

## BAB V

# ANALISIS OPTIMALISASI MATERIAL UNTUK PEKERJAAN AC BASE COURSE PADA PROYEK PENINGKATAN JALAN YOGYAKARTA-PRAMBANAN

### 5.1. Pengumpulan Data

#### 5.1.1. Harga dan Fraksi Agregat

Data – data mengenai harga agregat di peroleh dari Tugas Akhir, Damar Wihendradita dan Yasir Hadibroto, 2002, yang bersumber dari PT. Perwita Karya dan wawancara langsung dilapangan. Untuk data-data mengenai fraksi agregat diperoleh dari pihak laboratorium dan bagian logistik PT. Perwita Karya. Berikut ini tabel dari harga dan fraksi agregat dari tiap – tiap *Quarry*.

**Tabel 5.1**  
Fraksi dan Harga Total Agregat Masing –masing *Quarry*.

QUARRY	CA ( % )	FA ( % )	FF ( % )	HARGA ( Rp/m <sup>3</sup> )
KALI PROGO	46	40	14	20.500,00
TINALAH	48	36	16	21.000,00
CELERENG	38	44	18	22.000,00
MERAPI	36	39	25	19.000,00
G. KIDUL	33	54	13	20.000,00

Sumber : Damar Wihendradita dan Yasir Hadibroto, JTS, FTSP, UII, 2002.

Untuk data–data yang lain sebagai penunjang mengenai spesifikasi agregat kami lampirkan pada tugas akhir ini, sedangkan untuk perincian harga pengadaan agregat material dari masing–masing *quarry* menurut tabel berikut ini:

**Tabel 5.2**  
Perincian Harga Pengadaan Material Tiap *Quarry*.

Biaya (Rp/m <sup>3</sup> )	Kali Progo (Rp)	Tinalah (Rp)	Celereng (Rp)	Merapi (Rp)	G. Kidul (Rp)
Sopir	4.116,667	4.116,667	4.116,667	4.116,667	4.116,667
Bongkar muat	833,33	791,667	833,33	750	833,33
Retrebusi	416,667	416,667	500	833,33	333,33
Material ditempat	15.000	15.625	16.000	15.250	14.666,667
<b>Total</b>	<b>20.500</b>	<b>21.000</b>	<b>22.000</b>	<b>19.000</b>	<b>20.000</b>

Sumber : Damar Wihendradita dan Yasir Hadibroto, JTS, FTSP, UII, 2002

### 5.1.2. Harga Penjualan Dan Fraksi Agregat

Harga dari penjualan berdasarkan fraksi agregat, kami dapatkan dari bagian logistik PT. Perwita Karya. Berikut ini harga penjualan material berdasarkan fraksi agregat dari bagian logistik PT. Perwita Karya yang berlokasi di Piyungan, Gunung Kidul, Yogyakarta :

**Tabel 5.3**  
Fraksi dan Harga Penjualan Agregat.

Fraksi	CA	FA	FF
Harga Rp/m <sup>3</sup>	35.000	42.000	50.000

Sumber : PT. Perwita Karya (*Base Camp*), Piyungan, Yogyakarta.

### 5.1.3. JMF (*Job Mix Formula*)

Data yang diambil dari penelitian yang terdahulu mengenai *JMF*, pada Proyek Jalan Yogyakarta–Prambanan yang akan kami teliti dan bersumber dari tugas akhir Damar Wihendradita dan Yasir Hadibroto adalah sebagai berikut ini :

**CA (Fraksi Agregat Kasar) : 58 %**

**FA (Fraksi Agregat Halus) : 40 %**

**FF ( Fraksi Bahan Pengisi ) : 2 %**

Jumlah agregat yang dibutuhkan pada Proyek Jalan Yogyakarta–Prambanan secara keseluruhan adalah sebanyak 21.500 m<sup>3</sup> yang didapat dari tuntutan spesifikasi *JMF* (*Job Mix Formula* ), sehingga apabila jumlah agregat berdasarkan dari fraksinya yang memenuhi standar yang telah ditentukan *JMF* adalah seperti dibawah ini :

$$K_s = P \times T \quad (5-1)$$

Dimana :

$K_s$  = kebutuhan total fraksi

$P$  = prosentase fraksi

$T$  = total kebutuhan

Fraksi Agregat CA seluruhnya adalah :  $58\% \times 21.500 \text{ m}^3 = 12.470 \text{ m}^3$

Fraksi Agregat FA seluruhnya adalah :  $40\% \times 21.500 \text{ m}^3 = 8.600 \text{ m}^3$

Fraksi Agregat FF seluruhnya adalah :  $2\% \times 21.500 \text{ m}^3 = 430 \text{ m}^3$

