

## BAB IV

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan diuraikan proses analisa dan pembahasan guna mencapai tujuan penelitian, yaitu Hubungan perubahan produksi tenaga kerja dan peralatan terhadap koefisien dan biaya proyek serta keuntungan. Dalam proses analisa dan pembahasan ini semuanya berdasarkan teori pada bab II dan mengikuti langkah-langkah yang dijelaskan pada diagram alir bab III

#### 4.1 Data Rencana Anggaran Biaya

Program	: Penyelenggaraan Jalan
Paket Kegiatan	: Peningkatan Jalan Melolo -Watupuda Kecamatan Umalulu (DAK Penugasan)
Sumber Dana	: APBD Kabupaten Sumba Timur
Tahun Anggaran	: 2022
Nilai Kontrak	: Rp. 5.964.631.000,00
Penyedia Jasa	: CV. CITRA MANDIRI
Waktu Pelaksanaan	: 240 (Dua ratus empat puluh) Hari Kalender
Konsultan Pengawas	: PT. Kencana Layana Konsultan

Data yang diambil dalam dokumen kontrak tersebut adalah data RAB yang meliputi Volume, koefisien dan analisa harga satuan item pekerjaan dapat dilihat dalam analisa harga satuan item pekerjaan yang diperoleh dari koefisien dan harga satuan sumberdaya tersebut. Jenis pekerjaan yang di analisis dapat dilihat pada **Table 4.1** berikut ini :

**Tabel 4.1 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Untuk Penelitian**

No. Mata Pembayaran	Uraian Pekerjaan	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rupiah)	Jumlah Harga-Harga (Rupiah)
a	b	c	d	e	f = (d x e)
<b>DEVISI 1</b>	<b>UMUM</b>				
1.2	Mobilisasi	LS	1.00	67,430,000.00	67,430,000.00
1.8.(1)	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	LS	1.00	10,722,000.00	10,722,000.00
	<b>Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 1 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)</b>				<b>78,152,000.00</b>
<b>DEVISI 2</b>	<b>DRAINASE</b>				
2.1.(1)	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	M3	654.55	26,993.23	17,668,418.70
2.2.(1)	Pasangan Batu dengan Mortar	M3	172.58	921,071.85	158,958,580.48
	<b>Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 2 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)</b>				<b>176,626,999.18</b>
<b>DEVISI 3</b>	<b>PEKERJAAN TANAH</b>				
3.2.(1a)	Timbunan Biasa dari sumber galian	M3	1,257.30	123,538.86	155,325,408.68
3.3.(1)	Penyiapan Badan Jalan	M2	18,000.00	1,286.44	23,155,957.31
	<b>Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 3 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)</b>				<b>178,481,365.99</b>
<b>DEVISI 4</b>	<b>PELEBARAN PERKERASAN DAN BAHU JALAN</b>				
4.2.(2a)	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	M3	220.00	509,763.54	112,147,978.16
	<b>Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 4 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)</b>				<b>112,147,978.16</b>
<b>DEVISI 5</b>	<b>PERKERASAN BERBUTIR</b>				
5.1.(1)	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M3	1,800.00	585,799.21	1,054,438,584.82
5.1.(2)	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	M3	640.00	503,457.43	322,212,754.55
	<b>Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 5 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)</b>				<b>1,376,651,339.37</b>
<b>DEVISI 6</b>	<b>PERKERASAN ASPAL</b>				
6.1 (1)(a)	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	Liter	12,000.00	12,560.11	150,721,351.02
6.3.(4a)	Lataston Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/semi)	Ton	1,065.60	1,377,540.86	1,467,907,540.42
	<b>Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 6 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)</b>				<b>1,618,628,891.43</b>
<b>DEVISI 7</b>	<b>STRUKTUR</b>				
7.1 (7) a	Beton mutu sedang fc'20 MPa (K - 250)	M3	16.44	1,815,212.93	29,842,100.49
7.1 (8)	Beton mutu rendah fc'15 MPa (K - 175)	M3	662.00	1,291,839.90	855,198,016.90
7.3 (1)	Baja Tulangan U 24 Polos	Kg	2,440.48	18,628.30	45,462,001.33
7.9.(1)	Pasangan Batu	M3	1,025.91	909,462.61	933,026,781.26
	<b>Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 7 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)</b>				<b>1,863,528,899.98</b>
<b>DEVISI 8</b>	<b>PENGEMBALIAN KONDISI DAN PEKERJAAN MINOR</b>				
8.4.(1)	Marka Jalan Termoplastik	M2	135.00	134,630.14	18,175,068.68
	<b>Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 8 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)</b>				<b>18,175,068.68</b>
<b>Total Biaya (biaya Termasuk Keuntungan )</b>					<b>5,422,392,542.80</b>
<b>PPN (10% x A)</b>					<b>542,239,254.28</b>
<b>Jumlah Biaya Umum (A+B)</b>					<b>5,964,631,797.08</b>
<b>Dibulatkan</b>					<b>5,964,631,000.00</b>

Sumber : Data RAB

#### 4.1.1 Volume

Volume item pekerjaan menyatakan banyak atau besarnya pekerjaan yang harus diselesaikan, volume item pekerjaan yang untuk pekerjaan ini dapat dilihat pada **tabel 4.1**, kolom d

#### 4.1.2 Harga Satuan

Harga Satuan merupakan harga dasar yang diambil dari data rencana anggaran biaya pada proyek Peningkatan Jalan Melolo – Watupuda Kecamatan Umalulu . harga satuan dapat dilihat pada Data RAB pada lampiran 1

### 4.1.3 Koefisien

Koefisien merupakan jumlah sumber daya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan tertentu. Koefisien ini diperoleh dari data RAB pada proyek Peningkatan Jalan Melolo – Watupuda Kecamatan Umalulu yang terdapat pada lampiran **IV.A kolom 4**.

### 4.1.4 Item Pekerjaan Yang Dianalisa dan Tidak Dianalisa

Berdasarkan batasan masalah pada Bab 1, maka item pekerjaan yang dianalisa dan tidak dianalisa dapat dilihat pada **tabel 4.1** berikut ini :

**Tabel 4.2** Pekerjaan Yang dianalisa dan Tidak dianalisa

No	No. Spek	Uraian Pekerjaan	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rupiah)		Jumlah Harga-Harga (Rupiah)	
					Dianalisa	Tidak Dianalisa	Dianalisa	Tidak Dianalisa
a	b	c	d	e	f	g	h = (e x f)	
<b>DEVISI 1</b>		<b>UMUM</b>						
1	1.2	Mobilisasi	LS	1.00		67,430,000.00		67,430,000.00
2	1.8.(1)	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	LS	1.00		10,722,000.00		10,722,000.00
jumlah								<b>78,152,000.00</b>
<b>DEVISI 2</b>		<b>DRAINASE</b>						
3	2.1.(1)	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	M3	654.55	24,539.3			16,062,043.39
4	2.2.(1)	Pasangan Batu dengan Mortar	M3	172.58	837,338.05			144,503,613.12
jumlah								<b>160,565,656.51</b>
<b>DEVISI 3</b>		<b>PEKERJAAN TANAH</b>						
5	3.2.(1a)	Galian Biasa dari sumber galian	M3	1257.3	112,308.06			141,199,302.15
6	3.3.(1)	Penyiapan Badan Jalan	M2	18000	1,169.49			21,050,730.00
jumlah								<b>162,250,032.15</b>
<b>DEVISI 4</b>		<b>PELEBARAN PERKERASAN DAN BAHU JALAN</b>						
7	4.2.(2a)	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	M3	220.00	463,421.40			101,952,708.00
jumlah								<b>101,952,708.00</b>
<b>DEVISI 5</b>		<b>PERKERASAN BERBUTIR</b>						
8	5.1.(1)	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	M3	1800	532,544.74			958,580,523.00
9	5.1.(2)	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	M3	640		503,457.43		322,212,752.00
jumlah								<b>958,580,523.00</b>
<b>DEVISI 6</b>		<b>PERKERASAN ASPAL</b>						
10	6.1 (1)(a)	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	Liter	12000	11,418.28			137,019,300.00
11	6.3.(4a)	Lataston Lapis Pondasi (HRS-Base) (gradasi senjang/4	Ton	1065.6	1,252,309.87			1,334,398,776.65
jumlah								<b>1,471,418,076.65</b>
<b>DEVISI 7</b>		<b>STRUKTUR</b>						
12	7.1 (7) a	Beton mutu sedang fc'20 MPa (K - 250)	M3	16.45	1,650,193.57			27,137,433.18
13	7.1 (8)	Beton mutu rendah fc'15 MPa (K - 175)	M3	662	1,174,399.91			777,452,737.11
14	7.3 (1)	Baja Tulangan U 24 Polos	Kg	2440.48	16,934.82			41,328,992.64
15	7.9.(1)	Pasangan Batu	M3	1025.91	826,784.19			848,202,029.31
jumlah								<b>1,694,121,192.24</b>
<b>DEVISI 8</b>		<b>PENGEMBALIAN KONDISI DAN PEKERJAAN MINOR</b>						
16	8.4.(1)	Marka Jalan Termoplastik	M2	135.00	134,630.14			18,175,068.23
jumlah								<b>18,175,068.23</b>
<b>A</b>		<b>Total</b>						<b>4,565,479,811.88</b>
<b>B</b>		<b>Keuntungan (10% x A)</b>						<b>456,547,981.19</b>
<b>C</b>		<b>Jumlah Biaya Umum (A+B)</b>						<b>5,422,392,542.80</b>
<b>D</b>		<b>Pajak Pertambahan Nilai = 10% x ( C )</b>						<b>542,239,254.28</b>
<b>E</b>		<b>Total Harga Pekerjaan ( C + D)</b>						<b>5,964,631,797.08</b>
<b>F</b>		<b>Dibulatkan</b>						<b>5,964,631,000.00</b>

Sumber : Data RAB

Dari **tabel 4.1** Terlihat bahwa terdapat 16 belas item pekerjaan yang terdiri dari 13(tiga belas) item pekerjaan yang dianalisa dan 3 (tiga) item pekerjaan yang tidak di analisa akibat

2(dua) item pekerjaan yang bersatuan Lump shump dan satu(1) tidak memiliki analisa harga satuan.

## 4.2 Produksi Tenaga Kerja

Sebelum mengetahui besarnya produksi minimum,terlebih dahulu harus menghitung besarnya produksi yang dihasilkan oleh tenaga kerja dan peralatan. Dalam beberapa item pekerjaan terdapat tenaga kerja yang bekerja bersama-sama dengan peralatan, sehingga dalam menentukan produksi minimum akan dibagi menjadi 2 kelompok yaitu produksi minimum tenaga kerja dan produksi minimum peralatan.

Untuk menghitung produksi yang dihasilkan oleh tenaga kerja, dapat dihitung dengan menggunakan rumus persamaan 2.10 pada bab 2 yang mana perlu diketahui terlebih dahulu koefisien tenaga kerja dan jumlah tenaga kerja. Sedangkan untuk mendapatkan besarnya produksi peralatan dihitung dengan menggunakan rumus persamaan 2.10 pada bab 2

### 4.2.1 Perhitungan Produksi Tenaga Kerja

Perhitungan produksi tenaga kerja menggunakan persamaan 2.10. data-data yang diperlukan adalah koefisien masing-masing sumber daya tenaga kerja, produksi tenaga kerja dapat dilihat pada tabel .

Contoh : diketahui pekerjaan pasangan batu dan mortal dengan data-data koefisien sebagai berikut. Koefisien mandor 0,6311 jam , koefisien pekerja 6,3110 jam, dan koefisien tukang 1,8933 jam

Penyelesaian :

Untuk menghitung produksi tenaga kerja terlebih dahulu dihitung jumlah tenaga kerja :  
jumlah tenaga kerja adalah sebagai berikut :

Jtk = koef. Tk/koef. Mndor

Jumlah mandor =  $0,6311/0,6311 = 1$  orang

Jumlah pekerja =  $6,3110/0,6311 = 10$  orang

$$\text{Jumlah Tukang} = 1,8933/0,6311 = 3 \text{ orang}$$

Setelah menghitung jumlah tenaga kerja maka langkah selanjutnya adalah menghitung produksi tenaga kerja.

Rumus produksi tenaga kerja adalah :

$$Q = \frac{1}{Ktk} \times Jtk$$

$$\text{Produksi mandor} = (1/0,63110) \times 1 = 1,58 \text{ M}^3/\text{jam}$$

$$\text{Produksi Pekerja} = (1/6,3110) \times 10 = 1,58 \text{ M}^3/\text{jam}$$

$$\text{Produksi tukang} = (1/1,8933) \times 3 = 1,58 \text{ M}^3/\text{jam}$$

Hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada lampiran IV.B tabel 7. Berikut adalah tabel hasil perhitungan produksi setiap item pekerjaan.

**Tabel. 4.3 Produksi Tenaga Kerja**

No	No. Spek	Item Pekerjaan	Satuan	Tenaga Kerja (jam)		
				Pekerja	Tukang	Mandor
1	2.1.(1)	Galian untuk selokan drainase dan air	M3	131.58		131.58
2	2.2.(1)	Pasangan batu dengan mortal	M3	1.58	1.58	1.58
3	3.2.(1a)	Timbunan biasa dari sumber galian	M3	99.01		99.01
4	3.3.(1)	Penyiapan badan jalan	M2	909.09		909.09
5	4.2.(2a)	Lapis pondasi agregat kelas B	M3	117.65		117.65
6	5.1.(2)	Lapis pondasi agregat kelas A	M3	117.65		117.65
7	6.1 (1a)	Lapis resap pengikat-aspal cair	LITER	1428.57		1428.57
8	6.3.(4a)	Lataston lapis pondasi (HRS-base)	TON	277.78		277.78
9	7.1 (7a)	Beton Mutu sedang fc' = 20 Mpa	M3	1.29	1.29	1.29
10	7.1 (8)	Beton mutu rendah fc'= 15 Mpa	M3	1.46	1.46	1.46
11	7.3 (1)	Baja tulangan U24 Polos	KG	28.57	28.57	28.57
12	7.9.(1)	Pasangan Batu	M3	1.58	1.58	1.58
13	8.4.(1)	Marka Jalan Termoplastik	M2	13.33	13.33	13.33

Sumber : lampiran IV.2A

Perhitungan ini dilakukan untuk mencari nilai produksi dan pada item pekerjaan tersebut dari masing-masing satuan item berbeda dan akan di bagi menjadi satuan per/jam, seperti pada item pekerjaan pasangan batu dan mortal satuan itemnya m3, dan setelah menghitung produksi

satuannya menjadi m<sup>3</sup>/jam. selanjutnya dari perhitungan ini dapat ditentukan perubahan produksi tenaga kerja. Perhitungan di atas mengambil item pekerjaan pasangan batu dan mortal sebagai contoh, sedangkan untuk perhitungan item pekerjaan dapat dilihat pada lampiran IV.2A

#### 4.2.2 Produksi Minimum Tenaga Kerja

Setelah menghitung besarnya produksi yang dihasilkan oleh masing-masing tenaga kerja dan dapat di tentukan produksi minimum baik itu produksi minimum tenaga kerja,

Produksi minimum tenaga kerja diperoleh dari nilai produksi terkecil dari kelompok tenaga kerja.

Contoh :

diketahui pada pekerjaan pasangan batu dan mortal dengan data- data produksi sebagai berikut.

Qmandor : 1.58 M<sup>3</sup>/jam

QTukang : 1.58 M<sup>3</sup>/jam

QPekerja : 1.58 M<sup>3</sup>/jam

Penyelesaian :

Menentukan produksi minimum dari pekerjaan pasangan batu adalah memilih produksi yang kecil dari tenaga kerja itu sendiri. Jadi produksi minimum untuk tenaga kerja adalah 1.58 m<sup>3</sup>/jam.

