

BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Umum Proyek

Sebelum melakukan penelitian ini, pada bab sebelumnya telah dijelaskan bahwa untuk mencapai hasil penelitian maka harus melakukan beberapa metode. Untuk itu perlu adanya pengumpulan data yang diperlukan untuk mengetahui hasil dari pembahasan ini. Berikut data umum proyek :

1. Nama Proyek : Hotel Shafira
2. Lokasi Proyek : Jl. Frontage Road Ahmad Yani No.119, Jemur Wonosari, Wonocolo, Surabaya
3. Pemilik Proyek : PT. BPW Shafira Lintas Semesta
4. Konsultan Perencana : PT. Shafira
5. Konsultan Pengawas : PT. Shafira
6. Kontraktor : PT. Tata Bumi Raya
7. Waktu Pelaksanaan : 455 Hari (Februari 2020 s/d Mei 2021)
8. Jenis Kontrak : Kontrak Tahun Jamak 2020 – 2021
9. Nilai Kontrak : Rp 75.565.747.573
10. Waktu Pemeliharaan : 6 (enam) bulan

4.2 Daftar Harga Satuan Barang dan Upah

Tabel 4.1 Harga Satuan Upah

No	Uraian	Kode	Satuan	Harga yang digunakan (Rp)	Harga Satuan (Rp)
1.	Pekerja	(L01)	Jam	24,996.34	174,974.36
2.	Tukang	(L02)	Jam	25,827.27	180,790.86
3.	M a n d o r	(L03)	Jam	30,066.21	210,463.50
4.	Operator	(L04)	Jam	30,066.21	210,463.50
5.	Helper Operator	(L05)	Jam	25,803.30	180,623.08

(Sumber : PT. Tata Bumi Raya, 2021)

Tabel 4.1 Harga Satuan Upah (Lanjutan)

6.	Sopir / Driver	(L06)	Jam	30,066.21	210,463.50
7.	Kernet	(L07)	Jam	25,803.30	180,623.08
8.	Mekanik	(L08)	Jam	28,271.29	197,899.00
9.	Pembantu Mekanik	(L09)	Jam	25,803.30	180,623.08
10.	Kepala Tukang	(L10)	Jam	28,271.29	197,899.00
11.	Tenaga Ahli Muda S1 (Fresh-graduate)	(L11)	Jam	114,523.81	801,666.67
12.	Tenaga Ahli Muda S1 (Expert)	(L12)	Jam	151,666.67	1,061,666.67
13.	Drafter	(L16)	Jam	64,071.43	448,500.00
14.	Software Programmer	(L17)	Jam	75,214.29	526,500.00
15.	Hardware Technician	(L18)	Jam	64,071.43	448,500.00
16.	Facilitator	(L19)	Jam	64,071.43	448,500.00
17.	Senior Assistant Profession Staff	(L20)	Jam	81,714.29	572,000.00
18.	Assistan Staff	(L21)	Jam	77,071.43	539,500.00
19.	Special Technician	(L22)	Jam	75,214.29	526,500.00
20.	Technician	(L23)	Jam	64,071.43	448,500.00
21.	Inspector	(L24)	Jam	64,071.43	448,500.00
22.	Surveyor	(L25)	Jam	57,571.43	403,000.00

(Sumber : PT. Tata Bumi Raya, 2021)

Berikut tabel diatas menyatakan untuk harga satuan upah pada setiap item pekerjaan masing-masing. Harga satuan upah tenaga, merupakan juga upah yang diberikan kepada tenaga kerja konstruksi perharinya atas jasa tenaga yang dilakukan dengan keterampilan.

Untuk ketentuan pada harga satuan upah di tentukan oleh AHSP pada tahun tersebut oleh PT. Tata Bumi Raya sebagai standar harga satuan upah.

Tabel 4.2 Harga Satuan Barang

No	Uraian	Kode	Satuan	Harga Satuan
1	Pasir Pasang (Sedang)	M01b	M3	157,700.00
2	Pasir Beton (Kasar)	M01a	M3	196,300.00
3	Pasir Halus (untuk HRS)	M01c	M3	166,100.00
4	Pasir Urug (ada unsur lempung)	M01d	M3	196,300.00
5	Batu Kali	M02	M3	162,100.00
6	Agregat Pecah Kasar	M03	M3	147,000.00
7	Agg. Halus LP A	M04	M3	140,469.99
8	Lolos screen2 ukuran (0 - 5)	M89b	M3	191,874.64
9	Lolos screen2 ukuran (5 - 9,5)	M89c	M3	169,583.09
10	Lolos screen2 ukuran (9.5 - 19,0)	M89d	M3	151,749.86
11	F i l l e r (non semen) (limestone dust, kapur padam, dolomit, fly ash)	M05	Kg	480,887.98
12	Batu Belah / Kerakal	M06	M3	219,400.00
13	G r a v e l	M07	M3	255,300.00
14	Bahan Tanah Timbunan	M08	M3	20,000.00
15	Bahan Pilihan	M09	M3	25,000.00
16	Aspal	M10	Kg	6,774.19
17	Kerosen / Minyak Tanah	M11	Liter	20,000.00
18	Semen / PC (50kg)	-	Zak	67,000.00
19	Semen / PC (kg)	M12	Kg	1,340.00
20	Besi Beton	M13	Kg	7,000.00
21	Kawat Beton	M14	Kg	25,000.00
22	Kawat Bronjong	M15	Kg	5,500.00
23	S i r t u	M16	M3	125,000.00
24	S i r t u ($4 \leq PI \leq 10$; $LL \leq 35$ %)	-	M3	125,000.00
25	S i r t u ($4 \leq PI \leq 15$; $LL \leq 35$ %)	-	M3	118,000.00
26	Cat Marka (Non Thermoplas)	M17a	Kg	22,500.00
27	Cat Marka (Thermoplastic)	M17b	Kg	27,500.00
29	P a k u	M18	Kg	36,000.00

(Sumber : PT. Tata Bumi Raya, 2021)

Tabel 4.2 Harga Satuan Barang (Lanjutan)

