

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

**“PENGARUH PERCEPATAN WAKTU
PENYELESAIAN TERHADAP PERUBAHAN BIAYA
PROYEK DAN PERUBAHAN KEUNTUNGAN
DENGAN MENGGUNAKAN METODE *CRITICAL
PATH*”**



BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. Data

Data-data yang akan dianalisis dan dibahas pada penelitian ini yakni data yang diperoleh dari Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada proyek Peningkatan Jalan Barate – Manubelon – Naikliu dengan nilai kontrak sebesar Rp. 7.284.118.000,00 dan waktu pelaksanaannya 150 hari kerja kalender. Data-data tersebut berupa volume pekerjaan, koefisien sumberdaya baik tenaga kerja, peralatan juga material, analisa harga satuan dan *Time Schedul* yang dapat dilihat pada lampiran B.

Lokasi penelitian pada proyek Peningkatan Jalan Barate – Manubelon – Naikliu, Kabupaten Kupang, Provinsi Nusa Tenggara Timur dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4.1 Lokasi Penelitian Proyek Peningkatan Jalan Barate – Manubelon – Naikliu

Dari RAB (lampiran B) terdapat item-item pekerjaan yang dianalisis dan yang tidak dianalisis. Item-item tersebut dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.1 Item Pekerjaan yang Dianalisis dan yang Tidak Dianalisis

I	ITEM PEKERJAAN YANG DIANALISIS	SATUAN	VOLUME	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
1	Galian untuk drainase selokan dan saluran air	M3	805,13	64.304,14	51.773.192,24
2	Pasangan Batu dengan Mortar	M3	256,26	719.878,87	184.476.158,75
3	Galian Biasa	M3	2.180,25	59.838,52	130.462.933,23
4	Timbunan biasa	M3	9.013,99	142.985,60	1.288.870.768,54
5	Timbunan pilihan	M3	2.827,01	175.483,15	496.092.622,26
6	penyiapan badan jalan	M3	9.568,33	1.792,87	17.154.778,79
7	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M3	1.350,00	718.234,59	969.616.691,21
8	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	M3	1.350,00	615.436,99	830.839.933,57
9	Lapisan Resap Pengikat-Aspal cair	Liter	9.000,00	7.015,51	63.139.610,87
10	Lastaston-Lapis Pondasi (HRS-Base)	Ton	667,25	443.309,71	295.798.404,00
11	Beton Mutu Sedang dengan fc' = 20 Mpa (K-250)	M3	53,87	1.486.953,12	80.102.164,67
12	Baja Tulangan U-24 Polos	Kg	3.107,75	17.473,06	54.301.901,00
13	Baja Tulangan D-32 Ulir	Kg	3.844,43	19.186,80	73.762.299,25
14	Pasangan Batu	M3	2.437,69	675.160,90	1.645.832.973,97
II	ITEM PEKERJAAN YANG TIDAK DIANALISIS				
1	Mobilisasi dan Demobilisasi	Ls	1,00	74.030.000,00	74.030.000,00
2	Aspal Minyak	Ton	46,89	7.492.496,00	351.323.137,21
3	Bahan Anti Pengelupas (striping)	Kg	140,66	60.000,00	8.439.600,00
4	Bahan Pengisi (Filler)	Kg	7.213,50	1.512,30	10.908.978,36
A	JUMLAH I				6.626.926.147,92
B	PPN = (10% x A)				662.692.614,79
C	A + B				7.289.618.762,71

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari tabel 4.1 menjelaskan bahwa terdapat item-item pekerjaan yang dianalisis dan yang tidak dianalisis. Item pekerjaan yang tidak dianalisis dikarenakan item pekerjaan memiliki satuan Ls atau juga tidak mempunyai analisa harga satuan. Memiliki satuan Ls karena volumenya 1 dan tidak mempunyai analisa harga satuan karena tidak mempunyai koefisien. Item-item pekerjaan yang tidak dianalisis yaitu mobilisasi dan demobilisasi yang merupakan sesuatu yang pasti dilakukan, sedangkan untuk item pekerjaan aspal minyak, anti pengelupas (*striping*) dan bahan pengisi (*filler*) tidak mempunyai koefisien atau kuantitas serta analisa harga satuan dan juga item-item tersebut dapat dilakukan bersamaan dengan pekerjaan aspal lainnya seperti pada item pekerjaan lapis pengikat-aspal cair juga lastaston-lapis pondasi.

4.2. Jumlah Tenaga Kerja

Jumlah tenaga kerja adalah banyaknya tenaga kerja yang bekerja dalam suatu item pekerjaan. Untuk menghitung jumlah tenaga kerja menggunakan rumus 2.16.

$$N_{tk} = \frac{K_{tk}}{K_m}$$

Contoh :

Diketahui untuk pekerjaan galian untuk selokan drainase dan saluran air koefisien pekerja 0,1190 jam, koefisien mandor 0,0595, koefisien excavator 0,0595 dan koefisien dump truck 0,1199 jam. Berapa jumlah tenaga kerja?

Penyelesaian :

$$\text{Jumlah Tenaga Kerja} = \frac{\text{Koefisien TK}}{\text{Koefisien Terkecil}}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Mandor} &= \frac{0,0595}{0,0595} \\ &= 1 \text{ Orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Pekerja} &= \frac{0,1190}{0,0595} \\ &= 2 \text{ Orang} \end{aligned}$$

Contoh diatas menyatakan kebutuhan sumberdaya tenaga kerja pada item pekerjaan galian untuk selokan drainase dan saluran air. Dan untuk keseluruhan pekerjaan dapat dilihat pada tabel 4.2. Pada tabel 4.2 untuk kolom D, E dan F merupakan koefisien tenaga kerja yang diperoleh data data RAB sedangkan kolom G, H dan I merupakan kebutuhan tenaga kerja yang diperoleh dengan menggunakan rumus diatas. Kolom G diperoleh dari kolom D dibagi dengan kolom D, Kolom H diperoleh dari kolom E dibagi dengan kolom D dan kolom I diperoleh dari kolom F di bagi dengan kolom D.

Tabel 4.2 Jumlah Tenaga Kerja

No	Item Pekerjaan yang Dianalisis	Satuan	Koefisien Tenaga Kerja			Kebutuhan Tenaga Kerja		
			Mandor	Tukang	Pekerja	Mandor	Tukang	Pekerja
			(Org)	(Org)	(Org)	(Org)	(Org)	(Org)
A	B	C	D	E	F	G= D/D	H= E/D	I= F/D
1	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran	M3	0,0595	-	0,1190	1	-	2
2	Pasangan Batu dengan Mortar	M3	0,4902	2,4510	3,9216	1	5	8
3	Galian Biasa	M3	0,0562	-	-	1	-	-
4	Timbunan biasa	M3	0,0545	-	0,1091	1	-	2
5	Timbunan pilihan	M3	0,3795	-	0,7590	1	-	2
6	Penyiapan Badan Jalan	M3	0,0026	-	-	1	-	-
7	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M3	0,0149	-	0,0297	1	-	2
8	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	M3	0,0149	-	0,0297	1	-	2
9	Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair	Liter	0,0008	-	0,0080	1	-	10
10	Lataston-Lapis Pondasi (HRS-Base)	Ton	0,0211	-	0,1480	1	-	7
11	Beton Mutu Sedang dengan fc' = 20 Mpa (K-250)	M3	-	1,1379	3,4137	-	1	3
12	Baja Tulangan U-24 Polos	Kg	0,0350	0,0350	0,1050	1	1	3
13	Baja Tulangan D-32 Ulir	Kg	0,0350	0,0350	0,1050	1	1	3
14	Pasangan Batu	M3	0,3936	1,9679	3,1486	1	5	8

Keterangan : Data RAB dapat Dilihat Pada Lampiran B

4.3. Produksi Tenaga Kerja dan Peralatan

Produksi tenaga kerja adalah banyaknya pekerjaan yang diselesaikan oleh tenaga kerja dalam satu satuan waktu tertentu. Produksi alat adalah banyaknya pekerjaan

yang dapat diselesaikan oleh alat dalam satu satuan waktu tertentu. Produksi tenaga kerja dapat dihitung sesuai rumus 2.13.

$$Q_{TK} = \frac{1}{K_{tk}} \times N_{tk}$$

Produksi alat dapat dihitung sesuai rumus 2.14.

$$Q = \frac{1}{K_p}$$

Sesuai dengan contoh soal pada sub bab 4.2 produksi tenaga kerja didapat apabila diketahui koefisien dan jumlah tenaga kerja, sedangkan untuk mendapatkan produksi alat diketahui koefisien peralatan dan dari produksi akan mendapatkan jumlah peralatan.

Contoh :

Diketahui untuk pekerjaan galian untuk selokan drainase dan saluran air koefisien pekerja 0,1190 jam, koefisien mandor 0,0595, koefisien excavator 0,0595 dan koefisien dump truck 0,1199 jam. Produksi tenaga kerja dan peralatan?

Penyelesaian :

a. Jumlah Tenaga Kerja

$$\text{Jumlah Tenaga Kerja} = \frac{\text{Koefisien TK}}{\text{Koefisien Terkecil}}$$

$$\text{Jumlah Mandor} = 0,0595 / 0,0595 = 1 \text{ Orang}$$

$$\text{Jumlah Pekerja} = 0,1190 / 0,0595 = 2 \text{ Orang}$$

b. Produksi Tenaga Kerja

$$\text{Produksi Tenaga Kerja} = \frac{1}{\text{Koefisien TK}} \times \text{Jumlah TK}$$

$$\text{Produksi Mandor} = (1 / 0,0595) \times 1 = 16,81 \text{ m}^3/\text{Jam}$$

$$\text{Produksi Pekerja} = (1 / 0,1190) \times 2 = 16,81 \text{ m}^3/\text{Jam}$$

c. Produksi Peralatan

$$\text{Produksi Peralatan} = \frac{1}{\text{Koefisien Peralatan}}$$

$$\text{Produksi Excavator} = 1 / 0,0595 = 16,81 \text{ m}^3/\text{Jam}$$

$$\text{Produksi Dump Truck} = 1 / 0,1199 = 8,34 \text{ m}^3/\text{Jam}$$

Contoh diatas menyatakan produksi tenaga kerja dan peralatan pada item pekerjaan galian untuk selokan drainase dan saluran air. Yang perlu diketahui untuk mencari produksi tenaga kerja adalah koefisien tenaga kerja dan jumlah tenaga kerja (contoh soal pada sub bab 4.2). Pada tabel 4.3 kolom D, E, dan F merupakan koefisien tenaga kerja yang diperoleh dari data RAB atau tabel 4.3 kolom D, E dan F. Kolom G, H, dan I merupakan kebutuhan tenaga kerja yang diperoleh dari tabel 4.2, kolom J, K, dan L

merupakan produksi tenaga kerja dalam satuan jam, kolom M, N dan N merupakan produksi tenaga kerja dalam hari, dan kolom P merupakan produksi minimum tenaga kerja yang merupakan produksi terkecil dari produksi mandor, tukang dan pekerja. Produksi mandor (J) = (1/D)*G, produksi tukang (K) = (1/E)*H, dan produksi pekerja (L) = (1/F)*J. Mendapatkan produksi mandor (M) = (1/D)*G*Jam Kerja Efektif, produksi tukang (N) = (1/E)*H*Jke, dan produksi pekerja (O) = (1/F)*J*Jke. Berikut ini adalah rekapan produksi tenaga kerja.

Tabel 4.3 Produksi Tenaga Kerja

No	Item Pekerjaan yang Dianalisis	Satuan	Koefisien Tenaga Kerja			Kebutuhan Tenaga Kerja			Produksi Tenaga Kerja			Produksi Tenaga Kerja			Produksi Minimum Tenaga Kerja (M3/Hari)
			Mandor	Tukang	Pekerja	Mandor	Tukang	Pekerja	Mandor	Tukang	Pekerja	Mandor	Tukang	Pekerja	
			(Org)	(Org)	(Org)	(Org)	(Org)	(Org)	(M3/Jam)	(M3/Jam)	(M3/Jam)	(M3/Hari)	(M3/Hari)	(M3/Hari)	
A	B	C	D	E	F	G= D/D	H= E/D	I= F/D	J= (1/D)*G	K= (1/E)*H	L= (1/F)*I	M= J * Jke	N= K * Jke	O= L * Jke	P
1	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran	M3	0,0595	-	0,1190	1	-	2	16,81	-	16,81	117,65	-	117,65	117,65
2	Pasangan Batu dengan Mortar	M3	0,4902	2,4510	3,9216	1	5	8	2,04	2,04	2,04	14,28	14,28	14,28	14,28
3	Galian Biasa	M3	0,0562	-	-	1	-	-	17,79	-	-	124,56	-	-	124,56
4	Timbunan biasa	M3	0,0545	-	0,1091	1	-	2	18,35	-	18,35	128,44	-	128,44	128,44
5	Timbunan pilihan	M3	0,3795	-	0,7590	1	-	2	2,64	-	2,64	18,45	-	18,45	18,45
6	Penyiapan Badan Jalan	M3	0,0026	-	-	1	-	-	384,62	-	-	2.692,31	-	-	2.692,31
7	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M3	0,0149	-	0,0297	1	-	2	67,11	-	67,11	469,80	-	469,80	469,80
8	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	M3	0,0149	-	0,0297	1	-	2	67,11	-	67,11	469,80	-	469,80	469,80
9	Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair	Liter	0,0008	-	0,0080	1	-	10	1.250,00	-	1.250,00	8.750,00	-	8.750,00	8.750,00
10	Lalaston-Lapis Pondasi (HRS-Base)	Ton	0,0211	-	0,1480	1	-	7	47,39	-	47,39	331,75	-	331,75	331,75
11	Beton Mutu Sedang dengan fc' = 20 Mpa (K-250)	M3	-	1,1379	3,4137	-	1	3	-	0,88	0,88	-	6,15	6,15	6,15
12	Baja Tulangan U-24 Polos	Kg	0,0350	0,0350	0,1050	1	1	3	28,57	28,57	28,57	200,00	200,00	200,00	200,00
13	Baja Tulangan D-32 Ulir	Kg	0,0350	0,0350	0,1050	1	1	3	28,57	28,57	28,57	200,00	200,00	200,00	200,00
14	Pasangan Batu	M3	0,3936	1,9679	3,1486	1	5	8	2,54	2,54	2,54	17,78	17,78	17,78	17,78

Keterangan : Jam Kerja Efektif = 7 Jam

Pada tabel 4.4 kolom C merupakan nilai koefisien peralatan yang diperoleh dari data RAB (lampiran B). Kolom D merupakan produksi alat perjam yang didapat sesuai dengan rumusan produksi alat = 1/koefisien peralatan, sedangkan kolom E merupakan produksi alat per hari yang didapat sesuai dengan rumusan produksi alat dikalikan dengan jam kerja efektif, dimana jam kerja efektif adalah 7 jam. Kolom F merupakan produksi minimum alat yang merupakan produksi terkecil alat pada masing-masing item pekerjaan. Untuk mencari produksi alat sama dengan contoh c pada sub bab 4.2. Berikut ini adalah rekapan produksi peralatan.

Tabel 4.4 Produksi Peralatan

No	Item Pekerjaan yang Dianalisis	Koefisien Peralatan	Produksi Alat (M3/Jam)	Produksi Alat (M3/Hari)	Produksi Minimum Alat (M3/Hari)
A	B	C	D = 1/c	E = 1/c*Jke	F
1	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran				117,65
	Excavator	0,0595	16,81	117,65	
	Dump Truc	0,1199	8,34	58,38	
	Alat Bantu	1,0000	1,00	7,00	
2	Pasangan Batu dengan Mortar				34,98
	Concrete Mixer	0,2001	5,00	34,98	
	Water Tank	0,0382	26,18	183,25	
	Alat Bantu	1,0000	1,00	7,00	

Lanjutan Tabel 4.4 Produksi Peralatan

No	Item Pekerjaan yang Dianalisis	Koefisien Peralatan	Produksi Alat (M3/Jam)	Produksi Alat (M3/Hari)	Produksi Minimum Alat (M3/Hari)
A	B	C	D = 1/c	E = 1/c*Jke	F
3	Galian Biasa				
	Excavator	0,0562	17,79	124,56	124,56
	Dump Truc	0,1125	8,89	62,22	
	Alat Bantu	1,0000	1,00	7,00	
4	Timbunan biasa				
	Excavator	0,0545	18,35	128,44	128,44
	Dump Truck	0,3145	3,18	22,26	
	Water Tank	0,0070	142,86	1000,00	
	Motor Grader	0,0022	454,55	3181,82	
	Vibrator Roller	0,0018	555,56	3888,89	
	Alat Bantu	1,0000	1,00	7,00	
5	Timbunan pilihan				
	Dump Truck	0,3795	2,64	18,45	90,79
	Water Tank	0,0070	142,86	1000,00	
	Motor Grader	0,0042	238,10	1666,67	
	Vibrator Roller	0,0041	243,90	1707,32	
	Wheel Loader	0,0771	12,97	90,79	
	Alat Bantu	1,0000	1,00	7,00	
6	Penyiapan Badan Jalan				
	Motor Grader	0,0026	384,62	2692,31	2692,31
	Vibrator Roller	0,0008	1250,00	8750,00	
	Alat Bantu	1,0000	1,00	7,00	
7	Lapis Pondasi Agregat Kelas A				
	Dump Truck	0,9914	1,01	7,06	469,80
	Water Tank	0,0141	70,92	496,45	
	Motor Grader	0,0042	238,10	1666,67	
	Vibro Roller	0,0047	212,77	1489,36	
	Wheel Loader	0,0149	67,11	469,80	
	Alat Bantu	1,0000	1,00	7,00	
8	Lapis Pondasi Agregat Kelas B				
	Dump Truck	0,9423	1,06	7,43	469,80
	Water Tank	0,0141	70,92	496,45	
	Motor Grader	0,0038	263,16	1842,11	
	Vibro Roller	0,0047	212,77	1489,36	
	Wheel Loader	0,0149	67,11	469,80	
	Alat Bantu	1,0000	1,00	7,00	
9	Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair				
	Asphalt Spayer	0,0008	1250,00	8750,00	8.750,00
	Compressor	0,0008	1250,00	8750,00	
10	Lataston-Lapis Pondasi (HRS-Base)				
	Dump Truck	0,3742	2,67	18,71	315,32
	Wheel Loader	0,0093	107,53	752,69	
	AMP	0,0222	45,05	315,32	
	Genset	0,0222	45,05	315,32	
	Asphalt Finisher	0,0211	47,39	331,75	
	Tandem Roller	0,0136	73,53	514,71	
	P. Tyre Roller	0,0069	144,93	1014,49	
	Alat Bantu	1,0000	1,00	7,00	
11	Beton Mutu Sedang dengan $f_c' = 20$ Mpa (K-250)				
	Water Tank	0,5689	1,76	12,30	12,30
	Concrete Mixer	0,0382	26,18	183,25	
	Concrete Vibrator	0,5689	1,76	12,30	
	Alat Bantu	1,0000	1,00	7,00	
12	Baja Tulangan U-24 Polos				
	Alat Bantu	1,0000	1,00	7,00	-
13	Baja Tulangan D-32 Ulir				
	Alat Bantu	1,0000	1,00	7,00	-
14	Pasangan Batu				
	Water Tank	0,0014	6,23	43,59	43,59
	Concrete Mixer	0,1606	714,29	5000,00	
	Alat Bantu	1,0000	1,00	7,00	

Keterangan : Jam kerja efektif = 7 Jam

4.4. Produksi Minimum

Produksi minimum adalah produksi terkecil dari kelompok tenaga kerja maupun peralatan dalam menyelesaikan pekerjaan dalam satu satuan waktu (jam/hari). Setelah didapatkan produksi tenaga kerja dan peralatan maka produksi terkecil yang menjadi produksi minimum, namun dengan catatan bahwa untuk produksi minimum tidak dapat ditentukan dari produksi dump truck dan alat bantu. Hal ini disebabkan karena produksi dump truck dan alat bantu akan disesuaikan dengan produksi alat lainnya di lapangan. Produksi minimum tenaga kerja diperoleh dari tabel 4.3 kolom P dan produksi minimum alat diperoleh dari tabel 4.4 kolom F. Berikut ini merupakan rekapitan produksi minimum :

Tabel 4.5 Produksi Minimum

NO	ITEM PEKERJAAN YANG DIANALISIS	Produksi Minimum Tenaga Kerja	Produksi Minimum Alat	PRODUKSI MINIMUM
		(M3/Hari)	(M3/Hari)	(M3/Hari)
A	B	C	D	E
1	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran	117,65	117,65	117,65
2	Pasangan Batu dengan Mortar	14,28	34,98	14,28
3	Galian Biasa	124,56	124,56	124,56
4	Timbunan biasa	128,44	128,44	128,44
5	Timbunan pilihan	18,45	90,79	18,45
6	Penyiapan Badan Jalan	2.692,31	2.692,31	2.692,31
7	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	469,80	469,80	469,80
8	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	469,80	469,80	469,80
9	Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair	8.750,00	8.750,00	8.750,00
10	Lataston-Lapis Pondasi (HRS-Base)	331,75	315,32	315,32
11	Beton Mutu Sedang dengan $f_c' = 20$ Mpa (K-250)	6,15	12,30	6,15
12	Baja Tulangan U-24 Polos	200,00	-	200,00
13	Baja Tulangan D-32 Ulir	200,00	-	200,00
14	Pasangan Batu	17,78	43,59	17,78

Sumber : Hasil Perhitungan

4.5. Jumlah Peralatan

Jumlah alat adalah banyaknya peralatan yang digunakan dalam satu item pekerjaan, yang merupakan perbandingan antara produksi minimum dari item pekerjaan dengan produksi alat yang ada pada item pekerjaan yang sama. Jumlah peralatan dapat dihitung menggunakan rumus 2.17.

$$N_{alat} = \frac{Q_{min}}{Q_{alat}}$$

Berdasarkan tabel 4.6 kolom C adalah produksi alat yang diperoleh dari tabel 4.4 kolom, E, kolom D adalah produksi minimum yang diperoleh dari tabel 4.5 kolom E dan kolom E adalah jumlah alat yang didapat dari kolom D dibagi dengan kolom C. Berikut merupakan rekapitan jumlah peralatan.

