

Optimasi Waktu dan Biaya Dengan Penambahan Jam Lembur (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Poliklinik Perkeretaapian Madiun)

*Optimization of Time and Costs with Overtime Addition
(Case Study: Madiun Railway Polyclinic Development Project)*

Alvin Romandhoni, M. Heri Zulfiar

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Abstrak. Faktor yang sangat berpengaruh dalam keberhasilan dan kegagalan pada proyek adalah waktu dan biaya. Tolak ukur dalam keberhasilan suatu proyek dilihat pada penyelesaian proyek tersebut yang singkat dengan biaya yang minimal tetapi tidak melupakan mutu hasil akhir suatu pekerjaan. Beberapa cara yang dilakukan untuk menghasilkan proyek yang efektif dan efisien salah satunya dengan cara melakukan perbandingan durasi dan biaya dalam penambahan jam kerja lembur pada pelaksanaan proyek konstruksi. Bantuan Analisis data menggunakan program Microsoft Project 2010 dengan metode Duration cost trade off. Beberapa hasil analisa dari program Microsoft Project 2010 adalah kenaikan biaya akibat dari penambahan jam kerja (lembur) dan lintasan kritis sedangkan hasil dari metode Duration cost trade off adalah percepatan durasi dan kenaikan biaya akibat percepatan durasi dalam setiap kegiatan yang dipercepat. Hasil analisis dapat dilihat bahwa pada kondisi normal total biaya sebesar Rp.3.792.480.354,97 dengan durasi 102 hari. Dan hasil analisis pada kondisi lembur 1 jam didapat biaya optimum sebesar Rp. 3.688.314.611,781 dengan durasi total 87 hari lebih efektif durasi normal, untuk penambahan jam lembur 2 jam didapat biaya optimum sebesar Rp. 3.680.990.969,475 dengan durasi 84,80 hari lebih efektif dari durasi normal dan pada penambahan jam lembur 3 jam didapat harga yaitu Rp. 3.642.900.062,056 dengan durasi 79,53 hari .

Kata-kata kunci : Metode Duration Cost Trade Off, Penambahan Jam Lembur, Manajemen Proyek

Abstract. The factors that are very influential in the success and failure of the project are time and cost. Measurements in the success of a project seen in the completion of the project are short with minimal costs but do not forget the quality of the final results of a job. Some of the ways in which an effective and efficient project is produced are by comparing the duration and cost in addition to overtime working hours on the construction project. Data analysis assistance using the Microsoft Project 2010 program with the Duration cost trade off method. Some of the results of the analysis of the Microsoft Project 2010 program are the increase in costs due to the addition of working hours (overtime) and the crystalline trajectory while the results of the Duration cost trade off method are the acceleration of duration and increase in costs due to accelerated duration in each accelerated activity. The results of the analysis can be seen that under normal conditions the total cost is Rp.3,792,480,354.97 with a duration of 102 days. And the results of the analysis on 1 hour overtime conditions obtained an optimum cost of Rp. 3,688,314,611,781 with a total duration of 87 days more effective than normal duration, for additional hours of overtime of 2 hours the optimum cost of Rp. 3,680,990,969,475 with a duration of 84.80 days more effective than the normal duration and in the addition of 3 hours overtime the price was Rp. 3,642,900,062,056 with a duration of 79.53 days

Keywords: Method of Duration Cost Trade Off, Overtime Addition, Project Management

1. Pendahuluan

Pembangunan suatu proyek tidak terlepas dari tiga hal utama yaitu tepat waktu, mutu dan biaya. Penjadwalan merupakan salah satu hasil perencanaan yang berkaitan dengan waktu suatu proyek dan dapat memberikan informasi mengenai jadwal dan kemajuan suatu proyek dalam hal ini berupa biaya, tenaga kerja, peralatan

dan material serta rencana awal proyek tersebut.

Manajemen konstruksi salah satu aspek yang sangat penting dalam pembangunan. Waktu dan biaya sangat berpengaruh terhadap keberhasilan dan kegagalan suatu proyek. Pada masa pelaksanaan masa proyek konstruksi sering terjadi ketidaksuaian antara jadwal rencana

dan realisasi dilapangan yang dapat mengakibatkan penambahan jam dan juga pembengkakan anggaran sehingga penyelesaian pembangunan terhambat. Suatu proyek jika dikerjakan dengan sistem manajemen yang benar akan menghasilkan pekerjaan yang baik dan juga tepat waktu atau sesuai jadwal. Sisi lain dari hal tersebut bisa juga mengatur waktu penyelesaian lebih cepat, sehingga dapat menghasilkan keuntungan yang lebih.