30	Kayu Perancah	M19	M3	1,250,000.00
31	B e n s i n	M20	Liter	7,650.00
32	S o l a r	M21	Liter	9,000.00
33	Minyak Pelumas / Oli	M22	Liter	42,000.00
34	Plastik Filter	M23	M2	15,000.00
35	Pipa Galvanis Dia. 1.6"	M24	Batang	154,000.00
36	Pipa Porus diameter 4"	M25	M'	40,000.00

(Sumber : PT. Tata Bumi Raya, 2021)

Tabel 4.2 dengan maksud banyaknya bahan barang yang dibutuhkan untuk menyelesaikan bagian pekerjaan dalam satu kesatuan pekerjaan, sedangkan biaya material adalah jumlah biaya yang diperlukan untuk pembelian bahan material dilokasi pekerjaan yang ditentukan oleh harga setempat yang mencakup biaya pengangkutan, biaya menaikkan dan menurunkan material, pengepakan, penyimpanan sementara untuk memeriksa kualitas serta asuransi.

4.3 Analisis Data

Di dalam perencanaan suatu proyek di samping variabel waktu dan sumber daya, variabel biaya (*cost*) mempunyai peranan yang sangat penting. Biaya (*cost*) merupakan salah satu aspek penting dalam manajemen, dimana biaya yang timbul harus dikendalikan seminim mungkin. Berikut ini rekapitulasi dari seluruh biaya yang di keluarkan pihak kontraktor untuk rencana anggaran biaya, perolehan data didapat dari pihak kontraktor untuk di analisa oleh penulis :

Tabel 4.3 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

No	URAIAN PEKERJAAN	HARGA (Rp.)
1.	PEKERJAAN PERSIAPAN	203.445.678
2.	PEKERJAAN STRUKTUR	40.993.029.202
3.	PEKERJAAN ARSITEKTUR	20.857.633.427
4.	PEKERJAAN MEKANIKAL & ELEKTRIKAL	12.847.576.995
5.	PEKERJAAN LANDSCAPE	664.062.271
JUMLAH TOTAL		75.565.747.573
PPN 10 %		7.556.574.757

(Sumber : PT. Tata Bumi Raya, 2021)

Identifikasi ini ditinjau mulai minggu ke 8 proyek seharusnya sudah di selesaikan 11,968%, namun pada kenyataannya proyek baru diselesaikan 9,418%, hal ini berarti bahwa proyek mengalami keterlambatan 2,55%. Dari jadwal awal dapat diketahui bahwa pekerjaan struktur selesai sampai minggu ke 32.

Dari rekapitulasi data tersebut yang bernilai Rp. 75. 565.747.573 beserta dengan PPN 10% perlu analisa agar waktu penyelesaian proyek dapat dikurangi sehingga biaya yang di keluarkan dapat ditekan seminim mungkin di peroleh dari rencana anggaran.

4.4 Menyusun Lintasan Kritis

Dari data rekapitulasi rencana anggaran biaya dan time schedule dapat di uraikan dalam lintasan kritis sebagai berikut :

Tabel 4.4 Durasi Pekerjaan

NOMOR KEGIATAN	URAIAN PEKERJAAN	DURASI
A	PEKERJAAN PERSIAPAN	5
B	PEKERJAAN TANAH DAN URUGAN	15
C	PEKERJAAN PONDASI	20
D	PEKERJAAN STRUKTUR	140
E	PEKERJAAN PLAT SALURAN	8
F	PEKERJAAN LANTAI DAN SANITASI	40
G	PEKERJAAN ARSITEKTUR	51
H	PEKERJAAN TANGGA	25
I	PEKERJAAN MEKANIKAL & ELEKTRIKAL	50
J	PEKERJAAN LANDSCAPE	76
K	PEKERJAAN PERAPIHAN	25

(Sumber : PT. Tata Bumi Raya, 2021)

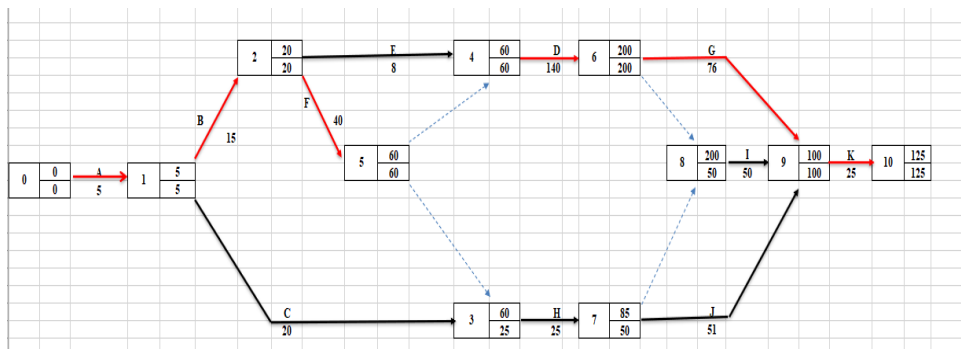
Selanjutnya dilakukan pencatatan kegiatan untuk memudahkan mengidentifikasi pekerjaan-pekerjaan yang akan dilakukan terlebih dahulu dan pekerjaan yang dapat dilakukan setelah suatu kegiatan sudah berakhir.

Tabel 4.5 Pencatatan Kegiatan

NOMOR KEGIATAN	URAIAN PEKERJAAN	DURASI	KEGIATAN PENDAHULUAN (PREDECESSOR)
A	PEKERJAAN PERSIAPAN	5	-
B	PEKERJAAN TANAH DAN URUGAN	15	A
C	PEKERJAAN PONDASI	20	A
D	PEKERJAAN STRUKTUR	140	E,F
E	PEKERJAAN PLAT SALURAN	8	D
F	PEKERJAAN LANTAI DAN SANITASI	40	B
G	PEKERJAAN ARSITEKTUR	51	D
H	PEKERJAAN TANGGA	25	C,F
I	PEKERJAAN MEKANIKAL & ELEKTRIKAL	50	D, H
J	PEKERJAAN LANDSCAPE	76	H
K	PEKERJAAN PERAPIHAN	25	G,I,J

(Sumber : Olahan Peneliti, 2022)

Setelah disusun pencatatan kegiatan dan diketahui pekerjaan-pekerjaan yang akan dilakukan dahulu dan pekerjaan yang dapat dilakukan selanjutnya maka dapat disusun *network diagram* atau *network planning* sebagai berikut.