**Tabel 5.4**  
Fraksi Kebutuhan Total JMF

Fraksi Agregat	%	Kebutuhan total (JMF) m <sup>3</sup>	Total Fraksi m <sup>3</sup>
CA	58	21.500	12.470
FA	40	21.500	8.600
FF	2	21.500	430

## 5.2. Pengolahan Data

### 5.2.1 Total Pembelian Material

Berdasarkan kebutuhan proyek (*JMF*) pada tabel 5.3 dan spesifikasi dari masing-masing *quarry* pada tabel 5.1 maka dapat dihitung dengan persamaan (5 –

1) pembelian yang memenuhi standar kebutuhan proyek dan spesifikasi dari masing-masing *quarry* :

$$K_s = P \times T$$

Dimana :

$K_s$  = kebutuhan total fraksi

$P$  = prosentase fraksi

$T$  = total kebutuhan

Contoh Hitungan :

Pada *quarry* Kali Progo:

untuk fraksi CA

$$K_s = P \times T$$

$$12470 = 46\% \times T$$

$$T = \frac{12470}{46\%}$$

$$= 27108,69565 \text{ m}^3$$

untuk fraksi FA

$$K_s = P \times T$$

$$8600 = 40\% \times T$$

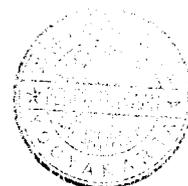
$$T = \frac{8600}{40\%}$$

$$= 21.500 \text{ m}^3$$

untuk fraksi FF

$$K_s = P \times T$$

$$430 = 14\% \times T$$



$$T = \frac{430}{14\%}$$

$$= 3071,428 \text{ m}^3$$

**Tabel 5.5**  
Jumlah Total Pembelian

<i>Quarry</i>	Total Pembelian (m <sup>3</sup> )
Kali Progo	27108,69
Tinalah	25979,17
Clereng	32815,79
Merapi	34638,89
Gunung Kidul	37787,88

Harga satuan dari jumlah pembelian didapat dari harga total agregat masing-masing *quarry* pada tabel 5.1 ditambahkan dengan optimasi mesin sebesar Rp. 12.000,00

$$H_s = H_Q + O_M \quad (5-2)$$

Dimana :

$H_s$  = harga satuan

$H_Q$  = harga *quarry*

$O_M$  = optimasi mesin

Contoh Hitungan :

Untuk *quarry* kali Progo

$$H_s = 20.500 + 12.000$$

$$H_s = \text{Rp. } 32.500,00$$

Biaya total yang harus dikeluarkan adalah harga satuan dikalikan dengan volume material yang harus dibeli. Hasil ini dapat dilihat pada tabel 5.6 di bawah ini.

**Tabel 5.6**  
Pembelian Akhir Material Total

Quarry	Volume material yang harus dibeli (m <sup>3</sup> )	Harga satuan (Rp)	Biaya total material (Rp)
Kali Progo	27108,69	32500	881032608,7
Tinalah	25979,17	33000	857312500
Clereng	32815,79	34000	1115736842
Merapi	34638,89	31000	1073805556
Gunung Kidul	37787,88	32000	1209212121

### 5.2.2 Sisa Fraksi Agregat

Sisa agregat didapat dari nilai total pembelian pada tabel 5.5 dikalikan dengan prosentase fraksi, dikurangi dengan kebutuhan fraksi (JMF) pada tabel 5.4

$$A = \{(T \times P) - K_s\} \quad (5-3)$$

Dimana :

A = sisa fraksi

T = total kebutuhan

P = prosentase fraksi

K<sub>s</sub> = kebutuhan total Fraksi (JMF)

Contoh hitungan :

Pada *quarry* kali progo

$$\text{Untuk Fraksi CA} = \{(27108,69565 \times 46\%) - 12470\} = 0$$

$$\text{Untuk Fraksi FA} = \{(27108,69565 \times 40\%) - 8600\} = 2243,478261 \text{ m}^3$$

$$\text{Untuk Fraksi FF} = \{(27108,69565 \times 14\%) - 430\} = 3365,217391 \text{ m}^3$$

**Tabel 5.7**  
Sisa Fraksi Agregat

Quarry	Sisa Fraksi Agregat		
	CA (m <sup>3</sup> )	FA (m <sup>3</sup> )	FF (m <sup>3</sup> )
Kali Progo	0	2243,478261	3365,217391
Tinalah	0	752,5	3726,666667
Clereng	0	5838,947368	5476,842105
Merapi	0	4909,166667	8229,7255555
Gunung Kidul	0	11805,45455	4482,424242

### 5.2.3 Nilai Harga Total Penjualan Agregat

Nilai dari penjualan sisa agregat didapat dari harga penjualan Fraksi agregat pada tabel 5.3 dikalikan dengan jumlah sisa agregat pada tabel 5.7

$$S_p = A \times H \quad (5-4)$$

Dimana :

