

ANALISIS PERCEPATAN WAKTU PROYEK KONTRUKSI MENGUNAKAN METODE *TIME COST TRADE OFF* (TCTO)

(Studi Kasus Pada Pembangunan Gedung Sarana Pemuda Kecamatan Mangunreja
Kabupaten Tasikmalaya)

Riska Anggraeni¹, Atep Maskur², Gini Hartati³,

¹²³Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Galuh

Email : anggraeniriska100@gmail.com, atepmaskur612@gmail.com, ginihartati70@gmail.com

ABSTRACT

The implementation of project development must be calculated and arranged in such a way, both in terms of time and cost in order to achieve maximum results. Time and cost have a significant effect on the success and failure of the project. The benchmark for project success is usually seen from the short completion time with minimal costs without reducing the quality of quality. The Youth Facilities Building Development Project in Mangunreja District, Tasikmalaya Regency is indicated to have experienced delays in its implementation process. The purpose of this study is to determine the optimal time and cost generated after accelerating working hours (overtime) using the Time Cost Trade Off method, with the alternative of adding 2 working hours (overtime) on structural work that is on the critical path. Data analysis in this study uses Microsoft Project 2013 to determine the critical path. Based on the results of the calculation analysis with time cost trade off with the addition of 2 working hours (overtime) resulting in an optimal time of 127 working days from the normal duration of 150 days, an acceleration of 23 working days was obtained with a project time efficiency of 15% and resulting in an optimum cost of Rp. 5,363,375,369.06 from the normal cost of Rp. 5,448,649,000.00 there is a cost reduction of Rp. 85,273,630.94 with a cost efficiency of 1.56%.

Keywords : Project acceleration. Time Cost Trade Off. Addition of Overtime Hours. Microssoft Projeck 2013.

I. PENDAHULUAN

Proyek merupakan suatu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk menghasilkan produk atau deliverable yang kriteria mutunya telah digariskan dengan jelas. Dalam pelaksanaan pembangunan sebuah proyek harus ada perencanaan, pengorganisasian, pengkoordinasian dan kontrol yang baik agar mendapatkan hasil yang optimal dari segi waktu, biaya dan juga kualitas mutu (Soeharto, 1995).

Dalam suatu kondisi pada pengerjaan proyek Pembangunan Gedung Sarana Pemuda Kecamatan Mangunreja Kabupaten Tasikmalaya, terindikasi mengalami keterlambatan pada pekerjaan pelaksanaannya yang tidak sesuai dengan jadwal yang sudah ditentukan, dengan item-item pekerjaan meliputi pekerjaan persiapan, pekerjaan tanah, pekerjaan pondasi, pekerjaan struktur serta pekerjaan arsitektur. Pada pekerjaan struktur yaitu pekerjaan balok pada minggu ke-9 terjadi penurunan pada pelaksanaannya dan menghasilkan deviasi -3%, maka terjadi keterlambatan sampai pada minggu ke-23 terdapat penurunan atau

menghasilkan deviasi sebesar -5% dari kontrak yang telah disepakati. Maka pelaksanaan pekerjaan mengalami keterlambatan mencapai 6 hari kerja pada pelaksana di lapangan. Serta adanya keterlambatan pengadaan barang material seperti pasir, semen dan lain-lainnya, yang menyebabkan waktu penyelesaian proyek menjadi terlambat dan mengakibatkan adanya perubahan waktu pekerjaan.

Dengan permasalahan yang ada pada proyek Pembangunan Gedung Sarana Pemuda Kecamatan Mangunreja Kabupaten Tasikmalaya, adanya keterlambatan pekerjaan yang menyebabkan waktu penyelesaian proyek menjadi lebih lama, sebagai kontraktor pelaksana ketika hal tersebut terjadi dilapangan maka harus segera mengambil tindakan untuk mengatasi permasalahan tersebut mengantisipasi potensi keterlambatan yang lebih lama maka dilakukan dengan percepatan waktu pelaksanaan proyek. Karena dengan keterbatasan tenaga kerja yang ada maka alternatif yang bisa diterapkan dalam penelitian ini adalah percepatan waktu proyek konstruksi dengan melakukan

penambahan jam kerja (lembur) yang optimum menggunakan metode *Time Cost Trade Off*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui waktu optimal dan biaya yang optimum setelah dilakukan percepatan dengan penambahan jam kerja (lembur) dengan Metode *Time Cost Trade Off*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proyek Kontruksi

Proyek merupakan upaya yang mengarahkan sumber daya yang tersedia, yang diorganisasikan untuk mencapai tujuan, sasaran dan harapan penting tertentu serta harus diselesaikan dalam jangka waktu terbatas sesuai dengan kesepakatan (Dipohusodo, 1995).

2.2 Biaya Proyek

Biaya proyek adalah biaya yang digunakan dari biaya total proyek. Penggerak untuk berjalannya proyek yaitu pembiayaan. Biaya yang dimaksud merupakan seluruh biaya yang berhubungan dengan proyek terdiri dari biaya langsung dan biaya tidak langsung.

2.3 Kurva S

Kurva S merupakan grafik yang dapat menggambarkan kemajuan pekerjaan kumulatif suatu proyek, pada sumbu horizontal menunjukan waktu dan sumbu vertikal menunjukan presentase kemajuan proyek. Perbandingan kurva S rencana dengan kurva pelaksanaan memungkinkan dapat diketahuinya kemajuan pelaksanaan proyek apakah sesuai, lambat, ataupun lebih dari yang sudah direncanakan (Luthan dan Syafriandi, 2017).

2.4 Jaringan Kerja (*Network Planning*)

Menurut Dimyati (2006), *Network Planning* merupakan rencana jaringan kerja yang melibatkan seluruh aktivitas yang terdapat dalam sebuah proyek serta logika ketergantungan antara pekerjaan satu dengan pekerjaan lain.

2.5 Lintasan Kritis

Lintasan kritis dalam sebuah network diagram adalah lintasan yang terdiri dari kegiatan-kegiatan kritis, peristiwa-peristiwa kritis. Lintasan kritis dimulai dari peristiwa awal network diagram. Mungkin saja terdapat lebih dari sebuah lintasan kritis, dan bahkan mungkin saja semua lintasan yang ada dalam sebuah network diagram kritis semua.

2.6 *Crashing Duration*

Mempercepat waktu penyelesaian proyek adalah suatu usaha untuk menyelesaikan proyek kontruksi

dengan durasi waktu yang lebih cepat dari jadwal yang telah ditentukan sebelumnya. Durasi percepatan (*crashing duration*) merupakan waktu tersingkat untuk menyelesaikan kegiatan proyek yang secara teknis masih dimungkinkan dengan asumsi sumber daya bukan merupakan hambatan. (Soeharto 1997).

