BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan diuraikan proses analisa dan pembahasan guna mencapai tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui perubahan biaya dan keuntungan yang disebabkan oleh percepatan waktu pekerjaan – pekerjaan kritis. Dalam proses analisa dan pembahasan ini semuanya berdasarkan pada teori bab II dan mengikuti langkah – langkah yang telah dijelaskan pada bab III.

4.1 Data

Data yang digunakan dalam proses analisa ini adalah data Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang meliputi volume pekerjaan, koefisien sumberdaya baik tenaga kerja, peralatan juga material, analisa harga satuan dan *Time Schedule* yang diambil dari dokumen penawaran kontrak pekerjaan Pembangunan Jalan dengan data umum proyek adalah sebagai berikut :

Nama Paket	: Peningkatan Jalan dengan Konstruksi HRS – Base Lokasi Jl. R. A. Kartini
Nomor Kontrak	: PUPR.620/28/KNTR/BM/KK/IV/2018
Tanggal Kontrak	: 20 April 2018
Lokasi	: Jl. R. A. Kartini – Kota Kupang
Target Efektif	: 0,975 KM
Nilai Kontrak	: Rp.5.697.156.000
Produk Akhir	: Lataston (HRS-Base)
Sumber Dana	: Dana Alokasi Khusus (DAK)
Waktu Pelaksanaan	: 210 Hari Kalender
Terhitung Sejak	: 20 April 2018 sampai dengan 16 November 2018
Konsultan Pengawas	: CV. Bayu Pratama
Kontraktor Pelaksana	: PT. ADISTI INDAH

Berdasarkan kontrak, jangka waktu penyelesaian pada proyek Peningkatan Jalan R.A Kartini ini terhitung mulai tanggal 20 April sampai dengan 16 November 2018 yakni 8 bulan dan 210 hari kalender. Bulan april 2018 dimulai dari tanggal 20 sehingga terdapat 10 hari, 2 hari minggu dan tidak ada hari libur. Bulan Mei 2018 terdapat 31 hari, 4 hari minggu dan 3 hari libur. Bulan Juni terdapat 30 hari, 4 hari minggu dan 7 hari libur. Bulan Juli terdapat 31 hari, 5 hari minggu dan tidak ada hari libur. Bulan Agustus terdapat 31 hari, 4

hari minggu dan 2 hari libur. Bulan September terdapat 30 hari, 5 hari minggu dan 1 hari libur. Bulan Oktober terdapat 31 hari, 4 hari minggu dan tidak ada hari libur. Bulan November berakhir proyek pada tanggal 16 sehingga terdapat 16 hari, 2 hari minggu dan tidak ada hari libur. Dari data-data tersebut maka diperoleh hari kerja efektif yang dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Perhitungan Hari Minggu, Hari Libur dan Hari Kerja Efektif

No	Tahun 2018 (Bulan)	Hari Minggu	Hari Libur	Keterangan Hari Libur (Tanggal)	Hari Kerja Efektif
1	April	2	0	-	8
2	Mey	4	3	Hari Buruh Internasional (1), Kenaikan Isa Al Masih (10) dan Hari raya Waisak 2565 (29)	24
3	Juni	4	7	Hari Lahir Pancasila (1), Hari Raya Idul Fitri 1439 H (15-16) dan Cuti Bersama Idul Fitri (13,14, 18 dan 19)	19
4	Juli	5	0	-	26
5	Agustus	4	2	Hari Kemerdekaan Republik Indonesia (17) dan Hari Raya Idul Adha1439 H (22)	25
6	September	5	1	Tahun Baru Islam 1440 H (11)	24
7	Oktober	4	0	-	27
8	November	2	0	-	14
Total					167

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan tabel 4.1 dapat dilihat bahwa hari kerja efektif yang dibutuhkan dalam penyelesaikan proyek adalah 167 hari.

Dari RAB (lampiran II) terdapat item-item pekerjaan yang dianalisis dan yang tidak dianalisis. Item-item pekerjaan tersebut dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Item Pekerjaan yang Dianalisis dan yang Tidak Dianalisis

No.	Item Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)		Jumlah Harga (Rp)
				Dianalisa	Tidak Dianalisa	
1	2	3	4	5		6 = 4*5
	DIVISI 1. UMUM					
1	Mobilisasi	LS	1,000		92.427.272,73	92,427.272,73
2	Relokasi Tiang Listrik yang ada, Tegangan menengah	Unit	5,000		13.636.363,64	68.181.818,18
3	Relokasi Pipa Utilitas yang Ada	M'	46,000		68.181,82	3.136.363,64
4	Relokasi Tiang Telpon yang ada	Unit	4,000		13.636.363,64	54.545.454,55

Lanjutan Tabel 4.2 Item Pekerjaan yang Dianalisis dan yang Tidak Dianalisis

	DIVISI 2. PEKERJAAN DRAINASE					
5	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran Air	M3	115,500	58.855,15		6.797.769,30
6	Pasangan Batu dengan Mortar	M3	146,300	808.387,18		118.267.044,70
	DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH					
7	Galian Biasa	M3	868,846	56.001,44		48.656.623,98
8	Galian Batu	M3	1.216,300	184.317,93		224.185.894,94
9	Timbunan Pilihan	M3	2.935,000	207.993,33		610.460.415,55
10	Penyiapan Badan Jalan	M2	4.275,000	2.445,57		10.454.823,41
11	Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15 – 30 cm	Pohon	22,000	250.323,93		5.507.126,40
	DIVISI 5. PEKERJAAN PERKERASAN BERBUTIR					
12	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M3	855,000	815.725,87		697.445.621,18
	DIVISI 6. PEKERJAAN PERKERASAN ASPAL					
13	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	Liter	4.275,000	11.382,82		48.661.547,73
14	Lapis Perekat - Aspal Cair	Liter	1.916,250	11.686,16		22.393.611,07
15	Lataston - Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi senjang)	Ton	781,463	1.448.767,20		1.132.157.962,41
16	Aditif anti pengelupasan	Kg	156,293		63.636,36	9.945.918,18
	DIVISI 7. PEKERJAAN STRUKTUR					
17	Pasangan Batu	M3	562,431	793.977,94		446.557.804,73
	DIVISI 8. PEK. PENGEMBALIAN KONDISI DAN PEK. MINOR					
18	Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	M1	2.925,000	193.194,15		565.092.889,34
19	Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median	M2	1.950,000	271.908,75		530.222.055,53
20	Pipa Drainase dia 4"	M1	195,000		68.181,82	13.295.454,55
A	**Jumlah**					**4.708.393.472,08**
B	**Overhead dan Profit (10% x A)**					**470.839.347,21**
C	**Jumlah Harga Pekerjaan (A + B)**					**5.179.232.819,28**
D	**Pajak Pertambahan Nilai (10% x C)**					**517.923.281,93**
E	**Jumlah Total Harga Pekerjaan (C + D)**					**5.697.156.101,21**
F	**Dibulatkan**					**5.697.156.000,00**

Sumber : Lampiran II, Tabel Daftar Kuantitas dan Harga (Data RAB)

Dari tabel 4.2 Menjelaskan Bahwa terdapat item-item pekerjaan yang dianalisis dan yang tidak dianalisis. Item pekerjaan yang tidak dianalisis dikarenakan item pekerjaan memiliki satuan Ls atau juga tidak mempunyai analisa harga satuan. Memiliki satuan Ls karena volumenya 1 dan tidak mempunyai analisa harga satuan karena tidak mempunyai

koefisien. Item-item pekerjaan yang tidak dianalisis yaitu mobilisasi dan demobilisasi yang merupakan sesuatu yang pasti dilakukan, sedangkan untuk item pekerjaan lapis perekat-aspal cair dan adiktif anti pengelupas merupakan bahan yang proses pengerjaannya dilakukan di pabrik. Pada proses pengerjaannya dilapangan, aspal minyak dan adiktif anti pengelupas dilakukan bersamaan dengan pekerjaan aspal lainnya, seperti lapis resap pengikat dan lataston.

4.2 Jumlah Tenaga Kerja

Jumlah tenaga kerja adalah banyaknya tenaga kerja yang bekerja dalam suatu item pekerjaan. Untuk menghitung jumlah tenaga kerja menggunakan rumus 2.11.

$$\text{Jumlah tenaga kerja (N)} = \frac{\text{Koefisien tenaga kerja}}{\text{Koefisien mandor}}$$

Contoh :

Diketahui untuk pekerjaan galian untuk selokan drainase dan saluran air koefisien pekerja 0,1487 jam, koefisien mandor 0,0372 jam, koefisien excavator 0,0372 jam, dan koefisien dump truck 0,0914 jam. Berapa jumlah tenaga kerja?

Penyelesaian :

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

$$\text{Jumlah Mandor} = \frac{0{,}0372}{0{,}0372}$$

$$= 1 \text{ orang}$$

$$\text{Jumlah Pekerja} = \frac{0{,}1487}{0{,}0372}$$

$$= 4 \text{ orang}$$

Contoh diatas menyatakan bahwa kebutuhan sumberdaya tenaga kerja pada item pekerjaan galian untuk selokan drainase dan saluran air. Dan untuk keseluruhan pekerjaan dapat dilihat pada tabel 4.3. untuk kolom 4,5 dan 6 merupakan koefisien tenaga kerja yang diperoleh dari data RAB sedangkan kolom 7,8 dan 9 merupakan kebutuhan tenaga kerja yang diperoleh dengan menggunakan rumus diatas. Kolom 7 diperoleh dari kolom 4 dibagi dengan kolom 4, kolom 8 diperoleh dari kolom 5 dibagi kolom 4 dan kolom 9 diperoleh dari kolom 6 dibagi kolom 4.

Tabel 4.3 Jumlah Tenaga Kerja

No	Item Pekerjaan yang Dianalisis	Satuan	Koefisien Tenaga Kerja			Kebutuhan Tenaga Kerja		
			Mandor (Orang)	Tukang (Orang)	Pekerja (Orang)	Mandor (Orang)	Tukang (Orang)	Pekerja (Orang)
1	2	3	4	5	6	7=4/4	8=5/4	9=6/4
	DIVISI 2. PEKERJAAN DRAINASE							
2.1	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran Air	M3	0,0372	-	0,1487	1	-	4
2.2	Pasangan Batu dengan Mortar	M3	0,2201	1,1004	3,3013	1	5	15
	DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH							
3.1	Galian Biasa	M3	0,0356	-	0,0712	1	-	2
3.2	Galian Batu	M3	0,0727	-	0,2909	1	-	4
3.3	Timbunan Pilihan	M3	0,3086	-	1,2345	1	-	4
3.4	Penyiapan Badan Jalan	M2	0,0029	-	0,0114	1	-	4
3.5	Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15 – 30 cm	Pohon	0,3500	-	3,5000	1	-	10
	DIVISI 5. PEKERJAAN PERKERASAN BERBUTIR							
5.1	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M3	0,0297	-	0,2082	1	-	7
	DIVISI 6. PEKERJAAN PERKERASAN ASPAL							
6.1	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	Liter	0,0004	-	0,0020	1	-	5
6.3	Lataston - Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi senjang)	Ton	0,0266	-	0,1863	1	-	7
	DIVISI 7. PEKERJAAN STRUKTUR							
7.1	Pasangan Batu	M3	0,2209	1,1044	3,3133	1	5	15
	DIVISI 8. PEK. PENGEMBALIAN KONDISI DAN PEK. MINOR							
8.1	Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	M1	0,0778	0,1556	0,3891	1	2	5
8.2	Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median	M2	0,4016	1,6064	2,4096	1	4	6

Sumber : Lampiran II, Tabel Analisa Harga Satuan (Data RAB)

4.3 Produksi Tenaga Kerja dan Alat

Produksi tenaga kerja adalah banyaknya pekerjaan yang diselesaikan oleh tenaga kerja dalam satu satuan waktu tertentu. Produksi alat adalah banyaknya pekerjaan yang dapat diselesaikan oleh alat dalam satu satuan waktu tertentu. Produksi tenaga kerja dapat dihitung sesuai rumus 2.7.

$$Q_{tk} = \frac{1}{K_{tk}} J_{tk}$$

Produksi alat dapat dihitung sesuai persamaan 2.10.

$$Q_P = \frac{1}{Ka}$$

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

Contoh :

Diketahui untuk pekerjaan galian untuk selokan drainase dan saluran air koefisien pekerja 0,1487 jam, koefisien mandor 0,0372 jam, koefisien excavator 0,0372 jam, dan koefisien dump truck 0,0914 jam. Berapa jumlah tenaga kerja?

Penyelesaian :

a. Jumlah Tenaga Kerja

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

Jumlah Mandor = (0,0372 / 0,0372) = 1 Orang

Jumlah Pekerja = (0,1487 / 0,0372) = 4 Orang

b. Produksi Tenaga Kerja

Produksi Tenaga Kerja $= \frac{1}{K_{tk}} J_{tk}$

Produksi Mandor = (1 / 0,0372) x 1 = 26,8920 m^3/Jam

Produksi Pekerja = (1 / 0,1487) x 4 = 26,8920 m^3/Jam

c. Produksi Peralatan $= \frac{1}{Ka}$

Produksi Exacator = 1 / 0,0372 = 26,8920 m^3/Jam

Produksi Dump Truck = 1 / 0,0914 = 10,9423 m^3/Jam

Contoh diatas menyatakan produksi tenaga kerja dan peralatan pada item pekerjaan galian untuk selokan drainase dan saluran air. Yang perlu diketahui untuk mencari produksi tenaga kerja adalah koefisien tenaga kerja dan jumlah tenaga kerja (contoh soal pada sub bab 4.2). pada tabel 4.4 kolom 4 merupakan koefisien tenaga kerja yang diperoleh dari data RAB. Kolom 5 merupakan kebutuhan tenaga kerja yang diperoleh dari tabel 4.3 kolom 7, 8 dan 9, kolom 6 pada tabel 4.4 merupakan produksi tenaga kerja dalam satuan jam, kolom 7 merupakan produksi tenaga kerja dalam hari, dan kolom 8 merupakan produksi minimum tenaga kerja yang merupakan produksi terkecil dari produksi mandor, tukang dan pekerja. Produksi tenaga kerja per jam (6) = (1/4)*5 dan untuk mendapatkan produksi tenaga kerja per hari (7) = (1/4)*5*Jam Kerja Efektif (7 jam, dari data rab). Berikut ini adalah rekapan produksi tenaga kerja.

Tabel 4.4 Produksi Tenaga Kerja

No.	Item Pekerjaan	Satuan	Koefisien	Jumlah Tenaga kerja (Orang)	Produksi (jam)	Produksi (Hari)	Produksi Minimum Tenaga Kerja (M3/Hari)
1	2	3	4	5	6=(1/4)*5	*7=6*Jkef*	8
	DIVISI 2. PEKERJAAN DRAINASE						
2.1	**Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran Air**	M3					
1	Mandor	jam	0,0372	1,00	26,8920	188,2440	188,2440
2	Pekerja	jam	0,1487	4,00	26,8920	188,2440	
2.2	**Pasangan Batu dengan Mortar**	M3					
1	Mandor	jam	0,2201	1,00	4,5436	31,8055	31,8055
2	Tukang Batu	jam	1,1004	5,00	4,5436	31,8055	
3	Pekerja	jam	3,3013	15,00	4,5436	31,8055	
	DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH						
3.1	**Galian Biasa**	M3					
1	Mandor	jam	0,0356	1,00	28,0827	196,5789	196,5789
2	Pekerja	jam	0,0712	2,00	28,0827	196,5789	
3.2	**Galian Batu**	M3					
1	Mandor	jam	0,0727	1,00	13,7500	96,2500	96,2500
2	Pekerja	jam	0,2909	4,00	13,7500	96,2500	
3.3	**Timbunan Pilihan**	M3					
1	Mandor	Jam	0,3086	1,00	3,2402	22,6812	22,6812
2	Pekerja	Jam	1,2345	4,00	3,2402	22,6812	
3.4	**Penyiapan Badan Jalan**	M2					
1	Mandor	Jam	0,0029	1,00	350,1563	2451,0938	2451,0938
2	Pekerja	Jam	0,0114	4,00	350,1563	2451,0938	
3.5	**Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15 – 30 cm**	Pohon					
1	Mandor	Jam	0,3500	1,00	2,8571	20,0000	20,0000
2	Pekerja Biasa	Jam	3,5000	10,00	2,8571	20,0000	
	DIVISI 5. PEKERJAAN PERKERASAN BERBUTIR						
5.1	**Lapis Pondasi Agregat Kelas A**	M3					
1	Mandor	Jam	0,0297	1,00	33,6150	235,3050	235,3050
2	Pekerja	Jam	0,2082	7,00	33,6150	235,3050	
	DIVISI 6. PEKERJAAN PERKERASAN ASPAL						
6.1	**Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair**	Liter					
1	Mandor	Jam	**0,0004002**	**1,00**	2499,0000	17493,0000	17493,0000
2	Pekerja	Jam	**0,0020**	**5,00**	2499,0000	17493,0000	
6.3	**Lataston - Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi senjang)**	Ton					
1	Mandor	Jam	**0,0266**	**1,00**	37,5703	262,9922	262,9922
2	Pekerja	Jam	**0,1863**	**7,00**	37,5703	262,9922	
	DIVISI 7. PEKERJAAN STRUKTUR						
7.1	**Pasangan Batu**	M3					
1	Mandor	Jam	0,2209	1	4,5273	31,6909	31,6909
2	Tukang	Jam	1,1044	5	4,5273	31,6909	
3	Pekerja Biasa	Jam	3,3133	15	4,5273	31,6909	

Lanjutan Tabel 4.4 Produksi Tenaga Kerja

	DIVISI 8. PEK. PENGEMBALIAN KONDISI DAN PEK. MINOR						
8.1	**Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)**	M1					
1	Mandor	Jam	0,0778	1	12,8509	89,9565	89,9565
2	Tukang	Jam	0,1556	2	12,8509	89,9565	
3	Pekerja Biasa	Jam	0,3891	5	12,8509	89,9565	
8.2	**Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median**	M2					
1	Mandor	Jam	0,4016	1	2,4900	17,4300	17,4300
2	Tukang	Jam	1,6064	4	2,4900	17,4300	
3	Pekerja Biasa	Jam	2,4096	6	2,4900	17,4300	

Sumber : Lampiran II dan Tabel 4.3, kolom 7, 8 dan 9

Pada kolom 4.5 kolom 4 merupakan nilai koefisien peralatan yang diperoleh dari RAB (lampiran II). Kolom 5 merupakan produksi alat per jam yang didapat sesuai dengan rumus produksi alat = 1/koefisien peralatan, sedangkan kolom 6 merupakan produsi alat per hari yang didapat sesuai dengan rumusan produksi alat dikalikan dengan jam kerja efektif, dimana berdasarkan uraian analisa harga satuan pekerjaan (lampiran II) jam kerja efektif adalah 7 jam. Kolom 7 merupakan produksi minimum alat yang merupakan produksi terkecil alat pada masing-masing item pekerjaan. Untuk mencari produksi alat sama dengan contoh c pada sub bab 4.2. Berikut ini adalah rekapan produksi peralatan.

Tabel 4.5 Produksi Peralatan

No.	Item Pekerjaan	Satuan	Koefisien	Produksi (jam)	Produksi (Hari)	Produksi Minimum Alat (M3/Hari)
1	**2**	**3**	**4**	**5=1/4**	**6=5*Jkef**	**7**
	DIVISI 2. PEKERJAAN DRAINASE					
2.1	**Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran Air**	M3				
1	Excavator	Jam	0,0372	26,8920	188,2440	188,2440
2	Dump Truck	Jam	0,0914	10,9423	76,5961	
2.2	**Pasangan Batu dengan Mortar**	M3				
1	Conc. Mixer	Jam	0,2201	4,5436	31,8055	31,8055
2	Water Tank Truck	Jam	0,0382	26,2105	183,4737	
	DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH					
3.1	**Galian Biasa**	M3				
1	Excavator	Jam	0,0356	28,0827	196,5789	196,5789
2	Dump Truck	Jam	0,0895	11,1746	78,2220	

Lanjutan Tabel 4.5 Produksi Peralatan

3.2	**Galian Batu**	M3				
1	Rock Drill Breaker	Jam	0,0727	13,7500	96,2500	96,2500
2	Wheel Loader	Jam	0,0727	13,7500	96,2500	
3	Excavator	Jam	0,0727	13,7500	96,2500	
4	Dump Truck	Jam	0,2223	4,4993	31,4952	
3.3	**Timbunan Pilihan**	M3				
1	Wheel Loader	Jam	0,0693	14,4307	101,0148	101,0148
2	Dump Truck	Jam	0,3086	3,2402	22,6812	
3	Motor Grader	Jam	0,0042	240,1071	1.680,7500	
4	Vibrator Roller	Jam	0,0041	245,1094	1.715,7656	
5	Water Tanker	Jam	0,0070	142,2857	996,0000	
3.4	**Penyiapan Badan Jalan**	M2				
1	Motor Grader	Jam	0,0029	350,1563	2.451,0938	2.451,09
2	Vibro Roller	Jam	0,0008	1.245,0000	8.715,0000	
3.5	**Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15 – 30 cm**	Pohon				
1	Dump Truck	Jam	0,4750	2,1051	14,7355	7,00
2	Chainsaw	Jam	1,0000	1,0000	7,0000	
	DIVISI 5. PEKERJAAN PERKERASAN BERBUTIR					
5.1	**Lapis Pondasi Agregat Kelas A**	M3				
1	Wheel Loader	Jam	0,0297	33,6150	235,3050	235,31
2	Dump Truck	Jam	0,4100	2,4388	17,0718	
3	Motor Grader	Jam	0,0047	210,6540	1.474,5780	
4	Vibrator Roller	Jam	0,0130	76,8009	537,6066	
5	Water Tanker	Jam	0,0141	71,1429	498,0000	
	DIVISI 6. PEKERJAAN PERKERASAN ASPAL					
6.1	**Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair**	Liter				
1	Asp. Sprayer	Jam	0,0002	4.998,0000	34.986,0000	34.986,00
2	Compressor	Jam	0,0002	4.998,0000	34.986,0000	
6.3	**Lataston - Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi senjang)**	Ton				
1	Wheel Loader	jam	0,0093	107,7063	753,9443	262,99
2	AMP	jam	0,0222	45,0000	315,0000	
3	Genset	Jam	0,0222	45,0000	315,0000	
4	Dump Truck	Jam	0,3753	2,6648	18,6539	
5	Asphalt Finisher	Jam	0,0266	37,5703	262,9922	
6	Tandem Roller	Jam	0,0172	58,2089	407,4626	
7	P. Tyre Roller	Jam	0,0086	115,8635	811,0445	
	DIVISI 7. PEKERJAAN STRUKTUR					
7.1	**Pasangan Batu**	M3				
1	Conc. Mixer	Jam	0,2209	4,5273	31,6909	31,6909
2	Water Tanker	Jam	0,0014	711,4286	4.980,0000	

Lanjutan Tabel 4.5 Produksi Peralatan

	DIVISI 8. PEK. PENGEMBALIAN KONDISI DAN PEK. MINOR					
8.1	**Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)**	M1				
1	Flat Bed Truck	Jam	0,0750	13,3271	93,2896	93,2896
8.2	**Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median**	M2				
1	Tamper	Jam	0,2410	4,1500	29,0500	29,0500

Keterangan : Jam Kerja Efektif Dapat Dilihat Pada Lampiran II = 7 Jam

4.4 Produksi Minimum

Produksi minimum adalah produksi terkecil dari kelompok tenaga kerja maupun peralatan dalam menyelesaikan pekerjaan dalam satu satuan waktu (jam/hari). Setelah didapatkan dalam produksi tenaga kerja dan peralatan maka produksi terkecil menjadi produksi minimum, namun dengan catatan bahwa untuk produksi minimum tidak dapat ditentukan dari produksi dump truck dan alat bantu. Hal ini disebabkan karena produksi dump truck dan alat bantu akan disesuaikan dengan produksi alat lainnya dilapangan. Produksi minimum tenaga kerja diperolah dari tabel 4.4 kolom 8 dan produksi minimum alat diperoleh dari tabel 4.5 kolom 7. Berikut ini merupakan rekapan produksi minimum:

Tabel 4.6 Produksi Minimum

No.	Item Pekerjaan	Produksi Minimum Tenaga Kerja (M3/Hari)	Produksi Minimum Alat (M3/Hari)	Produksi Minimum (M3/Hari)
1	2	3	4	5
	DIVISI 2. PEKERJAAN DRAINASE			
2.1	**Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran Air**	188,2440	188,2440	188,2440
2.2	**Pasangan Batu dengan Mortar**	31,8055	31,8055	31,8055
	DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH			
3.1	**Galian Biasa**	196,5789	196,5789	196,5789
3.2	**Galian Batu**	96,2500	96,2500	96,2500
3.3	**Timbunan Pilihan**	22,6812	101,0148	22,6812
3.4	**Penyiapan Badan Jalan**	2451,0938	2451,0938	2451,0938
3.5	**Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15 – 30 cm**	20,0000	7,0000	7,0000
	DIVISI 5. PEKERJAAN PERKERASAN BERBUTIR			
5.1	**Lapis Pondasi Agregat Kelas A**	235,3050	235,3050	235,3050
	DIVISI 6. PEKERJAAN PERKERASAN ASPAL			
6.1	**Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair**	17.493,0000	34986,0000	17493,0000
6.3	**Lataston - Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi senjang)**	262,9922	262,9922	262,9922
	DIVISI 7. PEKERJAAN STRUKTUR			
7.1	**Pasangan Batu**	31,6909	31,6909	31,6909
	DIVISI 8. PEK. PENGEMBALIAN KONDISI DAN PEK. MINOR			
8.1	**Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)**	89,9565	93,2896	89,9565
8.2	**Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median**	17,4300	29,0500	17,4300

Sumber : Tabel 4.4, kolom 8 dan Tabel 4.5, kolom 7

4.5 Jumlah Peralatan

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. Jumlah peralatan dapat dihitung menggunakan persamaan 2.12.

$$\text{Jumlah peralatan (N)} = \frac{\text{Produksi minimum}}{\text{Produksi alat}}$$

Berdasarkan tabel 4.7 kolom 3 adalah produksi alat yang diperoleh dari tabel 4.5 kolom 6, kolom 4 adalah produksi minimum yang diperoleh dari tabel 4.6 kolom 5 dan kolom 5 pada tabel 4.7 adalah jumlah alat yang didapat dari kolom 4 dibagi dengan kolom 3. Berikut merupakan rekapan jumlah peralatan.