$S_p$  = harga total penjualan agregat

A = sifat agregat

H = harga penjualan agregat

Contoh Hitungan :

Pada quarry Kali Progo

Untuk fraksi CA

$$S_p = 0 \times \text{Rp. } 35.000,00$$

$$= \text{Rp. } 0$$

Untuk fraksi FA

$$S_p = 2241,47861 \times \text{Rp. } 42.000,00$$

= Rp. 94.226.086,00

untuk fraksi FF

$S_p = 3365,217391 \times \text{Rp. } 50.000,00$

= Rp. 168.260.869,6

**Tabel 5.8**  
Total Penjualan Sisa Material

<i>Quarry</i>	Sisa Material	Harga (Rp)	Jml Sisa Material m <sup>3</sup>	Total (Rp)
Kali Progo	CA	35.000	0	0
	FA	42.000	2243,478261	94.226.089,96
	FF	50.000	3365,217391	168.260.869,6
Tinalah	CA	35.000	0	0
	FA	42.000	752,5	31.605.000
	FF	50.000	3726,666667	186.333.333,3
Clereng	CA	35.000	0	0
	FA	42.000	5838,947368	245.235.789,5
	FF	50.000	5476,842105	273.842.105,3
Merapi	CA	35.000	0	0
	FA	42.000	4909,166667	206.185.000
	FF	50.000	8229,722222	411.486.111,1
Gunung Kidul	CA	35.000	0	0
	FA	42.000	11805,454545	495.829.090,9
	FF	50.000	4482,424242	224.121.212,1

Harga sisa total material yang dapat dijual didapat dari persamaan jumlah total dari penjualan pada tabel 5.8 dibagi dengan jumlah pembelian tabel 5.5 maka didapat harga total penjualan dalam m<sup>3</sup>.

$$HTP = TP / T \quad (5 - 5)$$

Dimana :

HTP = harga total penjualan per m<sup>3</sup>

TP = total penjualan

T = kebutuhan total

Contoh hitungan :

$$HTP = \frac{Rp.262486956,5}{27108,69} = Rp. 9682,758621$$

**Tabel 5.9**  
Total Harga Penjualan Sisa Material Dalam m<sup>3</sup>

<i>Quarry</i>	Harga Total Penjualan (Rp)
Kali Progo	9682,758621
Tinalah	8388,965517
Celereng	15817,93103
Merapi	17831,72414
Gunung Kidul	19052,41379

Maka perincian harga pengadaan material tiap-tiap *quarry* adalah dengan menggunakan persamaan pengadaan akumulatif awal ditambah dengan optimasi mesin *stone churser* dikurangi dengan penjualan sisa total agregat tabel 5.9.

$$TPA = ((HPA + OM) - HTP) \quad (5 - 6)$$

Dimana :

TPA = harga total penjualan akhir

HPA = harga pembelian awal

OM = ompimasi mesin

HTP = harga total penjualan

Contoh hitungan :

Untuk *quarry* Kali Progo

$$\begin{aligned} \text{TPA} &= ((\text{Rp. } 20.500 + \text{Rp. } 12.000) - \text{Rp. } 9682,758758 \\ &= \text{Rp. } 22.817,2413 \end{aligned}$$

**Tabel 5.10**  
Akhir perincian harga pengadaan material tiap *Quarry*

Biaya (Rp/m <sup>3</sup> )	Kali Progo (Rp)	Tinalah (Rp)	Celereng (Rp)	Merapi (Rp)	G. Kidul (Rp)
Pengadaan akumulatif awal	20.500	21.000	22.000	19.000	20.000
Sisa total agregat (pengurangan modal)	9.682,758	8.388,96551	15.817,9310	17831,724	19.052,4137
Optimasi mesin <i>Stone Cruiser</i> (penambahan Modal)	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000
Total pembelian akhir	22.817,2413	24.611,0344	18.182,0689	13168,275	12.947,5862

Sumber : Damar Wihendradita dan Yasir Hadibroto, JTS, FTSP, UII, 2002 dan PT. Perwita Karya, 2003

### 5.3 Analisa Data I

Dengan menggunakan penyederhanaan persoalan yang ada kedalam bentuk persamaan matematis, dan pada persamaan linier untuk *Linear*

*Programming* dengan menggunakan Metode Simpleks. Berikut dibawah ini penyederhanaan persoalan yang disusun pada Tugas Akhir sebelumnya.

### 5.3.1 Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan adalah persamaan matematis yang akan mewakili tujuan utama dari penelitian. Tujuan penelitian ini adalah menentukan *quarry* material yang paling optimal dengan keuntungan maksimum.

Fungsi tujuan dari survey yang dilakukan pertama kali adalah menentukan *quarry* mana yang akan dipilih berdasarkan keuntungan maksimum. *Quarry-quarry* yang menjadi objek dalam penelitian ini disederhanakan kedalam bentuk matematis menjadi variabel  $X$ . Variabel-variabel  $X$  tersebut akan dikalikan dengan harga material masing-masing *quarry* untuk mendapatkan harga minimum.