Suata keterlambatan pada proyek pembangunan dapat teratasi dengan metode percepatan, tetapi metode percepatan yang digunakan pada proyek pembangunan tersebut harus mempertimbangkan dampak pada biaya. Harapan dari metode percepatan pekerjaan ini bisa mendapatkan keuntungan lebih dan juga kualitas yang dihasilkan tetap memenuhi standar yang ada. Dalam metode percepatan proyek ini ada beberapa hal yang dapat dilakukan yaitu : penambahan tenaga kerja, penambahan alat bantu pekerjaan yang produktif, serta penambahan jam kerja (lembur), solusi ini dapat menghasilkan suatu pembangunan yang tepat.

Percepatan pada proyek pembangunan harus dilakukan, melihat adanya beberapa proyek yang harus selesai tepat waktu. Harapannya hasil akhir pembangunan tersebut dapat segera digunakan sesuai dengan tujuan awal. Perubahan pada metode pelaksanaan dan juga penambahan peralatan dapat mempercepat pelaksanaan pembangunan, namun dampak dari metode tersebut yaitu peningkatan pada anggaran.

Perbedaan antara jadwal dengan pekerjaan maka alternatif yang biasa digunakan untuk menunjang percepatan aktivitas yaitu dengan penambahan jam kerja pada tenaga kerja sehingga berpengaruh pada biaya total proyek. Maka sangat penting mempelajari tentang sistem jaringan yang ada serta hubungan hubungan dari waktu dan biaya, hal tersebut sebagai analisis pertukaran waktu dan biaya (*Duration cost trade off analysis*).

Pada penelitian ini akan membahas analisis percepatan durasi pada pelaksanaan Proyek Pembangunan Poliklinik Perkeretaapian Madiun-Jawa Timur menggunakan metode penambahan jam

kerja (lembur) yang bervariasi dari 1 jam sampai 3 jam lembur dengan bantuan Software aplikasi Microsoft Project 2010. Hasil dari metode tersebut dapat menentukan biaya proyek setelah dilakukan lembur dan penambahan tenaga kerja, kemudian dibandingkan antara perubahan biaya sebelum dan sesudah penambahan jam kerja (lembur).

Penyebab Keterlambatan Proyek

Pinori dkk. (2015) berpendapat keterlambatan merupakan durasi suatu pelaksanaan pada proyek yang tidak dimanfaatkan sesuai dengan rencana kegiatan awal, sehingga menyebabkan beberapa kegiatan yang mengikuti tidak terselesaikan sesuai jadwal rencana awal. Terjadinya keterlambatan pada proyek disebabkan oleh beberapa faktor yaitu perencanaan yang tidak tepat, volume material yang dikirim ke lokasi tidak cukup, pelaksanaan proyek pada triwulan ketiga, kesalahan dalam perencanaan, keadaan cuaca yang buruk dan kesalahan dalam menerjemahkan gambar kedalam lapangan.

Manajemen Proyek

Proyek adalah suatu rangkaian kegiatan yang diorganisasikan untuk mencapai tujuan, sasaran dan harapan-harapan penting dengan menggunakan anggaran dan serta sumber daya yang tersedia, yang harus diselesaikan dalam jangka waktu tertentu, dan konstruksi merupakan suatu proses dimana rencana dan spesifikasi para perancang dikonversikan menjadi suatu struktur dan fasilitas fisik. Hal ini melibatkan pengorganisasian dan koordinasi dari semua sumber proyek yakni tenaga kerja, peralatan, material-material tetap dan sementara, persediaan dan keperluan umum, dana, teknologi, dan metode serta waktu untuk menyelesaikan proyek pada tepat waktunya, dalam batas-batas anggarannya dan sesuai dengan standar kualitas dan pelaksanaan yang dispesifikasikan oleh perancang (Frederika, 2010). Dengan kata lain dapat disimpulkan bahwa manajemen proyek merupakan kegiatan merencanakan, mengorganisasikan, mengarahkan dan mengendalikan sumber

daya organisasi perusahaan untuk mencaai tujuan tertentu dalam waktu tertentu dengan sumber daya tertentu pula.

