

PENENTUAN JUMLAH BUS YANG OPTIMAL DENGAN MENGUNAKAN METODE *GOAL PROGRAMMING* (Studi Kasus Di Trayek B 35 Jurusan Terboyo - Cangkiran Semarang)

Arfan Bakhtiar, Diana Puspita Sari, Hendy Tantonono
Industrial Engineering Department, Diponegoro University
Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang
Phone/Fax. 024-7460052

Abstrak

Transportasi adalah sarana pendukung utama bagi kegiatan di suatu kota. Dengan sarana transportasi yang baik maka kegiatan akan dapat berjalan dengan lancar. Masalah yang sering dihadapi dalam transportasi adalah terjadinya ketidakseimbangan antara permintaan dan ketersediaan alat transportasi. Dinas perhubungan kota Semarang adalah instansi pemerintah yang bertugas mengatur masalah transportasi di kota Semarang. Meskipun jumlah trayek di kota Semarang saat ini telah dibatasi namun terlihat bahwa jumlah bus yang ada saat ini terlalu banyak atau tidak seimbang dengan kebutuhan. Dalam penulisan ini akan dibahas masalah penentuan jumlah bus yang optimal agar terjadi keseimbangan antara permintaan dan jumlah bus yang disediakan sehingga penumpang dapat terlayani dengan baik dan biaya operasional bus dapat lebih efisien. Trayek yang diteliti adalah trayek Terboyo Cangkiran di kota Semarang.

Penelitian ini mencoba menggunakan model Goal Programming yang sebelumnya sangat jarang digunakan dalam penentuan jumlah bus. Kelebihan dari model Goal Programming adalah dapat menghitung dengan berbagai tujuan sekaligus. Di dalam masalah transportasi banyak pihak yang terlibat seperti pengusaha bus yang menginginkan keuntungan yang maksimal dan juga penumpang yang menginginkan transportasi yang nyaman dan murah. Kepentingan yang bertentangan itu perlu dicari titik keseimbangannya karena jumlah bus yang terlalu banyak akan merugikan pengusaha dan bila terlalu sedikit akan merugikan konsumen.

Dari hasil penelitian dan perhitungan diperoleh bahwa untuk trayek Terboyo Cangkiran jumlah bus yang optimal adalah 16 bus atau lebih sedikit dari yang ada saat ini yaitu 25 bus. Oleh karena itu diharapkan dinas perhubungan dapat mengkaji ulang masalah ini dengan mengurangi jumlah bus yang ada dan memindahkannya ke trayek yang masih membutuhkan. Sehingga transportasi di kota Semarang khususnya trayek Terboyo Cangkiran dapat berjalan dengan lancar.

Kata kunci : penentuan jumlah bus, *Goal Programming*, keseimbangan

1. PENDAHULUAN

Dinas Perhubungan Kota Semarang merupakan instansi pemerintah yang berwenang dalam menentukan kebijakan transportasi di kota Semarang. Penyediaan angkutan umum di kota Semarang dilakukan oleh pihak pemerintah dan swasta. Di sini peran dinas perhubungan kota Semarang adalah mengatur masalah rute trayek dan menentukan jumlah angkutan umum yang beroperasi agar jumlahnya sesuai dengan jumlah penumpang.

Di kota Semarang jumlah angkutan umum yang ada tidak seimbang dengan

permintaan jasa angkutan umum. Angkutan umum yang ada di kota Semarang jumlahnya melebihi dari kebutuhan angkutan umum tersebut sehingga banyak angkutan umum yang menganggur pada saat diluar jam sibuk bahkan ada yang tidak beroperasi sama sekali dan hal ini mengakibatkan terjadinya ketidakefisienan. Untuk mengatasi hal tersebut maka sangat perlu untuk dilakukan penelitian untuk menentukan jumlah optimal angkutan umum yang dibutuhkan agar biayanya optimal dan dapat memenuhi kebutuhan transportasi bagi masyarakat kota Semarang.