2.7 Produktivitas Kerja

Produktivitas yaitu suatu perbandingan antara *output* dan *input* ataupun bisa dikatakan sebagai rasio antara hasil produksi dengan total sumber daya yang digunakan.

- Perhitungan produktivitas harian =
$$\left(\frac{\text{Volume}}{\text{Durasi Normal}} \right)$$
- Perhitungan produktivitas per jam =
$$\left(\frac{\text{Produktivitas Harian}}{\text{Jam Kerja per hari}} \right)$$
- Perhitungan Produktivitas harian sesudah crash = (Jam kerja per hari x produktivitas per jam) + (a x b x produktivitas tiap jam)

2.8 Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Dalam melakukan percepatan waktu proyek yang alternatif sering digunakan adalah penambahan jam kerja lembur. Menurut Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor KEP.102/MEN/VI/2004, upah pekerja untuk lembur adalah:

- Waktu kerja lembur hanya dapat dilakukan paling banyak 3 (tiga) jam dalam 1 (satu) hari dan 14 (empat belas) jam dalam 1 (satu) minggu.
- Untuk jam kerja lembur pertama, harus dibayar upah lembur sebesar 1,5 (satu setengah) kali upah satu jam.
- Untuk setiap jam kerja lembur berikutnya harus dibayar upah lembur sebesar 2 (dua) kali upah satu jam.

Perhitungan untuk biaya tambahan pekerja dapat dirumuskan sebagai berikut ini:

- Normal Cost pekerja perhari = Produktivitas harian x Harga upah pekerja
- Normal Cost pekerja perjam = Produktivitas Perjam x Harga upah pekerja
- Biaya lembur pekerja = $(1,5 \times \text{upah 1 jam lembur pertama}) + (2 \times n \times \text{upah 1 jam normal untuk jam lembur berikutnya})$
- Crash cost pekerja perhari = $(\text{Jam kerja perhari} \times \text{produktifitas harian}) + (n \times \text{biaya lembur perjam})$
- Crash cost = Crash duration x Crash cost perhari

- f. Crash cost total
= Crash cost + Normal cost)
- g. Cost slope
= Crash cost total – Normal cost / Normal duration – Crash duration

2.9 Time Cost Trade Off (TCTO)

Menurut Ervianto (2004) pengertian *Time Cost Trade Off* adalah suatu proses yang disengaja, sistematis, dan analitis dengan cara melakukan pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis. Selanjutnya melakukan kompresi dimulai dari lintasan kritis yang mempunyai nilai *cost slope* terendah. Kompresi terus dilakukan sampai lintasan kritis mempunyai aktivitas-aktivitas yang telah jenuh seluruhnya (tidak mungkin dikompres lagi).

2.10 Microsoft Project 2013

Microsoft Project adalah suatu software manajemen proyek berupa program perangkat yang dirancang untuk membantu manajer proyek dalam menentukan hubungan antar item pekerjaan (*network diagram*), menentukan total float, menentukan jalur kritis, mengembangkan rencana, menetapkan sumber daya untuk tugas-tugas, pelacakan kemajuan, mengelola anggaran dan menganalisis beban kerja (Expertindo, 2018).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan pada Juni 2024 adapun yang menjadi objek penelitian ini adalah pada Proyek Pembangunan Gedung Sarana Pemuda Kecamatan Mangunreja Kabupaten Tasikmalaya.

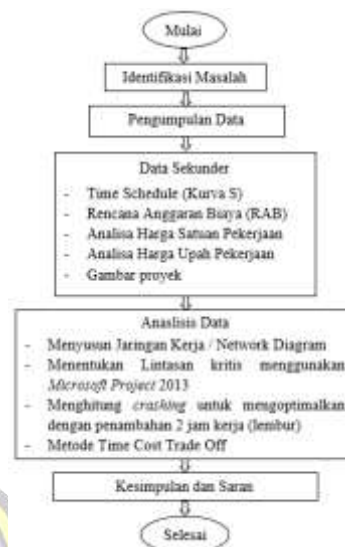
3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuantitatif. Penelitian menggambarkan kondisi proyek dengan analisis data yang ada. Analisis data menggunakan metode Time Cost Trade Off. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan waktu yang optimal setelah dilakukan penambahan jam kerja (lembur).

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Untuk menunjang penelitian yang dilakukan diperlukan pengumpulan data proyek. Adapun data yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu data sekunder, data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah:

1. *Time Schedule* (Kurva S)
2. Rencana Anggaran Biaya (RAB)
3. Analisa Harga Satuan Pekerjaan
4. Analisa Harga Upah Pekerja



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

3.4 Analisis Data

1. Menyusun Jaringan Kerja Dan Menentukan Lintasan Kritis

Analisis data dilakukan dengan bantuan program *Microsoft Project 2013*, maka dengan mudah mengetahui pekerjaan apa saja yang berada pada lintasan kritis. Berikut adalah langkah langkahnya :

- 1) Menyusun jaringan kerja
- 2) Menyusun aktivitas pekerjaan proyek
- 3) Mengidentifikasi hubungan antara aktivitas
- 4) Menentukan durasi normal
 - a. Masukkan data-data proyek (jenis pekerjaan, durasi pekerjaan, *Predecessor* ke dalam *Microsoft Project 2013*.
 - b. Setelah itu semua data dan hubungan pekerjaannya dari tiap pekerjaan dimasukan, maka terbentuklah jaringan kerja berupa *Gantt Chart*.
- 5) Menentukan Identifikasi Lintasan Kritis.

2. Perhitungan *Crashing*

Setelah mendapatkan produktivitas pekerjaan, maka dilanjutkan dengan perhitung *Crashing* yang akan digunakan yaitu :

- a. *Crash Duration*, durasi kegiatan setelah melakukan percepatan pada kegiatan tersebut.
 - b. *Crash Cost*, yaitu perhitungan biaya akibat adanya percepatan.
 - c. *Cost slope*, dengan memilih nilai *Cost Slope* terendah
3. Penerapan Metode Time Cost Trade Off

Dibawah ini merupakan langkah-langkah dalam melakukan analisis TCTO dengan melakukan kompresi:

- Melakukan kompresi tiap kegiatan yang berada pada lintasan kritis dengan *cost slope* terendah.
- Melakukan *controlling* kembali dengan cara mengganti durasi normal dengan *durasi crash* pada setiap kegiatan jalur kritis.
- Menghitung Biaya Tidak Langsung dan Biaya Langsung.
- Menentukan efisiensi waktu dan biaya.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Proyek

Pada penyusunan tugas akhir ini proyek yang akan dijadikan studi kasus adalah Proyek Pembangunan Gedung Sarana Pemuda, yang terletak di Jl. Dalem Wirawangsa Km 1.2, Mangunreja, Kec. Mangunreja, Kabupaten Tasikmalaya, Jawa Barat. Berdasarkan kesepakatan kontrak proyek dimulai pada tanggal 13 Juli 2023 hingga 10 Desember 2023. Durasi normal dalam pekerjaan proyek ini adalah 150 (seratus lima puluh) hari kalender dengan biaya kontrak Rp. 5.448.649.000,00.

