

Kajian Mempercepat Waktu Pelaksanaan Pada Proyek Gedung Parkir 2 Lantai

A Study of Acceleration on Project Duration of 2 Floor Parking Building Project

Bagus Darmawan, M. Heri Zulfiar

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Abstrak. Keberhasilan dari jalanya sebuah proyek dipengaruhi oleh durasi dan biaya. Proyek dianggap berhasil apabila dikerjakan sesuai dengan durasi, sesuai dengan ruang lingkup, dan sesuai dengan budget, namun tidak menghilangkan unsur mutu pekerjaan yang akan di hasilkan dari akhir pekerjaan. Terdapat berbagai 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, hal yang perlu diperhatikan untuk pekerjaan yang dipercepat adalah pekerjaan yang kritis, yang dimaksud kritis disini adalah dimana pekerjaan tersebut tidak boleh terlambat karena durasi pada pekerjaan yang kritis mempengaruhi durasi penyelesaian proyek secara keseluruhan. Metode Duration Cost Trade Off adalah metode digunakan untuk mensimulasikan durasi penjadwalan proyek, dengan bantuan program Microsoft Project 2010. Hasil dari penelitian ini dapat dilihat bahwa pada kondisi normal biaya proyek sebesar Rp 6.470.000.000 dengan durasi normal 184 hari. Setelah dilakukan simulasi, penambahan jam lembur 2 jam jumlah harga yang harus dikeluarkan sebesar Rp 6.458.543.047,61 dengan durasi total 149.88 hari, untuk penambahan jam lembur 4 jam jumlah harga yang harus dikeluarkan Rp 6.579.434.167,63 dengan durasi 131.65 hari, dan pada penambahan jam lembur 6 jam jumlah harga yang harus dikeluarkan sebesar Rp 6.754.158.039,89 dengan durasi 121.54 hari. Dari hasil pembahasan diatas diperoleh kesimpulan bahwa dengan penambahan jam lembur pada pelaksanaan proyek dapat mengurangi durasi total proyek dari penjadwalan proyek sebelumnya, akan tetapi untuk biaya total proyek terjadi peningkatan setelah dilakukan percepatan proyek dengan penambahan jam lembur.

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

Abstract. The success of a project's net is influenced by duration and cost. The project is considered successful if done in accordance with the duration, in accordance with the scope, and in accordance with the budget, but does not eliminate the quality of work that will be produced from the end of the work. There are various ways in which to produce effective and efficient projects, one of them is by comparing the duration and cost of adding overtime hours to construction projects, the thing that need to be considered for accelerated work is critical work, it means the work may not be late because the duration of the critical work affects the overall duration of project completion. Duration Cost Trade Off method is a method that is used duration simulation of project scheduling, by using Microsoft Project 2010 program. The result of this study can be seen that in normal condition the project cost is Rp. 6.470.000.000 with a normal duration of 184 days. After the simulation, the addition of 2 hours overtime the total price that must be spent is Rp. 6.458.543.047,61 with a total duration of 149.88 days, for the addition of 4 hours overtime the total price that must be paid is Rp. 6.579.434.167,63 with a duration of 131.65 days that must be spent in the amount of Rp. 6.754.158.039,89 with a duration of 121.54 days. From the result of the discussion above, it can be concluded that the addition of overtime hours on project implementation can reduce the total duration of the project from the previous project scheduling, but for the total project costs, there was an increase after the project accelerated by adding overtime.

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

1. Pendahuluan

Proyek pada umumnya memiliki batas waktu yang artinya proyek harus diselesaikan tepat pada waktu yang ditentukan. Dalam penelitiannya Zulfiar (2004) menyebutkan dalam proyek konstruksi selalu mengacu

pada 3 aspek yaitu aspek biaya, aspek waktu dan aspek mutu. Ketiga aspek ini saling mempengaruhi yang dikarenakan dalam melakukan percepatan dari durasi rencana awal dibutuhkan analisis dengan memperhatikan 3 aspek tersebut. Manajemen dapat diartikan sebagai seni untuk mengatur