Trayek yang akan diteliti dalam penelitian ini adalah Trayek B 35 Jurusan Terboyo - Cangkiran yang merupakan trayek yang paling sepi atau trayek kering di kota Semarang. Hal ini dapat dilihat pada kondisi bus yang jarang penumpang (dimana load faktor dibawah standar DLLAJ sebesar 0,7) dan bus sering berhenti untuk menunggu penumpang. Trayek B 35 Jurusan Terboyo - Cangkiran saat ini dilayani oleh 25 armada bus sedang dengan jumlah penumpang rata rata tiap bus per hari sekitar 120 penumpang. Trayek ini panjangnya sekitar 30 km dan rata rata kendaraan hanya jalan sekitar 6 rit per hari(satu rit adalah satu kali perjalanan dari tempat asal ke tempat tujuan).

2. METODE PENELITIAN

2.1 Goal Programming

Metode yang dapat digunakan untuk memodelkan suatu masalah yang

$$\text{Minimasi : } z = \sum_{i=1}^m (P_{oi}d_i^+ + P_{ui}d_i^-)$$

$$\text{Subject to : } \sum_{j=1}^n (a_{ij}x_j) + d_i^- - d_i^+ = b_i$$

$$x_j, d_i^-, d_i^+ \geq 0$$

Dimana x_i adalah variabel dalam persamaan tujuan, b_i adalah target atau tujuan, a_{ij} adalah koefisien dari variabel basis, d_i^- menyatakan kekurangan dari target dari tujuan i , d_i^+ menyatakan kelebihan dari target dari tujuan i . P_{ui} adalah prioritas yang berhubungan dengan d_i^- dan P_{oi} adalah prioritas yang berhubungan dengan d_i^+ .

Bila kekurangan dari target memuaskan, d_i^- harus dihilangkan dari fungsi objektif, bila tujuan harus diterima tepat sesuai target, d_i^+ dan d_i^- harus dimasukkan ke dalam fungsi objektif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan adalah data jumlah penumpang, data waktu tempuh bus

mempunyai banyak tujuan adalah *Goal Programming*. Solusi dari metode ini merupakan solusi optimal dari banyak target yang sekaligus merupakan solusi optimal dari sistem yang sedang dianalisis. Sekalipun demikian, prinsip prinsip metode *Goal Programming* ini tidak jauh berbeda dengan *Linear Programming*, dimana dalam perhitungan keduanya sama sama menggunakan metode simplek. Perbedaan yang mencolok antara keduanya terletak pada teknik memformulasikan permasalahan. [Ref 7, hal 142 – 143]

Goal Programming adalah suatu metode yang membutuhkan informasi urutan bilangan untuk pembuatan keputusan multi kriteria. Dalam *Goal Programming* Variabel deviasi dari tujuan dengan menetapkan prioritas dan bobot adalah minimasi daripada optimalisasi kriteria objektif secara langsung seperti pada *Linear Programming*. Bentuk umum dari *Goal Programming* ditunjukkan sebagai berikut :

$$i = 1, 2, \dots, m$$

$$i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n$$

Variabel deviasi harus diranking menurut prioritasnya, dari yang paling penting ke yang kurang penting. Jika tujuan diklasifikasikan ke dalam R ranking, faktor prioritas P_r ($r = 1, \dots, R$) harus dimasukkan ke dalam variabel deviasi. Faktor prioritas memiliki hubungan : $P_r \gg \gg P_{r+1}$ ($r = 1, \dots, R-1$), yang menunjukkan perkalian dari N, bagaimanapun besarnya tidak dapat membuat P_{r+1} lebih besar daripada atau sama dengan P_r . Prosedur algoritmanya adalah metode simplek yang telah dimodifikasi. [Ref 9, hal 61-62]