Gambar 4.1 Diagram Lintasan Kritis

Dengan demikian dari gambar network diagram dan tabel perhitungan dapat dilihat bahwa jalur kritis terdapat pada aktivitas A, B, D, F, G dan K yaitu pekerjaan umum, pekerjaan tanah dan urugan, pekerjaan pemasangan pondasi, pekerjaan struktur beton bertulang, dan pekerjaan penunjang, pada Gambar 4.1 jalur kritis ditunjukkan dengan garis merah tebal.

Tabel 4.6 Jalur Kritis

AKTIFITAS	NODE	DURASI	ES	EF	LS	LF	TF	FF	JALUR KRITIS
A	0-1	5	0	5	0	5	0	0	A
B	1-2	15	5	20	5	20	0	0	B
C	1-3	20	5	25	80	60	75	0	-
D	4-6	140	60	200	60	200	0	0	D
E	2-4	8	8	16	8	16	23	0	-
F	2-5	40	20	60	20	60	0	0	F
G	6-9	51	25	76	25	76	0	0	G
H	3-7	25	25	50	60	85	35	0	-
I	8-9	50	50	100	150	200	100	0	-
J	7-9	76	50	50	50	100	0	0	-
K	9-10	25	100	125	125	150	0	0	K

(Sumber : Olahan Peneliti, 2022)

ES (*early start*) adalah saat awal dimulainya aktivitas, jadi aktivitas A di mulai pada angka 0. Aktifitas B dimulai pada angka 1, aktivitas C diawali dari angka 5, aktivitas D diawali dari angka 60 demikian seterusnya seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.1. Sedangkan EF didapatkan dari ES ditambah dengan durasi pada masing-masing aktivitas.

Setelah didapatkan EF selanjutnya dapat dihitung LS dengan perhitungan mundur atau *backward* dengan menggunakan formula $LS = LF - D$. Dimana LF adalah saat berakhir paling lambat yang diijinkan untuk suatu aktifitas (*latest finish*).

Selanjutnya menghitung *Total Float* (TF) yaitu sejumlah waktu sampai kapan suatu aktivitas dapat diperlambat dengan rumus $TF = LS - ES$ dan terakhir adalah menghitung *Free Float* (FF) yaitu suatu aktivitas bebas dengan rumus $FF = EF - ES - D$. Dengan berakhirnya perhitungan tersebut telah dapat dilihat jalur kritis yaitu jalur yang melewati aktivitas dimana $Total Float = Free Float = 0$.

Berdasarkan penyusunan untuk tiap item pekerjaan yang ada proyek Pembangunan Proyek Hotel Shafira didapatkan 131 item pekerjaan, dengan item pekerjaan yang termasuk didalam jalur kritis kritis.

Pekerjaan Struktur dengan item pekerjaan pekerjaan Cor Beton Kolom K1 60/75 cm dengan mutu kualitas 350 dengan volume 345,23 m³ dan Beton dinding Retaining Wall t = 30 cm, lantai kerja pondasi pilecap t = 7 cm / K-175 / adukan 1 : 2 :3 dan seterusnya dapat dilihat pada tabel perhitungan dibawah. Item pekerjaan tersebut berada pada jalur kritis yang berarti item pekerjaan tersebut mempunyai total float 0, yang berarti juga item pekerjaan tersebut harus diberi perhatian lebih, diprioritaskan dan tidak boleh terlambat dalam proses pelaksanaannya.

Kegiatan yang berada pada jalur kritis ini adalah kegiatan yang nantinya akan dipercepat proses pelaksanaannya, diurutkan dari kegiatan kritis yang mempunyai *cost slope* terendah ke *cost slope* tertinggi.

Tabel 4.7 Kegiatan yang berada di lintasan kritis

Uraian Pekerjaan	Durasi Normal
Cor Beton K-350 Kolom K1 60/75 cm	10
Beton dinding Retaining Wall t = 30 cm	2
Lantai kerja pondasi pilecap t = 7 cm / K-175 / adukan 1 : 2 :3	2
Beton kolom K-1 uk. 60/100 (Lv. - 2.40 s/d Lv. + 0.40)	2
Beton kolom K-2 uk. 60/100 (Lv. - 2.40 s/d Lv. + 0.40)	2
Beton kolom K-3 uk. 60/100 (Lv. - 2.40 s/d Lv. + 0.40)	2
Beton dinding Retaining Wall t = 30 cm	2
Pembesian dinding Retaining wall t = 30 cm, tul. Ø12	2
Beton Balok	2
Beton Plat lantai t = 12 cm	2
Beton Balok	3
Balok	3
Beton kolom	2
Pembesian kolom	3
Kolom	3
Beton Plat lantai t = 12 cm	2
Plat lantai t = 12 cm, tul. M8-150	2
Balok	3
Plat lantai t = 12 cm	2

(Sumber : PT. Tata Bumi Raya, 2021)

Tabel 4.7 Kegiatan yang berada di lintasan kritis (Lanjutan)

Uraian Pekerjaan	Durasi Normal
Beton kolom	2
Pembesian kolom	3
Bekisting Kolom	3
Beton Balok	2
Plat lantai t = 12 cm, tul. M8-150	2
Beton Balok	3
Plat lantai t = 12 cm, tul. M8-150	2
Balok	3
Plat lantai t = 12 cm	2
Beton Balok	2
Plat lantai t = 12 cm, tul. M8-150	2
Beton Balok	3
Plat lantai t = 12 cm, tul. M8-150	2
Bekisting Balok	3
Plat lantai t = 12 cm	2
Beton Balok	2
Plat lantai t = 12 cm, tul. M8-150	2
Beton Balok	3
Plat lantai t = 12 cm, tul. M8-150	2
Balok	3
Plat lantai t = 12 cm	2
Beton Balok	2
Plat lantai t = 12 cm, tul. M8-150	2
Beton Balok	3
Plat lantai t = 12 cm, tul. M8-150	2
Balok	3
Plat lantai t = 12 cm	2
Beton Balok B-1 uk.40/60 cm	2
Beton Plat lantai t = 12 cm	2
Beton Balok B-1 uk.40/60 cm, tul. D22, D16	3
Plat lantai t = 12 cm, tul. M8-150	2
Balok B-1 uk.40/60 cm	3
Plat lantai t = 12 cm	2
Beton Plat lantai t = 12 cm	2
Beton Balok	3
Plat lantai t = 12 cm, tul. M8-150	2
Balok	3
Plat lantai t = 12 cm	2