Tabel 4.6 Jumlah Peralatan

No	Item Pekerjaan yang Dianalisis	Produksi Alat (M3/Hari)	Produksi Minimum (M3/Hari)	Jumlah Alat	
A	B	C	D	E = D/C	
1	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran	Excavator	117,65	117,65	1
		Dump Truc	58,38		2
		Alat Bantu	7,00		17
2	Pasangan Batu dengan Mortar	Concrete Mixer	34,98	14,28	1
		Water Tank	183,25		1
		Alat Bantu	7,00		3
3	Galian Biasa	Excavator	124,56	124,56	1
		Dump Truc	62,22		2
		Alat Bantu	7,00		18
4	Timbunan biasa	Excavator	128,44	128,44	1
		Dump Truck	22,26		6
		Water Tank	1.000,00		1
		Motor Grader	3.181,82		1
		Vibrator Roller	3.888,89		1
		Alat Bantu	7,00		18
5	Timbunan pilihan	Dump Truck	18,45	18,45	1
		Water Tank	1.000,00		1
		Motor Grader	1.666,67		1
		Vibrator Roller	1.707,32		1
		Wheel Loader	90,79		1
		Alat Bantu	7,00		3
6	Penyiapan Badan Jalan	Motor Grader	2.692,31	2692,31	1
		Vibrator Roller	8.750,00		1
		Alat Bantu	7,00		385
7	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	Dump Truck	7,06	469,80	67
		Water Tank	496,45		1
		Motor Grader	1.666,67		1
		Vibro Roller	1.489,36		1
		Wheel Loader	469,80		1
		Alat Bantu	7,00		68
8	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	Dump Truck	7,43	469,80	63
		Water Tank	496,45		1
		Motor Grader	1.842,11		1
		Vibro Roller	1.489,36		1
		Wheel Loader	469,80		1
		Alat Bantu	7,00		68
9	Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair	Asphalt Spayer	8.750,00	8750,00	1
		Compressor	8.750,00		1
10	Lataston-Lapis Pondasi (HRS-Base)	Dump Truck	18,71	315,32	17
		Wheel Loader	752,69		1
		AMP	315,32		1
		Genset	315,32		1
		Asphalt Finisher	331,75		1
		Tandem Roller	514,71		1
		P. Tyre Roller	1.014,49		1
		Alat Bantu	7,00		46
11	Beton Mutu Sedang dengan fc' = 20 Mpa (K-250)	Water Tank	12,30	6,15	1
		Concrete Mixer	183,25		1
		Concrete Vibrator	12,30		1
		Alat Bantu	7,00		1
12	Baja Tulangan U-24 Polos	Alat Bantu	7,00	200,00	29
13	Baja Tulangan D-32 Ulir	Alat Bantu	7,00	200,00	29
14	Pasangan Batu	Water Tank	43,59	17,78	1
		Concrete Mixer	5.000,00		1
		Alat Bantu	7,00		3

Sumber : Hasil Perhitungan

4.6. Waktu Penyelesaian

Waktu penyelesaian pekerjaan adalah jumlah waktu yang diperlukan dalam menyelesaikan satu satuan waktu pekerjaan atau waktu yang dibutuhkan oleh sekelompok tenaga kerja dan peralatan untuk menyelesaikan volume pekerjaan dari satu item pekerjaan.

Jangka waktu penyelesaian pada proyek Peningkatan Jalan Barate – Manubelon – Naikliu ini terhitung mulai tanggal 9 April 2017 sampai dengan 15 september 2017 yakni 6 bulan dan 150 hari kalender. Bulan April 2017 dimulai dari tanggal 9 sehingga terdapat 22 hari, 3 hari minggu dan 1 hari libur nasional. Bulan Mei 2017 terdapat 31 hari, 4 hari minggu dan 3 hari libur nasional. Bulan Juni 2017 terdapat 30 hari, 4 hari minggu, dan 5 hari libur nasional. Bulan Juli terdapat 31 hari, 5 hari minggu dan tidak ada hari libur. Bulan Agustus terdapat 31 hari, 4 hari minggu dan 1 hari libur. Bulan september berakhir proyek pada tanggal 15 sehingga terdapat 15 hari, 2 hari minggu dan 1 hari libur. Dari data-data tersebut maka diperoleh hari kerja efektif yang dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.7 Perhitungan Hari Minggu, Hari Libur dan Hari Kerja Efektif

No	Bulan (2017)	Hari Minggu	Hari Libur	Hari Kerja Efektif
1	April	3	1	18
2	Mei	4	3	24
3	Juni	4	5	21
4	Juli	5	0	26
5	Agustus	4	1	26
6	September	2	1	12
TOTAL				127

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan tabel 4.7 dapat dilihat bahwa hari kerja efektif yang dibutuhkan dalam penyelesaian proyek adalah 127 hari.

Waktu penyelesaian dapat dihitung sesuai rumus 2.18.

$$WP = \frac{V}{Q_m}$$

Waktu penyelesaian sama dengan volume dibagi dengan produksi minimum. Pada tabel 4.8, kolom D diperoleh dari data RAB (lampiran B), kolom E yaitu produksi minimum diperoleh dari tabel 4.6 kolom F dan untuk mendapatkan hasil kolom F maka kolom D harus dibagi dengan kolom E. Berikut ini adalah rekapan waktu penyelesaian setiap item pekerjaan.

Tabel 4.8 Waktu Penyelesaian

NO.	ITEM PEKERJAAN YANG DIANALISIS	SATUAN	VOLUME	PRODUKSI MINIMUM	WAKTU PENYELESAIAN	
				(M3/Hari)	(Hari)	Dibulatkan (Hari)
A	B	C	D	E	F = D/E	
1	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran	M3	805,13	117,65	6,84	7
2	Pasangan Batu dengan Mortar	M3	256,26	14,28	17,95	18
3	Galian Biasa	M3	2.180,25	124,56	17,50	18
4	Timbunan biasa	M3	9.013,99	128,44	70,18	71
5	Timbunan pilihan	M3	2.827,01	18,45	153,26	154
6	Penyiapan Badan Jalan	M3	9.568,35	2.692,31	3,55	4
7	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M3	1.350,00	469,80	2,87	3
8	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	M3	1.350,00	469,80	2,87	3
9	Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair	Liter	9.000,00	8.750,00	1,03	2
10	Lataston-Lapis Pondasi (HRS-Base)	Ton	667,25	315,32	2,12	3
11	Beton Mutu Sedang dengan $f_c' = 20$ Mpa (K-250)	M3	53,87	6,15	8,76	9
12	Baja Tulangan U-24 Polos	Kg	3.107,75	200,00	15,54	16
13	Baja Tulangan D-32 Ulir	Kg	3.844,43	200,00	19,22	20
14	Pasangan Batu	M3	2.437,69	17,78	137,07	138

Sumber : Hasil Perhitungan

4.7. Menyusun Network Diagram

Sebelum menyusun network diagram terlebih dahulu diperlukan jaringan kerja yang menunjukkan urutan pekerjaan tiap-tiap item. Harus diperhatikan kegiatan apa saja yang mengikuti, kegiatan apa saja yang bersamaan dan kegiatan itu dibatasi saat mulai dan selesai. Namun sebelum menentukan logika untuk ketergantungan kegiatan, pada penelitian ini akan didahului dengan pemecahan kegiatan dan diikuti dengan jaringan kerja urutan item-item pekerjaan.

4.7.1. Pemecahan Kegiatan

Pemecahan kegiatan ini merupakan pembagian kegiatan-kegiatan menjadi bagian yang lebih kecil lagi, agar mudah dalam pengontrolan dan percepatan waktu penyelesaian. Namun dalam pembagian kegiatan ini tetap mengacu pada data RAB yang ada (lampiran B dan lampiran C).

Pada proyek Peningkatan Jalan Barate – Manubelon – Naikliu ini terdiri dari empat segmen yaitu segmen I, segmen II, segmen III dan segmen IV, dengan masing-masing STAny. Berikut adalah pembagian segmen:

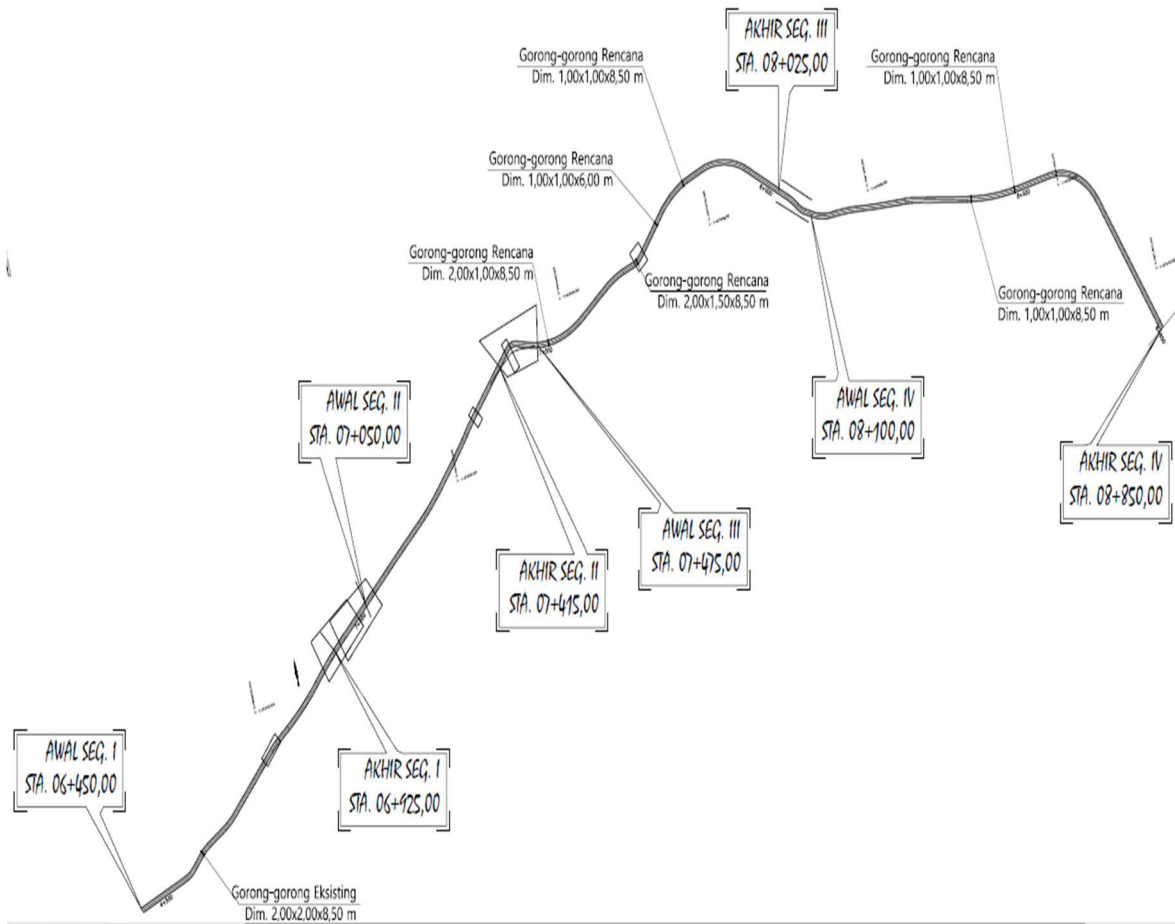
Segmen I. STA. 06+450 s/d 06+925 = 0,475 KM

Segmen II. STA. 07+050 s/d 07+415 = 0,365 KM

Segmen III. STA. 07+475 s/d 08+025 = 0,550 KM

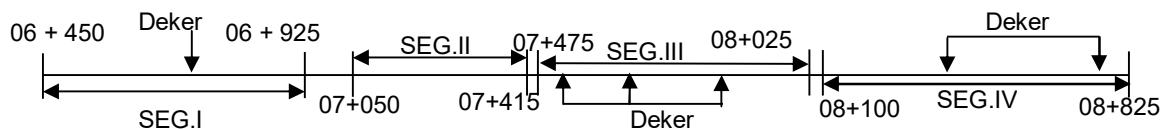
Segmen IV. STA. 08+100 s/d 08+850 = 0,750 KM

Dengan panjang total 2,140 KM, yang tergambar sebagai berikut :



Gambar 4.2 Segmen Jalan Pada Proyek Peningkatan Jalan Barate – Manubelon – Naikliu

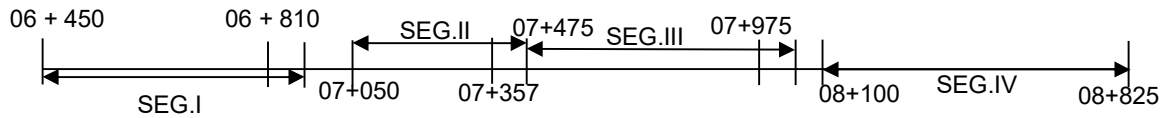
Pada proyek peningkatan jalan Barate – Manubelon – Naikliu ini dibagi atas empat segmen jalan. Pada segmen 1 terdapat 1 deker, segmen 3 terdapat 3 deker dan segmen 4 terdapat 2 deker. Jarak antara akhir segmen 1 dan awal segmen 2 adalah 0,1125 km yang tidak dikerjakan karena adanya kali, jarak antara akhir segmen 2 dan awal segmen 3 adalah 0,06 meter yang tidak dikerjakan karena adanya kali, jarak antara akhir segmen 3 dan awal segmen 4 adalah 0,075 km yang juga tidak di kerjakan karena adanya kali. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada sketsa gambar berikut :



Gambar 4.3 Sketsa Jalan Pada Proyek Barate – Manubelon - Naikliu

Pekerjaan galian untuk drainase selokan dan saluran dilakukan pemecahan kegiatan menjadi B1 dan B2, dengan volume pekerjaannya 805,13 m³. Pekerjaan galian drainase selokan dan selokan ini dikerjakan sepanjang segmen 1, segmen 2, segmen 3 dan segmen 4. Sepanjang segmen 1 sampai segmen tiga dikerjakan pada bagian kanan

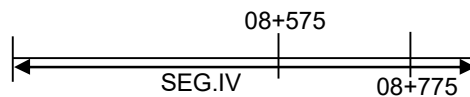
jalan sedangkan pada segmen 4 dikerjakan dibagian kiri dan kanan jalan. Data-data STA tersebut dapat dilihat pada lampiran C, item pekerjaan galian untuk drainase saluran dan selokan. Berikut adalah sketsa pekerjaan galian untuk drainase selokan dan saluran :



Gambar 4.4 STA Perkerjaan Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran

Pekerjaan galian untuk pasangan batu dengan mortar dilakukan pemecahan kegiatan menjadi C1 dan C2, dengan volume pekerjaannya 256,26 m³. Pekerjaan pasangan batu dengan mortar ini dikerjakan juga sepanjang segmen 1, segmen 2, segmen 3 dan segmen 4. Pekerjaan pasangan batu dengan mortar dikerjakan pada STA yang sama dengan pekerjaan galian untuk drainase selokan dan saluran. Data-data STA tersebut dapat dilihat pada lampiran C, item pekerjaan pasangan batu dengan mortar.

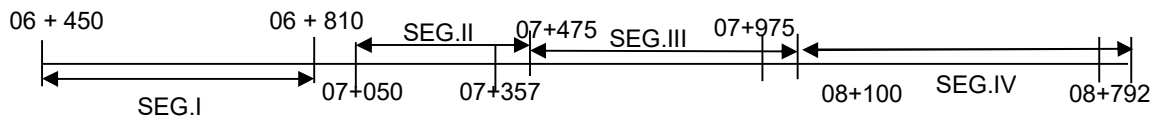
Pekerjaan galian biasa dilakukan pemecahan kegiatan menjadi D1 dan D2, dengan volume pekerjaannya 2.180,25 m³. Pekerjaan galian biasa ini dibagi atas dua yaitu galian tebing dan galian biasa badan jalan. Pekerjaan ini dikerjakan hanya pada segmen 4 STA.08+575 sampai dengan STA.08+775. Data-data STA tersebut dapat dilihat pada lampiran C, item pekerjaan galian biasa. Berikut adalah sketsa pekerjaan pasangan galian biasa :



Gambar 4.5 STA Galian Biasa

Pekerjaan timbunan biasa (E1 dan E2), pekerjaan ini dikerjakan pada segmen 1 sampai dengan segmen 4 bagian kiri dan kanan . Pekerjaan timbunan pilihan (F1 dan F2), terbagi atas dua bagian yaitu timbunan pilihan badan jalan dan timbunan pilihan bahu jalan. Data-data STA tersebut dapat dilihat pada lampiran C, item pekerjaan timbunan biasa dan timbunan pilihan.

Pekerjaan lapis pondasi agregat kelas A (H1 dan H2) dan pekerjaan lapis pondasi agregat kelas B (I1 dan I2) kedua pekerjaan ini dikerjakan pada segmen 1 bagian kiri dan kanan dari STA.06+450 sampai dengan STA. 06+860, segmen 2 bagian kiri dan kanan STA.07+050 sampai dengan STA.07+367, segmen 3 bagian kiri dan kanan dari STA.07+475 sampai dengan STA.07+986, dan segmen 4 bagian kiri dan kanan dari STA.08+100 sampai dengan STA.08+792. Data-data STA tersebut dapat dilihat pada lampiran C, item pekerjaan lapis pondasi agregat kelas A dan timbunan lapis pondasi agregat kelas B. Berikut adalah sketsa pekerjaan pondasi agregat kelas A dan lapis pondasi agregat kelas B :



Gambar 4.6 STA Lapis Pondasi Agregat Kelas A dan Lapis Pondasi Agregat Kelas B

Pekerjaan Penyiapan badan jalan (G), lapis resap pengikat - aspal cair (J), dan laston - lapis pondasi (HRS – Base) (K) dilakukan sepanjang awal sampai dengan akhir segmen 1, sepanjang awal dan akhir segmen 2, sepanjang awal dan akhir segmen 3, dan sepanjang awal dan akhir segmen 4. Namun penyiapan badan jalan, lapis resap pengikat – aspal cair, dan laston – lapis pondasi (HRS – Base) tidak dilakukan pemecahan dikarenakan produksi minimum perharinya besar sehingga waktu penyelesaian yang diperlukan tidak terlalu lama.

Pekerjaan beton mutu sedang dengan $F_c' = 20$ Mpa (K-250) (L), baja tulangan U-24 (N), dan baja tulangan U-32 ulir (M) dilakukan pada segmen 1 STA.06+123, segmen 3 STA.07+010, STA.07+207, dan STA.07+335, dan juga pada segmen 4. STA.08+367 dan STA.08+797,50. Untuk pekerjaan beton mutu sedang dengan $F_c' = 20$ Mpa (K-250), baja tulangan U-24, dan baja tulangan U-32 ulir tidak dilakukan pembagian kegiatan karena pekerjaan-pekerjaan ini hanya dikerjakan pada deker .

Pekerjaan pasangan batu dilakukan pemecahan kegiatan menjadi O1 dan O2, dengan volume pekerjaannya 2.437,69 m³. Pekerjaan pasangan batu ini dikerjakan dari segmen 1, segmen 2, segmen 3 dan segmen 4. STA untuk pasangan batu sama dengan pekerjaan galian drainase untuk saluran dan selokan juga pasangan batu dengan mortar. Data-data STA tersebut dapat dilihat pada lampiran C, item pekerjaan pasangan batu.

