

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada Bab ini akan diuraikan proses analisa dan pembahasan guna mencapai tujuan penelitian, yaitu Estimasi Penyediaan Sumber Daya (Tenaga Kerja, Material dan Alat) dan Waktu Penyelesaian Serta Biaya Proyek Akibat Perubahan Produksi Minimum. Adapun proses analisa dan pembahasan mengacu terhadap batasan masalah pada Bab I, teori-teori pada Bab II dan juga alur penelitian menggunakan diagram alir pada Bab III.

4.1 Data RAB

Data yang diperlukan untuk dianalisis dan dibahas pada penulisan ini yaitu data yang diperoleh dari RAB. Data tersebut berupa jenis pekerjaan yang dikerjakan pada Proyek Peningkatan Kapasitas Struktur Jalan Oringbelen-Lewokemie Flores Timur, Provinsi Nusa Tenggara Timur dengan nilai proyek Rp.2.348.169.100,00. Jenis pekerjaan yang dianalisis dan tidak dianalisis dapat dilihat pada Tabel berikut :

Tabel 4.1 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Untuk Penelitian

no. urut	no. mata pembayaran	uraian	satuan	volume	analisa harga satuan(rp)	jumlah (rp)	
						tidak dianalisis	dianalisis
	a	b	c	d	e	f=d*e	g=d*e
		divisi 1 umum					
	1.2	mobilisasi	ls	1,00	81.993.000,00	81.993.000,00	
	1.8.(1)	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	ls	1,00	38.125.000,00	38.125.000,00	
	1.19	Keselamatan dan Kesehatan Kerja	ls	1,00	25.830.000,00	25.830.000,00	
		divisi 3 pekerjaan tanah dan geosintetik					
1	3.1.(4)	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 2 meter	m3	13,20	78.115,97		1.031.130,75
2	3.2.(2a)	Timbunan Pilihan dari sumber galian	m3	488,75	124.487,80		60.843.414,69
3	3.3.(1)	Penyiapan Badan Jalan	m3	8.140,00	3.939,39		32.066.633,53
		DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR					
4	5.1.(1)	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	m3	444,00	657.430,71		291.899.233,21
5	5.1.(2)	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	m3	444,00	550.761,14		244.537.944,58
		DIVISI 6. PERKERASAN ASPAL					
6	6.1 (1)	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	Liter	3.500,20	25.504,52		89.270.933,55
7	6.1 (2a)	Lapis Perekat - Aspal Cair/Emulsi	Liter	299,70	21.419,21		6.419.336,66
8	6.3.(4)	Lataston Lapis Fondasi (HRS-Base)	ton	472,42	1.500.758,85		708.988.496,65
		DIVISI 7. STRUKTUR					
9	7.1 (7a)	Beton strukur, fc'20 MPa	m3	3,15	1.282.353,65		4.039.413,99
10	7.1 (8)	Beton , fc'15 Mpa	m3	1,35	1.149.885,08		1.552.344,86
11	7.1 (10)	Beton, fc'10 Mpa	m3	177,60	1.049.545,72		186.399.320,05
	7.3 (1)	Baja Tulangan Polos-BjTP 280	kg	558,71	23.053,91	12.880.450,06	
12	7.9.(1)	Pasangan Batu	m3	230,99	732.490,35		169.197.945,54
A		Jumlah				158.828.450,06	1.796.246.148,07
B		Overhead dan Profit 10%					179.624.614,81
C		Jumlah A + B Kolom (g)					1.975.870.762,88
D		Jumlah A Kolom(f) + C					2.134.699.212,94
E		Pajak Pertambahan Nilai (Ppn) 10%					213.469.921,29
F		Jumlah Total = C + D					2.348.169.134,23
G		Pembulatan					2.348.169.100,00

Tabel 4.1 terdapat item pekerjaan yang tidak dianalisa karena memiliki satuan lump sum. Jumlah harga pada kolom d dan kolom e merupakan hasil perkalian volume item pekerjaan pada kolom d dengan analisa harga satuan pada kolom e.

4.1.1 Volume

Volume merupakan banyaknya pekerjaan yang harus dikerjakan selama pekerjaan berlangsung. Data volume yang diperoleh dari dokumen kontrak terdapat pada tabel 4.1 kolom d.

4.1.2 Analisa Harga Satuan

Analisa harga satuan merupakan besarnya biaya yang harus digunakan untuk menyelesaikan tiap-tiap item pekerjaan. Analisa harga satuan diperoleh dari perkalian antara koefisien dan harga satuan dari masing-masing sumber daya yang digunakan pada item pekerjaan. Data ini bisa dilihat pada tabel 4.1 kolom e.

4.1.2.1 Koefisien

Koefisien merupakan besarnya sumber daya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan. Koefisien dari masing-masing sumber daya diperoleh dari analisa harga satuan masing-masing item pekerjaan yang terdapat pada data RAB Proyek Peningkatan Kapasitas Struktur Jalan Oringbelen-Lewokemie Flores Timur, Provinsi Nusa Tenggara Timur.

4.1.2.2 Harga Satuan

Harga satuan merupakan harga dasar yang ditetapkan pihak kontraktor pelaksana. Harga satuan diperoleh dari data RAB Proyek Peningkatan Kapasitas Struktur Jalan Oringbelen-Lewokemie Flores Timur, Provinsi Nusa Tenggara Timur.

4.2 Jumlah Tenaga Kerja

Data yang dibutuhkan untuk menghitung jumlah tenaga kerja adalah koefisien dari masing-masing unsure tenaga kerja yang diperoleh dari data Rencana Anggaran Biaya. Jumlah tenaga kerja diperoleh dengan menggunakan persamaan (2.15), yaitu koefisien tenaga kerja lain dibagi koefisien mandor.

Contoh :

Pada pekerjaan beton struktur f_c 20 Mpa dengan data-data koefisien sebagai berikut : koefisien mandor adalah 0,4016 jam, koefisien tukang adalah 4,8193 jam dan koefisien pekerja adalah 3,2129 jam.

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{jumlah mandor} &= 0,4016 / 0,4016 = 1 \text{ orang} \\ \text{jumlah tukang} &= 4,8193 / 0,4016 = 12 \text{ orang} \\ \text{jumlah pekerja} &= 3,2129 / 0,4016 = 8 \text{ orang} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan jumlah tenaga kerja untuk setiap item pekerjaan dapat dilihat pada table berikut :

Tabel 4.2 Jumlah Tenaga Kerja Tiap Item Pekerjaan

no	item pekerjaan	koefisien			jumlah tenaga kerja		
		mandor	tukang	pekerja	mandor	tukang	pekerja
a	b	c	d	e	$f = c / c$	$g = d / c$	$h = e / c$
1	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 2 meter	0,0243	-	0,0972	1,00	-	4,00
2	Timbunan Pilihan dari sumber galian	0,0038	-	0,0153	1,00	-	4,00
3	Penyiapan Badan Jalan	0,0017	-	0,0034	1,00	-	2,00
4	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	0,0130	-	0,1039	1,00	-	8,00
5	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	0,0130	-	0,1039	1,00	-	8,00
6	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	0,0007	-	0,0015	1,00	-	2,00
7	Lapis Perekat - Aspal Cair/Emulsi	0,0008	-	0,0016	1,00	-	2,00
8	Lataston Lapis Fondasi (HRS-Base)	0,0201	-	0,2008	1,00	-	10,00
9	Beton struktur, f_c 20 MPa	0,4016	4,8193	3,2129	1,00	12,00	8,00
10	Beton, f_c 15 Mpa	0,4016	4,8193	3,2129	1,00	12,00	8,00
11	Beton, f_c 10 Mpa	0,4016	4,8193	3,2129	1,00	12,00	8,00
12	Pasangan Batu	0,6426	1,2851	6,4257	1,00	2,00	10,00

Dalam pengertian jumlah tenaga kerja diatas jumlah mandor diasumsikan satu orang dan jumlah tenaga kerja yang lainnya (tukang dan pekerja) merupakan perbandingan antara koefisien tenaga kerja dengan koefisien mandor. Dari hasil tersebut didapat penyediaan kelompok tenaga kerja untuk item pekerjaan beton struktur f_c 20 Mpa adalah : 1 orang mandor, 12 orang tukang dan 8 orang pekerja. Hal yang sama juga terjadi pada item pekerjaan lainnya. Pada kolom f adalah jumlah mandor didapat dengan koefisien mandor pada kolom c dibagi koefisien mandor pada kolom c. pada kolom g adalah jumlah tukang didapat dengan koefisien tukang pada kolom d dibagi koefisien mandor pada kolom c. pada kolom h adalah jumlah pekerja didapat dengan

koefisien pekerja pada kolom e dibagi koefisien mandor pada kolom c. nilai koefisien mandor, tukang dan pekerja yang terdapat pada table 4.2 kolom c, d dan e merupakan data pada analisa harga satuan pekerjaan RAB Proyek Peningkatan Jalan Nifuboke – Desa Bijeli, Kecamatan Noemuti, Kabupaten Timor Tengah Utara.

4.3 Produksi

4.3.1 Produksi Tenaga Kerja

Untuk menghitung produksi tenaga kerja perlu diketahui koefisien dan jumlah tenaga kerja karena produksi tenaga kerja merupakan satu dibagi koefisien dikali dengan jumlah tenaga kerja persamaan (2.16). produksi harian merupakan hasil kali antara jam kerja efektif dengan produksi per jam. Jam kerja efektif adalah 7 jam dan dapat dilihat pada lampiran 1 uraian analisa harga satuan romawi I nomor 6.

Contoh pada item pekerjaan beton struktur fc` 20 Mpa dengan data-data koefisien sebagai berikut. Koefisien mandor adalah 0,4016 jam, koefisien tukang adalah 4,8193 jam, dan koefisien pekerja adalah 3,2129 jam. Data-data koefisien tersebut dapat dilihat pada lampiran 1 analisa harga satuan pekerjaan beton struktur fc` 20 mpa pada kolom perkiraan kuantitas atau koefisien.

Untuk menghitung produksi tenaga kerja terlebih dahulu dihitung jumlah tenaga kerja. Karena Jumlah tenaga kerja sudah diperoleh pada langkah sebelumnya pada table 4.2 jumlah tenaga kerja tiap item pekerjaan kolom f, g dan h. maka perhitungan produksi tenaga kerja dapat dikerjakan.

persamaan produksi tenaga kerja adalah :

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

$$\text{Produksi mandor} = 1 / 0,4016 \times 1 = 2,49 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Produksi tukang} = 1 / 4,8193 \times 12 = 2,49 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Produksi pekerja} = 1 / 3,2129 \times 8 = 2,49 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Untuk mengetahui produksi tenaga kerja per hari dikalikan dengan jam kerja efektif = 7 jam.

$$\text{Produksi mandor} = 2,49 \text{ m}^3/\text{jam} \times 7 = 17,43 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Produksi tukang} = 2,49 \text{ m}^3/\text{jam} \times 7 = 17,43 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Produksi pekerja} = 2,49 \text{ m}^3/\text{jam} \times 7 = 17,43 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Hasil perhitungan produksi tenaga kerja untuk setiap item pekerjaan dapat dilihat pada table dibawah ini :

Tabel 4.3 Produksi Tenaga Kerja

No	Item Pekerjaan	Ktk	Jtk	Qtk	
				Unit/Jam	Unit/Hari
a	b	c	d	$e=(1/c)*d$	$f=e*7$
1	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 2 meter				
	mandor	0,0243	1,00	41,17	288,18
	pekerja	0,0972	4,00	41,17	288,18
2	Timbunan Pilihan dari sumber galian				
	mandor	0,0038	1,00	261,45	1.830,15
	pekerja	0,0153	4,00	261,45	1.830,15
3	Penyiapan Badan Jalan				
	mandor	0,0017	1,00	581,00	4.067,00
	pekerja	0,0034	2,00	581,00	4.067,00
4	Lapis Pondasi Agregat Kelas A				
	mandor	0,0130	1,00	77,02	539,17
	pekerja	0,1039	8,00	77,02	539,17
5	Lapis Pondasi Agregat Kelas B				
	mandor	0,0130	1,00	77,02	539,17
	pekerja	0,1039	8,00	77,02	539,17
6	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi				
	mandor	0,0007	1,00	1365,35	9.557,45
	pekerja	0,0015	2,00	1365,35	9.557,45
7	Lapis Perekat - Aspal Cair/Emulsi				
	mandor	0,0008	1,00	1232,55	8.627,85
	pekerja	0,0016	2,00	1232,55	8.627,85
8	Lataston Lapis Fondasi (HRS-Base)				
	mandor	0,0201	1,00	49,80	348,60
	pekerja	0,2008	10,00	49,80	348,60
9	Beton strukur, fc'20 MPa				
	mandor	0,4016	1,00	2,49	17,43
	tukang	4,8193	12,00	2,49	17,43
	pekerja	3,2129	8,00	2,49	17,43
10	Beton , fc'15 Mpa				
	mandor	0,4016	1,00	2,49	17,43
	tukang	4,8193	12,00	2,49	17,43
	pekerja	3,2129	8,00	2,49	17,43
11	Beton, fc'10 Mpa				
	mandor	0,4016	1,00	2,49	17,43
	tukang	4,8193	12,00	2,49	17,43
	pekerja	3,2129	8,00	2,49	17,43
12	Pasangan Batu				
	mandor	0,6426	1,00	1,56	10,89
	tukang	1,2851	2,00	1,56	10,89
	pekerja	6,4257	10,00	1,56	10,89

Dari hasil produksi pada tabel diatas dapat disimpulkan bahwa besar produksi tenaga kerja pada setiap item pekerjaan sama untuk masing-masing tenaga kerja seperti pada pekerjaan beton struktur fc` 20 Mpa dengan masing-masing produksi tenaga kerja yaitu 2,49 m3/jam atau 17,43 m3/hari. Hal ini menyatakan bahwa dalam 1 jam tenaga kerja dapat berproduksi sebesar 2,49 m3 atau 17,43 m3 dalam 1 hari kerja. Pada perhitungan produksi ini didasarkan pada koefisien tenaga kerja yang diambil dari data analisa harga satuan. Sehingga yang berpengaruh terhadap produksi tenaga kerja adalah estimasi koefisien. Jika estimasi koefisien kecil maka produksi meningkat begitu juga sebaliknya jika koefisien besar maka produksi akan menurun. Pada kolom e adalah produksi tenaga kerja dalam satuan jam, didapat dengan satu dibagi koefisien tenaga kerja pada kolom c dan dikalikan dengan jumlah tenaga kerja pada kolom d. sementara pada kolom f adalah produksi tenaga kerja dalam satuan hari, didapat dengan cara produksi dalam satuan jam pada kolom e dikalikan jam kerja efektif yang digunakan adalah 7 jam. 7 jam merupakan waktu yang benar-benar digunakan untuk bekerja dalam sehari, tanpa waktu istirahat dan keperluan lainnya. Hal yang sama juga terjadi pada item pekerjaan lainnya.

4.3.2 Produksi Peralatan

Untuk menghitung produksi peralatan perlu diketahui juga koefisien karena produksi peralatan merupakan satu dibagi dengan koefisien alat tersebut persamaan (2.19).

Persamaan ini digunakan dengan pengertian bahwa produksi alat adalah banyaknya pekerjaan yang dapat diselesaikan oleh alat dalam satu satuan waktu dan koefisien alat adalah lamanya waktu yang dibutuhkan oleh alat untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan.

Contoh pada item pekerjaan lapis pondasi agregat kelas b dengan data-data koefisien sebagai berikut : *whell loader* koefisien = 0,0087, *motor grader* koefisien = 0,0012 dan *vibro roller* koefisien = 0,0130. Data-data koefisien tersebut dapat dilihat pada lampiran 1 analisa harga satuan pekerjaan lapis pondasi agregat kelas b pada kolom perkiraan kuantitas atau koefisien dengan Jam kerja efektif 7 jam.