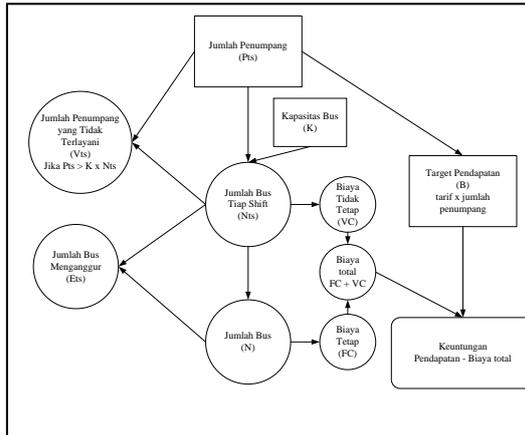
pada pagi hari tanpa waktu ngetem, data biaya operasional bus.

- Data Jumlah Penumpang
- Data Waktu Tempuh Bus Pada Pagi Hari Tanpa Waktu Ngetem
- Data Biaya Operasional Bus

3.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah membahas permasalahan, pembatasan sistem yang diamati, *stakeholder* (pihak yang terlibat), elemen masalah dan deskripsi sistem yang relevan.

Influence diagram dari permasalahan dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 1. Influence Diagram

Dari gambar *influence diagram* diatas dapat diketahui bahwa input dari permasalahan penentuan jumlah bus adalah jumlah penumpang dan kapasitas bus yang

Model Goal Programming

Minimasi d_1^+

Maksimasi d_2^-

Minimasi d_3^+

Minimasi d_4^+

Subject to :

$$\sum_{t=a}^b V_{ts} + d_1^- - d_1^+ = 0 \quad s = m$$

$$FC \cdot N + VC \cdot \sum_{s=1}^m \sum_{t=a}^b N_{ts} + d_2^- - d_2^+ = B$$

$$N + d_3^- - d_3^+ = G$$

$$\sum_{t=a}^b \sum_{s=1}^m E_{ts} + d_4^- - d_4^+ = 0$$

$$\sum_{t=a}^b N_{ts} + \sum_{t=a}^b E_{ts} = N \quad s = 1$$

akan menentukan jumlah bus yang beroperasi tiap shift. Jumlah bus yang beroperasi tiap shift diperoleh dari jumlah penumpang dibagi kapasitas bus. Jumlah bus total ditentukan oleh jumlah bus yang beroperasi tiap shift yang terbesar. Dari jumlah bus total dan jumlah bus yang beroperasi dapat diperoleh jumlah bus yang menganggur yaitu dengan mengurangi jumlah bus total dengan jumlah bus yang beroperasi. Jumlah penumpang yang tidak terlayani diperoleh bila jumlah penumpang lebih besar dari jumlah bus dikali kapasitasnya. Biaya operasional terdiri dari biaya tetap dan biaya tidak tetap. Biaya tetap diperoleh dari jumlah bus dan biaya tidak tetap diperoleh dari jumlah bus yang beroperasi. Dengan biaya operasional dan pendapatan maka diperoleh keuntungan yaitu dengan mengurangkan pendapatan dengan biaya operasional.

3.3 Pengembangan Model Matematis

3.3.1 Perumusan Model Matematis

Fungsi Pencapaian dan keseluruhan formulasi yang akan dikembangkan untuk model *Goal Programming* adalah sebagai berikut :

