

# OPTIMALISASI JUMLAH BUS TRAYEK MANGKANG-PENGGARON DENGAN PENDEKATAN *COMPROMISE PROGRAMMING*

Diana Puspita Sari, Arfan Backtiar, Heny Puspasri  
Industrial Engineering Department, Diponegoro University  
Email : [diapuspitasaki98@yahoo.com](mailto:diapuspitasaki98@yahoo.com)

## Abstrak

*Sistem transportasi dari suatu wilayah merupakan sistem pergerakan orang dan/ atau barang dari suatu zona asal ke zona tujuan dalam wilayah yang bersangkutan. Trayek Mangkang-Penggaron memiliki 55 bus yang beroperasi. Permasalahan yang terjadi adalah karena jumlah bus yang beroperasi telah melebihi permintaan saat ini. Optimalisasi jumlah bus yang berdasarkan pada tujuan meminimasi penumpang yang tidak terlayani, meminimasi jumlah penumpang yang menunggu, dan meminimasi jumlah bus yang menganggur dapat dilakukan dengan metode *compromise programming*. Input dari *compromise programming* memerlukan solusi dari *linear programming* masing-masing tujuan. Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa jumlah bus yang optimal sejumlah 20 bus setiap harinya. Solusi model juga menunjukkan bahwa jumlah bus yang beroperasi tiap shift adalah 10 bus yang beroperasi selama 12 rit. Berdasarkan jumlah bus yang optimal tersebut diperoleh biaya operasional sebesar Rp 7.449.084, 00 dan diperoleh tarif sebesar Rp 1064.75/pnp atau Rp 50.70/pnp-km.*

**Kata kunci :** *transportasi, optimalisasi, linear programming, compromise programming*

## 1. Pendahuluan

Penduduk di kota Semarang yang memiliki karakteristik yang beraneka ragam mengalami pertumbuhan yang meningkat dari tahun ke tahun sehingga aktivitas mereka juga semakin meningkat seperti berbelanja, ke sekolah, ke kantor dan sebagainya yang membutuhkan mobilitas yang tinggi. Kondisi tersebut berdampak langsung terhadap kebutuhan transportasi jalan. Survei DLLAJ (1999), moda transportasi yang digunakan antara lain sepeda motor, angkutan kota, bus, mobil pribadi, sepeda, becak, dan lain-lain. Sebagian besar masyarakat menggunakan angkutan umum yaitu bus dan angkutan kota.

Di Semarang, jumlah bus dan angkutan kota sudah terlalu banyak. Angkutan umum yang semakin banyak akan mengurangi pendapatan bagi penyedia jasa. Hal ini dapat dilihat ada satu trayek dimana bus harus bersaing dengan angkutan kota.

Selain itu, ada juga suatu rute dimana jumlah bus yang beroperasi terlalu banyak. Penentuan jumlah bus dan angkutan kota pada satu trayek tergantung pada permintaan.

Selama ini Dinas Perhubungan dalam menentukan kebutuhan bus belum sesuai dengan permintaan pasar yang ada. Penentuan kebutuhan bus hanya berdasarkan survey atau data hasil penelitian masa lalu. Permintaan masa lalu tidak sama dengan permintaan sekarang sehingga menimbulkan ketidakseimbangan antara permintaan dengan kebutuhan bus. Hal ini merupakan masalah bagi Dinas Perhubungan dalam menentukan jumlah bus yang seharusnya beroperasi yang sesuai dengan kondisi sekarang. Selain itu, tarif yang telah ditetapkan tidak sesuai dengan kondisi di lapangan. Dinas Perhubungan tidak memperhatikan masalah tersebut sehingga konsumen yang dirugikan.