Manajemen Penjadwalan

Manajemen penjadwalan sangat vital guna mengatur semua kegiatan yang terdapat pada proyek, penjadwalan pekerjaan dalam suatu proyek berfungsi agar pelaksanaan proyek bisa berjalan sesuai dengan rencana dan mencapai target waktu yang telah di tentukan. Penjadwalan juga berfungsi sebagai pengatur jumlah tenaga kerja, matrial, dan aliran biaya yang digunakan untuk keberlangsungan proyek, sehingga jadwal pada proyek sangat dibutuhkan karena mengatur seluruh kegiatan proyek (Adi dkk., 2016).

Crashing

Crashing merupakan hubungan biaya dan durasi yaitu apabila proyek dilakukan dengan durasi lambat, biaya relatif rendah dan Apabila proyek tersebut dilaksanakan dengan durasi normal biaya relatif normal, sedangkan jika proyek dilakukan dengan mempercepat durasi maka biaya akan mengalami kenaikan (Purnomo dkk., 2017).

Percepatan Proyek Konstruksi

Adi dkk. (2016) berpendapat bahwa percepatan proyek merupakan suatu strategi yang digunakan untuk mempercepat waktu penyelesaian proyek dengan menambah jam kerja. Penambahan jam kerja lembur sering digunakan karena dapat memberdayakan sumberdaya yang ada dilapangan dan penambahan biaya yang dikeluarkan lebih efisien. Dalam penambahan jam lembur biasanya digunakan penambahan waktu 1 jam sampai 4 jam atau lebih, sesuai dengan penambahan jam lembur yang diinginkan dengan mempertimbangkan produktifitas jam lembur.

Network Planning

Fungsi dari Jaringan kerjan untuk merangkai urutan kegiatan pekerjaan di lapangan dengan hubungan ketergantungan yang kompleks, membuat perkiraan jadwal proyek, meminimalisasi kemungkinan

ketidaktepatan penggunaan sumber daya pada proyek. (Sugiyarto dkk., 2013).

Produktifitas Harian Normal

Witjaksana dan Hepiyanto (2014) berpendapat bahwa sebagai kemampuan pekerja dalam penyelesaian pekerjaannya dengan volume tertentu setiap harinya dengan durasi normal tanpa adanya penambahan lembur merupakan produktifitas harian normal. Secara umum produktifitas harian pada durasi normal dapat di tentukan dengan persamaan berikut:

$$\text{Produktifitas Normal} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Durasi Normal}}$$

Produktifitas Harian Percepatan

Chusairi (2015) menyatakan bahwa jumlah produktivitas harian akselerasi diperoleh dari jumlah produktivitas harian normal dengan jumlah produktivitas pekerjaan saat jam lembur per hari. Produktifitas jam lembur di asumsikan menjadi 80% dari produktivitas kerja jam normal. Perhitungan produktivitas jam lembur dan produktifitas harian percepatan dapat di tentukan dengan persamaan berikut: Produktivitas jam lembur = (Penambahan jam kerja x Prod. jam normal x Prod. pekerja pada jam lembur (asumsi (80%)))m³/jam

$$\text{Produktifitas harian percepatan} = (\text{Prod. harian normal} + \text{Prod. jam lembur}) \text{ m}^3/\text{jam}$$

Analisa Duration Cost Trade Off

Kustamar dkk. (2010) dalam penelitiannya memaparkan bahwa duration cost trade off adalah suatu proses yang disengaja dengan melakukan analisis pada semua kegiatan pada proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang mengalami kritis. Terdapat dua nilai dalam jaringan kegiatan yang mengalami kritis setelah dilakukan percepatan yaitu :

a) Normal Duration

Durasi yang akan dibutuhkan untuk menyelesaikan kegiatan dengan sumber daya normal dan jam kerja normal pada suatu proyek.

b) *Crash Duration*

Durasi yang dibutuhkan dalam mempercepat durasi penyelesaian proyek supaya menjadi lebih pendek dari durasi normalnya

c) *Normal Cost*

Biaya yang dikeluarkan pada suatu kegiatan proyek dengan durasi normal. Perkiraan biaya ini adalah perkiraan biaya pada saat perencanaan dan perkiraan biaya pada saat penjadwalan dengan durasi normal.