4.2 Penyusunan Jaringan Kerja

Dalam penyusunan jaringan kerja maka perlu diketahui hubungan antar aktivitas, dan durasi tiap aktivitas sesuai dengan *Schedule* proyek atau disebut *Normal Duration*. Berikut pada Tabel 4.1 dibawah ini adalah Hubungan antar aktivitas dari tiap pekerjaan dengan menggunakan *Microsoft Project 2013* :

Tabel 4.1 Hubungan Antar Aktivitas dan Durasi

Id	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
1	SITE WORK	150 days	Thu 13/07/23	Wed 13/12/23	
2	PEKERJAAN PERSIAPAN	150 days	Thu 13/07/23	Wed 13/12/23	
3	Pengukuran dan pemasangan 1 m Bouwplank	5 days	Mon 17/07/23	Sat 22/07/23	19FS+1 day
4	Pek. Papan Nama Proyek Uk. 80 x 120 Cm (2 Bh)	2 days	Thu 20/07/23	Sat 22/07/23	3SS+3 days
5	Pekerjaan Listrik dan Air Kerja	5 days	Tue 18/07/23	Sun 23/07/23	3SS+1 day
6	Pek. Administrasi, Pelaporan dan Foto Dokumentasi	150 days	Thu 13/07/23	Wed 13/12/23	
7	PEKERJAAN TANAH	21 days	Thu 20/07/23	Thu 10/08/23	
8	Pek. Galian Tanah Pondasi Setempat Kedalaman 2 M	3 days	Sat 29/07/23	Tue 01/08/23	54SS+2 days
9	Pek. Galian Tanah Pondasi Menerus Kedalaman 1 M	4 days	Sun 30/07/23	Thu 03/08/23	8SS+1 day
10	Pek. Urugan Tanah Kembali	3 days	Thu 03/08/23	Sun 06/08/23	9
11	Pek. Urugan Tanah Biasa (Mendatangkan Dari Luar)	6 days	Thu 20/07/23	Wed 26/07/23	4SS

12	Pek. Urugan Pasir Bawah Pondasi Telapak T = 5 cm	3 days	Wed 02/08/23	Sat 05/08/23	9FS-1 day
13	Pek. Urugan Pasir Bawah Pondasi Lajur T = 10 cm	3 days	Thu 03/08/23	Sun 06/08/23	10SS
14	Pek. Lantai Kerja Pondasi Telapak Beton K.100 T = 5 Cm	4 days	Sun 06/08/23	Thu 10/08/23	13
15	PENERAPAN SMKK	17 days	Thu 13/07/23	Sun 30/07/23	
16	PENERAPAN SMKK	17 days	Thu 13/07/23	Sun 30/07/23	
17	Pekerjaan Pagar Pengaman (Keliling Site)	3 days	Thu 20/07/23	Sun 23/07/23	3SS+3 days
18	Pekerjaan Direksi Keet + Gudang	8 days	Sat 22/07/23	Sun 30/07/23	17SS+2 days
19	Pekerjaan Pengukuran Ulang dan Pembersihan Site	3 days	Thu 13/07/23	Sun 16/07/23	6SS
20	STRUKTURAL	72 days	Thu 27/07/23	Sun 08/10/23	
21	PEKERJAAN PONDASI	5 days	Sun 06/08/23	Fri 11/08/23	
22	Pek. Pondasi Lajur (PL.1) Pas. Batu kali 1 : 4	5 days	Sun 06/08/23	Fri 11/08/23	14SS
23	PONDASI TELAPAK	8 days	Sun 06/08/23	Mon 14/08/23	
24	Pek. Pondasi Telapak (PC1) Beton Bertulang K. 250 Uk. 150 x 150 x 55 Cm	8 days	Sun 06/08/23	Mon 14/08/23	14SS
25	Pek. Pondasi Telapak (PC1A) Beton Bertulang K. 250 Uk. 150 x 250 x 55 Cm	8 days	Sun 06/08/23	Mon 14/08/23	24SS
26	Pek. Pondasi Telapak (PC2) Beton Bertulang K. 250 Uk. 60 x 60 x 55 Cm	8 days	Sun 06/08/23	Mon 14/08/23	25SS
27	KOLOM PEDESTAL	8 days	Mon 14/08/23	Tue 22/08/23	
28	Pek. Kolom Pedestal K1 Beton Bertulang K. 250 Uk. 450 x 450	8 days	Mon 14/08/23	Tue 22/08/23	26
29	Pek. Kolom Pedestal K2 Beton Bertulang K. 250 Uk. 400 x 400	8 days	Mon 14/08/23	Tue 22/08/23	28SS
30	Pek. Kolom Pedestal K3 Beton Bertulang K. 250 Uk. 450 x 550	8 days	Mon 14/08/23	Tue 22/08/23	29SS
31	SLOOF	9 days	Fri 11/08/23	Sun 20/08/23	
32	Pek. Sloof (SL.1) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 20/30 cm	9 days	Fri 11/08/23	Sun 20/08/23	22
33	Pek. Sloof (SL.2a) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 25/40 cm	9 days	Fri 11/08/23	Sun 20/08/23	32FF
34	Pek. Sloof (SL.3) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 15/20 cm	9 days	Fri 11/08/23	Sun 20/08/23	33FF
35	KOLOM	27 days	Mon 21/08/23	Mon 18/09/23	
36	Pek. Kolom Utama (K1a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 45/45 cm	14 days	Mon 21/08/23	Tue 05/09/23	34FS+1 day
37	Pek. Kolom Utama (K2a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 40/40 cm	12 days	Mon 21/08/23	Sun 03/09/23	36SS
38	Pek. Kolom Utama (K3a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 45/55 cm	12 days	Mon 21/08/23	Sun 03/09/23	37SS
39	Pek. Kolom Utama (K4a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 15/30 cm	6 days	Tue 12/09/23	Mon 18/09/23	38FS+9 days
40	Pek. Kolom Utama (K6) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 20/20cm	6 days	Tue 12/09/23	Mon 18/09/23	39SS
41	Pek. Kolom Praktis (KP) Beton Bertulang K.225 (Site Mix) Uk. 15/15 cm	6 days	Tue 12/09/23	Mon 18/09/23	40SS