$$E_{ts} + N_{ts} = Et(s-1) + N(t+1)(s-1)$$

$$P_{ts} - V_{ts} \leq K \cdot N_{ts}$$

$$V_{t(s-1)} + P_{ts} - V_{ts} \leq K \cdot N_{ts}$$

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

$$t = a, b \quad s = 2, \dots, m$$

$$t = a, b \quad s = 1$$

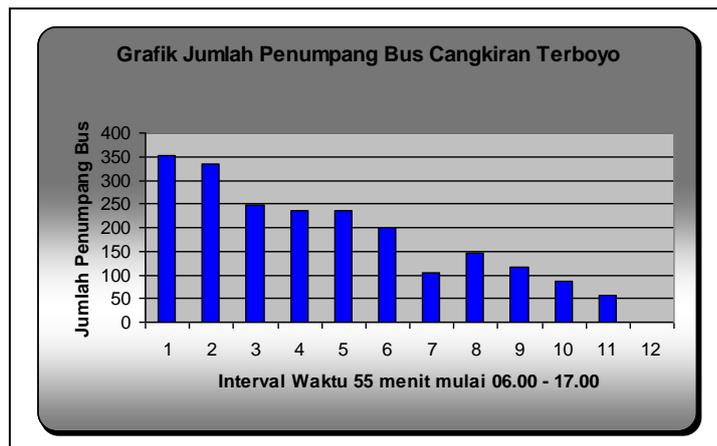
$$t = a, b \quad s = 2, \dots, m$$

3.3.2 Estimasi Parameter

◆ Perhitungan Jumlah Penumpang Cangkiran - Terboyo

Dalam menentukan jumlah penumpang diperlukan pembagian waktu berdasarkan shift. Pembagian shift ditentukan dari waktu tempuh bus satu kali perjalanan dan digunakan data waktu tempuh bus pada pagi hari tanpa waktu ngetem yang terlama yaitu 55 menit. Kemudian jumlah penumpang dibagi berdasarkan shift, kolom jumlah penumpang menunjukkan jumlah penumpang yang naik pada saat shift tersebut sedangkan kolom waktu

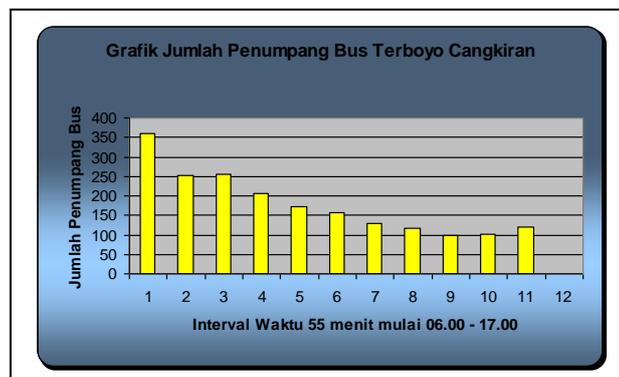
pengamatan adalah waktu pengamatan selama interval waktu tersebut yang kemudian akan digunakan untuk mengkonversi ke dalam waktu interval jumlah penumpangnya seragam. Setelah dibagi ke dalam shift kemudian jumlah penumpang dibagi waktu pengamatan dan dikali waktu satu shift yaitu 55 menit. Jumlah penumpang diperoleh dengan mengalikan rata rata jumlah penumpang dengan jumlah bus yang beroperasi dalam 1 jam yaitu 6 bus. Pola jumlah penumpang bus jurusan Cangkiran – Terboyo terlihat pada gambar 3.2 berikut :



Gambar 2. Grafik Jumlah Penumpang Bus Jurusan Cangkiran Terboyo

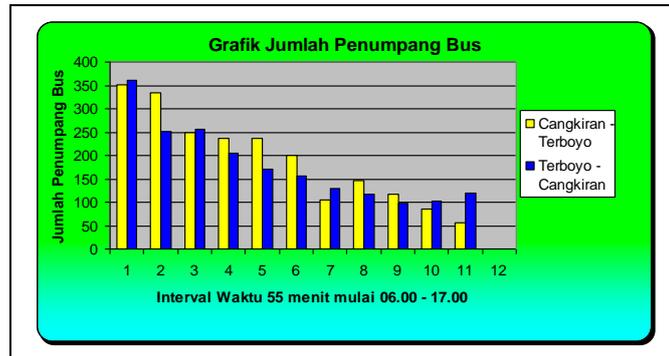
Terboyo - Cangkiran

Pola jumlah penumpang bus jurusan Terboyo - Cangkiran terlihat pada gambar 3.3 berikut :



Gambar 3. Grafik Jumlah Penumpang Bus Jurusan Terboyo - Cangkiran

Pola jumlah penumpang bus jurusan Cangkiran – Terboyo dan Terboyo – Cangkiran terlihat pada gambar 3.4 berikut :



Gambar 4. Grafik Jumlah Penumpang Bus

◆ **Perhitungan Biaya Operasional**

Biaya operasional bus dibagi menjadi 2 yaitu biaya tetap dan biaya tidak tetap. Biaya tetap adalah biaya per hari yang dikeluarkan baik bus itu beroperasi maupun tidak. Biaya tidak tetap adalah biaya yang dikeluarkan untuk operasi bus per km atau per satu kali jalan.