Trayek Mangkang - Penggaron merupakan trayek "basah" yang ramai oleh

penumpang. Permintaan yang tinggi disebabkan trayek ini melewati pasar lokal, perumahan, pusat kota dan kawasan industri. Trayek ini memiliki 55 bus yang beroperasi. Bus yang beroperasi belum menunjukkan performansi yang optimal. Jumlah bus sekarang sudah melebihi dengan permintaan sehingga menimbulkan ketidakseimbangan. Permasalahannya adalah menentukan jumlah bus Mangkang-Penggaron yang seharusnya beroperasi yang sesuai dengan permintaan sehingga dapat meminimasi biaya operasi, selain itu juga perlu diperhatikan tarif yang optimum yang diharapkan akan dapat menguntungkan kedua belah pihak yaitu penumpang dan penyedia jasa.

Compromise programming merupakan salah satu metode optimasi multiobjektif. Metode ini mencari solusi kompromi yang terbaik yang akan menghasilkan deviasi yang minimum dari solusi ideal [Ref. 9 hal. 90]. Dari uraian di atas, masalah yang akan diselesaikan memiliki beberapa tujuan yang masing-masing tujuan akan dikompromikan untuk mendapatkan solusi kompromi yang terbaik. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan digunakan metode Compromise programming dalam pemecahan masalahnya.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Program Linier

Program linier ini menggunakan model matematis untuk menjelaskan persoalan yang dihadapinya. Sifat "linier" disini memberi arti bahwa seluruh fungsi matematis dalam model ini merupakan fungsi yang linier, sedangkan kata

programa merupakan sinonim untuk perencanaan aktivitas-aktivitas untuk memperoleh suatu hasil yang optimal, yaitu hasil yang mencapai hasil yang terbaik diantara seluruh alternatif yang feasible [Ref. 3 hal. 17].

Pada dasarnya metode-metode yang dikembangkan untuk memecahkan model program linier ditujukan untuk mencari solusi yang dibentuk oleh persamaan-persamaan pembatas sehingga diperoleh nilai fungsi tujuan yang optimal. Ada dua cara yang digunakan untuk menyelesaikan persoalan-persoalan program linier yaitu: [Ref. 3 hal. 38]

#### 1. Solusi Grafis

Cara grafis dapat kita gunakan apabila persoalan program linier akan diselesaikan itu hanya mempunyai dua variabel.

#### 2. Metode Simpleks

Metode simpleks merupakan teknik perhitungan yang dikembangkan untuk memecahkan persoalan-persoalan linier yang mempunyai variable-variabel keputusan dan pembatas yang besar.

## 2.2 Compromise Programming

Versi *compromise programming* menurut Zeleny adalah hampir sama dengan teknik yang mendasarkan pada jarak. Metode ini mencari solusi kompromi yang terbaik yang akan menghasilkan deviasi yang minimum dari solusi ideal [Ref. 9 hal. 90].

Formulasi masalah optimasi multiobjektif dengan menggunakan *compromise constraint* adalah sebagai berikut [Ref. 9 hal. 56-57]:

$$\text{Maksimasi: } z = \sum_{l=1}^k w_l f_l(x) - \sum_{h \neq l} (\sigma_{hl}^- + \sigma_{hl}^+) \quad (2.1)$$

Subject to:

$$w_l [f_l(x) - z_l^*] - w_h [f_h(x) - z_h^*] + (\sigma_{hl}^- - \sigma_{hl}^+) = 0 \quad (2.2)$$

$$\begin{aligned} h &= 1, 2, \dots, k \\ l &= 1, 2, \dots, k \\ h &\neq l \end{aligned}$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (2.3)$$

$$x_j, \sigma_{hl}^-, \sigma_{hl}^+ \geq 0 \quad \begin{array}{l} j = 1, 2, \dots, n \\ h = 1, 2, \dots, k \\ l = 1, 2, \dots, k \\ h \neq l \end{array} \quad (2.4)$$

Variabel  $\sigma_{hl}^-$  dan  $\sigma_{hl}^+$  diperlukan untuk menghitung nilai yang tidak nol pada sisi kiri dari *compromise constraint* dalam bentuk standarnya. Variabel  $\sigma_{hl}^-$  menunjukkan deviasi negatif sedangkan  $\sigma_{hl}^+$  menunjukkan deviasi positif dari *compromise constraint* yang dikembangkan antara  $z_h$  dan  $z_l$ . Dengan kata lain,  $\sigma_{hl}^-$  tidak bernilai nol ketika sisi kiri *compromise constraint* adalah negatif sedangkan  $\sigma_{hl}^+$  tidak bernilai nol ketika

nilainya positif dan kondisi ideal tercapai ketika  $\sigma_{hl}^-$  dan  $\sigma_{hl}^+$  bernilai nol.

