

## **BAB IV**

### **ANALISA DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Umum**

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

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah berupa data sekunder yang diperoleh dari Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada Proyek Peningkatan Jalan Desa Buraen-Ebraun, Kec. Amarasi Selatan, Provinsi Nusa Tenggara Timur, Tahun Anggaran 2022 dengan besar biaya Rp. 10.492.701.628,50 - (sepuluh miliar empat ratus sembilan puluh dua juta tujuh ratus satu ribu enam ratus dua puluh delapan ribu lima puluh rupiah). Biaya ini merupakan biaya umum dari item yang dianalisa dan tidak dianalisa. Dan 11 % keuntungan yang diperoleh dari biaya proyek tersebut yakni Rp. 1.154.197.179,14 Waktu penyelesaian 148 hari kalender dan Kontraktor Pelaksana CV. MATER SUPRAPTO.

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

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

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

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Analisa Harga Satuan(Rp)		Jumlah Harga (Rp)	
				Yang Dianalisa	Yang Tidak Dianalisa	Yang Dianalisa h= e*f	Yang Tidak Dianalisa i= e*g
Divisi	c	d	e	f	g		
DIV. I	DIVISI 1. UMUM						
1	Mobilisasi dan Demobilisasi	LS	1.000		80.330.000,00		80.330.000,00
2	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	LS	1.000		10.397.142,86		10.397.142,86
3	Keselamatan dan Kesehatan Kerja	LS	1.000		19.650.000,00		19.650.000,00
DIV. II	DIVISI 2. PEKERJAAN DRAINASE						
4	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air 1	M <sup>3</sup>	104,40	325.706,13		34.003.394,70	
5	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air 2	M <sup>3</sup>	366,60	69.643,50		25.531.376,20	
6	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air 3	M <sup>3</sup>	4,50	943.929,26		4.249.569,55	
7	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air 4	M <sup>3</sup>	507,05	50.380,08		25.545.421,50	
8	Pasangan Batu dengan Mortar 1	M <sup>3</sup>	31,80	1.231.910,79		39.174.763,01	
9	Pasangan Batu dengan Mortar 2	M <sup>3</sup>	388,24	1.031.023,68		400.285.663,83	
10	Pasangan Batu dengan Mortar 3	M <sup>3</sup>	89,85	1.160.527,80		104.276.903,97	
11	Pasangan Batu dengan Mortar 4	M <sup>3</sup>	23,26	1.247.625,39		29.019.766,56	
12	Pasangan Batu dengan Mortar 5	M <sup>3</sup>	149,39	1.502.553,42		224.464.953,39	
DIV. III	DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH						
13	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 1	M <sup>3</sup>	83,70	959.296,45		80.293.113,00	
14	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 2	M <sup>3</sup>	100,69	1.258.479,09		126.721.293,20	
15	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 3	M <sup>3</sup>	198,21	665.222,23		131.850.371,80	
16	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 4	M <sup>3</sup>	811,09	183.592,32		148.910.076,80	
17	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 5	M <sup>3</sup>	86,07	581.656,38		50.061.420,00	
18	Timbunan Pilihan dari Sumber Galian 1	M <sup>3</sup>	195,30	444.186,18		86.749.117,40	
19	Timbunan Pilihan dari Sumber Galian 2	M <sup>3</sup>	3.448,15	222.868,90		768.484.720,00	
20	Timbunan Pilihan dari Sumber Galian 3	M <sup>3</sup>	957,61	325.049,93		311.270.736,60	
DIV. V	PEKERJAAN PERKERASAN BERBUTIR						
21	Lapis Pondasi Agregat Kelas B 1	M <sup>3</sup>	356,47	744.909,55		265.540.143,38	
22	Lapis Pondasi Agregat Kelas B 2	M <sup>3</sup>	4.069,19	501.894,29		2.042.304.751,48	
23	Lapis Pondasi Agregat Kelas B 3	M <sup>3</sup>	566,71	560.170,10		317.453.437,99	
DIV. VI	PEKERJAAN PERKERASAN ASPAL						
24	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi 1	Liter	1.144,08	30.727,23		35.154.474,28	
25	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi 2	Liter	32.145,39	17.025,78		547.300.205,25	
26	Lapis Penetrasi Macadam 1	M <sup>3</sup>	101,33	2.680.029,95		271.567.435,34	
27	Lapis Penetrasi Macadam 2	M <sup>3</sup>	269,51	2.232.091,05		601.570.857,78	
28	Lapis Penetrasi Macadam 3	M <sup>3</sup>	1.256,66	2.069.035,17		2.600.069.598,99	
29	Lapis Penetrasi Macadam(Timpang)	M <sup>3</sup>	42,80		1.813.739,66		77.628.057,45
DIV. VII	PEKERJAAN STRUKTUR						
30	Beton Struktur $f_c' = 20 \text{ Mpa } 1$	M <sup>3</sup>	2,90	6.956.156,12		20.172.852,76	
31	Beton Struktur $f_c' = 20 \text{ Mpa } 2$	M <sup>3</sup>	2,82	7.114.993,23		20.064.280,92	
32	Beton Struktur $f_c' = 20 \text{ Mpa } 3$	M <sup>3</sup>	16,76	6.202.604,14		103.924.632,40	
33	Beton Struktur $f_c' = 20 \text{ Mpa } 4$	M <sup>3</sup>	2,17	8.856.974,14		19.175.349,01	
34	Baja Tulangan Polos B/TP 280 1	Kg	689,83	24.703,70		17.041.351,43	
35	Baja Tulangan Polos B/TP 280 2	Kg	1.954,82	25.648,63		50.138.318,02	
36	Baja Tulangan B/TS 420 A 1	Kg	275,75	21.671,70		5.975.906,69	
37	Baja Tulangan B/TS 420 A 2	Kg	965,00	21.471,42		20.719.959,61	
38	Pasangan Batu 1	M <sup>3</sup>	2,52	2.619.856,84		6.602.039,23	
39	Pasangan Batu 2	M <sup>3</sup>	343,92	755.991,20		260.003.517,74	
40	Pasangan Batu 3	M <sup>3</sup>	2,20	2.929.539,37		6.444.986,61	
41	Pasangan Batu 4	M <sup>3</sup>	2,40	2.726.310,21		6.543.144,50	
42	Pasangan Batu 5	M <sup>3</sup>	229,67	654.314,28		150.276.361,72	
43	Pasangan Batu 6	M <sup>3</sup>	4,84	1.599.312,14		7.740.670,76	
44	Pasangan Batu 7	M <sup>3</sup>	119,88	893.589,34		107.122.596,86	
45	Pasangan Batu 8	M <sup>3</sup>	94,16	1.060.602,94		99.864.251,23	
46	Pasangan Batu 9	M <sup>3</sup>	2,59	2.562.314,48		6.636.394,50	
47	Pasangan Batu 10	M <sup>3</sup>	3,15	2.194.043,36		6.911.236,59	
48	Pasangan Batu 11	M <sup>3</sup>	9,65	1.046.773,89		10.101.368,01	
49	Pasangan Batu 12	M <sup>3</sup>	22,02	4.875.755,70		107.383.643,61	
A	Jumlah Biaya					10.304.696.428,19	188.005.200,31
B	Total Biaya Proyek						10.492.701.628,50
C	Pajak Tambahan Nilai (PPN)= 11% * (B)						1.154.197.179,14
D	Jumlah Total Harga Pekerjaan = (B) + (C)						11.646.898.807,64
E	Pembulatan						11.646.899.000,00

**Sumber : Lampiran IV.1**

Dari tabel diatas diketahui bahwa terdapat empat puluh sembilan (49) item pekerjaan yang terdiri dari item pekerjaan yang dianalisa dan tidak dianalisa. Item pekerjaan yang dianalisa sebanyak empat puluh lima (45) item pekerjaan dan yang tidak dianalisa sebanyak

empat (4) item pekerjaan. Item pekerjaan mobilisasi tidak dianalisa, hal ini disebabkan karena item pekerjaan mobilisasi adalah item pekerjaan yang bersatuan Ls, sedangkan item pekerjaan Lapis Penetrasi Macadam (timpang) tidak dianalisa karena tidak mempunyai analisa harga satuan.

#### 4.2. Jumlah Tenaga Kerja

Jumlah tenaga kerja adalah banyaknya tenaga kerja yang bekerja dalam suatu item pekerjaan, jumlah tenaga kerja merupakan perbandingan angka koefisien masing-masing tenaga kerja dengan angka koefisien dari mandor, dengan asumsi bahwa jumlah mandor adalah satu orang. Persamaan yang digunakan untuk menghitung jumlah tenaga kerja adalah persamaan

$$2.17 J_{tk} = \frac{K_{tk}}{K_{mn}}$$

Contoh :

Diketahui pekerjaan galian untuk selokan drainase dan saluran air dengan data-data koefisien sebagai berikut : koefisien mandor adalah 0,5364 jam, koefisien pekerja adalah 1,0728 jam

Penyelesaian

- a. Jumlah Tenaga Kerja adalah sebagai berikut :

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

$$\text{Jumlah mandor} = 0,5364 / 0,5364 = 1 \text{ orang}$$

$$\text{Jumlah pekerja} = 1,0728 / 0,5364 = 2 \text{ orang}$$

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

**Tabel 4.2 Jumlah Tenaga Kerja**

No. Divisi	Item Pekerjaan	koefisien Tenaga Kerja (Jam)			Sumber Daya		
		Tenaga Kerja			Tenaga Kerja (Orang)		
		Mandor	Tukang	Pekerja	Mandor	Tukang	Pekerja
b	c	d	e	f	g = d/d	h = e/d	i = f/d
DIV.II	PEKERJAAN DRAINASE						
1	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air 1	0,5364	-	1,0728	1		2
2	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air 2	0,1146		0,2291	1		2
3	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air 3	1,5549		3,1097	1		2
4	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air 4	0,0828		0,1657	1		2
5	Pasangan Batu dengan Mortar 1	0,8805	7,0440	8,8050	1	8	10
6	Pasangan Batu dengan Mortar 2	0,5950	4,7599	5,9499	1	8	10
7	Pasangan Batu dengan Mortar 3	0,7791	6,2324	7,7905	1	8	10
8	Pasangan Batu dengan Mortar 4	0,9028	7,2227	9,0284	1	8	10
9	Pasangan Batu dengan Mortar 5	1,2652	10,1212	12,6515	1	8	10
DIV. III	DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH						
10	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 1	0,4182		0,8363	1		2
11	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 2	0,5561		1,1123	1		2
12	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 3	0,2825		0,5651	1		2
13	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 4	0,0604		0,1208	1		2
14	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 5	0,2440		0,4880	1		2
15	Timbunan Pilihan dari Sumber Galian 1	0,1792		0,3584	1		2
16	Timbunan Pilihan dari Sumber Galian 2	0,0771		0,1543	1		2
17	Timbunan Pilihan dari Sumber Galian 3	0,1243		0,2485	1		2
DIV. V	PEKERJAAN PERKERASAN BERBUTIR						
18	Lapis Pondasi Agregat Kelas B 1	0,1964		0,3927	1		2
19	Lapis Pondasi Agregat Kelas B 2	0,0843		0,1686	1		2
20	Lapis Pondasi Agregat Kelas B 3	0,1112		0,2223	1		2
DIV. VI	PEKERJAAN PERKERASAN ASPAL						
21	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi 1	0,0428		0,2570	1		6
22	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi 2	0,0076		0,0457	1		6
23	Lapis Penetrasi Macadam 1	0,4836		4,8357	1		10
24	Lapis Penetrasi Macadam 2	0,2597		2,5973	1		10
25	Lapis Penetrasi Macadam 3	0,1783		1,7825	1		10
DIV. VII	PEKERJAAN STRUKTUR						
26	Beton Struktur $f_c' = 20 \text{ Mpa } 1$	2,4138	9,6552	28,9655	1	4	12
27	Beton Struktur $f_c' = 20 \text{ Mpa } 2$	2,4823	9,9291	29,7872	1	4	12
28	Beton Struktur $f_c' = 20 \text{ Mpa } 3$	2,0889	8,3557	25,0671	1	4	12
29	Beton Struktur $f_c' = 20 \text{ Mpa } 4$	3,2333	12,9330	38,7991	1	4	12
30	Baja Tulangan Polos BjTP 280 1	0,0304	0,1522	0,3044	1	5	10
31	Baja Tulangan Polos BjTP 280 2	0,0358	0,1790	0,3581	1	5	10
32	Baja Tulangan BjTS 420 A 1	0,0762	0,0762	0,2285	1	1	3
33	Baja Tulangan BjTS 420 A 2	0,0725	0,0725	0,2176	1	1	3
34	Pasangan Batu 1	2,7778	16,6667	50,0000	1	6	18
35	Pasangan Batu 2	0,3460	2,0760	6,2281	1	6	18
36	Pasangan Batu 3	3,1818	19,0909	57,2727	1	6	18
37	Pasangan Batu 4	2,9167	17,5000	52,5000	1	6	18
38	Pasangan Batu 5	0,2133	1,2801	3,8403	1	6	18
39	Pasangan Batu 6	1,4463	8,6777	26,0331	1	6	18
40	Pasangan Batu 7	0,5255	3,1532	9,4595	1	6	18
41	Pasangan Batu 8	0,7434	4,4606	13,3818	1	6	18
42	Pasangan Batu 9	2,7027	16,2162	48,6486	1	6	18
43	Pasangan Batu 10	2,2222	13,3333	40,0000	1	6	18
44	Pasangan Batu 11	0,7254	4,3523	13,0570	1	6	18
45	Pasangan Batu 12	5,7210	34,3262	102,9786	1	6	18

Sumber : Lampiran IV.2

### 4.3. Produksi Tenaga Kerja Dan Alat

#### 4.3.1. Jam Kerja Efektif

Jam kerja efektif adalah waktu yang benar-benar digunakan untuk bekerja dalam sehari. Dalam proyek ini jam kerja efektif di dapat dari data RAB yaitu 7 jam.

#### 4.3.2. Produksi Tenaga Kerja

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

Perhitungan produksi tenaga kerja terlebih dahulu harus menghitung jumlah tenaga kerja, dimana jumlah tenaga kerja diperoleh dari koefisien sumberdaya tenaga kerja (mandor, tukang, pekerja) dibagi dengan koefisien terkecil yaitu koefisien mandor

Contoh:

Diketahui pekerjaan galian untuk selokan drainase dan saluran air dengan data-data koefisien sebagai berikut : koefisien mandor adalah 0,5364 jam, koefisien pekerja adalah 1,0728 jam

Penyelesaian

- a. Jumlah Tenaga Kerja berdasarkan tabel 4.2 adalah sebagai berikut :

Jumlah mandor = 1 orang

Jumlah pekerja = 2 orang

- b. Produksi tenaga kerja

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

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

Produksi mandor =  $(1/0,5364) \times 1 = 1,86$  M3/jam

Produksi mandor =  $(1/0,5364) \times 1 \times 7 = 13,05$  M3/hari

Produksi pekerja =  $(1/1,0728) \times 2 = 1,86$  M3/jam

Produksi pekerja =  $(1/1,0728) \times 2 \times 7 = 13,05$  M3/hari

Perhitungan jumlah tenaga kerja pada pekerjaan galian untuk selokan drainase dan saluran air pada tabel 4.2, diperoleh jumlah mandor sebanyak 1 orang dan jumlah pekerja

sebanyak 2 orang. Sedangkan pada perhitungan produksi tenaga kerja dan alat normal diperoleh produksi mandor 1,86 M<sup>3</sup>/jam atau 13,05 M<sup>3</sup>/hari, produksi pekerja 1,86 M<sup>3</sup>/jam atau 13,05 M<sup>3</sup>/hari. Rangkuman produksi normal tenaga kerja dapat dilihat pada tabel 4.4

**Tabel 4.4 Produksi Normal Tenaga Kerja**

No. Div	Item Pekerjaan	Koefisien	Jumlah Tenaga Kerja (Orang)	Produksi	Jam Kerja Efektif	Produksi	Produksi Minimum
		Tenaga Kerja (Jam)		Tenaga Kerja (m <sup>3</sup> /jam)	(jam)	Tenaga Kerja (m <sup>3</sup> /hr)	Tenaga Kerja (m <sup>3</sup> /hr)
a	b	c	d	$e = (1/c) \times d$	f	$g = e \times f$	h
DIV.II	PEKERJAAN DRAINASE						
1	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran Air 1 (M <sup>3</sup> )						
	pekerja	1,0728	2	1,86	7	13,05	13,05
	Mandor	0,5364	1	1,86	7	13,05	
2	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran Air 1 (M <sup>3</sup> )						
	pekerja	0,2291	2	8,73	7	61,10	61,10
	Mandor	0,1146	1	8,73	7	61,10	
3	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran Air 1 (M <sup>3</sup> )						
	pekerja	3,1097	2	0,64	7	4,50	4,50
	Mandor	1,5549	1	0,64	7	4,50	
4	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran Air 1 (M <sup>3</sup> )						
	pekerja	0,1657	2	12,07	7	84,51	84,51
	Mandor	0,0828	1	12,07	7	84,51	
5	Pasangan Batu dengan Mortar 1 (M <sup>3</sup> )						
	Pekerja	8,8050	10	1,14	7	7,95	7,95
	Tukang Batu	7,0440	8	1,14	7	7,95	
	Mandor	0,8805	1	1,14	7	7,95	
6	Pasangan Batu dengan Mortar 1 (M <sup>3</sup> )						
	Pekerja	5,9499	10	1,68	7	11,76	11,76
	Tukang Batu	4,7599	8	1,68	7	11,76	
	Mandor	0,5950	1	1,68	7	11,76	
7	Pasangan Batu dengan Mortar 1 (M <sup>3</sup> )						
	Pekerja	7,7905	10	1,28	7	8,99	8,99
	Tukang Batu	6,2324	8	1,28	7	8,99	
	Mandor	0,7791	1	1,28	7	8,99	
8	Pasangan Batu dengan Mortar 1 (M <sup>3</sup> )						
	Pekerja	9,0284	10	1,11	7	7,75	7,75
	Tukang Batu	7,2227	8	1,11	7	7,75	
	Mandor	0,9028	1	1,11	7	7,75	
9	Pasangan Batu dengan Mortar 1 (M <sup>3</sup> )						
	Pekerja	12,6515	10	0,79	7	5,53	5,53
	Tukang Batu	10,1212	8	0,79	7	5,53	
	Mandor	1,2652	1	0,79	7	5,53	

**Lanjutan Tabel 4.4 Produksi Normal Tenaga Kerja**

DIV. III	PEKERJAAN TANAH						
10	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 1						
	pekerja	0,8363	2	2,39	7	16,74	16,74
	Mandor	0,4182	1	2,39	7	16,74	
11	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 1						
	pekerja	1,1123	2	1,80	7	12,59	12,59
	Mandor	0,5561	1	1,80	7	12,59	
12	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 1						
	pekerja	0,5651	2	3,54	7	24,78	24,78
	Mandor	0,2825	1	3,54	7	24,78	
13	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 1						
	pekerja	0,1208	2	16,55	7	115,87	115,87
	Mandor	0,0604	1	16,55	7	115,87	
14	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 1						
	pekerja	0,4880	2	4,10	7	28,69	28,69
	Mandor	0,2440	1	4,10	7	28,69	
15	Timbunan Pilihan dari Sumber Galian 1						
	pekerja	0,3584	2	5,58	7	39,06	39,06
	Mandor	0,1792	1	5,58	7	39,06	
16	Timbunan Pilihan dari Sumber Galian 1						
	pekerja	0,1543	2	12,96	7	90,74	90,74
	Mandor	0,0771	1	12,96	7	90,74	
17	Timbunan Pilihan dari Sumber Galian 1						
	pekerja	0,2485	2	8,05	7	56,33	56,33
	Mandor	0,1243	1	8,05	7	56,33	
DIV. V	PEKERJAAN PERKERASAN BERBUTIR						
18	Lapis Pondasi Agregat Kelas B 1 (MP)						
	pekerja	0,3927	2	5,09	7	35,65	35,65
	Mandor	0,1964	1	5,09	7	35,65	
19	Lapis Pondasi Agregat Kelas B 1 (MP)						
	pekerja	0,1686	2	11,86	7	83,04	83,04
	Mandor	0,0843	1	11,86	7	83,04	
20	Lapis Pondasi Agregat Kelas B 1 (MP)						
	pekerja	0,2223	2	9,00	7	62,97	62,97
	Mandor	0,1112	1	9,00	7	62,97	
DIV. VI	PEKERJAAN PERKERASAN ASPAL						
21	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi						
	pekerja	0,2570	6	23,35	7	163,44	163,44
	Mandor	0,0428	1	23,35	7	163,44	
22	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi						
	pekerja	0,0457	6	131,21	7	918,44	918,44
	Mandor	0,0076	1	131,21	7	918,44	
23	Lapis Penetrasi Macadam						
	pekerja	4,8357	10	2,07	7	14,48	14,48
	Mandor	0,4836	1	2,07	7	14,48	
24	Lapis Penetrasi Macadam						
	pekerja	2,5973	10	3,85	7	26,95	26,95
	Mandor	0,2597	1	3,85	7	26,95	
25	Lapis Penetrasi Macadam						
	pekerja	1,7825	10	5,61	7	39,27	39,27
	Mandor	0,1783	1	5,61	7	39,27	

**Lanjutan Tabel 4.4 Produksi Normal Tenaga Kerja**

DIV. VII	PEKERJAAN STRUKTUR						
26	Beton Struktur $f_c' = 20 \text{ Mpa}$						
	Pekerja	28,9655	12	0,41	7	2,90	2,90
	Tukang	9,6552	4	0,41	7	2,90	
	Mandor	2,4138	1	0,41	7	2,90	
27	Beton Struktur $f_c' = 20 \text{ Mpa}$						
	Pekerja	29,7872	12	0,40	7	2,82	2,82
	Tukang	9,9291	4	0,40	7	2,82	
	Mandor	2,4823	1	0,40	7	2,82	
28	Beton Struktur $f_c' = 20 \text{ Mpa}$						
	Pekerja	25,0671	12	0,48	7	3,35	3,35
	Tukang	8,3557	4	0,48	7	3,35	
	Mandor	2,0889	1	0,48	7	3,35	
29	Beton Struktur $f_c' = 20 \text{ Mpa}$						
	Pekerja	38,7991	12	0,31	7	2,17	2,17
	Tukang	12,9330	4	0,31	7	2,17	
	Mandor	3,2333	1	0,31	7	2,17	
30	Baja Tulangan Polos BjTP 280						
	Pekerja	0,3044	10	32,85	7	229,94	229,94
	Tukang	0,1522	5	32,85	7	229,94	
	Mandor	0,0304	1	32,85	7	229,94	
31	Baja Tulangan Polos BjTP 280						
	Pekerja	0,3581	10	27,93	7	195,48	195,48
	Tukang	0,1790	5	27,93	7	195,48	
	Mandor	0,0358	1	27,93	7	195,48	
32	Baja Tulangan BjTS 420 A						
	Pekerja	0,2285	3	13,13	7	91,92	91,92
	Tukang	0,0762	1	13,13	7	91,92	
	Mandor	0,0762	1	13,13	7	91,92	
33	Baja Tulangan BjTS 420 A						
	Pekerja	0,2176	3	13,79	7	96,50	96,50
	Tukang	0,0725	1	13,79	7	96,50	
	Mandor	0,0725	1	13,79	7	96,50	
34	Pasangan Batu						
	Pekerja	50,0000	18	0,36	7	2,52	2,52
	Tukang	16,6667	6	0,36	7	2,52	
	Mandor	2,7778	1	0,36	7	2,52	
35	Pasangan Batu						
	Pekerja	6,2281	18	2,89	7	20,23	20,23
	Tukang	2,0760	6	2,89	7	20,23	
	Mandor	0,3460	1	2,89	7	20,23	
36	Pasangan Batu						
	Pekerja	57,2727	18	0,31	7	2,20	2,20
	Tukang	19,0909	6	0,31	7	2,20	
	Mandor	3,1818	1	0,31	7	2,20	
37	Pasangan Batu						
	Pekerja	52,5000	18	0,34	7	2,40	2,40
	Tukang	17,5000	6	0,34	7	2,40	
	Mandor	2,9167	1	0,34	7	2,40	
38	Pasangan Batu						
	Pekerja	3,8403	18	4,69	7	32,81	32,81
	Tukang	1,2801	6	4,69	7	32,81	
	Mandor	0,2133	1	4,69	7	32,81	
39	Pasangan Batu						
	Pekerja	26,0331	18	0,69	7	4,84	4,84
	Tukang	8,6777	6	0,69	7	4,84	
	Mandor	1,4463	1	0,69	7	4,84	
40	Pasangan Batu						
	Pekerja	9,4595	18	1,90	7	13,32	13,32
	Tukang	3,1532	6	1,90	7	13,32	
	Mandor	0,5255	1	1,90	7	13,32	
41	Pasangan Batu						
	Pekerja	13,3818	18	1,35	7	9,42	9,42
	Tukang	4,4606	6	1,35	7	9,42	
	Mandor	0,7434	1	1,35	7	9,42	
42	Pasangan Batu						
	Pekerja	48,6486	18	0,37	7	2,59	2,59
	Tukang	16,2162	6	0,37	7	2,59	
	Mandor	2,7027	1	0,37	7	2,59	
43	Pasangan Batu						
	Pekerja	40,0000	18	0,45	7	3,15	3,15
	Tukang	13,3333	6	0,45	7	3,15	
	Mandor	2,2222	1	0,45	7	3,15	
44	Pasangan Batu						
	Pekerja	13,0570	18	1,38	7	9,65	9,65
	Tukang	4,3523	6	1,38	7	9,65	
	Mandor	0,7254	1	1,38	7	9,65	
45	Pasangan Batu						
	Pekerja	102,9786	18	0,17	7	1,22	1,22
	Tukang	34,3262	6	0,17	7	1,22	
	Mandor	5,7210	1	0,17	7	1,22	

Sumber : Lampiran IV.3



### 4.3.3. Produksi Alat

Produksi alat merupakan kemampuan alat dalam melakukan pekerjaannya dalam suatu satuan waktu tertentu. Produksi normal alat sendiri merupakan produksi dalam kurun waktu jam kerja normal yakni 7 jam kerja efektif per hari kerja. Jam kerja efektif sendiri diperoleh dari data RAB. Perhitungan produksi normal peralatan menggunakan persamaan 2.20  $Q_a = (1 / K_a)$  dan persamaan 2.21  $Q_a = (1 / K_a) \times J_{ef}$

Contoh:

Diketahui pekerjaan galian untuk selokan drainase dan saluran air dengan data koefisien sebagai berikut koefisien excavator 0,5364 jam dan koefisien dump truck 0,5364 jam.

