

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Umum

Analisa dan pembahasan ini dilakukan uraian proses analisa untuk mencapai tujuan dalam penelitian ini yaitu untuk mengetahui besar perubahan waktu penyelesaian akibat dari keterlambatan pekerjaan, perubahan koefisien, perubahan analisa harga satuan akibat dari keterlambatan pekerjaan, perubahan biaya proyek satuan akibat dari keterlambatan pekerjaan dan perubahan keuntungan proyek satuan akibat dari keterlambatan pekerjaan. Pada penelitian ini tidak semua item pekerjaan mengalami keterlambatan melainkan pada pekerjaan-pekerjaan kritis saja yang dianalisa menggunakan *Network Diagram*. Proses analisa dan pembahasan ini berdasarkan teori pada Bab II dan mengikuti langkah-langkah yang dijelaskan pada Bab III.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah berupa data sekunder yang diperoleh dari Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada Proyek Peningkatan Jalan Mudajebak (Bts. Kab) –Lato –Wairunu yang dilaksanakan di Kabupaten Flores Timur Provinsi Nusa Tenggara Timur, Tahun Anggaran 2018 dengan besar biaya Rp. 2.910.733.207,11,-. (dua milyar sembilan ratus sepuluh juta tujuh ratus tiga puluh tiga ribu delapan puluh dua rupiah). Biaya ini merupakan biaya umum dari item yang dianalisa dan tidak dianalisa. Dan 15 % keuntungan yang diperoleh dari biaya proyek tersebut yakni Rp 436.609.981,07. Waktu penyelesaian 150 hari kalender dan Kontraktor Pelaksana PT. Talenta Jaya Retalindo.

Proses analisa ini menggunakan Data Awal Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang didalamnya akan diambil data Volume pekerjaan, Koefisien sumber daya, harga satuan sumberdaya, jam kerja efektif, hari kerja efektif dan back up volume. Data Rencana Anggaran Biaya dapat dilihat pada lampiran I..

Item pekerjaan yang terdapat dalam dokumen Rencana Anggaran Biaya (RAB) tersebut kemudian dapat dipisahkan menjadi item pekerjaan yang dianalisa dan yang tidak dianalisa. Item pekerjaan yang satuannya Ls atau juga tidak mempunyai analisa harga satuan tidak dianalisa dalam penelitian ini. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Item Pekerjaan Yang Dianalisa dan Tidak Dianalisa Serta Biaya Proyek

No.	Uraian Pekerjaan	Sat.	Volume	Jumlah Harga (Rp)	
				Yang dianalisa	Tidak dianalisa
a	b	c	d	e	f
DIV.I	Umum				
1.	Mobilisasi	Ls	1,00		125.980.869,57
DIV.II	Drainase				
2.	Galian untuk selokan, drainase dan selokan air	MP	887,92	41.815.492,83	
3.	Pasangan batu dengan mortar	MP	328,22	299.980.860,37	
DIV.III	Pekerjaan tanah				
4.	Galian batu	MP	68,75	12.394.126,53	
5.	Timbunan biasa	MP	511,98	66.302.618,27	
6.	Timbunan pilihan	MP	957,19	131.053.956,01	
7.	Penyiapan badan jalan	MP	4602,60	7.361.352,41	
DIV.V	Pekerjaan Perkerasan Berbutir				
8.	Lapis pondasi agregat kelas A	MP	792,32	443.447.876,10	
9.	Lapis pondasi agregat kelas B	MP	1056,42	546.991.193,22	
DIV.VI	Pekerjaan Perkerasan Aspal				
10.	Lapis resap pengikat-aspal cair	Liter	5282,10	60.673.211,40	
11.	Lapis perekat-aspal cair	Liter	40,46	458.103,09	
12.	Lataston-lapis pondasi (HRS-Base)	Ton	393,20	167.064.365,21	
13.	Aspal Minyak	Ton	27,63		264.090.040,59
14.	Aditif anti pengelupasan	Kg	55,26		3.123.391,30
15.	Bahan pengisi (filler) tambahan semen	Kg	3931,99		7.158.210,98
DIV.VII	Pekerjaan Struktur				
16.	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 20$ Mpa (K-250)	MP	6,08	11.580.637,23	
17.	Beton mutu rendah dengan $f_c' = 15$ Mpa (K-175)	MP	185,37	260.391.960,23	
18.	Baja tulangan U 24 polos	Kg	559,85	6.681.337,89	
19.	Baja tulangan D 32 ulir	Kg	656,26	8.373.324,48	
20.	Pasangan batu	MP	498,20	445.810.154,43	
A.	Jumlah yang dianalisa			2.510.380.569,69	
	Jumlah yang tidak dianalisa				400.352.512,44
B.	Jumlah (yang dianalisa dan tidak dianalisa)				2.910.733.207,11
C.	Keuntungan (15% * B)				436.609.981,07
D.	Jumlah Biaya Umum (B + C)				3.347.343.188,18
E.	Pajak Pertambahan Nilai (PPN) = 10% * B				334.734.318,82
F.	Jumlah Total Harga (B+C)				3.682.077.507,00
G.	Dibulatkan				3.682.070.000,00

Sumber : Lampiran IV.4

Dari tabel diatas diketahui bahwa terdapat dua puluh dua (20) item pekerjaan yang terdiri dari item pekerjaan yang dianalisa dan tidak dianalisa. Item pekerjaan yang dianalisa sebanyak enam belas (16) item pekerjaan dan yang tidak dianalisa sebanyak empat (4) item pekerjaan. Item pekerjaan mobilisasi dan bahan anti pengelupasan tidak dianalisa, hal ini disebabkan karena item pekerjaan mobilisasi adalah item pekerjaan yang bersatuan Ls. Sedangkan aspal minyak, adiktif anti pengelupasan serta bahan pengisi (*Filler*) merupakan bahan yang

proses pengerjaannya dilakukan di pabrik. Pada proses pengerjaannya di lapangan, aspal minyak, adiktif anti pengelupasan serta bahan pengisi (*Filler*) dilakukan bersamaan dengan pekerjaan aspal lainnya, seperti HRS-Base atau dengan kata lain aspal minyak, adiktif anti pengelupasan serta bahan pengisi (*Filler*) tidak mempunyai analisa harga satuan pekerjaan.

4.2 Jumlah Tenaga Kerja

Jumlah tenaga kerja adalah banyaknya tenaga kerja yang bekerja dalam suatu item pekerjaan, jumlah tenaga kerja merupakan perbandingan angka koefisien masing-masing tenaga kerja dengan angka koefisien dari mandor, dengan asumsi bahwa jumlah mandor adalah satu orang. Persamaan yang digunakan untuk menghitung jumlah tenaga kerja adalah persamaan 2.17 $J_{tk} = \frac{K_{tk}}{K_{mn}}$.

Contoh :

Diketahui pekerjaan galian untuk drainase selokan dan saluran air dengan data-data koefisien sebagai berikut : koefisien mandor adalah 0,0354 jam, koefisien pekerja adalah 0,1417 jam

Penyelesaian

- a. Jumlah Tenaga Kerja adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah tenaga kerja} &= \frac{\text{Koefisien Tk}}{\text{Koefisien mandor}} \\ \text{Jumlah mandor} &= 0,1417 / 0,1417 = 1 \text{ orang} \\ \text{Jumlah pekerja} &= 0,1417 / 0,0354 = 4 \text{ orang} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan jumlah tenaga kerja tersebut menggambarkan, bahwa untuk menyelesaikan item pekerjaan galian untuk drainase selokan dan saluran air biasa tiap harinya, membutuhkan mandor 1 orang dan pekerja 2 orang. Untuk lebih jelas banyaknya jumlah tenaga kerja dan alat yang di butuhkan tiap item pekerjaan dapat dilihat pada tabel 4.2 jumlah tenaga kerja

Tabel 4.2 Jumlah Tenaga Kerja

No	Item Pekerjaan	Koefisien (Jam)			Sumber daya		
		Tenaga Kerja			Tenaga Kerja (orang)		
		Mandor	Tukang	Pekerja	Mandor	Tukang	Pekerja
a	b	c	d	e	f = c/c	g = d/c	h = e/c
DIV.II	Drainase						
1	Galian untuk selokan, drainase dan selokan air	0,0354	-	0,1417	1	-	4
2	Pasangan Batu dengan Mortar	1,1619	12,7812	25,5623	1	11	22

Lanjutan Tabel 4.2 Jumlah Tenaga Kerja

DIV.III	Pekerjaan tanah						
3	Galian batu	0,1429	-	0,7143	1	-	5
4	Timbunan Biasa	0,0376	-	0,2258	1	-	6
5	Timbunan Pilihan	0,0376	-	0,2258	1	-	6
6	Penyiapan badan jalan	0,0015	-	0,0061	1	-	4
DIV.V	Pekerjaan Berbutir						
7	Lapis Pondasi Agregat Klas A	0,0847	-	0,4234	1	-	5
8	Lapis Pondasi Agregat Klas B	0,0847	-	0,4234	1	-	5
DIV.VI	Perkerasan Aspal						
9	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	0,0005	-	0,0027	1	-	6
10	Lapis perekat-aspal cair	0,0005	-	0,0027	1	-	6
11	Lataston - Lapis Pondasi (HRS -Base)	0,0244	-	0,1707	1	-	7
DIV.VII	Struktur						
12	Beton Mutu Sedang dengan Fc' = 20 Mpa (K-250)	0,7791	1,5583	4,6748	1	2	6
13	Beton mutu rendah dengan fc' = 15 Mpa (K-175)	0,7791	1,5583	4,6748	1	2	6
14	Baja Tulangan U 24 Polos	0,0280	0,0280	0,1680	1	1	6
15	Baja Tulangan BJ 32 Uilir	0,0280	0,0280	0,1680	1	1	6
16	Pasangan Batu	1,1619	12,7812	25,5623	1	11	22

Sumber : Lampiran V.1, Kolom c dan e

4.3 Produksi Tenaga Kerja Dan Alat

4.3.1 Produksi Tenaga Kerja

Produksi tenaga kerja merupakan kemampuan tenaga kerja dalam melakukan pekerjaannya dalam suatu satuan waktu tertentu. Produksi normal tenaga kerja sendiri merupakan produksi dalam kurun waktu jam kerja normal yakni 7 jam kerja efektif per hari kerja. Jam kerja efektif sendiri diperoleh dari data RAB. Perhitungan produksi normal tenaga kerja menggunakan persamaan 2.18 $Q_{tk} = (1 / K_{tk}) \times J_{tk}$ dan persamaan 2.19 $Q_{tk} = (1 / K_{tk}) \times J_{tk} \times J_{ef}$

Perhitungan produksi tenaga kerja terlebih dahulu harus menghitung jumlah tenaga kerja, dimana jumlah tenaga kerja diperoleh dari koefisien sumberdaya tenaga kerja (mandor, tukang, pekerja) dibagi dengan koefisien mandor. Hal ini dikarenakan koefisien mandor diasumsikan sebagai koefisien yang terkecil

Contoh:

Diketahui pekerjaan galian untuk drainase selokan dan saluran air dengan data-data koefisien sebagai berikut : koefisien mandor adalah 0,0354 jam, koefisien pekerja adalah 0,1417 jam.

Penyelesaian

- a. Jumlah Tenaga Kerja adalah sebagai berikut :

$$\text{Jumlah tenaga kerja} = \frac{\text{Koefisien Tk}}{\text{Koefisien mandor}}$$

$$\text{Jumlah mandor} = 0,1417 / 0,1417 = 1 \text{ orang}$$

$$\text{Jumlah pekerja} = 0,1417 / 0,0354 = 4 \text{ orang}$$

- b. Produksi tenaga kerja

$$Q_{tk} = (1 / K_{tk}) \times J_{tk}$$

$$Q_{tk} = (1 / K_{tk}) \times J_{tk} \times J_{ef}$$

$$\text{Produksi mandor} = (1/0.0354) \times 1 = 28,83 \text{ M3/jam}$$

$$\text{Produksi mandor} = (1/0.0354) \times 1 \times 7 = 197,60 \text{ M3/hari}$$

$$\text{Produksi pekerja} = (1/0,1417) \times 4 = 28,83 \text{ M3/jam}$$

$$\text{Produksi pekerja} = (1/0,1309) \times 4 \times 7 = 197,60 \text{ M3/hari}$$

Perhitungan jumlah tenaga kerja pada pekerjaan galian untuk selokan drainase dan saluran air, diperoleh jumlah mandor sebanyak 1 orang dan jumlah pekerja sebanyak 4 orang. Sedangkan pada perhitungan produksi tenaga kerja dan alat normal diperoleh produksi mandor 28,83 M3/jam atau 197,60 M3/hari, produksi pekerja 28,83 M3/jam atau 197,60 M3/hari. Rangkuman produksi normal tenaga kerja dapat dilihat pada tabel 4.3

Tabel 4.3 Produksi Normal Tenaga Kerja

No	Item Pekerjaan	Koefisien	Jumlah		Produksi	Jam Kerja	Produksi
		Tenaga Kerja	Tenaga Kerja (orang)		Tenaga Kerja	Efektif	Tenaga Kerja
		(Jam)	Hasil	Pembulatan	(m ³ /Jam)	(jam)	(m ³ /Hari)
a	b	c	d	e	f = (1 / c) x e	g	h = f x g
DIV.II Drainase							
Galian untuk selokan, drainase dan selokan air							
1.	a. Pekerja	0,1417	4,00	4,00	28,23	7,00	197,60
	b. Mandor	0,0354	1,00	1,00	28,23	7,00	197,60
Pasangan Batu dengan Mortar							
2.	a. Pekerja	25,5623	22,00	22,00	0,86	7,00	6,02
	b. Tukang	12,7812	11,00	11,00	0,86	7,00	6,02
	c. Mandor	1,1619	1,00	1,00	0,86	7,00	6,02
DIV.III Pekerjaan tanah							
Galian batu							
3.	a. Pekerja	0,7143	5,00	5,00	7,00	7,00	49,00
	b. Mandor	0,1429	1,00	1,00	7,00	7,00	49,00
Timbunan Biasa							
4	a. Pekerja	0,2258	6,00	6,00	26,57	7,00	185,98
	b. Mandor	0,0376	1,00	1,00	26,57	7,00	185,98
Timbunan Pilihan							
5	a. Pekerja	0,2258	6,00	6,00	26,57	7,00	185,98
	b. Mandor	0,0376	1,00	1,00	26,57	7,00	185,98
Penyiapan badan jalan							
6	a. Pekerja	0,0061	4,00	4,00	656,17	7,00	4593,18
	b. Mandor	0,0015	1,00	1,00	656,17	7,00	4593,18

Lanjutan Tabel 4.3 Produksi Normal Tenaga Kerja

DIV.V) Pekerjaan Berbutir							
7	Lapis Pondasi Agregat Klas A						
	a. Pekerja	0,4234	5,00	5,00	11,81	7,00	82,66
	b. Mandor	0,0847	1,00	1,00	11,81	7,00	82,64
8	Lapis Pondasi Agregat Klas B						
	a. Pekerja	0,4234	5,00	5,00	11,81	7,00	82,66
	b. Mandor	0,0847	1,00	1,00	11,81	7,00	82,64
DIV.VI) Perkerasan Aspal							
9	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair						
	a. Pekerja	0,0027	5,42	6,00	2213,89	7,00	15497,20
	b. Mandor	0,0005	1,00	1,00	2000,00	7,00	14000,00
10	Lapis perekat-aspal cair						
	a. Pekerja	0,0027	5,42	6,00	2213,89	7,00	15497,20
	b. Mandor	0,0005	1,00	1,00	2000,00	7,00	14000,00
11	Lataston - Lapis Pondasi (HRS -Base)						
	a. Pekerja	0,1707	7,00	7,00	41,00	7,00	287,00
	b. Mandor	0,0244	1,00	1,00	41,00	7,00	287,00
DIV.VII) Struktur							
12	Beton Mutu Sedang dengan Fc' = 20 Mpa (K-250)						
	a. Pekerja	4,6748	6,00	6,00	1,28	7,00	8,98
	b. Tukang	1,5583	2,00	2,00	1,28	7,00	8,98
	c. Mandor	0,7791	1,00	1,00	1,28	7,00	8,98
13	Beton mutu rendah dengan fc' = 15 Mpa (K-175)						
	a. Pekerja	4,6748	6,00	6,00	1,28	7,00	8,98
	b. Tukang	1,5583	2,00	2,00	1,28	7,00	8,98
	c. Mandor	0,7791	1,00	1,00	1,28	7,00	8,98
14	Baja Tulangan U 24 Polos						
	a. Pekerja	0,1680	6,00	6,00	35,71	7,00	250,00
	b. Tukang	0,0280	1,00	1,00	35,71	7,00	250,00
	c. Mandor	0,0280	1,00	1,00	35,71	7,00	250,00
15	Baja Tulangan BJ 32 Ulir						
	a. Pekerja	0,1680	6,00	6,00	35,71	7,00	250,00
	b. Tukang	0,0280	1,00	1,00	35,71	7,00	250,00
	c. Mandor	0,0280	1,00	1,00	35,71	7,00	250,00
16	Pasangan Batu						
	a. Pekerja	25,5623	22,00	22,00	0,86	7,00	6,02
	b. Tukang	12,7812	11,00	11,00	0,86	7,00	6,02
	c. Mandor	1,1619	1,00	1,00	0,86	7,00	6,02

Sumber : Lampiran V.1, Kolom f,g, dan h

4.3.2 Produksi Alat

Produksi alat merupakan kemampuan alat dalam melakukan pekerjaannya dalam suatu satuan waktu tertentu. Produksi normal alat sendiri merupakan produksi dalam kurun waktu jam kerja normal yakni 7 jam kerja efektif per hari kerja. Jam kerja efektif sendiri diperoleh dari data RAB. Perhitungan produksi normal peralatan menggunakan persamaan 2.21 $Q_a = (1 / K_a)$ dan persamaan 2.22 $Q_a = (1 / K_a) \times J_{ef}$

Contoh:

Diketahui pekerjaan galian untuk selokan drainase dan saluran air dengan data koefisien sebagai berikut koefisien excavator 0,0327 jam dan koefisien dump truck 0,1639 jam.

Penyelesaian:

a. Produksi alat

$$Q_a = (1 / K_a) \times J_{ef}$$

$$\text{Produksi excavator} = (1/0,0354) = 28,23 \text{ M3/jam}$$

$$\text{Produksi excavator} = (1/0,0354) \times 7 = 197,60 \text{ M3/hari}$$

$$\text{Produksi dump truck} = (1/0,0628) = 15,92 \text{ M3/jam}$$

$$\text{Produksi dump truck} = (1/0,0628) \times 7 = 111,43 \text{ M3/hari}$$

Perhitungan produksi pada pekerjaan galian untuk selokan drainase dan saluran air, diperoleh produksi excavator 28,23 M3/jam atau 197,60 M3/hari dan produksi dump truck 15,92 M3/jam atau 111,43 M3/hari. Untuk lebih jelasnya rangkuman produksi alat dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Produksi Normal Alat

No	Item Pekerjaan	Koefisien	Produksi	Jam Kerja Efektif	Produksi
		Alat	Alat		Alat
a	b	c	d = (1 / c)	e	f = d x e
DIV.II	Drainase				
1	Galian untuk selokan, drainase dan selokan air				
	a. Excavator	0,0354	28,23	7,00	197,60
	b. Dump Truck	0,0628	15,92	7,00	111,43
2	Pasangan Batu dengan Mortar				
	a. Concrete Mixer	0,4743	2,11	7,00	14,76
	b. Water Tanker	0,0182	54,83	7,00	383,84
DIV.III	Pekerjaan tanah				
3	Galian batu				
	a. Excavator + breaker	0,1429	7,00	7,00	49,00
	b. Wheel loader	0,0635	15,74	7,00	110,21
	c. Dump Truck	0,1039	9,62	7,00	67,36
4	Timbunan Biasa				
	a. Motor Grader	0,0054	185,19	7,00	1296,30
	b. Vibratory Roller	0,0102	98,40	7,00	688,80
	c. Water tank truck	0,0213	46,86	7,00	328,00
5	Timbunan Pilihan				
	a. Motor Grader	0,0052	193,29	7,00	1353,00
	b. Vibro Roller	0,0136	73,80	7,00	516,60
	c. Water Tank Truck	0,0213	46,86	7,00	328,00
6	Penyiapan badan jalan				
	a. Motor grader	0,0003	3280,04	7,00	22960,28
	b. Vibro roller	0,0015	656,00	7,00	4592,00

Lanjutan Tabel 4.4 Produksi Normal Alat

DIV.V	Pekerjaan Berbutir				
7	Lapis Pondasi Agregat Klas A				
	a. Wheel Loader	0,0847	11,81	7,00	82,66
	b. Dump Truck	0,3556	2,81	7,00	19,68
	c. Motor Grader	0,0070	142,42	7,00	996,95
	d. Vibratory Roller	0,0136	73,80	7,00	516,60
	e. Water Tanker	0,0213	46,86	7,00	328,00
8	Lapis Pondasi Agregat Klas B				
	a. Wheel Loader	0,0635	15,74	7,00	110,21
	b. Dump Truck	0,3247	3,08	7,00	21,56
	c. Motor Grader	0,0053	189,89	7,00	1329,26
	d. Vibratory Roller	0,0136	73,80	7,00	516,60
	e. Water Tanker	0,0213	46,86	7,00	328,00
DIV.VI	Perkerasan Aspal				
9	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair				
	a. Asphalt Distributor	0,0003	3333,33	7,00	23333,33
	b. Compressor	0,0003	3333,33	7,00	23333,33
10	Lapis perekat-aspal cair				
	a. Asphalt Distributor	0,0003	3689,83	7,00	25828,82
	b. Compressor	0,0003	3689,84	7,00	25828,90
11	Lataston - Lapis Pondasi (HRS -Base)				
	a. Wheel Loader	0,0481	20,79	7,00	145,51
	b. AMP	0,0244	41,00	7,00	287,00
	c. Genset	0,0244	41,00	7,00	287,00
	d. Dump Truck	0,2526	3,96	7,00	27,71
	e. Aspal Finisher	0,0243	41,11	7,00	287,79
	e. Tandem Roller	0,0072	138,02	7,00	966,13
	f. P. Tyre Roller	0,0066	150,93	7,00	1056,50
DIV.7	Struktur				
12	Beton Mutu Sedang dengan Fc' = 20 Mpa (K-250)				
	a. Concrete Mixer	4,6748	0,21	7,00	1,50
	b. Concrete Vibrator	1,5583	0,64	7,00	4,49
	c. Water Tanker	0,7791	1,28	7,00	8,98
13	Beton Mutu Rendah dengan Fc' = 15 Mpa (K-175)				
	a. Concrete Mixer	4,6748	0,21	7,00	1,50
	b. Concrete Vibrator	1,5583	0,64	7,00	4,49
	c. Water Tanker	0,7791	1,28	7,00	8,98
14	Baja Tulangan U 24 Polos				
15	Baja Tulangan BJ 32 Ulir				
16	Pasangan Batu				
	a. Concrete Mixer	0,4743	2,11	7,00	14,76
	b. Water Tanker	0,0160	62,67	7,00	438,67

Sumber : Lampiran V.2, Kolom d, e, dan f

4.4 Produksi Minimum

Produksi minimum ditentukan dari produksi terkecil antara produksi tenaga kerja dan peralatan. Perlunya ditentukan produksi minimum karena sesungguhnya produksi masing-masing tenaga kerja dan alat secara individu berbeda. Penentuan nilai produksi yang terkecil diantara produksi tenaga kerja pada tabel 4.3 dan peralatan pada tabel 4.4 yang ada dikecualikan *dump truck*. Hal ini dikarenakan *dump truck* dikarenakan dari semua peralatan yang digunakan pada proyek konstruksi hanya *dump truck* yang paling mungkin diadakan lebih dari satu unit.

Tabel 4.5 Produksi Minimum

No.	Item Pekerjaan	Satuan	Produksi Minimum		Produksi Minimum (jam)	Produksi Minimum		Produksi Minimum m3/hari
			Tenaga Kerja (jam)	Peralatan (jam)		Tenaga Kerja (hari)	Peralatan (hari)	
a	b	c	d	e	f	g	h	i
DIV.III Drainase								
1	Galian untuk selokan, drainase dan selokan air	M3	28,23	28,23	28,23	197,60	197,60	197,60
2	Pasangan Batu dengan Mortar	M3	0,86	2,11	0,86	6,02	14,76	6,02
DIV.III Pekerjaan tanah								
3	Galian batu	M3	7,00	7,00	7,00	49,00	49,00	49,00
4	Timbunan Biasa	M3	26,57	98,40	26,57	185,98	688,80	185,98
5	Timbunan Pilihan	M3	26,57	46,86	26,57	185,98	328,00	185,98
6	Penyiapan Badan Jalan	M3	656,17	656,00	656,00	4593,18	4592,00	4592,00
DIV.V Pekerjaan Berbutir								
7	Lapis Pondasi Agregat Klas A	M3	11,81	11,81	11,81	82,66	82,66	82,66
8	Lapis Pondasi Agregat Klas B	M3	11,81	15,74	11,81	82,66	110,21	82,66
DIV.VI Perkerasan Aspal								
9	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	Liter	2000,00	3333,33	2000,00	14000,00	23333,33	14000,00
10	Lapis perekat-aspal cair	Liter	2000,00	3689,84	2000,00	14000,00	25828,90	14000,00
11	Lataston - Lapis Pondasi (HRS - Base)	Ton	41,00	20,79	20,79	287,00	145,51	145,51
DIV.VII Struktur								
12	Beton Mutu Sedang dengan $F_c' = 20 \text{ Mpa (K-250)}$	M3	1,28	0,21	0,21	8,98	1,50	1,50
13	Beton Mutu Rendah dengan $F_c' = 15 \text{ Mpa (K-175)}$	M3	1,28	0,21	0,21	8,98	1,50	1,50
14	Baja Tulangan U 24 Polos	kg	35,71	-	35,71	250,00	-	250,00
15	Baja Tulangan BJ 32 Ulir	kg	35,71	-	35,71	250,00	-	250,00
16	Pasangan Batu	M3	0,86	2,11	0,86	6,02	14,76	6,02

Sumber : Lampiran V.3

Jumlah peralatan 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 dan jumlah alat dapat dihitung menggunakan persamaan 2.28 $J_a = Q_M/Q_P$.

Contoh :

Diketahui produksi pada pekerjaan galian untuk selokan drainase dan saluran air, diperoleh produksi excavator 28,23 M3/jam atau 197,60 M3/hari, produksi dump truck 15,92 M3/jam atau 111,43 M3/hari dan produksi minimum 28,23 M3/jam atau 197,60 M3/hari

Penyelesaian:

$$\text{Rumus Jumlah peralatan} \quad J_a = \frac{Q_M}{Q_P}$$

$$\text{Jumlah Excavator} \quad = 28,23 / 28,23 = 1 \text{ unit}$$

$$\text{Jumlah Dump Truck} \quad = 28,23 / 15,92 = 1,77 \text{ unit}$$

Perhitungan jumlah alat pada pekerjaan galian untuk selokan drainase dan saluran air, diperoleh produksi excavator 1 unit dan dump truck 1,77 unit. Untuk lebih jelasnya rangkuman jumlah alat dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Jumlah Peralatan

No.	Item Pekerjaan	Satuan	Alat															
			Excavator	Concrete Mixer	Water Tank Truck	Vibrator Roller	Motor Grader	Wheel Loader	Asphalt Sprayer	Compressor	Asphalt Mixing Plant	Asphalt Finisher	Tire Roller	Genset	Concrete Vibrator	Tandem Roller	Dump Truck	
a	b	c	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	
DIV.III Drainase																		
1	Galian untuk selokan, drainase dan selokan air	M3	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,77	
2	Pasangan Batu dengan Mortar	M3	-	0,41	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
DIV.III Pekerjaan tanah																		
3	Galian batu	M3	1,00	-	-	-	-	0,44	-	-	-	-	-	-	-	-	0,73	
4	Timbunan Biasa	M3	-	-	0,57	0,27	0,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5	Timbunan Pilihan	M3	-	-	0,57	0,36	0,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6	Penyiapan Badan Jalan	M3	-	-	-	1,00	0,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
DIV.V Pekerjaan Berbutir																		
7	Lapis Pondasi Agregat Klas A	M3	-	-	0,25	0,16	0,08	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	4,20	
8	Lapis Pondasi Agregat Klas B	M3	-	-	0,25	0,16	0,06	0,75	-	-	-	-	-	-	-	-	3,83	
DIV.VI Perkerasan Aspal																		
9	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	Liter	-	-	-	-	-	-	0,60	0,60	-	-	-	-	-	-	-	
10	Lapis perekat-aspal cair	Liter	-	-	-	-	-	-	0,54	0,54	-	-	-	-	-	-	-	
11	Lataston - Lapis Pondasi (HRS - Base)	Ton	-	-	-	-	-	1,00	-	-	0,51	0,51	0,14	0,51	-	0,15	5,25	
DIV.VII Struktur																		
12	Beton Mutu Sedang dengan Fc' = 20 Mpa (K-250)	M3	-	1,00	0,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,33	-	
13	Beton Mutu Rendah dengan Fc' = 15 Mpa (K-175)	M3	-	1,00	0,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,33	-	
14	Baja Tulangan U 24 Polos	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
15	Baja Tulangan BJ 32 Ulir	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
16	Pasangan Batu	M3	-	0,41	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Sumber : Hasil Perhitungan

4.5 Waktu Penyelesaian

Waktu penyelesaian merupakan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu kegiatan atau item pekerjaan. Waktu penyelesaian dapat dihitung menggunakan persamaan 2.29 $W = (V / Q_M)$ yaitu volume pekerjaan dibagi dengan produksi minimum normal pekerjaan tersebut.

Contoh:

Pekerjaan galian untuk selokan drainase dan saluran air memiliki volume 887,92 M3 dengan produksi minimum normal sebesar 197,60 M3/hari

Penyelesaian:

$$W = (V / Q_M)$$

$$W = (887,92 / 197,60)$$

$$W = 4,49 \approx 5 \text{ hari}$$

Berdasarkan hasil perhitungan waktu penyelesaian untuk dapat menyelesaikan pekerjaan galian untuk selokan drainase dan saluran air dengan volume 887,92 M3 membutuhkan waktu sebanyak 5 hari untuk menyelesaikan pekerjaan galian untuk selokan drainase dan saluran air. Pembulatan waktu penyelesaian keatas karena berdasarkan jangka waktu pelaksanaan dalam satuan hari maka waktu penyelesaian item pekerjaan kurang dari satu hari maka dianggap satu hari. Rangkuman perhitungan yang lebih jelas mengenai waktu penyelesaian dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Waktu Penyelesaian

No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Produksi Minimum	Waktu Penyelesaian (Hari)	
				M3/Hari	Hasil	Bulatan
a	b	c	d	e	f = d/e	g
DIV.II	Drainase					
1	Galian untuk selokan, drainase dan selokan air	M ³	887,92	197,60	4,49	5,00
2	Pasangan Batu dengan Mortar	M ³	328,22	6,02	54,48	55,00
DIV.III	Pekerjaan tanah					
3	Galian batu	M ³	68,75	49,00	1,40	2,00
4	Timbunan biasa	M ³	511,98	185,98	2,75	3,00
5	Timbunan pilihan	M ³	957,19	185,98	5,15	6,00
6	Penyiapan Badan Jalan	M ³	4602,60	4592,00	1,00	2,00
DIV.V	Pekerjaan Perkerasan Berbutir					
7	Lapis pondasi agregat kelas A	M ³	792,32	82,66	9,59	10,00
8	Lapis pondasi agregat kelas B	M ³	1056,42	82,66	12,78	13,00
DIV.VI	Pekerjaan Perkerasan Aspal					
9	Lapis resan penonkat-aspal cair	liter	5282,10	14000,00	0,38	1,00

Lanjutan Tabel 4.7 Waktu Penyelesaian

10	Lapis perekat-aspal cair	Liter	40,46	14000,00	0,00	1,00
11	Lataston-lapis pondasi (HRS-Base)	Ton	393,20	145,51	2,70	3,00
DIV.VII	Pekerjaan Struktur					
12	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 20$ Mpa (K-250)	M ³	6,08	1,50	4,06	5,00
13	Beton mutu rendah dengan $f_c' = 15$ Mpa (K-175)	M ³	185,37	1,50	123,80	124,00
14	Baja Tulangan U 24 Polos	kg	559,85	250,00	2,24	3,00
15	Baja Tulangan BJ 32 Uilir	kg	656,26	250,00	2,63	3,00
16	Pasangan batu	M ²	498,20	6,02	82,70	83,00

Sumber : Lampiran V.4

4.6 Menyusun Network Diagram

4.6.1 Menentukan Hubungan Ketergantungan Antara Item Pekerjaan

Sebelum menyusun *network diagram* terlebih dahulu menentukan *Predecessors* yaitu hubungan ketergantungan antar pekerjaan. Berikut adalah hubungan ketergantungan berdasarkan spesifikasi umum revisi III dan *Time Schedule*:

1. Pekerjaan mobilisasi, pekerjaan ini meliputi penyewaan atau pembelian sebidang lahan yang diperlukan untuk *base camp* penyedia jasa dan kegiatan pelaksanaan. Mobilisasi dan pemasangan peralatan sesuai dengan daftar peralatan yang tercantum dalam penawaran, dari suatu lokasi asal ke tempat pekerjaan dimana peralatan tersebut akan digunakan menurut kontrak. Mobilisasi ini juga mencakup penyediaan dan pemeliharaan *base camp* penyedia jasa, jika perlu termasuk kantor lapangan, tempat tinggal, bengkel, gudang, ruang laboratorium beserta peralatan pengujiannya. Mobilisasi personil dan peralatan dapat dilakukan secara bertahap sesuai dengan kebutuhan lapangan namun ketentuan ini hanya berlaku pada pentahapan mobilisasi peralatan utama dan terkaitnya dan harus sudah diatur jadwalnya terlebih dahulu saat tahap pengadaan. Pekerjaan mobilisasi ini bisa dianggap pekerjaan awal dari keseluruhan pekerjaan.
2. Pekerjaan galian untuk drainase selokan dan saluran air, pekerjaan ini mencakup pembuatan selokan baru yang dilapisi (*lined*) maupun yang tidak dilapisi (*unlined*) dan perataan kembali selokan yang lama yang tidak dilapisi, sesuai dengan spesifikasi ini serta memenuhi garis, ketinggian, dan detil yang ditunjukkan pada gambar. Pekerjaan seksi lain yang berkaitan

dengan seksi ini adalah pekerjaan mobilisasi dan demobilisasi (seksi 1.2), pasangan batu dengan mortar (seksi 2.2), galian (seksi 3.1), timbunan (seksi 3.2). Berdasarkan spesifikasi umum revisi III, pekerjaan galian untuk drainase selokan dan saluran air dapat dikerjakan setelah pekerjaan mobilisasi dan berdasarkan *Time Schedule*, pekerjaan galian untuk drainase dan selokan saluran air dapat dikerjakan bersama galian batu dan setelah pekerjaan mobilisasi.

Berdasarkan penjelasan diatas dapat dikatakan bahwa pekerjaan galian untuk drainase selokan dan saluran air dapat dikerjakan setelah pekerjaan mobilisasi.