Persamaan produksi peralatan adalah :

$$Q_p = 1 / K_p$$

$$\text{Produksi } \textit{whell loader} = 1 / 0,0087 = 113,04 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Produksi } \textit{motor grader} = 1 / 0,0012 = 812,91 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Produksi } \textit{vibro roller} = 1 / 0,0130 = 77,02 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Untuk mendapatkan produksi hari dikalikan dengan jam kerja efektif.

Produksi *whell loader* = 113,04 m³/jam x 7 = 791,25 m³/hari

Produksi *motor grader* = 812,91 m³/jam x 7 = 5.690,38 m³/hari

Produksi *vibro roller* = 77,02 m³/jam x 7 = 539,17 m³/hari

Hasil perhitungan produksi alat untuk setiap item pekerjaan dapat dilihat pada table dibawah ini :

Tabel 4.4 Produksi Peralatan

No	Item Pekerjaan	Satuan	Kofisien	Qp	
				Unit/Jam	Unit/Hari
a	b	c	d	e=(1/c)*d	f=e*7
1	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 2 meter	m ³			
	<i>excavator</i>		0,0243	41,17	288,18
	<i>whell loader</i>		0,0085	117,58	823,08
2	Timbunan Pilihan dari sumber galian	m ³			
	<i>motor grader</i>		0,0038	261,45	1.830,15
	<i>whell loader</i>		0,0085	117,58	823,08
	<i>tandem roller</i>		0,0112	89,64	627,48
3	Penyiapan Badan Jalan	m ²			
	<i>motor grader</i>		0,0017	581,00	4.067,00
	<i>tandem roller</i>		0,0037	272,98	1.910,84
4	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	m ³			
	<i>motor grader</i>		0,0012	812,91	5.690,38
	<i>vibro roller</i>		0,0130	77,02	539,17
	<i>whell loader</i>		0,0088	113,04	791,25
5	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	m ³			
	<i>motor grader</i>		0,0012	812,91	5.690,38
	<i>vibro roller</i>		0,0130	77,02	539,17
	<i>whell loader</i>		0,0088	113,04	791,25
6	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	liter			
	<i>asp.distributor</i>		0,0002	4.980,00	34.860,00
	<i>compressor</i>		0,0007	1.365,35	9.557,45
7	Lapis Perekat - Aspal Cair/Emulsi	liter			
	<i>asp.distributor</i>		0,0002	4.980,00	34.860,00
	<i>compressor</i>		0,0010	958,65	6.710,55
	<i>power broom</i>		0,0008	1.232,55	8.627,85
8	Lataston Lapis Fondasi (HRS-Base)	ton			
	<i>whell loader</i>		0,0054	186,25	1.303,76
	<i>p.tyre roller</i>		0,0084	118,41	828,87
	<i>aspalt finisher</i>		0,0629	15,90	111,27
	<i>amp</i>		0,0201	49,80	348,60
	<i>genset</i>		0,0201	49,80	348,60
	<i>tandem roller</i>		0,0128	78,05	546,36

No	Item Pekerjaan	Satuan	Kofisien	Qp	
				Unit/Jam	Unit/Hari
a	b	c	d	e=(1/c)*d	f=e*7
9	Beton strukur, fc'20 MPa	m3			
	<i>concrete mixer</i>		0,4016	2,49	17,43
	<i>concrete vibrator</i>		2,4096	0,42	2,91
10	Beton , fc'15 Mpa	m3			
	<i>concrete mixer</i>		0,4016	2,49	17,43
	<i>concrete vibrator</i>		2,4096	0,42	2,91
11	Beton, fc'10 Mpa	m3			
	<i>concrete mixer</i>		0,4016	2,49	17,43
	<i>concrete vibrator</i>		2,4096	0,42	2,91
12	Pasangan Batu	m3			
	<i>concrete mixer</i>		0,6426	1,56	10,89

Produksi pada tiap-tiap item pekerjaan dihitung berdasarkan koefisien data RAB Proyek Peningkatan Kapasitas Struktur Jalan Oringbelen-Lewokemie Flores Timur, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Data tersebut diestimasi dan sangat berpengaruh terhadap produksi. Jika koefisien kecil maka produksi akan meningkat dan sebaliknya. Hal yang sama terjadi pada item pekerjaan lainnya. Pada kolom e merupakan produksi peralatan didapat dengan satu dibagi koefisien peralatan pada kolom d. Sementara pada kolom f adalah produksi tenaga kerja dalam satuan hari, didapat dengan cara produksi dalam satuan jam pada kolom e dikalikan jam kerja efektif yang digunakan adalah 7 jam. 7 jam merupakan waktu yang benar-benar digunakan untuk bekerja dalam sehari, tanpa waktu istirahat dan keperluan lainnya. Pada item pekerjaan lapis pondasi agregat kelas b terdapat tiga buah peralatan yang digunakan yaitu *whell loader*, *motor grader* dan *vibro roller* yang masing-masing produksinya adalah 113,04 m³/jam, 812,91 m³/jam dan 77,02 m³/jam atau 791,25 m³/hari, 5.690,38 m³/hari dan 539,17 m³/hari. Dari hasil produksi tersebut dapat ditetapkan produksi yang mungkin dapat dikerjakan oleh kelompok peralatan yaitu produksi *vibro roller* sebesar 77,02 m³/jam atau 539,17 m³/hari. Hal yang sama juga terjadi pada item pekerjaan lainnya.

4.3.3 Produksi Minimum

Produksi minimum merupakan produksi yang terkecil antara alat dan tenaga kerja. Produksi ini yang biasa digunakan sebagai produksi kerja pada satu item pekerjaan. Produksi

minimum diperoleh dengan memilih produksi yang paling kecil antara sumber daya tenaga kerja dan alat yang ada selain alat angkut dan alat bantu.

Contoh:

Diketahui pada pekerjaan galian struktur dengan kedalaman 0 -2 m dengan data-data produksi sebagai berikut. Produksi mandor adalah 41,17 m³/jam, produksi tukang adalah 41,17 m³/jam, produksi pekerja 41,17 m³/jam, produksi excavator 41,17 m³/jam dan produksi *whell loader* adalah 117,58 m³/jam

Penyelesaian :

Menentukan produksi minimum dari pekerjaan galian struktur dengan kedalaman 0 -2 m adalah memilih produksi yang terkecil dari unsure produksi tenaga kerja dan peralatan. Jadi yang terkecil antara produksi yang ada adalah terdapat pada produksi kelompok tenaga kerja dan produksi *excavator* yaitu 41,17 m³/jam sedangkan untuk mengetahui produksi hariannya adalah produksi dikali dengan jam kerja efektif(7 jam) persamaan (2.20). Jam kerja efektif adalah 7 jam yang diperoleh dari data proyek peningkatan kapasitas struktur jalan oringbelen-lewokemie flores timur, proponsi nusa tenggara timur dan dapat dilihat pada lampiran 1 uraian analisa harga satuan romawi I nomor 5.

Persamaan yang dipakai adalah:

$$Q_m = q_{jam} \times \text{jam kerja efektif}$$

$$Q_m = 41,17 \times 7 = 288,18 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Hasil perhitungan produksi minimum untuk setiap item pekerjaan dapat dilihat pada tabel 4.5 berikut.

Tabel 4.5 Produksi Minimum

No	Item Pekerjaan	Satuan	Q_{tk}/jam	Q_p/jam	Q_m/Jam	Q_m/Hari
a	b	c	d	e	f	$g=f*7$
1	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 2 meter	m ³			41,17	288,18
	pekerja		41,17			
	mandor		41,17			
	<i>excavator</i>			41,17		
	<i>whell loader</i>			117,58		
2	Timbunan Pilihan dari sumber galian	m ³			89,64	627,48
	pekerja		261,45			
	mandor		261,45			
	<i>motor grader</i>			261,45		
	<i>whell loader</i>			117,58		

No	Item Pekerjaan	Satuan	Qt _k /jam	Q _p /jam	Q _m /Jam	Q _m /Hari
a	b	c	d	e	f	g=f*7
	<i>tandem roller</i>			89,64		
3	Penyiapan Badan Jalan	m ²			272,98	1910,84
	pekerja		581,00			
	mandor		581,00			
	<i>motor grader</i>			581,00		
	<i>tandem roller</i>			272,98		
4	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	m ³			77,02	539,17
	pekerja		77,02			
	mandor		77,02			
	<i>motor grader</i>			812,91		
	<i>vibro roller</i>			77,02		
	<i>whell loader</i>			113,04		
5	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	m ³			77,02	539,17
	pekerja		77,02			
	mandor		77,02			
	<i>motor grader</i>			812,91		
	<i>vibro roller</i>			77,02		
	<i>whell loader</i>			113,04		
6	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	liter			1365,35	9557,45
	pekerja		1365,35			
	mandor		1365,35			
	<i>asp.distributor</i>			4980,00		
	<i>compressor</i>			1365,35		
7	Lapis Perekat - Aspal Cair/Emulsi	liter			958,65	6710,55
	pekerja		1232,55			
	mandor		1232,55			
	<i>asp.distributor</i>			4980,00		
	<i>compressor</i>			958,65		
	<i>power broom</i>			1232,55		
8	Lataston Lapis Fondasi (HRS-Base)	ton			49,80	348,60
	pekerja		49,80			
	mandor		49,80			
	<i>whell loader</i>			186,25		
	<i>p.tyre roller</i>			118,41		
	<i>aspalt finisher</i>			15,90		
	<i>amp</i>			49,80		
	<i>genset</i>			49,80		
	<i>tandem roller</i>			78,05		
9	Beton strukur, fc'20 MPa	m ³			0,42	2,91
	pekerja		2,49			
	tukang		2,49			

No	Item Pekerjaan	Satuan	Qt _{tk} /jam	Q _p /jam	Q _m /Jam	Q _m /Hari
a	b	c	d	e	f	g=f*7
	mandor		2,49			
	<i>concrete mixer</i>			2,49		
	<i>concrete vibrator</i>			0,42		
10	Beton , fc'15 Mpa	m3			0,42	2,91
	pekerja		2,49			
	tukang		2,49			
	mandor		2,49			
	<i>concrete mixer</i>			2,49		
	<i>concrete vibrator</i>			0,42		
11	Beton, fc'10 Mpa	m3			0,42	2,91
	pekerja		2,49			
	tukang		2,49			
	mandor		2,49			
	<i>concrete mixer</i>			2,49		
	<i>concrete vibrator</i>			0,42		
12	Pasangan Batu	m3			1,56	10,89
	<i>concrete mixer</i>			1,56		
	pekerja		1,56			
	tukang		1,56			
	mandor		1,56			

Hasil pada kolom f tabel 4.6 diatas yaitu produksi minimum(Q_m) dengan mengambil salah satu produksi antara produksi tenaga kerja pada kolom d dan produksi peralatan pada kolom e yang terkecil dalam jam. Nilai produksi tenaga kerja pada kolom d diperoleh pada langkah sebelumnya dan dapat dilihat pada table 4.4 produksi tenaga kerja kolom e. sementara pada nilai produksi peralatan pada kolom e diperoleh pada langkah sebelumnya dan dapat dilihat pada table 4.5 produksi peralatan kolom e. Pada kolom g table 4.6 menyatakan produksi dalam hari kerja diperoleh dari produksi minimum per-jam pada kolom f dikalikan dengan jam kerja efektif dalam 1 hari. Jam kerja efektif yang digunakan adalah 7 jam per-hari.

Hasil produksi minimum pada kolom f dan kolom g digunakan sebagai patokan untuk mengerjakan satu satuan volume item pekerjaan tertentu. Pada pekerjaan galian struktur dengan kedalaman 0 -2 meter, q_m = 41,17 m³/jam atau 288,18 m³/hari menyatakan bahwa dalam sehari untuk pekerjaan ini dapat menghasilkan pekerjaan sebesar 288,18 m³ atau 41,17 m³ dalam 1 jam. Hal yang sama juga terjadi pada item pekerjaan lainnya.

4.4 Waktu Penyelesaian Dan Koefisien Akibat Produksi Minimum

4.4.1 Waktu Penyelesaian

Perhitungan waktu penyelesaian dapat dilakukan bila produksi minimum sudah diketahui. Waktu penyelesaian pekerjaan dihitung dengan cara volume item pekerjaan dibagi dengan produksi minimum item pekerjaan. Dikarenakan produksi minimum sudah diperoleh pada table 4.6 kolom f dalam jam dan kolom g dalam satuan hari maka perhitungan waktu penyelesaian dapat dilakukan.

Contoh :

Diketahui data volume dan produksi minimum dari pekerjaan penyiapan badan jalan sebagai berikut. Volume = 8.140 m³ dan produksi minimum = 272,98 m³/jam

Penyelesaian :

Rumus waktu penyelesaian :

$$\begin{aligned} W_p &= V / Q_m \text{ persamaan (2.21)} \\ &= 8.140,00 / 272,98 \\ &= 29,82 \text{ jam} \end{aligned}$$

Sementara untuk menghitung waktu penyelesaian dalam sehari dengan cara volume item pekerjaan dibagi produksi minimum dalam hari yang terdapat pada table 4.6 kolom g:

$$\begin{aligned} W_p &= 8.140,00 / 1.910,84 \\ &= 4,26 \text{ hari} \end{aligned}$$

Hasil Perhitungan waktu penyelesaian untuk setiap item pekerjaan dapat dilihat pada table berikut:

Tabel 4.6 Waktu Penyelesaian

No	Item Pekerjaan	Satuan	Volume	Q _{minimum}		Waktu Penyelesaian	
				Q _m /Jam	Q _m /Hari	Jam	Hari
a	b	c	d	e	f	g=d/e	h=d/f
1	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 2 meter	m ³	13,20	41,17	288,18	0,32	0,05
2	Timbunan Pilihan dari sumber galian	m ³	488,75	89,64	627,48	5,45	0,78
3	Penyiapan Badan Jalan	m ²	8.140,00	272,98	1.910,84	29,82	4,26
4	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	m ³	444,00	77,02	539,17	5,76	0,82
5	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	m ³	444,00	77,02	539,17	5,76	0,82
6	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	liter	3.500,20	1.365,35	9.557,45	2,56	0,37
7	Lapis Perekat - Aspal Cair/Emulsi	liter	299,70	958,65	6.710,55	0,31	0,04
8	Lataston Lapis Fondasi (HRS-Base)	ton	472,42	49,80	348,60	9,49	1,36
9	Beton strukur, fc'20 MPa	m ³	3,15	0,42	2,91	7,59	1,08
10	Beton , fc'15 Mpa	m ³	1,35	0,42	2,91	3,25	0,46
11	Beton, fc'10 Mpa	m ³	177,60	0,42	2,91	427,95	61,14
12	Pasangan Batu	m ³	230,99	1,56	10,89	148,43	21,20

Hasil pada kolom g tabel diatas yaitu waktu penyelesaian dalam jam, merupakan hasil perhitungan pada kolom d volume item pekerjaan dibagi produksi dalam satu jam pada kolom e. sementara pada kolom h pada table diatas yaitu waktu penyelesaian dalam satu hari, merupakan hasil perhitungan volume pekerjaan pada kolom d dibagi produksi dalam satu hari pada kolom f. hal ini menyatakan bahwa dengan volume item pekerjaan 8.140,00 m² dapat terselesaikan dalam waktu 29,82 jam atau 4,26 hari berdasarkan produksi yang dapat dilakukan bersama antara kelompok tenaga kerja maupun kelompok peralatan pada pekerjaan penyiapan badan jalan. Hal yang sama juga terjadi pada item pekerjaan lainnya.

4.4.2 Koefisien Akibat Produksi Minimum

Berdasarkan produksi minimum yang diperoleh pada table 4.6 kolom f maka dapat dilakukan perhitungan koefisien tenaga kerja dan koefisien peralatan akibat produksi minimum. Koefisien tenaga kerja dihitung dengan cara satu dibagi produksi minimum kemudian dikalikan dengan jumlah tenaga kerja (persamaan 2.22). Jumlah tenaga kerja dapat dilihat pada perhitungan sebelumnya pada table 4.2 kolom f, g dan h. Sedangkan untuk menghitung koefisien peralatan yaitu satu dibagikan dengan produksi minimum (persamaan 2.23).