Penyelesaian:

a. Produksi alat

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

$$\text{Produksi excavator} = (1/0,5364) = 1,86 \text{ M3/jam}$$

$$\text{Produksi excavator} = (1/0,5364) \times 7 = 13,05 \text{ M3/hari}$$

$$\text{Produksi dump truck} = (1/0,5364) = 1,86 \text{ M3/jam}$$

$$\text{Produksi dump truck} = (1/0,5364) \times 7 = 13,05 \text{ M3/hari}$$

Perhitungan produksi pada pekerjaan galian untuk selokan drainase dan saluran air, diperoleh produksi excavator 1,86 M3/jam atau 13,05 M3/hari dan produksi dump truck 1,86 M3/jam atau 13,05 M3/hari. Untuk lebih jelasnya rangkuman produksi alat dapat dilihat pada tabel 4.5.

**Tabel 4.5 Produksi Normal Alat**

NO	Item Pekerjaan	Koefisien	Produksi	Jam Kerja Efektif	Produksi	Produksi Minimum
		Peralatan (Jam)	Peralatan (m <sup>3</sup> /jam)	(jam)	Peralatan (m <sup>3</sup> /hr)	Peralatan (m <sup>3</sup> /hr)
a	b	c	d = (1/c)	e	f = e x d	g
DIV.II PEKERJAAN DRAINASE						
1	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran Air 1					
	Excavator	0,5364	1,86	7	13,05	13,05
	Dump Truck	0,5364	1,86	7	13,05	
2	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran Air 2					
	Excavator	0,1146	8,73	7	61,10	61,10
	Dump Truck	0,1146	8,73	7	61,10	
3	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran Air 3					
	Excavator	1,5549	0,64	7	4,50	4,50
	Dump Truck	1,5549	0,64	7	4,50	
4	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran Air 4					
	Excavator	0,0828	12,07	7	84,51	84,51
	Dump Truck	0,0828	12,07	7	84,51	
5	Pasangan Batu dengan Mortar 1					
	Conc. Mixer	0,8805	1,14	7	7,95	7,95
	Water Tank Truck	0,8805	1,14	7	7,95	
6	Pasangan Batu dengan Mortar 2					
	Conc. Mixer	0,5950	1,68	7	11,76	11,76
	Water Tank Truck	0,5950	1,68	7	11,76	

Lanjutan Tabel 4.5 Produksi Normal Alat

7	Pasangan Batu dengan Mortar 3					
	Conc. Mixer	0,7791	1,28	7	8,99	8,99
	Water Tank Truck	0,7791	1,28	7	8,99	
8	Pasangan Batu dengan Mortar 4					
	Conc. Mixer	0,9028	1,11	7	7,75	7,75
	Water Tank Truck	0,9028	1,11	7	7,75	
9	Pasangan Batu dengan Mortar 5					
	Conc. Mixer	1,2652	0,79	7	5,53	5,53
	Water Tank Truck	1,2652	0,79	7	5,53	
<b>DIV. III</b>	<b>PEKERJAAN TANAH</b>					
10	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 1					
	Wheel Loader	0,4182	2,39	7	16,74	16,74
	Dump Truck	0,4182	2,39	7	16,74	
	Motor Grader	0,4182	2,39	7	16,74	
	Vibro Roller	0,4182	2,39	7	16,74	
	Water Tanker	0,4182	2,39	7	16,74	
11	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 2					
	Wheel Loader	0,5561	1,80	7	12,59	12,59
	Dump Truck	0,5561	1,80	7	12,59	
	Motor Grader	0,5561	1,80	7	12,59	
	Vibro Roller	0,5561	1,80	7	12,59	
	Water Tanker	0,5561	1,80	7	12,59	
12	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 3					
	Wheel Loader	0,2825	3,54	7	24,78	24,78
	Dump Truck	0,2825	3,54	7	24,78	
	Motor Grader	0,2825	3,54	7	24,78	
	Vibro Roller	0,2825	3,54	7	24,78	
	Water Tanker	0,2825	3,54	7	24,78	
13	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 4					
	Wheel Loader	0,0604	16,55	7	115,87	115,87
	Dump Truck	0,0604	16,55	7	115,87	
	Motor Grader	0,0604	16,55	7	115,87	
	Vibro Roller	0,0604	16,55	7	115,87	
	Water Tanker	0,0604	16,55	7	115,87	
14	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 5					
	Wheel Loader	0,2440	4,10	7	28,69	28,69
	Dump Truck	0,2440	4,10	7	28,69	
	Motor Grader	0,2440	4,10	7	28,69	
	Vibro Roller	0,2440	4,10	7	28,69	
	Water Tanker	0,2440	4,10	7	28,69	
15	Timbunan Pilihan dari Sumber Galian 1					
	Wheel Loader	0,1792	5,58	7	39,06	39,06
	Dump Truck	0,1792	5,58	7	39,06	
	Motor Grader	0,1792	5,58	7	39,06	
	Vibro Roller	0,1792	5,58	7	39,06	
	Water Tanker	0,1792	5,58	7	39,06	
16	Timbunan Pilihan dari Sumber Galian 2					
	Wheel Loader	0,0771	12,96	7	90,74	90,74
	Dump Truck	0,0771	12,96	7	90,74	
	Motor Grader	0,0771	12,96	7	90,74	
	Vibro Roller	0,0771	12,96	7	90,74	
	Water Tanker	0,0771	12,96	7	90,74	
17	Timbunan Pilihan dari Sumber Galian 3					
	Wheel Loader	0,1243	8,05	7	56,33	56,33
	Dump Truck	0,1243	8,05	7	56,33	
	Motor Grader	0,1243	8,05	7	56,33	
	Vibro Roller	0,1243	8,05	7	56,33	
	Water Tanker	0,1243	8,05	7	56,33	
<b>DIV. V</b>	<b>PEKERJAAN PERKERASAN BERBUTIR</b>					
18	Lapis Pondasi Agregat Kelas B 1					
	Wheel Loader	0,1964	5,09	7	35,65	35,65
	Dump Truck	0,1964	5,09	7	35,65	
	Motor Grader	0,1964	5,09	7	35,65	
	Vibrator Roller	0,1964	5,09	7	35,65	
	Water Tanker	0,1964	5,09	7	35,65	
19	Lapis Pondasi Agregat Kelas B 2					
	Wheel Loader	0,0843	11,86	7	83,04	83,04
	Dump Truck	0,0843	11,86	7	83,04	
	Motor Grader	0,0843	11,86	7	83,04	
	Vibrator Roller	0,0843	11,86	7	83,04	
	Water Tanker	0,0843	11,86	7	83,04	
20	Lapis Pondasi Agregat Kelas B 3					
	Wheel Loader	0,1112	9,00	7	62,97	62,97
	Dump Truck	0,1112	9,00	7	62,97	
	Motor Grader	0,1112	9,00	7	62,97	
	Vibrator Roller	0,1112	9,00	7	62,97	
	Water Tanker	0,1112	9,00	7	62,97	

**Lanjutan Tabel 4.5 Produksi Normal Alat**

DIV. VI	PEKERJAAN PERKERASAN ASPAL					
21	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi 1					
	Asp. Sprayer	0,0428	23,35	7	163,44	163,44
	Compressor	0,0428	23,35	7	163,44	
22	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi 2					
	Asp. Sprayer	0,0076	131,21	7	918,44	918,44
	Compressor	0,0076	131,21	7	918,44	
23	Lapis Penetrasi Macadam 1					
	Wheel Loader	0,4836	2,07	7	14,48	14,48
	Dump Truck 1	0,4836	2,07	7	14,48	
	Dump Truck 2	0,4836	2,07	7	14,48	
	Dump Truck 3	0,4836	2,07	7	14,48	
	Tandem Roller	0,4836	2,07	7	14,48	
	Asphal Distributor	0,4836	2,07	7	14,48	
24	Lapis Penetrasi Macadam 2					
	Wheel Loader	0,2597	3,85	7	26,95	26,95
	Dump Truck 1	0,2597	3,85	7	26,95	
	Dump Truck 2	0,2597	3,85	7	26,95	
	Dump Truck 3	0,2597	3,85	7	26,95	
	Tandem Roller	0,2597	3,85	7	26,95	
	Asphal Distributor	0,2597	3,85	7	26,95	
25	Lapis Penetrasi Macadam 3					
	Wheel Loader	0,1783	5,61	7	39,27	39,27
	Dump Truck 1	0,1783	5,61	7	39,27	
	Dump Truck 2	0,1783	5,61	7	39,27	
	Dump Truck 3	0,1783	5,61	7	39,27	
	Tandem Roller	0,1783	5,61	7	39,27	
	Asphal Distributor	0,1783	5,61	7	39,27	
DIV. VII	PEKERJAAN STRUKTUR					
26	Beton Struktur $f_c' = 20 \text{ Mpa } 1$					
	Concrete Pan Mixer	2,4138	0,41	7	2,90	2,90
	Truck Mixer	2,4138	0,41	7	2,90	
	Concrete Vibrator	2,4138	0,41	7	2,90	
	Water Tanker	2,4138	0,41	7	2,90	
27	Beton Struktur $f_c' = 20 \text{ Mpa } 2$					
	Concrete Pan Mixer	2,4823	0,40	7	2,82	2,82
	Truck Mixer	2,4823	0,40	7	2,82	
	Concrete Vibrator	2,4823	0,40	7	2,82	
	Water Tanker	2,4823	0,40	7	2,82	
28	Beton Struktur $f_c' = 20 \text{ Mpa } 3$					
	Concrete Pan Mixer	2,0889	0,48	7	3,35	3,35
	Truck Mixer	2,0889	0,48	7	3,35	
	Concrete Vibrator	2,0889	0,48	7	3,35	
	Water Tanker	2,0889	0,48	7	3,35	
29	Beton Struktur $f_c' = 20 \text{ Mpa } 4$					
	Concrete Pan Mixer	3,2333	0,31	7	2,17	2,17
	Truck Mixer	3,2333	0,31	7	2,17	
	Concrete Vibrator	3,2333	0,31	7	2,17	
	Water Tanker	3,2333	0,31	7	2,17	
30	Baja Tulangan Polos BjTP 280 1					
	-	-	-	7	-	-
31	Baja Tulangan Polos BjTP 280 2					
	-	-	-	7	-	-
32	Baja Tulangan BjTS 420 A 1					
	-	-	-	7	-	-
33	Baja Tulangan BjTS 420 A 2					
	-	-	-	7	-	-
34	Pasangan Batu 1					
	Conc. Mixer	2,7778	0,36	7	2,52	2,52
	Water Tanker	2,7778	0,36	7	2,52	
35	Pasangan Batu 2					
	Conc. Mixer	0,3460	2,89	7	20,23	20,23
	Water Tanker	0,3460	2,89	7	20,23	
36	Pasangan Batu 3					
	Conc. Mixer	3,1818	0,31	7	2,20	2,20
	Water Tanker	3,1818	0,31	7	2,20	
37	Pasangan Batu 4					
	Conc. Mixer	2,9167	0,34	7	2,40	2,40
	Water Tanker	2,9167	0,34	7	2,40	
38	Pasangan Batu 5					
	Conc. Mixer	0,2133	4,69	7	32,81	32,81
	Water Tanker	0,2133	4,69	7	32,81	
39	Pasangan Batu 6					
	Conc. Mixer	1,4463	0,69	7	4,84	4,84
	Water Tanker	1,4463	0,69	7	4,84	
40	Pasangan Batu 7					
	Conc. Mixer	0,5255	1,90	7	13,32	13,32
	Water Tanker	0,5255	1,90	7	13,32	
41	Pasangan Batu 8					
	Conc. Mixer	0,7434	1,35	7	9,42	9,42
	Water Tanker	0,7434	1,35	7	9,42	
42	Pasangan Batu 9					
	Conc. Mixer	2,7027	0,37	7	2,59	2,59
	Water Tanker	2,7027	0,37	7	2,59	
43	Pasangan Batu 10					
	Conc. Mixer	2,2222	0,45	7	3,15	3,15
	Water Tanker	2,2222	0,45	7	3,15	
44	Pasangan Batu 11					
	Conc. Mixer	0,7254	1,38	7	9,65	9,65
	Water Tanker	0,7254	1,38	7	9,65	
45	Pasangan Batu 12					
	Conc. Mixer	5,7210	0,17	7	1,22	1,22
	Water Tanker	5,7210	0,17	7	1,22	

Sumber : Lampiran IV.4

#### 4.3.4. Produksi Minimum

Produksi minimum ditentukan dari produksi terkecil antara produksi tenaga kerja dan peralatan. Perlunya ditentukan produksi minimum karena sesungguhnya produksi masing-masing tenaga kerja dan alat secara individu berbeda. Penentuan nilai produksi yang terkecil diantara produksi tenaga kerja pada tabel 4.4 dan peralatan pada tabel 4.5 yang ada dikecualikan *dump truck*. Hal ini dikarenakan *dump truck* dikarenakan dari semua peralatan yang digunakan pada proyek konstruksi hanya *dump truck* yang paling mungkin diadakan lebih dari satu unit.

**Tabel 4.6 Produksi Minimum**

No. Div	Item Pekerjaan	Produksi Minimum (m³/jam)		Produksi Minimum (m³/jam)	Produksi Minimum (m³/hari)		Produksi Minimum (m³/hari)
		Tenaga Kerja	Peralatan		Tenaga Kerja	Peralatan	
a	b	c	d	e	f	g	h
DIV. II	DIVISI 2. PEKERJAAN DRAINASE						
1	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air 1	1,86	1,86	1,86	13,05	13,05	13,05
2	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air 2	8,73	8,73	8,73	61,10	61,10	61,10
3	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air 3	0,64	0,64	0,64	4,50	4,50	4,50
4	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air 4	12,07	12,07	12,07	84,51	84,51	84,51
5	Pasangan Batu dengan Mortar 1	1,14	1,14	1,14	7,95	7,95	7,95
6	Pasangan Batu dengan Mortar 2	1,68	1,68	1,68	11,76	11,76	11,76
7	Pasangan Batu dengan Mortar 3	1,28	1,28	1,28	8,99	8,99	8,99
8	Pasangan Batu dengan Mortar 4	1,11	1,11	1,11	7,75	7,75	7,75
9	Pasangan Batu dengan Mortar 5	0,79	0,79	0,79	5,53	5,53	5,53
DIV. III	DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH						
10	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 1	2,39	2,39	2,39	16,74	16,74	16,74
11	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 2	1,80	1,80	1,80	12,59	12,59	12,59
12	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 3	3,54	3,54	3,54	24,78	24,78	24,78
13	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 4	16,55	16,55	16,55	115,87	115,87	115,87
14	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 5	4,10	4,10	4,10	28,69	28,69	28,69
15	Timbunan Pilihan dari Sumber Galian 1	5,58	5,58	5,58	39,06	39,06	39,06
16	Timbunan Pilihan dari Sumber Galian 2	12,96	12,96	12,96	90,74	90,74	90,74
17	Timbunan Pilihan dari Sumber Galian 3	8,05	8,05	8,05	56,33	56,33	56,33
DIV. V	PEKERJAAN PERKERASAN BERBUTIR						
18	Lapis Pondasi Agregat Kelas B 1	5,09	5,09	5,09	35,65	35,65	35,65
19	Lapis Pondasi Agregat Kelas B 2	11,86	11,86	11,86	83,04	83,04	83,04
20	Lapis Pondasi Agregat Kelas B 3	9,00	9,00	9,00	62,97	62,97	62,97
DIV. VI	PEKERJAAN PERKERASAN ASPAL						
21	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi 1	23,35	23,35	23,35	163,44	163,44	163,44
22	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi 2	131,21	131,21	131,21	918,44	918,44	918,44
23	Lapis Penetrasi Macadam 1	2,07	2,07	2,07	14,48	14,48	14,48
24	Lapis Penetrasi Macadam 2	3,85	3,85	3,85	26,95	26,95	26,95
25	Lapis Penetrasi Macadam 3	5,61	5,61	5,61	39,27	39,27	39,27
DIV. VII	PEKERJAAN STRUKTUR						
26	Beton Struktur $f_c' = 20 \text{ Mpa } 1$	0,41	0,41	0,41	2,90	2,90	2,90
27	Beton Struktur $f_c' = 20 \text{ Mpa } 2$	0,40	0,40	0,40	2,82	2,82	2,82
28	Beton Struktur $f_c' = 20 \text{ Mpa } 3$	0,48	0,48	0,48	3,35	3,35	3,35
29	Beton Struktur $f_c' = 20 \text{ Mpa } 4$	0,31	0,31	0,31	2,17	2,17	2,17
30	Baja Tulangan Polos Bj/TP 280 1	32,85	-	32,85	229,94	-	229,94
31	Baja Tulangan Polos Bj/TP 280 2	27,93	-	27,93	195,48	-	195,48
32	Baja Tulangan Bj/TS 420 A 1	13,13	-	13,13	91,92	-	91,92
33	Baja Tulangan Bj/TS 420 A 2	13,79	-	13,79	96,50	-	96,50
34	Pasangan Batu 1	0,36	0,36	0,36	2,52	2,52	2,52
35	Pasangan Batu 2	2,89	2,89	2,89	20,23	20,23	20,23
36	Pasangan Batu 3	0,31	0,31	0,31	2,20	2,20	2,20
37	Pasangan Batu 4	0,34	0,34	0,34	2,40	2,40	2,40
38	Pasangan Batu 5	4,69	4,69	4,69	32,81	32,81	32,81
39	Pasangan Batu 6	0,69	0,69	0,69	4,84	4,84	4,84
40	Pasangan Batu 7	1,90	1,90	1,90	13,32	13,32	13,32
41	Pasangan Batu 8	1,35	1,35	1,35	9,42	9,42	9,42
42	Pasangan Batu 9	0,37	0,37	0,37	2,59	2,59	2,59
43	Pasangan Batu 10	0,45	0,45	0,45	3,15	3,15	3,15
44	Pasangan Batu 11	1,38	1,38	1,38	9,65	9,65	9,65
45	Pasangan Batu 12	0,17	0,17	0,17	1,22	1,22	1,22

Sumber : Lampiran IV.5

Jumlah peralatan adalah banyaknya peralatan yang digunakan dalam satu item pekerjaan, yang merupakan perbandingan antara produksi minimum dari item pekerjaan dengan produksi alat yang ada pada item pekerjaan yang sama dan jumlah alat dapat dihitung menggunakan persamaan 2.29  $J_a = Q_M/Q_P$ .

Contoh :

Diketahui produksi pada pekerjaan galian untuk selokan drainase dan saluran air, diperoleh produksi excavator 1,86 M3/jam atau 13,05 M3/hari, produksi dump truck 1,86 M3/jam atau 13,05 M3/hari dan produksi minimum 1,86 M3/jam atau 13,05 M3/hari

Penyelesaian:

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

$$\text{Jumlah Excavator} \quad = 1,86 / 1,86 = 1 \text{ unit}$$

$$\text{Jumlah Dump Truck} \quad = 1,86 / 1,86 = 1 \text{ unit}$$

Perhitungan jumlah alat pada pekerjaan galian untuk selokan drainase dan saluran air, diperoleh produksi excavator 1 unit dan dump truck 1 unit. Untuk lebih jelasnya rangkuman jumlah alat dapat dilihat pada tabel 4.7.