d) *Crash Cost*

Biaya yang dikeluarkan pada proyek setelah dilakukan percepatan pada kegiatan yang kritis. Biaya yang dikeluarkan setelah dilakukan percepatan akan mengalami peningkatan menjadi lebih besar dari biaya normal

Biaya Proyek

Frederika (2010) menyebutkan ada dua jenis biaya yang digunakan pada pembiayaan suatu proyek konstruksi yaitu biaya langsung dan biaya tidak langsung berikut penjelasannya:

- a) Biaya tidak langsung adalah biaya yang tidak secara langsung berhubungan dengan konstruksi di lapangan seperti biaya over-head, biaya tak terduga, biaya operasional kantor dan biaya keuntungan.
- b) Biaya langsung adalah biaya yang langsung berhubungan dengan kegiatan pekerjaan konstruksi di lapangan seperti biaya material, biaya upah pekerja dan biaya peralatan

2. Objek Penelitian

Metode pengambilan data

Pengumpulan data atau informasi dari suatu pelaksanaan proyek konstruksi bermanfaat untuk menganalisa percepatan waktu dan biaya secara menyeluruh. Pada penelitian ini yang digunakan untuk adalah data sekunder. Data sekunder merupakan data yang didapat dari dinas instansi terkait, seperti owner, kontraktor, konsultan dll. Adapun data sekunder pada variable ini ada beberapa data yang dapat mempengaruhi

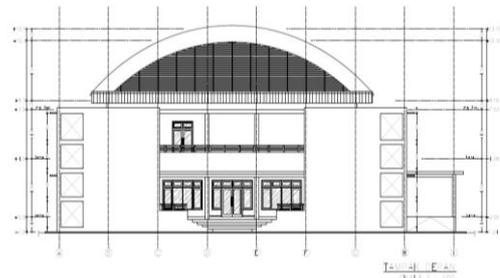
optimasi waktu dan biaya yaitu percepatan durasi dan perubahan biaya.

Metode Analisa Data

Pada tahap ini untuk menjelaskan tahapan-tahapan yang harus di lakukan ketika menganalisa data pada penelitian seperti berikut :

- a. Membuat WBS(*Work Breakdown Structure*).
- b. Mebuat *Network Pleaning*.
- c. Menganalisa kegiatan yang terdapat lintasan kritis.
- d. Analisa lembur pada kegiatan kritis
- e. Analisa Slope paling rendah pada kegiatan kritis.
- f. Dilakukan pemendekan 1 hari dan semua kegiatan kritis
- g. Menganalisa biaya tak langsung, biaya langsung dan total biaya.
- h. Membuat grafik biaya tak langsung, biaya langsung dan total biaya.

3. Hasil dan Pembahasan



Gambar 1 Tampak depan gedung Poliklinik

Deskripsi Proyek

Lokasi Penelitian ini dilakukan pada Proyek pembangunan gedung poliklinik perkeretaapian Kota Madiun-Jawa Timur.

Adapun gambaran umum pada proyek adalah sebagai berikut :

- Anggaran : Rp 3.792.480.354,97
- Waktu pelaksanaan : 301 hari kalender
- Kontraktor : -
- Konsultan : PT.CEEC

Daftar Kegiatan Kritis

Dari hasil analisa dengan menggunakan bantuan aplikasi Microsoft Project untuk penjadwalan maka didapat

lintasan kritis dari semua kegiatan. Tabel 1 kegiatan kritis menampilkan kegiatan kritis pada kondisi normal.