Dengan demikian keseluruhan pemecahan kegiatan dengan STAnya masing-masing dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4.9 Pemecah Kegiatan dan STA

Item Pekerjaan	Satuan	Volume Awal	Kode Kegiatan	Segmen atau STA	Volume		
					Segmen atau STA		Volume Total
A			B	C	D	E	F
Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran	M3	805,13	B1	Segmen 2 STA.07+050 s/d 07+367	102,97	608,86	805,13
Segmen 3 STA.07+683 s/d 07+986				97,96			
Segmen 4 STA.08+100 s/d 08+825				407,93			
Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran	M3	256,26	B2	Segmen 1 STA.06+450 s/d 06+850	131,55	196,27	256,26
Segmen 3 STA.07+475 s/d 07+679,1				64,72			
Segmen 4 STA.08+100 s/d 08+825				102,77			
Pasangan Batu dengan Mortar	M3	256,26	C1	Segmen 1 STA.06+450 s/d 06+850	50,05	142,85	256,26
Segmen 2 STA.07+050 s/d 07+367				38,99			
Segmen 3 STA.07+500 s/d 07+925				53,81			
Pasangan Batu dengan Mortar	M3	256,26	C2	Segmen 3 STA.07+475 s/d 07+483,85	1,05	113,41	256,26
Segmen 3 STA.07+950 s/d 07+986				9,59			
Segmen 4 STA.08+100 s/d 08+825				102,77			

Lanjutan Tabel 4.9 Pemecah Kegiatan dan STA

Item Pekerjaan	Satuan	Volume Awal	Kode Kegiatan	Segmen atau STA	Volume		
					Segmen atau STA		Volume Total
A			B	C	D	E	F
Galian Biasa	M3	2.180,25	D1	Galian Tebing STA.08+600, 08+650	972,00	1.208,25	2.180,25
				Segmen 4 Galbis Bahu Jalan	236,25		
Galian Biasa			D2	Galian Tebing STA.08+625	503,94	972,00	
				Galian Tebing STA.08+725	468,06		
Timbunan biasa	M3	9.013,99	E1	Segmen 1 kanan STA.06+450 s/d 06+860	1.009,72	4.284,69	9.013,99
				Segmen 4 STA.08+100 s/d 08+762	3.274,97		
Timbunan biasa			E2	Segmen 1 Kiri STA.06+450 s/d 06+860	931,26	4.729,30	
				Segmen 2 STA.07+050 s/d 07+367	1.480,62		
		Segmen 2 STA.07+050 s/d 07+367	2.317,41				
Timbunan pilihan	M3	2.827,01	F1	Timbunan Pilihan Bahu Seg.1-4	595,73	1.279,19	2.827,01
				Segmen 3 STA.07+810,9 s/d 08+025 (Timpil Bdn.Jln)	196,99		
			Segmen 1 STA.06+450 s/d 06+850 (Timpil Bdn.Jln)	486,48	1.547,82		
Timbunan pilihan			F2	Segmen 2 STA.07+050 s/d 07+367 (Tipil Bdn Jln)		332,56	
		Segmen 3 STA.07+475 s/d 07+809,1 (Timpil Bdn Jln)	374,47				
		Segmen 4 STA.08+100 s/d 08+762 (Timpil Bdn Jln)	840,79				
Penyiapan Badan Jalan	M3	9.568,33	G	Segmen 1 s/d Segmen 4	9.568,33	9.568,33	9.568,33
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M3	1.350,00	H1	Segmen 1 STA.06+450 s/d 06+850	274,66	816,62	1.350,00
				Segmen 2 STA.07+050 s/d 07+367	208,98		
				Segmen 3 STA.07+683 s/d 07+986	332,98		
Lapis Pondasi Agregat Kelas A			H2	Segmen 4 STA.08+100 s/d 08+792	533,39	533,39	
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	M3	1.350,00	I1	Segmen 1 STA.06+450 s/d 06+850	274,66	816,62	1.350,00
				Segmen 2 STA.07+050 s/d 07+367	208,98		
			Segmen 3 STA.07+683 s/d 07+986	332,98	533,39		
Lapis Pondasi Agregat Kelas B			I2	Segmen 4 STA.08+100 s/d 08+792		533,39	
Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair	Liter	9.000,00	J	Segmen 1 s/d Segmen 4	9.000,00	9.000,00	9.000,00
Lataston-Lapis Pondasi (HRS-Base)	Ton	667,25	K	Segmen 1 s/d Segmen 4	667,25	667,25	667,25
Beton Mutu Sedang dengan $f_c' = 20$ Mpa	M3	53,87	L	Segmen 1 s/d Segmen 4 Pada Deker	53,87	53,87	53,87
Baja Tulangan U-24 Polos	Kg	3.107,75	M	Segmen 1 s/d Segmen 4 Pada Deker	3.107,75	3.107,75	3.107,75
Baja Tulangan D-32 Ulir	Kg	3.844,43	N	Segmen 1 s/d Segmen 4 Pada Deker	3.844,43	3.844,43	3.844,43
Pasangan Batu	M3	2.437,69	O1	Segmen 2 Kiri STA.07+050 s/d 07+357	125,66	845,69	2.437,69
				Segmen 3 Kanan STA.07+808,9 s/d 07+985,5	112,49		
			Segmen 4 Kiri, Kanan STA.08+100 s/d 08+475	607,55	1.591,99		
Pasangan Batu			O2	Segmen 1 STA.06+450 s/d 06+850		417,43	
				Segmen 2 Kana STA.07+050 s/d 07+357	199,46		
				Segmen 3 Kiri Kanan STA.07+475 s/d 07+810,9	305,22		
				Segmen 3 STA.07+810,9 s/d 08+025	68,96		
			Segmen 4 STA.08+475 s/d 08+850	600,92			

Sumber : Lampiran C

4.7.2. Menyusun Hubungan Antar Kegiatan

Untuk memudahkan penyelesaian proyek secara keseluruhan, diperlukan diagram jaringan kerja yang menunjukkan urutan pekerjaan. Setelah melakukan pemecahan kegiatan, selanjutnya menyusun hubungan antar kegiatan. Dalam menyusun hubungan antar kegiatan ini kita harus menentukan logika ketergantungan antara kegiatan yang satu dengan kegiatan yang lainnya, kegiatan apa saja yang mengikutinya kegiatan-kegiatan apa saja yang bersamaan dibatasi saat mulai dan saat akhir. tetap berdasarkan pada *time schedule*, sehingga dapat dilihat keterkaitan, ketergantungan dan urutan kegiatan dari awal hingga akhir proyek.

Berikut ini adalah keseluruhan hubungan antar kegiatan :

Tabel 4.10 Hubungan Antar Kegiatan

Item Pekerjaan yang Dianalisis	Kode Kegiatan	Kegiatan Sebelumnya
A	B	C
Mobilisasi	A	-
Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran	B1	O1
Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran	B2	O2
Pasangan Batu dengan Mortar	C1	B1
Pasangan Batu dengan Mortar	C2	B2
Galian Biasa	D1	C1
Galian Biasa	D2	C2
Timbunan biasa	E1	D1
Timbunan biasa	E2	D2
Timbunan pilihan	F1	E1
Timbunan pilihan	F2	E2
Penyiapan Badan Jalan	G	E1, N
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	H1	I1
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	H2	I2
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	I1	F1
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	I2	F2
Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair	J	H1, H2
Lataston-Lapis Pondasi (HRS-Base)	K	J
Beton Mutu Sedang dengan $f_c' = 20$ Mpa (K-250)	L	C1
Baja Tulangan U-24 Polos	M	L
Baja Tulangan D-32 Ulir	N	M
Pasangan Batu	O1	A
Pasangan Batu	O2	A

Sumber : Hasil Perhitungan

4.7.3. Volume Kegiatan Akibat Pemecahan Kegiatan

Kegiatan-kegiatan yang telah dipecahkan harus dihitung kembali volumenya untuk mempermudah dalam analisa dan perhitungan. Caranya adalah membaginya item-item yang telah dipecahkan. Keseluruhan perhitungan volume akibat pemecahan kegiatan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.11 Volume Kegiatan Akibat Pemecahan Kegiatan

Item Pekerjaan	Kode Kegiatan	Satuan	Volume Awal	Volume Baru
A	B	C	D	E
Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran	B1	M3		608,86
Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran	B2	M3	805,13	196,27
Pasangan Batu dengan Mortar	C1	M3		142,85
Pasangan Batu dengan Mortar	C2	M3	256,26	113,41
Galian Biasa	D1	M3	2180,25	1208,25
Galian Biasa	D2	M3		972,00
Timbunan biasa	E1	M3	9013,99	4284,69
Timbunan biasa	E2	M3		4729,30
Timbunan pilihan	F1	M3	2827,01	1279,19
Timbunan pilihan	F2	M3		1547,82
Penyiapan Badan Jalan	G	M3	9568,33	9568,33
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	H1	M3	1350,00	816,62
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	H2	M3		533,38
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	I1	M3	1350,00	816,62
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	I2	M3		533,38
Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair	J	Liter	9000,00	9000,00
Lataston-Lapis Pondasi (HRS-Base)	K	Ton	667,25	667,25
Beton Mutu Sedang dengan $f_c' = 20$ Mpa (K-250)	L	M3	53,87	53,87
Baja Tulangan U-24 Polos	M	Kg	3107,75	3107,75
Baja Tulangan D-32 Ulir	N	Kg	3844,43	3844,43
Pasangan Batu	O1	M3	2437,69	853,66
Pasangan Batu	O2	M3		1584,03

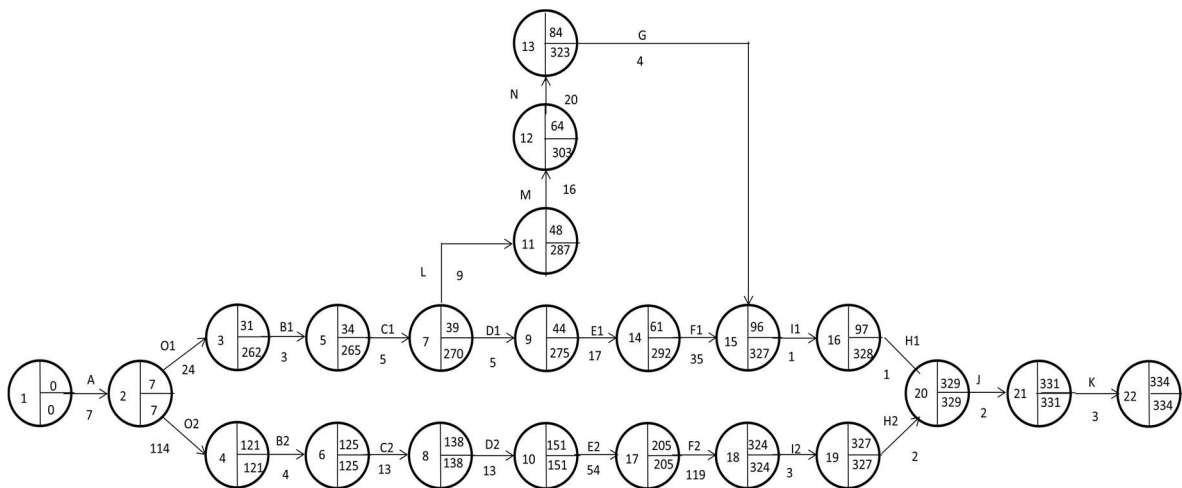
Sumber : Hasil Perhitungan

Pada tabel 4.11 kolom D merupakan volume awal diperoleh dari data RAB atau tabel 4.1. Kolom E merupakan volume baru akibat pemecahan kegiatan yang diperoleh dari tabel 4.9 kolom E.

4.8. Membuat *Network Diagram* dan Menentukan Jalur Kritis

Network diagram dibuat berdasarkan urutan dan ketergantungan antar kegiatan. Penyusunan *network* diagram ini terdiri dari dua bagian yaitu saat paling awal dan saat paling akhir. Pada *network* diagram ini akan diketahui peristiwa kritis, kegiatan kritis dan lintasan kritis. Lintasan kritis adalah Lintasan yang terdiri dari kegiatan-kegiatan kritis, peristiwa-peristiwa kritis dan *dummy* (jika ada), ketentuan sebuah jalur kritis yaitu umur jalur kritis sama dengan umur proyek dan jalur kritis adalah jalur yang paling lama masa pelaksanaannya dari semua jalur. Penentuan jalur kritis diperlukan untuk menentukan pekerjaan mana yang akan dipersingkat durasinya dengan peningkatan biaya terkecil dari biaya per unit waktu. Dimana lintasan kritis juga merupakan lintasan yang paling menentukan penyelesaian proyek secara keseluruhan. Berikut ini adalah perhitungan saat paling awal dan saat paling akhir keseluruhan proyek untuk mengetahui peristiwa kritis, kegiatan kritis dan lintasan kritis.

Network diagram untuk penyelesaian waktu semula dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 4.7 Network Diagram Semula

Berdasarkan gambar 4.7 waktu pelaksanaan proyek yang dihasilkan yaitu 334 hari, dimana jaringan kerja yang dibuat tidak memenuhi syarat dikarenakan waktu pelaksanaan yang dihasilkan melebihi waktu yang telah ditargetkan yaitu 127 hari. Hal ini mengakibatkan keterlambatan proyek, sehingga solusi yang digunakan adalah menambah kelompok tenaga kerja dan peralatan pada item-item pekerjaan kritis serta

mempercepat waktu pelaksanaan proyek dengan menambah jam lembur sebanyak 1 jam, 2 jam, 3 jam dan 4 jam.

Perhitungan saat paling awal dan saat paling lambat untuk kegiatan semula dapat dilihat pada tabel 4.12, sedangkan tabel perhitungan *Total Float* (TF), *Free Float* (FF) dan *Independent Float* (IF) dapat dilihat pada tabel 4.16.

Tabel 4.12 Saat Paling Awal (SPA) dan Saat Paling Lambat (SPL) Waktu Semula

No Peristiwa	SPA	Rumus	Perhitungan	SPL	Rumus	Perhitungan
1	SPA1	SPA1 = SPL1	0	SPA23	SPL22 = SPA22	334
2	SPA2	SPA1 + LA	0 + 7 = 7	SPA22	SPL22 - K	334 - 3 = 331
3	SPA3	SPA2 + LO1	7 + 24 = 31	SPA21	SPL21 - J	331 - 2 = 329
4	SPA4	SPA2 + LO2	7 + 114 = 121	SPA20	SPL20 - H2	329 - 2 = 327
5	SPA5	SPA3 + LB1	31 + 3 = 34	SPL19	SPL19 - I2	327 - 3 = 324
6	SPA6	SPA4 + LB2	121 + 4 = 125	SPL18	SPL18 - F2	324 - 119 = 205
7	SPA7	SPA5 + LC1	35 + 5 = 39	SPL17	SPL17 - E2	205 - 54 = 151
8	SPA8	SPA6 + LC2	125 + 13 = 138	SPL16	SPL20 - H1	329 - 1 = 328
9	SPA9	SPA7 + D1	39 + 5 = 44	SPL15	SPL16 - I1	328 - 1 = 327
10	SPA10	SPA8 + D2	138 + 13 = 151	SPL14	SPL15 - F1	327 - 35 = 292
11	SPA11	SPA9 + E1	44 + 17 = 58	SPL13	SPL14 - E1	292 - 17 = 275
12	SPA12	SPA10 + E2	151 + 54 = 205	SPL12	SPL15 - G	323 - 20 = 303
13	SPA13	SPA9 + L	39 + 9 = 48	SPL11	SPL13 - N	323 - 20 = 303
14	SPA14	SPA11 + M	48 + 16 = 64	SPL10	SPL12 - M	303 - 16 = 287
15	SPA15	SPA12 + N	64 + 20 = 84	SPL9	SPL10 - D2	151 - 13 = 138
16	SPA16	SPA14 + F1	61 + 35 = 96	SPL8	SPL9 - D1	275 - 5 = 270
17	SPA17	SPA15 + I1	96 + 1 = 97	SPL7	SPL8 - C2	138 - 13 = 125
18	SPA18	SPA16 + H1	205 + 119 = 324	SPL6	SPL7 - C1	270 - 5 = 265
19	SPA19	SPA17 + F2	324 + 3 = 327	SPL5	SPL6 - B2	125 - 4 = 121
20	SPA20	SPA18 + I2	327 + 2 = 329	SPL4	SPL5 - O1	265 - 3 = 262
21	SPA21	SPA20 + J	329 + 2 = 331	SPL3	SPL4 - O2	121 - 114 = 7
22	SPA22	SPA21 + K	331 + 3 = 334	SPL2	SPL1 - A	7 - 7 = 0

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan *network* diagram diperoleh peristiwa kritis, kegiatan kritis dan jalur kritis :

Tabel 4.13 Peristiwa Kritis, Kegiatan Kritis dan Jalur Kritis Waktu Semula

Peristiwa Kritis	Kegiatan Kritis	Jalur Kritis
A	B	C
1, 2, 4, 6, 8, 10, 17, 18, 19, 20, 21, 22	A, O2, B2, C2, D2, E2, F2, I2, H2, J, K	1 - A - 2 - O2 - 4 - B2 - 6 - C2 - 8 - D2 - 10 - E2 - 17 - F2 - 18 - I2 - 19 - H2 - 20 - J - 21 - K - 22

Sumber : Hasil Perhitungan

Peristiwa kritis adalah peristiwa yang tidak mempunyai tenggang waktu kegiatan, atau peristiwa yang mempunyai SPA sama dengan SPL dan Pekerjaan kritis adalah kegiatan atau pekerjaan yang paling sensitif terhadap keterlambatan. Suatu kegiatan di sebut kritis bila terletak diantara dua peristiwa kritis. Adapun syarat pekerjaan kritis yaitu $SPA_i = SPL_i$, $SPA_j = SPL_j$, dan $SPA_i + L = SPA_j$, atau $SPL_i + L = SPL_j$.

Untuk pembuktian peristiwa kritis dan pekerjaan kritis dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.14 Pembuktian Peristiwa Kritis dan Pekerjaan Kritis Waktu Semula

Pekerjaan Kritis	Kode Kegiatan	Peristiwa Kritis	L	SPAi + L = SPAj		Keterangan
		SPA=SPL		SPAi + L = SPAj		
A	B	C	D	E		
		SPA1 = SPL1 = 0				
Mobilisasi	A	SPA2 = SPL2 = 7	7	SPA1 + L = SPA2	0+7 = SPA2 = 7	Kritis
Pasangan Batu	B2	SPA4 = SPL4 = 121	114	SPA2 + L = SPA4	7+114 = SPA4 = 121	Kritis
Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran	C2	SPA6 = SPL6 = 125	4	SPA4 + L = SPA6	121+4 = SPA6 = 125	Kritis
Pasangan Batu dengan Mortar	D2	SPA8 = SPL8 = 138	13	SPA6 + L = SPA8	125+13 = SPA8 = 138	Kritis
Galian Biasa	E2	SPA10 = SPL10 = 151	13	SPA8 + L = SPA10	138+13 = SPA10 = 151	Kritis
Timbunan biasa	Fe	SPA17 = SPL17 = 205	54	SPA10 + L = SPA17	151+54 = SPA17 = 205	Kritis
Timbunan pilihan	H2	SPA18 = SPL18 = 324	119	SPA17 + L = SPA18	205+119 = SPA18 = 324	Kritis
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	I2	SPA19 = SPL19 = 327	3	SPA18 + L = SPA19	324+3 = SPA19 = 327	Kritis
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	J	SPA20 = SPL20 = 329	2	SPA19 + L = SPA20	327+2 = SPA20 = 329	Kritis
Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair	K	SPA21 = SPL21 = 331	2	SPA20 + L = SPA21	329+2 = SPA21 = 331	Kritis
Lataston-Lapis Pondasi (HRS-Base)	O2	SPA22 = SPL22 = 334	3	SPA21 + L = SPA22	331+3 = SPA22 = 334	Kritis

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan tabel 4.14 menyatakan bahwa pekerjaan-pekerjaan tersebut adalah pekerjaan kritis karena memenuhi syarat.

Jalur kritis adalah jalur yang terdiri dari kegiatan-kegiatan kritis, peristiwa-peristiwa kritis dan *dummy* (jika ada), ketentuan sebuah jalur kritis yaitu umur jalur kritis sama dengan umur proyek dan jalur kritis adalah jalur yang paling lama masa pelaksanaannya dari semua jalur.

Tabel 4.15 Pembuktian Lintasan Kritis Waktu Semula

Lintasan kritis	Umur Proyek = Panjang Lintasan Kritis			Keterangan
	UP	=	PLK	
1 - A - 2 - O2 - 4 - B2 - 6 - C2 - 8 - D2 - 10 - E2 - 17 - F2 - 18 - I2 - 19 - H2 - 20 - J - 21 - K - 22	334	=	334	Kritis
0 + 7 + 114 + 4 + 13 + 13 + 54 + 119 + 3 + 2 + 2 + 3				

Sumber : Hasil Perhitungan

Berikut adalah pembuktian kedua dengan tenggang waktu *Total Float* (TF), *Free Float* (FF) dan *Independent Float* (IF), dengan rumusan 2.23, 2.24 dan 2.25.

Total Float (TF) merupakan jangka waktu antara saat paling lambat peristiwa akhir (SPLj) kegiatan yang bersangkutan, dengan saat selesainya kegiatan yang bersangkutan, bila kegiatan tersebut dimulai pada saat paling awal peristiwa awalnya (SPAi).

Free Float (FF) merupakan jangka waktu antara saat paling lambat peristiwa awal (SPAj) peristiwa akhir kegiatan yang bersangkutan, dengan saat selesainya kegiatan yang bersangkutan, bila kegiatan tersebut dimulai pada saat paling awal peristiwa awalnya (SPAi).

Independent Float (IF) merupakan jangka waktu antara saat paling lambat peristiwa awal (SPAj) peristiwa akhir kegiatan yang bersangkutan, dengan saat

selesaiya kegiatan yang bersangkutan, bila kegiatan tersebut dimulai pada saat paling lambat peristiwa awalnya (SPLi).