perencanaan, pengorganisasian dan pengendalian terhadap sumber daya keseluruhan untuk mencapai suatu tujuan yang telah ditentukan. Manajemen proyek adalah suatu perencanaan dan pengendalian proyek dari mulainya proyek sampai berakhirnya proyek untuk menjamin durasi pengerjaan proyek tepat waktu dan tepat anggaran biaya yang telah direncanakan. Keberhasilan ataupun kegagalan dari pelaksanaan sering kali disebabkan kurang terencanaanya kegiatan proyek yang efektif atau disebabkan oleh faktor eksternal seperti misalnya faktor cuaca serta faktor lapangan pada lokasi proyek. Berdasarkan hasil pengamatan dan interview di lapangan yang telah dilakukan pada pelaksanaan proyek pembangunan gedung parkir karyawan mengalami keterlambatan yang disebabkan oleh berbagai kendala, seperti cuaca dan keterlambatan pengadaan material. Hal tersebut yang mendorong penelitian ini untuk mengembalikan tingkat kemajuan proyek ke rencana awal, dengan melakukan upaya simulasi penambahan jam kerja lembur pada proyek tersebut untuk mengurangi resiko terhadap keterlambatan penyelesaian proyek.

2. Kajian Literatur

Proyek

Proyek dapat diartikan sebagai kegiatan yang berlangsung dalam jangka waktu yang dibatasi dengan mengalokasikan sumber daya dan dimaksudkan untuk menghasilkan produk yang kriteria mutunya telah digariskan dengan jelas (Soeharto, 1999). Dalam penelitian Wowor dkk. (2013) berpendapat bahwa proyek adalah suatu kegiatan yang dapat direncanakan dan dilaksanakan dengan memanfaatkan dan mencari sumber dana untuk mendapatkan keuntungan, sumber yang digunakan dalam suatu proyek yaitu berupa barang, modal, tanah, bahan mentah, bahan setengah jadi tenaga kerja dan waktu.

Penyebab Keterlambatan Proyek

Menurut Pinori dkk. (2015) menyatakan keterlambatan proyek adalah 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 menginterpretasikan gambar.

Hasil penelitian Mulyadi dkk. (2017) menyimpulkan ada beberapa strategi yang dapat digunakan untuk mengatasi untuk meminimalisir terjadinya keterlambatan pada pelaksanaan pekerjaan pada proyek adalah :

- a) Kontraktor diharuskan membuat rencana penyediaan material sesuai dengan kebutuhan dan diperiksa oleh konsultan dan disetujui oleh owner.
- b) Kontraktor harus memiliki kelengkapan administrasi setiap kegiatan pekerjaan, sehingga pada saat pengajuan pembayaran kepada owner tidak mengalami keterlambatan yang diakibatkan karena tidak lengkapnya administrasi proyek.
- c) Kontraktor harus menambah tenaga kerja yang berasal dari luar daerah serta sering memberikan pelatihan dan pengarahan kepada tenaga kerja sesuai dengan kebutuhan.

Manajemen Proyek

Manajemen proyek adalah suatu tahapan dalam perencanaan atau penyusunan organisasi untuk pelaksanaan proyek dan pengendalian sumber daya dari perusahaan dengan tujuan untuk mencapai target yang telah ditentukan dengan pandangan lain dari manajemen proyek dapat menggunakan sistem dan arus kegiatan vertikal dan horisontal (Soeharto,1997).

Pengendalian Proyek

Menurut Wowor dkk. (2013) pengendalian Proyek adalah suatu kegiatan pengawasan proyek yang dilakukan supaya proyek bisa berjalan dengan lancar dan mendapatkan mutu yang baik, penggunaan biaya optimal dan waktu serta evaluasi pada saat pelaksanaan agar proyek dapat selesai sesuai dengan rencana. Dengan melakukan

evaluasi proyek dengan memperhatikan mutu, waktu dan biaya serta diselesaikan secara efektif dan efisien akan menghasilkan benefit tanpa harus mereduksi mutu produk pekerjaan.