3. Pekerjaan pasangan batu dengan mortar, pekerjaan ini mencakup pelapis sisi atau dasar selokan dan saluran air dan pembuatan apron (lantai golak), lubang masuk (*entry pist*) dan struktur saluran kecil lainnya dengan menggunakan pasangan batu dengan mortar yang dibangun diatas suatu dasar yang telah memenuhi garis, ketinggian dan dimensi yang ditunjukkan pada gambar. Pekerjaan seksi lain yang berkaitan dengan seksi ini adalah selokan dan saluran air (seksi 2.1), beton (seksi 7.1) dan pasangan batu (seksi 7.9). Berdasarkan spesifikasi umum revisi III, pekerjaan pasangan batu dengan mortar dapat dikerjakan setelah pekerjaan galian selokan dan saluran air dan berdasarkan *Time Schedule*, pekerjaan pasangan batu dengan mortar dapat dikerjakan setelah pekerjaan galian untuk drainase selokan dan saluran air.

Berdasarkan penjelasan diatas, dapat dikatakan bahwa pekerjaan pasangan batu dengan mortar dapat dikerjakan jika pekerjaan galian untuk drainase selokan dan saluran air dikerjakan.

4. Pekerjaan galian batu, pekerjaan ini mencakup penggalian, penangunan, pembuatan atau penumpukan tanah atau batu atau bahan lain dari jalan atau sekitarnya yang diperlukan untuk penyelesaian dari pekerjaan dalam kontrak ini. Pekerjaan ini berlaku untuk semua jenis galian yang dilakukan sehubungan dengan kontrak, yang membedakan adalah untuk hal pembayaran. Pekerjaan seksi lain yang berkaitan dengan seksi ini adalah selokan dan saluran air (seksi 2.1), timbunan (seksi 3.2), penyiapan badan jalan (seksi 3.3), beton (seksi 7.1) dan pasangan batu (seksi 7.9). Berdasarkan spesifikasi umum revisi III, pekerjaan galian batu dikerjakan bersama-sama dengan pekerjaan galian selokan dan saluran air dan

berdasarkan *Time Schedule*, pekerjaan galian batu dapat dikerjakan bersama-sama dengan galian untuk drainase selokan dan saluran air dan dikerjakan setelah pekerjaan mobilisasi

Berdasarkan penjelasan diatas, dapat dikatakan bahwa pekerjaan galian batu dan galian untuk drainase selokan dan saluran air dapat dikerjakan bersama-sama, yang berarti kedua pekerjaan tersebut dikerjakan setelah pekerjaan mobilisasi.

5. Pekerjaan timbunan biasa, pekerjaan ini mencakup pengadaan, pengangkutan, penghamparan dan pemadatan tanah atau bahan berbutir yang disetujui untuk pembuatan timbunan. Timbunan yang diklasifikasi timbunan biasa harus terdiri dari bahan galian tanah atau galian batu. Pekerjaan seksi lain yang berkaitan dengan ini adalah galian (seksi 3.1), penyiapan badan jalan (seksi 3.3), beton (seksi 7.1) dan pasangan batu (seksi 7.9). Berdasarkan spesifikasi umum revisi III, pekerjaan timbunan pilihan dapat dikerjakan setelah pekerjaan galian dan penyiapan badan jalan dan berdasarkan *Time Schedule*, pekerjaan timbunan biasa dapat dikerjakan setelah pekerjaan galian dan pekerjaan penyiapan badan jalan dan juga bekerja bersama-sama dengan pekerjaan pasangan batu dengan mortar.

Berdasarkan penjelasan diatas, dapat dikatakan bahwa pekerjaan timbunan biasa dapat dikerjakan setelah pekerjaan penyiapan badan jalan selesai.

6. Pekerjaan timbunan pilihan, pekerjaan ini mencakup pengadaan, pengangkutan, penghamparan dan pemadatan tanah atau bahan berbutir yang disetujui untuk pembuatan timbunan. Seluruh timbunan pilihan harus memiliki CBR paling sedikit 10% setelah 4 hari perendaman. Pekerjaan seksi lain yang berkaitan dengan ini adalah galian (seksi 3.1), penyiapan badan jalan (seksi 3.3), beton (seksi 7.1) dan pasangan batu (seksi 7.9). Berdasarkan spesifikasi umum revisi III, pekerjaan timbunan pilihan dapat dikerjakan setelah pekerjaan galian dan penyiapan badan jalan Berdasarkan *Time Schedule*, pekerjaan timbunan pilihan dapat dikerjakan setelah timbunan biasa selesai dikerjakan.

Berdasarkan penjelasan diatas, dapat dikatakan bahwa pekerjaan timbunan pilihan dapat dikerjakan setelah pekerjaan penyiapan badan jalan selesai dan timbunan biasa selesai

7. Pekerjaan penyiapan badan jalan mencakup penyiapan, penggaruan, dan pemadatan tanah dasar atau permukaan jalan kerikil lama untuk penghamparan lapis pondasi agregat, lapis pondasi jalan tanpa penutup aspal, lapis pondasi semen tanah atau lapis pondasi beraspal di daerah jalur lalu lintas. Pekerjaan seksi lain yang berkaitan dengan seksi ini adalah galian (seksi 3.1), timbunan (3.2), lapis pondasi agregat (seksi 5.1) dan campuran aspal panas (seksi 6.3). Berdasarkan spesifikasi umum revisi III, pekerjaan penyiapan badan jalan dapat dikerjakan galian. Akan tetapi poin jadwal kerja penyiapan badan jalan menyatakan bahwa pekerjaan dapat dikerjakan setelah seluruh pekerjaan drainase (galian drainase dan selokan saluran air, pasangan batu dengan mortar) harus berada dalam kondisi berfungsi. Yang berarti pekerjaan penyiapan badan jalan dikerjakan setelah pekerjaan galian dan pasangan batu dengan mortar selesai dikerjakan dan berdasarkan *Time Schedule* yang ada, pekerjaan penyiapan badan jalan dikerjakan setelah pekerjaan galian dan beton fc 20 MPa.

Berdasarkan penjelasan diatas, dapat dikatakan bahwa pekerjaan penyiapan badan jalan dapat dikerjakan setelah pekerjaan galian.

8. Pekerjaan lapis pondasi agregat kelas A meliputi pemasok, pemrosesan, pengangkutan, penghamparan, pembahasan dan pemadatan agregat di atas permukaan yang telah disiapkan dan telah diterima sesuai dengan detil yang ditunjukkan dalam gambar atau sesuai dengan perintah direksi pekerjaan, dan memelihara lapis pondasi agregat yang telah selesai dengan yang disyaratkan. Lapis pondasi agregat kelas A untuk lapis resap pengikat atau pelaburan (perkerasan atau bahu jalan). Pekerjaan seksi lain yang berkaitan dengan seksi ini adalah penyiapan badan jalan (seksi 3.3) dan campuran beraspal panas (seksi 6.3). Berdasarkan spesifikasi umum revisi III, pekerjaan lapis pondasi agregat kelas A dapat dikerjakan setelah penyiapan badan jalan dan Berdasarkan *Time Schedule*, pekerjaan lapis pondasi agregat kelas A dapat dikerjakan setelah pekerjaan lapis pondasi agregat B.

Berdasarkan penjelasan diatas, dapat dikatakan bahwa pekerjaan lapis pondasi agregat A dapat dikerjakan setelah pekerjaan lapis pondasi agregat B selesai dikerjakan karena pekerjaan lapis pondasi agregat B dikerjakan setelah pekerjaan penyiapan badan jalan timbunan pilihan.

9. Pekerjaan lapis pondasi agregat kelas B meliputi pemasok, pemrosesan, pengangkutan, penghamparan, pembahasan dan pemadatan agregat di atas permukaan yang telah disiapkan dan telah diterima sesuai dengan detail yang ditunjukkan dalam gambar atau sesuai dengan perintah direksi pekerjaan, dan memelihara lapis pondasi agregat yang telah selesai dengan yang disyaratkan. Lapis pondasi agregat kelas B digunakan sebagai lapis pondasi bawah (hanya permukaan atas dari lapisan bawah). Pekerjaan seksi lain yang berkaitan dengan seksi ini adalah penyiapan badan jalan (seksi 3.3) dan campuran beraspal panas (seksi 6.3). Berdasarkan spesifikasi umum revisi III, pekerjaan lapis pondasi agregat kelas B dapat dikerjakan setelah penyiapan badan jalan dan Berdasarkan *Time Schedule*, pekerjaan lapis pondasi agregat kelas B dapat dikerjakan setelah pekerjaan timbunan pilihan.

Berdasarkan penjelasan diatas, dapat dikatakan bahwa pekerjaan lapis pondasi agregat B dapat dikerjakan setelah pekerjaan timbunan pilihan selesai dikerjakan karena pekerjaan timbunan pilihan dikerjakan setelah pekerjaan penyiapan badan jalan.

10. Pekerjaan lapis resap pengikat-aspal cair mencakup penyediaan dan penghamparan bahan beraspal pada permukaan yang telah disiapkan sebelumnya untuk pemasangan lapisan beraspal berikutnya. Lapis resap pengikat harus dihampar diatas permukaan pondasi tanpa bahan pengikat lapis pondasi agregat. Pekerjaan yang berkaitan dengan seksi ini adalah pekerjaan lapis pondasi agregat (seksi 5.1) dan campuran aspal panas (seksi 6.3). Berdasarkan spesifikasi umum revisi III, pekerjaan lapis resap pengikat-aspal cair dikerjakan setelah pekerjaan lapis pondasi agregat A dikerjakan dan Berdasarkan *Time Schedule*, pekerjaan lapis resap pengikat-aspal cair dapat dikerjakan setelah lapis pondasi agregat A selesai dikerjakan.

Berdasarkan penjelasan diatas, dapat dikatakan bahwa pekerjaan lapis resap pengikat-aspal cair dikerjakan setelah pekerjaan lapis pondasi agregat A dikerjakan.

11. Pekerjaan lapis perekat-aspal cair mencakup penyediaan dan penghamparan bahan beraspal pada permukaan yang telah disiapkan sebelumnya untuk pemasangan lapisan beraspal berikutnya. Lapis perekat harus dihampar diatas permukaan pondasi berbahan pengikat (Lapis

penetrasi macadam, laston, lataston dll). Pekerjaan yang berkaitan dengan seksi ini adalah pekerjaan lapis pondasi agregat (seksi 5.1) dan campuran aspal panas (seksi 6.3). Berdasarkan spesifikasi umum revisi III, pekerjaan lapis resap pengikat-aspal cair dikerjakan setelah pekerjaan lapis pondasi agregat A dikerjakan dan berdasarkan *Time Schedule*, pekerjaan lapis resap pengikat-aspal cair dapat dikerjakan setelah lapis pondasi agregat A selesai dikerjakan dan dapat dikerjakan bersama – sama dengan HRS Base dan lapis perekat.

Berdasarkan penjelasan diatas, dapat dikatakan bahwa pekerjaan lapis resap pengikat-aspal cair dikerjakan setelah pekerjaan lapis pondasi agregat A dikerjakan.

12. Lataston-lapis pondasi (HRS-Base)(gradasi senjang/semi senjang) mencakup pengadaan lapisan padat yang awet berupa lapis perata, lapis pondasi, lapis antara atau lapis aus campuran beraspal panas yang terdiri dari agregat dan bahan aspal yang dicampur secara panas di pusat instalasi pencampuran, serta menghampar dan memadatkan campuran tersebut di atas pondasi atau permukaan jalan yang telah disiapkan sesuai dengan spesifikasi ini dengan memenuhi garis, ketinggian dan potongan memanjang yang ditunjukan digambar. Pekerjaan yang berkaitan dengan seksi ini adalah pekerjaan lapis resap pengikat (seksi 6.1). Berdasarkan spesifikasi umum revisi III, pekerjaan lataston-lapis pondasi (HRS-Base)(gradasi senjang/semi senjang) dikerjakan setelah pekerjaan lapis resap pengikat dikerjakan. Dan berdasarkan *Time Schedule*, pekerjaan lataston-lapis pondasi (HRS-Base)(gradasi senjang/semi senjang) dikerjakan bersama-sama dengan pekerjaan lapis resap pengikat-aspal cair dan lapis perekat-aspal cair.

Berdasarkan penjelasan diatas dapat dikatakan bahwa pekerjaan lataston-lapis pondasi (HRS-Base)(gradasi senjang/ semi senjang) dapat dikerjakan setelah pekerjaan lapis resap pengikat-aspal cair dan lapis perekat-aspal

13. Beton mutu sedang $F_c' 20$ MPa mencakup campuran antara semen Portland atau semen hidraulik yang setara, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan membentuk massa padat. Beton mutu sedang $F_c' 20$ MPa umumnya digunakan untuk beton bertulang seperti pelat lantai jembatan, gelagar beton bertulang, gorongng – gorong beton

bertulang, bangunan bawah jembatan, perkerasan beton semen. Pekerjaan yang berkaitan dengan seksi ini adalah pekerjaan galian (seksi 3.1), timbunan (seksi 3.2) dan baja tulangan (seksi 7.3). Berdasarkan spesifikasi umum revisi III, pekerjaan beton mutu sedang $F_c' 20$ MPa dikerjakan setelah pekerjaan galian dikerjakan dan berdasarkan *Time Schedule*, pekerjaan beton mutu sedang $F_c' 20$ MPa dapat dikerjakan setelah pekerjaan galian selesai dikerjakan dan dapat dikerjakan bersama – sama dengan baja tulangan U-24 polos dan baja tulangan D-32 Ulir.

Berdasarkan penjelasan diatas, dapat dikatakan bahwa pekerjaan beton mutu sedang $F_c' 20$ MPa dapat dikerjakan setelah pekerjaan galian selesai dikerjakan dan dapat dikerjakan bersama – sama dengan baja tulangan U-24 polos dan baja tulangan D-32 Ulir

14. Beton mutu rendah $F_c' 15$ MPa mencakup campuran antara semen Portland atau semen hidraulik yang setara, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan membentuk massa padat. Beton mutu sedang $F_c' 15$ MPa umumnya digunakan untuk struktur beton tanpa tulangan seperti beton siklop, trotoar dan pasangan batu kosong. Pekerjaan yang berkaitan dengan seksi ini adalah pekerjaan galian (seksi 3.1), timbunan (seksi 3.2) dan baja tulangan (seksi 7.3). Berdasarkan spesifikasi umum revisi III, pekerjaan beton mutu $F_c' 15$ MPa dikerjakan setelah pekerjaan galian dikerjakan dan berdasarkan *Time Schedule*, pekerjaan beton mutu sedang $F_c' 15$ MPa dapat dikerjakan setelah pekerjaan timbunan pilihan selesai dikerjakan.

Berdasarkan penjelasan diatas, dapat dikatakan bahwa pekerjaan beton mutu sedang $F_c' 15$ MPa dapat dikerjakan setelah atau bersamaan dengan pekerjaan timbunan pilihan.

15. Baja tulangan U-24, pekerjaan ini harus mencakup pengadaan dan pemasangan baja tulangan sesuai dengan spesifikasi dan gambar. Pekerjaan baja tulangan U-24 harus ditumpu dengan bantalan beton pracetak dengan mutu K250 atau $F_c' 20$ MPa. Baja tulangan U-24 biasa disebut juga baja lunak dengan tegangan karakteristik yang memberikan regangan tetap 0,2 adalah 2400 kg/cm². Pekerjaan yang berkaitan dengan seksi ini adalah pekerjaan beton (seksi 7.1). Berdasarkan spesifikasi umum revisi III, pekerjaan baja tulangan U-24 dan D-32 dapat dikerjakan bersama-sama dengan beton mutu sedang $F_c' 20$ MPa dan berdasarkan

Time Schedule, pekerjaan baja tulangan U-24 dan D-32 dapat dikerjakan bersama-sama dengan beton mutu sedang $F_c' 20$ MPa.

Berdasarkan penjelasan diatas, dapat dikatakan bahwa pekerjaan baja tulangan U-24 dan D-32 dapat dikerjakan bersama-sama dengan beton mutu sedang $F_c' 20$ MPa.

16. Baja tulangan D-32, pekerjaan ini harus mencakup pengadaan dan pemasangan baja tulangan sesuai dengan spesifikasi dan gambar. Pekerjaan baja tulangan D-32 harus ditumpu dengan bantalan beton pracetak dengan mutu K250 atau $F_c' 20$ MPa. Baja tulangan D-32 biasa disebut juga baja sedang dengan tegangan karakteristik yang memberikan regangan tetap 0,2 adalah 2400 kg/cm². Pekerjaan yang berkaitan dengan seksi ini adalah pekerjaan beton (seksi 7.1). Berdasarkan spesifikasi umum revisi III, pekerjaan baja tulangan U-24 dan D-32 dapat dikerjakan bersama-sama dengan beton mutu sedang $F_c' 20$ MPa dan berdasarkan *Time Schedule*, pekerjaan baja tulangan U-24 dan D-32 dapat dikerjakan bersama-sama dengan beton mutu sedang $F_c' 20$ MPa.

Berdasarkan penjelasan diatas, dapat dikatakan bahwa pekerjaan baja tulangan U-24 dan D-32 dapat dikerjakan bersama-sama dengan beton mutu sedang $F_c' 20$ MPa.

17. Pasangan batu mencakup pelaksanaan seluruh struktur beton bertulang, beton tanpa tulangan, beton prategang, beton pracetak, dan beton untuk struktur baja komposit, sesuai dengan spesifikasi dan gambar rencana atau sebagaimana yang disetujui oleh direksi pekerjaan. Dan pekerjaan ini pula harus mencakup penyiapan tempat kerja untuk pengecoran beton, pengadaan perawatan beton, lantai kerja dan pemeliharaan pondasi seperti pemompaan atau tindakan lain untuk mempertahankan agar pondasi tetap kering. Pekerjaan yang berkaitan dengan seksi ini adalah pasangan batu dengan mortar (seksi 2.2), galian (seksi 3.1), timbunan (seksi 3.2). Berdasarkan spesifikasi umum revisi III, pekerjaan pasangan batu dikerjakan setelah pekerjaan galian Berdasarkan *Time Schedule*, pekerjaan batu dikerjakan bersama-sama dengan pekerjaan pasangan batu dengan mortar dan setelah pekerjaan galian.

Berdasarkan penjelasan diatas, dapat dikatakan bahwa pekerjaan pasangan batu dapat dikerjakan setelah pekerjaan galian.

Berikut adalah keterkaitan antar tiap-tiap item pekerjaan

Tabel 4.8. Hubungan Ketergantungan Tiap-tiap Item Pekerjaan

No	Uraian Pekerjaan	Kode Kegiatan	Predecessors	Keterangan
DIV.I	Umum			
1	Mobilisasi	A	-	-
DIV.II	Drainase			
2	Galian untuk selokan, drainase dan selokan air	B	A-FS	A Finish B Start
3	Pasangan batu dengan mortar	C	B-FS	B Finish C Start
DIV.III	Pekerjaan tanah			
4	Galian batu	D	A-FS	A Finish D Start
5	Timbunan biasa	E	G-FS	G Finish E Start
6	Timbunan pilihan	F	E-FS	E Finish F Start
7	Penyiapan badan jalan	G	M,O,P-FS	M,O,P Finish G Start
DIV.V	Pekerjaan Perkerasan Berbutir			
8	Lapis pondasi agregat kelas A	H	K-FS	K Finish H Start
9	Lapis pondasi agregat kelas B	I	G-FS	G Finish I Start
DIV.VI	Pekerjaan Perkerasan Aspal			
10	Lapis resap pengikat-aspal cair	J	H-FS	H Finish J Start
11	Lapis perekat-aspal cair	K	H-FS	H Finish K Start
12	Lataston-lapis pondasi (<i>HRS-Base</i>)	L	J,K-FS	J,K Finish L Start
DIV.VII	Pekerjaan Struktur			
13	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 20$ Mpa (K-250)	M	D-FS	D Finish M Start
14	Beton mutu rendah dengan $f_c' = 15$ Mpa (K-175)	N	F-FS	F Finish N Start
15	Baja tulangan U 24 polos	O	D-FS	D Finish O Start
16	Baja tulangan D 32 ulir	P	D-FS	D Finish P Start
17	Pasangan batu	Q	A-FS	A Finish Q Start

Sumber : Hasil Analisa

4.6.2 Pemecahan Kegiatan

Dalam pembuatan diagram jaringan kerja, penguraian proyek menjadi kegiatan-kegiatan seperti yang tercantum dalam RAB proyek yang dianalisa masih belum memadai, maka oleh karena itu kegiatan-kegiatan tersebut akan dipecah-pecahkan sedemikian rupa sehingga dapat dihubungkan menjadi diagram jaringan kerja.

Pemecahan kegiatan ini didasarkan pada asumsi pada penerapan di lapangan suatu pekerjaan atau kegiatan yang sebelumnya merupakan hubungan seri dapat dijadikan paralel. Misalnya suatu pekerjaan atau kegiatan dapat dipecah menjadi 2 atau 3 bagian sehingga setelah pekerjaan pertama selesai dapat dilanjutkan dengan pekerjaan yang mengikutinya tanpa harus menunggu

pekerjaan sebelumnya selesai dan disaat yang bersamaan pekerjaan yang sebelumnya dapat melanjutkan sisa pekerjaannya. Hal ini dilakukan guna untuk pengontrolan pekerjaan menjadi lebih mudah dan waktu penyelesaian proyek yang terlalu lama.

Pada proyek peningkatan Proyek Peningkatan Jalan Mudajebak (Bts. Kab) –Lato –Wairunu yang dilaksanakan di Kabupaten Flores Timur Provinsi Nusa Tenggara Timur dengan panjang segmen 1.485 m. Keseluruhan item pekerjaan dan volumenya dapat dilihat pada tabel 4.9 rangkuman *back up* volume

Tabel 4.9 Rangkuman *Back Up* Volume

No	Uraian Kegiatan	Satuan	STA	Volume
a	b	c	d	e
DIV.I	Umum			
1	Mobilisasi dan demobilisasi	Ls		1,00
DIV.II	Drainase			
2	Galian untuk selokan, drainase dan selokan air	M3	STA.19.925-STA.21-350	887,92
3	Pasangan batu dengan mortar	M3	STA.19.925-STA.21-350	328,22
DIV.III	Pekerjaan tanah			
4	Galian batu	M3	STA.19.925-STA.20-125	68,75
5	Timbunan biasa	M3	STA.20.800-STA.21.410	511,98
6	Timbunan pilihan	M3	STA.19.930--STA.21.410	957,19
7	Penyiapan badan jalan	M2	STA.19.928- STA.21.410	4602,60
DIV.V	Pekerjaan Perkerasan Berbutir			
8	Lapis pondasi agregat kelas A	M3	STA.19.928-STA.21-399	792,32
9	Lapis pondasi agregat kelas B	M3	STA.19.928-STA.21.399	1056,42
DIV.VI	Pekerjaan Perkerasan Aspal			
10	Lapis resap pengikat-aspal cair	Liter	STA.19.928-STA.21.399	5282,10
11	Lapis perekat-aspal cair	Liter	STA.20.558,80-STA.20-575 & STA.21.189,20-STA.21.191,50	40,46
12	Lataston-lapis pondasi (<i>HRS-Base</i>)	Ton	STA.19.928-STA.21.399	393,20
DIV.VII	Pekerjaan Struktur			
13	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 20$ Mpa (K-250)	M3	STA.21+189,2 dan STA.21.309	6,08
14	Beton mutu rendah dengan $f_c' = 15$ Mpa (K-175)	M3	STA.19.930-STA.20.800	185,37
15	Baja tulangan U 24 polos	Kg	STA.21+189,2 dan STA.21.309	559,85
16	Baja tulangan D 32 ulir	Kg	STA.21+189,2 dan STA.21.309	656,26
17	Pasangan batu 1	M3	STA.19.925 dan STA.21.410	498,20

Sumber : Lampiran II

Pemecahan kegiatan yang dilakukan ini tetap berpedoman pada uraian kegiatan yang terdapat dalam RAB, *Time Schedule* dan berdasarkan data-data STA dalam data Back Up pada lampiran II.

1. Pekerjaan Mobilisasi dilakukan pemecah kegiatan menjadi A1 untuk mobilisasi dan A2 untuk pekerjaan demobilisasi. Untuk pekerjaan mobilisasi dan demobilisasi karena bersatuan Ls dan mempunyai volume satu (1) maka kusus perkerjaan ini mengacu pada Time schedule yang ada pada data RAB
2. Pekerjaan galian drainase dan selokan ini dikerjakan sepanjang STA.19.925-STA.21.350 dengan total volume pekerjaan 887,92 m³. Pekerjaan galian untuk drainase selokan dan saluran dilakukan pemecahan kegiatan menjadi B1 dan B2. Pekerjaan galian untuk drainase selokan dan saluran B1 dikerjakan sepanjang STA.19.925-STA.20.900 dengan volume 395,45 m³ sedangkan untuk pekerjaan galian untuk drainase selokan dan saluran B2 dikerjakan sepanjang STA.20.900-STA.21.350 dengan volume 492,47 m³. Dilakukannya pemecah kegiatan ini agar pekerjaan galian untuk drainase selokan dan saluran B1 selesai dapat dilanjutkan dengan dengan pekerjaan pasangan batu dengan mortar (C) tanpa harus menunggu pekerjaan galian untuk drainase selokan dan saluran selesai semuanya.
3. Pekerjaan pasangan batu dengan mortar (C) dikerjakan sepanjang STA.19.925-STA.21.350 dengan total volume pekerjaan 328,22 m³. Pekerjaan pasangan batu dengan mortar tidak dilakukan pemecahan kegiatan dikarenakan pekerjaan pasangan batu dengan mortar tidak mengganggu pekerjaan lain sehingga tidak dilakukan pemecahan atau dalam arti pasangan batu dengan mortar dapat dikerjakan bersama pekerjaan lainnya.
4. Pekerjaan galian batu tidak dilakukan pemecahan kegiatan karena panjang galian batu yang tidak terlalu panjang dan pekerjaan ini selesai baru bisa dilanjutkan dengan Pekerjaan galian untuk drainase selokan dan saluran. Pekerjaan galian batu dikerjakan sepanjang STA.19.925-STA.20-125 dengan total volume pekerjaan 68,75 m³.
5. Pekerjaan timbunan biasa dikerjakan sepanjang STA.20.800-STA-21.410 pada bahu jalan dengan total volume pekerjaan 511,98 m³. Pekerjaan timbunan biasa dilakukan pemecahan kegiatan menjadi E1 dan E2.

Pekerjaan timbunan biasa E1 dikerjakan sepanjang STA.20.800-STA.21.140 dengan volume 239,57 m³ sedangkan pekerjaan timbunan biasa E2 dikerjakan sepanjang STA.20.140-STA.20.410 dengan volume 272,41 m³. Dilakukannya pemecah kegiatan ini agar pekerjaan timbunan biasa (E1) di bahu jalan dapat dilakukan bersama-sama penyiapan badan jalan (G1) begitu pula timbunan biasa (E2) dan timbunan pilihan pada badan jalan (F1).

6. Pekerjaan timbunan pilihan mempunyai total volume pekerjaan 957,15 m³. Pekerjaan timbunan pilihan dilakukan pemecah kegiatan menjadi F1, F2, dan F3. Pekerjaan timbunan pilihan F1 dikerjakan sepanjang STA.20.150-STA.20.225 dan STA.21.165-STA.21.255 pada badan jalan dengan volume 261,56 m³, timbunan pilihan F2 dikerjakan sepanjang STA.19.928-STA.20.800 pada bahu jalan dengan volume 495,62 m³ dan timbunan pilihan F3 dikerjakan sepanjang STA.20.800-STA.21.410 pada bahu jalan dengan volume 200,01 m³. Dilakukannya pemecah kegiatan ini karena F1 dikerjakan pada badan jalan sedangkan F2 dikerjakan pada bahu jalan dan agar dapat dilanjutkan pekerjaan N1 dan N2 tanpa menunggu F3 selesai.
7. Pekerjaan penyiapan badan jalan dikerjakan sepanjang STA.19.925-STA.21.410 dengan total volume pekerjaan 4.602,60 m². Pekerjaan penyiapan badan jalan dilakukan pemecah kegiatan menjadi G1 dan G2. Pekerjaan penyiapan badan jalan G1 dikerjakan sepanjang STA.19.928-STA.21.255 dengan volume 3.905,10 m² sedangkan pekerjaan penyiapan badan jalan G2 dikerjakan sepanjang STA.21.255-STA.21.410 dengan volume 697,50 m². Dilakukannya pemecah kegiatan ini agar penyiapan badan jalan (G1) STA.19.928-STA.21.255 selesai dapat dilanjutkan dengan pekerjaan timbunan pilihan F1 STA.19.928-STA.21.255 dan penyiapan badan jalan (G1) STA.19.928-STA.21.255 dapat dikerjakan bersama timbunan biasa (E1) pada bahu jalan. Penyiapan badan jalan (G2) STA.21.255-STA.21.410 dapat dikerjakan bersama lapis pondasi agregat B (I1) dikerjakan sepanjang STA.19.928-STA.20.800.
8. Pekerjaan lapis pondasi agregat A dikerjakan sepanjang STA.19.928-STA.21.399 dengan total volume pekerjaan 792,32 m³. Pekerjaan lapis pondasi agregat A dilakukan pemecah kegiatan menjadi H1 dan H2. Pekerjaan lapis pondasi agregat A (H1) dikerjakan sepanjang STA.19.928-STA.20.800 dengan volume 387,99 sedangkan pekerjaan lapis pondasi

agregat A (H2) dikerjakan sepanjang STA.20.800-STA.21.399 dengan volume 403,33 m³. Dilakukannya pemecah kegiatan karena lapis pondasi agregat A (H1) STA.19.928-STA.20.800 dapat dikerjakan bersama lapis pondasi agregat B (I2) STA.20.800-STA.21.399. Lapis pondasi agregat A (H2) STA.20.800-STA.21.399 dapat dikerjakan bersama timbunan pilihan (F2) pada bahu jalan STA.19.928-STA.20.800.

9. Pekerjaan lapis pondasi agregat B dikerjakan sepanjang STA.19.928-STA.21.399 dengan total volume pekerjaan 1.056,42 m³. Pekerjaan lapis pondasi agregat B dilakukan pemecah kegiatan menjadi I1 dan I2. Pekerjaan lapis pondasi agregat B (I1) dikerjakan sepanjang STA.19.928-STA.20.800 dengan volume 517,32 sedangkan pekerjaan lapis pondasi agregat B (I2) dikerjakan sepanjang STA.20.800-STA.21.399 dengan volume 539,10 m³. Dilakukannya pemecah kegiatan ini agar pekerjaan lapis pondasi agregat B (I1) STA.19.928-STA.20.800 dapat dikerjakan bersama penyiapan badan jalan (G2) STA. STA.21.255-STA.21.410. Pekerjaan lapis pondasi agregat B (I2) STA.20.800-STA.21.399 dapat dikerjakan lapis pondasi agregat A (H1) STA.19.928-STA.20.800.
10. Pekerjaan lapis resap pengikat-aspal cair dikerjakan sepanjang STA.19.928-STA.21.399 dengan total volume pekerjaan 5.282,10 m³. Pada pekerjaan lapis resap pengikat-aspal cair tidak dilakukan pembagian kegiatan karena produksinya besar dapat diselesaikan tidak sampai satu hari dan pekerjaan ini dapat dikerjakan bersama HRS-Base.
11. Pekerjaan lapis perekat-aspal cair dikerjakan sepanjang STA.20.558,80-STA.20.575 dengan total volume pekerjaan 34,02 m³ dan sepanjang STA.21,189,20-STA.21.191,50 dengan total volume pekerjaan 2,30 m³. Pekerjaan lapis perekat-aspal cair tidak dilakukan pemecah kegiatan karena volumenya yang kecil dan produksinya yang besar dapat dikerjakan tidak sampai satu hari
12. Pekerjaan lataston lapis pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi senjang) dikerjakan sepanjang STA.19.928-STA.21.399 dengan total volume pekerjaan 396,83 ton. Pekerjaan ini tidak dilakukan pemecah kegiatan karena pekerjaan ini mengikuti atau dapat dikerjakan bersama lapis resap pengikat-aspal dan lapis perekat-aspal cair.
13. Pekerjaan beton mutu sedang dengan $F_c' = 20$ MPa (K-250) (M), dikerjakan pada STA.21+189,2 dan STA.21.309 dengan total volume 6,08

- m³. Pekerjaan ini tidak dilakukan pemecahan karena hanya dikerjakan pada gorong-gorong
14. Pekerjaan baja tulangan U-24 (O) dikerjakan pada STA.21+189,2 dan STA.21.309 dengan total volume 559,85 kg. Pekerjaan ini tidak dilakukan pemecahan karena hanya dikerjakan pada gorong-gorong
 15. Pekerjaan baja tulangan U-32 ulir (P) dikerjakan pada STA.21+189,2 dan STA.21.309 dengan total volume 656,26 kg. Pekerjaan ini tidak dilakukan pemecahan karena hanya dikerjakan pada gorong-gorong.
 16. Pekerjaan beton mutu rendah dengan $F_c' = 15$ MPa (K-175) dikerjakan sepanjang STA.19.928-STA.20.800 dengan total volume pekerjaan 185,37 m³. Pekerjaan beton mutu rendah dengan $F_c' = 15$ MPa (K-175) dilakukan pemecah kegiatan menjadi N1 dan N2. Pekerjaan beton mutu rendah dengan $F_c' = 15$ MPa (K-175) N1 dikerjakan sepanjang STA.19.928-STA.20.558,80 dengan volume 72,56 m³ sedangkan pekerjaan beton mutu rendah dengan $F_c' = 15$ MPa (K-175) N2 dikerjakan sepanjang STA.20.575-STA.20.800. Dilakukan pemecah kegiatan menjadi N1 STA.19.928-STA.20.558,80 dan N2 STA.20.575-STA.20.800 karena pekerjaan ini akan dikerjakan bersama pekerjaan timbunan pilihan pada bahu jalan F3 STA.20.800-STA.21.410
 17. Pekerjaan pasangan batu dikerjakan sepanjang STA.19.925-STA.21.410 dengan total volume pekerjaan 498,20 m³. Pasangan batu dilakukan pemecahan kegiatan menjadi Q1 dan Q2. Pekerjaan pasangan batu Q1 dikerjakan sepanjang STA.19.925-STA.21.165 dengan volume 304,02 m³ sedangkan pekerjaan pasangan batu Q2 dikerjakan sepanjang STA.21.165-STA.21.410 dengan volume 304,02 m³. Pekerjaan ini dilakukan pemecahan karena pekerjaan pasangan batu Q1 STA.19.925-STA.21.165 akan dilanjutkan dengan pekerjaan baja tulangan U-32 ulir (P), pekerjaan baja tulangan U-24 (O), dan pekerjaan beton mutu rendah dengan $F_c' = 15$ MPa (K-175)

Dengan demikian keseluruhan pemecahan kegiatan dengan STAny masing-masing dapat dilihat pada tabel 4.10 berikut :