**Tabel 4.7 Jumlah Peralatan**

No. Div	Item Pekerjaan	Produksi	Produksi	Produksi Minimum (m <sup>3</sup> /jam)	Jumlah Peralatan
		(m <sup>3</sup> /jam)	(m <sup>3</sup> /hr)		
a	b	d = (1/c)	f = e x d	e	f = e/d
DIV.II	PEKERJAAN DRAINASE				
1	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran Air			1,86	
	Excavator	1,86	13,05		1
	Dump Truck	1,86	13,05		1,00
2	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran Air			8,73	
	Excavator	8,73	61,10		1,00
	Dump Truck	8,73	61,10		1,00
3	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran Air			0,64	
	Excavator	0,64	4,50		1,00
	Dump Truck	0,64	4,50		1,00
4	Galian untuk Drainase Selokan dan Saluran Air			12,07	
	Excavator	12,07	84,51		1,00
	Dump Truck	12,07	84,51		1,00
5	Pasangan Batu dengan Mortar			1,14	
	Conc. Mixer	1,14	7,95		1,00
	Water Tank Truck	1,14	7,95		1,00
6	Pasangan Batu dengan Mortar			1,68	
	Conc. Mixer	1,68	11,76		1,00
	Water Tank Truck	1,68	11,76		1,00
7	Pasangan Batu dengan Mortar			1,28	
	Conc. Mixer	1,28	8,99		1,00
	Water Tank Truck	1,28	8,99		1,00
8	Pasangan Batu dengan Mortar			1,11	
	Conc. Mixer	1,11	7,75		1,52
	Water Tank Truck	1,11	7,75		1,52
9	Pasangan Batu dengan Mortar			0,79	
	Conc. Mixer	0,79	5,53		1,00
	Water Tank Truck	0,79	5,53		1,00

**Lanjutan Tabel 4.7 Jumlah Peralatan**

DIV. III	PEKERJAAN TANAH				
10	Timbunan Biasa dari Sumber Galian			2,39	
	Wheel Loader	2,39	16,74		1,00
	Dump Truck	2,39	16,74		1,00
	Motor Grader	2,39	16,74		1,00
	Vibro Roller	2,39	16,74		1,00
	Water Tanker	2,39	16,74		1,00
11	Timbunan Biasa dari Sumber Galian			1,80	
	Wheel Loader	1,80	12,59		1,00
	Dump Truck	1,80	12,59		1,00
	Motor Grader	1,80	12,59		1,00
	Vibro Roller	1,80	12,59		1,00
	Water Tanker	1,80	12,59		1,00
12	Timbunan Biasa dari Sumber Galian			3,54	
	Wheel Loader	3,54	24,78		1,00
	Dump Truck	3,54	24,78		1,00
	Motor Grader	3,54	24,78		1,00
	Vibro Roller	3,54	24,78		1,00
	Water Tanker	3,54	24,78		1,00
13	Timbunan Biasa dari Sumber Galian			16,55	
	Wheel Loader	16,55	115,87		1,00
	Dump Truck	16,55	115,87		1,00
	Motor Grader	16,55	115,87		1,00
	Vibro Roller	16,55	115,87		1,00
	Water Tanker	16,55	115,87		1,00
14	Timbunan Biasa dari Sumber Galian			4,10	
	Wheel Loader	4,10	28,69		1,00
	Dump Truck	4,10	28,69		1,00
	Motor Grader	4,10	28,69		1,00
	Vibro Roller	4,10	28,69		1,00
	Water Tanker	4,10	28,69		1,00
15	Timbunan Pilihan dari Sumber Galian			5,58	
	Wheel Loader	5,58	39,06		1,00
	Dump Truck	5,58	39,06		1,00
	Motor Grader	5,58	39,06		1,00
	Vibro Roller	5,58	39,06		1,00
	Water Tanker	5,58	39,06		1,00
16	Timbunan Pilihan dari Sumber Galian			12,96	
	Wheel Loader	12,96	90,74		1,00
	Dump Truck	12,96	90,74		1,00
	Motor Grader	12,96	90,74		1,00
	Vibro Roller	12,96	90,74		1,00
	Water Tanker	12,96	90,74		1,00
17	Timbunan Pilihan dari Sumber Galian	0,00	0,00	8,05	
	Wheel Loader	8,05	56,33		1,00
	Dump Truck	8,05	56,33		1,00
	Motor Grader	8,05	56,33		1,00
	Vibro Roller	8,05	56,33		1,00
	Water Tanker	8,05	56,33		1,00
DIV. V	PEKERJAAN PERKERASAN BERBUTIR				
18	Lapis Pondasi Agregat Kelas B			5,09	
	Wheel Loader	5,09	35,65		1,00
	Dump Truck	5,09	35,65		1,00
	Motor Grader	5,09	35,65		1,00
	Vibrator Roller	5,09	35,65		1,00
	Water Tanker	5,09	35,65		1,00
19	Lapis Pondasi Agregat Kelas B			11,86	
	Wheel Loader	11,86	83,04		1,00
	Dump Truck	11,86	83,04		1,00
	Motor Grader	11,86	83,04		1,00
	Vibrator Roller	11,86	83,04		1,00
	Water Tanker	11,86	83,04		1,00
20	Lapis Pondasi Agregat Kelas B			9,00	
	Wheel Loader	9,00	62,97		1,00
	Dump Truck	9,00	62,97		1,00
	Motor Grader	9,00	62,97		1,00
	Vibrator Roller	9,00	62,97		1,00
	Water Tanker	9,00	62,97		1,00

**Lanjutan Tabel 4.7 Jumlah Peralatan**

DIV. VI	PEKERJAAN PERKERASAN ASPAL				
21	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi			23,35	
	Asp. Sprayer	23,35	163,44		1,00
	Compressor	23,35	163,44		1,00
22	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi			131,21	
	Asp. Sprayer	131,21	918,44		1,00
	Compressor	131,21	918,44		1,00
23	Lapis Penetrasi Macadam			2,07	
	Wheel Loader	2,07	14,48		1,00
	Dump Truck 1	2,07	14,48		1,00
	Dump Truck 2	2,07	14,48		1,00
	Dump Truck 3	2,07	14,48		1,00
	Tandem Roller	2,07	14,48		1,00
	Asphal Distributor	2,07	14,48		1,00
24	Lapis Penetrasi Macadam			3,85	
	Wheel Loader	3,85	26,95		1,00
	Dump Truck 1	3,85	26,95		1,00
	Dump Truck 2	3,85	26,95		1,00
	Dump Truck 3	3,85	26,95		1,00
	Tandem Roller	3,85	26,95		1,00
	Asphal Distributor	3,85	26,95		1,00
25	Lapis Penetrasi Macadam	0,00	0,00	5,61	
	Wheel Loader	5,61	39,27		1,00
	Dump Truck 1	5,61	39,27		1,00
	Dump Truck 2	5,61	39,27		1,00
	Dump Truck 3	5,61	39,27		1,00
	Tandem Roller	5,61	39,27		1,00
	Asphal Distributor	5,61	39,27		1,00
DIV. VII	PEKERJAAN STRUKTUR				
26	Beton Struktur $f_c' = 20 \text{ Mpa}$			0,41	
	Concrete Pan Mixer	0,41	2,90		1,00
	Truck Mixer	0,41	2,90		1,00
	Concrete Vibrator	0,41	2,90		1,00
	Water Tanker	0,41	2,90		1,00
27	Beton Struktur $f_c' = 20 \text{ Mpa}$			0,40	
	Concrete Pan Mixer	0,40	2,82		1,00
	Truck Mixer	0,40	2,82		1,00
	Concrete Vibrator	0,40	2,82		1,00
	Water Tanker	0,40	2,82		1,00
28	Beton Struktur $f_c' = 20 \text{ Mpa}$			0,48	
	Concrete Pan Mixer	0,48	3,35		1,00
	Truck Mixer	0,48	3,35		1,00
	Concrete Vibrator	0,48	3,35		1,00
	Water Tanker	0,48	3,35		1,00
29	Beton Struktur $f_c' = 20 \text{ Mpa}$			0,31	
	Concrete Pan Mixer	0,31	2,17		1,00
	Truck Mixer	0,31	2,17		1,00
	Concrete Vibrator	0,31	2,17		1,00
	Water Tanker	0,31	2,17		1,00
30	Baja Tulangan Polos BjTP 280			32,85	
	-	-	-		-
31	Baja Tulangan Polos BjTP 280			27,93	
	-	-	-		-
32	Baja Tulangan BjTS 420 A			13,13	
	-	-	-		-
33	Baja Tulangan BjTS 420 A			13,79	
	-	-	-		-

**Lanjutan Tabel 4.7 Jumlah Peralatan**

34	Pasangan Batu			0,36	
	Conc. Mixer	0,36	2,52		1,00
	Water Tanker	0,36	2,52		1,00
35	Pasangan Batu			2,89	
	Conc. Mixer	2,89	20,23		1,00
	Water Tanker	2,89	20,23		1,00
36	Pasangan Batu			0,31	
	Conc. Mixer	0,31	2,20		1,00
	Water Tanker	0,31	2,20		1,00
37	Pasangan Batu			0,34	
	Conc. Mixer	0,34	2,40		1,00
	Water Tanker	0,34	2,40		1,00
38	Pasangan Batu			4,69	
	Conc. Mixer	4,69	32,81		1,00
	Water Tanker	4,69	32,81		1,00
39	Pasangan Batu			0,69	
	Conc. Mixer	0,69	4,84		1,00
	Water Tanker	0,69	4,84		1,00
40	Pasangan Batu			1,90	
	Conc. Mixer	1,90	13,32		1,00
	Water Tanker	1,90	13,32		1,00
41	Pasangan Batu			1,35	
	Conc. Mixer	1,35	9,42		1,00
	Water Tanker	1,35	9,42		1,00
42	Pasangan Batu			0,37	
	Conc. Mixer	0,37	2,59		1,00
	Water Tanker	0,37	2,59		1,00
43	Pasangan Batu			0,45	
	Conc. Mixer	0,45	3,15		1,00
	Water Tanker	0,45	3,15		1,00
44	Pasangan Batu			1,38	
	Conc. Mixer	1,38	9,65		1,00
	Water Tanker	1,38	9,65		1,00
45	Pasangan Batu			0,17	
	Conc. Mixer	0,17	1,22		1,00
	Water Tanker	0,17	1,22		1,00

**Sumber : Hasil Perhitungan**

#### **4.4. Waktu Penyelesaian**

Waktu penyelesaian merupakan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu kegiatan atau item pekerjaan. Waktu penyelesaian dapat dihitung menggunakan persamaan 2.30  $W = (V / Q_M)$  yaitu volume pekerjaan dibagi dengan produksi minimum normal pekerjaan tersebut.

Contoh:

Pekerjaan galian untuk selokan drainase dan saluran air memiliki volume 104,40 M<sup>3</sup> dengan produksi minimum normal sebesar 13,05 M<sup>3</sup>/hari

Penyelesaian:

$$W = (V / Q_M)$$

$$W = (104,40 / 13,05)$$

$$W = 8 \text{ hari}$$



Berdasarkan hasil perhitungan waktu penyelesaian untuk dapat menyelesaikan pekerjaan galian untuk selokan drainase dan saluran air dengan volume 104,40 M<sup>3</sup> membutuhkan waktu sebanyak 8 hari untuk menyelesaikan pekerjaan galian untuk selokan drainase dan saluran air. Pembulatan waktu penyelesaian keatas karena berdasarkan jangka waktu pelaksanaan dalam satuan hari maka waktu penyelesaian item pekerjaan kurang dari satu hari maka dianggap satu hari. Rangkuman perhitungan yang lebih jelas mengenai waktu penyelesaian dapat dilihat pada tabel 4.8.

**Tabel 4.8 Waktu Penyelesaian**

No. Div	Item Pekerjaan	Satuan	Volume	Produksi Minimum	Waktu penyelesaian (Hari)	
				(m <sup>3</sup> /hari)	Hasil	Pembulatan
a	b	c	d	e	f = d/e	g
<b>DIV. II</b>	<b>DIVISI 2. PEKERJAAN DRAINASE</b>					
1	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air 1	M <sup>3</sup>	104,40	13,05	8,00	8
2	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air 2	M <sup>3</sup>	366,60	61,10	6,00	6
3	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air 3	M <sup>3</sup>	4,50	4,50	1,00	1
4	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air 4	M <sup>3</sup>	507,05	84,51	6,00	6
5	Pasangan Batu dengan Mortar 1	M <sup>3</sup>	31,80	7,95	4,00	4
6	Pasangan Batu dengan Mortar 2	M <sup>3</sup>	388,24	11,76	33,00	33
7	Pasangan Batu dengan Mortar 3	M <sup>3</sup>	89,85	8,99	10,00	1
8	Pasangan Batu dengan Mortar 4	M <sup>3</sup>	23,26	7,75	3,00	3
9	Pasangan Batu dengan Mortar 5	M <sup>3</sup>	149,39	5,53	27,00	27
<b>DIV. III</b>	<b>DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH</b>					
10	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 1	M <sup>3</sup>	83,70	16,74	5,00	5
11	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 2	M <sup>3</sup>	100,69	12,59	8,00	8
12	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 3	M <sup>3</sup>	198,21	24,78	8,00	8
13	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 4	M <sup>3</sup>	811,09	115,87	7,00	7
14	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 5	M <sup>3</sup>	86,07	28,69	3,00	3
15	Timbunan Pilihan dari Sumber Galian 1	M <sup>3</sup>	195,30	39,06	5,00	5
16	Timbunan Pilihan dari Sumber Galian 2	M <sup>3</sup>	3.448,15	90,74	38,00	38
17	Timbunan Pilihan dari Sumber Galian 3	M <sup>3</sup>	957,61	56,33	17,00	17
<b>DIV. V</b>	<b>PEKERJAAN PERKERASAN BERBUTIR</b>					
18	Lapis Pondasi Agregat Kelas B 1	M <sup>3</sup>	356,47	35,65	10,00	10
19	Lapis Pondasi Agregat Kelas B 2	M <sup>3</sup>	4.069,19	83,04	49,00	49
20	Lapis Pondasi Agregat Kelas B 3	M <sup>3</sup>	566,71	62,97	9,00	9
<b>DIV. VI</b>	<b>PEKERJAAN PERKERASAN ASPAL</b>					
21	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi 1	Liter	1.144,08	163,44	7,00	7
22	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi 2	Liter	32.145,39	918,44	35,00	35
23	Lapis Penetrasi Macadam 1	M <sup>3</sup>	101,33	14,48	7,00	7
24	Lapis Penetrasi Macadam 2	M <sup>3</sup>	269,51	26,95	10,00	10
25	Lapis Penetrasi Macadam 3	M <sup>3</sup>	1.256,66	39,27	32,00	32
<b>DIV. VII</b>	<b>PEKERJAAN STRUKTUR</b>					
26	Beton Struktur $f_c' = 20 \text{ Mpa } 1$	M <sup>3</sup>	2,90	2,90	1,00	1
27	Beton Struktur $f_c' = 20 \text{ Mpa } 2$	M <sup>3</sup>	2,82	2,82	1,00	1
28	Beton Struktur $f_c' = 20 \text{ Mpa } 3$	M <sup>3</sup>	16,76	3,35	5,00	5
29	Beton Struktur $f_c' = 20 \text{ Mpa } 4$	M <sup>3</sup>	2,17	2,17	1,00	1
30	Baja Tulangan Polos BjTP 280 1	Kg	689,83	229,94	3,00	3
31	Baja Tulangan Polos BjTP 280 2	Kg	1.954,82	195,48	10,00	10
32	Baja Tulangan BjTS 420 A 1	Kg	275,75	91,92	3,00	3
33	Baja Tulangan BjTS 420 A 2	Kg	965,00	96,50	10,00	10
34	Pasangan Batu 1	M <sup>3</sup>	2,52	2,52	1,00	1
35	Pasangan Batu 2	M <sup>3</sup>	343,92	20,23	17,00	17
36	Pasangan Batu 3	M <sup>3</sup>	2,20	2,20	1,00	1
37	Pasangan Batu 4	M <sup>3</sup>	2,40	2,40	1,00	1
38	Pasangan Batu 5	M <sup>3</sup>	229,67	32,81	7,00	7
39	Pasangan Batu 6	M <sup>3</sup>	4,84	4,84	1,00	1
40	Pasangan Batu 7	M <sup>3</sup>	119,88	13,32	9,00	9
41	Pasangan Batu 8	M <sup>3</sup>	94,16	9,42	10,00	10
42	Pasangan Batu 9	M <sup>3</sup>	2,59	2,59	1,00	1
43	Pasangan Batu 10	M <sup>3</sup>	3,15	3,15	1,00	1
44	Pasangan Batu 11	M <sup>3</sup>	9,65	9,65	1,00	1
45	Pasangan Batu 12	M <sup>3</sup>	22,02	1,22	18,00	18

Sumber : Lampiran IV.6

## 4.5. Menyusun Network Diagram

### 4.5.1. Pemecahan Kegiatan

Dalam pembuatan diagram jaringan kerja, penguraian proyek menjadi kegiatan-kegiatan seperti yang tercantum dalam RAB proyek yang dianalisa masih belum memadai, maka oleh karena itu kegiatan-kegiatan tersebut akan dipecah-pecahkan sedemikian rupa sehingga dapat dihubungkan menjadi diagram jaringan kerja. Pemecahan kegiatan ini didasarkan pada asumsi pada penerapan di lapangan suatu pekerjaan atau kegiatan yang sebelumnya merupakan hubungan seri dapat dijadikan paralel. Misalnya suatu pekerjaan atau kegiatan dapat dipecah menjadi 2 atau 3 bagian sehingga setelah pekerjaan pertama selesai dapat dilanjutkan dengan pekerjaan yang mengikutinya tanpa harus menunggu pekerjaan sebelumnya selesai dan disaat yang bersamaan pekerjaan yang sebelumnya dapat melanjutkan sisa pekerjaannya. Hal ini dilakukan guna untuk pengontrolan pekerjaan menjadi lebih mudah dan waktu penyelesaian proyek yang terlalu lama.

Pada Proyek Peningkatan Jalan Desa Buraen-Ebraun, Kec. Amarasi Selatan, Provinsi Nusa Tenggara Timur dengan panjang segmen 9.300 m. Keseluruhan item pekerjaan dan pemecahan volumenya dapat dilihat pada tabel 4.9 rangkuman pemecahan volume laporan harian.

**Tabel 4.9 rangkuman pemecahan volume laporan harian**

No a	Item Pekerjaan b	Satuan c	Simbol d	Volume Awal e	Volume Pecah f	Keterangan Hari/Tanggal g
<b>DIV. I</b>	<b>DIVISI 1. UMUM</b>					
1	Mobilisasi dan Demobilisasi	Ls		1,00	1,00	
2	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas					
3	Keselamatan dan Kesehatan Kerja					
<b>DIV.II</b>	<b>DIVISI 2. PEKERJAAN DRAINASE</b>					
4	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	M <sup>3</sup>	A1	982,56	104,40	12/07 - 21/07
			A2		366,60	29/07 - 05/08
			A3		4,50	12/08/22
			A4		507,05	19/08 - 25/08
5	Pasangan Batu dengan Mortar	M <sup>3</sup>	B1	682,54	31,80	05/08 - 09/08
			B2		388,24	12/08 - 29/09
			B3		89,85	03/10 - 15/10
			B4		23,26	21/10 - 24/10
			B5		149,39	28/10 - 28/11
<b>DIV. III</b>	<b>DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH</b>					
6	Timbunan Biasa dari Sumber Galian	M <sup>3</sup>	C1	1279,76	83,70	22/07 - 27/07
			C2		100,69	12/08 - 23/08
			C3		198,21	26/08 - 06/09
			C4		811,09	16/09 - 23/09
			C5		86,07	30/09 - 03/10

Lanjutan tabel 4.9 rangkuman pemecahan volume laporan harian

7	Timbunan Pilihan dari Sumber Galian	M <sup>3</sup>	D1	4601,06	195,30	23/07 - 28/07
			D2		3448,15	12/08 - 03/10
			D3		957,61	03/10 - 28/10
<b>DIV. V PEKERJAAN PERKERASAN BERBUTIR</b>						
8	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	M <sup>3</sup>	E1	4992,38	356,47	05/08 - 16/08
			E2		4069,19	19/08 - 15/10
			E3		566,71	18/10 - 28/10
<b>DIV. VI PEKERJAAN PERKERASAN ASPAL</b>						
9	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	Liter	F1	33289,5	1144,08	26/08 - 02/09
			F2		32145,39	10/09 - 28/10
10	Lapis Penetrasi Macadam	M <sup>3</sup>	G1	1627,5	101,33	26/08 - 02/09
			G2		269,51	10/09 - 22/09
			G3		1256,66	29/09 - 04/11
11	Lapis Penetrasi Macadam(Timpang)	M <sup>4</sup>		42,8	42,80	
<b>DIV. VII PEKERJAAN STRUKTUR</b>						
12	Beton Struktur $f_c' = 20 \text{ Mpa}$	M <sup>3</sup>	H1	24,64	2,90	09/09/22
			H2		2,82	13/09/22
			H3		16,76	17/09 - 23/09
			H4		2,17	28/09/22
13	Baja Tulangan Polos BjTP 280	Kg	I1	2861,53	689,83	09/09 - 12/09
			I2		1954,82	16/09 - 27/09
14	Baja Tulangan BjTS 420 A	Kg	J1	1240,75	275,75	09/09 - 12/09
			J2		965,00	16/09 - 27/09
15	Pasangan Batu	M <sup>3</sup>	K1	837,01	2,52	16/07/22
			K2		343,92	22/07 - 11/08
			K3		2,20	15/08/22
			K4		2,40	22/08/22
			K5		229,67	26/08 - 03/09
			K6		4,84	12/09/22
			K7		119,88	16/09 - 26/09
			K8		94,16	30/09 - 11/10
			K9		2,59	15/10/22
			K10		3,15	24/10/22
			K11		9,65	28/10/22
			K12		22,02	05/11 - 25/11

**Sumber: Hasil Analisa**

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

**Tabel 4.10 Hubungan Antar Kegiatan Setelah Pemecah Kegiatan**

No a	Item Pekerjaan b	Satuan c	Simbol d	Kegiatan Setelahnnya e
<b>DIV. II DIVISI 2. PEKERJAAN DRAINASE</b>				
1	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	M <sup>3</sup>	A1	C1
			A2	B1,E1
			A3	K3
			A4	C3,K5
2	Pasangan Batu dengan Mortar	M <sup>3</sup>	B1	A3,B2,C2,D2
			B2	C5,E2,D2
			B3	B4,E3
			B4	B5
			B5	-
<b>DIV. III DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH</b>				
3	Timbunan Biasa dari Sumber Galian	M <sup>3</sup>	C1	A2
			C2	C3,K5
			C3	J1,F2
			C4	J2
			C5	B3,K8,D3,G3
4	Timbunan Pilihan dari Sumber Galian	M <sup>3</sup>	D1	A2
			D2	B3,K8,D3,G3
			D3	K11
<b>DIV. V PEKERJAAN PERKERASAN BERBUTIR</b>				
5	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	M <sup>3</sup>	E1	A4,E2,K4
			E2	B3,K8,D3,G3
			E3	K11
<b>DIV. VI PEKERJAAN PERKERASAN ASPAL</b>				
6	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	Liter	F1	H1
			F2	K11
7	Lapis Penetrasi Macadam	M <sup>3</sup>	G1	I1
			G2	J2
			G3	K12
8	Lapis Penetrasi Macadam(Timpang)	M <sup>4</sup>		
<b>DIV. VII PEKERJAAN STRUKTUR</b>				
9	Beton Struktur $f_c' = 20 \text{ Mpa}$	M <sup>3</sup>	H1	K6
			H2	C4,I2,K7
			H3	H4,B2
			H4	C5,E2,D2
10	Baja Tulangan Polos BjTP 280	Kg	I1	H2,G2
			I2	H4,B2
11	Baja Tulangan BjTS 420 A	Kg	J1	H2,G2
			J2	H4,B2
12	Pasangan Batu	M <sup>3</sup>	K1	D5
			K2	A3,B2,C2,D2
			K3	K4,A4,E2,C2
			K4	F1,G1,K5
			K5	J1,F2
			K6	H2,G2
			K7	H5
			K8	K9
			K9	K10,E3,F2,D3
			K10	K11,G3
			K11	K12
			K12	-

Sumber: Hasil Analisa

#### 4.5.2. Perhitungan Waktu Penyelesaian Akibat Pemecah Kegiatan

Pembagian atau pemecahan kegiatan mengakibatkan volume item pekerjaan mengalami perubahan, sehingga waktu penyelesaian kegiatan juga mengalami perubahan. Waktu penyelesaian untuk tiap-tiap kegiatan merupakan besarnya waktu yang diharapkan untuk

menyelesaikan kegiatan-kegiatan tersebut. Waktu pelaksanaan ini didapat berdasarkan laporan harian.