Contoh pada item pekerjaan beton struktur $f_c'20$ Mpa dengan produksi minimum adalah 0,42 m³/jam yang diperoleh pada table 4.6 kolom f dan jumlah mandor 1 orang, jumlah tukang 12 orang, jumlah pekerja adalah 8 orang, dengan peralatan 1 buah *concrete vibrator* dan 1 buah *concrete mixer*.

Penyelesaian :

Rumus koefisien tenaga kerja akibat produksi minimum adalah :

$$K_{tk} = 1 / Q_m \times J_{tk}$$

$$\text{Perubahan koefisien mandor} = 1 / 0,42 \times 1 = 2,4096 \text{ jam}$$

$$\text{Perubahan koefisien tukang} = 1 / 0,42 \times 12 = 28,9157 \text{ jam}$$

$$\text{Perubahan koefisien pekerja} = 1 / 0,42 \times 8 = 19,2771 \text{ jam}$$

Rumus perubahan koefisien peralatan akibat produksi minimum adalah :

$$K_p = 1 / Q_m$$

$$\text{Perubahan koefisien concrete vibrator} = 1 / 0,42 = 2,4096 \text{ jam}$$

$$\text{Perubahan koefisien concrete mixer} = 1 / 0,42 = 2,4096 \text{ jam}$$

Hasil perhitungan koefisien akibat produksi minimum untuk setiap item pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Table 4.7 Koefisien Akibat Produksi Minimum

No	Item Pekerjaan	Kofisien	jumlah sumber daya	Qm/Jam	Koefisien Akibat Qm
a	b	d	e	f	g=e/f
1	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 2 meter			41,17	
	mandor	0,0243	1		0,0243
	pekerja	0,0972	4		0,0972
	<i>excavator</i>	0,0243	1		0,0243
	<i>whell loader</i>	0,0085	1		0,0243
2	Timbunan Pilihan dari sumber galian			89,64	
	mandor	0,0038	1		0,0112
	pekerja	0,0153	4		0,0446
	<i>motor grader</i>	0,0038	1		0,0112
	<i>whell loader</i>	0,0085	1		0,0112
	<i>tandem roller</i>	0,0112	1		0,0112
3	Penyiapan Badan Jalan			272,98	
	mandor	0,0017	1		0,0037
	pekerja	0,0034	2		0,0073
	<i>motor grader</i>	0,0017	1		0,0037
	<i>tandem roller</i>	0,0037	1		0,0037
4	Lapis Pondasi Agregat Kelas A			77,02	
	mandor	0,0130	1		0,0130
	pekerja	0,1039	8		0,1039
	<i>motor grader</i>	0,0012	1		0,0130
	<i>vibro roller</i>	0,0130	1		0,0130
	<i>whell loader</i>	0,0088	1		0,0130
5	Lapis Pondasi Agregat Kelas B			77,02	
	mandor	0,0130	1		0,0130
	pekerja	0,1039	8		0,1039
	<i>motor grader</i>	0,0012	1		0,0130
	<i>vibro roller</i>	0,0130	1		0,0130
	<i>whell loader</i>	0,0088	1		0,0130
6	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi			1365,35	
	mandor	0,0007	1		0,0007
	pekerja	0,0015	2		0,0015
	<i>asp.distributor</i>	0,0002	1		0,0007
	<i>compressor</i>	0,0007	1		0,0007
7	Lapis Perekat - Aspal Cair/Emulsi			958,65	
	mandor	0,0008	1		0,0010
	pekerja	0,0016	2		0,0021

No	Item Pekerjaan	Kofisien	jumlah sumber daya	Qm/Jam	Koefisien Akibat Qm
a	b	d	e	f	g=e/f
	<i>asp.distributor</i>	0,0002	1		0,0010
	<i>compressor</i>	0,0010	1		0,0010
	<i>power broom</i>	0,0008	1		0,0010
8	Lataston Lapis Fondasi (HRS-Base)			49,80	
	mandor	0,0201	1		0,0201
	pekerja	0,2008	10		0,2008
	<i>whell loader</i>	0,0054	1		0,0201
	<i>p.tyre roller</i>	0,0084	1		0,0201
	<i>aspalt finisher</i>	0,0629	1		0,0201
	<i>amp</i>	0,0201	1		0,0201
	<i>genset</i>	0,0201	1		0,0201
	<i>tandem roller</i>	0,0128	1		0,0201
9	Beton strukur, fc'20 MPa			0,42	
	mandor	0,4016	1		2,4096
	tukang	4,8193	12		28,9157
	pekerja	3,2129	8		19,2771
	<i>concrete mixer</i>	0,4016	1		2,4096
	<i>concrete vibrator</i>	2,4096	1		2,4096
10	Beton , fc'15 Mpa			0,42	
	mandor	0,4016	1		2,4096
	tukang	4,8193	12		28,9157
	pekerja	3,2129	8		19,2771
	<i>concrete mixer</i>	0,4016	1		2,4096
	<i>concrete vibrator</i>	2,4096	1		2,4096
11	Beton, fc'10 Mpa			0,42	
	mandor	0,4016	1		2,4096
	tukang	4,8193	12		28,9157
	pekerja	3,2129	8		19,2771
	<i>concrete mixer</i>	0,4016	1		2,4096
	<i>concrete vibrator</i>	2,4096	1		2,4096
12	Pasangan Batu			1,56	
	mandor	0,6426	1		0,6426
	tukang	1,2851	2		1,2851
	pekerja	6,4257	10		6,4257
	<i>concrete mixer</i>	0,6426	1		0,6426

Koefisien akibat produksi minimum menyatakan bahwa untuk menyelesaikan pekerjaan dengan produksi kelompok tenaga kerja dan peralatan membutuhkan waktu sekian jam untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan tertentu. Pada table 4.8 hasil koefisien akibat produksi

minimum item pekerjaan beton struktur $f_c` 20$ Mpa pada kolom g terlihat bahwa koefisien mandor dan *concrete mixer* disesuaikan dengan koefisien *concrete vibrator*. Hal ini dikarenakan kelompok tenaga kerja dan peralatan *concrete mixer* harus menunggu peralatan *concrete vibrator* bekerja atau dengan kata lain kelompok tenaga kerja dan alat *concrete vibrator* memiliki waktu yang terbuang atau menganggur. Hal yang sama juga terjadi pada item pekerjaan lainnya.

4.5 Analisa Harga Satuan Akibat Produksi Minimum

Analisa harga satuan akibat produksi minimum mengikuti koefisien akibat produksi minimum, maka perlu dilakukan perhitungan analisa harga satuan berdasarkan koefisien akibat produksi minimum yang diperoleh pada langkah sebelumnya pada table 4.8 koefisien akibat produksi minimum kolom g. Proses perhitungan dilakukan dengan cara koefisien dikalikan dengan harga satuan yang diperoleh dari data Rencana Anggaran Biaya dan dapat dilihat pada lampiran 1 tabel analisa harga satuan kolom harga satuan. Sebagai salah satu contoh pada item pekerjaan beton struktur $f_c` 20$ mpa dihitung terlebih dahulu biaya dari masing-masing sumber daya (tenaga kerja, material dan peralatan). Biaya tenaga kerja dihitung dengan menggunakan persamaan 2.3 yaitu $T_{ij} = K_{tij} \times H_s$

T_{ij}	$= K_{tij} \times H_s$	
Mandor	$= 2,4096 \times 17.857,14$	$= 43.029,26$
Tukang	$= 28,9157 \times 15.000,00$	$= 433.734,94$
Pekerja	$= 19,2771 \times 11.785,71$	$= 227.194,49$

Setelah didapatkan biaya masing-masing unsur tenaga kerja selanjutnya dapat dihitung keseluruhan biaya tenaga kerja dengan menggunakan persamaan 2.2.

$$\begin{aligned}
 T_i &= \sum t_{ij} \\
 &= 43.029,26 + 433.734,94 + 227.194,49 \\
 &= \text{Rp. } 703.958,69
 \end{aligned}$$

Biaya yang digunakan untuk material tidak berubah karena produksi minimum tidak berpengaruh terhadap koefisien material. maka biaya material tetap sama yaitu : Rp. 1.015.482,60 yang diperoleh dari lampiran 1 data analisa harga satuan item pekerjaan beton struktur $f_c` 20$ mpa kolom jumlah harga bahan.

Biaya yang digunakan untuk peralatan dihitung dengan menggunakan persamaan 2.7

$$P_{ij} = K_{pij} \times H_{sm}$$

$$\begin{aligned} \text{Concrete mixer} &= 2,4096 \times 81.909,89 \\ &= \text{Rp. } 197.373,23 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Concrete vibrator} &= 2,4096 \times 482.709,06 \\ &= \text{Rp. } 1.163.154,37 \end{aligned}$$

Water tang truck dan alat bantu tidak ikut dianalisa karena jumlahnya bisa diperbanyak sesuai dengan produksi yang diinginkan, maka harga satuannya tidak berubah. Biaya *Water tang truck* adalah Rp. 13.126,75 dan alat bantu adalah Rp. 2.500,00. Biaya peralatan *water tang truck* dan alat bantu diperoleh dari lampiran 1 data analisa harga satuan pekerjaan beton struktur $f_c^` 20$ mpa kolom harga satuan.

Setelah didapatkan biaya masing-masing unsure peralatan selanjutnya dapat dihitung keseluruhan biaya peralatan dengan menggunakan persamaan 2.6 yaitu $P_i = \sum p_{ij}$

$$\begin{aligned} P_i &= \sum p_{ij} \\ &= 197.373,23 + 101.022,31 + 13.126,75 + 2.500,00 \\ &= \text{Rp. } 314.022,29 \end{aligned}$$

Setelah didapat biaya masing-masing sumber daya maka dapat dilanjutkan untuk menghitung analisa harga satuan item pekerjaan beton struktur $f_c^` 20$ mpa dengan menggunakan persamaan 2.8 yaitu $A_i = T_i + M_i + P_i$.

$$\begin{aligned} A_i &= T_i + M_i + P_i \\ &= 703.958,69 + 1.015.482,60 + 314.022,29 \\ &= \text{Rp. } 2.033.463,59 \end{aligned}$$

Pada item pekerjaan beton struktur $f_c^` 20$ mpa terjadi perubahan harga pada masing-masing unsure tenaga kerja dan peralatan *concrete mixer*. Perubahan ini dikarenakan produksi atau koefisien dari masing-masing unsur tenaga kerja dan peralatan *concrete mixer* disesuaikan dengan produksi atau koefisien *concrete vibrator* yang memproduksi kecil atau berkoefisien besar. Hal ini menyebabkan kelompok tenaga kerja dan alat *concrete mixer* bekerja tidak optimal atau banyak waktu menganggur.

Hasil perhitungan analisa harga satuan akibat produksi minimum untuk setiap item pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 4.8 berikut:

Tabel 4.8 Analisa Harga Satuan Akibat Produksi Minimum

No	Item Pekerjaan	AHS (Rp)	AHS Akibat Qm(Rp)	Selisih(Rp)	Selisih(%)
a	b	c	d	e=d-c	f=(e/c)*100
1	Galian struktur dengan kedalaman 0-2 meter	78.115,97	85.621,48	7.505,51	9,61
2	Timbunan Pilihan dari sumber galian	124.487,80	275.823,82	151.336,02	121,57
3	penyiapan badan jalan	3.939,39	4.858,95	919,56	23,34
4	lapis pondasi agregat kelas a	657.430,71	664.475,10	7.044,40	1,07
5	lapis pondasi agregat kelas b	550.761,14	557.862,76	7.101,62	1,29
6	lapis resap pengikat - aspal cair/emulsi	25.504,52	25.706,86	202,33	0,79
7	lapis perekat - aspal cair/Emulsi	21.419,21	21.763,10	343,90	1,61
8	Lataston Lapis Fondasi (HRS-Base)	1.500.758,85	2.110.312,71	609.553,86	40,62
9	Beton strukur, fc'20 MPa	1.282.353,65	2.033.463,59	751.109,94	58,57
10	Beton , fc'15 Mpa	1.149.885,08	1.900.995,02	751.109,94	65,32
11	Beton, fc'10 Mpa	1.049.545,72	1.800.655,66	751.109,94	71,57
12	Pasangan Batu	732.490,35	732.490,35	0,00	0,00

Sumber : lampiran 1, tabel 1.1

Dapat dilihat Hasil analisa harga satuan akibat produksi minimum pada Tabel 4.9 diatas terjadi peningkatan harga. Hal ini dikarenakan terjadinya peningkatan koefisien akibat produksi minimum yang terdapat pada langkah sebelumnya, Tabel 4.8 kolom g. Analisa harga satuan akibat produksi minimum merupakan penjumlahan dari keseluruhan biaya tenaga kerja, biaya material dan biaya peralatan akibat produksi minimum. Hasil pada Tabel 4.9 analisa harga satuan akibat produksi minimum yang terdapat pada kolom d diatas diperoleh dari lampiran 1 Tabel 1.1. Pada kolom f merupakan hasil perkalian koefisien akibat produksi minimum pada kolom d dengan harga satuan pada kolom e. Dari hasil tersebut terdapat selisih jumlah harga pada data analisa harga satuan dan hasil perhitungan analisa harga satuan akibat produksi minimum pada kolom e. Sementara pada kolom f merupakan persentase dari selisih yang diperoleh pada kolom e Tabel 4.9 analisa harga satuan akibat produksi minimum.

4.6 Biaya Item Pekerjaan Akibat Produksi Minimum

Berdasarkan nilai analisa harga satuan akibat produksi minimum pada Tabel 4.9 kolom d maka dapat dihitung biaya setiap item pekerjaan akibat produksi minimum, dengan cara analisa

harga satuan item pekerjaan akibat produksi minimum dikalikan dengan volume item pekerjaan yang diperoleh dari data Rencana Anggaran Biaya lampiran 1 Tabel data rencana anggaran biaya di kolom perkiraan kuantitas atau volume.

Tabel 4.9 Biaya Item Pekerjaan Akibat Produksi Minimum

No	Item Pekerjaan	Satuan	Biaya Item Pekerjaan(Rp)	Volume	AHS Akibat Qm(Rp)	Biaya Item Pekerjaan Akibat Qm(Rp)
a	b	c	d	e	f	g=e*f
1	galian struktur dengan kedalaman 0-2 meter	M3	1.031.130,75	13,20	85.621,48	1.130.203,55
2	Timbunan Pilihan dari sumber galian	M3	60.843.414,69	488,75	275.823,82	134.808.892,92
3	penyiapan badan jalan	M3	32.066.633,53	8.140,00	4.858,95	39.551.863,05
4	lapis pondasi agregat kelas a	M3	291.899.233,21	444,00	664.475,10	295.026.945,76
5	lapis pondasi agregat kelas b	M3	244.537.944,58	444,00	557.862,76	247.691.065,96
6	lapis resap pengikat - aspal cair/emulsi	Liter	89.270.933,55	3.500,20	25.706,86	89.979.138,63
7	lapis perekat - aspal cair/Emulsi	Liter	6.419.336,66	299,70	21.763,10	6.522.402,04
8	Lataston Lapis Fondasi (HRS-Base)	Ton	708.988.496,65	472,42	2.110.312,71	996.953.932,39
9	Beton strukur, fc'20 MPa	M3	4.039.413,99	3,15	2.033.463,59	6.405.410,30
10	Beton , fc'15 Mpa	M3	1.552.344,86	1,35	1.900.995,02	2.566.343,27
11	Beton, fc'10 Mpa	M3	186.399.320,05	177,60	1.800.655,66	319.796.445,13
12	Pasangan Batu	M3	169.197.945,54	230,99	732.490,35	169.197.945,54

Hasil perhitungan untuk masing-masing biaya item pekerjaan akibat produksi minimum di atas didasarkan pada produksi minimum antara produksi kelompok tenaga kerja dan produksi peralatan. Dengan koefisien akibat produksi minimum dan analisa harga satuan akibat produksi minimum yang telah dihitung kembali maka diperoleh biaya item pekerjaan akibat produksi minimum. Analisa harga satuan akibat produksi minimum yang terdapat pada kolom f Tabel 4.9 diatas dikalikan dengan volume item pekerjaan yang diperoleh pada data RAB di kolom e maka didapat hasil item pekerjaan akibat produksi minimum yang dapat dilihat pada kolom g Tabel 4.9 diatas. Biaya item pekerjaan akibat produksi minimum ini yang akan digunakan untuk menghitung biaya proyek akibat produksi minimum yang digunakan sebagai bahan evaluasi adanya peningkatan biaya proyek dibandingkan dengan biaya proyek pada data RAB Kontrak.

