

OPTIMASI WAKTU DAN BIAYA DENGAN METODE TIME COST TRADE OFF (TCTO) PADA PROYEK PENAMBAHAN BANGUNAN PASAR RAKYAT

Reno Pratiwi⁽¹⁾, Suheriah Mulia Devi⁽²⁾, Andi Marini⁽³⁾, Hikmah Maya Sari⁽⁴⁾

⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾ Program Studi Teknik Sipil Universitas Balikpapan

⁽⁴⁾ Program Studi Teknik Sipil Universitas Tridharma

E-mail : reno_pratiwi@yahoo.com

ABSTRAK

Di daerah perkotaan terutama di kota-kota besar seperti kota Balikpapan, pertambahan penduduk dan kemajuan jaman mengakibatkan semakin sulit akan lahan untuk bangunan yang memenuhi kebutuhan sehari-hari. Dalam pembangunan suatu proyek konstruksi, pengendalian biaya dan waktu proyek merupakan hal yang penting dalam proses pengolahan manajemen proyek. Proyek penambahan bangunan yang sudah ada membutuhkan 140 hari kerja kalender untuk menyelesaikan bangunan penambahan, dengan biaya pekerjaan sebesar Rp.642.642.000. Analisis pengendalian dilakukan karna mengalami kelalaian konsultan perencana dalam merencanakan struktur, dimana perencana tidak memperhatikan jenis tanah dan merencanakan berdasarkan pengalaman saja yang berakibat keterlambatan. Dengan dilakukannya optimasi biaya dan waktu menggunakan metode Time Cost Trade Off (TCTO) pada proyek pembangunan penambahan KM.12 Karang Joang Balikpapan, maka waktu dan biaya optimum akibat penambahan tenaga kerja didapat pada 123,62 hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp.634.106.512 dengan efisiensi waktu proyek sebanyak 16,38 hari dan efisiensi biaya proyek sebesar Rp.8.535.488.

Kata Kunci : *Time Cost Trade Off, Optimasi waktu dan biaya.*

TIME AND COST OPTIMIZATION USING THE TIME COST TRADE OFF METHOD IN THE PEOPLE'S MARKET ADDITIONAL BUILDING PROJECT

ABSTRACT

In urban areas, especially in big cities such as Balikpapan, the population increase and the progress of the times have made it increasingly difficult to land for buildings that meet daily needs. In the construction of a construction project, controlling project costs and time is important in the processing of project management. Project to add an existing building is spending 140 calendar working days to complete the addition building, with a workforce cost of Rp.642,642,000. Control analysis is carried out because the planner consultants experience negligence in planning the structure, where the planner does not pay attention to the type of soil and plan based on experience alone which results in delays. By optimizing the cost and time using the Time Cost Trade Off method in the development project for the addition of KM.12 Karang Joang Balikpapan, the optimum

time and costs due to the addition of labor were obtained at 123.62 working days with a total project cost of Rp.634,106 .512 with a project time efficiency of 16.38 days and a project cost efficiency of Rp. 8,535,488.

Keywords : *Time Cost Trade Off, time and cost optimization.*

1. PENDAHULUAN

Dalam pembangunan suatu proyek konstruksi, pengendalian biaya dan waktu proyek merupakan hal yang penting dalam proses pengolahan manajemen proyek. CV. Rekayasa Inti Desain adalah sebuah perusahaan yang bergerak dibidang konstruksi di kota Balikpapan yang dipercaya oleh dinas perdagangan untuk mengawasi pekerjaan pembangunan penambahan pasar rakyat KM.12 Karang Joang. Proyek penambahan bangunan yang sudah ada dilaksanakan oleh kontraktor CV. Rapi Bangun Semesta dengan menghabiskan 140 hari kerja kalender untuk menyelesaikan bangunan penambahan, dengan biaya pekerjaan sebesar Rp. 642.642.000. Analisis pengendalian dilakukan karna mengalami kelalaian konsultan perencana dalam merencanakan struktur, dimana perencana tidak memperhatikan jenis tanah dan merencanakan berdasarkan pengalaman saja yang berakibat keterlambatan. Dengan dilakukannya optimasi biaya dan waktu menggunakan metode Time Cost Trade Off (TCTO) untuk mendapatkan efisiensi waktu dan biaya penambahan jam lembur dan tenaga kerja.

Berdasarkan latar belakang diatas maka, rumusan masalah yang dapat ditarik adalah sebagai berikut :

1. Berapakah jumlah biaya dan waktu yang dibutuhkan pada proyek setelah dilakukannya penambahan jam kerja menggunakan metode TCTO ?
2. Berapakah jumlah biaya dan waktu yang dibutuhkan pada proyek setelah dilakukannya penambahan jumlah tenaga kerja menggunakan metode (TCTO)

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui waktu dan biaya optimum pekerjaan proyek setelah dilakukannya penambahan jam kerja menggunakan metode TCTO.
2. Mengetahui waktu dan biaya optimum pekerjaan proyek setelah dilakukannya jumlah tenaga kerja menggunakan metode TCTO.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Manajemen Proyek

Manajemen proyek merupakan strategi yang perlu di lakukan dalam mencapai efisiensi dan efektifitas suatu perusahaan. Perencanaan penjadwalan dapat di susun dengan banyak metode seperti metode TCTO, PDM, dan lain-lain. Manajemen proyek dapat pula digunakan untuk memperkirakan adanya percepatan waktu dan biaya pada proyek dengan baik, maka dapat mengoptimasi waktu dan biaya yang diperlukan dalam menjalankan proyek dengan efisien.

2.2 Waktu dan Biaya Proyek

1. Biaya Langsung adalah biaya untuk segala sesuatu yang akan menjadi komponen hasil akhir pada proyek.
2. Biaya tidak langsung adalah segala sesuatu yang tidak merupakan komponen hasil akhir proyek, tetapi dibutuhkan dalam rangka proses pembangunan yang biasa terjadi di luar proyek dan sering disebut dengan *fix cost*, tetapi harus dilakukan pengendalian agar tidak melewati anggaran yg sudah dalam rencana.