### 5.3.2 Fungsi Kendala

Fungsi kendala adalah persamaan matematis dari kendala-kendala yang menjadi pembatas dalam persoalan ini, yaitu fraksi agregat yang didapatkan dari percobaan laboratorium pada masing-masing *quarry*, *Job Mix Formula* dan kebutuhan material secara menyeluruh.

### 5.3.3 Fungsi Tujuan dan Kendala (I)

#### Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan dari persamaan ini adalah meminimalkan harga yang akan didapatkan untuk mendapatkan keuntungan maksimum tanpa memperhitungkan sisa material.

**Fungsi Tujuan :**

$$\text{Minimalkan } Z = 20500X_1 + 21000X_2 + 22000X_3 + 19000X_4 + 20000X_5$$

Keterangan :

20.500 = Harga total agregat per m<sup>3</sup> pada *quarry* I ( Kali Progo )

21.000 = Harga total agregat per m<sup>3</sup> pada *quarry* II ( Tinalah )

22.000 = Harga total agregat per m<sup>3</sup> pada *quarry* III ( Celereng )

19.000 = Harga total agregat per m<sup>3</sup> pada *quarry* IV ( Merapi )

20.000 = Harga total agregat per m<sup>3</sup> pada *quarry* V ( Gunung Kidul )

X<sub>1</sub> = jumlah material optimal dalam m<sup>3</sup> dari *quarry* I ( Kali Progo )

X<sub>2</sub> = jumlah material optimal dalam m<sup>3</sup> dari *quarry* II ( Tinalah )

X<sub>3</sub> = jumlah material optimal dalam m<sup>3</sup> dari *quarry* III ( Celereng )

X<sub>4</sub> = jumlah material optimal dalam m<sup>3</sup> dari *quarry* IV ( Merapi )

X<sub>5</sub> = jumlah material optimal dalam m<sup>3</sup> dari *quarry* V ( Gunung Kidul )

**Fungsi Kendala :**

## 1. Kendala I

Persamaan kendala pertama adalah sebuah persamaan yang bertujuan menemukan jumlah fraksi agregat CA optimal dari masing-masing *quarry* yang memenuhi kebutuhan total fraksi agregat CA yang sudah ditentukan (12470 m<sup>3</sup>). Dengan melihat ketentaun tersebut, maka persamaan kendala yang pertama adalah seperti dibawah ini :

$$(1). \quad 0,46X_1 + 0,48X_2 + 0,38X_3 + 0,36X_4 + 0,33X_5 \geq 12470$$

keterangan :

0,46 = prosentase material CA pada *quarry* I ( Kali Progo )

0,48 = prosentase material CA pada *quarry* II ( Tinalah )

0,38 = prosentase material CA pada *quarry* III ( Celereng )

0,36 = prosentase material CA pada *quarry* IV ( Merapi )

0,33 = prosentase material CA pada *quarry* V ( Gunung Kidul )

12470 = jumlah total kebutuhan material CA yang disyaratkan *JMF*

$X_1$  = jumlah material CA optimal dalam  $m^3$  dari *quarry* I ( Kali Progo )

$X_2$  = jumlah material CA optimal dalam  $m^3$  dari *quarry* II ( Tinalah )

$X_3$  = jumlah material CA optimal dalam  $m^3$  dari *quarry* III ( Celereng )

$X_4$  = jumlah material CA optimal dalam  $m^3$  dari *quarry* IV ( Merapi )

$X_5$  = jumlah material CA optimal dalam  $m^3$  dari *quarry* V ( Gunung Kidul )

## 2. Kendala II

Seperti persamaan kendala pertama, pada persamaan kendala kedua ini tujuannya menemukan fraksi agregat FA dengan nilai pembatas fraksi agregat FA dari masing-masing *quarry* dan kebutuhan total fraksi agregat FA. Persamaan dari kendala II seperti dibawah ini :

$$(2). \quad 0,40X_1 + 0,36X_2 + 0,44X_3 + 0,39X_4 + 0,54X_5 \geq 8600$$

keterangan :

0,40 = prosentase material FA pada *quarry* I ( Kali Progo )

0,36 = prosentase material FA pada *quarry* II ( Tinalah )

0,44 = prosentase material FA pada *quarry* III ( Celereng )

0,39 = prosentase material FA pada *quarry* IV ( Merapi )

0,54 = prosentase material FA pada *quarry* V ( Gunung Kidul )

8.600 = jumlah total kebutuhan material FA yang disyaratkan *JMF*

$X_1$  = jumlah material FA optimal dalam  $m^3$  dari *quarry* I ( Kali Progo )