Hasil penentuan produksi minimum selanjutnya dapat dilihat pada **tabel 4.6** berikut :

**Tabel 4.4 Produksi Minimum Tenaga Kerja**

No	No. Spek	Item Pekerjaan	Satuan	Tenaga Kerja (jam)			Produksi Minimum
				Pekerja	Tukang	Mandor	
1	2.1.(1)	Galian untuk selokan drainase dan air	M3	131.58		131.58	131.58
2	2.2.(1)	Pasangan batu dengan mortal	M3	1.58	1.58	1.58	1.58
3	3.2.(1a)	Timbunan biasa dari sumber galian	M3	99.01		99.01	99.01
4	3.3.(1)	Penyiapan badan jalan	M2	909.09		909.09	909.09
5	4.2.(2a)	Lapis pondasi agregat kelas B	M3	117.65		117.65	117.65
6	5.1.(2)	Lapis pondasi agregat kelas A	M3	117.65		117.65	117.65
7	6.1 (1a)	Lapis resap pengikat-aspal cair	LITER	1428.57		1428.57	1428.57
8	6.3.(4a)	Lataston lapis pondasi (HRS-base)	TON	277.78		277.78	277.78
9	7.1 (7a)	Beton Mutu sedang fc' = 20 Mpa	M3	1.29	1.29	1.29	1.29
10	7.1 (8)	Beton mutu rendah fc'= 15 Mpa	M3	1.46	1.46	1.46	1.46
11	7.3 (1)	Baja tulangan U24 Polos	KG	28.57	28.57	28.57	28.57
12	7.9.(1)	Pasangan Batu	M3	1.58	1.58	1.58	1.58
13	8.4.(1)	Marka Jalan Termoplastik	M2	13.33	13.33	13.33	13.33

Sumber : lampiran IV.2A KOLOM 8

### 4.3 Perubahan Produksi Tenaga Kerja

Dengan diketahuinya produksi awal dari tenaga kerja maupun peralatan dari RAB yang ada maka dapat dilanjutkan perhitungan untuk mengetahui perubahan produksi yaitu sebesar  $\pm 20\%$

#### 4.3.1 Perhitungan Perubahan Produksi Tenaga Kerja

Untuk mengetahui perubahan produksi tenaga kerja dipakai rumus 2.12 untuk produksi naik dan 2.13 produksi turun. Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui produksi tenaga kerja akibat perubahan produksi tenaga kerja, selanjutnya dari hasil perhitungan dapat ditentukan besarnya perubahan koefisien akibat perubahan produksi tenaga kerja.

- a. Perubahan produksi naik

$$Q = Q_0 + (P \times Q_0)$$

- b. Perubahan produksi turun

$$Q = Q_0 - (P \times Q_0)$$

Contoh perubahan produksi tenaga kerja pada pekerjaan pasangan batu dan mortal sebagai berikut :

a. Tingkat perubahan produksi 4%

$$\text{Produksi Mandor (Qo)} = 1,58 \text{ M}^3/\text{jam}$$

$$\text{Produksi Tukang (Qo)} = 1,58 \text{ M}^3/\text{jam}$$

$$\text{Produksi pekerja (Qo)} = 1,58 \text{ M}^3/\text{jam}$$

Penyelesaian :

$$\text{Perubahan produksi mandor} = 1,58 + (0,04 \cdot 1,58) = 1,65 \text{ M}^3/\text{jam}$$

$$\text{Perubahan produksi tukang} = 1,58 + (0,04 \cdot 1,58) = 1,65 \text{ M}^3/\text{jam}$$

$$\text{Perubahan produksi tenaga kerja} = 1,58 + (0,04 \cdot 1,58) = 1,65 \text{ M}^3/\text{jam}$$

b. Untuk penurunan produksi

c. Perubahan produksi mandor  $= 1,58 - (0,04 \cdot 1,58) = 1,51 \text{ M}^3/\text{jam}$

d. Perubahan produksi tukang  $= 1,58 - (0,04 \cdot 1,58) = 1,51 \text{ M}^3/\text{jam}$

e. Perubahan produksi tenaga kerja  $= 1,58 - (0,04 \cdot 1,58) = 1,51 \text{ M}^3/\text{jam}$

Untuk perhitungan pada item pekerjaan lainnya dapat dilihat padatabel 4.5 dan tabel 4.6 berikut

**Tabel 4.5 Peningkatan Produksi Tenaga Kerja**

No	No Spek	Uraian Pekerjaan	Satuan	Produksi		Perubahan Produksi Tenaga Kerja (Jam)									
				RAB TK	RAB ALAT	2%	4%	6%	8%	10%	12%	14%	16%	18%	20%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	2.1.(1)	Galian untuk selokan drainase dan air	m3	131.58	264.66	134.21	136.84	139.47	142.11	144.74	147.37	150.00	152.63	155.26	157.89
2	2.2.(1)	Pasangan batu dengan mortal	m3	1.58	1.58	1.62	1.65	1.68	1.71	1.74	1.77	1.81	1.84	1.87	1.90
3	3.2.(1a)	Timbunan biasa dari sumber galian	m3	99.01	198.48	100.99	102.97	104.95	106.93	108.91	110.89	112.87	114.85	116.83	118.81
4	3.3.(1)	Penyiapan badan jalan	m2	909.09	1800.00	927.27	945.45	963.64	981.82	1000.00	1018.18	1036.36	1054.55	1072.73	1090.91
5	4.2.(2a)	Lapis pondasi agregat kelas B	m3	117.65	142.28	120.00	122.35	124.71	127.06	129.41	131.76	134.12	136.47	138.82	141.18
6	5.1.(2)	Lapis pondasi agregat kelas A	m3	117.65	142.28	120.00	122.35	124.71	127.06	129.41	131.76	134.12	136.47	138.82	141.18
7	6.1 (1a)	Lapis resap pengikat-aspal cair	liter	1428.57	2738.98	1457.14	1485.71	1514.29	1542.86	1571.43	1600.00	1628.57	1657.14	1685.71	1714.29
8	6.3.(4a)	Lataston lapis pondasi (HRS-base)	ton	277.78	298.50	283.33	288.89	294.44	300.00	305.56	311.11	316.67	322.22	327.78	333.33
9	7.1 (7a)	Beton Mutu sedang fc' = 20 Mpa	m3	1.29	1.29	1.32	1.34	1.37	1.39	1.42	1.45	1.47	1.50	1.52	1.55
10	7.1 (8)	Beton mutu rendah fc' = 15 Mpa	m3	1.46	1.46	1.49	1.52	1.55	1.58	1.61	1.64	1.67	1.70	1.73	1.76
11	7.3 (1)	Baja tulangan U24 Polos	kg	28.57	-	29.14	29.71	30.29	30.86	31.43	32.00	32.57	33.14	33.71	34.29
12	7.9.(1)	Pasangan Batu	m3	1.58	1.58	1.62	1.65	1.68	1.71	1.74	1.77	1.81	1.84	1.87	1.90
13	8.4.(1)	Marka Jalan Termoplastik	m2	13.33	13.33	13.60	13.87	14.13	14.40	14.67	14.93	15.20	15.47	15.73	16.00

Sumber : Lampiran 3B

Setelah mendapat produksi minimum tenaga kerja maka, dapat dihitung perubahan produksinya. Berdasarkan tabel peningkatan perubahan produksi tenaga kerja ini , dapat



dilihat bahwa semakin besar tingkat perubahan produksi maka semakin besar pula produksi yang berubah. Pada Perhitungan Peningkatan Produksi Tenaga Kerja ini, jika produksi peralatan lebih kecil dari produksi tenaga kerja maka produksi peralatan ditambah agar produksi minimumnya terjadi pada tenaga kerja.

Selanjutnya penurunan produksi dapat dilihat pada **tabel 4.6** berikut :

**Tabel 4.6 Penurunan Produksi Tenaga Kerja**

No	No Spek	Uraian Pekerjaan	Satuan	Produksi RAB TK	Produksi RAB ALAT	Perubahan Produksi (Jam)										
						0	-2%	-4%	-6%	-8%	-10%	-12%	-14%	-16%	-18%	-20%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	2.1.(1)	Galian untuk selokan drainase dan air	M3	131.58	264.66	131.58	128.95	126.32	111.16	121.05	118.42	115.79	113.16	110.53	107.89	105.26
2	2.2.(1)	pasangan batu dengan mortal	m3	1.58	1.58	1.58	1.55	1.52	1.34	1.46	1.43	1.39	1.36	1.33	1.30	1.27
3	3.2.(1a)	Timbunan biasa dari sumber galian	m3	99.01	198.48	99.01	97.03	95.05	83.76	91.09	89.11	87.13	85.15	83.17	81.19	79.21
4	3.3.(1)	Penyiapan badan jalan	m2	909.09	1800.00	909.09	890.91	872.73	769.09	836.36	818.18	800.00	781.82	763.64	745.45	727.27
5	4.2.(2a)	Lapis pondasi agregat kelas B	m3	117.72	142.28	117.72	115.37	113.01	99.59	108.30	105.95	103.60	101.24	98.89	96.53	94.18
6	5.1.(2)	Lapis pondasi agregat kelas A	m3	117.72	142.28	117.72	115.37	113.01	99.59	108.30	105.95	103.60	101.24	98.89	96.53	94.18
7	6.1 (1a)	Lapis resap pengikat-aspal cair	liter	1369.30	2738.98	1369.30	1341.91	1314.53	1287.14	1259.76	1232.37	1204.98	1177.60	1150.21	1122.83	1095.44
8	6.3.(4a)	Lataston lapis pondasi (HRS-base)	ton	277.78	298.50	277.78	272.22	266.67	261.11	255.56	250.00	244.44	238.89	233.33	227.78	222.22
9	7.1 (7a)	Beton Mutu sedang fc' = 20 Mpa	m3	1.29	1.29	1.29	1.27	1.24	1.21	1.19	1.16	1.14	1.11	1.08	1.06	1.03
10	7.1 (8)	Beton mutu rendah fc'= 15 Mpa	m3	1.46	1.46	1.46	1.44	1.41	1.38	1.35	1.32	1.29	1.26	1.23	1.20	1.17
11	7.3 (1)	Baja tulangan U24 Polos	kg	28.57		28.57	28.00	27.43	26.86	26.29	25.71	25.14	24.57	24.00	23.43	22.86
12	7.9.(1)	Pasangan Batu ( M3)	m3	1.58	1.58	1.58	1.55	1.52	1.49	1.46	1.43	1.39	1.36	1.33	1.30	1.27
13	8.4.(1)	Marka Jalan Termoplastik	m2	13.33	13.33	13.33	13.07	12.80	12.53	12.27	12.00	11.73	11.47	11.20	10.93	10.67

Sumber : Lampiran 3A

Setelah mendapat produksi minimum tenaga kerja maka, dapat dihitung perubahan produksinya. Berdasarkan tabel peningkatan perubahan produksi tenaga kerja ini dapat disimpulkan bahwa semakin kecil tingkat perubahan produksi maka semakin kecil pula produksi yang berubah.

#### 4.4 Perubahan Koefisien Tenaga Kerja

Dampak dari perubahan produksi tenaga kerja mengakibatkan terjadinya perubahan koefisien. Untuk mendapatkan perubahan koefisien dapat diuraikan sebagai berikut :

Untuk mengetahui perubahan koefisien tenaga kerja dipakai rumus 2.15

Rumus perubahan koefisien tenaga kerja adalah sebagai berikut :

$$\text{Mandor} = (1/Q) * J_{mn}$$

$$\text{Tukang} = (1/Q) * J_{tk}$$

$$\text{Pekerja} = (1/Q) * J_{pk}$$

Contoh perubahan koefisien tenaga kerja akibat perubahan produksi tenaga kerja pada pekerjaan pasangan batu dan mortal

Untuk tingkat perubahan produksi -2% produksi tenaga kerja sebagai berikut :

Produksi Mandor : 1.54 m<sup>3</sup>/jam

Produksi Tukang : 1.54 m<sup>3</sup>/jam

Produksi Pekerja : 1.54 m<sup>3</sup>/jam

Untuk tingkat perubahan produksi 2% produksi tenaga kerja sebagai berikut :

Produksi Mandor : 1.62 m<sup>3</sup>/jam

Produksi Tukang : 1.62 m<sup>3</sup>/jam

Produksi Pekerja : 1.62 m<sup>3</sup>/jam

Penyelesaian :

Tingkat perubahan -2%

Setelah menghitung jumlah tenaga kerja maka langkah selanjutnya adalah menghitung perubahan produksi tenaga kerja

$$\text{Koefisien mandor} : (1/1.54)*1 = 0.6494 \text{ jam}$$

$$\text{Koefisien tukang} : (1/1.54)*3 = 1.9481 \text{ jam}$$

$$\text{Koefisien pekerja} : (1/1.54)*10 = 6.4935 \text{ jam}$$

Tingkat perubahan 2%

Untuk tingkat perubahan produksi +2% produksi tenaga kerja adalah sebagai berikut :

$$\text{Koefisien mandor} : (1/1.62)*1 = 0.6187 \text{ jam}$$

$$\text{Koefisien tukang} : (1/1.62)*3 = 1.8562 \text{ jam}$$

$$\text{Koefisien pekerja} : (1/1.62)*10 = 6.1873 \text{ jam}$$

Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui koefisien tenaga kerja akibat perubahan produksi tenaga kerja, yang selanjutnya dari hasil perhitungan ini dapat ditentukan analisa harga satuan akibat dari perubahan koefisien ini. Perhitungan diatas mengambil item pekerjaan pasangan bantu dan mortal sebagai contoh dengan tingkat perubahan 2% dan -2%, sedangkan untuk semua item pekerjaan dapat dilihat pada lampiran IV.4A ,untuk perubahan -20% dan lampiran IV.4B untuk perubahan +20%.

#### **4.5 Analisa Harga Satuan**

Analisa harga satuan merupakan perhitungan secara rinci tentang penggunaan sumberdaya pada suatu item pekerjaan. Perhitungan secara terinci dilakukan terhadap penggunaan jenis dan waktu Tenaga kerja ( Mandor, tukang,pekerja), penggunaan jenis dan jumlah material (pasir, semen, batu, kayu,aspal,dan lain sebagiannya), diluar penggunaan jenis dan waktu peralatan ( truck, loader, excavator, dan lain sebagainya). Analisa harga satuan dapat dihitung menggunakan rumus 2.19

##### **4.5.1 Analisa Harga Satuan Akibat Perubahan Produksi Tenaga Kerja**

Dalam menghitung analisa harga satuan akibat produksi tenaga kerja ini dilakukan perhitungan berdasarkan interval +20% dengan menggunakan rumus koefisien perubahan dikali harga satuan. Dan pada analisa harga satuan akibat perubahan produksi tenaga kerja ini peralatan tidak mengalami perubahan. Perhitungan analisa harga satuan akibat perubahan produksi tenaga kerja ini dapat dilihat pada **tabel 4.7** dan **tabel 4.8** berikut :

**Tabel 4.7 Analisa Harga Satuan Tenaga Kerja Item Pekerjaan (kisaran +2 sampai +20%)**

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Analisa Harga Satuan Per item Pekerjaan (Rupiah)										
			0%	2%	4%	6%	8%	10%	12%	14%	16%	18%	20%
1	galian untuk selokan drainase dan saluran air	M3	24,539.30	24,534.63	24,528.32	24,522.25	24,512.06	24,510.78	24,505.35	24,500.12	24,495.06	24,490.17	24,485.45
2	pasangan batu dengan mortal	m3	837,338.05	835,791.23	834,303.91	832,872.72	831,494.53	830,166.46	828,885.81	827,650.11	826,457.01	825,304.36	824,190.13
3	timbangan biasa dari sumber galian	m3	112,308.06	112,300.39	112,292.02	112,283.95	112,276.19	112,268.71	112,261.49	112,254.53	112,247.81	112,240.66	112,235.04
4	Penyiapan badan jalan	m2	1,169.49	1,168.06	1,167.14	1,166.27	1,165.42	1,164.61	1,163.82	1,163.06	1,162.33	1,161.62	1,160.94
5	lapis pondasi agregat kelas B	m3	463,421.40	463,410.15	463,399.01	463,388.29	463,377.97	463,368.02	463,358.43	463,349.18	463,340.25	463,331.61	463,323.27
6	lapis pondasi agregat kelas A	m3	532,544.74	532,533.49	532,522.35	532,511.63	532,501.31	532,491.37	532,481.78	532,472.53	532,463.59	532,454.96	532,446.62
7	Lapis resap pengikat-aspal cair	liter	11,418.28	11,415.97	11,415.28	11,414.61	11,413.97	11,413.35	11,412.76	11,412.18	11,411.63	11,411.09	11,410.57
8	lataston lapis pondasi (HRS-base)	ton	1,252,309.87	1,252,305.82	1,252,301.10	1,252,296.56	1,252,292.19	1,252,287.98	1,252,283.91	1,252,279.99	1,252,276.21	1,252,272.55	1,252,269.02
9	Beton Mutu sedang $f_c' = 20$ Mpa	m3	1,650,193.57	1,649,479.79	1,648,793.47	1,648,133.04	1,647,497.07	1,646,884.23	1,646,293.28	1,645,723.06	1,645,172.50	1,644,640.61	1,644,126.45
10	beton mutu rendah $f_c' = 15$ Mpa	m3	1,174,399.91	1,173,769.62	1,173,164.66	1,172,582.53	1,172,021.96	1,171,481.78	1,170,960.89	1,170,458.28	1,169,972.99	1,169,504.16	1,169,050.95
11	baja tulangan U24 Polos	kg	16,934.82	16,903.59	16,873.57	16,844.68	16,816.86	16,790.05	16,764.20	16,739.25	16,715.16	16,691.90	16,669.40
12	Pasangan Batu	m3	826,784.19	825,571.49	824,405.43	823,283.37	822,202.87	821,161.66	820,157.64	819,188.85	818,253.46	817,349.78	816,476.22
13	Marka Jalan Termoplastik	m2	122,391.04	122,232.21	122,079.50	121,932.54	121,791.04	121,654.67	121,523.18	121,396.30	121,273.79	121,155.44	121,041.04

Sumber : lampiran IV.5B

Pada Tabel diatas bahwa perubahan analisa harga satuan dari 0% sampai 20% terlihat bahwa semakin tinggi tingkat perubahan maka semakin rendah biaya dari tiap item pekerjaan, dan pada tabel di atas juga merupakan jumlah harga tiap item pada analisa harga satuan. Perubahan Produksi pada tabel 4.7 dan 4.8 diambil dari perhitungan analisa harga satuan pada lampiran VI.5A dengan tidak mengambil keuntungannya.