### 2.3 Rangkings

Salah satu perhatian utama untuk menganalisis suatu keputusan multikriteria adalah mengetahui suatu fungsi objektif yang lebih penting dan seberapa besarnya [Ref. 9 hal. 20]. Salah satu metode yang mengindikasikan kepentingan adalah perangkings.

$$R_l = \sum_{j=1}^n R_{lj} \quad (2.5)$$

Keterangan :

- $R_l$  = penjumlahan dari rangkings yang telah diubah dikalikan dengan pembuat keputusan tiap kriteria
- $R_{lj}$  = rangkings yang telah diubah untuk kriteria l oleh pembuat keputusan j
- N = jumlah pembuat keputusan

$$w_l = R_l / \sum_{l=1}^m R_l \quad (2.9)$$

Keterangan :  $w_l$  = bobot untuk kriteria

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Pengumpulan Data

#### 3.1.1 Data Jumlah Penumpang

Data jumlah penumpang didapatkan dalam enam shift per hari selama lima hari kerja

#### 3.1.2 Data Waktu Tempuh

Data waktu tempuh setiap bus dihitung dengan melibatkan waktu henti bus kecuali shift 1 (tercepat) selama enam shift dalam lima hari

#### 3.1.3 Data Jumlah Penumpang yang Bebas

Jumlah penumpang (pnp) yang bebas merupakan penumpang yang memilih alternatif kendaraan umum yang lain apabila tidak segera mendapatkan bus Mangkang-Penggaron. Data ini digunakan untuk menghitung jumlah penumpang rata-rata per hari. Data ini diambil pada empat titik pengamatan dan dari arah yang berbeda. Berdasarkan hasil wawancara didapatkan 6% jumlah penumpang yang bebas.

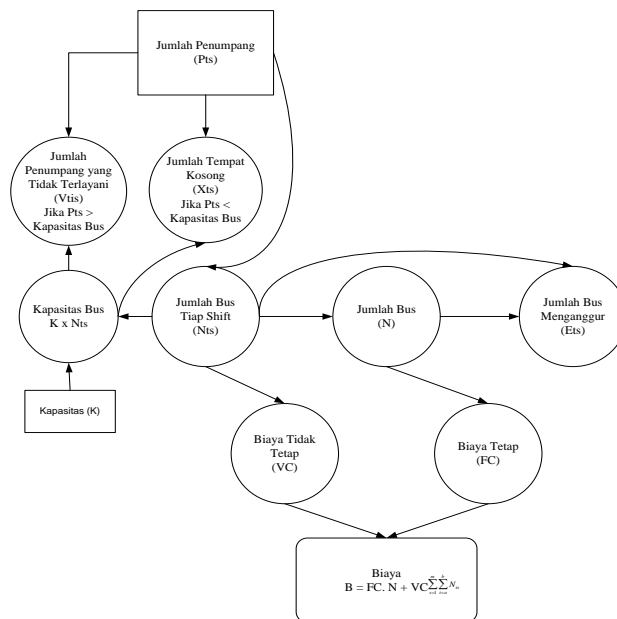
### 3.1.4 Data Komponen Biaya

**Tabel 3.1 Komponen Biaya**

Biaya tetap (Rp)		Biaya tidak tetap (Rp)		
Keterangan	Biaya	Keterangan	Biaya	Km
Harga bus dan ijin	180.000.000	BBM	4.300/l	5
STNK	400.000/thn	Ban	150.000/bh	20.000
Kir	160.000/6 bln	Oli	11.000/l	5.000
Gaji supir	40.000/hr	Gemuk	25.000/kg	5.000
Gaji kondektur	30.000/hr	Minyak rem	7.500/l	5.000
Cuci bus	2.000/hr	Kampas rem	45.000/set	10.000
		Kep Koupling	30.000/bh	10.000
		Dinamo	60.000/bh	10.000
		Servis	50.000	5.000
		Oli gardan	11.000/l	10.000
		Oli transmisi	11.000/l	10.000
		Retribusi terminal	4.000/hr	

