

PERBANDINGAN WAKTU PENJADWALAN PROYEK MENGUNAKAN METODE METODE *CRITICAL PATH METHOD* (CPM) DAN *PROGRAM EVALUATION AND REVIEW TECHNIQUE* (PERT) DI DAYAH MADINATUDDINIYAH BABUL HUDA

Rahmad, Cut Ita Erliana* dan Fatimah

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Aceh, Indonesia

**Email : cutitha@unimal.ac.id*

Abstrak

Perencanaan dan pengendalian suatu proyek memiliki peranan penting dalam kelancaran suatu proyek. Kegagalan suatu proyek sering kali disebabkan karena kurangnya perencanaan dan pengendalian yang kurang efektif sehingga dapat mengakibatkan keterlambatan dan menurunnya kualitas sehingga dapat mengakibatkan keterlambatan dan menurunnya kualitas, sehingga kegiatan proyek menjadi tidak efisien. Untuk mengatasi keterlambatan dalam suatu proyek maka diperlukan manajemen proyek yang baik dan percepatan dalam pelaksanaan. Pengendalian proyek konstruksi yang baik dapat menekan penyimpangan yang dapat terjadi serta kerugian yang akan timbul akibat keterlambatan proyek. Pada proyek pembangunan Asrama Santri Dayah Madinatuddiniyah Babul Huda, penjadwalan yang dilakukan saat ini masih manual dan menyebabkan durasi proyek menjadi lama, sehingga akan menyebabkan keterlambatan proyek. Tujuan dari penelitian ini adalah membandingkan waktu pengerjaan aktual dengan waktu pengerjaan proyek usulan dan melakukan percepatan durasi proyek. Metode yang digunakan untuk menjadwalkan proyek adalah *Critical Path Method* (CPM), *Program Evaluation and Review Technique* (PERT). Sedangkan metode yang digunakan untuk melakukan percepatan durasi proyek adalah *Time Cost Trade Off*. Alternatif percepatan proyek yang dilakukan adalah dengan penambahan jam kerja lembur dengan 2 jam kerja/hari dan 3 jam kerja/hari. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan bahwa durasi *Critical Path Method* (CPM) adalah 95 hari sedangkan menggunakan *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) adalah 96 hari. Dan untuk analisis percepatan menggunakan metode *Time Cost Trade Off* diketahui bahwa durasi optimal proyek adalah 75 hari dengan biaya Rp. 518.032.990, pada penambahan 2 jam lembur. Sedangkan dengan penambahan 3 jam lembur menghasilkan durasi optimal dengan biaya Rp. 532.740.304.

Kata Kunci: *Penjadwalan Proyek, Percepatan Proyek, CPM, PERT, Time Cost Trade Off.*

Pendahuluan

Setiap proyek pembangunan mempunyai rencana pelaksanaan dan jadwal pelaksanaan tertentu, kapan proyek tersebut harus dimulai, kapan proyek tersebut harus berakhir, bagaimana penyusunan urutan kegiatan proyek serta bagaimana penyediaan sumber dayanya. Dalam perencanaan sering kali muncul berbagai masalah yang bisa menghambat penyelesaian suatu proyek seperti kurangnya sumber daya, alokasi sumber daya yang tidak tepat, keterlambatan pelaksanaan proyek dan berbagai masalah lainnya diluar jadwal dalam rencana kerja. Demi kelancaran sebuah proyek dibutuhkan manajemen yang dapat mengelola proyek dari awal mulainya proyek sampai proyek tersebut selesai yakni manajemen proyek.