Tabel 4.16 Perhitungan Total Float (TF), Free Float (FF) dan Independent Float (IF) Waktu Semula

Item Pekerjaan	Kode Kegiatan	SPLj	SPAj	L	SPLi	SPAi	TF	FF	IF
A	B	C	D	E	F	G	H=C-E-G	I=D-E-G	J=D-E-F
Mobilisasi	A	7	7	7	0	0	0	0	0
Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran	B1	265	34	3	262	31	231	0	-231
Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran	B2	125	125	4	121	121	0	0	0
Pasangan Batu dengan Mortar	C1	270	39	5	265	34	231	0	-231
Pasangan Batu dengan Mortar	C2	138	138	13	125	125	0	0	0
Galian Biasa	D1	275	44	5	270	39	231	0	-231
Galian Biasa	D2	151	151	13	138	138	0	0	0
Timbunan biasa	E1	292	61	17	275	44	231	0	-231
Timbunan biasa	E2	205	205	54	151	151	0	0	0
Timbunan pilihan	F1	327	96	35	292	61	50	0	-231
Timbunan pilihan	F2	324	324	119	205	205	0	0	0
Penyiapan Badan Jalan	G	327	96	4	323	89	234	3	-231
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	H1	329	329	1	328	97	231	231	0
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	H2	329	329	2	327	327	0	0	0
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	I1	328	97	1	327	96	231	0	-231
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	I2	327	327	3	324	324	0	0	0
Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair	J	331	331	2	329	329	0	0	0
Lataston-Lapis Pondasi (HRS-Base)	K	334	334	3	331	331	0	0	0
Beton Mutu Sedang dengan $f_c' = 20$ Mpa (K-250)	L	287	48	9	275	39	239	0	-236
Baja Tulangan U-24 Polos	M	303	64	16	287	48	239	0	-239
Baja Tulangan D-32 Ulir	N	323	84	20	303	64	239	0	-239
Pasangan Batu	O1	262	31	24	7	7	231	0	0
Pasangan Batu	O2	121	121	114	7	7	0	0	0

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan tabel 4.14, 4.15 dan 4.16 pembuktian peristiwa, kegiatan kritis dan kristis jalur terbukti bahwa kritis . jadi, item-item pekerjaan yang termasuk dalam jalur kritis adalah sebagai berikut :

- A : Mobilisasi
- B2 : Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran
- C2 : Pasangan Batu dengan Mortar
- D2 : Galian Biasa
- E2 : Timbunan biasa
- F2 : Timbunan pilihan
- H2 : Lapis Pondasi Agregat Kelas A
- I2 : Lapis Pondasi Agregat Kelas B
- J : Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair
- K : Lataston-Lapis Pondasi (HRS-Base)
- O2 : Pasangan Batu

4.9. Menghitung Perubahan Produksi dan Waktu Penyelesaian Akibat Penambahan Kelompok Tenaga Kerja dan Peralatan pada Kegiatan Kritis

Sebelum melakukan penambahan jam kerja lembur, maka perlu adanya penambahan kelompok tenaga kerja dan peralatan, untuk mengurangi waktu pelaksanaan normal yaitu 334 hari yang dimana apabila tetap bekerja dalam waktu tersebut maka proyek akan mengalami keterlambatan. Penambahan kelompok tenaga kerja dan peralatan ini hanya pada kegiatan kritis. Namun untuk penambahan kelompok tenaga kerja maupun peralatan harus tetap diperhatikan apabila produksi minimum tenaga kerja digandakan dan masih lebih kecil dari produksi minimum alat, maka untuk peralatan tidak perlu ditambahkan kelompok, begitupun sebaliknya. Sehingga dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.17 Produksi Minimum

NO	PEKERJAAN KRITIS	Produksi Minimum Tenaga Kerja	Produksi Minimum Alat	PRODUKSI MINIMUM
		(M3/Hari)	(M3/Hari)	(M3/Hari)
A	B	C	D	E
1	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran	235,29	117,65	117,65
2	Pasangan Batu dengan Mortar	28,56	34,98	28,56
3	Galian Biasa	249,11	124,56	249,11
4	Timbunan biasa	256,88	128,44	256,88
5	Timbunan pilihan	36,89	90,79	36,89
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	939,60	496,45	939,60
7	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	939,60	496,45	939,60
8	Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair	17.500,00	8.750,00	17.500,00
9	Lataston-Lapis Pondasi (HRS-Base)	663,51	315,32	315,32
10	Pasangan Batu	35,57	43,59	35,57

Keterangan : Produksi Minimum Tenaga Kerja dikalikan 2.

Bersarkan tabel 4.17 produksi minimum tenaga kerja dan peralatan diperoleh dari tabel 4.5. Sesuai dengan prinsip apabila produksi minimum tenaga kerja digandakan dan hasilnya lebih kecil dari produksi minimum peralatan maka produksi peralatan tidak perlu digandakan lagi. Jadi, untuk pekerjaan galian untuk drainase selokan dan saluran, galian biasa, timbunan biasa, lapis pondasi agregat kelas A, lapis pondasi agregat kelas B, lapis resap pengikat aspal cair dan latston lapis pondasi (HRS-Base) yang perlu digandakan jumlah peralatannya. Hal ini dikarenakan produksi minimum tenaga kerja lebih besar daripada produksi minimum peralatan. Sedangkan untuk pekerjaan pemasangan batu dengan mortar, timbunan pilihan, dan pasangan batu tidak perlu digandakan jumlah peralatannya.

Tabel 4.18 Penambahan Kelompok Tenaga Kerja

No	Item Pekerjaan Kritis	Jumlah Tenaga Kerja			Jumlah Kelompok Tenaga			Jumlah Tenaga Kerja		
		Mandor	Tukang	Pekerja	Mandor	Tukang	Pekerja	Mandor	Tukang	Pekerja
A	B	C	D	E	F	G	H	I= C x F	J= D x G	K= E x H
1	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran	1	-	2	2	2	2	2	-	4
2	Pasangan Batu dengan Mortar	1	5	8	2	2	2	2	10	16
3	Galian Biasa	1	-	-	2	2	2	2	-	-
4	Timbunan biasa	1	-	2	2	2	2	2	-	4
5	Timbunan pilihan	1	-	2	2	2	2	2	-	4
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	1	-	2	2	2	2	2	-	4
7	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	1	-	2	2	2	2	2	-	4
8	Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair	1	-	10	2	2	2	2	-	20
9	Lataston-Lapis Pondasi (HRS-Base)	1	-	7	2	2	2	2	-	14
10	Pasangan Batu	1	5	8	2	2	2	2	10	16

Pada tabel 4.18 jumlah tenaga kerja kolom C, D dan E diperoleh dari tabel 4.2 kolom G, H dan I.

Sesuai dengan penjelasan tabel 4.17 penambahan kelompok peralatan hanya untuk pekerjaan galian untuk drainase selokan dan saluran, galian biasa, timbunan biasa, lapis pondasi agregat kelas A, lapis pondasi agregat kelas B, lapis resap pengikat aspal cair dan lataston lapis pondasi (HRS-Base) . Hanya pada item pekerjaan lapis resap pengikat peralatan Asphalt Spayer dan lataston – lapis pondasi (HRS – Base) peralatan AMP tidak dilakukan penambahan dikarenakan untuk pengadaan lebih dari satu unit sangatlah sulit. Jumlah alat diperoleh dari tabel 4.8. Jumlah alat untuk penambahan kelompok kerja di dapat dari jumlah alat di kalikan dengan jumlah kelompok atau kolom C di kalikan dengan kolom D. Penambahan kelompok peralatan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.19 Penambahan Kelompok Peralatan

No	Pekerjaan Kritis	Jumlah Alat	Jumlah Kelompok	Jumlah Alat
A	B	C	D	E= C x D
1	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran			
	Excavator	1	2	2
	Dump Truc	2	2	4
	Alat Bantu	17	2	34
2	Galian Biasa			
	Excavator	1	2	2
	Dump Truc	2	2	4
	Alat Bantu	18	2	36
3	Timbunan biasa			
	Excavator	1	2	2
	Dump Truck	6	2	12
	Water Tank	1	2	2
	Motor Grader	1	2	2
	Vibrator Roller	1	2	2
	Alat Bantu	18	2	37
4	Lapis Pondasi Agregat Kelas A			
	Dump Truck	67	2	134
	Water Tank	1	2	2
	Motor Grader	1	2	2
	Vibro Roller	1	2	2
	Wheel Loader	1	2	2
	Alat Bantu	68	2	136

Lanjutan Tabel 4.19 Penambahan Kelompok Peralatan

No	Pekerjaan Kritis	Jumlah Alat	Jumlah Kelompok	Jumlah Alat E= C x D
A	B	C	D	E= C x D
5	Lapis Pondasi Agregat Kelas B			
	Dump Truck	63	2	127
	Water Tank	1	2	2
	Motor Grader	1	2	2
	Vibro Roller	1	2	2
	Wheel Loader	1	2	2
	Alat Bantu	68	2	136
6	Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair			
	Asphalt Spayer	1	1	1
	Compressor	1	2	2
7	Lataston-Lapis Pondasi (HRS-Base)			
	Dump Truck	17	2	34
	Wheel Loader	1	2	2
	AMP	1	1	1
	Genset	1	2	2
	Asphalt Finisher	1	2	2
	Tandem Roller	1	2	1
	P. Tyre Roller	1	2	2
	Alat Bantu	46	2	92

Sumber : Hasil Perhitungan

Dengan adanya penambahan kelompok tenaga kerja dan kelompok peralatan maka produksi akan bertambah. Hal ini akan berpengaruh terhadap perubahan produksi dan waktu penyelesaian. Untuk lebih jelas perubahan produksi dan waktu penyelesaian akibat penambahan kelompok tenaga kerja dan peralatan dapat dilihat pada tabel-tabel berikut ini :

Tabel 4.20 Perubahan Produksi Akibat Penambahan Kelompok Tenaga Kerja pada Item Pekerjaan Kritis

No	Item Pekerjaan yang Dianalisis	Satuan	Koefisien Sumberdaya Tenaga			Jumlah Tenaga Kerja			Produksi Tenaga Kerja			Produksi Tenaga Kerja			Produksi Minimum
			Mandor	Tukang	Pekerja	Mandor	Tukang	Pekerja	Mandor	Tukang	Pekerja	Mandor	Tukang	Pekerja	
			(Org)	(Org)	(Org)	(Org)	(Org)	(Org)	(m3/jam)	(m3/jam)	(m3/jam)	(m3/Hari)	(m3/Hari)	(m3/Hari)	
A	B	C	D	E	F	G= D/D	H= E/D	I= F/D	J= (1/D)*G*2	K=	L= (1/F)*I*2	M= J*Jke	N= K*Jke	O= L*Jke	P
1	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran	M3	0,0595	-	0,1190	1	-	2	33,61	-	33,61	235,29	-	235,29	235,29
2	Pasangan Batu dengan Mortar	M3	0,4902	2,4510	3,9216	1	5	8	4,08	4,08	4,08	28,56	28,56	28,56	28,56
3	Galian Biasa	M3	0,0562	-	-	1	-	-	35,59	-	-	249,11	-	-	249,11
4	Timbunan biasa	M3	0,0545	-	0,1091	1	-	2	36,70	-	36,70	256,88	-	256,88	256,88
5	Timbunan pilihan	M3	0,3795	-	0,7590	1	-	2	5,27	-	5,27	36,89	-	36,89	36,89
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M3	0,0149	-	0,0297	1	-	2	134,23	-	134,23	939,60	-	939,60	939,60
7	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	M3	0,0149	-	0,0297	1	-	2	134,23	-	134,23	939,60	-	939,60	939,60
8	Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair	Liter	0,0008	-	0,0080	1	-	10	2.500,00	-	2.500,00	17.500,00	-	17.500,00	17.500,00
9	Lataston-Lapis Pondasi (HRS-Base)	Ton	0,0211	-	0,1480	1	-	7	94,79	-	94,79	663,51	-	663,51	663,51
10	Pasangan Batu	M3	0,3936	1,9679	3,1486	1	5	8	5,08	5,08	5,08	35,57	35,57	35,57	35,57

Pada tabel 4.20 perubahan produksi akibat penambahan jam kerja dalam satuan jam dapat dilihat pada kolom J, K, dan L sedangkan perubahan produksi akibat penambahan jam kerja dalam satuan hari dapat dilihat pada kolom M, N dan O.

Tabel 4.21 Perubahan Produksi Akibat Penambahan Kelompok Peralatan pada Item Pekerjaan Kritis

No	Item Pekerjaan yang Dianalisis	Koefisien Peralatan	Produksi Alat (M3/Jam)	Produksi Alat (M3/Hari)	Produksi Minimum Alat (M3/Hari)
A	B	C	D = 1/c*2	E = 1/c*Jke	F
1	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran				235,29
	Excavator	0,0595	33,61	235,29	
	Dump Truc	0,1199	16,68	116,76	
	Alat Bantu	1,0000	2,00	14,00	
2	Galian Biasa				249,11
	Excavator	0,0562	35,59	249,11	
	Dump Truc	0,1125	17,78	124,44	
	Alat Bantu	1,0000	2,00	14,00	
3	Timbunan biasa				256,88
	Excavator	0,0545	36,70	256,88	
	Dump Truck	0,3145	6,36	44,52	
	Water Tank	0,0070	285,71	2000,00	
	Motor Grader	0,0022	909,09	6363,64	
	Vibrator Roller	0,0018	1111,11	7777,78	
	Alat Bantu	1,0000	2,00	14,00	
4	Lapis Pondasi Agregat Kelas A				992,91
	Dump Truck	0,9914	2,02	14,12	
	Water Tank	0,0141	141,84	992,91	
	Motor Grader	0,0042	476,19	3333,33	
	Vibro Roller	0,0047	425,53	2978,72	
	Wheel Loader	0,0149	134,23	939,60	
	Alat Bantu	1,0000	2,00	14,00	
5	Lapis Pondasi Agregat Kelas B				992,91
	Dump Truck	0,9423	2,12	14,86	
	Water Tank	0,0141	141,84	992,91	
	Motor Grader	0,0038	526,32	3684,21	
	Vibro Roller	0,0047	425,53	2978,72	
	Wheel Loader	0,0149	134,23	939,60	
	Alat Bantu	1,0000	2,00	14,00	
6	Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair				17.500,00
	Asphalt Spayer	0,0008	2500,00	17500,00	
	Compressor	0,0008	2500,00	17500,00	
7	Lataston-Lapis Pondasi (HRS-Base)				630,63
	Dump Truck	0,3742	5,34	37,41	
	Wheel Loader	0,0093	215,05	1505,38	
	AMP	0,0222	90,09	630,63	
	Genset	0,0222	90,09	630,63	
	Asphalt Finisher	0,0211	94,79	663,51	
	Tandem Roller	0,0136	147,06	1029,41	
	P. Tyre Roller	0,0069	289,86	2028,99	
	Alat Bantu	1,0000	2,00	14,00	

Pada tabel 4.21 kolom C koefisien peralatan diperoleh dari data RAB, Kolom D produksi alat yang telah didapat dikalikan dengan 2 dikarenakan menambah kelompok peralatan, kolom E produksi alat yang telah didapat dalam satuan jam dikalikan dengan jam kerja efektif 7 jam untuk mendapatkan satuan produksi dalam hari dan kolom F merupakan produksi minimum alat yaitu produksi terkecil.

Tabel 4.22 Perubahan Produksi Minimum Akibat Penambahan Kelompok Tenaga Kerja dan Peralatan pada Item Pekerjaan Kritis

NO	PEKERJAAN KRITIS	Produksi Minimum Tenaga Kerja	Produksi Minimum Alat	PRODUKSI MINIMUM
		(M3/Hari)	(M3/Hari)	(M3/Hari)
A	B	C	D	E
1	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran	235,29	235,29	235,29
2	Pasangan Batu dengan Mortar	28,56	35,59	28,56
3	Galian Biasa	249,11	249,11	249,11
4	Timbunan biasa	256,88	256,88	256,88
5	Timbunan pilihan	36,89	90,79	36,89
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	939,60	939,60	939,60
7	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	939,60	939,60	939,60
8	Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair	17.500,00	17.500,00	17.500,00
9	Lataston-Lapis Pondasi (HRS-Base)	663,51	630,63	630,63
10	Pasangan Batu	35,57	43,59	35,57

Pada tabel 4.22 kolom C merupakan produksi minimum tenaga kerja diperoleh dari tabel 4.20 kolom P. Kolom D produksi minimum alat diperoleh dari tabel 4.21 kolom F. Kolom E merupakan produksi minimum diperoleh dari produksi terendah antara produksi tenaga kerja dan produksi peralatan.

Tabel 4.23 Perubahan Waktu Penyelesaian Akibat Penambahan Kelompok Tenaga Kerja dan Peralatan pada Item Pekerjaan Kritis

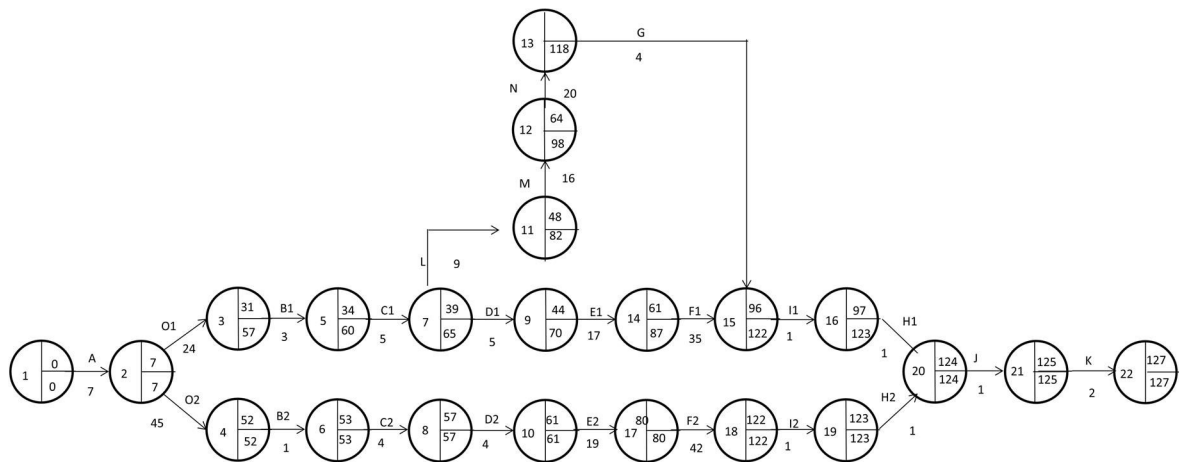
NO.	ITEM PEKERJAAN YANG DIANALISIS	SATUAN	VOLUME	PRODUKSI MINIMUM	WAKTU PENYELESAIAN	
				(M3/Hari)	(Hari)	Dibulatkan (Hari)
A	B	C	D	E	F = D/E	G
1	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran	M3	805,13	235,29	3,42	4
2	Pasangan Batu dengan Mortar	M3	256,26	28,56	8,97	9
3	Galian Biasa	M3	2.180,25	249,11	8,75	9
4	Timbunan biasa	M3	9.013,99	256,88	35,09	36
5	Timbunan pilihan	M3	2.827,01	36,89	76,63	77
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M3	1.350,00	939,60	1,44	2
7	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	M3	1.350,00	939,60	1,44	2
8	Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair	Liter	9.000,00	17.500,00	0,51	1
9	Lataston-Lapis Pondasi (HRS-Base)	Ton	667,25	630,63	1,06	2
10	Pasangan Batu	M3	2.437,69	35,57	68,53	69

Pada tabel 4.23 kolom D volume diperoleh dari data RAB, lampiran B, kolom E produksi minimum diperoleh dari tabel 4.21 kolom E, kolom F didapat dari kolom D dibagi dengan kolom E, dan Kolom G merupakan hasil pembulatan waktu penyelesaian pada kolom F.

4.9.1. Membuat *Network Diagram* dan Menentukan Jalur Kritis Akibat Penambahan Kelompok Tenaga Kerja dan Peralatan

Setelah diketahui waktu penyelesaian akibat penambahan kelompok tenaga kerja dan peralatan, maka dapat dibuat *network diagram*nya dan menentukan jalur kritis.

Network diagram untuk penyelesaian waktu awal dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 4.8 Network Diagram untuk Awal

Berdasarkan gambar 4.9 dapat dilihat bahwa waktu pelaksanaan proyek yang dihasilkan yaitu 127 hari. Waktu pelaksanaan proyek 127 hari mencapai target pelaksanaan proyek yaitu sama 127 hari, sehingga dapat dilakukan percepatan waktu pelaksanaan proyek dengan menambah jam lembur sebanyak 1 jam, 2 jam, 3 jam dan 4 jam. Berikut ini adalah saat paling awal dan paling lambat kegiatan.