42	BALOK	28 days	Sun 10/09/23	Sun 08/10/23	
	Pek. Balok Utama				
43	(B1a) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 25/80 cm	7 days	Sun 10/09/23	Sun 17/09/23	38FS+7 days
	Pek. Balok Utama				
44	(B2a) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 35/50 cm	12 days	Mon 11/09/23	Sat 23/09/23	43SS+1 day
	Pek. Balok Utama				
45	(B3a) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 25/50 cm	15 days	Tue 12/09/23	Wed 27/09/23	44SS+1 day
	Pek. Balok Utama				
46	(B4) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 20/40 cm	10 days	Wed 13/09/23	Sat 23/09/23	45SS+1 day
	Pek. Balok Beton				
47	Bertulang K.225 (Site Mix) Uk. 15/20 cm Pada Panggung	12 days	Wed 13/09/23	Mon 25/09/23	46SS
	Pek. Balok Lintel				
48	(BL) Beton Bertulang K.225 (Site Mix) Uk. 15/15	13 days	Mon 25/09/23	Sun 08/10/23	46FS+2 days
	Pek. Balok Utama				
49	(B5) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 15/30 cm	7 days	Wed 13/09/23	Wed 20/09/23	46SS
	Pek. Balok Utama				
50	(B6) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 15/40 cm	7 days	Wed 13/09/23	Wed 20/09/23	49SS
51	TANGGA	6 days	Sat 23/09/23	Fri 29/09/23	
	Pek. Tangga Beton				
52	Bertulang K.225 (Site Mix)	6 days	Sat 23/09/23	Fri 29/09/23	50FS+3 days
	Pek. Pondasi Tiang				
53	TIANG PANCANG	16 days	Thu 27/07/23	Sat 12/08/23	
	Pek. Pondasi Tiang				
54	Pancang Mini Pile Type P.3.2	16 days	Thu 27/07/23	Sat 12/08/23	11FS+1 day
55	LANTAI DUA	72 days	Mon 25/09/23	Thu 07/12/23	
	Pek. Plat Lantai				
56	PLAT LANTAI	43 days	Thu 28/09/23	Sat 11/11/23	
	Beton Bertulang K.250 (Ready Mix) Tebal (T) = 12 cm	16 days	Mon 02/10/23	Wed 18/10/23	52FS+3 days
	Pek. Plat Lantai Dak				
57	Beton Bertulang K.250 (Ready Mix) Tebal (T) = 12 cm	12 days	Thu 28/09/23	Tue 10/10/23	48SS+3 days
	Pek. Plat Topi-topi				
58	Beton Bertulang K.225 (Site Mix) Tebal (T) = 10 cm	15 days	Fri 27/10/23	Sat 11/11/23	57FS+8 days
59	KOLOM	29 days	Fri 20/10/23	Sat 18/11/23	
	Pek. Kolom Utama				
60	(K1a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 45/45 cm	13 days	Fri 20/10/23	Thu 02/11/23	57FS+1 day
	Pek. Kolom Utama				
61	(K2a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 40/40 cm	11 days	Sat 21/10/23	Wed 01/11/23	61SS+1 day
	Pek. Kolom Utama				
62	(K4a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 15/30 cm	9 days	Sun 22/10/23	Tue 31/10/23	62SS+1 day
	Pek. Kolom Utama				
63	(K6) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 20/20cm	10 days	Tue 07/11/23	Fri 17/11/23	63FS+7 days
	Pek. Kolom Praktis				
64	(KP) Beton Bertulang K.225 (Site Mix) Uk. 15/15 cm	11 days	Tue 07/11/23	Sat 18/11/23	64SS
65	BALOK	72 days	Mon 25/09/23	Thu 07/12/23	
	Pek. Balok Lintel				
66	(BL) Beton Bertulang K.225 (Site Mix) Uk. 15/15	12 days	Sat 25/11/23	Thu 07/12/23	65FS+7 days
	Pek. Ring Balk (RB)				
67	Beton Bertulang K.225 (Site Mix) Uk. 20/30 cm	12 days	Sun 12/11/23	Fri 24/11/23	65SS+5 days

	Pek. Ring Balk				
68	(RB2) Beton Bertulang K.225 (Site Mix) Uk. 15/20 cm	12 days	Mon 25/09/23	Sat 07/10/23	48SS
	Pek. Balok Utama				
69	(B1a) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 25/80 cm	18 days	Mon 30/10/23	Fri 17/11/23	59SS+3 days
	Pek. Balok Utama				
70	(B3a) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 25/50 cm	18 days	Mon 30/10/23	Fri 17/11/23	70SS

4.3 Identifikasi Jalur Kritis

Setelah diketahui hubungan antar masing-masing aktivitas, predecessor, serta durasi dari masing-masing pekerjaan, selanjutnya adalah mengidentifikasi lintasan kritis (*critical path*) pada susunan jaringan kerja. Maka akan terlihat pada *Gantt Chart* atau *Network Diagram* tersebut jalur kritis pekerjaan yang berwarna merah atau kritis. Untuk lebih lengkapnya bisa dilihat pada Tabel 4.2 dibawah ini adalah aktivitas yang termasuk lintasan kritis hasil dari identifikasi jalur kritis pada *Network Diagram* menggunakan *Miscrosoft Project 2013* :

Tabel 4.2 Aktivitas Lintasan Kritis

NO	URAIAN PEKERJAAN	SAT.	VOL.	DURASI NORMAL (HARI)
	LANTAI SATU			
1	Pek. Kolom Utama (K1a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 45/45 cm	M3	37,18	14
2	Pek. Kolom Utama (K2a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 40/40 cm	M3	21,31	12
3	Pek. Kolom Utama (K3a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 45/55 cm	M3	3,56	12
4	Pek. Balok Utama (B1a) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 25/80 cm	M3	6,90	7
5	Pek. Balok Utama (B2a) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 35/50 cm	M3	8,12	12
6	Pek. Balok Utama (B3a) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 25/50 cm	M3	45,28	15
7	Pek. Balok Utama (B4) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 20/40 cm	M3	10,89	10
8	Pek. Balok Utama (B5) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 15/30 cm	M3	1,89	7
9	Pek. Balok Utama (B6) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 15/40 cm	M3	2,83	7
	LANTAI DUA			
10	Pek. Plat Lantai Beton Bertulang K.250 (Ready Mix) Tebal (T) = 12 cm	M3	55,12	16
11	Pek. Kolom Utama (K1a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 45/45 cm	M3	42,53	13
12	Pek. Kolom Utama (K2a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 40/40 cm	M3	17,66	11
13	Pek. Kolom Utama (K4a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 15/30 cm	M3	4,19	9

4.4 Perhitungan *Crashing*

Untuk mempercepat penyelesaian pekerjaan proyek, maka dilakukan percepatan durasi pekerjaan pada kegiatan-kegiatan yang berada pada jalur kritis. Pada peneliti ini dilakukan percepatan durasi

proyek dengan memakai alternatif penambahan 2 jam kerja (lembur).