$X_2$  = jumlah material FA optimal dalam  $m^3$  dari *quarry* II ( Tinalah )

$X_3$  = jumlah material FA optimal dalam  $m^3$  dari *quarry* III ( Celereng )

$X_4$  = jumlah material FA optimal dalam  $m^3$  dari *quarry* IV ( Merapi )

$X_5$  = jumlah material FA optimal dalam  $m^3$  dari *quarry* V ( Gunung Kidul )

### 3. Kendala III

Persamaan ini adalah bentuk matematis yang merupakan kendala - kendala pembatas fraksi agregat bahan pengisi/filler ( FF ). Seperti pada persamaan kendala I dan kendala II persamaan kendala ketiga adalah seperti dibawah ini :

$$(3). \quad 0,14X_1 + 0,16X_2 + 0,18X_3 + 0,25X_4 + 0,13X_5 \geq 430$$

keterangan :

0,14 = prosentase material FF pada *quarry* I ( Kali Progo )

0,16 = prosentase material FF pada *quarry* II ( Tinalah )

0,18 = prosentase material FF pada *quarry* III ( Celereng )

0,25 = prosentase material FF pada *quarry* IV ( Merapi )

0,13 = prosentase material FF pada *quarry* V ( Gunung Kidul )

430 = jumlah total kebutuhan material FF yang disyaratkan *JMI*

$X_1$  = jumlah material FF optimal dalam  $m^3$  dari *quarry* I ( Kali Progo )

$X_2$  = jumlah material FF optimal dalam  $m^3$  dari *quarry* II ( Tinalah )

$X_3$  = jumlah material FF optimal dalam  $m^3$  dari *quarry* III ( Celereng )

$X_4$  = jumlah material FF optimal dalam  $m^3$  dari *quarry* IV ( Merapi )

$X_5$  = jumlah material FF optimal dalam  $m^3$  dari *quarry* V ( Gunung Kidul )

## 4. Kendala IV

Persamaan kendala keempat ini adalah merupakan persamaan yang mempunyai tujuan membatasi jumlah material minimal yang harus dipenuhi oleh masing-masing *quarry*, yaitu jumlah kebutuhan total agregat sebanyak 21500 m<sup>3</sup>. persamaan matematika seperti dibawah ini :

$$(4). \quad X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 \geq 21500$$

keterangan :

21.500 = jumlah total kebutuhan material

$X_1$  = jumlah material optimal dalam m<sup>3</sup> dari *quarry* I (Kali Progo)

$X_2$  = jumlah material optimal dalam m<sup>3</sup> dari *quarry* II (Tinalah)

$X_3$  = jumlah material optimal dalam m<sup>3</sup> dari *quarry* III (Celereng)

$X_4$  = jumlah material optimal dalam m<sup>3</sup> dari *quarry* IV (Merapi)

$X_5$  = jumlah material optimal dalam m<sup>3</sup> dari *quarry* V (Gunung Kidul)

## 5. Kendala V, VI, VII, VIII, IX

Persamaan matematis dari kendala kelima, keenam, ketujuh, kedelapan dan kesembilan adalah persamaan kendala matematis untuk jumlah material minimal yang mungkin untuk tiap-tiap *quarry*. Persamaan matematis tersebut seperti dibawah ini:

$$(5). \quad X_1 \geq 0$$

$$(6). \quad X_2 \geq 0$$

$$(7). \quad X_3 \geq 0$$

$$(8). \quad X_4 \geq 0$$

$$(9). \quad X_5 \geq 0$$

keterangan :

$X_1$  = jumlah material optimal dalam  $m^3$  dari *quarry* I ( Kali Progo )

$X_2$  = jumlah material optimal dalam  $m^3$  dari *quarry* II ( Tinalah )

$X_3$  = jumlah material optimal dalam  $m^3$  dari *quarry* III ( Celereng )

$X_4$  = jumlah material optimal dalam  $m^3$  dari *quarry* IV ( Merapi )

$X_5$  = jumlah material optimal dalam  $m^3$  dari *quarry* V ( Gunung Kidul )

Secara keseluruhan maka bentuk dari persamaan matematis dari persamaan-persamaan yang termasuk dalam fungsi tujuan dan fungsi kendala adalah seperti dibawah ini :

