

- Soeharto, Imam, 1997, *Manajemen Proyek dari konseptual sampai oprasional* Erlangga, Jakarta.
- Clifford F, Gray dan Erik W Larson, 2007, *Manajemen Proyek Proses Manejerial*, Edisi Ketiga, Penerbit ANDI, Yogyakarta.
- Elfira Safitri, Sri Basriati, Riska Wulandari, dan Zukrianto. 2019. Analisis Optimasi Biaya dan Waktu dengan Metode PERT dan TCTO (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Jembatan Sei Merangin Kabupaten Kampar). *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industri (SNTIKI)* 11 Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sultan Syarif Kasim Riau. ISSN (Printed): 2579-7271. ISSN (Online) : 2579-5406. November 2019.
- Ervianto, W. I, 2003, *Manajemen Proyek Konstruksi*, Penerbit ANDI, Yogyakarta
- Dipohusodo, I. 1995, *Manajemen Proyek dan Konstruksi*. Edisi ketujuh, Penerbit Kanisius Yogyakarta.
- Isra, Saiful Husin, dan Fachrurrazi. 2019. Model *Time-Cost Trade Off* untuk Pekerjaan Kolom Utama di Kabupaten Aceh Selatan. *Journal of The Civil Engineering Student* Vol. 1. No. 3, Desember 2019, Halaman 98-104. ISSN 2685-0605.
- Johan, dkk, 1998, *Trade-Off Waktu dan Biaya Pada Proyek Konstruksi Studi Kasus Pada Proyek Kantor Bank Metro*, Jurnal Teknik Sipil F.T. Unair, No. 3. Surabaya.
- Kerzner, Harold, 2006, *Project management, A Systems Approach to Planning Scheduling and controlling*, Published by jhon wiley & Sons inc. USA.
- Sofyan, Badri, 1997, *Dasar-dasar Network Planning (Dasar-dasar Perencanaan Jaringan Kerja*, Rineka Cipta, Jakarta.

- Eddy, Herjanto, 2003, *Manajemen Operasi*, Grasindo, Jakarta.
- Husen, A, 2001, *Manajemen Proyek Edisi I Revisi*, Andi Offset, Yogyakarta.
- Ibrahim, B, 2001, *Rencana dan Estimate Real of Cost*, Bumi Aksara, Jakarta.
- Ali, Tubagus Haedar, 1995, *Prinsip-prinsip Network Planning*, Penerbit PT, Gramedia, Jakarta.
- Luthan, Putri Lynna A dan Syafriandi, 2005, *Aplikasi Microsoft Project Untuk Penjadwalan Kerja Proyek Teknik Sipil*, Penerbit ANDI, Yogyakarta.
- Nugraha, P, dkk, 1985, *Manajemen Proyek Konstruksi 1*, Penerbit Kartika Yudha, Surabaya.
- Sultan Syah, Mahendra, 2004, *Manajemen Proyek Kiat Sukses Mengelola Proyek*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Tjaturono, 2006, *manajemen Konstruksi*, Bahan Kuliah Pascasarjana Magister Teknik ITN Malang.
- Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia. *NOMOR KEP. 102/MEN/VI/2004*. Waktu Kerja Lembur Dan Upah Kerja Lembur.