Tabel 4.7 Jumlah Peralatan

No.	Item Pekerjaan	Produksi Alat (Hari)	Produksi Minimum (M3/Hari)	Jumlah Alat (Unit)
1	2	3	4	5=4/3
	DIVISI 2. PEKERJAAN DRAINASE			
2.1	**Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran Air**			
1	**Excavator**	188,2440	188,2440	1,00
2	**Dump Truck**	76,5961		2,46
2.2	**Pasangan Batu dengan Mortar**			
1	**Conc. Mixer**	31,8055	31,8055	1,00
2	**Water Tank Truck**	183,4737		0,17
	DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH			
3.1	**Galian Biasa**			
1	**Excavator**	196,5789	196,5789	1,00
2	**Dump Truck**	78,2220		2,51
3.2	**Galian Batu**			
1	**Rock Drill Breaker**	96,2500	96,2500	1,00
2	**Wheel Loader**	96,2500		1,00
3	**Excavator**	96,2500		1,00
4	**Dump Truck**	31,4952		3,06
3.3	**Timbunan Pilihan**			
1	**Wheel Loader**	101,0148	22,6812	0,22
2	**Dump Truck**	22,6812		1,00
3	**Motor Grader**	1.680,7500		0,01
4	**Vibrator Roller**	1.715,7656		0,01
5	**Water Tanker**	996,0000		0,02

Lanjutan Tabel 4.7 Jumlah Peralatan

3.4	**Penyiapan Badan Jalan**			
1	**Motor Grader**	2.451,0938	2.451,09	1,00
2	**Vibro Roller**	8.715,0000		0,28
3.5	**Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15 – 30 cm**			
1	**Dump Truck**	14,7355	7,00	0,48
2	**Chainsaw**	7,0000		1,00
	DIVISI 5. PEKERJAAN PERKERASAN BERBUTIR			
5.1	**Lapis Pondasi Agregat Kelas A**			
1	**Wheel Loader**	235,3050	235,31	1,00
2	**Dump Truck**	17,0718		13,78
3	**Motor Grader**	1.474,5780		0,16
4	**Vibrator Roller**	537,6066		0,44
5	**Water Tanker**	498,0000		0,47
	DIVISI 6. PEKERJAAN PERKERASAN ASPAL			
6.1	**Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair**			
1	**Asp. Sprayer**	34.986,0000	17.493,00	0,50
2	**Compressor**	34.986,0000		0,50
6.3	**Lataston - Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi senjang)**			
1	**Wheel Loader**	753,9443	262,99	0,35
2	**AMP**	315,0000		0,83
3	**Genset**	315,0000		0,83
4	**Dump Truck**	18,6539		14,10
5	**Asphalt Finisher**	262,9922		1,00
6	**Tandem Roller**	407,4626		0,65
7	**P. Tyre Roller**	11,0445		0,32
	DIVISI 7. PEKERJAAN STRUKTUR			
7.1	**Pasangan Batu**			
1	**Conc. Mixer**	31,6909	31,6909	1,00
2	**Water Tanker**	4.980,0000		0,01
	DIVISI 8. PEK. PENGEMBALIAN KONDISI DAN PEK. MINOR			
8.1	**Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)**			
1	**Flat Bed Truck**	93,2896	89,9565	0,96
8.2	**Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median**			
1	**Tamper**	29,0500	17,4300	0,60

Sumber : Tabel 4.5, kolom 6 dan Tabel 4.5, kolom 5

4.6 Waktu Penyelesaian

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

Waktu penyelesaian dapat dihitung menggunakan rumus 2.13

$$W = \frac{V}{Qm}$$

Waktu penyelesaian sama dengan volume dibagi dengan produksi minimum. Pada tabel 4.8 kolom 4 diperoleh dari data RAB (lampiran II), kolom 5 yaitu produksi minimum

diperoleh dari tabel 4.6 kolom 5 dan untuk mendapatkan hasil kolom 6 maka kolom 4 harus dibagi dengan kolom 5. Berikut ini adalah rekapan waktu penyelesaian setiap item pekerjaan.

Tabel 4.8. Waktu Penyelesaian

No.	Item Pekerjaan	Satuan	Volume	Produksi Minimum (Hari)	Waktu Penyelesaian	Pembulatan Waktu Penyelesaian
				Qmin	Hari	Hari
1	2	3	4	5	6=4/5	7
	DIVISI 2. PEKERJAAN DRAINASE					
1	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran Air	M3	115,500	188,2440	0,61	1,00
2	Pasangan Batu dengan Mortar	M3	146,300	31,8055	4,60	5,00
	DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH					
3	Galian Biasa	M3	868,846	196,5789	4,42	5,00
4	Galian Batu	M3	1.216,300	96,2500	12,64	13,00
5	Timbunan Pilihan	M3	2.935,000	22,6812	129,40	130,00
6	Penyiapan Badan Jalan	M2	4.275,000	2.451,0938	1,74	2,00
7	Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15 – 30 cm	Pohon	22,000	7,0000	3,14	4,00
	DIVISI 5. PEKERJAAN PERKERASAN BERBUTIR					
8	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M3	855,000	235,3050	3,63	4,00
	DIVISI 6. PEKERJAAN PERKERASAN ASPAL					
9	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	Liter	4.275,000	17.493,0000	0,24	1,00
10	Lataston - Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi senjang)	Ton	781,463	262,9922	2,97	3,00
	DIVISI 7. PEKERJAAN STRUKTUR					
11	Pasangan Batu	M3	562,431	31,6909	17,75	18,00
	DIVISI 8. PEK. PENGEMBALIAN KONDISI DAN PEK. MINOR					
12	Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	M1	2.925,000	89,9565	32,52	33,00
13	Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median	M2	1.950,000	17,4300	111,88	112,00

Sumber : Lampiran II dan Tabel 4.6 kolom 5

4.7 *Microsoft Office Project* 2010

Microsoft Office Project digunakan untuk menyusun *Network* Diagram dan menentukan jalur kritis.

4.7.1 Menyusun *Network Diagram* dan Menentukan Jalur Kritis dengan *Microsoft Office Project* 2010

Langkah-langkah penyusunan *network diagram* dengan menggunakan *Microsoft Office Project* 2010 :

1. Daftar Pekerjaan

   Lakukan lagkah awal sebagai berikut,

   a. Masukan daftar pekerjaan
   b. Simpan dahulu file tersebut
   c. Kembali pada file tersebut, lalu lakukan *outlining* dengan mengklik indent atau *outdent*.

2. Durasi Pekerjaan

   Susun durasi pekerjaan dengan data durasi

3. Relasi Pekerjaan

   Relasi pekerjaan dibuat untuk mengaitkan pekerjaan-pekerjaan yang saling berhubungan. Jenis-jenis hubungan yang mungkin terjadi adalah :

   a. Finish to Start (FS)

      Suatu pekerjaan (B) tidak boleh dimulai sampai pekerjaan lain (A) selesai.

   b. Start to Start (SS)

      Suatu pekerjaan (B) tidak boleh dimulai sebelum pekerjaan lain (A) dimulai juga.

   c. Finish to Finish (FF)

      Suatu pekerjaan (B) tidak dapat diselesaikan sampai pekerjaan lain (A) diselesaikan.

   d. Start to Finish (SF)

      Suatu pekerjaan (B) tidak dapat diselesaikan sampai pekerjaan lain (A) dimulai.

   Cara untuk membuat hubungan pekerjaan adalah sebagai berikut :

   a. Sorot dua pekerjaan yang saling berhubungan.
   b. Klik tanda rantai yang berarti link.
   c. Di layar bagian kanan, terdapat *Gannt Chart* dan muncul tanda panah yang mencerminkan hubungan antara dua pekerjaan.
   d. Klik ganda tanda panah yang baru muncul tersebut. Pilih hubungan yang paling tepat untuk pekerjaan-pekerjaan yang dihubungkan tersebut.

   Selain itu, dalam hubungan antar pekerjaan satu dengan yang lain terkadang terjadi penumpukan dan tenggang waktu. Dalam *Microsoft Project*, penumpukan dan tenggang waktu dibedakan menjadi 2 macam yaitu :

1. *Lag time*, merupakan tenggang waktu antara selesainya satu pekerjaan dengan dimulainya pekerjaan yang lain.
2. *Lead time*, merupakan penumpukan waktu antara selesainya satu pekerjaan dengan dimulainya pekerjaan lain.

4. Jadwal Kerja

   Langkah-langkah berikut adalah menyusun jadwal kerja dengan cara :

   a. Pilih pekerjaan yang paling pertama dilakukan, kemudian klik *Project Information* kemudian masukan tanggal awal dimulainya proyek.
   b. Pilih kolom start, kemudian klik *Auto Schedule*.
   c. Selanjutnya adalah penyetelan waktu kerja, klik *Change Working Time*. Jam kerja default adalah senin sampai jumat. Untuk mengubah jam kerja, klik salah satu tanggal pada hari yang kita modifikasi jam kerjanya. Misalnya kita klik salah satu tanggal di hari sabtu. Setelah itu klik *Work Weeks* kemudian klik *Details*, maka akan muncul tampilan setting detail. Masukan jam kerja pada hari tertentu yang telah kita pilih.
   d. Kemudian untuk memasukan hari libur, klik tanggal yang akan distel libur. Kemudian lihat di bagian bawah, pilih *Exceptions*, kemudian masukan keterangan hari libur untuk tanggal tersebut. Bila kita ingin melakukan penyetelan jam kerja untuk tipe pekerjaan tertentu, caranya dengan klik *Resource Sheet* pada bagian kiri atas layar utama.

5. *Network Diagram* dan Lintasan Kritis

   Setelah semua langkah – langkah diatas dikerjakan, langkah berikutnya adalah:

   a. Pilih menu *View*, klik *Network Diagram*, maka pada lembar kerja *Network Diagram* akan muncul *Network Diagram* secara otomatis.
   b. Klik kanan pada lembar kerja *Network Diagram* yang kosong, kemudian pilih *Layout*. Pada *Link Color* ada *Noncritical Links* dan *Critical Links, pada Noncritical Links* dan *Critical Links* pilih warna yang berbeda agar dapat membedakan *Noncritical* dan *Critical* (Lintasan Kritis) pada *Network diagram.*

4.7.2 Menentukan Hubungan Ketergantungan Antara Item Pekerjaan

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

1. 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. 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.

   Berdasarkan *Time Schedule*, pekerjaan galian untuk drainase dan selokan saluran air dapat dikerjakan setelah pekerjaan pemotongan pohon pilihan diameter 15-30 cm.

   Berdasarkan pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa pekerjaan galian untuk drainase selokan dan saluran air dapat dikerjakan setelah pembersihan lokasi dan pemotongan pohon pilihan diameter 15-30 cm, dikarenakan pekerjaan mobilisasi tidak dianalisa dan memiliki satuan lump sum.
2. 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. Pekerjaan seksi lain yang berkaitan dengan seksi ini adalah selokan dan saluran air (seksi 2.1), pasangan batu (seksi 7.9). Berdasarkan spesifikasi umum revisi III, pekerjaan pasangan batu dengan mortar dapat dikerjakan setelah pekerjaan galian selokan dan saluran air.

   Berdasarkan *Time Schedule*, pekerjaan pasangan batu dengan mortar dapat dikerjakan setelah pekerjaan galian untuk drainase selokan dan saluran air.

   Berdasarkan pembahasan diatas, dapat disimpulkan bahwa pekerjaan pasangan batu dengan mortar dapat dikerjakan jika pekerjaan galian untuk drainase selokan dan saluran air dikerjakan.
3. Pekerjaan galian biasa, 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 sehubung 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), pasangan batu (seksi 7.9), pengembalian kondisi perkerasan lama (seksi 8.1), pengembalian kondisi bahu jalan lama pada jalan berpenutup aspal (seksi 8.2). Berdasarkan spesifikasi umum

revisi III, pekerjaan galian biasa dikerjakan bersama-sama dengan pekerjaan galian selokan dan saluran air.

Berdasarkan *Time Schedule*, pekerjaan galian biasa dapat dikerjakan bersama-sama dengan pekerjaan galian batu dan galian untuk drainase selokan dan saluran air dan dikerjakan setelah pekerjaan pemotongan pohon pilihan diameter 15-30 cm.

Berdasarkan pembahasan diatas, dapat disimpulkan bahwa pekerjaan galian biasa, galian batu dan galian untuk drainase selokan dan saluran air dapat dikerjakan bersama-sama, yang berarti ketiga pekerjaan tersebut dikerjakan setelah pekerjaan pemotongan pohon pilhan diameter 15-30 cm.

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 sehubung 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), pasangan batu (seksi 7.9), pengembalian kondisi perkerasan lama (seksi 8.1), pengembalian kondisi bahu jalan lama pada jalan berpenutup aspal (seksi 8.2). Berdasarkan spesifikasi umum revisi III, pekerjaan galian batu dikerjakan bersama-sama dengan pekerjaan galian selokan dan saluran air.

   Berdasarkan *Time Schedule*, pekerjaan galian batu dapat dikerjakan bersama-sama dengan galian biasa dan galian untuk drainase selokan dan saluran air dan dikerjakan setelah pekerjaan pemotongan pohon pilihan diameter 15-30 cm.

   Berdasarkan pembahasan diatas, dapat disimpulkan bahwa pekerjaan galian batu, galian biasa dan galian untuk drainase selokan dan saluran air dapat dikerjakan bersama-sama, yang berarti ketiga pekerjaan tersebut dikerjakan setelah pekerjaan pemotongan pohon pilhan diameter 15-30 cm.

5. Pekerjaan timbunan pilihan, pekerjaan ini mencakup pengadaan, pengangkutan, penghamparan dan pemadatan tanah atau bahan berbutir yang disetujui untuk pembuatan timbunan. Pekerjaan seksi lain yang berkatian dengan ini adalah galian (seksi 3.1), penyiapan badan jalan (seksi 3.3), 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 pekerjaan galian dan pekerjaan penyiapan badan jalan dan juga bekerja bersama-sama dengan pekerjaan pasangan batu dengan mortar. Akan tetapi berdasarkan pembahasan pekerjaan penyiapan badan jalan, dikerjakan setelah pekerjaan pasangan batu dengan mortar. Maka dapat disimpulkan bahwa pekerjaan timbunan pilihan dapat dikerjakan setelah pekerjaan penyiapan badan jalan.

Berdasarkan pembahasan diatas, dapat disimpulkan bahwa pekerjaan timbunan dapat dikerjakan setelah pekerjaan penyiapan badan jalan selesai.

6. Pekerjaan penyiapan badan jalan mencakupi 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).

   Jadwal kerja; Gorong-gorong, tembok kepala dan struktur minor lainya dibawah elevasi tanah dasar atau permukaan jalan, termasuk pemadatan sepenuhnya atas bahan yang dipakai untuk penimbunan kembali, harus telah selesai sebelum dimulainya pekerjaan pada tanah dasar atau permukaan jalan. Seluruh pekerjaan drainase harus berada dalam kondisi berfungsi sehingga menjamin keefektifan drainase, dengan demikian dapat mencegah kerusakan tanah dasar, atau permukaan jalan oleh aliran air permukaan. Berdasarkan keterkaitan seksi, 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.

   Berdasarkan *Time Schedule* yang ada, pekerjaan penyiapan badan jalan dikerjakan bersama-sama dengan pemotongan pohon pilihan diameter 15-30 cm.

   Berdasarkan pembahasan diatas, dapat disimpulkan bahwa pekerjaan penyiapan badan jalan dapat dikerjakan setelah pekerjaan pasangan batu dengan mortar selesai karena pekerjaan pasangan batu dengan mortar dapat dikerjakan setelah pekerjaan galian.

7. Pekerjaan pemotongan pohon pilihan diameter 15-30 cm, pekerjaan ini meliputi pekerjaan pembersihan dan pengupasan lahan harus terdiri dari pembersihan semua pohon, pemotogan pohon yang dipilih harus terdiri dari pemotongan semua pohon yang ditunjukan dalam gambar atau ditetapkan oleh direksi pekerjaan dengan diamter 15 cm atau lebih yang diukur satu meter diatas permukaan tanah. Pekerjaan seksi lain yang berkaitan dengan seksi ini adalah galian (seksi 3.1), timbunan (seksi 3.2). pekerjaan yang disebutkan di seksi lain dapat termasuk tetapi tidak boleh dibatasi. Berdasarkan spesifikasi umum revisi III, pekerjaan pemotongan pohon pilihan merupakan pekerjaan pembersihan lahan, maka dapat disimpulkan bahwa pekerja pohon pilihan dapat dikerjakan terlebih dahulu sebelum pekerjaan galian dimulai.

   Berdasarkan *Time Schedule* pekerjaan pemotongan pohon pilihan diamter 15-30 cm dikerjakan bersama-sama dengan pekerjaan penyiapan badan jalan.

   Berdasarkan pembahasan diatas, dapat disimpulkan bahwa pekerjaan pemotongan pohon pilihan dapat dikerjakan terlebih dahulu karena pekerjaan pemotongan pohon pilihan adalah pekerjaan pembersihan lahan.

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 ditunjukan dalam gambar atau sesuai dengan perintah direksi pekerjaan, dan memelihara lapis pondasi agregat yang telah selesai dengan yang disyaratkan. Pekerjaan seksi lain yang berkaitan dengan seksi ini adalah penyiapan badan jalan (seksi 3.3). Berdasarkan spesifikasi umum revisi III, pekerjaan lapis pondasi agregat kelas A dapat dikerjakan setelah penyiapan badan jalan.

   Berdasarkan *Time Schedule*, pekerjaan lapis pondasi agregat kelas A dapat dikerjakan setelah pekerjaan timbunan pilihan.

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

9. 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, sedangkan lapis perekat harus di hampar di atas permukaan berbahan pengikat.

Pekerjaan yang berkaitan dengan seksi ini adalah pekerjaan lapis pondasi agregat (seksi 5.1). Berdasarkan spesifikasi umum revisi III, pekerjaan lapis resap pengikat-aspal cair dikerjakan setelah pekerjaan lapis pondasi agregat A dikerjakan.

Berdasarkan *Time Schedule*, pekerjaan lapis resap pengikat-aspal cair dapat dikerjakan setelah lapis pondasi agregat A selesai dikerjakan.

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

10. 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.

    Berdasarkan *Time Schedule*, pekerjaan lataston-lapis pondasi (HRS-Base)(gradasi senjang/semi senjang) dikerjakan bersama-sama dengan pekerjaan lapis resap pengikat-aspal cair.

    Berdasarkan pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa pekerjaan lataston-lapis pondasi (HRS-Base)(gradasi senjang/ semi senjang) dapat dikerjakan setelah pekerjaan lapis resap pengikat-aspal cair dikerjakan karena pekerjaan lataston dihampar diatas lapis pondasi yang telah disiapkan yakni lapis pondasi yang sudah dihampar lapis resap pengikat.

11. 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 pembahasaan diatas, dapat disimpulkan bahwa pekerjaan pasangan batu dapat dikerjakan setelah pekerjaan galian.

12. Pekerjaan kerb pracetak jenis 1 (peninggi/mountable) mencakup memasok, merakit dan memasang perlengkapan jalan baru atau penggantian perlengkapan jalan lama seperti rambu jalan, patok pangarah, patok kilometer, rel pengaman, paku jalan, mata kucing, kerb beton, perkerasan blok beton, beton pemisah jalur, alat pengendali isyarat lalu lintas (APILL), lampu penerangan jalan dan sistem kelistrikan lainya dan modifikasi sistem yang ada jika disebutkan, pagar pemisah pedestrian dan pengecatan marka jalan, pada lokasi yang ditunjukan dalam gambar.

    Setelah unit-unit kerb dipasang sebagaimana yang diperintahkan oleh direksi pekerjaan, maka setiap lubang galian yang tersisa harus ditimbun kembali dengan bahan yang disetujui sesuai gambar rencana atau sesuai petunjuk direksi pekerjaan. Bahan ini harus diisi dan dipadatkan sampai merata dalam lapisan-lapisan yang tidak melebihi ketebalan 5 cm. Pekerjaan yang berkaitan dengan seksi ini adalah pekerjaan galian (seksi 3.1) dan timbunan (seksi 3.2). Berdasarkan spesifikasi umum revisi III, pekerjaan kerb pracetak jenis 1 dikerjakan setelah pekerjaan galian.

    Berdasarkan *Time Schedule*, pekerjaan kerb pracetak jenis 1 (peninggi/mountable) dikerjakan setelah pekerjaan pasangan batu dan pekerjaan lataston-lapis pondasi (HRS-Base)(gradasi senjang/semi senjang) selesai.

    Berdasarkan pembahasaan diatas, dapat disimpulkan bahwa pekerjaan kerb pracetak jenis 1 (peninggi/mountable) dapat dikerjakan setelah pekerjaan lataston-lapis pondasi (HRS-Base)(gradasi senjang/ semi senjang) dan pekerjaan pasangan batu karena pekerjaan lataston-lapis pondasi (HRS-Base)(gradasi senjang/ semi senjang) dan pekerjaan pasangan batu dikerjakan setelah pekerjaan galian.

13. Pekerjaan perkerasan blok beton pada trotoar dan median mencakup memasok, merakit dan memasang perlengkapan jalan baru atau penggantian perlengkapan jalan lama seperti rambu jalan, patok pangarah, patok kilometer, rel pengaman, paku jalan, mata kucing, kerb beton, perkerasan blok beton, beton pemisah jalur, alat pengendali isyarat lalu lintas (APILL), lampu penerangan jalan dan sistem

kelistrikan lainya dan modifikasi sistem yang ada jika disebutkan, pagar pemisah pedestrian dan pengecatan marka jalan, pada lokasi yang ditunjukan dalam gambar.

Pekerjaan blok beton (*Paving Blok*) harus dipasang di atas landasan pasir dengan tebal sekitar 60-70 mm dan dipadatkan dengan menggunakan sebuah mesin penggetar (berbentuk) pelat yang menyebabkan pasir dapat memasuki celah-celah diantara blok beton sehingga proses saling mengunci (*interlocking*) dan pemadatan. pekerjaan galian (seksi 3.1) dan timbunan (seksi 3.2). Berdasarkan spesifikasi umum revisi III, pekerjaan blok beton dikerjakan setelah pekerjaan kerb pracetak jenis 1 (peninggi/mountabe).

Berdasarkan *Time Schedule*, pekerjaan perkerasan blok beton dikerjakan bersama-sama dengan pekerjaan kerb pracetak jenis 1 (peninggi/mountabe).

Berdasarkan pembahasaan diatas dapat disimpulkan bahwa pekerjaan perkerasan blok beton pada trotoar dan median dapat dikerjakan setelah Pekerjaan kerb pracetak jenis 1 (peninggi/mountable) karena pekerjaan blok beton atau paving blok dikerjakan diatas pekerjaan kerb pracetak jenis 1 (peninggi/mountable) yang sudah ditimbun.

Berikut adalah urutan atau hubungan antar tiap-tiap item pekerjaan.

Tabel 4.9. Hubungan Ketergantungan Tiap-tiap Item Pekerjaan

No.	Item Pekerjaan	Kode Kegiatan	Durasi Kegiatan (Hari)	Predecessors
1	**2**	**3**	4	**5**
1	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran Air	1	1	7FS
2	Pasangan Batu dengan Mortar	2	5	1;4FS
3	Galian Biasa	3	5	7FS
4	Galian Batu	4	13	7FS
5	Timbunan Pilihan	5	130	6FS
6	Penyiapan Badan Jalan	6	2	2FS
7	Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15 – 30 cm	7	4	
8	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	8	4	5FS
9	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	9	1	8FS
10	Lataston - Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi senjang)	10	3	9FS
11	Pasangan Batu	11	18	3FS
12	Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	12	33	10;11FS
13	Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median	13	112	12FS

Sumber : Tabel 4.8 kolom 7

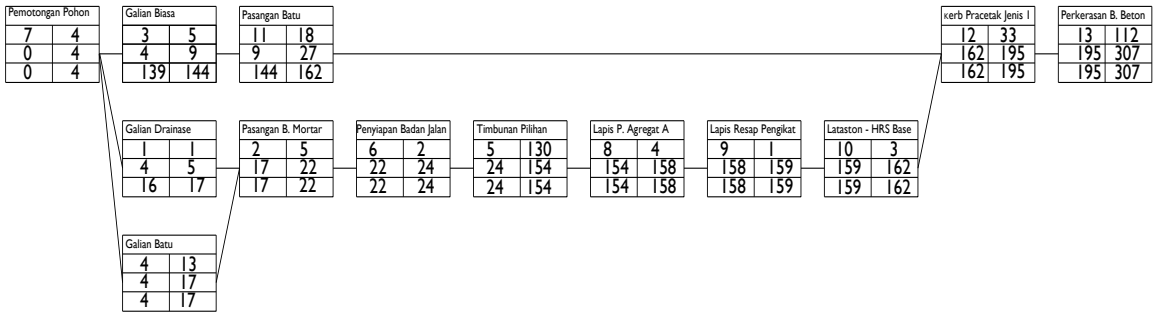
Setelah hubungan kerja diketahui, maka MOP bisa langsung dioperasikan. Berikut adalah tampilan lembaran kerja MOP 2010.

		Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
1			Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran Air	1 day	Wed 25/04/18	Wed 25/04/18	7
2			Pasangan Batu dengan Mortar	5 days	Sat 12/05/18	Thu 17/05/18	1;4
3			Galian Biasa	5 days	Wed 25/04/18	Mon 30/04/18	7
4			Galian Batu	13 days	Wed 25/04/18	Fri 11/05/18	7
5			Timbunan Pilihan	130 days	Mon 21/05/18	Wed 31/10/18	6
6			Penyiapan Badan Jalan	2 days	Fri 18/05/18	Sat 19/05/18	2
7			Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15 – 30 cm	4 days	Fri 20/04/18	Tue 24/04/18	
8			Lapis Pondasi Agregat Kelas A	4 days	Thu 01/11/18	Mon 05/11/18	5
9			Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	1 day	Tue 06/11/18	Tue 06/11/18	8
10			Lataston - Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi senjang)	3 days	Wed 07/11/18	Fri 09/11/18	9
11			Pasangan Batu	18 days	Wed 02/05/18	Wed 23/05/18	3
12			Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	33 days	Sat 10/11/18	Tue 18/12/18	10;11
13			Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median	112 days	Wed 19/12/18	Sat 27/04/19	12

Gambar 4.1 Tampilan Lembar Kerja MOP Untuk *Network Diagram* Semula

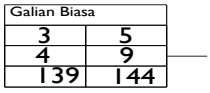
Berdasarkan gambar 4.1 terlihat bahwa galian untuk drainase selokan dan saluran air (2) bisa dimulai setelah pekerjaan Pemotongan pohon pilihan diameter 15-30 cm (7) sudah dikerjakan (7fs).