**Fungsi Tujuan :**

$$\text{Minimalkan } Z = 20500X_1 + 21000X_2 + 22000X_3 + 19000X_4 + 20000X_5$$

**Fungsi Kendala :**

$$(1). \quad 0,46X_1 + 0,48X_2 + 0,38X_3 + 0,36X_4 + 0,33X_5 \geq 12470$$

$$(2). \quad 0,40X_1 + 0,36X_2 + 0,44X_3 + 0,39X_4 + 0,54X_5 \geq 8600$$

$$(3). \quad 0,14X_1 + 0,16X_2 + 0,18X_3 + 0,25X_4 + 0,13X_5 \geq 430$$

$$(4). \quad X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 \geq 21500$$

$$(5). \quad X_1 \geq 0$$

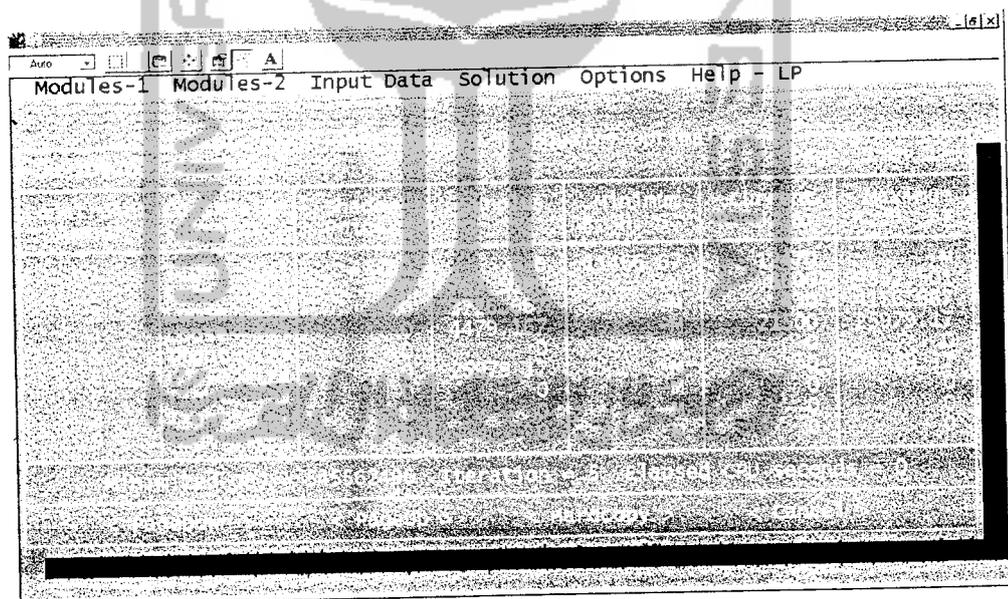
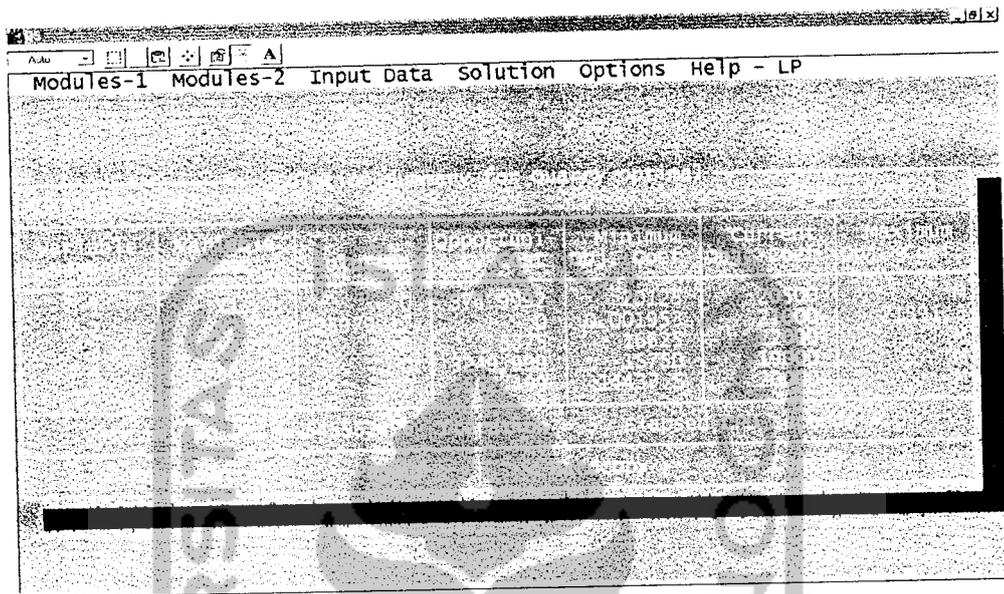
$$(6). \quad X_2 \geq 0$$

$$(7). \quad X_3 \geq 0$$

$$(8). \quad X_4 \geq 0$$

$$(9). \quad X_5 \geq 0$$

Berikut dibawah ini hasil pemasukan dan pengolahan dari analisa data pertama dengan menggunakan program QS.3 sub pokok bahasan *linier programming*.



### 5.3.4 Fungsi Tujuan dan Kendala (II)

#### Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan dari survey yang kedua adalah menentukan *quarry* mana yang akan dipilih dengan memperhitungkan sisa material. *Quarry-quarry* yang menjadi objek dalam penelitian ini disederhanakan kedalam bentuk matematis menjadi variabel X. Variabel-variabel X tersebut akan dikalikan dengan harga material yang telah dikurangi dengan harga penjualan masing-masing *quarry*. Pada tabel 5.10.