Konstruksi Gedung

Menurut Undang-Undang No. 28 Tahun 2002, pasal (1) ayat (1) tentang bangunan gedung dijelaskan bahwa bangunan gedung adalah wujud fisik hasil pekerjaan konstruksi yang menyatu dengan tempat kedudukannya, sebagian atau seluruhnya berada diatas dan/atau di dalam tanah dan/atau air, yang berfungsi sebagai tempat manusia melakukan kegiatannya, baik untuk hunian atau tempat tinggal, kegiatan keagamaan, kegiatan usaha, kegiatan sosial, budaya, maupun kegiatan khusus.

Manajemen Penjadwalan

Manajemen penjadwalan sangat penting untuk mengatur semua kegiatan yang terdapat pada proyek, penjadwalan pekerjaan dalam suatu proyek disusun 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 manajemen penjadwalan sangat dibutuhkan karena mengatur seluruh kegiatan proyek (Adi dkk., 2016).

Network Planning

Jaringan kerja yang mempunyai kegunaan dan fungsi untuk merangkai urutan kegiatan pekerjaan di lapangan dengan hubungan ketergantungan yang kompleks, membuat perkiraan jadwal proyek, meminimalisasi kemungkinan ketidaktepatan penggunaan sumber daya (Darmayudha dkk., 2015).

Crashing

Crashing merupakan hubungan durasi dan biaya 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 menjadi lebih mahal (Simatupang dkk., 2015).

Percepatan Proyek Konstruksi

Dalam penelitian Darmayudha dkk. (2015) menjelaskan bahwa percepatan proyek adalah salah satu 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 efesien. Dalam penambahan jam lembur biasanya digunakan penambahan waktu 1 jam sampai 4 jam atau lebih, sesuai dengan penambahan jam lembur yang diinginkan dengan mempertimbangkan indeks produktifitas jam lembur. Dalam penelitian Priyo dan Sumanto (2016) menyebutkan ada beberapa cara yang dapat digunakan untuk melaksanakan pelaksanaan akselerasi proyek yaitu dengan penambahan jumlah jam kerja, penambahan tenaga kerja, pergantian atau penambahan peralatan, pemilihan sumber daya manusia yang berkualitas dan penggunaan metode konstruksi yang efektif.

Produktifitas Harian Normal

Menurut Chusairi (2015) berpendapat bahwa produktifitas harian normal dapat diartikan sebagai kemampuan pekerja dalam penyelesaian pekerjaannya dengan volume tertentu setiap harinya dengan durasi normal tanpa adanya penambahan lembur. 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

Menurut Chusairi (2015) menyatakan bahwa jumlah produktivitas harian akselerasi diperoleh dari jumlah produktivitas harian normal dengan jumlah produktivitas pekerjaan saat jam lembur per hari. Penambahan jam kerja dilakukan sesuai peraturan yaitu dilakukan sebanyak 3 jam per hari, sedangkan produktifitas jam lembur di asumsikan menjadi 80% dari produktivitas

kerja jam normal. Perhitungan produktivitas jam lembur dan produktivitas harian percepatan dapat di tentukan dengan persamaan berikut:

1. Produktivitas jam lembur =
(Penambahan jam kerja × Prod. jam normal × Prod. pekerja pada jam lembur (asumsi 80%)) m³/jam
2. Produktivitas harian percepatan =
(Prod. harian normal + Prod. jam lembur) m³/jam

Tabel 1 Tabel Penurunan Produktifitas (Darmayudha dkk., 2015)

Jam Lembur (Jam)	Penurunan Indeks Produktifitas	Prestasi Kerja (%)
1	0.1	90
2	0.2	80
3	0.3	70
4	0.4	60

Analisa Duration Cost Trade Off

Menurut Ardika dkk. (2014) 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

Waktu 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.

b). Crash Cost

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

Biaya Proyek

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

a). Biaya langsung adalah biaya yang langsung berhubungan dengan kegiatan pekerjaan konstruksi di lapangan seperti biaya matrial, biaya upah pekerja dan biaya peralatan.

b). 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.