Network diagram dibuat berdasarkan urutan ketergantungan antar kegiatan. Penyusunan *network diagram* ini menggunakan alat (*Microsoft Office Project*). Pada *network diagram* ini akan diketahui peristiwa kritis, kegiatan kritis dan lintasan kritis. Lintasan kritis adalah lintasan yang terdiri dari kegiatan-kegiatan kritis dan peristiwa-peristiwa kritis, ketentuan sebuah jalur kritis yaitu umur jalur kritis sama dengan umur proyek dan jalur kritis adalah jalur yang paling lama masa pelaksanaannya dari semua jalur. Penentuan jalur kritis diperlukan untuk menentukan pekerjaan mana yang akan dipersingkat durasinya dengan peningkatan biaya terkecil dari biaya per unit waktu. Dimana lintasan kritis juga merupakan lintasan yang paling menentukan penyelesaian proyek secara keseluruhan. Berikut ini adalah penyusunan *network diagram* untuk penyelesaian untuk waktu semula dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 *Network Diagram* Semula

Berdasarkan teori pada bab 2 halaman 34, dapat dijelaskan bahwa:



Keterangan:

Galian Biasa : Nama Kegiatan

3 : Melambangkan nomor peristiwa

5 : Lamanya kegiatan

4 : Saat paling awal peristiwa i mungkin terjadi

9 : Saat Paling Lambat Peristiwa i boleh terjadi

139 : Saat Paling Awal Peristiwa j mungkin terjadi

144 : Saat Paling Lambat Peristiwa j boleh terjadi

— : Sebagai penjuntuk kegiatan

Berdasarkan gambar 4.2 waktu pelaksanaan proyek yang di hasilkan yaitu 307 hari, dimana jaringan kerja yang dibuat tidak memenuhi syarat dikarenakan waktu pelaksanaan yang dihasilkan melebihi waktu yang telah ditargetkan yaitu 167 hari. Hal ini mengakibatkan proyek tidak dapat selesai dalam masa kontrak, sehingga solusi yang digunakan adalah menambah kelompok tenaga kerja dan peralatan pada item-item pekerjaan kritis..

Perhitungan saat paling awal dan saat paling lambat untuk kegiatan semula dapat dilihat pada tabel 4.10 sedangkan tabel perhitungan *Total Float* (TF), *Free Float* (FF) dan *Independent Float* (IF) dapat dilihat pada tabel 4.14.

Tabel 4.10. Saat Paling Awal (SPA) dan Saat Paling Lambat (SPL) Waktu Semula

No Peristiwa	SPA	Rumus	Perhitungan	SPL	Rumus	Perhitungan
1	SPA1	SPA1 = SPL1	0	SPL14	SPL14 = SPA14	307
2	SPA2	SPA1 + L7	0 + 4 = 4	SPL13	SPL14 - L13	307 - 112 = 195
3	SPA3	SPA2 + L3	4 + 5 = 9	SPL12	SPL14 - L12	195 - 33 = 162
4	SPA4	SPA2 + L1	4 + 1 = 5	SPL11	SPL13 - L10	162 - 3 = 159
5	SPA5	SPA2 + L4	4 +13 = 17	SPL10	SPL12 - L9	159 - 1 = 158
6	SPA6	SPA3 + L11	9 +18 = 27	SPL9	SPL11 - L8	158 - 4 = 154
7	SPA7	SPA5 + L2	17 + 5 = 22	SPL8	SPL10 - L5	154 - 130 = 24
8	SPA8	SPA7 + L6	22 + 2 = 24	SPL7	SPL9 - L6	24 - 2 = 22
9	SPA9	SPA8 + L5	24 +130 = 154	SPL6	SPL12 - L11	162 - 18 = 144
10	SPA10	SPA9 + L8	154 + 4 = 158	SPL5	SPL7 - L2	22 - 5 = 17
11	SPA11	SPA10 + L9	158 + 1 = 159	SPL4	SPL5 - L1	17 - 1 = 16
12	SPA12	SPA11 + L10	159 + 3 = 162	SPL3	SPL6 - L3	144 - 5 = 139
13	SPA13	SPA12 + L12	162 +33 = 195	SPL2	SPL5 - L4	17 - 13 = 4
14	SPA14	SPA13 + L13	195 +112 = 307	SPL1	SPL2 - L7	4 - 4 = 0

Sumber : Gambar 4.2 *Network Diagra Semula*

Berdasarkan *network diagram* diperoleh peristiwa kritis, kegiatan kritis dan jalur kritis yang dapat dilihat pada tabel 4.11.

Tabel 4.11. Peristiwa Kritis dan Kegiatan Kritis Waktu Semula

Peristiwa Kritis	Kegiatan Kritis	Jalur Kritis
A	B	C
2,4,5,6,7,8,9,10,12,13	7,4,2,6,5,8,9,10,12,13	2-7-4-4-5-2-6-6-7-5-8-8-9-9-10-10-12-12-13-13

Sumber : Gambar 4.2 *Network Diagra Semula*

Peristiwa kritis adalah peristiwa yang mempunyai tenggang waktu kegiatan, atau peristiwa yang mempunyai SPA sama dengan SPL dan pekerjaan kritis adalah kegiatan atau pekerjaan yang paling sensitif terhadap keterlambatan. Suatu kegiatan di sebut kritis bila terletak diantara dua peristiwa kritis. Adapun syarat pekerjaan kritis yaitu SPAi = SPLi, SPAj = SPLj dan SPAi + L = SPAj atau SPLi + L = SPLj.

Untuk membuktikan peristiwa kritis dan kegiatan kritis dapat dilihat pada tabel 4.12.

Tabel 4.12. Pembuktian Peristiwa Kritis dan Pekerjaan Kritis Waktu Semula

No	Pekerjaan Kritis	Kode Kegiatan	Peristiwa Kritis SPA = SPL		L	SPAi + L = SPAj SPAi + L = SPAj		Keterangan
A	B	C	D		E	F		G
			SPA1 = SPL1 =	0				
1	Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15 – 30 cm	7	SPA2 = SPL2 =	4	4	SPA1 + L = SPA2	0+4 = SPA2 = 4	Kritis
2	Galian Batu	4	SPA5 = SPL5 =	17	13	SPA2 + L = SPA5	4+13 = SPA5 = 17	Kritis
3	Pasangan Batu dengan Mortar	2	SPA7 = SPL7 =	22	5	SPA5 + L = SPA7	17+5 = SPA7 = 22	Kritis
4	Penyiapan Badan Jalan	6	SPA8 = SPL8 =	24	2	SPA7 + L = SPA8	22+2 = SPA8 = 24	Kritis
5	Timbunan Pilihan	5	SPA9 = SPL9 =	154	130	SPA8 + L = SPA9	24+130 = SPA9 = 154	Kritis
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	8	SPA10 = SPL10 =	158	4	SPA9 + L = SPA10	154+4 = SPA10 = 158	Kritis
7	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	9	SPA11 = SPL11 =	159	1	SPA10+L = SPA11	158+1 = SPA11 = 159	Kritis
8	Lataston - Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi senjang)	10	SPA12 = SPL12 =	162	3	SPA11+L = SPA12	159+3 = SPA12 = 162	Kritis
9	Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	12	SPA13 = SPL13 =	195	33	SPA12+L = SPA13	162+33 = SPA13 = 195	Kritis
10	Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median	13	SPA14 = SPL14 =	307	112	SPA13+L = SPA14	195+112= SPA14 = 307	Kritis

Sumber : Gambar 4.2 *Network Diagra Semula*

Berdasarkan tabel 4.12 menyatakan bahwa pekerjaan-pekerjaan tersebut adalah pekerjaan kritis karena memenuhi syarat.

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

Tabel 4.13. Pembuktian Lintasan Kritis Waktu Semula

Jalur Kritis	Umur Proyek = Panjang Lintasan Kritis		
	UP	=	PLK
2-7-4-4-5-2-6-6-7-5-8-8-9-9-10-10-12-12-13-13	307	=	307
4+13+5+2+130+4+1+3+33+112			

Sumber : Tabel 4.10 dan Tabel 4.12 kolom C, D dan E

Berikut adalah pembuktian kedua dengan tegangan waktu total *Total Float* (TF), *Free Flaot* (FF), dan *Independent Float* (IF), dengan rumusan 2.31, 2.32 dan 2.33.

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

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

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

Tabel 4.14. Perhitungan *Total Float* (TF), *Free Float* (FF) dan *Independent Float* (IF) Waktu Semula

No	Item Pekerjaan	Kode Kegiatan	SPLj	SPAj	L	SPLi	SPAi	TF	FF	IF
A	B	C	D	E	F	G	H	I =D-F-H	J=E-F-H	K=E-F-G
1	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran Air	1	17	5	1	16	4	12	0	-12
2	Pasangan Batu dengan Mortar	2	22	22	5	17	17	0	0	0
3	Galian Biasa	3	144	9	5	139	4	135	0	-135
4	Galian Batu	4	17	17	13	4	4	0	0	0
5	Timbunan Pilihan	5	154	154	130	24	24	0	0	0
6	Penyiapan Badan Jalan	6	24	24	2	22	22	0	0	0
7	Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15 – 30 cm	7	4	4	4	0	0	0	0	0
8	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	8	158	158	4	154	154	0	0	0
9	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	9	159	159	1	158	158	0	0	0
10	Lataston - Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi senjang)	10	162	162	3	159	159	0	0	0
11	Pasangan Batu	11	162	27	18	144	9	135	0	-135
12	Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	12	195	195	33	162	162	0	0	0
13	Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median	13	307	307	112	195	195	0	0	0

Sumber : Gambar 4.2 *Network Diagra Semula*

Berdasarkan tabel 4.12, 4.13 dan 4.14 pembuktian peristiwa kritis, kegiatan kritis dan jalur kritis terbukti bahwa kritis. Jadi, item-item pekerjaan yang termasuk dalam jalur kritis dapat dilihat pada tabel 4.15

Tabel 4.15. Item pekerjaan kritis

No	Pekerjaan Kritis	Kode Kegiatan	Durasi Kegiatan
A	B	C	D
1	Pasangan Batu dengan Mortar	2	5,00
2	Galian Batu	4	13,00
3	Timbunan Pilihan	5	130,00
4	Penyiapan Badan Jalan	6	2,00
5	Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15 – 30 cm	7	4,00
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	8	4,00
7	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	9	1,00
8	Lataston - Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi senjang)	10	3,00
9	Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	12	33,00
10	Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median	13	112,00

Sumber : Gambar 4.2 *Network Diagra Semula*

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

Sebelum melakukan penambahan jam kerja lembur, maka perlu adanya penambahan kelompok tenaga kerja dan peralatan, untuk mengurangi waktu pelaksanaan yaitu 307 hari yang dimana apabila tetap bekerja dalam waktu tersebut maka proyek tidak akan terselesaikan dalam masa kontrak. Penambahan kelompok tenaga kerja dan peralatan ini hanya pada kegiatan kritis. Namun untuk penambahan kelompok tenaga kerja dan peralatan perlu diperhatikan beberapa hal, jika produksi minimum tenaga kerja dan peralatan sama, maka produksi minimum tenaga kerja dan peralatan langsung digandakan. Dan jika produksi minimum tenaga kerja lebih kecil dari produksi peralatan maka dilakukan penggandaan pada produksi minimum tenaga kerja dan apabila produksinya masih lebih kecil atau sama dengan produksi minimum peralatan maka alat tidak perlu digandakan, begitupun sebaliknya. Pengandaan jumlah kelompok dilakukan sebanyak satu kali. Berikut adalah produksi minimum item pekerjaan kritis yang dapat dilihat pada tabel 4.16.

Tabel 4.16. Produksi Minimum item pekerjaan kritis

No.	Item Pekerjaan	Produksi Minimum Tenaga Kerja (M3/Hari)	Produksi Minimum Alat (M3/Hari)	Produksi Minimum (M3/Hari)
1	2	3	4	5
1	Pasangan Batu dengan Mortar	31,8055	31,8055	31,8055
2	Galian Batu	96,2500	96,2500	96,2500
3	Timbunan Pilihan	22,6812	101,0148	22,6812
4	Penyiapan Badan Jalan	2.451,0938	2.451,0938	2.451,0938
5	Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15 – 30 cm	20,0000	7,0000	7,0000
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	235,3050	235,3050	235,3050
7	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	17.493,0000	34.986,0000	17.493,0000
8	Lataston - Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi senjang)	262,9922	262,9922	262,9922
9	Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	89,9565	93,2896	89,9565
10	Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median	17,4300	29,0500	17,4300

Sumber : Tabel 4.6 Kolom 3, 4 dan 5

Berdasarkan tabel 4.16 kolom 3 adalah produksi minimum tenaga kerja yang diperoleh dari tabel 4.6 kolom 3, kolom 4 diperoleh dari tabel 4.6 kolom 4 dan kolom 5 diperoleh dari nilai terkecil antara kolom 3 dan kolom 4 pada tabel 4.16.

Tabel 4.17. Waktu penyelesaian item pekerjaan kritis

No	Pekerjaan Kritis	Kode Kegiatan	Durasi Kegiatan
A	B	C	D
1	Pasangan Batu dengan Mortar	2	5,00
2	Galian Batu	4	13,00
3	Timbunan Pilihan	5	130,00
4	Penyiapan Badan Jalan	6	2,00
5	Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15 – 30 cm	7	4,00
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	8	4,00
7	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	9	1,00
8	Lataston - Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi senjang)	10	3,00
9	Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	12	33,00
10	Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median	13	112,00

Sumber : Tabel 4.8 Kolom 7

Pada tabel 4.17 kolom D merupakan durasi kegiatan yang diperoleh dari tabel 4.8 kolom 7. Berdasarkan tabel 4.17, penambahan kelompok tenaga kerja dan peralatan hanya pada item pekerjaan yang durasi kegiatannya diatas satu minggu. Karena jika penambahan

kelompok tenaga kerja dan peralatan dilakukan pada semua item pekerjaan kritis maka akan terjadi pemborosan tenaga kerja dan peralat dan juga akan terjadi peningkatan biaya begitu besar. Jadi item pekerjaan yang durasinya diatas satu minggu adalah pekerjaan galian batu, timbunan pilihan, kerb pracetak jenis 1 (peninggi/mountable) dan perkerasan blok beton pada trotoar dan median. Produksi minimum item pekerjaan kritis yang durasinya diatas satu minggu dapat dilihat pada tabel 4.18.

Tabel 4.18. Produksi Minimum item pekerjaan kritis yang durasi kegiatan diatas satu minggu

No	Pekerjaan Kritis	Produksi Minimum Tenaga Kerja (M3/Hari)	Produksi Minimum Alat (M3/Hari)	Produksi Minimum (M3/Hari)
A	B	C	D	E
1	Galian Batu	96,25	96,25	9625
2	Timbunan Pilihan	22,68	101,01	22,68
3	Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	89,96	93,29	89,96
4	Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median	17,43	29,05	17,43

Sumber : Tabel 4.6 Kolom 3, 4 dan 5

Berdasarkan tabel 4.18 kolom C adalah produksi minimum tenaga kerja yang diperoleh dari tabel 4.16 kolom 3, kolom D diperoleh dari tabel 4.16 kolom 4 dan kolom 5 diperoleh dari nilai terkecil antara kolom C dan kolom D pada tabel 4.18.

Penambahan kelompok tenaga kerja dan peralatan dilakukan pada seluruh item pekerjaan yang durasinya diatas satu minggu. Untuk penambahan kelompok tenaga kerja dan peralatan perlu diperhatikan beberapa hal yaitu jika produksi minimum tenaga kerja lebih kecil dari produksi peralatan maka dilakukan penggandaan pada produksi minimum tenaga kerja dan apabila produksinya masih lebih kecil atau sama dengan produksi minimum peralatan maka alat tidak perlu digandakan, begitupun sebaliknya. Pengandaan jumlah kelompok dilakukan sebanyak satu kali. Penggadaan produksi minimum tenaga kerja dapat dilihat pada tabel 4.19

Tabel 4.19. Produksi Minimum tenaga kerja digandakan

No	Pekerjaan Kritis	Produksi Minimum Tenaga Kerja (M3/Hari)	Produksi Minimum Alat (M3/Hari)	Produksi Minimum (M3/Hari)
A	B	C	D	E
1	Galian Batu	192,50	96,25	96,25
2	Timbunan Pilihan	45,36	101,01	45,36
3	Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	179,91	93,29	93,29
4	Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median	34,86	29,05	29,05

Keterangan : Produksi Minimum Tenaga Kerja dari tabel 4.18 dikalikan 2

Berdasarkan tabel 4.19 kolom C adalah produksi minimum tenaga kerja yang diperoleh dari tabel 4.18 kolom C dikalikan 2, kolom D diperoleh dari tabel 4.18 kolom D dan kolom E diperoleh dari hasil terkecil antara kolom C dan kolom D.

Sesuai dengan prinsip penambahan kelompok tenaga kerja dan peralatan perlu diperhatikan beberapa hal yaitu jika produksi minimum tenaga kerja dan peralatan sama, maka produksi minimum tenaga kerja dan peralatan langsung digandakan. Dan jika produksi minimum tenaga kerja lebih kecil dari produksi peralatan maka dilakukan penggandaan pada produksi minimum tenaga kerja dan apabila produksinya masih lebih kecil atau sama dengan produksi minimum peralatan maka alat tidak perlu digandakan, begitupun sebaliknya. Pengandaan jumlah kelompok dilakukan sebanyak satu kali. Jadi untuk pekerjaan galian batu, kerb pracetak jenis 1 (peninggi/mountable) dan perkerasan blok beton pada trotoar dan median yang perlu digandakan peralatannya. Hal ini dikarenakan produksi minimum tenaga kerja lebih besar daripada produksi minimum peralatan. Sedangkan untuk pekerjaan timbunan pilihan tidak perlu digandakan peralatannya.

Tabel 4.20. Penambahan Kelompok Tenaga Kerja

No	Pekerjaan Kritis	Jumla Tenaga kerja			Jumlah Kelompok			Jumlah Tenaga Kerja		
		Mandor	Tukang	Pekerja	Mandor	Tukang	Pekerja	Mandor	Tukang	Pekerja
A	B	C	D	E	F	G	H	I= CxF	J= DxG	K= ExH
1	Galian Batu	1	-	4	2	2	2	2	-	8
2	Timbunan Pilihan	1	-	4	2	2	2	2	-	8
3	Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	1	2	5	2	2	2	2	4	10
4	Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median	1	4	6	2	2	2	2	8	12

Sumber : Tabel 4.3 kolom 7, 8 dan 9

Pada tabel 4.20 jumlah tenaga kerja kolom C, D dan E diperoleh dari tabel 4.3 kolom 7, 8 dan 9.

Sesuai dengan penjelasan tabel 4.19 penambahan kelompok peralatan hanya untuk pekerjaan galian batu, kerb pracetak jeis 1 (peninggi/*mountable*) dan perkerasan blok beton pada trotoar dan median. Jumlah alat diperoleh dari tabel 4.7. Jumlah alat untuk penambahan kelompok kerja di dapat dari jumlah alat di kalikan dengan jumlah kelompok atau kolom C dengan kolom D. Penambahan peralatan dapat dilihat pada tabel 4.21.

Tabel 4.21. Penambahan Kelompok Peralatan

No	Pekerjaan Kritis	Jumlah Alat	Jumlah Kelompok	Jumlah Alat
A	B	C	D	E = CxD
1	Galian Batu			
	Rock Drill Breaker	1	2	2
	Wheel Loader	1	2	2
	Excavator	1	2	2
	Dump Truck	4	2	8
2	Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)			
	Flat Bed Truck	1	2	2
3	Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median			
	Tamper	1	2	2

Sumber : Tabel 4.7 kolom 6

Dengan adanya penambahan kelompok tenaga kerja dan kelompok Peralatan maka produksi akan bertambah. Hal ini akan berpengaruh terhadap perubahan produksi dan waktu penyelesaian. Untuk lebih jelas perubahan produksi dan waktu penyelesaian akibat penambahan kelompok tenaga kerja dan peralatan dapat dilihat pada tabel 4.22 dan tabel 4.23.

Tabel 4.22. Perubahan Produksi Akibat Penambahan Kelompok Tenaga Kerja Pada Item Pekerjaan Kritis

No	Pekerjaan Kritis	Satuan	Koefisien Tenaga kerja			Jumlah Tenaga kerja			Produksi Tenaga kerja			Produksi Tenaga kerja			Produksi
			Mandor	Tukang	Pekerja	Mandor	Tukang	Pekerja	Mandor	Tukang	Pekerja	Mandor	Tukang	Pekerja	Minimum
			(Org)	(Org)	(Org)	(Org)	(Org)	(Org)	(m3/jam)	(m3/jam)	(m3/jam)	(m3/jam)	(m3/jam)	(m3/jam)	(m3/jam)
A	B	C	D	E	F	G=D/D	H=E/D	I=F/D	J=(1/D)*G*2	K=(1/E)*H*2	L=(1/F)*I*2	M=J*J.Jke	N=K*Jke	O=L*Jke	P
1	Galian Batu	M3	0.0727	-	0.2909	1	-	4	27.50	-	27.50	192.50	-	192.50	192.50
2	Timbunan Pilihan	M3	0.3086	-	1.2345	1	-	4	6.48	-	6.48	45.36	-	45.36	45.36
3	Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	M1	0.0778	0.1556	0.3891	1	2	5	25.70	25.70	25.70	179.91	179.91	179.91	179.91
4	Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median	M2	0.4016	1.6064	2.4096	1	4	6	4.98	4.98	4.98	34.86	34.86	34.86	34.86

Sumber : Lampiran II, Tabel Uraian Harga Satuan Pekerjaan (Data RAB)

Pada tabel 4.22 perubahan produksi akibat penambahan jam kerja dalam satuan jam dapat dilihat pada kolom J, K, dan L sedangkan perubahan produksi akibat penambahan jam kerja satuan hari dapat dilihat pada kolom M, N dan O.

Tabel 4.23. Perubahan Produksi Akibat Penambahan Kelompok Peralatan Pada Item Pekerjaan Kritis

No	Pekerjaan Kritis	Koefisien Alat	Produksi Alat (m3/Jam)	Produksi Alat (m3/Hari)	Produksi Minimum Alat (m3/Hari)
A	B	C	D = 1/C*2	E = 1/C*2*Jke	F
1	Galian Batu				192,50
	Rock Drill Breaker	0,0727	27,50	192,50	
	Wheel Loader	0,0727	27,50	192,50	
	Excavator	0.0727	27,50	192,50	
	Dump Truck	0,2223	9,00	62,99	
2	Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)				186,58
	Flat Bed Truck	0,0750	26,65	186,58	
3	Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median				58,10
	Tamper	0,2410	8,30	58,10	

Sumber : Lampiran II, Tabel Uraian Harga Satuan Pekerjaan (Data RAB)

Pada tabel 4.23 kolom C koefisien diperoleh dari data RAB, kolom D produksi alat yang telah didapat dikalikan dengan 2 dikarenakan menambah kelompok peralatan, kolom E produksi alat yang telah di dapat dalam satuan jam dikalikan dengan jam kerja efektif 7 jam untuk mendapatkan satuan produksi dalam hari dan kolom F merupakan produksi minimum alat yaitu produksi terkecil.

Tabel 4.24. Perubahan Produksi Minimum Akibat Penambahan Kelompok Tenaga Kerja dan Peralatan Pada Item Pekerjaan Kritis

No	Pekerjaan Kritis	Produksi Minimum Tenaga Kerja (M3/Hari)	Produksi Minimum Alat (M3/Hari)	Produksi Minimum (M3/Hari)
A	B	C	D	E
1	Galian Batu	192,50	192,50	192,50
2	Timbunan Pilihan	45,36	101,01	45,36
3	Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	179,91	186,58	179,91
4	Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median	34,86	58,10	34,86

Sumber : Tabel 4.22 kolom P dan Tabel 4.23 kolom F

Pada tabel 4. 24 kolom C merupakan produksi minimum tenaga kerja diperoleh dari tabel 4.22 kolom P. Kolom D produksi minimum alat diperoleh dari tabel 4.23 F. Kolom E merupakan produksi minimum diperoleh dari produksi terendah antara produksi tenaga kerja dan produksi peralatan.

Tabel 4.25. Perubahan Waktu Penyelesaian Akibat Penambahan Kelompok Tenaga Kerja dan Peralatan Pada Item Pekerjaan Kritis

No	Pekerjaan Kritis	Satuan	Volume	Produksi Minimum	Waktu Penyelesaian	
				(M3/Hari)	(Hari)	Dibulatkan (Hari)
A	B	C	D	E	F =D/E	G
1	Galian Batu	M3	1.216,30	192,50	6,32	7
2	Timbunan Pilihan	M3	2.935,00	45,36	64,70	65
3	Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	M1	2.925,00	179,91	16,26	17
4	Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median	M2	1.950,00	34,86	55,94	56

Sumber : Lampiran II (Data RAB) dan Tabel 4.24 kolom E

Pada tabel 4.25 kolom D volume diperoleh dari data RAB, kolom E produksi minimum diperoleh dari tabel 4.24 kolom E, kolom F didapat dari klom D dibagi dengan kolom E, dan kolom G merupakan hasil pembulatan waktu penyelesaian pada kolom F.

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

Setelah diketahui waktu penyelesaian akibat penambahan kelompok tenaga kerja dan peralatan, maka dapat dibuat *network* diagramnya dan menentukan jalur kritis. Berikut adalah hubungan ketergantungan tiap-tiap item pekerjaan setelah penambahan kelompok tenaga kerja dan peralatan.