Biaya Tetap

Biaya tetap dihitung per hari dengan asumsi 1 tahun adalah 300 hari karena pada umumnya bis hanya beroperasi 6 hari dalam 1 minggu. Dalam perhitungan, yang termasuk biaya tetap adalah pembelian bus, ijin trayek, STNK, kir, gaji sopir, gaji kondektur. Perhitungan biaya tetap dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut :

Tabel 1. Perhitungan Biaya Tetap Operasional Bus

Biaya Tetap	Biaya	Jangka Waktu	Biaya / hari
Pembelian bus	170,000,000	10 tahun	56,667
Ijin trayek	10,000,000	10 tahun	3,333
STNK	400,000	1 tahun	1,333
Kir	160,000	6 bulan	1,067
Gaji supir	40,000	1 hari	40,000
Gaji kondektur	30,000	1 hari	30,000
Total			132,400

Jadi biaya yang harus dikeluarkan per hari baik bus tersebut beroperasi maupun tidak adalah Rp 132.400, -

Biaya Tidak Tetap

Biaya tidak tetap dihitung per km. Dalam perhitungan, yang termasuk biaya tidak tetap adalah bahan bakar, ban, oli, gemuk, minyak rem, kampas rem, kep koupling, dinamo. Perhitungan biaya tetap dapat dilihat pada tabel 3.2 berikut :

Tabel 2. Perhitungan Biaya Tidak Tetap Operasional Bus

Biaya Tidak Tetap	Biaya	Kebutuhan	Jangka Penggunaan (km)	Biaya / km
BBM	4,300	1 liter	5	860.00
Ban	150,000	6 buah	20000	45.00
Oli	11,000	8 liter	5000	17.60
Gemuk	25,000	1 kg	5000	5.00
Minyak rem	7,500	1 liter	5000	1.50
Kampas rem	45,000	1 set	10000	4.50

Kep Koupling	30,000	1 buah	10000	3.00
Dinamo	60,000	1 buah	10000	6.00
Servis	50,000	1 kali	5000	10.00
Total				953

Jadi biaya tidak tetap yang harus dikeluarkan adalah Rp 953, - per km dan jarak Terboyo – Cangkiran adalah 30 km sehingga biaya per perjalanan adalah Rp 953, - x 30 = Rp 28.590, - per perjalanan.

◆ **Perhitungan Kapasitas**

Kapasitas bus adalah daya angkut bus tetapi karena jarak yang ditempuh bus cukup jauh dan kecenderungan penumpang naik turun cukup tinggi sehingga kapasitas sekali jalan bus lebih tinggi dari kapasitasnya. Kapasitas bus sekali jalan

adalah kapasitas bus ditambah kapasitas bus dikali prosentase penumpang yang menempuh jarak pendek.

$$\text{Kapasitas bus sekali jalan} = 30 + (30 \times 0,5) = 45 \text{ orang per perjalanan.}$$

3.4 Solusi Model

Solusi optimal dari model *Goal Programming* yang telah dikembangkan dan diselesaikan dengan bantuan *software* QS adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil Running QS Metode Goal Programming

No	Decision Variable	Solution Value
1	d_1^-	0
2	d_1^+	0
3	d_2^-	5,095,406.00
4	d_2^+	0
5	d_3^-	0
6	d_3^+	16
7	d_4^-	
8	d_4^+	81

Tabel 4. Hasil Running QS Metode Goal Programming (lanjutan tabel 3.3)