Studi kasus pada penelitian mengambil proyek pembangunan Asrama Santri Dayah Madinatuddiniyah Babul Huda. Proyek ini dipilih sebagai objek penelitian dikarenakan dalam pengerjaan proyek ada beberapa permasalahan yang terjadi, misalnya faktor cuaca seperti: hujan, faktor material, seperti; tidak tersediannya bahan baku dan faktor tenaga kerja, seperti; tidak jelasnya penjadwalan tenaga kerja. Kendala-kendala ini akan menyebabkan bertambahnya waktu penyelesaian proyek dan

membengkaknya biaya yang dikeluarkan. Proyek yang dilaksanakan saat ini belum menggunakan metode apapun, penulis tertarik untuk membandingkan penjadwalan proyek saat ini dengan penjadwalan proyek menggunakan metode CPM dan PERT dan penulis juga ingin membahas tentang percepatan proyek yang dilakukan dengan penambahan jam kerja lembur pada proyek pembangunan Asrama Santri di Dayah Madinatuddiniyah Babul Huda.

Tinjauan Pustaka

Proyek. Proyek merupakan kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk melaksanakan tugas yang sarannya telah digariskan dengan jelas. Dari pengertian di atas terlihat bahwa ciri pokok proyek yaitu [1]

1. Memiliki tujuan yang khusus, produk akhir atau hasil kerja akhir;
2. Jumlah biaya, sasaran serta kriteria mutu dalam proses mencapai tujuan diatas telah ditentukan;
3. Bersifat sementara, dalam arti umurnya dibatasi oleh selesainya tugas.
4. Non rutin, tidak berulang-ulang.

Manajemen Proyek. Manajemen proyek adalah kegiatan merencanakan, mengorganisasikan, mengarahkan dan mengendalikan sumber daya organisasi perusahaan untuk mencapai tujuan tertentu dalam waktu tertentu dengan sumber daya tertentu pula [2].

Penjadwalan Proyek. Jadwal adalah penjabaran perencanaan proyek menjadi urutan langkah-langkah pelaksanaan pekerjaan untuk mencapai sasaran. Pada jadwal telah dimasukan faktor waktu. Metode menyusun jadwal yang terkenal adalah analisis jaringan (*network*), yang menggambarkan dalam suatu grafik hubungan urutan pekerjaan proyek. Pekerjaan yang harus mendahului atau didahului oleh pekerjaan lain diidentifikasi dalam kaitanya dengan waktu. Jaringan kerja ini sangat berguna untuk perencanaan dan pengendalian proyek. Penjadwalan adalah kegiatan untuk menentukan waktu yang dibutuhkan dan urutan kegiatan serta menentukan waktu proyek dapat diselesaikan [3].

Scheduling merupakan pengalokasian waktu yng bertujuan untuk melaksanakan setiap masing-masing pekerjaan sampai tercapai hasil optimal suatu proyek dengan mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan yang ada [4]. Oleh sebab itu, penjadwalan dapat diterapkan dengan cara metode teknis yang sudah digunakan seperti penjawalan proyek bar chart, PDM, CPM dan PERT [5].

Critical Path Method (CPM) umumnya dikenal dengan sebutan metode jalur kritis guna untuk membantu membuat penjadwalan, memonitor dan mengendalikan proyek besar dan kompleks. Dalam menentukan perkiraan waktu penyelesaian dikenal dengan jalur kritis yang mencakup serangkaian kegiatan dengan total waktu terlama dan waktu tercepat penyelesaian proyek [6] . Terdapat 2 teknik dalam menghitung metode jalur kritis yang pertama hitungan maju (*forward pass*) dimulai pada titik mulai dan berakhir pada titik akhir, dan memiliki komponen ES (waktu tercepat untuk memulai kegiatan) dan EF (waktu tercepat untuk mengakhiri suatu kegiatan). Yang kedua hitungan mundur (*backward pass*) dimulai pada titik akhir menuju titik awal yang berguna mengidentifikasi waktu paling lambat suatu pekerjaan, dan memiliki momponen berupa LF (waktu paling lambat selesainya kegiatan) dan LS (waktu paling lambat untuk memulai pekerjaan).