Tabel 4.10 Hasil Pemecah Kegiatan

No	Uraian Kegiatan	Satuan	Simbol Kegiatan	Volume Awal	STA	Volume Pecah
a	b	c	e	d	f	g
DIV.I	Umum					
1	Mobilisasi dan demobilisasi 1	Ls	A1	1,00		1,00
2	Mobilisasi dan demobilisasi 2		A2			
DIV.II	Drainase					
3	Galian untuk selokan, drainase dan selokan air 1	M3	B1	887,92	STA.19.925-STA.20-900	395,45
4	Galian untuk selokan, drainase dan selokan air 2		B2		STA.20.900-STA.21.350	492,47
5	Pasangan batu dengan mortar	M3	C	328,22	STA.19.925-STA.21.350	328,22
DIV.III	Pekerjaan tanah					
6	Galian batu	M3	D	68,75	STA.19.925-STA.20-125	68,75
7	Timbunan biasa 1	M3	E1	511,98	STA.20.800-STA.21.140	239,57
8	Timbunan biasa 2		E2		STA.21.140-STA.21.410	272,41
9	Timbunan pilihan 1	M3	F1	957,19	STA.20.150-STA.20.225 & STA.21.165- STA.21.255	261,56
10	Timbunan pilihan 2		F2		STA.19.928-STA.20.800	495,62
11	Timbunan pilihan 3		F3		STA.20.800-STA.21.410	200,01
12	Penyiapan badan jalan 1	M2	G1	4602,60	STA.19.928- STA.21.255	3.905,10
13	Penyiapan badan jalan 2		G2		STA.21.255 -STA.21.410	697,50
DIV.V	Pekerjaan Perkerasan Berbutir					
14	Lapis pondasi agregat kelas A 1	M3	H1	792,32	STA.19.928-STA.20-800	387,99
15	Lapis pondasi agregat kelas A 2		H2		STA.20-800 STA.21.399	404,33
16	Lapis pondasi agregat kelas B 1	M3	I1	1056,42	STA.19.928-STA.20-800	517,32
17	Lapis pondasi agregat kelas B 2		I2		STA.20-800 STA.21.399	539,10
DIV.VI	Pekerjaan Perkerasan Aspal					
18	Lapis resap pengikat-aspal cair	Liter	J	5282,10	STA.19.928-STA.21.399	5.282,10
19	Lapis perekat-aspal cair	Liter	K	40,46	STA.20.558,80-STA.20-575 & STA.21.189,20-STA.21.191,50	40,46
20	Lataston-lapis pondasi (HRS-Base)	Ton	L	393,20	STA.19.928-STA.21.399	393,20
DIV.VII	Pekerjaan Struktur					
21	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 20$ Mpa (K-250)	M3	M	6,08	STA.21+189,2 dan STA.21.309	6,08
22	Beton mutu rendah dengan $f_c' = 15$ Mpa (K-175)	M3	N1	185,37	STA.19.928-STA.20.558,80	72,56
23	Beton mutu rendah dengan $f_c' = 15$ Mpa (K-175)	M3	N2		STA.20.575-STA.20.800	112,81
24	Baja tulangan U 24 polos	Kg	O	559,85	STA.21+189,2 dan STA.21.309	559,85
25	Baja tulangan D 32 ulir	Kg	P	656,26	STA.21+189,2 dan STA.21.309	656,26
26	Pasangan batu 1	M3	Q1	498,20	STA.19.925 dan STA.21.189,20	375,03
27	Pasangan batu 2		Q2		STA.21.189,20-STA.21.410	123,17

Sumber : Lampiran II

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 kita harus menentukan logika ketergantungan antara kegiatan yang satu dengan kegiatan yang lainnya, kegiatan apa saja yang mengikutinya kegiatan apa saja yang bersamaan dibatasi saat mulai dan saat

akhir tetap mengacu pada *time schedule*, sehingga dapat dilihat keterkaitan, ketergantungan dan urutan kegiatan dari awal hingga akhir proyek. Hubungan antar kegiatan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.11 Hubungan Antar Kegiatan Setelah Pemecah Kegiatan

No	Uraian Kegiatan	Simbol Kegiatan	Kegiatan Sebelumnya
a	b	e	d
DIV.I	Umum		
1	Mobilisasi dan demobilisasi 1	A1	-
2	Mobilisasi dan demobilisasi 2	A2	F3,N1,N2
DIV.II	Drainase		
3	Galian untuk selokan, drainase dan selokan air 1	B1	D
4	Galian untuk selokan, drainase dan selokan air 2	B2	D
5	Pasangan batu dengan mortar	C	B1
DIV.III	Pekerjaan tanah		
6	Galian batu	D	A1
7	Timbunan biasa 1	E1	B1
8	Timbunan biasa 2	E2	E1,G1
9	Timbunan pilihan 1	F1	E1,G1
10	Timbunan pilihan 2	F2	H1
11	Timbunan pilihan 3	F3	J
12	Penyiapan badan jalan 1	G1	B2,M
13	Penyiapan badan jalan 2	G2	E2
DIV.V	Pekerjaan Perkerasan Berbutir		
14	Lapis pondasi agregat kelas A 1	H1	G2,I1,Q2
15	Lapis pondasi agregat kelas A 2	H2	H1
16	Lapis pondasi agregat kelas B 1	I1	F1,Q2
17	Lapis pondasi agregat kelas B 2	I2	G2,I1
DIV.VI	Pekerjaan Perkerasan Aspal		
18	Lapis resap pengikat-aspal cair	J	H2,F2,C
19	Lapis perekat-aspal cair	K	H2,F2,C
20	Lataston-lapis pondasi (<i>HRS-Base</i>)	L	H2,F2,C
DIV.VII	Pekerjaan Struktur		
21	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 20$ Mpa (K-250)	M	O
22	Beton mutu rendah dengan $f_c' = 15$ Mpa (K-175) 1	N1	K
23	Beton mutu rendah dengan $f_c' = 15$ Mpa (K-175) 2	N2	L
24	Baja tulangan U 24 polos	O	P
25	Baja tulangan D 32 ulir	P	Q1
26	Pasangan batu 1	Q1	A
27	Pasangan batu 2	Q2	Q1

Sumber : Hasil Analisa

4.6.3 Perhitungan Waktu Penyelesaian Akibat Pemecah Kegiatan

Pembagian atau pemecahan kegiatan mengakibatkan volume item pekerjaan mengalami perubahan, sehingga waktu penyelesaian kegiatan juga mengalami perubahan. Waktu penyelesaian untuk tiap-tiap kegiatan merupakan besarnya waktu yang diharapkan untuk menyelesaikan kegiatan-kegiatan tersebut. Waktu pelaksanaan ini dapat dihitung dengan cara volume kegiatan yang telah dipecah berdasarkan pada tabel 4.10. kolom g dibagi dengan produksi minimum normal pada tabel 4.5 kolom h.

Rangkuman hasil perhitungan waktu penyelesaian akibat pemecahan kegiatan dapat dilihat pada tabel 4.12

Tabel 4.12 Waktu Penyelesaian Akibat Pemecahan Kegiatan

No	Uraian Kegiatan	Satuan	Simbol Kegiatan	Volume	Produksi Minimum	Waktu Penyelesaian (Hari)	
					Hari	Hasil	Bulatan
a	b	c	d	e	f	g = e/f	h
DIV I	Umum						
1	Mobilisasi dan demobilisasi 1	Ls	A1	1,00		18,00	18,00
2	Mobilisasi dan demobilisasi 2	Ls	A2	1,00		6,00	6,00
DIV.II	Drainase						
3	Galian untuk selokan, drainase dan selokan air 1	MP	B1	395,45	197,60	2,00	3,00
4	Galian untuk selokan, drainase dan selokan air 2	MP	B2	492,47	197,60	2,49	3,00
5	Pasangan batu dengan mortar 1	MP	C	328,22	6,02	54,48	55,00
DIV.III	Pekerjaan tanah						
6	Galian batu	MP	D	68,75	49,00	1,40	2,00
7	Timbunan biasa 1	MP	E1	239,57	185,98	1,29	2,00
8	Timbunan biasa 2	MP	E2	272,41	185,98	1,46	2,00
9	Timbunan pilihan 1	MP	F1	261,56	185,98	1,41	2,00
10	Timbunan pilihan 2	MP	F2	495,62	185,98	2,66	3,00
11	Timbunan pilihan 3	MP	F3	200,01	185,98	1,08	2,00
12	Penyiapan badan jalan 1	M ²	G1	3905,10	3905,10	1,00	1,00
13	Penyiapan badan jalan 2	M ²	G2	697,50	3905,10	0,18	1,00
DIV.V	Pekerjaan Perkerasan Berbutir						
14	Lapis pondasi agregat kelas A 1	MP	H1	387,99	82,66	4,69	5,00
15	Lapis pondasi agregat kelas A 2	MP	H2	404,33	82,66	4,89	5,00
16	Lapis pondasi agregat kelas B 1	MP	I1	517,32	82,66	6,26	7,00
17	Lapis pondasi agregat kelas B 2	MP	I2	539,10	82,66	6,52	7,00
DIV.VI	Pekerjaan Perkerasan Aspal						
18	Lapis resap pengikat-aspal cair	Liter	J	5282,10	14000,00	0,38	1,00
19	Lapis perekat-aspal cair	Liter	K	40,46	14000,00	0,00	1,00
20	Lataston-lapis pondasi (HRS-Base)	Ton	L	393,20	145,51	2,70	3,00
DIV.VII	Pekerjaan Struktur						
21	Beton mutu sedang dengan fc' = 20 Mpa (K-250)	M ³	M	6,08	1,50	4,06	5,00
22	Beton mutu rendah dengan fc' = 15 Mpa (K-175) 1	M ³	N1	72,56	1,50	48,46	49,00
23	Beton mutu rendah dengan fc' = 15 Mpa (K-175) 2	M ³	N2	112,81	1,50	75,34	76,00
24	Baja tulangan U 24 polos	kg	O	559,85	250,00	2,24	3,00
25	Baja tulangan D 32 ulir	Kg	P	656,26	250,00	2,63	3,00
26	Pasangan batu 1	MP	Q1	375,03	6,02	62,25	63,00
27	Pasangan batu 2	MP	Q2	123,17	6,02	20,44	21,00

Sumber : Lampiran V.5

Khusus untuk kegiatan mobilisasi, waktu penyelesaian kegiatan mengikuti waktu yang ada pada *time schedule*.

4.6.4 Membuat Diagram Kerja dan Menentukan Jalur Kritis

Diagram jaringan kerja merupakan gambaran dari pelaksanaan suatu proyek berdasarkan kegiatan-kegiatan yang saling berhubungan antara kegiatan yang satu dengan yang lainnya. Dalam diagram jaringan kerja semua jangka waktu dinyatakan dalam hari kerja untuk tujuan pelaksanaan sehingga perlu diketahui hari kerja efektif.

Jangka waktu untuk menyelesaikan seluruh kegiatan Proyek Peningkatan Jalan Mudajebak (Bts. Kab) –Lato –Wairunu yang dilaksanakan di Kabupaten Flores Timur Provinsi Nusa Tenggara Timur adalah 150 hari kalender yakni dari tanggal 1 Februari 2019 sampai dengan 30 Juni 2019.

Berdasarkan waktu penyelesaian proyek tersebut dapat diperhitungkan jumlah hari kerja efektif. Hari kerja efektif diperoleh dengan mengurangi waktu pelaksanaan dengan hari minggu dan hari libur. Perhitungan jumlah kerja efektif dapat dilihat pada tabel 4.13.

Tabel 4.13 Perhitungan Jumlah Hari Minggu, Hari Libur

No.	Bulan	Hari Minggu	Hari Libur	Jumlah
1	Februari	4	1	5
2	Maret	4	1	5
3	April	5	1	6
4	Mei	4	2	6
5	Juni	4	2	6
Total				28

Sumber : Hasil Analisa

Berdasarkan perhitungan tabel 4.13, maka hari kerja efektif adalah $150 - 28 = 122$ hari. Dalam perhitungan selanjutnya hari kerja efektif ini merupakan waktu pelaksanaan yang ditargetkan untuk menyelesaikan seluruh kegiatan proyek.

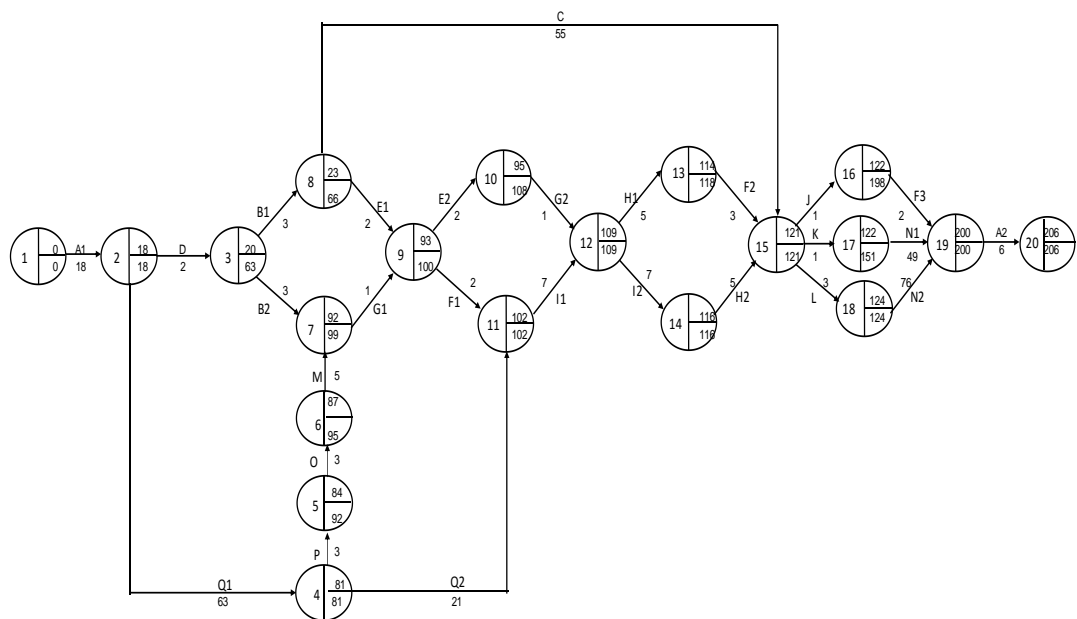
Penggambaran diagram jaringan kerja dapat dilihat pada gambar 4.1. sedangkan perhitungan saat paling awal dan saat paling lambat kegiatan dapat dilihat pada tabel 4.14. dan perhitungan *total float*, *free float* dan *independent float* dapat dilihat pada tabel 4.15.

Tabel 4.14 Perhitungan Saat Paling Awal (SPA) dan Saat Paling Lambat (SPL) Kegiatan

No	SPA	Rumus	Perhitungan	SPL	Rumus	Perhitungan
a	b	c	d	e	f	g
1.	SPA ₁	SPA ₁ = SPA ₁	0	SPL ₂₀	SPL ₂₀ = SPA ₂₀	206
2.	SPA ₂	SPA ₁ + LA1	0 + 18 = 18	SPL ₁₉	SPL ₂₀ - LA2	206 - 6 = 200
3.	SPA ₃	SPA ₂ + LD	18 + 2 = 20	SPL ₁₈	SPL ₁₉ - LN2	200 - 76 = 124
4.	SPA ₄	SPA ₂ + LQ1	18 + 63 = 81	SPL ₁₇	SPL ₁₉ - LN1	200 - 49 = 151
5.	SPA ₅	SPA ₄ + LP	81 + 3 = 84	SPL ₁₆	SPL ₁₉ - F3	200 - 2 = 198
6.	SPA ₆	SPA ₅ + LO	84 + 3 = 87	SPL ₁₅	SPL ₁₈ - LL	124 - 3 = 121
7.	SPA ₇	SPA ₆ + LM	87 + 5 = 92	SPL ₁₄	SPL ₁₅ - LH2	121 - 5 = 116
8.	SPA ₈	SPA ₃ + LB1	20 + 3 = 23	SPL ₁₃	SPL ₁₅ - LF2	121 - 3 = 118
9.	SPA ₉	SPA ₇ + LG1	92 + 1 = 93	SPL ₁₂	SPL ₁₄ - LI2	116 - 7 = 109
10.	SPA ₁₀	SPA ₉ + LE2	93 + 2 = 95	SPL ₁₁	SPL ₁₂ - LI1	109 - 7 = 102
11.	SPA ₁₁	SPA ₄ + LQ2	81 + 21 = 102	SPL ₁₀	SPL ₁₂ - LG2	109 - 1 = 108
12.	SPA ₁₂	SPA ₁₁ + LI1	102 + 7 = 109	SPL ₉	SPL ₁₁ - LF1	102 - 2 = 100
13.	SPA ₁₃	SPA ₁₂ + LH1	109 + 5 = 114	SPL ₈	SPL ₁₅ - LC	121 - 55 = 66
14.	SPA ₁₄	SPA ₁₂ + LI2	109 + 7 = 116	SPL ₇	SPL ₉ - LG1	100 - 1 = 99
15.	SPA ₁₅	SPA ₁₄ + LH2	116 + 5 = 121	SPL ₆	SPA ₇ - LM	99 - 5 = 94
16.	SPA ₁₆	SPA ₁₅ + LJ	121 + 1 = 122	SPL ₅	SPA ₆ - LO	94 - 3 = 91
17.	SPA ₁₇	SPA ₁₅ + LK	121 + 1 = 122	SPL ₄	SPL ₁₁ - LQ2	102 - 21 = 81
18.	SPA ₁₈	SPA ₁₅ + LL	121 + 3 = 124	SPL ₃	SPL ₈ - LB1	66 - 3 = 63
19.	SPA ₁₉	SPA ₁₈ + LN2	124 + 76 = 200	SPL ₂	SPL ₄ - LQ1	81 - 63 = 18
20.	SPA ₂₀	SPA ₁₉ + LA2	200 + 6 = 206	SPL ₁	SPL ₂ - LA1	18 - 18 = 0

Sumber : Hasil Analisa

Gambar Network Diagram untuk waktu penyelesaian normal dapat dilihat pada gambar 4.1



Gambar 4.1 Network Diagram Untuk Waktu Pelaksanaan Normal

Tabel 4.15. Perhitungan Total Float, Free Float dan Independent Float

No	Uraian Kegiatan	Simbol Kegiatan	SPLj	SPAj	L	SPLi	SPAi	TF	FF	FF
a	b	d	c	d	e	f	g	$h = c - e - g$	$i = d - e - g$	$j = d - e - f$
DIV.I	Umum									
1	Mobilisasi	A1	18	18	18	0	0	0	0	0
2	Demobilisasi	A2	206	206	6	200	200	0	0	0
DIV.II	Drainase									
3	Galian untuk selokan, drainase dan selokan air 1	B1	66	23	3	63	20	43	0	-43
4	Galian untuk selokan, drainase dan selokan air 2	B2	99	92	3	63	20	76	69	26
5	Pasangan batu dengan mortar	C	121	121	55	66	23	43	43	0
DIV.III	Pekerjaan tanah									
6	Galian batu	D	63	20	2	18	18	43	0	0
7	Timbunan biasa 1	E1	100	93	2	66	23	75	68	25
8	Timbunan biasa 2	E2	108	95	2	100	93	13	0	-7
9	Timbunan pilihan 1	F1	102	102	2	100	93	7	7	0
10	Timbunan pilihan 2	F2	121	121	3	118	114	4	4	0
11	Timbunan pilihan 3	F3	200	200	2	198	122	76	76	0
12	Penyiapan badan jalan 1	G1	100	93	1	99	92	7	0	-7
13	Penyiapan badan jalan 2	G2	109	109	1	108	95	13	13	0
DIV.V	Pekerjaan Perkerasan Berbutir									
14	Lapis pondasi agregat kelas A 1	H1	118	114	5	109	109	4	0	0
15	Lapis pondasi agregat kelas A 2	H2	121	121	5	116	116	0	0	0
16	Lapis pondasi agregat kelas B 1	I1	109	109	7	102	102	0	0	0
17	Lapis pondasi agregat kelas B 2	I2	116	116	7	109	109	0	0	0
DIV.VI	Pekerjaan Perkerasan Aspal									
18	Lapis resap pengikat-aspal cair	J	198	122	1	121	121	76	0	0
19	Lapis perekat-aspal cair	K	151	122	1	121	121	29	0	0
20	Lataston-lapis pondasi (HRS-Base)	L	124	124	3	121	121	0	0	0
DIV.VII	Pekerjaan Struktur									
21	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 20$ Mpa (K-250)	M	99	92	5	95	87	7	0	-8
22	Beton mutu rendah dengan $f_c' = 15$ Mpa (K-175) 1	N1	200	200	49	151	122	29	29	0
23	Beton mutu rendah dengan $f_c' = 15$ Mpa (K-175) 2	N2	200	200	76	124	124	0	0	0
24	Baja tulangan U 24 polos	O	95	87	3	92	84	8	0	-8
25	Baja tulangan D 32 ulir	P	92	84	3	81	81	8	0	0
26	Pasangan batu 1	Q1	81	81	63	18	18	0	0	0
27	Pasangan batu 2	Q2	102	102	21	81	81	0	0	0

Sumber : Hasil Analisa

Berdasarkan gambar 4.1 waktu pelaksanaan proyek yang dihasilkan yaitu 206 hari. Berdasarkan hasil yang diperoleh bahwa waktu pelaksanaan proyek yang dihasilkan oleh diagram jaringan kerja lebih besar dari waktu pelaksanaan proyek yang ditargetkan yaitu 122 hari. Hal ini mengakibatkan keterlambatan terhadap pelaksanaan proyek. Oleh karena itu solusi yang digunakan untuk mengurangi waktu pelaksanaan proyek, yaitu dengan cara menambah kelompok tenaga kerja dan peralatan pada item – item pekerjaan yang berada dalam jalur kritis. Penambahan kelompok kerja pada jalur kritis dikarenakan jalur kritis adalah jalur yang paling lama waktu pelaksanaannya. Untuk pembuktian item-item pekerjaan tersebut termasuk dalam jalur kritis dapat dilihat pada tabel 4.15 dimana

suatu item pekerjaan disebut kritis apabila *Total Float*, *Free Float* dan *Independent Float* sama dengan nol.

Peristiwa kritis adalah peristiwa yang tidak mempunyai tenggang waktu kegiatan, atau peristiwa yang mempunyai SPA sama dengan SPL. Pekerjaan kritis adalah kegiatan atau pekerjaan yang paling sensitif terhadap keterlambatan. Suatu kegiatan disebut kritis bila terletak diantara dua peristiwa kritis. Jalur atau lintasan kritis adalah jalur atau lintasan yang terdiri dari kegiatan-kegiatan kritis. Ketentuan sebuah jalur kritis yaitu umur jalur kritis sama dengan umur proyek dan jalur kritis adalah jalur yang paling lama masa pelaksanaan dari semua jalur. Berdasarkan gambar 4.1 maka peristiwa kritis, kegiatan kritis dan lintasan kritis dapat diketahui. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.16 dan tabel 4.17 pembuktian jalur kritis

Tabel 4.16 Peristiwa Kritis, Kegiatan Kritis, dan Lintasan Kritis

Peristiwa kritis	Kegiatan kritis	Lintasan Kritis
a	b	c
1, 2, 4, 11, 12, 14, 15, 18, 19, 20	A1, Q1, Q2, I1, I2, H2, L, N2, A2	1 – A1 – 2 – Q1 – 4 – Q2 – 11 – I1 – 12 – I2 – 14 – H2 – 15 – L – 18 – N2 – 19 – A2 – 20

Sumber : Hasil Analisa

Tabel 4.17 Pembuktian Lintasan kritis

No	Uraian Kegiatan	Simbol Kegiatan	Waktu Penyelesaian (Hari)
a	b	c	d
1	Mobilisasi	A1	18
2	Pasangan batu 1	Q1	63
3	Pasangan batu 2	Q2	21
4	Lapis pondasi agregat kelas B 1	I1	7
5	Lapis pondasi agregat kelas B 2	I2	7
6	Lapis pondasi agregat kelas A 2	H2	5
7	Lataston-lapis pondasi (<i>HRS-Base</i>)	L	3
8	Beton mutu rendah dengan $f_c' = 15$ Mpa (K-175) 2	N2	76
9	Demobilisasi	A2	6
	Total		206

Sumber : Hasil Analisa

4.7 Evaluasi Jalur Kritis

Dari hasil analisa perhitungan waktu penyelesaian menggunakan metode jalur kritis maka dibuat kontrol terhadap hari kerja efektif yang ada didalam kontrak proyek, dimana waktu penyelesaian (umur proyek) harus lebih kecil atau sama dengan hari kerja efektif. Saat paling akhir peristiwa akhir merupakan waktu pelaksanaan proyek yang dihasilkan yakni 206 hari. Berdasarkan hasil yang diperoleh bahwa diagram jaringan kerja yang dibuat tidak memenuhi syarat, sebab waktu pelaksanaan yang dihasilkan lebih besar dari waktu pelaksanaan proyek yang ditargetkan yaitu 122 hari

Solusi untuk mengurangi waktu pelaksanaan proyek yang mengalami keterlambatan yaitu dengan meningkatkan produksi dengan cara menambah kelompok kerja pada tenaga kerja maupun peralatan.

4.7.1 Penambahan Kelompok Kerja Tahap 1

Penambahan kelompok kerja hanya terjadi pada item pekerjaan yang termasuk pada lintasan kritis yaitu mobilisasi dan demobilisasi, lapis pondasi agregat kelas B, lapis pondasi agregat kelas A, lataston-lapis pondasi (HRS-Base), beton mutu rendah dengan $f_c' = 15$ Mpa (K-175) dan pasangan batu. Pada item pekerjaan lataston-lapis pondasi (HRS-Base) tidak dilakukan penambahan kelompok kerja karena penambahan peralatan AMP lebih dari satu unit sangatlah sulit sedangkan mobilisasi dan demobilisasi tidak ada produksi alat maupun tenaga kerja.

4.7.1.1 Menghitung Perubahan Produksi dan Waktu Penyelesaian Akibat Penambahan Kelompok Tenaga Kerja dan Penambahan Alat Tahap 1

Penambahan kelompok kerja mengakibatkan perubahan produktivitas sumberdaya baik itu produksi tenaga kerja maupun alat, namun tidak semua produksi tenaga kerja atau alat juga mengalami perubahan dikarenakan penambahan kelompok kerja tidak pada semua item pekerjaan. Rangkuman perubahan produksi tenaga kerja, alat, produksi minimum akibat penambahan kelompok kerja dapat dilihat pada tabel 4.18, tabel 4.19 dan tabel 4.20. Sedangkan rangkuman perubahan waktu penyelesaian akibat penambahan kelompok kerja dan tidak mengalami penambahan kelompok kerja dapat dilihat pada tabel 4.21.

Tabel 4.18 Produksi Tenaga Kerja Akibat Penambahan Kelompok Kerja Tahap 1

No	Item Pekerjaan	Koefisien	Jumlah		Kelompok Tenaga Kerja	Produksi Tenaga Kerja (m ³ /Jam)	Jam Kerja Efektif (jam)	Produksi Tenaga Kerja (m ³ /Hari)
		Tenaga Kerja	Tenaga Kerja (orang)					
		(Jam)	Hasil	Pembulatan				
a	b	c	d	e	f	g = (1 / c) e * f	h	i = g x h
DIV.II Drainase								
1.	Galian untuk selokan, drainase dan selokan air							
	a. Pekerja	0,1417	4,00	4,00	1,00	28,23	7,00	197,60
	b. Mandor	0,0354	1,00	1,00	1,00	28,23	7,00	197,60
2.	Pasangan Batu dengan Mortar							
	a. Pekerja	25,5623	22,00	22,00	1,00	0,86	7,00	6,02
	b. Tukang	12,7812	11,00	11,00	1,00	0,86	7,00	6,02
	c. Mandor	1,1619	1,00	1,00	1,00	0,86	7,00	6,02
DIV.III Pekerjaan tanah								
3.	Galian batu							
	a. Pekerja	0,7143	5,00	5,00	1,00	7,00	7,00	49,00
	b. Mandor	0,1429	1,00	1,00	1,00	7,00	7,00	49,00
4	Timbunan Biasa							
	a. Pekerja	0,2258	6,00	6,00	1,00	26,57	7,00	185,98
	b. Mandor	0,0376	1,00	1,00	1,00	26,57	7,00	185,98
5	Timbunan Pilihan							
	a. Pekerja	0,2258	6,00	6,00	1,00	26,57	7,00	185,98
	b. Mandor	0,0376	1,00	1,00	1,00	26,57	7,00	185,98
6	Penyiapan badan jalan							
	a. Pekerja	0,0061	4,00	4,00	1,00	656,17	7,00	4593,18
	b. Mandor	0,0015	1,00	1,00	1,00	656,17	7,00	4593,18
DIV.V Pekerjaan Berbutir								
7	Lapis Pondasi Agregat Klas A							
	a. Pekerja	0,4234	5,00	5,00	2,00	23,62	7,00	165,31
	b. Mandor	0,0847	1,00	1,00	2,00	23,61	7,00	165,29
8	Lapis Pondasi Agregat Klas B							
	a. Pekerja	0,4234	5,00	5,00	2,00	23,62	7,00	165,31
	b. Mandor	0,0847	1,00	1,00	2,00	23,61	7,00	165,29
DIV.VI Perkerasan Aspal								
9	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair							
	a. Pekerja	0,0027	5,42	6,00	1,00	2213,89	7,00	15497,20
	b. Mandor	0,0005	1,00	1,00	1,00	2000,00	7,00	14000,00
10	Lapis perekat-aspal cair							
	a. Pekerja	0,0027	5,42	6,00	1,00	2213,89	7,00	15497,20
	b. Mandor	0,0005	1,00	1,00	1,00	2000,00	7,00	14000,00
11	Lataston - Lapis Pondasi (HRS - Base)							
	a. Pekerja	0,1707	7,00	7,00	1,00	41,00	7,00	287,00
	b. Mandor	0,0244	1,00	1,00	1,00	41,00	7,00	287,00
DIV.VII Struktur								
12	Beton Mutu Sedang dengan Fc' = 20 Mpa (K-250)							
	a. Pekerja	4,6748	6,00	6,00	1,00	1,28	7,00	8,98
	b. Tukang	1,5583	2,00	2,00	1,00	1,28	7,00	8,98
	c. Mandor	0,7791	1,00	1,00	1,00	1,28	7,00	8,98
13	Beton mutu rendah dengan fc' = 15 Mpa (K-175)							
	a. Pekerja	4,6748	6,00	6,00	2,00	2,57	7,00	17,97
	b. Tukang	1,5583	2,00	2,00	2,00	2,57	7,00	17,97
	c. Mandor	0,7791	1,00	1,00	2,00	2,57	7,00	17,97
14	Baja Tulangan U 24 Polos							
	a. Pekerja	0,1680	6,00	6,00	1,00	35,71	7,00	250,00
	b. Tukang	0,0280	1,00	1,00	1,00	35,71	7,00	250,00
15	Baja Tulangan BJ 32 Ulir							
	a. Pekerja	0,1680	6,00	6,00	1,00	35,71	7,00	250,00
	b. Tukang	0,0280	1,00	1,00	1,00	35,71	7,00	250,00
16	Pasangan Batu							
	a. Pekerja	25,5623	22,00	22,00	2,00	1,72	7,00	12,05
	b. Tukang	12,7812	11,00	11,00	2,00	1,72	7,00	12,05
	c. Mandor	1,1619	1,00	1,00	2,00	1,72	7,00	12,05

Sumber : Lampiran VI.1

Tabel 4.19 Produksi Alat Akibat Penambahan Kelompok Kerja Tahap 1

No	Item Pekerjaan	Koefisien Alat	Kelompok Kerja	Produksi Alat m ³ /Jam	Jam Kerja Efektif	Produksi Alat m ³ /Hari
a	b	c	d	e = (1 / c)	f	g = e x f
DIV.II	Drainase					
1	Galian untuk selokan, drainase dan selokan air					
	a. Excavator	0,0354	1,00	28,23	7,00	197,60
	b. Dump Truck	0,0628	1,00	15,92	7,00	111,43
2	Pasangan Batu dengan Mortar					
	a. Concrete Mixer	0,4743	1,00	2,11	7,00	14,76
	b. Water Tanker	0,0182	1,00	54,83	7,00	383,84
DIV.III	Pekerjaan tanah					
3	Galian batu					
	a. Excavator + breaker	0,1429	1,00	7,00	7,00	49,00
	b. Wheel loader	0,0635	1,00	15,74	7,00	110,21
	c. Dump Truck	0,1039	1,00	9,62	7,00	67,36
4	Timbunan Biasa					
	a. Motor Grader	0,0054	1,00	185,19	7,00	1296,30
	b. Vibratory Roller	0,0102	1,00	98,40	7,00	688,80
	c. Water tank truck	0,0213	1,00	46,86	7,00	328,00
5	Timbunan Pilihan					
	a. Motor Grader	0,0052	1,00	193,29	7,00	1353,00
	b. Vibro Roller	0,0136	1,00	73,80	7,00	516,60
	c. Water Tank Truck	0,0213	1,00	46,86	7,00	328,00
6	Penyiapan badan jalan					
	a. Motor grader	0,0003	1,00	3280,04	7,00	22960,28
	b. Vibro roller	0,0015	1,00	656,00	7,00	4592,00
DIV.V	Pekerjaan Berbutir					
7	Lapis Pondasi Agregat Klas A					
	a. Wheel Loader	0,0847	2,00	23,62	7,00	165,31
	b. Dump Truck	0,3556	2,00	5,62	7,00	39,37
	c. Motor Grader	0,0070	2,00	284,84	7,00	1993,89
	d. Vibratory Roller	0,0136	2,00	147,60	7,00	1033,20
	e. Water Tanker	0,0213	2,00	93,71	7,00	656,00
8	Lapis Pondasi Agregat Klas B					
	a. Wheel Loader	0,0635	2,00	31,49	7,00	220,42
	b. Dump Truck	0,3247	2,00	6,16	7,00	43,12
	c. Motor Grader	0,0053	2,00	379,79	7,00	2658,53
	d. Vibratory Roller	0,0136	2,00	147,60	7,00	1033,20
	e. Water Tanker	0,0213	2,00	93,71	7,00	656,00
DIV.VI	Perkerasan Aspal					
9	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair					
	a. Asphalt Distributor	0,0003	1,00	3333,33	7,00	23333,33
	b. Compressor	0,0003	1,00	3333,33	7,00	23333,33
10	Lapis perekat-aspal cair					
	a. Asphalt Distributor	0,0003	1,00	3689,83	7,00	25828,82
	b. Compressor	0,0003	1,00	3689,84	7,00	25828,90
11	Lataston - Lapis Pondasi (HRS -Base)					
	a. Wheel Loader	0,0481	1,00	20,79	7,00	145,51
	b. AMP	0,0244	1,00	41,00	7,00	287,00
	c. Genset	0,0244	1,00	41,00	7,00	287,00
	d. Dump Truck	0,2526	1,00	3,96	7,00	27,71
	e. Aspal Finisher	0,0243	1,00	41,11	7,00	287,79
	e. Tandem Roller	0,0072	1,00	138,02	7,00	966,13
	f. P. Tyre Roller	0,0066	1,00	150,93	7,00	1056,50
DIV.7	Struktur					
12	Beton Mutu Sedang dengan Fc' = 20 Mpa (K-250)					
	a. Concrete Mixer	4,6748	1,00	0,21	7,00	1,50
	b. Concrete Vibrator	1,5583	1,00	0,64	7,00	4,49
	c. Water Tanker	0,7791	1,00	1,28	7,00	8,98
13	Beton Mutu Rendah dengan Fc' = 15 Mpa (K-175)					
	a. Concrete Mixer	4,6748	2,00	0,43	7,00	2,99
	b. Concrete Vibrator	1,5583	2,00	1,28	7,00	8,98
	c. Water Tanker	0,7791	2,00	2,57	7,00	17,97
14	Baja Tulangan U 24 Polos					
15	Baja Tulangan BJ 32 Uliir					
16	Pasangan Batu					
	a. Concrete Mixer	0,4743	2,00	4,22	7,00	29,52
	b. Water Tanker	0,0160	2,00	125,33	7,00	877,34