## 3.2 Model Linear Programming

### 3.2.1 Influence Diagram



**Gambar 3.1 Influence Diagram**

### 3.2.2 Fungsi Tujuan

1. Meminimasi jumlah penumpang yang datang pada shift  $i$  sampai shift  $s$  yang belum terlayani (tidak terlayani) baik dari terminal  $a$  maupun  $b$ .

$$\sum_{t=a}^b \sum_{i=1}^m V_{tis} \quad s=m$$

2. Meminimasi jumlah penumpang yang menunggu dari shift  $s$  sampai dengan shift terakhir baik dari  $a$  maupun  $b$ .

$$\sum_{t=a}^b \sum_{s=3}^m \sum_{i=1}^{s-2} V_{tis}$$

3. Meminimasi jumlah bus yang mengganggu baik dari a maupun b pada shift s sampai shift terakhir.

$$\sum_{t=a}^b \sum_{s=1}^m E_{ts}$$

### 3.2.3 Pembatas

$$\sum_{t=a}^b N_{ts} + \sum_{t=a}^b E_{ts} - N = 0 \quad s=1 \quad (4.1)$$

$$E_{ts} + N_{ts} = E_{t(s-1)} + N_{b(s-1)} \quad t=a,b \quad s=2, \dots, m \quad (4.2)$$

$$P_{tis} - V_{tis} = K \cdot N_{ts} - X_{ts} \quad t=a,b \quad i=1 \quad s=1 \quad (4.3)$$

$$\sum_{i=1}^{s-1} V_{ti(s-1)} + P_{tis} - \sum_{i=1}^s V_{tis} = K \cdot N_{ts} - X_{ts} \quad t=a,b \quad s=2, \dots, m \quad (4.4)$$

$$V_{tis} \leq V_{ti(s-1)} \quad t=a,b \quad i=1, \dots, s-1 \quad s=2, \dots, m \quad (4.5)$$

$$V_{tis} \leq P_{tis} \quad t=a,b \quad i=s \quad s=1, \dots, m \quad (4.6)$$

$$B = FC \cdot N + VC \sum_{s=1}^m \sum_{t=a}^b N_{ts} \quad (4.7)$$

$$V_{tis}, N, N_{ts}, E_{ts}, P_{tis}, X_{ts} \geq 0$$

### Indeks

- t : asal  
s : shift saat ini  
i : shift ketika orang itu datang

### Untuk kasus ini :

- t : Mangkang (a), Penggaron (b)  
s = i : 1, 2, 3, ..., 12 : m : 12

## 3.3 Perhitungan Parameter

### 3.3.1 Interval Waktu

Interval waktu dibuat berdasarkan waktu tempuh bus yang tercepat (tanpa waktu henti) dalam hal ini pada shift 1 (*peak* pagi). Waktu tercepat pada shift 1 yaitu 60 menit sehingga akan terdapat 12 interval waktu.

### 3.3.2 Waktu Operasi

Data waktu operasi bus dalam setiap interval waktu baik dari Mangkang maupun dari Penggaron dapat dilihat pada tabel 3.2 - 3.5 di bawah ini.

### 3.3.3 Jumlah Penumpang

Data jumlah penumpang yang naik pada setiap interval waktu baik dari Mangkang maupun dari Penggaron dapat dilihat pada tabel 3.2 - 3.5 berikut ini.

### 3.3.4 Konversi Waktu Operasi dan Jumlah Penumpang

Konversi dilakukan antara waktu operasi bus dengan jumlah penumpang agar didapatkan total jumlah penumpang yang seragam dalam setiap interval waktu. Data jumlah penumpang setelah dikonversi dapat dilihat pada tabel 3.2 - 3.5 di bawah ini.