**Tabel 4.8 Analisa Harga Satuan Tenaga Kerja Per Item Pekerjaan -2 sampai -20%)**

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Rangkuman Analisa Harga Satuan Tenaga Kerja tiap item pekerjaan(Rupiah)										
			0	-2	-4	-6	-8	-10	-12	-14	-16	-18	-20
1	galian untuk selokan drainase dan	M3	24,539.30	24,546.08	24,553.15	24,560.52	24,568.21	24,576.22	24,584.62	24,593.40	24,602.61	24,612.26	24,622.40
2	pasangan batu dengan mortal	m3	837,338.05	838,948.00	840,625.03	842,373.42	844,197.83	846,103.32	848,095.43	850,180.20	852,364.24	854,654.82	857,059.92
3	timbangan biasa dari sumber galian	m3	112,308.06	112,318.18	112,327.63	112,337.47	112,347.75	112,358.49	112,369.71	112,381.45	112,393.76	112,406.66	112,420.21
4	Penyiapan badan jalan	m2	1,169.49	1,169.99	1,171.02	1,172.09	1,173.21	1,174.38	1,175.61	1,176.88	1,178.22	1,179.63	1,181.11
5	lapis pondasi agregat kelas B	m3	463,421.40	463,433.40	463,445.95	463,459.03	463,472.69	463,486.95	463,501.86	463,517.46	463,533.80	463,550.94	463,568.94
6	lapis pondasi agregat kelas A	m3	532,544.74	532,556.74	532,569.29	532,582.38	532,596.03	532,610.29	532,625.20	532,640.80	532,657.15	532,674.29	532,692.29
7	Lapis resap pengikat-aspal cair	liter	11,418.28	11,419.07	11,419.88	11,420.73	11,421.62	11,422.55	11,423.51	11,424.53	11,425.59	11,426.70	11,427.87
8	lataston lapis pondasi (HRS-base)	ton	1,252,309.87	1,252,315.83	1,252,321.15	1,252,326.69	1,252,332.48	1,252,338.52	1,252,344.84	1,252,351.45	1,252,358.38	1,252,365.64	1,252,373.27
9	Beton Mutu sedang $f_c' = 20$ Mpa	m3	1,650,193.57	1,650,936.49	1,651,710.35	1,652,517.15	1,653,359.03	1,654,238.32	1,655,157.58	1,656,119.60	1,657,127.43	1,658,184.42	1,659,294.26
10	beton mutu rendah $f_c' = 15$ Mpa	m3	1,174,399.91	1,175,053.61	1,175,735.73	1,176,446.87	1,177,188.94	1,177,963.98	1,178,774.26	1,179,622.22	1,180,510.56	1,181,442.24	1,182,420.50
11	baja tulangan U24 Polos	kg	16,934.82	16,967.32	17,001.17	17,036.47	17,073.30	17,111.76	17,151.98	17,194.06	17,238.15	17,284.39	17,332.95
12	Pasangan Batu	m3	826,784.19	828,046.39	829,361.18	830,731.92	832,162.26	833,656.17	835,217.98	836,852.44	838,564.72	840,360.54	842,246.14
13	Marka Jalan Termoplastik	m2	122,391.04	122,556.34	122,728.54	122,908.06	123,095.38	123,291.04	123,495.58	123,709.64	123,933.89	124,169.08	124,416.04

Sumber : lampiran IV.5A

Pada Tabel diatas bahwa perubahan analisa harga satuan dari 0% sampai -20% terlihat bahwa semakin rendah tingkat perubahan maka semakin tinggi biaya dari tiap item pekerjaan, dan pada tabel di atas juga merupakan jumlah harga tiap item pada analisa harga satuan. Perubahan Produksi pada tabel 4.7 dan 4.8 diambil dari perhitungan analisa harga satuan pada lampiran VI.5A dengan tidak mengambil keuntungannya.

#### 4.6 Biaya Proyek Akibat Perubahan Produksi Tenaga Kerja

Biaya proyek adalah biaya yang digunakan untuk menyelesaikan suatu kegiatan proyek atau pekerjaan. Biaya ini merupakan penjumlahan dari biaya-biaya item pekerjaan yang ada dalam proyek. Untuk menghitung biaya proyek ini dengan menggunakan persamaan **2.1 dan 2.2** pada bab II dengan menggunakan rumus :

$$BP : A_i \times V_i$$

Diketahui :

BP = Biaya Proyek (Rp)

$A_i$  = Analisa Harga Satuan

$V_i$  = Volum item pekerjaan (m<sup>3</sup>,m<sup>2</sup>,m)

**Tabel 4.9 Biaya Proyek dan Perubahan Biaya Proyek Akibat Perubahan Produksi Tenaga Kerja (+20%)**

Tingkat Perubahan %	Biaya Proyek Awal (Rp)	Perubahan Biaya Proyek	Besar Perubahan	% BP
1	2	3	4=3-2	5=((3-2)/2)*100
0	4,565,479,811.88			
2		4,563,348,777.40	(2,131,034.48)	-0.047
4		4,561,323,242.17	(4,156,569.71)	-0.091
6		4,559,374,142.23	(6,105,669.64)	-0.134
8		4,557,494,383.78	(7,985,428.10)	-0.175
10		4,555,688,571.44	(9,791,240.44)	-0.214
12		4,553,944,506.69	(11,535,305.18)	-0.253
14		4,552,261,637.20	(13,218,174.68)	-0.290
16		4,550,636,797.69	(14,843,014.19)	-0.325
18		4,549,274,920.78	(16,204,891.10)	-0.355
20		4,547,549,602.61	(17,930,209.27)	-0.393

Sumber : Lampiran IV.6A

Dari **Tabel 4.9** diatas dapat diketahui bahwa biaya proyek normal adalah Rp.4.565.479.811,88 Setelah mengalami peningkatan produksi 2% maka biaya berkurang menjadi Rp.4.563.384.777,40 dan begitupula jika produksi meningkat menjadi 20% maka biaya proyek akan terus berkurang menjadi Rp.4.547.549.602,61

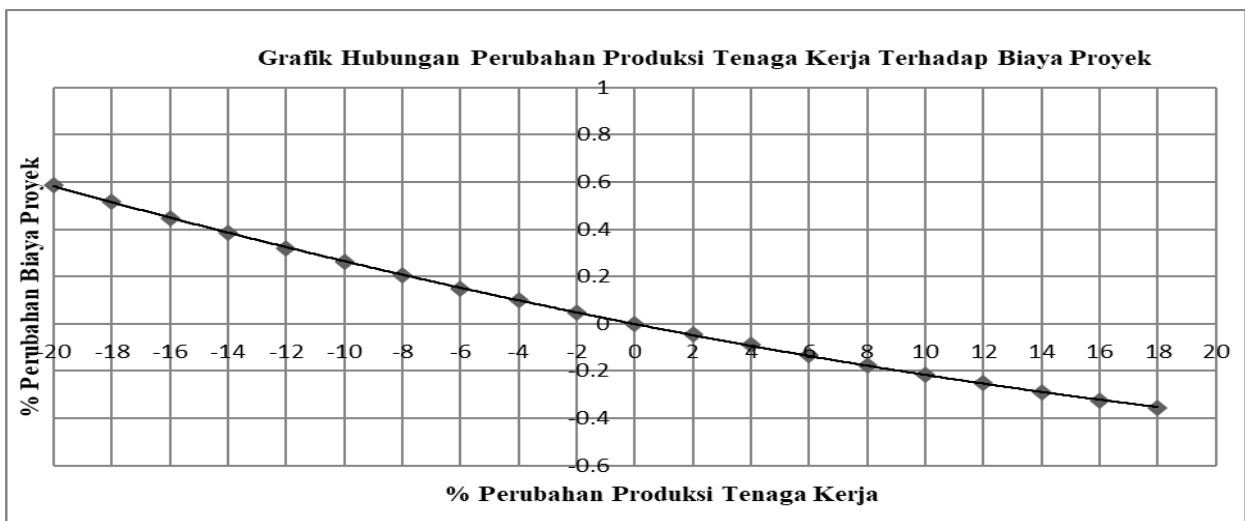
**Tabel 4.10 Biaya Proyek dan Perubahan Biaya Proyek Akibat Perubahan Produksi Tenaga Kerja (-20%)**

Tingkat Perubahan %	Biaya Proyek Awal (Rp)	Perubahan Biaya Proyek (RP)	Besar Perubahan	%BP
1	2	3	4=3-2	5=((3-2)/2)*100
0	4,565,479,811.88			
-2		4,567,665,309.53	2,185,497.66	0.048
-4		4,569,949,567.12	4,469,755.24	0.098
-6		4,572,331,027.15	6,851,215.27	0.150
-8		4,574,816,028.93	9,336,217.05	0.204
-10		4,577,411,463.48	11,931,651.60	0.261
-12		4,580,124,884.35	14,645,072.47	0.321
-14		4,582,964,510.83	17,484,698.95	0.383
-16		4,585,939,357.63	20,459,545.75	0.448
-18		4,589,059,318.90	23,579,507.02	0.516
-20		4,592,335,278.24	26,855,466.36	0.588

Sumber : Lampiran IV.6B

Dari Tabel 4.10 diatas dapat diketahui bahwa biaya proyek normal adalah Rp. 4.565.479.811,88. Setelah mengalami penurunan produksi sebesar -2% maka biaya proyek meningkat menjadi Rp.4.567.665.309,53 dan begitupula jika produksi menurun menjadi -20% maka biaya proyek akan terus bertambah menjadi Rp.4.592.335.278,24

Berikut adalah grafik hubungan perubahan produksi tenaga kerja terhadap biaya proyek



Grafik 4.1 Grafik Hubungan Perubahan Produksi Tenaga Kerja Terhadap Biaya Proyek

Sumber : Lampiran IV.6B

Dari Grafik diatas dapat dilihat, titik-titik grafik cenderung membentuk lengkung atau tidak lurus. Kelengkungan dari grafik tersebut disebabkan oleh selisih prosentase perubahan

produksi. Semakin kecil perubahan maka grafik semakin naik. Begitupula sebaliknya semakin besar tingkat perubahan produksi maka grafik semakin menurun

#### 4.7 Keuntungan Proyek Akibat Perubahan Produksi Tenaga Kerja

##### 4.7.1 Menghitung Keuntungan Awal Proyek

Dari data RAB diketahui biaya proyek normal (BP) = Rp. 4.565.479.811,88

untuk menghitung keuntungan proyek Awal dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini :

$$L = ((10/100) * \text{Rp. } 4.565.479.811,88) \\ = \text{Rp. } 456,547,981.19$$

##### 4.7.2 Menghitung Keuntungan Akibat Perubahan Produksi Tenaga Kerja

Dalam menganalisa keuntungan dari suatu proyek dapat dilakukan dua kondisi yaitu untuk kondisi produksi tenaga kerja naik dan produksi tenaga kerja turun.

Perhitungan keuntungan proyek akibat perubahan produksi tenaga kerja dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

**Tabel 4.11 Keuntungan Proyek Akibat Perubahan Produksi Tenaga Kerja (+20%)**

Tingkat Perubahan %	Keuntungan Proyek Awal (Rp)	Perubahan Keuntungan Proyek	Besar Perubahan	%L'
1	2	3	4=3-2	4=(3-2)/2*100%
0	456,547,981.19			
2		458,679,015.66	2,131,034.48	0.0047
4		460,704,550.89	4,156,569.71	0.0091
6		462,653,650.83	6,105,669.64	0.0134
8		464,533,409.29	7,985,428.10	0.0175
10		466,339,221.62	9,791,240.44	0.0214
12		468,083,286.37	11,535,305.18	0.0253
14		469,766,155.87	13,218,174.68	0.0290
16		471,390,995.38	14,843,014.19	0.0325
18		472,752,872.29	16,204,891.10	0.0355
20		474,478,190.45	17,930,209.27	0.0393

Sumber : Lampiran IV.8A-1

Dari **Tabel 4.11** membuktikan bahwa semakin besar tingkat perubahan produksi maka semakin besar pula perubahan keuntungan proyek. Hal ini dibuktikan dengan hasil perhitungan pada **Tabel 4.11** diatas. Keuntungan normal adalah Rp.456.547.981,19 setelah mengalami peningkatan produksi menjadi 2% maka keuntungan proyek bertambah menjadi Rp.458.679.015,66

**Tabel 4.12 Tabel Keuntungan Proyek Akibat Perubahan Produksi Tenaga Kerja (-20%)**

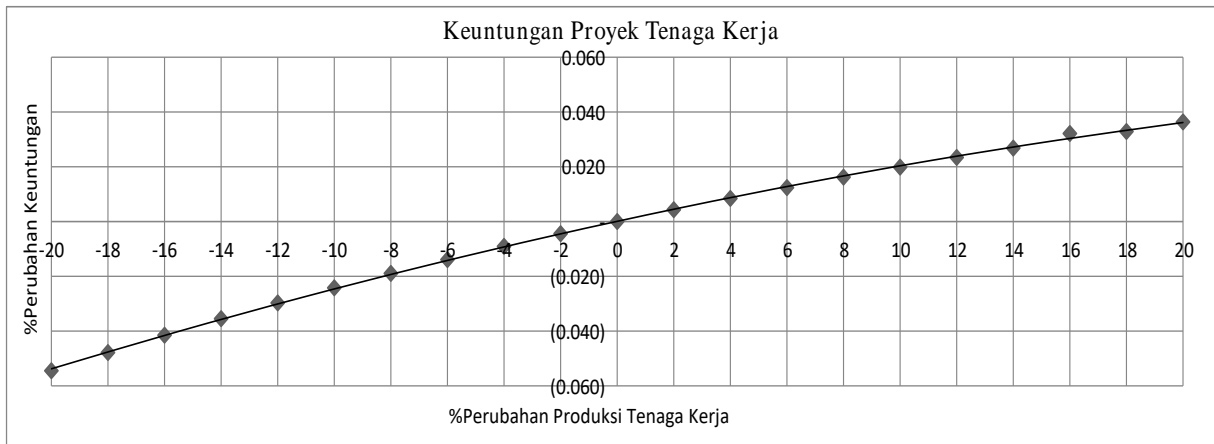
Tingkat Perubahan %	Keuntungan Proyek Awal (Rp)	Perubahan Keuntungan Proyek	Besar Perubahan	%L'
1	2	3	4=3-2	4
0	456,547,981.19			
-2		454,362,483.53	(2,185,497.66)	(0.0048)
-4		452,078,225.95	(4,469,755.24)	(0.0098)
-6		449,696,765.91	(6,851,215.27)	(0.0150)
-8		447,211,764.14	(9,336,217.05)	(0.0204)
-10		444,616,329.58	(11,931,651.60)	(0.0261)
-12		441,902,908.72	(14,645,072.47)	(0.0321)
-14		439,063,282.23	(17,484,698.95)	(0.0383)
-16		436,088,435.44	(20,459,545.75)	(0.0448)
-18		432,968,474.17	(23,579,507.02)	(0.0516)
-20		429,692,514.83	(26,855,466.36)	(0.0588)

Sumber : Lampiran IV.8A-2

Dari **Tabel 4.12** membuktikan bahwa semakin menurun perubahan produksi maka semakin kecil pula perubahan keuntungan proyek. Hal ini dibuktikan dengan hasil perhitungan pada **Tabel 4.12** diatas. Keuntungan normal adalah Rp.456.547.981,19 setelah mengalami peningkatan produksi menjadi -2% maka keuntungan proyek berkurang menjadi Rp.454.362.483,53

Berikut adalah grafik hubungan perubahan produksi tenaga kerja terhadap keuntungan proyek





**Grafik 4.2 Grafik Hubungan Perubahan Produksi Tenaga Kerja Terhadap Keuntungan**

Dari Grafik diatas dapat dilihat, titik-titik grafik cenderung membentuk lengkung atau tidak lurus. Kelengkungan dari grafik tersebut disebabkan oleh selisih prosentase perubahan produksi. Semakin kecil perubahan maka grafik semakin menurun. Begitupula sebaliknya semakin besar tingkat perubahan produksi maka grafik semakin meningkat.