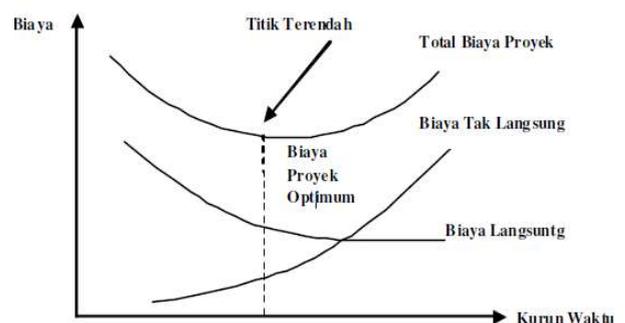
Persamaan biaya tidak langsung

$$y = (0,95 - (4,888(\ln(x_1 / 1000000000) - 0.21) - \ln(x_2)))$$

dengan :

x₁ = nilai proyek

x₂ = durasi pelaksanaan proyek



Gambar 1 Grafik Hubungan Biaya Total, Biaya Langsung, Biaya Tidak Langsung dan Biaya Optimum (Soeharto,1997)

3. Metode Penelitian

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Proyek Pembangunan Gedung Parkir Karyawan PT.

Kawasan Industri Wijayakusuma, Jl. Raya Semarang-Kendal Km. 12 Semarang.

Metode Pengambilan Data

Data dan informasi yang didapat dari pelaksanaan suatu proyek konstruksi sangat bermanfaat untuk mengevaluasi optimasi dari waktu dan biaya secara keseluruhan. Data sekunder adalah data yang diperlukan yaitu berasal dari instansi yang terkait seperti konsultan, kontraktor, dan lain-lain. Beberapa variabel yang mempengaruhi pada optimasi biaya dan waktu ini adalah variable durasi dan variable biaya.

- a) Variabel Durasi Meliputi data yang diperoleh dari kontraktor pelaksana maupun dari konsultan pengawas. Data-data kurva S yang diperlukan sebagai berikut :
 - 1) Jenis kegiatan
 - 2) Durasi kegiatan
 - 3) Presentase kegiatan
 - 4) Rekapitulasi perhitungan biaya proyek
- b) Variabel Biaya
Keseluruhan data yang berpengaruh pada variabel biaya, didapat dari kontraktor pelaksana. Data yang diperlukan sebagai berikut :
 - 1) Rencana anggaran biaya (RAB)
 - 2) Daftar harga upah dan bahan
 - 3) Gambar rencana proyek

Pembuatan Model Penjadwalan

Setelah data terkumpul dengan baik maka dapat dilakukan pengolahan data dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a) Membuat Work Breakdown Structure (WBS), yang berfungsi untuk:
 1. Mengidentifikasi kegiatan
 2. Mengidentifikasi biaya
 3. Mengintegrasikan biaya dan jadwal
- b) Logika keterkaitan
- c) Menghitung jumlah durasi
- d) Menghitung jumlah sumber daya (*Resources*)
- e) Menentukan estimasi durasi dalam *Microsoft Project*

Simulasi dan Verifikasi Model

Menentukan penambahan jam lembur, penambahan jam lembur sendiri

merupakan jam kerja yang melebihi dari jam kerja normal yaitu 7 jam kerja dan waktu penambahan untuk jam kerja lembur pada penelitian ini dilakukan penambahan 2 sampai 6 jam/hari.

4. Hasil dan Pembahasan

Deskripsi Proyek

Adapun gambaran umum pada proyek pembangunan gedung parkir 2 lantai, adalah sebagai berikut :

Anggaran	: Rp 6.470.000.000,00
Waktu pelaksanaan	: 184 hari kerja
Waktu dimulai	: 02 Mei 2017
Waktu selesai	: 15 Desember 2017



Gambar 3 Tampak Depan Bangunan



Gambar 4 Tampak Samping Bangunan

Data Kegiatan Kritis

Kegiatan kritis adalah kegiatan yang durasinya mempengaruhi waktu selesainya proyek jika dilakukan percepatan, dari hasil analisis *Microsoft Project 2010* didapat kegiatan yang mengalami kritis yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Daftar Kegiatan Kritis