PERT atau *Program Evaluation and Review Technique* adalah sebuah model *management science* untuk perencanaan dan pengendalian sebuah proyek. PERT dikembangkan oleh perusahaan konsultan Booz-Allen and Hamilton pada tahun 1958-1956 ketika mereka diminta oleh *Lockheed Aircraft Corporation* untuk menyusun model perencanaan dan pengendalian proyek *Polaris Weapons System*,

yaitu proyek khusus dari US Navy. *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) adalah rentang waktu dimana semua kegiatan tidak saling bergantung. Untuk menentukan berapa lama proyek telah selesai dengan PERT, anda harus mengatur waktu yang paling pesimis (terlama) dan paling optimis (tercepat) untuk setiap kegiatan. Komponen jaringan dalam PERT menggunakan 3 angka estimasi waktu yaitu [6]

1. Waktu optimis (a) adalah waktu yang dibutuhkan suatu kegiatan semua hal berjalan sesuai rencana.
2. Waktu pesimistis (b) adalah waktu yang dibutuhkan untuk suatu kegiatan ketika keadaan sangat tidak terduga. Situasi ini terjadi ketika kecelakaan terjadi.
3. Waktu realistis (waktu yang paling mungkin) [m] adalah perkiraan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan kegiatan yang paling realistis, atau bisa juga disebut waktu normal untuk menyelesaikan aktivitas.

Crashing Proyek. *Crashing* adalah suatu proses yang disengaja, sistematis dan analitik dengan cara melakukan pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis, Ervianto (2005). Sehingga lintasan kritis yang berada pada *network planning* harus sudah diketahui sebelum melakukan *crashing*, karena *crashing* menjadi faktor utama dalam mempercepat durasi proyek. Terdapat beberapa alternatif cara untuk mempercepat proyek, yaitu :

1. Menambah jumlah pekerja
2. Menambah jam kerja
3. Menggunakan *shift* kerja
4. Menggunakan material yang lebih cepat penggunaannya
5. Menggunakan metode pelaksanaan yang lebih cepat
6. Menggunakan peralatan yang lebih produktif

Alternatif Penambahan Jam Kerja Lembur

$$\text{Produktivitas /Jam} = \text{Volume} : (\text{Durasi Normal} \times \text{Jam Kerja/Hari}) \quad (1)$$

$$\text{Crash Duration} = \frac{\text{Volume}}{(\text{Jam kerja} \times \text{Prod Perjam}) + (\text{Jam Lembur} \times \text{Pen. Produktivitas} \times \text{Prod Perjam})} \quad (2)$$

Besarnya nilai *Crash Cost* dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Crash Cost} = \text{Gaji Lembur} \times \text{Tenaga Kerja} \times \text{Jam Lembur} \times \text{Crashing} \quad (3)$$

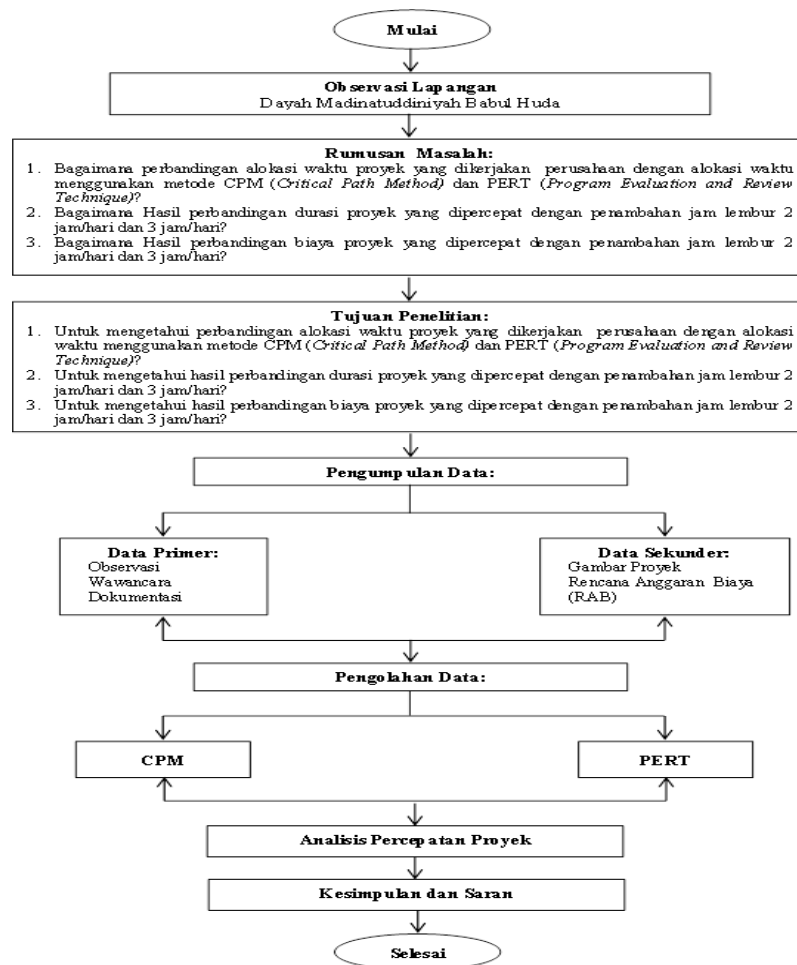
$$\text{Total Crash} = \text{Biaya Langsung Normal} + \text{Biaya Crash Cost} \quad (4)$$