Tabel 4.24 Saat Paling Awal (SPA) dan Saat Paling Lambat (SPL) Waktu Awal

No Peristiwa	SPA	Rumus	Perhitungan	SPL	Rumus	Perhitungan
1	SPA1	SPA1 = SPL1	0	SPA23	SPL22 = SPA22	127
2	SPA2	SPA1 + LA	0 + 7 = 7	SPA22	SPL22 - K	127 - 2 = 125
3	SPA3	SPA2 + LO1	7 + 24 = 31	SPA21	SPL21 - J	125 - 1 = 124
4	SPA4	SPA2 + LO2	7 + 45 = 52	SPA20	SPL20 - H2	124 - 1 = 123
5	SPA5	SPA3 + LB1	31 + 3 = 34	SPL19	SPL19 - I2	123 - 1 = 122
6	SPA6	SPA4 + LB2	52 + 1 = 53	SPL18	SPL18 - F2	122 - 42 = 89
7	SPA7	SPA5 + LC1	35 + 5 = 39	SPL17	SPL17 - E2	89 - 19 = 61
8	SPA8	SPA6 + LC2	53 + 4 = 57	SPL16	SPL20 - H1	124 - 1 = 123
9	SPA9	SPA7 + D1	39 + 5 = 44	SPL15	SPL16 - I1	123 - 1 = 122
10	SPA10	SPA8 + D2	57 + 4 = 61	SPL14	SPL15 - F1	122 - 35 = 87
11	SPA11	SPA9 + E1	44 + 17 = 58	SPL13	SPL14 - E1	87 - 17 = 70
12	SPA12	SPA10 + E2	61 + 19 = 89	SPL12	SPL15 - G	122 - 4 = 118
13	SPA13	SPA9 + L	39 + 9 = 48	SPL11	SPL13 - N	118 - 20 = 98
14	SPA14	SPA11 + M	48 + 16 = 64	SPL10	SPL12 - M	198 - 16 = 64
15	SPA15	SPA12 + N	64 + 20 = 84	SPL9	SPL10 - D2	61 - 4 = 57
16	SPA16	SPA14 + F1	61 + 35 = 93	SPL8	SPL9 - D1	70 - 5 = 65
17	SPA17	SPA15 + I1	96 + 1 = 97	SPL7	SPL8 - C2	57 - 4 = 53
18	SPA18	SPA16 + H1	89 + 42 = 122	SPL6	SPL7 - C1	65 - 5 = 60
19	SPA19	SPA17 + F2	122 + 1 = 123	SPL5	SPL6 - B2	53 - 1 = 53
20	SPA20	SPA18 + I2	123 + 1 = 124	SPL4	SPL5 - O1	60 - 3 = 57
21	SPA21	SPA20 + J	124 + 1 = 125	SPL3	SPL4 - O2	52 - 45 = 7
22	SPA22	SPA21 + K	125 + 2 = 127	SPL2	SPL1 - A	7 - 7 = 0

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan perhitungan tabel 4.24 SPA dan SPL juga gambar 4.9 *network* diagram maka diperoleh peristiwa kritis, kegiatan kritis dan jalur kritis. Secara keseluruhannya dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.25 Peristiwa Kritis, Kegiatan Kritis dan Jalur Kritis Waktu Awal

Peristiwa Kritis	Kegiatan Kritis	Jalur Kritis
A	B	C
1, 2, 4, 6, 8, 10, 17, 18, 19, 20, 21, 22	A, O2, B2, C2, D2, E2, F2, I2, H2, J, K	1 - A - 2 - O2 - 4 - B2 - 6 - C2 - 8 - D2 - 10 - E2 - 17 - F2 - 18 - I2 - 19 - H2 - 20 - J - 21 - K - 22

Sumber : Hasil Perhitungan

Peristiwa kritis adalah peristiwa yang tidak mempunyai tenggang waktu kegiatan, atau peristiwa yang mempunyai SPA sama dengan SPL dan Pekerjaan kritis adalah kegiatan atau pekerjaan yang paling sensitif terhadap keterlambatan. Suatu kegiatan di sebut kritis bila terletak diantara dua peristiwa kritis. Adapun syarat pekerjaan kritis yaitu $SPA_i = SPL_i$, $SPA_j = SPL_j$, dan $SPA_i + L = SPA_j$, atau $SPL_i + L = SPL_j$.

Untuk pembuktian peristiwa kritis dan pekerjaan kritis dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.26 Pembuktian Peristiwa Kritis dan Pekerjaan Kritis Waktu Awal

Pekerjaan Kritis	Kode Kegiatan	Peristiwa Kritis		L	SPA _i + L = SPA _j		Keterangan
		SPA=SPL			SPA _i + L = SPA _j		
A	B	C		D	E		F
		SPA1 = SPL1 =	0				
Mobilisasi	A	SPA2 = SPL2 =	7	7	SPA1 + L = SPA2	0+7 = SPA2 = 7	Kritis
Pasangan Batu	B2	SPA4 = SPL4 =	52	45	SPA2 + L = SPA4	7+45 = SPA4 = 52	Kritis
Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran	C2	SPA6 = SPL6 =	53	1	SPA4 + L = SPA6	52+1 = SPA6 = 53	Kritis
Pasangan Batu dengan Mortar	D2	SPA8 = SPL8 =	57	4	SPA6 + L = SPA8	57+4 = SPA8 = 57	Kritis
Galian Biasa	E2	SPA10 = SPL10 =	61	4	SPA8 + L = SPA10	61+4 = SPA10 = 61	Kritis
Timbunan biasa	Fe	SPA17 = SPL17 =	89	19	SPA10 + L = SPA17	89+19 = SPA17 = 89	Kritis
Timbunan pilihan	H2	SPA18 = SPL18 =	122	42	SPA17 + L = SPA18	122+42 = SPA18 = 122	Kritis
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	I2	SPA19 = SPL19 =	123	1	SPA18 + L = SPA19	123+1 = SPA19 = 123	Kritis
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	J	SPA20 = SPL20 =	124	1	SPA19 + L = SPA20	124+1 = SPA20 = 124	Kritis
Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair	K	SPA21 = SPL21 =	125	1	SPA20 + L = SPA21	125+1 = SPA21 = 125	Kritis
Lataston-Lapis Pondasi (HRS-Base)	O2	SPA22 = SPL22 =	126	2	SPA21 + L = SPA22	126+1 = SPA22 = 126	Kritis

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan tabel 4.26 menyatakan bahwa pekerjaan-pekerjaan tersebut adalah pekerjaan kritis karena memenuhi syarat.

Jalur kritis adalah jalur yang terdiri dari kegiatan-kegiatan kritis, peristiwa-peristiwa kritis dan *dummy* (jika ada), ketentuan sebuah jalur kritis yaitu umur jalur kritis sama dengan umur proyek dan jalur kritis adalah jalur yang paling lama masa pelaksanaannya dari semua jalur.

Tabel 4.27 Pembuktian Lintasan Kritis Waktu Awal

Lintasan kritis	Umur Proyek = Panjang Lintasan Kritis		Keterangan
	UP	PLK	
1 - A - 2 - O2 - 4 - B2 - 6 - C2 - 8 - D2 - 10 - E2 - 17 - F2 - 18 - I2 - 19 - H2 - 20 - J - 21 - K - 22			
	127	= 127	Kritis
0 + 7 + 45 + 1 + 4 + 4 + 19 + 42 + 1 + 1 + 1 + 2			

Sumber : Hasil Perhitungan

Berikut adalah pembuktian kedua dengan tenggang waktu *Total Float* (TF), *Free Float* (FF) dan *Independent Float* (IF), dengan rumusan yang ada pada bab 2, yaitu rumus 2.23, 2.24 dan 2.25.

Total Float (TF) merupakan jangka waktu antara saat paling lambat peristiwa akhir (SPLj) kegiatan yang bersangkutan, dengan saat selesainya kegiatan yang bersangkutan, bila kegiatan tersebut dimulai pada saat paling awal peristiwa awalnya (SPAi).

Free Float (FF) merupakan jangka waktu antara saat paling lambat peristiwa awal (SPAj) peristiwa akhir kegiatan yang bersangkutan, dengan saat selesainya kegiatan yang bersangkutan, bila kegiatan tersebut dimulai pada saat paling awal peristiwa awalnya (SPAi).

Independent Float (IF) merupakan jangka waktu antara saat paling lambat peristiwa awal (SPAj) peristiwa akhir kegiatan yang bersangkutan, dengan saat selesainya kegiatan yang bersangkutan, bila kegiatan tersebut dimulai pada saat paling lambat peristiwa awalnya (SPLi).

Tabel 4.28 Perhitungan *Total Float* (TF), *Free Float* (FF) dan *Independent Float* (IF) Waktu Awal

Item Pekerjaan	Kode Kegiatan	SPLj	SPAj	L	SPLi	SPAi	TF	FF	IF
A	B	C	D	E	F	G	H=C-E-G	I=D-E-G	J=D-E-F
Mobilisasi	A	7	7	7	0	0	0	0	0
Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran	B1	60	34	3	57	31	26	0	-26
Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran	B2	53	53	1	52	52	0	0	0
Pasangan Batu dengan Mortar	C1	65	39	5	60	34	26	0	-26
Pasangan Batu dengan Mortar	C2	57	57	4	53	53	0	0	0
Galian Biasa	D1	70	44	5	65	39	26	0	-26
Galian Biasa	D2	61	61	4	57	57	0	0	0
Timbunan biasa	E1	87	61	17	70	44	26	0	-26
Timbunan biasa	E2	80	80	19	61	61	0	0	0
Timbunan pilihan	F1	122	96	35	87	61	50	0	-26
Timbunan pilihan	F2	122	122	42	80	80	0	0	0
Penyiapan Badan Jalan	G	122	96	4	118	67	51	25	-26
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	H1	124	124	1	123	96	27	27	0
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	H2	124	124	1	123	123	0	0	0
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	I1	123	97	1	122	96	26	0	-26
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	I2	123	123	3	122	122	-2	-2	-2
Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair	J	125	125	1	124	124	0	0	0
Lataston-Lapis Pondasi (HRS-Base)	K	127	127	2	125	125	0	0	0
Beton Mutu Sedang dengan $f_c' = 20$ Mpa (K-250)	L	82	48	9	70	39	34	0	-31
Baja Tulangan U-24 Polos	M	98	64	16	82	48	34	0	-34
Baja Tulangan D-32 Ulir	N	118	84	20	98	64	34	0	-34
Pasangan Batu	O1	57	31	24	7	7	26	0	0
Pasangan Batu	O2	52	52	45	7	7	0	0	0

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan tabel 4.26, 4.27 dan 4.28 pembuktian peristiwa, kegiatan kritis dan kritis jalur terbukti bahwa kritis . jadi, item-item pekerjaan yang termasuk dalam jalur kritis adalah sebagai berikut :

A : Mobilisasi

B2 : Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran

- C2 : Pasangan Batu dengan Mortar
- D2 : Galian Biasa
- E2 : Timbunan biasa
- F2 : Timbunan pilihan
- H2 : Lapis Pondasi Agregat Kelas A
- I2 : Lapis Pondasi Agregat Kelas B
- J : Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair
- K : Lataston-Lapis Pondasi (HRS-Base)
- O2 : Pasangan Batu

4.10. Menghitung Produksi Awal dan Produksi Akibat Lembur Pada Kegiatan Kritis

Bagian ini akan membahas tentang produksi saat awal dan produksi akibat lembur atau penambahan jam kerja sebanyak 1 jam, 2 jam, 3 jam dan 4 jam. Untuk perhitungannya dapat dilihat pada lampiran II dan hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel-tabel dibawah ini :

Tabel 4.29 Produksi Awal dan Produksi Akibat Lembur 1 Jam

No	Kegiatan Kritis	Satuan	Kode Kegiatan	Produksi Awal	Produksi 1 jam Lembur	Produksi Total
				M3/Hari	M3/Hari	M3/Hari
A	B	C	D	E	F	G
1	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran	M3	B2	235,29	33,61	268,91
2	Pasangan Batu dengan Mortar	M3	C2	28,56	4,08	32,64
3	Galian Biasa	M3	D2	249,11	35,59	284,70
4	Timbunan biasa	M3	E2	256,88	36,70	293,58
5	Timbunan pilihan	M3	F2	36,89	5,27	42,16
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M3	H2	939,60	134,23	1.073,83
7	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	M3	I2	939,60	134,23	1.073,83
8	Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair	Liter	J	17.500,00	2.500,00	20.000,00
9	Lataston-Lapis Pondasi (HRS-Base)	Ton	K	630,63	90,09	720,72
10	Pasangan Batu	M3	O2	35,57	5,08	40,65

Pada tabel 2.29 kolom E merupakan produksi awal yang diperoleh dari tabel 4.22 kolom G. Kolom F merupakan produksi 1 jam lembur diperoleh dari lampiran II tabel 2.1, kolom M. Kolom G merupakan penjumlahan kolom E dan F.

Tabel 4.30 Produksi Awal dan Produksi Akibat Lembur 2 Jam

No	Kegiatan Kritis	M3	Kode Kegiatan	Produksi Awal	Produksi 2 Jam Lembur	Produksi Total
				M3/Hari	M3/Hari	M3/Hari
A	B	C	D	E	F	G
1	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran	M3	B2	235,29	67,23	302,52
2	Pasangan Batu dengan Mortar	M3	C2	28,56	8,16	36,72
3	Galian Biasa	M3	D2	249,11	71,17	320,28
4	Timbunan biasa	M3	E2	256,88	73,39	330,28
5	Timbunan pilihan	M3	F2	36,89	10,54	47,43
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M3	H2	939,60	268,46	1.208,05
7	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	M3	I2	939,60	268,46	1.208,05
8	Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair	Liter	J	17.500,00	5.000,00	22.500,00
9	Lataston-Lapis Pondasi (HRS-Base)	Ton	K	630,63	180,18	810,81
10	Pasangan Batu	M3	O2	35,57	10,16	45,73

Pada tabel 2.30 kolom E merupakan produksi awal yang diperoleh dari tabel 4.22 kolom G. Kolom F merupakan produksi 1 jam lebur yang diperoleh dari lampiran II tabel 2.2, kolom M.

Tabel 4.31 Produksi Awal dan Produksi Akibat Lembur 3 Jam

No	Kegiatan Kritis	M3	Kode Kegiatan	Produksi Normal	Produksi 3 Jam Lembur	Produksi Total
				M3/Hari	M3/Hari	M3/Hari
A	B	C	D	E	F	G
1	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran	M3	B2	235,29	50,42	285,71
2	Pasangan Batu dengan Mortar	M3	C2	28,56	6,12	34,68
3	Galian Biasa	M3	D2	249,11	53,38	302,49
4	Timbunan biasa	M3	E2	256,88	55,05	311,93
5	Timbunan pilihan	M3	F2	36,89	7,91	44,80
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M3	H2	939,60	201,34	1.140,94
7	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	M3	I2	939,60	201,34	1.140,94
8	Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair	Liter	J	17.500,00	3.750,00	21.250,00
9	Lataston-Lapis Pondasi (HRS-Base)	Ton	K	630,63	142,18	772,81
10	Pasangan Batu	M3	O2	35,57	7,62	43,19

Pada tabel 2.30 kolom E merupakan produksi awal yang diperoleh dari tabel 4.22 kolom G. Kolom F merupakan produksi 1 jam lebur yang diperoleh dari lampiran II tabel 2.3, kolom M. Kolom G merupakan penjumlahan kolom E dan F.

Tabel 4.32 Produksi Awal dan Produksi Akibat Lembur 4 Jam

No	Kegiatan Kritis	Kg	Kode Kegiatan	Produksi Normal	Produksi 4 Jam Lembur	Produksi Total
				M3/Hari	M3/Hari	M3/Hari
A	B	C	D	E	F	G
1	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran	M3	B2	235,29	67,23	302,52
2	Pasangan Batu dengan Mortar	M3	C2	28,56	8,16	36,72
3	Galian Biasa	M3	D2	249,11	71,17	320,28
4	Timbunan biasa	M3	E2	256,88	73,39	330,28
5	Timbunan pilihan	M3	F2	36,89	10,54	47,43
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M3	H2	939,60	268,46	1.208,05
7	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	M3	I2	939,60	268,46	1.208,05
8	Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair	Liter	J	17.500,00	5.000,00	22.500,00
9	Lataston-Lapis Pondasi (HRS-Base)	Ton	K	630,63	189,57	820,20
10	Pasangan Batu	M3	O2	35,57	10,16	45,73

Pada tabel 2.32 kolom E produksi awal diperoleh dari tabel 4.21 kolom G, kolom F produksi 1 jam lebur diperoleh dari lampiran II, tabel 2.4, kolom M. Kolom G merupakan penjumlahan kolom E dan F. Kolom G merupakan penjumlahan kolom E dan F.

Berdasarkan tabel 4.29, 4.30, 4.31, dan 4.32, dapat disimpulkan bahwa semakin besar penambahan jam kerja, maka semakin besar pula produksi yang dihasilkan.

4.11. Menghitung Waktu Penyelesaian Awal dan Waktu Penyelesaian Akibat Penambahan Jam Kerja pada Kegiatan Kritis

Bagian ini akan juga membahas tentang waktu penyelesaian saat awal dan waktu penyelesaian akibat lembur atau penambahan jam kerja sebanyak 1 jam, 2 jam, 3 jam dan 4 jam.

Untuk perhitungannya dapat dilihat pada lampiran V dan hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel-tabel dibawah ini :

Tabel 4.33 Waktu Penyelesaian Awal dan Waktu Penyelesaian Akibat Lembur 1 Jam

No	Kegiatan Kritis	Satuan	Kode Kegiatan	Waktu Penyelesaian Awal	Waktu Penyelesaian 1 Jam Lembur	Selisih Waktu
				Hari	Hari	Hari
A	B	C	D	E	F	G= E - F
1	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran	M3	B2	0,83	-	0,83
2	Pasangan Batu dengan Mortar	M3	C2	3,97	3,47	0,50
3	Galian Biasa	M3	D2	3,90	3,41	0,49
4	Timbunan biasa	M3	E2	18,41	16,11	2,30
5	Timbunan pilihan	M3	F2	41,96	36,71	5,24
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M3	H2	0,57	-	0,57
7	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	M3	I2	0,57	-	0,57
8	Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair	Liter	J	0,51	-	0,51
9	Lataston-Lapis Pondasi (HRS-Base)	Ton	K	1,06	0,93	1,06
10	Pasangan Batu	M3	O2	44,53	38,97	5,57

Sumber : Lampiran II, Tabel 2.1, Kolom K dan Kolom L

Berdasarkan tabel 3.33 kolom E merupakan waktu penyelesaian awal dapat diperoleh pada lampiran II tabel 2.1 kolom K sedangkan kolom F merupakan waktu penyelesaian 1 jam lembur yang diperoleh dari kolom L. Dimana untuk lembur 1 jam pekerjaan galian untuk drainase selokan dan saluran (B2), pekerjaan lapis pondasi agregat kelas A (H2), pekerjaan lapis pondasi agregat kelas B (I2), dan lapis resap pengikat – aspal cair (J) mempunyai waktu penyelesaian lebih kecil dari satu, sehingga item-item pekerjaan tersebut tidak perlu dilakukan lembur untuk 1 jam, 2 jam, 3 jam dan 4 jam. Hal ini dikarenakan pada *network* diagram waktu penyelesaian terendah adalah 1 hari.

Tabel 4.34 Waktu Penyelesaian Awal dan Waktu Penyelesaian Akibat Lembur 2 Jam

No	Kegiatan Kritis	M3	Kode Kegiatan	Waktu Penyelesaian Awal	Waktu Penyelesaian 2 Jam Lembur	Selisih Waktu
				Hari	Hari	Hari
A	B	C	D	E	F	G
1	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran	M3	B2	0,83	-	0,83
2	Pasangan Batu dengan Mortar	M3	C2	3,97	3,09	0,88
3	Galian Biasa	M3	D2	3,90	3,03	0,87
4	Timbunan biasa	M3	E2	18,41	14,32	4,09
5	Timbunan pilihan	M3	F2	41,96	32,63	9,32
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M3	H2	0,57	-	0,57
7	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	M3	I2	0,57	-	0,57
8	Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair	Liter	J	0,51	-	0,51
9	Lataston-Lapis Pondasi (HRS-Base)	Ton	K	1,06	-	1,06
10	Pasangan Batu	M3	O2	44,53	34,64	9,90

Sumber : Lampiran II, Tabel 2.2, Kolom K dan Kolom L

Berdasarkan tabel 3.34 kolom E merupakan waktu penyelesaian awal dapat diperoleh pada lampiran II tabel 2.2 kolom K sedangkan kolom F merupakan waktu penyelesaian 1 jam lembur yang diperoleh dari kolom L. Dimana untuk lembur 1 jam

pekerjaan galian untuk drainase selokan dan saluran (B2), pekerjaan lapis pondasi agregat kelas A (H2), pekerjaan lapis pondasi agregat kelas B (I2), pekerjaan lapis resap aspal cair (J), dan pekerjaan lataston-lapis pondasi (HRS-Base) (K) mempunyai waktu penyelesaian lebih kecil dari satu, sehingga item-item pekerjaan tersebut tidak perlu dilakukan lembur untuk 1 jam, 2 jam, 3 jam dan 4 jam.