Shift	Va	Vb	Na	Nb	Ea	Eb
1	0	0	8	8	0	0
2	136	0	5	6	3	2
3	145	0	6	7	3	0
4	294	0	2	5	8	1
5	145	30	9	3	4	0
6	191	0	4	4	3	5
7	168	0	3	4	4	5
8	175	0	3	3	5	5
9	4	0	6	3	2	5
10	2	0	2	3	3	8
11	0	0	2	3	4	7
12	0	0	3	9	4	0

3.5 Analisis Jumlah Penumpang

Dari hasil pengamatan di lapangan dan pengolahan data diperoleh bahwa jumlah penumpang memiliki suatu pola berdasarkan waktunya dan jumlahnya juga berbeda dari pagi, siang, maupun sore. Pada saat pagi hari jumlah penumpang dari Cangkiran lebih banyak karena cangkiran merupakan daerah yang masih pedesaan sehingga pada pagi hari banyak yang pergi baik ke sekolah, kantor maupun pabrik yang ada di kota. Kemudian jumlah penumpang dari Cangkiran semakin menurun sedangkan jumlah penumpang dari Terboyo pada sore hari justru

meningkat meskipun bisa dikatakan sedikit bila dibandingkan jumlah penumpang pada pagi hari karena pada sore hari banyak orang pulang kerja atau orang dari Cangkiran kembali ke Cangkiran.

3.6 Analisis Model Goal Programming

3.6.1 Analisis Solusi Optimal Model Goal Programming

Analisis Variabel Jumlah Bus

Solusi optimal untuk variabel jumlah bus akan diberikan dalam tabel di bawah ini :

Tabel 5. Solusi Optimal GP Jumlah Bus

No	Variabel	Nilai Solusi Optimal
1	N	16

Dari tabel 3.5 di atas, variabel N menyatakan jumlah bus total untuk rute Terboyo Cangkiran yang optimal. Solusi optimal untuk N adalah 16 bus.

Analisis Variabel Jumlah Bus Yang Beroperasi Tiap Shift

Solusi optimal untuk variabel jumlah bus yang beroperasi tiap shift akan diberikan dalam tabel di bawah ini :

Tabel 6. Solusi Optimal GP Jumlah Bus Yang Beroperasi Tiap Shift

No	Variabel	Nilai Solusi Optimal	No	Variabel	Nilai Solusi Optimal
1	n_{a1}	8	13	n_{b1}	8
2	n_{a2}	5	14	n_{b2}	6
3	n_{a3}	6	15	n_{b3}	7
4	n_{a4}	2	16	n_{b4}	5
5	n_{a5}	9	17	n_{b5}	3
6	n_{a6}	4	18	n_{b6}	4
7	n_{a7}	3	19	n_{b7}	4
8	n_{a8}	3	20	n_{b8}	3
9	n_{a9}	6	21	n_{b9}	3
10	n_{a10}	2	22	n_{b10}	3
11	n_{a11}	2	23	n_{b11}	3
12	n_{a12}	3	24	n_{b12}	9

Dari tabel 3.6 di atas, variabel n_{a1} menyatakan jumlah bus yang berangkat dari terminal a (Terminal Cangkiran) pada shift 1 (pukul 06.00 – 06.55). Solusi optimal untuk n_{a1} adalah 8 bus jadi jumlah bus yang berangkat dari terminal Cangkiran pada saat shift 1 adalah 8 bus. Sedangkan n_{b1} menyatakan jumlah bus yang berangkat

dari terminal b (Terminal Terboyo) pada shift 1 (pukul 06.00 – 06.55). Solusi optimal untuk n_{b1} adalah 8 bus jadi jumlah bus yang berangkat dari terminal Terboyo pada saat shift 1 adalah 8 bus. Jumlah bus adalah 16 bus jadi bisa dipastikan bahwa pada shift 1 jumlah bus yang mengganggu adalah 0 bus. Dari tabel di atas terlihat