(Sumber : PT. Tata Bumi Raya, 2021)

Tabel 4.7 Kegiatan yang berada di lintasan kritis (Lanjutan)

Uraian Pekerjaan	Durasi Normal
Beton Balok	2
Beton Plat lantai t = 12 cm	2
Beton Balok	3
Plat lantai t = 12 cm, tul. M8-150	2
Balok	3
Plat lantai t = 12 cm	2
Beton Balok	2
Beton Plat lantai t = 12 cm	2
Beton Balok	2
Plat lantai t = 12 cm, tul. M8-150	2
Balok	2
Plat lantai t = 12 cm	2
Beton kolom	2
Pembesian kolom	2
Kolom	2

(Sumber : PT. Tata Bumi Raya, 2021)

4.5 Analisis Biaya

Biaya yang digunakan di proyek adalah biaya total. Total biaya untuk setiap durasi waktu adalah jumlah biaya langsung dan biaya tidak langsung. Biaya tidak langsung bersifat kontinu selama proyek, sehingga pengurangan durasi proyek berarti pengurangan dalam biaya tidak langsung. Biaya langsung dalam grafik akan meningkat jika durasi proyek, memasukan durasi untuk tiap item pekerjaan, menentukan predecessor untuk masing-masing item pekerjaan. Identifikasi total float dan jalur kritis, menyusun komponen-komponen kegiatan sesuai urutan logika ketergantungan menjadi jaringan kerja dikurangi dari awalnya yang direncanakan.

Dengan informasi dapat dengan cepat menimbang alternatif-alternatif yang mungkin diambil dalam memenuhi deadline waktu yang ditentukan

4.5.1 Biaya Langsung

Biaya langsung merupakan biaya yang secara langsung terlibat dengan proses jalannya pelaksanaan konstruksi dilapangan. Biaya langsung ini didapatkan dilaporan harian konsultan tentang kebutuhan jumlah pekerja dan material tiap item pekerjaan dan kemudian dirangkum didalam analisa teknis pekerjaan proyek Pembangunan Hotel Shafira Surabaya. Kemudian untuk harga upah dan harga material didapatkan dari RAB perencanaan awal proyek. Dalam penelitian ini biaya langsung yang didapatkan merupakan biaya aktual yang terjadi dilapangan yang berkaitan langsung dengan aktivitas proyek yaitu sekitar sebesar Rp 75.565.747.573

4.5.2 Biaya Tidak Langsung

Meskipun tidak langsung berhubungan dengan pelaksanaan proyek dilapangan namun biaya tidak langsung ini harus tetap ada karena memang dibutuhkan. Biaya tidak langsung bergantung pada lamanya durasi proyek. Apabila durasi proyek yang dihasilkan lebih lama maka biaya tidak langsung akan meningkat, sebaliknya apabila durasi proyek yang dihasilkan lebih cepat maka biaya tidak langsung akan berkurang.

Berdasarkan wawancara yang dilakukan dengan konsultan proyek PT. Tata Bumi Raya biaya tidak langsung Pembangunan Hotel Shafira Surabaya sebesar 2% dari total biaya normal ditambah dengan PPN sebesar 10%.

$$\begin{aligned} \text{Biaya tidak langsung} &= 2\% \times \text{total biaya langsung} \\ &= 2\% \times \text{Rp } 75.565.747.573 \\ &= \text{Rp } 1.511.314.951 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya tidak langsung dengan PPN 10\%} &= 10\% \times \text{total biaya langsung} \\ &= 10\% \times \text{Rp } 75.565.747.573 \\ &= \text{Rp } 7.556.574.757 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total biaya tidak langsung} &= \text{Rp } 1.511.314.951 + \text{Rp } 7.556.574.757 \\ &= \text{Rp } 9.067.889.708 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \text{Biaya tidak langsung/hari} &= \text{Rp } 9.067.889.708 : 455 \text{ hari} \\ &= \text{Rp } 19.929.427 \end{aligned}$$

Perkiraan biaya proyek memiliki penekanan yang berbeda untuk masing-masing organisasi peserta proyek. Bagi pemilik, perkiraan biaya akan menjadi salah satu patokan untuk menentukan kelanjutan investasi. Untuk kontraktor, keuntungan finansial yang akan diperoleh tergantung kecakapannya membuat perkiraan biaya. Sedangkan untuk konsultan, perkiraan biaya diajukan kepada pemilik sebagai usulan jumlah biaya terbaik untuk mewujudkan proyek yang diinginkan.

4.6 Alternatif Percepatan

Pada penulisan ini, dengan adanya alternatif percepatan yang digunakan untuk mempercepat penyelesaian proyek tersebut adalah dengan menggunakan penambahan jam kerja (lembur) optimum. Adapun rencana kerja yang akan dilakukan dalam mempercepat durasi sebuah pekerjaan dengan metode lembur adalah sebagai berikut:

1. Dalam perencanaan penambahan jam kerja lembur memakai 8 jam kerja normal dan 1 jam istirahat (07.00-16.00), sedangkan kerja lembur dilakukan setelah waktu kerja normal (16.00 wib).
2. Menurut (Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia. Nomor Kep.102/MEN/VI/2004, 2004) Pasal 3 dan 11 tentang standar upah lembur dan waktu kerja lembur adalah :
 1. Waktu kerja lembur hanya dapat dilakukan paling banyak 3 jam dalam 1 hari dan 14 jam dalam 1 minggu.
 2. Untuk kerja lembur pertama harus dibayar sebesar 1,5 kali upah sejam. Untuk setiap jam kerja lembur berikutnya harus dibayar upah sebesar 2 kali lipat upah satu jam.

