

BAB IV

PEMBAHASAN DAN HASIL PENELITIAN

4.1 Gambaran Umum

Pada bab ini akan diuraikan mengenai studi kasus pada pembangunan proyek A yang dilaksanakan di Desa Cicadas dan Bojongrangkas, Kecamatan Cimpea, Kabupaten Bogor. data yang digunakan pada studi kasus ini berasal dari data aktual proses pembangunan proyek A yang dilakukan.

4.2 Gambaran Umum Proyek A

Proyek A adalah pelaksanaan pembangunan rumah tinggal sebanyak 5 (lima) unit dan 6 (enam) unit di Perumahan Puri Arraya, Desa Cicadas Dan Bojongrangkas, Kecamatan Cimpea, Kabupaten Bogor. Dengan rincian sebagai berikut:

Blok Ia type 28/60 : No (01, 05, 21, 22, 23)

Blok Hh type 28/60 : No (03, 04)

Blok Ja type 28/60 : No (02, 14, 15)

Blok Jc type 28/60 : No (06)

Berdasarkan dengan surat perjanjian kerja (SPK) dengan no 188 dan 189 yang ditetapkan pada tanggal 28 januari 2020 waktu pelaksanaannya dilakukan selama 90 hari.

4.3 Pengumpulan Data

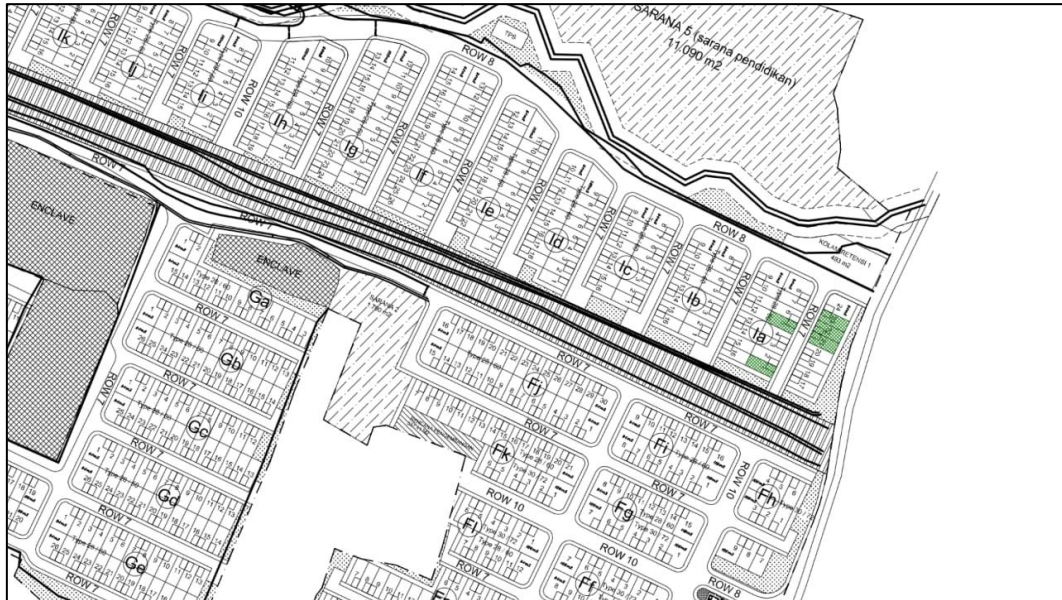
Pengumpulan data yang diperoleh dari PT. XYZ yaitu site plane, penjadwalan proyek, RAB, serta *breakdown* kegiatan dan sub-kegiatan.

4.3.1 Site Plane Proyek A

Berdasarkan dengan surat perjanjian kerja (SPK) dengan no 188 dan 189 maka telah diketahui bahwa terdapat 11 unit rumah yang akan di bangun dengan type yang sama namun dengan no yang berbeda. Berikut plot gambar proyek

perumahan yang akan di bangun berdasarkan dengan surat perjanjian kerja (SPK), sebagai berikut:

(a)



(b)



(sumber : pengambilan data, 2020)

Gambar 4.1 Site Plane Proyek A

(a)

Blok Ia No: 01, 05, 21, 22, 23.

(b)

Blok Hh No : 03, 04.

Blok Ja No: 02, 14, 15.

Blok Jc No: 06.

4.3.2 Penjadwalan Proyek A

Proyek A adalah proyek pembangunan perumahan dengan type 28/60 yang berjumlah 11 unit rumah dan waktu penyelesaian selama 90 hari. Gantt chart proyek A terlampir pada **Lampiran 1**

4.3.3 RAB Proyek A

Rancangan anggaran biaya (RAB) proyek A terlampir terdapat pada **Lampiran 2**. Biaya proyek sudah termasuk pajak dan keuntungan yaitu 15% dari biaya aktual. Hasil rekapitulasi dari RAB berdasarkan pekerjaan yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.1 Rekapitulasi Rancangan Anggaran Biaya Proyek A

No	Pekerjaan	Kode	Biaya
1	Pekerjaan Persiapan	I	Rp2.425.043
2	Pekerjaan Pondasi	II	Rp23.651.318
3	Pekerjaan Dinding	III	Rp61.673.076
4	Pekerjaan Beton	IV	Rp38.914.754
5	Pekerjaan Lantai	V	Rp17.291.338
6	Pekerjaan Atap Baja Ringan	VI	Rp61.199.733
7	Pekerjaan Plafond	VII	Rp13.870.314
8	Pekerjaan Kusen, Pintu, Jendela Dan Kaca	VIII	Rp1.548.996
9	Pekerjaan Penggantung Dan Kunci	IX	Rp2.973.300
10	Pekerjaan Instalasi Air	X	Rp8.973.195
11	Pekerjaan Instalasi Listrik	XI	Rp7.194.825
12	Pekerjaan Carport Dan Deuker	XII	Rp5.047.504
13	Pekerjaan Pengecatan	XIII	Rp15.089.619
TOTAL			Rp259.853.016

(sumber : pengolahan data, 2020)

Selain dari anggaran material yang telah dianggarkan, terdapat pula beberapa pengeluaran yang dianggarkan yang meliputi

1	Material	Rp259.853.016
2	Upah 28 m2 x 300.000	Rp78.540.000
	Subtotal	Rp338.393.016
	Wall Eging	Rp1.402.500
	Koliong	Rp5.049.000
	Pemb. Dueker	Rp1.402.500
	Kusen dan Daun Pintu	
	Pabrikasi	Rp3.730.225
	Pompa Air	Rp1.360.000
	TOTAL	Rp351.337.241

Anggaran untuk kebutuhan material proyek A dengan jumlah 11 unit yaitu sebesar Rp 259.853.016 ditambah dengan upah dan biaya lain-lain maka jumlah keseluruhan dana yang diperlukan yaitu sebesar **Rp 351.337.241** (tiga ratus lima puluh satu juta tiga ratus tiga puluh tujuh ribu dua ratus empat puluh satu rupiah).

4.3.4 Work Breakdown Structure (WBS) Proyek A

Berikut adalah struktur kegiatan dan sub-kegiatan yang dilakukan dalam pengerjaan proyek A, diuraikan sebagai berikut:

Tabel 4.2 Pekerjaan Pembangunan Proyek A

No	Kegiatan	Sub-kegiatan
I	Pekerjaan Persiapan	Pekerjaan bowplank
II	Pekerjaan Pondasi	Lantai kerja pondasi T = 5 cm
		Pondasi setempat 2 bh
		Plat lantai T = 10 cm
III	Pekerjaan Dinding	Pasang dinding batako
		Pasang dinding batako sopi-sopi
		Pasang dinding batas t = 30 cm
		Plesteran dan acian dinding dalam
		Plesteran dan acian dinding luar
		Variasi minimalis
		Ban-banan t = 5 cm
		Penebalan dinding
Pasang dinding keramik		

Tabel 4.2 Pekerjaan Pembangunan Proyek A (Lanjutan)

No	Kegiatan	Sub-kegiatan
IV	Pekerjaan Beton	Kolom praktis 12/12
		Ring balk 10/15
		Ring balk sopi-sopi 10/15
V	Pekerjaan Lantai	Lantai utama
		Lantai teras
		Lantai KM/WC
VI	Pekerjaan Atap Baja Ringan	Rangka atap
		Listplank
		Atap genteng
		Ban-banan genteng
VII	Pekerjaan Plafond	Rangka plafond
		Plafond eternity
		List plafond
VIII	Pekerjaan Kusen, Pintu, Jendela Dan Kaca	Kaca 5 mm
IX	Pekerjaan Penggantung Dan Kunci	Pintu
		Jendela
X	Pekerjaan Instalasi Air	Instalasi air bersih
		Instalasi air kotor
		Bak kntrol
		Septic tank
XI	Pekerjaan Intstalasi Listrik	
XII	Pekerjaan Carport Dan Deuker	Carport
		Deuker
XIII	Pekerjaan Pengecatan	Cat dinding dalam
		Cat dinding luar
		Cat plafond + listplank
		Cat kusen, pintu dan jendela

(sumber : pengambilan data, 2020)

Pekerjaan pembangunan proyek A terdiri dari 13 kegiatan dan 39 sub-kegiatan dalam pengerjaannya. Dari 13 kegiatan tersebut akan dibuat kedalam lintasan jaringan kerja untuk mengetahui jalur kritis.