bahwa jumlah bus yang berangkat tiap shiftnya berbeda sehingga waktu keberangkatan antar bus juga berbeda tiap shiftnya. Pada shift 1 jumlah bus yang berangkat dari Terboyo atau n_{b1} adalah 8 berarti waktu keberangkatan antar bus adalah sekitar 7 menit. Pada shift 2 jumlah bus yang berangkat dari Terboyo adalah 6 berarti waktu keberangkatan antar bus adalah sekitar 9 menit. Pada shift 3 jumlah bus yang berangkat dari Terboyo adalah 7 bus berarti waktu keberangkatan antar bus adalah sekitar 8 menit. Kondisi ini berbeda dengan kondisi saat ini yaitu waktu keberangkatan antar bus adalah 10 menit tanpa memandang jumlah penumpang sehingga baik jam sepi maupun ramai waktu keberangkatan bus sama yaitu 10 menit. Bila dilihat dari jumlah penumpang yang berubah setiap waktu maka lebih baik waktu keberangkatan bus juga disesuaikan dengan jumlah penumpang sehingga tidak terjadi penumpang menunggu terlalu lama pada jam ramai dan bus kosong pada jam sepi. Waktu keberangkatan bus sebaiknya berubah sepanjang waktu mengikuti jumlah penumpang yang ada.

3.6.2 Analisa Pencapaian Tujuan

Berikut ini akan diberikan hasil pencapaian masing masing tujuan dalam solusi optimal model *Goal Programming* :

- 1) Tujuan pertama yaitu meminimalkan penumpang yang tidak terlayani. Nilai penyimpangan atau deviasi positif d_1^+ bernilai 0 berarti jumlah penumpang yang tidak terlayani sesuai dengan target yaitu 0.
- 2) Tujuan kedua yaitu memaksimalkan keuntungan. Nilai penyimpangan atau deviasi negatif d_2^- bernilai 5.095.406 berarti keuntungan yang diperoleh per hari adalah Rp 5.095.406, - untuk 16 bus atau Rp 318.463, - per bus per hari.
- 3) Tujuan ketiga adalah meminimalkan jumlah bus yang menganggur. Nilai penyimpangan atau deviasi positif d_3^+ bernilai 81 berarti dalam satu hari rata rata satu bus menganggur selama 5,1 shift. Bila dilihat nilai penyimpangan ini memang cukup besar hal ini karena jumlah penumpang tiap shiftnya sangat

berbeda. Bila nilai jumlah bus yang menganggur ingin ditekan lagi maka pada saat jam sibuk akan lebih banyak orang yang tidak mendapatkan bus.

3.6.3 Analisa Sensitivitas

Analisa sensitivitas dilakukan untuk mengetahui seberapa besar perubahan yang terjadi bila terjadi perubahan input. Analisa sensitivitas dilakukan terhadap data jumlah penumpang karena jumlah penumpang merupakan parameter yang mudah berubah. Bila terjadi perubahan jumlah penumpang maka variabel keputusan seperti jumlah bus dan jumlah bus yang berangkat akan berubah. Analisa sensitivitas dilakukan dengan mengubah jumlah penumpang berkurang 10% dan bertambah 10% (Data hasil running QS untuk jumlah penumpang berkurang 10% dapat dilihat pada lampiran B2 dan untuk jumlah penumpang bertambah 10% dapat dilihat pada lampiran B3). Bila jumlah penumpang berkurang 10% maka jumlah bus akan berubah yaitu sebesar 13 atau berkurang 3 bus sedangkan bila jumlah penumpang bertambah 10% maka jumlah bus akan menjadi 18 bus atau bertambah 2 bus. Penurunan jumlah penumpang dapat terjadi terutama pada saat hari libur atau hari libur sekolah. Sedangkan kenaikan jumlah penumpang dapat terjadi pada saat hari raya.