Tabel 1 Daftar Kegiatan Kritis

No	Kegiatan	Durasi Normal
4	Urugan Pasir dibawah lantai	6
11	Lantai kerja dibawah lt. keramik lt. dasar	8
16	Kolom praktis dan Ring balok praktis	6
2	Galian Tanah pile cap dan sloof	6
31	Alumunium foil Hilon	6
26	Cat tembok bagian luard	6
29	Pekerjaan atap lengkung Zincalume 0.4	6
6	Pekerjaan sloof 200x300	6
34	Dinding keramik 20 x 40 (m2)	8
13	Pekerjaan plat atap + 3.15 tebal 10cm	8
21	Gording C.150.65.20.3,2	8
19	Kuda-kuda Tipe A	8
1	Peninggian Tanah	6
8	Pekerjaan kolom K1 30x30	6
23	Plesteran + acian dinding bata	8

Analisa Biaya Lembur

Penambahan jam kerja bertujuan untuk menambah jumlah produksi selama satu hari sehingga penyelesaian suatu aktivitas akan lebih cepat. Berikut contoh perhitungan upah tenaga kerja :

Biaya normal per jam =

$$\text{Biaya normal per jam} = \frac{1.350.000,00}{1/173}$$

- a. Perhitungan biaya lembur per jam = $(1 \times 1,5 \times \text{Upah pekerja normal perjam})$
- b. Total biaya pekerjaan per hari = $\text{Upah normal per hari} + \text{Upah lembur per 2 jam}$

Berikut pada Tabel 2 hasil setelah di lakukan perhitungan biaya lembur sebagai berikut :

Tabel 2 Biaya Lembur Pekerja

Lembur	Biaya Lembur perjam
1	11.705,20

2	27.312,14
3	42.919,08

Durasi Percepatan

Dalam menganalisa durasi percepatan yang diperhatikan adalah produktivitas tenaga kerja normal dan produktivitas tenaga kerja lembur karena semakin bertambahnya jam kerja lembur maka semakin menurunnya produktivitas tenaga kerja, terjadinya penurunan produktifitas karena diakibatkan karena kelelahan yang dialami tenaga kerja, untuk mencari durasi percepatan dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Durasi percepatan} = \frac{(\text{volume})}{(P \times jk) + (\sum jl \times pp \times p)} \dots$$

dengan :

- P = Produktifitas per jam
- Jk = Jam kerja
- Jl = Jam lembur
- PP = Penurunan produktivitas

Contoh kegiatan kritis pada pekerjaan Pasangan Gypsum plafond setelah dihitung percepatannya, hasilnya dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 3 Durasi sebelum dan sesudah dilakukan percepatan

Durasi (hari)	
normal	6
1	5
2	4,83
3	4,47

Perhitungan analisis durasi setelah penambahan jam kerja dapat disajikan pada tabel berikut :

Biaya Lembur

Biaya Lembur merupakan biaya yang dihasilkan akibat penambahan jam lembur. Untuk mencari biaya lembur pada jam lembur per kegiatan dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

Upah Lembur perhari = (total upah tenaga lembur + total upah tenaga jam normal)

Total biaya = (Total harga matrial × (total upah percepatan/hari × durasi percepatan))

Berikut merupakan salah satu contoh hasil analisa biaya lembur pada pekerjaan Pasangan Gypsum plafond :

- Normal= Rp 48.999.600,00
- Lembur 1 jam = Rp 50.392.238,15
- Lembur 2 jam =Rp57.143.023,88
- Lembur 3 jam = Rp 61.646.167,56

Cost Variance

Cost Variance merupakan selisih antara biaya setelah percepatan dan biaya normal suatu kegiatan proyek. Berikut adalah hasil dari perhitungan cost variance pada pekerjaan pondasi batu kali:

- Lembur 1 jam = Rp 50.392.238,15- Rp 48.999.600,00
= Rp1.392.638,15
- Lembur 2 jam = Rp 57.143.023,8804 - Rp 48.999.600,00
= Rp 8.143.423,88
- Lembur 3 jam = Rp 61.646.167,56- Rp 48.999.600,00
= Rp 12.646.567,56

Duration Variance

Duration Variance merupakan selisih antara durasi normal dengan durasi percepatan. Berikut adalah salah satu contoh duration variance pada pekerjaan pondasi bati kali sebagai berikut :

- Lembur 1 jam : 6 – 5 = 1
- Lembur 2 jam : 6 – 4,83 = 1,17
- Lembur 3 jam : 6 – 4,47 = 1,53

Cost Slope

Cost Slope adalah biaya untuk perhari dari selisih biaya normal dan biaya percepatan serta selisih dari durasi normal dan durasi percepatan. Berikut adalah hasil dari perhitungan cost slope pada pekerjaan pondasi batu kali :