Kegiatan	Durasi normal
Pekerjaan Brak Kerja dan Lapangan	7
Pekerjaan Galian Poer dan Sloof	12
Pekerjaan Lantai Kerja t=5cm K125	2
Pemasangan Bekisting Bata	7
Pembesian Poer D 22	7
Pembesian B2 D22 dan begel Ø10	6
Pembesian Plat Lantai Ø10 atas dan bawah	7
Pembesian pedestal D16	3
Bekisting pedestal	4
Pemasangan Kolom IWF 400.200.8.13	13
wiremesh M10-150 Plat LT2	3
Pembesian Ø10 KP LT2	2
Pembesian Ø10 Balok Praktis LT2	3
Bekisting balok praktis LT2	5
Pemasangan Balok IWF 250.125.6.9	25
Pemasangan Kolom IWF 400.200.8.13	10
Pemasangan Bata Ringan LT.2	11
Pemasangan Kuda-kuda 250.125.6.9	12
Besi Profil 50.50.5 Regel	4
Pemasangan Gording Canal 125.50.20.2	14
Pemasangan Atap Zinc Alumunium	9
Pemasangan Bubungan Kerpas	2
Pemasangan Penahan Panas Zeltech	7

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 :

$$\begin{aligned} \text{Resource name} &= \text{Pekerja} \\ \text{Biaya Normal} &= \text{Rp } 65.000,00 \\ \text{Jam kerja normal per hari} &= 7 \text{ jam/hari} \\ \text{Biaya normal per jam} &= \frac{\text{Rp } 65.000,00}{7 \text{ jam/hari}} \\ &= \text{Rp } 9.285,71 \end{aligned}$$

- 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 3 hasil setelah di lakukan perhitungan biaya lembur sebagai berikut

Tabel 3 Biaya Lembur Pekerja

Lembur (jam)	Biaya total (Rp)	Biaya per jam (Rp)
2	32.499,99	4.642,86
4	69.642,83	9.948,98
6	106.785,67	15.255,10

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 di asumsikan jika penambahan jam lembur 1 jam maka produktifitas tenaga kerja turun menjadi 90% dan untuk penambahan jam lembur 2 jam maka produktifitas turun menjadi 80% terjadinya penurunan produktifitas karena diakibatkan karena kelelahan yang dialami tenaga kerja, untuk mencari durasi percepatan dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

Persamaan durasi percepatan

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

dengan :

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

Contoh kegiatan kritis pada pekerjaan pembesian poer D22 setelah dihitung percepatannya, hasilnya dapat dilihat pada Tabel sebagai berikut :

Tabel 4 Durasi Sebelum dan Sesudah Dilakukan Percepatan

Durasi (hari)	
normal	7
2	5,63
4	4,90
6	4,50

Hasil dari perhitungan resource jam lembur yang di input kedalam *Microsoft Project 2010* dapat disajikan pada tabel berikut :

Tabel 5 Hasil Analisis Durasi Setelah Penambahan Jam Lembur 2 - 6 Jam

Kegiatan	Durasi normal	Durasi crashing		
		2 Jam	4 Jam	6 Jam
Pekerjaan Brak Kerja dan Lapangan	7	5.63	4.90	4.50
Pekerjaan Galian Poer dan Sloof	12	9.66	8.40	7.71
Pekerjaan Lantai Kerja t=5cm K125	2	1.61	1.40	1.28
Pemasangan Bekisting Bata	7	5.63	4.90	4.50
Pembesian Poer D 22	7	5.63	4.90	4.50
Pembesian B2 D22 dan begel Ø10	6	4.83	4.20	3.85
Pembesian Plat Lantai Ø10 atas dan bawah	7	5.63	4.90	4.50
Pembesian pedestal D16	3	2.41	2.10	1.93
Bekisting pedestal	4	3.22	2.80	2.57
Pemasangan Kolom IWF 400.200.8.13	13	10.46	9.10	8.35
wiremesh M10-150 Plat LT2	3	2.41	2.10	1.93
Pembesian Ø10 KP LT2	2	1.61	1.40	1.28
Pembesian Ø10 Balok Praktis LT2	3	2.41	2.10	1.93
Bekisting balok praktis LT2	5	4.02	3.50	3.21
Pemasangan Balok IWF 250.125.6.9	25	20.11	17.50	16.06
Pemasangan Kolom IWF 400.200.8.13	10	8.05	7.00	6.42
Pemasangan Bata Ringan LT.2	11	8.85	7.70	7.06
Pemasangan Kuda-kuda 250.125.6.9	12	9.66	8.40	7.71
Besi Profil 50.50.5 Regel	4	3.22	2.80	2.57
Pemasangan Gording Canal 125.50.20.2	14	11.26	9.80	8.99
Pemasangan Atap Zinc Alumunium	9	7.24	6.30	5.78
Pemasangan Bubungan Kerpus	2	1.61	1.40	1.28
Pemasangan Penahan Panas Zeltech	7	5.63	4.90	4.50