2.3 Metode *Time Cost Trade Off* (TCTO)

Mempercepat waktu penyelesaian proyek adalah suatu usaha menyelesaikan proyek lebih awal dari waktu penyelesaian dalam keadaan normal. Ada beberapa cara yang dapat digunakan untuk melaksanakan percepatan waktu proyek. Cara-cara tersebut antara lain ialah :

1. Penambahan jumlah jam kerja
2. Penambahan tenaga kerja
3. Pengertian atau pembahasan peralatan
4. Pemilihan sumber daya manusia yang berkualitas
5. Penggunaan metode konstruksi yang efektif

Cara tersebut dapat dilaksanakan secara terpisah maupun kombinasi, misalnya kombinasi penambahan jam kerja sekaligus penambahan tenaga kerja, biasa disebut giliran/bergantian, dimana unit pekerja untuk pagi sampai sore berbeda dengan unit pekerja untuk sore sampai malam.

Produktivitas didefinisikan sebagai rasio antara output dan input, atau dapat dikatakan sebagai rasio antara hasil produksi dengan total sumber daya yang digunakan. Di dalam proyek konstruksi, rasio dari produktifitas adalah nilai yang dapat diukur selma proses konstruksi, yang dapat dipisahkan menjadi biaya tenaga kerja, biaya material, dan metode. Kesuksesan dari suatu proyek konstruksi salah satunya tergantung pada efektifitas pengelolaan sumber daya, dan pekerja adalah suatu sumber daya yang diberikan sangat tergantung pada kecakapan masing-masing pekerja dikarenakan setiap pekerja memiliki karakter yang berbeda-beda satu sama lainnya.

Waktu kerja normal pekerja adalah 7 jam (dimulai pukul 08.00 dan selesai pukul 16.00 dengan satu jam istirahat), kemudian jam lembur dilakukan setelah jam kerja normal selesai. Penambahan jam

kerja (lembur) bisa dilakukan dengan melakukan pembahasan 1 jam sampai 4 jam sesuai dengan waktu penambahan jam lembur dapat menimbulkan penurunan produktifitas, indikasi dari penurunan produktivitas pekerja terhadap jam kerja (lembur).

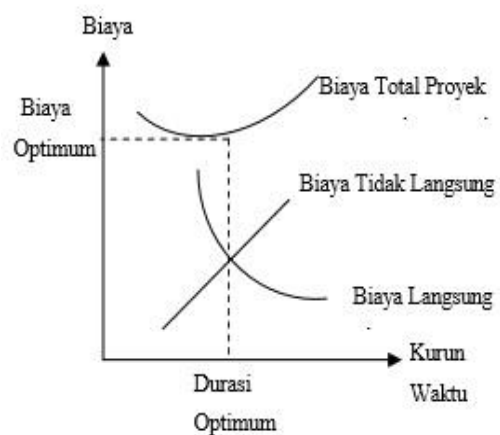
1. Produktivitas harian
2. Produktifitas tiap hari
3. Produktifitas harian sesudah crash

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 :

1. Normal ongkos pekerja perhari
2. Normal ongkos pekerja perjam
3. Biaya lembur pekerja
4. *Crash cost* pekerja perhari
5. *Cost slope*

Menunjukkan hubungan biaya langsung, biaya tak langsung dan biaya total dalam suatu grafik dan terlihat bahwa biaya optimum didapat dengan mencari total biaya proyek yang terkecil.



Sumber : Soeharto, 1997

3. METODE PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian ini dibagi dalam beberapa tahap, yaitu :

1. Tahap Persiapan
Sebelum melakukan penelitian perlu dilakukan studi literatur untuk memperdalam ilmu yang berkaitan dengan topik penelitian. Kemudian ditentukan rumusan masalah sampai dengan kompilasi data.
2. Tahap Pengumpulan Data
Data proyek yang diperlukan untuk pembuatan laporan.
3. Tahap Analisis
percepatan dengan aplikasi program dan metode TCTO.
4. Tahap Kesimpulan
Pada tahap ini, data yang telah dianalisis dibuat suatu kesimpulan yang berhubungan dengan tujuan penelitian

Pengumpulan data atau informasi dari suatu pelaksanaan proyek konstruksi yang sangat bermanfaat untuk evaluasi optimasi waktu dan biaya secara keseluruhan. Data yang diperlukan adalah data sekunder yaitu data yang diperoleh dari instansi yang terkait seperti kontraktor, konsultan pengawas, dan lain-lain. Variabel yang sangat mempengaruhi dalam pengoptimalan waktu dan biaya pelaksanaan proyek ini adalah variabel waktu dan variabel biaya.

Data yang mempengaruhi variabel waktu diperoleh dari kontraktor CV.Rapi Bangun Semesta. Data yang dibutuhkan untuk variabel waktu adalah :

1. Data cumulative progress (kurva-S), meliputi :
 - a. Jenis Kegiatan
 - b. Prosentase Kegiatan
 - c. Durasi Kegiatan
2. Rekapitulasi perhitungan biaya proyek

Semua data-data yang mempengaruhi variabel biaya diperoleh dari kontraktor CV.Rapi Bangun Semesta. Data-data yang

diperlukan dalam variabel biaya antara lain :

1. Daftar rencana anggaran biaya (RAB) penawaran, meliputi :
 - a. Jumlah biaya normal
 - b. Durasi normal
2. Daftar-daftar harga bahan dan upah
3. Analisa harga satuan

Data proyek yang diperlukan untuk pembuatan laporan, meliputi :

1. Rencana Anggaran Biaya (RAB)
2. Analisa haarga satuan bahan pekerjaan proyek
3. Jadwal Kerja (*Time Schadule*)
4. Biaya tidak langsung