Tabel 4.26. Hubungan Ketergantungan Tiap-tiap Item Pekerjaan

No.	Item Pekerjaan	Kode Kegiatan	Durasi Kegiatan (Hari)	Predecessors
1	**2**	**3**	4	**5**
1	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran Air	1	1	7FS
2	Pasangan Batu dengan Mortar	2	5	1;4FS
3	Galian Biasa	3	5	7FS
4	Galian Batu	4	7	7FS
5	Timbunan Pilihan	5	65	6FS
6	Penyiapan Badan Jalan	6	2	2FS
7	Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15 – 30 cm	7	4	
8	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	8	4	5FS
9	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	9	1	8FS
10	Lataston - Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi senjang)	10	3	9FS
11	Pasangan Batu	11	18	3FS
12	Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	12	17	10;11FS
13	Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median	13	56	12FS

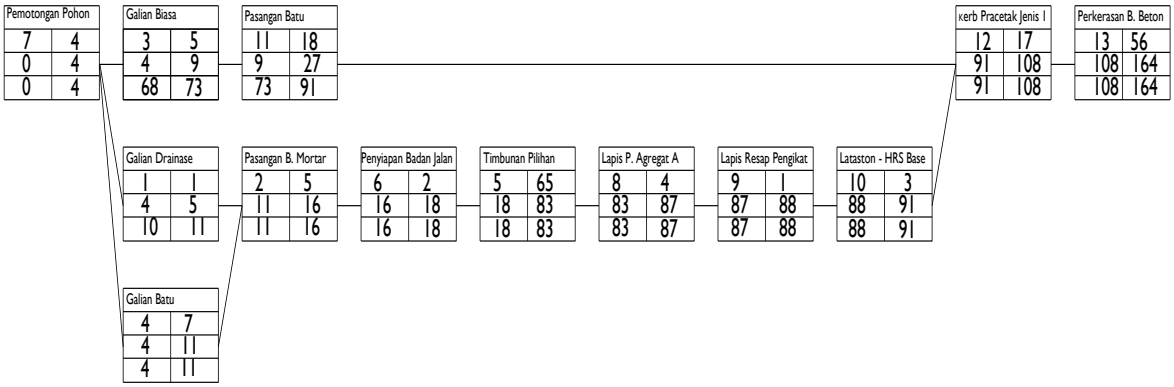
Sumber : Tabel 4.8 kolom 7 dan Tabel 4.25 kolom 7

Setelah hubungan kerja diketahui, maka MOP bisa langsung dioperasikan. Berikut adalah tampilan lembaran kerja MOP 2010.

	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
1		Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran Air	1 day	Wed 25/04/18	Wed 25/04/18	7
2		Pasangan Batu dengan Mortar	5 days	Fri 04/05/18	Wed 09/05/18	1;4
3		Galian Biasa	5 days	Wed 25/04/18	Mon 30/04/18	7
4		Galian Batu	7 days	Wed 25/04/18	Thu 03/05/18	7
5		Timbunan Pilihan	65 days	Mon 14/05/18	Mon 06/08/18	6
6		Penyiapan Badan Jalan	2 days	Fri 11/05/18	Sat 12/05/18	2
7		Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15 – 30 cm	4 days	Fri 20/04/18	Tue 24/04/18	
8		Lapis Pondasi Agregat Kelas A	4 days	Tue 07/08/18	Fri 10/08/18	5
9		Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	1 day	Sat 11/08/18	Sat 11/08/18	8
10		Lataston - Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi senjang)	3 days	Mon 13/08/18	Wed 15/08/18	9
11		Pasangan Batu	18 days	Wed 02/05/18	Wed 23/05/18	3
12		Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	17 days	Thu 16/08/18	Thu 06/09/18	10;11
13		Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median	56 days	Fri 07/09/18	Mon 12/11/18	12

Gambar 4.3 Tampilan Lembar Kerja MOP Untuk *Network Diagram* Awal

Network diagram untuk penyelesaian waktu awal dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 *Network Diagram* Awal

Berdasarkan gambar 4.4 dapat dilihat bahwa waktu pelaksanaan proyek yang dihasilkan yaitu 164 hari. Waktu pelaksanaan proyek 164 hari lebih kecil dari target pelaksanaan proyek yaitu 167 hari, sehingga dapat dilakukan percepatan waktu penyelesaian proyek dengan menambah jam lembur sebanyak 1 jam, 2 jam dan 3 jam. Berikut ini adalah saat paling awal dan paling lambat kegiatan.

Tabel 4.27 Saat Paling Awal (SPA) dan Saat Paling Lambat (SPL) Waktu Awal

No Peristiwa	SPA	Rumus	Perhitungan	SPL	Rumus	Perhitungan
1	SPA1	SPA1 = SPL1	0	SPL14	SPL14 = SPA14	164
2	SPA2	SPA1 + L7	0 + 4 = 4	SPL13	SPL14 - L13	164 - 56 = 108
3	SPA3	SPA2 + L3	4 + 5 = 9	SPL12	SPL14 - L12	108 - 17 = 91
4	SPA4	SPA2 + L1	4 + 1 = 5	SPL11	SPL13 - L10	91 - 3 = 88

Lanjutan Tabel 4.27 Saat Paling Awal (SPA) dan Saat Paling Lambat (SPL) Waktu Awal

5	SPA5	SPA2 + L4	4 +7 = 11	SPL10	SPL12 - L9	88 - 1 = 87
6	SPA6	SPA3 + L11	9 +18 = 27	SPL9	SPL11 - L8	87 - 4 = 83
7	SPA7	SPA5 + L2	11 + 5 = 16	SPL8	SPL10 - L5	83 - 65 = 18
8	SPA8	SPA7 + L6	16 + 2 = 18	SPL7	SPL9 - L6	18 - 2 = 16
9	SPA9	SPA8 + L5	18 +65 = 83	SPL6	SPL12 - L11	91 - 18 = 73
10	SPA10	SPA9 + L8	83 + 4 = 87	SPL5	SPL7 - L2	16 - 5 = 11
11	SPA11	SPA10 + L9	87 + 1 = 88	SPL4	SPL5 - L1	11 - 1 = 10
12	SPA12	SPA11 + L10	88 + 3 = 91	SPL3	SPL6 - L3	73 - 5 = 68
13	SPA13	SPA12 + L12	91 + 17 = 108	SPL2	SPL5 - L4	11 - 7 = 4
14	SPA14	SPA13 + L13	108 + 56 = 164	SPL1	SPL2 - L7	4 - 4 = 0

Sumber : Gambar 4.4 *Network Diagram* Awal

Berdasarkan perhitungan tabel 4.27 SPA dan SPL juga gambar 4.4 *network* diagram awal maka diperoleh peristiwa kritis, kegiatan kritis dan jalur kritis. Secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel 4.28.

Tabel 4.28 Peristiwa Kritis, Kegiatan Kritis dan Jalur Kritis Waktu Awal

Peristiwa Kritis	Kegiatan Kritis	Jalur Kritis
A	B	C
2,4,5,6,7,8,9,10,12,13	7,4,2,6,5,8,9,10,12,13	2-7-4-4-5-2-6-6-7-5-8-8-9-9-10-10-12-12-13-13

Sumber : Gambar 4.4 *Network Diagram* Awal

Peristiwa kritis adalah peristiwa yang tidak mempunyai tenggang waktu kegiatan, atau peristiwa yang mempunyai SPA sam dengan SPL dan pekerjaan kritis adalah kegiatan atau pekerjaan yang paling sensitif terhadap keterlambatan. Suatu kegiatan disebut kritis apabila terletak diantara dua peristiwa kritis. Ada pun syarat pekerjaan kritis yaitu SPAi = SPLi, SPAj = SPLj dan SPAi + L atau SPLi + L = SPLj.

Untuk pembuktian peristiwa kritis dan pekerjaan kritis dapat dilihat pada tabel 4.29.

Tabel 4.29 Pembuktian Peristiwa Kritis dan Pekerjaan Kritis Waktu Awal

No	Pekerjaan Kritis	Kode Kegiatan	Peristiwa Kritis SPA = SPL		L	SPAi + L = SPAj SPAi + L = SPAj		Keterangan
A	B	C	D		E	F		G
			SPA1 = SPL1 =	0				
1	Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15 – 30 cm	7	SPA2 = SPL2 =	4	4	SPA1 + L = SPA2	0+4 = SPA2 = 4	Kritis
2	Galian Batu	4	SPA5 = SPL5 =	11	7	SPA2 + L = SPA5	4+7 = SPA5 = 11	Kritis

Lanjutan Tabel 4.29 Pembuktian Peristiwa Kritis dan Pekerjaan Kritis Waktu Awal

3	Pasangan Batu dengan Mortar	2	SPA7 = SPL7 =	16	5	SPA5 + L = SPA7	11+5 = SPA7 = 16	Kritis
4	Penyiapan Badan Jalan	6	SPA8 = SPL8 =	18	2	SPA7 + L = SPA8	16+2 = SPA8 = 18	Kritis
5	Timbunan Pilihan	5	SPA9 = SPL9 =	83	65	SPA8 + L = SPA9	18+65 = SPA9 = 83	Kritis
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	8	SPA10 = SPL10 =	87	4	SPA9 + L = SPA10	83+4 = SPA10 = 87	Kritis
7	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	9	SPA11 = SPL11 =	88	1	SPA10+L = SPA11	87+1 = SPA11 = 88	Kritis
8	Lataston - Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi senjang)	10	SPA12 = SPL12 =	91	3	SPA11+L = SPA12	88+3 = SPA12 = 91	Kritis
9	Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	12	SPA13 = SPL13 =	108	17	SPA12+L = SPA13	91+17 = SPA13 = 108	Kritis
10	Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median	13	SPA14 = SPL14 =	164	56	SPA13+L = SPA14	108+56= SPA14 = 164	Kritis

Sumber : Gambar 4.4 *Network Diagram* Awal

Berdasarkan tabel 4.29 menyatakan bahwa pekerjaan-pekerjaan tersebut adalah pekerjaan kritis karena memenuhi syarat.

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

Tabel 4.30 Pembuktian Peristiwa Kritis dan Pekerjaan Kritis Waktu Awal

Jalur Kritis	Panjang Lintasan Kritis = Umur Proyek		
	PLK	=	UP
2-7-4-4-5-2-6-6-7-5-8-8-9-9-10-10-12-12-13-13	164	<	167
4+7+5+2+65+4+1+3+17+56			

Sumber : Gambar 4.4 *Network Diagram* Awal

Berikut adalah pembuktian kedua dengan tegangan waktu total *Total Float* (TF), *Free Flaot* (FF), dan *Independent Float* (IF), dengan rumusan 2.31, 2.32 dan 2.33.

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

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

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

Tabel 4.31 Perhitungan *Total Float* (TF), *Free Float* (FF) dan *Independent Float* (IF) Waktu Awal

No	Item Pekerjaan	Kode Kegiatan	SPLj	SPAj	L	SPLi	SPAi	TF	FF	IF
A	B	C	D	E	F	G	H	I=D-F-H	J=E-F-H	K=E-F-G
1	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran Air	1	11	5	1	10	4	6	0	-6
2	Pasangan Batu dengan Mortar	2	16	16	5	11	11	0	0	0
3	Galian Biasa	3	73	9	5	68	4	64	0	-64
4	Galian Batu	4	11	11	7	4	4	0	0	0
5	Timbunan Pilihan	5	83	83	65	18	18	0	0	0
6	Penyiapan Badan Jalan	6	18	18	2	16	16	0	0	0
7	Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15 – 30 cm	7	4	4	4	0	0	0	0	0
8	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	8	87	87	4	83	83	0	0	0
9	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	9	88	88	1	87	87	0	0	0
10	Lataston - Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi senjang)	10	91	91	3	88	88	0	0	0
11	Pasangan Batu	11	91	27	18	73	9	64	0	-64
12	Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	12	108	108	17	91	91	0	0	0
13	Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median	13	164	164	56	108	108	0	0	0

Sumber : Gambar 4.4 *Network Diagram* Awal

Berdasarkan tabel 4.29, 4.30 dan 4.31 pembuktian peristiwa kritis, kegiatan kritis dan jalur kritis terbukti bahwa kritis. Item-item pekerjaan yang termasuk dalam jalur kritis dapat dilihat pada tabel 4.32.

Tabel 4.32. Item pekerjaan kritis

No.	Item Pekerjaan	Kode Kegiatan
1	**2**	**3**
1	Pasangan Batu dengan Mortar	2
2	Galian Batu	4
3	Timbunan Pilihan	5
4	Penyiapan Badan Jalan	6
5	Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15 – 30 cm	7
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	8
7	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	9
8	Lataston - Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi senjang)	10
9	Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	12
10	Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median	13

Sumber : Tabel 4.29, 4.30 dan 4.31

4.8 Menghitung Perubahan Produksi Awal dan Produksi Lembur Pada Kegiatan Kritis

Bagian ini akan membahas tentang produksi awal dan produksi akibat lembur atau penambahan jam kerja sebanyak 1 jam, 2 jam dan 3 jam. Untuk perhitungannya dapat dilihat pada lampiran V dan hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel 4.33, 4.34 dan 4.35.

Tabel 4.33. Produksi Awal dan Produksi Akibat Lembur 1 Jam

No.	Kegiatan Kritis	Satuan	Kode Kegiatan	Produksi Normal (m3/Hari)	Produksi 1 Jam Lembur (m3/jam)	Produksi Total (m3/Hari)
1	2	3	4	5	6	7=5+6
1	Pasangan Batu dengan Mortar	M3	2	31,8055	4,5436	36,3491
2	Galian Batu	M3	4	192,5000	27,5000	220,0000
3	Timbunan Pilihan	M3	5	45,3624	6,4803	51,8427
4	Penyiapan Badan Jalan	M2	6	2.451,0938	350,1563	2.801,2500
5	Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15 – 30 cm	Pohon	7	7,0000	1,0000	8,0000
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M3	8	235,3050	33,6150	268,9200
7	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	Liter	9	-	-	-
8	Lataston - Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi senjang)	Ton	10	262,9922	37,5703	300,5625
9	Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	M1	12	179,9130	25,7019	205,6149
10	Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median	M2	13	34,8600	4,9800	39,8400

Sumber : Lampiran V, Tabel 5.1 kolom 8 dan 10

Pada tabel 4.33. kolom 5 merupakan produksi normal yang diperoleh dari lampiran V tabel 5.1 kolom 8. Kolom 6 merupakan produksi 1 jam lembur diperoleh dari lampiran V tabel 5.1 kolom 10 . Kolom 7 merupakan penjumlahan kolom 5 dan 6.

Tabel 4.34. Produksi Normal dan Produksi Akibat Lembur 2 Jam

No.	Item Pekerjaan	Satuan	Kode Kegiatan	Produksi Normal (m3/Hari)	Produksi 2 Jam Lembur (m3/jam)	Produksi Total (m3/Hari)
1	2	3	4	5	6	7=5+6
1	Pasangan Batu dengan Mortar	M3	2	31,8055	9,0873	40,8927
2	Galian Batu	M3	4	192,5000	55,0000	247,5000

Lanjutan Tabel 4.34. Produksi Normal dan Produksi Akibat Lembur 2 Jam

3	Timbunan Pilihan	M3	5	45,3624	12,9607	58,3231
4	Penyiapan Badan Jalan	M2	6	2.451,0938	700,3125	3.151,4063
5	Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15 – 30 cm	Pohon	7	7,0000	2,0000	9,0000
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M3	8	235,3050	67,2300	302,5350
7	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	Liter	9	-	-	-
8	Lataston - Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi senjang)	Ton	10	262,9922	75,1406	338,1328
9	Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	M1	12	179,9130	51,4037	231,3167
10	Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median	M2	13	34,8600	9,9600	44,8200

Sumber : Lampiran V, Tabel 5.2 kolom 8 dan 10

Pada tabel 4.34. kolom 5 merupakan produksi normal yang diperoleh dari lampiran V tabel 5.2 kolom 8. Kolom 6 merupakan produksi 2 jam lembur diperoleh dari lampiran V tabel 5.2 kolom 10. Kolom 7 merupakan penjumlahan kolom 5 dan 6.

Tabel 4.35. Produksi Normal dan Produksi Akibat Lembur 3 Jam

No.	**Item Pekerjaan**	**Satuan**	**Kode Kegiatan**	**Produksi Normal (m3/Hari)**	**Produksi 3 Jam Lembur (m3/Jam)**	**Produksi Total (m3/Hari)**
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7=5+6**
1	Pasangan Batu dengan Mortar	M3	2	31,8055	13,6309	45,4364
2	Galian Batu	M3	4	192,5000	82,5000	275,0000
3	Timbunan Pilihan	M3	5	45,3624	19,4410	64,8034
4	Penyiapan Badan Jalan	M2	6	2.451,0938	1.050,4688	3.501,5625
5	Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15 – 30 cm	Pohon	7	7,0000	3,0000	10,0000
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M3	8	235,3050	100,8450	336,1500
7	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	Liter	9	-	-	-
8	Lataston - Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi senjang)	Ton	10	262,9922	112,7109	375,7031
9	Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	M1	12	179,9130	77,1056	257,0186
10	Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median	M2	13	34,8600	14,9400	49,8000

Sumber : Lampiran V, Tabel 5.3 kolom 8 dan 10

Pada tabel 4.35. kolom 5 merupakan produksi normal yang diperoleh dari lampiran V tabel 5.3 kolom 8. Kolom 6 merupakan produksi 3 jam lembur diperoleh dari lampiran V tabel 5.3 kolom 10. Kolom 7 merupakan penjumlahan kolom 5 dan 6.

Berdasarkan tabel 4.33, 4.34 dan 4.35 dapat disimpulkan bahwa semakin besar penambahan jam kerja, maka semakin besar pula produksi yang dihasilkan.

4.9 Menghitung Waktu Penyelesaian Awal dan Waktu Penyelesaian Akibat Penambahan Jam Kerja Pada Kegiatan Kritis

Bagian ini juga membahas tentang waktu penyelesaian saat awal dan waktu penyelesian akibat lembur atau penambahan jam kerja sebanyak 1 jam, 2 jam dan 3 jam. Untuk perhitungannya dapat dilihat pada lampiran V dan hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel 4.36, 4.37 dan 4.38.

Tabel 4.36. Waktu Penyelesaian Normal dan Waktu Penyelesaian Akibat Lembur 1 Jam

No.	Kegiatan Kritis	Satuan	Kode Kegiatan	Waktu Penyelesaian Normal	Waktu Penyelesaian 1 Jam Lembur	Selisih Waktu
				(Hari)	(Hari)	(Hari)
1	2	3	4	5	6	7=5-6
1	Pasangan Batu dengan Mortar	M3	2	4,60	4,02	0,57
2	Galian Batu	M3	4	6,32	5,53	0,79
3	Timbunan Pilihan	M3	5	64,70	56,61	8,09
4	Penyiapan Badan Jalan	M2	6	1,74	1,53	0,22
5	Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15 – 30 cm	Pohon	7	3,14	2,75	0,39
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M3	8	3,63	3,18	0,45
7	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	Liter	9	0,24	-	-
8	Lataston - Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi senjang)	Ton	10	2,97	2,60	0,37
9	Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	M1	12	16,26	14,23	2,03
10	Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median	M2	13	55,94	48,95	6,99

Sumber : Lampiran V, Tabel 5.1, Kolom 9 dan Kolom 12

Berdasarkan tabel 4.36 kolom 5 merupakan waktu penyelesaian awal dapat diperoleh pada lampiran V tabel 5.1 kolom 9 sedangkan kolom 6 merupakan waktu penyelesaian 1 jam lembur yang diperoleh dari kolom 12. Dimana untuk lembur 1 jam pekerjaan lapis resap pengikat – aspal cair (1) mempunyai waktu penyelesaian kurang dari satu hari, sehingga item pekerjaan tersebut tidak perlu dilakukan lembur untuk 1 jam, 2 jam dan 3 jam. Hal ini dikarenakan pada *network* diagram waktu penyelesaian terendah adalah satu hari.

Tabel 4.37. Waktu Penyelesaian Normal dan Waktu Penyelesaian Akibat Lembur 2 Jam

No.	Item Pekerjaan	Satuan	Kode Kegiatan	Waktu Penyelesaian Normal	Waktu Penyelesaian 2 Jam Lembur	Selisih Waktu
				(Hari)	(Hari)	(Hari)
1	2	3	4	5	6	7=5-6
1	Pasangan Batu dengan Mortar	M3	2	4,60	3,58	1,02
2	Galian Batu	M3	4	6,32	4,91	1,40
3	Timbunan Pilihan	M3	5	64,70	50,32	14,38
4	Penyiapan Badan Jalan	M2	6	1,74	1,36	0,39
5	Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15 – 30 cm	Pohon	7	3,14	2,44	0,70
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M3	8	3,63	2,83	0,81
7	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	Liter	9	0,24	-	0,24
8	Lataston - Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi senjang)	Ton	10	2,97	2,31	0,66
9	Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	M1	12	16,26	12,65	3,61
10	Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median	M2	13	55,94	43,51	12,43

Sumber : Lampiran V, Tabel 5.2, Kolom 9 dan Kolom 12

Berdasarkan tabel 4.37 kolom 5 merupakan waktu penyelesaian awal dapat diperoleh pada lampiran V tabel 5.2 kolom 9 sedangkan kolom 6 merupakan waktu penyelesaian 2 jam lembur yang diperoleh dari kolom 12. Dimana untuk lembur 1 jam pekerjaan lapis resap pengikat – aspal cair (1) mempunyai waktu penyelesaian kurang dari satu hari, sehingga item pekerjaan tersebut tidak perlu dilakukan lembur untuk 1 jam, 2 jam dan 3 jam.

Tabel 4.38. Waktu Penyelesaian Normal dan Waktu Penyelesaian Akibat Lembur 3 Jam

No.	Item Pekerjaan	Satuan	Kode Kegiatan	Waktu Penyelesaian Normal	Waktu Penyelesaian 3 Jam Lembur	Selisih Waktu
				(Hari)	(Hari)	(Hari)
1	2	3	4	5	6	7=5-6
1	Pasangan Batu dengan Mortar	M3	2	4,60	3,22	1,38
2	Galian Batu	M3	4	6,32	4,42	1,90
3	Timbunan Pilihan	M3	5	64,70	45,29	19,41
4	Penyiapan Badan Jalan	M2	6	1,74	1,22	0,52
5	Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15 – 30 cm	Pohon	7	3,14	2,20	0,94
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M3	8	3,63	2,54	1,09

Lanjutan Tabel 4.38. Waktu Penyelesaian Normal dan Waktu Penyelesaian Akibat Lembur 3 Jam

7	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	Liter	9	0,24	-	0.24
8	Lataston - Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi senjang)	Ton	10	2,97	2,08	0,89
9	Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	M1	12	16,26	11,38	4,88
10	Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median	M2	13	55,94	39,16	16,78

Sumber : Lampiran V, Tabel 5.3, Kolom 9 dan Kolom 12

Berdasarkan tabel 4.36, 4.37 dan 4.38 dapat disimpulkan bahwa semakin besar penambahan jam kerja, maka semakin cepat waktu penyelesaian yang dihasilkan.

4.10 Menyusun *Network Diagram* Baru dengan *Microsoft Office Project* 2010

Setelah mendapatkan waktu penyelesaian baru pada kegiatan yang kritis, langkah selanjutnya adalah menyusun *network diagram* baru. Dalam penyusunan *nerwork diagram* baru ini terlebih dahulu dihitung waktu penyelesaian proyek baru akibat penambahan jam jam lembur 1 jam, 2 jam dan 3 jam.

4.10.1 Menyusun *Network Diagram* Baru Untuk Penambahan 1 Jam Kerja

Hubungan ketergantungan tiap-tiap item pekerjaan setelah penambahan 1 jam kerja dapat dilihat pada tabel 4.39.

Tabel 4.39. Hubungan Ketergantungan Tiap-tiap Item Pekerjaan

No.	Item Pekerjaan	Kode Kegiatan	Durasi Kegiatan (Hari)	Predecessors
1	**2**	**3**	4	**5**
1	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran Air	1	1	7FS
2	Pasangan Batu dengan Mortar	2	5	1;4FS
3	Galian Biasa	3	5	7FS
4	Galian Batu	4	6	7FS
5	Timbunan Pilihan	5	57	6FS
6	Penyiapan Badan Jalan	6	2	2FS
7	Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15 – 30 cm	7	3	
8	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	8	4	5FS
9	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	9	1	8FS
10	Lataston - Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi senjang)	10	3	9FS
11	Pasangan Batu	11	18	3FS
12	Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	12	15	10;11FS
13	Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median	13	49	12FS

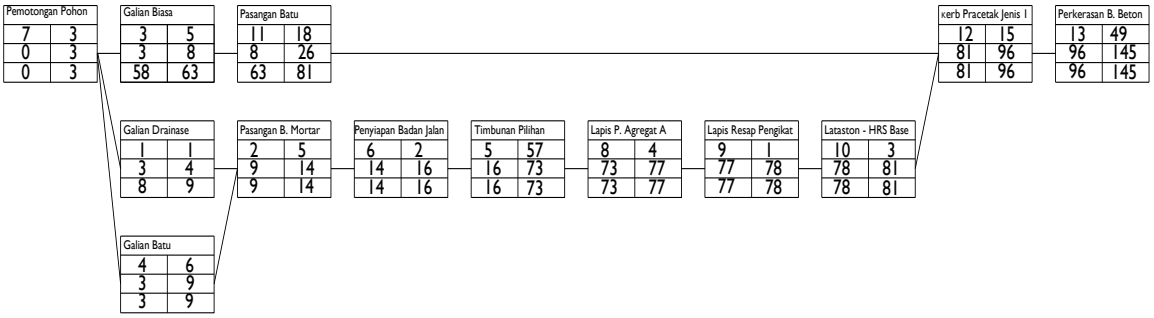
Sumber : Lampiran V, Tabel 5.1 Kolom 12

Setelah hubungan kerja diketahui, maka MOP bisa langsung dioperasikan. Berikut adalah tampilan lembaran kerja MOP 2010.

	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
1		Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran Air	1 day	Tue 24/04/18	Tue 24/04/18	7
2		Pasangan Batu dengan Mortar	5 days	Wed 02/05/18	Mon 07/05/18	4;1
3		Galian Biasa	5 days	Tue 24/04/18	Sat 28/04/18	7
4		Galian Batu	6 days	Tue 24/04/18	Mon 30/04/18	7
5		Timbunan Pilihan	57 days	Fri 11/05/18	Wed 25/07/18	6
6		Penyiapan Badan Jalan	2 days	Tue 08/05/18	Wed 09/05/18	2
7		Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15 – 30 cm	3 days	Fri 20/04/18	Mon 23/04/18	
8		Lapis Pondasi Agregat Kelas A	4 days	Thu 26/07/18	Mon 30/07/18	5
9		Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	1 day	Tue 31/07/18	Tue 31/07/18	8
10		Lataston - Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi senjang)	3 days	Wed 01/08/18	Fri 03/08/18	9
11		Pasangan Batu	18 days	Mon 30/04/18	Tue 22/05/18	3
12		Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	15 days	Sat 04/08/18	Thu 23/08/18	10;11
13		Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median	49 days	Fri 24/08/18	Sat 20/10/18	12

Gambar 4.5 Tampilan Lembar Kerja MOP Untuk Penambahan Jam Kerja 1 Jam

Network diagram untuk penyelesaian penambahan jam kerja 1 jam dapat dilihat gambar 4.6.



Gambar 4.6 *Network Diagram* Untuk Penambahan Jam Kerja 1 Jam

Berdasarkan gambar 4.6 dapat dilihat bahwa penambahan jam kerja 1 jam mengakibatkan waktu penyelesaian berkurang. Dimana waktu penyelesaian yang didapat adalah 145 hari. Berdasarkan hasil yang diperoleh menyatakan bahwa diagram jaringan yang dibuat memenuhi syarat, sebab waktu yang dihasilkan 145 hari lebih kecil dari yang ditargetkan 167 hari.