- Lembur 1 jam = Rp 1.392.638,15 / 1
= Rp 1.392.638,15
- Lembur 2 jam = Rp 8.143.423,88 / 1,17

= Rp 6.945.861,54

Lembur 3 jam = Rp 12.646.567,56 / 1,53
= Rp 8.255.398,27

Biaya langsung : (biaya total proyek – biaya tidak langsung)

= Rp 3.792.480.354,97 – Rp 857.441.739,08
= Rp 2.935.038.615,89

Analisis Biaya Total Proyek

$y = (0,95 - (4,888(\ln(x1 / 10000000000) - 0.21) - \ln(x2)))$

dengan :

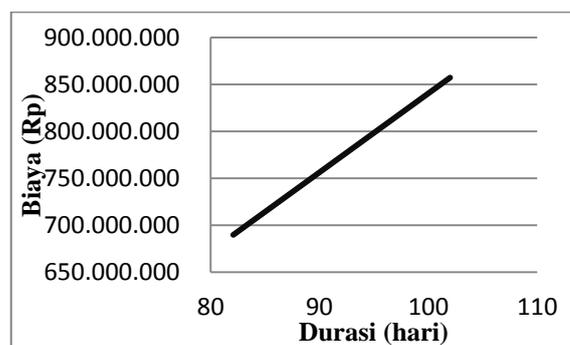
- x1 = nilai proyek
- x2 = durasi pelaksanaan proyek
- y = (0,95 - (4,888 (ln (3.792.480.354,97/ 10000000000) – 0.21) – ln (301)))
- y = 22,609 %

Secara detail proyek pembangunan hotel dengan nilai proyek sebesar Rp 3.792.480.354,97 diperoleh biaya tidak langsung sebesar dan berikut adalah hitungan dari biaya langsung dan biaya tidak langsung:

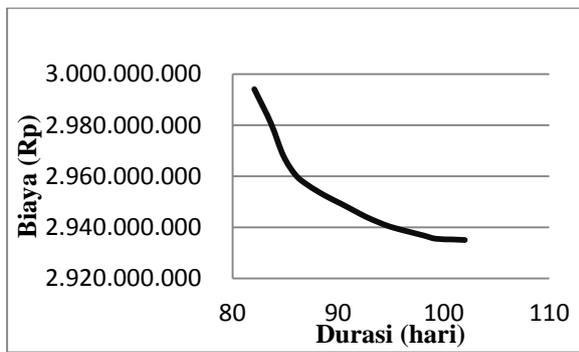
Biaya tidak langsung
= 22,609 % x Rp 3.792.480.354,97
= Rp 857.441.739,08

Biaya tidak langsung per hari = (biaya tidak langsung/durasi normal proyek)
=Rp 857.441.739,08/301 hari
=Rp 2.848.643,65

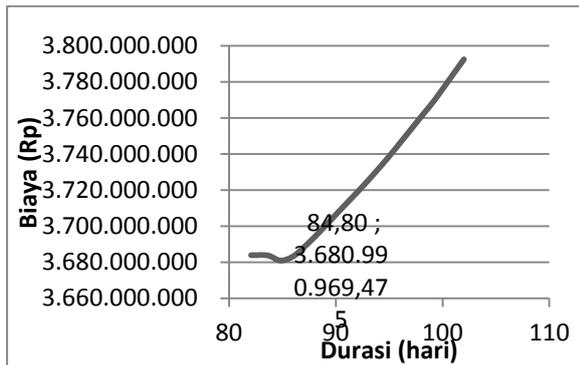
Dari analisa perhitungan biaya langsung dan biaya tidak langsung pada percepatan dengan penambahan jam lembur 1 jam, 2 jam dan 3 jam didapatkan harga total percepatan yang dapat disajikan pada Gambar 2, 3 dan 4 berikut ini:



Gambar 2 Grafik biaya tak langsung 1Jam



Gambar 3 Grafik Biaya langsung Lembur 1 Jam



Gambar 4 Grafik Total Biaya Lembur 1 Jam

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa menggunakan penambahan jam lembur yang dilakukan pada Proyek Pembangunan Gedung Poliklinik Perkeretaapian Kota Madiun Provinsi Jawa Timur, dapat di simpulkan sebagai berikut :