4.7 Biaya Proyek Akibat Produksi Minimum

Tabel 4.10 Biaya Proyek RAB dan Biaya Proyek Akibat Produksi Minimum

No	Item Pekerjaan	Satuan	Volume	Biaya Item Pekerjaan(Rp)	Biaya Item Pekerjaan Akibat Qm(Rp)
a	b	c	d	e	f
1	galian struktur dengan kedalaman 0-2 meter	M3	13,20	1.031.130,75	1.130.203,55
2	Timbunan Pilihan dari sumber galian	M3	488,75	60.843.414,69	134.808.892,92
3	penyiapan badan jalan	M3	8.140,00	32.066.633,53	39.551.863,05
4	lapis pondasi agregat kelas a	M3	444,00	291.899.233,21	295.026.945,76
5	lapis pondasi agregat kelas b	M3	444,00	244.537.944,58	247.691.065,96
6	lapis resap pengikat - aspal cair/emulsi	Liter	3.500,20	89.270.933,55	89.979.138,63
7	lapis perekat - aspal cair/Emulsi	Liter	299,70	6.419.336,66	6.522.402,04
8	Lataston Lapis Fondasi (HRS-Base)	Ton	472,42	708.988.496,65	996.953.932,39
9	Beton strukur, fc'20 MPa	M3	3,15	4.039.413,99	6.405.410,30
10	Beton , fc'15 Mpa	M3	1,35	1.552.344,86	2.566.343,27
11	Beton, fc'10 Mpa	M3	177,60	186.399.320,05	319.796.445,13
12	Pasangan Batu	M3	230,99	169.197.945,54	169.197.945,54
A	Biaya Proyek			1.796.246.148,07	
B	Biaya Proyek Akibat Produksi Minimum				2.309.630.588,54

Sumber : hasil perhitungan lampiran 2, tabel 2.1

Hasil perhitungan biaya proyek akibat produksi minimum pada Tabel 4.11 diatas berdasarkan perhitungan biaya item pekerjaan akibat produksi minimum. Pada kolom e merupakan biaya item pekerjaan didapat dari perkalian antara volume pada kolom d dengan analisa harga satuan pada kolom e tanpa overhead dan profit lampiran 2, Tabel 2.1. Sementara pada kolom f merupakan biaya item pekerjaan akibat produksi minimum didapat dengan mengalikan volume pada kolom d dengan analisa harga satuan akibat produksi minimum pada kolom f tanpa overhead dan profit lampiran 2, Tabel 2.1. Dengan ini dapat disimpulkan bahwa biaya proyek akibat produksi minimum terjadi kenaikan biaya sebesar Rp. 2.309.630.588,54 – Rp. 1.796.246.148,07 = Rp. 513.384.440,47

4.8 Penambahan Sumber Daya Untuk Mendekatkan Produksi Kelompok Tenaga Kerja dan Produksi Peralatan

Penambahan kelompok tenaga kerja maupun peralatan disesuaikan dengan produksi yang terbesar diantara kelompok tenaga kerja maupun kelompok peralatan. Setelah didapatkan jumlah tenaga kerja dan peralatan baru maka dapat dihitung produksi tenaga kerja baru dan produksi peralatan baru dengan persamaan 2.26 untuk tenaga kerja dan persamaan 2.27 untuk peralatan.

Contoh :

Pada pekerjaan lapis resap pengikat – aspal cair/emulsi dengan produksi masing-masing kelompok tenaga kerja dan peralatan sebagai berikut:

Produksi mandor = 1.365,35 liter/jam
 Produksi pekerja = 1.365,35 liter/jam
 Produksi asp.distributor = 4.980,00 liter/jam
 Produksi compressor = 1.365,35 liter/jam

Nilai produksi tersebut dapat dilihat pada table 4.4 kolom e untuk kelompok tenaga kerja dan table 4.5 kolom e untuk peralatan dan dapat diketahui bahwa produksi terbesar terdapat pada peralatan *asp.distributor*. Maka dengan ini jumlah dari kelompok tenaga kerja dan peralatan compressor harus ditambahkan agar produksinya dapat mendekati produksi dari alat *asp.distributor*. adapun jumlah tenaga kerja item pekerjaan lapis resap pengikat – aspal cair/emulsi yaitu terdapat 1 orang mandor dan 2 orang pekerja diambil dari perhitungan sebelumnya pada table 4.2 kolom f dan h. Sementara pada alat terdapat 1 buah *compressor*. Maka dengan ini dapat dihitung jumlah tenaga kerja baru dan peralatan baru sebagai berikut :

Jumlah mandor = 1 + 2 = 3 orang
 Jumlah pekerja = 2 + 4 = 6 orang
 Jumlah asp.distributor = 1 buah
 Jumlah compressor = 1 + 2 = 3 buah

Dari hasil perhitungan jumlah tenaga kerja dan alat baru maka dapat diperoleh produksi tenaga kerja baru dan alat baru :

Produksi mandor = $1/0,0007 \times 3 = 4.096,05$
 Produksi pekerja = $1/0,0015 \times 6 = 4.096,05$
 Produksi asp.distributor = $1/0,0002 \times 1 = 4.980,00$
 Produksi compressor = $1/0,0007 \times 3 = 4.096,05$

Hasil perhitungan jumlah dan produksi kelompok tenaga kerja maupun peralatan yang baru pada setiap item pekerjaan dapat dilihat pada table berikut :

Table 4.11 Jumlah Dan Produksi Kelompok Tenaga Kerja Maupun Peralatan Yang Baru

No	Item Pekerjaan	Jtk&Jp	Ktk&Kp	Penambahan Jtk & Jp	Jtkb&Jpb	Qtkb&Qpb
a	b	c	d	e	f=c+e	g=(1/d)*f
1	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 2 meter					
	mandor	1	0,0243	1	2	82,34
	pekerja	4	0,0972	4	8	82,34
	<i>excavator</i>	1	0,0243	1	2	82,34
	<i>whell loader</i>	1	0,0085	-	1	117,58

No	Item Pekerjaan	Jtk&Jp	Ktk&Kp	Penambahan Jtk & Jp	Jtkb&Jpb	Qtkb&Qpb
a	b	c	d	e	f=c+e	g=(1/d)*f
2	Timbunan Pilihan dari sumber galian					
	mandor	1	0,0038	-	1	261,45
	pekerja	4	0,0153	-	4	261,45
	<i>motor grader</i>	1	0,0038	-	1	261,45
	<i>whell loader</i>	1	0,0085	1	2	235,17
	<i>tandem roller</i>	1	0,0112	1	2	179,28
3	Penyiapan Badan Jalan					
	mandor	1	0,0017	-	1	581,00
	pekerja	2	0,0034	-	2	581,00
	<i>motor grader</i>	1	0,0017	-	1	581,00
	<i>tandem roller</i>	1	0,0037	1	2	545,96
4	Lapis Pondasi Agregat Kelas A					
	mandor	1	0,0130	9	10	770,24
	pekerja	8	0,1039	72	80	770,24
	<i>motor grader</i>	1	0,0012	-	1	812,91
	<i>vibro roller</i>	1	0,0130	9	10	770,24
	<i>whell loader</i>	1	0,0088	6	7	791,25
5	Lapis Pondasi Agregat Kelas B					
	mandor	1	0,0130	9	10	770,24
	pekerja	8	0,1039	72	80	770,24
	<i>motor grader</i>	1	0,0012	-	1	812,91
	<i>vibro roller</i>	1	0,0130	9	10	770,24
	<i>whell loader</i>	1	0,0088	6	7	791,25
6	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi					
	mandor	1	0,0007	2	3	4.096,05
	pekerja	2	0,0015	4	6	4.096,05
	<i>asp.distributor</i>	1	0,0002	-	1	4.980,00
	<i>compressor</i>	1	0,0007	2	3	4.096,05
7	Lapis Perekat - Aspal Cair/Emulsi					
	mandor	1	0,0008	3	4	4.930,20
	pekerja	2	0,0016	6	8	4.930,20
	<i>asp.distributor</i>	1	0,0002	-	1	4.980,00
	<i>compressor</i>	1	0,0010	4	5	4.793,25
	<i>power broom</i>	1	0,0008	3	4	4.930,20
8	Lataston Lapis Fondasi (HRS-Base)					
	mandor	1	0,0201	2	3	149,40
	pekerja	10	0,2008	20	30	149,40
	<i>whell loader</i>	1	0,0054	-	1	186,25
	<i>p.tyre roller</i>	1	0,0084	-	1	118,41
	<i>aspalt finisher</i>	1	0,0629	10	11	174,86
	<i>amp</i>	1	0,0201	2	3	149,40

No	Item Pekerjaan	Jtk&Jp	Ktk&Kp	Penambahan Jtk & Jp	Jtkb&Jpb	Qtkb&Qpb
a	b	c	d	e	f=c+e	g=(1/d)*f
	<i>genset</i>	1	0,0201	2	3	149,40
	<i>tandem roller</i>	1	0,0128	1	2	156,10
9	Beton strukur, fc'20 MPa					
	mandor	1	0,4016	-	1	2,49
	tukang	12	4,8193	-	12	2,49
	pekerja	8	3,2129	-	8	2,49
	<i>concrete mixer</i>	1	0,4016	-	1	2,49
	<i>concrete vibrator</i>	1	2,4096	5	6	2,49
10	Beton , fc'15 Mpa					
	mandor	1	0,4016	-	1	2,49
	tukang	12	4,8193	-	12	2,49
	pekerja	8	3,2129	-	8	2,49
	<i>concrete mixer</i>	1	0,4016	-	1	2,49
	<i>concrete vibrator</i>	1	2,4096	5	6	2,49
11	Beton, fc'10 Mpa					
	mandor	1	0,4016	-	1	2,49
	tukang	12	4,8193	-	12	2,49
	pekerja	8	3,2129	-	8	2,49
	<i>concrete mixer</i>	1	0,4016	-	1	2,49
	<i>concrete vibrator</i>	1	2,4096	5	6	2,49
12	Pasangan Batu					
	mandor	1	0,6426	-	1	1,56
	tukang	2	1,2851	-	2	1,56
	pekerja	10	6,4257	-	10	1,56
	<i>concrete mixer</i>	1	0,6426	-	1	1,56

Pada table 4.12 terlihat bahwa pada item pekerjaan lapis resap pengikat aspal cair untuk tenaga kerja ditambahkan 2 kelompok dan penambahan 2 peralatan *compressor*. Dengan penambahan tersebut maka produksi kelompok tenaga kerja dan produksi *compressor* ditingkatkan 2 kali dari produksi sebelumnya. Ini dimaksudkan agar produksi tenaga kerja dan alat *compressor* dapat mendekati ke produksi alat *asp.distributor*, sehingga dalam hal ini peralatan *asp.distributor* dapat bekerja optimal dan tidak mengganggu. Pada kolom c dan kolom d merupakan jumlah dan koefisien dari masing-masing unsur tenaga kerja dan unsure peralatan dari setiap item pekerjaan yang diperoleh pada langkah sebelumnya. Sementara pada kolom f merupakan jumlah penambahan kelompok tenaga kerja maupun peralatan.

Pada kolom f merupakan jumlah tenaga kerja baru dan jumlah peralatan baru yang didapat dengan jumlah tenaga kerja pada kolom c ditambahkan dengan penambahan kelompok tenaga kerja maupun peralatan pada kolom e. Dari jumlah tenaga kerja baru dan jumlah peralatan baru maka dapat dilakukan perhitungan produksi tenaga kerja baru dan produksi peralatan baru. Produksi tenaga kerja baru dan produksi peralatan baru pada kolom g didapat dengan cara satu dibagikan dengan koefisien masing-masing unsure tenaga kerja dan unsure peralatan pada kolom d kemudian dikalikan dengan jumlah tenaga kerja dan jumlah peralatan baru pada kolom f tabel 4.12.

Hasil yang diperoleh berupa jumlah tenaga kerja maupun jumlah peralatan dan produksi tenaga kerja maupun produksi peralatan pada item pekerjaan pasangan batu tidak mengalami perubahan. Hal ini dikarenakan produksi dari unsur tenaga kerja maupun unsur peralatan pada item pekerjaan ini memiliki nilai yang sama besar yaitu 1,56 m³/jam.

4.9 Produksi Minimum Baru

Produksi minimum baru diperoleh dengan memilih produksi yang paling kecil antara produksi kelompok tenaga kerja baru dan produksi peralatan baru yang telah didapat pada perhitungan sebelumnya. Produksi tenaga kerja baru dan peralatan baru diambil dari lampiran 3, table 3.1 kolom i.

Contoh :

Pada pekerjaan timbunan pilihan dari sumber galian dengan data-data produksi baru sebagai berikut. Produksi mandor, pekerja, *motor grader* adalah 261,45 m³/jam, produksi whell loader 235,17 m³/jam dan tandem roller adalah 179,28 m³/jam. Menentukan produksi minimum baru dari pekerjaan timbunan pilihan dari sumber galian adalah memilih produksi yang terkecil dari produksi kelompok tenaga kerja baru dan produksi peralatan baru. Jadi yang terkecil terdapat pada produksi tandem roller yaitu 179,28 m³/jam. Sedangkan untuk mengetahui produksi hariannya adalah produksi per-jam dikalikan dengan jam kerja efektif (7 jam).

Maka diperoleh produksi harian pada pekerjaan timbunan pilihan dari sumber galian adalah:

$$Q_m(\text{hari}) = Q(\text{jam}) \times \text{jam kerja efektif}$$

$$Q_m(\text{hari}) = 179,28 \times 7$$

$$= 1.254,96 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Hasil perhitungan produksi minimum baru untuk setiap item pekerjaan dapat dilihat pada table 4.12 berikut.