#### **4.8 Produksi Peralatan**

Sebelum mengetahui besarnya produksi minimum, terlebih dahulu harus menghitung besarnya produksi yang dihasilkan oleh tenaga kerja dan peralatan. Dalam beberapa item pekerjaan terdapat tenaga kerja yang bekerja bersama-sama dengan peralatan, sehingga dalam menentukan produksi minimum akan dibagi menjadi 2 kelompok yaitu produksi minimum tenaga kerja dan produksi minimum peralatan.

Untuk menghitung produksi yang dihasilkan oleh tenaga kerja, dapat dihitung dengan menggunakan rumus persamaan 2.11 pada bab II yang mana perlu diketahui terlebih dahulu koefisien tenaga kerja dan jumlah tenaga kerja. Sedangkan untuk mendapatkan besarnya produksi peralatan dihitung dengan menggunakan rumus persamaan 2.11 pada bab 2

##### **4.8.1 Menghitung Produksi Peralatan**

Perhitungan produksi peralatan menggunakan persamaan 2.11. data-data yang diperlukan adalah koefisien masing-masing sumberdaya peralatan. Untuk perhitungannya adalah sebagai berikut :

Contoh : diketahui pekerja pasangan batu dan mortal dengan data-data koefisien sebagai berikut. Koefisien Conc mixer adalah 0,6311 jam, water tanker 0,0382 jam koefisien alat bantu 1,000 Ls

Penyelesaian :

Rumus produksi peralatan adalah

Produksi conc mixer =  $1/0,6311 = 1,58$  m<sup>3</sup>/jam

Produksi water tanker =  $1/0,0382 = 26,18$  m<sup>3</sup>/jam

Hasil Perhitungan Produksi peralatan dapat dilihat pada **tabel 4.13** dibawah :

**Tabel 4.13 Produksi Peralatan**

No	No Spek	Item Pekerjaan	Satuan	Peralatan (Jam)																
				Excavator	Dump Truck	conc mixer	water tanker	Motor Grader	Vibro Roller	Water tank truck	tandem roller	Asp spaver	compresor	AMP	Genset	concrete	wheel loader	asphalt finisher	p.tyre roller	
1	2.1.(1)	galian untuk selokan drainase dan air	M3	132.33	12.98															
2	2.2.(1)	pasangan batu dengan mortal	M3			1.58	26.21													
3	3.2.(1a)	timbunan biasa dari sumber galian	M3	99.24	5.55				238.1	142.29										
4	3.3.(1)	Penyiapan badan jalan	M2					900	1161.99											
5	4.2.(2a)	lapis pondasi agregat kelas B	M3		5.48		71.14	106.38			93.46							117.7		
6	5.1.(2)	lapis pondasi agregat kelas A	M3		5.48		71.14	234.77			74.7							117.7		
7	6.1.(1a)	Lapis resap pengikat-aspal cair	LITER									2740	2738.98							
8	6.3.(4a)	lataston lapis pondasi (HRS-base)	TON		1.48						72.46			49.8	49.8			86.58	277.8	235.22
9	7.1 (7a)	Beton Mutu sedang fc' = 20 Mpa	M3			1.29	26.21											1.29		
10	7.1 (8)	beton mutu rendah fc'= 15 Mpa	M3			1.46	26.21													
11	7.3 (1)	baja tulangan U24 Polos	KG																	
12	7.9.(1)	Pasangan Batu	M3			1.58	711.42													
13	8.4.(1)	Marka Jalan Termoplastik	M2		13.33								13.33							

Sumber : Lampiran IV.2B

Selanjutnya menentukan produksi minimum dari pekerjaan pasangan batu adalah memilih produksi yang kecil dari peralatan itu sendiri. Jadi produksi minimum untuk peralatan tanpa memperhatikan produksi dump truck adalah 1.46 m<sup>3</sup>/jam. Hasil penentuan produksi minimum dapat dilihat pada **Tabel 4.14** di bawah ;

**Tabel 4.14 Produksi Minimum Peralatan**

No	No Spek	Item Pekerjaan	Satuan	Peralatan (Jam)														Produksi Minimum			
				Excavator	Dump Truck	conc mixer	water tanker	Motor Grader	Vibro Roller	Water tank truck	tandem roller	Asp spaver	compresor	AMP	Genset	concrete	wheel loader		asphalt finisher	ptyre roller	
1	2.1.(1)	galian untuk selokan drainase dan air	M3	132.33	12.98															12.98	
2	2.2.(1)	pasangan batu dengan mortal	M3			1.58	26.21													1.58	
3	3.2.(1a)	timbunan biasa dari sumber galian	M3	99.24	5.55					238.1	142.29									99.24	
4	3.3.(1)	Penyiapan badan jalan	M2					900	1161.99											900.00	
5	4.2.(2a)	lapis pondasi agregat kelas B	M3		5.48		71.14	106.38			93.46							117.7		71.14	
6	5.1.(2)	lapis pondasi agregat kelas A	M3		5.48		71.14	234.77			74.7							117.7		71.14	
7	6.1.(1a)	Lapis resap pengikat-aspal cair	LITER									2740	2738.98							2738.98	
8	6.3.(4a)	lataston lapis pondasi (HRS-base)	TON		1.48						72.46				49.8	49.8		86.58	277.8	235.22	49.8
9	7.1.(7a)	Beton Mutu sedang fc' = 20 Mpa	M3			1.29	26.21										1.29			1.29	
10	7.1.(8)	beton mutu rendah fc' = 15 Mpa	M3			1.46	26.21													1.46	
11	7.3.(1)	baja tulangan U24 Polos	KG																	-	
12	7.9.(1)	Pasangan Batu	M3			1.58	711.42													1.58	
13	8.4.(1)	Marka Jalan Termoplastik	M2		13.33								13.33							13.33	

Sumber : Lampiran (Iv.2b Kolom 7)

## 4.9 Perubahan Produksi

Dengan diketahuinya produksi awal dari tenaga kerja maupun peralatan dari RAB yang ada maka dapat dilanjutkan perhitungan untuk mengetahui perubahan produksi yaitu sebesar  $\pm 20\%$

### 4.9.1 Perubahan Produksi Peralatan

Untuk mengetahui perubahan produksi tenaga kerja dipakai rumus 2.12 untuk produksi naik dan 2.13 untuk produksi turun. Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui produksi Peralatan akibat perubahan produksi tenaga kerja, selanjutnya dari hasil perhitungan dapat ditentukan besarnya perubahan koefisien akibat perubahan produksi Peralatan.

c. Perubahan produksi naik

$$Q = Q_0 + (P \times Q_0)$$

d. Perubahan produksi turun

$$Q = Q_0 - (P \times Q_0)$$

Contoh perubahan produksi Peralatan pada pekerjaan pasangan batu dan mortal sebagai berikut :

Tingkat perubahan (p) = 4 %

Conc mixer = 1,58 m<sup>3</sup>/jam

Penyelesaian :

a. Untuk peningkatan produksi conc mixer

$$\text{Perubahan produksi conc mixer} = 1,58 + (0,04 * 1,58) = 1,65 \text{ m}^3/\text{jam}$$

b. Untuk penurunan produksi

$$\text{Perubahan produksi conc mixer} = 1,58 - (0,04 * 1,58) = 1,51 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Perhitungan di atas mengambil item pekerjaan pasangan batu dan mortal sebagai contoh dengan tingkat produksi kurang lebih 4%. Untuk perhitungan pada item pekerjaan lainnya dapat dilihat pada **Tabel 4.15** dan **Tabel 4.16**

**Tabel 4.15 Peningkatan Produksi Peralatan**

No	No Spek	Uraian Pekerjaan	Satuan	Produksi	Produksi	Perubahan Produksi Peralatan (jam)									
				RAB Alat	RAB TK	2%	4%	6%	8%	10%	12%	14%	16%	18%	20%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	2.1.(1)	galian untuk selokan drainase dan air	m <sup>3</sup>	132.33	263.16	134.97	137.62	140.27	142.91	145.56	148.20	150.85	153.50	156.14	158.79
2	2.2.(1)	pasangan batu dengan mortal	m <sup>3</sup>	1.58	1.58	1.62	1.65	1.68	1.71	1.74	1.77	1.81	1.84	1.87	1.90
3	3.2.(1a)	timbunan biasa dari sumber galian	m <sup>3</sup>	99.24	198.02	101.23	103.21	105.20	107.18	109.17	111.15	113.14	115.12	117.11	119.09
4	3.3.(1)	Penyiapan badan jalan	m <sup>2</sup>	900.00	1818.18	918.00	936.00	954.00	972.00	990.00	1008.00	1026.00	1044.00	1062.00	1080.00
5	4.2.(2a)	lapis pondasi agregat kelas B	m <sup>3</sup>	71.14	117.65	72.57	73.99	75.41	76.83	78.26	79.68	81.10	82.53	83.95	85.37
6	5.1.(2)	lapis pondasi agregat kelas A	m <sup>3</sup>	71.14	117.65	72.57	73.99	75.41	76.83	78.26	79.68	81.10	82.53	83.95	85.37
7	6.1 (1a)	Lapis resap pengikat-aspal cair	liter	2739.73	4285.71	2794.52	2849.32	2904.11	2958.90	3013.70	3068.49	3123.29	3178.08	3232.88	3287.67
8	6.3.(4a)	lataston lapis pondasi (HRS-base)	ton	49.75	277.78	50.75	51.74	52.74	53.73	54.73	55.72	56.72	57.71	58.71	59.70
9	7.1 (7a)	Beton Mutu sedang fc' = 20 Mpa	m <sup>3</sup>	1.29	1.29	1.32	1.34	1.37	1.39	1.42	1.45	1.47	1.50	1.52	1.55
10	7.1 (8)	beton mutu rendah fc'= 15 Mpa	m <sup>3</sup>	1.46	1.46	1.49	1.52	1.55	1.58	1.61	1.64	1.67	1.70	1.73	1.76
11	7.3 (1)	baja tulangan U24 Polos	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	7.9.(1)	Pasangan Batu	m <sup>3</sup>	1.58	1.58	1.62	1.65	1.68	1.71	1.74	1.77	1.81	1.84	1.87	1.90
13	8.4.(1)	Marka Jalan Termoplastik	m <sup>2</sup>	13.33	13.33	13.60	13.87	14.13	14.40	14.67	14.93	15.20	15.47	15.73	16.00

Sumber : Lampiran IV.3D

Setelah mendapat produksi minimum Peralatan maka, dapat dihitung perubahan produksinya. Berdasarkan tabel peningkatan perubahan produksi Peralatan ini , dapat dilihat bahwa semakin besar tingkat perubahan produksi maka semakin besar pula produksi yang berubah.

Selanjutnya penurunan produksi dapat dilihat pada **Tabel 4.16** berikut :

**Tabel 4.16 Penurunan Produksi Peralatan**

No	No Spek	Uraian Pekerjaan	Satuan	Produksi	Produksi	Perubahan Produksi (jam)										
				RAB Alat	RAB TK	0%	-2%	-4%	-6%	-8%	-10%	-12%	-14%	-16%	-18%	-20%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	2.1.(1)	galian untuk selokan drainase dan air	m3	132.33	263.16	132.33	129.68	127.03	124.39	121.74	119.09	116.45	113.80	111.15	108.51	105.86
2	2.2.(1)	pasangan batu dengan mortal	m3	1.58	1.58	1.58	1.55	1.52	1.49	1.46	1.43	1.39	1.36	1.33	1.30	1.27
3	3.2.(1a)	timbunan biasa dari sumber galian	m3	99.24	198.02	99.24	97.26	95.27	93.29	91.30	89.32	87.33	85.35	83.37	81.38	79.40
4	3.3.(1)	Penyiapan badan jalan	m2	900.00	1818.18	900.00	882.00	864.00	846.00	828.00	810.00	792.00	774.00	756.00	738.00	720.00
5	4.2.(2a)	lapis pondasi agregat kelas B	m3	71.14	117.65	71.14	69.72	68.30	66.87	65.45	64.03	62.61	61.18	59.76	58.34	56.91
6	5.1.(2)	lapis pondasi agregat kelas A	m3	71.14	117.65	71.14	69.72	68.30	66.87	65.45	64.03	62.61	61.18	59.76	58.34	56.91
7	6.1.(1a)	Lapis resap pengikat-aspal cair	liter	2738.98	4285.71	2738.98	2684.20	2629.42	2574.64	2519.86	2465.08	2410.30	2355.52	2300.74	2245.96	2191.18
8	6.3.(4a)	lataston lapis pondasi (HRS-base)	ton	49.80	277.78	49.80	48.804	47.81	46.81	45.82	44.82	43.82	42.83	41.83	40.84	39.84
9	7.1.(7a)	Beton Mutu sedang fc' = 20 Mpa	m3	1.29	1.29	1.29	1.27	1.24	1.21	1.19	1.16	1.14	1.11	1.08	1.06	1.03
10	7.1.(8)	beton mutu rendah fc' = 15 Mpa	m3	1.46	1.46	1.44	1.44	1.41	1.38	1.35	1.32	1.29	1.26	1.23	1.20	1.17
11	7.3.(1)	baja tulangan U24 Polos	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	7.9.(1)	Pasangan Batu	m3	1.58	1.58	1.58	1.55	1.52	1.49	1.46	1.43	1.39	1.36	1.33	1.30	1.27
13	8.4.(1)	Marka Jalan Termoplastik	m2	13.33	13.33	13.33	13.07	12.80	12.53	12.27	12.00	11.73	11.47	11.20	10.93	10.67

Sumber : Lampiran IV.3C

Setelah mendapat produksi minimum Peralatan maka, dapat dihitung perubahan produksinya. Berdasarkan tabel peningkatan perubahan produksi Peralatan ini, dapat dilihat bahwa semakin besar tingkat perubahan produksi maka semakin besar pula produksi yang berubah.

#### 4.10 Perubahan Koefisien Peralatan

Dampak dari perubahan produksi Peralatan mengakibatkan terjadinya perubahan koefisien. Untuk mendapatkan perubahan koefisien dapat diuraikan sebagai berikut :

Untuk mengetahui perubahan koefisien Peralatan dipakai rumus **2.18**

Rumus perubahan koefisien peralatan adalah sebagai berikut :

$$K_p = 1/Q'$$

Contoh perubahan koefisien Peralatan akibat perubahan produksi tenaga kerja pada pekerjaan pasangan batu dan mortal

Untuk tingkat perubahan produksi -2% produksi Peralatan sebagai berikut :

Conc mixer : 1.55 m3/jam

Untuk tingkat perubahan produksi +2% produksi peralatan sebagai berikut :

Conc mixer : 1.62 m3/jam

Penyelesaian :

Tingkat perubahan -2%

Koefisien concrete mixer =  $1/1.55 = 0.6440$

Tingkat perubahan 2%

Koefisien concrete mixer  $1/ 1.62 = 0.6187$

Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui koefisien peralatan akibat perubahan produksi peralatan, yang selanjutnya dari hasil perhitungan ini dapat ditentukan analisa harga satuan akibat dari perubahan koefisien ini. Perhitungan diatas mengambil item pekerjaan pasangan bantu dan mortal sebagai contoh dengan tingkat perubahan 2% dan -2%, sedangkan untuk semua item pekerjaan dapat dilihat pada lampiran IV.4C untuk perubahan -20% dan lampiran IV.4D untuk perubahan +20%.