**Tabel 3.2 Waktu Operasi dan Jumlah Penumpang Mangkang Penggaron Hari Senin-Rabu**

Interval	Hari								
	Senin			Selasa			Rabu		
	W op (mnt)	Jml Pnp	Ttl	W op (mnt)	Jml Pnp	Ttl	W op (mnt)	Jml Pnp	Ttl
06.01-07.00	47	50	64	36	48	80	27	43	96
07.01-08.00	16	3	11	28	1	2	45	8	11
08.01-09.00	60	19	19	52	24	28	60	19	19
09.01-10.00	25	4	10	20	0	0	13	0	0
10.01-11.00	60	21	21	58	25	26	50	25	30
11.01-12.00	18	5	17	25	6	14	25	1	2
12.01-13.00	60	15	15	60	19	19	60	24	24
13.01-14.00	21	10	29	11	0	0	26	10	23
14.01-15.00	60	23	23	56	23	25	60	20	20
15.01-16.00	9	0	0	16	1	4	21	3	9
16.01-17.00	57	32	34	60	28	28	60	27	27
17.01-18.00	20	1	3	24	3	0	13	2	0

**Tabel 3.3 Waktu Operasi dan Jumlah Penumpang Mangkang Penggaron Hari Kamis-Jumat**

Interval	Hari					
	Kamis			Jumat		
	W op (menit)	Jml Pnp	Ttl	W op (menit)	Jml Pnp	Ttl
06.01-07.00	39	49	75	33	45	82
07.01-08.00	26	5	12	30	4	8
08.01-09.00	60	22	22	55	26	28
09.01-10.00	10	5	30	15	0	0
10.01-11.00	60	18	18	53	18	20
11.01-12.00	22	8	22	34	9	16
12.01-13.00	60	19	19	60	19	19
13.01-14.00	14	3	13	25	11	0
14.01-15.00	58	21	22	49	18	22

15.01-16.00	39	12	18	32	3	6
16.01-17.00	60	20	20	57	28	29
17.01-18.00	12	1	0	24	5	0

**Tabel 3.4 Waktu Operasi dan Jumlah Penumpang Penggaron-Mangkang Hari Senin-Rabu**

Interval	Hari								
	Senin			Selasa			Rabu		
	W op (mnt)	Jml Pnp	Ttl	W op (mnt)	Jml Pnp	Ttl	W op (mnt)	Jml Pnp	Ttl
06.01-07.00	36	42	70	29	32	66	42	45	64
07.01-08.00	31	10	19	31	15	29	20	4	12
08.01-09.00	60	26	26	58	28	29	46	20	26
09.01-10.00	16	0	0	29	4	8	33	5	9
10.01-11.00	60	22	22	60	20	20	60	24	24
11.01-12.00	20	5	15	11	1	5	21	2	6
12.01-13.00	60	20	20	60	18	18	60	22	22
13.01-14.00	9	0	0	33	12	22	21	6	17
14.01-15.00	60	24	24	60	26	26	60	27	27
15.01-16.00	29	4	8	22	0	0	20	11	33
16.01-17.00	60	27	27	60	28	28	60	20	20
17.01-18.00	16	0	0	19	0	0	1	0	0

**Tabel 3.5 Waktu Operasi dan Jumlah Penumpang Penggaron-Mangkang Hari Kamis-Jumat**

Interval	Hari					
	Kamis			Jumat		
	W op (menit)	Jml Pnp	Ttl	W op (menit)	Jml Pnp	Ttl
06.01-07.00	39	45	69	28	43	92
07.01-08.00	27	7	16	34	5	9
08.01-09.00	60	21	21	58	21	22
09.01-10.00	29	8	17	38	12	19
10.01-11.00	60	15	15	60	19	19
11.01-12.00	12	5	25	12	0	0
12.01-13.00	60	16	16	45	16	21
13.01-14.00	20	9	27	38	14	22
14.01-15.00	60	23	23	49	18	22
15.01-16.00	13	0	0	26	3	0
16.01-17.00	55	32	35	55	34	37
17.01-18.00	15	0	0	18	0	0