Saat paling awal dan saat paling lambat kegiatan dapat dilihat pada tabel 4.40.

Tabel 4.40. SPA dan SPL Akibat Lembur 1 Jam

No Peristiwa	SPA	Rumus	Perhitungan	SPL	Rumus	Perhitungan
1	SPA1	SPA1 = SPL1	0	SPL14	SPL14 = SPA14	145
2	SPA2	SPA1 + L7	0 + 3 = 3	SPL13	SPL14 - L13	145 - 49 = 96
3	SPA3	SPA2 + L3	3 + 5 = 8	SPL12	SPL14 - L12	96 - 15 = 81
4	SPA4	SPA2 + L1	3 + 1 = 4	SPL11	SPL13 - L10	81 - 3 = 78
5	SPA5	SPA2 + L4	3 +6 = 9	SPL10	SPL12 - L9	88 - 1 = 77
6	SPA6	SPA3 + L11	8 +18 = 26	SPL9	SPL11 - L8	77 - 4 = 73
7	SPA7	SPA5 + L2	9 + 5 = 14	SPL8	SPL10 - L5	73 - 57 = 16
8	SPA8	SPA7 + L6	14 + 2 = 16	SPL7	SPL9 - L6	16 - 2 = 14
9	SPA9	SPA8 + L5	16 +57 = 73	SPL6	SPL12 - L11	81 - 18 = 63
10	SPA10	SPA9 + L8	73 + 4 = 77	SPL5	SPL7 - L2	14 - 5 = 9
11	SPA11	SPA10 + L9	77 + 1 = 78	SPL4	SPL5 - L1	9 - 1 = 8
12	SPA12	SPA11 + L10	78 + 3 = 81	SPL3	SPL6 - L3	63 - 5 = 58
13	SPA13	SPA12 + L12	81 + 15 = 96	SPL2	SPL5 - L4	9 - 6 = 3
14	SPA14	SPA13 + L13	96 + 49 = 145	SPL1	SPL2 - L7	3 - 3 = 0

Sumber : Gambar 4.6 *Network Diagram* penambahan jam kerja 1 jam

Perhitungan tenggangan waktu dapat dilihat pada tabel 4.41.

Tabel 4.41. TF, FF dan IF, SPA dan SPL Akibat Lembur 1 Jam

No	Item Pekerjaan	Kode Kegiatan	SPLj	SPAj	L	SPLi	SPAi	TF	FF	IF
A	B	C	D	E	F	G	H	I=D-F-H	J=E-F-H	K=E-F-G
1	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran Air	1	9	4	1	8	3	5	0	-5
2	Pasangan Batu dengan Mortar	2	14	14	5	9	9	0	0	0
3	Galian Biasa	3	63	8	5	58	3	55	0	-55
4	Galian Batu	4	9	9	6	3	3	0	0	0
5	Timbunan Pilihan	5	73	73	57	16	16	0	0	0
6	Penyiapan Badan Jalan	6	16	16	2	14	14	0	0	0
7	Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15 – 30 cm	7	3	3	3	0	0	0	0	0
8	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	8	77	77	4	73	73	0	0	0
9	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	9	78	78	1	77	77	0	0	0
10	Lataston - Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi senjang)	10	81	81	3	78	78	0	0	0
11	Pasangan Batu	11	81	26	18	63	8	55	0	-55
12	Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	12	96	96	15	81	81	0	0	0
13	Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median	13	145	145	49	96	96	0	0	0

Sumber : Gambar 4.6 *Network Diagram* penambahan jam kerja 1 jam

4.10.2 Menyusun *Network Diagram* Baru Untuk Penambahan 2 Jam Kerja

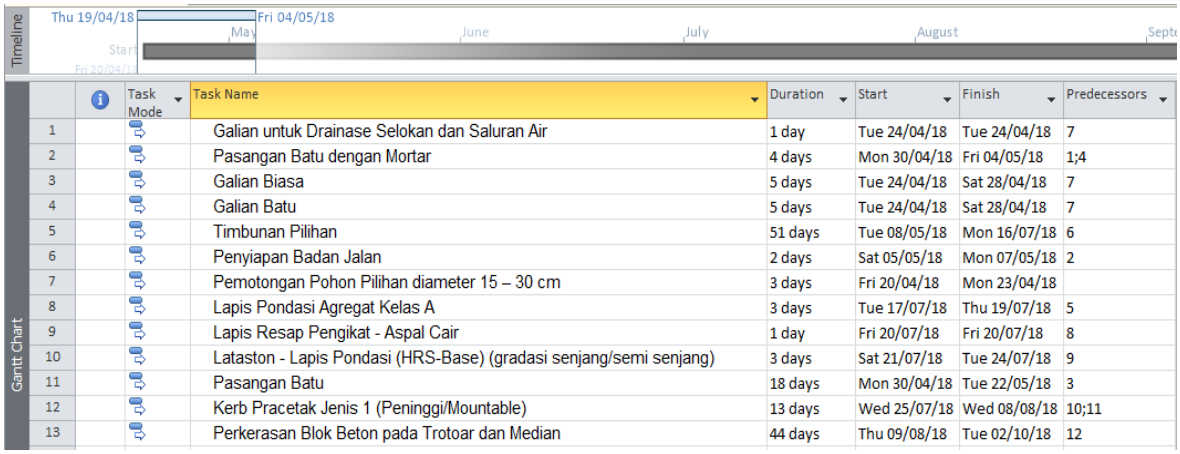
Hubungan ketergantungan tiap-tiap item pekerjaan setelah penambahan 2 jam kerja dapat dilihat pada tabel 4.42.

Tabel 4.42. Hubungan Ketergantungan Tiap-tiap Item Pekerjaan

No.	Item Pekerjaan	Kode Kegiatan	Durasi Kegiatan (Hari)	Predecessors
1	**2**	**3**	4	**5**
1	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran Air	1	1	7FS
2	Pasangan Batu dengan Mortar	2	4	1;4FS
3	Galian Biasa	3	5	7FS
4	Galian Batu	4	5	7FS
5	Timbunan Pilihan	5	51	6FS
6	Penyiapan Badan Jalan	6	2	2FS
7	Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15 – 30 cm	7	3	
8	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	8	3	5FS
9	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	9	1	8FS
10	Lataston - Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi senjang)	10	3	9FS
11	Pasangan Batu	11	18	3FS
12	Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	12	13	10;11FS
13	Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median	13	44	12FS

Sumber : Lampiran V, Tabel 5.2 kolom 12

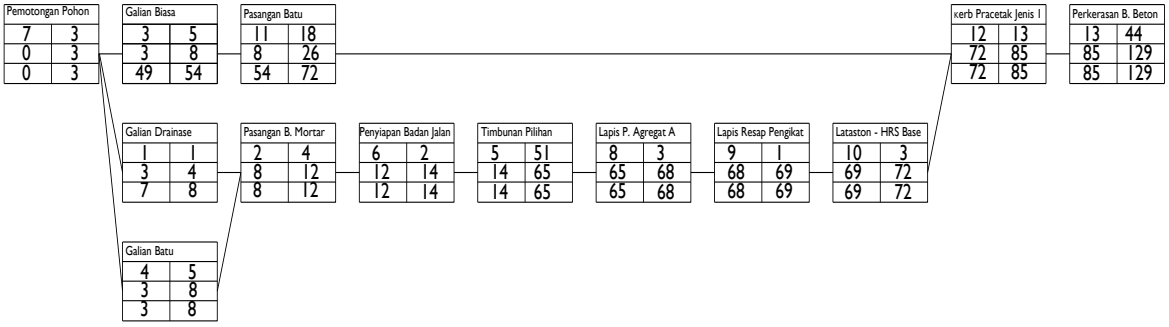
Setelah hubungan kerja diketahui, maka MOP bisa langsung dioperasikan. Berikut adalah tampilan lembaran kerja MOP 2010.



	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
1		Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran Air	1 day	Tue 24/04/18	Tue 24/04/18	7
2		Pasangan Batu dengan Mortar	4 days	Mon 30/04/18	Fri 04/05/18	1;4
3		Galian Biasa	5 days	Tue 24/04/18	Sat 28/04/18	7
4		Galian Batu	5 days	Tue 24/04/18	Sat 28/04/18	7
5		Timbunan Pilihan	51 days	Tue 08/05/18	Mon 16/07/18	6
6		Penyiapan Badan Jalan	2 days	Sat 05/05/18	Mon 07/05/18	2
7		Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15 – 30 cm	3 days	Fri 20/04/18	Mon 23/04/18	
8		Lapis Pondasi Agregat Kelas A	3 days	Tue 17/07/18	Thu 19/07/18	5
9		Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	1 day	Fri 20/07/18	Fri 20/07/18	8
10		Lataston - Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi senjang)	3 days	Sat 21/07/18	Tue 24/07/18	9
11		Pasangan Batu	18 days	Mon 30/04/18	Tue 22/05/18	3
12		Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	13 days	Wed 25/07/18	Wed 08/08/18	10;11
13		Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median	44 days	Thu 09/08/18	Tue 02/10/18	12

Gambar 4.7 Tampilan Lembar Kerja MOP Untuk Penambahan Jam Kerja 2 Jam

Network diagram untuk penyelesaian penambahan jam kerja 2 jam dapat dilihat gambar 4.8.



Gambar 4.8 *Network Diagram* Untuk Penambahan Jam Kerja 2 Jam

Berdasarkan gambar 4.8 dapat dilihat bahwa penambahan jam kerja 2 jam mengakibatkan waktu penyelesaian berkurang. Dimana waktu penyelesaian yag didapat adalah 129 hari. Berdasarkan hasil yang diperoleh menyatakan bahwa diagram jaringan yang dibuat memenuhi syarat, sebab waktu yang dihasilkan 129 hari lebih kecil dari yang ditargetkan 167 hari.

Saat paling awal dan saat paling lambat kegiatan akibat lembur 2 jam dapat dilihat pada tabel 4.43.

Tabel 4.43. SPA dan SPL Akibat Lembur 2 Jam

No Peristiwa	SPA	Rumus	Perhitungan	SPL	Rumus	Perhitungan
1	SPA1	SPA1 = SPL1	0	SPL14	SPL14 = SPA14	129
2	SPA2	SPA1 + L7	0 + 3 = 3	SPL13	SPL14 - L13	129 - 44 = 85
3	SPA3	SPA2 + L3	3 + 5 = 8	SPL12	SPL14 - L12	85 - 13 = 72
4	SPA4	SPA2 + L1	3 + 1 = 4	SPL11	SPL13 - L10	72 - 3 = 69
5	SPA5	SPA2 + L4	3 + 5 = 8	SPL10	SPL12 - L9	69 - 1 = 68
6	SPA6	SPA3 + L11	8 +18 = 26	SPL9	SPL11 - L8	68 - 3 = 65
7	SPA7	SPA5 + L2	8 + 4 = 12	SPL8	SPL10 - L5	65 - 51 = 14
8	SPA8	SPA7 + L6	12 + 2 = 14	SPL7	SPL9 - L6	14 - 2 = 12
9	SPA9	SPA8 + L5	14 +51 = 65	SPL6	SPL12 - L11	72 - 18 = 54
10	SPA10	SPA9 + L8	65 + 3 = 68	SPL5	SPL7 - L2	12 - 4 = 8
11	SPA11	SPA10 + L9	68 + 1 = 69	SPL4	SPL5 - L1	8 - 1 = 7
12	SPA12	SPA11 + L10	69 + 3 = 72	SPL3	SPL6 - L3	54 - 5 = 49
13	SPA13	SPA12 + L12	72 + 13 = 85	SPL2	SPL5 - L4	8 - 5 = 3
14	SPA14	SPA13 + L13	85 + 44 = 129	SPL1	SPL2 - L7	3 - 3 = 0

Sumber : Gambar 4.8 *Network Diagram* penambahan jam kerja 2 jam

Perhitungan tenggangan waktu dapat dilihat pada tabel 4.44.

Tabel 4.44. TF, FF dan IF, SPA dan SPL Akibat Lembur 2 Jam

No	Item Pekerjaan	Kode Kegiatan	SPLj	SPAj	L	SPLi	SPAi	TF	FF	IF
A	B	C	D	E	F	G	H	I=D-F-H	J=E-F-H	K=E-F-G
1	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran Air	1	8	4	1	7	3	4	0	-4
2	Pasangan Batu dengan Mortar	2	12	12	4	8	8	0	0	0
3	Galian Biasa	3	54	8	5	49	3	46	0	-46
4	Galian Batu	4	8	8	5	3	3	0	0	0
5	Timbunan Pilihan	5	65	65	51	14	14	0	0	0
6	Penyiapan Badan Jalan	6	14	14	2	12	12	0	0	0
7	Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15 – 30 cm	7	3	3	3	0	0	0	0	0
8	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	8	68	68	3	65	65	0	0	0
9	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	9	69	69	1	68	68	0	0	0
10	Lataston - Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi senjang)	10	72	72	3	69	69	0	0	0
11	Pasangan Batu	11	72	26	18	54	8	46	0	-46
12	Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	12	85	85	13	72	72	0	0	0
13	Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median	13	129	129	44	85	85	0	0	0

Sumber : Gambar 4.8 *Network Diagram* penambahan jam kerja 2 jam

4.10.3 Menyusun *Network Diagram* Baru Untuk Penambahan 3 Jam Kerja

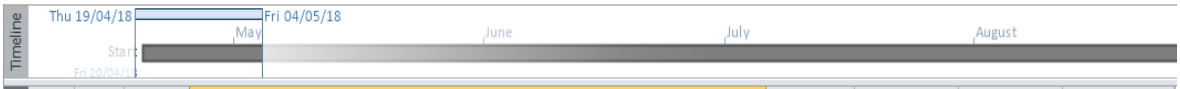
Hubungan ketergantungan tiap-tiap item pekerjaan setelah penambahan 3 jam kerja dapat dilihat pada tabel 4.45.

Tabel 4.45. Hubungan Ketergantungan Tiap-tiap Item Pekerjaan

No.	Item Pekerjaan	Kode Kegiatan	Durasi Kegiatan (Hari)	Predecessors
1	**2**	**3**	4	**5**
1	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran Air	1	1	7FS
2	Pasangan Batu dengan Mortar	2	4	1;4FS
3	Galian Biasa	3	5	7FS
4	Galian Batu	4	5	7FS
5	Timbunan Pilihan	5	46	6FS
6	Penyiapan Badan Jalan	6	2	2FS
7	Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15 – 30 cm	7	3	
8	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	8	3	5FS
9	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	9	1	8FS
10	Lataston - Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi senjang)	10	3	9FS
11	Pasangan Batu	11	18	3FS
12	Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	12	12	10;11FS
13	Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median	13	40	12FS

Sumber : Lampiran V, Tabel 5.3 Kolom 12

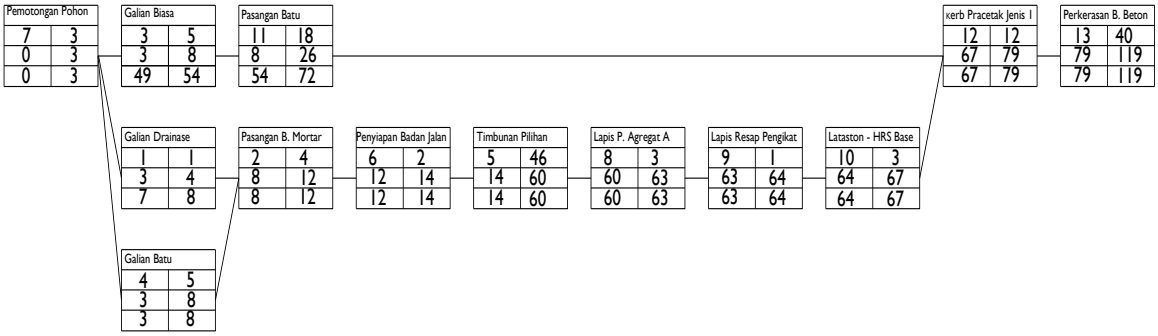
Setelah hubungan kerja diketahui, maka MOP bisa langsung dioperasikan. Berikut adalah tampilan lembaran kerja MOP 2010.



	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
1		Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran Air	1 day	Tue 24/04/18	Tue 24/04/18	7
2		Pasangan Batu dengan Mortar	4 days	Mon 30/04/18	Fri 04/05/18	1;4
3		Galian Biasa	5 days	Tue 24/04/18	Sat 28/04/18	7
4		Galian Batu	5 days	Tue 24/04/18	Sat 28/04/18	7
5		Timbunan Pilihan	46 days	Tue 08/05/18	Tue 10/07/18	6
6		Penyiapan Badan Jalan	2 days	Sat 05/05/18	Mon 07/05/18	2
7		Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15 – 30 cm	3 days	Fri 20/04/18	Mon 23/04/18	
8		Lapis Pondasi Agregat Kelas A	3 days	Wed 11/07/18	Fri 13/07/18	5
9		Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	1 day	Sat 14/07/18	Sat 14/07/18	8
10		Lataston - Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi senjang)	3 days	Mon 16/07/18	Wed 18/07/18	9
11		Pasangan Batu	18 days	Mon 30/04/18	Tue 22/05/18	3
12		Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	12 days	Thu 19/07/18	Wed 01/08/18	10;11
13		Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median	40 days	Thu 02/08/18	Thu 20/09/18	12

Gambar 4.9 Tampilan Lembar Kerja MOP Untuk Penambahan Jam Kerja 3 Jam

Network diagram untuk penyelesaian penambahan jam kerja 3 jam dapat dilihat gambar 4.10.



Gambar 4.10 *Network Diagram* Untuk Penambahan Jam Kerja 3 Jam

Berdasarkan gambar 4.10 dapat dilihat bahwa penambahan jam kerja 3 jam mengakibatkan waktu penyelesaian berkurang. Dimana waktu penyelesaian yag didapat adalah 119 hari. Berdasarkan hasil yang diperoleh menyatakan bahwa diagram jaringan yang dibuat memenuhi syarat, sebab waktu yang dihasilkan 119 hari lebih kecil dari yang ditargetkan 167 hari.

Saat paling awal dan saat paling lambat kegiatan akibat penambahan jam kerja 3 jam dapat dilihat pada tabel 4.46..

Tabel 4.46. SPA dan SPL Akibat Lembur 3 Jam

No Peristiwa	SPA	Rumus	Perhitungan	SPL	Rumus	Perhitungan
1	SPA1	SPA1 = SPL1	0	SPL14	SPL14 = SPA14	119
2	SPA2	SPA1 + L7	0 + 3 = 3	SPL13	SPL14 - L13	119 - 40 = 79
3	SPA3	SPA2 + L3	3 + 5 = 8	SPL12	SPL14 - L12	79 - 12 = 67
4	SPA4	SPA2 + L1	3 + 1 = 4	SPL11	SPL13 - L10	67 - 3 = 64
5	SPA5	SPA2 + L4	3 + 5 = 8	SPL10	SPL12 - L9	64 - 1 = 63
6	SPA6	SPA3 + L11	8 +18 = 26	SPL9	SPL11 - L8	63 - 3 = 60
7	SPA7	SPA5 + L2	8 + 4 = 12	SPL8	SPL10 - L5	60 - 46 = 14
8	SPA8	SPA7 + L6	12 + 2 = 14	SPL7	SPL9 - L6	14 - 2 = 12
9	SPA9	SPA8 + L5	14 + 46 = 60	SPL6	SPL12 - L11	67 - 18 = 49
10	SPA10	SPA9 + L8	60 + 3 = 63	SPL5	SPL7 - L2	12 - 4 = 8
11	SPA11	SPA10 + L9	63 + 1 = 64	SPL4	SPL5 - L1	8 - 1 = 7
12	SPA12	SPA11 + L10	64 + 3 = 67	SPL3	SPL6 - L3	49 - 5 = 44
13	SPA13	SPA12 + L12	67 + 12 = 79	SPL2	SPL5 - L4	8 - 5 = 3
14	SPA14	SPA13 + L13	79 + 40 = 119	SPL1	SPL2 - L7	3 - 3 = 0

Sumber : Gambar 4.10 *Network Diagram* penambahan jam kerja 3 jam

Perhitungan tenggangan waktu dapat dilihat pada tabel 4.47.

Tabel 4.47. TF, FF dan IF, SPA dan SPL Akibat Lembur 3 Jam

No	Item Pekerjaan	Kode Kegiatan	SPLj	SPAj	L	SPLi	SPAi	TF	FF	IF
A	B	C	D	E	F	G	H	I=D-F-H	J=E-F-H	K=E-F-G
1	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran Air	1	8	4	1	7	3	4	0	-4
2	Pasangan Batu dengan Mortar	2	12	12	4	8	8	0	0	0
3	Galian Biasa	3	54	8	5	49	3	46	0	-46
4	Galian Batu	4	8	8	5	3	3	0	0	0
5	Timbunan Pilihan	5	60	69	46	14	14	0	9	9
6	Penyiapan Badan Jalan	6	14	14	2	12	12	0	0	0
7	Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15 – 30 cm	7	3	3	3	0	0	0	0	0
8	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	8	63	63	3	60	60	0	0	0
9	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	9	64	64	1	63	63	0	0	0
10	Lataston - Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi senjang)	10	67	67	3	64	64	0	0	0
11	Pasangan Batu	11	72	26	18	54	8	46	0	-46
12	Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	12	79	79	12	67	67	0	0	0
13	Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median	13	119	119	40	79	79	0	0	0

Sumber : Gambar 4.10 *Network Diagram* penambahan jam kerja 3 jam

4.11 Menghitung Analisa Harga Satuan Normal dan Analisa Harga Satuan Lembur

Untuk mempersingkat waktu penyelesaian dan mendapatkan jadwal yang efisien maka perlu diketahui biaya tenaga kerja akibat penambahan jam kerja. Yang perlu diperhatikan dalam perubahan jam kerja adalah jam kerja efektif yaitu 7 jam dan tarif standar untuk biaya lembur 1 jam yaitu 1,5 kali upah standar. Perhitungan analisa harga satuan awal dan analisa harga satuan lembur dapat dilihat pada lampiran VI Hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel 4.49.

Tabel 4.48. Analisa Harga Satuan Tenaga Kerja

No.	Uraian	Satuan	Harga Satuan Upah (HSU) Normal (Rp/jam)	Upah 1 Jam Lembur (Rp/jam) (1.5 x HSU)	Upah 2 Jam Lembur (Rp/jam) (2 x HSU)	Upah 3 Jam Lembur (Rp/jam) (2 x HSU)
1	2	3	4	5	6	7
	Tenaga					
1	Pekerja	Jam	10.973,85	16,460.78	21.947,70	21.947,70
2	Tukang	Jam	11.688,14	17.532,21	23.376,27	23.376,27
3	M a n d o r	Jam	13.116,71	19.675,06	26.233,42	26.233,42
4	Operator	Jam	14.545,28	21.817,92	29.090,56	29.090,56
5	Pembantu Operator	Jam	10.973,85	16.460,78	21.947,70	21.947,70
6	Sopir / Driver	Jam	14.545,28	21.817,92	29.090,56	29.090,56
7	Pembantu Sopir / Driver	Jam	10.973,85	16.460,78	21.947,70	21.947,70
8	Mekanik	Jam	14.545,28	21.817,92	29.090,56	29.090,56
9	Pembantu Mekanik	Jam	10.973,85	16.460,78	21.947,70	21.947,70
10	Kepala Tukang	Jam	12.402,42	18.603,63	24.804,85	24.804,85

Sumber : Lampiran II, Tabel Daftar Harga satuan Upah

Berdasarkan tabel 4.48 maka dapat dihitung analisa harga satuan awal dan analisa harga satuan lembur yang hasilnya pada 4.49.

Tabel 4.49. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Lembur

No	Item Pekerjaan yang Dianalisis	Satuan	Kode	Harga Satuan Pekerjaan Awal (Rp.)	Harga Satuan Pekerjaan Lembur		
					1 Jam (Rp.)	2 Jam (Rp.)	3 Jam (Rp.)
1	2	3		4	5	6	7
1	**Pasangan Batu dengan Mortar**	M3	2	808.387,18	834.375,75	860.364,31	860.364,31
2	**Galian Batu**	M3	4	184.317,93	186.391,10	188.464,27	188.464,27

Lanjutan Tabel 4.49. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Lembur

3	**Timbunan Pilihan**	M3	5	207.993,33	216.791,03	225.588,73	225.588,73
4	**Penyiapan Badan Jalan**	M2	6	2.445,57	2.526,98	2.608,39	2.608,39
5	**Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15 – 30 cm**	Pohon	7	250.323,93	271.823,59	293.323,25	293.323,25
6	**Lapis Pondasi Agregat Kelas A**	M3	8	815.725,88	817.063,58	818.401,28	818.401,28
7	**Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair**	Liter	9	11.382,82	-	-	-
8	**Lataston - Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi senjang)**	Ton	10	1.448.767,20	1.449.964,07	1.451.160,94	1.451.160,94
9	**Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)**	M1	12	193.194,15	196.748,84	200.303,54	200.303,54
10	**Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median**	M2	13	271.908,75	299.303,66	326.698,57	326.698,57

Sumber : Lampiran VI, Tabel 6.1, 6.3, 6.5, Kolom 12 Poin A

Berdasarkan tabel 4.49, jumlah satuan pekerjaan awal diperoleh dari data RAB sedangkan untuk harga satuan pekerjaan lembur diperoleh dari lampiran VI, tabel 6.1, 6.3, dan 6.5, pada poin A kolom 12. Pada tabel 4.48 menunjukan bahwa harga satuan mengalami kenaikan akibat penambahan jam kerja. Dimana untuk penambahan jam kerja atau lembur 1 jam tarif standar yang dipakai 1,5 kali upah standar, sedangkan untuk penambahan jam kerja atau lembur 2 jam, dan 3 jam tarif standar yang dipakai 2 kali upah standar. Dan untuk analisa harga satuan pekerjaan untuk lembur 1 jam, 2 jam dan 3 jam dapat dilihat pada lampiran VI.

4.12 Menghitung Volume Awal dan Volume Akibat Penambahan Jam Kerja Pada Kegiatan Kritis

Sebelum melakukan perhitungan volume awal dan volume akibat penambahan jam kerja, terlebih dahulu dilakukan perhitungan produksi awal dan produksi lembur (penggunaan jam lembur), karena pada dasarnya dimana ada produksi maka disitu ada volume. Perhitungan produksi normal dan produksi akibat penambahan jam kerja pada kegiatan kritis dapat dilihat pada lampiran VII dan hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel 4.50.