Metodelogi Penelitian

Lokasi dan Waktu Penelitian. Penelitian ini dilakukan di Dayah Madinatuddiniyah Babul Huda, yang terletak di Desa Padang Sakti, Kecamatan Muara Satu, Kota Lhokseumawe. Waktu penelitian dilaksanakan dari bulan Juli 2021 – September 2021.

Objek Penelitian. Objek penelitian yang diamati adalah penjadwalan proyek pada pembangunan asrama santri di Dayah Madinatuddiniyah Babul Huda, yang terletak di Desa Padang Sakti, Kecamatan Muara Satu, Kota Lhokseumawe

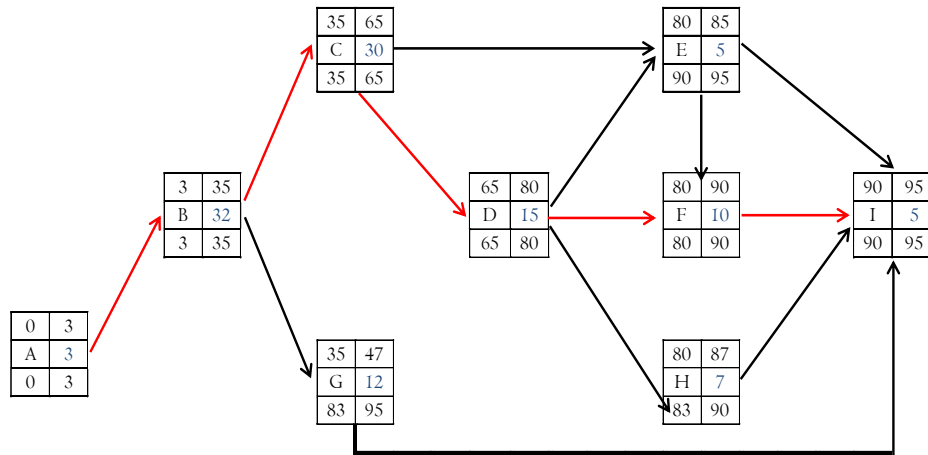
Diagram Alir Penelitian. Diagram alir penelitian terlihat pada Gambar.1 berikut