#### Fungsi Tujuan

Minimalkan :

$$Z=22817,2413X_1+24611,0344X_2+18182,0689X_3+13168,275X_4+12947,5862X_5$$

Keterangan :

22817,2413 = Harga total agregat per m<sup>3</sup> pada *quarry* I ( Kali Progo )

24611,0344 = Harga total agregat per m<sup>3</sup> pada *quarry* II ( Tinalah )

18182,0689 = Harga total agregat per m<sup>3</sup> pada *quarry* III ( Celereng )

13168,275 = Harga total agregat per m<sup>3</sup> pada *quarry* IV ( Merapi )

12947,5862 = Harga total agregat per m<sup>3</sup> pada *quarry* V ( Gunung Kidul )

X<sub>1</sub> = jumlah material optimal dalam m<sup>3</sup> dari *quarry* I ( Kali Progo )

X<sub>2</sub> = jumlah material optimal dalam m<sup>3</sup> dari *quarry* II ( Tinalah )

X<sub>3</sub> = jumlah material optimal dalam m<sup>3</sup> dari *quarry* III ( Celereng )

X<sub>4</sub> = jumlah material optimal dalam m<sup>3</sup> dari *quarry* IV ( Merapi )

X<sub>5</sub> = jumlah material optimal dalam m<sup>3</sup> dari *quarry* V ( Gunung Kidul )

## Fungsi Kendala

### 1. Kendala I

Persamaan kendala pertama adalah sebuah persamaan yang bertujuan menemukan jumlah fraksi agregat CA optimal dari masing-masing *quarry* yang memenuhi kebutuhan total fraksi agregat CA yang sudah ditentukan ( $12470 \text{ m}^3$ ). Dengan melihat ketentaun tersebut, maka persamaan kendala yang pertama adalah seperti dibawah ini :

$$(1). \quad 0,46X_1 + 0,48X_2 + 0,38X_3 + 0,36X_4 + 0,33X_5 \geq 12470$$

keterangan :

0,46 = prosentase material CA pada *quarry* I ( Kali Progo )

0,48 = prosentase material CA pada *quarry* II ( Tinalah )

0,38 = prosentase material CA pada *quarry* III ( Celereng )

0,36 = prosentase material CA pada *quarry* IV ( Merapi )

0,33 = prosentase material CA pada *quarry* V ( Gunung Kidul )

12470 = jumlah total kebutuhan material CA yang disyaratkan *JMF*

$X_1$  = jumlah material CA optimal dalam  $\text{m}^3$  dari *quarry* I ( Kali Progo )

$X_2$  = jumlah material CA optimal dalam  $\text{m}^3$  dari *quarry* II ( Tinalah )

$X_3$  = jumlah material CA optimal dalam  $\text{m}^3$  dari *quarry* III ( Celereng )

$X_4$  = jumlah material CA optimal dalam  $\text{m}^3$  dari *quarry* IV ( Merapi )

$X_5$  = jumlah material CA optimal dalam  $\text{m}^3$  dari *quarry* V ( Gunung Kidul )

### 1. Kendala II

Seperti persamaan kendala pertama, pada persamaan kendala kedua ini tujuannya menemukan fraksi agregat FA dengan nilai nilai pembatas fraksi agregat

FA dari masing-masing *quarry* dan kebutuhan total fraksi agregat FA. Persamaan dai kendala II seperti dibawah ini :

$$(2). \quad 0,40X_1 + 0,36X_2 + 0,44X_3 + 0,39X_4 + 0,54X_5 \geq 8600$$

keterangan :

0,40 = prosentase material FA pada *quarry* I ( Kali Progo )

0,36 = prosentase material FA pada *quarry* II ( Tinalah )

0,44 = prosentase material FA pada *quarry* III ( Celereng )

0,39 = prosentase material FA pada *quarry* IV ( Merapi )

0,54 = prosentase material FA pada *quarry* V ( Gunung Kidul )

8.600 = jumlah total kebutuhan material FA yang disyaratkan *JMF*

$X_1$  = jumlah material FA optimal dalam  $m^3$  dari *quarry* I ( Kali Progo )

$X_2$  = jumlah material FA optimal dalam  $m^3$  dari *quarry* II ( Tinalah )

$X_3$  = jumlah material FA optimal dalam  $m^3$  dari *quarry* III ( Celereng )

$X_4$  = jumlah material FA optimal dalam  $m^3$  dari *quarry* IV ( Merapi )

$X_5$  = jumlah material FA optimal dalam  $m^3$  dari *quarry* V ( Gunung Kidul )

