



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**MODEL PENJADWALAN BUS DAN PENGEMUDI SECARA  
BERSAMAAN DALAM SISTEM TRANSPORTASI PERKOTAAN**

**SKRIPSI**

**DHANARDI RIANSYAH  
0706261594**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
DEPOK  
JULI 2011**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**MODEL PENJADWALAN BUS DAN PENGEMUDI SECARA  
BERSAMAAN DALAM SISTEM TRANSPORTASI PERKOTAAN**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains**

**DHANARDI RIANSYAH  
0706261594**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
DEPOK  
JULI 2011**

**HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS**

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Dhanardi Riansyah  
NPM : 0706261594  
Tanda Tangan :   
Tanggal : 11 Juli 2011

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh

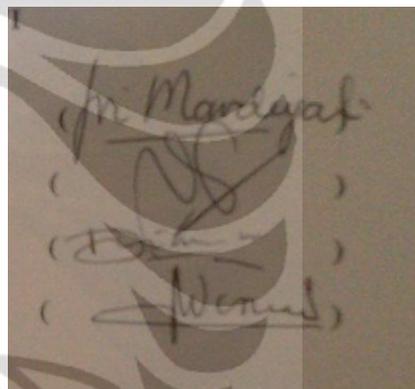
Nama : Dhanardi Riansyah  
NPM : 0706261594  
Program Studi : Sarjana Matematika  
Judul Skripsi : Model Penjadwalan Bus dan Pengemudi Secara  
Bersamaan dalam Sistem Transportasi Perkotaan

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi S1 Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Sri Mardiyati, M.Kom  
Penguji : Dra. Denny Riama S., M.Kom  
Penguji : Dhian Widya, M.Kom  
Penguji : Yahma Wisnani, M.Kom

Ditetapkan di : Depok  
Tanggal : 13 Juni 2011



## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Sains Jurusan Matematika pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada

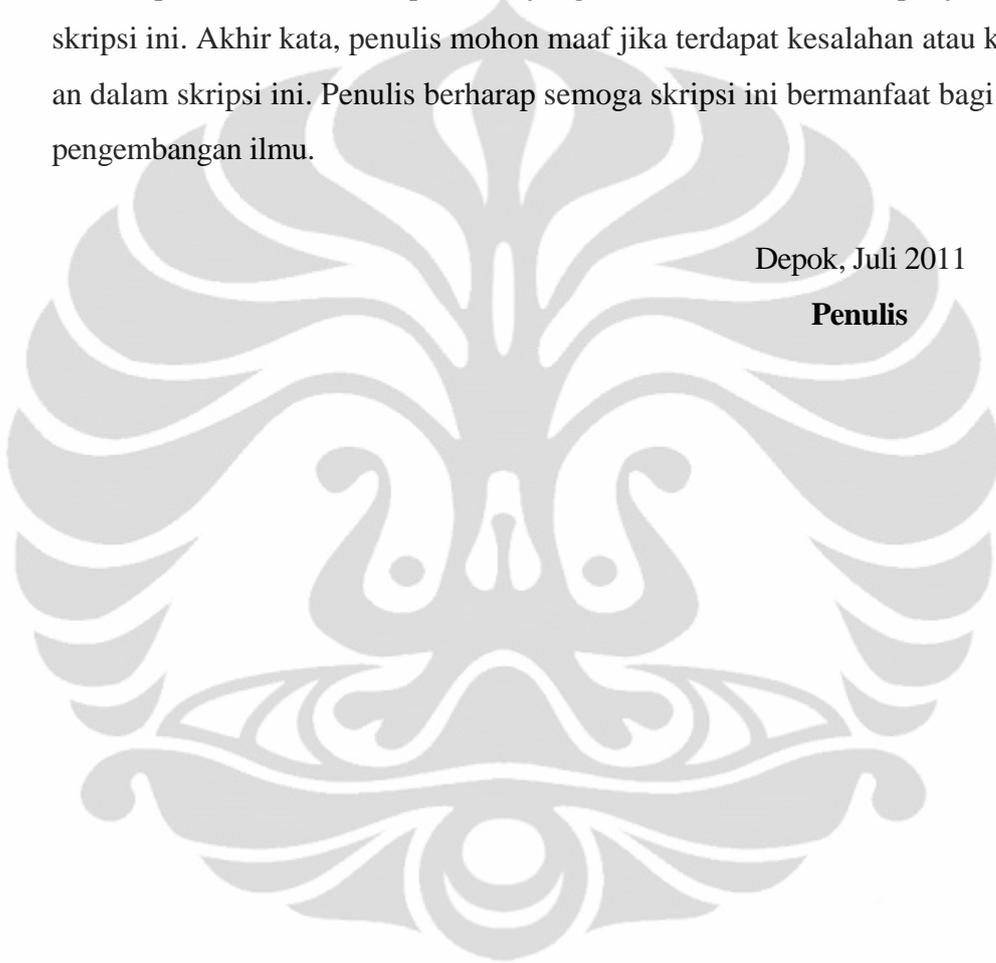
- (1) Papa dan Mama yang telah membesarkan penulis hingga saat ini.
- (2) Deri Ardia, adik penulis.
- (3) Ibu Dr. Sri Mardiyati, M.kom pembimbing penulis, yang telah memberikan banyak ilmu bermanfaat kepada penulis dalam penulisan skripsi ini
- (4) Ibu Helen Burhan, M.Si walaupun tidak tertulis sebagai pembimbing tapi telah memberikan banyak ilmu bermanfaat kepada penulis dalam penulisan skripsi.
- (5) Ibu Dra. Denny Riama Silaban, M.Kom, Ibu Dhian Widya, M.Kom, Ibu Dra. Yahma Wisnani, M.Kom, Sebagai Penguji kolokium.
- (6) Bpk Arie Wibowo, M.Si, Bpk Dr. Hengki Tasman, Ibu Dr. Kiki Ariyanti Sugeng, Ibu Rahmi Rusin, M.ScTech, Ibu Dra Yahma Wisnani, M.kom, Bpk Dr. Yudi Satria, M.T. yang telah hadir pada SIG 1 dan SIG 2 terima kasih telah memberikan saran yang membangun.
- (7) Seluruh dosen Departemen Matematika UI yang telah memberikan penulis ilmu yang bermanfaat untuk masa depan penulis.
- (8) Riadah Masita yang selalu menghibur penulis dalam berbagai macam keadaan
- (9) Adit, Andi, Hanif, Manda, Hikma, Shafira, Nedi, Widya yang telah memberikan keceriaan.
- (10) Seluruh teman-teman angkatan 2007 yang telah memberikan pengalaman perkuliahan yang tak terlupakan.