Tabel 4.12 Produksi Minimum Baru

No	Item Pekerjaan	Qm/Jam	Qm/Hari	Qtkb&Qpb	Qmb/Jam	Qmb/Hari
a	b	c	d=c*7	e	f	g=f*7
1	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 2 meter	41,17	288,18		82,34	576,35
	mandor			82,34		
	pekerja			82,34		
	excavator			82,34		
	whell loader			117,58		
2	Timbunan Pilihan dari sumber galian	89,64	627,48		179,28	1.254,96
	mandor			261,45		
	pekerja			261,45		
	motor grader			261,45		
	whell loader			235,17		
	tandem roller			179,28		
3	Penyiapan Badan Jalan	272,98	1.910,84		545,96	3.821,69
	mandor			581,00		
	pekerja			581,00		
	motor grader			581,00		
	tandem roller			545,96		
4	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	77,02	539,17		770,24	5.391,68
	mandor			770,24		
	pekerja			770,24		
	motor grader			812,91		
	vibro roller			770,24		
	whell loader			791,25		
5	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	77,02	539,17		770,24	5.391,68
	mandor			770,24		
	pekerja			770,24		
	motor grader			812,91		
	vibro roller			770,24		
	whell loade			791,25		
6	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	1.365,35	9.557,45		4.096,05	28.672,35
	mandor			4.096,05		
	pekerja			4.096,05		
	asp.distributor			4.980,00		
	compressor			4.096,05		
7	Lapis Perekat - Aspal Cair/Emulsi	958,65	6.710,55		4.793,25	33.552,75
	mandor			4.930,20		
	pekerja			4.930,20		

No	Item Pekerjaan	Qm/Jam	Qm/Hari	Qtkb&Qpb	Qmb/Jam	Qmb/Hari
a	b	c	d=c*7	e	f	g=f*7
	asp.distributor			4.980,00		
	compressor			4.793,25		
	power broom			4.930,20		
8	Lataston Lapis Fondasi (HRS-Base)	15,90	111,27		118,41	828,87
	mandor			149,40		
	pekerja			149,40		
	whell loader			186,25		
	p.tyre roller			118,41		
	aspalt finisher			174,86		
	amp			149,40		
	genset			149,40		
	tandem roller			156,10		
9	Beton strukur, fc'20 MPa	0,42	2,91		2,49	17,43
	mandor			2,49		
	pekerja			2,49		
	mandor			2,49		
	concrete mixer			2,49		
	concrete vibrator			2,49		
10	Beton , fc'15 Mpa	0,42	2,91		2,49	17,43
	mandor			2,49		
	tukang			2,49		
	pekerja			2,49		
	concrete mixer			2,49		
	concrete vibrator			2,49		
11	Beton, fc'10 Mpa	0,42	2,91		2,49	17,43
	mandor			2,49		
	tukang			2,49		
	pekerja			2,49		
	concrete mixer			2,49		
	concrete vibrator			2,49		
12	Pasangan Batu	1,56	10,89		1,56	10,89
	mandor			1,56		
	tukang			1,56		
	pekerja			1,56		
	concrete mixer			1,56		

Hasil pada kolom f tabel 4.13 diatas yaitu produksi minimum baru(Qmb) dengan mengambil salah satu produksi antara produksi tenaga kerja baru dan produksi peralatan baru pada kolom e yang terkecil dalam jam. Nilai produksi tenaga kerja baru dan peralatan baru pada

kolom e diperoleh pada langkah sebelumnya dan dapat dilihat pada lampiran 3, table 3.1 kolom i. Sementara pada kolom g table 4.13 diatas menyatakan produksi dalam hari kerja diperoleh dari produksi minimum baru per-jam pada kolom f dikalikan dengan jam kerja efektif dalam 1 hari. Jam kerja efektif yang digunakan adalah 7 jam per-hari.

Hasil produksi minimum pada kolom f dan kolom g digunakan sebagai patokan untuk mengerjakan satu satuan volume item pekerjaan tertentu. Pada pekerjaan timbunan pilihan dari sumber galian, diperoleh Q_{mb} adalah 179,28 m³/jam atau 1.254,96 m³/hari. Hal ini menyatakan bahwa dalam sehari untuk pekerjaan ini dapat menghasilkan pekerjaan sebesar 1.254,96 m³ atau 179,28 m³ dalam 1 jam. Hal yang sama juga terjadi pada item pekerjaan lainnya.

4.10 Waktu Penyelesaian Dan Koefisien Baru

4.10.1 Waktu Penyelesaian Baru

Perhitungan waktu penyelesaian baru dapat dilakukan bila produksi minimum baru sudah diketahui. Waktu penyelesaian pekerjaan baru dihitung dengan cara volume item pekerjaan dibagikan dengan produksi minimum baru item pekerjaan. Dikarenakan produksi minimum baru sudah diperoleh pada table 4.13 kolom f dalam jam dan kolom g dalam satuan hari maka perhitungan waktu penyelesaian dapat dilakukan. Volume sendiri di ambil dari data Rencana Anggaran Biaya dan dapat dilihat pada lampiran 1, table Rencana Anggaran Biaya kolom d, perkiraan kuantitas atau volume.

Contoh :

Diketahui data volume dan produksi minimum dari pekerjaan penyiapan badan jalan sebagai berikut. Volume = 8.140 m³ dan produksi minimum baru = 545,96 m³/jam

Penyelesaian :

Rumus waktu penyelesaian :

$$\begin{aligned} W_p &= V / Q_m \text{ persamaan (2.21)} \\ &= 8.140,00 / 545,96 \\ &= 14,91 \text{ jam} \end{aligned}$$

Sementara untuk menghitung waktu penyelesaian dalam sehari dengan cara volume item pekerjaan dibagi produksi minimum baru dalam hari yang terdapat pada table 4.13 kolom g:

$$\begin{aligned} W_p &= 8.140,00 \text{ m}^3 / 3.821,69 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 2,13 \text{ hari} \end{aligned}$$

Hasil Perhitungan waktu penyelesaian baru untuk setiap item pekerjaan dapat dilihat pada table 4.13 berikut:

Tabel 4.13 Waktu Penyelesaian Baru

No	Item Pekerjaan	Satuan	Qmb		Volume	Waktu Penyelesaian Baru	
			Unit/Jam	Unit/Hari		Jam	Hari
a	b	c	d	e	f	g=f/d	h=f/e
1	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 2 meter	M3	82,34	576,35	13,20	0,16	0,02
2	Timbunan Pilihan dari sumber galian	M3	179,28	1.254,96	488,75	2,73	0,39
3	Penyiapan Badan Jalan	M3	545,96	3.821,69	8.140,00	14,91	2,13
4	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M3	770,24	5.391,68	444,00	0,58	0,08
5	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	M3	770,24	5.391,68	444,00	0,58	0,08
6	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	Liter	4.096,05	28.672,35	3.500,20	0,85	0,12
7	Lapis Perekat - Aspal Cair/Emulsi	Liter	4.793,25	33.552,75	299,70	0,06	0,01
8	Lataston Lapis Fondasi (HRS-Base)	Ton	118,41	828,87	472,42	3,99	0,57
9	Beton strukur, fc'20 MPa	M3	2,49	17,43	3,15	1,27	0,18
10	Beton , fc'15 Mpa	M3	2,49	17,43	1,35	0,54	0,08
11	Beton, fc'10 Mpa	M3	2,49	17,43	177,60	71,33	10,19
12	Pasangan Batu	M3	1,56	10,89	230,99	148,43	21,20

Hasil pada kolom g table 4.14 diatas yaitu waktu penyelesaian baru dalam jam, merupakan hasil perhitungan pada kolom f volume item pekerjaan dibagi produksi dalam satu jam pada kolom d. Sementara pada kolom h pada table diatas yaitu waktu penyelesaian dalam satu hari, merupakan hasil perhitungan volume pekerjaan pada kolom f dibagi produksi dalam satu hari pada kolom e. Hal ini menyatakan bahwa dengan volume item pekerjaan 8.140,00 m² dapat terselesaikan dalam waktu 14,91 jam atau 2,13 hari berdasarkan produksi yang dapat dilakukan bersama antara kelompok tenaga kerja maupun kelompok peralatan pada pekerjaan penyiapan badan jalan. Hal yang sama juga terjadi pada item pekerjaan lainnya.

4.10.2 Koefisien Baru

Berdasarkan produksi minimum baru yang diperoleh pada table 4.13 kolom f maka dapat dilakukan perhitungan koefisien tenaga kerja dan koefisien peralatan baru. Koefisien tenaga kerja baru dihitung dengan cara satu dibagi produksi minimum baru kemudian dikalikan dengan jumlah tenaga kerja baru (persamaan 2.29). Sedangkan untuk menghitung koefisien peralatan baru yaitu satu dibagikan dengan produksi minimum baru kemudian dikalikan dengan jumlah peralatan (persamaan 2.30). Jumlah tenaga kerja baru dan jumlah peralatan sudah dihitung dan dapat dilihat pada table 4.12 kolom f.

Contoh pada item pekerjaan penyiapan badan jalan dengan produksi minimum baru adalah 545,96 m³/jam yang diperoleh sebelumnya pada table 4.13 kolom f dengan jumlah mandor 1 orang, jumlah pekerja adalah 2 orang, peralatan 1 buah motor grader dan 2 buah tandem roller.

Penyelesaian :

Rumus koefisien tenaga kerja akibat produksi minimum baru adalah :

$$K_{tkb} = 1 / Q_{mb} \times J_{tk}$$

$$\text{Perubahan koefisien mandor} = 1 / 545,96 \times 1 = 0,0018 \text{ jam}$$

$$\text{Perubahan koefisien pekerja} = 1 / 545,96 \times 2 = 0,0037 \text{ jam}$$

Rumus perubahan koefisien peralatan akibat produksi minimum baru adalah :

$$K_p = 1 / Q_{mb} \times j_{pb}$$

$$\text{Perubahan koefisien motor grader} = 1 / 545,96 \times 1 = 0,0018 \text{ jam}$$

$$\text{Perubahan koefisien tandem roller} = 1 / 545,96 \times 2 = 0,0037 \text{ jam}$$

Hasil perhitungan koefisien baru untuk setiap item pekerjaan dapat dilihat pada tabel 4.15 berikut:

Table 4.14 Koefisien Baru

No	Item Pekerjaan	Kofisien	Koefisien Akibat Qm	Jtkb&Jpb	Qmb/Jam	Koefisien Baru
a	b	c	d	e	f	$g=(1/f)*e$
1	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 2 meter				82,34	
	mandor	0,0243	0,0243	2		0,0243
	pekerja	0,0972	0,0972	8		0,0972
	excavator	0,0243	0,0243	2		0,0243
	whell loader	0,0085	0,0243	1		0,0121
2	Timbunan Pilihan dari sumber galian				179,28	
	mandor	0,0038	0,0112	1		0,0056
	pekerja	0,0153	0,0446	4		0,0223

No	Item Pekerjaan	Kofisien	Koefisien Akibat Qm	Jtkb&Jpb	Qmb/Jam	Koefisien Baru
a	b	c	d	e	f	$g=(1/f)*e$
	motor grader	0,0038	0,0112	1		0,0056
	whell loader	0,0085	0,0112	2		0,0112
	tandem roller	0,0112	0,0112	2		0,0112
3	Penyiapan Badan Jalan				545,96	
	mandor	0,0017	0,0037	1		0,0018
	pekerja	0,0034	0,0073	2		0,0037
	motor grader	0,0017	0,0037	1		0,0018
	tandem roller	0,0037	0,0037	2		0,0037
4	Lapis Pondasi Agregat Kelas A				770,24	
	mandor	0,0130	0,0130	10		0,0130
	pekerja	0,1039	0,1039	80		0,1039
	motor grader	0,0012	0,0130	1		0,0013
	vibro roller	0,0130	0,0130	10		0,0130
	whell loader	0,0088	0,0130	7		0,0091
5	Lapis Pondasi Agregat Kelas B				770,24	
	mandor	0,0130	0,0130	10		0,0130
	pekerja	0,1039	0,1039	80		0,1039
	motor grader	0,0012	0,0130	1		0,0013
	vibro roller	0,0130	0,0130	10		0,0130
	whell load	0,0088	0,0130	7		0,0091
6	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi				4096,05	
	mandor	0,0007	0,0007	3		0,0007
	pekerja	0,0015	0,0015	6		0,0015
	asp.distributor	0,0002	0,0007	1		0,0002
	compressor	0,0007	0,0007	3		0,0007
7	Lapis Perekat - Aspal Cair/Emulsi				4793,25	
	mandor	0,0008	0,0010	4		0,0008
	pekerja	0,0016	0,0021	8		0,0017
	asp.distributor	0,0002	0,0010	1		0,0002
	compressor	0,0010	0,0010	5		0,0010
	power broom	0,0008	0,0010	4		0,0008
8	Lataston Lapis Fondasi (HRS-Base)				118,41	
	mandor	0,0201	0,0629	3		0,0253
	pekerja	0,2008	0,6291	30		0,2534
	whell loader	0,0054	0,0629	1		0,0084
	p.tyre roller	0,0084	0,0629	1		0,0084
	aspalt finisher	0,0629	0,0629	11		0,0929
	amp	0,0201	0,0629	3		0,0253
	genset	0,0201	0,0629	3		0,0253
	tandem roller	0,0128	0,0629	2		0,0169

No	Item Pekerjaan	Kofisien	Koefisien Akibat Qm	Jtkb&Jpb	Qmb/Jam	Koefisien Baru
a	b	c	d	e	f	$g=(1/f)*e$
9	Beton strukur, fc'20 MPa				2,49	
	mandor	0,4016	2,4096	1		0,4016
	tukang	4,8193	28,9157	12		4,8193
	pekerja	3,2129	19,2771	8		3,2129
	concrete mixer	0,4016	2,4096	1		0,4016
	concrete vibrator	2,4096	2,4096	6		2,4096
10	Beton , fc'15 Mpa				2,49	
	mandor	0,4016	2,4096	1		0,4016
	tukang	4,8193	28,9157	12		4,8193
	pekerja	3,2129	19,2771	8		3,2129
	concrete mixer	0,4016	2,4096	1		0,4016
	concrete vibrator	2,4096	2,4096	6		2,4096
11	Beton, fc'10 Mpa				2,49	
	mandor	0,4016	2,4096	1		0,4016
	tukang	4,8193	28,9157	12		4,8193
	pekerja	3,2129	19,2771	8		3,2129
	concrete mixer	0,4016	2,4096	1		0,4016
	concrete vibrator	2,4096	2,4096	6		2,4096
12	Pasangan Batu				1,56	
	mandor	0,6426	0,6426	1		0,6426
	tukang	1,2851	1,2851	2		1,2851
	pekerja	6,4257	6,4257	10		6,4257
	concrete mixer	0,6426	0,6426	1		0,6426

Koefisien baru menyatakan bahwa untuk menyelesaikan pekerjaan dengan produksi kelompok tenaga kerja dan peralatan membutuhkan waktu sekian jam untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan tertentu. Koefisien baru pada kolom g didapat dengan cara satu dibagikan dengan produksi minimum baru pada kolom f kemudian dikalikan dengan jumlah tenaga kerja dan jumlah peralatan baru pada kolom e. Pada table 4.15 item pekerjaan penyiapan badan jalan hasil koefisien baru pada kolom g terlihat bahwa koefisien tenaga kerja mandor dan peralatan motor grader bernilai sama dikarenakan jumlah mandor dan *motor grader* sama yaitu 2 orang mandor dan 2 buah motor grader. Begitu juga koefisien tenaga kerja pekerja dan koefisien peralatan *tandem roller* bernilai sama karena berjumlah sama yakni 2 orang pekerja dan 2 buah tandem roller. Koefisien baru didapat karena terjadi penambahan tenaga kerja atau peralatan

pada tiap item pekerjaan untuk mendekati produksi tenaga kerja dan produksi peralatan. Hal yang sama juga terjadi pada setiap item pekerjaan lainnya.

4.11 Analisa Harga Satuan Baru

Analisa harga satuan baru mengikuti koefisien baru, maka perlu dilakukan perhitungan analisa harga satuan baru berdasarkan koefisien baru yang diperoleh pada langkah sebelumnya pada table 4.15 koefisien baru kolom g. Proses perhitungan dilakukan dengan cara koefisien dikalikan dengan harga satuan yang diperoleh dari data Rencana Anggaran Biaya dan dapat dilihat pada lampiran 1 tabel analisa harga satuan kolom harga satuan. Sebagai salah satu contoh pada item pekerjaan beton struktur $f_c^` 20$ mpa dihitung terlebih dahulu biaya dari masing-masing sumber daya (tenaga kerja, material dan peralatan). Biaya tenaga kerja dihitung dengan menggunakan persamaan 2.33 yaitu $T_{ij} = k_{tkb} \times h_s$.

$$\begin{aligned} T_{ij} &= K_{tij} \times H_s \\ \text{Mandor} &= 0,4016 \times 17.857,14 = 7.171,54 \\ \text{Tukang} &= 4,8193 \times 15.000,00 = 72.289,16 \\ \text{Pekerja} &= 3,2129 \times 11.785,71 = 37.865,75 \end{aligned}$$

Setelah didapatkan biaya masing-masing unsur tenaga kerja selanjutnya dapat dihitung keseluruhan biaya tenaga kerja dengan menggunakan persamaan 2.32.

$$\begin{aligned} T_{ib} &= \sum t_{ij} \\ &= 7.171,54 + 72.289,16 + 37.865,75 \\ &= \text{Rp. } 117.326,45 \end{aligned}$$

Biaya yang digunakan untuk material tidak berubah karena produksi minimum baru tidak berpengaruh terhadap koefisien material. maka biaya material tetap sama yaitu : Rp. 1.015.482,60 yang diperoleh dari lampiran 1 data analisa harga satuan item pekerjaan beton struktur $f_c^` 20$ mpa kolom jumlah harga bahan.