4.4 Pengolahan Data

Pengolahan data untuk dapat mengetahui network planning Proyek A dan estimasi waktu dan biaya yang optimal dalam pengerjaan Proyek A berdasarkan dari data yang diperoleh diuraikan di bawah ini:

4.4.1. Menentukan *Normal Duration*

Berikut adalah waktu normal yang diperlukan untuk menyelesaikan setiap kegiatan dalam pembangunan proyek A, yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.3 *Normal Duration* Proyek A

No.	Kegiatan	Kode Kegiatan	Durasi (Hari)
1	Pekerjaan Persiapan	I	1
2	Pekerjaan Pondasi	II	10
3	Pekerjaan Beton	III	10
4	Pekerjaan Dinding	IV	20
5	Pekerjaan Lantai	V	7
6	Pekerjaan Atap Baja Ringan	VI	28
7	Pekerjaan Plafond	VII	6
8	Pekerjaan Kusen, Pintu, Jendela Dan Kaca	VIII	13
9	Pekerjaan Penggantung Dan Kunci	IX	2
10	Pekerjaan Instalasi Air	X	5
11	Pekerjaan Instalasi Listrik	XI	3
12	Pekerjaan Carport Dan Deuker	XII	2
13	Pekerjaan Pengecatan	XIII	6

(sumber : pengolahan data, 2020)

Dari masing-masing waktu normal untuk menyelesaikan kegiatan, waktu terlama yaitu terdapat pada kegiatan pekerjaan atap baja ringan dengan durasi 28 hari. Waktu yang paling cepat penyelesaiannya adalah kegiatan pekerjaan persiapan dengan durasi 1 hari.

4.4.2. Menentukan *Normal Cost*

Berikut adalah biaya normal yang dibutuhkan dari masing-masing kegiatan dalam pembangunan proyek A, yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.4 *Normal Cost* Proyek A

No	Pekerjaan	Kode Kegiatan	Biaya
1	Pekerjaan Persiapan	I	Rp 2.425.043
2	Pekerjaan Pondasi	II	Rp 23.651.318
3	Pekerjaan Beton	III	Rp 38.914.754

32

Tabel 4.4 *Normal Cost* Proyek A (Lanjutan)

No	Pekerjaan	Kode Kegiatan	Biaya
4	Pekerjaan Dinding	IV	Rp 61.673.076
5	Pekerjaan Lantai	V	Rp 17.291.338
6	Pekerjaan Atap Baja Ringan	VI	Rp 61.199.733
7	Pekerjaan Plafond	VII	Rp 13.870.314
8	Pekerjaan Kusen, Pintu, Jendela Dan Kaca	VIII	Rp 1.548.996
9	Pekerjaan Penggantung Dan Kunci	IX	Rp 2.973.300
10	Pekerjaan Instalasi Air	X	Rp 8.973.195
11	Pekerjaan Instalasi Listrik	XI	Rp 7.194.825
12	Pekerjaan Carport Dan Deuker	XII	Rp 5.047.504
13	Pekerjaan Pengecatan	XIII	Rp 15.089.619
TOTAL			Rp 259.853.016

(sumber : pengolahan data, 2020)

Dari masing-masing biaya normal, terdapat kegiatan yang membutuhkan biaya paling besar yaitu kegiatan pekerjaan dinding sebesar Rp 61.673.076. sedangkan kegiatan yang membutuhkan biaya paling kecil yaitu kegiatan pekerjaan kusen, pintu, jendela dan kaca yaitu sebesar Rp 1.548.996. total biaya normal material keseluruhan yang dibutuhkan yaitu sebesar Rp 259.853.016.

4.4.3. Menentukan Diagram Jaringan (*Network Diagram*)

Untuk membuat *network*, terlebih dahulu menentukan kegiatan yang mendahului dan didahului oleh suatu kegiatan atau biasa disebut logika ketergantungan. Pada proyek A logika ketergantungan diuraikan sebagai berikut:

Tabel 4.5 Logika Ketergantungan Kegiatan Proyek A

Kode	Kegiatan	Durasi (Hari)	Start	Finish	Kegiatan Sebelumnya
I	PEKERJAAN PERSIAPAN	1	28/01/20	28/01/20	
IA	Pekerjaan Bowplank	1	28/01/20	28/01/20	-
II	PEKERJAAN PONDASI	10	29/01/20	07/02/20	
IIA	Lantai Kerja Pondasi T = 5 cm	4	29/01/20	01/02/20	IA

Tabel 4.5 Logika Ketergantungan Kegiatan Proyek A (Lanjutan)

Kode	Kegiatan	Durasi (Hari)	Start	Finish	Kegiatan Sebelumnya
IIB	Pondasi Setempat 2 bh	3	01/02/20	03/02/20	11A
IIC	Plat Lantai T = 10 cm	4	04/02/20	07/02/20	IIB
III	PEKERJAAN DINDING	20	08/02/20	27/02/20	
IIIA	Pasang Dinding Batako	7	08/02/20	14/02/20	IIC
IIIB	Pasang Dinding Batako Sopi-sopi	6	12/02/20	17/02/20	IIIA
IIIC	Pasang Dinding Batas T = 30 cm	4	10/02/20	13/02/20	IIIA
IIID	Plasteran dan Acian Dinding Dalam	4	18/02/20	21/02/20	IIIB;IIIC
IIIE	Plasteran dan Acian Dinding Luar	4	21/02/20	24/02/20	IIID
IIIF	Variasi Minimalis	4	21/02/20	24/02/20	IIIE
IIIG	Ban-banan T = 5 cm	3	23/02/20	25/02/20	IIIF
IIIH	Penebalan Dinding	7	19/02/20	25/02/20	IIIG
IIII	Pasang Dinding Keramik	6	22/02/20	27/02/20	IIIH
IV	PEKERJAAN BETON	10	28/02/20	08/03/20	
IVA	Kolom Praktis 12/12	5	28/02/20	03/03/20	IIII
IVB	Ring Balk 10/15	3	04/03/20	06/03/20	IIIC
IVC	Ring Balk Sopi-sopi 10/15	2	07/03/20	08/03/20	IIIB;IIIC
V	PEKERJAAN LANTAI	7	09/03/20	15/03/20	
VA	Lantai Utama	5	09/03/20	13/03/20	IIC
VB	Lantai Teras	3	10/03/20	12/03/20	VA
VC	Lantai KM/WC	3	13/03/20	15/03/20	VB
VI	PEKERJAAN ATAP BAJA RINGAN	28	23/02/20	21/03/20	
VIA	Gording	10	23/02/20	03/03/20	IVC
VIB	Rangka Atap	10	04/03/20	13/03/20	VIA
VIC	Listplank	2	14/03/20	15/03/20	VIB
VID	Atap Genteng	4	16/03/20	19/03/20	VIC
VIE	Ban-banan Genteng	2	20/03/20	21/03/20	VID
VII	PEKERJAAN PLAFOND	6	23/03/20	29/03/20	
VIIA	Rangka Plafond	4	23/03/20	27/03/20	VIE
VIIIB	Plafond Eternit	3	24/03/20	27/03/20	VIIA

Tabel 4.5 Logika Ketergantungan Kegiatan Proyek A (Lanjutan)