Analisis data dilakukan dengan bantuan program Microsoft Project 2016, Metode TCTO dan Microsoft Excel 2007. Dengan menginputkan data yang terkait untuk dianalisis kedalam program Microsoft Project 2016, maka nantinya akan dikalkulasi secara otomatis sesuai dengan rumus-rumus kalkulasi yang telah dibuat oleh program ini. Dan hasil penginputan data adalah lintasan kritis. Setelah lintasan kritis didapat selanjutnya dianalisis setiap kegiatan pekerja yang berada di lintasan kritis dengan metode TCTO yaitu penambahan jam lembur dan tenaga kerja yang juga dibantu dengan Microsoft Excel 2007 untuk mempermudah analisis dan perhitungan. Hasil dari analisis tersebut adalah percepatan durasi dan kenaikan biaya akibat percepatan durasi dalam setiap kegiatan yang dipercepat. Kenaikan biaya ini disebabkan karena penambahan jam lembur dan tenaga kerja.

Dalam proses analisis tiap variabel akan di definisikan secara operasional. Definisi operasional merupakan penjabaran satu variabel penelitian ke dalam indikator-indikator yang terperinci

Definisi operasional dari variabel penelitian adalah sebagai berikut:

1. Waktu optimal proyek

Waktu dalam hal ini adalah lamanya suatu rangkaian ketika proses berlangsung, yaitu merupakan penjabaran perencanaan proyek menjadi urutan langkah-langkah kegiatan untuk mencapai sasaran. Waktu optimal proyek adalah jumlah waktu penyelesaian proyek yang terbaik atau waktu yang relatif singkat.

2. Durasi Proyek
Durasi proyek adalah jumlah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan proyek.
3. Hubungan ketergantungan antar kegiatan proyek
Hubungan ketergantungan antar kegiatan proyek terkait dengan kegiatan mana yang harus didahulukan atau dikerjakan dan dapat dilihat pula bahwa suatu kegiatan belum dapat dimulai apabila kegiatan sebelumnya belum selesai dikerjakan.
4. Rencana anggaran biaya proyek
Biaya proyek adalah anggaran yang dikeluarkan untuk pelaksanaan proyek, dalam hal ini merupakan penggunaan dana untuk melaksanakan pekerjaan dalam kurun waktu tertentu.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

RAB dari proyek ini ditunjukkan pada Tabel 1.

4.2 Time Schedule Proyek

Time Schedule atau Kurva S proyek pembangunan pasar rakyat Km.12 Karang Joang Balikpapan terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Time schedule proyek pembangunan pasar rakyat Km.12 Karang Joang Balikpapan

Tabel 1 RAB proyek pembangunan pasar rakyat Km.12 Karang Joang Balikpapan

Uraian pekerjaan	Volume	Jumlah (Rp.)
Pek. Persiapan (m ²)	9,00	8.368.700
Pek. Pendahuluan (m ¹)	39,00	10.148.613
Pek. Tanah & Galian (m ³)	186,04	21.088.008
Pek. Pondasi, Beton & Pasangan (m ³)	3.495,89	254.995.338
Pek. Lantai & Kramik (m ²)	279,34	111.353.196
Pek. Kuda-Kuda & Atap (m ²)	823,99	144.982.346
Pek. Pengecatan (m ²)	149,41	5.362.922
Pek. Listrik (bh)	216,00	19.456.800
Pek. Sanitair (m ¹)	110,65	8.464.249
Jumlah		584.220.174
PPN 10%		58.422.017
Jumlah Harga		642.642.192
Dibulatkan		642.642.000

4.3 Time Cost Trade Off Method

Berdasarkan hasil analisis MS project dapat dilihat bahwa kegiatan pekerjaan dan item pekerjaan yang berada pada lintasan kritis adalah :

1. Pembersihan lokasi, pengukuran dan bowplang
2. Galian tanah pondasi setempat
3. Galian tanah pondasi menerus
4. Urug pasir peninggi lantai t=10cm
5. Rabat beton/lantai kerja, K-100 t=5cm
6. Pasang kramik lantai, dalam bangunan uk. 30/30
7. Pasanga kramik teras, uk. 30/30
8. Pasang kramik meja uk. 20/20
9. Pasang kuda-kuda+atap baja ringan
10. Pasang tap aluminium gelombang

4.4 Perhitungan Biaya Langsung dan Biaya Tidak Langsung

1. Biaya Tidak Langsung

Biaya tidak langsung adalah semua biaya yang dihitung untuk keperluan yang tidak terkait langsung dengan proses dan terbentuknya progress fisik, tetapi masih berhubungan dengan sarana dan prasarana proyek yang bersangkutan yang meliputi Biaya Tidak Langsung

$$= 12\% \times Rp. 642.642.000$$

$$= Rp. 77.117.040$$

Biaya Tidak Langsung/hari

$$= \frac{\text{Biaya Tidak Langsung}}{\text{Durasi normal}} = \frac{Rp. 77.117.040}{140}$$

$$= Rp. 550.838$$

2. Biaya Langsung

Biaya langsung adalah semua biaya yang diperhitungkan untuk keperluan yang terkait langsung dengan proses dan terbentuknya progress fisik, yang meliputi seperti biaya bahan/material, biaya upah buruh/tenaga, biaya peralatan, biaya sub kontraktor.

Biaya Langsung

$$= \text{Biaya Total Rencana} - \text{Biaya Tidak Langsung}$$

$$= Rp. 642.642.000 - Rp. 77.117.040$$

$$= Rp. 565.524.960$$

4.5 Penerapan Time Cost Trade Off (TCTO)

4.5.1 Penambahan Jam Lembur

Rekapitulasi hasil setiap penambahan 1 jam lembur pada item pekerjaan kritis terlihat pada Tabel 2..