Biaya yang digunakan untuk peralatan dihitung dengan menggunakan persamaan 2.37

$$\begin{aligned} P_{ij} &= K_{pij} \times H_{sm} \\ \text{Concrete mixer} &= 0,4016 \times 81.909,89 \\ &= \text{Rp. } 32.859,34 \\ \text{Concrete vibrator} &= 2,4096 \times 41.924,26 \\ &= \text{Rp. } 1.163.154,37 \end{aligned}$$

Water tang truck dan alat bantu tidak ikut dianalisa karena jumlahnya bisa diperbanyak sesuai dengan produksi yang diinginkan, maka harga satuannya tidak berubah. Biaya *Water tang truck* adalah Rp. 13.126,75 dan alat bantu adalah Rp. 2.500,00. Biaya peralatan *water tang truck* dan alat bantu diperoleh dari lampiran 1 data analisa harga satuan pekerjaan beton struktur fc` 20 Mpa kolom harga satuan.

Setelah didapatkan biaya masing-masing unsur peralatan selanjutnya dapat dihitung keseluruhan biaya peralatan dengan menggunakan persamaan 2.36 yaitu $P_{ib} = \sum p_{ij}$

$$\begin{aligned} P_{ib} &= \sum p_{ij} \\ &= 32.859,34 + 101.022,31 + 13.126,75 + 2.500,00 \\ &= \text{Rp. } 149.544,60 \end{aligned}$$

Setelah didapat biaya masing-masing sumber daya maka dapat dilanjutkan untuk menghitung analisa harga satuan item pekerjaan beton struktur fc` 20 mpa dengan menggunakan persamaan 2.31 yaitu $A_{ib} = T_{ib} + M_i + P_{ib}$

$$\begin{aligned} A_i &= T_{ib} + M_i + P_{ib} \\ &= 117.326,45 + 1.015.482,60 + 149.544,60 \\ &= \text{Rp. } 1.282.353,65 \end{aligned}$$

Pada item pekerjaan beton struktur fc` 20 Mpa tidak terjadi perubahan harga pada masing-masing unsur tenaga kerja dan peralatan. Hal ini dikarenakan masing-masing unsure tenaga kerja dan peralatan concrete mixer tidak lagi menunggu peralatan concrete vibrator bekerja karena produksinya sudah sama dengan pertambahan banyaknya concrete vibrator sebanyak 6 buah yang dihitung sebelumnya pada lampiran 3 tabel 3.1 kolom h. Maka dapat dikatakan baik kelompok tenaga kerja maupun kelompok alat masing-masing dapat bekerja optimal atau tidak ada yang menganggur.

Hasil perhitungan analisa harga satuan baru untuk setiap item pekerjaan dapat dilihat pada table 4.15 berikut:

Table 4.15 Analisa Harga Satuan Baru

No	Item Pekerjaan	AHS (Rp)	AHS Baru(Rp)	Selisih(Rp)	Selisih(%)
a	b	c	d	e=d-c	f=e/c*100
1	galian struktur dengan kedalaman 0-2 meter	78.115,97	79.846,96	1.731,00	2,22
2	Timbunan Pilihan dari sumber galian	124.487,80	126.168,09	1.680,28	1,35
3	penyiapan badan jalan	3.939,39	3.991,70	52,31	1,33
4	lapis pondasi agregat kelas a	657.430,71	657.574,89	144,19	0,02

No	Item Pekerjaan	AHS (Rp)	AHS Baru(Rp)	Selisih(Rp)	Selisih(%)
a	b	c	d	e=d-c	f=e/c*100
5	lapis pondasi agregat kelas b	550.761,14	550.962,55	201,41	0,04
6	lapis resap pengikat - aspal cair/emulsi	25.504,52	25.521,02	16,49	0,06
7	lapis perekat - aspal cair/Emulsi	21.419,21	21.424,52	5,31	0,02
8	Lataston Lapis Fondasi (HRS-Base)	1.500.758,85	1.564.290,31	63.531,46	4,23
9	Beton strukur, fc'20 MPa	1.282.353,65	1.282.353,65	0,00	0,00
10	Beton , fc'15 Mpa	1.149.885,08	1.149.885,08	0,00	0,00
11	Beton, fc'10 Mpa	1.049.545,72	1.049.545,72	0,00	0,00
12	Pasangan Batu	732.490,35	732.490,35	0,00	0,00

Sumber : lampiran 3, tabel 3.1

Pada table 4.16 diatas terdapat selisih pada beberapa item pekerjaan yang dapat dilihat pada kolom e dan f. Hal ini dikarenakan terjadinya kenaikan nilai koefisien tenaga kerja maupun alat pada beberapa pekerjaan. Hasil analisa harga satuan baru pada table 4.16 diatas kolom d merupakan penjumlahan dari keseluruhan analisa harga satuan untuk masing-masing sumber daya yang ada (tenaga kerja, material dan peralatan). Ini diperoleh dari lampiran 3, table 3.1 pada kolom f yang merupakan hasil perkalian koefisien baru pada kolom d dengan harga satuan pada kolom e. Total jumlah analisa pada kolom d inilah yang akan dipakai untuk menghitung biaya item pekerjaan baru berdasarkan koefisien baru dan produksi minimum baru. Inilah yang akan dipakai sebagai estimasi analisa harga satuan akibat perubahan produksi minimum.

4.12 Biaya Item Pekerjaan Baru

Biaya item pekerjaan baru merupakan keseluruhan biaya dari tiap-tiap item pekerjaan yang ada dalam sebuah proyek. Biaya item pekerjaan baru ini diperoleh dari volume dikalikan analisa harga satuan baru yang dapat dilihat pada table 4.16 kolom d. biaya item pekerjaan baru inilah yang akan digunakan sebagai estimasi biaya akibat perubahan produksi minimum.

Hasil perhitungan untuk masing-masing biaya item pekerjaan baru dapat dilihat pada table 4.16 berikut :

Table 4.16 Biaya Item Pekerjaan Baru

No	Item Pekerjaan	Satuan	Volume	AHS Baru(Rp)	Biaya Item Pekerjaan Baru(Rp)
a	b	c	d	e	f=d*e
1	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 2 meter	M3	13,20	79.846,96	1.053.979,91

No	Item Pekerjaan	Satuan	Volume	AHS Baru(Rp)	Biaya Item Pekerjaan Baru(Rp)
a	b	c	d	e	f=d*e
2	Timbunan Pilihan dari sumber galian	M3	488,75	126.168,09	61.664.652,81
3	Penyiapan Badan Jalan	M2	8140,00	3.991,70	32.492.440,00
4	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M3	444,00	657.574,89	291.963.251,54
5	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	M3	444,00	550.962,55	244.627.371,74
6	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	Liter	3500,20	25.521,02	89.328.663,24
7	Lapis Perekat - Aspal Cair/Emulsi	Liter	299,70	21.424,52	6.420.927,39
8	Lataston Lapis Fondasi (HRS-Base)	Ton	472,42	1.564.290,31	739.002.030,37
9	Beton strukur, fc'20 MPa	M3	3,15	1.282.353,65	4.039.413,99
10	Beton , fc'15 Mpa	M3	1,35	1.149.885,08	1.552.344,86
11	Beton, fc'10 Mpa	M3	177,60	1.049.545,72	186.399.320,05
12	Pasangan Batu	M3	230,99	732.490,35	169.197.945,54

Hasil perhitungan biaya item pekerjaan baru untuk masing-masing item pekerjaan baru pada table 4.17 diatas didasarkan pada produksi minimum yang ditetapkan sebagai produksi kerja baik dari kelompok tenaga kerja maupun kelompok alat. Dengan koefisien baru yang telah dihitung kembali dan analisa harga satuan yang baru, maka diperoleh biaya item pekerjaan yang baru pada kolom f. Kolom f sendiri didapat dari analisa harga satuan baru kolom e dikalikan dengan volume item pekerjaan kolom d table 4.17 diatas. Biaya item pekerjaan baru ini yang akan digunakan untuk menghitung biaya proyek akibat perubahan produksi minimum.

4.13 Biaya Proyek Baru

Table 4.17 Biaya Proyek Baru

No	Item Pekerjaan	Satuan	Biaya Item Pekerjaan(Rp)	Biaya Item Pekerjaan Akibat Qm(Rp)	Biaya Item Pekerjaan Baru
a	b	c	d	e	h=f*g
1	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 2 meter	m3	1.031.130,75	1.130.203,55	1.053.979,91
2	Timbunan Pilihan dari sumber galian	m3	60.843.414,69	134.808.892,92	61.664.652,81
3	Penyiapan Badan Jalan	m2	32.066.633,53	40.010.969,27	32.492.440,00
4	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	m3	291.899.233,21	295.271.934,33	291.963.251,54
5	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	m3	244.537.944,58	249.246.541,95	244.627.371,74
6	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	liter	89.270.933,55	89.979.138,63	89.328.663,24
7	Lapis Perekat - Aspal Cair/Emulsi	liter	6.419.336,66	6.522.402,04	6.420.927,39
8	Lataston Lapis Fondasi (HRS-Base)	ton	708.988.496,65	996.953.932,39	739.002.030,37
9	Beton strukur, fc'20 MPa	m3	4.039.413,99	6.405.410,30	4.039.413,99
10	Beton , fc'15 Mpa	m3	1.552.344,86	2.566.343,27	1.552.344,86

No	Item Pekerjaan	Satuan	Biaya Item Pekerjaan(Rp)	Biaya Item Pekerjaan Akibat Qm(Rp)	Biaya Item Pekerjaan Baru
a	b	c	d	e	$h=f*g$
11	Beton, fc' 10 Mpa	m3	186.399.320,05	319.796.445,13	186.399.320,05
12	Pasangan Batu	m3	169.197.945,54	169.197.945,54	169.197.945,54
A	Biaya Proyek		1.796.246.148,07		
B	Biaya Proyek Akibat Qm			2.311.890.159,33	
C	Biaya Proyek Baru				1.827.742.341,44

Hasil perhitungan biaya proyek baru pada table 4.18 diatas berdasarkan perhitungan biaya item pekerjaan baru. Pada kolom c merupakan biaya item pekerjaan didapat dari data rencana anggaran biaya proyek peningkatan struktur jalan tanpa biaya overhead dan profit. pada kolom d merupakan biaya item pekerjaan akibat produksi minimum tanpa overhead dan profit. Sementara pada kolom e merupakan biaya item pekerjaan baru yang didapat pada perhitungan sebelumnya. Dari ketiga biaya item pekerjaan ini maka didapat tiga biaya proyek yaitu biaya proyek tanpa overhead dan profit pada baris A, biaya proyek akibat produksi minimum tanpa biaya overhead dan profit pada baris B, serta biaya proyek baru tanpa overhead dan profit pada baris C. Dengan ini dapat disimpulkan bahwa biaya proyek baru dapat menghemat biaya akibat produksi minimum sebesar Rp. 2.311.890.159,33 – Rp. 1.893.939.530,75 = Rp. 417.950.628,58 atau hanya mengalami kenaikan biaya sebesar Rp. 1.827.742.341,44 – 1.796.246.148,07 = Rp.31.496.193,37

. Biaya proyek baru inilah yang digunakan sebagai estimasi biaya proyek akibat perubahan produksi minimum

4.14 Penyediaan Tenaga Kerja, Material Dan Peralatan

Pada tahap ini akan dilakukan perhitungan penyediaan tenaga kerja, material dan peralatan untuk setiap item pekerjaan. Perhitungan ini didasarkan pada koefisien masing-masing sumber daya pada analisa harga satuan baru yang didapat pada perhitungan sebelumnya, lampiran 2, table 2.1 kolom c.

4.14.1 Penyediaan Tenaga Kerja

Penyediaan tenaga kerja didapat dengan cara koefisien masing-masing unsure tenaga kerja dibagi dengan koefisien terkecil diantara koefisien tenaga kerja maupun koefisien alat.

Contoh pada item pekerjaan beton struktur $f_c' 20$ mpa dengan data-data koefisien masing-masing unsure tenaga kerja sebagai berikut. Koefisien mandor adalah 0,4016 jam, koefisien tukang adalah 4,8193 jam dan koefisien pekerja adalah 3,2129 jam. Sedangkan koefisien terkecil terdapat pada koefisien mandor dan koefisien concrete mixer yaitu 0,4016. Maka dengan ini dapat dihitung penyediaan masing-masing unsure tenaga kerja dengan persamaan 2.38 sebagai berikut:

$$P_{tk} = K_{tkb} / K_t$$

$$\text{Penyediaan mandor} = 0,4016 / 0,4015 = 1 \text{ orang}$$

$$\text{Penyediaan tukang} = 4,8193 / 0,4016 = 12 \text{ orang}$$

$$\text{Penyediaan pekerja} = 3,2129 / 0,4016 = 8 \text{ orang}$$

Penyediaan masing-masing unsure tenaga kerja untuk setiap item pekerjaan dapat dilihat pada table berikut :

Table 4.18 Penyediaan Tenaga Kerja

no	item pekerjaan	koefisien				penyediaan tenaga kerja		
		mandor	tukang	pekerja	terkecil	mandor	tukang	pekerja
a	b	c	d	e	f	$g = c / f$	$h = d / f$	$i = e / f$
1	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 2 meter	0,0243	-	0,0972	0,0121	2,00	-	8,00
2	Timbunan Pilihan dari sumber galian	0,0056	-	0,0223	0,0056	1,00	-	4,00
3	Penyiapan Badan Jalan	0,0018	-	0,0037	0,0018	1,00	-	2,00
4	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	0,0130	-	0,1039	0,0013	10,00	-	80,00
5	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	0,0130	-	0,1039	0,0013	10,00	-	80,00
6	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	0,0007	-	0,0015	0,0002	3,00	-	6,00
7	Lapis Perekat - Aspal Cair/Emulsi	0,0008	-	0,0017	0,0002	4,00	-	8,00
8	Lataston Lapis Fondasi (HRS-Base)	0,0253	-	0,2534	0,0084	3,00	-	30,00
9	Beton strukur, $f_c' 20$ MPa	0,4016	4,8193	3,2129	0,4016	1,00	12,00	8,00
10	Beton , $f_c' 15$ Mpa	0,4016	4,8193	3,2129	0,4016	1,00	12,00	8,00
11	Beton, $f_c' 10$ Mpa	0,4016	4,8193	3,2129	0,4016	1,00	12,00	8,00
12	Pasangan Batu	0,6426	1,2851	6,4257	0,6426	1,00	2,00	10,00

4.14.2 Penyediaan Material

Penyediaan material didapat dengan cara koefisien masing-masing unsure material dikalikan dengan volume item pekerjaan. Koefisien material dapat dilihat pada lampiran 1, data rencana anggaran biaya, table analisa harga satuan kolom perkiraan kuantitas atau koefisien.

Sementara volume item pekerjaan dapat dilihat pada lampiran 1, table rencana anggaran biaya kolom d perkirraan kuantitas atau volume.