Tabel 4.35 Waktu Penyelesaian Awal dan Waktu Penyelesaian Akibat Lembur 3 Jam

No	Kegiatan Kritis	M3	Kode Kegiatan	Waktu Penyelesaian Awal	Waktu Penyelesaian 3 Jam Lembur	Selisih Waktu
				Hari	Hari	Hari
A	B	C	D	E	F	G
1	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran	M3	B2	0,83	-	0,83
2	Pasangan Batu dengan Mortar	M3	C2	3,97	2,78	1,19
3	Galian Biasa	M3	D2	3,90	2,73	1,17
4	Timbunan biasa	M3	E2	18,41	12,89	5,52
5	Timbunan pilihan	M3	F2	41,96	29,37	12,59
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M3	H2	0,57	-	0,57
7	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	M3	I2	0,57	-	0,57
8	Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair	Liter	J	0,51	-	0,51
9	Lataston-Lapis Pondasi (HRS-Base)	Ton	K	1,06	-	1,06
10	Pasangan Batu	M3	O2	44,53	31,17	13,36

Sumber : Lampiran II, Tabel 2.3, Kolom K dan Kolom L

Tabel 4.36 Waktu Penyelesaian Awal dan Waktu Penyelesaian Akibat Lembur 4 Jam

No	Kegiatan Kritis	Kg	Kode Kegiatan	Waktu Penyelesaian Awal	Waktu Penyelesaian 4 Jam Lembur	Selisih Waktu
				Hari	Hari	Hari
A	B	C	D	E	F	G
1	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran	M3	B2	0,83	-	0,83
2	Pasangan Batu dengan Mortar	M3	C2	3,97	2,53	1,44
3	Galian Biasa	M3	D2	3,90	2,48	1,42
4	Timbunan biasa	M3	E2	18,41	11,72	6,69
5	Timbunan pilihan	M3	F2	41,96	26,70	15,26
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M3	H2	0,57	-	0,57
7	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	M3	I2	0,57	-	0,57
8	Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair	Liter	J	0,51	-	0,51
9	Lataston-Lapis Pondasi (HRS-Base)	Ton	K	1,06	-	1,06
10	Pasangan Batu	M3	O2	44,53	28,34	16,19

Sumber : Lampiran II, Tabel 2.4, Kolom K dan Kolom L

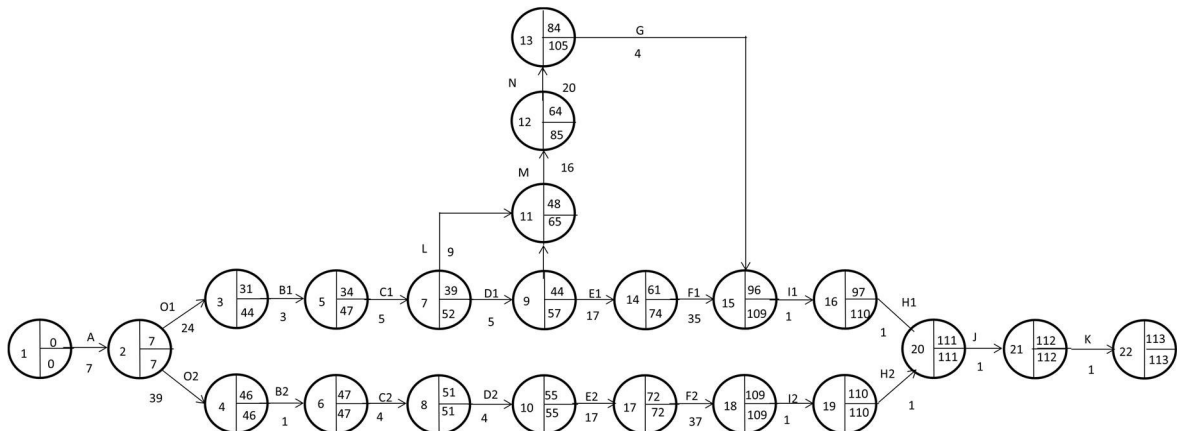
Berdasarkan tabel 4.33, 4.34, 4.35, dan 4.36 dapat disimpulkan bahwa semakin besar penambahan jam kerja, maka semakin cepat waktu penyelesaian yang dihasilkan.

4.12. Perubahan *Network Diagram*

Setelah mendapatkan waktu penyelesaian baru pada kegiatan yang kritis, langkah selanjutnya adalah menyusun perubahan *network diagram*. Dalam penyusunan *network diagram* baru ini terlebih dahulu dihitung waktu penyelesaian proyek baru akibat penambahan jam lembur 1 jam, 2 jam, 3 jam dan 4 jam. Dan juga dihitung saat paling awal dan saat paling lambat serta tenggang waktu masing-masing kegiatan yang dipercepat.

4.12.1. Penyusunan *Network Diagram* Baru untuk Penambahan 1 Jam Kerja

Network diagram untuk penyelesaian penambahan jam kerja 1 jam dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 4.9 *Network Diagram* untuk Penambahan Jam Kerja 1 Jam

Berdasarkan gambar 4.9 dapat dilihat bahwa penambahan jam kerja 1 jam mengakibatkan waktu penyelesaian berkurang. Dimana waktu penyelesaian yang didapat adalah 113 hari. Berdasarkan hasil yang diperoleh menyatakan bahwa diagram jaringan kerja yang dibuat memenuhi syarat, sebab waktu yang dihasilkan 113 hari lebih kecil dari yang ditargetkan 127 hari.

Berikut ini adalah saat paling awal dan paling lambat kegiatan.

Tabel 4.37 SPA dan SPL Akibat Lembur 1 Jam

No Peristiwa	SPA	Rumus	Perhitungan	SPL	Rumus	Perhitungan
1	SPA1	SPA1 = SPL1	0	SPA23	SPL22 = SPA22	113
2	SPA2	SPA1 + LA	0 + 7 = 7	SPA22	SPL22 - K	113 - 1 = 112
3	SPA3	SPA2 + LO1	7 + 24 = 31	SPA21	SPL21 - J	112 - 1 = 111
4	SPA4	SPA2 + LO2	7 + 39 = 46	SPA20	SPL20 - H2	111 - 1 = 110
5	SPA5	SPA3 + LB1	31 + 3 = 34	SPL19	SPL19 - I2	110 - 1 = 109
6	SPA6	SPA4 + LB2	46 + 1 = 47	SPL18	SPL18 - F2	109 - 37 = 72
7	SPA7	SPA5 + LC1	35 + 5 = 39	SPL17	SPL17 - E2	72 - 17 = 55
8	SPA8	SPA6 + LC2	47 + 4 = 51	SPL16	SPL20 - H1	111 - 1 = 110
9	SPA9	SPA7 + D1	39 + 5 = 44	SPL15	SPL16 - I1	110 - 1 = 109
10	SPA10	SPA8 + D2	51 + 4 = 55	SPL14	SPL15 - F1	109 - 35 = 74
11	SPA11	SPA9 + E1	44 + 17 = 58	SPL13	SPL14 - E1	74 - 17 = 57
12	SPA12	SPA10 + E2	55 + 17 = 72	SPL12	SPL15 - G	109 - 4 = 105
13	SPA13	SPA9 + L	39 + 9 = 48	SPL11	SPL13 - N	105 - 20 = 85
14	SPA14	SPA11 + M	48 + 16 = 64	SPL10	SPL12 - M	85 - 16 = 65
15	SPA15	SPA12 + N	64 + 20 = 84	SPL9	SPL10 - D2	55 - 4 = 51
16	SPA16	SPA14 + F1	61 + 35 = 93	SPL8	SPL9 - D1	57 - 5 = 52
17	SPA17	SPA15 + I1	96 + 1 = 97	SPL7	SPL8 - C2	51 - 4 = 47
18	SPA18	SPA16 + H1	72 + 37 = 109	SPL6	SPL7 - C1	52 - 5 = 47
19	SPA19	SPA17 + F2	109 + 1 = 110	SPL5	SPL6 - B2	47 - 1 = 46
20	SPA20	SPA18 + I2	110 + 1 = 111	SPL4	SPL5 - O1	47 - 3 = 44
21	SPA21	SPA20 + J	111 + 1 = 112	SPL3	SPL4 - O2	46 - 39 = 7
22	SPA22	SPA21 + K	112 + 1 = 113	SPL2	SPL1 - A	7 - 7 = 0

Sumber : Hasil Perhitungan

Perhitungan tenggang waktu dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

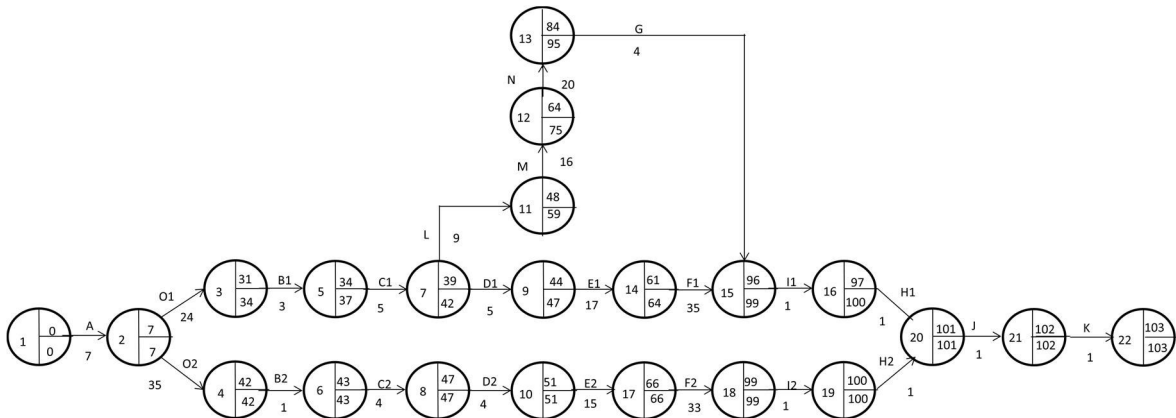
Tabel 4.38 TF, FF dan IF SPA dan SPL Akibat Lembur 1 Jam

Item Pekerjaan	Kode Kegiatan	SPLj	SPAj	L	SPLi	SPAi	TF	FF	IF
A	B	C	D	E	F	G	H=C-E-G	I=D-E-G	J=D-E-F
Mobilisasi	A	7	7	7	0	0	0	0	0
Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran	B1	46	34	3	43	31	12	0	-12
Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran	B2	47	47	1	46	46	0	0	0
Pasangan Batu dengan Mortar	C1	51	39	5	46	34	12	0	-12
Pasangan Batu dengan Mortar	C2	51	51	4	47	47	0	0	0
Galian Biasa	D1	56	44	5	51	39	12	0	-12
Galian Biasa	D2	55	55	4	51	51	0	0	0
Timbunan biasa	E1	74	61	17	57	44	13	0	-13
Timbunan biasa	E2	72	72	17	55	55	0	0	0
Timbunan pilihan	F1	109	96	35	74	61	50	0	-13
Timbunan pilihan	F2	109	109	37	72	72	0	0	0
Penyiapan Badan Jalan	G	109	96	4	105	84	21	8	-13
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	H1	111	111	1	110	97	13	13	0
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	H2	111	111	1	110	110	0	0	0
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	I1	110	97	1	109	96	13	0	-13
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	I2	110	110	1	109	109	0	0	0
Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair	J	112	112	1	111	111	0	0	0
Lataston-Lapis Pondasi (HRS-Base)	K	113	113	1	112	112	0	0	0
Beton Mutu Sedang dengan $f_c' = 20$ Mpa (K-250)	L	65	48	9	52	39	17	0	-13
Baja Tulangan U-24 Polos	M	85	64	16	65	48	48	0	-17
Baja Tulangan D-32 Ulir	N	105	84	20	85	64	21	0	-21
Pasangan Batu	O1	43	31	24	7	7	12	0	0
Pasangan Batu	O2	46	46	39	7	7	0	0	0

Sumber : Hasil Perhitungan

4.12.2. Penyusunan Network Diagram Baru untuk Penambahan 2 Jam Kerja

Network diagram untuk penyelesaian penambahan jam kerja 2 jam dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 4.10 Network Diagram untuk Penambahan Jam Kerja 2 Jam

Berdasarkan gambar 4.10 dapat dilihat bahwa penambahan jam kerja 2 jam mengakibatkan waktu penyelesaian berkurang. Dimana waktu penyelesaian yang didapat adalah 103 hari. Berdasarkan hasil yang diperoleh menyatakan bahwa diagram jaringan kerja yang dibuat memenuhi syarat, sebab waktu yang dihasilkan 103 hari lebih kecil dari yang ditargetkan 127 hari.

Tabel 4.39 SPA dan SPL Akibat Lembur 2 Jam

No Peristiwa	SPA	Rumus	Perhitungan	SPL	Rumus	Perhitungan
1	SPA1	SPA1 = SPL1	0	SPA23	SPL22 = SPA22	103
2	SPA2	SPA1 + LA	0 + 7 = 7	SPA22	SPL22 - K	103 - 1 = 102
3	SPA3	SPA2 + LO1	7 + 24 = 31	SPA21	SPL21 - J	102 - 1 = 101
4	SPA4	SPA2 + LO2	7 + 35 = 4	SPA20	SPL20 - H2	101 - 1 = 100
5	SPA5	SPA3 + LB1	31 + 3 = 34	SPL19	SPL19 - I2	100 - 1 = 99
6	SPA6	SPA4 + LB2	42 + 1 = 43	SPL18	SPL18 - F2	99 - 33 = 66
7	SPA7	SPA5 + LC1	35 + 5 = 39	SPL17	SPL17 - E2	66 - 15 = 51
8	SPA8	SPA6 + LC2	43 + 4 = 47	SPL16	SPL20 - H1	101 - 1 = 100
9	SPA9	SPA7 + D1	39 + 5 = 44	SPL15	SPL16 - I1	100 - 1 = 99
10	SPA10	SPA8 + D2	47 + 4 = 51	SPL14	SPL15 - F1	99 - 35 = 64
11	SPA11	SPA9 + E1	44 + 17 = 61	SPL13	SPL14 - E1	64 - 17 = 47
12	SPA12	SPA10 + E2	51 + 15 = 66	SPL12	SPL15 - G	99 - 4 = 95
13	SPA13	SPA9 + L	39 + 9 = 48	SPL11	SPL13 - N	95 - 20 = 75
14	SPA14	SPA11 + M	48 + 16 = 64	SPL10	SPL12 - M	75 - 16 = 59
15	SPA15	SPA12 + N	64 + 20 = 84	SPL9	SPL10 - D2	51 - 4 = 47
16	SPA16	SPA14 + F1	61 + 35 = 93	SPL8	SPL9 - D1	46 - 5 = 41
17	SPA17	SPA15 + I1	96 + 1 = 97	SPL7	SPL8 - C2	47 - 4 = 43
18	SPA18	SPA16 + H1	66 + 33 = 99	SPL6	SPL7 - C1	41 - 5 = 36
19	SPA19	SPA17 + F2	99 + 1 = 100	SPL5	SPL6 - B2	43 - 1 = 42
20	SPA20	SPA18 + I2	100 + 1 = 101	SPL4	SPL5 - O1	36 - 3 = 33
21	SPA21	SPA20 + J	101 + 1 = 102	SPL3	SPL4 - O2	42 - 35 = 7
22	SPA22	SPA21 + K	102 + 1 = 103	SPL2	SPL1 - A	7 - 7 = 0

Sumber : Hasil Perhitungan

Perhitungan tenggang waktu dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

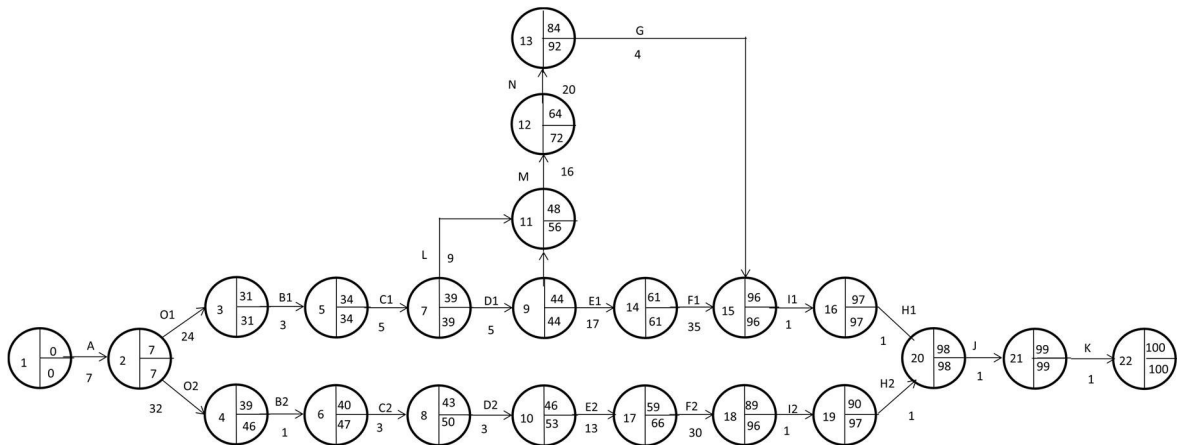
Tabel 4.40 TF, FF dan IF SPA dan SPL Akibat Lembur 2 Jam

Item Pekerjaan	Kode Kegiatan	SPLj	SPAj	L	SPLi	SPAi	TF	FF	IF
A	B	C	D	E	F	G	H=C-E-G	I=D-E-G	J=D-E-F
Mobilisasi	A	7	7	7	0	0	0	0	0
Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran	B1	37	34	3	34	31	3	0	-3
Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran	B2	43	43	1	42	42	0	0	0
Pasangan Batu dengan Mortar	C1	42	39	5	37	34	3	0	-3
Pasangan Batu dengan Mortar	C2	47	47	4	43	43	0	0	0
Galian Biasa	D1	47	44	5	42	39	3	0	-3
Galian Biasa	D2	51	51	4	47	47	0	0	0
Timbunan biasa	E1	64	61	17	47	44	3	0	-3
Timbunan biasa	E2	66	66	15	51	51	0	0	0
Timbunan pilihan	F1	99	96	35	64	61	50	0	-3
Timbunan pilihan	F2	99	99	33	66	66	0	0	0
Penyiapan Badan Jalan	G	98	96	4	94	84	10	8	-2
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	H1	101	101	1	100	97	3	3	0
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	H2	101	101	1	100	100	0	0	0
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	I1	100	97	1	99	96	3	0	-3
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	I2	100	100	1	99	99	0	0	0
Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair	J	102	102	1	101	101	0	0	0
Lataston-Lapis Pondasi (HRS-Base)	K	103	103	1	102	102	0	0	0
Beton Mutu Sedang dengan $f_c' = 20$ Mpa (K-250)	L	58	48	9	41	39	10	0	-2
Baja Tulangan U-24 Polos	M	74	64	16	57	48	10	0	-9
Baja Tulangan D-32 Ulir	N	94	84	20	74	64	10	0	-10
Pasangan Batu	O1	33	31	24	7	7	2	0	0
Pasangan Batu	O2	42	42	35	7	7	0	0	0

Sumber : Hasil Perhitungan

4.12.3. Penyusunan *Network Diagram* Baru untuk Penambahan 3 Jam Kerja

Network diagram untuk penyelesaian penambahan jam kerja 3 jam dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 4.11 *Network Diagram* untuk Penambahan Jam Kerja 3 Jam

Berdasarkan gambar 4.12 dapat dilihat bahwa penambahan jam kerja 3 jam mengakibatkan waktu penyelesaian berkurang. Dimana waktu penyelesaian yang didapat adalah 100 hari. Berdasarkan hasil yang diperoleh menyatakan bahwa diagram jaringan kerja yang dibuat memenuhi syarat, sebab waktu yang dihasilkan 100 hari lebih kecil dari yang ditargetkan 127 hari. Dan *network diagram* untuk penambahan jam kerja 3 jam ini mengalami pemindahan jalur kritis, dimana dapat dibuktikan pada tabel berikut ini :

Tabel 4.41 SPA dan SPL Akibat Lembur 3 Jam

No Peristiwa	SPA	Rumus	Perhitungan	SPL	Rumus	Perhitungan
1	SPA ₁	SPA ₁ = SPL ₁	0	SPA ₂₃	SPL ₂₂ = SPA ₂₂	100
2	SPA ₂	SPA ₁ + LA	0 + 7 = 7	SPA ₂₂	SPL ₂₂ - K	100 - 1 = 99
3	SPA ₃	SPA ₂ + LO ₁	7 + 24 = 31	SPA ₂₁	SPL ₂₁ - J	99 - 1 = 98
4	SPA ₄	SPA ₂ + LO ₂	7 + 32 = 39	SPA ₂₀	SPL ₂₀ - H ₂	98 - 1 = 97
5	SPA ₅	SPA ₃ + LB ₁	31 + 3 = 34	SPL ₁₉	SPL ₁₉ - I ₂	97 - 1 = 96
6	SPA ₆	SPA ₄ + LB ₂	39 + 1 = 40	SPL ₁₈	SPL ₁₈ - F ₂	96 - 30 = 66
7	SPA ₇	SPA ₅ + LC ₁	34 + 5 = 39	SPL ₁₇	SPL ₁₇ - E ₂	66 - 13 = 53
8	SPA ₈	SPA ₆ + LC ₂	40 + 3 = 43	SPL ₁₆	SPL ₂₀ - H ₁	99 - 1 = 97
9	SPA ₉	SPA ₇ + D ₁	39 + 5 = 44	SPL ₁₅	SPL ₁₆ - I ₁	97 - 1 = 96
10	SPA ₁₀	SPA ₈ + D ₂	43 + 3 = 46	SPL ₁₄	SPL ₁₅ - F ₁	96 - 35 = 61
11	SPA ₁₁	SPA ₉ + E ₁	44 + 17 = 61	SPL ₁₃	SPL ₁₄ - E ₁	61 - 17 = 44
12	SPA ₁₂	SPA ₁₀ + E ₂	46 + 13 = 59	SPL ₁₂	SPL ₁₅ - G	96 - 4 = 92
13	SPA ₁₃	SPA ₉ + L	39 + 9 = 48	SPL ₁₁	SPL ₁₃ - N	92 - 20 = 72
14	SPA ₁₄	SPA ₁₁ + M	48 + 16 = 64	SPL ₁₀	SPL ₁₂ - M	72 - 16 = 56
15	SPA ₁₅	SPA ₁₂ + N	64 + 20 = 84	SPL ₉	SPL ₁₀ - D ₂	53 - 3 = 50
16	SPA ₁₆	SPA ₁₄ + F ₁	61 + 35 = 93	SPL ₈	SPL ₉ - D ₁	44 - 5 = 39
17	SPA ₁₇	SPA ₁₅ + I ₁	96 + 1 = 97	SPL ₇	SPL ₈ - C ₂	50 - 3 = 47
18	SPA ₁₈	SPA ₁₆ + H ₁	59 + 30 = 89	SPL ₆	SPL ₇ - C ₁	39 - 5 = 34
19	SPA ₁₉	SPA ₁₇ + F ₂	89 + 1 = 90	SPL ₅	SPL ₆ - B ₂	47 - 1 = 46
20	SPA ₂₀	SPA ₁₈ + I ₂	97 + 1 = 98	SPL ₄	SPL ₅ - O ₁	34 - 3 = 31
21	SPA ₂₁	SPA ₂₀ + J	98 + 1 = 99	SPL ₃	SPL ₄ - O ₂	31 - 24 = 7
22	SPA ₂₂	SPA ₂₁ + K	99 + 1 = 100	SPL ₂	SPL ₁ - A	7 - 7 = 0