Tabel 2 Rekapitulasi Penambahan Lembur 1 Jam

Uraian Pekerjaan	Durasi		Biaya (Rp.)	
	Normal	1 Jam	Normal	1 Jam
Pembersihan Lokasi, pengukuran dan pasang bowplang	7	6,2	2.295.150	2.330.787
Galian tanah pondasi setempat	2	1,7	1.137.375	1.269.723
Galian tanah pondasi menerus	7	6,2	3.493.847	3.610.005
Urug pasir peninggi lantai t=10cm	4	3,5	4.872.360	4.917.064
Rabat beton / Lantai kerja, K-100 t=5cm	4	3,5	11.663.406	11.878.763
Pas. Kramik lantai, dalam bangunan Uk. 30x30	7	6,2	25.546.950	5.843.092
Pas. Kramik teras, Uk. 30x30	6	5,3	24.236.850	24.532.992
Pas. Kramik meja 20x20	7	6,2	20.679.435	20.922.649
Pas. Kuda-kuda + rangka atap baja ringan	17	15	60.188.055	60.489.770
Pas. Atap aluminium gelombang	10	8,8	53.152.862	53.396.076

Cost Slope

$$= \frac{\text{Biaya percepatan} - \text{Biaya normal}}{\text{Durasi normal} - \text{Durasi percepatan}}$$

Berikut adalah hasil perhitungan cost slope pada penambahan 1, 2, 3 jam lembur :

Tabel 3 Hasil Cost Slope 1 Jam Kerja Lembur

Kegiatan	Normal		Crashing	Crashing		Cost slope (Rp.)
	Durasi	Biaya (Rp.)		Durasi	Biaya (Rp.)	
Pembersihan Lokasi	7	2.295.150	0,80	6,20	2.330.787	44.687
Galian tanah pondasi setempat	2	1.137.375	0,23	1,77	1.269.723	580.861
Galian tanah pondasi menerus	7	3.493.847	0,80	6,20	3.610.005	145.658
Urug pasir peninggi lantai t=10cm	4	4.872.360	0,46	3,54	4.917.064	98.101
Rabat beton / Lantai kerja, K-100 t=5cm	4	11.663.406	0,46	3,54	11.878.763	472.589
Pas. Kramik lantai, dalam bangunan Uk. 30x30	7	25.546.950	0,80	6,20	25.843.092	371.353
Pas. Kramik teras, Uk. 30x30	6	24.236.850	0,68	5,32	24.532.992	433.246
Pas. Kramik meja 20x20	7	20.679.435	0,80	6,20	20.922.649	304.982
Pas. Kuda-kuda+rangka atap	17	60.188.055	1,94	15,06	60.489.770	155.787
Pas. Atap aluminium gelombang	10	53.152.862	1,14	8,86	53.396.076	213.488

Bedasarkan hasil analisis yang dilakukan selisih biaya normal masing-masing kegiatan yang telah dilakukan *crashing* dengan biaya penambahan jam lembur sebagai berikut :

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

Tabel 4 Hasil selisih biaya 1 jam kerja lembur

Kegiatan	Normal		<i>Crashing</i>	Crashing		Selisih (Rp.)
	Durasi	Biaya (Rp.)		Durasi	Biaya (Rp.)	
Pembersihan Lokasi	7	2.295.150	0,80	6,20	2.330.787	35.637
Galian tanah pondasi setempat	2	1.137.375	0,23	1,77	1.269.723	132.348
Galian tanah pondasi menerus	7	3.493.847	0,80	6,20	3.610.005	116.158
Urug pasir peninggi lantai t=10cm	4	4.872.360	0,46	3,54	4.917.064	44.704
Rabat beton / Lantai kerja, K-100 t=5cm	4	11.663.406	0,46	3,54	11.878.763	215.357
Pas. Kramik lantai, dalam 30x30	7	25.546.950	0,80	6,20	25.843.092	296.142
Pas. Kramik teras, Uk. 30x30	6	24.236.850	0,68	5,32	24.532.992	296.142
Pas. Kramik meja 20x20	7	20.679.435	0,80	6,20	20.922.649	243.214
Pas. Kuda-kuda+rangka atap	17	60.188.055	1,94	15,06	60.489.770	301.714
Pas. Atap aluminium gelombang	10	53.152.862	1,14	8,86	53.396.076	243.214

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

Biaya langsung

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

$$= \text{Rp. } 565.524.960 + 35.637$$

$$= \text{Rp. } 565.560.597$$

Biaya tidak langsung

$$= \left(\frac{77.117.040}{140} HK \right) \times 139,20$$

$$= \text{Rp. } 76.677.765$$

Biaya Total

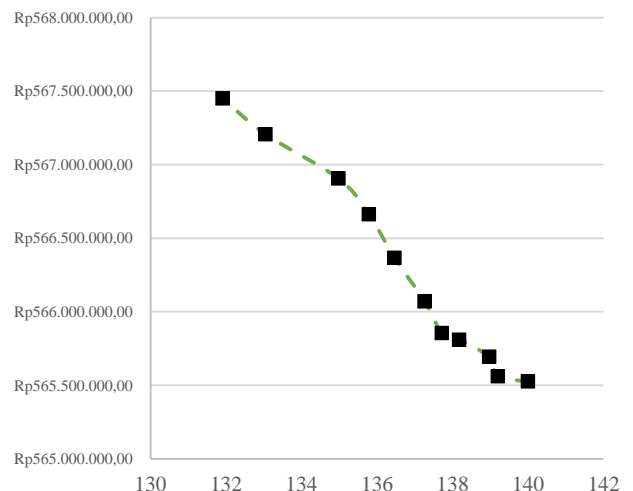
$$= \text{Rp. } 565.560.597 - \text{Rp. } 76.677.765$$

$$= \text{Rp. } 642.238.362$$

Perhitungan biaya langsung, biaya tidak langsung dan biaya total dalam tabulasi hasil perhitungan untuk penambahan 1 jam lembur terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Perhitungan biaya langsung pada penambahan 1 jam kerja lembur.