1. Perhitungan *Crash Duration*

Perhitungan waktu proyek dilakukan dengan memperhitungkan produktivitas per hari yang kemudian didapat *crash duration*. Berikut adalah contoh perhitungan percepatan durasi dengan 2 jam lembur:

Pek. Kolom Utama (K1a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 45/45 cm

- Produktivitas Harian Normal
= Volume Pekerjaan / Durasi Pekerjaan
= 37,18 / 14
= 2,66 M3/Hari
- Produktivitas Per Jam Normal

$$= \text{Produktivitas Harian} / \text{Jam Kerja Per Hari} \\ = 2,66 / 8 \\ = 0,33 \text{ M3/Jam}$$

- Produktivitas Jam Lembur
= Produktivitas Per Jam x 2 x 0,8
= 0,33 x 2 x 0,8
= 0,53 M3/Jam
- Produktivitas Harian sesudah *Crash*
= Produktivitas Harian Normal + Produktivitas Jam Lembur
= 2,66 + 0,53
= 3,19 M3/Hari
- Crash Duration*
= Volume / Produktivitas Harian Sesudah *Crash*
= 37,18 / 3,19
= 12 Hari

Tabel 4.3 Perhitungan Produktivitas dan *Crash Duration* 2 Jam Kerja Lembur

No	Uraian Pekerjaan	Vol.	Durasi Normal (Hari)	Produktivitas Harian Normal	Produktivitas Normal Per Jam	Produktivitas Jam Lembur	Produktivitas Harian sesudah <i>Crash</i>	<i>Crash Duration</i>
a	b	c	d	f=c/d	g=f/8	h=gx2x0.8	i=f+h	j=c/i
1	LANTAI SATU							
1	Pek. Kolom Utama (K1a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 45/45 cm	37,18	14	2,66	0,33	0,53	3,19	12
2	Pek. Kolom Utama (K2a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 40/40 cm	21,31	12	1,78	0,22	0,36	2,13	10
3	Pek. Kolom Utama (K3a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 45/55 cm	3,56	12	0,30	0,04	0,06	0,36	10
4	Pek. Balok Utama (B1a) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 25/80 cm	6,90	7	0,99	0,12	0,20	1,18	6
5	Pek. Balok Utama (B2a) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 35/50 cm	8,12	12	0,68	0,08	0,14	0,81	10
6	Pek. Balok Utama (B3a) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 25/50 cm	45,28	15	3,02	0,38	0,60	3,62	13
7	Pek. Balok Utama (B4) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 20/40 cm	10,89	10	1,09	0,14	0,22	1,31	8
8	Pek. Balok Utama (B5) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 15/30 cm	1,89	7	0,27	0,03	0,05	0,32	6
9	Pek. Balok Utama (B6) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 15/40 cm	2,83	7	0,40	0,05	0,08	0,48	6
10	LANTAI DUA							
10	Pek. Plat Lantai Beton Bertulang K.250 (Ready Mix) Tebal (T) = 12 cm	55,12	16	3,45	0,43	0,69	4,13	13
11	Pek. Kolom Utama (K1a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 45/45 cm	42,53	13	3,27	0,41	0,65	3,93	11
12	Pek. Kolom Utama (K2a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 40/40 cm	17,66	11	1,61	0,20	0,32	1,93	9
13	Pek. Kolom Utama (K4a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 15/30 cm	4,19	9	0,47	0,06	0,09	0,56	8

2. Perhitungan *Crash Cost*

Crash cost adalah jumlah biaya langsung untuk menyelesaikan suatu pekerjaan setelah dilakukannya percepatan. Setelah dilakukan perhitungan produktivitas selanjutnya memperhitungkan biaya berdasarkan percepatan. Pada perhitungan ini diambil sesuai dengan Undang-undang No. 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan pasal 78 ayat (2), (4), pasal 85 dan lebih lengkapnya diatur dalam KEP.102/MEN/VI/2004 bahwa :

- Untuk kerja lembur pertama harus dibayar sebesar 1,5x upah pekerja sejam normal.
- Untuk setiap jam lembur selanjutnya, harus dibayar sebesar 2x upah kerja sejam normal.

Berikut adalah contoh perhitungan *Crash Cost* dengan penambahan 2 jam lembur:

Pek. Kolom Utama (K1a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 45/45 cm.

Crash Duration = 12 hari

Upah Pekerja = 973.181.07

- Cost Normal Per Hari*
= Produktivitas harian x upah pekerja
= 2,66 x 973.181.07
= 2.584.421,36
- Cost Normal Per Jam*
= Produktivitas per jam x upah pekerja
= 0,33 x 973.181.07
= 323.052,67
- Cost Kerja Lembur*
= (1,5 x upah per jam) + 2 x (2 x upah per jam)
= (1,5 x 323.052,67) + 2 x (2 x 323.052,67)
= 1.776.789,69
- Crash Cost Per Hari*
= (8 x Produktivitas harian) + (2 x *cost* lembur)
= (8 x 2,66) + (2 x 323.052,67)
= 646.126,59
- Crash Cost Total*
= *Crash cost* + *Normal Cost*
= 646.126,59 + 13.624.535,00
= 14.270.661,59

Tabel 4.4 Perhitungan Crash Cost 2 Jam Lembur

No	Uraian Pekerjaan	Harga Upah	Cost Normal Per Hari	Cost Normal Per Jam	Cost Kerja Lembur (Hari)	Normal Cost (Rp)	Crash Cost Per Hari	Crash Cost Total
a	b	c	d	e	$f=(1,5^e)+2^*(2 * e)$	g	h	i=g+h
LANTAI SATU								
1	Pek. Kolom Utama (K1a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 45/45 cm	973.181,07	2.584.421,36	323.052,67	1.776.789,69	13.624.535,00	646.126,59	14.270.661,59
2	Pek. Kolom Utama (K2a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 40/40 cm	828.040,00	1.470.599,04	183.824,88	1.011.036,84	9.936.480,00	367.663,97	10.304.143,97
3	Pek. Kolom Utama (K3a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 45/55 cm	635.000,00	188.595,00	23.574,38	129.659,06	7.620.000,00	47.151,13	7.667.151,13
4	Pek. Balok Utama (B1a) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 25/80 cm	697.642,86	687.676,53	85.959,57	472.777,61	4.883.500,00	171.927,02	5.055.427,02
5	Pek. Balok Utama (B2a) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 35/50 cm	646.650,00	437.566,50	54.695,81	300.826,97	7.759.800,00	109.397,04	7.869.197,04
6	Pek. Balok Utama (B3a) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 25/50 cm	1.359.646,94	4.103.867,67	512.983,46	2.821.409,03	20.394.704,06	1.025.991,06	21.420.695,13
7	Pek. Balok Utama (B4) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 20/40 cm	714.652,00	778.113,10	97.264,14	534.952,75	7.146.520,00	194.536,98	7.341.056,98
8	Pek. Balok Utama (B5) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 15/30 cm	635.000,00	171.458,16	21.432,27	117.877,49	4.445.000,00	42.866,70	4.487.866,70
9	Pek. Balok Utama (B6) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 15/40 cm	635.000,00	256.304,14	32.038,02	176.209,10	4.445.000,00	64.079,26	4.509.079,26
LANTAI DUA								
10	Pek. Plat Lantai Beton Bertulang K.250 (Ready Mix) Tebal (T) = 12 cm	671.739,25	2.314.322,41	289.290,30	1.591.096,66	10.747.828,00	578.608,17	11.326.436,17
11	Pek. Kolom Utama (K1a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 45/45 cm	1.083.162,65	3.543.191,68	442.898,96	2.435.944,28	14.081.114,50	885.824,09	14.966.938,59
12	Pek. Kolom Utama (K2a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 40/40 cm	799.900,00	1.284.493,96	160.561,75	883.089,60	8.798.900,00	321.136,34	9.120.036,34
13	Pek. Kolom Utama (K4a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 15/30 cm	635.000,00	295.910,00	36.988,75	203.438,13	5.715.000,00	73.981,23	5.788.981,23