Tabel 4.50. Produksi Normal dan Produksi Lembur 1 Jam, 2 jam dan 3 Jam

No.	Item Pekerjaan	Satuan	Kode Kegiatan	Volume	Waktu Penyelesaian (Hari)				Produksi				Total Produksi
					Normal	Lembur 1 Jam	Lembur 2 Jam	Lembur 3 Jam	Normal	Lembur 1 Jam	Lembur 2 Jam	Lembur 3 Jam	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14=10+11+12+13
1	Pasangan Batu dengan Mortar	M3	2	146,30	4,60	4,02	3,58	3,22	127,22	18,17	0,90	-	146,30
2	Galian Batu	M3	4	1.216,30	6,32	5,53	4,91	4,42	962,50	137,50	116,30	-	1.216,30
3	Timbunan Pilihan	M3	5	2.935,00	64,70	56,61	50,32	45,29	2.086,67	298,10	298,10	252,14	2.935,00
4	Penyiapan Badan Jalan	M2	6	4.275,00	1,74	1,53	1,36	1,22	4.275,00	-	-	-	4.275,00
5	Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15 – 30 cm	Pohon	7	22,00	3,14	2,75	2,44	2,20	21,00	1,00	-	-	22,00
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M3	8	855,00	3,63	3,18	2,83	2,54	705,92	100,85	48,24	-	855,00
7	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	Liter	9	4.275,00	0,24	-	-	-	4.275,00	-	-	-	4.275,00
8	Lataston - Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi senjang)	Ton	10	781,46	2,97	2,60	2,31	2,08	781,46	-	-	-	781,46
9	Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	M1	12	2.925,00	16,26	14,23	12,65	11,38	2.158,96	308,42	308,42	149,20	2.925,00
10	Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median	M2	13	1.950,00	55,94	48,95	43,51	39,16	1.394,40	199,20	199,20	157,20	1.950,00

Sumber : Lampiran VII, Tabel 7.1, 7.2 dan 7.3 Kolom 7, 10, 12,13,14 dan 15

Berdasarkan tabel 4.50, kolom 5 merupakan volume diperoleh dari data RAB (lampiran II), kolom 6, 7, 8 dan 9 diperoleh dari lampiran VII tabel 7.1, 7.2 dan 5.3 kolom 7 dan 10. Kolom 10, 11, 12 dan 13 diperoleh dari hasil perbandingan antara tabel 7.1, 7.2 dan 7.3 kolom 12, 13, 14 dan 15 pada lampiran VII tentang penggunaan waktu lembur yang efisien dalam berproduksi. Kolom 14 diperoleh dari penjumlahan antara kolom 10, 11, 12 dan 13.

Berikut ini merupakan penjelasan penggunaan waktu lembur yang efisien dalam berproduksi pada setiap item pekerjaan:

1. Item pekerjaan pasangan batu dengan mortar memiliki volume 146,30 m^3 dan waktu penyelesaiannya 4,60 hari dibulatkan menjadi 5 hari. Berdasarkan judul penelitian ini maka dilakukan percepatan sebanyak 1jam, 2jam dan 3jam. Dipercepat atau lembur 1jam, waktu penyelesaian 4,02 hari dibulatkan tetap menjadi 5 hari, jadi waktu yang dipercepat tidak efisien karena dipercepat 1jam waktu penyelesaian tidak berubah (hari). Dipercepat atau lembur 2jam, waktu penyelesaian 3,58 hari dibulatkan menjadi 4 hari. Dipercepat atau lembur 3jam waktu penyelesaian 3,22 hari dibulatkan tetap menjadi 4 hari. Jadi waktu efisien yang digunakan untuk berproduksi adalah dengan mempercepat atau lembur 2 jam dengan produksi normal 127,22 m^3, produksi lembur 1jam 18,17 m^3 dan produksi 2jam 0,90 m^3. Jadi untuk menyelesaikan pekerjaan ini dengan volume 146,30 m^3 membutuhkan waktu 4 hari dengan mempercepat atau lembur 2jam. Hasil perhitungannya dapat dilihat pada lampiran vii, tabel 7.1, 7.2, dan 7.3 kolom 7, 10, 12, 13, 14 dan 15.

2. Item pekerjaan galian batu memiliki volume 1.216,30 m^3 dan waktu penyelesaiannya 6,32 hari dibulatkan menjadi 7 hari. Berdasarkan judul penelitian ini maka dilakukan percepatan sebanyak 1jam, 2jam dan 3jam. Dipercepat atau lembur 1jam, waktu penyelesaian 5.53 hari dibulatkan menjadi 6 hari. Dipercepat atau lembur 2jam, waktu penyelesaian 4,91 hari dibulatkan menjadi 5 hari. Dipercepat atau lembur 3jam waktu penyelesaian 4,42 hari dibulatkan tetap menjadi 5 hari. Jadi waktu efisien yang digunakan untuk berproduksi adalah dengan mempercepat atau lembur 2 jam dengan produksi normal 962,50 m^3, produksi lembur 1jam 137,50 m^3 dan produksi 2jam 116,30 m^3. Jadi untuk menyelesaikan pekerjaan ini dengan volume 1.216,30 m^3 membutuhkan waktu 5 hari dengan mempercepat atau lembur 2jam. Hasil perhitungannya dapat dilihat pada lampiran vii, tabel 7.1, 7.2, dan 7.3 kolom 7, 10, 12, 13, 14 dan 15.
3. Item pekerjaan timbunan pilihan memiliki volume 2.935,00 m^3 dan waktu penyelesaiannya 64,70 hari dibulatkan menjadi 65 hari. Berdasarkan judul penelitian ini maka dilakukan percepatan sebanyak 1jam, 2jam dan 3jam. Dipercepat atau lembur 1jam, waktu penyelesaian 56.61 hari dibulatkan menjadi 57 hari. Dipercepat atau lembur 2jam, waktu penyelesaian 50,32 hari dibulatkan menjadi 51 hari. Dipercepat atau lembur 3jam waktu penyelesaian 45,29 hari dibulatkan menjadi 46 hari. Jadi waktu efisien yang digunakan untuk berproduksi adalah dengan mempercepat atau lembur 3 jam dengan produksi normal 2.086,67 m^3, produksi lembur 1jam 298,10 m^3, produksi 2jam 298,10 m^3 dan produksi 3jam 252,14 m^3. Jadi untuk menyelesaikan pekerjaan ini dengan volume 2.935,00 m^3 membutuhkan waktu 46 hari dengan mempercepat atau lembur 3jam. Hasil perhitungannya dapat dilihat pada lampiran vii, tabel 7.1, 7.2, dan 7.3 kolom 7, 10, 12, 13, 14 dan 15.
4. Item pekerjaan penyiapan badan jalan memiliki volume 4.275,00 m^2 dan waktu penyelesaiannya 1,74 hari dibulatkan menjadi 2 hari. Berdasarkan judul penelitian ini maka dilakukan percepatan sebanyak 1jam, 2jam dan 3jam. Dipercepat atau lembur 1jam, waktu penyelesaian 1,53 hari dibulatkan menjadi 2 hari. Dipercepat atau lembur 2jam, waktu penyelesaian 1,36 hari dibulatkan menjadi 2 hari. Dipercepat atau lembur 3jam waktu penyelesaian 1,22 hari dibulatkan tetap menjadi 2 hari. Jadi waktu untuk item pekerjaan penyiapan badan jalan tidak perlu dipercepat waktu penyelesaiannya yang artinya tetap menggunakan waktu penyelesaian normal dengan produksi normal 4.275,00 m^2. Jadi untuk menyelesaikan pekerjaan ini dengan volume 4.275,00 m^2 membutuhkan waktu 2

hari. Hasil perhitungannya dapat dilihat pada lampiran vii, tabel 7.1, 7.2, dan 7.3 kolom 7, 10, 12, 13, 14 dan 15.

5. Item pemotongan pohon pilihan diameter 15-30 cm memiliki volume 22 pohon dan waktu penyelesaiannya 3,14 hari dibulatkan menjadi 4 hari. Berdasarkan judul penelitian ini maka dilakukan percepatan sebanyak 1jam, 2jam dan 3jam. Dipercepat atau lembur 1jam, waktu penyelesaian 2,75 hari dibulatkan menjadi 3 hari. Dipercepat atau lembur 2jam, waktu penyelesaian 2,44 hari dibulatkan tetap menjadi 3 hari. Dipercepat atau lembur 3jam waktu penyelesaian 2,20 hari dibulatkan tetap menjadi 3 hari. Jadi waktu efisien yang digunakan untuk berproduksi adalah dengan mempercepat atau lembur 1 jam dengan produksi normal 21 pohon, produksi lembur 1jam 1 pohon. Jadi untuk menyelesaikan pekerjaan ini dengan volume 22 pohon membutuhkan waktu 3 hari dengan mempercepat atau lembur 1jam. Hasil perhitungannya dapat dilihat pada lampiran vii, tabel 7.1, 7.2, dan 7.3 kolom 7, 10, 12, 13, 14 dan 15.
6. Item pekerjaan lapis pondasi agregat kelas A memiliki volume 855,00 m^3 dan waktu penyelesaiannya 3,63 hari dibulatkan menjadi 4 hari. Berdasarkan judul penelitian ini maka dilakukan percepatan sebanyak 1jam, 2jam dan 3jam. Dipercepat atau lembur 1jam, waktu penyelesaian 3,18 hari dibulatkan menjadi tetap 4 hari. Dipercepat atau lembur 2jam, waktu penyelesaian 2,83 hari dibulatkan menjadi 3 hari. Dipercepat atau lembur 3jam waktu penyelesaian 2,54 hari dibulatkan tetap menjadi 3 hari. Jadi waktu efisien yang digunakan untuk berproduksi adalah dengan mempercepat atau lembur 2 jam dengan produksi normal 705,92 m^3, produksi lembur 1jam 100,85 m^3 dan produksi 2jam 48,24 m^3. Jadi untuk menyelesaikan pekerjaan ini dengan volume 855,00 m^3 membutuhkan waktu 3 hari dengan mempercepat atau lembur 2jam. Hasil perhitungannya dapat dilihat pada lampiran vii, tabel 7.1, 7.2, dan 7.3 kolom 7, 10, 12, 13, 14 dan 15.
7. Item pekerjaan lapis resap pengikat-aspal cair memiliki volume 4.275,00 liter dan waktu penyelesaiannya 0,24 hari dibulatkan menjadi 1 hari. Jadi tidak perlu dilakukan percepatan atau lembur karena pengerjaannya tidak mencapai 1 hari.
8. Item pekerjaan lataston-lapis pondasi (HRS-Base)(gradasi senjang/semi senjang) memiliki volume 781,46 ton dan waktu penyelesaiannya 2,97 hari dibulatkan menjadi 3 hari. Berdasarkan judul penelitian ini maka dilakukan percepatan sebanyak 1jam, 2jam dan 3jam. Dipercepat atau lembur 1jam, waktu penyelesaian 2,60 hari dibulatkan menjadi 3 hari. Dipercepat atau lembur 2jam, waktu penyelesaian 2,31 hari dibulatkan menjadi 3 hari. Dipercepat atau lembur 3jam

waktu penyelesaian 2,08 hari dibulatkan tetap menjadi 3 hari. Jadi waktu untuk item pekerjaan lataston tidak perlu dipercepat waktu penyelesaiannya yang artinya tetap menggunakan waktu penyelesaian normal dengan produksi normal 781,46 ton. Jadi untuk menyelesaikan pekerjaan ini dengan volume 781,45 ton membutuhkan waktu 3 hari. Hasil perhitungannya dapat dilihat pada lampiran vii, tabel 7.1, 7.2, dan 7.3 kolom 7, 10, 12, 13, 14 dan 15.

9. Item pekerjaan kerb pracetak jenis 1 (peninggi/mountable) memiliki volume 2.925,00 m dan waktu penyelesaiannya 16,26 hari dibulatkan menjadi 17 hari. Berdasarkan judul penelitian ini maka dilakukan percepatan sebanyak 1jam, 2jam dan 3jam. Dipercepat atau lembur 1jam, waktu penyelesaian 14,23 hari dibulatkan menjadi 15 hari. Dipercepat atau lembur 2jam, waktu penyelesaian 12,65 hari dibulatkan menjadi 13 hari. Dipercepat atau lembur 3jam waktu penyelesaian 11,38 hari dibulatkan menjadi 12 hari. Jadi waktu efisien yang digunakan untuk berproduksi adalah dengan mempercepat atau lembur 3 jam dengan produksi normal 2.158,96 m, produksi lembur 1jam 308,42 m, produksi 2jam 308,42 m dan produksi 3jam 149,20 m. Jadi untuk menyelesaikan pekerjaan ini dengan volume 2.925,00 m membutuhkan waktu 12 hari dengan mempercepat atau lembur 3jam. Hasil perhitungannya dapat dilihat pada lampiran vii, tabel 7.1, 7.2, dan 7.3 kolom 7, 10, 12, 13, 14 dan 15.
10. Item pekerjaan perkerasan blok beton pada trotoar dan median memiliki volume 1.950,00 m^2 dan waktu penyelesaiannya 55,94 hari dibulatkan menjadi 56 hari. Berdasarkan judul penelitian ini maka dilakukan percepatan sebanyak 1jam, 2jam dan 3jam. Dipercepat atau lembur 1jam, waktu penyelesaian 48,95 hari dibulatkan menjadi 49 hari. Dipercepat atau lembur 2jam, waktu penyelesaian 43,51 hari dibulatkan menjadi 44 hari. Dipercepat atau lembur 3jam waktu penyelesaian 39,16 hari dibulatkan menjadi 40 hari. Jadi waktu efisien yang digunakan untuk berproduksi adalah dengan mempercepat atau lembur 3 jam dengan produksi normal 1.394,40 m^2, produksi lembur 1jam 199,20 m^2, produksi 2jam 199,20 m^2 dan produksi 3jam 157,20 m^2. Jadi untuk menyelesaikan pekerjaan ini dengan volume 1.950,00 m^2 membutuhkan waktu 40 hari dengan mempercepat atau lembur 3jam. Hasil perhitungannya dapat dilihat pada lampiran vii, tabel 7.1, 7.2, dan 7.3 kolom 7, 10, 12, 13, 14 dan 15.

Berdasarkan perhitungan produksi normal dan produksi lembur 1 jam, 2 jam dan 3 jam, maka volume normal dan volume akibat lembur 1 jam, 2 jam dan 3 jam merupakan

hasil konversi dari perhitungan produksi diatas. Karena dimana ada produksi disitu ada volume. Hasil konversinya dapat dilihat pada tabel 4.51.

Tabel 4.51. Volume Normal dan Volume Akibat Lembur 1 Jam, 2 jam dan 3 jam

No.	Item Pekerjaan	Satuan	Kode Kegiatan	Volume	Volume				Total Volume
					Normal	Lembur 1 Jam	Lembur 2 Jam	Lembur 3 Jam	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	14=6+7+8+9
1	Pasangan Batu dengan Mortar	M3	2	146,30	127,22	18,17	0,90	-	146,30
2	Galian Batu	M3	4	1.216,30	962,50	137,50	116,30	-	1.216,30
3	Timbunan Pilihan	M3	5	2.935,00	2.086,67	298,10	298,10	252,14	2.935,00
4	Penyiapan Badan Jalan	M2	6	4.275,00	4.275,00	-	-	-	4.275,00
5	Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15 – 30 cm	Pohon	7	22,00	21,00	1,00	-	-	22,00
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M3	8	855,00	705,92	100,85	48,24	-	855,00
7	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	Liter	9	4.275,00	4.275,00	-	-	-	4.275,00
8	Lataston - Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi senjang)	Ton	10	781,46	781,46	-	-	-	781,46
9	Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	M1	12	2.925,00	2.158,96	308,42	308,42	149,20	2.925,00
10	Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median	M2	13	1.950,00	1.394,40	199,20	199,20	157,20	1.950,00

Sumber : Lampiran VII, Tabel 7.4, 7.6 dan 7.8 Kolom 12,13,14,15 dan 16

Berdasarkan tabel 4.51, kolom 5 merupakan volume diperoleh dari data RAB (lampiran II), kolom 6 diperoleh dari perhitungan volume normal dan volume lembur kolom 12 tabel 7.4, 7.6 dan 7.8 lampiran VII, kolom 7, 8 dan 9 diperoleh dari lampiran VI tabel 7.4, 7.6 dan 7.8 kolom 13, 14 dan 15, kolom 10 diperoleh dari penjumlahan antara kolom 6, 7, 8 dan 9.

4.13 Perubahan Biaya Akibat Percepatan Waktu Penyelesaian

Dengan adanya penambahan waktu kerja, maka biaya untuk tenaga kerja akan bertambah dari biaya normal tenaga kerja. Berdsarkan keputusan menteri Tenaga Kerja da Transmigrasi Republik Indonesia nomor KEP.102/MEN/VI/2004 pasal 11 ayat 1.a bahwa upah penambahan kerja bervariasi, untuk penambahan waktu kerja satu jam pertama, pekerja mendapatkan tambahan upah 1.5 kali upah perjam waktu normal, dan untuk penambahan waktu kerja berikutnya pekerja mendapatkan 2 kali upah perjam waktu normal. Perubahan biaya diakibatkan oleh penambahan jam kerja pada tenaga kerja.

perubahan yang terjadi pada unsur sumberdaya yaitu tenaga kerja akan mengakibatkan perubahan pada biaya proyek.

Perubahan biaya tenaga kerja akibat penambahan jam kerja dan perubahan biaya proyek dapat dilihat pada tabel 4.52 dan 4.53.

Tabel 4.52. Perubahan Biaya Tenaga Kerja Akibat Penambahan Jam Kerja

No.	Item Pekerjaan	Satuan	Jumlah Tenaga Kerja	Kode Kegiatan	Waktu Penyelesaian (Hari)				Biaya Tenaga Kerja (Rp.)			
					Normal	1 Jam Lembur	2 jam Lembur	3 Jam Lembur	Normal	1 Jam Lembur	2 jam Lembur	3 Jam Lembur
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Pasangan Batu dengan Mortar	M3		2	4,60	4,02	3,58	3,22				
a	Mandor	Jam	1						422.348,56	422.348,56	451.164,38	451.164,38
b	Tukang Batu	jam	2						1.881.747,95	1.881.747,95	2.010.135,05	2.010.135,05
c	Pekerja	jam	3						5.300.251,56	5.300.251,56	5.661.874,87	5.661.874,87
2	Galian Batu	M3		4	6,32	5,53	4,91	4,42				
a	Mandor	Jam	1						1.160.280,17	1.189.518,51	1.180.503,75	1.336.807,22
b	Pekerja	Jam	4						3.882.907,70	3.980.754,54	3.950.586,43	4.473.660,03
3	Timbunan Pilihan	M3		5	64,70	56,61	50,32	45,29				
a	Mandor	Jam	1						11.881.347,95	12.588.455,30	12.041.138,25	14.712.167,16
b	Pekerja	Jam	4						39.761.239,20	42.127.592,29	40.295.981,57	49.234.649,11
4	Penyiapan Badan Jalan	M2		6	1,74	1,53	1,36	1,22				
a	Mandor	Jam	1						160.139,87	160.139,87	160.139,87	160.139,87
b	Pekerja	Jam	4						535.912,24	535.912,24	535.912,24	535.912,24
5	Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15 – 30 cm	Pohon		7	3,14	2,75	2,44	2,20				
a	Mandor	Jam	1						100.998,65	103.294,08	105.589,50	103.294,08
b	Pekerja Biasa	Jam	10						844.986,54	864.190,78	883.395,02	864.190,78
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M3		8	3,63	3,18	2,83	2,54				
a	Mandor	Jam	1						333.622,49	333.622,49	354.151,13	372.119,04
b	Pekerja	Jam	7						1.953.833,57	1.953.833,57	2.074.057,88	2.179.285,57
7	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	Liter		9	0,24	-	-	-	-	-	-	-
a	Mandor	Jam	1			-	-	-	-	-	-	-
b	Pekerja	Jam	5			-	-	-	-	-	-	-
8	Lataston - Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi senjang)	Ton		10	2,97	2,60	2,31	2,08				
a	Mandor	Jam	1						272.828,19	272.828,19	272.828,19	272.828,19
b	Pekerja	Jam	7						1.597.796,57	1.597.796,57	1.597.796,57	1.597.796,57
9	Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	M1		12	16,26	14,23	12,65	11,38				
a	Mandor	Jam	1						2.985.493,99	3.100.986,61	3.069.309,75	3.609.980,48
b	Tukang	Jam	2						5.320.673,69	5.526.501,78	5.470.048,07	6.433.618,09
c	Pekerja Biasa	Jam	5						12.488.791,36	12.971.915,17	12.839.405,89	15.101.116,66
10	Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median	M2		13	55,94	48,95	43,51	39,16				
a	Mandor	Jam	1						61.632.725,90	65.454.903,11	62.330.598,00	76.045.301,81
b	Tukang	Jam	4						36.613.440,91	38.884.037,53	37.028.017,71	45.175.353,24
c	Pekerja Biasa	Jam	6						8.593.979,85	9.126.938,81	8.691.290,14	10.603.648,98

Sumber : Lampiran VIII, Tabel 8.1, 8.2, 8.3 kolom 10, 12, 13 dan 14

Berdasarkan tabel 4.52, kolom 4 diperoleh tabel 4.3 kolom 7, 8 dan 9. Kolom merupakan kode kegiatan. Kolom 6, 7, 8 dan 9 diperoleh dari tabel 4.50 kolom 6, 7, 8 dan 9. Kolom 10, 11, 12 dan 13 diperoleh dari lampiran VIII tabel 8.1, 8.2 dan 8.3 kolom 10, 12, 13 dan 14.

Berdasarkan tabel 4.52 dapat disimpulkan bahwa semakin besar penambahan jam kerja maka semakin kecil waktu penyelesaian yang didapat. Semakin kecil waktu penyelesaian maka biaya yang digunakan untuk menyelesaikan item pekerjaan yang berada pada pekerjaan kritis akan meningkat sesuai dengan analisa harga satuan item pekerjaan yang ada.

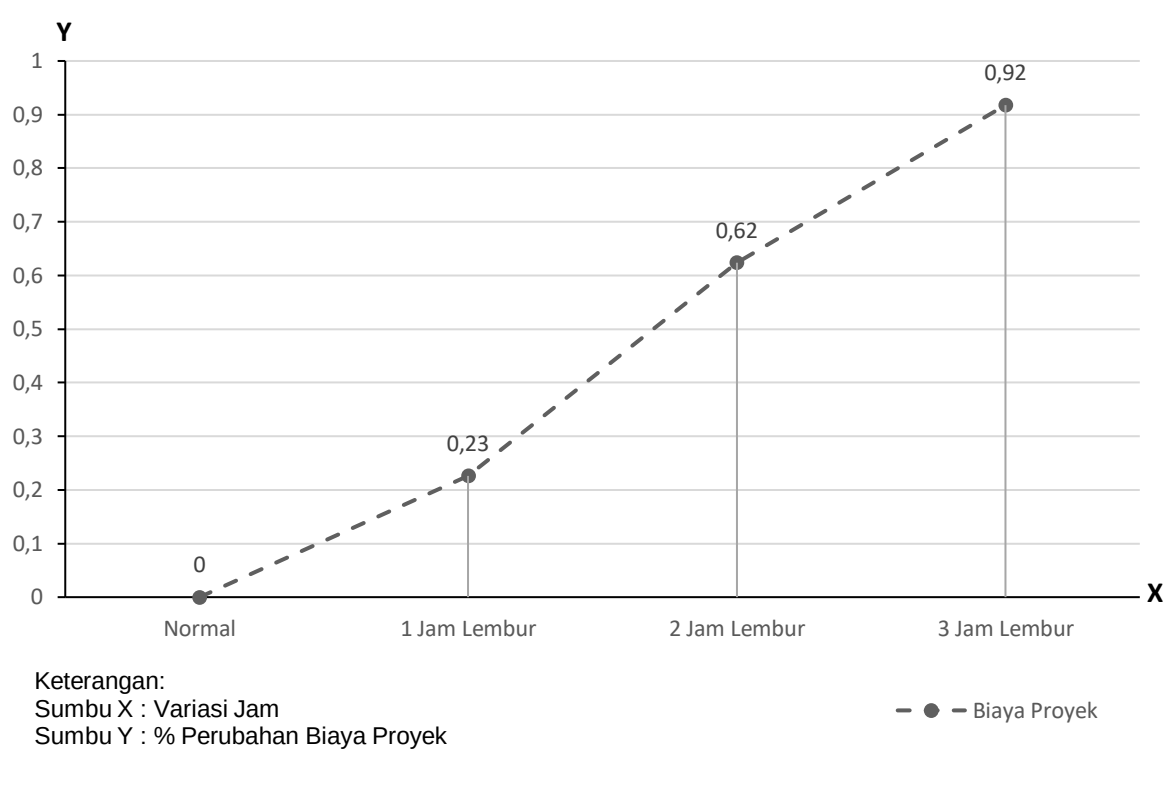
Setelah analisa harga satuan masing-masing item pekerjaan maka dapat ditentukan biaya proyek. Perubahan biaya proyek dapat dilihat pada tabel 4.53.

Tabel 4.53. Perubahan Biaya Proyek

No	Variasi Jam Kerja	Waktu Pelaksanaan	Biaya Proyek Awal (Rp)	Perubahan Biaya Proyek (Rp)	Besar Perubahan Biaya Proyek (Rp)	% Biaya Proyek
A	B	C	D	E	F = E - D	G = ((E-D)/D)*100
1	Normal	164	4.708.393.472,08	4.708.393.472,08	-	-
2	1 Jam Lembur	145		4.719.046.107,35	10.652.635,28	0,23
3	2 Jam Lembur	129		4.737.765.513,16	29.372.041,09	0,62
4	3 Jam Lembur	119		4.751.597.454,15	43.203.982,07	0,92

Sumber : Lampiran IX, Tabel 7.1

Berdasarkan tabel 4.53 biaya proyek awal diperoleh dari data RAB, perubahan biaya proyek pada item pekerjaan kritis (kolom E) diperoleh dari hasil perhitungan biaya proyek pada lampiran VI, tabel 6.2 kolom 10 poin A, tabel 6.4 kolom 12 poin A dan tabel 6.6 kolom 14 poin A, akibat penambahan jam kerja 1 jam, 2 jam dan 3 jam pada item-item pekerjaan kritis.



Grafik 4.1 Hubungan Percepatan Waktu Penyelesaian Terhadap Biaya Proyek

Berdasarkan tabel 4.53 dan grafik 4.1, dapat dilihat bahwa terjadinya perubahan kenaikan biaya proyek akibat penambahan jam kerja 1 jam, 2 jam dan 3 jam pada item-item pekerjaan kritis. Semakin besar penambahan jam kerja maka semakin kecil waktu penyelesaian dan semakin besar pula biaya yang diperlukan.