Sumber : Lampiran VI.2

Tabel 4.20 Produksi Minimum Akibat Penambahan Kelompok Kerja Tahap 1

No.	Item Pekerjaan	Satuan	Produksi Minimum		Produksi Minimum (jam)	Produksi Minimum		Produksi Minimum (hari)
			Tenaga Kerja (jam)	Peralatan (jam)		Tenaga Kerja (hari)	Peralatan (hari)	
a	b	c	d	e	f	g	h	i
DIV.III Drainase								
1	Galian untuk selokan, drainase dan selokan air	M3	28,23	28,23	28,23	197,60	197,60	197,60
2	Pasangan Batu dengan Mortar	M3	0,86	2,11	0,86	6,02	14,76	6,02
DIV.III Pekerjaan tanah								
3	Galian batu	M3	7,00	7,00	7,00	49,00	49,00	49,00
4	Timbunan Biasa	M3	26,57	46,86	26,57	185,98	328,00	185,98
5	Timbunan Pilihan	M3	26,57	46,86	26,57	185,98	328,00	185,98
6	Penyiapan Badan Jalan	M3	656,17	656,00	656,00	4593,18	4592,00	4592,00
DIV.V Pekerjaan Berbutir								
7	Lapis Pondasi Agregat Klas A	M3	23,62	23,62	23,62	165,29	165,31	165,29
8	Lapis Pondasi Agregat Klas B	M3	23,62	31,49	23,62	165,29	220,42	165,29
DIV.VI Perkerasan Aspal								
9	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	Liter	2000,00	3333,33	2000,00	14000,00	23333,33	14000,00
10	Lapis perekat-aspal cair	Liter	2000,00	3689,83	2000,00	14000,00	25828,82	14000,00
11	Lataston - Lapis Pondasi (HRS - Base)	Ton	41,00	20,79	20,79	287,00	145,51	145,51
DIV.VII Struktur								
12	Beton Mutu Sedang dengan Fc' = 20 Mpa (K-250)	M3	1,28	0,21	0,21	8,98	1,50	1,50
13	Beton Mutu Rendah dengan Fc' = 15 Mpa (K-175)	M3	2,57	0,43	0,43	17,97	2,99	2,99
14	Baja Tulangan U 24 Polos	kg	35,71	-	35,71	250,00	-	250,00
15	Baja Tulangan BJ 32 Ulir	kg	35,71	-	35,71	250,00	-	250,00
16	Pasangan Batu	M3	1,72	4,22	1,72	12,05	29,52	12,05

Sumber : Lampiran VI.3

Tabel 4.21 Waktu Penyelesaian Akibat Penambahan Kelompok Kerja Tahap 1

No	Uraian Kegiatan	Satuan	Simbol Kegiatan	Volume	Produksi Minimum (Hari)	Waktu Penyelesaian (Hari)	
						Hasil	Bulatan
a	b	c	d	e	f	g = e/f	h
DIV I Umum							
1	Mobilisasi dan demobilisasi 1	Ls	A1	1,00		18,00	18,00
2	Mobilisasi dan demobilisasi 2	Ls	A2	1,00		6,00	6,00
DIV.II Drainase							
3	Galian untuk selokan, drainase dan selokan air 1	MP	B1	395,45	197,60	2,00	3,00
4	Galian untuk selokan, drainase dan selokan air 2	MP	B2	492,47	197,60	2,49	3,00
5	Pasangan batu dengan mortar 1	MP	C	328,22	6,02	54,48	55,00

Lanjutan Tabel 4.21 Waktu Penyelesaian Akibat Penambahan Kelompok Kerja

Tahap 1

DIV.III	Pekerjaan tanah						
6	Galian batu	M ³	D	68,75	49,00	1,40	2,00
7	Timbunan biasa 1	M ³	E1	239,57	185,98	1,29	2,00
8	Timbunan biasa 2	M ³	E2	272,41	185,98	1,46	2,00
9	Timbunan pilihan 1	M ³	F1	261,56	185,98	1,41	2,00
10	Timbunan pilihan 2	M ³	F2	495,62	185,98	2,66	3,00
11	Timbunan pilihan 3	M ³	F3	200,01	185,98	1,08	2,00
12	Penyiapan badan jalan 1	M ²	G1	3905,10	4592,00	0,85	1,00
13	Penyiapan badan jalan 2	M ²	G2	697,50	4592,00	0,15	1,00
DIV.V	Pekerjaan Perkerasan Berbutir						
14	Lapis pondasi agregat kelas A 1	M ³	H1	387,99	165,29	2,35	3,00
15	Lapis pondasi agregat kelas A 2	M ³	H2	404,33	165,29	2,45	3,00
16	Lapis pondasi agregat kelas B 1	M ³	I1	517,32	165,29	3,13	4,00
17	Lapis pondasi agregat kelas B 2	M ³	I2	539,10	165,29	3,26	4,00
DIV.VI	Pekerjaan Perkerasan Aspal						
18	Lapis resap pengikat-aspal cair	Liter	J	5282,10	14000,00	0,38	1,00
19	Lapis perekat-aspal cair	Liter	K	40,46	14000,00	0,00	1,00
20	Lataston-lapis pondasi (HRS-Base)	Ton	L	393,20	145,51	2,70	3,00
DIV.VII	Pekerjaan Struktur						
21	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 20$ Mpa (K-250)	M ³	M	6,08	1,50	4,06	5,00
22	Beton mutu rendah dengan $f_c' = 15$ Mpa (K-175) 1	M ³	N1	72,56	2,99	24,23	25,00
23	Beton mutu rendah dengan $f_c' = 15$ Mpa (K-175) 2	M ³	N2	112,81	2,99	37,67	38,00
24	Baja tulangan U 24 polos	kg	O	559,85	250,00	2,24	3,00
25	Baja tulangan D 32 ulir	Kg	P	656,26	250,00	2,63	3,00
26	Pasangan batu 1	M ³	Q1	375,03	12,05	31,13	32,00
27	Pasangan batu 2	M ³	Q2	123,17	12,05	10,22	11,00

Sumber : Lampiran VI.4

4.7.1.2 Membuat Diagram Jaringan Kerja dan Menentukan Jalur Kritis

Akibat Penambahan Kelompok Tenaga Kerja dan Peralatan Tahap 1

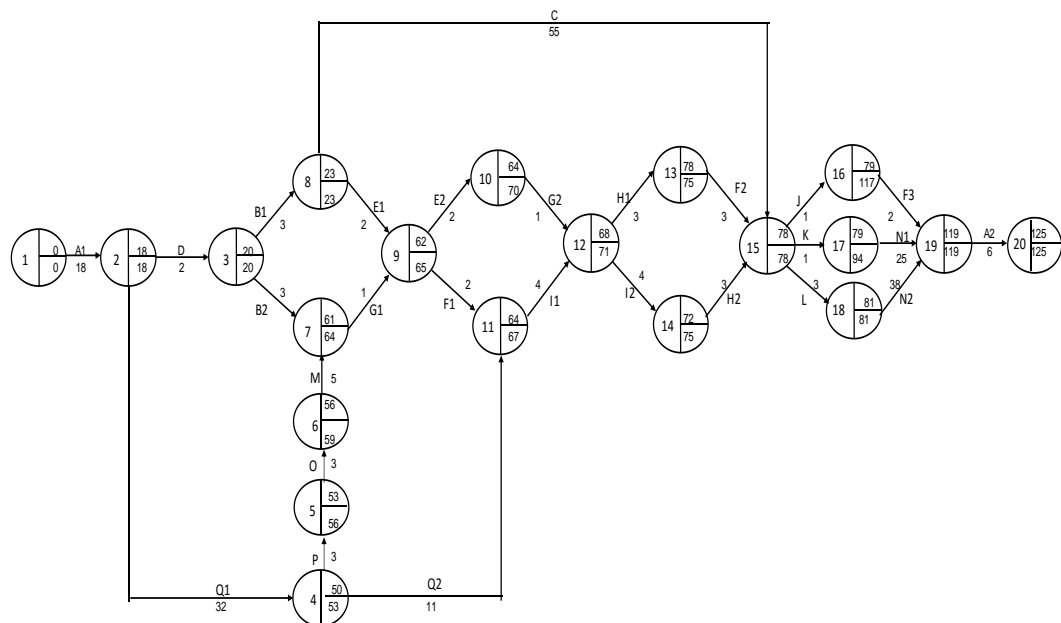
Setelah diketahui perubahan waktu penyelesaian akibat penambahan kelompok tenaga kerja dan peralatan, maka langkah selanjutnya yaitu membuat diagram jaringan kerja baru dan menentukan jalur kritis. Penggambaran diagram jaringan kerja dapat dilihat pada gambar 4.2. sedangkan perhitungan saat paling awal dan saat paling lambat kegiatan dapat dilihat pada tabel 4.22. dan perhitungan *total float*, *free float* dan *independent float* dapat dilihat pada tabel 4.23.

Tabel 4.22 Perhitungan Saat Paling Awal (SPA) dan Saat Paling Lambat (SPL) Kegiatan Akibat Penambahan Kelompok Kerja Tahap 1

No	SPA	Rumus	Perhitungan	SPL	Rumus	Perhitungan
a	b	c	d	e	f	g
1.	SPA ₁	SPA ₁ = SPA ₁	0	SPL ₂₀	SPL ₂₀ = SPA ₂₀	125
2.	SPA ₂	SPA ₁ + LA1	0 + 18 = 18	SPL ₁₉	SPL ₂₀ - LA2	125 - 6 = 119
3.	SPA ₃	SPA ₂ + LD	18 + 2 = 20	SPL ₁₈	SPL ₁₉ - LN2	119 - 38 = 81
4.	SPA ₄	SPA ₂ + LQ1	18 + 32 = 50	SPL ₁₇	SPL ₁₉ - LN1	119 - 25 = 94
5.	SPA ₅	SPA ₄ + LP	50 + 3 = 53	SPL ₁₆	SPL ₁₉ - F3	119 - 2 = 117
6.	SPA ₆	SPA ₅ + LO	53 + 3 = 56	SPL ₁₅	SPL ₁₈ - LL	81 - 3 = 78
7.	SPA ₇	SPA ₆ + LM	56 + 5 = 61	SPL ₁₄	SPL ₁₅ - LH2	78 - 3 = 75
8.	SPA ₈	SPA ₃ + LB1	20 + 3 = 23	SPL ₁₃	SPL ₁₅ - LF2	78 - 3 = 75
9.	SPA ₉	SPA ₇ + LG1	61 + 1 = 62	SPL ₁₂	SPL ₁₄ - LI2	75 - 4 = 71
10.	SPA ₁₀	SPA ₉ + LE2	62 + 2 = 64	SPL ₁₁	SPL ₁₂ - LI1	71 - 4 = 67
11.	SPA ₁₁	SPA ₄ + LQ2	50 + 11 = 61	SPL ₁₀	SPL ₁₂ - LG2	71 - 1 = 70
12.	SPA ₁₂	SPA ₁₁ + LI1	61 + 4 = 65	SPL ₉	SPL ₁₁ - LF1	67 - 2 = 65
13.	SPA ₁₃	SPA ₁₂ + LH1	65 + 3 = 68	SPL ₈	SPL ₁₅ - LC	78 - 55 = 23
14.	SPA ₁₄	SPA ₁₂ + LI2	65 + 4 = 69	SPL ₇	SPL ₉ - LG1	65 - 1 = 64
15.	SPA ₁₅	SPA ₈ + LC	23 + 55 = 78	SPL ₆	SPA ₇ - LM	64 - 5 = 59
16.	SPA ₁₆	SPA ₁₅ + LJ	78 + 1 = 79	SPL ₅	SPA ₆ - LO	59 - 3 = 56
17.	SPA ₁₇	SPA ₁₅ + LK	78 + 1 = 79	SPL ₄	SPL ₅ - LP	56 - 3 = 53
18.	SPA ₁₈	SPA ₁₅ + LL	78 + 3 = 81	SPL ₃	SPL ₈ - LB1	23 - 3 = 20
19.	SPA ₁₉	SPA ₁₈ + LN2	81 + 38 = 119	SPL ₂	SPA ₃ - LD	20 - 2 = 18
20.	SPA ₂₀	SPA ₁₉ + LA2	119 + 6 = 125	SPL ₁	SPL ₂ - LA1	18 - 18 = 0

Sumber : Hasil Analisa

Gambar *Network Diagram* untuk waktu penyelesaian akibat penambahan kelompok kerja tahap 1 dapat dilihat pada gambar 4.2



Gambar 4.2 Network Diagram Untuk Waktu Pelaksanaan Akibat Penambahan Kelompok Kerja Tahap 1

Tabel 4.23. Perhitungan *Total Float*, *Free Float* dan *Independent Float* Akibat Penambahan Kelompok Kerja Tahap 1

No	Uraian Kegiatan	Simbol Kegiatan	SPLj	SPAj	L	SPLi	SPAi	TF	FF	FF
a	b	d	c	d	e	f	g	$h = c - e - g$	$i = d - e - g$	$j = d - e - f$
DIV.I	Umum									
1	Mobilisasi	A1	18	18	18	0	0	0	0	0
2	Demobilisasi	A2	125	125	6	119	119	0	0	0
DIV.II	Drainase									
3	Galian untuk selokan, drainase dan selokan air 1	B1	23	23	3	20	20	0	0	0
4	Galian untuk selokan, drainase dan selokan air 2	B2	64	61	3	20	20	41	38	38
5	Pasangan batu dengan mortar	C	78	78	55	23	23	0	0	0
DIV.III	Pekerjaan tanah									
6	Galian batu	D	20	20	2	18	18	0	0	0
7	Timbunan biasa 1	E1	65	62	2	23	23	40	37	37
8	Timbunan biasa 2	E2	70	64	2	65	62	6	0	-3
9	Timbunan pilihan 1	F1	67	64	2	65	62	3	0	-3
10	Timbunan pilihan 2	F2	78	78	3	75	78	-3	-3	0
11	Timbunan pilihan 3	F3	119	119	2	117	79	38	38	0
12	Penyiapan badan jalan 1	G1	65	62	1	64	61	3	0	-3
13	Penyiapan badan jalan 2	G2	71	68	1	70	64	6	3	-3
DIV.V	Pekerjaan Perkerasan Berbutir									
14	Lapis pondasi agregat kelas A 1	H1	75	78	3	71	68	4	7	4
15	Lapis pondasi agregat kelas A 2	H2	78	78	3	75	72	3	3	0
16	Lapis pondasi agregat kelas B 1	I1	71	68	4	67	67	0	-3	-3
17	Lapis pondasi agregat kelas B 2	I2	75	72	4	71	68	3	0	-3
DIV.VI	Pekerjaan Perkerasan Aspal									
18	Lapis resap pengikat-aspal cair	J	117	79	1	78	78	38	0	0
19	Lapis perekat-aspal cair	K	94	79	1	78	78	15	0	0
20	Lataston-lapis pondasi (<i>HRS-Base</i>)	L	81	81	3	78	78	0	0	0
DIV.VII	Pekerjaan Struktur									
21	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 20$ Mpa (K-250)	M	64	61	5	59	56	3	0	-3
22	Beton mutu rendah dengan $f_c' = 15$ Mpa (K-175) 1	N1	119	119	25	94	79	15	15	0
23	Beton mutu rendah dengan $f_c' = 15$ Mpa (K-175) 2	N2	119	119	38	81	81	0	0	0
24	Baja tulangan U 24 polos	O	59	56	3	56	53	3	0	-3
25	Baja tulangan D 32 ulir	P	56	53	3	53	50	3	0	-3
26	Pasangan batu 1	Q1	53	50	32	18	18	3	0	0
27	Pasangan batu 2	Q2	67	64	11	53	50	6	3	0

Sumber : Hasil Analisa

Berdasarkan gambar 4.2 waktu pelaksanaan proyek yang dihasilkan yaitu 125 hari. Berdasarkan hasil yang diperoleh disimpulkan bahwa waktu pelaksanaan proyek yang dihasilkan oleh diagram jaringan kerja lebih besar dari waktu pelaksanaan proyek yang ditargetkan yaitu 122 hari. Hal ini mengakibatkan keterlambatan terhadap pelaksanaan proyek. Oleh karena itu solusi yang digunakan untuk mengurangi waktu pelaksanaan proyek, yaitu dengan cara menambah kelompok tenaga kerja dan peralatan pada item – item pekerjaan yang masuk dalam jalur kritis. Penambahan kelompok kerja pada jalur kritis dikarenakan jalur kritis adalah jalur yang paling lama waktu pelaksanaannya. Untuk pembuktian item-item pekerjaan tersebut termasuk dalam jalur kritis dapat dilihat

pada tabel 4.23 dimana suatu item pekerjaan disebut kritis apabila *Total Float*, *Free Float* dan *Independent Float* sama dengan nol.

Peristiwa kritis adalah peristiwa yang tidak mempunyai tenggang waktu kegiatan, atau peristiwa yang mempunyai SPA sama dengan SPL. Pekerjaan kritis adalah kegiatan atau pekerjaan yang paling sensitif terhadap keterlambatan. Suatu kegiatan disebut kritis bila terletak diantara dua peristiwa kritis. Jalur atau lintasan kritis adalah jalur atau lintasan yang terdiri dari kegiatan-kegiatan kritis. Ketentuan sebuah jalur kritis yaitu umur jalur kritis sama dengan umur proyek dan jalur kritis adalah jalur yang paling lama masa pelaksanaan dari semua jalur. Berdasarkan gambar 4.2 maka peristiwa kritis, kegiatan kritis dan lintasan kritis dapat diketahui. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.24 dan tabel 4.25 pembuktian jalur kritis

Tabel 4.24 Peristiwa Kritis, Kegiatan Kritis, dan Lintasan Kritis Akibat Penambahan Kelompok Kerja Tahap 1

Peristiwa kritis	Kegiatan kritis	Lintasan Kritis
a	b	c
1, 2, 3, 4, 15, 18, 19, 20	A1, D, B1, C, L, N2, A2	1 – A1 – 2 – D – 3 – B1 – 4 – C – 15 – L – 18 – N2 – 19 – A2 – 20

Sumber : Hasil Analisa

Tabel 4.25 Pembuktian Lintasan kritis Akibat Penambahan Kelompok Kerja Tahap 1

No	Uraian Kegiatan	Simbol Kegiatan	Waktu Penyelesaian (Hari)
a	b	c	d
1	Mobilisasi	A1	18
2	Galian batu	D	2
3	Galian untuk selokan, drainase dan selokan air 1	B1	3
4	Pasangan batu dengan mortar	C	55
5	Lataston-lapis pondasi (<i>HRS-Base</i>)	L	3
6	Beton mutu rendah dengan $f_c' = 15$ Mpa (K-175) 2	N2	38
7	Demobilisasi	A2	6
	Total		125

Sumber : Hasil Analisa

4.7.2 Penambahan Kelompok Kerja Tahap 2

Setelah penambahan kelompok kerja tahap pertama belum menghasilkan waktu pelaksanaan yang ditargetkan dan akibat dari penambahan kelompok kerja tahap 1 menghasilkan item pekerjaan kritis yang berbeda sebelum dilakukan penambahan kelompok kerja tahap 1 item pekerjaan kritis terdapat pada item pekerjaan mobilisasi dan demobilisasi, lapis pondasi agregat kelas B, lapis pondasi agregat kelas A, lataston-lapis pondasi (HRS-Base), beton mutu rendah dengan $f_c' = 15$ Mpa (K-175) dan pasangan batu setelah dilakukan penambahan kelompok kerja tahap 1 item pekerjaan kritis terdapat pada item pekerjaan mobilisasi, galian biasa, galian untuk selokan, drainase dan selokan air, pasangan batu dengan mortar, lataston-lapis pondasi (HRS-Base), beton mutu rendah dengan $f_c' = 15$ Mpa (K-175) dan demobilisasi. Oleh karena itu dilakukan penambahan kelompok kerja tahap 2.

Penambahan kelompok kerja hanya terjadi pada item pekerjaan yang termasuk pada lintasan kritis yaitu galian biasa, galian untuk selokan, drainase dan selokan air, pasangan batu dengan mortar, beton mutu rendah dengan $f_c' = 15$ Mpa (K-175), lataston-lapis pondasi (HRS-Base). Penambahan kelompok kerja tidak pada semua item kritis hal ini dikarenakan perbedaan waktu pelaksanaan yang ditargetkan tidak terpaut jauh dengan waktu pelaksanaan yang dihasilkan oleh diagram yaitu 122 hari berbanding 125 hari. Oleh karena itu penambahan hanya dilakukan pada item pekerjaan pasangan batu dengan mortar

4.7.2.1 Menghitung Perubahan Produksi dan Waktu Penyelesaian Akibat Penambahan Kelompok Tenaga Kerja dan Penambahan Alat Tahap 2

Penambahan kelompok kerja mengakibatkan perubahan produktivitas sumberdaya baik itu produksi tenaga kerja maupun alat, namun tidak semua produksi tenaga kerja atau alat juga mengalami perubahan dikarenakan penambahan kelompok kerja tidak pada semua item pekerjaan. Rangkuman perubahan produksi tenaga kerja, alat, produksi minimum akibat penambahan kelompok kerja dapat dilihat pada tabel 4.26, tabel 4.27 dan tabel 4.28. Sedangkan rangkuman perubahan waktu penyelesaian akibat penambahan kelompok kerja dan tidak mengalami penambahan kelompok kerja dapat dilihat pada tabel 4.29.

Tabel 4.26 Produksi Tenaga Kerja Akibat Penambahan Kelompok Kerja Tahap 2

No	Item Pekerjaan	Koefisien	Jumlah		Kelompok Tenaga Kerja	Produksi Tenaga Kerja (m ³ /Jam)	Jam Kerja Efektif (jam)	Produksi Tenaga Kerja (m ³ /Hari)
		Tenaga Kerja (Jam)	Tenaga Kerja (orang)					
		c	d	e	f	g = (1 / c) e * f	h	i = g x h
DIV.II Drainase								
1.	Galian untuk selokan, drainase dan selokan air							
	a. Pekerja	0,1417	4,00	4,00	2,00	56,46	7,00	395,20
	b. Mandor	0,0354	1,00	1,00	2,00	56,46	7,00	395,20
2.	Pasangan Batu dengan Mortar							
	a. Pekerja	25,5623	22,00	22,00	2,00	1,72	7,00	12,05
	b. Tukang	12,7812	11,00	11,00	2,00	1,72	7,00	12,05
	c. Mandor	1,1619	1,00	1,00	2,00	1,72	7,00	12,05
DIV.III Pekerjaan tanah								
3.	Galian batu							
	a. Pekerja	0,7143	5,00	5,00	1,00	7,00	7,00	49,00
	b. Mandor	0,1429	1,00	1,00	1,00	7,00	7,00	49,00
4	Timbunan Biasa							
	a. Pekerja	0,2258	6,00	6,00	1,00	26,57	7,00	185,98
	b. Mandor	0,0376	1,00	1,00	1,00	26,57	7,00	185,98
5	Timbunan Pilihan							
	a. Pekerja	0,2258	6,00	6,00	1,00	26,57	7,00	185,98
	b. Mandor	0,0376	1,00	1,00	1,00	26,57	7,00	185,98
6	Penyiapan badan jalan							
	a. Pekerja	0,0061	4,00	4,00	1,00	656,17	7,00	4593,18
	b. Mandor	0,0015	1,00	1,00	1,00	656,17	7,00	4593,18
DIV.V Pekerjaan Berbutir								
7	Lapis Pondasi Agregat Klas A							
	a. Pekerja	0,4234	5,00	5,00	2,00	23,62	7,00	165,31
	b. Mandor	0,0847	1,00	1,00	2,00	23,61	7,00	165,29
8	Lapis Pondasi Agregat Klas B							
	a. Pekerja	0,4234	5,00	5,00	2,00	23,62	7,00	165,31
	b. Mandor	0,0847	1,00	1,00	2,00	23,61	7,00	165,29
DIV.VI Perkerasan Aspal								
9	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair							
	a. Pekerja	0,0027	5,42	6,00	1,00	2213,89	7,00	15497,20
	b. Mandor	0,0005	1,00	1,00	1,00	2000,00	7,00	14000,00
10	Lapis perekat-aspal cair							
	a. Pekerja	0,0027	5,42	6,00	1,00	2213,89	7,00	15497,20
	b. Mandor	0,0005	1,00	1,00	1,00	2000,00	7,00	14000,00
11	Lataston - Lapis Pondasi (HRS -Base)							
	a. Pekerja	0,1707	7,00	7,00	1,00	41,00	7,00	287,00
	b. Mandor	0,0244	1,00	1,00	1,00	41,00	7,00	287,00
DIV.VII Struktur								
12	Beton Mutu Sedang dengan Fc' = 20 Mpa (K-250)							
	a. Pekerja	4,6748	6,00	6,00	1,00	1,28	7,00	8,98
	b. Tukang	1,5583	2,00	2,00	1,00	1,28	7,00	8,98
	c. Mandor	0,7791	1,00	1,00	1,00	1,28	7,00	8,98
13	Beton mutu rendah dengan fc' = 15 Mpa (K-175)							
	a. Pekerja	4,6748	6,00	6,00	2,00	2,57	7,00	17,97
	b. Tukang	1,5583	2,00	2,00	2,00	2,57	7,00	17,97
	c. Mandor	0,7791	1,00	1,00	2,00	2,57	7,00	17,97
14	Baja Tulangan U 24 Polos							
	a. Pekerja	0,1680	6,00	6,00	1,00	35,71	7,00	250,00
	b. Tukang	0,0280	1,00	1,00	1,00	35,71	7,00	250,00
	c. Mandor	0,0280	1,00	1,00	1,00	35,71	7,00	250,00
15	Baja Tulangan BJ 32 Ulir							
	a. Pekerja	0,1680	6,00	6,00	1,00	35,71	7,00	250,00
	b. Tukang	0,0280	1,00	1,00	1,00	35,71	7,00	250,00
	c. Mandor	0,0280	1,00	1,00	1,00	35,71	7,00	250,00
16	Pasangan Batu							
	a. Pekerja	25,5623	22,00	22,00	2,00	1,72	7,00	12,05
	b. Tukang	12,7812	11,00	11,00	2,00	1,72	7,00	12,05
	c. Mandor	1,1619	1,00	1,00	2,00	1,72	7,00	12,05

Sumber : Lampiran VII.1

Tabel 4.27 Produksi Alat Akibat Penambahan Kelompok Kerja Tahap 2

No	Item Pekerjaan	Koefisien	Kelompok	Produksi	Jam Kerja Efektif	Produksi
		Alat	Kerja	Alat		Alat
a	b	c	d	e = (1 / c)	f	g = e x f
DIV.II Drainase						
1	Galian untuk selokan, drainase dan selokan air					
	a. Excavator	0,0354	1,00	28,23	7,00	197,60
	b. Dump Truck	0,0628	1,00	15,92	7,00	111,43
2	Pasangan Batu dengan Mortar					
	a. Concrete Mixer	0,4743	2,00	4,22	7,00	29,52
	b. Water Tanker	0,0182	2,00	109,67	7,00	767,68
DIV.III Pekerjaan tanah						
3	Galian batu					
	a. Excavator + breaker	0,1429	1,00	7,00	7,00	49,00
	b. Wheel loader	0,0635	1,00	15,74	7,00	110,21
	c. Dump Truck	0,1039	1,00	9,62	7,00	67,36
4	Timbunan Biasa					
	a. Motor Grader	0,0054	1,00	185,19	7,00	1296,30
	b. Vibratory Roller	0,0102	1,00	98,40	7,00	688,80
	c. Water tank truck	0,0213	1,00	46,86	7,00	328,00
5	Timbunan Pilihan					
	a. Motor Grader	0,0052	1,00	193,29	7,00	1353,00
	b. Vibro Roller	0,0136	1,00	73,80	7,00	516,60
	c. Water Tank Truck	0,0213	1,00	46,86	7,00	328,00
6	Penyiapan badan jalan					
	a. Motor grader	0,0003	1,00	3280,04	7,00	22960,28
	b. Vibro roller	0,0015	1,00	656,00	7,00	4592,00
DIV.V Pekerjaan Berbutir						
7	Lapis Pondasi Agregat Klas A					
	a. Wheel Loader	0,0847	2,00	23,62	7,00	165,31
	b. Dump Truck	0,3556	2,00	5,62	7,00	39,37
	c. Motor Grader	0,0070	2,00	284,84	7,00	1993,89
	d. Vibratory Roller	0,0136	2,00	147,60	7,00	1033,20
	e. Water Tanker	0,0213	2,00	93,71	7,00	656,00
8	Lapis Pondasi Agregat Klas B					
	a. Wheel Loader	0,0635	2,00	31,49	7,00	220,42
	b. Dump Truck	0,3247	2,00	6,16	7,00	43,12
	c. Motor Grader	0,0053	2,00	379,79	7,00	2658,53
	d. Vibratory Roller	0,0136	2,00	147,60	7,00	1033,20
	e. Water Tanker	0,0213	2,00	93,71	7,00	656,00
DIV.VI Perkerasan Aspal						
9	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair					
	a. Asphalt Distributor	0,0003	1,00	3333,33	7,00	23333,33
	b. Compressor	0,0003	1,00	3333,33	7,00	23333,33
10	Lapis perekat-aspal cair					
	a. Asphalt Distributor	0,0003	1,00	3689,83	7,00	25828,82
	b. Compressor	0,0003	1,00	3689,84	7,00	25828,90
11	Lataston - Lapis Pondasi (HRS -Base)					
	a. Wheel Loader	0,0481	1,00	20,79	7,00	145,51
	b. AMP	0,0244	1,00	41,00	7,00	287,00
	c. Genset	0,0244	1,00	41,00	7,00	287,00
	d. Dump Truck	0,2526	1,00	3,96	7,00	27,71
	e. Aspal Finisher	0,0243	1,00	41,11	7,00	287,79
	e. Tandem Roller	0,0072	1,00	138,02	7,00	966,13
f. P. Tyre Roller	0,0066	1,00	150,93	7,00	1056,50	
DIV.7 Struktur						
12	Beton Mutu Sedang dengan Fc' = 20 Mpa (K-250)					
	a. Concrete Mixer	4,6748	1,00	0,21	7,00	1,50
	b. Concrete Vibrator	1,5583	1,00	0,64	7,00	4,49
	c. Water Tanker	0,7791	1,00	1,28	7,00	8,98
13	Beton Mutu Rendah dengan Fc' = 15 Mpa (K-175)					
	a. Concrete Mixer	4,6748	2,00	0,43	7,00	2,99
	b. Concrete Vibrator	1,5583	2,00	1,28	7,00	8,98
	c. Water Tanker	0,7791	2,00	2,57	7,00	17,97
14	Baja Tulangan U 24 Polos					
15	Baja Tulangan BJ 32 Uliir					
16	Pasangan Batu					
	a. Concrete Mixer	0,4743	2,00	4,22	7,00	29,52
	b. Water Tanker	0,0160	2,00	125,33	7,00	877,34

Sumber : Lampiran VII.2

Tabel 4.28 Produksi Minimum Akibat Penambahan Kelompok Kerja Tahap 2

No.	Item Pekerjaan	Satuan	Produksi Minimum		Produksi Minimum (jam)	Produksi Minimum		Produksi Minimum (hari)
			Tenaga Kerja (jam)	Peralatan (jam)		Tenaga Kerja (hari)	Peralatan (hari)	
a	b	c	d	e	f	g	h	i
DIV.III Drainase								
1	Galian untuk selokan, drainase dan selokan air	M3	56,46	28,23	28,23	395,20	197,60	197,60
2	Pasangan Batu dengan Mortar	M3	1,72	4,22	1,72	12,05	29,52	12,05
DIV.III Pekerjaan tanah								
3	Galian batu	M3	7,00	7,00	7,00	49,00	49,00	49,00
4	Timbunan Biasa	M3	26,57	46,86	26,57	185,98	328,00	185,98
5	Timbunan Pilihan	M3	26,57	46,86	26,57	185,98	328,00	185,98
6	Penyiapan Badan Jalan	M3	656,17	656,00	656,00	4593,18	4592,00	4592,00
DIV.V Pekerjaan Berbutir								
7	Lapis Pondasi Agregat Klas A	M3	23,62	23,62	23,62	165,31	165,31	165,31
8	Lapis Pondasi Agregat Klas B	M3	23,62	31,49	23,62	165,31	220,42	165,31
DIV.VI Perkerasan Aspal								
9	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	Liter	2000,00	3333,33	2000,00	14000,00	23333,33	14000,00
10	Lapis perekat-aspal cair	Liter	2000,00	3689,83	2000,00	14000,00	25828,82	14000,00
11	Lataston - Lapis Pondasi (HRS - Base)	Ton	41,00	20,79	20,79	287,00	145,51	145,51
DIV.VII Struktur								
12	Beton Mutu Sedang dengan Fc' = 20 Mpa (K-250)	M3	1,28	0,21	0,21	8,98	1,50	1,50
13	Beton Mutu Rendah dengan Fc' = 15 Mpa (K-175)	M3	2,57	0,43	0,43	17,97	2,99	2,99
14	Baja Tulangan U 24 Polos	kg	35,71	-	35,71	250,00	-	250,00
15	Baja Tulangan BJ 32 Ulir	kg	35,71	-	35,71	250,00	-	250,00
16	Pasangan Batu	M3	1,72	4,22	1,72	12,05	29,52	12,05

Sumber : Lampiran VII.3

Tabel 4.29 Waktu Penyelesaian Akibat Penambahan Kelompok Kerja Tahap 2

No	Uraian Kegiatan	Satuan	Simbol Kegiatan	Volume	Produksi Minimum (Hari)	WP Normal (Hari)	
						Hasil	Bulatan
a	b	c	d	e	f	g = e/f	h
DIV I Umum							
1	Mobilisasi dan demobilisasi 1	LS	A1	1,00		18,00	18,00
2	Mobilisasi dan demobilisasi 2		A2	1,00		6,00	6,00
DIV.II Drainase							
3	Galian untuk selokan, drainase dan selokan air 1	MP	B1	395,45	197,60	2,00	3,00
4	Galian untuk selokan, drainase dan selokan air 2		B2	492,47	197,60	2,49	3,00
5	Pasangan batu dengan mortar	MP	C	328,22	12,05	27,24	28,00
DIV.III Pekerjaan tanah							
6	Galian batu	MP	D	68,75	49,00	1,40	2,00
7	Timbunan biasa 1	MP	E1	239,57	185,98	1,29	2,00
8	Timbunan biasa 2		E2	272,41	185,98	1,46	2,00
9	Timbunan pilihan 1	MP	F1	261,56	185,98	1,41	2,00
10	Timbunan pilihan 2		F2	495,62	185,98	2,66	3,00
11	Timbunan pilihan 3		F3	200,01	185,98	1,08	2,00

Lanjutan Tabel 4.29 Waktu Penyelesaian Akibat Penambahan Kelompok Kerja

Tahap 2

12	Penyiapan badan jalan 1	M ²	G1	3905,10	4592,00	0,85	1,00
13	Penyiapan badan jalan 2		G2	697,50	4592,00	0,15	1,00
DIV.V Pekerjaan Perkerasan Berbutir							
14	Lapis pondasi agregat kelas A 1	M ³	H1	387,99	165,31	2,35	3,00
15	Lapis pondasi agregat kelas A 2		H2	404,33	165,31	2,45	3,00
16	Lapis pondasi agregat kelas B 1	M ³	I1	517,32	165,31	3,13	4,00
17	Lapis pondasi agregat kelas B 2		I2	539,10	165,31	3,26	4,00
DIV.VI Pekerjaan Perkerasan Aspal							
18	Lapis resap pengikat-aspal cair	Liter	J	5282,10	14000,00	0,38	1,00
19	Lapis perekat-aspal cair	Liter	K	40,46	14000,00	0,00	1,00
20	Lataston-lapis pondasi (HRS-Base)	Ton	L	393,20	145,51	2,70	3,00
DIV.VII Pekerjaan Struktur							
21	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 20$ Mpa (K-250)	M ³	M	6,08	1,50	4,06	5,00
22	Beton mutu rendah dengan $f_c' = 15$ Mpa (K-175) 1	M ³	N1	72,56	2,99	24,23	25,00
23	Beton mutu rendah dengan $f_c' = 15$ Mpa (K-175) 2		N2	112,81	2,99	37,67	38,00
24	Baja tulangan U 24 polos	kg	O	559,85	250,00	2,24	3,00
25	Baja tulangan D 32 ulir	Kg	P	656,26	250,00	2,63	3,00
26	Pasangan batu 1	M ³	Q1	375,03	12,05	31,13	32,00
27	Pasangan batu 2		Q2	123,17	12,05	10,22	11,00

Sumber : Lampiran VII.4

4.7.2.2 Membuat Diagram Jaringan Kerja dan Menentukan Jalur Kritis

Akibat Penambahan Kelompok Tenaga Kerja dan Peralatan Tahap 2

Setelah diketahui perubahan waktu penyelesaian akibat penambahan kelompok tenaga kerja dan peralatan, maka langkah selanjutnya yaitu membuat diagram jaringan kerja baru dan menentukan jalur kritis. Penggambaran diagram jaringan kerja dapat dilihat pada gambar 4.3 sedangkan perhitungan saat paling awal dan saat paling lambat kegiatan dapat dilihat pada tabel 4.30. dan perhitungan *total float*, *free float* dan *independent float* dapat dilihat pada tabel 4.31.