Contoh pada item pekerjaan beton struktur $f_c` 20$ Mpa, dengan data-data koefisien sebagai berikut :

Semen	= 272,9500 kg
Pasir beton	= 0,6343 m ³
Agregat kasar	= 0,7922 m ³
Kayu perancah	= 0,2000 m ³
Paku	= 2,4000 kg
Air	= 190,5500 liter
Plastizier	= 0,8189 kg

Dari data-data koefisien tersebut maka dapat dihitung penyediaan masing-masing unsure material pada item pekerjaan beton struktur $f_c` 20$ mpa dengan volumenya adalah 3,15 m³. Maka dengan ini dapat dihitung penyediaan masing-masing unsure tenaga kerja dengan persamaan 2.39 sebagai berikut:

Semen	= 272,9500 kg	x 3,15	= 859,7925 kg
Pasir beton	= 0,6343 m ³	x 3,15	= 1,9982 m ³
Agregat kasar	= 0,7922 m ³	x 3,15	= 2,4955 m ³
Kayu perancah	= 0,2000 m ³	x 3,15	= 0,6300 m ³
Paku	= 2,4000 kg	x 3,15	= 7,5600 kg
Air	= 190,5500 liter	x 3,15	= 600,2325 liter
Plastizier	= 0,8189 kg	x 3,15	= 2,5794 kg

Hasil perhitungan penyediaan material untuk setiap item pekerjaan dapat dilihat pada table 4.19 berikut :

Table 4.19 Penyediaan Material

no	item pekerjaan	satuan	koefisien	volume	penyediaan material
a	b	c	d	e	f=d*e
1	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 2 meter			13,20	
2	Timbunan Pilihan dari sumber galian bahan pilihan	m ³	1,2000	488,75	586,5000
3	Penyiapan Badan Jalan			8.140,00	
4	Lapis Pondasi Agregat Kelas A			444,00	

no	item pekerjaan	satuan	koefisien	volume	penyediaan material
a	b	c	d	e	f=d*e
	agregat a	m3	1,0500		466,2000
5	Lapis Pondasi Agregat Kelas B			444,00	
	agregat kelas b	m3	1,0500		466,2000
6	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi			3.500,20	
	aspal emulsi css-1 atau ss-1	liter	1,7167		6.008,6767
7	Lapis Perekat - Aspal Cair/Emulsi			299,70	
	aspal emulsi crs-1 atau rs-1	0	1,7167		514,4850
8	Lataston Lapis Fondasi (HRS-Base)			472,42	
	Agr Pch Mesin 5-8 & 8-11 & 11-15	m3	0,3221		152,1568
	semen(pc)	kg	19,3640		9.147,9409
	Agr Pch Mesin 0 - 5	m3	0,1636		77,2997
	Pasir Halus	m3	0,2493		117,7525
	Aspal	kg	63,8600		30.168,7412
9	Beton strukur, fc'20 MPa			3,15	
	Pasir Beton	m3	0,6343		1,9982
	Agregat Kasar	m3	0,7922		2,4955
	kayu perancah	m3	0,2000		0,6300
	semen(pc)	kg	272,9500		859,7925
	paku	kg	2,4000		7,5600
	Plastizier	kg	0,8189		2,5794
	air	liter	190,5500		600,2325
10	Beton , fc'15 Mpa			1,35	
	Pasir Beton	m3	0,6488		0,8759
	Agregat Kasar	m3	0,7784		1,0509
	kayu perancah	m3	0,1000		0,1350
	semen(pc)	kg	271,9200		367,0920
	paku	kg	1,2000		1,6200
	Plastizier	kg	0,8158		1,1013
	air	liter	190,5500		257,2425
11	Beton, fc'10 Mpa			177,60	
	Pasir Beton	m3	0,5960		105,8435
	Agregat Kasar	m3	0,9153		162,5591
	kayu perancah	m3	0,0500		8,8800
	semen(pc)	kg	237,9300		42.256,3680
	paku	kg	0,6000		106,5600
	Plastizier	kg	0,7138		126,7691
	air	liter	166,8600		29.634,3360
12	Pasangan Batu			230,99	
	Pasir	m3	0,4562		105,3792
	batu kali	m3	1,0238		236,4760

no	item pekerjaan	satuan	koefisien	volume	penyediaan material
a	b	c	d	e	f=d*e
	semen(pc)	kg	173,0000		39.961,2700

Setelah didapat penyediaan material untuk masing-masing item pekerjaan maka selanjutnya dapat menghitung penyediaan total material dengan penjumlahan dari penyediaan masing-masing unsure material tiap item pekerjaan. Untuk menghitung penyediaan total material menggunakan persamaan 2.40 adalah sebagai berikut:

$$PM_{tj} = \sum_{i=1}^n P_m$$

- 1) Penyediaan bahan pilihan = 586,5000 m³
- 2) Penyediaan agregat a = 466,2000 m³
- 3) Penyediaan agregat kelas b = 466,2000 m³
- 4) Penyediaan aspal emulsi css-1 atau ss-1 = 6.008,6767 liter
- 5) Penyediaan aspal emulsi crs-1 atau rs-1 = 514,4850 liter
- 6) Penyediaan Agr Pch Mesin 5-8 & 8-11 & 11-15 = 152,1568 m³
- 7) Penyediaan semen = 9.147,9409 + 859,7925 + 367,0920 + 42.256,3680 + 39.961,2700 = 52.592,4634 kg
- 8) Penyediaan Agr Pch Mesin 0 – 5 = 77,2997 m³
- 9) Penyediaan pasir halus = 117,7525 m³
- 10) Penyediaan aspal = 30.168,7412 kg
- 11) Penyediaan pasir beton = 1,9982 + 0,8759 + 105,8435 = 108,7176 m³
- 12) Penyediaan agregat kasar = 2, 4955 + 1,0509 + 162,5591 = 166,1055 m³
- 13) Penyediaan kayu perancah = 0,6300 + 0,1350 + 8,8800 = 9,6450 m³
- 14) Penyediaan paku = 7,5600 + 1,6200 + 106,5600 = 115,7400 kg
- 15) Penyediaan plastizier = 2,5794 + 1,1013 + 126,7691 = 130,4498 kg
- 16) Penyediaan air = 600,2395 + 257,2425 + 29.634,3360 = 30.490,8110 liter
- 17) Penyediaan pasir = 105,3792 m³
- 18) Penyediaan batu kali = 236,4760 m³

4.13.3 Penyediaan Peralatan

Penyediaan peralatan didapat dengan cara koefisien masing-masing unsure peralatan dibagi dengan koefisien terkecil diantara koefisien tenaga kerja maupun koefisien alat.

Contoh pada item pekerjaan beton struktur $f_c` 20$ mpa dengan data-data koefisien masing-masing unsure peralatan sebagai berikut. Koefisien *concrete mixer* adalah 0,4016 jam dan koefisien *concrete vibrator* adalah 2,4096 jam. Sedangkan koefisien terkecil terdapat pada koefisien mandor dan koefisien *concrete mixer* yaitu 0,4016. Maka dengan ini dapat dihitung penyediaan masing-masing unsur peralatan dengan persamaan 2.41 sebagai berikut:

$$P_p = K_{Pb} / K_t$$

$$\text{Penyediaan } \textit{concrete mixer} = 0,4016 / 0,4015 = 1 \text{ buah}$$

$$\text{Penyediaan } \textit{concrete vibrator} = 2,4096 / 0,4016 = 6 \text{ buah}$$

Penyediaan masing-masing unsure tenaga kerja untuk setiap item pekerjaan dapat dilihat pada table berikut :

Table 4.20 Penyediaan Peralatan

No	Item Pekerjaan	Koefisien Baru	Koefisien Terkecil	Penyediaan Alat
a	b	c	d	e=c/d
1	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 2 meter		0,0121	
	excavator	0,0243		2
	whell loader	0,0121		1
2	Timbunan Pilihan dari sumber galian		0,0056	
	motor grader	0,0056		1
	whell loader	0,0112		2
	tandem roller	0,0112		2
3	Penyiapan Badan Jalan		0,0018	
	motor grader	0,0018		1
	tandem roller	0,0037		2
4	Lapis Pondasi Agregat Kelas A		0,0013	
	motor grader	0,0013		1
	vibro roller	0,0130		10
	whell loader	0,0091		7
5	Lapis Pondasi Agregat Kelas B		0,0013	
	motor grader	0,0013		1
	vibro roller	0,0130		10
	whell loader	0,0091		7
6	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi		0,0002	
	asp.distributor	0,0002		1
	compressor	0,0007		3

No	Item Pekerjaan	Koefisien Baru	Koefisien Terkecil	Penyediaan Alat
a	b	c	d	e=c/d
7	Lapis Perekat - Aspal Cair/Emulsi		0,0002	
	<i>asp.distributor</i>	0,0002		1
	<i>compressor</i>	0,0010		5
	<i>power broom</i>	0,0008		4
8	Lataston Lapis Fondasi (HRS-Base)		0,0084	
	<i>whell loader</i>	0,0084		1
	<i>p.tyre roller</i>	0,0084		1
	<i>aspalt finisher</i>	0,0929		11
	<i>amp</i>	0,0253		3
	<i>genset</i>	0,0253		3
	<i>tandem roller</i>	0,0169		2
9	Beton strukur, fc'20 MPa		0,4016	
	<i>concrete mixer</i>	0,4016		1
	<i>concrete vibrator</i>	2,4096		6
10	Beton , fc'15 Mpa		0,4016	
	<i>concrete mixer</i>	0,4016		1
	<i>concrete vibrator</i>	2,4096		6
11	Beton, fc'10 Mpa		0,4016	
	<i>concrete mixer</i>	0,4016		1
	<i>concrete vibrator</i>	2,4096		6
12	Pasangan Batu		0,6426	
	<i>concrete mixer</i>	0,6426		1

4.14 Pembahasan

4.14.1 Evaluasi Biaya Proyek Akibat Produksi Minimum

Berdasarkan perhitungan pada biaya proyek akibat produksi minimum maka dilakukan identifikasi mengenai perbedaan produksi kelompok tenaga kerja dan peralatan yang menyebabkan terjadinya peningkatan biaya proyek. Berdasarkan hasil analisis sebelumnya dapat diketahui item-item pekerjaan akibat produksi minimum mengalami kenaikan biaya dibandingkan dengan biaya item pekerjaan pada data RAB Proyek. Untuk itu perlu dilakukan evaluasi pada item-item pekerjaan tersebut.

Evaluasi kenaikan biaya item pekerjaan dapat dilihat pada table berikut ini :

Table 4.21 Peningkatan Biaya Proyek Akibat Produksi Minimum

no	item pekerjaan	satuan	volume	biaya item pekerjaan(rp)	biaya item pekerjaan akibat qm(rp)	selisih(rp)	selisih(%)
a	b	c	d	e	f	g=f-e	h=(g/e)*100
1	galian struktur dengan kedalaman 0-2 meter	m3	13,20	1.031.130,75	1.130.203,55	99.072,79	9,61
2	Timbunan Pilihan dari sumber galian	m3	488,75	60.843.414,69	134.808.892,92	73.965.478,23	121,57
3	penyiapan badan jalan	m3	8.140,00	32.066.633,53	39.551.863,05	7.485.229,51	23,34
4	lapis pondasi agregat kelas a	m3	444,00	291.899.233,21	295.026.945,76	3.127.712,55	1,07
5	lapis pondasi agregat kelas b	m3	444,00	244.537.944,58	247.691.065,96	3.153.121,38	1,29
6	lapis resap pengikat - aspal cair/emulsi	Liter	3.500,20	89.270.933,55	89.979.138,63	708.205,08	0,79
7	lapis perekat - aspal cair/Emulsi	Liter	299,70	6.419.336,66	6.522.402,04	103.065,38	1,61
8	Lataston Lapis Fondasi (HRS-Base)	ton	472,42	708.988.496,65	996.953.932,39	287.965.435,74	40,62
9	Beton struktur, fc'20 MPa	m3	3,15	4.039.413,99	6.405.410,30	2.365.996,31	58,57
10	Beton , fc'15 Mpa	m3	1,35	1.552.344,86	2.566.343,27	1.013.998,42	65,32
11	Beton, fc'10 Mpa	m3	177,60	186.399.320,05	319.796.445,13	133.397.125,08	71,57
12	Pasangan Batu	m3	230,99	169.197.945,54	169.197.945,54	0,00	0,00
a	biaya proyek			1.796.246.148,07			
b	biaya proyek akibat produksi minimum				2.309.630.588,54		

Dari hasil perhitungan pada table 4.22 diatas dapat dilihat item-item pekerjaan yang mengalami selisih kenaikan biaya hingga lebih dari 50% yaitu:

1. Timbunan pilihan dari sumber galian (m3)
2. Beton struktur fc` 20 mpa
3. Beton fc` 15 mpa
4. Beton fc, 10 mpa (m3)

Persentase terbesar terjadi pada item pekerjaan timbunan pilihan dari sumber galian yaitu: 121,57 % dengan kenaikan biaya yang terjadi sebesar Rp.73.965.478,23, dengan produksi yang digunakan(Qm) = 89,64m3/jam(table 4.6 kolom f). Produksi ini menyebabkan perubahan koefisien sumber daya tenaga kerja maupun peralatan berubah, yang masing-masingnya adalah koefisien mandor = 0,0112, koefisien pekerja = 0,0446, koefisien motor grader = 0,0112, koefisien whell loader = 0,0112 dan koefisien tandem roller = 0,0112(table 4.8 kolom g). koefisien-koefisien tersebut berpengaruh terhadap analisa harga satuan terjadi perubahan sebesar Rp.275.823,82 per m3 (table 4.9 kolom d), yang mengakibatkan perubahan biaya meningkat sebesar Rp.134.808.892,92(table 4.10 kolom g). Hal ini terjadi pada setiap item pekerjaan yang

mengakibatkan terjadinya kenaikan biaya proyek sebesar Rp.2.309.630.588,54 – Rp.1.792.264.148,07 = Rp.513.384.440,47.

Biaya proyek akibat produksi minimum mengalami kenaikan dikarenakan biaya item pekerjaan akibat produksi minimum melebihi biaya item pekerjaan pada data RAB proyek (lampiran 1). Hal ini dipengaruhi karena terjadi perbedaan produksi yang cukup jauh diantara produksi kelompok tenaga kerja maupun kelompok alat. Biaya proyek akibat produksi minimum diperoleh dari penjumlahan seluruh biaya item pekerjaan akibat produksi minimum. Biaya ini diperoleh dengan cara volume yang terdapat pada data RAB lampiran 1 dikalikan dengan analisa harga satuan akibat produksi minimum. Analisa harga satuan akibat produksi minimum diperoleh dari koefisien akibat produksi minimum dikalikan dengan harga satuan masing-masing sumber daya (tenaga kerja, material dan peralatan). Koefisien akibat produksi minimum diperoleh dari produksi yang terkecil atau minimum diantara kelompok tenaga kerja maupun peralatan, sebab secara teoritis produksi tenaga kerja diperoleh dari satu dibagi koefisien tenaga kerja dikalikan dengan jumlah tenaga kerja dan koefisien akan diperoleh dengan membalikan rumus menjadi satu dibagi produksi tenaga kerja dikalikan dengan jumlah tenaga kerja. Sementara pada alat juga sama dimana produksi alat diperoleh dari satu dibagi koefisien peralatan dan koefisien peralatan akan diperoleh dengan satu dibagi produksi peralatan. Sehingga produksi yang kecil menyebabkan koefisien sumber daya tersebut semakin besar yang berdampak pada analisa harga satuan semakin besar. Maka biaya proyek akibat produksi minimum juga akan menjadi lebih besar dari biaya proyek yang ada pada dokumen kontrak. Perubahan koefisien dapat dilihat pada table 4.8 kolom g, sedangkan perubahan analisa harga satuan dapat dilihat pada table 4.9 kolom d yang diperoleh dari lampiran 2, table 2.1.