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

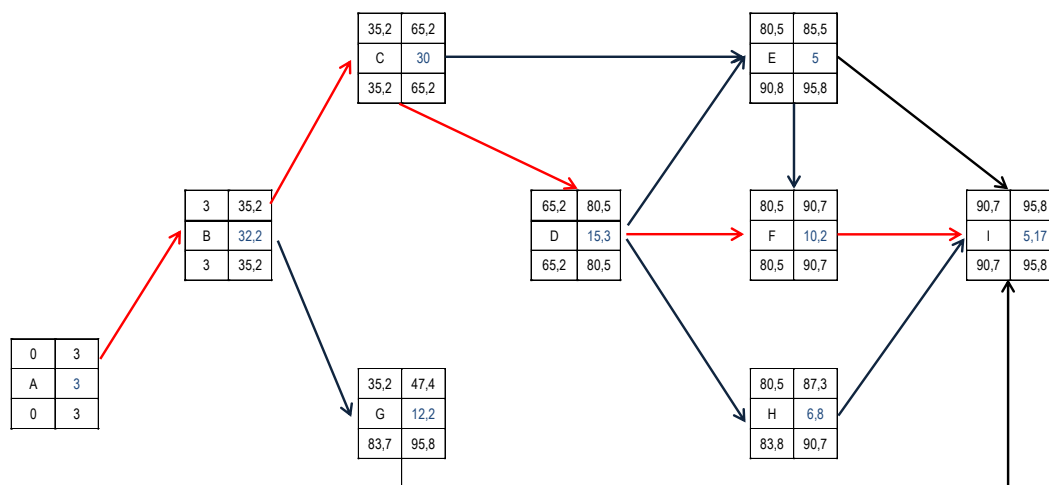
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis jaringan Kerja Metode *Critical Path Method*. Dari *time schedule*, dapat dibuat jaringan kerja dengan menggunakan durasi normal proyek sehingga didapatkan waktu normal penyelesaian proyek. Dalam hal ini metode yang digunakan untuk menyusun jaringan kerja adalah metode *Critical Path Method* (CPM). Dari jaringan kerja ini diperoleh waktu penyelesaian proyek Asrama santri di Dayah Madinatuddiniyah Babul Huda dengan durasi 95 hari. Dari hasil jaringan kerja *Critical path Method* (CPM) juga diperoleh kegiatan-kegiatan kritis, yang membentuk suatu lintasan kritis (*critical Path*). Adapun jaringan kerja dari metode CPM terlihat pada Gambar 2 berikut



Gambar 2. Jaringan Kerja CPM

Analisis Jaringan Kerja *Program Evaluation and Review Technique*. Langkah awal dalam penyusunan jaringan kerja menggunakan metode PERT adalah menentukan perkiraan durasi waktu optimis (a) dan durasi pesimis (b) dari setiap aktivitas berdasarkan durasi yang ada (m). Dari jaringan kerja *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) diperoleh waktu penyelesaian proyek Asrama santri di Dayah Madinatuddinyah Babul Huda dengan durasi 96 hari. Dari hasil jaringan kerja *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) juga diperoleh kegiatan-kegiatan kritis, yang membentuk suatu lintasan kritis (*critical Path*).



Gambar 3. Jaringan Kerja PERT

Langkah selanjutnya adalah menghitung deviasi dari nilai yang sudah didapatkan. Jadi untuk menghitung nilai *normal-Z-value* diperlukan waktu penyelesaian yang diinginkan (Tx) dan *expend time* (te) kegiatan kritis. Adapun rumus untuk menghitung nilai *normal-z-value* adalah:

$$Z = \frac{tx - te}{S}$$

$$Z = \frac{100 - 96}{1,96}$$

$$Z = 4,591$$

Berdasarkan perhitungan diatas didapat $Z = 4,591$ dan didapatkan hasil $0,9793$ (dari tabel distribusi normal), sehingga didapatkan probabilitas proyek dapat selesai dalam waktu 96 hari adalah 96%.

Analisis Percepatan Proyek. Dalam penelitian ini dilakukan percepat proyek pada kegiatan yang berada pada jalur kritis dengan penambahan jam lembur pekerja sebanyak 2 jam dan 3 jam.