Rangkuman hasil perhitungan waktu penyelesaian akibat pemecahan kegiatan dapat dilihat pada tabel 4.11.

**Tabel 4.11 Waktu Penyelesaian Akibat Pemecahan Kegiatan**

No a	Item Pekerjaan b	Satuan c	Simbol d	Volume Pecah e	Produksi (Unit/hari) f	Waktu Penyelesaian (Hari) g = e/f
<b>DIV. II DIVISI 2. PEKERJAAN DRAINASE</b>						
4	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	M <sup>3</sup>	A1	104,399	13,05	8
			A2	366,601	61,10	6
			A3	4,502	4,50	1
			A4	507,054	84,51	6
5	Pasangan Batu dengan Mortar	M <sup>3</sup>	B1	31,800	7,95	4
			B2	388,240	11,76	33
			B3	89,853	8,99	10
			B4	23,260	7,75	3
			B5	149,389	5,53	27
<b>DIV. III DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH</b>						
6	Timbunan Biasa dari Sumber Galian	M <sup>3</sup>	C1	83,700	16,74	5
			C2	100,694	12,59	8
			C3	198,205	24,78	8
			C4	811,091	115,87	7
			C5	86,067	28,69	3
7	Timbunan Pilihan dari Sumber Galian	M <sup>3</sup>	D1	195,299	39,06	5
			D2	3448,147	90,74	38
			D3	957,609	56,33	17
<b>DIV. V PEKERJAAN PERKERASAN BERBUTIR</b>						
8	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	M <sup>3</sup>	E1	356,473	35,65	10
			E2	4069,193	83,04	49
			E3	566,709	62,97	9
<b>DIV. VI PEKERJAAN PERKERASAN ASPAL</b>						
9	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	Liter	F1	1144,082	163,44	7
			F2	32145,391	918,44	35
10	Lapis Penetrasi Macadam	M <sup>3</sup>	G1	101,330	14,48	7
			G2	269,510	26,95	10
			G3	1256,658	39,27	32
<b>DIV. VII PEKERJAAN STRUKTUR</b>						
12	Beton Struktur $f_c' = 20 \text{ Mpa}$	M <sup>3</sup>	H1	2,900	2,90	1
			H2	2,820	2,82	1
			H3	16,755	3,35	5
			H4	2,165	2,17	1
13	Baja Tulangan Polos BjTP 280	Kg	I1	689,830	229,94	3
			I2	1954,815	195,48	10
14	Baja Tulangan BjTS 420 A	Kg	J1	275,747	91,92	3
			J2	965,002	96,50	10
15	Pasangan Batu	M <sup>3</sup>	K1	2,520	2,52	1
			K2	343,924	20,23	17
			K3	2,200	2,20	1
			K4	2,400	2,40	1
			K5	229,670	32,81	7
			K6	4,840	4,84	1
			K7	119,879	13,32	9
			K8	94,158	9,42	10
			K9	2,590	2,59	1
			K10	3,150	3,15	1
			K11	9,650	9,65	1
			K12	22,024	1,22	18

Sumber : Lampiran IV.7

## 4.6. Menentukan Jalur Kritis

### 4.6.1. Membuat Diagram Kerja dan Menentukan Jalur Kritis

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

Jangka waktu untuk menyelesaikan seluruh kegiatan proyek Peningkatan Jalan Desa Buraen-Ebraun, Kec. Amarasi Selatan, Provinsi Nusa Tenggara Timur adalah 143 hari kalender yakni dari tanggal 03 Juni 2022 sampai dengan 28 November 2022.

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

**Tabel 4.12 Perhitungan Jumlah Hari Minggu, Hari Libur**

Hari Kalender	Bulan	Hari Minggu	Hari Libur	Jumlah
29	JUN	4	3	7
31	JUL	5	2	7
31	AGUS	4	4	8
30	SEP	4	3	7
31	OKT	5	2	7
27	NOV	4	3	7
				43
Hari Kerja Efektif				105

**Sumber: Hasil Analisa**

Berdasarkan perhitungan tabel 4.12, maka hari kerja efektif adalah  $143 - 43 = 105$  hari. Dalam perhitungan selanjutnya hari kerja efektif ini merupakan waktu pelaksanaan yang ditargetkan untuk menyelesaikan seluruh kegiatan proyek.

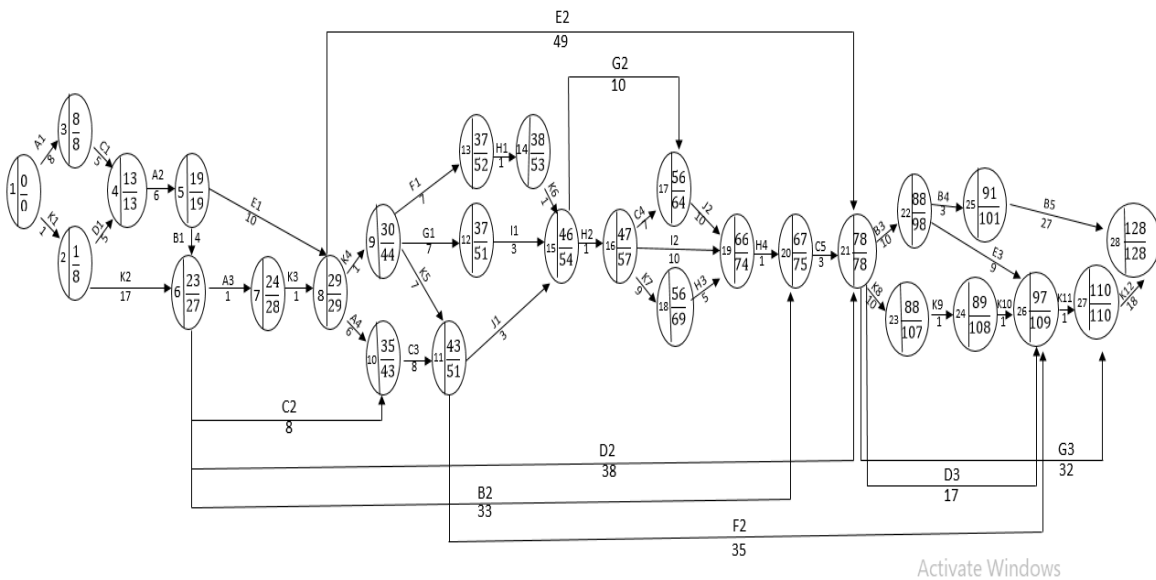
Penggambaran diagram jaringan kerja dapat dilihat pada gambar 4.1. sedangkan perhitungan saat paling awal dan saat paling lambat kegiatan dapat dilihat pada tabel 4.13 dan perhitungan *total float*, *free float* dan *independent float* dapat dilihat pada tabel 4.14.

**Tabel 4.13 Perhitungan Saat Paling Awal (SPA) dan Saat Paling Lambat (SPL) Kegiatan**

No	SPA		Rumus		Perhitungan				SPL	Rumus			Perhitungan					
	a	b	c		d					e			g					
1	SPA1	SPA1	=	SPA1	0				SPL28	SPL28	=	SPL28	128					
2	SPA2	SPA1	+	LK1	0	+	1	=	1	SPL27	SPL28	-	LK12	128	-	18	=	110
3	SPA3	SPA1	+	LA1	0	+	8	=	8	SPL26	SPL27	-	LK11	110	-	1	=	109
4	SPA4	SPA2	+	LC1	8	+	5	=	13	SPL25	SPL28	-	LB5	128	-	27	=	101
5	SPA5	SPA4	+	LA2	13	+	6	=	19	SPL24	SPL26	-	LK10	109	-	1	=	108
6	SPA6	SPA5	+	LB1	19	+	4	=	23	SPL23	SPL24	-	LK9	108	-	1	=	107
7	SPA7	SPA5	+	LA3	23	+	1	=	24	SPL22	SPL25	-	LB4	101	-	3	=	98
8	SPA8	SPA6	+	LE1	19	+	10	=	29	SPL21	SPL27	-	LG3	110	-	32	=	78
9	SPA9	SPA8	+	LK4	29	+	1	=	30	SPL20	SPL21	-	LC5	78	-	3	=	75
10	SPA10	SPA8	+	LA4	29	+	6	=	35	SPL19	SPL20	-	LH4	75	-	1	=	74
11	SPA11	SPA10	+	LC3	35	+	8	=	43	SPL18	SPL19	-	LH3	74	-	5	=	69
12	SPA12	SPA9	+	LG1	30	+	7	=	37	SPL17	SPL19	-	LJ2	74	-	10	=	64
13	SPA13	SPA9	+	LF1	30	+	7	=	37	SPL16	SPL17	-	LC4	64	-	7	=	57
14	SPA14	SPA13	+	LH1	37	+	1	=	38	SPL15	SPL17	-	LG2	64	-	10	=	54
15	SPA15	SPA11	+	LJ1	43	+	3	=	46	SPL14	SPL15	-	LK6	54	-	1	=	53
16	SPA16	SPA15	+	LH2	46	+	1	=	47	SPL13	SPL14	-	LH1	53	-	1	=	52
17	SPA17	SPA15	+	LG2	46	+	10	=	56	SPL12	SPL15	-	LI1	54	-	3	=	51
18	SPA18	SPA16	+	LK9	47	+	9	=	56	SPL11	SPL15	-	LJ1	54	-	3	=	51
19	SPA19	SPA18	+	LH3	56	+	10	=	66	SPL10	SPL11	-	LC3	51	-	8	=	43
20	SPA20	SPA19	+	LH4	66	+	1	=	67	SPL9	SPL11	-	LK5	51	-	7	=	44
21	SPA21	SPA8	+	LE2	29	+	49	=	78	SPL8	SPL21	-	LE2	78	-	49	=	29
22	SPA22	SPA21	+	LB3	78	+	10	=	88	SPL7	SPL8	-	LK3	29	-	1	=	28
23	SPA23	SPA21	+	LK8	78	+	10	=	88	SPL6	SPL7	-	LA3	28	-	1	=	27
24	SPA24	SPA23	+	LK9	88	+	1	=	89	SPL5	SPL8	-	LE1	29	-	10	=	19
25	SPA25	SPA22	+	LB4	88	+	3	=	91	SPL4	SPL5	-	LA2	19	-	6	=	13
26	SPA26	SPA22	+	LE3	88	+	9	=	97	SPL3	SPL4	-	LC1	13	-	5	=	8
27	SPA27	SPA21	+	LG3	78	+	32	=	110	SPL2	SPL6	-	LK2	23	-	17	=	6
28	SPA28	SPA27	+	LK12	110	+	18	=	128	SPL1	SPL2	-	LA1	8	-	8	=	0

Sumber : Hasil Analisa

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



**Gambar 4.1 Network Diagram Untuk Waktu Pelaksanaan Normal**

**Tabel 4.14. Perhitungan *Total Float*, *Free Float* dan *Independent Float***

No	Uraian Kegiatan	Simbol Kegiatan	SPL <sub>j</sub>	SPA <sub>j</sub>	L	SPL <sub>i</sub>	SPA <sub>i</sub>	TF	FF	IF
a	b	c	d	e	f	g	h	i=d-f-h	j=e-f-h	k=e-f-g
DIV. II	<b>DIVISI 2. PEKERJAAN DRAINASE</b>									
1	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air 1	A1	8	8	8	0	0	0	0	0
2	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air 2	A2	19	19	6	13	13	0	0	0
DIV. III	<b>DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH</b>									
3	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 1	C1	13	13	5	8	8	0	0	0
DIV. V	<b>PEKERJAAN PERKERASAN BERBUTIR</b>									
4	Lapis Pondasi Agregat Kelas B 1	E1	29	29	10	19	19	0	0	0
5	Lapis Pondasi Agregat Kelas B 2	E2	78	78	49	29	29	0	0	0
DIV. VI	<b>PEKERJAAN PERKERASAN ASPAL</b>									
6	Lapis Penetrasi Macadam 3	G3	110	110	32	78	78	0	0	0
DIV. VII	<b>PEKERJAAN STRUKTUR</b>									
7	Pasangan Batu	K12	128	128	18	110	110	0	0	0

**Sumber : Hasil Analisa**

Berdasarkan gambar 4.1 waktu pelaksanaan proyek yang dihasilkan yaitu 128 hari. Berdasarkan hasil yang diperoleh bahwa waktu pelaksanaan proyek yang dihasilkan oleh diagram jaringan kerja lebih besar dari waktu pelaksanaan proyek yang ditargetkan yaitu 105 hari. Hal ini mengakibatkan keterlambatan terhadap pelaksanaan proyek. Oleh karena itu solusi yang digunakan untuk mengurangi waktu pelaksanaan proyek, yaitu dengan cara menambah kelompok tenaga kerja dan peralatan pada item – item pekerjaan yang berada dalam jalur kritis. Penambahan kelompok kerja pada jalur kritis dikarenakan jalur kritis adalah jalur yang paling lama waktu pelaksanaannya. Untuk pembuktian item-item pekerjaan tersebut termasuk dalam jalur kritis dapat dilihat pada tabel 4.14 dimana suatu item pekerjaan disebut kritis apabila *Total Float*, *Free Float* dan *Independent Float* sama dengan nol.

Peristiwa kritis adalah peristiwa yang tidak mempunyai tenggang waktu kegiatan, atau peristiwa yang mempunyai SPA sama dengan SPL. Pekerjaan kritis adalah kegiatan atau pekerjaan yang paling sensitif terhadap keterlambatan. Suatu kegiatan disebut kritis bila terletak diantara dua peristiwa kritis. Jalur atau lintasan kritis adalah jalur atau lintasan yang terdiri dari kegiatan-kegiatan kritis. Ketentuan sebuah jalur kritis yaitu umur jalur kritis sama dengan umur proyek dan jalur kritis adalah jalur yang paling lama masa pelaksanaan dari semua jalur. Berdasarkan gambar 4.1 maka peristiwa kritis, kegiatan kritis dan lintasan kritis dapat diketahui. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.15 dan tabel 4.16 pembuktian jalur kritis.



**Tabel 4.15 Peristiwa Kritis, Kegiatan Kritis, dan Lintasan Kritis**

Peristiwa kritis	Kegiatan kritis	Lintasan Kritis
A	B	C
1,3,4,5,8,21,27,28	A1,C1,A2,E1,E2,G3,K12	1-A1-3-C1-4-A2-5-E1-8-E2-21-G3-27-K12-28

Sumber : Hasil Analisa

**Tabel 4.16 Pembuktian Lintasan kritis**

No	Uraian Kegiatan	Simbol Kegiatan	Waktu Penyelesaian (hari)
a	b	c	d
1	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air 1	A1	8
2	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air 2	A2	6
3	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 1	C1	5
4	Lapis Pondasi Agregat Kelas B 1	E1	10
5	Lapis Pondasi Agregat Kelas B 2	E2	49
6	Lapis Penetrasi Macadam 3	G3	32
7	Pasangan Batu	K12	18
	<b>Total</b>		<b>128</b>

Sumber : Hasil Analisa

#### 4.7. Evaluasi Jalur Kritis

Dari hasil analisa perhitungan waktu penyelesaian menggunakan metode jalur kritis maka dibuat kontrol terhadap hari kerja efektif yang ada didalam kontrak proyek, dimana waktu penyelesaian (umur proyek) harus lebih kecil atau sama dengan hari kerja efektif. Saat paling akhir peristiwa akhir merupakan waktu pelaksanaan proyek yang dihasilkan yakni 128 hari. Berdasarkan hasil yang diperoleh bahwa diagram jaringan kerja yang dibuat tidak memenuhi syarat, sebab waktu pelaksanaan yang dihasilkan lebih besar dari waktu pelaksanaan proyek yang ditargetkan yaitu 105 hari.

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

#### 4.7.1. Penambahan Kelompok Kerja Tahap 1

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

Penambahan kelompok kerja mengakibatkan perubahan produktivitas sumber daya baik itu produksi tenaga kerja, namun tidak semua produksi tenaga kerja mengalami perubahan dikarenakan penambahan kelompok kerja tidak pada semua item pekerjaan. Rangkuman perubahan produksi tenaga kerja, alat, produksi minimum akibat penambahan kelompok kerja dapat dilihat pada tabel 4.17, tabel. Sedangkan rangkuman perubahan waktu penyelesaian akibat penambahan kelompok kerja dan tidak mengalami penambahan kelompok kerja dapat dilihat pada tabel 4.18.

**Tabel 4.17 Tahap 1 Produksi Tenaga Kerja Akibat Penambahan Kelompok Tenaga Kerja**

No. Div	Item Pekerjaan	Produksi Minimum (m <sup>3</sup> /hari)		Produksi Minimum (m <sup>3</sup> /hari)	Penambahan Kelompok Kerja	Produksi Minimum (m <sup>3</sup> /hari)		Produksi Minimum (m <sup>3</sup> /hari)
		Tenaga Kerja	Peralatan			Tenaga Kerja	Peralatan	
a	b	c	d	e	f	g = c*f	h = d*f	i
<b>DIV. II</b>	<b>DIVISI 2. PEKERJAAN DRAINASE</b>							
1	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air 1	13,05	13,05	13,05	1,00	13,05	13,05	13,05
2	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air 2	61,10	61,10	61,10	2,00	122,20	122,20	122,20
<b>DIV. III</b>	<b>DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH</b>							
3	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 1	16,74	16,74	16,74	2,00	33,48	33,48	33,48
<b>DIV. V</b>	<b>PEKERJAAN PERKERASAN BERBUTIR</b>							
4	Lapis Pondasi Agregat Kelas B 1	35,65	35,65	35,65	1,00	35,65	35,65	35,65
5	Lapis Pondasi Agregat Kelas B 2	83,04	83,04	83,04	2,00	166,09	166,09	166,09
<b>DIV. VI</b>	<b>PEKERJAAN PERKERASAN ASPAL</b>							
6	Lapis Penetrasi Macadam 3	39,27	39,27	39,27	2,00	78,54	78,54	78,54
<b>DIV. VII</b>	<b>PEKERJAAN STRUKTUR</b>							
7	Pasangan Batu	1,22	1,22	1,22	2,00	2,45	2,45	2,45

Sumber : Lampiran IV.8

**Tabel 4.18 Waktu Penyelesaian Akibat Penambahan Kelompok Kerja Tahap 1**

No. Div	Item Pekerjaan	Satuan	Volume	Produksi Minimum	Waktu penyelesaian (Hari)
				(m <sup>3</sup> /hari)	Hasil
a	b	c	d	e	f = d/e
<b>DIV. II</b>	<b>DIVISI 2. PEKERJAAN DRAINASE</b>				
1	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air 1	M <sup>3</sup>	104,40	13,05	8,00
2	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air 2	M <sup>3</sup>	366,60	122,20	3,00
<b>DIV. III</b>	<b>DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH</b>				
3	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 1	M <sup>3</sup>	83,70	33,48	2,50
<b>DIV. V</b>	<b>PEKERJAAN PERKERASAN BERBUTIR</b>				
4	Lapis Pondasi Agregat Kelas B 1	M <sup>3</sup>	356,47	35,65	10,00
5	Lapis Pondasi Agregat Kelas B 2	M <sup>3</sup>	4.069,19	166,09	24,50
<b>DIV. VI</b>	<b>PEKERJAAN PERKERASAN ASPAL</b>				
6	Lapis Penetrasi Macadam 3	M <sup>3</sup>	1.256,66	78,54	16,00
<b>DIV. VII</b>	<b>PEKERJAAN STRUKTUR</b>				
7	Pasangan Batu 12	M <sup>3</sup>	22,02	2,45	9,00

Sumber : Lampiran IV.9

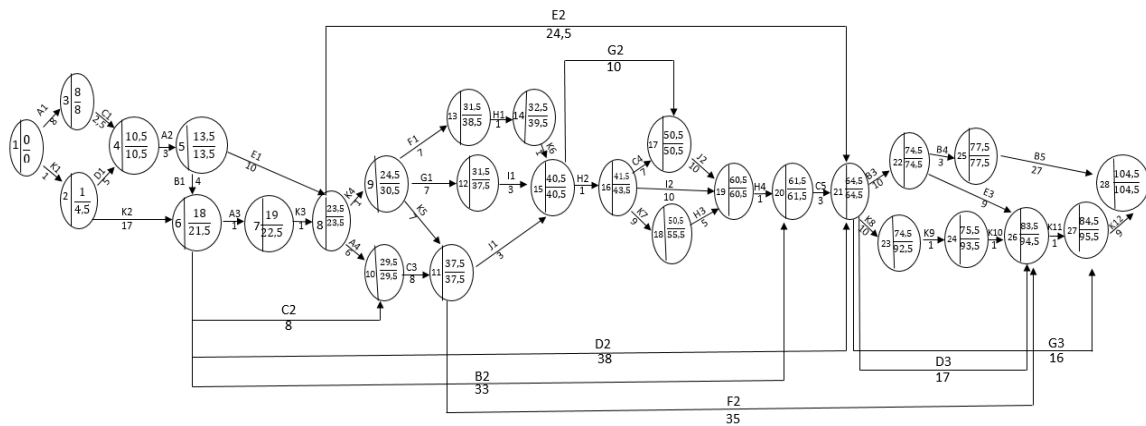
### 4.7.1.2. Membuat Diagram Jaringan Kerja dan Menentukan Jalur Kritis Akibat Penambahan Kelompok Tenaga Kerja dan Peralatan Tahap 1

Tabel 4.19 Perhitungan Saat Paling Awal (SPA) dan Saat Paling Lambat (SPL) Kegiatan Akibat Penambahan Kelompok Kerja Tahap 1