#### **4.11 Analisa Harga Satuan**

Analisa harga satuan merupakan perhitungan secara rinci tentang penggunaan sumberdaya pada suatu item pekerjaan. Perhitungan secara terinci dilakukan terhadap penggunaan jenis dan waktu Tenaga kerja ( Mandor, tukang,pekerja), penggunaan jenis dan jumlah material (pasir, semen, batu, kayu,aspal,dan lain sebagiannya), diluar penggunaan jenis dan waktu peralatan ( truck, loader, excavator, dan lain sebagainya). Analisa harga satuan dapat dihitung menggunakan rumus 2.19

##### **4.11.1 Analisa Harga Satuan Akibat Perubahan Produksi Peralatan**

Dalam menghitung analisa harga satuan akibat produksi peralatan ini dilakukan perhitungan berdasarkan tingkat perubahan +20% dengan menggunakan rumus koefisien perubahan dikali harga satuan. Dan pada analisa harga satuan akibat perubahan produksi peralatan ini tidak mengalami perubahan. Perhitungan analisa harga satuan akibat perubahan produksi tenaga kerja ini dapat dilihat pada **tabel 4.11**dan **tabel 4.12** berikut :

**Tabel 4.17 Analisa Harga Satuan Peralatan Per Item Pekerjaan (+20)**

Uraian Pekerjaan	Satuan	Rangkuman Perubahan analisa harga satuan Alat tiap item pekerjaan										
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
galian untuk selokan drainase dan saluran air	M3	24,539.30	24,069.55	23,617.88	23,183.25	22,764.72	22,361.40	21,972.50	21,597.23	21,234.91	20,884.87	20,546.50
pasangan batu dengan mortal	m3	837,338.05	836,183.67	835,073.70	834,005.61	832,977.09	831,985.96	831,030.23	830,108.03	829,217.64	828,357.43	827,525.89
timbunan biasa dari sumber galian	m3	112,308.06	111,214.27	110,156.18	109,138.01	108,157.55	107,212.75	106,301.69	105,422.59	104,573.81	103,753.81	102,961.13
Penyiapan badan jalan	m2	1,169.49	1,152.42	1,136.01	1,120.21	1,105.00	1,090.35	1,076.22	1,062.58	1,049.41	1,036.69	1,024.39
lapis pondasi agregat kelas B	m3	463,421.40	462,187.34	461,000.74	459,858.93	458,759.40	457,699.86	456,678.15	455,692.30	454,740.44	453,820.85	452,931.91
lapis pondasi agregat kelas A	m3	532,544.74	531,341.36	530,184.26	529,070.82	527,998.62	526,965.42	525,969.11	525,007.76	524,079.56	523,182.83	522,315.98
Lapis resap pengikat-aspal cair	liter	11,418.28	11,416.76	11,415.29	11,413.88	11,412.51	11,411.20	11,409.94	11,408.72	11,407.54	11,406.41	11,405.31
lataston lapis pondasi (HRS-base)	ton	1,252,309.87	1,251,013.67	1,244,479.20	1,238,191.31	1,232,136.30	1,226,301.48	1,220,675.05	1,215,246.03	1,210,004.22	1,204,940.10	1,200,044.78
Beton Mutu sedang f'c = 20 Mpa	m3	1,650,193.57	1,647,670.37	1,645,234.45	1,642,890.45	1,640,633.26	1,638,458.16	1,636,360.74	1,634,336.91	1,632,382.87	1,630,495.06	1,628,670.19
beton mutu rendah f'c = 15 Mpa	m3	1,174,399.91	1,172,629.76	1,170,917.49	1,169,269.82	1,167,683.19	1,166,154.25	1,164,679.91	1,163,257.31	1,161,883.76	1,160,556.77	1,159,274.02
baja tulangan U24 Polos	kg	16,934.82	16,934.82	16,934.82	16,934.82	16,934.82	16,934.82	16,934.82	16,934.82	16,934.82	16,934.82	16,934.82
Pasangan Batu	m3	826,784.19	825,335.68	823,944.51	822,605.83	821,316.74	820,074.52	818,876.66	817,720.84	816,604.87	815,526.73	814,484.53
Marka Jalan Termoplastik	m2	122,391.03	121,762.68	121,158.50	120,577.11	120,017.25	119,477.76	118,957.53	118,455.56	117,970.89	117,502.66	117,050.03

Sumber : lampiran IV.5D

Pada Tabel diatas bahwa perubahan analisa harga satuan dari 0% sampai 20% terlihat bahwa semakin tinggi tingkat perubahan maka semakin rendah biaya dari tiap item pekerjaan, dan pada tabel di atas juga merupakan jumlah harga atau nominal tiap item pada analisa harga satuan.

**Tabel 4.18 Analisa Harga Satuan Peralatan Per Item Pekerjaan (-20)**

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Rangkuman Perubahan analisa harga satuan Alat tiap item pekerjaan										
			0	-2	-4	-6	-8	-10	-12	-14	-16	-18	-20
1	galian untuk selokan drainase dan saluran air	M3	24,539.30	25,028.21	25,537.49	26,068.45	26,622.49	27,201.16	27,806.13	28,439.23	29,102.49	29,798.10	30,528.49
2	pasangan batu dengan mortal	m3	837,338.05	838,539.54	839,791.09	841,095.90	842,457.43	843,879.49	845,366.18	846,922.02	848,551.94	850,261.38	836,183.67
3	timbunan biasa dari sumber galian	m3	112,308.06	113,460.02	114,653.08	115,896.90	117,194.80	118,550.39	119,967.60	121,450.72	123,004.47	124,634.01	126,345.02
4	Penyiapan badan jalan	m2	1,169.49	1,187.26	1,205.77	1,225.06	1,245.20	1,266.23	1,288.21	1,311.22	1,335.32	1,360.60	1,387.15
5	lapis pondasi agregat kelas B	m3	463,421.40	464,705.82	466,043.77	467,438.65	468,894.17	470,414.39	472,003.70	473,666.94	475,409.38	477,236.82	479,155.63
6	lapis pondasi agregat kelas A	m3	532,544.74	533,797.24	535,101.93	536,462.13	537,881.48	539,363.91	540,913.72	542,535.62	543,701.06	546,016.76	547,887.87
7	Lapis resap pengikat-aspal cair	liter	11,418.28	11,419.87	11,421.53	11,423.25	11,425.05	11,426.93	11,428.90	11,430.96	11,433.11	11,435.37	11,437.75
8	lataston lapis pondasi (HRS-base)	ton	1,252,309.87	1,259,270.87	1,266,521.90	1,274,081.49	1,281,969.76	1,290,208.62	1,298,821.98	1,307,835.95	1,317,279.16	1,327,183.02	1,337,582.06
9	Beton Mutu sedang f'c = 20 Mpa	m3	1,650,193.57	1,652,830.12	1,655,576.53	1,658,439.80	1,661,427.57	1,664,548.13	1,667,810.53	1,671,224.67	1,674,801.38	1,678,552.58	1,682,491.33
10	beton mutu rendah f'c = 15 Mpa	m3	1,174,399.91	1,176,253.15	1,178,183.60	1,180,196.20	1,182,296.30	1,184,489.74	1,186,782.88	1,189,182.68	1,191,696.76	1,194,333.48	1,197,102.03
11	baja tulangan U24 Polos	kg	16,934.82	16,934.82	16,934.82	16,934.82	16,934.82	16,934.82	16,934.82	16,934.82	16,934.82	16,934.82	16,934.82
12	Pasangan Batu	m3	826,784.19	828,290.10	829,858.75	831,494.16	833,200.67	834,983.03	836,846.40	838,796.44	840,839.34	842,981.89	845,231.57
13	Marka Jalan Termoplastik	m2	122,391.03	123,045.04	123,726.29	124,436.53	125,177.65	125,951.71	126,760.95	127,607.83	128,495.04	129,425.53	130,402.54

Sumber : lampiran IV.5C

Pada Tabel diatas bahwa perubahan analisa harga satuan dari 0% sampai 20% terlihat bahwa semakin rendah tingkat perubahan maka semakin tinggi biaya dari tiap item pekerjaan, dan pada tabel di atas juga merupakan jumlah harga atau nominal tiap item pada analisa harga satuan.

#### 4.12 Biaya Proyek Akibat Perubahan Produksi Peralatan

Biaya proyek adalah biaya yang digunakan untuk menyelesaikan suatu kegiatan proyek atau pekerjaan. Biaya ini merupakan penjumlahan dari biaya-biaya item pekerjaan yang ada dalam proyek. Untuk menghitung biaya proyek ini dengan menggunakan persamaan **2.1 dan 2.2** pada bab II dengan menggunakan rumus :

$$BP : A_i \times V_i$$

Diketahui :

BP = Biaya Proyek (Rp)

$A_i$  = Analisa Harga Satuan

$V_i$  = Volum item pekerjaan (m<sup>3</sup>,m<sup>2</sup>,m)

**Tabel 4.19 Biaya Proyek dan Perubahan Biaya Proyek Akibat Perubahan Produksi Peralatan (+20%)**

Tingkat Perubahan %	Biaya Proyek Awal (Rp)	Perubahan Biaya Proyek Alat (RP)	Besar Perubahan	%BP
1	2	3	4=3-2	5=((3-2)/2)*100
0	4,565,479,811.88			
2		4,556,669,106.66	(8,810,705.22)	(0.19)
4		4,542,553,275.16	(22,926,536.71)	(0.50)
6		4,528,962,074.05	(36,517,737.82)	(0.80)
8		4,515,878,197.55	(49,601,614.33)	(1.09)
10		4,503,270,098.37	(62,209,713.51)	(1.36)
12		4,491,112,288.45	(74,367,523.43)	(1.63)
14		4,479,381,068.35	(86,098,743.53)	(1.89)
16		4,468,054,373.08	(97,425,438.80)	(2.13)
18		4,457,111,633.58	(108,368,178.30)	(2.37)
20		4,446,533,652.07	(118,946,159.81)	(2.61)

Sumber : Lampiran IV.6D

Dari Tabel 4.19 diatas dapat diketahui bahwa biaya proyek normal adalah Rp.4.565.479.811,88 Setelah mengalami peningkatan produksi 2% maka biaya berkurang menjadi Rp.5.412.700.984,29 dan begitupula jika produksi meningkat menjadi 20% maka biaya proyek akan terus berkurang menjadi Rp.4.446.533.652,07

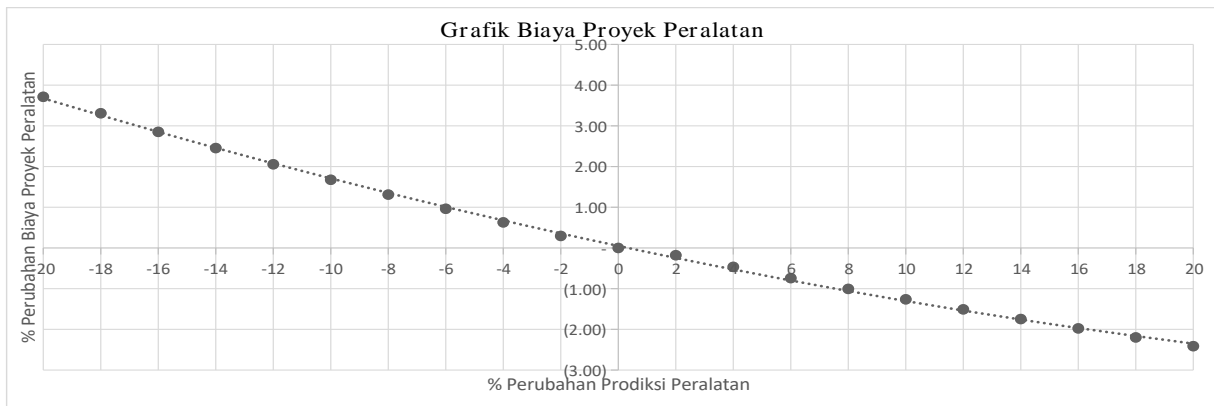
**Tabel 4.20 Biaya Proyek dan Perubahan Biaya Proyek Akibat Perubahan Produksi Peralatan (-20%)**



Tingkat Perubahan %	Biaya Proyek Awal (Rp)	Perubahan Biaya Proyek Yang Dianalisa (RP)	Besar Perubahan	%BP
1	2	3	4=3-2	4=((3-2)/2)*100
0	4,565,479,811.88			
-2		4,580,652,538.37	15,172,726.50	0.33
-4		4,596,448,784.12	30,968,972.24	0.68
-6		4,612,917,210.53	47,437,398.65	1.04
-8		4,630,101,655.48	64,621,843.60	1.42
-10		4,648,049,853.54	82,570,041.67	1.81
-12		4,666,813,878.79	101,334,066.91	2.22
-14		4,686,450,649.40	120,970,837.52	2.65
-16		4,706,061,865.16	140,582,053.28	3.08
-18		4,728,597,864.36	163,118,052.48	3.57
-20		4,748,512,696.98	183,032,885.10	4.01

Sumber : Lampiran IV.6C

Dari Tabel 4.20 diatas dapat diketahui bahwa biaya proyek normal adalah Rp.4.565.479.811,88 Setelah mengalami penurunan produksi -2% maka biaya proyek bertambah menjadi Rp.4.580.652.538,37 dan begitupula jika produksi meningkat menjadi -20% maka biaya proyek akan terus bertambah menjadi Rp.4.748.512.696,98



**Grafik 4.3 Grafik Hubungan Perubahan Produksi Peralatan Terhadap Biaya Proyek**

Dari Grafik diatas dapat dilihat, titik-titik grafik cenderung membentuk lengkung atau tidak lurus. Kelengkungan dari grafik tersebut disebabkan oleh selisih prosentase perubahan produksi. Semakin kecil perubahan maka grafik semakin meningkat. Begitupula sebaliknya semakin besar tingkat perubahan produksi maka grafik biaya proyek semakin menurun.

#### 4.13 Keuntungan Proyek Akibat Perubahan Produksi Peralatan

##### 4.13.1 Menentukan Keuntungan Awal Proyek

Dari data RAB diketahui biaya proyek normal (BP) = Rp. 4,565,479,811.88  
 untuk menghitung keuntungan proyek Awal dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini :

$$L = ((10/100) * \text{Rp } 4,565,479,811.88) \\ = \text{Rp. } 456,547,981.19$$

#### 4.14 Menentukan Keuntungan Akibat Perubahan Produksi Peralatan

Dalam menganalisa keuntungan dari suatu proyek dapat dilakukan dua kondisi yaitu untuk kondisi produksi Peralatan naik dan produksi Peralatan turun.