## Jumlah Penumpang Akhir

**Tabel 3.6 Jumlah Penumpang Akhir**

No	Interval	demand akhir	
		MP	PM
1	06.01-07.00	1009	920
2	07.01-08.00	111	215
3	08.01-09.00	296	315
4	09.01-10.00	101	135
5	10.01-11.00	294	254
6	11.01-12.00	181	130
7	12.01-13.00	244	248
8	13.01-14.00	164	224
9	14.01-15.00	283	311
10	15.01-16.00	92	105
11	16.01-17.00	352	374
12	17.01-18.00	8	0

## Kapasitas Bus

$$\text{Kapasitas bus} = 30 + (50\% \times 30) = 45$$

## Biaya

**Tabel 3.7 Biaya**

Biaya Tetap				Biaya Tidak Tetap			
Keterangan	Biaya	Biaya/hr	Ket	Keterangan	Biaya	Km	Biaya/km
Harga bus dan ijin	180000000	60000	Penyusutan bus 10 thn	BBM	4300/l	5	860.00
STNK	400000/thn	1333		Ban	150000/bh	20000	45.00
Kir	160000/6 bln	1066		Oli	11000/l	5000	17.60
Gaji supir	40000	40000		Gemuk	25000/kg	5000	5.00
Gaji kondektur	30000	30000		Minyak rem	7500/l	5000	1.50
				Kampas rem	45000/set	10000	4.50
				Kep Koupling	30000/bh	10000	3.00
				Dinamo	60000/bh	10000	6.00
				Servis	50000	5000	10.00
<b>Total</b>		132399		<b>Total</b>			952.60
						Biaya/rit	20004.6



### 3.3.5 Compromise Programming

#### Perhitungan Bobot

**Tabel 3.8 Bobot Tujuan**

Rank Criteria	1	2	3
z1	10	14	6
z2	10	8	12
z3	15	5	10

$$\sum_{l=1}^4 R_l = [ 10(2) + 14(1) + 6(0) ] + [ 10(2) + 8(1) + 12(0) ] + [ 15(2) + 5(1) + 10(0) ]$$

$$= 34 + 28 + 35 = 97$$

$$w_1 = 34/97 = 0.35, \quad w_2 = 28/97 = 0.29, \quad w_3 = 35/97 = 0.36$$

#### Compromise Constraint

*Compromise constraint* dilakukan untuk mengkompromikan antara tujuan 1 dan 2, tujuan 1 dan 3, dan tujuan 2 dan 3.

##### Tujuan 1 dan 2 :

$$0.35 \left[ \frac{0 - (V_{a112} + \dots + V_{b1212})}{\sqrt{24}} \right] - 0.29 \left[ \frac{0 - (V_{a13} + V_{a14} + \dots + V_{b1012})}{\sqrt{110}} \right]$$

$$+ \sigma_{12}^- - \sigma_{12}^+ = 0$$

$$0.0716 (-V_{a112}, \dots, -V_{b1212}) + 0.0277 (V_{a13} + V_{a14} + \dots + V_{b1012}) + \sigma_{12}^- - \sigma_{12}^+ = 0$$

##### Tujuan 1 dan 3 :

$$0.35 \left[ \frac{0 - (V_{a112} + \dots + V_{b1212})}{\sqrt{24}} \right] - 0.36 \left[ \frac{0 - (E_{a1} + \dots + E_{b12})}{\sqrt{24}} \right] + \sigma_{13}^- - \sigma_{13}^+ = 0$$

$$0.0716 (-V_{a112}, \dots, -V_{b1212}) + 0.0736 (E_{a12} + \dots + E_{b12}) + \sigma_{13}^- - \sigma_{13}^+ = 0$$