Tabel 4.30 Perhitungan Saat Paling Awal (SPA) dan Saat Paling Lambat (SPL) Kegiatan Akibat Penambahan Kelompok Kerja Tahap 2

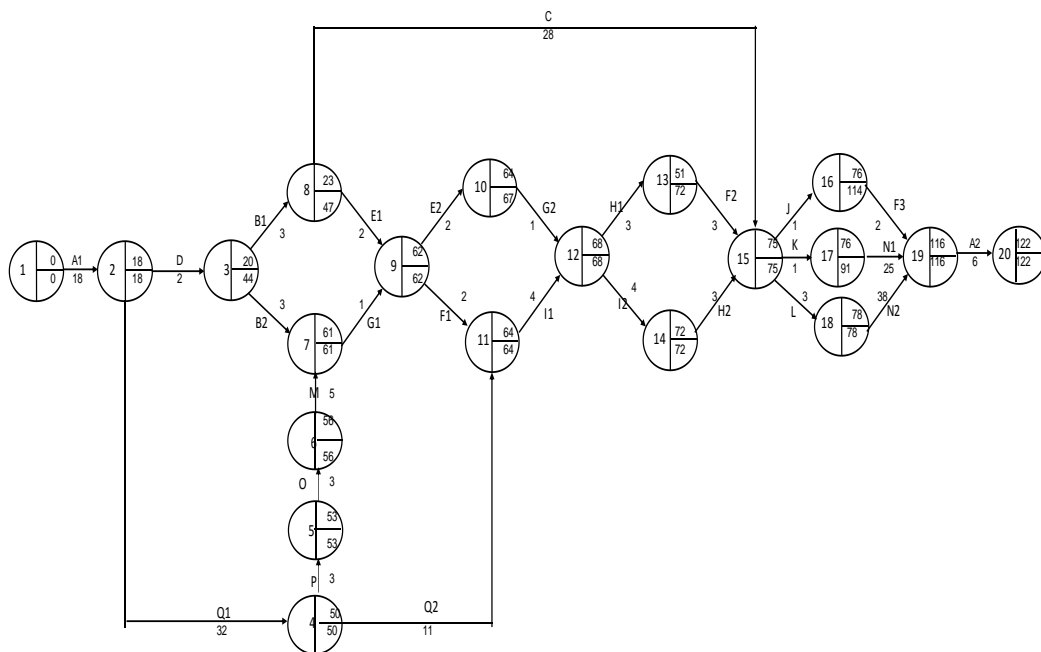
No	SPA	Rumus	Perhitungan	SPL	Rumus	Perhitungan
a	b	c	d	e	f	g
1.	SPA ₁	SPA ₁ = SPA ₁	0	SPL ₂₀	SPL ₂₀ = SPA ₂₀	122
2.	SPA ₂	SPA ₁ + LA1	0 + 18 = 18	SPL ₁₉	SPL ₂₀ - LA2	122 - 6 = 116
3.	SPA ₃	SPA ₂ + LD	18 + 2 = 20	SPL ₁₈	SPL ₁₉ - LN2	116 - 38 = 78
4.	SPA ₄	SPA ₂ + LQ1	18 + 32 = 50	SPL ₁₇	SPL ₁₉ - LN1	116 - 25 = 91
5.	SPA ₅	SPA ₄ + LP	50 + 3 = 53	SPL ₁₆	SPL ₁₉ - F3	116 - 2 = 114
6.	SPA ₆	SPA ₅ + LO	53 + 3 = 56	SPL ₁₅	SPL ₁₈ - LL	78 - 3 = 75

Lanjutan Tabel 4.30 Perhitungan Saat Paling Awal (SPA) dan Saat Paling Lambat (SPL) Kegiatan Akibat Penambahan Kelompok Kerja Tahap 2

7.	SPA ₇	SPA ₆ + LM	56 + 5 = 61	SPL ₁₄	SPL ₁₅ - LH2	75 - 3 = 72
8.	SPA ₈	SPA ₃ + LB1	20 + 3 = 23	SPL ₁₃	SPL ₁₅ - LF2	75 - 3 = 72
9.	SPA ₉	SPA ₇ + LG1	61 + 1 = 62	SPL ₁₂	SPL ₁₄ - LI2	72 - 4 = 68
10.	SPA ₁₀	SPA ₉ + LE2	62 + 2 = 64	SPL ₁₁	SPL ₁₂ - LI1	68 - 4 = 64
11.	SPA ₁₁	SPA ₉ + LF1	62 + 2 = 64	SPL ₁₀	SPL ₁₂ - LG2	68 - 1 = 67
12.	SPA ₁₂	SPA ₁₁ + LI1	64 + 4 = 68	SPL ₉	SPL ₁₁ - LF1	64 - 2 = 62
13.	SPA ₁₃	SPA ₁₂ + LH1	68 + 3 = 71	SPL ₈	SPL ₁₅ - LC	75 - 28 = 47
14.	SPA ₁₄	SPA ₁₂ + LI2	68 + 4 = 72	SPL ₇	SPL ₉ - LG1	62 - 1 = 61
15.	SPA ₁₅	SPA ₁₄ + LH2	72 + 3 = 75	SPL ₆	SPA ₇ - LM	61 - 5 = 56
16.	SPA ₁₆	SPA ₁₅ + LJ	75 + 1 = 76	SPL ₅	SPA ₆ - LO	56 - 3 = 53
17.	SPA ₁₇	SPA ₁₅ + LK	75 + 1 = 76	SPL ₄	SPL ₅ - LP	53 - 3 = 50
18.	SPA ₁₈	SPA ₁₅ + LL	75 + 3 = 78	SPL ₃	SPL ₈ - LB1	47 - 3 = 44
19.	SPA ₁₉	SPA ₁₈ + LN2	78 + 38 = 116	SPL ₂	SPL ₄ - LQ1	50 - 32 = 18
20.	SPA ₂₀	SPA ₁₉ + LA2	116 + 6 = 122	SPL ₁	SPL ₂ - LA1	18 - 18 = 0

Sumber : Hasil Analisa

Gambar *Network Diagram* untuk waktu penyelesaian akibat penambahan kelompok kerja tahap 2 dapat dilihat pada gambar 4.3



Gambar 4.3 Network Diagram Untuk Waktu Pelaksanaan Akibat Penambahan Kelompok Kerja Tahap 2

Tabel 4.31 Perhitungan *Total Float*, *Free Float* dan *Independent Float* Akibat Penambahan Kelompok Kerja Tahap 2

No	Uraian Kegiatan	Simbol Kegiatan	SPLj	SPAj	L	SPLi	SPAi	TF	FF	FF
a	b	d	c	d	e	f	g	$h = c - e - g$	$i = d - e - g$	$j = d - e - f$
DIV.I	Umum									
1	Mobilisasi	A1	18	18	18	0	0	0	0	0
2	Demobilisasi	A2	122	122	6	116	116	0	0	0
DIV.II	Drainase									
3	Galian untuk selokan, drainase dan selokan air 1	B1	47	23	3	44	44	0	-24	-24
4	Galian untuk selokan, drainase dan selokan air 2	B2	61	61	3	44	20	38	38	14
5	Pasangan batu dengan mortar	C	75	75	28	47	23	24	24	0
DIV.III	Pekerjaan tanah									
6	Galian batu	D	44	44	2	18	18	24	24	24
7	Timbunan biasa 1	E1	62	62	2	47	23	37	37	13
8	Timbunan biasa 2	E2	67	64	2	62	62	3	0	0
9	Timbunan pilihan 1	F1	64	64	2	62	62	0	0	0
10	Timbunan pilihan 2	F2	75	75	3	72	51	21	21	0
11	Timbunan pilihan 3	F3	116	116	2	114	76	38	38	0
12	Penyiapan badan jalan 1	G1	62	62	1	61	61	0	0	0
13	Penyiapan badan jalan 2	G2	68	68	1	67	64	3	3	0
DIV.V	Pekerjaan Perkerasan Berbutir									
14	Lapis pondasi agregat kelas A 1	H1	72	51	3	68	68	1	-20	-20
15	Lapis pondasi agregat kelas A 2	H2	75	75	3	72	72	0	0	0
16	Lapis pondasi agregat kelas B 1	I1	68	68	4	64	64	0	0	0
17	Lapis pondasi agregat kelas B 2	I2	72	72	4	68	68	0	0	0
DIV.VI	Pekerjaan Perkerasan Aspal									
18	Lapis resap pengikat-aspal cair	J	114	76	1	75	75	38	0	0
19	Lapis perekat-aspal cair	K	91	76	1	75	75	15	0	0
20	Lataston-lapis pondasi (<i>HRS-Base</i>)	L	78	78	3	75	75	0	0	0
DIV.VII	Pekerjaan Struktur									
21	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 20$ Mpa (K-250)	M	61	61	5	56	56	0	0	0
22	Beton mutu rendah dengan $f_c' = 15$ Mpa (K-175) 1	N1	116	116	25	91	76	15	15	0
23	Beton mutu rendah dengan $f_c' = 15$ Mpa (K-175) 2	N2	116	116	38	78	78	0	0	0
24	Baja tulangan U 24 polos	O	56	56	3	53	53	0	0	0
25	Baja tulangan D 32 ulir	P	53	53	3	50	50	0	0	0
26	Pasangan batu 1	Q1	50	50	32	18	18	0	0	0
27	Pasangan batu 2	Q2	64	64	11	50	50	3	3	3

Sumber : Hasil Analisa

Berdasarkan gambar 4.3 waktu pelaksanaan proyek yang dihasilkan yaitu 122 hari. Berdasarkan hasil yang diperoleh disimpulkan bahwa waktu pelaksanaan proyek yang dihasilkan oleh diagram jaringan kerja mencapai waktu pelaksanaan proyek yang ditargetkan yaitu 122 hari, sehingga dapat dilakukan simulasi keterlambatan pada pada item pekerjaan kritis. Untuk pembuktian item-item pekerjaan tersebut termasuk dalam jalur kritis dapat dilihat pada tabel 4.31 dimana suatu item pekerjaan disebut kritis apabila *Total Float*, *Free Float* dan *Independent Float* sama dengan nol.

Peristiwa kritis adalah peristiwa yang tidak mempunyai tenggang waktu kegiatan, atau peristiwa yang mempunyai SPA sama dengan SPL. Pekerjaan kritis adalah kegiatan atau pekerjaan yang paling sensitif terhadap keterlambatan. Suatu kegiatan disebut kritis bila terletak diantara dua peristiwa kritis. Jalur atau lintasan kritis adalah jalur atau lintasan yang terdiri dari kegiatan-kegiatan kritis. Ketentuan sebuah jalur kritis yaitu umur jalur kritis sama dengan umur proyek dan jalur kritis adalah jalur yang paling lama masa pelaksanaan dari semua jalur. Akibat penambahan kelompok kerja pada tahap 2 item-item pekerjaan kritis menghasilkan item pekerjaan kritis yang berbeda. Berdasarkan gambar 4.3 maka peristiwa kritis, kegiatan kritis dan lintasan kritis dapat diketahui. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.32 dan tabel 4.33 pembuktian jalur kritis

Tabel 4.32 Peristiwa Kritis, Kegiatan Kritis, dan Lintasan Kritis Akibat Penambahan Kelompok Kerja Tahap 2

Peristiwa kritis	Kegiatan kritis	Lintasan Kritis
a	b	c
1, 2, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 12, 14, 15, 18, 19, 20	A1, Q1, P, O, M, G1, F1, I1, I2, H2, L, N2, A2	1 – A1 – 2 – Q1 – 4 – P – 5 – O – 6 – M – 7 – G1 – 9 – F1 – 11 – I1 – 12 – I2 – 14 – H2 – 15 – L – 18 – N2 – 19 – A2 - 20

Sumber : Hasil Analisa

Tabel 4.33 Pembuktian Lintasan Kritis Akibat Penambahan Kelompok Kerja Tahap 2

No	Uraian Kegiatan	Simbol Kegiatan	Waktu Penyelesaian (Hari)
a	b	c	d
1	Mobilisasi	A1	18
2	Pasangan batu 1	Q1	32
3	Baja tulangan D 32 ulir	P	3
4	Baja tulangan U 24 polos	O	3
5	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 20$ Mpa (K-250)	M	5
6	Penyiapan badan jalan 1	G1	1
7	Timbunan pilihan 1	F1	2
8	Lapis pondasi agregat kelas B 1	I1	4
9	Lapis pondasi agregat kelas B 2	I2	4
10	Lapis pondasi agregat kelas A 2	H2	3
11	Lataston-lapis pondasi (<i>HRS-Base</i>)	L	3
12	Beton mutu rendah dengan $f_c' = 15$ Mpa (K-175) 2	N2	38
13	Demobilisasi	A2	6
	Total		122

Sumber : Hasil Analisa

4.8 Simulasi Keterlambatan

Keterlambatan pekerjaan ini disimulasikan 4 jam setiap hari dengan interval waktu antara 1 jam, yang artinya keterlambatan pekerjaan yang mengakibatkan terjadi berkurangnya jam kerja efektif sebanyak 3 jam dari jam kerja efektif awal dan dihitung dengan interval waktu antara 1 jam. Diketahui, jam kerja efektif pada proyek ini adalah 7 jam setiap hari. Jika keterlambatan pekerjaan terjadi sebanyak 1 jam terjadi pengurangan jam kerja efektif menjadi 6 jam, apabila terjadi keterlambatan pekerjaan sebanyak 2 jam maka terjadi pengurangan jam kerja efektif menjadi 5 jam, apabila terjadi keterlambatan pekerjaan sebanyak 3 jam maka terjadi pengurangan jam kerja efektif menjadi 4 jam, apabila terjadi keterlambatan pekerjaan sebanyak 3 jam maka terjadi pengurangan jam kerja efektif menjadi 4 jam. Simulasi atau pengurangan jam kerja efektif ini hanya dilakukan pada item pekerjaan yang termasuk dalam jalur kritis dikarenakan item pekerjaan yang ada pada jalur kritis paling sensitif terhadap keterlambatan dan akan mengakibatkan keterlambatan pada seluruh waktu pelaksanaan proyek

4.9 Perubahan Produksi Minimum

Setelah dilakukan perhitungan produksi normal yang dihitung berdasarkan nilai koefisien yang didapat dari data Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada Proyek Peningkatan Jalan Mudajebak (Bts. Kab) –Lato –Wairunu. Baik produksi tenaga kerja dan produksi peralatan. Tahap selanjutnya menghitung perubahan produksi minimum antara tenaga kerja dan peralatan dengan menggunakan variasi perubahan dimulai 1 jam sampai 4 jam. Perhitungan perubahan produksi minimum hanya pada item pekerjaan yang berada di jalur kritis hal ini dikarenakan simulasi keterlambatan hanya pada item pekerjaan yang berada di jalur kritis dihitung dengan menggunakan persamaan 2.26 $Q'MH = QMJ \times JK'efektif$ dan persamaan 2.27 $Q'MJ = Q'MH / Jkefektif$ pada Bab II.

Satu sampel perhitungan, pada item pekerjaan pasangan batu 1 (Q1) dengan volume pekerjaan 375,03 m³ mempunyai produksi normal per-jam dan per-harinya sebesar 1,72 m³/jam dan 12,05 m³/hari. Jam kerja efektif adalah 7 jam setiap hari. Terjadi keterlambatan pekerjaan 4 jam setiap hari maka banyaknya perubahan produksi minimum akibat keterlambatan pekerjaan apabila dihitung dengan interval waktu antara 1 jam adalah

a Terjadi keterlambatan pekerjaan 1 jam menyebabkan jam kerja efektif berkurang menjadi 6 jam.

$$\begin{aligned} Q'MH &= QMJ \times JK'efektif \\ &= 1,72 \times 6 = 10,33 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q'MJ &= Q'MH / Jkefektif \\ &= 10,33 / 7 = 1,48 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

b Terjadi keterlambatan pekerjaan 2 jam menyebabkan jam kerja efektif berkurang menjadi 5 jam.

$$\begin{aligned} Q'MH &= QMJ \times JK'efektif \\ &= 1,72 \times 5 = 8,61 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q'MJ &= Q'MH / Jkefektif \\ &= 8,61 / 7 = 1,23 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

c Terjadi keterlambatan pekerjaan 3 jam menyebabkan jam kerja efektif berkurang menjadi 4 jam.

$$\begin{aligned} Q'MH &= QMJ \times JK'efektif \\ &= 1,72 \times 4 = 6,89 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q'MJ &= Q'MH / Jkefektif \\ &= 6,89 / 7 = 0,98 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

d Terjadi keterlambatan pekerjaan 4 jam menyebabkan jam kerja efektif berkurang menjadi 3 jam.

$$\begin{aligned} Q'MH &= QMJ \times JK'efektif \\ &= 1,72 \times 3 = 5,16 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q'MJ &= Q'MH / Jkefektif \\ &= 5,16 / 7 = 0,74 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan tersebut menggambarkan, semakin lama waktu keterlambatan pekerjaan maka produksi minimum yang dihasilkan semakin berkurang. Pernyataan ini dapat dibuktikan, bahwa pada waktu keterlambatan pekerjaan 1 jam menghasilkan produksi minimum 10,33 m³/hari dan 1,48 m³/jam, pada waktu keterlambatan pekerjaan 2 jam menghasilkan produksi minimum 8,61 m³/hari dan 1,23 m³/jam, pada waktu keterlambatan pekerjaan 3 jam menghasilkan produksi minimum 6,89 m³/hari dan 0,98 m³/jam, pada waktu keterlambatan pekerjaan 4 jam menghasilkan produksi minimum 5,16 m³/hari dan 0,74 m³/jam. Untuk perhitungannya dapat dilihat pada lampiran VIII dan hasil perhitungan perubahan produksi minimum dari semua item pekerjaan yang berada

di jalur kritis akibat keterlambatan pekerjaan atau berkurangnya jam kerja efektif dapat dilihat pada tabel 4.34.

Tabel 4.34 Rekap Produksi Minimum

No.	Item Pekerjaan	Satuan	Kode Kegiatan	Q minimum									
				Normal		Terlambat 1 Jam		Terlambat 2 Jam		Terlambat 3 Jam		Terlambat 4 Jam	
				jam	hari	hari	jam	hari	jam	hari	jam	hari	jam
a	b	c	d	e	g	h	i	j	k	l	m	n	o
DIV.III Pekerjaan tanah													
1	Timbunan Pilihan 1	M3	F1	26,57	185,98	159,41	22,77	132,84	18,98	106,27	15,18	79,70	11,39
2	Penyiapan Badan Jalan 1	M3	G1	656,00	4592,00	3936,00	562,29	3280,00	468,57	2624,00	374,86	1968,00	281,14
DIV.V Pekerjaan Berbutir													
3	Lapis Pondasi Agregat Klas A 2	M3	H2	23,62	165,31	141,70	20,24	118,08	16,87	94,46	13,49	70,85	10,12
4	Lapis Pondasi Agregat Klas B 1	M3	I1	23,62	165,31	141,70	20,24	118,08	16,87	94,46	13,49	70,85	10,12
5	Lapis Pondasi Agregat Klas B 2		I2	23,62	165,31	141,70	20,24	118,08	16,87	94,46	13,49	70,85	10,12
DIV.VI Perkerasan Aspal													
6	Lataston - Lapis Pondasi (HRS - Base)	Ton	L	20,79	145,51	124,72	17,82	103,94	14,85	83,15	11,88	62,36	8,91
DIV.VII Struktur													
7	Beton Mutu Sedang dengan Fc' = 20 Mpa (K-250)	M3	M	0,21	1,50	1,28	0,18	1,07	0,15	0,86	0,12	0,64	0,09
8	Beton Mutu Rendah dengan Fc' = 15 Mpa (K-175) 2	M3	N2	0,43	2,99	2,57	0,37	2,14	0,31	1,71	0,24	1,28	0,18
9	Baja Tulangan U 24 Polos	kg	O	35,71	250,00	214,29	30,61	178,57	25,51	142,86	20,41	107,14	15,31
10	Baja Tulangan BJ 32 Ulir	kg	P	35,71	250,00	214,29	30,61	178,57	25,51	142,86	20,41	107,14	15,31
11	Pasangan Batu 1	M3	Q1	1,72	12,05	10,33	1,48	8,61	1,23	6,89	0,98	5,16	0,74

Sumber : Lampiran VIII.5, No item 7, 10, 12, 14, 15, 18, 19, 21, 22, 23, 24

4.10 Perubahan Waktu Penyelesaian

Perubahan waktu penyelesaian yang terjadi dalam analisa ini terjadi karena adanya keterlambatan pekerjaan yang mempengaruhi produksi minimum. Produksi minimum merupakan salah satu variabel yang menentukan waktu penyelesaian dari suatu item pekerjaan. Pernyataan tersebut dibenarkan karena waktu penyelesaian tiap item pekerjaan dihitung dengan membandingkan volume pada item pekerjaan yang bersangkutan terhadap produksi minimum pada masing-masing item pekerjaan yang bersangkutan.

Perhitungan waktu penyelesaian ini dapat dihitung dengan persamaan 2.49 $WP = V / Q_{min}$ pada Bab II untuk waktu penyelesaian setelah terjadi keterlambatan pekerjaan selama 4 jam per hari dengan interval waktu antara 1 jam. Data-data awal yang dibutuhkan untuk menghitung waktu penyelesaian

adalah pada jam volume pekerjaan dan produksi minimum. Produksi minimum yang digunakan adalah produksi minimum pada jam kerja normal dan produksi minimum setelah terjadi keterlambatan.

Satu sampel perhitungan, pasangan batu 1 (Q1) dengan volume pekerjaan 375,03 m³ mempunyai produksi normal per-harinya sebesar 12,05 m³/hari. Apabila terjadi keterlambatan pekerjaan selama 4 jam dan dihitung dengan interval waktu antara 1 jam dengan diketahui produksi minimum akibat keterlambatan pekerjaan 1 jam adalah 10,33 m³/hari, produksi minimum akibat keterlambatan pekerjaan 2 jam adalah 8,61 m³/hari, produksi minimum akibat keterlambatan pekerjaan 3 jam adalah 6,89 m³/hari dan produksi minimum akibat keterlambatan pekerjaan 4 jam adalah 5,16 m³/hari. Maka waktu penyelesaian sebelum dan setelah terjadi keterlambatan pekerjaan adalah :

- a Waktu penyelesaian pada jam kerja normal
 $WP = V / Q_{min}$
 $= 375,03 / 12,05 = 31,13$ hari hari dibulatkan 32 hari
- b Waktu penyelesaian akibat keterlambatan pekerjaan 1 jam
 $WP = V / Q_{min}$
 $= 375,03 / 10,33 = 36,31$ hari hari dibulatkan 37 hari
- c Waktu penyelesaian akibat keterlambatan pekerjaan 2 jam
 $WP = V / Q_{min}$
 $= 375,03 / 8,61 = 43,58$ hari hari dibulatkan 44 hari
- d Waktu penyelesaian akibat keterlambatan pekerjaan 3 jam
 $WP = V / Q_{min}$
 $= 375,03 / 6,89 = 54,47$ hari hari dibulatkan 55 hari
- e Waktu penyelesaian akibat keterlambatan pekerjaan 3 jam
 $WP = V / Q_{min}$
 $= 375,03 / 5,16 = 72,63$ hari hari dibulatkan 73 hari

Hasil dari perhitungan tersebut menggambarkan, bahwa semakin lama waktu keterlambatan pekerjaan semakin bertambah atau lama waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan volume tiap item pekerjaan. Pernyataan ini dibuktikan dengan hasil perhitungan yang telah dilakukan.

Dihat bahwa waktu penyelesaian normal pada item pasangan batu 1 (Q1) selama 32 hari. Pada waktu penyelesaian akibat keterlambatan pekerjaan 1 jam selama 37 hari, waktu penyelesaian akibat keterlambatan pekerjaan 2 jam selama

44 hari, waktu penyelesaian akibat keterlambatan pekerjaan 3 jam selama 55 hari dan waktu penyelesaian akibat keterlambatan pekerjaan 3 jam selama 73 hari

Untuk perhitungannya dapat dilihat pada lampiran IX dan hasil perhitungan perubahan produksi minimum dari semua item pekerjaan yang berada di jalur kritis akibat keterlambatan pekerjaan atau berkurangnya jam kerja efektif dapat dilihat pada tabel 4.35.

Tabel 4.35 Rekap Waktu Penyelesaian

No	Uraian Kegiatan	Satuan	Simbol Kegiatan	WP Normal (Hari)		WP Terlambat 1 jam (Hari)		WP Terlambat 2 jam (Hari)		WP Terlambat 3 jam (Hari)		WP Terlambat 4 jam (Hari)	
				Hasil	Bulatan	Hasil	Bulatan	Hasil	Bulatan	Hasil	Bulatan	Hasil	Bulatan
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
DIV.III	Pekerjaan tanah												
1	Timbunan pilihan 1	M ³	F1	1,41	2,00	1,64	2,00	1,97	2,00	2,46	3,00	3,28	4,00
2	Penyiapan badan jalan 1	M ²	G1	0,85	1,00	0,99	1,00	1,19	2,00	1,49	2,00	1,98	2,00
DIV.V	Pekerjaan Perkerasan Berbutir												
3	Lapis pondasi agregat kelas A 2	M ³	H2	2,45	3,00	2,85	3,00	3,42	4,00	4,28	5,00	5,71	6,00
4	Lapis pondasi agregat kelas B 1	M ³	I1	3,13	4,00	3,65	4,00	4,38	5,00	5,48	6,00	7,30	8,00
5	Lapis pondasi agregat kelas B 2	M ³	I2	3,26	4,00	3,80	4,00	4,57	5,00	5,71	6,00	7,61	8,00
DIV.VI	Pekerjaan Perkerasan Aspal											0,00	0,00
6	Lataston-lapis pondasi (HRS-Base)	Ton	L	2,70	3,00	3,15	4,00	3,78	4,00	4,73	5,00	6,31	7,00
DIV.VII	Pekerjaan Struktur												
7	Beton mutu sedang dengan f'c = 20 Mpa (K-250)	M ³	M	4,06	5,00	4,74	5,00	5,68	6,00	7,11	8,00	9,47	10,00
8	Beton mutu rendah dengan f'c = 15 Mpa (K-175) 2	M ³	N2	37,67	38,00	43,95	44,00	52,74	53,00	65,92	66,00	87,89	88,00
9	Baja tulangan U 24 polos	kg	O	2,24	3,00	2,61	3,00	3,14	4,00	3,92	4,00	5,23	6,00
10	Baja tulangan D 32 ulir	Kg	P	2,63	3,00	3,06	4,00	3,68	4,00	4,59	5,00	6,13	7,00
11	Pasangan batu 1	M ³	O1	31,13	32,00	36,31	37,00	43,58	44,00	54,47	55,00	72,63	73,00

Sumber : Lampiran IX.5, No item 9, 12, 14, 16, 17, 20, 21, 23, 24, 25, 26

4.11 Perubahan Network Diagram

Perhitungan waktu penyelesaian baru akibat keterlambatan pekerjaan pada item pekerjaan yang termasuk dalam kegiatan kritis yang ada telah diketahui, maka langkah selanjutnya adalah membuat diagram jaringan kerja baru. Dalam penyusunan diagram kerja baru ini terlebih dahulu dihitung waktu penyelesaian proyek baru akibat keterlambatan pekerjaan atau pengurangan jam kerja efektif sebanyak 1 jam, 2 jam, 3 jam dan 4 jam. Selain itu juga akan dihitung kembali saat paling awal, saat paling lambat dan tenggang waktu kegiatan pada masing-masing jam kerja lembur.

4.11.1 Perubahan Network Diagram Akibat Keterlambatan Pekerjaan 1 Jam

Perhitungan saat paling awal dan saat paling lambat kegiatan akibat keterlambatan pekerjaan sebanyak 1 jam dapat dilihat pada tabel 4.36, gambar diagram jaringan kerja dapat dilihat pada gambar 4.4, sedangkan perhitungan

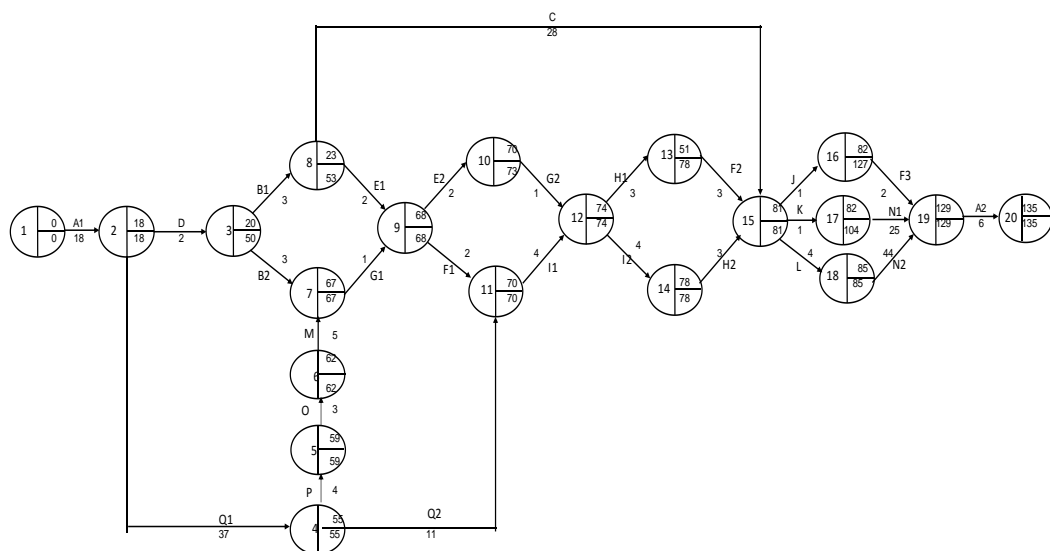
tenggang waktu *total float* (TF), *free float* (FF) dan *independent float* (IF) dapat dilihat pada tabel 4.37

Tabel 4.36 Perhitungan Saat Paling Awal (SPA) dan Saat Paling Lambat (SPL) Kegiatan Akibat Keterlambatan Pekerjaan 1 Jam

No	SPA	Rumus	Perhitungan	SPL	Rumus	Perhitungan
a	b	c	d	e	f	g
1.	SPA ₁	SPA ₁ = SPA ₁	0	SPL ₂₀	SPL ₂₀ = SPA ₂₀	135
2.	SPA ₂	SPA ₁ + LA1	0 + 18 = 18	SPL ₁₉	SPL ₂₀ - LA2	135 - 6 = 129
3.	SPA ₃	SPA ₂ + LD	18 + 2 = 20	SPL ₁₈	SPL ₁₉ - LN2	129 - 44 = 85
4.	SPA ₄	SPA ₂ + LQ1	18 + 37 = 55	SPL ₁₇	SPL ₁₉ - LN1	129 - 25 = 104
5.	SPA ₅	SPA ₄ + LP	55 + 4 = 59	SPL ₁₆	SPL ₁₉ - F3	129 - 2 = 127
6.	SPA ₆	SPA ₅ + LO	59 + 3 = 62	SPL ₁₅	SPL ₁₈ - LL	85 - 4 = 81
7.	SPA ₇	SPA ₆ + LM	62 + 5 = 67	SPL ₁₄	SPL ₁₅ - LH2	81 - 3 = 78
8.	SPA ₈	SPA ₃ + LB1	20 + 3 = 23	SPL ₁₃	SPL ₁₅ - LF2	81 - 3 = 78
9.	SPA ₉	SPA ₇ + LG1	67 + 1 = 68	SPL ₁₂	SPL ₁₄ - LI2	78 - 4 = 74
10.	SPA ₁₀	SPA ₉ + LE2	68 + 2 = 70	SPL ₁₁	SPL ₁₂ - LI1	74 - 4 = 70
11.	SPA ₁₁	SPA ₉ + LF1	68 + 2 = 70	SPL ₁₀	SPL ₁₂ - LG2	74 - 1 = 73
12.	SPA ₁₂	SPA ₁₁ + LI1	70 + 4 = 74	SPL ₉	SPL ₁₁ - LF1	70 - 2 = 68
13.	SPA ₁₃	SPA ₁₂ + LH1	74 + 3 = 77	SPL ₈	SPL ₁₅ - LC	81 - 28 = 53
14.	SPA ₁₄	SPA ₁₂ + LI2	74 + 4 = 78	SPL ₇	SPL ₉ - LG1	68 - 1 = 67
15.	SPA ₁₅	SPA ₁₄ + LH2	78 + 3 = 81	SPL ₆	SPA ₇ - LM	67 - 5 = 62
16.	SPA ₁₆	SPA ₁₅ + LJ	81 + 1 = 82	SPL ₅	SPA ₆ - LO	62 - 3 = 59
17.	SPA ₁₇	SPA ₁₅ + LK	81 + 1 = 82	SPL ₄	SPL ₅ - LP	59 - 4 = 55
18.	SPA ₁₈	SPA ₁₅ + LL	81 + 4 = 85	SPL ₃	SPL ₈ - LB1	53 - 3 = 50
19.	SPA ₁₉	SPA ₁₈ + LN2	85 + 44 = 129	SPL ₂	SPL ₄ - LQ1	55 - 37 = 18
20.	SPA ₂₀	SPA ₁₉ + LA2	129 + 6 = 135	SPL ₁	SPL ₂ - LA1	18 - 18 = 0

Sumber : Hasil Analisa

Gambar *Network Diagram* untuk waktu penyelesaian akibat keterlambatan pekerjaan 1 jam dapat dilihat pada gambar 4.4



Gambar 4.4 Network Diagram Untuk Waktu Pelaksanaan Akibat Keterlambatan Pekerjaan 1

Jam

Tabel 4.37 Perhitungan Total Float, Free Float dan Independent Float Akibat Keterlambatan Pekerjaan 1 Jam

No	Uraian Kegiatan	Simbol Kegiatan	SPLj	SPAj	L	SPLi	SPAi	TF	FF	FF
a	b	d	c	d	e	f	g	$h = c - e - g$	$i = d - e - g$	$j = d - e - f$
DIV.I	Umum									
1	Mobilisasi	A1	18	18	18	0	0	0	0	0
2	Demobilisasi	A2	135	135	6	129	129	0	0	0
DIV.II	Drainase									
3	Galian untuk selokan, drainase dan selokan air 1	B1	53	23	3	50	20	30	0	-30
4	Galian untuk selokan, drainase dan selokan air 2	B2	67	67	3	50	20	44	44	14
5	Pasangan batu dengan mortar	C	81	81	28	53	23	30	30	0
DIV.III	Pekerjaan tanah									
6	Galian batu	D	50	20	2	18	18	30	0	0
7	Timbunan biasa 1	E1	68	68	2	53	23	43	43	13
8	Timbunan biasa 2	E2	73	70	2	68	68	3	0	0
9	Timbunan pilihan 1	F1	70	70	2	68	68	0	0	0
10	Timbunan pilihan 2	F2	81	81	3	78	51	27	27	0
11	Timbunan pilihan 3	F3	129	129	2	127	82	45	45	0
12	Penyiapan badan jalan 1	G1	68	68	1	67	67	0	0	0
13	Penyiapan badan jalan 2	G2	74	74	1	73	70	3	3	0
DIV.V	Pekerjaan Perkerasan Berbutir									
14	Lapis pondasi agregat kelas A 1	H1	78	51	3	74	74	1	-26	-26
15	Lapis pondasi agregat kelas A 2	H2	81	81	3	78	78	0	0	0
16	Lapis pondasi agregat kelas B 1	I1	74	74	4	70	70	0	0	0
17	Lapis pondasi agregat kelas B 2	I2	78	78	4	74	74	0	0	0
DIV.VI	Pekerjaan Perkerasan Aspal									
18	Lapis resap pengikat-aspal cair	J	127	82	1	81	81	45	0	0
19	Lapis perekat-aspal cair	K	104	82	1	81	81	22	0	0
20	Lataston-lapis pondasi (HRS-Base)	L	85	85	4	81	81	0	0	0
DIV.VII	Pekerjaan Struktur									
21	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 20$ Mpa (K-250)	M	67	67	5	62	62	0	0	0
22	Beton mutu rendah dengan $f_c' = 15$ Mpa (K-175) 1	N1	129	129	25	104	82	22	22	0
23	Beton mutu rendah dengan $f_c' = 15$ Mpa (K-175) 2	N2	129	129	44	85	85	0	0	0
24	Baja tulangan U 24 polos	O	62	62	3	59	59	0	0	0
25	Baja tulangan D 32 ulir	P	59	59	4	55	55	0	0	0
26	Pasangan batu 1	Q1	55	55	37	18	18	0	0	0
27	Pasangan batu 2	Q2	70	70	11	55	55	4	4	4

Sumber : Hasil Analisa

Pada gambar 4.4 menyatakan bahwa keterlambatan pekerjaan sebanyak 1 jam sehingga jam kerja efektif menjadi 6 jam kerja efektif atau pengurangan 1 jam kerja efektif menyebabkan waktu pelaksanaan proyek menjadi bertambah dari waktu pelaksanaan proyek normal yaitu 122 hari kerja. Setelah pengurangan jam kerja efektif sebanyak 1 jam sehingga jam kerja efektif menjadi 6 jam pada item-item pekerjaan yang termasuk pada jalur kritis, maka waktu pelaksanaan proyek bertambah menjadi 135 hari kerja. Berdasarkan hasil yang diperoleh maka dapat disimpulkan bahwa diagram jaringan kerja yang dibuat mengalami keterlambatan 13 hari. Untuk pembuktian item-item pekerjaan tersebut termasuk dalam jalur kritis

dapat dilihat pada tabel 4.37 dimana suatu item pekerjaan disebut kritis apabila *Total Float*, *Free Float* dan *Independent Float* sama dengan nol.