Kode	Kegiatan	Durasi (Hari)	Start	Finish	Kegiatan Sebelumnya
VIIC	List Plafond	3	27/03/20	29/03/20	VIIB
VIII	PEKERJAAN KUSEN, PINTU, JENDELA, DAN KACA	13	24/03/20	06/04/20	
VIIIA	Kusen Pintu dan Jendela	10	24/03/20	03/04/20	IIIC
VIIIB	Kaca 5 mm	4	03/04/20	06/04/20	VIIIA
IX	PEKERJAAN PENGGANTUNG DAN KUNCI	2	07/04/20	08/04/20	
IXA	Pintu	1	07/04/20	07/04/20	VIIIB
IXB	Jendela	1	08/04/20	08/04/20	IXA
X	PEKERJAAN INSTALASI AIR	5	09/04/20	15/04/20	
XA	Instalasi Air Bersih	3	09/04/20	13/04/20	IXB
XB	Instalasi Air Kotor	2	11/04/20	13/04/20	XA
XC	Bak Kontrol	2	14/04/20	15/04/20	XB
XD	Septic Tank	2	14/04/20	15/04/20	XC
XI	PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK	3	16/04/20	18/04/20	
XIA	Upah dan Material Listrik	3	16/04/20	18/04/20	XD
XII	PEKERJAAN CARPORT DAN DEUKER	2	19/04/20	20/04/20	
XIIA	Carport	1	19/04/20	19/04/20	XIA
XIIB	Deuker	1	20/04/20	20/04/20	XIIA
XIII	PEKERJAAN PENGECATAN	6	21/04/20	26/04/20	
XIIIA	Cat Dinding Dalam	2	21/04/20	22/04/20	IIID
XIIIB	Cat Dinding Luar	2	23/04/20	24/04/20	IIIE;XIIIA
XIIIC	Cat Plafond + Listplank	2	25/04/20	26/04/20	VIC;IX;XII IB
XIIID	Cat Kusen, Pintu dan Jendela	1	26/04/20	26/04/20	VIIIA;XIII C

(sumber : pengolahan data, 2020)

Pada tabel diatas telah diuraikan identifikasi kegiatan dan urutan logika ketergantungan dari setiap kegiatan-kegiatan sebelumnya sehingga dapat diketahui

Network Diagram yang dapat dilihat pada **Lampiran 3**.

4.4.4. Metode *Critical Path Method* (CPM)

Metode CPM ini akan di aplikasikan pada proyek A, dari pembuatan lintasan kerja, menentukan jalur kritis dan melakukan percepatan setiap kegiatan.

4.4.4.1 Perhitungan Maju

Untuk menentukan jalur kritis dapat dilakukan dengan cara mengetahui nilai ES dan LS. Dalam pengidentifikasiannya dapat menggunakan perhitungan maju dengan rumus $EF = ES + \text{Waktu}$. Hasil perhitungannya diuraikan pada table dibawah ini:

Tabel 4.6 Perhitungan ES dan EF

Kode	Kegiatan	Durasi (Hari)	Kegiatan Pendahulu	ES	EF
I	PEKERJAAN PERSIAPAN				
IA	Bowplank	1	-	0	1
II	PEKERJAAN PONDASI				
IIA	Lantai Kerja Pondasi T = 5 cm	4	IA	1	5
IIB	Pondasi Setempat 2 bh	3	IIA	4	7
IIC	Plat Lantai T = 10 cm	4	IIB	7	11
III	PEKERJAAN DINDING				
IIIA	Pasang Dinding Batako	7	IIC	11	18
IIIB	Pasang Dinding Batako Sopi-sopi	6	IIIA	15	21
IIIC	Pasang Dinding Batas T = 30 cm	4	IIIA	13	17
IIID	Plasteran dan Acian Dinding Dalam	4	IIIB,IIC	21	25
IIIE	Plasteran dan Acian Dinding Luar	4	IIID	24	28
IIIF	Variasi Minimalis	4	IIIE	24	28
IIIG	Ban-banan T = 5 cm	3	IIIF	26	29
IIIH	Penebalan Dinding	7	IIIG	22	29
IIII	Pasang Dinding Keramik	6	IIIH	25	31
IV	PEKERJAAN BETON				
IVA	Kolom Praktis 12/12	5	IIII	31	36

Tabel 4.6 Perhitungan ES dan EF (Lanjutan)

Kode	Kegiatan	Durasi (Hari)	Kegiatan Pendahulu	ES	EF
IVB	Ring Balk 10/15	3	IIC	36	39
IVC	Ring Balk Sopi-sopi 10/15	2	IIIB	39	41
V	PEKERJAAN LANTAI				
VA	Lantai Utama	5	IIC	41	46
VB	Lantai Teras	3	VA	41	44
VC	Lantai KM/WC	3	VB	45	48
VI	PEKERJAAN ATAP BAJA RINGAN				
VIA	Gording	10	IVC	26	36
VIB	Rangka Atap	10	VIA	36	46
VIC	Listplank	2	VIB	46	48
VID	Atap Genteng	4	VIC	48	52
VIE	Ban-banan Genteng	2	VID	52	54
VII	PEKERJAAN PLAFOND				
VIIA	Rangka Plafond	4	VIE	55	59
VIIB	Plafond Eternit	3	VIIA	56	59
VIIC	List Plafond	3	VIIB	59	62
VIII	PEKERJAAN KUSEN, PINTU, JENDELA, DAN KACA				
VIIIA	Kusen Pintu dan Jendela	10	IIC	56	66
VIIIB	Kaca 5 mm	4	VIIIA	66	70
IX	PEKERJAAN PENGGANTUNG DAN KUNCI				
IXA	Pintu	1	VIIIB	70	71
IXB	Jendela	1	IXA	71	72
X	PEKERJAAN INSTALASI AIR				
XA	Instalasi Air Bersih	3	IXB	72	75
XB	Instalasi Air Kotor	2	XA	74	76
XC	Bak Kontrol	2	XB	77	79
XD	Septic Tank	2	XC	77	79
XI	PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK				
XIA	Upah dan Material Listrik	3	XD	79	82
XII	PEKERJAAN CARPORT DAN DEUKER				
XIIA	Carport	1	XIA	82	83
XIIB	Deuker	1	XIIA	83	84
XIII	PEKERJAAN PENGECATAN				
XIIIA	Cat Dinding Dalam	2	IIID	84	86
XIIIB	Cat Dinding Luar	2	IIIE, XIIIA	84	86

Tabel 4.6 Perhitungan ES dan EF (Lanjutan)

Kode	Kegiatan	Durasi (Hari)	Kegiatan Pendahulu	ES	EF
XIIIC	Cat Plafond + Listplank	2	VIC,VIIC, XIIIB	88	90
XIIID	Cat Kusen, Pintu dan Jendela	1	VIIIA,XIII C	89	90

(sumber : pengolahan data, 2020)

4.4.4.2 Perhitungan Mundur

Perhitungan mundur dilakukan dengan menentukan waktu LS dan LF, perhitungannya diuraikan pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.7 Perhitungan LS dan LF

Kode	Kegiatan	Durasi (Hari)	Kegiatan Pendahulu	LS	LF
I	PEKERJAAN PERSIAPAN				
IA	Bowplank	1	-	1	0
II	PEKERJAAN PONDASI				
IIA	Lantai Kerja Pondasi T = 5 cm	4	IA	5	1
IIB	Pondasi Setempat 2 bh	3	IIA	7	4
IIC	Plat Lantai T = 10 cm	4	IIB	11	7
III	PEKERJAAN DINDING				
IIIA	Pasang Dinding Batako	7	IIC	18	11
IIIB	Pasang Dinding Batako Sopi-sopi	6	IIIA	21	15
IIIC	Pasang Dinding Batas T = 30 cm	4	IIIA	17	13
IIID	Plasteran dan Acian Dinding Dalam	4	IIIB,IIC	25	21
IIIE	Plasteran dan Acian Dinding Luar	4	IIID	28	24
IIIF	Variasi Minimalis	4	IIIE	79	75
IIIG	Ban-banan T = 5 cm	3	IIIF	81	78
IIIH	Penebalan Dinding	7	IIIG	77	70
IIII	Pasang Dinding Keramik	6	IIIH	80	74
IV	PEKERJAAN BETON				
IVA	Kolom Praktis 12/12	5	IIII	86	81

Tabel 4.7 Perhitungan LS dan LF (Lanjutan)

Kode	Kegiatan	Durasi (Hari)	Kegiatan Pendahulu	LS	LF
IVB	Ring Balk 10/15	3	IIC	88	85
IVC	Ring Balk Sopi-sopi 10/15	2	IIIB	41	39
V	PEKERJAAN LANTAI				
VA	Lantai Utama	5	IIC	84	79
VB	Lantai Teras	3	VA	85	82
VC	Lantai KM/WC	3	VB	88	85
VI	PEKERJAAN ATAPBAJA RINGAN				
VIA	Gording	10	IVC	36	26
VIB	Rangka Atap	10	VIA	46	36
VIC	Listplank	2	VIB	48	46
VID	Atap Genteng	4	VIC	53	49
VIE	Ban-banan Genteng	2	VID	56	54
VII	PEKERJAAN PLAFOND				
VIIA	Rangka Plafond	4	VIE	60	56
VIIB	Plafond Eternit	3	VIIA	60	57
VIIC	List Plafond	3	VIIB	63	60
VIII	PEKERJAAN KUSEN, PINTU, JENDELA, DAN KACA				
VIIIA	Kusen Pintu dan Jendela	10	IIC	66	56
VIIIB	Kaca 5 mm	4	VIIIA	73	69
IX	PEKERJAAN PENGGANTUNG DAN KUNCI				
IXA	Pintu	1	VIIIB	79	78
IXB	Jendela	1	IXA	80	79
X	PEKERJAAN INSTALASI AIR				
XA	Instalasi Air Bersih	3	IXB	81	78
XB	Instalasi Air Kotor	2	XA	82	80
XC	Bak Kontrol	2	XB	84	82
XD	Septic Tank	2	XC	84	82
XI	PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK				
XIA	Upah dan Material Listrik	3	XD	86	83
XII	PEKERJAAN CARPORT DAN DEUKER				
XIIA	Carport	1	XIA	89	88
XIIB	Deuker	1	XIIA	90	89
XIII	PEKERJAAN PENGECATAN				
XIIIA	Cat Dinding Dalam	2	IIID	86	84
XIIIB	Cat Dinding Luar	2	IIIE,XIIIA	88	86