- (11) Angkatan 2005, 2006, 2008, 2009.
- (12) Dani, Bowo penghuni tetap hall matematika yang selalu mengerjakan skripsi dan main PS setiap hari bersama-sama.

Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini. Akhir kata, penulis mohon maaf jika terdapat kesalahan atau kekurangan dalam skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, Juli 2011

**Penulis**



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dhanardi Riansyah  
NPM : 0706261594  
Program Studi : S1 Matematika  
Departemen : Matematika  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Jenis karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :  
Model Penjadwalan Bus dan Pengemudi Secara Bersamaan Dalam Sistem Transportasi Perkotaan

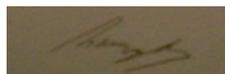
beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 11 Juli 2011

Yang menyatakan



( Dhanardi Riansyah )

**ABSTRAK**

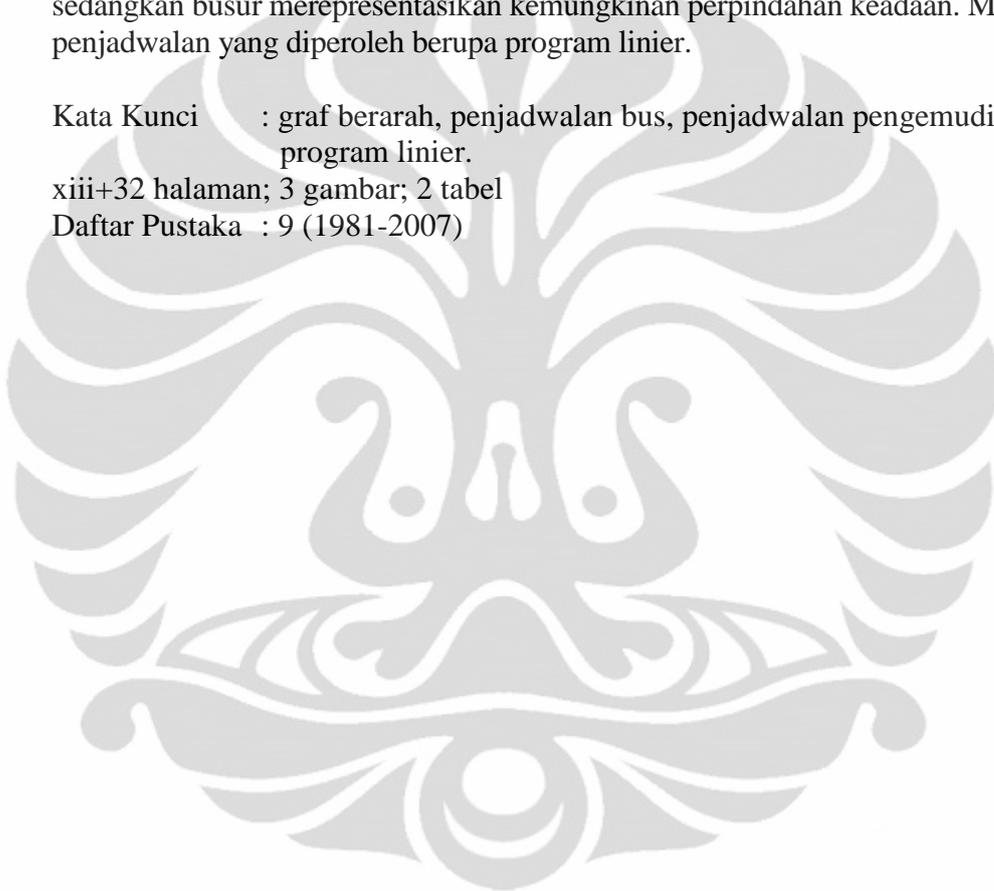
Nama : Dhanardi Riansyah  
Program Studi : Matematika  
Judul : Model Penjadwalan Bus dan Pengemudi Secara Bersamaan dalam Sistem Transportasi Perkotaan