Sumber : Hasil Perhitungan

Perhitungan tenggang waktu dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

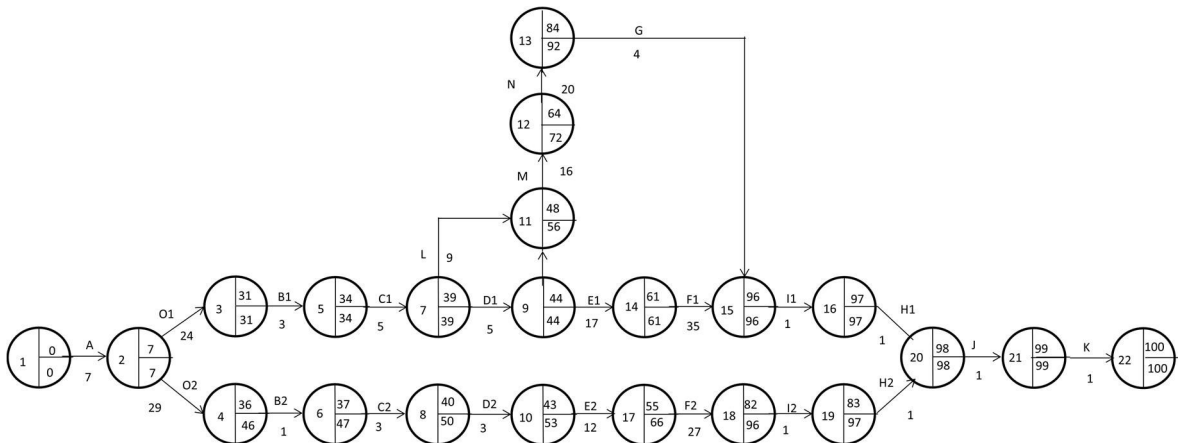
Tabel 4.42 TF, FF dan IF SPA dan SPL Akibat Lembur 3 Jam

Item Pekerjaan	Kode Kegiatan	SPLj	SPAj	L	SPLi	SPAi	TF	FF	IF
A	B	C	D	E	F	G	H=C-E-G	I=D-E-G	J=D-E-F
Mobilisasi	A	7	7	7	0	0	0	0	0
Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran	B1	34	34	3	31	31	0	0	0
Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran	B2	47	40	1	46	39	7	0	-7
Pasangan Batu dengan Mortar	C1	39	39	5	34	34	0	0	0
Pasangan Batu dengan Mortar	C2	50	43	3	47	40	7	0	-7
Galian Biasa	D1	44	44	5	39	39	0	0	0
Galian Biasa	D2	53	46	3	50	43	7	0	-7
Timbunan biasa	E1	61	61	17	44	44	0	0	0
Timbunan biasa	E2	66	59	13	53	46	7	0	-7
Timbunan pilihan	F1	96	96	35	61	61	50	0	0
Timbunan pilihan	F2	96	89	30	66	59	7	0	-7
Penyiapan Badan Jalan	G	96	96	4	92	84	8	8	0
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	H1	98	98	1	97	97	0	0	0
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	H2	98	98	1	97	90	7	7	0
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	I1	97	97	1	96	96	0	0	0
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	I2	97	90	1	96	89	7	0	-7
Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair	J	99	99	1	98	98	0	0	0
Lataston-Lapis Pondasi (HRS-Base)	K	100	100	1	99	99	0	0	0
Beton Mutu Sedang dengan fc' = 20 Mpa (K-250)	L	56	48	9	39	39	8	0	0
Baja Tulangan U-24 Polos	M	72	64	16	56	48	48	0	-8
Baja Tulangan D-32 Ulir	N	92	84	20	72	64	8	0	-8
Pasangan Batu	O1	31	31	24	7	7	0	0	0
Pasangan Batu	O2	46	39	32	7	7	7	0	0

Sumber : Hasil Perhitungan

4.12.4. Penyusunan Network Diagram Baru untuk Penambahan 4 Jam Kerja

Network diagram untuk penyelesaian penambahan jam kerja 4 jam dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 4.12 Network Diagram untuk Penambahan Jam Kerja 4 Jam

Berdasarkan gambar 4.11 dapat dilihat bahwa penambahan jam kerja 4 jam mengakibatkan waktu penyelesaian berkurang. Dimana waktu penyelesaian yang didapat adalah 100 hari. Berdasarkan hasil yang diperoleh menyatakan bahwa diagram jaringan kerja yang dibuat memenuhi syarat, sebab waktu yang dihasilkan 100 hari lebih kecil dari yang ditargetkan 127 hari. Waktu penyelesaian yang didapat dari penambahan 4 jam

kerja ini sama dengan waktu penyelesaian yang didapat dari penambahan 3 jam kerja yang dimana jalur kritisnya mengalami pemindahan sesuai dengan *network* diagram. Pemindahan jalur kritis tersebut dapat dibuktikan dengan tabel 4.34.

Tabel 4.43 SPA dan SPL Akibat Lembur 4 Jam

No Peristiwa	SPA	Rumus	Perhitungan	SPL	Rumus	Perhitungan
1	SPA1	SPA1 = SPL1	0	SPA23	SPL22 = SPA22	100
2	SPA2	SPA1 + LA	0 + 7 = 7	SPA22	SPL22 - K	100 - 1 = 99
3	SPA3	SPA2 + LO1	7 + 24 = 31	SPA21	SPL21 - J	99 - 1 = 98
4	SPA4	SPA2 + LO2	7 + 29 = 36	SPA20	SPL20 - H2	98 - 1 = 97
5	SPA5	SPA3 + LB1	31 + 3 = 34	SPL19	SPL19 - I2	97 - 1 = 96
6	SPA6	SPA4 + LB2	36 + 1 = 37	SPL18	SPL18 - F2	96 - 27 = 66
7	SPA7	SPA5 + LC1	34 + 5 = 39	SPL17	SPL17 - E2	66 - 13 = 53
8	SPA8	SPA6 + LC2	37 + 3 = 40	SPL16	SPL20 - H1	99 - 1 = 97
9	SPA9	SPA7 + D1	39 + 5 = 44	SPL15	SPL16 - I1	97 - 1 = 96
10	SPA10	SPA8 + D2	40 + 3 = 43	SPL14	SPL15 - F1	96 - 35 = 61
11	SPA11	SPA9 + E1	44 + 17 = 61	SPL13	SPL14 - E1	61 - 17 = 44
12	SPA12	SPA10 + E2	43 + 12 = 55	SPL12	SPL15 - G	96 - 4 = 92
13	SPA13	SPA9 + L	39 + 9 = 48	SPL11	SPL13 - N	92 - 20 = 72
14	SPA14	SPA11 + M	48 + 16 = 64	SPL10	SPL12 - M	72 - 16 = 56
15	SPA15	SPA12 + N	64 + 20 = 84	SPL9	SPL10 - D2	53 - 3 = 50
16	SPA16	SPA14 + F1	61 + 35 = 93	SPL8	SPL9 - D1	44 - 5 = 39
17	SPA17	SPA15 + I1	96 + 1 = 97	SPL7	SPL8 - C2	50 - 3 = 47
18	SPA18	SPA16 + H1	55 + 27 = 82	SPL6	SPL7 - C1	39 - 5 = 34
19	SPA19	SPA17 + F2	82 + 1 = 83	SPL5	SPL6 - B2	47 - 1 = 46
20	SPA20	SPA18 + I2	97 + 1 = 98	SPL4	SPL5 - O1	34 - 3 = 31
21	SPA21	SPA20 + J	98 + 1 = 99	SPL3	SPL4 - O2	31 - 24 = 7
22	SPA22	SPA21 + K	99 + 1 = 100	SPL2	SPL1 - A	7 - 7 = 0

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.44 TF, FF dan IF SPA dan SPL Akibat Lembur 4 Jam

Item Pekerjaan	Kode Kegiatan	SPLj	SPAj	L	SPLi	SPAi	TF	FF	IF
A	B	C	D	E	F	G	H=C-E-G	I=D-E-G	J=D-E-F
Mobilisasi	A	7	7	7	0	0	0	0	0
Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran	B1	34	34	3	31	31	0	0	0
Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran	B2	47	37	1	46	36	10	0	-10
Pasangan Batu dengan Mortar	C1	39	39	5	34	34	0	0	0
Pasangan Batu dengan Mortar	C2	50	40	3	47	37	10	0	-10
Galian Biasa	D1	44	44	5	39	39	0	0	0
Galian Biasa	D2	53	43	3	50	40	10	0	-10
Timbunan biasa	E1	61	61	17	44	44	0	0	0
Timbunan biasa	E2	66	55	13	53	43	10	-1	-11
Timbunan pilihan	F1	96	96	35	61	61	50	0	0
Timbunan pilihan	F2	96	82	30	66	55	11	-3	-14
Penyiapan Badan Jalan	G	96	96	4	92	84	8	8	0
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	H1	98	98	1	97	97	0	0	0
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	H2	98	98	1	97	83	14	14	0
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	I1	97	97	1	96	96	0	0	0
Lapis Pondasi Agregat Kelas B	I2	97	83	1	96	82	14	0	-14
Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair	J	99	99	1	98	98	0	0	0
Lataston-Lapis Pondasi (HRS-Base)	K	100	100	1	99	99	0	0	0
Beton Mutu Sedang dengan $f_c' = 20$ Mpa (K-250)	L	56	48	9	39	39	8	0	0
Baja Tulangan U-24 Polos	M	72	64	16	56	48	48	0	-8
Baja Tulangan D-32 Ulir	N	92	84	20	72	64	8	0	-8
Pasangan Batu	O1	31	31	24	7	7	0	0	0
Pasangan Batu	O2	46	37	29	7	7	10	1	1

Sumber : Hasil Perhitungan

4.13. Menghitung Analisa Harga Satuan Normal dan Analisa Harga Satuan Lembur

Untuk mempersingkat waktu penyelesaian dan mendapatkan jadwal yang efisien maka perlu diketahui biaya tenaga kerja akibat penambahan jam kerja. Yang perlu diperhatikan dalam penambahan jam kerja adalah jam kerja efektif yaitu 7 jam dan tarif standar untuk biaya lembur 1 jam yaitu 1,5 kali upah standar. Apabila jam lembur 2 atau lebih dari 2 jam maka tarif standar 2 dikalikan dengan upah standar. Perhitungan analisa harga satuan awal dan analisa harga satuan lembur dapat dilihat pada lampiran III. Hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.45 Analisa Harga Satuan Tenaga Kerja

No.	Uraian	Satuan	Harga Satuan Upah (HSU) (Rp)	Upah 1 Jam Lembur (Rp.)	Upah 2 Jam Lembur (Rp.)	Upah 3 Jam Lembur (Rp.)	Upah 4 Jam Lembur (Rp.)
				(1,5 x HSU)	(Upah 1 Jam Lembur) + (2 x HSU)	(Upah 2 Jam Lembur) + (2 x 2 x HSU)	(Upah 3 Jam Lembur) + (2 x 2 x 2 x HSU)
A	B	D	E	F	G	H	F
A	TENAGA						
1	Pekerja	Jam	8.280,95	12.421,43	28.983,33	45.545,23	62.107,13
2	Tukang	Jam	9.423,81	14.135,72	32.983,34	51.830,96	70.678,58
3	M a n d o r	Jam	11.566,67	17.350,01	40.483,35	63.616,69	86.750,03
4	Operator	Jam	17.995,24	26.992,86	62.983,34	98.973,82	134.964,30
5	Pembantu Operator	Jam	7.280,95	10.921,43	25.483,33	40.045,23	54.607,13
6	Sopir / Driver	Jam	7.280,95	10.921,43	25.483,33	40.045,23	54.607,13
7	Pembantu Sopir / Driver	Jam	5.138,95	7.708,43	17.986,33	28.264,23	38.542,13
8	Mekanik	Jam	14.423,81	21.635,72	50.483,34	79.330,96	108.178,58
9	Pembantu Mekanik	Jam	10.852,38	16.278,57	37.983,33	59.688,09	81.392,85
10	Kepala Tukang	Jam	10.852,38	16.278,57	37.983,33	59.688,09	81.392,85

Berdasarkan tabel 4.45, maka dapat dihitung analisa harga satuan awal dan analisa harga satuan lembur yang hasilnya pada tabel 4.46.

Tabel 4.46 Analisa Harga Satuan Awal dan Harga Satuan Lembur

No	Kegiatan Kritis	Satuan	Kode Kegiatan	Harga Satuan Pekerjaan Awal	Harga Satuan Pekerjaan Lembur			
					1 Jam	2 Jam	3 Jam	4 Jam
A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran	M3	B2	64.304,14	-	-	-	-
2	Pasangan Batu dengan Mortar	M3	C2	719.878,87	753.580,65	886.663,73	1.023.046,82	1.157.779,91
3	Galian Biasa	M3	D2	59.838,52	60.182,94	61.613,05	63.043,15	64.473,25
4	Timbunan biasa	M3	E2	142.985,60	143.810,76	147.185,19	150.559,63	153.934,07
5	Timbunan pilihan	M3	F2	175.483,15	181.045,25	204.529,80	228.344,34	251.828,88
7	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M3	H2	718.234,59	-	-	-	-
8	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	M3	I2	615.436,99	-	-	-	-
9	Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair	Liter	J	7.015,51	-	-	-	-
10	Lataston-Lapis Pondasi (HRS-Base)	Ton	K	443.309,71	664.729,04	-	-	-
11	Pasangan Batu	M3	O2	675.160,90	702.200,34	810.376,88	918.553,42	1.026.729,96

Sumber : Lampiran III, Tabel 3.1, 3.3, 3.5, 3.7, Kolom M, Point A

Berdasarkan tabel 4.46, jumlah satuan pekerjaan awal diperoleh dari tabel 4.1 kolom harga satuan sedangkan untuk harga satuan pekerjaan lembur diperoleh dari lampiran III, tabel 3.1, 3.3, 3.5 dan 3.7, pada point A kolom M. Pada tabel 4.44

menunjukkan bahwa harga satuan mengalami kenaikan akibat penambahan jam kerja. Dimana untuk penambahan jam kerja atau lembur 1 jam tarif standar yang dipakai 1,5 kali upah standar, sedangkan untuk penambahan jam kerja atau lembur 2 jam, 3 jam, dan 4 jam tarif standar yang dipakai 2 kali upah standar. Dan untuk analisa harga satuan pekerjaan untuk lembur 1 jam, 2 jam, 3 jam dan 4 jam dapat dilihat pada lampiran III.

4.14. Menghitung Volume Awal dan Volume Akibat Penambahan Jam Kerja pada Kegiatan Kritis

Perhitungan volume awal dan volume akibat penambahan jam kerja pada kegiatan kritis dapat dilihat pada lampiran vi dan hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.47 Volume Awal dan Volume Akibat Lembur 1 Jam

No	Kegiatan Kritis	Satuan	Kode Kegiatan	Volume Awal	Volume Normal	Volume 1 Jam Lembur	Volume Normal Total	Volume Lembur Total	Total Volume
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran	M3	B2	196,27	196,27	-	-	-	-
2	Pasangan Batu dengan Mortar	M3	C2	113,41	28,56	4,08	101,17	12,24	113,41
3	Galian Biasa	M3	D2	972,00	249,11	35,59	865,24	106,76	972,00
4	Timbunan biasa	M3	E2	4.729,30	256,88	36,70	4.142,15	587,16	4.729,30
5	Timbunan pilihan	M3	F2	1.547,82	36,89	5,27	1.358,10	189,72	1.547,82
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M3	H2	533,38	533,38	-	-	-	-
7	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	M3	I2	533,38	533,38	-	-	-	-
8	Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair	Liter	J	9.000,00	9.000,00	-	-	-	-
9	Lataston-Lapis Pondasi (HRS-Base)	Ton	K	667,25	667,25	36,62	630,63	36,62	667,25
10	Pasangan Batu	M3	O2	1.584,03	35,57	5,08	1.387,20	196,84	1.584,03

Sumber : Lampiran IV, Tabel 4.1, Kolom F, G dan H

Tabel 4.48 Volume Awal dan Volume Akibat Lembur 2 Jam

No	Kegiatan Kritis	Satuan	Kode Kegiatan	Volume Awal	Volume Normal	Volume 2 Jam Lembur	Volume Normal Total	Volume Lembur Total	Total Volume
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran	M3	B2	196,27	196,27	-	-	-	-
2	Pasangan Batu dengan Mortar	M3	C2	113,41	28,56	4,08	88,93	24,48	113,41
3	Galian Biasa	M3	D2	972,00	249,11	35,59	758,48	213,52	972,00
4	Timbunan biasa	M3	E2	4.729,30	256,88	36,70	3.701,78	1.027,52	4.729,30
5	Timbunan pilihan	M3	F2	1.547,82	36,89	5,27	1.210,54	337,29	1.547,82
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M3	H2	533,38	533,38	-	-	-	-
7	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	M3	I2	533,38	533,38	-	-	-	-
8	Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair	Liter	J	9.000,00	9.000,00	-	-	-	-
9	Lataston-Lapis Pondasi (HRS-Base)	Ton	K	667,25	667,25	-	-	-	-
10	Pasangan Batu	M3	O2	1.584,03	35,57	5,08	1.238,50	345,53	1.584,03

Sumber : Lampiran IV, Tabel 4.2, Kolom F, G dan H

Tabel 4.49 Volume Awal dan Volume Akibat Lembur 3 Jam

No	Kegiatan Kritis	Satuan	Kode Kegiatan	Volume Awal	Volume Normal	Volume 3 Jam Lembur	Volume Normal Total	Volume Lembur Total	Total Volume
A	B	C	D	E	F	G= E + F	H = E x WP	I = F x WPL	J
1	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran	M3	B2	196,27	196,27	-	-	-	-
2	Pasangan Batu dengan Mortar	M3	C2	113,41	28,56	4,08	85,68	27,73	113,41
3	Galian Biasa	M3	D2	972,00	249,11	35,59	747,33	224,67	972,00
4	Timbunan biasa	M3	E2	4.729,30	256,88	36,70	3.339,45	1.389,85	4.729,30
5	Timbunan pilihan	M3	F2	1.547,82	36,89	5,27	1.089,33	458,50	1.547,82
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M3	H2	533,38	533,38	-	-	-	-
7	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	M3	I2	533,38	533,38	-	-	-	-
8	Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair	Liter	J	9.000,00	9.000,00	-	-	-	-
9	Lataston-Lapis Pondasi (HRS-Base)	Ton	K	667,25	667,25	-	-	-	-
10	Pasangan Batu	M3	O2	1.584,03	35,57	5,08	1.111,47	472,56	1.584,03

Sumber : Lampiran IV, Tabel 4.3, Kolom 4 dan Kolom 7

Tabel 4.50 Volume Awal dan Volume Akibat Lembur 4 Jam

No	Kegiatan Kritis	Satuan	Kode Kegiatan	Volume Awal	Volume Normal	Volume 4 Jam Lembur	Volume Normal Total	Volume Lembur Total	Total Volume
A	B	C	D	E	F	G= E + F	H = E x WP	I = F x WPL	J
1	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran	M3	B2	196,27	196,27	-	-	-	-
2	Pasangan Batu dengan Mortar	M3	C2	113,41	28,56	4,08	80,77	32,64	113,41
3	Galian Biasa	M3	D2	972,00	249,11	35,59	687,30	284,70	972,00
4	Timbunan biasa	M3	E2	4.729,30	256,88	36,70	3.082,57	1.646,73	4.729,30
5	Timbunan pilihan	M3	F2	1.547,82	36,89	5,27	996,05	551,78	1.547,82
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M3	H2	533,38	533,38	-	-	-	-
7	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	M3	I2	533,38	533,38	-	-	-	-
8	Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair	Liter	J	9.000,00	9.000,00	-	-	-	-
9	Lataston-Lapis Pondasi (HRS-Base)	Ton	K	667,25	667,25	-	-	-	-
10	Pasangan Batu	M3	O2	1.584,03	35,57	5,08	1.014,93	569,11	1.584,03

Sumber : Lampiran IV, Tabel 4.4, Kolom 4 dan Kolom 7

4.15. Perubahan Biaya Akibat Percepatan Waktu Penyelesaian

Dengan adanya penambahan waktu kerja, maka biaya untuk tenaga kerja akan bertambah dari biaya normal tenaga kerja. Berdasarkan Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor KEP. 102/MEN/VI/2004 pasal 11 ayat 1.a bahwa upah penambahan kerja bervariasi, untuk penambahan waktu kerja satu jam pertama, pekerja mendapatkan tambahan upah 1,5 kali upah perjam waktu normal, dan untuk penambahan waktu kerja berikutnya pekerja mendapatkan 2 kali upah perjam waktu normal.

Perubahan biaya diakibatkan oleh penambahan jam kerja pada tenaga kerja. perubahan yang terjadi pada unsur sumberdaya yaitu tenaga kerja akan mengakibatkan perubahan pada biaya proyek.