Kemudian setelah tahapan pekerjaan dan durasi tiap item pekerjaan selesai, untuk mengetahui data kumulatif progres untuk pekerjaan Hotel Shafira yang telah dirinci sebagai berikut :

Tabel 4.8 Data Kumulatif Progres

No.	Rencana Per Minggu (bobot %)	Rencana Kumulatif (bobot %)	Realisasi Per Minggu (bobot %)	Realisasi Kumulatif (bobot %)	Deviasi Progres (bobot %)
1	0.098	0.098	0.50	0.50	0.489
2	0.51	0.642	5.063	5.533	6.891
3	3.096	3.728	2.452	9.985	6.257
4	3.497	7.125	2.165	12.15	5.025
5	3.779	10.494	3.209	15.359	4.865
6	2.146	12.654	1.409	17.76	4.115
7	2.348	15.001	2.107	18.87	3.874
8	4.699	19.978	4.959	23.83	3.856
9	8.322	28.311	0.41	24.24	-4.067
10	7.359	35.671	2.047	26.29	-9.379
11	3.854	39.514	9.342	35.63	-3.88
12	3.093	42.604	3.697	39.38	-3.274
13	3.576	45.835	4.445	43.34	-2.059
14	3.284	49.119	2.409	46.49	-2.935
15	2.538	51.656	3.275	49.96	-2.197
16	3.818	55.475	6.986	56.99	0.97
17	5.924	61.399	5.802	62.20	0.848
18	4.883	66.282	3.497	68.04	-0.538
19	4.379	70.66	5.684	71.40	0.768
20	3.735	74.395	6.819	79.24	3.852
21	5.499	79.894	8.687	87.93	7.04
22	5.158	85.053	7.181	97.11	9.063
23	5.9	90.953	5.884	100	9.047

(Sumber : PT. Tata Bumi Raya, 2021)

Dari data diatas kita dapat mengetahui progres rencana per minggu, rencana kumulatif, realisasi per minggu, realisasi kumulatif, dan deviasi per minggu. Untuk progres rencana per minggu dan rencana kumulatif didapatkan dari perencanaan awal sebelum proyek itu dimulai

4.7 Analisa Time Cost Trade Off

4.7.1 Perhitungan Crash Duration

Hal ini dapat diperhitungkan berdasarkan alternatif percepatan yang digunakan, yaitu menambah jam kerja (lembur) optimum. Dengan adanya penambahan jam kerja ini mengakibatkan peningkatan produktivitas kerja sehingga waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut menjadi cepat dibandingkan sebelumnya.

Untuk mendapatkan *normal cost* bahan maka pertama-tama kita melihat dulu detail harga satuan pokok kegiatan yang umumnya digunakan dilapangan.

Berikut daftar kegiatan durasi normal yang berada di perhitungan berdasarkan penjadwalan :

Tabel 4.9 Durasi percepat kegiatan pada lintasan kritis

Uraian Pekerjaan	Durasi Normal	Durasi Percepatan
Cor Beton K-350 Kolom K1 60/75 cm	10	7
Beton dinding Retaining Wall t = 30 cm	2	1
Lantai kerja pondasi pilecap t = 7 cm / K-175 / adukan 1 : 2 :3	2	1
Beton kolom K-1 uk. 60/100 (Lv. - 2.40 s/d Lv. + 0.40)	2	1
Beton kolom K-2 uk. 60/100 (Lv. - 2.40 s/d Lv. + 0.40)	2	1
Beton kolom K-3 uk. 60/100 (Lv. - 2.40 s/d Lv. + 0.40)	2	1
Beton dinding Retaining Wall t = 30 cm	2	1
Pembesian dinding Retaining wall t = 30 cm, tul. Ø12	2	1
Beton Balok	2	1
Beton Plat lantai t = 12 cm	2	1
Beton Balok	3	1
Balok	3	2
Beton kolom	2	2
Pembesian kolom	3	1
Kolom	3	2
Beton Plat lantai t = 12 cm	2	1
Plat lantai t = 12 cm, tul. M8-150	2	1
Balok	3	2

(Sumber : Olahan Peneliti, 2022)

Tabel 4.9 Durasi percepat dari kegiatan pada lintasan kritis (Lanjutan)

Uraian Pekerjaan	Durasi Normal	Durasi Percepatan
Beton kolom	2	1
Pembesian kolom	3	2
Bekisting Kolom	3	1
Beton Balok	2	1
Plat lantai t = 12 cm, tul. M8-150	2	1
Beton Balok	3	2
Plat lantai t = 12 cm, tul. M8-150	2	1
Balok	3	2
Plat lantai t = 12 cm	2	1
Beton Balok	2	1
Plat lantai t = 12 cm, tul. M8-150	2	1
Beton Balok	3	1
Plat lantai t = 12 cm, tul. M8-150	2	1
Bekisting Balok	3	2
Plat lantai t = 12 cm	2	1
Plat lantai t = 12 cm, tul. M8-150	2	1
Beton Balok	3	1
Plat lantai t = 12 cm, tul. M8-150	2	1
Balok	3	1
Beton Balok	2	1
Plat lantai t = 12 cm, tul. M8-150	2	1
Beton Balok	3	1
Plat lantai t = 12 cm, tul. M8-150	2	1
Balok	3	2
Plat lantai t = 12 cm	2	1
Beton Balok B-1 uk.40/60 cm	2	1
Beton Plat lantai t = 12 cm	2	1
Beton Balok B-1 uk.40/60 cm, tul. D22, D16	3	2
Plat lantai t = 12 cm, tul. M8-150	2	1
Balok B-1 uk.40/60 cm	3	1
Plat lantai t = 12 cm	2	1
Beton Plat lantai t = 12 cm	2	1
Beton Balok	3	2
Plat lantai t = 12 cm, tul. M8-150	2	1
Balok	3	2
Plat lantai t = 12 cm	2	1

(Sumber : Olahan Peneliti, 2022)

Tabel 4.9 Durasi percepat dari kegiatan pada lintasan kritis (Lanjutan)