Pemodelan penjadwalan dalam sistem transportasi perkotaan dengan penjadwalan bus dan pengemudi dilakukan secara bersamaan, dibuat dengan menggunakan graf berarah. Pada graf ini, setiap simpul merepresentasikan keadaan yang spesifik, sedangkan busur merepresentasikan kemungkinan perpindahan keadaan. Model penjadwalan yang diperoleh berupa program linier.

Kata Kunci : graf berarah, penjadwalan bus, penjadwalan pengemudi, program linier.

xiii+32 halaman; 3 gambar; 2 tabel

Daftar Pustaka : 9 (1981-2007)

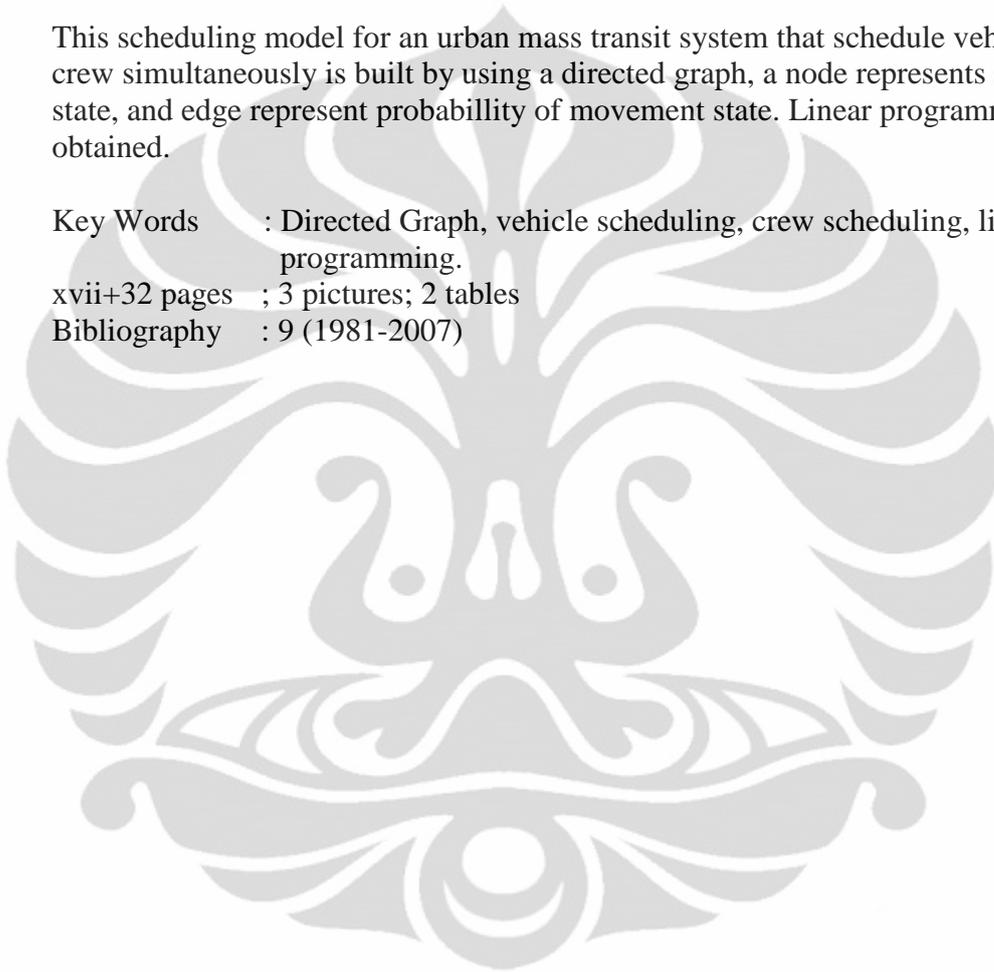


## ABSTRACT

Name : Dhanardi Riansyah  
Program Study : Mathematics  
Title : Model for Simultaneous Vehicle and Crew Scheduling for an  
Urban Mass Transit System

This scheduling model for an urban mass transit system that schedule vehicle and crew simultaneously is built by using a directed graph, a node represents specific state, and edge represent probabillity of movement state. Linear programming is obtained.