Perhitungan keuntungan proyek akibat produksi Peralatan dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

**Tabel 4.21 Tabel Keuntungan Proyek Akibat Perubahan Produksi Peralatan (+20%)**

Tingkat Perubahan %	Keuntungan Proyek Awal (Rp)	Perubahan Keuntungan Proyek	Besar Perubahan	%L'
1	2	3	4=3-2	5=(3-2)/2*100%
0	456,547,981.19			
2		465,358,686.41	8,810,705.22	0.019
4		479,474,517.90	22,926,536.71	0.050
6		493,065,719.01	36,517,737.82	0.080
8		506,149,595.52	49,601,614.33	0.109
10		518,757,694.70	62,209,713.51	0.136
12		530,915,504.62	74,367,523.43	0.163
14		542,646,724.72	86,098,743.53	0.189
16		553,973,419.99	97,425,438.80	0.213
18		564,916,159.49	108,368,178.30	0.237
20		575,494,141.00	118,946,159.81	0.261

*Sumber : Lampiran IV.8B-2*

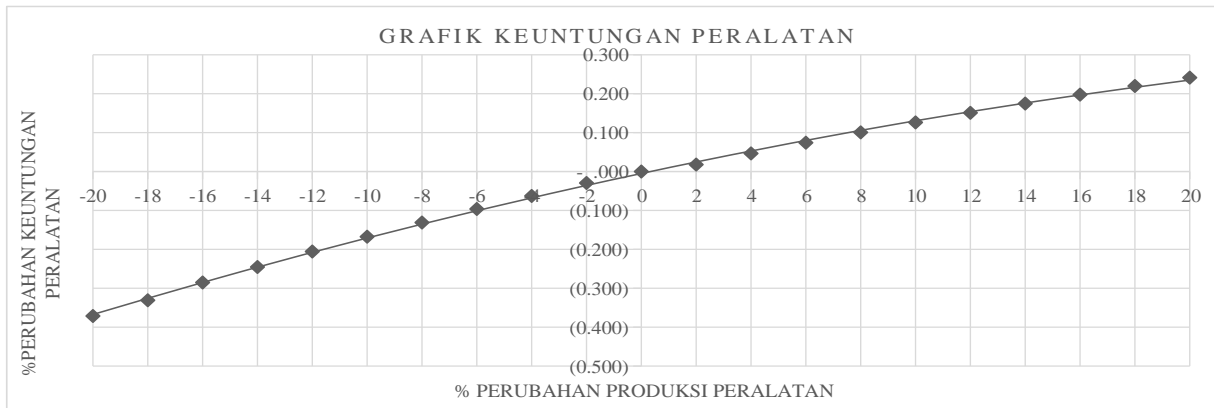
Dari **Tabel 4.21** membuktikan bahwa semakin besar tingkat perubahan produksi maka semakin besar pula perubahan keuntungan proyek. Hal ini dibuktikan dengan hasil perhitungan pada tabel 4.15 diatas. Keuntungan normal adalah Rp.456.547.981,19 setelah mengalami peningkatan produksi menjadi 2% maka keuntungan proyek bertambah menjadi Rp.465.358.686,41

**Tabel 4.22 Tabel Keuntungan Proyek Akibat Perubahan Produksi Peralatan (-20%)**

Tingkat Perubahan %	Keuntungan Proyek Awal (Rp)	Perubahan Keuntungan Proyek	Besar Perubahan	% L'
1	2	3	4=3-2	5=(3-2)/2*100%
0	456,547,981.19			
-2		441,375,254.69	(15,172,726.50)	(0.033)
-4		425,579,008.95	(30,968,972.24)	(0.068)
-6		409,110,582.54	(47,437,398.65)	(0.104)
-8		391,926,137.58	(64,621,843.60)	(0.142)
-10		373,977,939.52	(82,570,041.67)	(0.181)
-12		355,213,914.28	(101,334,066.91)	(0.222)
-14		335,577,143.67	(120,970,837.52)	(0.265)
-16		315,965,927.91	(140,582,053.28)	(0.308)
-18		293,429,928.71	(163,118,052.48)	(0.357)
-20		273,515,096.09	(183,032,885.10)	(0.401)

Sumber : Lampiran IV-8B-3

Dari Tabel 4.22 membuktikan bahwa semakin Kecil perubahan produksi maka semakin menurun pula perubahan keuntungan proyek. Hal ini dibuktikan dengan hasil perhitungan pada tabel 4.22 diatas. Keuntungan normal adalah Rp. 456.547.981,19 setelah mengalami penurunan produksi menjadi -2% maka keuntungan proyek berkurang menjadi Rp.441.375.254,69



Grafik 4.4 Grafik Hubungan Perubahan Produksi Peralatan Terhadap Keuntungan Proyek

#### 4.15 Pembahasan

Setelah melakukan perhitungan, langkah selanjutnya adalah melakukan pembahasan terkait tujuan dari penelitian ini. Adapun tujuan dari penelitian ini diantaranya : Memperoleh besarnya perubahan koefisien akibat perubahan produksi tenaga kerja dan peralatan; memperoleh besarnya perubahan biaya proyek akibat perubahan produksi tenaga kerja dan

peralatan; memperoleh besarnya perubahan keuntungan proyek akibat perubahan produksi tenaga kerja dan peralatan

#### 4.15.1 Evaluasi Koefisien

##### A. Perubahan Koefisien Akibat Perubahan Produksi Tenaga Kerja Dan Peralatan

pada Tabel 4.23 berikut menunjukkan bahwa perubahan koefisien dipengaruhi oleh besarnya perubahan produksi tenaga kerja dan peralatan. Hal ini diperoleh dari rumus perhitungan produksi tenaga kerja dan peralatan serta koefisien tenaga kerja dan peralatan sebagai berikut :

1.  $Q_{tk} = 1/K_{tk} \times J_{tk}$  dan koefisien tenaga kerja( $K_{tk}$ )= $1/Q \times J_{tk}$
2.  $Q_p = 1/K_p$  dan Koefisien peralatan ( $K_p$ ) =  $1/Q$

Dari rumus diatas dapat diartikan bahwa produksi dengan koefisien mempunyai hubungan yang saling bertolak belakang atau terbanding terbalik, dimana produksi meningkat maka koefisien yang digunakan akan menurun. Jika produksi menurun maka koefisien yang digunakan semakin meningkat. Hal ini dapat dilihat pada tabel 4.9 perubahan koefisien akibat perubahan produksi tenaga kerja dan peralatan item pekerjaan pasangan batu dan ortal, dimana produksi menurun maka koefisien akan meningkat, begitupun sebaliknya. Perhitungan koefisien akibat perubahan produksi di atas mengambil contoh item pekerjaan pasangan batu dengan mortal sebagai contoh, sedangkan untuk semua item pekerjaan dapat dilihat pada lampiran IV.4

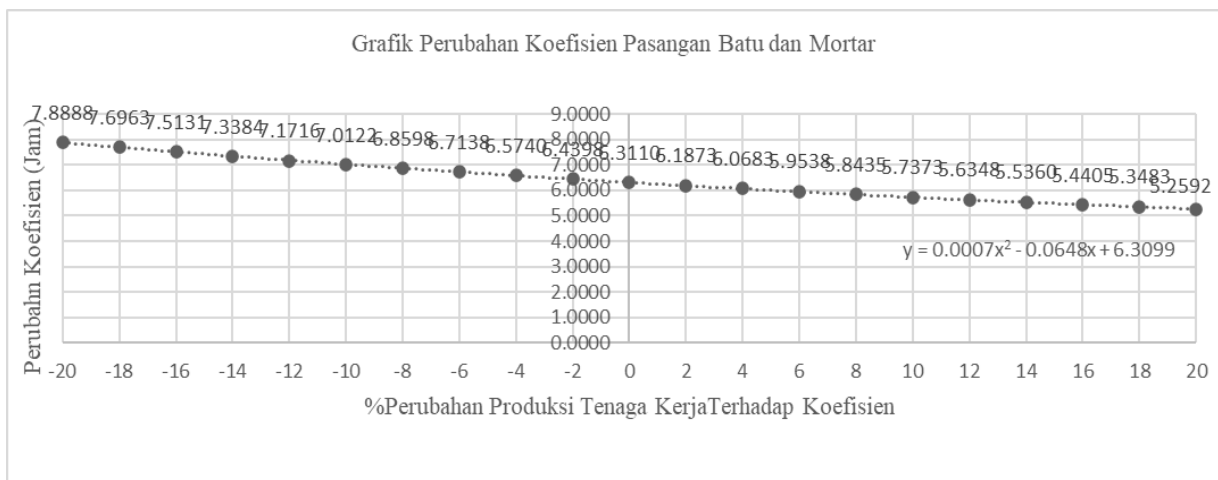
**Tabel 4.23 Perubahan Koefisien Akibat Perubahan Produksi Tenaga Kerja Dan Peralatan Item Pekerjaan Pasangan Batu Dan Mortar**

No	Perubahan Produksi (%)	Perubahan Koefisien				
		pekerja	tukang	mandor	conc mixer	water tank
1	-20	7.8888	2.3666	0.7889	0.7889	0.0477
2	-18	7.6963	2.3089	0.7696	0.7696	0.0465
3	-16	7.5131	2.2539	0.7513	0.7513	0.0454
4	-14	7.3384	2.2015	0.7338	0.7338	0.0444
5	-12	7.1716	2.1515	0.7172	0.7172	0.0434
6	-10	7.0122	2.1037	0.7012	0.7012	0.0424
7	-8	6.8598	2.0579	0.6860	0.6860	0.0415
8	-6	6.7138	2.0141	0.6714	0.6714	0.0406
9	-4	6.5740	1.9722	0.6574	0.6574	0.0397
10	-2	6.4398	1.9319	0.6440	0.6440	0.0389
11	0	6.3110	1.8933	0.6311	0.6311	0.0382
12	2	6.1873	1.8562	0.6187	0.6187	0.0374
13	4	6.0683	1.8205	0.6068	0.6068	0.0367
14	6	5.9538	1.7861	0.5954	0.5954	0.0360
15	8	5.8435	1.7531	0.5844	0.5844	0.0353
16	10	5.7373	1.7212	0.5737	0.5737	0.0347
17	12	5.6348	1.6904	0.5635	0.5635	0.0341
18	14	5.5360	1.6608	0.5536	0.5536	0.0335
19	16	5.4405	1.6322	0.5441	0.5441	0.0329
20	18	5.3483	1.6045	0.5348	0.5348	0.0323
21	20	5.2592	1.5778	0.5259	0.5259	0.0318

Sumber : Lampiran IV.4

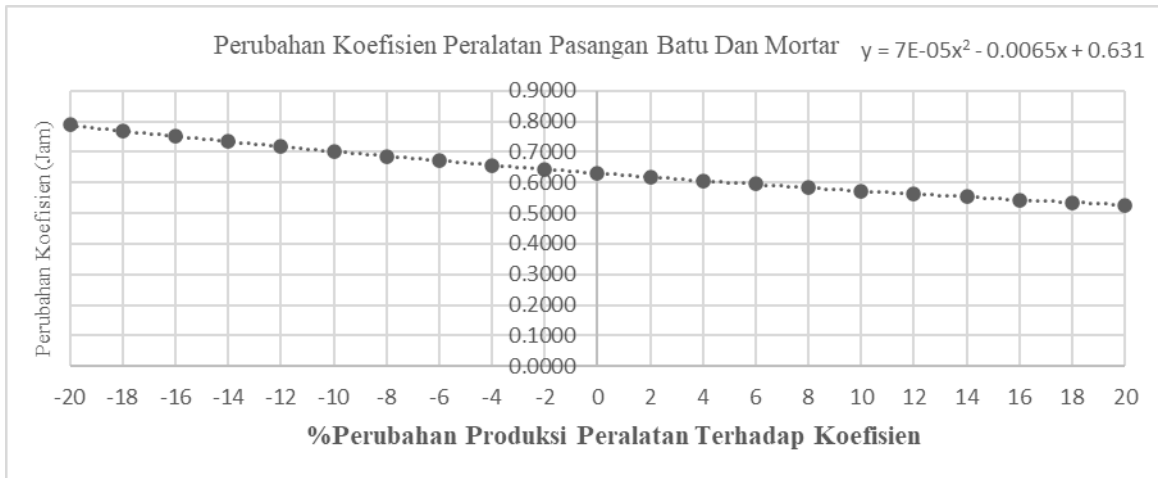
Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa jika produksi berubah sebesar -20% maka koefisien meningkat , dan sebaliknya jika produksi berubah sebesar +20% maka koefisien menurun.

Berikut adalah grafik hubungan perubahan produksi tenaga kerja dan peralatan terhadap koefisien.



**Grafik 4.4 Perubahan Koefisien Akibat Perubahan Produksi Tenaga Kerja Dan Peralatan Item Pekerjaan Pasangan Batu Dan Mortar**

Pada grafik perubahan koefisien tenaga kerja diatas dapat dilihat bahwa pada tingkat perubahan produksi sebesar +20% maka koefisien menurun, dan pada tingkat perubahan -20% maka koefisien semakin meningkat.



**Grafik 4.5 Perubahan Koefisien Akibat Perubahan Produksi Tenaga Kerja Dan Peralatan Item Pekerjaan Pasangan Batu Dan Mortar**

Dari tabel diatas terlihat bahwa jika perubahan produksi menjadi +20% maka koefisien menjadi turun, dan jika produksi berubah menjadi -20% maka koefisien meningkat.

Begitupula dengan grafik, semakin rendah tingkat produksi maka semakin meningkat plot titik yang ada pada grafik (koefisien)

#### 4.15.2 Evaluasi Biaya Proyek

Hasil perhitungan biaya proyek akibat perubahan produksi tenaga kerja dan peralatan dapat dilihat pada Tabel 4.9 dan 4.10 untuk perubahan Tenaga Kerja dan Tabel 4.19 dan Tabel 4.20 untuk perubahan Peralatan. dari perhitungan tersebut dapat disimpulkan bahwa yang memengaruhi besar kecilnya biaya proyek adalah akibat perubahan produksi tenaga kerja dan peralatan. Hal ini dapat dibuktikan dengan uraian rumus berikut ini :

$$K_{tk} = 1/Q \times J_{tk} \quad (\text{rumus menghitung koefisien tenaga kerja})$$

$$K_p = 1/Q \quad (\text{rumus menghitung koefisien peralatan})$$

$$Q_{tk} = 1/(K_{tk}) \times J_{tk} \quad (\text{rumus menghitung produksi tenaga kerja})$$

$$Q_p = 1/K_p \quad (\text{rumus menghitung Produksi peralatan})$$

$$A_i = T_i + M_i + P_i \quad (\text{rumus menghitung analisa harga satuan})$$

$$BP = \sum X_i \quad (\text{rumus menghitung biaya proyek})$$

$$\sum (V_i \times (T_i + M_i + P_i))$$

$$L = (10/100) \times BP \quad (\text{rumus menghitung keuntungan})$$

Jika terjadi perubahan produksi maka persamaan di atas akan menjadi :

$$K_{tk}' = 1/Q' \times J_{tk}$$

$$K_p' = 1/Q'$$

$$A_i' = T_i + M_i + P_i'$$

$$BP' = \sum X_i'$$

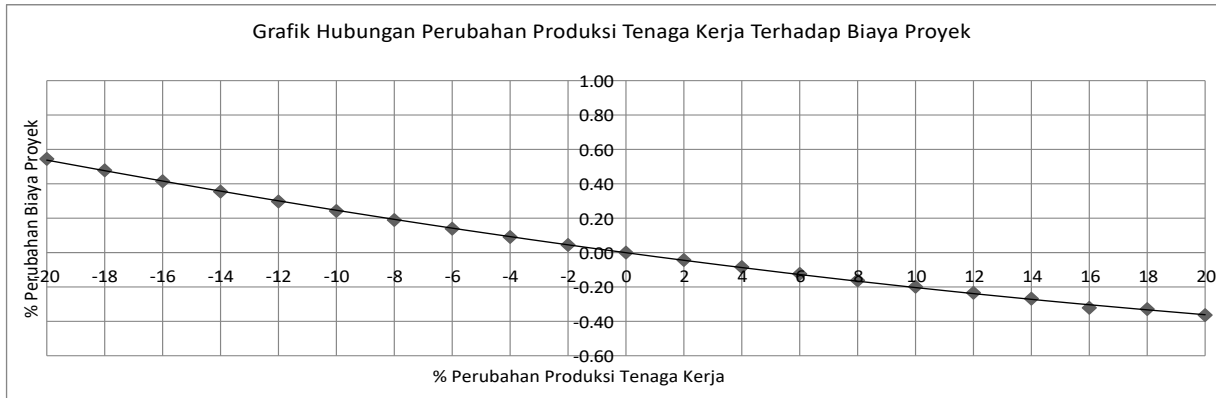
$$\sum (V_i \times (T_i + M_i + P_i'))$$

$$L' = (10/100) \times BP'$$

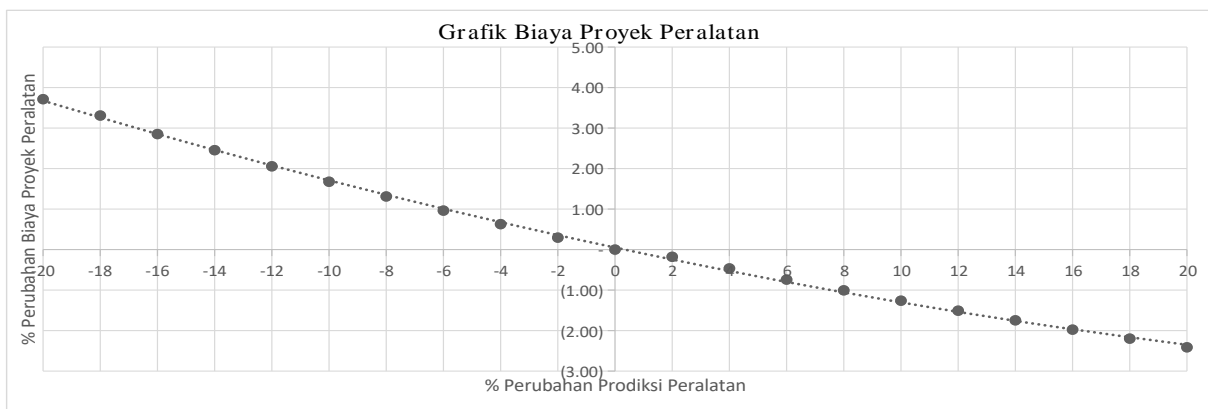
Dari uraian rumus diatas maka dapat disimpulkan bahwa : jika produksi tenaga kerja ( $Q_{tk}$ ) dan peralatan ( $Q_p$ ) meningkat, maka koefisien tenaga kerja ( $K_{tk}$ ) dan Peralatan ( $K_p$ ) menurun, Maka Biaya Proyek ( $BP$ ) juga menurun dan keuntungan ( $L$ ) meningkat. Dimana terlihat hubungan produksi dan keuntungan berbanding lurus jika produksi meningkat menyebabkan keuntungan juga meningkat, tetapi berbanding terbalik antara produksi dengan koefisien, dan biaya proyek.