## 2. Kendala III

Persamaan ini adalah bentuk matematis yang merupakan kendala - kendala pembatas fraksi agregat bahan pengisi/*filler* (FF). Seperti pada persamaan kendala I dan kendala II persamaan kendala ketiga adalah seperti dibawah ini :

$$(3). \quad 0,14X_1 + 0,16X_2 + 0,18X_3 + 0,25X_4 + 0,13X_5 \geq 430$$

keterangan :

0,14 = prosentase material FF pada *quarry* I ( Kali Progo )

0,16 = prosentase material FF pada *quarry* II ( Tinalah )

0,18 = prosentase material FF pada *quarry* III ( Celereng )

0,25 = prosentase material FF pada *quarry* IV ( Merapi )

0,13 = prosentase material FF pada *quarry* V ( Gunung Kidul )

430 = jumlah total kebutuhan material FF yang disyaratkan *JMF*

$X_1$  = jumlah material FF optimal dalam  $m^3$  dari *quarry* I ( Kali Progo )

$X_2$  = jumlah material FF optimal dalam  $m^3$  dari *quarry* II ( Tinalah )

$X_3$  = jumlah material FF optimal dalam  $m^3$  dari *quarry* III ( Celereng )

$X_4$  = jumlah material FF optimal dalam  $m^3$  dari *quarry* IV ( Merapi )

$X_5$  = jumlah material FF optimal dalam  $m^3$  dari *quarry* V ( Gunung Kidul )

### 3. Kendala IV

Persamaan kendala keempat ini adalah merupakan persamaan yang mempunyai tujuan membatasi jumlah material minimal yang harus dipenuhi oleh masing-masing *quarry*, yaitu jumlah kebutuhan total agregat sebanyak 21500  $m^3$ . persamaan matematika seperti dibawah ini :

$$(4). \quad X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 \geq 21500$$

keterangan :

21.500 = jumlah total kebutuhan material

$X_1$  = jumlah material optimal dalam  $m^3$  dari *quarry* I ( Kali Progo )

$X_2$  = jumlah material optimal dalam  $m^3$  dari *quarry* II ( Tinalah )

$X_3$  = jumlah material optimal dalam  $m^3$  dari *quarry* III ( Celereng )

$X_4$  = jumlah material optimal dalam  $m^3$  dari *quarry* IV ( Merapi )

$X_5$  = jumlah material optimal dalam  $m^3$  dari *quarry* V ( Gunung Kidul )

### 4. Kendala V, VI, VII, VIII, IX

Persamaan matematis dari kendala kelima, keenam, ketujuh, kedelapan, dan kesembilan adalah persamaan kendala matematis untuk jumlah material minimal yang mungkin untuk tiap-tiap *quarry*. Persamaan matematis tersebut seperti dibawah ini:

$$(5). \quad X_1 \geq 0$$

$$(6). \quad X_2 \geq 0$$

$$(7). \quad X_3 \geq 0$$

$$(8). \quad X_4 \geq 0$$

$$(9). \quad X_5 \geq 0$$

keterangan :

$X_1$  = jumlah material optimal dalam  $m^3$  dari *quarry* I (Kali Progo)

$X_2$  = jumlah material optimal dalam  $m^3$  dari *quarry* II (Tinalah)

$X_3$  = jumlah material optimal dalam  $m^3$  dari *quarry* III (Celereng)

$X_4$  = jumlah material optimal dalam  $m^3$  dari *quarry* IV (Merapi)

$X_5$  = jumlah material optimal dalam  $m^3$  dari *quarry* V (Gunung Kidul)

Secara keseluruhan maka bentuk dari persamaan matematis dari persamaan-persamaan yang termasuk dalam fungsi tujuan dan fungsi kendala adalah seperti dibawah ini :

**Fungsi Tujuan :**

**Minimalkan**

$$Z=22817,2413X_1+24611,0344X_2+18182,0689X_3+13168,275X_4+12947,5862X_5$$

**Fungsi Kendala :**

$$(1). \quad 0,46X_1+0,48X_2+0,38X_3+0,36X_4+0,33X_5 \geq 12470$$

$$(2). \quad 0,40X_1 + 0,36X_2 + 0,44X_3 + 0,39X_4 + 0,54X_5 \geq 8600$$

$$(3). \quad 0,14X_1 + 0,16X_2 + 0,18X_3 + 0,25X_4 + 0,13X_5 \geq 430$$

$$(4). \quad X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 \geq 21500$$

$$(5). \quad X_1 \geq 0$$

$$(6). \quad X_2 \geq 0$$

$$(7). \quad X_3 \geq 0$$

$$(8). \quad X_4 \geq 0$$

$$(9). \quad X_5 \geq 0$$

Berikut dibawah ini hasil pemasukan dan pengolahan dari analisa data kedua dengan menggunakan program *Q.S.3* sub pokok bahasan *linier programming* tinjauan material sisa.