- Biaya dan waktu ketika proyek pada kondisi normal dengan durasi pekerjaan 102 hari dengan biaya pembangunan sebesar Rp. 3.792.480.354,97
- Hasil setelah dianalisa dengan penambahan jam lembur 1 jam didapat biaya optimum sebesar Rp. 3.688.314.611, dengan durasi 87 hari jadi efisien waktu yang didapat sebesar 14,7%, penambahan jam lembur selanjutnya yaitu 2 jam didapat biaya sebesar Rp. 3.683.946.559,981 dengan durasi 82,07 hari efisien waktu yang didapat sebesar 19,53% pada penambahan jam lembur yang terakhir dilakukan lembur selama 3 jam didapat biaya sebesar Rp. 3.642.934.268,587 dengan durasi 75,96 hari dengan kenaikan efisien waktu yang didapat 25,52 %.

5. Daftar Pustaka

- Abdullah, R., Maddepunggeng, A., dan Pradipta, A. Y. (2014). Optimalisasi Waktu dan Biaya dengan Project Crashing dan Tahapan Deterministik Metode Least Cost Scheduling. *Jurnal Tenik Sipil Universitas Sultan Ageng Tirtayasa*, 3(1), 39-49.
- Adi, R. R. B., Traulia, D. E., Wibowo, M. A., dan Kistiani, F. (2016). Analisa Percepatan Proyek Metode Crash Program Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung Mixed Use Sentraland. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 5(2), 148-158.
- Callahan, M.T., Quackenbush, D.G. dan Rowings, J.E., 1992, *Construction Project Scheduling*, McGraw-Hill, Singapore.
- Chusairi, M. (2015). Studi Optimasi Waktu Dan Biaya Dengan Metode Time Cost Trade Off Pada Proyek Pembangunan Gedung Tipe B Smpn Baru Siwalankerto. *Rekayasa Teknik Sipil*, 2(2), 9-15.
- Frederika, A. (2010). Analisis Percepatan Pelaksanaan Dengan Menambah Jam Kerja Optimum Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Super Villa, Peti Tenget-Badung). *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 4(1), 113-126.
- Hermansyah, 2005, *Optimasi Penjadwalan dengan Penambahan Tenaga Kerja Menggunakan Metode Least Cost Analysis (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Eksak UMY)*, Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- Husen, A., 2009, *Manajemen Proyek*, Edisi Revisi, Andi Offset, Yogyakarta.
- Keputusan Menteri Nomor KEP.102/MEN/VI/2004 tentang Waktu Kerja Lembur dan Upah Kerja Lembur.
- Kustamar, K., Iskandar, T., K., & Patrisius, K. (2010). Penerapan Least Cost Analysis Terhadap Jadwal dan Biaya Konstruksi. (Studi Kasus Pada Pembangunan Jembata Alolain di

- Kaupaten Ngada). *Jurnal Teknik Sipil Info Manpro*, 1(1), 39-49.
- Pinori, M., Sompie, B. F., dan Willar, D. (2015). Analisis Faktor Keterlambatan Penyelesaian Proyek Konstruksi Gedung Terhadap Mutu, Biaya Dan Waktu Di Dinas Pekerjaan Umum Kota Manado. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 5(2), 401-405.
- Purnomo, D. A., Mulyadi, L., dan Hargono, E., (2017). Percepatan Waktu Pelaksanaan Proyek Gedung Perpustakaan Politeknik Negeri Banyuwangi dengan Metode Least Cost Analysis. *Jurnal Teknik Sipil Info Manpro*, 8(1), 9-20.
- Sugiyarto, S., Qomariyah, S., dan Hamzah, F. (2013). Analisis Network Planning CPM (Critical Path Method) dalam Rangka Efisiensi Waktu dan Biaya Proyek. *Matriks Teknik Sipil*, 1(4), 408-416.
- Witjaksana, B. dan Hepiyanto, R. (2014) Analisis Komparasi Produktivitas Tenaga Kerja Borongan dan Harian (Studi Kasus pada Pembangunan Proyek Hotel Ciputra World Surabaya-Jawa Timur). *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 6(02), 13-26.
- Wowor, F. N., Sompie, B. F., Walangitan, D. R. O., dan Malingkas, G. Y. (2013). Aplikasi Microsoft Project Dalam Pengendalian Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Proyek. *Jurnal Sipil Statik*, 1(8), 543-548.