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 material × (total upah percepatan/hari × durasi percepatan))

Berikut salah satu contoh hasil analisa biaya lembur pada pekerjaan pembesian poer D22 :

Normal = Rp 148.662.572
 Lembur 2 jam = Rp 151.784.157
 Lembur 4 jam = Rp 155.459.666
 Lembur 6 jam = Rp 159.197.441

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 pembesian poer D22 :

Lembur 2 jam = Rp 151.784.157 - Rp 148.662.572
 = Rp 3.121.585

Lembur 4 jam = Rp 155.459.666 - Rp 148.662.572
 = Rp 6.797.094

Lembur 6 jam = Rp 159.197.441 - Rp 148.662.572
 = Rp 10.534.869

Duration Variance

Duration Variance merupakan selisih antara durasi normal dengan durasi percepatan. Berikut adalah salah satu duration variance pada pekerjaan pembesian poer D22 sebagai berikut :

Lembur 2 jam : $7 - 5,63 = 1,37$

Lembur 4 jam : $7 - 4,90 = 2,10$

Lembur 6 jam : $7 - 4,50 = 2,50$

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 pembesian poer D22 :

Lembur 2 jam : (Cost Variance / Duration Variance)
 = Rp 3.121.585 / 1,37 hari
 = Rp 2.278.529,20

Lembur 4 jam : (Cost Variance / Duration Variance)
 = Rp 6.797.094 / 2,10 hari
 = Rp 3.236.711,42

Lembur 6 jam : (Cost Variance / Duration Variance)
 = Rp 10.534.869 / 2,50 hari
 = Rp 4.213.947,6

Analisis Biaya Tidak Langsung

$y = (0,95 - (4,888(\ln(x_1 / 1000000000) - 0.21) - \ln(x_2)))$

dengan :

x_1 = nilai proyek

x_2 = durasi pelaksanaan proyek

$$y = (0,95 - (4,888 (\ln (6.470.000.000 / 1000000000) - 0.21) - \ln (184)))$$

$$y = 17,48\%$$

Secara detail proyek proyek gedung parkir dengan nilai proyek sebesar Rp 5,994,000,000 diperoleh biaya tidak langsung sebesar dan berikut adalah hitungan dari biaya langsung dan biaya tidak langsung:

Biaya tidak langsung

$$= 17,86\% \times \text{Rp } 6.470.000.000$$

$$= \text{Rp } 1.130.641.120,52$$

Biaya tidak langsung per hari : (biaya tidak langsung/durasi normal proyek)

$$= \text{Rp } 1.130.641.120,52 / 184 \text{ hari}$$

$$= \text{Rp } 6.144.788,70$$

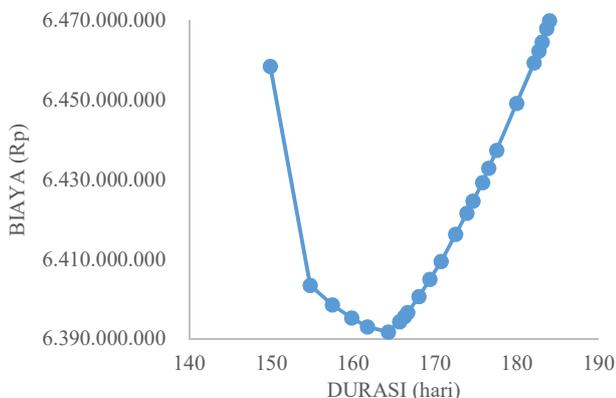
Biaya langsung : (biaya total proyek – biaya tidak langsung)