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

4.14 Perubahan Keuntungan Akibat Percepatan Waktu Penyelesaian

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

Untuk menghitung keuntungan dan laba menggunakan persamaan berikut ini:

L = 10% x BP

L* = (BP – BP*) + L

Keterangan:

BP = Biaya Proyek Awal

BP* = Biaya Proyek Perubahan

L = Keuntungan Awal

L* = Keuntungan Perubahan

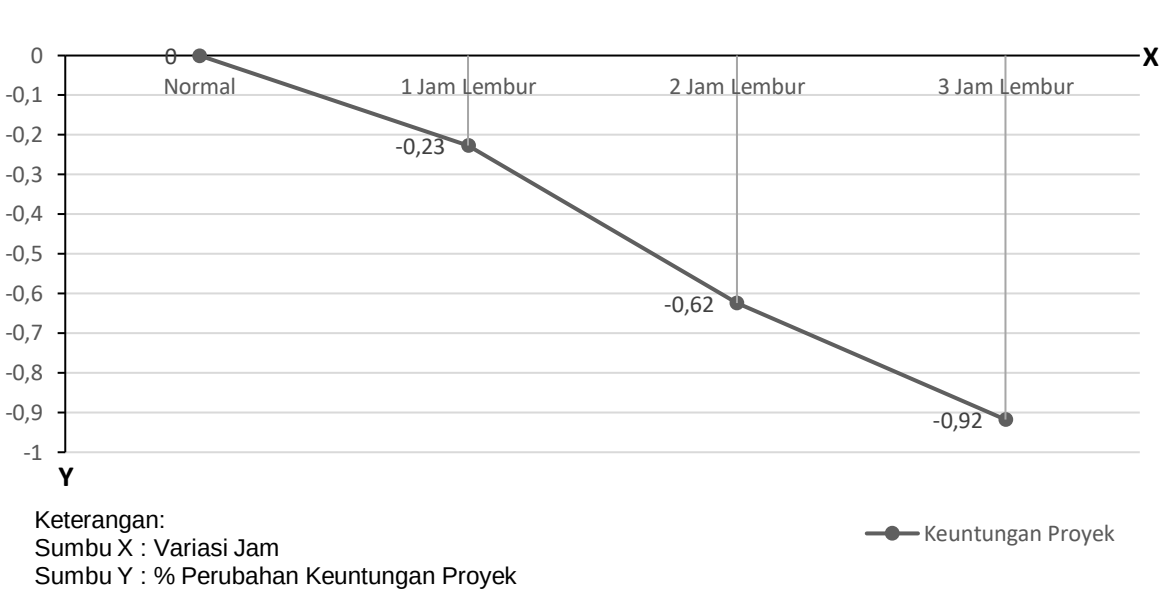
Hasil perhitungan perubahan keuntungan akibat percepatan waktu penyelesaian dapat dilihat pada tabel 4.54.

Tabel 4.54. Perubahan Keuntungan Proyek

No	Variasi Jam Kerja	Waktu Pelaksanaan	Keuntungan Proyek Awal (Rp)	Perubahan Keuntungan Proyek (Rp)	Besar Perubahan Keuntungan Proyek (Rp)	% Keuntungan Proyek
A	B	C	D	E	F = D - E	G = ((E-D)/D)*100
1	Normal	164	470.839.347,21	470.839.347,21	-	-
2	1 Jam Lembur	145		469.774.083,68	1.065.263,53	-0,23
3	2 Jam Lembur	129		467.902.143,10	2.937.204,11	-0,62
4	3 Jam Lembur	119		466.518.949,00	4.320.398,21	-0,92

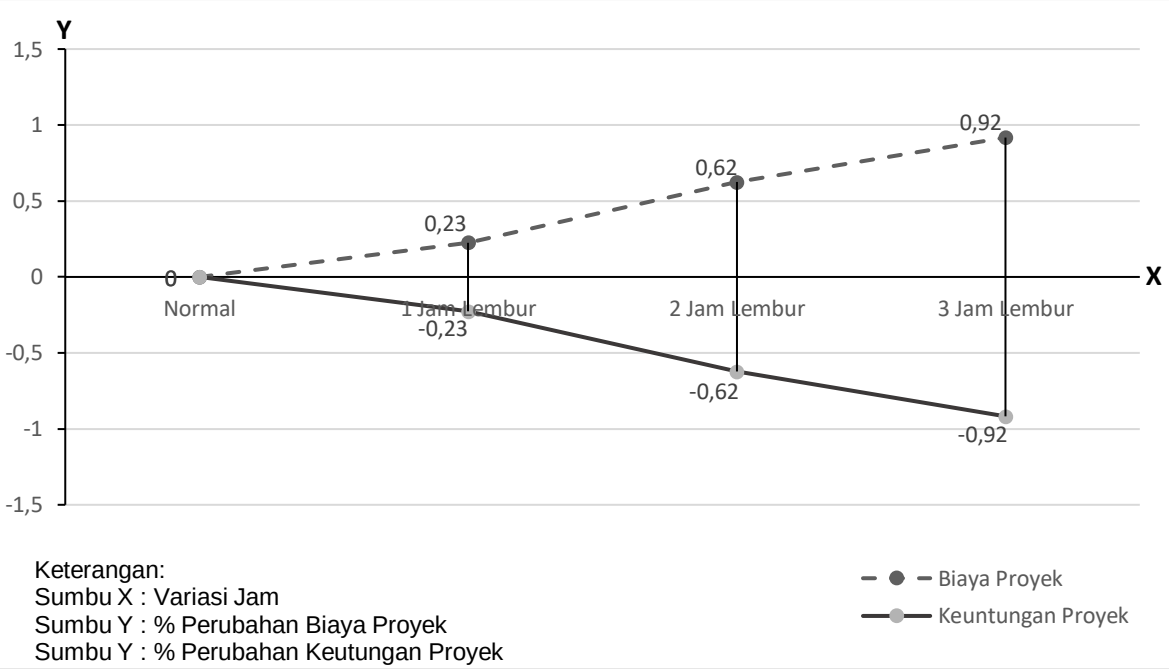
Sumber : Lampiran IX, Tabel 7.2

Berdasarkan tabel 4.54 keuntungan proyek awal (kolom D) diperoleh dari biaya proyek awal pada tabel 4.53 kolom D dikalikan dengan 10%. Perubahan keuntungan proyek akibat penambahan jam kerja 1 jam, 2 jam dan 3 jam pada item-item pekerjaan kritis (Kolom E) diperoleh dari biaya proyek awal dikurangi biaya proyek perubahan ditambah keuntungan awal.



Grafik 4.2 Hubungan Percepatan Waktu Penyelesaian Terhadap Keuntungan Proyek

Berdasarkan tabel 4.54 dan grafik 4.2, dapat disimpulkan bahwa semakin singkat waktu penyelesaian yang digunakan akibat percepatan waktu dengan menambah jam kerja 1 jam, 2 jam dan 3 jam pada item-item pekerjaan kritis untuk menyelesaiakan proyek, maka keuntungan akan di peroleh adalah minus. Atau dengan kata lain dalam percepatan waktu penyelesaian pada proyek ini, pelaksana mengalami penurunan keuntungan.



Grafik 4.3 Hubungan Percepatan Waktu Penyelesaian Terhadap Biaya dan Keuntungan Proyek

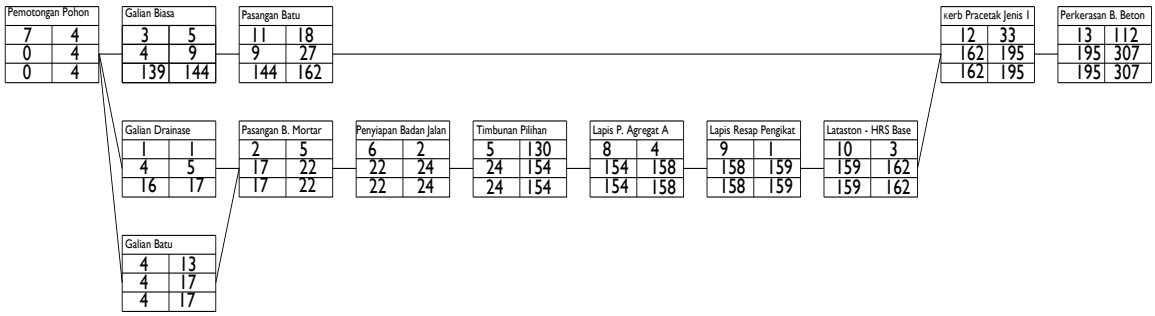
Berdasarkan grafik 4.3 dapat disimpulkan bahwa semakin besar percepatan waktu penyelesaian pada item-item pekerjaan kritis maka semakin besar biaya proyek dan terjadi penurunan keuntungan proyek.

4.15 Pembahasan

Pembahasan ini secara langsung mempunyai hubungan dengan tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui waktu penyelesaian, perubahan biaya proyek dan perubahan keuntungan proyek. Dari hasil yang telah dianalisa diatas maka dapat diauraikan beberapa hal sebagai berikut:

4.15.1 Evaluasi Percepatan Waktu Penyelesaian

Waktu penyelesaian pekerjaan merupakan jumlah waktu yang diperlukan dalam menyelesaikan satu satuan waktu pekerjaan atau waktu yang dibutuhkan oleh sekelompok tenaga kerja dan peralatan untuk menyelesaikan volume pekerjaan dari satu item pekerjaan. Waktu penyelesaian proyek pembangunan jalan R.A Kartini Kota Kupang dapat dilihat pada tabel 4.8. Berdasarkan waktu penyelesaian yang ada, maka dibuat diagram jaringan kerja dengan *Microsoft Office Project*. Sebelum menggambar jaringan kerja, terlebih dahulu menentukan hubungan ketergantungan setiap item pekerjaan yang dapat dilihat pada tabel 4.9. Setelah hubungan kerja diketahui, maka langkah selanjutnya adalah menggambar diagram jaringan kerja dengan menggunakan program *Microsoft Office Project*. Diagram jaringan kerja semula dapat dilihat pada gambar 4.11.



.

Gambar 4.11 *Network Diagram* Semula

Berdasarkan gambar 4.11 waktu pelaksanaan proyek yang di hasilkan yaitu 307 hari, dimana jaringan kerja yang dibuat tidak memenuhi syarat dikarenakan waktu pelaksanaan yang dihasilkan melebihi waktu yang telah ditargetkan yaitu 167 hari. Hal ini mengakibatkan proyek tidak dapat selesai dalam masa kontrak, sehingga solusi yang

digunakan adalah menambah kelompok tenaga kerja dan peralatan pada item-item pekerjaan kritis. Item-item pekerjaan kritis dapat dilihat pada tabel 4.55.

Tabel 4.55. Item pekerjaan kritis

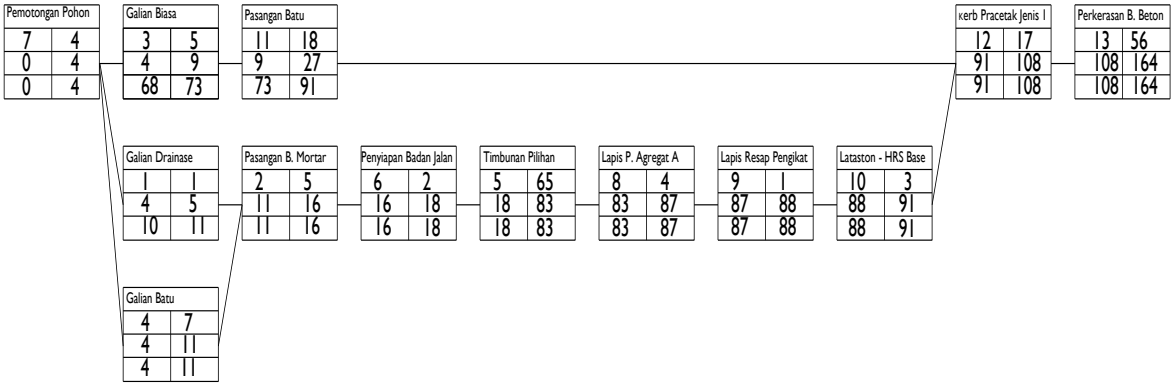
No	Pekerjaan Kritis	Kode Kegiatan	Durasi Kegiatan
A	B	C	D
1	Pasangan Batu dengan Mortar	2	5.00
2	Galian Batu	4	13.00
3	Timbunan Pilihan	5	130.00
4	Penyiapan Badan Jalan	6	2.00
5	Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15 – 30 cm	7	4.00
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	8	4.00
7	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	9	1.00
8	Lataston - Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi senjang)	10	3.00
9	Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	12	33.00
10	Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median	13	112.00

Sumber : Gambar 4.11 *Network Diagram Semula*

Berdasarkan tabel 4.55, dapat dibuktikan keakuratannya dengan menggunakan teori *Network Diagram*. Suatu item pekerjaan dikatakan kritis apabila item pekerjaan tersebut terletak diantara dua peristiwa kritis. Adapun syarat pekerjaan kritis yaitu SPAi = SPLi, SPAj = SPLj, dan SPAi + L = SPAj atau SPLi + L = SPLj. Perhitungannya dapat dilihat pada tabel 4.12. Pembuktian kedua, apabila *Total Float* (TF), *Free Float* (FF), dan *Independent Float* (IF) sama dengan nol, maka item pekerjaan tersebut dikatakan kritis. Perhitungannya dapat dilihat pada tabel 4.14.

Langkah selanjutnya adalah menggandakan kelompok tenaga kerja dan peralatan. Penggandaan kelompok tenaga kerja dan peralatan hanya dilakukan pada item pekerjaan kritis yang durasinya diatas satu minggu dan penggandaanya dilakukan sebanyak satu kali. Perhitungan penggandaan kelompok tenaga kerja dan peralatan dapat dilihat pada tabel 4.20 dan 4.21. Setelah penggandaan kelompok tenaga kerja dan peralatan, selanjutnya menghitung perubahan waktu penyelesaian baru akibat penambahan kolompok tenaga kerja dan peralatan dapat dilihat pada tabel 4.25.

Langkah selanjunya adalah menyusun *Network Diagram* baru akibat penambahan kelompok tenaga kerja dan peralatan dengan menggunakan program *Microsoft Office Project* dapat dilihat pada gambar 4.12.



Gambar 4.12 *Network Diagram* Awal

Berdasarkan gambar 4.12 dapat dilihat bahwa waktu pelaksanaan proyek yang dihasilkan yaitu 164 hari. Waktu pelaksanaan proyek 164 hari lebih kecil dari target pelaksanaan proyek yaitu 167 hari, sehingga dapat dilakukan percepatan waktu penyelesaian proyek dengan menambah jam lembur sebanyak 1 jam, 2 jam dan 3 jam. Penambahan jam kerja (lembur) hanya dilakukakan pada item-item pekerjaan kritis. Item-item pekerjaan kritis dapat dilihat pada tabel 4.56.

Tabel 4.56. Item pekerjaan kritis

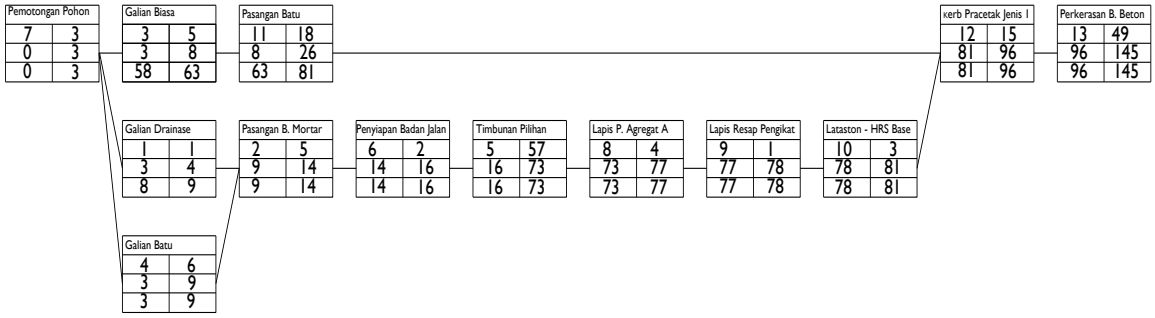
No.	Item Pekerjaan	Kode Kegiatan
1	**2**	**3**
1	Pasangan Batu dengan Mortar	2
2	Galian Batu	4
3	Timbunan Pilihan	5
4	Penyiapan Badan Jalan	6
5	Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15 – 30 cm	7
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	8
7	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	9
8	Lataston - Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi senjang)	10
9	Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	12
10	Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median	13

Sumber : Gambar 4.12 *Network Diagram Awal*

Berdasarkan tabel 4.56, dapat dibuktikan keakuratannya dengan menggunakan teori *Network Diagram*. Suatu item pekerjaan dikatakan kritis apabila item pekerjaan tersebut terletak diantara dua peristiwa kritis. Adapun syarat pekerjaan kritis yaitu SPAi = SPLi, SPAj = SPLj, dan SPAi + L = SPAj atau SPLi + L = SPLj. Perhitungannya dapat dilihat pada tabel 4.29. Pembuktian kedua, apabila *Total Float* (TF), *Free Float* (FF), dan *Independent Float* (IF) sama dengan nol, maka item pekerjaan tersebut dikatakan kritis. Perhitungannya dapat dilihat pada tabel 4.31.

Setelah waktu pelaksanaan memenuhi syarat, langkah selanjutnya adalah menambah jam kerja (lembur) sebanyak 1 jam, 2 jam dan 3 jam pada item-item pekerjaan kritis. Selanjutnya menghitung waktu penyelesaian akibat panambahan jam kerja 1 jam, 2 jam dan 3 jam. Hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel 4.36, 4.37 dan 4.38. Berdasarkan perubahan waktu penyelesaian akibat penambahan jam kerja (lembur), maka langkah selanjutnya adalah menyusun *Network Diagram* akibat pembahan jam kerja 1 jam, 2 jam dan 3 jam.

Network Diagram akibat penambahan jam kerja 1 jam dapat dilihat pada gambar 4.13.



Gambar 4.13 *Network Diagram* Untuk Penambahan Jam Kerja 1 Jam

Berdasarkan gambar 4.13 dapat dilihat bahwa penambahan jam kerja 1 jam mengakibatkan waktu penyelesaian berkurang. Dimana waktu penyelesaian yang didapat adalah 145 hari dan item-item pekerjaan kritis dapat dilihat pada tabel 4.57.

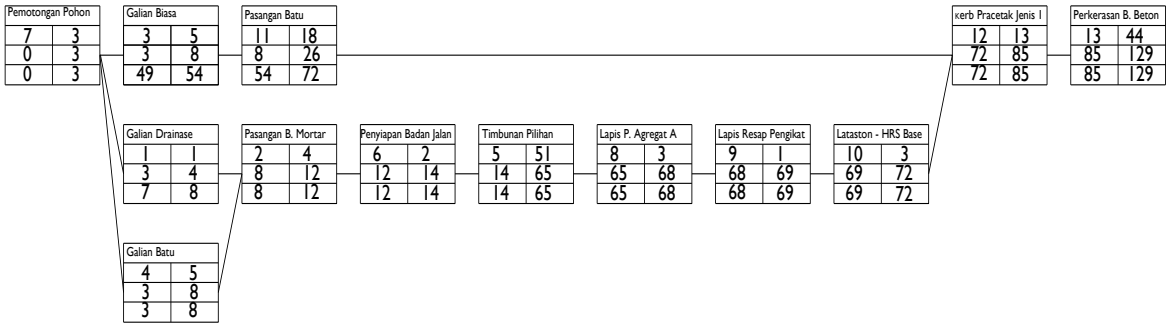
Tabel 4.57. Item pekerjaan kritis

No.	Item Pekerjaan	Kode Kegiatan
1	**2**	**3**
1	Pasangan Batu dengan Mortar	2
2	Galian Batu	4
3	Timbunan Pilihan	5
4	Penyiapan Badan Jalan	6
5	Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15 – 30 cm	7
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	8
7	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	9
8	Lataston - Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi senjang)	10
9	Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	12
10	Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median	13

Sumber : Gambar 4.13 *Network Diagram* Untuk Penambahan Jam Kerja 1 Jam

Berdasarkan tabel 4.57, dapat dibuktikan keakuratannya dengan menggunakan teori *Network Diagram*. Apabila *Total Float* (TF), *Free Float* (FF), dan *Independent Float* (IF) sama dengan nol, maka item pekerjaan tersebut dikatakan kritis. Perhitungannya dapat dilihat pada tabel 4.41.

Network Diagram akibat penambahan jam kerja 2 jam dapat dilihat pada gambar 4.14.



Gambar 4.14 *Network Diagram* Untuk Penambahan Jam Kerja 2 Jam

Berdasarkan gambar 4.14 dapat dilihat bahwa penambahan jam kerja 2 jam mengakibatkan waktu penyelesaian berkurang. Dimana waktu penyelesaian yag didapat adalah 129 hari dan item-item pekerjaan kritis dapat dilihat pada tabel 4.57.

Tabel 4.58. Item pekerjaan kritis

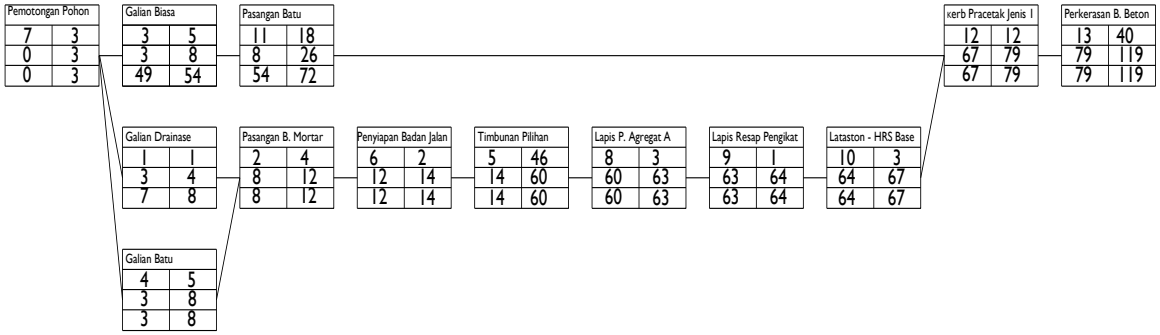
No.	Item Pekerjaan	Kode Kegiatan
1	**2**	**3**
1	Pasangan Batu dengan Mortar	2
2	Galian Batu	4
3	Timbunan Pilihan	5
4	Penyiapan Badan Jalan	6
5	Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15 – 30 cm	7
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	8
7	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	9
8	Lataston - Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi senjang)	10
9	Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	12
10	Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median	13

Sumber : Gambar 4.14 *Network Diagram* Untuk Penambahan Jam Kerja 2 Jam

Berdasarkan tabel 4.57, dapat dibuktikan keakuratannya dengan menggunakan teori *Network Diagram*. Apabila *Total Float* (TF), *Free Float* (FF), dan *Independent Float*

(IF) sama dengan nol, maka item pekerjaan tersebut dikatakan kritis. Perhitungannya dapat dilihat pada tabel 4.44.

Network Diagram akibat penambahan jam kerja 3 jam dapat dilihat pada gambar 4.15.



Gambar 4.15 *Network Diagram* Untuk Penambahan Jam Kerja 3 Jam

Berdasarkan gambar 4.15 dapat dilihat bahwa penambahan jam kerja 3 jam mengakibatkan waktu penyelesaian berkurang. Dimana waktu penyelesaian yag didapat adalah 119 hari dan item-item pekerjaan kritis dapat dilihat pada tabel 4.58.

Tabel 4.59. Item pekerjaan kritis

No.	Item Pekerjaan	Kode Kegiatan
1	**2**	**3**
1	Pasangan Batu dengan Mortar	2
2	Galian Batu	4
3	Timbunan Pilihan	5
4	Penyiapan Badan Jalan	6
5	Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15 – 30 cm	7
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	8
7	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	9
8	Lataston - Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi senjang)	10
9	Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	12
10	Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median	13

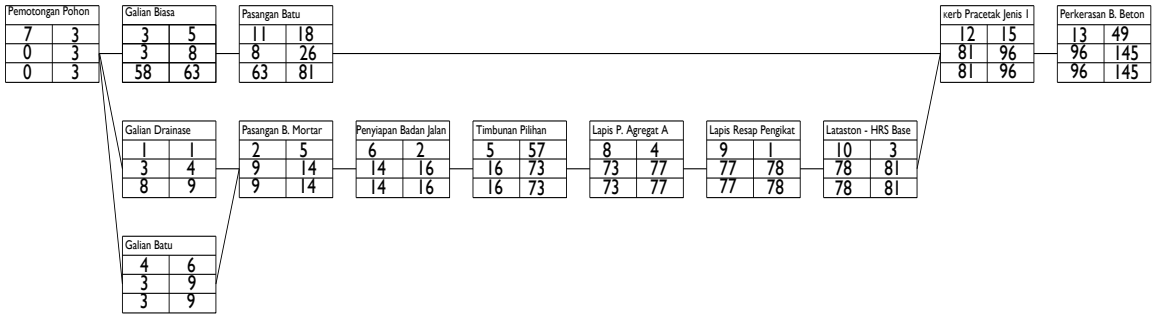
Sumber : Gambar 4.15 *Network Diagram* Untuk Penambahan Jam Kerja 3 Jam

Berdasarkan tabel 4.58, dapat dibuktikan keakuratannya dengan menggunakan teori *Network Diagram*. Apabila *Total Float* (TF), *Free Float* (FF), dan *Independent Float* (IF) sama dengan nol, maka item pekerjaan tersebut dikatakan kritis. Perhitungannya dapat dilihat pada tabel 4.47.

Berdasarkan pembahasan diatas, dapat diambil sebuah kesimpulan bahwa item-item yang dikatakan kritis tidak mengalami perubahan. Hal ini terjadi karena berdasarkan teori *Network Diagram*, apabila *Total Float* (TF), *Free Float* (FF), dan *Independent Float* (IF) lebih kecil atau sama dengan nol, maka item pekerjaan kritis tidak berubah dan apabila *Total Float* (TF), *Free Float* (FF), dan *Independent Float* (IF) lebih besar nol, maka item pekerjaan kritis bisa berubah jika tidak bermuara ke item pekerjaan kritis dan juga tidak berubah, jika bermuara ke item pekerjaan kritis.