Peristiwa kritis adalah peristiwa yang tidak mempunyai tenggang waktu kegiatan, atau peristiwa yang mempunyai SPA sama dengan SPL. Pekerjaan kritis adalah kegiatan atau pekerjaan yang paling sensitif terhadap keterlambatan. Suatu kegiatan disebut kritis bila terletak diantara dua peristiwa kritis. Jalur atau lintasan kritis adalah jalur atau lintasan yang terdiri dari kegiatan-kegiatan kritis. Ketentuan sebuah jalur kritis yaitu umur jalur kritis sama dengan umur proyek dan jalur kritis adalah jalur yang paling lama masa pelaksanaan dari semua jalur. Berdasarkan gambar 4.4 maka peristiwa kritis, kegiatan kritis dan lintasan kritis dapat diketahui. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.38 dan tabel 4.39 pembuktian jalur kritis

Tabel 4.38 Peristiwa Kritis, Kegiatan Kritis, dan Lintasan Kritis Akibat Keterlambatan Pekerjaan 1 Jam

Peristiwa kritis	Kegiatan kritis	Lintasan Kritis
a	b	c
1, 2, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 12, 14, 15, 18, 19, 20	A1, Q1, P, O, M, G1, F1, I1, I2, H2, L, N2, A2	1 – A1 – 2 – Q1 – 4 – P – 5 – O – 6 – M – 7 – G1 – 9 – F1 – 11 – I1 – 12 – I2 – 14 – H2 – 15 – L – 18 – N2 – 19 – A2 – 20

Sumber : Hasil Analisa

Tabel 4.39 Pembuktian Lintasan Kritis Akibat Keterlambatan Pekerjaan 1 Jam

No	Uraian Kegiatan	Simbol Kegiatan	Waktu Penyelesaian (Hari)
a	b	c	d
1	Mobilisasi	A1	18
2	Pasangan batu 1	Q1	37
3	Baja tulangan D 32 ulir	P	4
4	Baja tulangan U 24 polos	O	3
5	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 20$ Mpa (K-250)	M	5
6	Penyiapan badan jalan 1	G1	1
7	Timbunan pilihan 1	F1	2
8	Lapis pondasi agregat kelas B 1	I1	4
9	Lapis pondasi agregat kelas B 2	I2	4
10	Lapis pondasi agregat kelas A 2	H2	3
11	Lataston-lapis pondasi (<i>HRS-Base</i>)	L	4
12	Beton mutu rendah dengan $f_c' = 15$ Mpa (K-175) 2	N2	44
13	Demobilisasi	A2	6
	Total		135

Sumber : Hasil Analisa

4.11.2 Perubahan *Network Diagram* Akibat Keterlambatan Pekerjaan 2 Jam

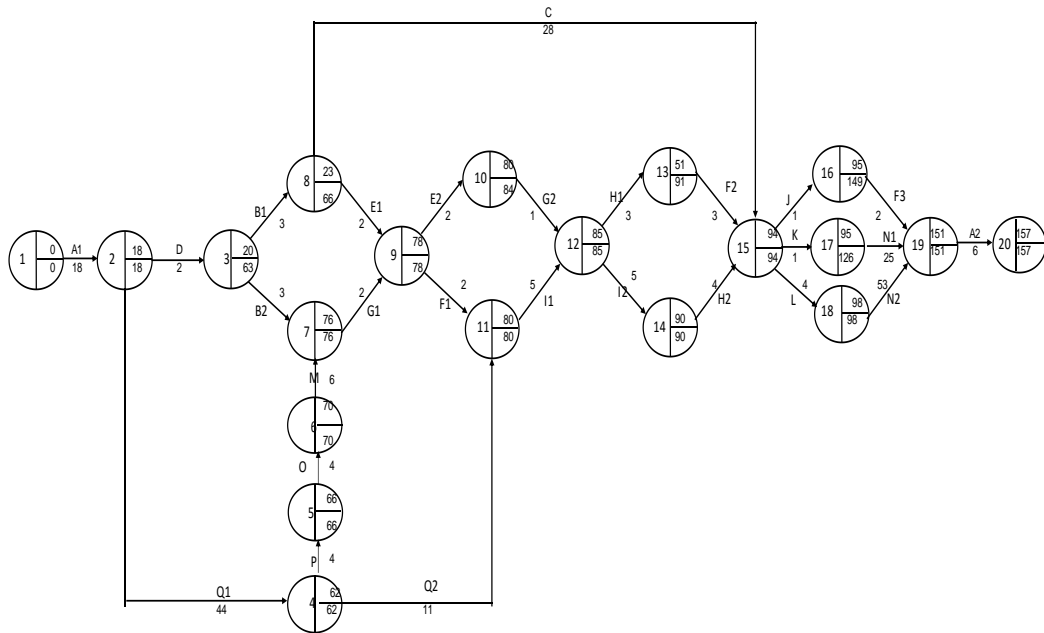
Perhitungan saat paling awal dan saat paling lambat kegiatan akibat keterlambatan pekerjaan sebanyak 2 jam dapat dilihat pada tabel 4.40, gambar diagram jaringan kerja dapat dilihat pada gambar 4.5, sedangkan perhitungan tenggang waktu *total float* (TF), *free float* (FF) dan *independent float* (IF) dapat dilihat pada tabel 4.41

Tabel 4.40 Perhitungan Saat Paling Awal (SPA) dan Saat Paling Lambat (SPL) Kegiatan Akibat Keterlambatan Pekerjaan 2 Jam

No	SPA	Rumus	Perhitungan	SPL	Rumus	Perhitungan
a	b	c	d	e	f	g
1.	SPA ₁	SPA ₁ = SPA ₁	0	SPL ₂₀	SPL ₂₀ = SPA ₂₀	157
2.	SPA ₂	SPA ₁ + LA1	0 + 18 = 18	SPL ₁₉	SPL ₂₀ - LA2	157 - 6 = 151
3.	SPA ₃	SPA ₂ + LD	18 + 2 = 20	SPL ₁₈	SPL ₁₉ - LN2	151 - 53 = 98
4.	SPA ₄	SPA ₂ + LQ1	18 + 44 = 62	SPL ₁₇	SPL ₁₉ - LN1	151 - 25 = 126
5.	SPA ₅	SPA ₄ + LP	62 + 4 = 66	SPL ₁₆	SPL ₁₉ - F3	151 - 2 = 149
6.	SPA ₆	SPA ₅ + LO	66 + 4 = 70	SPL ₁₅	SPL ₁₈ - LL	98 - 4 = 94
7.	SPA ₇	SPA ₆ + LM	70 + 6 = 76	SPL ₁₄	SPL ₁₅ - LH2	94 - 4 = 90
8.	SPA ₈	SPA ₃ + LB1	20 + 3 = 23	SPL ₁₃	SPL ₁₅ - LF2	94 - 3 = 91
9.	SPA ₉	SPA ₇ + LG1	76 + 2 = 78	SPL ₁₂	SPL ₁₄ - LI2	90 - 5 = 85
10.	SPA ₁₀	SPA ₉ + LE2	78 + 2 = 80	SPL ₁₁	SPL ₁₂ - LI1	85 - 5 = 80
11.	SPA ₁₁	SPA ₉ + LF1	78 + 2 = 80	SPL ₁₀	SPL ₁₂ - LG2	85 - 1 = 84
12.	SPA ₁₂	SPA ₁₁ + LI1	80 + 5 = 85	SPL ₉	SPL ₁₁ - LF1	80 - 2 = 78
13.	SPA ₁₃	SPA ₁₂ + LH1	85 + 3 = 88	SPL ₈	SPL ₁₅ - LC	94 - 28 = 66
14.	SPA ₁₄	SPA ₁₂ + LI2	85 + 5 = 90	SPL ₇	SPL ₉ - LG1	78 - 2 = 76
15.	SPA ₁₅	SPA ₁₄ + LH2	90 + 4 = 94	SPL ₆	SPA ₇ - LM	76 - 6 = 70
16.	SPA ₁₆	SPA ₁₅ + LJ	94 + 1 = 95	SPL ₅	SPA ₆ - LO	70 - 4 = 66
17.	SPA ₁₇	SPA ₁₅ + LK	94 + 1 = 95	SPL ₄	SPL ₅ - LP	66 - 4 = 62
18.	SPA ₁₈	SPA ₁₅ + LL	94 + 4 = 98	SPL ₃	SPL ₈ - LB1	66 - 3 = 63
19.	SPA ₁₉	SPA ₁₈ + LN2	98 + 53 = 151	SPL ₂	SPL ₄ - LQ1	62 - 44 = 18
20.	SPA ₂₀	SPA ₁₉ + LA2	151 + 6 = 157	SPL ₁	SPL ₂ - LA1	18 - 18 = 0

Sumber : Hasil Analisa

Gambar *Network Diagram* untuk waktu penyelesaian akibat keterlambatan pekerjaan 2 jam dapat dilihat pada gambar 4.5



Gambar 4.5 Network Diagram Untuk Waktu Pelaksanaan Akibat Keterlambatan Pekerjaan 2 Jam

Tabel 4.41 Perhitungan Total Float, Free Float dan Independent Float Akibat Keterlambatan Pekerjaan 2 Jam

No	Uraian Kegiatan	Simbol Kegiatan	SPLj	SPAj	L	SPLi	SPAi	TF	FF	IF
a	b	d	c	d	e	f	g	$h = c - e - g$	$i = d - e - g$	$j = d - e - f$
DIV.I Umum										
1	Mobilisasi	A1	18	18	18	0	0	0	0	0
2	Demobilisasi	A2	157	157	6	151	151	0	0	0
DIV.II Drainase										
3	Galian untuk selokan, drainase dan selokan air 1	B1	66	23	3	63	20	43	0	-43
4	Galian untuk selokan, drainase dan selokan air 2	B2	76	76	3	63	20	53	53	10
5	Pasangan batu dengan mortar	C	94	94	28	66	23	43	43	0
DIV.III Pekerjaan tanah										
6	Galian batu	D	63	20	2	18	18	43	0	0
7	Timbunan biasa 1	E1	78	78	2	66	23	53	53	10
8	Timbunan biasa 2	E2	84	80	2	78	78	4	0	0
9	Timbunan pilihan 1	F1	80	80	2	78	78	0	0	0
10	Timbunan pilihan 2	F2	94	94	3	91	51	40	40	0
11	Timbunan pilihan 3	F3	151	151	2	149	95	54	54	0
12	Penyiapan badan jalan 1	G1	78	78	2	76	76	0	0	0
13	Penyiapan badan jalan 2	G2	85	85	1	84	80	4	4	0
DIV.V Pekerjaan Perkerasan Berbutir										
14	Lapis pondasi agregat kelas A 1	H1	91	51	3	85	85	3	-37	-37
15	Lapis pondasi agregat kelas A 2	H2	94	94	4	90	90	0	0	0
16	Lapis pondasi agregat kelas B 1	I1	85	85	5	80	80	0	0	0
17	Lapis pondasi agregat kelas B 2	I2	90	90	5	85	85	0	0	0

Lanjutan Tabel 4.41 Perhitungan *Total Float*, *Free Float* dan *Independent Float* Akibat Keterlambatan Pekerjaan 2 Jam

DIV.VI	Pekerjaan Perkerasan Aspal									
18	Lapis resap pengikat-aspal cair	J	149	95	1	94	94	54	0	0
19	Lapis perekat-aspal cair	K	126	95	1	94	94	31	0	0
20	Lataston-lapis pondasi (<i>HRS-Base</i>)	L	98	98	4	94	94	0	0	0
DIV.VII	Pekerjaan Struktur									
21	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 20$ Mpa (K-250)	M	76	76	6	70	70	0	0	0
22	Beton mutu rendah dengan $f_c' = 15$ Mpa (K-175) 1	N1	151	151	25	126	95	31	31	0
23	Beton mutu rendah dengan $f_c' = 15$ Mpa (K-175) 2	N2	151	151	53	98	98	0	0	0
24	Baja tulangan U 24 polos	O	70	70	4	66	66	0	0	0
25	Baja tulangan D 32 ulir	P	66	66	4	62	62	0	0	0
26	Pasangan batu 1	Q1	62	62	44	18	18	0	0	0
27	Pasangan batu 2	Q2	80	80	11	62	62	7	7	7

Sumber : Hasil Analisa

Pada gambar 4.5 menyatakan bahwa keterlambatan pekerjaan sebanyak 2 jam sehingga jam kerja efektif menjadi 5 jam kerja efektif atau pengurangan 2 jam kerja efektif menyebabkan waktu pelaksanaan proyek menjadi bertambah dari waktu pelaksanaan proyek normal yaitu 122 hari kerja. Setelah pengurangan jam kerja efektif sebanyak 2 jam sehingga jam kerja efektif menjadi 5 jam pada item-item pekerjaan yang termasuk pada jalur kritis, maka waktu pelaksanaan proyek bertambah menjadi 157 hari kerja. Berdasarkan hasil yang diperoleh maka dapat disimpulkan bahwa diagram jaringan kerja yang dibuat mengalami keterlambatan 35 hari. Untuk pembuktian item-item pekerjaan tersebut termasuk dalam jalur kritis dapat dilihat pada tabel 4.41 dimana suatu item pekerjaan disebut kritis apabila *Total Float*, *Free Float* dan *Independent Float* sama dengan nol.

Peristiwa kritis adalah peristiwa yang tidak mempunyai tenggang waktu kegiatan, atau peristiwa yang mempunyai SPA sama dengan SPL. Pekerjaan kritis adalah kegiatan atau pekerjaan yang paling sensitif terhadap keterlambatan. Suatu kegiatan disebut kritis bila terletak diantara dua peristiwa kritis. Jalur atau lintasan kritis adalah jalur atau lintasan yang terdiri dari kegiatan-kegiatan kritis. Ketentuan sebuah jalur kritis yaitu umur jalur kritis sama dengan umur proyek dan jalur kritis adalah jalur yang paling lama masa pelaksanaan dari semua jalur. Berdasarkan gambar 4.5 maka peristiwa kritis, kegiatan kritis dan lintasan kritis dapat diketahui. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.42 dan tabel 4.43 pembuktian jalur kritis

Tabel 4.42 Peristiwa Kritis, Kegiatan Kritis, dan Lintasan Kritis Akibat Keterlambatan Pekerjaan 2 Jam

Peristiwa kritis	Kegiatan kritis	Lintasan Kritis
a	b	c
1, 2, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 12, 14, 15, 18, 19, 20	A1, Q1, P, O, M, G1, F1, I1, I2, H2, L, N2, A2	1 – A1 – 2 – Q1 – 4 – P – 5 – O – 6 – M – 7 – G1 – 9 – F1 – 11 – I1 – 12 – I2 – 14 – H2 – 15 – L – 18 – N2 – 19 – A2 – 20

Sumber : Hasil Analisa

Tabel 4.43 Pembuktian Lintasan Kritis Akibat Keterlambatan Pekerjaan 2 Jam

No	Uraian Kegiatan	Simbol Kegiatan	Waktu Penyelesaian (Hari)
a	b	c	d
1	Mobilisasi	A1	18
2	Pasangan batu 1	Q1	44
3	Baja tulangan D 32 ulir	P	4
4	Baja tulangan U 24 polos	O	4
5	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 20$ Mpa (K-250)	M	6
6	Penyiapan badan jalan 1	G1	2
7	Timbunan pilihan 1	F1	2
8	Lapis pondasi agregat kelas B 1	I1	5
9	Lapis pondasi agregat kelas B 2	I2	5
10	Lapis pondasi agregat kelas A 2	H2	4
11	Lataston-lapis pondasi (HRS-Base)	L	4
12	Beton mutu rendah dengan $f_c' = 15$ Mpa (K-175) 2	N2	53
13	Demobilisasi	A2	6
	Total		157

Sumber : Hasil Analisa

4.11.3 Perubahan *Network Diagram* Akibat Keterlambatan Pekerjaan 3 Jam

Perhitungan saat paling awal dan saat paling lambat kegiatan akibat keterlambatan pekerjaan sebanyak 3 jam dapat dilihat pada tabel 4.44, gambar diagram jaringan kerja dapat dilihat pada gambar 4.6, sedangkan perhitungan *total float* (TF), *free float* (FF) dan *independent float* (IF) dapat dilihat pada tabel 4.45

Tabel 4.44 Perhitungan Saat Paling Awal (SPA) dan Saat Paling Lambat (SPL) Kegiatan Akibat Keterlambatan Pekerjaan 3 Jam

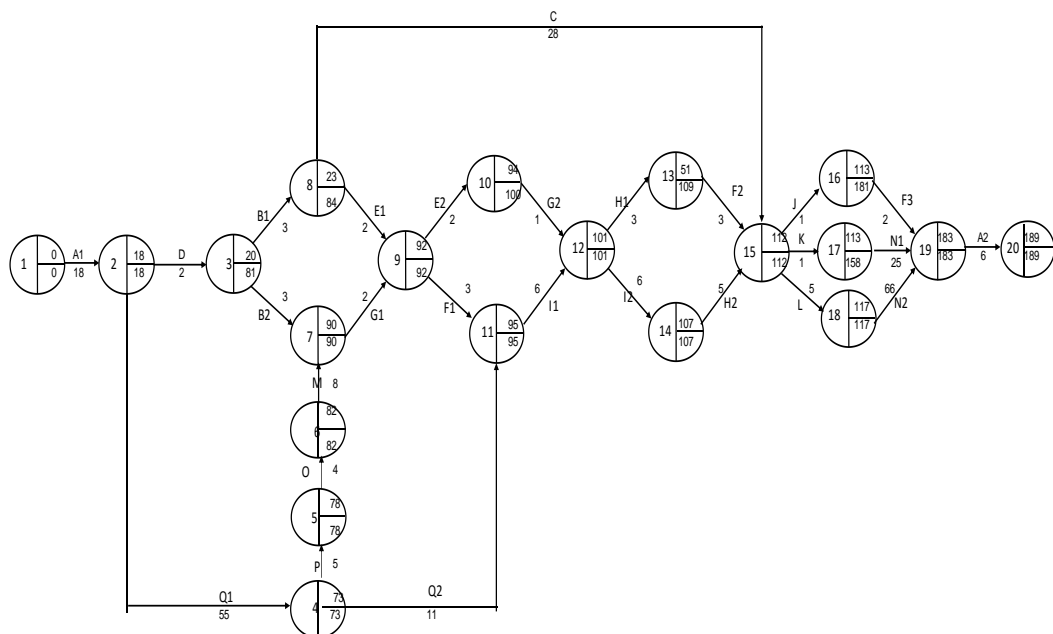
No	SPA	Rumus	Perhitungan	SPL	Rumus	Perhitungan
a	b	c	d	e	f	g
1.	SPA ₁	SPA ₁ = SPA ₁	0	SPL ₂₀	SPL ₂₀ = SPA ₂₀	189
2.	SPA ₂	SPA ₁ + LA1	0 + 18 = 18	SPL ₁₉	SPL ₂₀ - LA2	189 - 6 = 183
3.	SPA ₃	SPA ₂ + LD	18 + 2 = 20	SPL ₁₈	SPL ₁₉ - LN2	183 - 66 = 117

Lanjutan Tabel 4.44 Perhitungan Saat Paling Awal (SPA) dan Saat Paling Lambat (SPL) Kegiatan Akibat Keterlambatan Pekerjaan 3 Jam

4.	SPA ₄	SPA ₂ + LQ1	18 + 55 = 73	SPL ₁₇	SPL ₁₉ - LN1	183 - 25 = 158
5.	SPA ₅	SPA ₄ + LP	73 + 5 = 78	SPL ₁₆	SPL ₁₉ - F3	183 - 2 = 181
6.	SPA ₆	SPA ₅ + LO	78 + 4 = 82	SPL ₁₅	SPL ₁₈ - LL	117 - 5 = 112
7.	SPA ₇	SPA ₆ + LM	82 + 8 = 90	SPL ₁₄	SPL ₁₅ - LH2	112 - 5 = 107
8.	SPA ₈	SPA ₃ + LB1	20 + 3 = 23	SPL ₁₃	SPL ₁₅ - LF2	112 - 3 = 109
9.	SPA ₉	SPA ₇ + LG1	90 + 2 = 92	SPL ₁₂	SPL ₁₄ - LI2	107 - 6 = 101
10.	SPA ₁₀	SPA ₉ + LE2	92 + 2 = 94	SPL ₁₁	SPL ₁₂ - LI1	101 - 6 = 95
11.	SPA ₁₁	SPA ₉ + LF1	92 + 3 = 95	SPL ₁₀	SPL ₁₂ - LG2	101 - 1 = 100
12.	SPA ₁₂	SPA ₁₁ + LI1	95 + 6 = 101	SPL ₉	SPL ₁₁ - LF1	95 - 3 = 92
13.	SPA ₁₃	SPA ₁₂ + LH1	101 + 3 = 104	SPL ₈	SPL ₁₅ - LC	112 - 28 = 84
14.	SPA ₁₄	SPA ₁₂ + LI2	101 + 6 = 107	SPL ₇	SPL ₉ - LG1	92 - 2 = 90
15.	SPA ₁₅	SPA ₁₄ + LH2	107 + 5 = 112	SPL ₆	SPA ₇ - LM	90 - 8 = 82
16.	SPA ₁₆	SPA ₁₅ + LJ	112 + 1 = 113	SPL ₅	SPA ₆ - LO	82 - 4 = 78
17.	SPA ₁₇	SPA ₁₅ + LK	112 + 1 = 113	SPL ₄	SPL ₅ - LP	78 - 5 = 73
18.	SPA ₁₈	SPA ₁₅ + LL	112 + 5 = 117	SPL ₃	SPL ₈ - LB1	84 - 3 = 81
19.	SPA ₁₉	SPA ₁₈ + LN2	117 + 66 = 183	SPL ₂	SPL ₄ - LQ1	73 - 55 = 18
20.	SPA ₂₀	SPA ₁₉ + LA2	183 + 6 = 189	SPL ₁	SPL ₂ - LA1	18 - 18 = 0

Sumber : Hasil Analisa

Gambar *Network Diagram* untuk waktu penyelesaian akibat keterlambatan pekerjaan 3 jam dapat dilihat pada gambar 4.6



Gambar 4.6 Network Diagram Untuk Waktu Pelaksanaan Akibat Keterlambatan Pekerjaan 3

Jam

Tabel 4.45 Perhitungan Total Float, Free Float dan Independent Float Akibat Keterlambatan Pekerjaan 3 Jam

No	Uraian Kegiatan	Simbol Kegiatan	SPLj	SPAj	L	SPLi	SPAi	TF	FF	FF
a	b	d	c	d	e	f	g	h = c - e - g	i = d - e - g	j = d - e - f
DIV.I	Umum									
1	Mobilisasi	A1	18	18	18	0	0	0	0	0
2	Demobilisasi	A2	189	189	6	183	183	0	0	0
DIV.II	Drainase									
3	Galian untuk selokan, drainase dan selokan air 1	B1	84	23	3	63	20	61	0	-43
4	Galian untuk selokan, drainase dan selokan air 2	B2	90	90	3	81	20	67	67	6
5	Pasangan batu dengan mortar	C	112	112	28	84	23	61	61	0
DIV.III	Pekerjaan tanah									
6	Galian batu	D	81	20	2	18	18	61	0	0
7	Timbunan biasa 1	E1	92	92	2	84	23	67	67	6
8	Timbunan biasa 2	E2	100	94	2	92	92	6	0	0
9	Timbunan pilihan 1	F1	95	95	3	92	92	0	0	0
10	Timbunan pilihan 2	F2	112	112	3	109	51	58	58	0
11	Timbunan pilihan 3	F3	183	183	2	181	113	68	68	0
12	Penyiapan badan jalan 1	G1	92	92	2	90	90	0	0	0
13	Penyiapan badan jalan 2	G2	101	101	1	100	94	6	6	0
DIV.V	Pekerjaan Perkerasan Berbutir									
14	Lapis pondasi agregat kelas A 1	H1	109	51	3	101	101	5	-53	-53
15	Lapis pondasi agregat kelas A 2	H2	112	112	5	107	107	0	0	0
16	Lapis pondasi agregat kelas B 1	I1	101	101	6	95	95	0	0	0
17	Lapis pondasi agregat kelas B 2	I2	107	107	6	101	101	0	0	0
DIV.VI	Pekerjaan Perkerasan Aspal									
18	Lapis resap pengikat-aspal cair	J	181	113	1	112	112	68	0	0
19	Lapis perekat-aspal cair	K	158	113	1	112	112	45	0	0
20	Lataston-lapis pondasi (HRS-Base)	L	117	117	5	112	112	0	0	0
DIV.VII	Pekerjaan Struktur									
21	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 20$ Mpa (K-250)	M	90	90	8	82	82	0	0	0
22	Beton mutu rendah dengan $f_c' = 15$ Mpa (K-175) 1	N1	183	183	25	158	113	45	45	0
23	Beton mutu rendah dengan $f_c' = 15$ Mpa (K-175) 2	N2	183	183	66	117	117	0	0	0
24	Baja tulangan U 24 polos	O	82	82	4	78	78	0	0	0
25	Baja tulangan D 32 ulir	P	78	78	5	73	73	0	0	0
26	Pasangan batu 1	Q1	73	73	55	18	18	0	0	0
27	Pasangan batu 2	Q2	95	95	11	73	73	11	11	11

Sumber : Hasil Analisa

Pada gambar 4.6 menyatakan bahwa keterlambatan pekerjaan sebanyak 3 jam sehingga jam kerja efektif menjadi 4 jam kerja efektif atau pengurangan 3 jam kerja efektif menyebabkan waktu pelaksanaan proyek menjadi bertambah dari waktu pelaksanaan proyek normal yaitu 122 hari kerja. Setelah pengurangan jam kerja efektif sebanyak 3 jam sehingga jam kerja efektif menjadi 4 jam pada item-item pekerjaan yang termasuk pada jalur kritis, maka waktu pelaksanaan proyek bertambah menjadi 189 hari kerja. Berdasarkan hasil yang diperoleh maka dapat disimpulkan bahwa diagram jaringan kerja yang dibuat mengalami keterlambatan

67 hari. Untuk pembuktian item-item pekerjaan tersebut termasuk dalam jalur kritis dapat dilihat pada tabel 4.45 dimana suatu item pekerjaan disebut kritis apabila *Total Float*, *Free Float* dan *Independent Float* sama dengan nol.