Berdasarkan uraian tersebut pada digambarkan plot hubungan antara perubahan biaya proyek akibat perubahan produksi tenaga kerja dan peralatan dapat dilihat pada grafik 4.5 dan

4.6 dimana perubahan produksi tenaga kerja dan peralatan pada sumbu x dan sumbu y menyatakan perubahan biaya proyek. Berikut adalah grafik hubungan perubahan produksi tenaga kerja dan peralatan terhadap biaya proyek



**Grafik 4.6 Hubungan Perubahan Produksi Tenaga Kerja Terhadap Biaya Proyek**



**Grafik 4.7 Hubungan Perubahan Produksi Peralatan Terhadap Biaya Proyek**

Sumber : Lampiran IV.6E

Dari plot titik diatas dapat dilihat bahwa titik-titik dari hasil plot diatas cenderung terbentuk lengkung atau tidak lurus. Kelengkungan dari grafik tersebut diakibatkan dari selisih antara prosentase dan biaya proyek yang berbeda atau tidak sama, sehingga dari plot titik yang cenderung lengkung dan selisih dari prosentase biaya proyek yang tidak sama dapat disimpulkan bahwa grafik diatas membentuk fungsi polynomial. Berikut adalah tabel selisih perubahan biaya proyek Tenaga Kerja dan Peralatan



**Tabel. 4.24 Selisih Prosentase Perubahan Biaya Proyek Tenaga Kerja**

No	Tingkat perubahan produksi	% perubahan Biaya Proyek		% Selisih perubahan biaya proyek
		(%)	Keterangan	
1	2	3		4
1	-20%	0.588	4,592,335,278.24	0.0718
2	-18%	0.516	4,589,059,318.90	0.0683
3	-16%	0.448	4,585,939,357.63	0.0652
4	-14%	0.383	4,582,964,510.83	0.0622
5	-12%	0.321	4,580,124,884.35	0.0594
6	-10%	0.261	4,577,411,463.48	0.0568
7	-8%	0.204	4,574,816,028.93	0.0544
8	-6%	0.150	4,572,331,027.15	0.0522
9	-4%	0.098	4,569,949,567.12	0.0500
10	-2%	0.048	4,567,665,309.53	0.0479
11	0%	-	-	-
12	2%	(0.047)	4,563,348,777.40	0.0467
13	4%	(0.091)	4,561,323,242.17	0.0444
14	6%	(0.134)	4,559,374,142.23	0.0427
15	8%	(0.175)	4,557,494,383.78	0.0412
16	10%	(0.214)	4,555,688,571.44	0.0396
17	12%	(0.253)	4,553,944,506.69	0.0382
18	14%	(0.290)	4,552,261,637.20	0.0369
19	16%	(0.325)	4,550,636,797.69	0.0356
20	18%	(0.355)	4,549,274,920.78	0.0298
21	20%	(0.393)	4,547,549,602.61	0.0378

*Sumber Lampiran IV.6E*

Dari tabel 4.24 diatas menunjukkan selisih perubahan prosentase biaya proyek tenaga kerja yang tidak sama dari satu titik ke titik yang lain. Pada penurunan produksi tenaga kerja dan peralatan -20% ke -18% mempunyai selisih sebesar 0.068%, sedangkan pada penurunan produksi tenaga kerja -18% ke -16% mempunyai selisih 0.065%. perbedaan selisih ini membuat grafik menjadi lengkung sehingga disimpulkan untuk grafik tersebut membentuk fungsi polynomial adalah  $y = 0.0002x^2 - 0.0242x - 0.0008$

**Tabel 4.25 Selisih Prosentase Perubahan Biaya Proyek Peralatan**

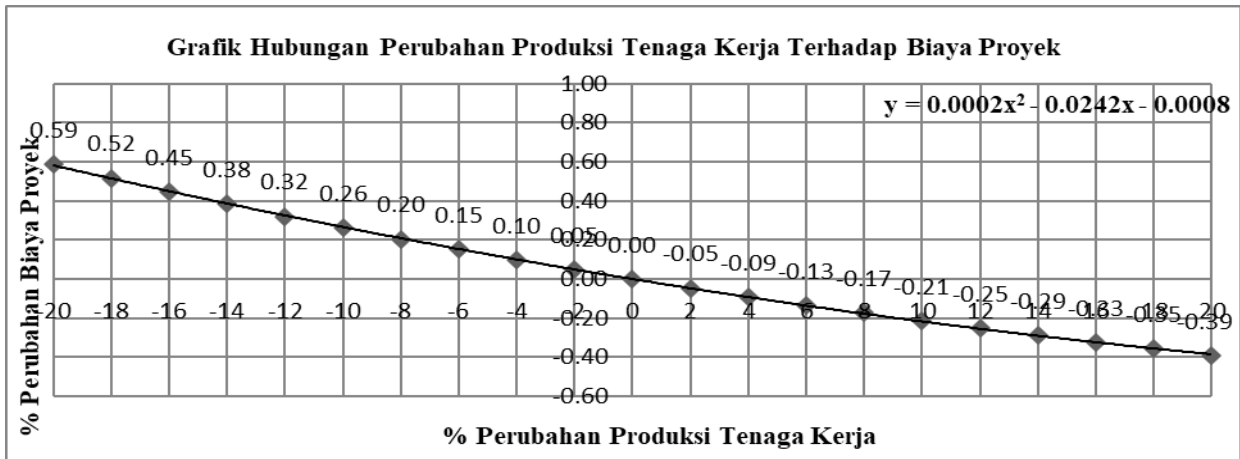
Tingkat perubahan produksi	%perubahan Biaya Proyek	%perubahan Biaya Proyek Regresi Polynomial	%perubahan Biaya Proyek
X = 1	Y = 2	$3=(0.0002x^2 - 0.0242x-0.0008)$	$4=(3-2)/2$
-20	0.59	0.563	(0.0425)
-18	0.52	0.500	(0.0327)
-16	0.45	0.438	(0.0235)
-14	0.38	0.377	(0.0151)
-12	0.32	0.318	(0.0074)
-10	0.26	0.261	(0.0006)
-8	0.20	0.206	0.0054
-6	0.15	0.152	0.0102
-4	0.10	0.099	0.0132
-2	0.05	0.048	0.0111
0	-	-0.001	
2	(0.05)	-0.048	0.0369
4	(0.09)	-0.094	0.0369
6	(0.13)	-0.139	0.0379
8	(0.17)	-0.182	0.0383
10	(0.21)	-0.223	0.0389
12	(0.25)	-0.262	0.0385
14	(0.29)	-0.300	0.0376
16	(0.33)	-0.337	0.0359
18	(0.35)	-0.372	0.0469
20	(0.39)	-0.405	0.0307
(y' = 0.0002x <sup>2</sup> -0.0242x-0.0008) Rata-rata			0.0148

Sumber : Lampiran 6E

Dari tabel 4.25 diatas menunjukkan selisih perubahan prosentase biaya proyek peralatan yang tidak sama dari satu titik ke titik yang lain. Pada penurunan peralatan -20% ke -18% mempunyai selisih sebesar 0.436%, sedangkan pada penurunan produksi tenaga kerja -18% ke -16% mempunyai selisih 0.494%. perbedaan selisih ini membuat grafik menjadi lengkung sehingga disimpulkan untuk grafik tersebut membentuk fungsi polynomial adalah  $y = 0.0016x^2 - 0.1626x + 0.0555$

persamaan regresi polynomial yang diperoleh akan dihitung dengan menggunakan data prosentase perubahan produksi tenaga kerja. Tujuan perhitungan yang menggunakan persamaan regresi polynomial untuk mengetahui tingkat kebenaran dari grafik tersebut. Perhitungan perubahan produksi tenaga kerja dan terhadap biaya proyek dapat dilihat pada Tabel.4.26 Dibawah Hubungan Perubahan Produksi tenaga kerja dan peralatan terhadap biaya proyek berdasarkan persamaan regresi polynomial.

Berikut adalah grafik persamaan garis perubahan produksi tenaga kerja terhadap biaya proyek.



**Grafik 4.8 Grafik Perubahan Produksi Tenaga Kerja Terhadap Biaya Proyek dan Persamaan Garis**

Sumber : Lampiran IV 6E

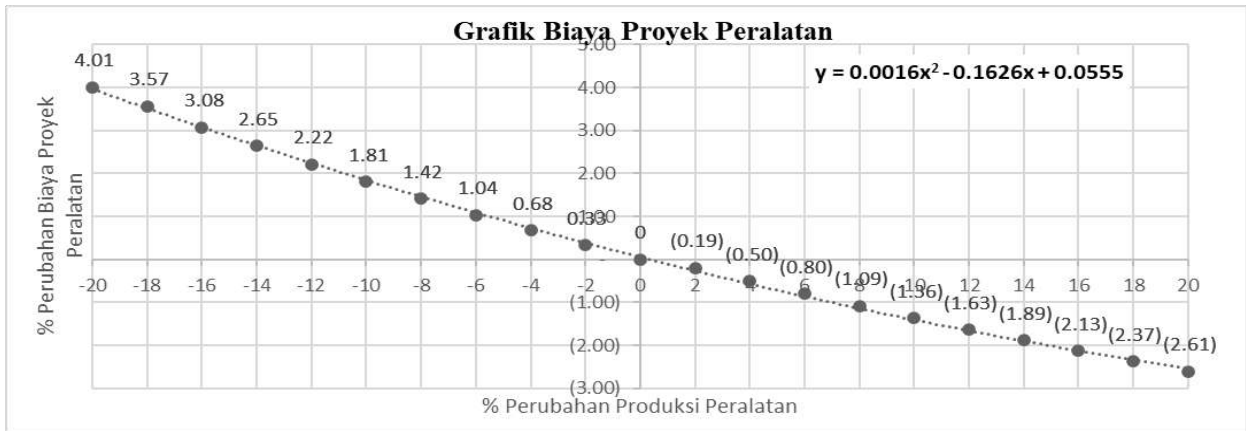
Setelah mendapatkan persamaan garis maka dapat dihitung perubahan biaya proyek berdasarkan persamaan garis regresi polynomial.

**Tabel 4.26 Hubungan Perubahan Produksi Tenaga Kerja Terhadap Biaya Proyek Berdasarkan Persamaan Regresi Polynomial**

Tingkat perubahan	%perubahan Biaya	%perubahan Biaya Proyek Regresi Polynomial	%perubahan Biaya Proyek
X = 1	Y = 2	$3=(0.0002x^2 - 0.0242x-0.0008)$	$4=(3-2)/2$
-20	0.59	0.56	(0.043)
-18	0.52	0.50	(0.033)
-16	0.45	0.44	(0.024)
-14	0.38	0.38	(0.015)
-12	0.32	0.32	(0.007)
-10	0.26	0.26	(0.001)
-8	0.20	0.21	0.005
-6	0.15	0.15	0.010
-4	0.10	0.10	0.013
-2	0.05	0.05	0.011
0	-	0.00	
2	(0.05)	-0.05	0.037
4	(0.09)	-0.09	0.037
6	(0.13)	-0.14	0.038
8	(0.17)	-0.18	0.038
10	(0.21)	-0.22	0.039
12	(0.25)	-0.26	0.039
14	(0.29)	-0.30	0.038
16	(0.33)	-0.34	0.036
18	(0.35)	-0.37	0.047
20	(0.39)	-0.40	0.031
$(y' = 0.0002x^2 - 0.0242x - 0.0008)$ Rata-rata			0.015

Sumber : Lampiran IV 7

Hasil dari perhitungan prosentae biaya proyek regresi polynomial mendekati dengan hasil perubahan biaya proyek. Pada penurunan produksi tenaga kerja -20% perubahan biaya proyek dan biaya proyek regresi polynomial mempunyai selisih prosentase sebesar 0.043% dan pada penambahan produksi tenaga kerja +20% perubahan biaya proyek dan biaya proyek regresi polynomial mempunyai selisih prosentase 0.031%. prosentase rata-rata dari selisih perhitungan biaya proyek variasi dan biaya proyek regresi polynomial adalah sebesar 0.015%. perbedaan selisih dari perhitungan diatas sangat kecil, hal ini menunjukkan bahwa persamaan regresi polynomial yang didapatkan dari grafik mendekati kenyataan. Berikut adakah grafik perubahan produksi peralatan terhadap biaya proyek



**Grafik 4.9 Grafik Perubahan Produksi Peralatan Terhadap Biaya Proyek Dan Persamaan Garis**

Sumber : Lampiran IV 6E

Setelah mendapat persamaan garis , maka dapat dihitung perubahan biaya proyek berdasarkan regres polynomial menggunakan persamaan garis. Berikut adalah tabel perhitunga perbahan biaya proyek pralatan berdasarka persamaan garis.

**Tabel 4.27 Hubungan Perubahan Produksi Peralatan Terhadap Biaya Proyek Berdasarkan Persamaan Regresi Polynomial**

Tingkat Perubahan Produksi	% Perubahan Biaya Proyek	%Perubahan Biaya Proyek Regresi Polynomial	%Perubahan Biaya Proyek
1	2	3=(0.0016x <sup>2</sup> -0.1626x+0.0555)	4=(3-2)/2
-20	4.01	3.95	(0.015)
-18	3.57	3.50	(0.020)
-16	3.08	3.07	(0.004)
-14	2.65	2.65	(0.002)
-12	2.22	2.24	0.008
-10	1.81	1.84	0.018
-8	1.42	1.46	0.031
-6	1.04	1.09	0.048
-4	0.68	0.73	0.078
-2	0.33	0.39	0.165
0	-	0.06	
2	(0.19)	-0.26	0.364
4	(0.50)	-0.57	0.134
6	(0.80)	-0.86	0.078
8	(1.09)	-1.14	0.052
10	(1.36)	-1.41	0.035
12	(1.63)	-1.67	0.022
14	(1.89)	-1.91	0.011
16	(2.13)	-2.14	0.001
18	(2.37)	-2.35	(0.009)
20	(2.61)	-2.56	(0.019)
rata-rata			0.049

Sumber : Lampiran IV-7

Hasil dari perhitungan prosentase biaya proyek regresi polynominal mendekati dengan hasil perubahan biaya proyek. Pada penurunan produksi Peralatan -20% perubahan biaya proyek dan biaya proyek regresi polynominal mempunyai selisih prosentase sebesar 0.015% dan pada penambahan produksi Peralatan+20% perubahan biaya proyek dan biaya proyek regresi polynominal mempunyai selisih prosentase 0.019%. prosentase rata-rata dari selisih perhitungan biaya proyek variasi dan biaya proyek regresi polynominal adalah sebesar 0.049%. perbedaan selisih dari perhitungan diatas sangat kecil, hal ini menunjukkan bahwa persamaan regresi polynominal yang didapatkan dari grafik mendekati kenyataan.

### **4.15.3 Evaluasi Keuntungan**

#### **4.15.3.1 Perubahan Keuntungan Proyek Akibat Perubahan Produksi Tenaga Kerja Dan Peralatan**

Hasil perhitungan keuntungan proyek akibat perubahan produksi tenaga kerja dan peralatan dapat dilihat pada tabel 4.11 Dan 4.12 Untuk Tenaga Kerja dan Tabel 4.21 dan 4.22 untuk peralatan. dari hasil perhitungan tersebut dapat dilihat bahwa yang memengaruhi keuntungan adalah, jika produksi meningkat maka keuntungan yang didapat semakin besar begitupula sebaliknya. Hal ini disebabkan karena adanya perubahan biaya proyek yang terjadi akibat perubahan produksi. Awalnya perubahan produksi memengaruhi koefisien, analisa harga satuan, biaya proyek dan yang terakhir adalah keuntungan.