Tabel 4.7 Perhitungan LS dan LF (Lanjutan)

Kode	Kegiatan	Durasi (Hari)	Kegiatan Pendahulu	LS	LF
XIIIC	Cat Plafond + Listplank	2	VIC,VIIC,XIIB	90	88
XIIID	Cat Kusen, Pintu dan Jendela	1	VIIIA,XIIIC	90	89

(sumber : pengolahan data, 2020)

4.4.4.3 Menghitung Kelonggaran Total Float

Dalam menghitung kelonggaran waktu dihitung dengan mencari selisih antara paling lambat dimulainya aktivitas saat dengan paling cepat (LS-ES) atau bisa juga dengan mencari selisih antara saat paling lambat diselesaikan aktivitas dengan paling lambat dimulainya aktivitas (LF-EF). Hasil perhitungan diuraikan pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.8 Perhitungan Total Float

Kode Kegiatan	Durasi (Hari)	ES	EF	LS	LF	TOTAL FLOAT	Keterangan
I							
IA	1	0	1	1	0	0	Kritis
II			0		0	0	
IIA	4	1	5	5	1	0	Kritis
IIB	3	4	7	7	4	0	Kritis
IIC	4	7	11	11	7	0	Kritis
III							
IIIA	7	11	18	18	11	0	Kritis
IIIB	6	15	21	21	15	0	Kritis
IIIC	4	13	17	17	13	0	Kritis
IIID	4	21	25	25	21	0	Kritis
IIIE	4	24	28	28	24	0	Kritis
IIIF	4	24	28	79	75	102	Tidak Kritis
IIIG	3	26	29	81	78	104	Tidak Kritis
IIIH	7	22	29	77	70	96	Tidak Kritis
IIII	6	25	31	80	74	98	Tidak Kritis
IV							
IV A	5	31	36	86	81	100	Tidak Kritis
IV B	3	36	39	88	85	98	Tidak Kritis

Tabel 4.8 Perhitungan Total Float (Lanjutan)

Kode Kegiatan	Durasi (Hari)	ES	EF	LS	LF	TOTAL FLOAT	Keterangan
IVC	2	39	41	41	39	0	Kritis
V							
VA	5	41	46	84	79	76	Tidak Kritis
VB	3	41	44	85	82	82	Tidak Kritis
VC	3	45	48	88	85	80	Tidak Kritis
VI							
VIA	10	26	36	36	26	0	Kritis
VIB	10	36	46	46	36	0	Kritis
VIC	2	46	48	48	46	0	Kritis
VID	4	48	52	53	49	2	Tidak Kritis
VIE	2	52	54	56	54	4	Tidak Kritis
VII							
VIIA	4	55	59	60	56	2	Tidak Kritis
VIIIB	3	56	59	60	57	2	Tidak Kritis
VIIIC	3	59	62	63	60	2	Tidak Kritis
VIII							
VIIIA	10	56	66	66	56	0	Kritis
VIIIB	4	66	70	73	69	6	Tidak Kritis
IX							
IXA	1	70	71	79	78	16	Tidak Kritis
IXB	1	71	72	80	79	16	Tidak Kritis
X							
XA	3	72	75	81	78	12	Tidak Kritis
XB	2	74	76	82	80	12	Tidak Kritis
XC	2	77	79	84	82	10	Tidak Kritis
XD	2	77	79	84	82	10	Tidak Kritis
XI							
XIA	3	79	82	86	83	8	Tidak Kritis
XII							
XIIA	1	82	83	89	88	12	Tidak Kritis
XIIB	1	83	84	90	89	12	Tidak Kritis
XIII							
XIIIA	2	84	86	86	84	0	Kritis
XIIIB	2	84	86	88	86	4	Kritis
XIIIC	2	88	90	90	88	0	Kritis
XIIID	1	89	90	90	89	0	Kritis

(sumber : pengolahan data, 2020)

4.4.5. Metode *Program Evaluation Review Technique* (PERT)

Metode PERT ini akan di aplikasikan pada proyek A, perhitungan yang dilakukan yaitu dengan menghitung *Crash Duration* dan maka akan diketahui nilai probabilitas penyelesaian rancangan proyek A.

4.4.5.1 Perhitungan *Crash Duration*

a. Penambahan 2 Jam Lembur

Untuk perhitungan *crash duration* dengan penambahan jam kerja lembur diasumsikan bahwa kerja normal dalam 1 hari adalah 8 jam dan penambahan kerja lembur selama 2 jam. Untuk produktivitas pekerja jam lembur diasumsikan 80% dari produktivitas jam kerja normal. Hasil perhitungan *crash duration* dengan penambahan 2 jam kerja lembur adalah sebagai berikut:

Tabel 4.9 Perhitungan *Crash Duration* Penambahan 2 Jam Kerja Lembur

kode kegiatan	Durasi (hari)	volume (%)	Prod. /hari (%)	Prod. /jam (%)	Prod. jam lembur (%)	Prod. harian percepatan (%)	durasi percepatan (hari)
IA	1	33,10	33,1000	4,1375	6,6200	39,7200	1
IIA	4	0,03	0,0075	0,0009	0,0015	0,0090	4
IIB	3	0,08	0,0267	0,0033	0,0053	0,0320	3
IIC	4	28,13	7,0325	0,8791	1,4065	8,4390	4
IIIA	7	70,27	10,0386	1,2548	2,0077	12,0463	6
IIIB	6	13,48	2,2467	0,2808	0,4493	2,6960	5
IIIC	4	2,88	0,7200	0,0900	0,1440	0,8640	4
IIID	4	99,48	24,8700	3,1088	4,9740	29,8440	4
IIIE	4	39,96	9,9900	1,2488	1,9980	11,9880	4
IVC	2	0,26	0,1300	0,0163	0,0260	0,1560	2
VIA	10	17,50	1,7500	0,2188	0,3500	2,1000	9
VIB	10	44,63	4,4630	0,5579	0,8926	5,3556	9
VIC	2	14,81	7,4050	0,9256	1,4810	8,8860	2
VIIIA	10	16,27	1,6270	0,2034	0,3254	1,9524	9
XIIIA	2	99,48	49,7400	6,2175	9,9480	59,6880	2
XIIIB	2	39,96	19,9800	2,4975	3,9960	23,9760	2
XIIIC	2	39,19	19,5950	2,4494	3,9190	23,5140	2
XIIID	1	16,27	16,2700	2,0338	3,2540	19,5240	1

(sumber : pengolahan data, 2020)

Contoh perhitungan *crash duration* pada kode kegiatan IA sebagai berikut:

- a. Volume pekerjaan = 33,10%
- b. Durasi normal = 1
- c. Produktivitas/hari = $\frac{a}{b} = \frac{33,10\%}{1} = 33,1000$
- d. Produktivitas/jam = $\frac{c}{8 \text{ jam}} = \frac{33,1000}{8} = 4,1375$
- e. Produktivitas jam lembur = 2 jam \times d \times 80% = 6,6200
- f. Produktivitas harian dipercepat = c + e
= 33,1000 + 6,6200 = 39,7200
- g. Durasi percepatan = $\frac{a}{f} = \frac{33,10}{39,72000}$
= 0,8333 \approx 1

Hasil dari *crash duration* dengan alternatif penambahan jam kerja lembur menunjukkan bahwa kegiatan tersebut dapat dipercepat. Pekerjaan menjadi lebih cepat menjadi 85 hari dari waktu normal 90 hari, dengan selisih waktu percepatannya yaitu 5 hari.

hasil perhitungan *crash cost* untuk penambahan 2 jam kerja lembur adalah sebagai berikut:

Tabel 4.10 Perhitungan *Crash Cost* Penambahan 2 Jam Kerja Lembur

Kode Kegiatan	TK	Upah Normal/Hari	Upah Lembur/Hari	Total Upah/Hari	Upah Percepatan	Upah Normal
IA	2	Rp218.167	Rp203.622	Rp421.789	Rp421.789	Rp218.167
IIA	2	Rp218.167	Rp203.622	Rp421.789	Rp1.687.156	Rp872.667
IIB	2	Rp218.167	Rp203.622	Rp421.789	Rp1.265.367	Rp654.500
IIC	2	Rp218.167	Rp203.622	Rp421.789	Rp1.687.156	Rp872.667
IIIA	2	Rp218.167	Rp203.622	Rp421.789	Rp2.530.733	Rp1.527.167
IIIB	2	Rp218.167	Rp203.622	Rp421.789	Rp2.108.944	Rp1.309.000
IIIC	2	Rp218.167	Rp203.622	Rp421.789	Rp1.687.156	Rp872.667
IIID	2	Rp218.167	Rp203.622	Rp421.789	Rp1.687.156	Rp872.667
IIIE	1	Rp109.083	Rp101.811	Rp210.894	Rp843.578	Rp436.333
IVC	2	Rp218.167	Rp203.622	Rp421.789	Rp843.578	Rp436.333
VIA	2	Rp218.167	Rp203.622	Rp421.789	Rp3.796.100	Rp2.181.667
VIB	1	Rp109.083	Rp101.811	Rp210.894	Rp1.898.050	Rp1.090.833
VIC	2	Rp218.167	Rp203.622	Rp421.789	Rp843.578	Rp436.333
VIIIA	2	Rp218.167	Rp203.622	Rp421.789	Rp3.796.100	Rp2.181.667

Tabel 4.10 Perhitungan *Crash Cost* Penambahan 2 Jam Kerja Lembur

Kode Kegiatan	TK	Upah Normal/Hari	Upah Lembur/Hari	Total Upah/Hari	Upah Percepatan	Upah Normal
XIIIA	1	Rp109.083	Rp101.811	Rp210.894	Rp421.789	Rp218.167
XIIIB	1	Rp109.083	Rp101.811	Rp210.894	Rp421.789	Rp218.167
XIIIC	1	Rp109.083	Rp101.811	Rp210.894	Rp421.789	Rp218.167
XIIID	1	Rp109.083	Rp101.811	Rp210.894	Rp210.894	Rp109.083

(sumber : pengolahan data, 2020)

Contoh perhitungan *Crash Cost* pada kode kegiatan IIA diuraikan sebagai berikut:

- a. Upah/hari = Rp 109.083
- b. Upah lembur/hari = Rp 101.811
- c. Upah normal/hari = $a \times TK = Rp\ 109.983 \times 2$
= Rp 218.167
- d. Upah lembur/hari = $a \times TK = Rp\ 101.811 \times 2$
= Rp 203.622
- e. *Cost* upah/hari = $c + d = Rp\ 218.167 + Rp\ 203.622$
= Rp 421.789
- f. *Crash duration* = 4 hari
- g. *Crash cost* = $f \times e = 4 \times Rp\ 421.789$
= Rp 1.678.156
- h. Durasi normal = 4 hari
- i. Normal *cost* = $h \times c = 4 \times Rp\ 218.167$
= Rp 872.667

Pada penambahan 2 jam kerja lembur didapatkan hasil total biaya percepatan yaitu Rp 26.572.700, total biaya normal Rp 14.726.250, dan total *cost slope* Rp 2.369.290.

b. Penambahan 3 Jam Lembur

Untuk perhitungan *crash duration* dengan penambahan jam kerja lembur diasumsikan bahwa kerja normal dalam 1 hari adalah 8 jam dan penambahan kerja lembur selama 3 jam. Untuk produktivitas pekerja jam lembur diasumsikan 80%

dari produktivitas jam kerja normal. Hasil perhitungan *crash duration* dengan penambahan 3 jam kerja lembur adalah sebagai berikut:

Tabel 4.11 Perhitungan *Crash Duration* Penambahan 3 Jam Kerja Lembur

kode kegiatan	Durasi (hari)	volume (%)	Prod. /hari (%)	Prod. /jam (%)	Prod. jam lembur (%)	Prod. harian percepatan (%)	durasi percepatan (hari)
IA	1	33,10	33,1000	4,1375	9,9300	43,0300	1
IIA	4	0,03	0,0075	0,0009	0,0023	0,0098	4
IIB	3	0,08	0,0267	0,0033	0,0080	0,0347	3
IIC	4	28,13	7,0325	0,8791	2,1098	9,1423	4
IIIA	7	70,27	10,0386	1,2548	3,0116	13,0501	6
IIIB	6	13,48	2,2467	0,2808	0,6740	2,9207	5
IIIC	4	2,88	0,7200	0,0900	0,2160	0,9360	4
IIID	4	99,48	24,8700	3,1088	7,4610	32,3310	4
IIIE	4	39,96	9,9900	1,2488	2,9970	12,9870	4
IVC	2	0,26	0,1300	0,0163	0,0390	0,1690	2
VIA	10	17,50	1,7500	0,2188	0,5250	2,2750	8
VIB	10	44,63	4,4630	0,5579	1,3389	5,8019	8
VIC	2	14,81	7,4050	0,9256	2,2215	9,6265	2
VIIIA	10	16,27	1,6270	0,2034	0,4881	2,1151	8
XIIIA	2	99,48	49,7400	6,2175	14,9220	64,6620	2
XIIIB	2	39,96	19,9800	2,4975	5,9940	25,9740	2
XIIIC	2	39,19	19,5950	2,4494	5,8785	25,4735	2
XIIID	1	16,27	16,2700	2,0338	4,8810	21,1510	1

(sumber : pengolahan data, 2020)

Contoh perhitungan *crash duration* pada kegiatan IA sebagai berikut:

- Volume pekerjaan = 33,10%
- Durasi normal = 1
- Produktivitas/hari = $\frac{a}{b} = \frac{33,10\%}{1} = 33,1000$
- Produktivitas/jam = $\frac{c}{8 \text{ jam}} = \frac{33,1000}{8} = 4,1375$
- Produktivitas jam lembur = 3 jam \times d \times 80% = 9.9300
- Produktivitas harian dipercepat = c + e = 33.1000 + 9.9300 = 43.0300
- Durasi percepatan = $\frac{a}{f} = \frac{16,1017}{20,9322} = 0,7692 \approx 1$

Hasil dari *crash duration* dengan alternatif penambahan 3 jam kerja lembur menunjukkan bahwa kegiatan tersebut dapat dipercepat. Pekerjaan menjadi lebih cepat menjadi 82 hari dari waktu normal 90 hari, dengan selisih waktu percepatannya yaitu 8 hari.

Hasil perhitungan *crash cost* untuk penambahan 3 jam kerja lembur adalah sebagai berikut:

Tabel 4.12 Perhitungan *Crash Cost* Penambahan 3 Jam Kerja Lembur

Kode Kegiatan	TK	Upah Normal/Hari	Upah Lembur/Hari	Total Upah/Hari	Upah Percepatan	Upah Normal
IA	2	Rp218.167	Rp319.978	Rp538.144	Rp538.144	Rp218.167
IIA	2	Rp218.167	Rp319.978	Rp538.144	Rp2.152.578	Rp872.667
IIB	2	Rp218.167	Rp319.978	Rp538.144	Rp1.614.433	Rp654.500
IIC	2	Rp218.167	Rp319.978	Rp538.144	Rp2.152.578	Rp872.667
IIIA	2	Rp218.167	Rp319.978	Rp538.144	Rp3.228.867	Rp1.527.167
IIIB	2	Rp218.167	Rp319.978	Rp538.144	Rp2.690.722	Rp1.309.000
IIIC	2	Rp218.167	Rp319.978	Rp538.144	Rp2.152.578	Rp872.667
IIID	2	Rp218.167	Rp319.978	Rp538.144	Rp2.152.578	Rp872.667
IIIE	1	Rp109.083	Rp159.989	Rp269.072	Rp1.076.289	Rp436.333
IVC	2	Rp218.167	Rp319.978	Rp538.144	Rp1.076.289	Rp436.333
VIA	2	Rp218.167	Rp319.978	Rp538.144	Rp4.305.156	Rp2.181.667
VIB	1	Rp109.083	Rp159.989	Rp269.072	Rp2.152.578	Rp1.090.833
VIC	2	Rp218.167	Rp319.978	Rp538.144	Rp1.076.289	Rp436.333
VIIIA	2	Rp218.167	Rp319.978	Rp538.144	Rp4.305.156	Rp2.181.667
XIIIA	1	Rp109.083	Rp159.989	Rp269.072	Rp538.144	Rp218.167
XIIIB	1	Rp109.083	Rp159.989	Rp269.072	Rp538.144	Rp218.167
XIIIC	1	Rp109.083	Rp159.989	Rp269.072	Rp538.144	Rp218.167
XIIID	1	Rp109.083	Rp159.989	Rp269.072	Rp269.072	Rp109.083