$$= \text{Rp } 6.470.000.000 - \text{Rp } 1.130.641.120,52$$

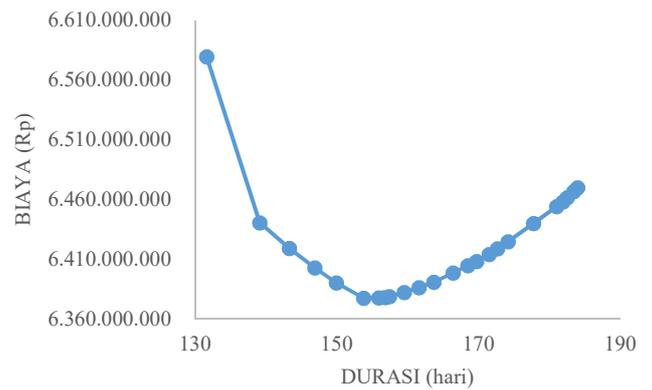
$$= \text{Rp } 5.339.358.879,48$$

Total biaya : (biaya langsung + biaya tidak langsung)

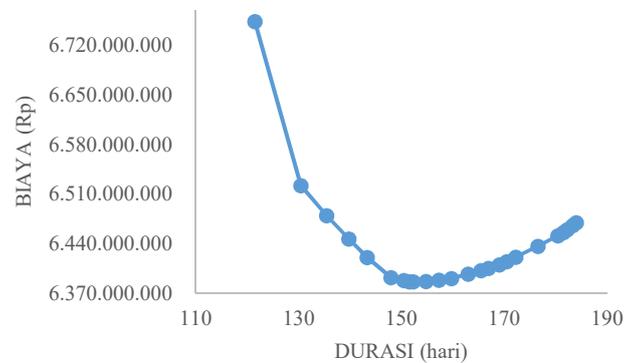
Dari analisa perhitungan biaya langsung dan biaya tidak langsung pada percepatan dengan penambahan jam lembur 2 jam, 4 jam dan 6 jam didapatkan harga total percepatan yang dapat disajikan pada gambar grafik 4, 5 dan 6 berikut ini:



Gambar 5 Grafik Total Biaya Lembur 2 Jam



Gambar 6 Grafik Total Biaya Lembur 4 Jam



Gambar 7 Grafik Total Biaya Lembur 6 Jam

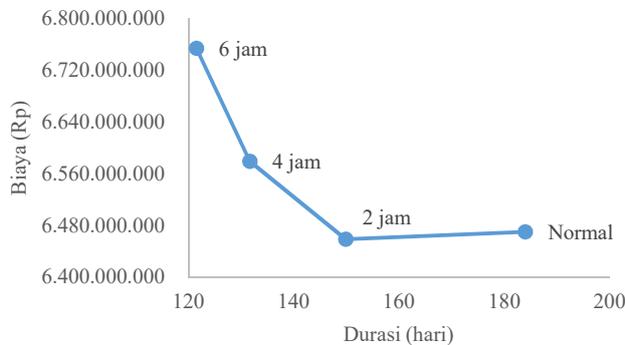
Perbandingan Total Biaya Normal Dan Percepatan

Berdasarkan penerapan metode *duration cost trade off* dengan penambahan jam kerja lembur 2 – 6 jam dapat dilihat kenaikan biaya total proyek dan durasi optimal proyek pada tabel berikut :

Tabel 6 Perbandingan Biaya Normal dan Percepatan dengan Penambahan Jam Lembur

Penambahan Jam	Durasi	Total Biaya
Normal	184	6.470.000.000,00
2	149,88	6.458.543.047,61
4	131,65	6.579.434.167,63
6	121,54	6.754.158.039,89

Kemudian dari tabel perbandingan biaya normal dan percepatan dapat disajikan pada grafik sebagai berikut :