Peristiwa kritis adalah peristiwa yang tidak mempunyai tenggang waktu kegiatan, atau peristiwa yang mempunyai SPA sama dengan SPL. Pekerjaan kritis adalah kegiatan atau pekerjaan yang paling sensitif terhadap keterlambatan. Suatu kegiatan disebut kritis bila terletak diantara dua peristiwa kritis. Jalur atau lintasan kritis adalah jalur atau lintasan yang terdiri dari kegiatan-kegiatan kritis. Ketentuan sebuah jalur kritis yaitu umur jalur kritis sama dengan umur proyek dan jalur kritis adalah jalur yang paling lama masa pelaksanaan dari semua jalur. Berdasarkan gambar 4.6 maka peristiwa kritis, kegiatan kritis dan lintasan kritis dapat diketahui. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.46 dan tabel 4.47 pembuktian jalur kritis

Tabel 4.46 Peristiwa Kritis, Kegiatan Kritis, dan Lintasan Kritis Akibat Keterlambatan Pekerjaan 3 Jam

Peristiwa kritis	Kegiatan kritis	Lintasan Kritis
a	b	c
1, 2, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 12, 14, 15, 18, 19, 20	A1, Q1, P, O, M, G1, F1, I1, I2, H2, L, N2, A2	1 – A1 – 2 – Q1 – 4 – P – 5 – O – 6 – M – 7 – G1 – 9 – F1 – 11 – I1 – 12 – I2 – 14 – H2 – 15 – L – 18 – N2 – 19 – A2 - 20

Sumber : Hasil Analisa

Tabel 4.47 Pembuktian Lintasan Kritis Akibat Keterlambatan Pekerjaan 3 Jam

No	Uraian Kegiatan	Simbol Kegiatan	Waktu Penyelesaian (Hari)
a	b	c	d
1	Mobilisasi	A1	18
2	Pasangan batu 1	Q1	55
3	Baja tulangan D 32 ulir	P	5
4	Baja tulangan U 24 polos	O	4
5	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 20$ Mpa (K-250)	M	8
6	Penyiapan badan jalan 1	G1	2
7	Timbunan pilihan 1	F1	3
8	Lapis pondasi agregat kelas B 1	I1	6
9	Lapis pondasi agregat kelas B 2	I2	6
10	Lapis pondasi agregat kelas A 2	H2	5
11	Lataston-lapis pondasi (<i>HRS-Base</i>)	L	5
12	Beton mutu rendah dengan $f_c' = 15$ Mpa (K-175) 2	N2	66
13	Demobilisasi	A2	6
	Total		189

Sumber : Hasil Analisa

4.11.4 Perubahan *Network Diagram* Akibat Keterlambatan Pekerjaan 4 Jam

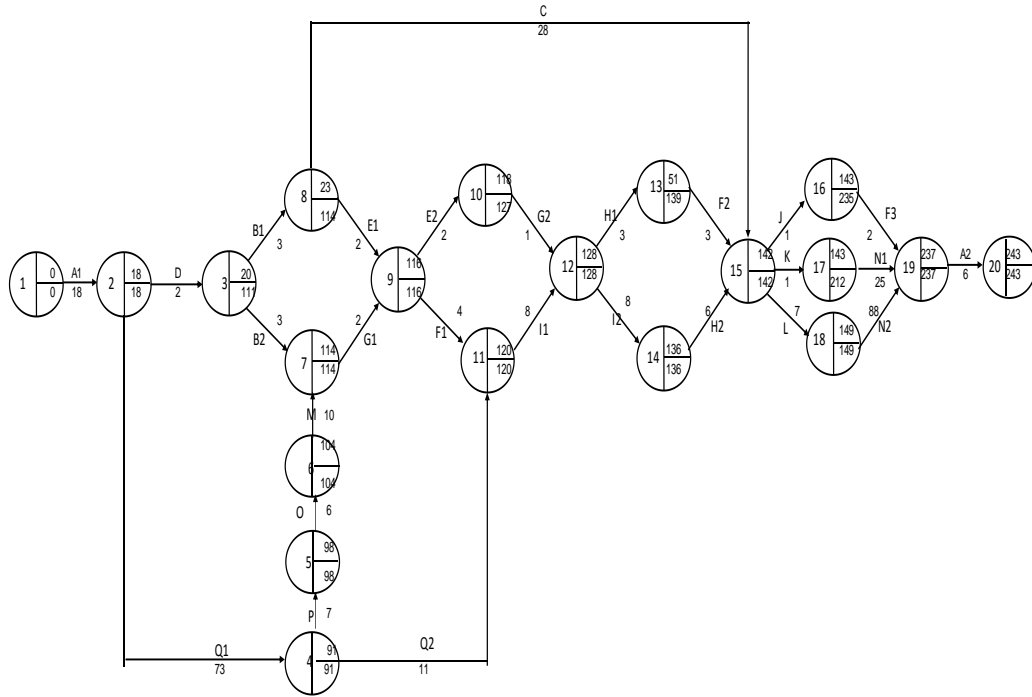
Perhitungan saat paling awal dan saat paling lambat kegiatan akibat keterlambatan pekerjaan sebanyak 4 jam dapat dilihat pada tabel 4.48, gambar diagram jaringan kerja dapat dilihat pada gambar 4.7, sedangkan perhitungan *total float* (TF), *free float* (FF) dan *independent float* (IF) dapat dilihat pada tabel 4.49

Tabel 4.48 Perhitungan Saat Paling Awal (SPA) dan Saat Paling Lambat (SPL) Kegiatan Akibat Keterlambatan Pekerjaan 4 Jam

No	SPA	Rumus	Perhitungan	SPL	Rumus	Perhitungan
a	b	c	d	e	f	g
1.	SPA ₁	SPA ₁ = SPA ₁	0	SPL ₂₀	SPL ₂₀ = SPA ₂₀	243
2.	SPA ₂	SPA ₁ + LA1	0 + 18 = 18	SPL ₁₉	SPL ₂₀ - LA2	243 - 6 = 237
3.	SPA ₃	SPA ₂ + LD	18 + 2 = 20	SPL ₁₈	SPL ₁₉ - LN2	237 - 88 = 149
4.	SPA ₄	SPA ₂ + LQ1	18 + 73 = 91	SPL ₁₇	SPL ₁₉ - LN1	237 - 25 = 212
5.	SPA ₅	SPA ₄ + LP	91 + 7 = 98	SPL ₁₆	SPL ₁₉ - F3	237 - 2 = 235
6.	SPA ₆	SPA ₅ + LO	98 + 6 = 104	SPL ₁₅	SPL ₁₈ - LL	149 - 7 = 142
7.	SPA ₇	SPA ₆ + LM	104 + 10 = 114	SPL ₁₄	SPL ₁₅ - LH2	142 - 6 = 136
8.	SPA ₈	SPA ₃ + LB1	20 + 3 = 23	SPL ₁₃	SPL ₁₅ - LF2	142 - 3 = 139
9.	SPA ₉	SPA ₇ + LG1	114 + 2 = 116	SPL ₁₂	SPL ₁₄ - LI2	136 - 8 = 128
10.	SPA ₁₀	SPA ₉ + LE2	116 + 2 = 118	SPL ₁₁	SPL ₁₂ - LI1	128 - 8 = 120
11.	SPA ₁₁	SPA ₉ + LF1	116 + 4 = 120	SPL ₁₀	SPL ₁₂ - LG2	128 - 1 = 127
12.	SPA ₁₂	SPA ₁₁ + LI1	120 + 8 = 128	SPL ₉	SPL ₁₁ - LF1	120 - 4 = 116
13.	SPA ₁₃	SPA ₁₂ + LH1	128 + 3 = 131	SPL ₈	SPL ₁₅ - LC	142 - 28 = 114
14.	SPA ₁₄	SPA ₁₂ + LI2	128 + 8 = 136	SPL ₇	SPL ₉ - LG1	116 - 2 = 114
15.	SPA ₁₅	SPA ₁₄ + LH2	136 + 6 = 142	SPL ₆	SPA ₇ - LM	114 - 10 = 104
16.	SPA ₁₆	SPA ₁₅ + LJ	142 + 1 = 143	SPL ₅	SPA ₆ - LO	104 - 6 = 98
17.	SPA ₁₇	SPA ₁₅ + LK	142 + 1 = 143	SPL ₄	SPL ₅ - LP	98 - 7 = 91
18.	SPA ₁₈	SPA ₁₅ + LL	142 + 7 = 149	SPL ₃	SPL ₈ - LB1	114 - 3 = 111
19.	SPA ₁₉	SPA ₁₈ + LN2	149 + 88 = 237	SPL ₂	SPL ₄ - LQ1	91 - 73 = 18
20.	SPA ₂₀	SPA ₁₉ + LA2	237 + 6 = 243	SPL ₁	SPL ₂ - LA1	18 - 18 = 0

Sumber : Hasil Analisa

Gambar *Network Diagram* untuk waktu penyelesaian akibat keterlambatan pekerjaan 4 jam dapat dilihat pada gambar 4.7



Gambar 4.7 Network Diagram Untuk Waktu Pelaksanaan Akibat Keterlambatan Pekerjaan 4 Jam

Tabel 4.49 Perhitungan Total Float, Free Float dan Independent Float Akibat Keterlambatan Pekerjaan 4 Jam

No	Uraian Kegiatan	Simbol Kegiatan	SPLj	SPAj	L	SPLi	SPAi	TF	FF	IF
a	b	d	c	d	e	f	g	$h = c - e - g$	$i = d - e - g$	$j = d - e - f$
DIV.I Umum										
1	Mobilisasi	A1	18	18	18	0	0	0	0	0
2	Demobilisasi	A2	243	243	6	237	237	0	0	0
DIV.II Drainase										
3	Galian untuk selokan, drainase dan selokan air 1	B1	114	23	3	111	20	91	0	-91
4	Galian untuk selokan, drainase dan selokan air 2	B2	114	114	3	111	20	91	91	0
5	Pasangan batu dengan mortar	C	142	142	28	114	23	91	91	0
DIV.III Pekerjaan tanah										
6	Galian batu	D	111	20	2	18	18	91	0	0
7	Timbunan biasa 1	E1	116	116	2	114	23	91	91	0
8	Timbunan biasa 2	E2	127	118	2	116	116	9	0	0
9	Timbunan pilihan 1	F1	120	120	4	116	116	0	0	0
10	Timbunan pilihan 2	F2	142	142	3	139	51	88	88	0
11	Timbunan pilihan 3	F3	237	237	2	235	143	92	92	0
12	Penyiapan badan jalan 1	G1	116	116	2	114	114	0	0	0
13	Penyiapan badan jalan 2	G2	128	128	1	127	118	9	9	0
DIV.V Pekerjaan Perkerasan Berbutir										
14	Lapis pondasi agregat kelas A 1	H1	139	51	3	128	128	8	-80	-80
15	Lapis pondasi agregat kelas A 2	H2	142	142	6	136	136	0	0	0
16	Lapis pondasi agregat kelas B 1	I1	128	128	8	120	120	0	0	0
17	Lapis pondasi agregat kelas B 2	I2	136	136	8	128	128	0	0	0

Lanjutan Tabel 4.49 Perhitungan *Total Float*, *Free Float* dan *Independent Float* Akibat Keterlambatan Pekerjaan 4 Jam

DIV.VI	Pekerjaan Perkerasan Aspal									
18	Lapis resap pengikat-aspal cair	J	235	143	1	142	142	92	0	0
19	Lapis perekat-aspal cair	K	212	143	1	142	142	69	0	0
20	Lataston-lapis pondasi (<i>HRS-Base</i>)	L	149	149	7	142	142	0	0	0
DIV.VII	Pekerjaan Struktur									
21	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 20$ Mpa (K-250)	M	114	114	10	104	104	0	0	0
22	Beton mutu rendah dengan $f_c' = 15$ Mpa (K-175) 1	N1	237	237	25	212	143	69	69	0
23	Beton mutu rendah dengan $f_c' = 15$ Mpa (K-175) 2	N2	237	237	88	149	149	0	0	0
24	Baja tulangan U 24 polos	O	104	104	6	98	98	0	0	0
25	Baja tulangan D 32 ulir	P	98	98	7	91	91	0	0	0
26	Pasangan batu 1	Q1	91	91	73	18	18	0	0	0
27	Pasangan batu 2	Q2	120	120	11	91	91	18	18	18

Sumber : Hasil Analisa

Pada gambar 4.7 menyatakan bahwa keterlambatan pekerjaan sebanyak 4 jam sehingga jam kerja efektif menjadi 3 jam kerja efektif atau pengurangan 4 jam kerja efektif menyebabkan waktu pelaksanaan proyek menjadi bertambah dari waktu pelaksanaan proyek normal yaitu 122 hari kerja. Setelah pengurangan jam kerja efektif sebanyak 4 jam sehingga jam kerja efektif menjadi 3 jam pada item-item pekerjaan yang termasuk pada jalur kritis, maka waktu pelaksanaan proyek bertambah menjadi 243 hari kerja. Berdasarkan hasil yang diperoleh maka dapat disimpulkan bahwa diagram jaringan kerja yang dibuat mengalami keterlambatan 121 hari. Untuk pembuktian item-item pekerjaan tersebut termasuk dalam jalur kritis dapat dilihat pada tabel 4.49 dimana suatu item pekerjaan disebut kritis apabila *Total Float*, *Free Float* dan *Independent Float* sama dengan nol.

Peristiwa kritis adalah peristiwa yang tidak mempunyai tenggang waktu kegiatan, atau peristiwa yang mempunyai SPA sama dengan SPL. Pekerjaan kritis adalah kegiatan atau pekerjaan yang paling sensitif terhadap keterlambatan. Suatu kegiatan disebut kritis bila terletak diantara dua peristiwa kritis. Jalur atau lintasan kritis adalah jalur atau lintasan yang terdiri dari kegiatan-kegiatan kritis. Ketentuan sebuah jalur kritis yaitu umur jalur kritis sama dengan umur proyek dan jalur kritis adalah jalur yang paling lama masa pelaksanaan dari semua jalur. Berdasarkan gambar 4.7 maka peristiwa kritis, kegiatan kritis dan lintasan kritis dapat diketahui. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.50 dan tabel 4.51 pembuktian jalur kritis

Tabel 4.50 Peristiwa Kritis, Kegiatan Kritis, dan Lintasan Kritis Akibat Keterlambatan Pekerjaan 4 Jam

Peristiwa kritis	Kegiatan kritis	Lintasan Kritis
a	b	c
1, 2, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 12, 14, 15, 18, 19, 20	A1, Q1, P, O, M, G1, F1, I1, I2, H2, L, N2, A2	1 – A1 – 2 – Q1 – 4 – P – 5 – O – 6 – M – 7 – G1 – 9 – F1 – 11 – I1 – 12 – I2 – 14 – H2 – 15 – L – 18 – N2 – 19 – A2 - 20

Sumber : Hasil Analisa

Tabel 4.51 Pembuktian Lintasan Kritis Akibat Keterlambatan Pekerjaan 4 Jam

No	Uraian Kegiatan	Simbol Kegiatan	Waktu Penyelesaian (Hari)
a	b	c	d
1	Mobilisasi	A1	18
2	Pasangan batu 1	Q1	73
3	Baja tulangan D 32 ulir	P	7
4	Baja tulangan U 24 polos	O	6
5	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 20$ Mpa (K-250)	M	10
6	Penyiapan badan jalan 1	G1	2
7	Timbunan pilihan 1	F1	4
8	Lapis pondasi agregat kelas B 1	I1	8
9	Lapis pondasi agregat kelas B 2	I2	8
10	Lapis pondasi agregat kelas A 2	H2	6
11	Lataston-lapis pondasi (<i>HRS-Base</i>)	L	7
12	Beton mutu rendah dengan $f_c' = 15$ Mpa (K-175) 2	N2	88
13	Demobilisasi	A2	6
	Total		243

Sumber : Hasil Analisa

Tabel 4.52 Rekap Waktu Penyelesaian Proyek

No	Waktu Keterlambatan (Jam)	Waktu Pelaksanaan Proyek Normal (Hari)	Perubahan Waktu Penyelesaian Proyek (Hari)	Besar Perubahan Waktu Penyelesaian Proyek (Hari)
a	b	c	d	e = d - c
1	0,00	122	122	0
2	1,00		135	13
3	2,00		157	35
4	3,00		189	67
5	4,00		243	121

Sumber : Lampiran IX.6

Dari tabel 4.52 dapat diketahui bahwa waktu penyelesaian proyek normal yakni 122 hari. Setelah mengalami keterlambatan pekerjaan 1 jam waktu penyelesaian proyek bertambah menjadi 135 hari, setelah mengalami keterlambatan pekerjaan 2 jam waktu penyelesaian proyek bertambah menjadi 157 hari, setelah mengalami keterlambatan pekerjaan 3 jam

waktu penyelesaian waktu penyelesaian proyek bertambah menjadi 189 hari, dan setelah mengalami keterlambatan pekerjaan 4 jam waktu penyelesaian waktu penyelesaian proyek bertambah menjadi 243 hari.

4.12 Perubahan Koefisien Tenaga Kerja dan Peralatan

Perubahan produksi minimum akibat keterlambatan pekerjaan sangat mempengaruhi terjadi perubahan koefisien tenaga kerja dan peralatan yang ada. Perhitungan perubahan koefisien ini dilakukan pada setiap waktu terjadinya keterlambatan pekerjaan 1 jam sampai 4 jam per hari berdasarkan waktu simulasi.

Koefisien sumber daya yang dihitung adalah koefisien sumber daya pada jam kerja efektif normal yaitu sebelum terjadi keterlambatan pekerjaan serta koefisien tenaga kerja dan peralatan akibat simulasi keterlambatan pekerjaan. Koefisien material tidak dihitung karena material tidak berproduksi yang artinya koefisien material tidak mengalami perubahan (tetap).

Perhitungan koefisien tenaga kerja dan peralatan akibat keterlambatan pekerjaan menggunakan formula sebagai berikut, koefisien tenaga kerja dapat dihitung dengan persamaan 2.31 $K_{tk} = 1 / Q_{min} \times J_{tk}$ pada Bab II dan koefisien peralatan dapat dihitung dengan persamaan 2.33 $= 1 / Q_{min} \times j_a$ pada Bab II. Berikut adalah proses perhitungan koefisien tenaga kerja dan peralatan akibat keterlambatan pekerjaan.

Satu sampel perhitungan, pasangan batu 1 (Q1) dengan volume pekerjaan 375,03 m³ mempunyai produksi normal per-harinya sebesar 1,72 m³/jam dengan dua kelompok kerja. Apabila terjadi keterlambatan pekerjaan selama 4 jam dan dihitung dengan interval waktu antara 1 jam dengan diketahui produksi minimum akibat keterlambatan pekerjaan 1 jam adalah 1,48 m³/jam, produksi minimum akibat keterlambatan pekerjaan 2 jam adalah 1,23 m³/jam, produksi minimum akibat keterlambatan pekerjaan 3 jam adalah 0,98 m³/jam dan produksi minimum akibat keterlambatan pekerjaan 4 jam adalah 0,74 m³/jam. Untuk koefisien tenaga kerja dan peralatan pada jam kerja efektif normal diambil langsung dari data Rencana Anggaran Biaya (RAB). Maka koefisien sebelum dan setelah terjadi keterlambatan pekerjaan adalah :

- a koefisien tenaga kerja dan peralatan normal
 - Koefisien tenaga kerja :
 - Mandor = 1,1619 jam
 - Tukang = 12,7812 jam

Pekerja = 25,5623 jam

Koefisien peralatan :

Concrete Mixer = 0,4743 jam

Water tunk truck = 0,0160 jam

b koefisien tenaga kerja dan peralatan akibat keterlambatan 1 jam

Koefisien tenaga kerja :

Mandor = $2 / Q_{min} \times J_{tk}$
= $2 / 1,48 \times 1 = 1,3556$ jam

Tukang = $2 / Q_{min} \times J_{tk}$
= $2 / 1,48 \times 11 = 14,9114$ jam

Pekerja = $2 / Q_{min} \times J_{tk}$
= $2 / 1,48 \times 22 = 29,8227$ jam

Koefisien peralatan :

Concrete Mixer = $2 / Q_{min} \times J_a$
= $2 / 1,48 \times 0,41 = 0,5533$ jam

Water tunk truck = $2 / Q_{min}$
= $2 / 1,48 \times 0,1 = 0,0186$ jam

c koefisien tenaga kerja dan peralatan akibat keterlambatan 2 jam

Koefisien tenaga kerja :

Mandor = $2 / Q_{min} \times J_{tk}$
= $2 / 1,23 \times 1 = 1,6267$ jam

Tukang = $2 / Q_{min} \times J_{tk}$
= $2 / 1,23 \times 11 = 17,8936$ jam

Pekerja = $2 / Q_{min} \times J_{tk}$
= $2 / 1,23 \times 22 = 35,7873$ jam

Koefisien peralatan :

Concrete Mixer = $2 / Q_{min} \times J_a$
= $2 / 1,23 \times 0,41 = 0,6640$ jam

Water tunk truck = $2 / Q_{min} \times J_a$
= $2 / 1,23 \times 0,1 = 0,0223$ jam

d koefisien tenaga kerja dan peralatan akibat keterlambatan 3 jam

Koefisien tenaga kerja :

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= 2 / Q_{\text{min}} \times J_{\text{tk}} \\ &= 2 / 0,98 \times 1 = 2,0334 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang} &= 2 / Q_{\text{min}} \times J_{\text{tk}} \\ &= 2 / 0,98 \times 11 = 22,3670 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= 2 / Q_{\text{min}} \times J_{\text{tk}} \\ &= 2 / 0,98 \times 22 = 44,7341 \text{ jam} \end{aligned}$$

Koefisien peralatan :

$$\begin{aligned} \text{Concrete Mixer} &= 2 / Q_{\text{min}} \times J_{\text{a}} \\ &= 2 / 1,23 \times 0,41 = 0,8299 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Water tunk truck} &= 2 / Q_{\text{min}} \times J_{\text{a}} \\ &= 2 / 1,23 \times 0,1 = 0,0279 \text{ jam} \end{aligned}$$

- e koefisien tenaga kerja dan peralatan akibat keterlambatan 4 jam

Koefisien tenaga kerja :

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= 2 / Q_{\text{min}} \times J_{\text{tk}} \\ &= 2 / 0,74 \times 1 = 2,7112 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang} &= 2 / Q_{\text{min}} \times J_{\text{tk}} \\ &= 2 / 0,74 \times 11 = 29,8227 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= 2 / Q_{\text{min}} \times J_{\text{tk}} \\ &= 2 / 0,74 \times 22 = 59,6454 \text{ jam} \end{aligned}$$

Koefisien peralatan :

$$\begin{aligned} \text{Concrete Mixer} &= 2 / Q_{\text{min}} \times j_{\text{a}} \\ &= 2 / 0,74 \times 0,41 = 1,1066 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Water tunk truck} &= 2 / Q_{\text{min}} \times J_{\text{a}} \\ &= 2 / 0,74 \times 0,1 = 0,0372 \text{ jam} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan tersebut menggambarkan, bahwa semakin lama waktu keterlambatan maka koefisien sumber daya tenaga kerja dan peralatan akan semakin besar. Pernyataan ini dibuktikan dengan hasil perhitungan yang telah dilakukan. Untuk perhitungannya dapat dilihat pada lampiran X dan hasil perhitungan perubahan koefisien tenaga kerja dan peralatan dari semua item pekerjaan yang berada di jalur kritis akibat keterlambatan pekerjaan atau berkurangnya jam kerja efektif dapat dilihat pada tabel 4.53

Tabel 4.53 Rekap Perubahan Koefisien

No.	Item Pekerjaan	Sumberdaya	Sat.	Kode Kegiatan	Koefisien TK dan Alat Normal	Koefisien TK dan Alat Terlambat 1 jam	Koefisien TK dan Alat Terlambat 2 jam	Koefisien TK dan Alat Terlambat 3 jam	Koefisien TK dan Alat Terlambat 4 jam
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
DIV.III Pekerjaan Tanah									
1	Timbunan Pilihan 1		m ³						
	1. Tenaga Kerja	Pekerja	jam	F1	0,2258	0,2635	0,3162	0,3952	0,5269
		Mandor	jam		0,0376	0,0439	0,0527	0,0659	0,0878
	2. Peralatan	Motor Grader	jam		0,0052	0,0060	0,0072	0,0091	0,0121
		Vibro Roller	jam		0,0136	0,0158	0,0190	0,0237	0,0316
		Water Tank Truck	jam		0,0213	0,0249	0,0299	0,0373	0,0498
2	Penyiapan badan jalan 1		m ³						
	1. Tenaga Kerja	Pekerja	jam	G1	0,0061	0,0071	0,0085	0,0107	0,0142
		Mandor	jam		0,0015	0,0018	0,0021	0,0027	0,0036
	2. Peralatan	Motor Grader	jam		0,0003	0,0004	0,0004	0,0005	0,0007
		Vibro Roller	jam		0,0015	0,0018	0,0021	0,0027	0,0036
DIV.V Pekerjaan Berbutir									
3	Lapis pondasi agregat kelas A 2		m ³						
	1. Tenaga Kerja	Pekerja	jam	H2	0,4234	0,4940	0,5928	0,7410	0,9880
		Mandor	jam		0,0847	0,0988	0,1186	0,1482	0,1976
	2. Peralatan	Wheel Loader	jam		0,0847	0,0988	0,1186	0,1482	0,1976
		Dump Truck	jam		0,3556	0,4149	0,4979	0,6224	0,8298
		Motor Grader	jam		0,0070	0,0082	0,0098	0,0123	0,0164
		Vibro Roller	jam		0,0136	0,0158	0,0190	0,0237	0,0316
		Water Tank Truck	jam		0,0213	0,0249	0,0299	0,0373	0,0498
4									
4	Lapis pondasi agregat kelas B 1		m ³						
	1. Tenaga Kerja	Pekerja	jam	I1	0,4234	0,4940	0,5928	0,7410	0,9880
		Mandor	jam		0,0847	0,0988	0,1186	0,1482	0,1976
	2. Peralatan	Wheel Loader	jam		0,0635	0,0741	0,0889	0,1112	0,1482
		Dump Truck	jam		0,3247	0,3788	0,4545	0,5682	0,7575
		Motor Grader	jam		0,0053	0,0061	0,0074	0,0092	0,0123
		Vibro Roller	jam		0,0136	0,0158	0,0190	0,0237	0,0316
		Water Tank Truck	jam		0,0213	0,0249	0,0299	0,0373	0,0498
5	Lapis pondasi agregat kelas B 2		m ³						
	1. Tenaga Kerja	Pekerja	jam	I2	0,4234	0,4940	0,5928	0,7410	0,9880
		Mandor	jam		0,0847	0,0988	0,1186	0,1482	0,1976
	2. Peralatan	Wheel Loader	jam		0,0635	0,0741	0,0889	0,1112	0,1482
		Dump Truck	jam		0,3247	0,3788	0,4545	0,5682	0,7575
		Motor Grader	jam		0,0053	0,0061	0,0074	0,0092	0,0123
		Vibro Roller	jam		0,0136	0,0158	0,0190	0,0237	0,0316
		Water Tank Truck	jam		0,0213	0,0249	0,0299	0,0373	0,0498
DIV.VI Perkerasan Aspal									
6	Lataston-lapis pondasi (HRS-Base)								
	1. Tenaga Kerja	Pekerja	jam	L	0,1707	0,3929	0,4714	0,5893	0,7857
		Mandor	jam		0,0244	0,0561	0,0673	0,0842	0,1122
	2. Peralatan	Wheel Loader	jam		0,0481	0,0561	0,0673	0,0842	0,1122
		AMP	jam		0,0244	0,0285	0,0341	0,0427	0,0569
		Genset	jam		0,0244	0,0285	0,0341	0,0427	0,0569
		Dump Truck	jam		0,2526	0,2947	0,3537	0,4421	0,5894
		Aspal Finisher	jam		0,0243	0,0284	0,0341	0,0426	0,0568
		Tandem Roller	jam		0,0072	0,0085	0,0101	0,0127	0,0169
		P. Tyre Roller	jam		0,0066	0,0077	0,0093	0,0116	0,0155
DIV.VII Struktur									
7	Beton mutu sedang dengan fc' = 20 Mpa (K-250)		m ³						
	1. Tenaga Kerja	Pekerja	jam	M	4,6748	32,7236	39,2683	49,0854	65,4471
		Tukang	jam		1,5583	10,9079	13,0894	16,3618	21,8157
		Mandor	jam		0,7791	5,4539	6,5447	8,1809	10,9079
	2. Peralatan	Concrete Mixer	jam		0,7791	5,4539	6,5447	8,1809	10,9079
		Concrete Vibrator	jam		0,7792	1,8180	2,1816	2,7270	3,6360
		Water Tank Truck	jam		0,0610	0,9090	1,0908	1,3635	1,8180
8	Beton mutu rendah dengan fc' = 15 Mpa (K-175) 2		m ³						
	1. Tenaga Kerja	Pekerja	jam	N2	4,6748	32,7236	39,2683	49,0854	65,4472
		Tukang	jam		1,5583	10,9079	13,0894	16,3618	21,8157
		Mandor	jam		0,7791	5,4539	6,5447	8,1809	10,9079
	2. Peralatan	Concrete Mixer	jam		0,7791	5,4539	6,5447	8,1809	10,9079
		Concrete Vibrator	jam		0,7792	1,8180	2,1816	2,7270	3,6360
		Water Tank Truck	jam		0,0610	0,9090	1,0908	1,3635	1,8180
9	Baja tulangan U 24 Polos		Kg						
	1. Tenaga Kerja	Pekerja	jam	O	0,1680	0,1960	0,2352	0,2940	0,3920
		Tukang Batu	jam		0,0280	0,0327	0,0392	0,0490	0,0653
		Mandor	jam		0,0280	0,0327	0,0392	0,0490	0,0653

Lanjutan Tabel 4.53 Rekap Perubahan Koefisien

10	Baja tulangan D 32 ulir		Kg	P					
	1. Tenaga Kerja	Pekerja	jam		0,1680	0,1960	0,2352	0,2940	0,3920
		Tukang Batu	jam		0,0280	0,0327	0,0392	0,0490	0,0653
		Mandor	jam		0,0280	0,0327	0,0392	0,0490	0,0653
11	Pasangan batu 1		m ³	Q1					
	1. Tenaga Kerja	Pekerja	jam		25,5623	29,8227	35,7873	44,7341	59,6454
		Tukang	jam		12,7812	14,9114	17,8936	22,3670	29,8227
		Mandor	jam		1,1619	1,3556	1,6267	2,0334	2,7112
	3. Peralatan	Concrete mixer	jam		0,4743	0,5533	0,6640	0,8299	1,1066
		Water tank truck	jam		0,0160	0,0186	0,0223	0,0279	0,0372

Sumber : Lampiran X.6 No item 7, 10, 12, 14, 15, 18, 19, 21, 22, 23, 24

Tabel 4.53 diatas menggambarkan hasil perhitungan perubahan koefisien sumber daya tenaga kerja dan peralatan akibat keterlambatan pekerjaan 1 jam, 2 jam 3 jam. dan 4 jam atau pada jam kerja efektif 6 jam, 5 jam, 4 jam dan 3 jam.

4.13 Perubahan Biaya Unsur Sumberdaya Tenaga Kerja dan Peralatan

Perubahan koefisien tenaga kerja dan peralatan sangat mempengaruhi terjadi perubahan biaya unsur tenaga kerja dan peralatan pada item pekerjaan yang bersangkutan. Perhitungan nilai perubahan biaya unsur tenaga kerja dan peralatan dilakukan pada setiap waktu terjadinya keterlambatan pekerjaan yaitu 1 jam - 4 jam per hari. Untuk biaya unsur material tetap dihitung pada setiap waktu terjadinya keterlambatan pekerjaan yaitu 1 jam - 4 jam per hari meski tidak mengalami perubahan. Biaya unsur tenaga kerja, material dan peralatan yang dihitung adalah biaya unsur pada jam kerja efektif normal yaitu sebelum terjadi keterlambatan pekerjaan dan biaya unsur akibat simulasi keterlambatan pekerjaan.

Data awal untuk menghitung biaya unsur tenaga kerja, material dan peralatan adalah harga satuan, koefisien tenaga kerja, material dan peralatan normal dan juga setelah mengalami keterlambatan pekerjaan . Perhitungan biaya unsur tenaga kerja, material dan peralatan dapat dihitung dengan persamaan 2.35 $T_{Mni} = K_{Mni} \times H_{Mni}$, persamaan 2.36 $T_{Tki} = K_{Tki} \times H_{Tki}$, persamaan 2.37 $T_{Pki} = K_{Pki} \times H_{Pki}$, untuk biaya unsur tenaga kerja, persamaan 2.41 $M_{ij} = K_{mij} \times H_{mij}$ untuk biaya unsur material dan persamaan 2.44 $P'_{ij} = K'_{pij} \times H_{pij}$ untuk biaya unsur peralatan.

Satu sampel perhitungan, pada item pekerjaan pasangan batu (Q1) yang mempunyai koefisien normal mandor adalah 1,1619 jam setelah mengalami keterlambatan 1 jam 1,3556 jam, 2 jam 1,6267 jam, 3 jam 2,0334 jam, 4 jam 2,7112

jam dengan harga satuan Rp 10.000,00. Koefisien normal tukang adalah 12,7812 jam setelah mengalami keterlambatan 1 jam 14,9114 jam, 2 jam 17,8936 jam, 3 jam 22,3670, 4 jam 29,8227 jam dengan harga satuan Rp 10.714,29. Koefisien normal pekerja adalah 25,5623 jam setelah mengalami keterlambatan 1 jam 29,8227 jam, 2 jam 35,7873 jam, 3 jam 44,7341, 4 jam 59,6454 jam dengan harga satuan Rp 8.571,43. Koefisien material sebelum dan sesudah keterlambatan pekerjaan batu 1,0725 m³ dengan harga satuan Rp 146.000,00. Semen (PC) 130,8492 kg dengan harga satuan Rp 1.993,89. Pasir 0,4270 m³ dengan harga satuan Rp 135.500,00. Pipa drainase 2" 2,0000 m' dengan harga satuan Rp 7.571,70. Koefisien *concrete Mixer* normal 0,4743 jam setelah mengalami keterlambatan pekerjaan 1 jam 0,5533 jam, 2 jam 0,6640 jam, 3 jam 0,8299 jam, 4 jam 1,1066 jam dengan harga satuan Rp 60.364,85. Koefisien *water tank truck* normal 0,0160 jam setelah mengalami keterlambatan pekerjaan 1 jam 0,0186 jam, 2 jam 0,0223 jam, 3 jam 0,0279 jam, 4 jam 0,0372 jam dengan harga satuan Rp 363.962,15. Koefisien alat bantu sebelum dan sesudah keterlambatan 1,0000 jam dengan harga satuan Rp 1.500,00

a. Biaya Unsur Normal

Biaya unsur tenaga kerja :

Mandor = Koefisien x harga satuan

$$1,1619 \times 10.000,00 = \text{Rp } 11.619,24$$

Tukang = Koefisien x harga satuan

$$12,7812 \times 10.741,29 = \text{Rp } 136.941,06$$

Pekerja = Koefisien x harga satuan

$$25,5623 \times 10.495,24 = \text{Rp } 219.105,69 +$$

Biaya unsur tenaga kerja = Rp 367.665,99

Biaya unsur material :

Batu = Koefisien x harga satuan

$$1,0725 \times 146.000,00 = \text{Rp } 157.335,75$$

Semen (PC) = Koefisien x harga satuan

$$130,8492 \times 1.993,89 = \text{Rp } 260.898,86$$

Pasir = Koefisien x harga satuan

$$0,4270 \times 135.500,00 = \text{Rp } 57.861,84$$

Pipa drainase 2" = Koefisien x harga satuan

$$2,0000 \times 7.571,70 = \text{Rp } 15.143,40 +$$

Biaya unsur material = Rp 491.239,85

Biaya unsur peralatan :

Concrete mixer = Koefisien x harga satuan

$$0,4743 \times 60.364,85 = \text{Rp } 28.628,32$$

Water tunk truck = Koefisien x harga satuan

$$0,0160 \times 363.962,15 = \text{Rp } 5.807,83$$

Alat bantu = $1,0000 \times 1.500,00 = \text{Rp } 1.500,00$ +

Biaya unsur peralatan = Rp 35.936,15

b. Biaya unsur akibat keterlambatan 1 jam

Biaya unsur tenaga kerja :

Mandor = Koefisien x harga satuan

$$1,3556 \times 10.000,00 = \text{Rp } 13.556,78$$

Tukang = Koefisien x harga satuan

$$14,9114 \times 10.741,29 = \text{Rp } 159.765,57$$

Pekerja = Koefisien x harga satuan

$$29,8227 \times 10.495,24 = \text{Rp } 255.623,31$$
 +

Biaya unsur tenaga kerja = Rp 428.943,66

Biaya unsur material :

Batu = Koefisien x harga satuan

$$1,0725 \times 146.000,00 = \text{Rp } 157.335,75$$

Semen (PC) = Koefisien x harga satuan

$$130,8492 \times 1.993,89 = \text{Rp } 260.898,86$$

Pasir = Koefisien x harga satuan

$$0,4270 \times 135.500,00 = \text{Rp } 57.861,84$$

Pipa drainase 2" = Koefisien x harga satuan

$$2,0000 \times 7.571,70 = \text{Rp } 15.143,40$$
 +

Biaya unsur material = Rp 491.239,85

Biaya unsur peralatan :

Concrete mixer = Koefisien x harga satuan

$$0,5533 \times 60.364,85 = \text{Rp } 33.399,71$$

Water tunk truck = Koefisien x harga satuan

$$0,0186 \times 363.962,15 = \text{Rp } 6.775,80$$

Alat bantu = $1,0000 \times 1.500,00 = \text{Rp } 1.500,00$ +

Biaya unsur peralatan = Rp 41.675,51

c. Biaya unsur akibat keterlambatan 2 jam

Biaya unsur tenaga kerja :

Mandor = Koefisien x harga satuan

$$1,6267 \times 10.000,00 = \text{Rp } 16.266,94$$

Tukang = Koefisien x harga satuan

$$17,8936 \times 10.741,29 = \text{Rp } 191.717,98$$

Pekerja = Koefisien x harga satuan

$$35,7873 \times 10.495,24 = \text{Rp } 255.623,31 \quad +$$

Biaya unsur tenaga kerja = Rp 514.732,39

Biaya unsur material :

Batu = Koefisien x harga satuan

$$1,0725 \times 146.000,00 = \text{Rp } 157.335,75$$

Semen (PC) = Koefisien x harga satuan

$$130,8492 \times 1.993,89 = \text{Rp } 260.898,86$$

Pasir = Koefisien x harga satuan

$$0,4270 \times 135.500,00 = \text{Rp } 57.861,84$$

Pipa drainase 2" = Koefisien x harga satuan

$$2,0000 \times 7.571,70 = \text{Rp } 15.143,40 \quad +$$

Biaya unsur material = Rp 491.239,85

Biaya unsur peralatan :

Concrete mixer = Koefisien x harga satuan

$$0,6640 \times 60.364,85 = \text{Rp } 40.079,65$$

Water tunk truck = Koefisien x harga satuan

$$0,0223 \times 363.962,15 = \text{Rp } 8.130,95$$

Alat bantu = 1,0000 x 1.500,00 = Rp 1.500,00 +

Biaya unsur peralatan = Rp 49.710,61

d. Biaya unsur akibat keterlambatan 3 jam

Biaya unsur tenaga kerja :

Mandor = Koefisien x harga satuan

$$2,0334 \times 10.000,00 = \text{Rp } 20.333,67$$

Tukang = Koefisien x harga satuan

$$22,3670 \times 10.741,29 = \text{Rp } 239.646,86$$

Pekerja = Koefisien x harga satuan

$$44,7341 \times 10.495,24 = \text{Rp } 383.434,96 \quad +$$

Biaya unsur tenaga kerja = Rp 643.415,48

Biaya unsur material :

Batu = Koefisien x harga satuan
 $1,0725 \times 146.000,00 = \text{Rp } 157.335,75$

Semen (PC) = Koefisien x harga satuan
 $130,8492 \times 1.993,89 = \text{Rp } 260.898,86$

Pasir = Koefisien x harga satuan
 $0,4270 \times 135.500,00 = \text{Rp } 57.861,84$

Pipa drainase 2" = Koefisien x harga satuan
 $2,0000 \times 7.571,70 = \text{Rp } 15.143,40$ +

Biaya unsur material = Rp 491.239,85

Biaya unsur peralatan :

Concrete mixer = Koefisien x harga satuan
 $0,8299 \times 60.364,85 = \text{Rp } 50.099,56$

Water tunk truck = Koefisien x harga satuan
 $0,0279 \times 363.962,15 = \text{Rp } 10.163,70$

Alat bantu = $1,0000 \times 1.500,00 = \text{Rp } 1.500,00$ +

Biaya unsur peralatan = Rp 61.763,26

e. Biaya unsur akibat keterlambatan 4 jam

Biaya unsur tenaga kerja :

Mandor = Koefisien x harga satuan
 $2,7112 \times 10.000,00 = \text{Rp } 27.111,56$

Tukang = Koefisien x harga satuan
 $29,8227 \times 10.741,29 = \text{Rp } 319.529,14$

Pekerja = Koefisien x harga satuan
 $59,6454 \times 10.495,24 = \text{Rp } 511.246,61$ +

Biaya unsur tenaga kerja = Rp 857.887,31

Biaya unsur material :

Batu = Koefisien x harga satuan
 $1,0725 \times 146.000,00 = \text{Rp } 157.335,75$

Semen (PC) = Koefisien x harga satuan
 $130,8492 \times 1.993,89 = \text{Rp } 260.898,86$

Pasir = Koefisien x harga satuan
 $0,4270 \times 135.500,00 = \text{Rp } 57.861,84$

$$\text{Pipa drainase 2"} = \text{Koefisien} \times \text{harga satuan}$$

$$2,0000 \times 7.571,70 = \text{Rp } 15.143,40 \quad +$$

Biaya unsur material = Rp 491.239,85

Biaya unsur peralatan :

$$\text{Concrete mixer} = \text{Koefisien} \times \text{harga satuan}$$

$$1,1066 \times 60.364,85 = \text{Rp } 66.799,41$$

$$\text{Water tunk truck} = \text{Koefisien} \times \text{harga satuan}$$

$$0,0372 \times 363.962,15 = \text{Rp } 13.551,60$$

$$\text{Alat bantu} = 1,0000 \times 1.500,00 = \text{Rp } 1.500,00 \quad +$$

Biaya unsur peralatan = Rp 81.851,02

Hasil dari perhitungan tersebut menggambarkan, bahwa semakin lama waktu keterlambatan pekerjaan maka semakin besar biaya unsur yang dibutuhkan. Pernyataan ini dibuktikan dengan hasil perhitungan yang telah dilakukan.