(sumber : pengolahan data, 2020)

Contoh perhitungan *Crash Cost* pada kode kegiatan IIA diuraikan sebagai berikut:

- a. Upah/hari = Rp 109.083
- b. Upah lembur/hari = Rp 159.989
- c. Upah normal/hari = $a \times TK = Rp 109.083 \times 2$
= Rp 218.167
- d. Upah lembur/hari = $a \times TK = Rp 159.989 \times 2$
= Rp 319.144

- e. *Cost upah/hari* = $c + d = \text{Rp } 218.167 + \text{Rp } 319.144$
= $\text{Rp } 538.144$
- f. *Crash duration* = 4 hari
- g. *Crash cost* = $f \times e = 8 \times \text{Rp } 538.144$
= $\text{Rp } 2.152.578$
- h. Durasi normal = 4 hari
- i. Normal *cost* = $h \times c = 4 \times \text{Rp } 218.167 = \text{Rp } 872.667$

Pada penambahan 3 jam kerja lembur didapatkan hasil total biaya percepatan yaitu Rp 32.557.739, total biaya normal Rp 14.726.250, dan total *cost slope* Rp 2.228.936.

c. Penambahan 4 Jam Lembur

Untuk perhitungan *crash duration* dengan penambahan jam kerja lembur diasumsikan bahwa kerja normal dalam 1 hari adalah 8 jam dan penambahan kerja lembur selama 4 jam. Untuk produktivitas pekerja jam lembur diasumsikan 80% dari produktivitas jam kerja normal. Hasil perhitungan *crash duration* dengan penambahan 4 jam kerja lembur adalah sebagai berikut:

Tabel 4.13 Perhitungan *Crash Duration* Penambahan 4 Jam Kerja Lembur

kode kegiatan	Durasi (hari)	volume (%)	Prod./hari (%)	Prod./jam (%)	Prod. jam lembur (%)	Prod. harian percepatan (%)	durasi percepatan (hari)
IA	1	33,10	33,1000	4,1375	13,2400	46,3400	1
IIA	4	0,03	0,0075	0,0009	0,0030	0,0105	3
IIB	3	0,08	0,0267	0,0033	0,0107	0,0373	3
IIC	4	28,13	7,0325	0,8791	2,8130	9,8455	3
IIIA	7	70,27	10,0386	1,2548	4,0154	14,0540	5
IIIB	6	13,48	2,2467	0,2808	0,8987	3,1453	5
IIIC	4	2,88	0,7200	0,0900	0,2880	1,0080	3
IIID	4	99,48	24,8700	3,1088	9,9480	34,8180	3
IIIE	4	39,96	9,9900	1,2488	3,9960	13,9860	3
IVC	2	0,26	0,1300	0,0163	0,0520	0,1820	2
VIA	10	17,50	1,7500	0,2188	0,7000	2,4500	8
VIB	10	44,63	4,4630	0,5579	1,7852	6,2482	8
VIC	2	14,81	7,4050	0,9256	2,9620	10,3670	2

Tabel 4.13 Perhitungan *Crash Duration* Penambahan 4 Jam Kerja Lembur (Lanjutan)

kode kegiatan	Durasi (hari)	volume (%)	Prod. /hari (%)	Prod. /jam (%)	Prod. jam lembur (%)	Prod. harian percepatan (%)	durasi percepatan (hari)
VIIIA	10	16,27	1,6270	0,2034	0,6508	2,2778	8
XIIIA	2	99,48	49,7400	6,2175	19,8960	69,6360	2
XIIIB	2	39,96	19,9800	2,4975	7,9920	27,9720	2
XIIIC	2	39,19	19,5950	2,4494	7,8380	27,4330	2
XIIID	1	16,27	16,2700	2,0338	6,5080	22,7780	1

(sumber : pengolahan data, 2020)

Contoh perhitungan *crash duration* pada kode kegiatan IA sebagai berikut:

- Volume pekerjaan = 33,10%
- Durasi normal = 1
- Produktivitas/hari = $\frac{a}{b} = \frac{33,10\%}{1} = 33,1000$
- Produktivitas/jam = $\frac{c}{8 \text{ jam}} = \frac{33,1000}{8} = 4,1375$
- Produktivitas jam lembur = 4 jam \times d \times 80% = 13,2400
- Produktivitas harian dipercepat = c + e = 33,1000 + 13,2400 = 46,3400
- Durasi percepatan = $\frac{a}{f} = \frac{33,10}{46,3400} = 0,7143 \approx 1$

Hasil dari *crash duration* dengan alternatif penambahan jam kerja lembur menunjukkan bahwa kegiatan tersebut dapat dipercepat. Pekerjaan menjadi lebih cepat menjadi 76 hari dari waktu normal 90 hari, dengan selisih waktu percepatannya yaitu 14 hari.

hasil perhitungan *crash cost* untuk penambahan 4 jam kerja lembur adalah sebagai berikut:

Tabel 4.14 Perhitungan *Crash Cost* Penambahan 4 Jam Kerja Lembur

Kode Kegiatan	TK	Upah Normal/Hari	Upah Lembur/Hari	Total Upah/Hari	Upah Percepatan	Upah Normal
IA	2	Rp218.167	Rp447.969	Rp666.136	Rp666.136	Rp218.167
IIA	2	Rp218.167	Rp447.969	Rp666.136	Rp1.998.407	Rp872.667

Tabel 4.14 Perhitungan *Crash Cost* Penambahan 4 Jam Kerja Lembur (Lanjutan)

Kode Kegiatan	TK	Upah Normal/Hari	Upah Lembur/Hari	Total Upah/Hari	Upah Percepatan	Upah Normal
IIB	2	Rp218.167	Rp447.969	Rp666.136	Rp1.998.407	Rp654.500
IIC	2	Rp218.167	Rp447.969	Rp666.136	Rp1.998.407	Rp872.667
IIIA	2	Rp218.167	Rp447.969	Rp666.136	Rp3.330.678	Rp1.527.167
IIIB	2	Rp218.167	Rp447.969	Rp666.136	Rp3.330.678	Rp1.309.000
IIIC	2	Rp218.167	Rp447.969	Rp666.136	Rp1.998.407	Rp872.667
IIID	2	Rp218.167	Rp447.969	Rp666.136	Rp1.998.407	Rp872.667
IIIE	1	Rp109.083	Rp223.984	Rp333.068	Rp999.203	Rp436.333
IVC	2	Rp218.167	Rp447.969	Rp666.136	Rp1.332.271	Rp436.333
VIA	2	Rp218.167	Rp447.969	Rp666.136	Rp5.329.084	Rp2.181.667
VIB	1	Rp109.083	Rp223.984	Rp333.068	Rp2.664.542	Rp1.090.833
VIC	2	Rp218.167	Rp447.969	Rp666.136	Rp1.332.271	Rp436.333
VIIIA	2	Rp218.167	Rp447.969	Rp666.136	Rp5.329.084	Rp2.181.667
XIIIA	1	Rp109.083	Rp223.984	Rp333.068	Rp666.136	Rp218.167
XIIIB	1	Rp109.083	Rp223.984	Rp333.068	Rp666.136	Rp218.167
XIIIC	1	Rp109.083	Rp223.984	Rp333.068	Rp666.136	Rp218.167
XIIID	1	Rp109.083	Rp223.984	Rp333.068	Rp333.068	Rp109.083

(sumber : pengolahan data, 2020)

Contoh perhitungan *Crash Cost* pada kode kegiatan IIA sebagai berikut:

- a. Upah/hari = Rp 109.083
- b. Upah lembur/hari = Rp 223.984
- c. Upah normal/hari = $a \times TK = Rp\ 109.083 \times 2 = Rp\ 218.167$
- d. Upah lembur/hari = $a \times TK = Rp\ 223.984 \times 2$
= Rp 447.969
- e. *Cost* upah/hari = $c + d = Rp\ 218.167 + Rp\ 447.969$
= Rp 666.136
- f. *Crash duration* = 4 hari
- g. *Crash cost* = $f \times e = 4 \times Rp\ 666.136 = Rp\ 1.998.407$
- h. Durasi normal = 3 hari
- i. Normal *cost* = $h \times c = 3 \times Rp\ 218.167 = Rp\ 872.667$

Pada penambahan 4 jam kerja lembur didapatkan hasil total biaya percepatan yaitu Rp 36.637.456, total biaya normal Rp 14.726.250, dan total *cost slope* Rp 1.565.086.

d. Rekapitulasi Penambahan Jam Kerja Lembur

Hasil dari penambahan jam kerja lembur yang dihitung secara manual mendapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4.15 Rekapitulasi dari penambahan jam kerja lembur

Alternatif	Durasi (Hari)	Total Budget Cost
Normal	90	Rp351.337.241
Penambahan 2 Jam Lembur	85	Rp363.183.691
Penambahan 3 Jam Lembur	82	Rp369.168.730
Penambahan 4 Jam Lembur	76	Rp373.248.447

(sumber : pengolahan data, 2020)

Dari analisa percepatan durasi proyek dengan penambahan jam kerja lembur diperoleh hasil dengan penambahan 2 jam kerja lembur selama 85 hari dengan total biaya yang diperlukan yaitu sebesar Rp 363.183.691. hasil dengan penambahan 3 jam kerja lembur selama 82 hari dengan total biaya yang diperlukan yaitu sebesar Rp 369.168.730. dan hasil dengan penambahan 4 jam kerja lembur selama 76 hari dengan total biaya yang diperlukan yaitu sebesar Rp 373.248.447.