Crash Duration. Berdasarkan keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP. 102/MEN/VI/2004 pasal 3 ayat 1, tentang lembur yang diperbolehkan paling lama yaitu selama 3 jam dalam 1 hari dan 14 jam dalam satu minggu. Perhitungan penurunan produktivitas pekerjaan tanah dan pondasi adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas Jam} &= \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi Normal}} \\ &= \frac{1601,2}{32 \times 8} \\ &= 6,25 \text{ m/jam} \end{aligned}$$

Adapun perhitungan percepatan proyek pada pekerjaan tanah dan pondasi dengan penambahan waktu lembur selama 3 jam sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Crash} &= \frac{\text{Volume}}{(\text{Jam kerja} \times \text{Prod Perjam}) + (\text{Jam Lembur} \times \text{Pen. Produktivitas} \times \text{Prod Perjam})} \\ &= \frac{1601,2}{(8 \times 6,25) + (3 \times 0,7 \times 6,25)} \\ &= 25,35 = 25 \end{aligned}$$

Sehingga, durasi *crashing* dengan penambahan 2 jam dan 3 jam waktu lembur terlihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Hasil Perhitungan *Crash Duration*

No	Uraian Kegiatan	Durasi Normal	Crash Duration 2 Jam	Crash Duration 3 Jam
1	Pekerjaan Persiapan	3	2,5	2,3
2	Pekerjaan Tanah dan Pondasi	32	26,7	25,4
3	Pekerjaan Beton Bertulang	30	25	23,8
4	Pemasangan Dinding Bata	15	12,5	11,88
5	Plasteran Dinding Bata	10	8,3	7,9
6	Pekerjaan Pengecatan	5	4,2	3,9

Crash Cost. Berdasarkan keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP. 102/MEN/VI/2004 pasal 11 tentang cara perhitungan upah kerja lembur sebagai berikut: a) untuk jam kerja lembur pertama harus dibayar upah sebesar 1,5 (satu setengah) kali upah sejam. b) untuk setiap jam kerja lembur berikutnya harus dibayar upah sebesar 2(dua)kali upah sejam.

Besar upah untuk proyek pembangunan Asrama Santri Dayah Madinatuddiniyah Babul Huda adalah:

Upah pekerja/jam = Upah pekerja perhari/ 8 jam
 = Rp. 90.243/
 = Rp. 11.280,38

Berikut merupakan perhitungan biaya lembur:

1. Biaya Lembur 2 Jam = $(1,5 \times \text{Rp. } 11.280,38) + (2 \times 11.280,38)$
 = Rp. 39.481,33
2. Biaya Lembur 3 Jam = $(1,5 \times \text{Rp. } 11.280,38) + 2 (2 \times \text{Rp. } 11.280,38)$
 = Rp. 62. 043,77

Berikut adalah perhitungan biaya *crashing* pada pekerjaan tanah dan pondasi dengan penambahan 2 jam kerja lembur:

Crash Cost = Gaji Lembur x Tenaga Kerja x Jam Lembur x *Crashing*
 = Rp. 19.740,7 x 12 x 2 x 26,7
 = Rp.12.649.840,6

Tabel 2. Hasil Perhitungan *Crash Cost*

No	Uraian Kegiatan	<i>Crash Cost</i> 2 Jam	<i>Crash Cost</i> 3 Jam
1	Pekerjaan Persiapan	Rp. 394.814	Rp. 595.604,2
2	Pekerjaan Tanah dan Pondasi	Rp. 12.649.841	Rp. 18.835.981,6
3	Pekerjaan Beton Bertulang	Rp. 9.870.350	Rp. 14.766.019,8
4	Pemasangan Dinding Bata	Rp. 3.948.140	Rp. 5.906.407,9
5	Plasteran Dinding Bata	Rp. 2.293.869	Rp. 3.430.928,1
6	Pekerjaan Pengecatan	Rp. 663.288	Rp. 992.673,6

Cost Slope. *Cost slope* dihitung dengan menggunakan rumus:

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

Adapun hasil perhitungan *Cost Slope* terlihat pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Hasil Perhitungan *Cost Slope*