Uraian Pekerjaan	Durasi Normal	Durasi Percepatan
Beton Balok	2	1
Beton Plat lantai t = 12 cm	2	1
Beton Balok	3	2
Plat lantai t = 12 cm, tul. M8-150	2	1
Balok	3	2
Plat lantai t = 12 cm	2	1
Beton Balok	2	1
Beton Plat lantai t = 12 cm	2	1
Beton Balok	2	1
Plat lantai t = 12 cm, tul. M8-150	2	1
Balok	3	2
Plat lantai t = 12 cm	2	1
Beton kolom	2	1
Pembesian kolom	2	1
Kolom	2	1

(Sumber : Olahan Peneliti, 2022)

Perhitungan durasi untuk percepatan pekerjaan pada tabel rekapitulasi yang didapat dari durasi normal dapat dijelaskan sebagai berikut :

- a. Waktu kerja normal : 8 jam/hari
- b. Percepatan dengan menggunakan kerja lembur : 3 jam/hari

Perhitungan crash duration untuk 1 item pekerjaan sebagai berikut, misal dengan pekerjaan Cor Beton Kolom K1 60/75 cm dengan kualitas 350 yang berarti beton mampu menahan dengan beban 350 kg:

$$\text{Volume} = 345,23 \text{ m}^3$$

$$\text{Durasi Normal} = 10 \text{ hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Durasi Normal (jam)} &= 10 \times 8 \\ &= 80 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\text{Produktivitas normal (hari)} = \text{Volume}/(\text{Durasi normal (hari)})$$

$$= 345,23 \text{ m}^3 / 10 \text{ hari}$$

$$= 34,523 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\begin{aligned}
\text{Produktivitas normal (jam)} &= \text{Volume}/(\text{Durasi normal (jam)}) \\
&= 345,23 \text{ m}^3/ 80 \text{ jam} \\
&= 4,31 \text{ m}^3/\text{jam} \\
\text{Crash Duration} &= \text{Volume} / (\text{Produktivitas normal (jam)} \times \\
\text{Durasi} &\quad \text{Pekerjaan normal per hari (jam)} + \\
\text{Produktivitas jam} &\quad \text{lembur} \\
&= 345,23 / ((4,31 \times 8) + (4,31 \times 3 \times 0,9)) \\
&= 7 \text{ hari} \\
\text{Crashing} &= 10 \text{ hari} - 7 \text{ hari} \\
&= 3 \text{ hari}
\end{aligned}$$

Berdasarkan contoh perhitungan untuk item pekerjaan Cor Beton Kolom K1 60/75 cm dengan mutu kualitas 350 dengan volume 345,23 m³ dengan durasi normal 10 hari atau sama dengan 80 jam didapatkan produktivitas normal sebesar 34,52 m³/hari atau 4,31 m³/jam. Kemudian dicari *crash duration* dengan perhitungan volume dibagi produktivitas percepatan didapatkan hasil *crash duration* 7 hari. Dengan hasil *crash duration* yang didapatkan kemudian kita dapat mengetahui crashing yaitu dengan cara pengurangan durasi normal dengan *crash duration* yaitu 3 hari untuk item pekerjaan Cor Beton Kolom K1 60/75 cm dengan mutu kualitas 350, begitu juga untuk item pekerjaan yang lain

Kemudian untuk mencari hasil yang optimal dari segi waktu dan biaya proyek dilakukan perbandingan dengan melakukan *crashing* menggunakan durasi minimal untuk tiap item pekerjaan dengan menggunakan data yang sama tetapi diambil durasi crashing yang berbeda yaitu dengan crashing 1 hari. Dengan hasil *crash duration* yang didapatkan kemudian dikurangi dengan durasi crashing minimal untuk item pekerjaan Cor Beton K350 Kolom K1 60/75 cm di dapatkan 9 hari, begitu juga item yang lain.

4.7.2 Perhitungan *Crash Cost*

Crash cost dikeluarkan setelah dilakukan percepatan yang merupakan total biaya langsung untuk menyelesaikan pekerjaan. Dimana biaya ini diperhitungkan dari penjumlahan biaya langsung dan biaya upah lembur total pekerja. Secara otomatis dengan adanya percepatan ini maka nilai biaya langsung untuk tiap item pekerjaan akan lebih besar dibandingkan dengan biaya langsung sebelumnya.

Perhitungan *Crash Cost* dengan rumus persamaan sebagai berikut :

$$\text{Crash duration} = \text{Volume}/(\text{Prod.harian sesudah crash})$$

$$\text{Upah pekerja perhari} = \text{Prod. harian} \times \text{harga per satuan}$$

$$\text{Upah pekerja perjam} = \text{Prod. perjam} \times \text{harga per satuan}$$

$$\text{Crash cost pekerja/hari} = (\text{Jam kerja perhari} \times \text{Normal cost pekerja}) + (n \times \text{Biaya lembur perjam})$$

$$\text{Cost Slope} = (\text{Crash cost}-\text{Normal cost})/(\text{Normal duration}-\text{Crash duration})$$

Berikut daftar upah SDM tiap jam pada pembangunan Hotel Shafira berdasarkan data yang diperoleh dari lapangan :

- Pekerja = 10.800/jam
- Tukang = 12.200/jam
- Mandor = 14.000/jam
- Kepala Tukang = 16.200/jam

Biaya lembur 1 hari selama 3 jam :

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= (10.800 \times 1,5) + (10.800 \times 2 \times 2) \\ &= \text{Rp } 59.400 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang} &= (12.200 \times 1,5) + (12.200 \times 2 \times 2) \\ &= \text{Rp } 67.100 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Mandor} &= (14.000 \times 1,5) + (14.000 \times 2 \times 2) \\ &= \text{Rp } 77.000\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kepala Tukang} &= (16.200 \times 1,5) + (16.200 \times 2 \times 2) \\ &= \text{Rp } 89.100\end{aligned}$$

Maksud rumus tersebut demikian, untuk jam pertama dengan koefisien 1,5 kemudian untuk jam kedua dan ketiga dengan koefisien 2.