Jadi penambahan jam kerja lembur yang paling optimum yaitu pada penambahan 4 jam kerja lembur dengan selisih waktu percepatan 14 hari.

4.4.5.2 Probabilitas Penyelesaian Rencana Proyek A

Probabilitas penyelesaian rancangan proyek A menggunakan metode PERT dengan waktu penyelesaian kegiatan diasumsikan berdistribusi normal. Hasil perhitungan nilai harapan, standar deviasi dan varians untuk semua kegiatan yaitu:

Tabel 4.16 Perhitungan Waktu Yang Diharapkan Dan Varians Rancangan Kegiatan

Kode	Kegiatan	Waktu Optimis (a)	Waktu Normal (m)	Waktu Pesimis (b)	Perkiraan Waktu Aktivitas (te)	Varians (v)
I	PEKERJAAN PERSIAPAN					
IA	Pekerjaan Bowplank	1	1	1	1,0000	0,0000
II	PEKERJAAN PONDASI					

Tabel 4.16 Perhitungan Waktu Yang Diharapkan Dan Varians Rancangan Kegiatan (Lanjutan)

Kode	Kegiatan	Waktu Optimis (a)	Waktu Normal (m)	Waktu Pesimis (b)	Perkiraan Waktu Aktivitas (te)	Varians (v)
IIA	Lantai Kerja Pondasi T = 5 cm	3	4	5	4,0000	0,1111
IIB	Pondasi Setempat 2 bh	4	3	5	3,5000	0,0278
IIC	Plat Lantai T = 10 cm	3	4	5	4,0000	0,1111
III	PEKERJAAN DINDING					
IIIA	Pasang Dinding Batako	6	7	8	7,0000	0,1111
IIIB	Pasang Dinding Batako Sopi-sopi	5	6	7	6,0000	0,1111
IIIC	Pasang Dinding Batas T = 30 cm	3	4	5	4,0000	0,1111
IIID	Plasteran dan Acian Dinding Dalam	3	4	5	4,0000	0,1111
IIIE	Plasteran dan Acian Dinding Luar	3	4	5	4,0000	0,1111
IIIF	Variasi Minimalis	3	4	5	4,0000	0,1111
IIIG	Ban-banan T = 5 cm	2	3	4	3,0000	0,1111
IIIH	Penebalan Dinding	6	7	8	7,0000	0,1111
IIII	Pasang Dinding Keramik	6	6	7	6,1667	0,0278
IV	PEKERJAAN BETON					
IIVA	Kolom Praktis 12/12	4	5	6	5,0000	0,1111
IIVB	Ring Balk 10/15	2	3	4	3,0000	0,1111
IIVC	Ring Balk Sopi-sopi 10/15	1	2	3	2,0000	0,1111
V	PEKERJAAN LANTAI					
IIVA	Lantai Utama	4	5	6	5,0000	0,1111
IIVB	Lantai Teras	2	3	4	3,0000	0,1111
IIVC	Lantai KM/WC	2	3	4	3,0000	0,1111
VI	PEKERJAAN ATAPBAJA RINGAN					

Tabel 4.16 Perhitungan Waktu Yang Diharapkan Dan Varians Rancangan Kegiatan (Lanjutan)

Kode	Kegiatan	Waktu Optimis (a)	Waktu Normal (m)	Waktu Pesimis (b)	Perkiraan Waktu Aktivitas (te)	Varians (v)
VIA	Gording	9	10	11	10,0000	0,1111
VIB	Rangka Atap	9	10	11	10,0000	0,1111
VIC	Listplank	1	2	3	2,0000	0,1111
VID	Atap Genteng	3	4	5	4,0000	0,1111
VIE	Ban-banan Genteng	1	2	4	2,1667	0,2500
VII	PEKERJAAN PLAFOND					
VIIA	Rangka Plafond	3	4	5	4,0000	0,1111
VIIIB	Plafond Eternit	2	3	4	3,0000	0,1111
VIIIC	List Plafond	2	3	4	3,0000	0,1111
VIII	PEKERJAAN KUSEN, PINTU, JENDELA, DAN KACA					
VIIIA	Kusen Pintu dan Jendela	9	10	11	10,0000	0,1111
VIIIB	Kaca 5 mm	3	4	5	4,0000	0,1111
IX	PEKERJAAN PENGGANTUNG DAN KUNCI					
IXA	Pintu	1	1	3	1,3333	0,1111
IXB	Jendela	1	1	3	1,3333	0,1111
X	PEKERJAAN INSTALASI AIR					
XA	Instalasi Air Bersih	2	3	4	3,0000	0,1111
XB	Instalasi Air Kotor	1	2	3	2,0000	0,1111
XC	Bak Kontrol	1	2	3	2,0000	0,1111
XD	Septic Tank	1	2	3	2,0000	0,1111
XI	PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK					
XIA	Upah dan Material Listrik	2	3	4	3,0000	0,1111
XII	PEKERJAAN CARPORT DAN DEUKER					
XIIA	Carport	1	1	2	1,1667	0,0278
XIIB	Deuker	1	1	2	1,1667	0,0278

Tabel 4.16 Perhitungan Waktu Yang Diharapkan Dan Varians Rancangan Kegiatan (Lanjutan)

Kode	Kegiatan	Waktu Optimis (a)	Waktu Normal (m)	Waktu Pesimis (b)	Perkiraan Waktu Aktivitas (te)	Varians (v)
XIII	PEKERJAAN PENGECATAN					
XIIIA	Cat Dinding Dalam	1	2	3	2,0000	0,1111
XIIIB	Cat Dinding Luar	1	2	3	2,0000	0,1111
XIIIC	Cat Plafond + Listplank	1	2	3	2,0000	0,1111
XIIID	Cat Kusen, Pintu dan Jendela	1	1	2	1,1667	0,0278

(sumber : pengolahan data, 2020)

Contoh perhitungan pada kode kegiatan IIB diuraikan sebagai berikut:

- Waktu optimistik (A) = 4 hari
- Waktu paling mungkin (m) = 3 hari
- Waktu pesimistik (B) = 5 hari
- Waktu yang diharapkan (Te) = $\frac{A+4m+B}{6}$
 $= \frac{4+4(3)+5}{6} = 3,5000$
- Varian kegiatan (v) = $\left(\frac{B-A}{6}\right)^2 = \sigma^2 = 0,0278$

Perhitungan probabilitas proyek pembangunan yang menghabiskan waktu yang 90 hari, sedangkan waktu yang di target penyelesaian proyek yaitu 76 hari. Maka nilai z dapat di hitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \sum \text{varian} &= 4,2778 \\ \text{Standart Deviasi} &= \sqrt{\sum \text{varian}} = \sqrt{4,2778} = 2,0683 \\ Z &= \frac{T(d) - TE}{\text{Standart Deviasi}} = \frac{90 - 86,3333}{2,0683} = 1,7728 \approx 1,77 \end{aligned}$$

Berdasarkan grafik kurva normal, dengan nilai z sama dengan 1,77 diperoleh angka probabilitas proyek selesai adalah sebesar 0,9616 sehingga dapat disimpulkan bahwa estimasi tingkat keberhasilan Proyek A sebesar 96,16 %.