No	SPA			Rumus				Perhitungan				SPL			Rumus				Perhitungan			
	a	b	c	d				e			f				g							
1	SPA1	SPA1	= SPA1	0				SPL28	SPL28	=	SPL28	104,5										
2	SPA2	SPA1	+ LK1	0	+	1	=	1	SPL27	SPL28	-	LK12	104,5	-	9	=	95,5					
3	SPA3	SPA1	+ LA1	0	+	8	=	8	SPL26	SPL27	-	LK11	95,5	-	1	=	94,5					
4	SPA4	SPA2	+ LC1	8	+	2,5	=	10,5	SPL25	SPL28	-	LB5	104,5	-	27	=	77,5					
5	SPA5	SPA4	+ LA2	10,5	+	3	=	13,5	SPL24	SPL26	-	LK10	94,5	-	1	=	93,5					
6	SPA6	SPA2	+ LK2	1,0	+	17	=	18	SPL23	SPL24	-	LK9	93,5	-	1	=	92,5					
7	SPA7	SPA6	+ LA3	18,0	+	1	=	19	SPL22	SPL25	-	LB4	77,5	-	3	=	74,5					
8	SPA8	SPA6	+ LE1	13,5	+	10	=	23,5	SPL21	SPL22	-	LB3	74,5	-	10	=	64,5					
9	SPA9	SPA8	+ LK4	23,5	+	1	=	24,5	SPL20	SPL21	-	LC5	64,5	-	3	=	61,5					
10	SPA10	SPA8	+ LA4	23,5	+	6	=	29,5	SPL19	SPL20	-	LH4	61,5	-	1	=	60,5					
11	SPA11	SPA10	+ LC3	29,5	+	8	=	37,5	SPL18	SPL19	-	LH3	60,5	-	5	=	55,5					
12	SPA12	SPA9	+ LG1	24,5	+	7	=	31,5	SPL17	SPL19	-	LJ2	60,5	-	10	=	50,5					
13	SPA13	SPA9	+ LF1	24,5	+	7	=	31,5	SPL16	SPL17	-	LC4	50,5	-	7	=	43,5					
14	SPA14	SPA13	+ LH1	31,5	+	1	=	32,5	SPL15	SPL17	-	LG2	50,5	-	10	=	40,5					
15	SPA15	SPA11	+ LJ1	37,5	+	3	=	40,5	SPL14	SPL15	-	LK6	40,5	-	1	=	39,5					
16	SPA16	SPA15	+ LH2	40,5	+	1	=	41,5	SPL13	SPL14	-	LH1	39,5	-	1	=	38,5					
17	SPA17	SPA15	+ LG2	40,5	+	10	=	50,5	SPL12	SPL15	-	LJ1	40,5	-	3	=	37,5					
18	SPA18	SPA16	+ LK9	41,5	+	9	=	50,5	SPL11	SPL15	-	LJ1	40,5	-	3	=	37,5					
19	SPA19	SPA17	+ LJ2	50,5	+	10	=	60,5	SPL10	SPL11	-	LC3	37,5	-	8	=	29,5					
20	SPA20	SPA19	+ LH4	60,5	+	1	=	61,5	SPL9	SPL11	-	LK5	37,5	-	7	=	30,5					
21	SPA21	SPA20	+ LC5	61,5	+	3	=	64,5	SPL8	SPL10	-	LA4	29,5	-	6	=	23,5					
22	SPA22	SPA21	+ LB3	64,5	+	10	=	74,5	SPL7	SPL8	-	LK3	23,5	-	1	=	22,5					
23	SPA23	SPA21	+ LK8	64,5	+	10	=	74,5	SPL6	SPL7	-	LA3	22,5	-	1	=	21,5					
24	SPA24	SPA23	+ LK9	74,5	+	1	=	75,5	SPL5	SPL8	-	LE1	23,5	-	10	=	13,5					
25	SPA25	SPA22	+ LB4	74,5	+	3	=	77,5	SPL4	SPL5	-	LA2	13,5	-	3	=	10,50					
26	SPA26	SPA22	+ LE3	74,5	+	9	=	83,5	SPL3	SPL4	-	LC1	10,50	-	2,5	=	8					
27	SPA27	SPA26	+ LK11	83,5	+	1	=	84,5	SPL2	SPL6	-	LK2	21,5	-	17	=	4,5					
28	SPA28	SPA25	+ LB5	77,5	+	27	=	104,5	SPL1	SPL2	-	LA1	8	-	8	=	0					

Sumber : Hasil Analisa

Gambar Network Diagram untuk waktu penyelesaian normal dapat dilihat pada gambar 4.2



Gambar 4.2 Network Diagram Untuk Waktu Penambahan Kelompok Kerja Tahap 1

**Tabel 4.20. Perhitungan Total Float, Free Float dan Independent Float**

No	Uraian Kegiatan	Simbol Kegiatan	SPL <sub>j</sub>	SPA <sub>j</sub>	L	SPL <sub>i</sub>	SPA <sub>i</sub>	TF	FF	IF
a	b	c	d	e	f	g	h	i=d-f-h	j=e-f-h	k=e-f-g
<b>DIV.II</b>	<b>DIVISI 2. PEKERJAAN DRAINASE</b>									
1	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air 1	A1	8	8	8	0	0	0	0	0
2	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air 2	A2	13,5	13,5	3	10,5	10,5	0	0	0
3	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air 4	A4	29,5	29,5	6	23,5	23,5	0	0	0
4	Pasangan Batu dengan Mortar 3	B3	74,5	74,5	10	64,5	64,5	0	0	0
5	Pasangan Batu dengan Mortar 4	B4	77,5	77,5	3	74,5	74,5	0	0	0
6	Pasangan Batu dengan Mortar 5	B5	104,5	104,5	27	77,5	77,5	0	0	0
<b>DIV. III</b>	<b>DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH</b>									
7	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 1	C1	10,5	10,5	2,5	8	8	0	0	0
8	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 3	C3	37,5	37,5	8	29,5	29,5	0	0	0
9	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 5	C5	64,5	64,5	3	61,5	61,5	0	0	0
<b>DIV. V</b>	<b>PEKERJAAN PERKERASAN BERBUTIR</b>									
10	Lapis Pondasi Agregat Kelas B 1	E1	23,5	23,5	10	13,5	13,5	0	0	0
<b>DIV. VI</b>	<b>PEKERJAAN PERKERASAN ASPAL</b>									
11	Lapis Penetrasi Macadam 2	G2	50,5	50,5	10	40,5	40,5	0	0	0
<b>DIV. VII</b>	<b>PEKERJAAN STRUKTUR</b>									
12	Beton Struktur $f'c' = 20 \text{ Mpa}$ 4	H4	61,5	61,5	1	60,5	60,5	0	0	0
13	Baja Tulangan BJTS 420 A 1	J1	40,5	40,5	3	37,5	37,5	0	0	0
14	Baja Tulangan BJTS 420 A 2	J2	60,5	60,5	10	50,5	50,5	0	0	0

**Sumber : Hasil Analisa**

Berdasarkan gambar 4.2 waktu pelaksanaan proyek yang dihasilkan yaitu 104,5 hari. Berdasarkan hasil yang diperoleh bahwa waktu pelaksanaan proyek yang dihasilkan oleh diagram jaringan kerja kurang dari waktu pelaksanaan proyek yang ditargetkan yaitu 105 hari. Untuk pembuktian item-item pekerjaan tersebut termasuk dalam jalur kritis dapat dilihat pada tabel 4.20 dimana suatu item pekerjaan disebut kritis apabila *Total Float*, *Free Float* dan *Independent Float* sama dengan nol.

Peristiwa kritis adalah peristiwa yang tidak mempunyai tenggang waktu kegiatan, atau peristiwa yang mempunyai SPA sama dengan SPL. Pekerjaan kritis adalah kegiatan atau pekerjaan yang paling sensitif terhadap keterlambatan. Suatu kegiatan disebut kritis bila terletak diantara dua peristiwa kritis. Jalur atau lintasan kritis adalah jalur atau lintasan yang terdiri dari kegiatan-kegiatan kritis. Ketentuan sebuah jalur kritis yaitu umur jalur kritis sama dengan umur proyek dan jalur kritis adalah jalur yang paling lama masa pelaksanaan dari semua jalur. Berdasarkan gambar 4.2 maka peristiwa kritis, kegiatan kritis dan lintasan kritis dapat diketahui. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.21 dan tabel 4.22 pembuktian jalur kritis

**Tabel 4.21 Peristiwa Kritis, Kegiatan Kritis, dan Lintasan Kritis**

Peristiwa Kritis	Kegiatan Kritis	Lintasan Kritis
A	B	C
1,3,4,5,8,10,11,15,17,19,20,21,22,25,28	A1,C1,A2,E1,A4,C3,J1,G2, J2,H4,C5,B3,B4,B5	1-A1-3-C1-4-A2-5-E1-8-A4-10-C3-11-J1-15- G2-17-J2-19-H4-20-C5-21-B3-22-B4-25-B5-28

Sumber : Hasil Analisa

**Tabel 4.22 Pembuktian Lintasan kritis**

No	Uraian Kegiatan	Simbol Kegiatan	Waktu Penyelesaian (hari)
a	b	c	d
1	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air 1	A1	8
2	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air 2	A2	2,5
3	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air 4	A4	6
4	Pasangan Batu dengan Mortar 3	B3	10
5	Pasangan Batu dengan Mortar 4	B4	3
6	Pasangan Batu dengan Mortar 5	B5	27
7	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 1	C1	3
8	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 3	C3	8
9	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 5	C5	3
10	Lapis Pondasi Agregat Kelas B 1	E1	10
11	Lapis Penetrasi Macadam 2	G2	10
12	Beton Struktur $f_c' = 20 \text{ Mpa}$ 4	H4	1
13	Baja Tulangan BjTS 420 A 1	J1	3
14	Baja Tulangan BjTS 420 A 2	J2	10
	<b>Total</b>		<b>104,5</b>

Sumber : Hasil Analisa

#### 4.8. Simulasi Keterlambatan

Keterlambatan pekerjaan ini disimulasikan dengan mengurangi produksi menjadi -2%, -4%, -6%, -8%, -12%, -14%, -16%, -18% dan -20%. Simulasi atau pengurangan produksi ini hanya dilakukan pada item pekerjaan yang termasuk dalam jalur kritis dikarenakan item pekerjaan yang ada pada jalur kritis paling sensitif terhadap keterlambatan dan akan mengakibatkan keterlambatan pada seluruh waktu pelaksanaan proyek

#### 4.9. Perubahan Produksi Minimum

Setelah dilakukan perhitungan produksi normal yang dihitung berdasarkan nilai koefisien yang didapat dari data Rencana Anggaran Biaya (RAB). Baik produksi tenaga kerja dan produksi peralatan. Tahap selanjutnya menghitung perubahan produksi minimum antara tenaga kerja dan peralatan dengan menggunakan variasi perubahan dimulai -2%, -4%, -6%, -8%, -12%, -14%, -16%, -18% dan -20%. Perhitungan perubahan produksi minimum hanya pada item pekerjaan yang berada di jalur kritis hal ini dikarenakan simulasi keterlambatan hanya pada

item pekerjaan yang berada di jalur kritis dihitung dengan menggunakan persamaan 2.25  $Q' = Q_{min} \times (1 - i\%)$ .

Satu sampel perhitungan, pada item pekerjaan beton struktur  $f_c' 20 MPa$  4 (H4) dengan volume pekerjaan  $2,17 m^3$  mempunyai produksi normal per-jam dan per-harinya sebesar  $0,31 m^3/jam$  dan  $2,17 m^3/hari$ . Jam kerja efektif adalah 7 jam setiap hari. Terjadi penurunan produksi sebesar -2% sampai dengan -20% dengan interval 2% maka banyaknya perubahan produksi minimum akibat penurunan produksi pekerjaan adalah

a Penurunan produksi sebesar -2%

$$Q' = Q_{min} \times (1 - 2\%)$$

$$Q' = 2,17 \times (1 - 2\%)$$

$$Q' = 2,12 m^3/hr$$

b Penurunan produksi sebesar -4%

$$Q' = Q_{min} \times (1 - 4\%)$$

$$Q' = 2,17 \times (1 - 4\%)$$

$$Q' = 2,08 m^3/hr$$

c Penurunan produksi sebesar -6%

$$Q' = Q_{min} \times (1 - 6\%)$$

$$Q' = 2,17 \times (1 - 6\%)$$

$$Q' = 2,04 m^3/hr$$

d Penurunan produksi sebesar -8%

$$Q' = Q_{min} \times (1 - 8\%)$$

$$Q' = 2,17 \times (1 - 8\%)$$

$$Q' = 1,99 m^3/hr$$

e Penurunan produksi sebesar -10%

$$Q' = Q_{min} \times (1 - 10\%)$$

$$Q' = 2,17 \times (1 - 10\%)$$

$$Q' = 1,95 m^3/hr$$

f Penurunan produksi sebesar -12%

$$Q' = Q_{min} \times (1 - 12\%)$$

$$Q' = 2,17 \times (1 - 12\%)$$

$$Q' = 1,91 \text{ m}^3/\text{hr}$$

g Penurunan produksi sebesar -14%

$$Q' = Q_{min} \times (1 - 14\%)$$

$$Q' = 2,17 \times (1 - 14\%)$$

$$Q' = 1,86 \text{ m}^3/\text{hr}$$

h Penurunan produksi sebesar -16%

$$Q' = Q_{min} \times (1 - 16\%)$$

$$Q' = 2,17 \times (1 - 16\%)$$

$$Q' = 1,82 \text{ m}^3/\text{hr}$$

i Penurunan produksi sebesar -18%

$$Q' = Q_{min} \times (1 - 18\%)$$

$$Q' = 2,17 \times (1 - 18\%)$$

$$Q' = 1,78 \text{ m}^3/\text{hr}$$

j Penurunan produksi sebesar -20%

$$Q' = Q_{min} \times (1 - 20\%)$$

$$Q' = 2,17 \times (1 - 20\%)$$

$$Q' = 1,73 \text{ m}^3/\text{hr}$$

Hasil perhitungan tersebut menggambarkan, semakin menurunnya produksi pekerjaan maka produksi minimum yang dihasilkan semakin berkurang. Pernyataan ini dapat dibuktikan, bahwa pada produksi menurun menjadi -2% maka produksi minimum yang dihasilkan menjadi 2,12 m<sup>3</sup>/hari, produksi menurun menjadi -4% maka produksi minimum yang dihasilkan menjadi 2,08 m<sup>3</sup>/hari, produksi menurun menjadi -6% maka produksi minimum yang dihasilkan menjadi 2,04 m<sup>3</sup>/hari, produksi menurun menjadi -8% maka produksi minimum yang dihasilkan menjadi 1,99 m<sup>3</sup>/hari, produksi menurun menjadi -10% maka produksi minimum yang dihasilkan menjadi 1,95 m<sup>3</sup>/hari, produksi menurun menjadi -12% maka produksi minimum yang dihasilkan menjadi 1,91 m<sup>3</sup>/hari, produksi menurun menjadi -14% maka produksi minimum yang dihasilkan menjadi 1,86 m<sup>3</sup>/hari, produksi menurun menjadi -16% maka produksi minimum yang dihasilkan menjadi 1,82 m<sup>3</sup>/hari, produksi menurun menjadi -18% maka produksi minimum yang dihasilkan menjadi 1,78 m<sup>3</sup>/hari, produksi menurun menjadi -20%

maka produksi minimum yang dihasilkan menjadi 1,73 m<sup>3</sup>/hari. Untuk perhitungannya dapat dilihat pada lampiran IV dan hasil perhitungan perubahan produksi minimum dari semua item pekerjaan yang berada di jalur kritis akibat keterlambatan pekerjaan atau berkurangnya jam kerja efektif dapat dilihat pada tabel 4.23.

**Tabel 4.23 Rekapitulasi Produksi Minimum**

No	Item Pekerjaan	Satuan	Simbol	Produksi (Unit/hari)	Produksi (Unit/hari)									
					Normal	-2%	-4%	-6%	-8%	-10%	-12%	-14%	-16%	-18%
a	b	c	d	e	f=e*(1-2%)	g=e*(1-4%)	h=e*(1-6%)	i=e*(1-8%)	j=e*(1-10%)	k=e*(1-12%)	l=e*(1-14%)	m=e*(1-16%)	n=e*(1-18%)	o=e*(1-20%)
1	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air 1	MP	A1	13,05	12,79	12,53	12,27	12,01	11,74	11,48	11,22	10,96	10,70	10,44
2	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air 2	MP	A2	122,20	119,76	117,31	114,87	112,42	109,98	107,54	105,09	102,65	100,20	97,76
3	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air 4	MP	A4	84,51	82,82	81,13	79,44	77,75	76,06	74,37	72,68	70,99	69,30	67,61
4	Pasangan Batu dengan Mortar 3	MP	B3	8,99	8,81	8,63	8,45	8,27	8,09	7,91	7,73	7,55	7,37	7,19
5	Pasangan Batu dengan Mortar 4	MP	B4	7,75	7,60	7,44	7,29	7,13	6,98	6,82	6,67	6,51	6,36	6,20
6	Pasangan Batu dengan Mortar 5	MP	B5	5,53	5,42	5,31	5,20	5,09	4,98	4,87	4,76	4,65	4,54	4,43
7	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 1	MP	C1	33,48	32,81	32,14	31,47	30,80	30,13	29,46	28,79	28,12	27,45	26,78
8	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 3	MP	C3	24,78	24,28	23,78	23,29	22,79	22,30	21,80	21,31	20,81	20,32	19,82
9	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 5	MP	C5	28,69	28,12	27,54	26,97	26,39	25,82	25,25	24,67	24,10	23,52	22,95
10	Lapis Pondasi Agregat Kelas B 1	MP	E1	35,65	34,93	34,22	33,51	32,80	32,08	31,37	30,66	29,94	29,23	28,52
11	Lapis Penetrasi Macadam 2	MP	G2	26,95	26,41	25,87	25,33	24,79	24,26	23,72	23,18	22,64	22,10	21,56
12	Beton Struktur $f_c' = 20 \text{ Mpa}$ 4	MP	H4	2,17	2,12	2,08	2,04	1,99	1,95	1,91	1,86	1,82	1,78	1,73
13	Baja Tulangan BJTS 420 A 1	Kg	J1	91,92	90,08	88,24	86,40	84,56	82,72	80,89	79,05	77,21	75,37	73,53
14	Baja Tulangan BJTS 420 A 2	Kg	J2	96,50	94,57	92,64	90,71	88,78	86,85	84,92	82,99	81,06	79,13	77,20

Sumber : Lampiran IV.10

#### 4.10. Perubahan Waktu Penyelesaian

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

Satu sampel perhitungan, pada item pekerjaan beton struktur  $f_c' 20 \text{ Mpa}$  4 (H4) dengan volume pekerjaan 2,17 m<sup>3</sup> mempunyai produksi normal per-jam dan per-harinya sebesar 0,31 m<sup>3</sup>/jam dan 2,17 m<sup>3</sup>/hari sehingga waktu penyelesaian normal menjadi 1,00 hari. Apabila produksi menurun menjadi -2% maka produksi minimum yang dihasilkan menjadi 2,12 m<sup>3</sup>/hari, produksi menurun menjadi -4% maka produksi minimum yang dihasilkan menjadi 2,08 m<sup>3</sup>/hari, produksi menurun menjadi -6% maka produksi minimum yang dihasilkan menjadi 2,04 m<sup>3</sup>/hari, produksi menurun menjadi -8% maka produksi minimum yang dihasilkan menjadi 1,99 m<sup>3</sup>/hari, produksi menurun menjadi -10% maka produksi minimum yang dihasilkan menjadi 1,95 m<sup>3</sup>/hari, produksi menurun menjadi -12% maka produksi minimum yang dihasilkan menjadi 1,91 m<sup>3</sup>/hari, produksi menurun menjadi -14% maka produksi minimum yang dihasilkan



menjadi 1,86 m<sup>3</sup>/hari, produksi menurun menjadi -16% maka produksi minimum yang dihasilkan menjadi 1,82 m<sup>3</sup>/hari, produksi menurun menjadi -18% maka produksi minimum yang dihasilkan menjadi 1,78 m<sup>3</sup>/hari, produksi menurun menjadi -20% maka produksi minimum yang dihasilkan menjadi 1,73 m<sup>3</sup>/hari. Maka waktu penyelesaian sebelum dan setelah terjadi keterlambatan pekerjaan adalah :

- a. Penurunan produksi sebesar -2%

$$WP' = \frac{V}{Q'}$$

$$WP' = \frac{2,17}{2,12}$$

$$WP' = 1.02 \text{ hari}$$

- b. Penurunan produksi sebesar -4%

$$WP' = \frac{V}{Q'}$$

$$WP' = \frac{2,17}{2,08}$$

$$WP' = 1.04 \text{ hari}$$

- c. Penurunan produksi sebesar -6%

$$WP' = \frac{V}{Q'}$$

$$WP' = \frac{2,17}{2,04}$$

$$WP' = 1.06 \text{ hari}$$

- d. Penurunan produksi sebesar -8%

$$WP' = \frac{V}{Q'}$$

$$WP' = \frac{2,17}{1,99}$$

$$WP' = 1.09 \text{ hari}$$

- e. Penurunan produksi sebesar -10%

$$WP' = \frac{V}{Q'}$$

$$WP' = \frac{2,17}{1,95}$$

$$WP' = 1.11 \text{ hari}$$

f. Penurunan produksi sebesar -12%

$$WP' = \frac{V}{Q'}$$

$$WP' = \frac{2,17}{1,91}$$

$$WP' = 1.14 \text{ hari}$$

g. Penurunan produksi sebesar -14%

$$WP' = \frac{V}{Q'}$$

$$WP' = \frac{2,17}{1,86}$$

$$WP' = 1.16 \text{ hari}$$

h. Penurunan produksi sebesar -16%

$$WP' = \frac{V}{Q'}$$

$$WP' = \frac{2,17}{1,82}$$

$$WP' = 1.19 \text{ hari}$$

i. Penurunan produksi sebesar -18%

$$WP' = \frac{V}{Q'}$$

$$WP' = \frac{2,17}{1,78}$$

$$WP' = 1.22 \text{ hari}$$

j. Penurunan produksi sebesar -20%

$$WP' = \frac{V}{Q'}$$

$$WP' = \frac{2,17}{1,73}$$

$$WP' = 1.25 \text{ hari}$$

Perhitungan waktu penyelesaian ini dapat dihitung dengan persamaan  $2.50 WP = V / Q'$  min. Untuk perhitungannya dapat dilihat pada lampiran IV dan hasil perhitungan perubahan produksi minimum dari semua item pekerjaan yang berada di jalur kritis akibat keterlambatan pekerjaan atau berkurangnya produksi dapat dilihat pada tabel 4.24. Pada tabel ini dapat dilihat dengan menggunakan rumus 2.50 kita dapat mengetahui bahwa semakin berkurangnya nilai produksi maka volumenya tetap dan waktu penyelesaian untuk setiap item pekerjaan makin meningkat.