Durasi *crashing* maksimal untuk pekerjaan Cor Beton K350 Kolom K1 60/75 cm sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Tambahan waktu lembur} &= 3 \text{ hari} \times 3 \text{ jam} \\ &= 9 \text{ jam}\end{aligned}$$

Upah lembur untuk pekerjaan Cor Beton K350 Kolom K1 60/75 cm dengan jumlah 1 pekerja dengan durasi *crashing* maksimal:

$$\begin{aligned}\text{Pekerja} &= (1 \times (3 \times 3) \times \text{Rp } 59.400) \\ &= \text{Rp } 534.600\end{aligned}$$

$$\text{Total biaya lembur} = \text{Rp } 534.600$$

$$\text{Biaya normal} = \text{Rp } 440.415.089$$

$$\begin{aligned}\text{Biaya Percepatan} &= (\text{Rp } 440.415.089 + \text{Rp } 534.600) \\ &= \text{Rp } 440.949.689\end{aligned}$$

Durasi *crashing* minimal untuk pekerjaan Cor Beton K350 Kolom K1 60/75 cm sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Tambahan waktu lembur} &= 1 \text{ hari} \times 3 \text{ jam} \\ &= 3 \text{ jam}\end{aligned}$$

Upah lembur untuk pekerjaan Cor Beton K350 Kolom K1 60/75 cm dengan jumlah 1 pekerja dengan durasi *crashing* minimal :

$$\begin{aligned}\text{Pekerja} &= (1 \times (3 \times 1) \times \text{Rp } 59.400) \\ &= \text{Rp } 178.200\end{aligned}$$

$$\text{Total biaya lembur} = \text{Rp } 178.200$$

$$\text{Biaya normal} = \text{Rp } 440.415.089$$

$$\begin{aligned}\text{Biaya Percepatan} &= (\text{Rp } 440.415.089 + \text{Rp } 178.200) \\ &= \text{Rp } 440.593.289\end{aligned}$$

4.7.3 Perhitungan *Cost Slope*

Cost slope merupakan pertambahan biaya langsung untuk mempercepat suatu aktivitas per satuan waktu. Pertambahan biaya tersebut berbanding lurus dengan nilai *crash cost*. Semakin besar *crash cost*-nya maka semakin besar nilai *cost slope*-nya dan sebaliknya. Durasi yang direncanakan juga mempengaruhi besarnya nilai biaya percepatan ini.

Berikut perhitungan *cost slope* untuk pekerjaan Cor Kolom K350 Kolom K1 60/75 cm dengan durasi maksimal :

$$\begin{aligned}\text{Cost Slope/hari} &= (\text{Rp } 440.949.689 - \text{Rp } 440.415.089)/(10 - 7) \\ &= \text{Rp } 534.600 / 3 \\ &= \text{Rp } 178.200\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Cost Slope dengan crashing 3 hari} &= \text{Rp } 178.200 \times 3 \\ &= \text{Rp } 534.600\end{aligned}$$

Berikut perhitungan *cost slope* untuk pekerjaan Cor Kolom K350 Kolom K1 60/75 cm dengan durasi minimal :

$$\begin{aligned}\text{Cost Slope/hari} &= (440.593.289 - \text{Rp } 440.415.089)/(10 - 9) \\ &= \text{Rp } 178.200 / 1 \\ &= \text{Rp } 178.200\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Cost Slope dengan crashing 1 hari} &= \text{Rp } 178.200 \times 1 \\ &= \text{Rp } 178.200\end{aligned}$$

Setelah diketahui *cost slope* (penambahan biaya akibat percepatan) perhari maka langkah selanjutnya adalah menghitung *cost slope* (penambahan biaya akibat percepatan) dengan durasi *crashing* yang ada. Berdasarkan perhitungan untuk pekerjaan Cor Kolom K350 Kolom K1 60/75 cm untuk durasi *crashing* 3 hari didapatkan *cost slope* (penambahan biaya akibat percepatan) sebesar Rp 534.600, kemudian untuk durasi

crashing 1 hari didapatkan *cost slope* (penambahan biaya akibat percepatan) sebesar Rp 178.200.

4.7.4 Perhitungan *Time Cost Trade Off Analysis*

Setelah didapatkan nilai *cost slope* (penambahan biaya akibat percepatan) dari masing-masing aktivitas pekerjaan, maka langkah selanjutnya adalah melakukan analisis pertukaran waktu dan biaya dengan metode *Time Cost Trade Off Analysis*.

Analisis ini dilakukan dengan cara melakukan kompresi (penekanan) pada durasi proyek dimulai dari aktivitas yang mempunyai *cost slope* (penambahan biaya akibat percepatan) terendah. Dari tahap-tahap pengkompresian tersebut akan dicari waktu terpendek dari biaya total yang paling minimal. Dalam penelitian ini penekanan kondisi jenuh dicapai dengan total durasi 455 hari untuk durasi *crashing* maksimal. Berikut akan diuraikan proses hitungan tahap kompresi dengan alternatif penambahan jam kerja (lembur) optimum dengan durasi *crashing* maksimal dan durasi *crashing* minimal :

Tahap Normal

Durasi normal	= 455 hari
Biaya langsung	= Rp 75.565.747.573
Biaya tidak langsung total	= (2% biaya langsung + PPN 10% dari total biaya proyek perencanaan)
	= (Rp 1.511.314.951 + Rp7.556.574.757)
	= Rp 9.067.889.708
Total biaya	= Biaya langsung + biaya tidak langsung
	= Rp 75.565.747.573 + Rp 9.067.889.708
	= Rp 84.633.637.281

Tahap kompresi dengan durasi *crashing* maksimal

Crashing pekerjaan Cor Beton K350 Kolom K1 60/75 cm :

Cost slope/hari = Rp 178.200

Durasi normal	= 10 hari
Durasi dipercepat	= 7 hari
Total percepatan	= 3 hari
Total durasi proyek	= 452 hari
Tambahan biaya	= Rp 178.200 x 3 hari = Rp 534.600
Biaya langsung	= Rp 75.565.747.573 + Rp 534.600 = Rp 75.566.282.173
Biaya tidak langsung	= (Rp 9.067.889.708 : 455) x 452 = Rp 9.008.101.424
Total <i>cost</i>	= Rp 75.566.282.173 + Rp 9.008.101.424 = Rp 84.574.383.597

Pada proyek Pembangunan Hotel Shafira Surabaya ini *cost slope* terendah pada pekerjaan Cor Beton K350 Kolom K1 60/75 cm. Kemudian dilakukan tahap mempersingkat waktu yaitu yang berarti pada tahap normal 455 hari kemudian dipersingkat 3 hari menjadi 452 hari dengan perubahan biaya langsung menjadi Rp 75.566.282.173 dan biaya tidak langsung menjadi Rp 9.008.101.424 sehingga didapatkan biaya total sebesar Rp 84.574.383.597.