Nama Kegiatan	Durasi	Biaya (Rp.)
Biaya Normal	140	565.524.960
Pembersihan Lokasi, Pengukuran dan Pasang Bowplang	139,20	565.560.597
Galian tanah pondasi setempat	138,97	565.692.945
Galian tanah pondasi menerus	138,18	565.809.103
Urug pasir peninggi lantai t=10cm	137,72	565.835.808
Rabat beton / Lantai kerja, K-100 t=5cm	137,27	566.069.165
Pas. Kramik lantai, dalam bangunan uk. 30/30	136,47	566.365.308
Pas. Kramik teras, uk. 30/30	135,78	566.661.450
Pas. Kramik meja uk. 20/20	134,99	566.904.665
Pasang kuda-kuda+rangka atap baja ringan	133,05	567.206.379
Pasang atap aluminium gelombang	131,91	567.449.593

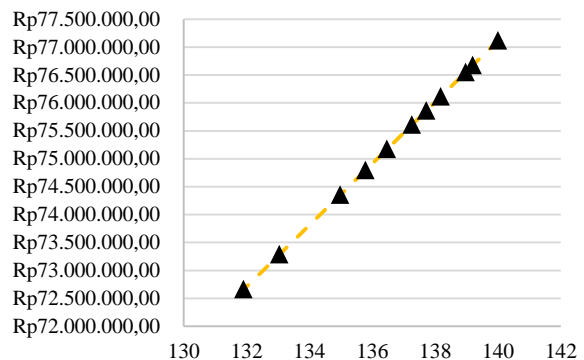


Gambar 2 Grafik biaya langsung pada 1 jam kerja lembur.

Rekapitulasi Biaya Tidak Langsung 1 jam kerja lembur disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6 Perhitungan biaya tidak langsung pada penambahan 1 jam kerja lembur.

Nama Kegiatan	Durasi	Biaya (Rp.)
Biaya Normal	140	77.117.040
Pembersihan Lokasi, Pengukuran dan Pasang Bowplang	139,20	76.677.765
Galian tanah pondasi setempat	138,97	76.552.258
Galian tanah pondasi menerus	138,18	76.112.984
Urug pasir peninggi lantai t=10cm	137,72	75.861.970
Rabat beton / Lantai kerja, K-100 t=5cm	137,27	75.610.956
Pas. Kramik lantai, dalam bangunan uk. 30/30	136,47	75.171.682
Pas. Kramik teras, uk. 30/30	135,78	74.795.161
Pas. Kramik meja uk. 20/20	134,99	74.355.887
Pasang kuda-kuda+rangka atap baja ringan	133,05	73.289.078
Pasang atap aluminium gelombang	131,91	72.661.543

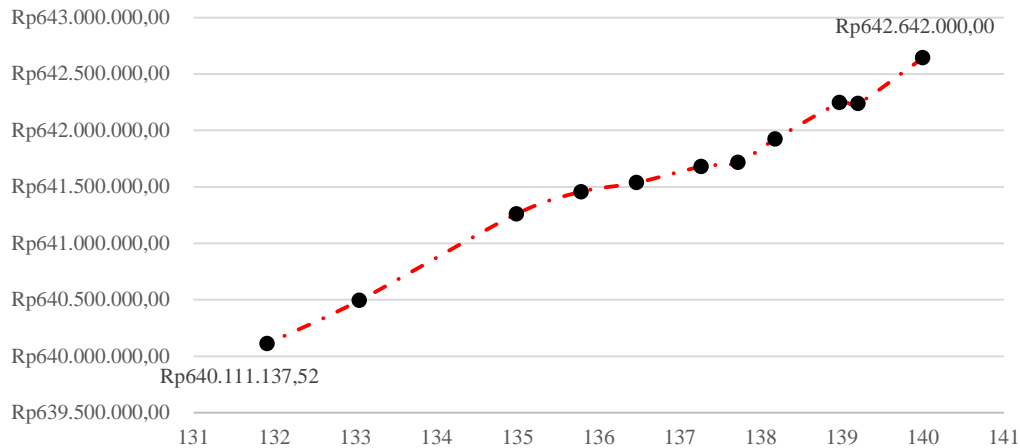


Gambar 3 Grafik biaya tidak langsung pada 1 jam kerja lembur

Rekapitulasi Biaya Total 1 jam kerja lembur disajikan pada Tabel 7.

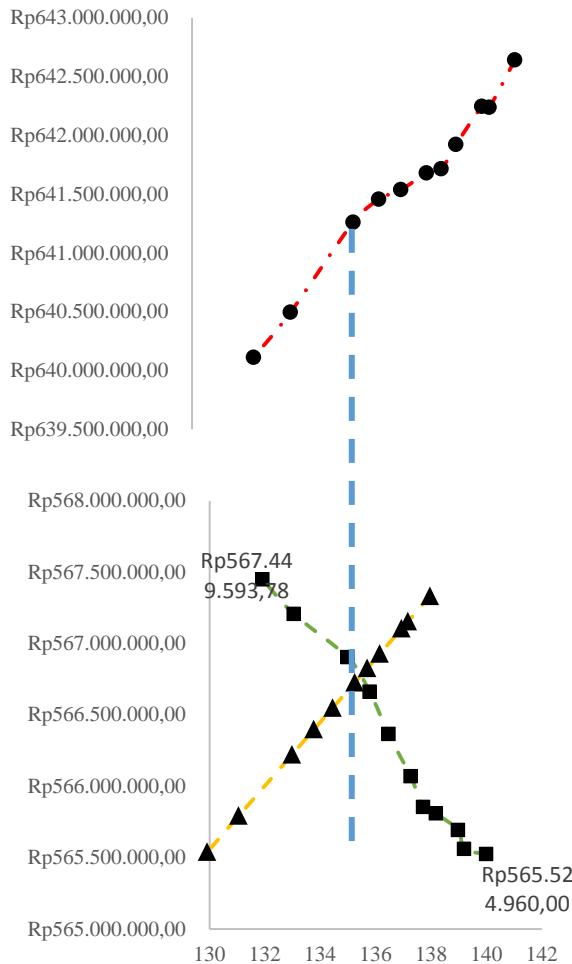
Tabel 7 Perhitungan biaya total pada penambahan 1 jam kerja lembur.