Gambar 7 Grafik Hubungan Biaya dan Durasi

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan yang dilakukan pada Proyek Pembangunan Gedung Parkir 2 Lantai dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Dari hasil analisis harga pada simulasi penambahan jam lembur dapat dilihat bahwa pada kondisi lembur 2 jam didapat biaya lebih murah sebesar Rp 11.456.952,39 dari biaya normal yang diakibatkan karena adanya penurunan pada biaya tidak langsung yang semula biaya proyek sebesar Rp 6.470.000.000,00 menjadi Rp 6.458.543.047,61. Pada penambahan jam lembur 4 jam didapat biaya lebih mahal sebesar Rp 109.434.167,63 yaitu dari biaya semula proyek yang sebesar Rp 6.470.000.000,00 mengalami kenaikan menjadi Rp 6.579.434.167,63 dan pada penambahan jam lembur 6 jam didapat biaya lebih mahal sebesar Rp 284.158.039,89 dari biaya normal yang semula yaitu sebesar Rp 6.470.000.000,00 mengalami kenaikan menjadi Rp 6.754.158.039,89.
- Perubahan waktu dari hasil analisis simulasi penambahan jam lembur dapat dilihat bahwa pada kondisi lembur 2 jam mendapat pengurangan durasi 34.12 hari dengan durasi normal 184 hari menjadi

149.88 hari dan dari durasi penambahan jam lembur 2 jam lebih efisien 18.54 % dari durasi total normal. Pada penambahan jam lembur 4 jam didapat pengurangan durasi 52.35 hari dari durasi normal 184 hari menjadi 131.65 hari, dari penambahan jam lembur 4 jam di dapat durasi lebih efisien 28.45 % dari durasi normal dan pada penambahan jam lembur 6 jam didapat pengurangan durasi 62.46 hari dari durasi normal 184 hari menjadi 121.54 hari, dari penambahan jam lembur 6 jam lebih efektif 33.94 % dari total durasi normal.

- Dapat disimpulkan dari hasil analisis untuk penambahan jam lembur dengan durasi dan biaya optimal didapat pada penambahan jam lembur 2 jam.

6. Daftar Pustaka

- Adi, R. R. B., Traulia, D. E., Wibowo, M. A., & 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.
- Ardika, O. P. C., Sugiyarto, S., & Handayani, F. S. (2014). Analisis Time Cost Trade Off Dengan Penambahan Jam Kerja Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Jalan Tol Bogor Ring Road Seksi Ii A). *Matriks Teknik Sipil*, 2(3), 273-280.
- 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.
- Darmayudha, N., Nudja, K., & Armaeni, N. K. (2017). Analisa Program Percepatan Pada Proyek Konstruksi Dengan Metode Penambahan Jam Kerja (Studi Kasus Proyek Pembangunan Agranusa Signature Villa Nusa Dua Bali). *Paduraksa*, 4(1), 35-47.
- 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*, 14(2), 113-126.
- Mulyadi, L., Iskandar, T., & Rusdiyanto, A. (2017). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Keterlambatan Pelaksanaan Pekerjaan Proyek Jalan Rel Kereta Api Sepanjang 36.200 M'sp Lintas Kalisat-Banyuwangi. *Jurnal Teknik Sipil Info Manpro*, 4(1), 26-37.
- Pinori, M., Sompie, B. F., & 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.
- Priyo, M., & Sumanto, A. (2016). Analisis Percepatan Waktu Dan Biaya Proyek Konstruksi Dengan Penambahan Jam Kerja (Lembur) Menggunakan Metode Time Cost Trade Off: Studi Kasus Proyek Pembangunan Prasarana Pengendali Banjir. *Semesta Teknika*, 19(1), 1-15.
- Simatupang, J. S., Dundu, A. K. T., & Sibi, M. (2015). Pengaruh Percepatan Durasi Terhadap Waktu Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Pembangunan Persekolahan Eben Haezar Manado). *Jurnal Sipil Statik*, 3(5), 281-291.
- Soeharto, I., 1997, *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Oprasional* Jilid II, Erlangga, Jakarta.
- Soeharto, I., 1999, *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Oprasional* Jilid I Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta.
- Undang-Undang No.28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung.
- Wowor, F. N., Sompie, B. F., Walangitan, D. R. O., & Malingkas, G. Y. (2013). Aplikasi Microsoft Project Dalam Pengendalian Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Proyek. *Jurnal Sipil Statik*, 1(8), 543-548.
- Zulfiar, M. H. (2004). Optimasi Percepatan Durasi Dengan Penambahan Jam Kerja Pada Proyek Pembangunan Jembatan (Metode Least Cost Analysis). *Semesta Teknika*, 7(2), 185-196.