Tahap kompresi dengan durasi *crashing* minimal

Crashing pekerjaan Cor Beton K350 Kolom K1 60/75 cm :

<i>Cost slope</i> /hari	= Rp 178.200
Durasi normal	= 10 hari
Durasi dipercepat	= 9 hari
Total percepatan	= 1 hari
Total durasi proyek	= 454 hari
Tambahan biaya	= Rp 178.200 x 1 hari = Rp 178.200

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya langsung} &= \text{Rp } 75.565.747.573 + \text{Rp } 178.200 \\
 &= \text{Rp } 75.565.925.773 \\
 \text{Biaya tidak langsung} &= (\text{Rp } 9.067.889.708 : 455) \times 454 \\
 &= \text{Rp } 9.047.960.280 \\
 \text{Total cost} &= \text{Rp } 75.565.925.773 + \text{Rp } 9.047.960.280 \\
 &= \text{Rp } 84.613.886.053
 \end{aligned}$$

Pada proyek Pembangunan UPT Puskesmas Karangpucung ini *cost slope* terendah pada pekerjaan Cor Beton K350 Kolom K1 60/75 cm dengan tahap mempersingkat waktu yaitu yang berarti pada tahap normal 455 hari kemudian dipersingkat 1 hari menjadi 454 hari dengan perubahan biaya langsung menjadi Rp 75.565.925.773 dan biaya tidak langsung menjadi Rp 9.047.960.280 didapatkan biaya total sebesar Rp 84.613.886.053

4.7.5 Efisiensi Waktu dan Biaya Proyek

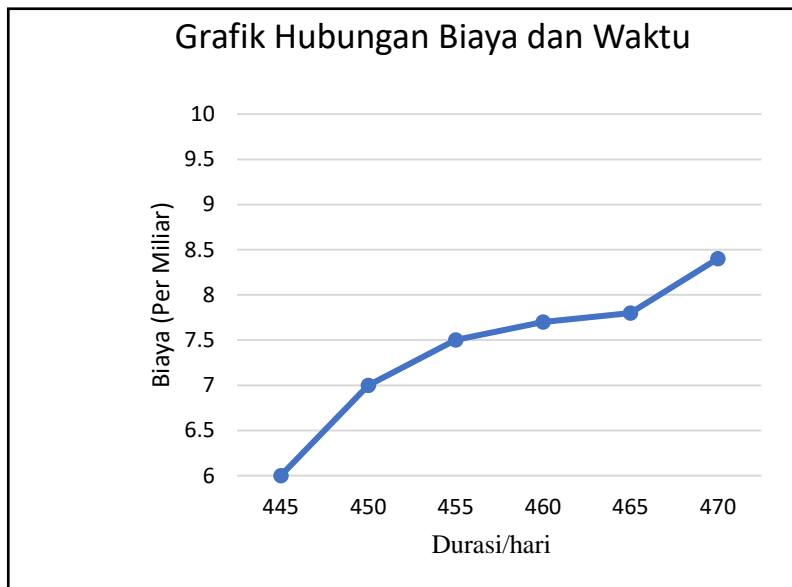
Efisiensi biaya dan waktu proyek merupakan perbandingan antara biaya dan waktu proyek rencana dengan biaya dan waktu proyek setelah dilakukan percepatan dengan alternatif penambahan jam kerja (lembur) optimum yaitu 3 jam. Berdasarkan perhitungan waktu dan biaya optimal dapat dihitung presentase efisiensi waktu dan biaya proyek sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Efisiensi Waktu Proyek} &= ((\text{Durasi Normal} - \text{Durasi Pekerjaan Kritis}) / \\
 &\quad \text{Durasi Normal}) \times 100\% \\
 &= ((455-448)/455) \times 100\% \\
 &= 15,6 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Efisiensi Biaya Proyek} &= ((\text{Biaya Normal} - \text{Biaya Dipercepat Pekerjaan} \\
 &\quad \text{Kritis}) / \text{Biaya Biaya Normal}) \times 100\% \\
 &= ((\text{Rp } 75.566.282.173 - \text{Rp } 84.613.886.053) / \\
 &\quad \text{Rp } 75.566.282.173) \times 100\% \\
 &= 11,9 \%
 \end{aligned}$$

Dengan demikian waktu dan biaya optimal akibat penambahan jam kerja (lembur) optimum didapat pada umur proyek 448 hari kerja dengan total

biaya proyek sebesar Rp 84.613.886.053 dengan efisiensi waktu proyek sebanyak (15,6 %) dan efisiensi biaya proyek sebesar (11,9%). Dengan demikian alternatif percepatan penambahan jam kerja (lembur) optimum dengan durasi *crashing* maksimal yang dipilih cukup efisien untuk diterapkan dalam upaya mempersingkat durasi proyek.



Gambar 4.2 Grafik Hubungan Biaya dan Waktu

(Sumber : Olahan Peneliti,2022)

Berdasarkan grafik diatas dapat kita ketahui ketika percepatan dilakukan biaya langsung bertambah karena berkaitan dengan pekerja yang langsung berhubungan dengan pelaksanaan proyek dilapangan. Pada grafik terkait mengalami kenaikan *progress* yang cukup signifikan.

Hasil data menunjukkan bahwa proyek dalam performa yang baik dilihat rencana estimasi proyek ialah dengan 63 minggu pelaksanaan, percepatan dengan penambahan jam kerja lembur optimum dengan waktu *crashing* maksimal penyelesaian proyek menjadi 448 hari adalah yang paling optimal dengan biaya percepatan Rp 84.613.886.053.