3.7 Analisis Perbandingan Kondisi Aktual Dan Solusi Model GP

Jumlah bus Jurusan Terboyo Cangkiran saat ini adalah 25 bus dan nilai ini lebih besar daripada jumlah bus yang didapat dari model *Goal Programming* yaitu 16 bus. Bila melihat solusi model *Goal Programming* maka bisa dikatakan jumlah bus saat ini terlalu banyak karena dengan 16 bus saja dapat mengangkut semua penumpang atau dengan kata lain penumpang yang tidak terlayani = 0. Jumlah bus yang berangkat saat ini adalah 1 bus tiap 10 menit atau sekitar 6 bus tiap shift. Berbeda dengan solusi model *Goal Programming* yang tiap shiftnya jumlah bus yang berangkat berbeda beda menyesuaikan jumlah demand yang ada.

Untuk kondisi saat ini yaitu bus berangkat tiap 10 menit, pengaturannya dapat dilakukan lebih mudah tetapi hal ini kurang baik karena memang jumlah penumpang tidak sama tiap waktu sehingga saat jam sepi jumlah bus yang beroperasi sama dengan jumlah bus saat jam ramai sehingga menyebabkan pemborosan. Untuk solusi *Goal Programming* saat jam sepi ada beberapa bus yang memang tidak beroperasi hal ini mungkin lebih baik karena bus yang beroperasi lebih sedikit sehingga jumlah penumpang tiap busnya lebih banyak sehingga lebih efisien.

4. KESIMPULAN

Jumlah penumpang bus dari Cangkiran pada pagi hari lebih banyak daripada jumlah penumpang dari Terboyo sedangkan pada sore hari berlaku sebaliknya meskipun jumlahnya sedikit bila dibandingkan pada pagi hari. Jumlah penumpang paling banyak adalah pada pagi hari baik dari Terboyo maupun dari cangkiran.

Dari hasil solusi optimal model *Goal Programming* didapatkan bahwa jumlah penumpang yang tidak terlayani adalah 0 dan total keuntungan Rp 5.095.406, - per hari dengan jumlah bus 16 sehingga keuntungan tiap bus Rp 318.463, - per hari. Berarti dengan 16 buah bus yang beroperasi sudah dapat untuk melayani permintaan yang ada saat ini dan keuntungan yang diperoleh juga cukup baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Daellenbach, Hans G, *Systems and Decision Making*, John Wiley & Sons Ltd, England, 1994.
- [2] Dimiyati, Tjuju Tarliah dan Akhmad Dimiyati, *Operations Research*, Sinar Baru Algesindo, Bandung, 2005.
- [3] Ditjend Perhubungan Darat, *Pedoman Teknis Penyelenggaraan Angkutan Umum Di Wilayah Perkotaan Dalam Trayek Tetap Dan Teratur*, Tidak Diterbitkan, Jakarta, 1996.
- [4] Hiller, Frederick S. dan Gerald J. Lieberman, *Introduction To Operation Research*, Mc Graw Hill, Singapore, 1990.
- [5] Kusharjoko, Wahyudi, *Makalah Profil Angkutan Umum Penumpang Kota Semarang*, Magister Teknik Sipil UNDIP, 2005.
- [6] Mujihartono, Eko dkk, *Materi Ajar Dasar Dasar Rekayasa Transportasi*, Jurusan Teknik Sipil UNDIP, Semarang, 2002.
- [7] Nachrowi, Nachrowi Djalal dan Hardius Usman, *Teknik Pengambilan Keputusan*, Grasindo, Jakarta, 2004.
- [8] Setijowarno, D. dan R. B. Frazila, *Pengantar Sistem Transportasi*, Penerbit Unika Soegijapranata, Semarang, 2001.
- [9] Tabucanon, Mario T., *Multiple Criteria Decision Making In Industry*, Asian Institute Of Technology, Bangkok, 1988.
- [10] Widodo, Tri dan Wicaksono, *Pengaruh Permintaan Terhadap Pelayanan Angkutan Umum Bis Sedang Di Kota Semarang*, Tidak diterbitkan, Semarang, 2005.