**Tabel 4.24 Rekapitulasi Waktu Penyelesaian Item Pekerjaan**

No	Item Pekerjaan	Satuan	Simbol	Volume	WP Normal	WP -2%	WP -4%	WP -6%	WP -8%	WP -10%	WP -12%	WP -14%	WP -16%	WP -18%	WP -20%
					Hari	Hari	Hari	Hari	Hari	Hari	Hari	Hari	Hari	Hari	
1	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air 1	M <sup>3</sup>	A1	104,40	8,00	8,16	8,33	8,51	8,70	8,89	9,09	9,30	9,52	9,76	10
2	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air 2	M <sup>3</sup>	A2	366,60	3,00	3,06	3,13	3,19	3,26	3,33	3,41	3,49	3,57	3,66	3,75
3	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air 4	M <sup>3</sup>	A4	507,05	6,00	6,12	6,25	6,38	6,52	6,67	6,82	6,98	7,14	7,32	7,5
4	Pasangan Batu dengan Mortar 3	M <sup>3</sup>	B3	89,85	10,00	10,20	10,42	10,64	10,87	11,11	11,36	11,63	11,90	12,20	12,5
5	Pasangan Batu dengan Mortar 4	M <sup>3</sup>	B4	23,26	3,00	3,06	3,13	3,19	3,26	3,33	3,41	3,49	3,57	3,66	3,75
6	Pasangan Batu dengan Mortar 5	M <sup>3</sup>	B5	149,39	27,00	27,55	28,13	28,72	29,35	30,00	30,68	31,40	32,14	32,93	33,75
7	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 1	M <sup>3</sup>	C1	83,70	2,50	2,55	2,60	2,66	2,72	2,78	2,84	2,91	2,98	3,05	3,13
8	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 3	M <sup>3</sup>	C3	198,21	8,00	8,16	8,33	8,51	8,70	8,89	9,09	9,30	9,52	9,76	10
9	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 5	M <sup>3</sup>	C5	86,07	3,00	3,06	3,13	3,19	3,26	3,33	3,41	3,49	3,57	3,66	3,75
10	Lapis Pondasi Agregat Kelas B 1	M <sup>3</sup>	E1	356,47	10,00	10,20	10,42	10,64	10,87	11,11	11,36	11,63	11,90	12,20	12,5
11	Lapis Penetrasi Macadam 2	M <sup>3</sup>	G2	269,51	10,00	10,20	10,42	10,64	10,87	11,11	11,36	11,63	11,90	12,20	12,5
12	Beton Struktur $f'c = 20 \text{ Mpa}$	M <sup>3</sup>	H4	2,17	1,00	1,02	1,04	1,06	1,09	1,11	1,14	1,16	1,19	1,22	1,25
13	Baja Tulangan B1TS 420 A 1	Kg	J1	275,75	3,00	3,06	3,13	3,19	3,26	3,33	3,41	3,49	3,57	3,66	3,75
14	Baja Tulangan B1TS 420 A 2	Kg	J2	965,00	10,00	10,20	10,42	10,64	10,87	11,11	11,36	11,63	11,90	12,20	12,5

**Sumber : Lampiran IV.11**

Berdasarkan perubahan waktu penyelesaian item pekerjaan berdasarkan network diagram maka waktu penyelesaian proyek dari setiap produksi yang menurun maka dapat dilihat pada tabel 4.25

**Tabel 4.25 Rekapitulasi Waktu Penyelesaian Proyek**

No	Perubahan Produksi	WP Proyek Terlambat
	Sat/hr	Hari
a	b	c
1	-2%	106,60
2	-4%	108,88
3	-6%	111,16
4	-8%	113,60
5	-10%	116,10
6	-12%	118,74
7	-14%	121,53
8	-16%	124,37
9	-18%	127,48
10	-20%	130,63

**Sumber : Lampiran IV.12**

Dari tabel 4.25 dapat diketahui bahwa waktu penyelesaian proyek normal adalah 104,50 hari. Setelah mengalami penurunan produksi 2% waktu penyelesaian proyek bertambah menjadi

106,60 hari, setelah mengalami penurunan produksi 4% waktu penyelesaian proyek bertambah menjadi 108,88 hari, setelah mengalami penurunan produksi 6% waktu penyelesaian proyek bertambah menjadi 111,16 hari, setelah mengalami penurunan produksi 8% waktu penyelesaian proyek bertambah menjadi 113,60 hari, setelah mengalami penurunan produksi 10% waktu penyelesaian proyek bertambah menjadi 116,10 hari, setelah mengalami penurunan produksi 12% waktu penyelesaian proyek bertambah menjadi 118,74 hari, setelah mengalami penurunan produksi 14% waktu penyelesaian proyek bertambah menjadi 121,53 hari, setelah mengalami penurunan produksi 16% waktu penyelesaian proyek bertambah menjadi 124,37 hari, setelah mengalami penurunan produksi 18% waktu penyelesaian proyek bertambah menjadi 127,48 hari, dan setelah mengalami penurunan produksi 20% waktu penyelesaian proyek bertambah menjadi 130,63 hari.

#### 4.11. Perubahan Koefisien Tenaga Kerja dan Peralatan

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

Perhitungan perubahan koefisien tenaga kerja dan peralatan dari semua item pekerjaan yang berada di jalur kritis akibat keterlambatan pekerjaan atau berkurangnya produksi dapat dilihat pada tabel 4.26. Pada tabel ini kita dapat mengetahui bahwa semakin berkurangnya nilai produksi maka koefisien dari tenaga kerja dan peralatan akan meningkat.

**Tabel 4.26 Rekapitulasi Perubahan Koefisien**

No	Item Pekerjaan	Satuan	Simbol	Koefisien Normal	koefisien -2%	koefisien -4%	koefisien -6%	koefisien -8%	koefisien -10%	koefisien -12%	koefisien -14%	koefisien -16%	koefisien -18%	koefisien -20%
				TK & P	TK & P	TK & P	TK & P	TK & P	TK & P	TK & P	TK & P	TK & P	TK & P	TK & P
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
1	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air 1	M <sup>3</sup>	A1											
	pekerja	Jam		1,0728	1,0947	1,1175	1,1413	1,1661	1,1920	1,2191	1,2475	1,2772	1,3083	1,3410
	Mandor	Jam		0,5364	0,5474	0,5588	0,5706	0,5830	0,5960	0,6095	0,6237	0,6386	0,6542	0,6705
	Excavator	Jam		0,5364	0,5474	0,5588	0,5706	0,5830	0,5960	0,6095	0,6237	0,6386	0,6542	0,6705
	Dump Truck	Jam		0,5364	0,5474	0,5588	0,5706	0,5830	0,5960	0,6095	0,6237	0,6386	0,6542	0,6705
2	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air 2	M <sup>3</sup>	A2											
	pekerja	Jam		0,2291	0,2338	0,2387	0,2438	0,2491	0,2546	0,2604	0,2664	0,2728	0,2794	0,2864
	Mandor	Jam		0,1146	0,1169	0,1193	0,1219	0,1245	0,1273	0,1302	0,1332	0,1364	0,1397	0,1432
	Excavator	Jam		0,1146	0,1169	0,1193	0,1219	0,1245	0,1273	0,1302	0,1332	0,1364	0,1397	0,1432
	Dump Truck	Jam		0,1146	0,1169	0,1193	0,1219	0,1245	0,1273	0,1302	0,1332	0,1364	0,1397	0,1432
3	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air 4	M <sup>3</sup>	A4											
	pekerja	Jam		0,1657	0,1690	0,1726	0,1762	0,1801	0,1841	0,1883	0,1926	0,1972	0,2020	0,2071
	Mandor	Jam		0,0828	0,0845	0,0863	0,0881	0,0900	0,0920	0,0941	0,0963	0,0986	0,1010	0,1035
	Excavator	Jam		0,0828	0,0845	0,0863	0,0881	0,0900	0,0920	0,0941	0,0963	0,0986	0,1010	0,1035
	Dump Truck	Jam		0,0828	0,0845	0,0863	0,0881	0,0900	0,0920	0,0941	0,0963	0,0986	0,1010	0,1035
4	Pasangan Batu dengan Mortar 3	M <sup>3</sup>	B3											
	Pekerja	Jam		7,7905	7,9495	8,1151	8,2878	8,4679	8,6561	8,8528	9,0587	9,2744	9,5006	9,7381
	Tukang Batu	Jam		6,2324	6,3596	6,4921	6,6302	6,7743	6,9249	7,0823	7,2470	7,4195	7,6005	7,7905
	Mandor	Jam		0,7791	0,7949	0,8115	0,8288	0,8468	0,8656	0,8853	0,9059	0,9274	0,9501	0,9738
	Conc. Mixer	Jam		0,7791	0,7949	0,8115	0,8288	0,8468	0,8656	0,8853	0,9059	0,9274	0,9501	0,9738
	Water Tank Truck	Jam		0,7791	0,7949	0,8115	0,8288	0,8468	0,8656	0,8853	0,9059	0,9274	0,9501	0,9738





jika terjadi penurunan produksi maka analisa harga satuan pada setiap item pekerjaan akan bertambah.

**Tabel 4.28 Rekapitulasi Analisa Harga Satuan**

No	Item Pekerjaan	Satuan	Simbol	AHS Normal	AHS-2%	AHS-4%	AHS-6%	AHS-8%	AHS-10%	AHS-12%	AHS-14%	AHS-16%	AHS-18%	AHS-20%
				Rp	Rp	Rp	Rp	Rp	Rp	Rp	Rp	Rp	Rp	Rp
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
1	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air 1	M <sup>3</sup>	A1	325.706,13	332.351,16	339.273,06	339.667,92	354.019,71	361.884,59	370.106,97	378.711,78	387.726,35	397.180,65	407.107,67
2	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air 2	M <sup>3</sup>	A2	69.643,50	71.062,75	72.541,14	74.082,45	75.690,76	77.370,55	79.126,70	80.964,53	82.889,88	84.909,14	87.029,37
3	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air 4	M <sup>3</sup>	A4	50.380,08	51.406,20	52.475,08	53.589,45	54.752,26	55.966,76	57.236,46	58.565,21	59.957,24	61.417,17	62.950,10
4	Pasangan Batu dengan Mortar 3	M <sup>3</sup>	B3	1.160.527,80	1.171.714,43	1.183.367,18	1.195.515,79	1.208.192,60	1.221.432,82	1.235.274,88	1.249.760,74	1.264.936,42	1.280.852,36	1.297.564,11
5	Pasangan Batu dengan Mortar 4	M <sup>3</sup>	B4	1.247.625,39	1.198.285,39	1.274.093,84	1.288.172,81	1.302.863,90	1.318.207,93	1.334.249,41	1.351.037,02	1.368.624,03	1.387.068,94	1.406.436,10
6	Pasangan Batu dengan Mortar 5	M <sup>3</sup>	B5	1.502.553,42	1.520.720,18	1.539.643,88	1.559.372,84	1.579.959,59	1.601.461,30	1.623.940,36	1.647.464,96	1.672.109,78	1.697.956,79	1.725.096,14
7	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 1	M <sup>3</sup>	C1	959.296,45	977.800,46	997.075,47	1.017.170,69	1.038.139,62	1.060.040,50	1.082.936,88	1.106.898,20	1.132.000,54	1.158.327,38	1.185.970,56
8	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 3	M <sup>3</sup>	C3	665.222,23	677.724,72	690.748,15	704.325,78	718.493,73	733.291,37	748.761,62	764.951,43	781.912,18	799.700,28	818.377,79
9	Timbunan Biasa dari Sumber Galian 5	M <sup>3</sup>	C5	581.656,38	592.453,45	603.700,40	615.425,94	627.661,29	640.440,43	653.800,44	667.781,84	682.429,03	697.790,71	713.920,48
10	Lapis Pondasi Agregat Kelas B 1	M <sup>3</sup>	E1	744.909,55	753.599,05	762.650,61	772.087,34	781.934,37	792.219,04	802.971,19	814.223,45	826.011,53	838.374,63	851.355,89
11	Lapis Penetrasi Macadam 2	M <sup>3</sup>	G2	2.232.091,05	2.242.698,53	2.253.747,98	2.265.267,63	2.277.288,13	2.289.842,88	2.302.968,30	2.316.704,20	2.331.094,19	2.346.186,13	2.362.032,67
12	Beton Struktur f'c = 20 Mpa 4	M <sup>3</sup>	H4	8.856.974,14	9.010.031,82	9.169.466,90	9.335.686,45	9.509.132,94	9.690.288,16	9.879.677,71	10.077.876,08	10.285.512,46	10.503.277,45	10.731.930,69
13	Baja Tulangan BJTS 420 A 1	Kg	J1	21.671,70	21.757,74	21.847,36	21.940,80	22.038,29	22.140,13	22.246,59	22.358,00	22.474,72	22.597,13	22.725,66
14	Baja Tulangan BJTS 420 A 2	Kg	J2	21.471,42	21.553,37	21.638,73	21.727,73	21.820,59	21.917,59	22.018,99	22.125,11	22.236,28	22.352,88	22.475,30

Sumber : Lampiran IV.15

#### 4.14. Perubahan Biaya Proyek

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

Dengan diketahui perubahan biaya tenaga kerja dan biaya peralatan yang terjadi dan juga analisa harga satuan akibat kererlambatan pekerjaan maka dapat dihitung biaya tiap item pekerjaan. Untuk menghitung biaya tiap item pekerjaan menggunakan persamaan 2.48  $X_i = V_i * A_i$  pada Bab II.

Untuk perhitungannya dapat dilihat pada perhitungan perubahan biaya item pekerjaan dari semua item pekerjaan yang berada di jalur kritis pekerjaan dimana jika mengalami keterlambatan akibat adanya penurunan produksi maka biaya proyek akan meningkat.

**Tabel 4.29 Rekapitulasi Biaya Proyek**

No	Item Pekerjaan	Satuan	Volume	Biaya Proyek (Rp)	Biaya Proyek (Rp)	Biaya Proyek (Rp)	Biaya Proyek (Rp)	Biaya Proyek (Rp)	Biaya Proyek (Rp)	Biaya Proyek (Rp)	Biaya Proyek (Rp)	Biaya Proyek (Rp)	Biaya Proyek (Rp)	Biaya Proyek (Rp)
				Normal	-2%	-4%	-6%	-8%	-10%	-12%	-14%	-16%	-18%	-20%
b	c	d	e	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
<b>DIV. I. UMUM</b>														
1	Mobilisasi dan Demobilisasi	LS	1.000	80.330.000,00	80.330.000,00	80.330.000,00	80.330.000,00	80.330.000,00	80.330.000,00	80.330.000,00	80.330.000,00	80.330.000,00	80.330.000,00	80.330.000,00
2	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	LS	1.000	10.397.142,86	10.397.142,86	10.397.142,86	10.397.142,86	10.397.142,86	10.397.142,86	10.397.142,86	10.397.142,86	10.397.142,86	10.397.142,86	10.397.142,86
3	Keselamatan dan Kesehatan Kerja	LS	1.000	19.650.000,00	19.650.000,00	19.650.000,00	19.650.000,00	19.650.000,00	19.650.000,00	19.650.000,00	19.650.000,00	19.650.000,00	19.650.000,00	19.650.000,00
<b>DIV. II. PEKERJAAN DRAINASE</b>														
4	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air 1	M <sup>3</sup>	104,40	34.003.394,70	34.697.128,47	35.419.767,82	35.460.991,23	36.959.303,81	37.780.389,68	38.638.797,63	39.537.131,53	40.478.243,23	41.465.262,83	42.501.633,40
5	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air 2	M <sup>3</sup>	366,60	25.531.376,20	26.051.676,53	26.593.656,04	27.158.698,50	27.748.308,03	28.364.122,43	29.007.928,40	29.681.678,82	30.387.512,60	31.127.777,20	31.905.053,23
6	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air 3	M <sup>3</sup>	4,50	4.249.569,55	4.249.569,55	4.249.569,55	4.249.569,55	4.249.569,55	4.249.569,55	4.249.569,55	4.249.569,55	4.249.569,55	4.249.569,55	4.249.569,55
7	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air 4	M <sup>3</sup>	507,05	25.545.421,50	26.065.721,83	26.607.701,34	27.172.743,80	27.762.353,33	28.378.167,73	29.021.973,70	29.695.724,12	30.401.557,90	31.141.822,60	31.919.100,53
8	Pasangan Batu dengan Mortar 1	M <sup>3</sup>	31,80	39.174.763,01	39.174.763,01	39.174.763,01	39.174.763,01	39.174.763,01	39.174.763,01	39.174.763,01	39.174.763,01	39.174.763,01	39.174.763,01	39.174.763,01
9	Pasangan Batu dengan Mortar 2	M <sup>3</sup>	388,24	400.285.663,83	400.285.663,83	400.285.663,83	400.285.663,83	400.285.663,83	400.285.663,83	400.285.663,83	400.285.663,83	400.285.663,83	400.285.663,83	400.285.663,83
10	Pasangan Batu dengan Mortar 3	M <sup>3</sup>	89,85	104.276.903,97	105.282.056,94	106.329.091,28	107.420.680,28	108.559.729,67	109.749.403,48	110.993.153,37	112.294.752,09	113.658.331,70	115.088.427,39	116.590.027,87
11	Pasangan Batu dengan Mortar 4	M <sup>3</sup>	23,26	29.019.766,56	27.872.118,18	29.635.422,76	29.962.899,45	30.304.614,27	30.661.516,41	31.034.641,38	31.425.121,00	31.834.194,88	32.263.223,59	32.713.703,73
12	Pasangan Batu dengan Mortar 5	M <sup>3</sup>	149,39	224.464.953,39	227.178.866,41	230.065.859,14	232.953.149,44	236.028.592,79	239.240.702,07	242.598.826,77	246.113.143,31	249.794.808,27	253.656.066,63	257.710.387,92





**Tabel 4.30 Rekapitulasi Biaya Proyek dan Perubahan**

No	Biaya Proyek Normal	Produksi Menurun	Biaya Proyek Terlambat	Besar Perubahan	Presentase Biaya Proyek
	Rp	Satuan/Hari	Rp	Rp	%
a	b	c	d	e = b-d	f =((d-b)/b)*100
	10.492.701.628,50	0	10.492.701.628,50	0,00	0
		-2%	10.508.354.063,38	-15.652.434,88	0,15
		-4%	10.527.617.454,68	-34.915.826,18	0,33
		-6%	10.545.477.536,11	-52.775.907,60	0,50
		-8%	10.565.569.439,66	-72.867.811,16	0,69
		-10%	10.585.810.498,32	-93.108.869,82	0,89
		-12%	10.606.971.605,09	-114.269.976,59	1,09
		-14%	10.629.116.949,40	-136.415.320,89	1,30
		-16%	10.652.316.833,90	-159.615.205,40	1,52
		-18%	10.676.648.420,09	-183.946.791,59	1,75
		-20%	10.702.196.585,59	-209.494.957,09	2,00

**Sumber : Lampiran IV.17**

Dari tabel 4.30 dapat diketahui bahwa biaya proyek normal adalah Rp. 10.492.701.628,50. Setelah mengalami penurunan produksi 2% maka biaya proyek bertambah menjadi Rp. 10.508.354.063,38, setelah mengalami penurunan produksi 4% maka biaya proyek bertambah menjadi Rp. 10.527.617.454,68, setelah mengalami penurunan produksi 6% maka biaya proyek bertambah menjadi Rp. 10.545.477.536,11, setelah mengalami penurunan produksi 8% maka biaya proyek bertambah menjadi Rp. 10.565.569.439,66, setelah mengalami penurunan produksi 10% maka biaya proyek bertambah menjadi Rp. 10.585.810.498,32, setelah mengalami penurunan produksi 12% maka biaya proyek bertambah menjadi Rp. 10.606.971.605,09, setelah mengalami penurunan produksi 14% maka biaya proyek bertambah menjadi Rp. 10.629.116.949,40, setelah mengalami penurunan produksi 16% maka biaya proyek bertambah menjadi Rp. 10.652.316.833,90, setelah mengalami penurunan produksi 18% maka biaya proyek bertambah menjadi Rp. 10.676.648.420,09, dan setelah mengalami penurunan produksi 20% maka biaya proyek bertambah menjadi Rp. 10.702.196.585,59.

#### **4.15. Perubahan Keuntungan Proyek**

Setelah mengetahui biaya proyek dan perubahannya maka dapat dihitung keuntungan yang didapat dari proyek ini. Perhitungan keuntungan proyek awal akan diperoleh dengan menggunakan persamaan  $2.53 L = \left(\frac{15}{100} \times BP\right)$  pada Bab II sehingga dapat mengetahui keuntungan proyek.

Dari keterlambatan pekerjaan yang disebabkan karena berkurangnya produksi maka keuntungan yang didapat berdasarkan keterlambatan menggunakan persamaan  $L' = L + (BP - BP')$ .

Berdasarkan perhitungan maka kita dapat mengetahui berapa persentase perubahan keuntungan akibat keterlambatan pekerjaan menggunakan persamaan  $2.55 \%L' = \left(\frac{L'-L}{L} \times 100\right)$  pada Bab II. Untuk perhitungan keuntungan proyek dan perubahannya dapat dilihat pada tabel 4.31.

**Tabel 4.31 Perhitungan Keuntungan Proyek Dan Perubahannya**

No	Biaya Proyek Normal Rp	Keuntungan Normal Rp	Keterlambatan Item Pekerjaan K	Biaya Proyek Terlambat Rp	Besar Perubahan Rp	Besar Perubahan Keuntungan Rp	Presentase Keuntungan Proyek %
a	b	c = (11/100)*b	d	e	f = b - e	g = c + f	h = (g-c)/c*100
	10.492.701.628,50	1.154.197.179,14	0	10.492.701.628,50	0,00	1.154.197.179,14	0,00
			-2%	10.508.354.063,38	-15.652.434,88	1.138.544.744,26	-1,36
			-4%	10.527.617.454,68	-34.915.826,18	1.119.281.352,95	-3,03
			-6%	10.545.477.536,11	-52.775.907,60	1.101.421.271,53	-4,57
			-8%	10.565.569.439,66	-72.867.811,16	1.081.329.367,97	-6,31
			-10%	10.585.810.498,32	-93.108.869,82	1.061.088.309,32	-8,07
			-12%	10.606.971.605,09	-114.269.976,59	1.039.927.202,54	-9,90
			-14%	10.629.116.949,40	-136.415.320,89	1.017.781.858,24	-11,82
			-16%	10.652.316.833,90	-159.615.205,40	994.581.973,74	-13,83
			-18%	10.676.648.420,09	-183.946.791,59	970.250.387,55	-15,94
			-20%	10.702.196.585,59	-209.494.957,09	944.702.222,05	-18,15

**Sumber : Lampiran IV.18**

Dari tabel 4.31 dapat diketahui bahwa biaya keuntungan normal adalah Rp.1.154.197.179,14. Setelah mengalami penurunan produksi 2% maka keuntungan berkurang menjadi Rp. 1.138.544.744,26, setelah mengalami penurunan produksi 4% maka keuntungan berkurang menjadi Rp. 1.119.281.352,95, setelah mengalami penurunan produksi 6% maka keuntungan berkurang menjadi Rp. 1.101.421.271,53, setelah mengalami penurunan produksi 8% maka keuntungan berkurang menjadi Rp. 1.081.329.367,97, setelah mengalami penurunan produksi 10% maka keuntungan berkurang menjadi Rp. 1.061.088.309,32, setelah mengalami penurunan produksi 12% maka keuntungan berkurang menjadi Rp. 1.039.927.202,54, setelah mengalami penurunan produksi 14% maka keuntungan berkurang menjadi Rp. 1.017.781.858,24, setelah mengalami penurunan produksi 16% maka keuntungan berkurang menjadi Rp 994.581.973,74, setelah mengalami penurunan produksi 18% maka keuntungan berkurang menjadi Rp. 970.250.387,55, dan setelah mengalami penurunan produksi 20% maka keuntungan berkurang menjadi Rp. 944.702.222,05.

#### 4.16. Pembahasan

Pembahasan dalam analisa ini dilakukan untuk menjawab tujuan-tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini, diantaranya adalah pengaruh produksi terhadap keterlambatan penyelesaian item pekerjaan, pengaruh keterlambatan pekerjaan waktu penyelesaian proyek, pengaruh keterlambatan pekerjaan terhadap biaya proyek, pengaruh keterlambatan pekerjaan terhadap keuntungan proyek.

Hasil perhitungan yang diperoleh pada masing-masing tujuan yang dimaksud tersebut kemudian dapat dihubungkan dengan digambarkannya grafik pengaruh menggunakan media *microsoft excel* yang nantinya arah horisontal (X) menunjukkan simulasi penurunan produksi yaitu -2% sampai -20% dengan interval 2%. Sedangkan arah vertikal (Y) menunjukkan prosentase perubahan keterlambatan penyelesaian item pekerjaan (%), prosentase perubahan waktu penyelesaian proyek (%), prosentase perubahan biaya proyek (%) dan prosentase perubahan keuntungan proyek (%).

##### 4.16.1. Pengaruh Produksi Terhadap Keterlambatan Penyelesaian Item Pekerjaan

Penurunan produksi pekerjaan yang menyebabkan perubahan produksi minimum dan mengakibatkan perubahan waktu penyelesaian pada setiap item pekerjaan yang bersangkutan. Hal tersebut dibenarkan, karena waktu penyelesaian merupakan perbandingan antara volume dan produksi minimum dari item pekerjaan yang bersangkutan. Pada analisa ini item pekerjaan yang dianalisa adalah item pekerjaan yang termasuk dalam jalur kritis. Analisa dalam perhitungan ini telah membuktikan bahwa penurunan produksi sangat mempengaruhi waktu penyelesaian item pekerjaan. Berikut adalah tabel perhitungan perubahan waktu penyelesaian akibat keterlambatan pekerjaan.