Pekerjaan	<i>Cost Slope</i> 2 Jam	<i>Cost Slope</i> 3 Jam
Pekerjaan Persiapan	Rp. 789.628	Rp 850.863
Pekerjaan Tanah dan Pondasi	Rp. 2.371.845	Rp 2.811.341
Pekerjaan Beton Bertulang	Rp. 1.974.070	Rp 2.381.616
Pemasangan Dinding Bata	Rp. 1.579.256	Rp 1.905.293
Plasteran Dinding Bata	Rp. 1.376.322	Rp 1.633.775
Pekerjaan Pengecatan	Rp. 795.945	Rp 992.674

Total Crash. Perhitungan total *crash* dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

Total *Crash* = Biaya Langsung Normal + Biaya *Crash Cost*

Adapun *total crash* dari penambahan waktu lembur 2 jam terlihat pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4. *Total Crash* Penambahan Waktu lembur 2 Jam

No	Kode	Normal Cost	Crash Cost	Total
1	A	Rp. 4.358.345	Rp. 394.814	Rp. 4.753.159,0
2	B	Rp. 136.674.485	Rp. 12.649.841	Rp. 149.324.325,4
3	C	Rp. 310.283.465	Rp. 9.870.350	Rp. 320.153.815,1
4	D	Rp. 18.394.246	Rp. 3.948.140	Rp. 22.342.386,4
5	F	Rp. 17.400.883	Rp. 2.293.869	Rp. 19.694.752,0
6	I	Rp. 1.101.265	Rp. 663.288	Rp. 1.764.552,5
Jumlah				

Adapun *total crash* dari penambahan waktu lembur 3 jam terlihat pada Tabel 5 berikut:

Tabel 5. *Total Crash* Penambahan Waktu lembur 3 Jam

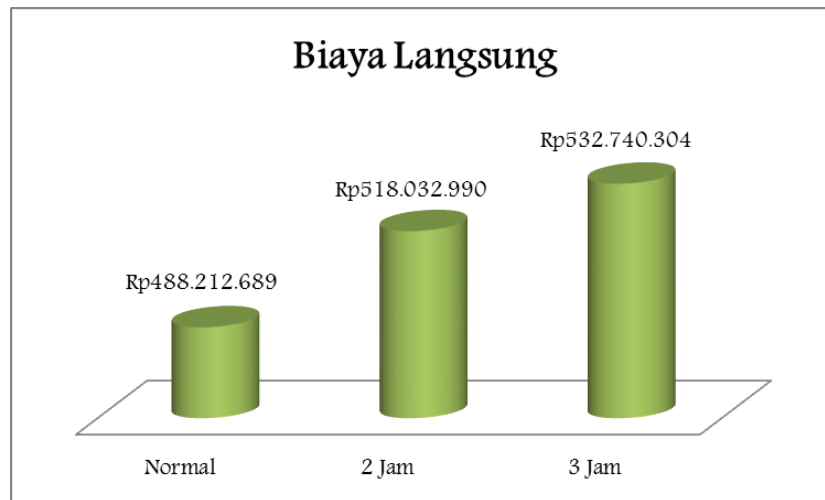
No	Kode	Normal Cost	Crash Cost	Jumlah
1	A	Rp. 4.358.345	Rp. 595.604,2	Rp. 4.953.949,1
2	B	Rp. 136.674.485	Rp. 18.835.981,6	Rp. 155.510.466,4
3	C	Rp. 310.283.465	Rp. 14.766.019,8	Rp. 325.049.484,9
4	D	Rp. 18.394.246	Rp. 5.906.407,9	Rp. 24.300.654,3
5	F	Rp. 17.400.883	Rp. 3.430.928,1	Rp. 20.831.810,8
6	I	Rp. 1.101.265	Rp. 992.673,6	Rp. 2.093.938,6
Jumlah				

Perbandingan Waktu dan Biaya Proyek. Adapun rekapitulasi perbandingan waktu dan biaya antara durasi normal dengan penambahan jam kerja lembur selama 2 jam dan 3 jam dapat dilihat pada Tabel 6 berikut:

Tabel 6. Perbandingan Waktu dan Biaya Normal dengan *Crashing*

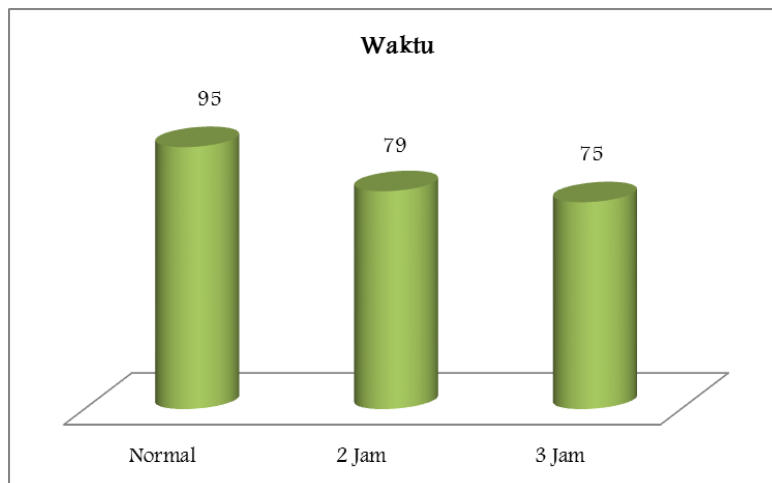
No	Crashing	Waktu	Biaya Langsung
1	Normal	95	Rp. 488.212.689
2	2 Jam	79	Rp. 518.032.990
3	3 Jam	75	Rp. 532.740.304

Adapun hasil perbandingan biaya dengan penambahan jam kerja lembur tersebut dapat dilihat pada Gambar 4 berikut:



Gambar 4. Grafik Perbandingan *Crash Cost*

Adapun hasil perbandingan waktu dengan penambahan jam kerja lembur tersebut dapat dilihat pada Gambar 5. berikut:



Gambar 5. Grafik Perbandingan *Crash Cost*

Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Durasi jangka waktu pada proyek pembangunan Asrama Santri Dayah Madinatuddiniyah Babul Huda dengan perencanaan dari pihak pemegang proyek menghasilkan 119 hari kerja, sedangkan menggunakan metode CPM memperoleh waktu 95 hari dan menggunakan metode PERT diperoleh durasi waktu 96 hari.
2. Percepatan proyek dengan penambahan jam kerja lembur pada proyek pembangunan Asrama Santri Dayah Madinatuddiniyah Babul Huda didapatkan durasi lembur 2 jam/hari yaitu 79 hari, sedangkan pada penambahan jam kerja lembur 3 jam/hari didapatkan durasi proyek 75 hari.
3. Percepatan proyek dengan penambahan jam kerja lembur pada proyek pembangunan Asrama Santri Dayah Madinatuddiniyah Babul Huda didapatkan biaya sebesar Rp. 518.032.990,- dengan penambahan waktu lembur 2 jam., sedangkan dengan penambahan waktu lembur 3 jam didapatkan biaya sebesar Rp. 532.740.304,-

Daftar Pustaka

- [1] Soeharto, I. (1999). *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional) Edisi Kedua*. Jakarta: Erlangga.
- [2] Nurhayati. (2010). *Manajemen Proyek (1st ed.)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [3] Tampubolon, D. M. (2004). *Manajemen Operasional (Operations Management)*. Bogor: Ghalia Indonesia.
- [4] Teknika, R. (2014). Evaluasi Pengendalian Waktu dan Biaya Menggunakan Metode PERT Pada Pelaksanaan Pekerjaan Jembatan di Desa Pangkol Kecamatan Karanggede Kabupaten Boyolali Naskah. *Electron. Theses Diss*, 1-17.
- [5] Arianto, A., Agung, W., & Utomo, J. (2010). Eksplorasi Metode Bar Chart, CPM, PDM, PERT, Line of Balance dan Time Chainage Diagram Dalam Penjadwalan Proyek.
- [6] Iluk, T., Ridwan, A., & Winarto, S. (2020). Penerapan Metode CPM dan PERT pada Gedung Parkir 3 Lantai Grand Panglima Polem Kediri. *JURMATEKS: Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*, 3, 163-176.