4.14.2 Evaluasi Waktu Penyelesaian Akibat Perubahan Produksi Minimum

Waktu penyelesaian diperoleh dari volume dibagi dengan produksi. Karena terdapat kelompok tenaga kerja dan alat yang bekerja bersama-sama dalam menyelesaikan pekerjaan maka digunakan produksi yang paling mungkin dilakukan oleh keduanya yaitu produksi terkecil atau minimum. Maka dengan ini waktu penyelesaian diperoleh dengan cara volume dibagi produksi minimum. Disini terdapat dua waktu penyelesaian yaitu waktu penyelesaian berdasarkan produksi minimum dan waktu penyelesaian akibat perubahan produksi minimum. Waktu penyelesaian akibat perubahan produksi minimum didapat karena ditambahkannya jumlah

kelompok tenaga kerja dan jumlah peralatan untuk mendekati produksi tenaga kerja dan masing-masing produksi peralatan. Waktu penyelesaian akibat produksi minimum dan waktu penyelesaian baru akibat perubahan produksi minimum dapat dilihat pada table berikut :

Tabel 4.22 Waktu Penyelesaian Item Pekerjaan

no	item pekerjaan	satuan	volume	Qm/hari	Qmb/hari	waktu penyelesaian	waktu penyelesaian baru
a	b	c	d	e	f	$g=c/e$	$h=c/f$
1	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 2 meter	m3	13,20	288,18	576,35	0,05	0,02
2	Timbunan Pilihan dari sumber galian	m3	488,75	627,48	1.254,96	0,78	0,39
3	Penyiapan Badan Jalan	m2	8.140,00	1.910,84	3.821,69	4,26	2,13
4	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	m3	444,00	539,17	5.391,68	0,82	0,08
5	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	m3	444,00	539,17	5.391,68	0,82	0,08
6	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	liter	3.500,20	9.557,45	28.672,35	0,37	0,12
7	Lapis Perekat - Aspal Cair/Emulsi	liter	299,70	6.710,55	33.552,75	0,04	0,01
8	Lataston Lapis Fondasi (HRS-Base)	ton	472,42	348,60	828,87	1,36	0,57
9	Beton struktur, fc'20 MPa	m3	3,15	2,91	17,43	1,08	0,18
10	Beton , fc'15 Mpa	m3	1,35	2,91	17,43	0,46	0,08
11	Beton, fc'10 Mpa	m3	177,60	2,91	17,43	61,14	10,19
12	Pasangan Batu	m3	230,99	10,89	10,89	21,20	21,20

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa waktu penyelesaian tergantung dari produksi. Dimana semakin besar produksi maka waktu penyelesaian semakin cepat, begitu pula sebaliknya semakin kecil produksi maka waktu penyelesaian semakin lambat. Ini disebabkan karena waktu penyelesaian merupakan volume dibagi produksi. Waktu penyelesaian baru lebih singkat karena terjadinya penambahan pada produksi yang terkecil diantara kelompok tenaga kerja dan masing-masing peralatan yang membuat produksi minimumnya meningkat. Alasan penambahan ini dikarenakan terdapat kelompok tenaga kerja maupun masing-masing peralatan yang memiliki produksi besar tidak seoptimal mungkin dalam bekerja atau menganggur karena menunggu kelompok tenaga kerja atau peralatan yang memiliki produksi kecil bekerja. Waktu penyelesaian diatas secara teoritis dan masih merupakan estimasi atau perkiraan waktu penyelesaian yang dapat terjadi pada setiap item pekerjaan. Selain produksi yang menentukan waktu penyelesaian adapun penyebab lain seperti masalah-masalah non teknis yang terjadi. Masalah non teknis ini seperti : faktor tenaga kerja, kurangnya keahlian tenaga kerja, kurangnya kedisiplinan. Faktor bahan : keterlambatan pengiriman bahan, kekurangan bahan konstruksi. Faktor peralatan : kerusakan peralatan, kemampuan operator yang kurang dalam mengoperasikan

peralatan. Faktor situasi : intensitas curah hujan, keadaan social masyarakat setempat, terjadinya banjir, badai, gempa bumi. Faktor karakteristik tempat : keadaan permukaan tanah dan dibawah permukaan tanah yang kurang baik, tempat penyimpanan bahan yang jauh dari lokasi proyek, akses ke lokasi proyek kurang lancar.

4.14.3 Evaluasi Penyediaan Tenaga Kerja, Material Dan Peralatan Akibat Perubahan Produksi Minimum

Penyebab terjadinya biaya proyek akibat produksi minimum yang sangat tinggi karena produksi yang digunakan untuk menyelesaikan item pekerjaan tersebut merupakan produksi yang terkecil diantara kelompok tenaga kerja dan masing-masing peralatan. Perbedaan produksinya pun sangat jauh dan membuat tenaga kerja atau pun peralatan yang berproduksi besar tidak dapat bekerja secara optimal atau menganggur. Maka dengan ini dilakukannya penambahan sumber daya terhadap kelompok tenaga kerja maupun peralatan yang berproduksi kecil agar produksinya dapat mendekati kelompok tenaga kerja maupun peralatan yang berproduksi besar. Dari penambahan tersebut didapatkan perubahan produksi minimum atau produksi minimum baru. Setelah didapat produksi minimum baru maka didapat koefisien baru, analisa harga satuan baru, biaya item pekerjaan baru dan biaya proyek baru. Dari analisa harga satuan baru inilah yang dipakai untuk menghitung penyediaan tenaga kerja, material dan peralatan untuk setiap item pekerjaan.

Table 4.23 Perbandingan Produksi Terbesar dan Produksi Minimum

No	Item Pekerjaan	Satuan	($Q_{tk\&Qp}$) /Jam	$Q_{terbesar}$ /Jam	Q_m /Jam	Perbandingan
a	b	c	d	e	f	$g=f/e$
1	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 2 meter	m3		117,58	41,17	2,86
	pekerja		41,17			
	mandor		41,17			
	excavator		41,17			
	whell loader		117,58			
2	Timbunan Pilihan dari sumber galian	m3		261,45	89,64	2,92
	pekerja		261,45			
	mandor		261,45			
	motor grader		261,45			
	whell loader		117,58			
	tandem roller		89,64			
3	Penyiapan Badan Jalan	m2		581,00	272,98	2,13

No	Item Pekerjaan	Satuan	($Q_{tk} & Q_p$) /Jam	$Q_{terbesar}$ /Jam	Q_m /Jam	Perbandingan
a	b	c	d	e	f	$g=f/e$
	pekerja		581,00			
	mandor		581,00			
	<i>motor grader</i>		581,00			
	<i>tandem roller</i>		272,98			
4	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	m3				
	pekerja		77,02			
	mandor		77,02			
	<i>motor grader</i>		812,91	812,91	77,02	10,55
	<i>vibro roller</i>		77,02			
	<i>whell loader</i>		113,04			
5	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	m3				
	pekerja		77,02			
	mandor		77,02			
	<i>motor grader</i>		812,91	812,91	77,02	10,55
	<i>vibro roller</i>		77,02			
	<i>whell loader</i>		113,04			
6	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	liter				
	pekerja		1.365,35			
	mandor		1.365,35			
	<i>asp.distributor</i>		4.980,00	4.980,00	1.365,35	3,65
	<i>compressor</i>		1.365,35			
7	Lapis Perekat - Aspal Cair/Emulsi	liter				
	pekerja		1.232,55			
	mandor		1.232,55			
	<i>asp.distributor</i>		4.980,00	4.980,00	958,65	5,19
	<i>compressor</i>		958,65			
	<i>power broom</i>		1.232,55			
8	Lataston Lapis Fondasi (HRS-Base)	ton				
	pekerja		49,80			
	mandor		49,80			
	<i>whell loader</i>		186,25			
	<i>p.tyre roller</i>		118,41	186,25	15,90	11,72
	<i>aspalt finisher</i>		15,90			
	<i>amp</i>		49,80			
	<i>genset</i>		49,80			
	<i>tandem roller</i>		78,05			
9	Beton strukur, fc'20 MPa	m3				
	pekerja		2,49			
	tukang		2,49	2,49	0,42	6,00
	mandor		2,49			
	<i>concrete mixer</i>		2,49			

No	Item Pekerjaan	Satuan	($Q_{tk}&Q_p$) /Jam	$Q_{terbesar}$ /Jam	Q_m /Jam	Perbandingan
a	b	c	d	e	f	$g=f/e$
	<i>concrete vibrator</i>		0,42			
10	Beton , fc'15 Mpa	m3				
	pekerja		2,49	2,49	0,42	6,00
	tukang		2,49			
	mandor		2,49			
	<i>concrete mixer</i>		2,49			
	<i>concrete vibrator</i>		0,42			
11	Beton, fc'10 Mpa	m3				
	pekerja		2,49	2,49	0,42	6,00
	tukang		2,49			
	mandor		2,49			
	<i>concrete mixer</i>		2,49			
	<i>concrete vibrator</i>		0,42			
12	Pasangan Batu	m3				
	<i>concrete mixer</i>		1,56	1,56	1,56	1,00
	pekerja		1,56			
	tukang		1,56			
	mandor		1,56			

Pada Tabel diatas dapat dilihat pada item pekerjaan lataston lapis pondasi (HRS-Base), produksi terbesar adalah 186,25 ton/jam pada peralatan *whell loader* dan produksi minimum adalah 15,90 ton/jam pada peralatan *asphalt finisher* dengan perbandingan mencapai 11,72 Unit. Hal ini mengakibatkan peralatan *whell loader* bekerja tidak optimal atau menganggur karena harus menunggu alat *asphalt finisher* bekerja. Maka dengan ini peralatan *asphalt finisher* harus ditambahkan jumlahnya hingga berjumlah 11 Unit *asphalt finisher*. Begitu juga pada kelompok tenaga kerja dan peralatan lain harus ditambahkan agar produksinya mendekati produksi alat *whell loader*. Hal ini juga berlaku untuk item-item pekerjaan lainnya.

Tabel 4.24 Perbandingan Produksi Terbesar dan Produksi Minimum Baru

No	Item Pekerjaan	Satuan	$Q_{tkb}&Q_{pb}$ /Jam	$Q_{terbesar}$ /Jam	Q_{mb} /Jam	Perbandingan
a	b	c	d	e	f	$g=e/f$
1	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 2 meter	m3		117,58	82,34	1,43
	mandor		82,34			
	pekerja		82,34			
	<i>excavator</i>		82,34			
	<i>whell loader</i>		117,58			

No	Item Pekerjaan	Satuan	Qtkb&Qpb /Jam	Qterbesar /Jam	Qmb /Jam	Perbandingan
a	b	c	d	e	f	g=e/f
2	Timbunan Pilihan dari sumber galian	m3		261,45	179,28	1,46
	mandor		261,45			
	pekerja		261,45			
	motor grader		261,45			
	whell loader		235,17			
	tandem roller		179,28			
3	Penyiapan Badan Jalan	m2		581,00	545,96	1,06
	mandor		581,00			
	pekerja		581,00			
	motor grader		581,00			
	tandem roller		545,96			
4	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	m3		812,91	770,24	1,06
	mandor		770,24			
	pekerja		770,24			
	motor grader		812,91			
	vibro roller		770,24			
	whell loader		791,25			
5	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	m3		812,91	770,24	1,06
	mandor		770,24			
	pekerja		770,24			
	motor grader		812,91			
	vibro roller		770,24			
	whell loader		791,25			
6	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	liter		4.980,00	4.096,05	1,22
	mandor		4.096,05			
	pekerja		4.096,05			
	asp.distributor		4.980,00			
	compressor		4.096,05			
7	Lapis Perekat - Aspal Cair/Emulsi	liter		4.980,00	4.793,25	1,04
	mandor		4.930,20			
	pekerja		4.930,20			
	asp.distributor		4.980,00			
	compressor		4.793,25			
	power broom		4.930,20			
8	Lataston Lapis Fondasi (HRS-Base)	ton		186,25	118,41	1,57
	mandor		149,40			
	pekerja		149,40			
	whell loader		186,25			
	p.tyre roller		118,41			
	aspalt finisher		174,86			

No	Item Pekerjaan	Satuan	Q _{tkb&Qpb} /Jam	Q _{terbesar} /Jam	Q _{mb} /Jam	Perbandingan
a	b	c	d	e	f	g=e/f
	<i>amp</i>		149,40			
	<i>genset</i>		149,40			
	<i>tandem roller</i>		156,10			
9	Beton strukur, fc'20 MPa	m3		2,49	2,49	1,00
	mandor		2,49			
	pekerja		2,49			
	mandor		2,49			
	<i>concrete mixer</i>		2,49			
	<i>concrete vibrator</i>		2,49			
10	Beton , fc'15 Mpa	m3		2,49	2,49	1,00
	mandor		2,49			
	tukang		2,49			
	pekerja		2,49			
	<i>concrete mixer</i>		2,49			
	<i>concrete vibrator</i>		2,49			
11	Beton, fc'10 Mpa	m3		2,49	2,49	1,00
	mandor		2,49			
	tukang		2,49			
	pekerja		2,49			
	<i>concrete mixer</i>		2,49			
	<i>concrete vibrator</i>		2,49			
12	Pasangan Batu	m3		1,56	1,56	1,00
	mandor		1,56			
	tukang		1,56			
	pekerja		1,56			
	<i>concrete mixer</i>		1,56			

Pada table diatas dapat dilihat bahwa produksi terbesar dan produksi minimum dari kelompok tenaga kerja dan masing-masing peralatan pada beberapa item pekerjaan memiliki nilai yang sudah sama besar atau pun memiliki perbandingan yang tidak terlalu berbeda jauh lagi dibandingkan dengan perhitungan sebelumnya. Hal ini dikarenakan penambahan sumber daya pada kelompok tenaga kerja maupun masing-masing peralatan yang memiliki produksi kecil. Perubahan produksi minimum ini berpengaruh terhadap koefisien dan selanjutnya terhadap analisa harga satuan baru yang akan digunakan untuk menghitung penyediaan tenaga kerja, material dan peralatan.

Dari produksi minimum baru ini yang akan dipakai untuk menghitung koefisien baru, yang dapat dilihat pada tabel 4.15 kolom g. Setelah itu dilanjutkan dengan menghitung analisa

harga satuan baru, yang hasilnya dapat dilihat pada lampiran 2, tabel 2.1. Dari analisa harga satuan baru inilah yang dipakai untuk menghitung penyediaan tenaga kerja, material dan peralatan. Penyediaan tenaga kerja dapat dilihat pada tabel 4.19 didapat dengan cara koefisien tenaga kerja dibagi koefisien terkecil diantara tenaga kerja dan masing-masing peralatan. Penyediaan material didapat dengan cara koefisien material dikalikan dengan volume pekerjaan dapat dilihat pada tabel 4.20 kolom f dan penyediaan total material dengan cara menjumlahkan unsure material yang sama di setiap item pekerjaan. Penyediaan peralatan di dapat dengan cara koefisien peralatan dibagi koefisien terkecil diantara kelompok tenaga kerja dan masing-masing peralatan, dapat dilihat pada tabel 4.21 kolom e.

Penambahan sumber daya untuk mendekati produksi kelompok tenaga kerja maupun produksi masing-masing peralatan merupakan hal yang teknis dengan memperhatikan variable-variabel pembentuk produksi tersebut. Adapun faktor nonteknis yang perlu diperhatikan agar kelompok tenaga kerja maupun peralatan dapat bekerja lebih optimal sebagai berikut :

1. Faktor tenaga kerja

Pihak pelaksana harus memiliki keahlian tenaga kerja yang cukup sehingga membantu proses pekerjaan dilapangan, memperhatikan kedisiplinan tenaga kerja di lapangan, memotivasi kerja tenaga kerja dengan perbagai cara

2. Faktor bahan

Pihak pelaksana harus mengelolah dengan sebaik-baiknya agar kebutuhan bahan atau material di lapangan dapat mencukupi pada waktu dan tempat yang diinginkan. Sebaiknya pihak pelaksana juga harus mendata setiap hari bahan yang terpakai dan tidaknya dilapangan, dengan demikian tidak terjadi keterlambatan pengiriman bahan, kekurangan bahan konstruksi dan ketidaktepatan waktu pemesanan.

3. Faktor peralatan

Pada sebuah proyek hendaknya pihak pelaksana harus membuat penjadwalan peralatan sebagai bagian terpadu, sehingga pengendalian peralatan dapat ditangani oleh seorang supervisi yang mengatur agar semua pekerjaan yang menggunakan peralatan tersebut disesuaikan dengan kebutuhan. Sehingga tidak terjadinya keterlambatan pengiriman atau penyediaan peralatan, kerusakan peralatan serta dapat menangani kemampuan operator yang kurang dalam mengoperasikan peralatan.

4. Faktor situasi

Intensitas curah hujan, keadaan social budaya masyarakat setempat, terjadinya banjir, badai, gempa bumi

5. Faktor karakteristik tempat

Keadaan permukaan tanah dan di bawah permukaan tanah yang kurang baik, tempat penyimpanan bahan yang jauh dari lokasi proyek, akses ke lokasi proyek kurang lancar.

6. Dan lain-lain.