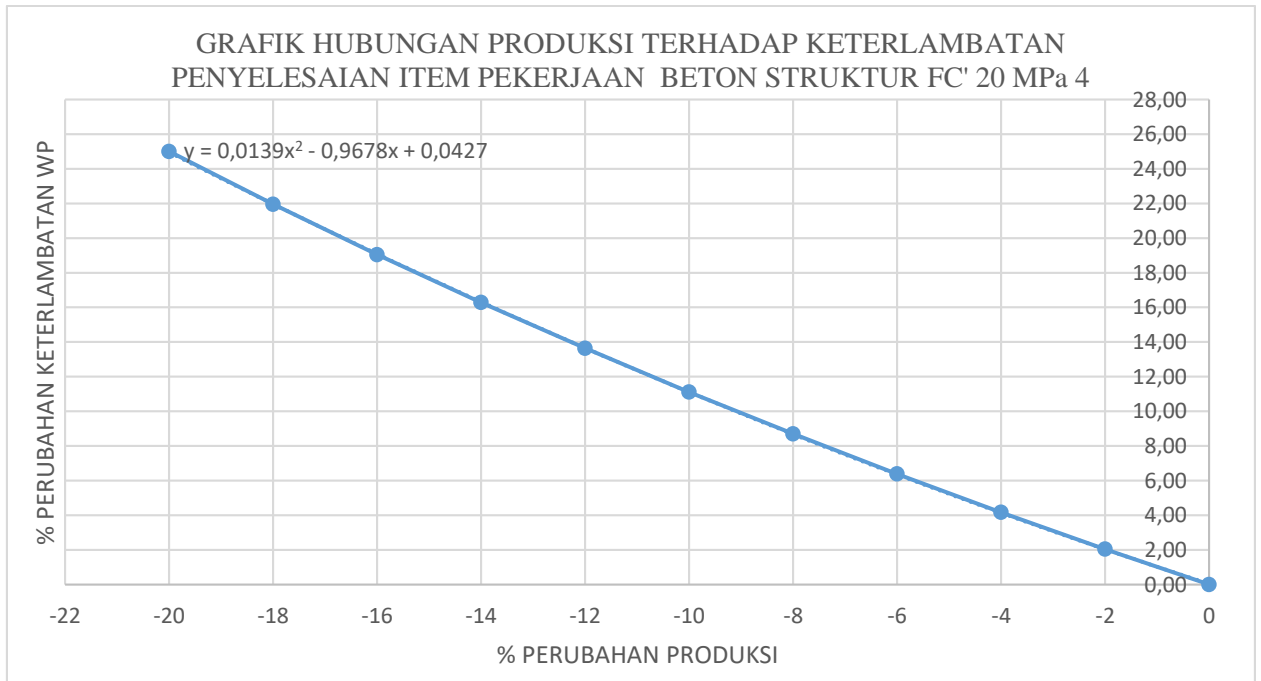
**Tabel 4.32 Pengaruh Produksi Terhadap Keterlambatan Penyelesaian Item Pekerjaan Pada Item pekerjaan Beton Struktur  $f_c' = 20 \text{ Mpa}$  (H4)**

No	Item Pekerjaan	Satuan	Simbol	Volume	WP Normal (Hari)	Produksi unit/hr	Produksi Minimum unit/hr	WP Item Pekerjaan (Hari) Terlambat	Presentase WP %
a	b	c	d	e	f	g	h	$l = e/h$	$j = ((i-f)/f) * 100$
12	Beton Struktur $f_c' = 20 \text{ Mpa}$	M <sup>3</sup>	H4	2,17	1	0	2,17	1,00	0,00
						-2	2,12	1,02	2,04
						-4	2,08	1,04	4,17
						-6	2,04	1,06	6,38
						-8	1,99	1,09	8,70
						-10	1,95	1,11	11,11
						-12	1,91	1,14	13,64
						-14	1,86	1,16	16,28
						-16	1,82	1,19	19,05
						-18	1,78	1,22	21,95
						-20	1,73	1,25	25,00

Sumber : Lampiran IV.19, Tabel 12.a

Dari tabel 4.32 membuktikan bahwa semakin berkurangnya produksi pekerjaan semakin bertambah atau lama waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan volume tiap item pekerjaan. Pernyataan ini dibuktikan dengan hasil perhitungan yang telah dilakukan. Produksi minimum mengalami perubahan berkurang akibat berkurangnya produksi pekerjaan maka waktu penyelesaian proyek akan mengalami perubahan yakni bertambah. Waktu penyelesaian pada item pekerjaan beton struktur  $f_c'20 MPa$  4 normal yakni 1 hari mengalami perubahan menjadi 1,02 hari akibat penurunan produksi sebesar -2%, perubahan menjadi 1,04 hari akibat penurunan produksi sebesar -4%, perubahan menjadi 1,06 hari akibat penurunan produksi sebesar -6%, perubahan menjadi 1,09 hari akibat penurunan produksi sebesar -8%, perubahan menjadi 1,11 hari akibat penurunan produksi sebesar -10%, perubahan menjadi 1,14 hari akibat penurunan produksi sebesar -12%, perubahan menjadi 1,16 hari akibat penurunan produksi sebesar -14%, perubahan menjadi 1,19 hari akibat penurunan produksi sebesar -16%, perubahan menjadi 1,22 hari akibat penurunan produksi sebesar -18%, perubahan menjadi 1,25 hari akibat penurunan produksi sebesar -20%. Hal ini menjelaskan bahwa dengan berkurangnya produksi maka keterlambatan penyelesaian item pekerjaan yang dibutuhkan akan bertambah.

Pengaruh berkurangnya produksi terhadap keterlambatan penyelesaian item ini dapat dapat digambarkan dalam bentuk grafik 4.1. Grafik diperoleh dengan menggunakan media *microsoft excel* yang arah horisontal (X) menunjukkan simulasi perubahan produksi dan arah vertikal (Y) menunjukkan prosentase perubahan keterlambatan penyelesaian item penyelesaian akibat berkurangnya produksi.



**Grafik 4.3 Pengaruh produksi Pekerjaan Terhadap keterlambatan Penyelesaian Item pekerjaan  
Beton Struktur  $f_c'20\text{ MPa}$  (H4)**

Dapat dilihat pada grafik di atas, titik – titik pada grafik cenderung membentuk lengkung atau tidak lurus. Kelengkungan dari grafik tersebut diakibatkan dari selisih dari prosentase perubahan waktu penyelesaian yang berbeda atau tidak sama, sehingga dari titik – titik yang cenderung lengkung dapat disimpulkan bahwa grafik diatas membentuk fungsi polynominal. Persamaan regresi polynominal yang diperoleh dari media *microsoft excel* dengan menggunakan fungsi polynominal mendapat persamaan yaitu  $Y' = 0,0139x^2 - 0,9678x + 0,0427$ . Untuk membuktikan tingkat kebenaran variabel x,y atau mengukur kekuatan hubungan variabel x,y dari grafik 4.3 akan dihitung menggunakan persamaan regresi polynominal. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.33 hasil perhitungan persamaan regresi polynomial dan ukuran kekuatan hubungan variabel x,y untuk Keterlambatan Penyelesaian Item Pekerjaan.

**Tabel 4.33 Prosentase Keterlambatan Penyelesaian Item Pekerjaan Beton Struktur  $f_c'20$  MPa (H4) Berdasarkan Persamaan Regresi Polynominal**

No	Produksi Keterlambatan Pekerjaan	Presentase Perubahan WP	Prosentase Perubahan WP Regresi Polynominal	Prosentase Selisih WP
	Satuan/Hari	(%)	(%)	(%)
	X	Y	$Y' = 0,0139X^2 - 0,9678X + 0,0427$	$(Y'-Y)/Y$
	0	0,00	0,04	0,00
	-2	2,04	2,03	0,00
	-4	4,17	4,14	-0,01
	-6	6,38	6,35	-0,01
	-8	8,70	8,67	0,00
	-10	11,11	11,11	0,00
	-12	13,64	13,66	0,00
	-14	16,28	16,32	0,00
	-16	19,05	19,09	0,00
	-18	21,95	21,97	0,00
	-20	25,00	24,96	0,00
	Jumlah Rata-rata			0,00

**Sumber : Lampiran IV.19, Tabel 12.b**

Dari tabel 4.33 membuktikan tingkat kebenaran dari hasil perhitungan keterlambatan pekerjaan terhadap waktu penyelesaian item pekerjaan. Pada produksi sebesar -2% prosentase perubahan waktu penyelesaian item pekerjaan sebesar 2,04% dan prosentase perubahan waktu penyelesaian regresi polynominal sebesar 2,03% mempunyai selisih sebesar 0,00%, pada produksi sebesar -4% prosentase perubahan waktu penyelesaian item pekerjaan sebesar 4,17% dan prosentase perubahan waktu penyelesaian regresi polynominal sebesar 4,14% mempunyai selisih sebesar -0,01%, pada produksi sebesar -6% prosentase perubahan waktu penyelesaian item pekerjaan sebesar 6,38% dan prosentase perubahan waktu penyelesaian regresi polynominal sebesar 6,35% mempunyai selisih sebesar -0,01%, Pada produksi sebesar -8% prosentase perubahan waktu penyelesaian item pekerjaan sebesar 8,70% dan prosentase perubahan waktu penyelesaian regresi polynominal sebesar 8,67% mempunyai selisih sebesar 0,00%, Pada produksi sebesar -10% prosentase perubahan waktu penyelesaian item pekerjaan sebesar 11,11% dan prosentase perubahan waktu penyelesaian regresi polynominal sebesar 11,11% mempunyai selisih sebesar 0,00%, Pada produksi sebesar -12% prosentase perubahan waktu penyelesaian item pekerjaan sebesar 13,64% dan prosentase perubahan waktu penyelesaian regresi polynominal sebesar 13,66% mempunyai selisih sebesar 0,00%, Pada produksi item pekerjaan sebesar -14% prosentase perubahan waktu penyelesaian sebesar 16,28% dan prosentase perubahan waktu penyelesaian regresi polynominal sebesar 16,32% mempunyai selisih sebesar 0,00%, Pada produksi sebesar -16% prosentase perubahan waktu

penyelesaian item pekerjaan sebesar 19,05% dan prosentase perubahan waktu penyelesaian regresi polynominal sebesar 19,09% mempunyai selisih sebesar 0,00%, Pada produksi sebesar -18% prosentase perubahan waktu penyelesaian item pekerjaan sebesar 21,95% dan prosentase perubahan waktu penyelesaian regresi polynominal sebesar 21,97% mempunyai selisih sebesar 0,00%, dan pada produksi sebesar -20% prosentase perubahan waktu penyelesaian item pekerjaan sebesar 25,00% dan prosentase perubahan waktu penyelesaian regresi polynominal sebesar 24,96% mempunyai selisih sebesar 0,00%. Prosentase rata – rata dari selisih perhitungan prosentase perubahan waktu penyelesaian item pekerjaan akibat berkurangnya produksi dan prosentase perubahan waktu penyelesaian regresi polynominal sebesar 0,00%. Perbedaan selisih dari perhitungan pada tabel 4.33 sangat kecil, hal ini menunjukkan bahwa persamaan regresi polynominal yang didapat dari grafik mendekati kenyataan. Hal ini menunjukkan bahwa perhitungan prosentase waktu penyelesaian item pekerjaan akibat berkurangnya produksi dengan perhitungan waktu penyelesaian regresi polynominal mempunyai hubungan yang signifikan. Dalam menyimpulkan hubungan yang signifikan maka diberikan standar dengan angka yang berkisar antara 0 sampai  $\pm 1$  (artinya paling tinggi  $\pm 1$  dan paling rendah 0). Jika hasil perhitungan yang semakin mendekati angka 0 maka tingkat kesalahan dari prosentase perhitungan semakin kecil, begitu juga sebaliknya jika perhitungan menjauhi 0 maka tingkat kesalahan semakin besar.

#### **4.16.2. Pengaruh Keterlambatan Item Pekerjaan Terhadap Waktu Penyelesaian Proyek**

Keterlambatan pekerjaan yang menyebabkan perubahan produksi minimum dan mengakibatkan perubahan waktu penyelesaian pada setiap item pekerjaan yang bersangkutan. Hal tersebut dibenarkan, karena waktu penyelesaian merupakan perbandingan antara volume dan produksi minimum dari item pekerjaan yang bersangkutan.

Waktu penyelesaian proyek dihitung menggunakan Network Diagram dimana, waktu penyelesaian menggunakan waktu penyelesaian dari hasil simulasi produksi. Analisa dalam perhitungan ini telah membuktikan bahwa keterlambatan pekerjaan sangat mempengaruhi waktu penyelesaian item pekerjaan. Berikut adalah tabel perhitungan perubahan waktu penyelesaian akibat keterlambatan pekerjaan.

**Tabel 4.34 Pengaruh Keterlambatan Item Pekerjaan Terhadap Waktu Penyelesaian Proyek**

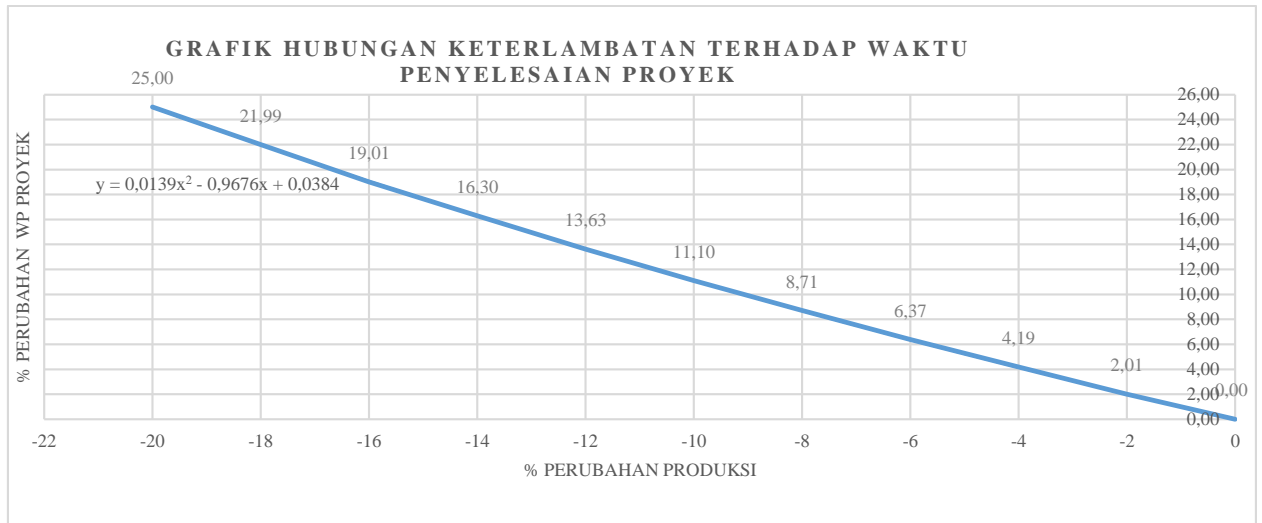
No	WP Proyek Normal	Keterlambatan Item Pekerjaan	WP Proyek Terlambat	Besar Perubahan	Presentase Waktu Proyek
	Hari	Sat/hr	Hari	Hari	%
a	b	c	d	e = b-d	f = ((d-b)/b)*100
	104,50	0	104,50	0,00	0,00
		-2%	106,60	2,10	2,01
		-4%	108,88	4,38	4,19
		-6%	111,16	6,66	6,37
		-8%	113,60	9,10	8,71
		-10%	116,10	11,60	11,10
		-12%	118,74	14,24	13,63
		-14%	121,53	17,03	16,30
		-16%	124,37	19,87	19,01
		-18%	127,48	22,98	21,99
		-20%	130,63	26,13	25,00

**Sumber : Lampiran IV.20**

Dari tabel 4.34 membuktikan bahwa semakin lama waktu keterlambatan pekerjaan semakin bertambah atau lama waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan volume tiap item pekerjaan. Pernyataan ini dibuktikan dengan hasil perhitungan yang telah dilakukan. Produksi minimum mengalami perubahan berkurang akibat keterlambatan pekerjaan maka waktu penyelesaian proyek akan mengalami perubahan yakni bertambah. Waktu penyelesaian pada normal yakni 104,50 hari mengalami perubahan menjadi 106,60 akibat penurunan produksi sebesar -2%, perubahan menjadi 108,88 hari akibat penurunan produksi sebesar -4%, perubahan menjadi 111,16 hari akibat penurunan produksi sebesar -6%, perubahan menjadi 113,60 hari akibat penurunan produksi sebesar -8%, perubahan menjadi 116,10 hari akibat penurunan produksi sebesar -10%, perubahan menjadi 118,74 hari akibat penurunan produksi sebesar -12%, perubahan menjadi 121,53 hari akibat penurunan produksi sebesar -14%, perubahan menjadi 124,37 hari akibat penurunan produksi sebesar -16%, perubahan menjadi 127,48 hari akibat penurunan produksi sebesar -18%, perubahan menjadi 130,63 hari akibat penurunan produksi sebesar -20%. Hal ini menjelaskan bahwa dengan terlambatnya pekerjaan akibat berkurangnya produksi maka waktu penyelesaian proyek yang dibutuhkan akan bertambah.

Pengaruh keterlambatan pekerjaan terhadap waktu penyelesaian proyek ini dapat digambarkan dalam bentuk grafik 4.4. Grafik diperoleh dengan menggunakan media *microsoft excel* yang arah horisontal (X) menunjukkan simulasi penurunan produksi dan arah vertikal (Y) menunjukkan prosentase perubahan waktu penyelesaian proyek akibat keterlambatan pekerjaan.





**Grafik 4.4 Pengaruh Keterlambatan Pekerjaan Terhadap Waktu Penyelesaian Proyek**

**Sumber : Lampiran IV.20, Grafik 1**

Dapat dilihat pada grafik di atas, titik – titik pada grafik cenderung membentuk lengkung atau tidak lurus. Kelengkungan dari grafik tersebut diakibatkan dari selisih dari prosentase perubahan waktu penyelesaian yang berbeda atau tidak sama, sehingga dari titik – titik yang cenderung lengkung dapat disimpulkan bahwa grafik diatas membentuk fungsi polynominal. Persamaan regresi polynominal yang diperoleh dari media *microsoft excel* dengan menggunakan fungsi polynominal mendapat persamaan yaitu  $Y' = 0,0139x^2 - 0,9676x + 0,0384$ . Untuk membuktikan tingkat kebenaran variabel x,y atau mengukur kekuatan hubungan variabel x,y dari grafik 4.4 akan dihitung menggunakan persamaan regresi polynominal. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.35 hasil perhitungan persamaan regresi polynomial dan ukuran kekuatan hubungan variabel x,y untuk waktu penyelesaian proyek.

**Tabel 4.35 Prosentase Perubahan Waktu Penyelesaian Proyek Berdasarkan Persamaan Regresi Polynominal**

No	Keterlambatan Item Pekerjaan	Presentase Perubahan Waktu Proyek	Presentase Perubahan WP Regresi Polynomial	Presentase Selisih WP
	K	Hari	(%)	(%)
	X	Y	$Y' = 0,0139X^2 - 0,9676X + 0,0384$	$(Y'-Y)/Y$
	0	0,00	0,04	0,00
	-2	2,01	2,03	0,01
	-4	4,19	4,13	-0,01
	-6	6,37	6,34	0,00
	-8	8,71	8,67	0,00
	-10	11,10	11,10	0,00
	-12	13,63	13,65	0,00
	-14	16,30	16,31	0,00
	-16	19,01	19,08	0,00
	-18	21,99	21,96	0,00
	-20	25,00	24,95	0,00
	Jumlah Rata-rata			0,00

Sumber : Lampiran IV.20, Tabel 1.a

Dari tabel 4.35 membuktikan tingkat kebenaran dari hasil perhitungan keterlambatan pekerjaan terhadap waktu penyelesaian proyek. Pada produksi sebesar -2% prosentase perubahan waktu penyelesaian proyek sebesar 2,01% dan prosentase perubahan waktu penyelesaian regresi polynominal sebesar 2,03% mempunyai selisih sebesar 0,01%, pada produksi sebesar -4% prosentase perubahan waktu penyelesaian sebesar 4,19% dan prosentase perubahan waktu penyelesaian regresi polynominal sebesar 4,13% mempunyai selisih sebesar -0,01%, pada produksi sebesar -6% prosentase perubahan waktu penyelesaian sebesar 6,37% dan prosentase perubahan waktu penyelesaian regresi polynominal sebesar 6,34% mempunyai selisih sebesar 0,00%, pada produksi sebesar -8% prosentase perubahan waktu penyelesaian sebesar 8,71% dan prosentase perubahan waktu penyelesaian regresi polynominal sebesar 8,67% mempunyai selisih sebesar 0,00%, pada produksi sebesar -10% prosentase perubahan waktu penyelesaian sebesar 11,10% dan prosentase perubahan waktu penyelesaian regresi polynominal sebesar 11,10% mempunyai selisih sebesar 0,00%, pada produksi sebesar -12% prosentase perubahan waktu penyelesaian sebesar 13,63% dan prosentase perubahan waktu penyelesaian regresi polynominal sebesar 13,65% mempunyai selisih sebesar 0,00%, pada produksi sebesar -14% prosentase perubahan waktu penyelesaian sebesar 16,30% dan prosentase perubahan waktu penyelesaian regresi polynominal sebesar 16,31% mempunyai selisih sebesar 0,00%, pada produksi sebesar -16% prosentase perubahan waktu penyelesaian sebesar 19,01% dan prosentase perubahan waktu penyelesaian regresi polynominal sebesar 19,08% mempunyai selisih sebesar 0,00%, pada produksi sebesar -18% prosentase perubahan

waktu penyelesaian sebesar 21,99% dan prosentase perubahan waktu penyelesaian regresi polynominal sebesar 21,96% mempunyai selisih sebesar 0,00%, dan pada produksi sebesar -20% prosentase perubahan waktu penyelesaian sebesar 25,00% dan prosentase perubahan waktu penyelesaian regresi polynominal sebesar 24,95% mempunyai selisih sebesar 0,00%. Prosentase rata – rata dari selisih perhitungan prosentase perubahan waktu penyelesaian akibat keterlambatan dan prosentase perubahan waktu penyelesaian regresi polynominal sebesar 0,00%. Perbedaan selisih dari perhitungan pada tabel 4.35 sangat kecil, hal ini menunjukkan bahwa persamaan regresi polynominal yang didapat dari grafik mendekati kenyataan. Hal ini menunjukkan bahwa perhitungan prosentase waktu penyelesaian proyek akibat keterlambatan dengan perhitungan waktu penyelesaian regresi polynominal mempunyai hubungan yang signifikan. Dalam menyimpulkan hubungan yang signifikan maka diberikan standar dengan angka yang berkisar antara 0 sampai  $\pm 1$  (artinya paling tinggi  $\pm 1$  dan paling rendah 0). Jika hasil perhitungan yang semakin mendekati angka 0 maka tingkat kesalahan dari prosentase perhitungan semakin kecil, begitu juga sebaliknya jika perhitungan menjauhi 0 maka tingkat kesalahan semakin besar.