Perubahan biaya tenaga kerja akibat penambahan jam kerja dan perubahan biaya proyek dapat dilihat pada tabel-tabel di bawah ini :

Tabel 4.51 Perubahan Biaya Tenaga Kerja Akibat Penambahan Jam Kerja

No	Item Pekerjaan	Kode Kegiatan	Satuan	Jumlah Tenaga Kerja	Waktu Penyelesaian					Biaya Tenaga Kerja (Rp.)				
					Awal	1 Jam Lembur	2 Jam Lembur	3 Jam Lembur	4 Jam Lembur	Awal	1 Jam Lembur	2 Jam Lembur	3 Jam Lembur	4 Jam Lembur
					E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	
1.	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran	B2	M3		0,83	0,73	0,65	0,58	0,53					
1.1	Mandor		jam	1						135.076,29	-	-	-	-
1.2	Pekerja		jam	2						193.411,00	-	-	-	-
2.	Pasangan Batu dengan Mortar	C2	M3											
2.1	Mandor		jam	1						643.032,41	677.732,41	990.032,55	1.350.578,50	1.845.966,14
2.2	Tukang		jam	5	3,97	3,47	3,09	2,78	2,53	2.619.516,54	2.760.873,69	4.033.088,07	5.501.841,17	7.519.897,78
2.3	Pekerja		jam	8						3.682.942,31	3.881.685,17	5.670.370,08	7.735.381,28	10.572.692,40
3.	Galian Biasa	D2	M3											
3.1	Mandor		jam	1	3,90	3,41	3,03	2,73	2,48	631.844,43	666.544,43	978.844,57	1.289.044,62	1.834.778,17
4.	Timbunan biasa	E2	M3											
4.1	Mandor		jam	1	18,41	16,11	14,32	12,89	11,72	2.981.272,88	3.166.339,55	4.600.606,87	6.923.888,88	9.728.748,85
4.2	Pekerja		jam	2						4.272.696,50	4.537.930,09	6.593.489,45	9.923.165,41	13.943.028,27
5.	Timbunan pilihan	F2	M3											
5.1	Mandor		jam	1	41,96	36,71	32,63	29,37	26,70	6.794.247,28	7.210.647,28	10.495.582,10	15.850.950,47	22.537.559,82
5.2	Pekerja		jam	2						9.728.444,64	10.324.673,21	15.028.252,03	22.696.411,51	32.270.727,33
7.	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	H2	M3											
7.1	Mandor		jam	1	0,57	0,50	0,44	0,40	0,36	91.924,49	-	-	-	-
7.2	Pekerja		jam	2						131.181,76	-	-	-	-
8.	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	I2	M3											
8.1	Mandor		jam	1	0,57	0,50	0,44	0,40	0,36	91.924,49	-	-	-	-
8.2	Pekerja		jam	2						131.181,76	-	-	-	-
9.	Lapis Resap Pengikat-Aspal Cair	J	Liter											
9.1	Mandor		jam	1	0,51	0,45	0,40	0,36	0,33	83.280,03	-	-	-	-
9.2	Pekerja		jam	10						596.228,77	-	-	-	-
10.	Lataston-Lapis Pondasi (HRS-Base)	Kode Kegiatan	Ton											
10.1	Mandor		jam	1	1,06	0,93	0,82	0,74	0,67	162.846,81	167.315,41	-	-	-
10.2	Pekerja		jam	7						817.768,89	840.208,89	-	-	-
11.	Pasangan Batu	O2	M3											
11.1	Mandor		jam	1	44,53	38,97	34,64	31,17	28,34	7.211.525,00	7.659.587,50	11.144.193,25	16.892.828,41	24.052.597,27
11.2	Tukang		jam	5						29.376.045,27	31.201.221,53	45.395.708,54	68.812.686,56	97.977.896,56
11.3	Pekerja		jam	8						41.301.096,50	43.867.193,49	63.823.847,26	96.746.812,23	137.751.471,28

Sumber : Lampiran V

Berdasarkan tabel 4.51 dapat disimpulkan bahwa semakin besar penambahan jam kerja maka semakin kecil waktu penyelesaian yang didapat. Semakin kecil waktu penyelesaian maka yang digunakan untuk menyelesaikan item pekerjaan yang berada pada pekerjaan kritis maka biaya tenaga kerja akan meningkat sesuai dengan analisa harga satuan item pekerjaan yang ada.

Setelah analisa harga satuan masing-masing item pekerjaan maka dapat ditentukan biaya proyek. Berikut ini adalah perubahan biaya proyek :

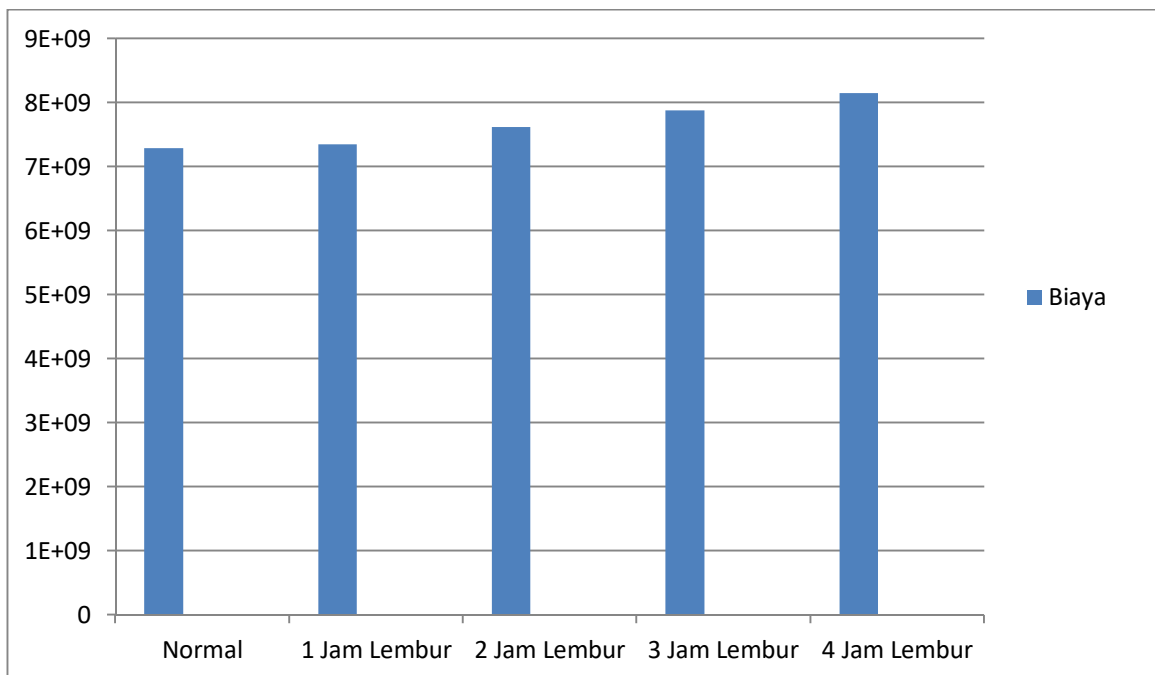
Tabel 4.52 Perubahan Biaya Proyek

No	Variasi Jam Kerja	Waktu Pelaksanaan	Biaya Proyek Awal	Perubahan Biaya Proyek	Besar Perubahan Biaya proyek	% Biaya Proyek
			(Rp)	(Rp)	(Rp)	
A	B	B	C	D	E = C - D	F = ((D-C)/C)x100
1	Normal	127	7.289.618.762,71	7.289.618.762,71	-	-
2	1 Jam Lembur	113		7.517.584.516,44	(227.965.753,72)	3,13
3	2 Jam Lembur	103		7.619.229.625,56	(329.610.862,85)	4,52
4	3 Jam Lembur	100		7.884.364.546,45	(594.745.783,74)	8,16
5	4 Jam Lembur	100		8.148.731.768,38	(859.113.005,67)	11,79

Sumber : Lampiran VI, Tabel 6.1

Berdasarkan tabel 4.51 biaya proyek awal diperoleh dari tabel 4.1, perubahan biaya proyek diperoleh dari hasil analisa satuan lampiran III, tabel 3.2, 3.4, 3.6 dan 3.8

akibat penambahan jam kerja 1 jam, 2 jam, 3 jam dan 4 jam.



Gambar 4.13 Grafik Perubahan Biaya

Berdasarkan tabel 4.52 dan gambar 4.13, dapat dilihat bahwa terjadinya perubahan kenaikan biaya proyek akibat penambahan jam kerja 1 jam, 2 jam, 3 jam, dan 4 jam. Semakin besar penambahan jam kerja maka semakin kecil waktu penyelesaian dan semakin besar pula biaya yang diperlukan.

Pada penelitian terdahulu Melkianus Lie, dengan menggunakan metode PERT dalam hubungan percepatan waktu penyelesaian terhadap biaya proyek, hasil yang diperoleh sama kecenderungan dengan penelitian ini, karena metode PERT juga merupakan bagian dari *Network Planning*. Namun yang membedakannya adalah metode yang digunakan dan lokasi penelitian. Juga penelitian terdahulu Eka Danyanti, dengan menggunakan metode CMP dan PERT dalam hubungan percepatan waktu penyelesaian terhadap biaya proyek, hasil yang diperoleh sama kecenderungan dengan penelitian ini, namun yang membedakannya adalah metode yang digunakan membandingkan kedua metode tersebut sedangkan hasil penelitian ini membandingkan metode CPM dengan kurva s maupun barth chart.

4.16. Perubahan Keuntungan Akibat Percepatan Waktu Penyelesaian

Keuntungan atau laba adalah selisih antara pendapatan dan pengeluaran dari suatu kegiatan atau proyek yang dikerjakan.

Untuk menghitung keuntungan dan laba menggunakan persamaan berikut :

$$L = 10\% \times BP$$

$$L^* = (BP - BP^*) + L$$

Keterangan:

BP = Biaya Proyek awal

BP* = Biaya Proyek Perubahan

L = Keuntungan Awal

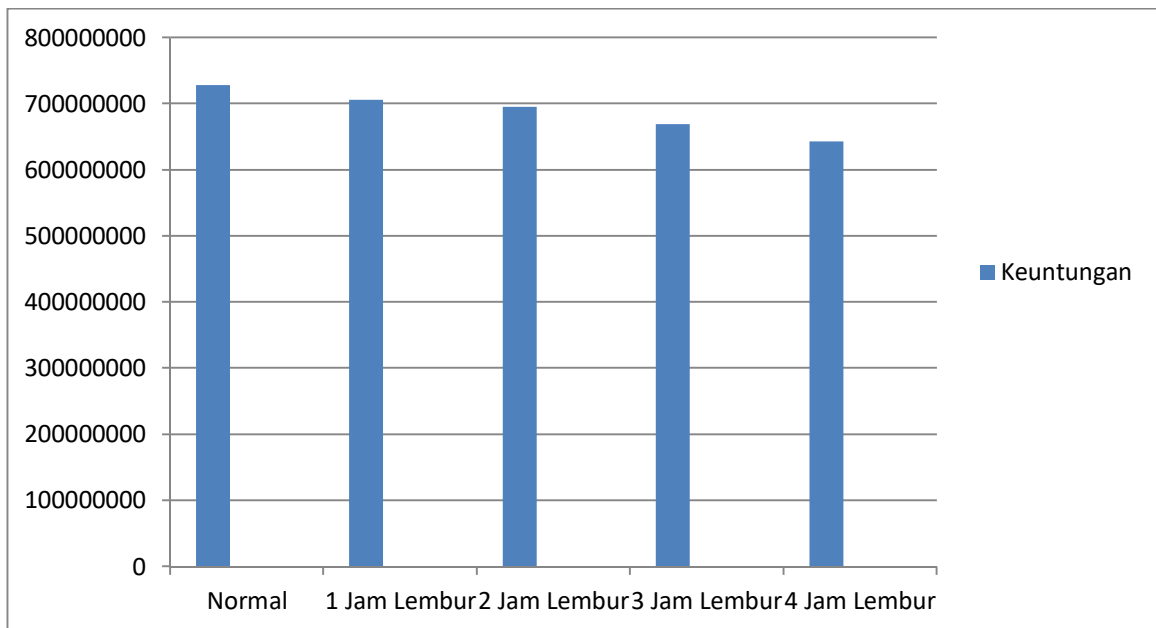
L* = Keuntungan Perubahan

Hasil perhitungan perubahan keuntungan akibat percepatan waktu penyelesaian dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4.53 Perubahan Keuntungan Proyek

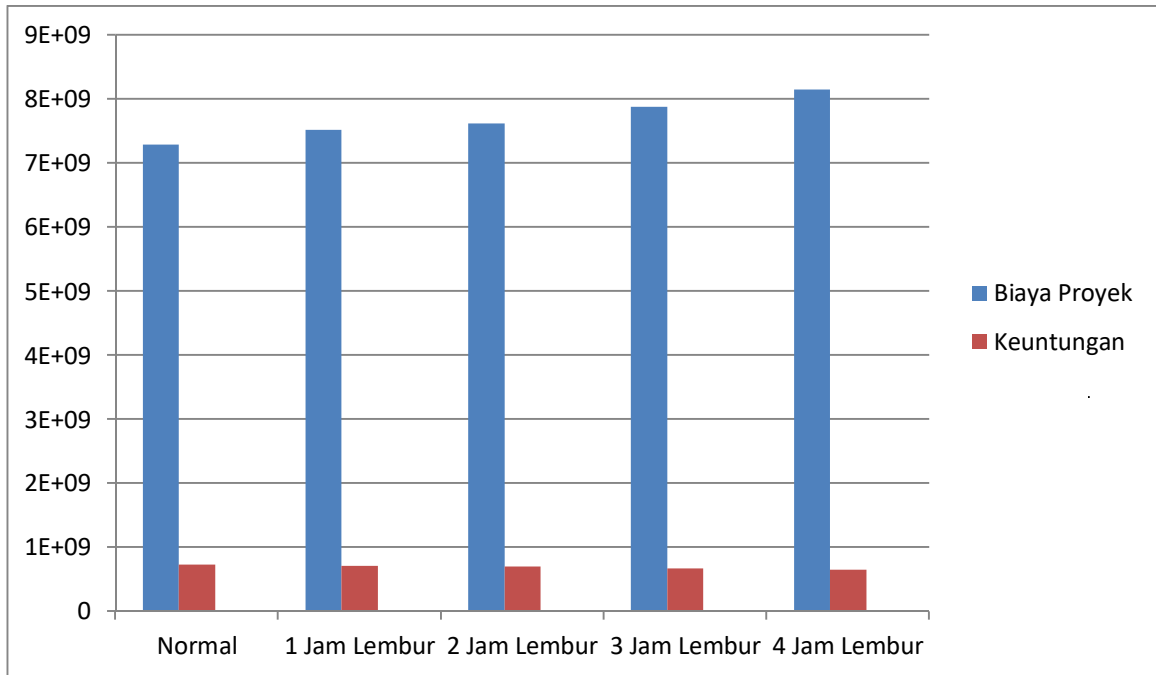
No	Variasi Jam Kerja	Waktu Pelaksanaan	Keuntungan Proyek	Perubahan Keuntungan	Besar Perubahan	Keuntungan
		(Hari)	Awal	Proyek	Keuntungan proyek	
A	B	B	(Rp)	(Rp)	(Rp)	F
1	Normal	127	728.961.876,27	728.961.876,27	-	-
2	1 Jam Lembur	113		706.165.300,90	227.965.753,72	-3,13
3	2 Jam Lembur	103		696.000.789,99	329.610.862,85	-4,52
4	3 Jam Lembur	100		669.487.297,90	594.745.783,74	-8,16
5	4 Jam Lembur	100		643.050.575,70	859.113.005,67	-11,79

Sumber : Lampiran VI, Tabel 6.2



Gambar 4.14 Grafik Perubahan Keuntungan

Berdasarkan tabel 4.53 dan gambar 4.14, dapat disimpulkan bahwa semakin singkat waktu penyelesaian yang digunakan akibat percepatan waktu dengan menambah jam kerja 1 jam, 2 jam, 3 jam dan 4 jam untuk menyelesaikan proyek, maka keuntungan akan beroleh minus. Atau dengan kata lain dalam percepatan waktu penyelesaian pada proyek ini, pelaksana tidak mendapatkan keuntungan.



Gambar 4.15 Grafik Perubahan Biaya Proyek dan Perubahan Keuntungan

Berdasarkan gambar 4.15 dapat disimpulkan bahwa semakin besar percepatan waktu penyelesaian maka semakin besar biaya proyek dan terjadi penurunan keuntungan proyek.

4.17. Evaluasi Terhadap Perubahan Biaya dan Keuntungan Proyek

Evaluasi terhadap perubahan biaya dan perubahan keuntungan adalah sebagai berikut :

1. Diharuskan percepatan waktu penyelesaian terhadap proyek ini, dikarenakan proyek mengalami keterlambatan selama 215 hari. Dimana sesuai dengan network diagram awal yang diperoleh waktu penyelesaian 334 hari dikurangi dengan 127 hari waktu yang ditargetkan. Apabila tidak dilakukan percepatan waktu penyelesaian dan pelaksanaan proyek terlambat dari waktu yang ditargetkan maka pelaksana akan mendapatkan denda sebesar :

$$\begin{aligned}
 \text{Denda} &= 1/1000 \times \text{Nilai Kontrak} \times \text{Jumlah Hari Terlambat} \\
 &= 1/1000 \times 7.284.618.762,71 \times 207 \\
 &= \text{Rp.1.508.951.084,88}
 \end{aligned}$$

2. Akibat pemecahan kegiatan pada *network* diagram maka terjadinya penambahan kelompok tenaga kerja dan peralatan.
3. Percepatan waktu penyelesaian dengan penambahan jam kerja akan mengakibatkan waktu penyelesaian semakin singkat. Apabila pada penambahan

- 1 jam kerja waktu penyelesaian yang di dapat lebih kecil sama dengan satu maka tidak lagi diberikan penambahan 2 jam, 3 jam, maupun 4 jam kerja.
4. Percepatan waktu penyelesaian dengan penambahan 1 jam kerja menyebabkan waktu penyelesaian menjadi 113, dengan biaya proyek yang digunakan sebesar Rp.7.517.584.516,44, dimana biaya awal sebesar Rp. 7.284.618.762,71, sehingga mengalami selisih kenaikan biaya sebesar Rp.227.965.753,62. Namun waktu pelaksanaan lebih kecil dari yang ditargetkan.
 5. Percepatan waktu penyelesaian dengan penambahan 2 jam kerja menyebabkan waktu penyelesaian menjadi 103 hari, dengan biaya proyek yang digunakan sebesar Rp.7.619.229.625,56, dimana biaya awal sebesar Rp. 7.284.618.762,71, sehingga mengalami selisih kenaikan biaya sebesar Rp.329.610.862,85. Namun waktu pelaksanaan lebih kecil dari yang ditargetkan.
 6. Percepatan waktu penyelesaian dengan penambahan 3 jam kerja menyebabkan waktu penyelesaian menjadi 100 hari, dengan biaya proyek yang digunakan sebesar Rp.7.884.364.546,45, dimana biaya awal sebesar Rp. 7.284.618.762,71, sehingga mengalami selisih kenaikan biaya sebesar Rp.594.745.783,74. Namun waktu pelaksanaan lebih kecil dari yang ditargetkan.
 7. Percepatan waktu penyelesaian dengan penambahan 4 jam kerja menyebabkan waktu penyelesaian menjadi 100 hari, dengan biaya proyek yang digunakan sebesar Rp.8.148.731.768,38, dimana biaya awal sebesar Rp. 7.284.618.762,71, sehingga mengalami selisih kenaikan biaya sebesar Rp.859.113.005,67. Namun waktu pelaksanaan lebih kecil dari yang ditargetkan. Waktu penyelesaian dengan penambahan 4 jam kerja ini sama dengan penambahan 3 jam kerja, karena ini merupakan batasan maksimum.
 8. Percepatan waktu penyelesaian dengan penambahan 1 jam kerja menyebabkan penurunan keuntungan sebesar Rp.706.165.300,90, dimana keuntungan awal sebesar Rp. 7.284.961.876,27, sehingga mengalami selisih penurunan keuntungan sebesar Rp. 227.965.753,62.. Sehingga prosentase keuntungan dengan penambahan 1 jam adalah -3,13%.
 9. Percepatan waktu penyelesaian dengan penambahan 2 jam kerja menyebabkan penurunan keuntungan sebesar Rp.696.000.789,99, dimana keuntungan awal sebesar Rp. 728.961.876,27, sehingga mengalami selisih penurunan keuntungan sebesar Rp. 329.610.862,85. Sehingga prosentase keuntungan dengan penambahan 1 jam adalah -4,52%.

10. Percepatan waktu penyelesaian dengan penambahan 3 jam kerja menyebabkan penurunan keuntungan sebesar Rp.669.487.279,90, dimana keuntungan awal sebesar Rp. 728.961.876,27, sehingga mengalami selisih penurunan keuntungan sebesar Rp. 594.745.783,74. Sehingga prosentase keuntungan dengan penambahan 1 jam adalah -8,16%.
11. Percepatan waktu penyelesaian dengan penambahan 3 jam kerja menyebabkan penurunan keuntungan sebesar Rp.643.050.575,70, dimana keuntungan awal sebesar Rp. 728.961.876,27, sehingga mengalami selisih penurunan keuntungan sebesar Rp. 859.113.005,67. Sehingga prosentase keuntungan dengan penambahan 1 jam adalah -11,79%.
12. Berdasarkan hasil perhitungan maka solusi yang tepat digunakan untuk mencegah keterlambatan proyek adalah dengan menambah 1 jam kerja. Cara tersebut dipilih karena waktu pelaksanaan yang dihasilkan 113 hari kurang dari waktu pelaksanaan yang ditargetkan yaitu 127 hari, selain itu biaya yang dibutuhkan lebih kecil dari pada penambahan 2 jam, 3 jam bahkan 4 jam kerja.