Nama Kegiatan	Durasi	Biaya Langsung (Rp.)	Biaya Tidak Langsung (Rp.)	Biaya Total (Rp.)
Normal	140	565.524.960	77.117.040	642.642.000
Pembersihan Lokasi, dan Bowplang	139,20	565.560.597	76.677.765	642.238.362
Galian tanah pondasi setempat	138,97	565.692.945	76.552.258	642.245.204
Galian tanah pondasi menerus	138,18	565.809.103	76.112.984	641.922.088
Urug pasir peninggi lantai t=10cm.	137,72	565.835.808	75.861.970	641.715.778
Rabat beton / lantai kerja, K-100 t=5cm	137,27	566.069.165	75.610.956	641.680.121
Pas. Kramik lantai, dalam bangunan Uk.30/30	136,47	566.365.308	75.171.682	641.536.990
Pas. Kramik teras, Uk.30/30	135,78	566.661.450	74.795.161	641.456.612
Pas. Kramik Meja uk.20/20	134,99	566.904.665	74.355.887	641.260.552
Pasang kuda-kuda + rangka atap baja	133,05	567.206.379	73.289.078	640.495.457
Pasang atap aluminium	131,91	567.449.593	72.661.543	640.111.137



Gambar 4 Grafik biaya total pada penambahan 1 jam kerja lembur.

— — — — — = Biaya Tidak Langsung
 - - - - - = Biaya Total



Gambar 5 Grafik biaya langsung, tidak langsung dan biaya total pada 1 jam lembur.

Keterangan :

— — — — — = Biaya Langsung

4.5.2 Penambahan Tenaga Kerja

Efisiensi penambahan 1 jam lembur
 Efisiensi Waktu.

Contoh perhitungan kegiatan Pasang kuda-kuda + rangka atap

$$= \frac{140 - 133,05}{140} \times 100\% = 4,96\%$$

Efisiensi Biaya

Contoh perhitungan kegiatan Pasang kuda-kuda + rangka ataps

$$= \frac{Rp642.642.000 - Rp640.495.457}{Rp. 642.642.000} \times 100\% = 0,39\%$$

Perhitungan efisiensi waktu dan biaya 1 jam lembur pada setiap kegiatan pekerjaan dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8 Perhitungan efisien waktu dan biaya pada 1 jam lembur

Kegiatan	Durasi (hari)	Penambahan 1 Jam Kerja Lembur	
		Efisiensi Waktu (%)	Efisiensi Biaya (%)
NORMAL	140	0,00	0,00
Pembersihan Lokasi, dan Bowplang	139,20	0,57	0,06
Galian tanah pondasi setempat	138,97	0,73	0,06
Galian tanah pondasi menerus	138,18	1,30	0,11
Urug pasir peninggi lantai t=10cm.	137,72	1,63	0,14
Rabat beton / lantai kerja, K-100 t=5cm	137,27	1,95	0,15
Pas. Kramik lantai, dalam bangunan Uk.30/30	136,47	2,52	0,17
Pas. Kramik teras, Uk.30/30	135,78	3,01	0,18
Pas. Kramik Meja uk.20/20	136,99	3,58	0,21
Pasang kuda-kuda + rangka atap baja	133,05	4,96	0,33
Pasang atap aluminium	131,91	5,78	0,39

Kemudian dari tabel efisiensi diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa biaya dan waktu proyek dipercepat akibat penambahan jam kerja lembur dengan efisien waktu yang paling optimal di dapat pada penambahan 3 jam kerja lembur yaitu sebesar 10,05% dengan durasi crashing 125,92 hari dan efisiensi biaya sebesar 0,34 dengan total biaya Rp.640.427.401. Nilai efisiensi waktu dan biaya proyek lebih efisien menggunakan penambahan 3 jam kerja lembur menguntungkan dari segi total biaya proyek masih dibawah nilai kontrak. Diperoleh hasil perhitungan dari penambahan tiap tenaga kerja yang kemudian dapat dibandingkan antara durasi percepatan dan biaya totalnya yang dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9 Durasi dan biaya optimal pembahan jam lembur

Jam	Durasi Optimal	Biaya (Rp.)
Normal	140	642.642.000
1 Jam	131,91	640.111.137
2 Jam	126,79	639.856.652
3 Jam	123,62	639.433.633

Untuk melakukan perhitungan penambahan jam tenaga kerja dilakukan dengan kegiatan kritis yang akan dipercepat dan hitungan berdasarkan data biaya langsung pekerjaan sehingga diperoleh pertambahan biaya (*cost slope*) pekerjaan. Selisih Biaya Pekerjaan Akibat Penambahan Tenaga Kerja 1 dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10 Selisih Biaya Pekerjaan Akibat Penambahan Tenaga Kerja 1

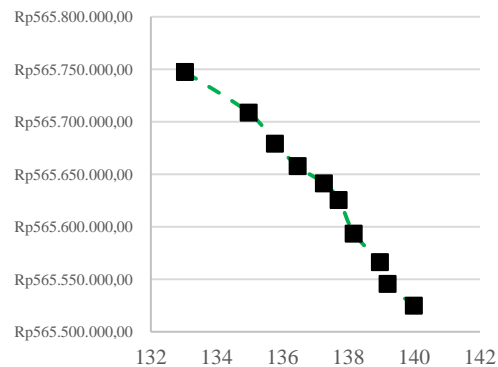
Kegiatan	Normal		Crashing	Crashing		Selisih (Rp.)
	Durasi	Biaya (Rp.)		Durasi	Biaya (Rp.)	
Pembersihan Lokasi	7	1.164.150	0,8	6,2	1.184.869	20.719
Galian tanah pondasi setempat	2	1.235.250	0,2	1,8	1.255.746	20.496
Galian tanah pondasi menerus	7	3.794.505	0,8	6,2	3.821.813	27.308
Urug pasir peninggi lantai t=10cm	4	834.480	0,5	3,5	866.582	32.102
Rabat beton / Lantai kerja, K-100 t=5cm	4	2.794.938	0,5	3,5	2.810.526	15.588
Pas. Kramik lantai, dalam 30x30	7	8.260.200	0,8	6,2	8.276.658	16.458