#### **4.16.3. Pengaruh Keterlambatan Item Pekerjaan Terhadap Biaya Proyek**

Keterlambatan pekerjaan mengakibatkan semakin berkurangnya produksi minimum yang dihasilkan, yang mempengaruhi perubahan koefisien tenaga kerja dan peralatan. Koefisien yang bertambah ini mengakibatkan analisa harga satuan bertambah sehingga biaya proyek pun ikut bertambah besar.

Analisa dalam perhitungan ini telah membuktikan bahwa keterlambatan pekerjaan sangat mempengaruhi biaya proyek. Berikut adalah tabel perhitungan perubahan biaya proyek akibat keterlambatan pekerjaan.

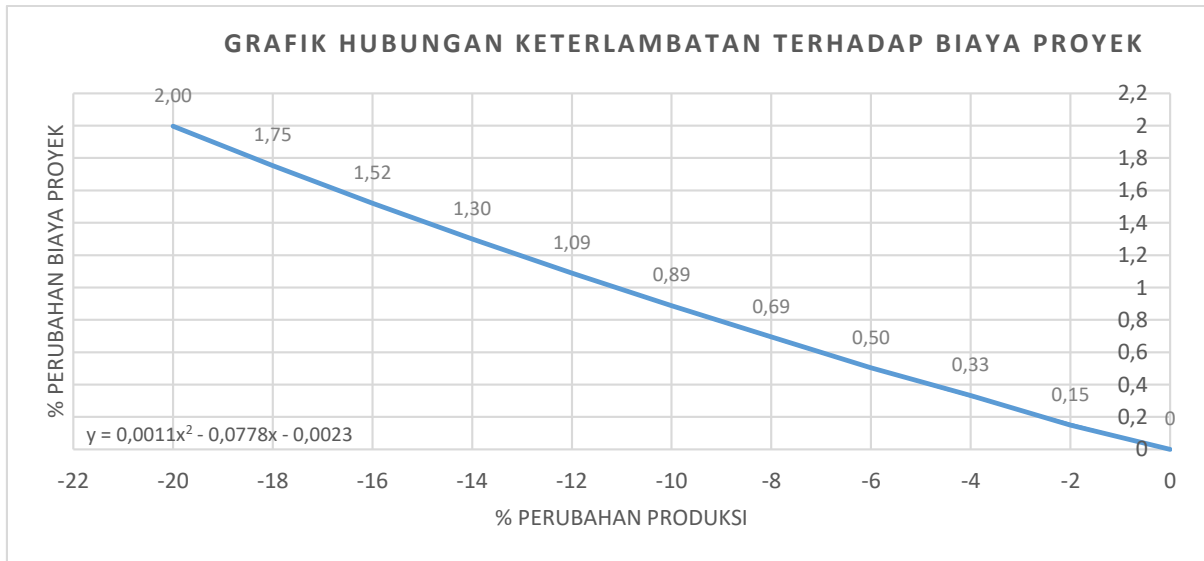
**Tabel 4.36 Pengaruh Keterlambatan Pekerjaan Terhadap Biaya Proyek**

No	BP Proyek Normal	Keterlambatan Item Pekerjaan	BP Terlambat	Besar Perubahan	Presentase Biaya Proyek
	Rp	sat/hr	Rp	Rp	%
a	b	c	d	e = b-d	f = ((d-b)/b)*100
1	10.492.701.628,50	0	10.492.701.628,50	0	0
2		-2%	10.508.354.063,38	- 15.652.434,88	0,15
3		-4%	10.527.617.454,68	- 34.915.826,18	0,33
4		-6%	10.545.477.536,11	- 52.775.907,60	0,50
5		-8%	10.565.569.439,66	- 72.867.811,16	0,69
6		-10%	10.585.810.498,32	- 93.108.869,82	0,89
7		-12%	10.606.971.605,09	- 114.269.976,59	1,09
8		-14%	10.629.116.949,40	- 136.415.320,89	1,30
9		-16%	10.652.316.833,90	- 159.615.205,40	1,52
10		-18%	10.680.350.395,36	- 187.648.766,86	1,75
11		-20%	10.702.196.585,59	- 209.494.957,09	2,00

**Sumber : Lampiran IV.21, Tabel 1**

Dari tabel 4.36 dapat diketahui bahwa biaya proyek normal adalah Rp. 10.492.701.628,50. Setelah mengalami penurunan produksi 2% maka biaya proyek bertambah menjadi Rp. 10.508.354.063,38, setelah mengalami penurunan produksi 4% maka biaya proyek bertambah menjadi Rp. 10.527.617.454,68, setelah mengalami penurunan produksi 6% maka biaya proyek bertambah menjadi Rp. 10.545.477.536,11, setelah mengalami penurunan produksi 8% maka biaya proyek bertambah menjadi Rp. 10.565.569.439,66, setelah mengalami penurunan produksi 10% maka biaya proyek bertambah menjadi Rp. 10.585.810.498,32, setelah mengalami penurunan produksi 12% maka biaya proyek bertambah menjadi Rp. 10.606.971.605,09, setelah mengalami penurunan produksi 14% maka biaya proyek bertambah menjadi Rp. 10.629.116.949,40, setelah mengalami penurunan produksi 16% maka biaya proyek bertambah menjadi Rp. 10.652.316.833,90, setelah mengalami penurunan produksi 18% maka biaya proyek bertambah menjadi Rp. 10.676.648.420,09, dan setelah mengalami penurunan produksi 20% maka biaya proyek bertambah menjadi Rp. 10.702.196.585,59.

Pengaruh keterlambatan pekerjaan terhadap biaya proyek ini dapat dapat digambarkan dalam bentuk grafik 4.5. Grafik diperoleh dengan menggunakan media *microsoft excel* yang arah horisontal (X) menunjukkan simulasi perubahan produksi waktu keterlambatan pekerjaan dan arah vertikal (Y) menunjukkan prosentase perubahan biaya proyek akibat keterlambatan pekerjaan.



**Grafik 4.5 Pengaruh Keterlambatan Pekerjaan Terhadap Biaya Proyek**

Sumber : Lampiran IV.21, Grafik 1

Dapat dilihat pada grafik di atas, titik – titik pada grafik cenderung membentuk lengkung atau tidak lurus. Kelengkungan dari grafik tersebut diakibatkan dari selisih dari prosentase perubahan waktu penyelesaian yang berbeda atau tidak sama, sehingga dari titik – titik yang cenderung lengkung dapat disimpulkan bahwa grafik diatas membentuk fungsi polynominal. Persamaan regresi polynominal yang diperoleh dari media *microsoft excel* dengan menggunakan fungsi polynominal mendapat persamaan yaitu  $Y' = 0,0011x^2 - 0,0778x - 0,0023$ . Untuk membuktikan tingkat kebenaran variabel x,y atau mengukur kekuatan hubungan variabel x,y dari grafik 4.5 akan dihitung menggunakan persamaan regresi polynominal. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.37 hasil perhitungan persamaan regresi polynominal dan ukuran kekuatan hubungan variabel x,y

**Tabel 4.37 Prosentase Perubahan Biaya Proyek Berdasarkan Persamaan Regresi Polynominal**

Keterlambatan Item Pekerjaan sat/hr	Presentase Perubahan Biaya Proyek (%)	Prosentase Perubahan BP Regresi Polynominal (%)	Prosentase Selisih BP (%)
X	Y	$Y' = 0,0011X^2 - 0,0778X - 0,0023$	$(Y'-Y)/Y$
0	0,00	0,00	0,00
-2	0,15	0,16	0,06
-4	0,33	0,33	-0,02
-6	0,50	0,50	0,00
-8	0,69	0,69	-0,01
-10	0,89	0,89	0,00
-12	1,09	1,09	0,00
-14	1,30	1,30	0,00
-16	1,52	1,52	0,00
-18	1,75	1,75	0,00
-20	2,00	1,99	0,00
Jumlah Rata-rata			0,00

**Sumber : Lampiran IV.21, Tabel 1.b**

Dari tabel 4.37 membuktikan tingkat kebenaran dari hasil perhitungan keterlambatan pekerjaan terhadap keuntungan proyek. Pada produksi sebesar -2% prosentase perubahan waktu penyelesaian proyek sebesar 0,15% dan prosentase perubahan waktu penyelesaian regresi polynominal sebesar 0,16% mempunyai selisih sebesar 0,06%, pada produksi sebesar -4% prosentase perubahan waktu penyelesaian sebesar 0,33% dan prosentase perubahan waktu penyelesaian regresi polynominal sebesar 0,33% mempunyai selisih sebesar -0,02%, pada produksi sebesar -6% prosentase perubahan waktu penyelesaian sebesar 0,50% dan prosentase perubahan waktu penyelesaian regresi polynominal sebesar 0,50% mempunyai selisih sebesar 0,00%, pada produksi sebesar -8% prosentase perubahan waktu penyelesaian sebesar 0,69% dan prosentase perubahan waktu penyelesaian regresi polynominal sebesar 0,69% mempunyai selisih sebesar -0,01%, pada produksi sebesar -10% prosentase perubahan waktu penyelesaian sebesar 0,89% dan prosentase perubahan waktu penyelesaian regresi polynominal sebesar 0,89% mempunyai selisih sebesar 0,00%, pada produksi sebesar -12% prosentase perubahan waktu penyelesaian sebesar 1,09% dan prosentase perubahan waktu penyelesaian regresi polynominal sebesar 1,09% mempunyai selisih sebesar 0,00%, pada produksi sebesar -14% prosentase perubahan waktu penyelesaian sebesar 1,30% dan prosentase perubahan waktu penyelesaian regresi polynominal sebesar 1,30% mempunyai selisih sebesar 0,00%, pada produksi sebesar -16% prosentase perubahan waktu penyelesaian sebesar 1,52% dan prosentase perubahan waktu penyelesaian regresi polynominal sebesar 1,52% mempunyai selisih sebesar 0,00%, pada produksi sebesar -18% prosentase perubahan waktu penyelesaian sebesar 1,75% dan prosentase perubahan waktu penyelesaian regresi polynominal sebesar 1,75% mempunyai

selisih sebesar 0,00%, dan pada produksi sebesar -20% prosentase perubahan waktu penyelesaian sebesar 2,00% dan prosentase perubahan waktu penyelesaian regresi polynominal sebesar 1,99% mempunyai selisih sebesar 0,00%. Prosentase rata – rata dari selisih perhitungan prosentase perubahan biaya proyek akibat keterlambatan dan prosentase perubahan biaya proyek regresi polynominal sebesar 0,00%. Perbedaan selisih dari perhitungan pada tabel 4.37 sangat kecil, hal ini menunjukkan bahwa persamaan regresi polynominal yang didapat dari grafik mendekati kenyataan. Hal ini menunjukkan bahwa perhitungan prosentase biaya proyek akibat keterlambatan dengan perhitungan biaya proyek regresi polynominal mempunyai hubungan yang signifikan. Dalam menyimpulkan hubungan yang signifikan maka diberikan standar dengan angka yang berkisar antara 0 sampai  $\pm 1$  (artinya paling tinggi  $\pm 1$  dan paling rendah 0). Jika hasil perhitungan yang semakin mendekati angka 0 maka tingkat kesalahan dari prosentase perhitungan semakin kecil, begitu juga sebaliknya.

#### **4.16.4. Pengaruh Keterlambatan Item Pekerjaan Terhadap Keuntungan Proyek**

Keterlambatan pekerjaan mengakibatkan semakin berkurangnya produksi minimum yang dihasilkan, mengakibatkan perubahan koefisien tenaga kerja dan peralatan, koefisien yang bertambah ini mengakibatkan analisa harga satuan bertambah sehingga biaya proyek pun ikut bertambah besar. Biaya proyek yang bertambah ini mengakibatkan keuntungan proyek berkurang

Analisa dalam perhitungan ini telah membuktikan bahwa keterlambatan pekerjaan sangat mempengaruhi keuntungan proyek. Berikut adalah tabel perhitungan perubahan keuntungan proyek akibat keterlambatan pekerjaan.

**Tabel 4.38 Pengaruh Keterlambatan Pekerjaan Terhadap Keuntungan Proyek**

No	Biaya Proyek Normal	Keuntungan Normal	Produksi Menurun	Biaya Proyek Terlambat	Besar Perubahan	Besar Perubahan Keuntungan	Presentase Keuntungan Proyek
	Rp	%	Satuan/Hari	Rp	Rp	Rp	%
a	b	$c = (11/100)*b$	d	e	$f = b - e$	$g = c + f$	$h = ((g-c)/c)*100$
	10.492.701.628,50	1.154.197.179	0	10.492.701.628,50	0,00	1.154.197.179,14	0,00
			-2%	10.508.354.063,38	-15.652.434,88	1.138.544.744,26	-1,36
			-4%	10.527.617.454,68	-34.915.826,18	1.119.281.352,95	-3,03
			-6%	10.545.477.536,11	-52.775.907,60	1.101.421.271,53	-4,57
			-8%	10.565.569.439,66	-72.867.811,16	1.081.329.367,97	-6,31
			-10%	10.585.810.498,32	-93.108.869,82	1.061.088.309,32	-8,07
			-12%	10.606.971.605,09	-114.269.976,59	1.039.927.202,54	-9,90
			-14%	10.629.116.949,40	-136.415.320,89	1.017.781.858,24	-11,82
			-16%	10.652.316.833,90	-159.615.205,40	994.581.973,74	-13,83
			-18%	10.676.648.420,09	-183.946.791,59	970.250.387,55	-15,94
			-20%	11.043.857.571,34	-551.155.942,84	603.041.236,30	-47,75

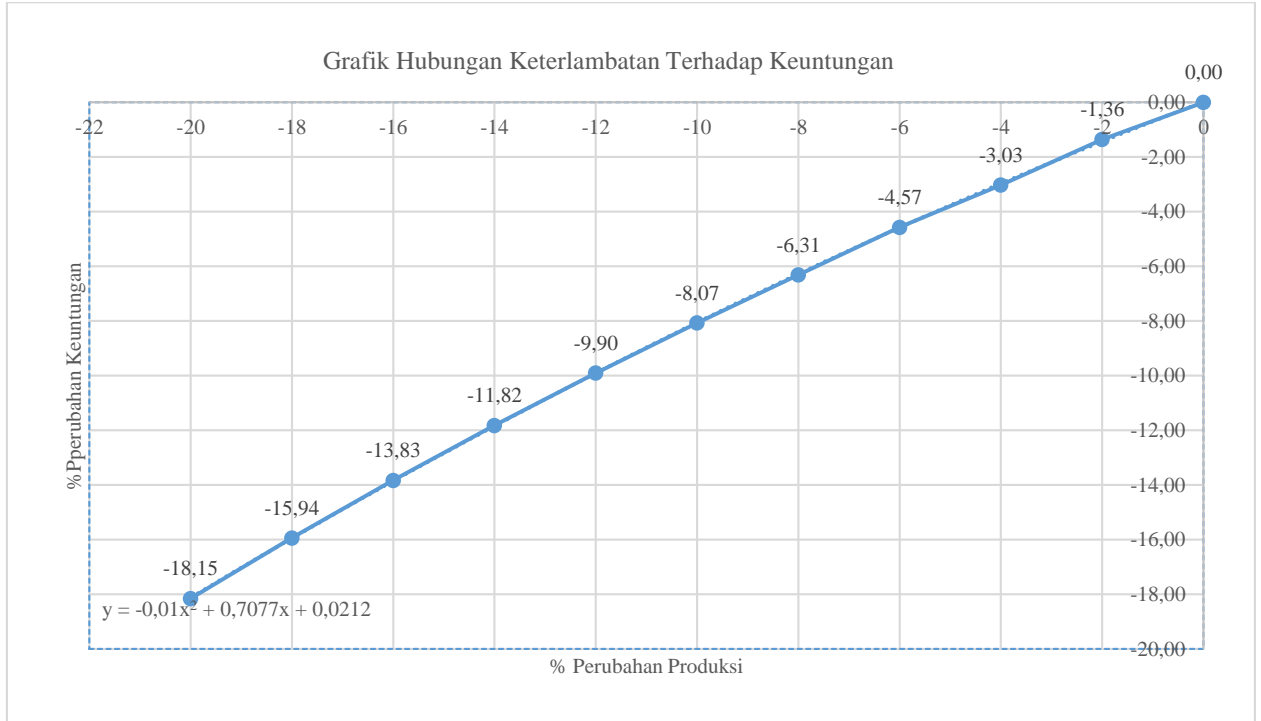
Sumber : Lampiran IV.22, Tabel 1

Dari tabel 4.38 membuktikan bahwa semakin lama waktu keterlambatan pekerjaan semakin bertambah besar biaya proyek dan keuntungan proyek akan berkurang. Pernyataan ini dibuktikan dengan hasil perhitungan yang telah dilakukan. Keuntungan normal adalah Rp.1.154.197.179,14. Setelah mengalami penurunan produksi 2% maka keuntungan berkurang menjadi Rp. 1.138.544.744,26, setelah mengalami penurunan produksi 4% maka keuntungan berkurang menjadi Rp. 1.119.281.352,95, setelah mengalami penurunan produksi 6% maka keuntungan berkurang menjadi Rp. 1.101.421.271,53, setelah mengalami penurunan produksi 8% maka keuntungan berkurang menjadi Rp. 1.081.329.367,97, setelah mengalami penurunan produksi 10% maka keuntungan berkurang menjadi Rp. 1.061.088.309,32, setelah mengalami penurunan produksi 12% maka keuntungan berkurang menjadi Rp. 1.039.927.202,54, setelah mengalami penurunan produksi 14% maka keuntungan berkurang menjadi Rp. 1.017.781.858,24, setelah mengalami penurunan produksi 16% maka keuntungan berkurang menjadi Rp 994.581.973,74, setelah mengalami penurunan produksi 18% maka keuntungan berkurang menjadi Rp. 970.250.387,55, dan setelah mengalami penurunan produksi 20% maka keuntungan berkurang menjadi Rp. 944.702.222,05.

Pengaruh keterlambatan pekerjaan terhadap keuntungan proyek ini dapat digambarkan dalam bentuk grafik 4.6. Grafik diperoleh dengan menggunakan media *microsoft excel* yang



arah horisontal (X) menunjukkan simulasi perubahan produksi dan arah vertikal (Y) menunjukkan prosentase perubahan keuntungan akibat keterlambatan pekerjaan.



**Grafik 4.6 Pengaruh Keterlambatan Pekerjaan Terhadap Keuntungan Proyek**

Sumber : Lampiran IV.22, Grafik 1

Dapat dilihat pada grafik di atas, titik – titik pada grafik cenderung membentuk lengkung atau tidak lurus. Kelengkungan dari grafik tersebut diakibatkan dari selisih dari prosentase perubahan waktu penyelesaian yang berbeda atau tidak sama, sehingga dari titik – titik yang cenderung lengkung dapat disimpulkan bahwa grafik diatas membentuk fungsi polynominal. Persamaan regresi polynominal yang diperoleh dari media *microsoft excel* dengan menggunakan fungsi polynominal mendapat persamaan yaitu  $Y' = -0,01x^2 + 0,7077x + 0,0212$ . Untuk membuktikan tingkat kebenaran variabel x,y atau mengukur kekuatan hubungan variabel x,y dari grafik 4.6 akan dihitung menggunakan persamaan regresi polynominal. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.39 hasil perhitungan persamaan regresi polynominal dan ukuran kekuatan hubungan variabel x,y.

**Tabel 4.39 Prosentase Perubahan Keuntungan Proyek Berdasarkan Persamaan Regresi Polynominal**

Keterlambatan Item Pekerjaan sat/hr X	Presentase Perubahan Keuntungan (%) Y	Presentase Perubahan Keuntungan Regresi Polynominal (%) $Y' = -0,01X^2 - 0,7077X - 0,0212$	Prosentase Selisih Keuntungan (%) $(Y'-Y)/Y$
0	0,00	0,00	0,00
-2	-1,36	0,16	-1,12
-4	-3,03	0,33	-1,11
-6	-4,57	0,50	-1,11
-8	-6,31	0,69	-1,11
-10	-8,07	0,89	-1,11
-12	-9,90	1,09	-1,11
-14	-11,82	1,30	-1,11
-16	-13,83	1,52	-1,11
-18	-15,94	1,75	-1,11
-20	-18,15	1,99	-1,11
Jumlah Rata-rata			-1,01

**Sumber : Lampiran IV.22, Tabel 1.a**

Dari tabel 4.39 membuktikan tingkat kebenaran dari hasil perhitungan keterlambatan pekerjaan terhadap analisa harga satuan. Pada produksi sebesar -2% prosentase perubahan waktu penyelesaian proyek sebesar -1,36% dan prosentase perubahan waktu penyelesaian regresi polynominal sebesar 0,16% mempunyai selisih sebesar -1,12%, pada produksi sebesar -4% prosentase perubahan waktu penyelesaian sebesar -3,03% dan prosentase perubahan waktu penyelesaian regresi polynominal sebesar 0,33% mempunyai selisih sebesar -1,11%, pada produksi sebesar -6% prosentase perubahan waktu penyelesaian sebesar -4,57% dan prosentase perubahan waktu penyelesaian regresi polynominal sebesar 0,50% mempunyai selisih sebesar -1,11%, pada produksi sebesar -8% prosentase perubahan waktu penyelesaian sebesar -6,31% dan prosentase perubahan waktu penyelesaian regresi polynominal sebesar 0,69% mempunyai selisih sebesar -1,11%, pada produksi sebesar -10% prosentase perubahan waktu penyelesaian sebesar -8,07% dan prosentase perubahan waktu penyelesaian regresi polynominal sebesar 0,89% mempunyai selisih sebesar -1,11%, pada produksi sebesar -12% prosentase perubahan waktu penyelesaian sebesar -9,90% dan prosentase perubahan waktu penyelesaian regresi polynominal sebesar 1,09% mempunyai selisih sebesar -1,11%, pada produksi sebesar -14% prosentase perubahan waktu penyelesaian sebesar -11,82% dan prosentase perubahan waktu penyelesaian regresi polynominal sebesar 1,30% mempunyai selisih sebesar -1,11%, pada produksi sebesar -16% prosentase perubahan waktu penyelesaian sebesar -13,83% dan prosentase perubahan waktu penyelesaian regresi polynominal sebesar 1,52% mempunyai selisih sebesar -1,11%, pada produksi sebesar -18% prosentase perubahan waktu penyelesaian sebesar 15,94% dan prosentase perubahan waktu penyelesaian regresi polynominal sebesar 1,75% mempunyai selisih sebesar -1,11%, dan pada produksi sebesar -20% prosentase

perubahan waktu penyelesaian sebesar -18,15% dan prosentase perubahan waktu penyelesaian regresi polynominal sebesar 1,99% mempunyai selisih sebesar -1,11%. Prosentase rata – rata dari selisih perhitungan prosentase perubahan keuntungan proyek akibat keterlambatan dan prosentase perubahan keuntungan proyek regresi polynominal sebesar -1,01%. Perbedaan selisih dari perhitungan pada tabel 4.39 sangat kecil, hal ini menunjukkan bahwa persamaan regresi polynominal yang didapat dari grafik mendekati kenyataan. Hal ini menunjukkan bahwa perhitungan prosentase keuntungan proyek akibat keterlambatan dengan perhitungan keuntungan proyek regresi polynominal mempunyai hubungan yang signifikan. Dalam menyimpulkan hubungan yang signifikan maka diberikan standar dengan angka yang berkisar antara 0 sampai  $\pm 1$  (artinya paling tinggi  $\pm 1$  dan paling rendah 0). Jika hasil perhitungan yang semakin mendekati angka 0 maka tingkat kesalahan dari prosentase perhitungan semakin kecil, begitu juga sebaliknya.