3. Perhitungan Cost Slope

Cost slope adalah penambahan biaya langsung dalam mempercepat suatu aktivitas per satuan waktu. Dalam melakukan suatu percepatan durasi, maka akan terjadi penambahan biaya akibat percepatan durasi tersebut. Dimana besarnya nilai *slope* tergantung dari hasil *crash duration* serta *crash cost* yang sebelumnya sudah didapatkan.

Pek. Kolom Utama (K1a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 45/45 cm

$$\begin{aligned}
 \text{Cost Slope} &= (\text{Crash Cost} - \text{Normal Cost}) / (\text{Normal Duration} - \text{Crash Duration}) \\
 &= (14.270.661,59 - 13.624.535,00) / (14 - 12) \\
 &= \text{Rp. } 276.911,39
 \end{aligned}$$

Tabel 4.5 Perhitungan Cost Slope

No	Uraian Pekerjaan	Durasi Normal	Crash Duration	Normal Cost (Rp)	Crash Cost	Cost Slope
a	b	c	d	e	f	g=(f-e)/(c-d)
LANTAI SATU						
1	Pek. Kolom Utama (K1a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 45/45 cm	14	12	13.624.535,00	14.270.661,59	276.911,39
2	Pek. Kolom Utama (K2a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 40/40 cm	12	10	9.936.480,00	10.304.143,97	183.831,98
3	Pek. Kolom Utama (K3a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 45/55 cm	12	10	7.620.000,00	7.667.151,13	23.575,56
4	Pek. Balok Utama (B1a) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 25/80 cm	7	6	4.883.500,00	5.055.427,02	147.366,02
5	Pek. Balok Utama (B2a) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 35/50 cm	12	10	7.759.800,00	7.869.197,04	54.698,52
6	Pek. Balok Utama (B3a) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 25/50 cm	15	13	20.394.704,06	21.420.695,13	410.396,43
7	Pek. Balok Utama (B4) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 20/40 cm	10	8	7.146.520,00	7.341.056,98	116.722,19
8	Pek. Balok Utama (B5) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 15/30 cm	7	6	4.445.000,00	4.487.866,70	36.742,89
9	Pek. Balok Utama (B6) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 15/40 cm	7	6	4.445.000,00	4.509.079,26	54.925,08

LANTAI DUA

10	Pek. Plat Lantai Beton Bertulang K.250 (Ready Mix) Tebal (T) = 12 cm	16	13	10.747.828,00	11.326.436,17	216.978,06
11	Pek. Kolom Utama (K1a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 45/45 cm	13	11	14.081.114,50	14.966.938,59	408.841,89
12	Pek. Kolom Utama (K2a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 40/40 cm	11	9	8.798.900,00	9.120.036,34	175.165,27
13	Pek. Kolom Utama (K4a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 15/30 cm	9	8	5.715.000,00	5.788.981,23	49.320,82

4.5 Analisis Time Cost Trade Off

Setelah nilai *Cost Slope* didapatkan dari masing-masing kegiatan kritis, maka tahapan selanjutnya adalah penekanan (kompresi) durasi proyek pada setiap kegiatan yang berada pada lintasan kritis yang sudah di percepat dimulai dari nilai *Cost Slope* terendah hingga paling tertinggi.

Tabel 4.6 Urutan kegiatan dengan nilai *Cost Slope* terendah sampai tertinggi

No	Uraian Pekerjaan	Durasi Normal	Crash Duration	Cost Slope
1	Pek. Kolom Utama (K3a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 45/55 cm	12	10	23.575,56
2	Pek. Balok Utama (B5) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 15/30 cm	7	6	36.742,89
3	Pek. Kolom Utama (K4a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 15/30 cm	9	8	49.320,82
4	Pek. Balok Utama (B2a) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 35/50 cm	12	10	54.698,52
5	Pek. Balok Utama (B6) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 15/40 cm	7	6	54.925,08
6	Pek. Balok Utama (B4) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 20/40 cm	10	8	116.722,19
7	Pek. Balok Utama (B1a) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 25/80 cm	7	6	147.366,02
8	Pek. Kolom Utama (K2a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 40/40 cm	11	9	175.165,27
9	Pek. Kolom Utama (K2a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 40/40 cm	12	10	183.831,98

10	Pek. Plat Lantai Beton Bertulang K.250 (Ready Mix) Tebal (T) = 12 cm	16	13	216.978,06
11	Pek. Kolom Utama (K1a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 45/45 cm	14	12	276.911,39
12	Pek. Kolom Utama (K1a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 45/45 cm	13	11	408.841,89
13	Pek. Balok Utama (B3a) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 25/50 cm	15	13	410.396,43

11	Pek. Kolom Utama (K1a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 45/45 cm	14	12	2	131
12	Pek. Kolom Utama (K1a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 45/45 cm	13	11	2	129
13	Pek. Balok Utama (B3a) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 25/50 cm	15	13	2	127

4.6 Percepatan Durasi Optimal

Setelah mendapatkan nilai *crash duration* dari perhitungan analisis diatas, maka tahapan selanjutnya dilakukannya *controlling* kembali dengan cara mengganti durasi normal dengan *durasi crash* pada setiap kegiatan jalur kritis. Analisis ini untuk mengetahui waktu optimal yang didapat setelah penambahan 2 jam kerja lembur.