Pas. Kramik teras, Uk. 30x30	6	7.836.600	0,7	5,3	7.858.093	21.493
Pas. Kramik meja 20x20	7	6.671.700	0,8	6,2	20.361.954	29.391
Pas. Kuda-kuda+rangka atap	17	20.323.248	1,9	15,1	20.361.954	38.706
Pas. Atap aluminium gelombang	10	9.188.942	1,1	8,9	9.213.594	24.652

Untuk pengaruh biaya langsung, biaya tidak langsung dan biaya total pada penambahan tenaga kerja 1 terlihat pada Tabel 11.

Tabel 11 Perhitungan biaya langsung pada penambahan tenaga kerja 1

Nama Kegiatan	Durasi	Biaya (Rp.)
Biaya Normal	140	565.524.960
Pembersihan Lokasi, Pengukuran dan Pasang Bowplang	139,2	565.545.679
Galian tanah pondasi setempat	139,0	565.566.176
Galian tanah pondasi menerus	138,2	565.593.485
Urug pasir peninggi lantai t=10cm	137,7	565.625.587
Rabat beton / Lantai kerja, K-100 t=5cm	137,3	565.641.176
Pas. Kramik lantai, dalam bangunan uk. 30/30	136,5	565.657.634
Pas. Kramik teras, uk. 30/30	135,8	565.679.128
Pas. Kramik meja uk. 20/20	135,0	565.708.519
Pasang kuda-kuda+rangka atap baja ringan	133,1	565.747.225
Pasang atap aluminium gelombang	131,9	565.771.878

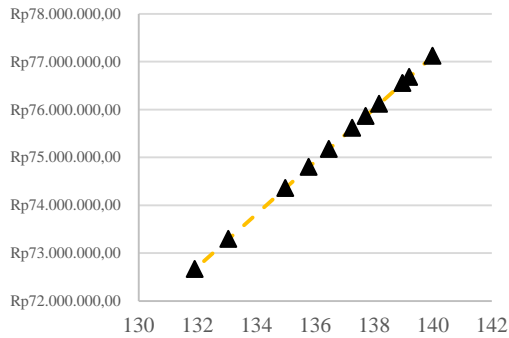


Gambar 6 Grafik biaya langsung pada penambahan tenaga kerja 1

Tabel 12 Perhitungan biaya tidak langsung pada penambahan tenaga kerja 1

Nama Kegiatan	Durasi	Biaya (Rp.)
Biaya Normal	140	77.117.040
Pembersihan Lokasi, Pengukuran dan Pasang Bowplang	139,2	76.677.765
Galian tanah pondasi setempat	139,0	76.552.258
Galian tanah pondasi menerus	138,2	76.112.984
Urug pasir peninggi lantai t=10cm	137,7	75.861.970
Rabat beton / Lantai kerja, K-100	137,3	75.610.956

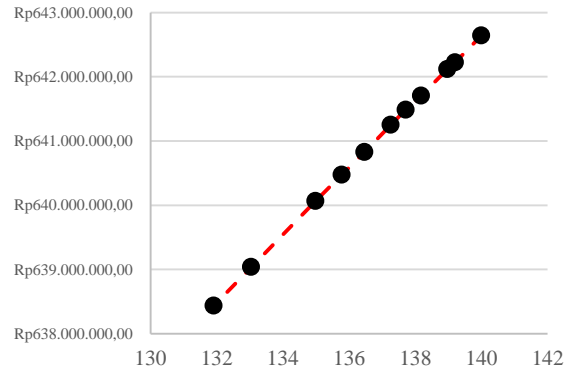
t=5cm		
Pas. Kramik lantai, dalam bangunan uk. 30/30	136,5	75.171.682
Pas. Kramik teras, uk. 30/30	135,8	74.795.161
Pas. Kramik meja uk. 20/20	135,0	74.355.887
Pasang kuda-kuda+rangka atap baja ringan	133,1	73.289.078
Pasang atap aluminium gelombang	131,9	72.661.543



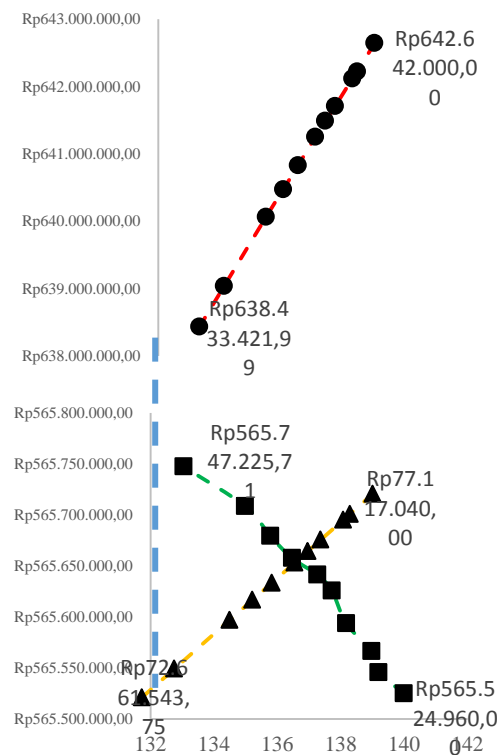
Gambar 7 Grafik biaya tidak langsung pada penambahan tenaga kerja 1