4.15.2 Evaluasi Perubahan Biaya Proyek

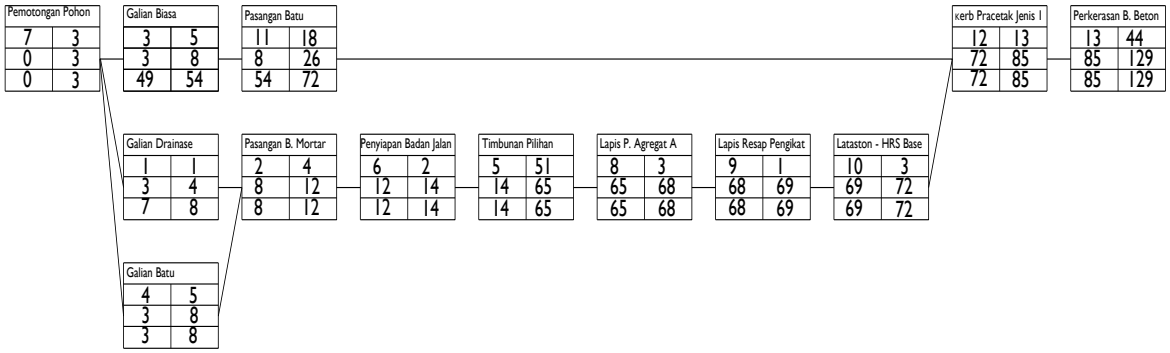
Percepatan waktu penyelesaian dengan penambahan jam kerja efektif sebanyak 1 jam menyebabkan waktu pelaksanaan proyek berkurang. Diagram jaringan kerja yang menyatakan waktu penyelesaian berkurang, dapat dilihat pada gambar 4.16.



Gambar 4.16 *Network Diagram* Untuk Penambahan Jam Kerja 1 Jam

Berdasarkan gambar 4.16 dapat dilihat bahwa penambahan jam kerja 1 jam mengakibatkan waktu penyelesaian berkurang. Dimana waktu penyelesaian yang didapat adalah 145 hari. Hal ini menyebabkan biaya proyek bertambah sebesar Rp.10.653.242,89 dari biaya proyek normal sebesar Rp.4.708.393.472,08 sehingga biaya proyek menjadi sebesar Rp.4.719.046.714,96 dengan besar prosentasenya 0,23%.

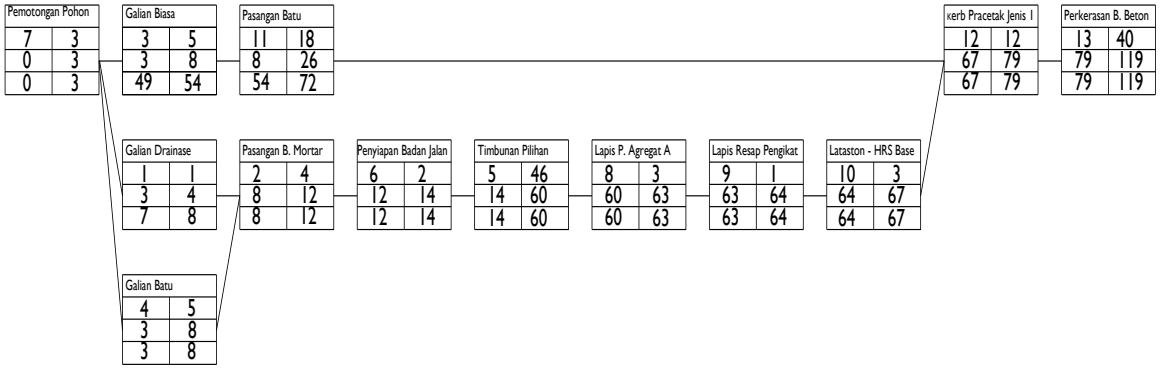
Percepatan waktu penyelesaian dengan penambahan jam kerja efektif sebanyak 2 jam menyebabkan waktu pelaksanaan proyek berkurang. Diagram jaringan kerja yang menyatakan waktu penyelesaian berkurang, dapat dilihat pada gambar 4.17.



Gambar 4.17 *Network Diagram* Untuk Penambahan Jam Kerja 2 Jam

Berdasarkan gambar 4.17 dapat dilihat bahwa penambahan jam kerja 2 jam mengakibatkan waktu penyelesaian berkurang. Dimana waktu penyelesaian yag didapat adalah 129 hari. Hal ini menyebabkan biaya proyek bertambah sebesar Rp.29.372.041,09 dari biaya proyek normal sebesar Rp.4.708.393.472,08 sehingga biaya proyek menjadi sebesar Rp.4.737.765.513,16 dengan besar prosentasenya 0,62%.

Percepatan waktu penyelesaian dengan penambahan jam kerja efektif sebanyak 3 jam menyebabkan waktu pelaksanaan proyek berkurang. Diagram jaringan kerja yang menyatakan waktu penyelesaian berkurang, dapat dilihat pada gambar 4.18.



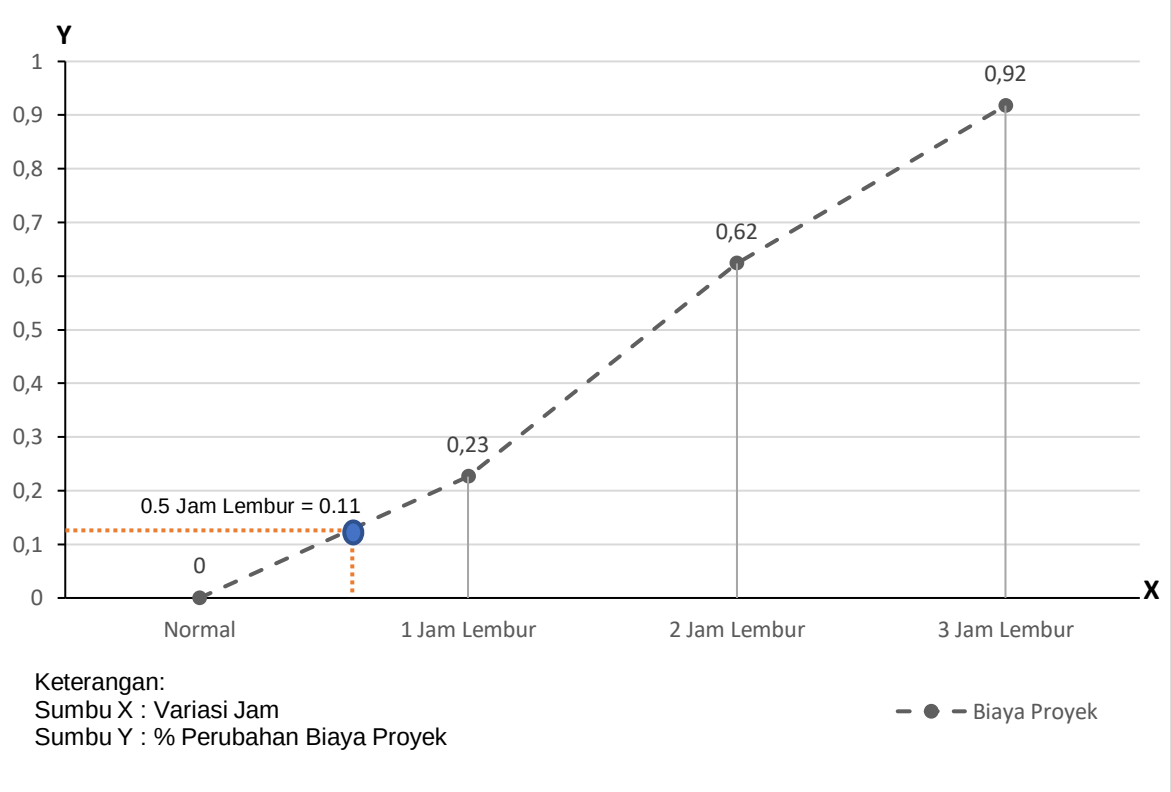
Gambar 4.18 *Network Diagram* Untuk Penambahan Jam Kerja 3 Jam

Berdasarkan gambar 4.18 dapat dilihat bahwa penambahan jam kerja 3 jam mengakibatkan waktu penyelesaian berkurang. Dimana waktu penyelesaian yag didapat adalah 119 hari. Hal ini menyebabkan biaya proyek bertambah sebesar Rp.43.203.982,07 dari biaya proyek normal sebesar Rp.4.708.393.472,08 sehingga biaya proyek menjadi sebesar Rp.4.751.597.454,15 dengan besar prosentasenya 0.92%.

Berkurangnya waktu penyelesaian akibat penambahan jam kerja efektif sebanyak 1 jam, 2 jam dan 3 jam pada item-item pekerjaan kritis mengakibatkan biaya proyek

bertambah. Hal ini disebabkan karena bertambahnya harga pada item-item pekerjaan kritis. Harga pada item-item pekerjaan kritis bertambah karena harga satuan tenaga kerja dan volume per hari bertambah.

Berdasarkan hal tersebut dapat diambil suatu hubungan percepatan waktu penyelesaian terhadap biaya proyek. Semakin cepat waktu pelaksanaan proyek maka biaya proyek juga semakin besar. Hal ini dapat dilihat pada tabel 4.53 yang digambarkan pada grafik 4.4.



Grafik 4.4 Hubungan Percepatan Waktu Penyelesaian Terhadap Biaya Proyek

Berdasarkan grafik 4.4 terlihat bahwa kenaikan biaya proyek dari biaya proyek normal sampai biaya proyek akibat penambahan jam kerja sebanyak 1 jam, 2 jam dan 3 jam tidak linear karena biaya proyek merupakan hasil penjumlahan biaya item-item pekerjaan pada suatu proyek. Biaya item pekerjaan merupakan hasil kali volume dengan analisa harga satuan. Jadi kenaikan biaya proyek dari biaya proyek normal sampai biaya proyek akibat penambahan jam kerja sebanyak 1 jam, 2 jam dan 3 jam tidak linear karena disebabkan oleh volume dan analisa harga satuan. Perhitungan volume dan analisa harga satuan dapat dilihat pada tabel 4.59 dan 4.60.

Tabel 4.60. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Lembur

No	Item Pekerjaan yang Dianalisis	Satuan	Kode	Harga Satuan Pekerjaan Awal (Rp.)	Harga Satuan Pekerjaan Lembur		
					1 Jam (Rp.)	2 Jam (Rp.)	3 Jam (Rp.)
1	2	3		4	5	6	7
1	**Pasangan Batu dengan Mortar**	M3	2	808.387,18	834.375,75	860.364,31	860.364,31
2	**Galian Batu**	M3	4	184.317,93	186.391,10	188.464,27	188.464,27
3	**Timbunan Pilihan**	M3	5	207.993,33	216.791,03	225.588,73	225.588,73
4	**Penyiapan Badan Jalan**	M2	6	2.445,57	2.526,98	2.608,39	2.608,39
5	**Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15 – 30 cm**	Pohon	7	250.323,93	271.823,59	293.323,25	293.323,25
6	**Lapis Pondasi Agregat Kelas A**	M3	8	815.725,88	817.063,58	818.401,28	818.401,28
7	**Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair**	Liter	9	11.382,82	-	-	-
8	**Lataston - Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi senjang)**	Ton	10	1.448.767,20	1.449.964,07	1.451.160,94	1.451.160,94
9	**Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)**	M1	12	193.194,15	196.748,84	200.303,54	200.303,54
10	**Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median**	M2	13	271.908,75	299.303,66	326.698,57	326.698,57

Sumber: Tabel 4.49. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Lembur

Tabel 4.61. Volume Normal dan Volume Akibat Lembur 1 Jam, 2 jam dan 3 jam

No.	Item Pekerjaan	Satuan	Kode Kegiatan	Volume	Volume				Total Volume
					Normal	Lembur 1 Jam	Lembur 2 Jam	Lembur 3 Jam	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	14=6+7+8+9
1	Pasangan Batu dengan Mortar	M3	2	146,30	127,22	18,17	0,90	-	146,30
2	Galian Batu	M3	4	1.216,30	962,50	137,50	116,30	-	1.216,30
3	Timbunan Pilihan	M3	5	2.935,00	2.086,67	298,10	298,10	252,14	2.935,00
4	Penyiapan Badan Jalan	M2	6	4.275,00	4.275,00	-	-	-	4.275,00
5	Pemotongan Pohon Pilihan diameter 15 – 30 cm	Pohon	7	22,00	21,00	1,00	-	-	22,00
6	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M3	8	855,00	705,92	100,85	48,24	-	855,00
7	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	Liter	9	4.275,00	4.275,00	-	-	-	4.275,00
8	Lataston - Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi senjang)	Ton	10	781,46	781,46	-	-	-	781,46
9	Kerb Pracetak Jenis 1 (Peninggi/Mountable)	M1	12	2.925,00	2.158,96	308,42	308,42	149,20	2.925,00
10	Perkerasan Blok Beton pada Trotoar dan Median	M2	13	1.950,00	1.394,40	199,20	199,20	157,20	1.950,00

Sumber: Tabel 4.51. Volume Normal dan Volume Akibat Lembur 1 Jam, 2 jam dan 3 jam

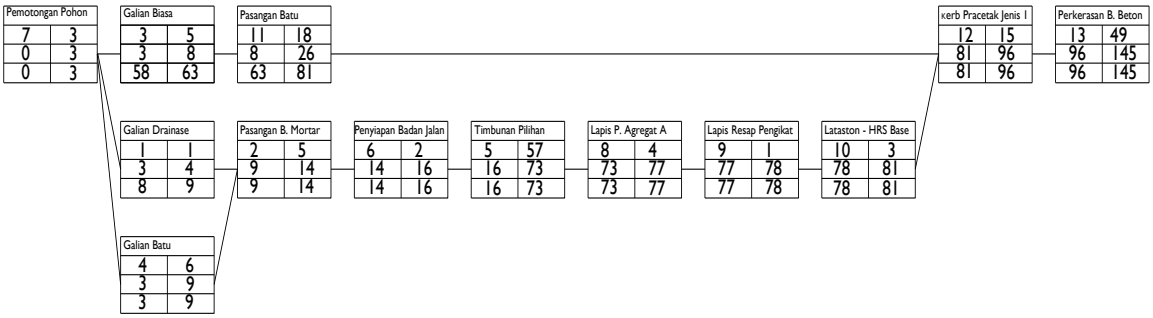
Berdasarkan grafik 4.4 terlihat bahwa dari jam kerja normal ke penambahan jam kerja efektif 1 jam (lembur) terlihat landai karena penambahan jam kerja efektif 1 jam (lembur) menyebabkan harga satuan bertambah 1,5 kali jam normal. Penambahan jam kerja efektif 1 jam (lembur) ke penambahan jam kerja efektif 2 jam (lembur) terlihat curam, karena disebabkan oleh volume dan bertambahnya analisa harga satuan sebanyak 2 kali jam normal. Penambahan jam kerja efektif 2 jam (lembur) ke penambahan jam kerja efektif 3 jam (lembur) terlihat landai, karena satu-satunya penyebab kanaikan biaya proyek dari 2 jam lembur ke 3 jam lembur adalah volume. Berdasarkan tabel 4.60 terlihat bahwa volume lembur 3 jam sudah lebih sedikit bahkan tidak ada. Hal ini yang menyebabkan grafik dari 2 jam lembur ke 3 jam lembur terlihat landai.

Berdasarkan grafik 4.4 diperoleh biaya proyek normal sebesar Rp.4.708.393.472,08. Jika penambahan jam kerja lembur sebanyak 0,5 jam mengakibatkan penambahan biaya proyek sebesar Rp.5.326.621,44 sehingga biaya proyek menjadi sebesar Rp.4.713.720.093,52 dengan besar prosentasenya 0,11%. Jika penambahan jam kerja lembur sebanyak 1,5 jam mengakibatkan penambahan biaya proyek sebesar Rp.20.012.641,99 sehingga biaya proyek menjadi sebesar Rp.4.728.406.114,06 dengan besar prosentasenya 0,43%. Jika penambahan jam kerja lembur sebanyak 2,5 jam mengakibatkan penambahan biaya proyek sebesar Rp.36.288.011,58 sehingga biaya proyek menjadi sebesar Rp.4.744.681.483.65 dengan besar prosentasenya 0,77%.

Berdasarkan penjelasan diatas dapat diambil suatu kesimpulan bahwa bertambahnya biaya proyek dipengaruhi oleh harga satuan dan volume pada item-item pekerjaan kritis bertambah.

4.15.3 Evaluasi Perubahan Keuntungan Proyek

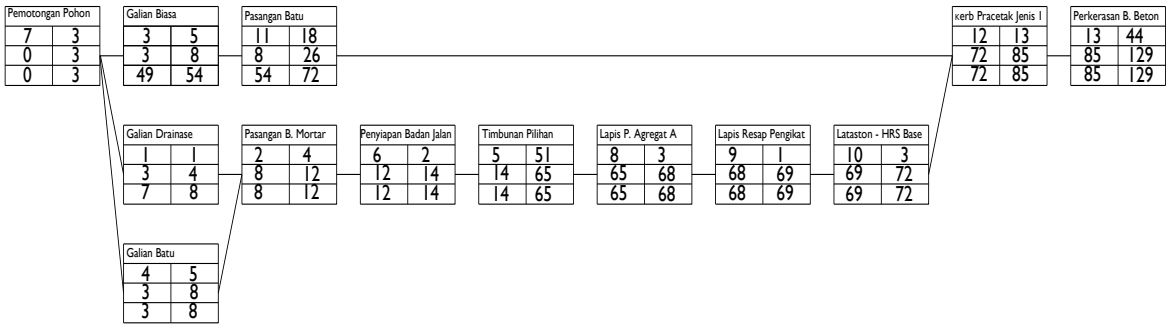
Percepatan waktu penyelesaian dengan penambahan jam kerja efektif sebanyak 1 jam menyebabkan waktu pelaksanaan proyek berkurang. Diagram jaringan kerja yang menyatakan waktu penyelesaian berkurang, dapat dilihat pada gambar 4.19.



Gambar 4.19 *Network Diagram* Untuk Penambahan Jam Kerja 1 Jam

Berdasarkan gambar 4.19 dapat dilihat bahwa penambahan jam kerja 1 jam mengakibatkan waktu penyelesaian berkurang. Dimana waktu penyelesaian yang didapat adalah 145 hari. Hal ini menyebabkan keuntungan proyek berkurang sebesar Rp.1.065.324,29 dari keuntungan proyek normal sebesar Rp.470.839.347,21 sehingga keuntungan proyek menjadi sebesar Rp.469.774.022,92 dengan besar prosentasenya -0,23%.

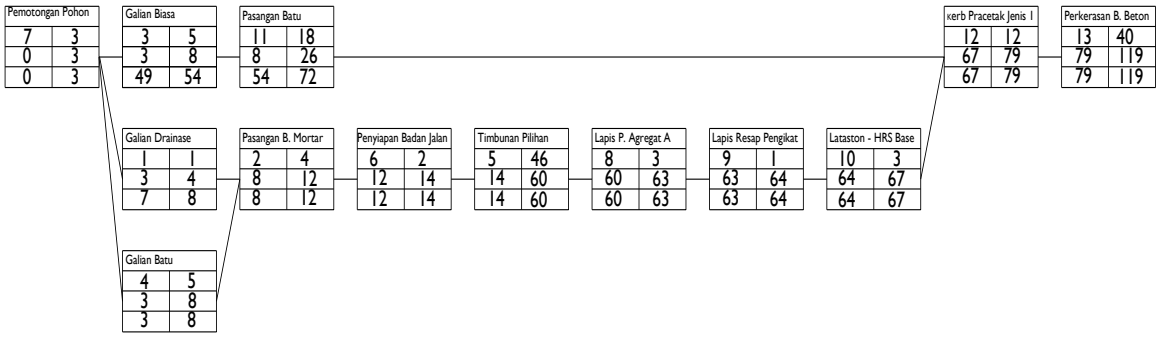
Percepatan waktu penyelesaian dengan penambahan jam kerja efektif sebanyak 2 jam menyebabkan waktu pelaksanaan proyek berkurang. Diagram jaringan kerja yang menyatakan waktu penyelesaian berkurang, dapat dilihat pada gambar 4.20.



Gambar 4.20 *Network Diagram* Untuk Penambahan Jam Kerja 2 Jam

Berdasarkan gambar 4.20 dapat dilihat bahwa penambahan jam kerja 2 jam mengakibatkan waktu penyelesaian berkurang. Dimana waktu penyelesaian yag didapat adalah 129 hari. Hal ini menyebabkan keuntungan proyek berkurang sebesar Rp.2.937.204,11 dari keuntungan proyek normal sebesar Rp.470.839.347,21 sehingga keuntungan proyek menjadi sebesar Rp.467.902.143,10 dengan besar prosentasenya -0,62%.

Percepatan waktu penyelesaian dengan penambahan jam kerja efektif sebanyak 3 jam menyebabkan waktu pelaksanaan proyek berkurang. Diagram jaringan kerja yang menyatakan waktu penyelesaian berkurang, dapat dilihat pada gambar 4.18.

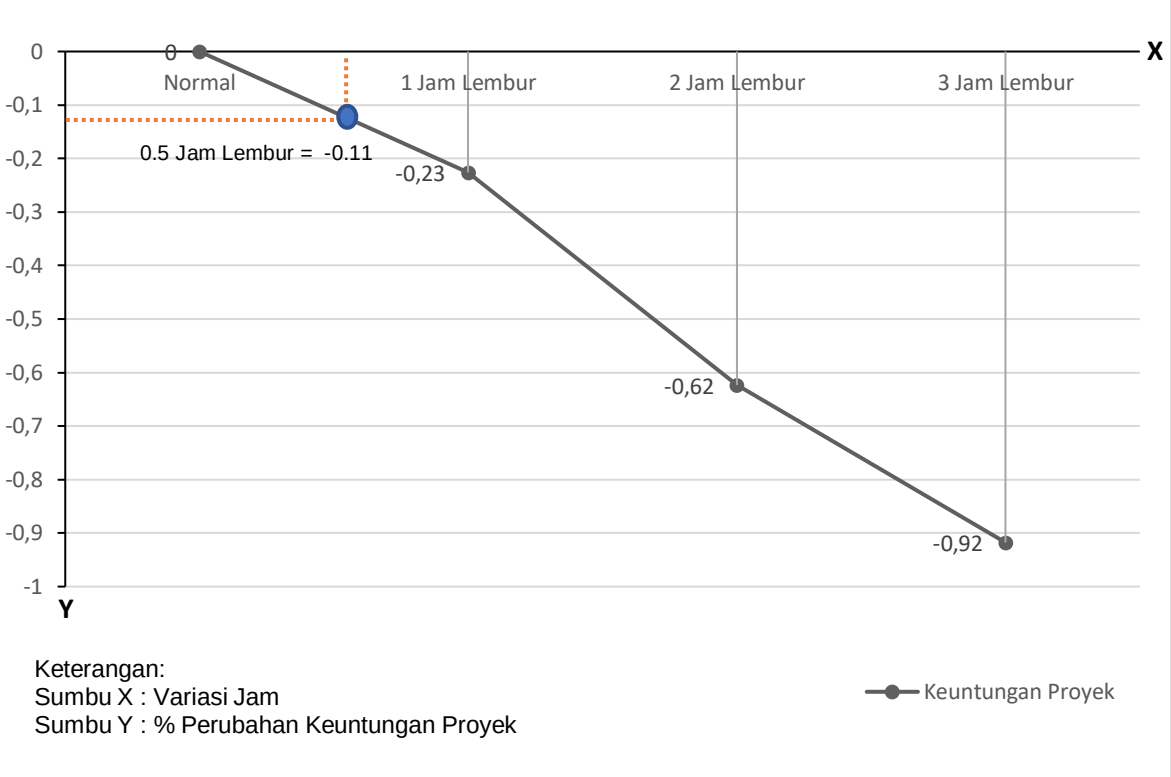


Gambar 4.21 *Network Diagram* Untuk Penambahan Jam Kerja 3 Jam

Berdasarkan gambar 4.21 dapat dilihat bahwa penambahan jam kerja 3 jam mengakibatkan waktu penyelesaian berkurang. Dimana waktu penyelesaian yag didapat adalah 119 hari. Hal ini menyebabkan keuntungan proyek berkurang sebesar Rp.4.320.398,21 dari keuntungan proyek normal sebesar Rp.470.839.347,21 sehingga keutungan proyek menjadi sebesar Rp.466.518.949,00 dengan besar prosentasenya -0,92%.

Berkurangnya waktu penyelesaian akibat penambahan jam kerja efektif sebanyak 1 jam, 2 jam dan 3 jam pada item-item pekerjaan kritis mengakibatkan keuntungan berkurang. Hal ini disebabkan karena bertambahnya biaya proyek.

Berdasarkan hal tersebut dapat diambil suatu hubungan percepatan waktu penyelesaian terhadap keuntungan proyek. Semakin cepat waktu pelaksanaan proyek maka keuntungan proyek semakin berkurang. Hal ini dapat dilihat pada tabel 4.54 yang digambarkan pada grafik 4.5



Grafik 4.5 Hubungan Percepatan Waktu Penyelesaian Terhadap Keuntungan Proyek

Berdasarkan grafik 4.5 terlihat bahwa dari jam kerja normal ke penambahan jam kerja efektif 1 jam (lembur) terlihat landai karena bertambahnya biaya proyek. Penambahan jam kerja efektif 1 jam (lembur) ke penambahan jam kerja efektif 2 jam (lembur) terlihat curam, karena biaya proyek bertambah lebih banyak dari pada penambahan jam kerja efektif 1 jam (lembur). Penambahan jam kerja efektif 2 jam (lembur) ke penambahan jam kerja efektif 3 jam (lembur) terlihat landai, karena biaya proyek bertambah lebih kecil dari pada penambahan jam kerja efektif 2 jam (lembur).

Berdasarkan grafik 4.5 diperoleh keuntungan proyek normal sebesar Rp.470.839.347,21. Jika penambahan jam kerja lembur sebanyak 0,5 jam mengakibatkan berkurangnya keuntungan proyek sebesar Rp.532.662,14 sehingga keuntungan proyek menjadi sebesar Rp.470.306.685,06 dengan besar prosentasenya -0,11%. Jika penambahan jam kerja lembur sebanyak 1,5 jam mengakibatkan berkurangnya keuntungan proyek sebesar Rp.2.001.264,20 sehingga keuntungan proyek menjadi sebesar Rp.468.838.083,01 dengan besar prosentasenya -0,43%. Jika penambahan jam kerja lembur sebanyak 2,5 jam mengakibatkan berkurangnya keuntungan proyek sebesar Rp.3.628.801,16 sehingga keuntungan proyek menjadi sebesar Rp.467.210.546,05 dengan besar prosentasenya -0,77%.

Berdasarkan penjelasan diatas dapat diambil suatu kesimpulan bahwa berkurangnya keuntungan proyek karena dipengaruhi oleh bertambahnya biaya proyek yang disebabkan oleh bertambahnya harga satuan dan volume.