Tabel 4.7 Total Durasi Proyek setelah crashing 2 Jam Kerja Lembur

No	Uraian Pekerjaan	Durasi Normal	Crash Duration	Total Crash	Total duration
	Pembangunan Gedung Sarana Pemuda Kecamatan Mangunreja Kabupaten Tasikmalaya	150			150
1	Pek. Kolom Utama (K3a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 45/55 cm	12	10	2	148
2	Pek. Balok Utama (B5) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 15/30 cm	7	6	1	147
3	Pek. Kolom Utama (K4a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 15/30 cm	9	8	1	146
4	Pek. Balok Utama (B2a) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 35/50 cm	12	10	2	144
5	Pek. Balok Utama (B6) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 15/40 cm	7	6	1	143
6	Pek. Balok Utama (B4) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 20/40 cm	10	8	2	141
7	Pek. Balok Utama (B1a) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 25/80 cm	7	6	1	140
8	Pek. Kolom Utama (K2a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 40/40 cm	11	9	2	138
9	Pek. Kolom Utama (K2a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 40/40 cm	12	10	2	136
10	Pek. Plat Lantai Beton Bertulang K.250 (Ready Mix) Tebal (T) = 12 cm	16	13	3	133

4.7 Penambahan Biaya

Dalam penelitian ini yang akan dilakukan perhitungan biaya langsung dan biaya tidak langsung.

a. Biaya Langsung

Biaya langsung proyek Pembangunan Gedung Sarana Pemuda Kecamatan Mangunreja Kabupaten Tasikmalaya, merupakan biaya aktual yang terjadi dilapangan yang berkaitan langsung dengan aktivitas proyek yaitu sebesar Rp. 4.864.865.256,92.

a. Biaya Tidak Langsung

Berdasarkan data dari konsultan CV. Abyakta Konsultan, biaya tidak langsung Pembangunan Gedung Sarana Pemuda Kecamatan Mangunreja Kabupaten Tasikmalaya sebesar 2% dari total biaya normal ditambahkan dengan PPN 10%. Sama juga dengan penelitian yang dilakukan oleh (Aspianingrum & Sugiyarto, 2017). Untuk penetapan biaya tidak langsung yaitu 2% dari total biaya langsung ditambah dengan PPN sebesar 10%.

$$\begin{aligned}\text{Biaya Tidak Langsung} &= 2\% \times \text{total biaya langsung} \\ &= 2\% \times 4.864.865.256,92 \\ &= \text{Rp. } 97.297.305,14\end{aligned}$$

Menurut surat perjanjian kontrak, Pajak Pertambahan Nilai (PPN) sebesar 10% untuk pembanguna Gadung Sarana Pemuda Kecamatan Mangunreja Kabupaten Tasikmalaya ditanggung oleh pihak kontraktor pelaksana.

$$\begin{aligned}\text{Pajak Pertambahan Nilai (PPN)} &= 10\% \times \text{total biaya langsung} \\ &= 10\% \times 4.864.865.256,92 \\ &= \text{Rp. } 486.486.525,69\end{aligned}$$

Sehingga total biaya tidak langsung adalah :

$$\begin{aligned}\text{Total Biaya Tidak Langsung} &= \text{BTL} + \text{PPN} \\ &= 97.297.305,14 + 486.486.525,69 \\ &= \text{Rp. } 583.783.830,83\end{aligned}$$

Dari total nilai biaya tidak langsung tersebut dapat diketahui biaya tidak langsung per hari. Dimana besar biaya tidak langsung tersebut akan berkurang jika durasi proyek juga berkurang.

Biaya Tidak Langsung Per Hari (hari) = Rp. 583.783.830,83 / 150 = Rp. 3.891.892,21

Pekerjaan Kolom Utama (K3a) K.300 (Site Mix) Uk. 45/55

- a. Tambahan Biaya = $Cost\ Slope \times Total\ Crash$
= 23.576×2
= Rp. 47.151,13
- b. Biaya Langsung = Biaya Langsung Normal + Tambahan Biaya

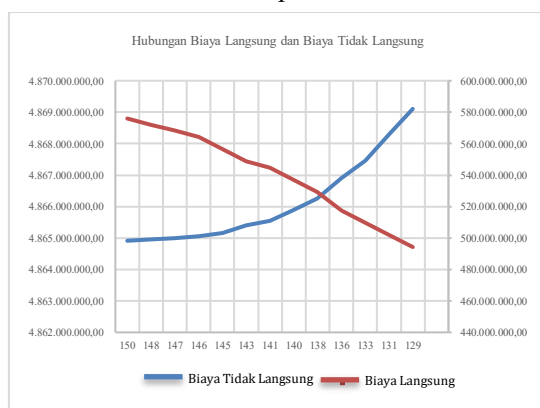
- c. Biaya Tidak Langsung = $(583.783.830,83 / 150) \times 148 + 2$
= Rp. 576.000.046,42
- d. Total Biaya = $4.864.912.408,05 + 576.000.046,42$
= Rp. 5.440.912.454,46

Tabel 4.8 Perhitungan Biaya Langsung dan Tidak Langsung

No	Uraian Pekerjaan	Cost Slope	Durasi Normal	Crash Duration	Total Crash	Total Duration	Tabahan Biaya	Biaya Langsung	Biaya Tidak Langsung	Total Biaya
a	b	c	d	e	f	g	h=c*f	j	k	l
1	Pek. Kolom Utama (K3a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 45/55 cm	23.576	12	10	2	148	47.151,13	4.864.912.408,05	576.000.046,42	5.440.912.454,46
2	Pek. Balok Utama (B5) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 15/30 cm	36.743	7	6	1	147	36.742,89	4.864.949.150,93	572.108.154,21	5.437.057.305,15
3	Pek. Kolom Utama (K4a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 15/30 cm	49.321	9	8	1	146	49.320,82	4.864.998.471,75	568.216.262,01	5.433.214.733,76
4	Pek. Balok Utama (B2a) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 35/50 cm	54.699	12	10	1	145	54.698,52	4.865.053.170,27	564.324.369,80	5.429.377.540,07
5	Pek. Balok Utama (B6) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 15/40 cm	54.925	7	6	2	143	109.850,17	4.865.163.020,44	556.540.585,39	5.421.703.605,83
6	Pek. Balok Utama (B4) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 20/40 cm	116.722	10	8	2	141	233.444,38	4.865.396.464,82	548.756.800,98	5.414.153.265,80
7	Pek. Balok Utama (B1a) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 25/80 cm	147.366	7	6	1	140	147.366,02	4.865.543.830,84	544.864.908,77	5.410.408.739,61
8	Pek. Kolom Utama (K2a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 40/40 cm	175.165	11	9	2	138	350.330,55	4.865.894.161,39	537.081.124,36	5.402.975.285,75
9	Pek. Kolom Utama (K2a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 40/40 cm	183.832	12	10	2	136	367.663,97	4.866.261.825,35	529.297.339,95	5.395.559.165,31
10	Pek. Plat Lantai Beton Bertulang K.250 (Ready Mix) Tebal (T) = 12 cm	216.978	16	13	3	133	650.934,19	4.866.912.759,54	517.621.663,34	5.384.534.422,88
11	Pek. Kolom Utama (K1a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 45/45 cm	276.911	14	12	2	131	553.822,79	4.867.466.582,33	509.837.878,93	5.377.304.461,25
12	Pek. Kolom Utama (K1a) Beton Bertulang K.300 (Site Mix) Uk. 45/45 cm	408.842	13	11	2	129	817.683,77	4.868.284.266,10	502.054.094,51	5.370.338.360,62
13	Pek. Balok Utama (B3a) Beton Bertulang K.250 (Site Mix) Uk. 25/50 cm	410.396	15	13	2	127	820.792,85	4.869.105.058,95	494.270.310,10	5.363.375.369,06