##### Tujuan 2 dan 3 :

$$0.29 \left[ \frac{0 - (V_{a13} + V_{a14} + \dots + V_{b1012})}{\sqrt{110}} \right] - 0.36 \left[ \frac{0 - (E_{a1} + \dots + E_{b12})}{\sqrt{24}} \right]$$

$$+ \sigma_{23}^- - \sigma_{23}^+ = 0$$

$$-0.0277 (V_{a13} + V_{a14} + \dots + V_{b1012}) + 0.0736 (E_{a12} + \dots + E_{b12}) + \sigma_{23}^- - \sigma_{23}^+ = 0$$

##### Minimize :

$$0.0716 (V_{a112} + \dots, +V_{b1212}) + 0.0277 (V_{a13} + V_{a14} + \dots + V_{b1012}) + 0.0736 (E_{a12} + \dots + E_{b12})$$

$$+ (\sigma_{12}^- + \sigma_{12}^+ + \sigma_{13}^- + \sigma_{13}^+ + \sigma_{23}^- + \sigma_{23}^+)$$

#### Perhitungan Tarif

**Tabel 3.9 Perhitungan Tarif**

Biaya Langsung (Rp)		Biaya tidak langsung (Rp)	
Biaya penyusutan bus	190.48	Biaya lain-lain	220.46
Gaji awak bus	277.78		
BBM	753.97		
Ban	45.00		
Servis kecil	29.70		
Servis besar	32.45		
Penambahan oli mesin	13.97		
Cuci bus	7.94		
Retribusi terminal	15.87		
STNK	5.29		

Kir	4.23		
Total	1376.67		220.46
Biaya pokok/bus-km	1597.13		
Biaya pokok/pnp-km	50.70		

Tarif = (tarif pokok x jarak rata-rata)  
= Rp 50.70 x 21 km  
= Rp 1064.75/pnp

### 3.4 Analisis Model *Linear Programming*

Pada tujuan 1 yaitu meminimasi jumlah penumpang yang tidak terlayani, diperoleh 44 bus per hari. Ini menunjukkan bahwa semakin sedikit jumlah penumpang yang tidak terlayani menyebabkan jumlah kebutuhan bus akan semakin banyak. Jumlah bus ini lebih sedikit dibandingkan dengan kondisi yang ada sekarang yaitu 55 bus yang berarti bahwa jumlah bus sekarang telah melebihi permintaan. Tapi, 44 bus tersebut belum menunjukkan performansi yang optimal setiap shift (interval) karena masih terdapat bus yang menganggur. Pada tujuan 2 yaitu meminimasi jumlah penumpang yang menunggu, diperoleh 44 bus per hari. Jumlah bus ini lebih sedikit dibandingkan dengan kondisi yang ada sekarang yaitu 55 bus yang berarti bahwa jumlah bus sekarang telah melebihi permintaan. Tapi, 44 bus tersebut belum menunjukkan performansi yang optimal setiap shift (interval) karena masih juga terdapat bus yang menganggur. Pada tujuan 3 yaitu meminimasi jumlah bus yang menganggur, diperoleh 21 bus per hari. Jumlah bus ini lebih sedikit dibandingkan dengan kondisi yang ada sekarang yaitu 55 bus yang berarti bahwa jumlah bus sekarang telah melebihi permintaan. Tapi, 21 bus tersebut belum menunjukkan performansi yang optimal setiap shift (interval) karena masih terdapat penumpang yang menunggu.

Solusi dari ketiga tujuan model *linear programming* di atas belum menunjukkan performansi yang optimal yaitu meminimasi jumlah penumpang yang tidak terlayani, meminimasi jumlah penumpang yang menunggu dan meminimasi jumlah bus yang menganggur. Maka perlu mengkompromikan ketiga tujuan tersebut

agar mendapatkan performansi yang optimal. Solusi optimal ketiga model *Linear Programming* dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

### 3.5 Analisis Perbandingan Kondisi Aktual dengan Solusi Model *Compromise Programming*

Solusi optimal *compromise programming* menunjukkan terjadi pengkompromian antara jumlah penumpang yang tidak terlayani, jumlah penumpang yang menunggu dan jumlah bus yang menganggur sehingga menjadi minimum (0).