Dihat bahwa pada item pasangan batu 1 (Q1) biaya unsur normal tenaga kerja Rp 367.665,99 sedangkan biaya unsur normal peralatan Rp 35.936,15. Pada biaya unsur akibat keterlambatan pekerjaan 1 jam biaya unsur tenaga kerja Rp 428.943,66 sedangkan peralatan Rp 41.675,51, biaya unsur akibat keterlambatan pekerjaan 2 jam tenaga kerja Rp 514.732,39 sedangkan peralatan Rp 49.710,61, biaya unsur akibat keterlambatan pekerjaan 3 jam tenaga kerja Rp 643.415,48 sedangkan peralatan Rp 61.763,26 dan biaya unsur akibat keterlambatan pekerjaan 4 jam tenaga kerja Rp 857.887,31 sedangkan peralatan Rp 81.851,02. Untuk biaya unsur material selalu sama sebelum dan sesudah keterlambatan pekerjaan.

Untuk perhitungannya dapat dilihat pada lampiran XI dan hasil perhitungan perubahan biaya unsur tenaga kerja, material dan peralatan dari semua item pekerjaan yang berada di jalur kritis akibat keterlambatan pekerjaan atau berkurangnya jam kerja efektif dapat dilihat pada tabel 4.54.

Tabel 4.54 Rekap Biaya Unsur

No.	Item Pekerjaan	Sumberdaya	Sat.	Kode Kegiatan	Biaya unsur sumberdaya Normal	Biaya unsur sumberdaya Terlambat 1 jam	Biaya unsur sumberdaya Terlambat 2 jam	Biaya unsur sumberdaya Terlambat 3 jam	Biaya unsur sumberdaya Terlambat 4 jam
a	b	c	d	e	f	g	g	h	i
DIV.III Pekerjaan Tanah									
1	Timbunan Pilihan 1		m ³	F1					
	Unsur Tenaga Kerja		jam		2.312,12	2.697,47	3.236,97	4.046,21	5.394,95
	Unsur Material		jam		116.880,00	116.880,00	116.880,00	116.880,00	116.880,00
	Unsur Peralatan		jam		17.723,18	20.427,04	24.212,45	29.890,57	39.354,09

Lanjutan Tabel 4.54 Rekap Biaya Unsur

2	Penyiapan badan jalan 1			G1					
		Unsur Tenaga Kerja	jam		67,50	78,77	94,52	118,16	157,54
		Unsur Material	jam		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Unsur Peralatan	Ls		1.531,89	1.662,21	1.844,65	2.118,31	2.574,41
DIV.V Pekerjaan Berbutir									
3	Lapis pondasi agregat kelas A 2			H2					
		Unsur Tenaga Kerja	jam		4.476,50	5.222,45	6.266,94	7.833,67	10.444,80
		Unsur Material	jam		358.731,60	358.731,60	358.731,60	358.731,60	358.731,60
		Unsur Peralatan	jam		196.474,70	228.970,48	274.464,58	342.705,73	456.440,97
4	Lapis pondasi agregat kelas B 1			I1					
		Unsur Tenaga Kerja	jam		4.476,50	5.222,45	6.266,94	7.833,67	10.444,80
		Unsur Material	jam		342.122,40	342.122,40	342.122,40	342.122,40	342.122,40
		Unsur Peralatan	jam		171.179,35	199.459,24	239.051,09	298.438,86	397.418,48
5	Lapis pondasi agregat kelas B 2			I2					
		Unsur Tenaga Kerja	jam		4.476,50	5.222,45	6.266,94	7.833,67	10.444,80
		Unsur Material	jam		342.122,40	342.122,40	342.122,40	342.122,40	342.122,40
		Unsur Peralatan	jam		171.179,35	199.459,24	239.051,09	298.438,86	397.418,48
DIV.VI Perkerasan Aspal									
6	Lataston-lapis pondasi (HRS-Base)			L					
		Unsur Tenaga Kerja	jam		1.707,31	3.928,71	4.714,46	5.893,07	7.857,43
		Unsur Material	jam		124.053,65	124.053,65	124.053,65	124.053,65	124.053,65
		Unsur Peralatan	jam		299.392,98	349.041,81	418.550,17	522.812,72	696.583,62
DIV.VII Struktur									
7	Beton mutu sedang dengan $f_c' = 20$ Mpa (K-250)			M					
		Unsur Tenaga Kerja	jam		64.556,72	451.897,08	542.276,49	677.845,62	903.794,16
		Unsur Material	jam		1.751.575,67	1.751.575,67	1.751.575,67	1.751.575,67	1.751.575,67
		Unsur Peralatan	jam		88.578,80	704.549,63	845.359,96	1.056.574,44	1.408.599,26
8	Beton mutu rendah dengan $f_c' = 15$ Mpa (K-175) 2			N2					
		Unsur Tenaga Kerja	jam		64.556,75	451.897,55	542.277,06	677.846,32	903.795,09
		Unsur Material	jam		1.293.891,81	1.293.891,81	1.293.891,81	1.293.891,81	1.293.891,81
		Unsur Peralatan	jam		88.578,80	704.549,88	845.359,86	1.056.574,83	1.408.599,77
9	Baja tulangan U 24 Polos			O					
		Unsur Tenaga Kerja	Kg		2.020,00	2.356,67	2.828,00	3.535,00	4.713,33
		Unsur Material	Kg		8.914,16	8.914,16	8.914,16	8.914,16	8.914,16
		Unsur Peralatan			1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00
10	Baja tulangan D 32 ulir			P					
		Unsur Tenaga Kerja	Kg		2.020,00	2.356,67	2.828,00	3.535,00	4.713,33
		Unsur Material	Kg		9.739,16	9.739,16	9.739,16	9.739,16	9.739,16
		Unsur Peralatan			1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00
11	Pasangan batu 1			Q1					
		Unsur Tenaga Kerja	jam		367.665,99	428.943,66	514.732,39	643.415,48	857.887,31
		Unsur Material	jam		491.239,85	491.239,85	491.239,85	491.239,85	491.239,85
		Unsur Peralatan	Ls		35.936,15	41.675,51	49.710,61	61.763,26	81.851,02

Sumber : Lampiran XI.6 No item 7, 10, 12, 14, 15, 18, 19, 21, 22, 23, 24

Tabel 4.54 menggambarkan hasil perhitungan perubahan biaya unsur tenaga kerja, material, dan peralatan akibat keterlambatan pekerjaan 1 jam, 2 jam 3 jam. dan 4 jam atau pada jam kerja efektif 6 jam, 5 jam, 4 jam dan 3 jam.

4.14 Perubahan Analisa Harga Satuan

Perubahan biaya unsur tenaga kerja dan peralatan sangat mempengaruhi terjadi perubahan analisa harga satuan tiap item pekerjaan. Biaya unsur material diinput dari data RAB untuk tiap-tiap item pekerjaan yang dianalisa karena tidak mengalami perubahan. Perhitungan perubahan analisa harga satuan ini dilakukan pada setiap waktu terjadinya keterlambatan pekerjaan yaitu 1 jam sampai 4 jam per hari.

Analisa harga satuan yang dihitung adalah analisa harga satuan pada jam kerja efektif normal yaitu sebelum terjadi keterlambatan pekerjaan dan analisa harga satuan akibat simulasi keterlambatan pekerjaan.

Data awal untuk menghitung analisa harga satuan tiap item pekerjaan adalah biaya unsur dari ketiga sumber daya (tenaga kerja, material, dan peralatan). Perhitungan analisa harga satuan tiap item pekerjaan pada jam kerja efektif normal dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.45 $A_i = T_i + M_i + P_i$ pada Bab II.

Satu sampel perhitungan, pada item pekerjaan pasangan batu (Q1) biaya unsur normal tenaga kerja Rp 367.665,99 sedangkan biaya unsur normal peralatan Rp 35.936,15. Pada biaya unsur akibat keterlambatan pekerjaan 1 jam biaya unsur tenaga kerja Rp 428.943,66 sedangkan peralatan Rp 41.675,51, biaya unsur akibat keterlambatan pekerjaan 2 jam tenaga kerja Rp 514.732,39 sedangkan peralatan Rp 49.710,61, biaya unsur akibat keterlambatan pekerjaan 3 jam tenaga kerja Rp 643.415,48 sedangkan peralatan Rp 61.763,26 dan biaya unsur akibat keterlambatan pekerjaan 4 jam tenaga kerja Rp 857.887,31 sedangkan peralatan Rp 81.851,02. Untuk biaya unsur material selalu sama sebelum dan sesudah keterlambatan pekerjaan yaitu Rp 491.239,85.

- a. Analisa harga satuan normal

$$A_i = T_i + M_i + P_i$$

$$\text{Rp } 367.665,99 + \text{Rp } 491.239,85 + \text{Rp } 35.936,15 = \text{Rp } 894.841,99$$

- b. Analisa harga satuan terlambat 1 jam

$$A_i = T_i + M_i + P_i$$

$$\text{Rp } 428.943,66 + \text{Rp } 491.239,85 + \text{Rp } 41.675,51 = \text{Rp } 961.859,01$$

- c. Analisa harga satuan terlambat 2 jam

$$A_i = T_i + M_i + P_i$$

$$\text{Rp } 514.732,39 + \text{Rp } 491.239,85 + \text{Rp } 49.710,61 = \text{Rp } 1.055.682,85$$

- d. Analisa harga satuan terlambat 3 jam

$$A_i = T_i + M_i + P_i$$

$$\text{Rp } 643.415,48 + \text{Rp } 491.239,85 + \text{Rp } 61.763,26 = \text{Rp } 1.196.418,60$$

- e. Analisa harga satuan terlambat 4 jam

$$A_i = T_i + M_i + P_i$$

$$\text{Rp } 857.887,31 + \text{Rp } 491.239,85 + \text{Rp } 81.851,02 = \text{Rp } 1.430.978,18$$

Hasil dari perhitungan tersebut menggambarkan, bahwa semakin lama waktu keterlambatan pekerjaan maka semakin besar analisa harga satuan yang dibutuhkan. Pernyataan ini dibuktikan dengan hasil perhitungan yang telah dilakukan.

Dihat bahwa pada item pasangan batu 1 (Q1) pada jam kerja normal analisa harga satuannya Rp 894.841,99. Pada keterlambatan pekerjaan 1 jam analisa harga satuannya menjadi Rp 961.859,01, pada keterlambatan pekerjaan 2 jam analisa harga satuannya menjadi Rp 1.055.682,85, pada keterlambatan pekerjaan 3 jam analisa harga satuannya menjadi Rp 1.196.418,60, pada keterlambatan pekerjaan 4 jam analisa harga satuannya menjadi Rp 1.430.978,18.

Untuk perhitungannya dapat dilihat pada lampiran IX dan hasil perhitungan perubahan analisa harga satuan dari semua item pekerjaan yang berada di jalur kritis akibat keterlambatan pekerjaan atau berkurangnya jam kerja efektif dapat dilihat pada tabel 4.55.

Tabel 4.55 Rekap Analisa Harga Satuan

No.	Item Pekerjaan	Sat.	Kode Kegiatan	Analisa Harga Satuan Normal	Analisa Harga Satuan Terlambat 1 jam	Analisa Harga Satuan Terlambat 2 jam	Analisa Harga Satuan Terlambat 3 jam	Analisa Harga Satuan Terlambat 4 jam
a	b	c	d	e	f	g	h	i
DIV.III Pekerjaan Tanah								
1	Timbunan Pilihan 1	m ³	F1	136.915,30	140.004,52	144.329,42	150.816,78	161.629,03
2	Penyiapan badan jalan 1	m ³	G1	1.599,39	1.740,98	1.939,17	2.236,46	2.731,95
DIV.V Pekerjaan Berbutir								
3	Lapis pondasi agregat kelas A 2	m ³	H2	559.682,80	592.924,53	639.463,12	709.271,00	825.617,46
4	Lapis pondasi agregat kelas B 1	m ³	I1	517.778,15	546.804,09	587.440,43	648.394,93	749.985,78
5	Lapis pondasi agregat kelas B 2	m ³	I2	517.778,15	546.804,09	587.440,43	648.394,93	749.985,78
DIV.VI Perkerasan Aspal								
6	Lataston-lapis pondasi (HRS-Base)	Ton	L	424.883,94	477.024,17	547.318,28	652.759,44	828.494,70
DIV.VII Struktur								
7	Beton mutu sedang dengan f'c = 20 Mpa (K-250)	m ³	M	1.904.710,07	2.908.022,38	3.139.211,72	3.485.995,73	4.063.969,09
8	Beton mutu rendah dengan f'c = 15 Mpa (K-175) 2	m ³	N2	1.404.714,68	2.450.339,24	2.681.528,72	3.028.312,95	3.606.286,67
9	Baja tulangan U 24 Polos	Kg	O	11.934,16	12.270,82	12.742,16	13.449,16	14.627,49
10	Baja tulangan D 32 ulir	Kg	P	12.759,16	13.095,82	13.567,16	14.274,16	15.452,49
11	Pasangan batu 1	m ²	Q1	894.841,99	961.859,01	1.055.682,85	1.196.418,60	1.430.978,18

Sumber : Lampiran XII.6 No item 7, 10, 12, 14, 15, 18, 19, 21, 22, 23, 24

4.15 Perubahan Biaya Proyek

Dengan diketahui nilai analisa harga satuan baru akibat dari keterlambatan pekerjaan, tahap selanjutnya menghitung perubahan biaya proyek, namun sebelum menghitung perubahan biaya proyek terlebih dahulu menghitung biaya item pekerjaan yang baru.

Dengan diketahui perubahan biaya tenaga kerja dan biaya peralatan yang terjadi dan juga analisa harga satuan akibat kerelambatan pekerjaan maka dapat dihitung biaya tiap item pekerjaan. Untuk menghitung biaya tiap item pekerjaan menggunakan persamaan 2.47 $X_i = V_i \cdot A_i$ pada Bab II.

Satu sampel perhitungan, pada item pasangan batu 1 (Q1) pada jam kerja normal analisa harga satuannya Rp 894.841,99. Pada keterlambatan pekerjaan 1 jam analisa harga satuannya menjadi Rp 961.859,01, pada keterlambatan pekerjaan 2 jam analisa harga satuannya menjadi Rp 1.055.682,85, pada keterlambatan pekerjaan 3 jam analisa harga satuannya menjadi Rp 1.196.418,60, pada keterlambatan pekerjaan 4 jam analisa harga satuannya menjadi Rp 1.430.978,18 dengan total volume 375,03 m³.

- a. Biaya item pekerjaan normal

$$x_i = V_i \times A_i$$

$$375,03 \times \text{Rp } 894.841,99 = \text{Rp } 335.592.591,51$$

- b. Biaya item pekerjaan normal terlambat 1 jam

$$x_i = V_i \times A_i$$

$$375,03 \times \text{Rp } 961.859,01 = \text{Rp } 360.725.985,77$$

- c. Biaya item pekerjaan normal terlambat 2 jam

$$x_i = V_i \times A_i$$

$$375,03 \times \text{Rp } 1.055.682,85 = \text{Rp } 395.912.737,74$$

- d. Biaya item pekerjaan normal terlambat 3 jam

$$x_i = V_i \times A_i$$

$$375,03 \times \text{Rp } 1.196.418,60 = \text{Rp } 448.692.865,68$$

- e. Biaya item pekerjaan normal terlambat 4 jam

$$x_i = V_i \times A_i$$

$$375,03 \times \text{Rp } 1.430.978,18 = \text{Rp } 536.659.745,60$$

Hasil dari perhitungan tersebut menggambarkan, bahwa semakin lama waktu keterlambatan pekerjaan maka semakin besar biaya item pekerjaan yang dibutuhkan. Pernyataan ini dibuktikan dengan hasil perhitungan yang telah dilakukan.

Dihat bahwa pada item pasangan batu 1 (Q1) pada jam kerja normal biaya item pekerjaannya Rp 335.592.591,51. Pada keterlambatan pekerjaan 1 jam biaya item pekerjaannya menjadi Rp 360.725.985,77, pada keterlambatan

pekerjaan 2 jam analisa harga satuannya menjadi Rp 395.912.737,74, pada keterlambatan pekerjaan 3 jam biaya item pekerjaannya menjadi Rp 448.692.865,68 pada keterlambatan pekerjaan 4 jam biaya item pekerjaannya menjadi Rp 536.659.745,60.

Untuk perhitungannya dapat dilihat pada lampiran XIII dan hasil perhitungan perubahan biaya item pekerjaan dari semua item pekerjaan yang berada di jalur kritis akibat keterlambatan pekerjaan atau berkurangnya jam kerja efektif dapat dilihat pada tabel 4.56.

Tabel 4.56 Rekap Biaya Item Pekerjaan

No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Kode Kegiatan	Jumlah Harga (Rp)				
				Normal	Terlambat 1 Jam	Terlambat 2 Jam	Terlambat 3 Jam	Terlambat 4 Jam
a	b	c	d	e	f	g	h	i
DIV.I	Umum							
1	Mobilisasi dan Demobilisasi	Ls	A1	125.980.869,57	125.980.869,57	125.980.869,57	125.980.869,57	125.980.869,57
2	Demobilisasi		A2					
Jumlah				125.980.869,57	125.980.869,57	125.980.869,57	125.980.869,57	125.980.869,57
DIV.II	Drainase							
3	Galian untuk selokan, drainase dan selokan air 1	MF	B1	18.623.228,04	18.623.231,20	18.623.231,20	18.623.231,20	18.623.231,20
4	Galian untuk selokan, drainase dan selokan air 2		B2	23.192.264,79	23.192.268,73	23.192.268,73	23.192.268,73	23.192.268,73
5	Pasangan batu dengan mortar	MF	C	299.980.860,37	368.081.373,08	368.081.373,08	368.081.373,08	368.081.373,08
Jumlah				341.796.353,20	409.896.873,00	409.896.873,00	409.896.873,00	409.896.873,00
DIV.III	Pekerjaan tanah							
6	Galian batu	MF	D	12.394.126,53	12.394.127,03	12.394.127,03	12.394.127,03	12.394.127,03
7	Timbunan biasa 1	MF	E1	31.024.880,39	30.964.444,70	30.964.444,70	30.964.444,70	30.964.444,70
8	Timbunan biasa 2		E2	35.277.737,89	35.209.017,75	35.209.017,75	35.209.017,75	35.209.017,75
9	Timbunan pilihan 1	MF	F1	35.811.565,87	36.619.581,38	37.750.803,10	39.447.635,67	42.275.689,96
10	Timbunan pilihan 2		F2	67.857.960,99	67.857.960,99	67.857.960,99	67.857.960,99	67.857.960,99
11	Timbunan pilihan 3		F3	27.384.429,15	27.384.429,15	27.384.429,15	27.384.429,15	27.384.429,15
12	Penyiapan badan jalan 1	MF	G1	6.245.777,89	6.798.682,26	7.572.653,71	8.733.810,89	10.668.539,52
13	Penyiapan badan jalan 2		G2	1.115.574,53	1.115.586,60	1.115.586,60	1.115.586,60	1.115.586,60
Jumlah				217.112.053,22	218.343.829,86	220.249.023,03	223.106.812,78	227.869.795,70
DIV.V	Pekerjaan Perkerasan Berbutir							
14	Lapis pondasi agregat kelas A 1	MF	H1	217.151.329,57	217.151.284,87	217.151.284,87	217.151.284,87	217.151.284,87
15	Lapis pondasi agregat kelas A 2		H2	226.296.546,52	239.737.176,12	258.554.122,78	286.779.542,77	333.821.909,41
16	Lapis pondasi agregat kelas B 1	MF	I1	267.856.992,56	282.872.691,18	303.894.681,42	335.427.666,78	387.982.642,39
17	Lapis pondasi agregat kelas B 2		I2	279.134.200,67	294.782.084,23	316.689.133,91	349.549.708,43	404.317.332,62
Jumlah				990.439.069,32	1.034.543.236,40	1.096.289.222,98	1.188.908.202,85	1.343.273.169,29
DIV.VI	Pekerjaan Perkerasan Aspal							
18	Lapis resap pengikat-aspal cair	Liter	J	60.673.211,40	60.753.242,78	60.753.242,78	60.753.242,78	60.753.242,78
19	Lapis perekat-aspal cair	Liter	K	458.103,09	471.438,02	471.438,02	471.438,02	471.438,02
20	Lataston-lapis pondasi (HRS-Base)	Ton	L	167.064.365,21	187.565.904,99	215.205.546,95	256.665.009,89	325.764.114,79
21	Aspal Mnyak	Ton		264.090.040,59	264.090.040,59	264.090.040,59	264.090.040,59	264.090.040,59
22	Aditif anti pengelupasan	Kg		3.123.391,30	3.123.391,30	3.123.391,30	3.123.391,30	3.123.391,30
23	Bahan pengisi (filler) tambahan semen	Kg		7.158.210,98	7.158.210,98	7.158.210,98	7.158.210,98	7.158.210,98
Jumlah				502.567.322,57	523.162.228,66	550.801.870,62	592.261.333,57	661.360.438,47
DIV.VII	Pekerjaan Struktur							
24	Beton mutu sedang dengan f'c = 20 Mpa (K-250)	MF	M	11.580.637,23	17.680.776,05	19.086.407,25	21.194.854,04	24.708.932,03
25	Beton mutu rendah dengan f'c = 15 Mpa (K-175) 1	MF	N1	101.926.097,18	165.814.394,32	165.814.394,32	165.814.394,32	165.814.394,32
26	Beton mutu rendah dengan f'c = 15 Mpa (K-175) 2		N2	158.465.863,05	276.422.769,45	302.503.255,39	341.623.984,31	406.825.199,16
27	Baja tulangan U 24 polos	Kg	O	6.681.337,89	6.869.820,75	7.133.696,77	7.529.510,79	8.189.200,82
28	Baja tulangan D 32 ulir	Kg	P	8.373.324,48	8.594.265,38	8.903.582,65	9.367.558,56	10.140.851,73
29	Pasangan batu 1	MF	Q1	335.592.591,51	360.725.985,77	395.912.737,74	448.692.865,68	536.659.745,60
30	Pasangan batu 2		Q2	110.217.687,91	110.217.687,91	110.217.687,91	110.217.687,91	110.217.687,91
Jumlah				732.837.539,24	946.325.699,64	1.009.571.762,02	1.104.440.855,60	1.262.556.011,56
Total Biaya Umum				2.910.733.207,11	3.258.252.737,12	3.412.789.621,22	3.644.594.947,35	4.030.937.157,58

Sumber : Lampiran XIII.6

Dengan diketahui perubahan biaya per item pekerjaan maka dapat dihitung total biaya proyek dengan menjumlahkan seluruh biaya dari seluruh item pekerjaan. Untuk mengetahui total biaya proyek dengan menggunakan persamaan 2.50 $BP = \sum (V_i * A_i')$ pada Bab II dan untuk persentase perubahannya menggunakan persamaan 2.51 $BP' = \frac{BP' - BP}{BP} \times 100\%$ pada Bab II. Untuk perhitungan biaya proyek dapat dilihat pada lampiran XIII dan untuk hasil perhitungan biaya proyek dan perubahannya dapat dilihat pada tabel 4.57.

Tabel 4.57 Rekap Biaya Proyek dan Perubahan

No	Biaya Proyek Normal	Waktu Keterlambatan Pekerjaan	Biaya Proyek Terlambat	Besar Perubahan	Persentase Biaya Proyek
	Rp	Jam	Rp	Rp	%
	a	b	c	d = a - c	e = ((c - a) / a) * 100
1.	2.910.733.207,11	0,00	2.910.733.207,11	0,00	0,00
2.		1,00	3.258.252.737,12	-347.519.530,02	11,94
3.		2,00	3.412.789.621,22	-502.056.414,11	17,25
4.		3,00	3.644.594.947,35	-733.861.740,25	25,21
5.		4,00	4.030.937.157,58	-1.120.203.950,48	38,49

Sumber : Lampiran XIII.7

Tabel 4.57 tersebut menggambarkan, bahwa semakin lama waktu keterlambatan pekerjaan maka biaya proyek untuk menyelesaikan semua volume tiap item pekerjaan semakin meningkat. Pernyataan ini dibuktikan dengan hasil perhitungan yang telah dilakukan

Dilihat bahwa biaya proyek pada jam kerja efektif normal Rp 2.910.733.207,11, setelah mengalami keterlambatan pekerjaan 1 jam biaya proyek berubah menjadi Rp 3.258.252.737,12, setelah mengalami keterlambatan pekerjaan 2 jam biaya proyek berubah menjadi Rp 3.412.789.621,22, setelah mengalami keterlambatan pekerjaan 3 jam biaya proyek berubah menjadi Rp 3.644.594.947,35, setelah mengalami keterlambatan pekerjaan 4 jam biaya proyek berubah menjadi Rp 4.030.937.157,58.

4.16 Perubahan Keuntungan Proyek

Setelah mengetahui biaya proyek dan perubahannya maka dapat dihitung keuntungan yang didapat dari proyek ini. Perhitungan keuntungan proyek awal akan diperoleh dengan menggunakan persamaan 2.52 $L = \left(\frac{15}{100} \times BP\right)$ pada Bab II

dan untuk perubahan keuntungan akibat keterlambatan pekerjaan menggunakan persamaan 2.53 $L' = L + (BP - BP')$ dan untuk persentase perubahan keuntungan akibat keterlambatan pekerjaan menggunakan persamaan 2.53 $\%L' = \left(\frac{L'-L}{L} \times 100\right)$ pada Bab II.

Berikut adalah perhitungan keuntungan proyek awal dan perubahan keuntungan akibat keterlambatan pekerjaan.

1. Perhitungan keuntungan proyek awal

Biaya proyek awal yang diketahui dalam analisa ini adalah Rp 2.910.733.207,11,. Dan 15 % keuntungan berdasarkan kontrak yang diperoleh dari biaya proyek tersebut sehingga keuntungan proyek awal dapat dihitung sebagai berikut :

$$L = \left(\frac{15}{100}\right) \times BP$$

$$L = \left(\frac{15}{100}\right) \times \text{Rp } 2.910.733.207,11,$$

$$L = \text{Rp } 436.609.981,07$$

2. Perubahan keuntungan proyek akibat keterlambatan pekerjaan

Diketahui bahwa biaya proyek pada jam kerja efektif normal Rp 2.910.733.207,11, setelah mengalami keterlambatan pekerjaan 1 jam biaya proyek berubah menjadi Rp 3.258.252.737,12, setelah mengalami keterlambatan pekerjaan 2 jam biaya proyek berubah menjadi Rp 3.412.789.621,22, setelah mengalami keterlambatan pekerjaan 3 jam biaya proyek berubah menjadi Rp 3.644.594.947,35, setelah mengalami keterlambatan pekerjaan 4 jam biaya proyek berubah menjadi Rp 4.030.937.157,58.

Perhitungan perubahan keuntungan proyek akibat keterlambatan pekerjaan sebagai berikut :

a. Perhitungan perubahan keuntungan proyek akibat keterlambatan pekerjaan 1 jam.

$$\begin{aligned} L' &= \text{Keuntungan Normal} + (BP \text{ Normal} - BP \text{ Terlambat}) \\ &= \text{Rp } 436.609.981,07 + (\text{Rp } 2.910.733.207,11 - \text{Rp } 3.258.252.737,12) \\ &= \text{Rp } 89.090.451,05 \end{aligned}$$

b. Perhitungan perubahan keuntungan proyek akibat keterlambatan pekerjaan 2 jam.

$$\begin{aligned}
L' &= \text{Keuntungan Normal} + (\text{BP Normal} - \text{BP Terlambat}) \\
&= \text{Rp } 392.155.437,88 + (\text{Rp } 2.910.733.207,11 - \text{Rp } 3.412.789.621,22) \\
&= \text{Rp } -65.446.433,04
\end{aligned}$$

- c. Perhitungan perubahan keuntungan proyek akibat keterlambatan pekerjaan 3 jam.

$$\begin{aligned}
L' &= \text{Keuntungan Normal} + (\text{BP Normal} - \text{BP Terlambat}) \\
&= \text{Rp } 436.609.981,07 + (\text{Rp } 2.910.733.207,11 - \text{Rp } 3.644.594.947,35) \\
&= \text{Rp } -297.251.759,18
\end{aligned}$$

- d. Perhitungan perubahan keuntungan proyek akibat keterlambatan pekerjaan 4 jam.

$$\begin{aligned}
L' &= \text{Keuntungan Normal} + (\text{BP Normal} - \text{BP Terlambat}) \\
&= \text{Rp } 436.609.981,07 + (\text{Rp } 2.910.733.207,11 - \text{Rp } 4.030.937.157,58) \\
&= \text{Rp } -683.593.969,41
\end{aligned}$$

3. Prosentase Perubahan Keuntungan

Diketahui biaya proyek awal yang didapat dari proyek ini tanpa perhitungan keuntungan 15 % adalah Rp 436.609.981,07. Sedangkan keuntungan akibat keterlambatan pekerjaan 1 jam adalah Rp 89.090.451,05, keuntungan akibat keterlambatan pekerjaan 2 jam adalah Rp -65.446.433,04, keuntungan akibat keterlambatan pekerjaan 3 jam adalah Rp -297.251.759,18, keuntungan akibat keterlambatan pekerjaan 4 jam adalah Rp -683.593.969,41.

- a. Prosentase perubahan keuntungan proyek akibat keterlambatan pekerjaan 1 jam

$$\begin{aligned}
\%L &= \frac{\text{Rp } 89.090.451,05 - \text{Rp } 436.609.981,07}{\text{Rp } 436.609.981,07} \times 100 \\
&= -79,59
\end{aligned}$$

- b. Prosentase perubahan keuntungan proyek akibat keterlambatan pekerjaan 2 jam

$$\begin{aligned}
\%L &= \frac{\text{Rp } -65.446.433,04 - \text{Rp } 436.609.981,07}{\text{Rp } 436.609.981,07} \times 100 \\
&= -114,99
\end{aligned}$$

- c. Prosentase perubahan keuntungan proyek akibat keterlambatan pekerjaan 3 jam

$$\begin{aligned} \%L &= \frac{\text{Rp } -297.251.759,18 - \text{Rp } 436.609.981,07}{\text{Rp } 436.609.981,07} \times 100 \\ &= -168,08 \end{aligned}$$

- d. Prosentase perubahan keuntungan proyek akibat keterlambatan pekerjaan 4 jam

$$\begin{aligned} \%L &= \frac{\text{Rp } -683.593.969,41 - \text{Rp } 436.609.981,07}{\text{Rp } 436.609.981,07} \times 100 \\ &= -256,57 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan perubahan keuntungan akibat keterlambatan pekerjaan menggambarkan, bahwa semakin lama waktu keterlambatan pekerjaan yang menyebabkan biaya proyek semakin bertambah mempengaruhi perubahan keuntungan yang diperoleh yaitu semakin berkurang keuntungan atau mengalami kerugian. Pada jam kerja efektif normal keuntungan proyek Rp 436.609.981,07 setelah mengalami keterlambatan 1 jam keuntungan berkurang menjadi Rp 89.090.451,05 setelah mengalami keterlambatan 2 jam keuntungan berkurang dan mengalami kerugian Rp 65.446.433,04, setelah mengalami keterlambatan 3 jam keuntungan berkurang dan mengalami kerugian Rp 297.251.759,18, setelah mengalami keterlambatan 4 jam keuntungan berkurang dan mengalami kerugian Rp 683.593.969,41. Prosentase perubahan keuntungan proyek akibat keterlambatan pekerjaan 1 jam adalah sebesar -79,59%, prosentase perubahan keuntungan proyek akibat keterlambatan pekerjaan 2 jam adalah sebesar --114,99%, prosentase perubahan keuntungan proyek akibat keterlambatan pekerjaan 3 jam adalah sebesar -168,08%, prosentase perubahan keuntungan proyek akibat keterlambatan pekerjaan 4 jam adalah sebesar -256,57%. Untuk perhitungan keuntungan proyek dan perubahannya dapat dilihat pada tabel 4.58.

Tabel 4.58 Keuntungan Proyek dan Perubahan Keuntungan Proyek

No	Biaya Proyek Normal	Keuntungan Normal	Waktu Keterlambatan Pekerjaan	Biaya Proyek Terlambat	Besar Perubahan Biaya Proyek	Besar Perubahan Keuntungan	Persentase Keuntungan Proyek
	Rp	Rp	Jam	Rp	Rp	Rp	%
	a	b = (15/100)*a	c	d	e = a - d	f = b + e	g = ((f - b) / b) *100
1.	2.910.733.207,11	436.609.981,07	0,00	2.910.733.207,11	0,00	436.609.981,07	0,00
2.			1,00	3.258.252.737,12	-347.519.530,02	89.090.451,05	-79,59
3.			2,00	3.412.789.621,22	-502.056.414,11	-65.446.433,04	-114,99
4.			3,00	3.644.594.947,35	-733.861.740,25	-297.251.759,18	-168,08
5.			4,00	4.030.937.157,58	-1.120.203.950,48	-683.593.969,41	-256,57

Sumber : Lampiran XIII.8