Gambar 4.1 Hubungan Biaya dan Waktu Percepatan



Gambar 4.2 Grafik Hubungan Biaya Langsung dan Biaya Tidak Langsung

4.8 Perhitungan Efisiensi Waktu

Efisiensi waktu merupakan waktu proyek setelah dilakukan percepatan dengan alternatif penambahan 2 jam kerja (lembur). Berdasarkan perhitungan waktu yang optimal diperoleh 127 hari dapat dihitung presentase efisiensi waktu proyek sebagai berikut:

$$150 \text{ hari} - 127 \text{ hari} = 23 \text{ hari kerja}$$

$$\text{Atau, } \frac{23}{150} \times 100\% = 15\%$$

4.9 Perhitungan Efisiensi Biaya

Efisiensi biaya merupakan biaya proyek setelah dilakukan percepatan dengan alternatif penambahan 2 jam kerja (lembur). Berdasarkan perhitungan biaya yang optimum diperoleh Rp. 5.363.375.369,06 dapat dihitung presentase efisiensi waktu proyek sebagai berikut:

$$= 5.448.649.000,00 - 5.363.375.369,06$$

$$= \text{Rp. } 85.273.630,94$$

$$\text{atau, } \frac{85.273.630,94}{5.448.649.000,00} \times 100\% = 1,56\%$$

Berdasarkan analisis efisiensi waktu dan biaya menunjukkan terjadi pengurangan durasi proyek dengan penambahan 2 jam kerja (lembur) sebesar 15% dari durasi normal 150 hari kerja ada pengurangan durasi sebesar 23 hari kerja, maka durasi proyek dapat dipercepat menjadi 127 hari kerja. Dan ada pengurangan biaya sebesar 1,57% atau Rp. 85.273.630,94 dari biaya normal Rp. 5.448.649.000,00 menjadi Rp. 5.363.375.369,06.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

telah melakukan penelitian hasil analisis percepatan waktu dengan penambahan 2 jam kerja (lembur) pada Pembangunan Gedung Sarana Pemuda Kecamatan Mangunreja Kabuputen Tasikmalaya menggunakan metode *Time Cost Trade Off* dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Percepatan waktu optimal yang dibutuhkan pada penyelesaian proyek tersebut akibat penambahan 2 jam kerja (lembur) menggunakan metode *Time Cost Trade Off* menghasilkan durasi optimal 127 hari kerja dari durasi normal 150 hari dengan efisiensi waktu proyek sebesar 15% dari durasi normal.
2. Biaya optimum yang dihasilkan setelah dilakukan percepatan dengan penambahan 2 jam kerja (lembur) dengan metode *Time Cost Trade Off* adalah sebesar Rp. 5.363.375.369,06. ada pengurangan biaya sebesar Rp. 85.273.630,94 atau 1,56% dari biaya normal sebesar Rp. 5.448.649.000,00.

5.2 Saran

1. Untuk percepatan proyek dengan menggunakan penambahan jam kerja (lembur) merupakan salah satu alternatif yang bisa digunakan untuk perusahaan untuk mendapatkan hasil durasi yang dipercepat. Selain dengan menggunakan alternatif penambahan jam kerja (lembur) dapat dicoba dengan alternatif lain misalnya dengan penambahan tenaga kerja, penambahan kapasitas alat berat, menggunakan metode kerja yang lebih efektif, sehingga bisa melakukan pengurangan durasi proyek dengan maksimum dan biaya proyek dengan minimum.
2. Penelitian ini dilakukan pada proyek pembangunan gedung, dengan demikian untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan pada proyek konstruksi yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Aviyani, V., dan Dofir, A., 2021, Analisis Percepatan Menggunakan Metode Time Cost Trade Off Dengan Penambahan Jam kerja dan Tenaga Kerja, (Studi Kasus: Pembangunan PKL Higienis Kementrian PUPR.
- Dimiyati, H, N., 2006, Manajemen Proyek. Bandung: Pustaka Setia.
- Dipohusodo, I. 1995. Manajemen Proyek & Konstruksi Jilid II, Kanisius, Yogyakarta.
- Ervianto, W. I., 2004, Teori Aplikasi Manajemen royek Konstruksi. Yogyakarta: Andi.
- Expertindo, 2018, Pelatihan Software Microsoft Project. Yogyakarta.
- Heizer, dan Render, 2005, Operation Management. Jakarta: Salemba Empat.
- Husein, A., dan Albani., 2018, Analisis Percepatan Proyek Kontruksi Dengan Metode Penambahan Jam Kerja Pada Pembangunan Vila Graha Internal Malang.
- Husen, dan Abrar, 2011, Manajemen Proyek (Perencanaan, Penjadwalan, & Pengendalian Proyek).
- Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia. Nomor Kep.102/MEN/VI/2004. (2004). Waktu Kerja Lembur dan Upah Kerja Lembur.
- Luthann, putri, L. A. dan Syafriandi, 2017, Manajemen Kontruksi dengan Aplikasi Microsoft Project, Untuk Penjadwalan Kerja Proyek Teknik Sipil. Yogyakarta: Andi offset.
- Soeharto, I., 1995, Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional. Jakarta: Erlangga.
- Soeharto, I., 1997, Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional, Jilid I & II. Jakarta: Erlangga.
- Soeharto, I., 1999, Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional), Jilid 1 Konsep, Studi Kelayakan, dan Jaringan Kerja, Jakarta: Erlangga.
- Syaputra, H., Priyo, M., dan Widiarti, A., 2017, Studi Optimasi Waktu dan Biaya Dengan Metode TCTO (Time Cost Trade Off) Pada Proyek Kontruksi (Studi Kasus: Pekerjaan Pembangunan Jalan Baru Lingkar Sumpiu – Kabupaten Cilacap).
- 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 Prodi Teknik Sipil, Muhammadiyah Yogyakarta. Jalan Lingkar Selatan Tamantirto, Kasihan, Bantul, Yogyakarta, 55183.