Tabel 13 Perhitungan biaya total pada penambahan tenaga kerja 1

Nama Kegiatan	Durasi	Biaya Langsung	Biaya Tidak Langsung	BIAYA TOTAL
Normal	140	565.524.960	77.117.040	642.642.000
Pembersihan Lokasi, dan Bowplang	139,2	565.545.679	76.677.765	642.223.445
Galian tanah pondasi setempat	139,0	565.566.176	76.552.258	642.118.435
Galian tanah pondasi menerus	138,2	565.593.485	76.112.985	641.706.469
Urug pasir peninggi lantai t=10cm.	137,7	565.625.587	75.861.970	641.487.558
Rabat beton / lantai kerja, K-100 t=5cm	137,3	565.641.176	75.610.956	641.252.133
Pas. Kramik lantai, dalam bangunan Uk.30/30	136,5	565.657.634	75.171.682	640.829.316
Pas. Kramik teras, Uk.30/30	135,8	565.679.128	74.795.161	640.474.289
Pas. Kramik Meja uk.20/20	135,0	565.708.519	74.355.887	640.064.406
Pasang kuda-kuda + rangka atap baja	133,1	565.747.225	73.289.078	639.036.304
Pasang atap aluminium	131,9	565.771.878	72.661.543	638.433.421



Gambar 8 Grafik biaya total pada penambahan tenaga kerja 1



Gambar 9 Grafik biaya langsung, tidak langsung dan total pada penambahan tenaga kerja 1

Keterangan :
 --- = Biaya Langsung
 --- = Biaya Tidak Langsung
 --- = Biaya Total

Dari gambar grafik di atas dapat kita ketahui biaya optimal dari setiap penambahan jam tenaga kerja yang terdapat pada Tabel 14.

Tabel 14 Rekapitulasi hasil perhitungan durasi dan biaya optimal tenaga kerja

Jam	Durasi Optimal	Biaya
Normal	140	Rp. 642.642.000
1 Jam	131,91	Rp. 638.433.421
2 Jam	126,79	Rp. 635.720.792
3 Jam	123,62	Rp. 634.106.512

4.5.3 Perbandingan waktu dan biaya antara penambahan jam lembur dan penambahan jumlah tenaga kerja

Hasil rekapitulasi perhitungan dari penambahan tenaga kerja dan penambahan jam kerja didapat hasil yang optimal, seperti pada Tabel 15.

Tabel 15 Rekapitulasi perbandingan waktu dan biaya optimal

Durasi (Hari)	Jam Lembur (Rp.)	Durasi (Hari)	Tenaga Kerja (Rp.)
131,91	638.433.421	131,91	638.433.421
126,79	639.856.652	126,79	635.720.792
123,62	640.048.027	123,62	634.106.512

Dari perbandingan biaya total diatas dapat kita ketahui bahwa waktu optimal yang didapatkan dari pertambahan selama 123,62 hari kerja, dengan biaya yang paling optimal adalah Rp.634.106.512 pada penambahan jam kerja lembur.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Waktu dan biaya optimum akibat penambahan jam lembur didapat pada 123,62 hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp. 640.048.027 dengan efisiensi waktu proyek sebanyak 16,38 hari dan efisiensi biaya proyek sebesar Rp. 2.593.973.
2. Waktu dan biaya optimum akibat penambahan tenaga kerja dapat di dapat pada 123,62 hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp. 634.106.512 dengan efisiensi waktu proyek sebanyak 16,38 hari dan efisiensi biaya proyek sebesar Rp. 8.535.488.

Saran

1. Melakukan observasi mendetail untuk menentukan jenis keterkaitan antar item pekerjaan dalam menyusun *network planning* dalam *microsoft project*.
2. Sebagai bahan pertimbangan dan perbandingan untuk pelaksana kedepan agar lebih dapat mengatur manajemen proyek dengan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Dian Arumningsih Diah Purnamawanti, Perencanaan dan Estimasi Biaya pada Proyek Pembangunan Jembatan Patihan: Kab. Sragen, 2006.
- Soeharto, I, Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional, Penerbit Erlangga: Jakarta, 1995.
- Ervianto, W, I.Manajemen Proyek Konstruksi, Penerbit Andi: Yogyakarta, 2002.
- Andi Maddepungeng, Analisis Optimasi Biaya dan Waktu Dengan Metode *Time Cost Trade Off* (TCTO): Universitas Sultan Agung Tirtayasa: Cilegon, 2015.
- Mandiyo Priyo, Aplikasi *Method Time Cost Trade Off* (TCTO) pada Proyek Konstruksi Gedung Indonesia: Yogyakarta, 2015.
- Novitasari Vien, Penambahan jam kerja pada Proyek Pembangunan Rumah Sakit Umum Daerah Belitung dengan *Time Cost Trade Off* . Tugas Akhir: Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta 2014.
- Mochammad Andhika,Perencanaan Penjadwalan Proyek Pembangunan Rumah Susun: Universitas Hasanuddin: Gowa, 2017.
- A. Arianto, Eksplorasi *Method Bar Chart* dan CPM Dalam Penjadwalan Proyek Konstruksi Tesis, 2010.

- A. Frederika, Analisis Percepatan Pelaksanaan dengan Menambah Jam Kerja Optimum pada Proyek Konstruksi: Bandung Jawa Barat, 2010.
- Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia. Nomor Kep.102/Men/VI/2004 tentang Waktu Kerja Lembur dan Upah Kerja Lembur.
- Soeharto, Iman. Manajemen Proyek: Jilid 1. Edisi Kedua: Erlangga Jakarta, 2001.
- Ganesstri Padma Arieani. Perencanaan Manajemen Proyek dalam Meningkatkan Efisiensi dan Efektifitas Sumber Daya Perusahaan: Kampus Undip Tembalang: Semarang, Indonesia 2017.
- Dimiyti D. H, & Nurjaman, K. Manajemen Proyek: Yogyakarta: Pustaka Setia, 2014.