4.4.6. Linear Interaktif Discrete Optimizer (LINDO)

4.4.6.1 Menentukan Pemodelan Linear

Berdasarkan *network* diagram dan waktu normal serta *cost slope* maka dapat dibuat model matematis sebagai berikut:

a. Penambahan 2 jam lembur

Fungsi tujuan

$$Z = 203622x_a + 814489x_b + 610867x_c + 814489x_d + 1003567x_e + 799944x_f + 814489x_g + 814489x_h + 407244x_i + 407244x_j + 1614433x_k + 807217x_l + 407244x_m + 1614433x_n + 203622x_o + 203622x_p + 203622x_q + 101811x_r$$

Fungsi batasan

$$x_a + x_b \geq 1$$

$$x_a - x_b + x_c \geq 4$$

$$x_b - x_c + x_d \geq 3$$

$$x_c - x_d + x_e \geq 4$$

$$x_d - x_e + x_f \geq 7$$

$$x_e - x_f + x_g \geq 6$$

$$x_e - x_g + x_h \geq 4$$

$$x_f - x_h + x_i \geq 4$$

$$x_g - x_h + x_j \geq 4$$

$$x_h - x_i + x_k \geq 4$$

$$x_f - x_j + x_l \geq 2$$

$$x_i - x_k + x_m \geq 10$$

$$x_k - x_l + x_n \geq 10$$

$$x_l - x_m + x_o \geq 2$$

$$x_g - x_n + x_p \geq 10$$

$$x_h - x_o + y_o \geq 2$$

$$x_i - x_p + y_p \geq 2$$

$$x_o - x_p + y_p \geq 2$$

$$x_m - x_q + y_q \geq 2$$

$$x_p - x_q + y_q \geq 2$$

$$x_n - x_r + y_r \geq 1$$

$$x_q - x_r + y_r \geq 1$$

$$y_a \leq 0$$

$$y_b \leq 0$$

$$y_c \leq 0$$

$$y_d \leq 0$$

$$y_e \leq 1$$

$$y_f \leq 1$$

$$y_g \leq 0$$

$$y_h \leq 0$$

$$y_i \leq 0$$

$$y_j \leq 0$$

$$y_k \leq 2$$

$$y_l \leq 2$$

$$y_m \leq 0$$

$$y_n \leq 2$$

$$y_o \leq 0$$

$$y_p \leq 0$$

$$yq \leq 0$$

$$yr \leq 0$$

$$xa + xb + xc + xd + xe + xf + xg + xh + xi + xj + xk + xl + xm + xn + xo + xp + xq + xr \geq 85$$

b. Penambahan 3 jam lembur

Fungsi tujuan

$$Z = 319978xa + 1279911xb + 959933xc + 279911xd + 701700xe + 381722xf + 279911xg + 279911xh + 639956xi + 639956xj + 2123489xk + 1061744xl + 639956xm + 2123489xn + 319978xo + 319978xp + 319978xq + 159989xr$$

Fungsi batasan

$$xa + ya \geq 1$$

$$xa - xb + yb \geq 4$$

$$xb - xc + yc \geq 3$$

$$xc - xd + yd \geq 4$$

$$xd - xe + ye \geq 7$$

$$xe - xf + yf \geq 6$$

$$xe - xg + yg \geq 4$$

$$xf - xh + yh \geq 4$$

$$xg - xh + yh \geq 4$$

$$xh - xi + yi \geq 4$$

$$xf - xj + yj \geq 2$$

$$xi - xk + yk \geq 10$$

$$xk - xl + yl \geq 10$$

$$xl - xm + ym \geq 2$$

$$xg-xn+yn \geq 10$$

$$xh-xo+yo \geq 2$$

$$xi-xp+yp \geq 2$$

$$xo-xp+yp \geq 2$$

$$xm-xq+yq \geq 2$$

$$xp-xq+yq \geq 2$$

$$xn-xr+yr \geq 1$$

$$xq-xr+yr \geq 1$$

$$ya \leq 0$$

$$yb \leq 0$$

$$yc \leq 0$$

$$yd \leq 0$$

$$ye \leq 1$$

$$yf \leq 1$$

$$yg \leq 0$$

$$yh \leq 0$$

$$yi \leq 0$$

$$yj \leq 0$$

$$yk \leq 2$$

$$yl \leq 2$$

$$ym \leq 0$$

$$yn \leq 2$$

$$yo \leq 0$$

$$y_p \leq 0$$

$$y_q \leq 0$$

$$y_r \leq 0$$

$$x_a + x_b + x_c + x_d + x_e + x_f + x_g + x_h + x_i + x_j + x_k + x_l + x_m + x_n + x_o + x_p + x_q + x_r \geq 82$$

c. Penambahan 4 jam lembur

Fungsi tujuan

$$Z = 447.969 x_a + 1.125.740 x_b + 1.343.907 x_c + 1.125.740 x_d + 1.803.511 x_e + 2.021.678 x_f + 1.125.740 x_g + 1.125.740 x_h + 562.870 x_i + 895.938 x_j + 3.147.418 x_k + 1.573.709 x_l + 895.938 x_m + 3.147.418 x_n + 447.969 x_o + 447.969 x_p + 447.969 x_q + 223.984 x_r$$

Fungsi batasan

$$x_a + y_a \geq 1$$

$$x_a - x_b + y_b \geq 4$$

$$x_b - x_c + y_c \geq 3$$

$$x_c - x_d + y_d \geq 4$$

$$x_d - x_e + y_e \geq 7$$

$$x_e - x_f + y_f \geq 6$$

$$x_e - x_g + y_g \geq 4$$

$$x_f - x_h + y_h \geq 4$$

$$x_g - x_h + y_h \geq 4$$

$$x_h - x_i + y_i \geq 4$$

$$x_f - x_j + y_j \geq 2$$

$$x_i - x_k + y_k \geq 10$$

$$x_k - x_l + y_l \geq 10$$

$$x_l - x_m + y_m \geq 2$$

$$x_g - x_n + y_n \geq 10$$

$$x_h - x_o + y_o \geq 2$$

$$x_i - x_p + y_p \geq 2$$

$$x_o - x_p + y_p \geq 2$$

$$x_m - x_q + y_q \geq 2$$

$$x_p - x_q + y_q \geq 2$$

$$x_n - x_r + y_r \geq 1$$

$$x_q - x_r + y_r \geq 1$$

$$y_a \leq 0$$

$$y_b \leq 1$$

$$y_c \leq 0$$

$$y_d \leq 1$$

$$y_e \leq 2$$

$$y_f \leq 1$$

$$y_g \leq 1$$

$$y_h \leq 1$$

$$y_i \leq 1$$

$$y_j \leq 0$$

$$y_k \leq 2$$

$$y_l \leq 2$$

$$y_m \leq 0$$

$$y_n \leq 2$$

$$y_o \leq 0$$

$$y_p \leq 0$$

$$y_q \leq 0$$

$$y_r \leq 0$$

$$x_a + x_b + x_c + x_d + x_e + x_f + x_g + x_h + x_i + x_j + x_k + x_l + x_m + x_n + x_o + x_p + x_q + x_r \geq 76$$

4.4.6.2 Pemecahan Masalah dengan LINDO

Dengan menginput model matematis maka akan didapatkan nilai optimum yang dihasilkan dengan 3 alternatif yaitu penambahan 2 jam kerja lembur, penambahan 3 jam kerja lembur dan penambahan 4 jam kerja lembur maka akan diperoleh output dari pengolahan data dengan menggunakan software LINDO terlampir. Nilai variabel yang berdasarkan output LINDO sebagai berikut:

Tabel 4.17 Rekapitulasi dari penambahan jam kerja lembur dengan LINDO

Kode Kegiatan	Variabel	Alternatif (Penambahan Jam Kerja Lembur)		
		2	3	4
IA	xa	53	51	46
IIA	xb	49	47	43
IIB	xc	46	44	40
IIC	xd	42	40	37
IIIA	xe	36	34	32
IIIB	xf	31	29	27
IIIC	xg	31	29	27
IIID	xh	27	25	24
IIIE	xi	23	21	21
IVC	xj	0	0	0
VIA	xk	14	13	13
VIB	xl	5	5	5
VIC	xm	3	3	3
VIIIA	xn	1	1	1
XIIIA	xo	5	5	5
XIIIB	xp	3	3	3
XIIIC	xq	1	1	1
XIIID	xr	0	0	0

(sumber : pengolahan data, 2020)

Output biaya dari pengolahan menggunakan LINDO adalah sebagai berikut:

Tabel 4.18 Rekapitulasi dari penambahan jam kerja lembur dengan LINDO

Alternatif	Durasi (Hari)	Total Budget Cost
Normal	90	Rp351.337.241
Penambahan 2 Jam Lembur	85	Rp261.850.906
Penambahan 3 Jam Lembur	82	Rp390.227.444
Penambahan 4 Jam Lembur	76	Rp404.604.628

(sumber : pengolahan data, 2020)

Dari analisa percepatan durasi proyek dengan penambahan jam kerja lembur diperoleh hasil dengan penambahan 2 jam kerja lembur selama 85 hari dengan total biaya yang diperlukan yaitu sebesar Rp 261.850.906. hasil dengan penambahan 3 jam kerja lembur selama 82 hari dengan total biaya yang diperlukan yaitu sebesar Rp 390.227.444. dan hasil dengan penambahan 4 jam kerja lembur selama 76 hari dengan total biaya yang diperlukan yaitu sebesar Rp 404.604.628.