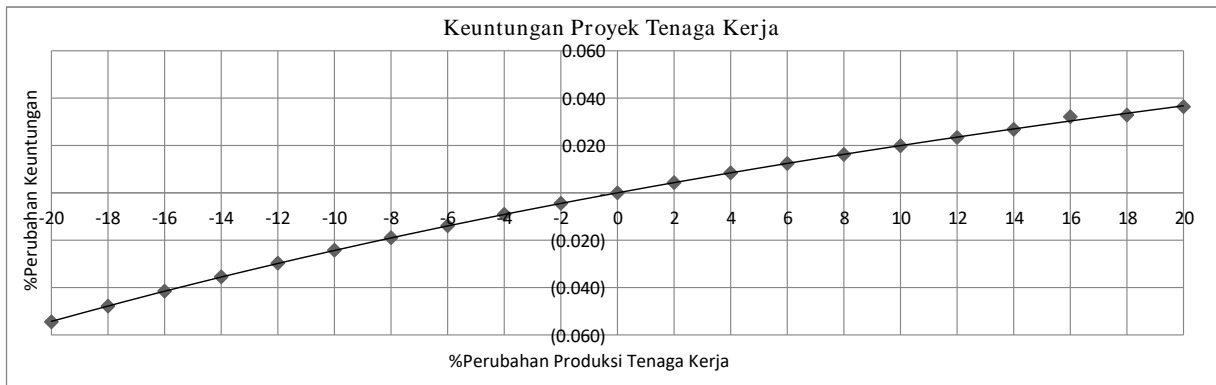
Jika koefisien yang digunakan kecil maka biaya proyek yang digunakan juga makin kecil. Hal ini berpengaruh pada keuntungan proyek jika biaya proyek yang digunakan kecil maka keuntungan yang didapatkan akan meningkat atau dapat dilihat pada garis hubungan produksi tenaga kerja dan peralatan, koefisien, analisa harga satuan, biaya proyek dan keuntungan pada halaman sekian atau dengan rumus di bawah ini:

$$L = (10/100) \times BP \quad \text{(menghitung keuntungan awal)}$$

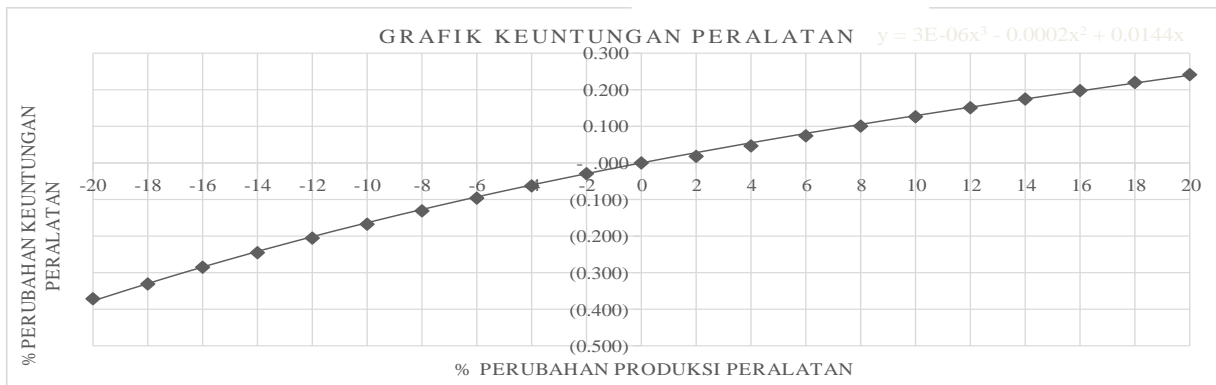
$$L' = (10/100 \times BP) + (BP - BP') \quad \text{(menghitung perubahan keuntungan)}$$

Berdasarkan uraian tersebut digambarkan plot hubungan perubahan antara perubahan keuntungan proyek akibat perubahan produksi tenaga kerja dan peralatan. Dan dapat dilihat pada grafik 4.10 dan 4.11 dimana perubahan produksi pada sumbu x dan sumbu y menyatakan perubahan keuntungan proyek.

Berikut adalah grafik Perubahan produksi tenaga kerja dan peralatan terhadap keuntungan proyek.



**Grafik 4.10 Hubungan Perubahan Produksi Tenaga Kerja Terhadap Keuntungan Proyek**



**Grafik 4.11 Hubungan Perubahan Produksi peralatan Terhadap Keuntungan Proyek**

Dari plot titik diatas dapat dilihat bahwa titik-titik dari hasil plot diatas cenderung berbentuk lengkung atau tidak lurus. Kelengkungan dari grafik tersebut diakibatkan dari selisih antara prosentase dari keuntungan yang berbeda atau tidak sama, sehingga dari plot titik yang cenderung lengkung dan selisih dari prosentase keuntungan yang tidak sama dapat disimpulkan bahwa grafik diatas membentuk fungsi polinomial.

berikut adalah tabel selisih prosentase keuntungan proyek tenaga kerja dan peralatan

**Tabel 4.28 Selisih Prosentase Keuntungan Proyek Tenaga Kerja**

No	Tingkat Perubahan Produksi	%Perubahan Keuntungan Proyek		Selisih %Perubahan Keuntungan Proyek
		(%)	Keterangan	
1	2	3		4
1	-20%	(0.059)	429,692,514.83	(0.0072)
2	-18%	(0.052)	432,968,474.17	(0.0068)
3	-16%	(0.045)	436,088,435.44	(0.0065)
4	-14%	(0.038)	439,063,282.23	(0.0062)
5	-12%	(0.032)	441,902,908.72	(0.0059)
6	-10%	(0.026)	444,616,329.58	(0.0057)
7	-8%	(0.020)	447,211,764.14	(0.0054)
8	-6%	(0.015)	449,696,765.91	(0.0052)
9	-4%	(0.010)	452,078,225.95	(0.0050)
10	-2%	(0.005)	454,362,483.53	(0.0048)
11	0%	-	-	
12	2%	0.005	458,679,015.66	(0.0047)
13	4%	0.009	460,704,550.89	(0.0044)
14	6%	0.013	462,653,650.83	(0.0043)
15	8%	0.017	464,533,409.29	(0.0041)
16	10%	0.021	466,339,221.62	(0.0040)
17	12%	0.025	468,083,286.37	(0.0038)
18	14%	0.029	469,766,155.87	(0.0037)
19	16%	0.033	471,390,995.38	(0.0036)
20	18%	0.035	472,752,872.29	(0.0030)
21	20%	0.039	474,478,190.45	(0.0038)

Sumber : Lampiran I.8B-4

Dari tabel diatas menunjukkan selisih erubahan prosentase keuntungan yang tidak sama dari satu titik ke titik yang lain. Pada penurunan produksi -20% ke -18% mempunyai selisih sebesar 0.0072%, sedangkan pada penurunan produksi tenaga kerja -18% ke -16% mempunyai selisih sebesar 0.0068%. berikut tabel selisih prosentase keuntungan proyek peralatan.

**Tabel 4.29 Selisih Prosentase Keuntungan Proyek Peralatan**

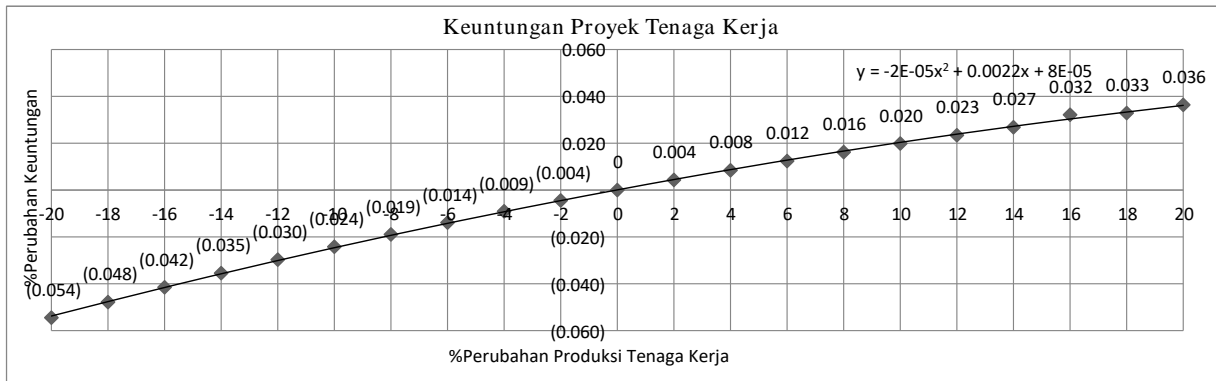
No	Tingkat perubahan produksi	%perubahan Keuntungan Proyek		selisih %perubahan Keuntungan proyek
		(%)	Keterangan	
1	2	3		4
1	-20%	(0.401)	273,515,096.09	(0.0436)
2	-18%	(0.357)	293,429,928.71	(0.0494)
3	-16%	(0.308)	315,965,927.91	(0.0430)
4	-14%	(0.265)	335,577,143.67	(0.0430)
5	-12%	(0.222)	355,213,914.28	(0.0411)
6	-10%	(0.181)	373,977,939.52	(0.0393)
7	-8%	(0.142)	391,926,137.58	(0.0376)
8	-6%	(0.104)	409,110,582.54	(0.0361)
9	-4%	(0.068)	425,579,008.95	(0.0346)
10	-2%	(0.033)	441,375,254.69	(0.0332)
11	0%	-	-	(0.0193)
12	2%	0.019	465,358,686.41	(0.0309)
13	4%	0.050	479,474,517.90	(0.0298)
14	6%	0.080	493,065,719.01	(0.0287)
15	8%	0.109	506,149,595.52	(0.0276)
16	10%	0.136	518,757,694.70	(0.0266)
17	12%	0.163	530,915,504.62	(0.0257)
18	14%	0.189	542,646,724.72	(0.0248)
19	16%	0.213	553,973,419.99	(0.0240)
20	18%	0.237	564,916,159.49	(0.0232)
21	20%	0.261	575,494,141.00	0.2605



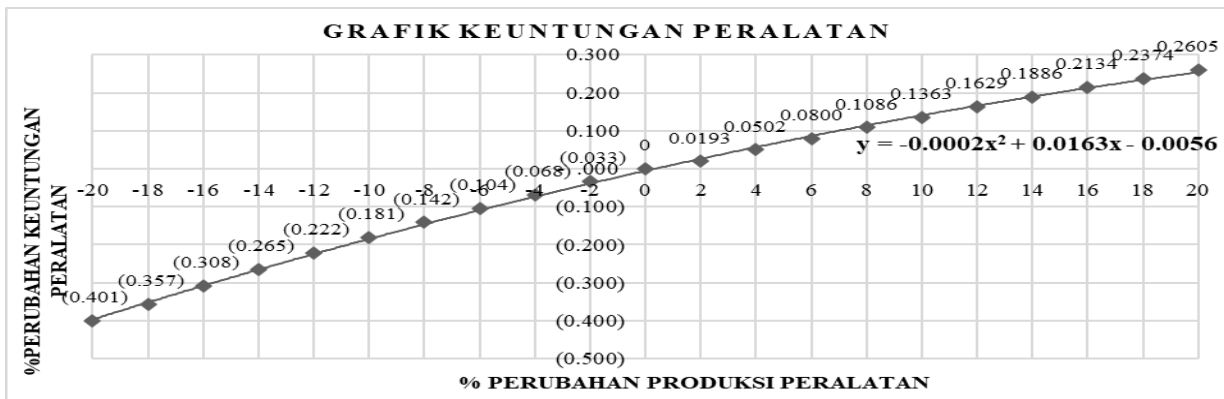
Sumber : Lampiran Iv.8B-4

Dari tabel diatas menunjukkan selisih Perubahan prosentase keuntungan yang tidak sama dari satu titik ke titik yang lain. Pada penurunan produksi -20% ke -18% mempunyai selisih sebesar 0.0436%, sedangkan pada penurunan produksi tenaga kerja -18% ke -16% mempunyai selisih sebesar 0.0494%. perbedaan selisih ini membuat grafik menjadi lengkung sehingga disimpulkan untuk grafik tersebut membentuk fungsi polinomial.

Persamaan regresi yang diperoleh dari media excel dengan menggunakan fungsi polinomial tenaga kerja adalah  $y = -2E-05x^2 + 0.0024x + 8E-05$  dan persamaan garis untuk peralatan adalah  $y = -0.0002x^2 + 0.0163x - 0.0056$ . Persamaan regresi polinomial yang diperoleh akan dihitung dengan menggunakan dat prosentase perubahan produksi tenaga kerja dan peralatan



Grafik 4.12 Hubungan Perubahan Produksi Tenaga Kerja Terhadap Keuntungan Proyek Dan Persamaan Garis



Grafik 4.13 Hubungan Perubahan Produksi Peralatan Terhadap Keuntungan Proyek Dan Persamaan Garis

Setelah mendapat persamaan garis ,maka dapat menghitung perubahan keuntungan berdasarkan persamaan regresi polynomial, perhitungan tersebut dapat dilihat pada tabel 4.30 dibawah ini :

**Tabel.4.30 Hubungan Perubahan Produksi Tenaga Kerja Terhadap Keuntungan Proyek Berdasarkan Persamaan Regresi Polynomial**

Tingkat Perubahan Produksi	% Perubahan Keuntungan Proyek	%Perubahan Keuntungan Proyek Regresi Polynomial	%Perubahan Keuntungan Proyek
1	2	3 ( $y=-2E-05x^2+0.0024x + 8E-05$ )	4=(3-2)/2
-20	(0.059)	-0.056	(0.049)
-18	(0.052)	-0.050	(0.040)
-16	(0.045)	-0.043	(0.031)
-14	(0.038)	-0.037	(0.022)
-12	(0.032)	-0.032	(0.015)
-10	(0.026)	-0.026	(0.008)
-8	(0.020)	-0.020	(0.002)
-6	(0.015)	-0.015	0.002
-4	(0.010)	-0.010	0.005
-2	(0.005)	-0.005	0.003
0	-	0.000	
2	0.005	0.005	0.028
4	0.009	0.009	0.028
6	0.013	0.014	0.029
8	0.017	0.018	0.029
10	0.021	0.022	0.030
12	0.025	0.026	0.029
14	0.029	0.030	0.028
16	0.033	0.033	0.026
18	0.035	0.037	0.037
20	0.039	0.040	0.021
rata-rata			0.006

Hasil dari perhitungan prosentase keuntungan regresi polynomial mendekati dengan hasil perhitungan perubahan prosentase keuntungan. Pada penurunan produksi tenaga kerja -20% perubahan keuntungan dan keuntungan regresi polynomial mempunyai selisih sebesar 0.049%, sedangkan pada penambahan produksi tenaga kerja +20% perubahan keuntungan dan keuntungan regresi polynomial mempunyai selisih prosentase (0.021)%. rata-rata dari selisih perhitungan keuntungan variasi dan keuntungan regresi polynomial adalah sebesar 0.006%. setelah melihat perubahan keuntungan pada tenaga kerja selanjutnya perhitungan perubahan keuntungan pada peralatan dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel.4.31 Hubungan Perubahan Produksi Peralatan Terhadap Keuntungan Proyek Berdasarkan Persamaan Regresi Polynomial**

Tingkat perubahan produksi	% perubahan Keuntungan Proyek	%Perubahan Keuntungan Proyek Regresi Polynomial	%perubahan Biaya Proyek
1	2	$3 = (y = -0.0002x^2 + 0.0163x - 0.0056)$	$4 = (3-2)/2$
-20	(0.401)	(0.412)	0.027
-18	(0.357)	(0.364)	0.018
-16	(0.308)	(0.318)	0.031
-14	(0.265)	(0.273)	0.030
-12	(0.222)	(0.230)	0.036
-10	(0.181)	(0.189)	0.043
-8	(0.142)	(0.149)	0.051
-6	(0.104)	(0.111)	0.064
-4	(0.068)	(0.074)	0.091
-2	(0.033)	(0.039)	0.174
0			
2	0.019	0.026	0.358
4	0.050	0.056	0.123
6	0.080	0.085	0.063
8	0.109	0.112	0.031
10	0.136	0.137	0.008
12	0.163	0.161	(0.010)
14	0.189	0.183	(0.028)
16	0.213	0.204	(0.044)
18	0.237	0.223	(0.061)
20	0.261	0.240	(0.077)
rata-rata			0.046

Hasil dari perhitungan prosentase keuntungan regresi polynomial mendekati dengan hasil perhitungan perubahan prosentase keuntungan. Pada penurunan produksi tenaga kerja -20% perubahan keuntungan dan keuntungan regresi polynomial mempunyai selisih sebesar 0.027%, sedangkan pada penambahan produksi tenaga kerja +20% perubahan keuntungan dan keuntungan regresi polynomial mempunyai selisih prosentase 0.077%. rata-rata dari selisih perhitungan keuntungan variasi dan keuntungan regresi polynomial adalah sebesar 0.046%.

Setelah melihat Perubahan Keuntungan Antara Tenaga Kerja dan Peralatan, perbedaan selisih dari perhitungan diatas sangat kecil atau mendekati, hal ini menunjukkan bahwa persamaan regresi polynomial yang didapatkan dari grafik polynomial mendekati kenyataan.