Saat ini jumlah bus Mangkang-Penggaron adalah 55 bus dimana bus yang beroperasi setiap shiftnya adalah 12 bus. Jumlah ini lebih banyak dibandingkan dengan solusi optimal yang didapatkan yaitu 20 bus dimana terdapat 10 bus yang beroperasi untuk setiap shift baik dari arah Mangkang maupun Penggaron. Berdasarkan solusi tersebut, ternyata 20 bus telah dapat mengangkut penumpang. Solusi model menunjukkan bahwa jumlah bus yang beroperasi setiap shift adalah sama yaitu 10 bus baik ketika *peak* maupun *off-peak*. Hal ini dibuat agar tidak terjadi bus yang menganggur (tujuan model tercapai). Selain itu, dari solusi model menunjukkan bahwa bus dapat beroperasi 12 rit per hari lebih banyak dibandingkan dengan kondisi saat ini bus yaitu hanya beroperasi sebanyak 8 rit per hari sehingga ini lebih efisien

## 4. KESIMPULAN

Penentuan jumlah bus yang optimal berdasarkan minimasi penumpang yang tidak terlayani, minimasi jumlah

penumpang yang menunggu, dan minimasi jumlah bus yang menganggur dapat dilakukan dengan metode *compromise programming*.

Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa jumlah bus yang optimal sejumlah 20 bus setiap harinya. Hasil ini berbeda dengan fakta yang ada di lapangan yaitu sejumlah 55 bus. Hal ini berarti belum ada keseimbangan antara permintaan dan supply. Supply bus yang ada sekarang ini melebihi permintaan yang ada.

Solusi model juga menunjukkan bahwa jumlah bus yang beroperasi tiap shift adalah 10 bus yang beroperasi selama 12 rit. Jumlah ini lebih sedikit dibandingkan dengan kondisi saat ini yaitu 12 bus yang hanya beroperasi selama 8 rit.

Berdasarkan jumlah bus yang optimal tersebut diperoleh biaya operasional sebesar Rp 7.449.084, 00 dan diperoleh tarif sebesar Rp 1064.75/pnp atau Rp 50.70/pnp-km. Tarif ini lebih rendah dari SK Walikota yaitu Rp. 1150,00 rata-rata per penumpang atau Rp. 70,00 per pnp-km untuk bus kota sedang.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Clemen, Robert T, *Making Hard Decision Making*, Pws-Kent publishing Company, Boston, 1990.
2. Daellenbach, Hans G, *Systems and Decision Making*, John Wiley & Sons Ltd, England, 1994.
3. Dimiyati, Tjuju Tarliah dan Akhmad Dimiyati, *Operations Research*, Sinar Baru Algesindo, Bandung, 2005.
4. Ditjen Perhubungan Darat, *Pedoman Teknis Penyelenggaraan Angkutan Penumpang Umum di Wilayah Perkotaan dalam Trayek Tetap dan Teratur*, tidak diterbitkan, Jakarta, 1996.
5. Kusharjoko, Wahyudi, *Profil Angkutan Umum Penumpang Kota Semarang pada Seminar Manajemen Angkutan Umum Penumpang Kota Semarang Tanggal 19 Mei 2005*, tidak diterbitkan, Semarang, 2005.
6. Montgomery, Douglas C, *Pengantar Pengendalian Kualitas Statistik*, Gajah

Mada University Press, Yogyakarta, 1993.

7. Mujihartono, Eko, et al, *Materi Ajar Dasar-dasar Rekayasa Transportasi*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang, 2002
8. Simatupang, Togar M., *Pemodelan Sistem*, Nindita, Klaten, 1995.
9. Tabucanon, Mario T., *Multiple Criteria Decision Making in Industry*, Elsevier Science Publishing Company Inc., New York, 1988.
10. Widodo, Tri dan Wicaksono, *Pengaruh Permintaan terhadap Pelayanan Angkutan Umum Bis Sedang di Kota Semarang pada Seminar Manajemen Angkutan Umum Penumpang Kota Semarang Tanggal 19 Mei 2005*, tidak diterbitkan, Semarang, 2005