Key Words : Directed Graph, vehicle scheduling, crew scheduling, linear programming.  
xvii+32 pages ; 3 pictures; 2 tables  
Bibliography : 9 (1981-2007)



## DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vii
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
<b>1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar belakang masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah dan Ruang Lingkup.....	2
1.3 Jenis dan Metode Penelitian.....	2
1.4 Tujuan .....	2
<b>2. LANDASAN TEORI .....</b>	<b>3</b>
2.1 Langkah-langkah dalam membuat model matematis.....	4
2.1.1 Formulasi .....	4
2.1.2 Manipulasi matematis .....	4
2.1.3 Evaluasi.....	4
2.2. Masalah Optimisasi.....	5
2.3 Program Linier .....	6
2.4 Set Covering Problem.....	7
<b>3. MODEL PENJADWALAN BUS DAN PENGEMUDI SECARA BERSAMAAN DALAM SISTEM TRANSPORTASI PERKOTAAN.....</b>	<b>8</b>
3.1 Deskripsi Masalah.....	8
3.2 Formula Matematika untuk Penjadwalan Bus dan Pengemudi dalam Sistem Transportasi Perkotaan.....	12
3.2.1 Struktur Jaringan Pengemudi .....	12
3.2.2 Model Berdasarkan Jaringan Pengemudi .....	17
<b>4. VARIABEL-VARIABEL PADA MODEL PENJADWALAN BUS DAN PENGEMUDI SECARA BERSAMAAN DALAM SISTEM TRANSPORTASI PERKOTAAN.....</b>	<b>23</b>
<b>5. KESIMPULAN .....</b>	<b>32</b>

**DAFTAR PUSTAKA..... 33**  
**LAMPIRAN..... 34**



**DAFTAR TABEL**

Tabel 4. 1: Kekosongan dari depot menuju simpul.....	24
Tabel 4. 2: Jadwal dan jam kerja untuk masing-masing tipe tugas.....	25



**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 3. 1 Contoh rute dan perjalanan bus .....	11
Gambar 3. 2 Struktur Jaringan Pengemudi .....	13
Gambar 4. 1 Rute perjalanan untuk Bab 4 .....	23



# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar belakang masalah**

Masalah penjadwalan secara umum adalah kegiatan penyusunan yang berhubungan dengan sejumlah kendala, sejumlah kejadian yang dapat terjadi dalam satu periode, waktu dan tempat atau lokasi sehingga fungsi obyektif sedekat mungkin dapat terpenuhi. Masalah ini muncul di berbagai bidang kegiatan, seperti rumah sakit, universitas, angkutan umum, dengan desain model bervariasi sesuai dengan kebutuhan di lapangan.

Hal khusus dari penjadwalan ini adalah penjadwalan angkutan umum. Untuk penjadwalan angkutan umum ini terdapat tiga elemen dasar yang penting, yaitu: depot, pengemudi, dan kendaraan. Depot adalah tempat penyimpanan kendaraan ketika kendaraan selesai digunakan pada suatu hari, kendaraan adalah sesuatu yang digunakan untuk dikendarai atau dinaiki, dalam skripsi ini kendaraan yang dimaksud adalah bus, dan diasumsikan bahwa semua bus homogen yaitu berjenis sama. Terakhir pengemudi adalah orang yang mengemudikan kendaraan tersebut.

Pada penjadwalan angkutan umum untuk jadwal bus terpublikasi yang telah ditentukan akan dilakukan penjadwalan untuk kendaraan dan pengemudinya agar diperoleh biaya yang minimum untuk menyelesaikan suatu perjalanan yang sudah tertulis pada penjadwalan jadwal keberangkatan. Penyelesaian permasalahan penjadwalan angkutan umum biasa dilakukan dengan cara menyelesaikan penjadwalan kendaraan dan pengemudi secara berurutan. Dengan kata lain pertama-tama dijadwalkan bus untuk masing-masing rute, setelah itu dipilih pengemudi yang akan menaiki bus tersebut, hal ini dikritik keras oleh Ball, dkk (1983) dikarenakan gaji untuk pengemudi mendominasi biaya perjalanan, sehingga cara ini dianggap kurang efektif.

Agar mendapatkan solusi yang lebih optimal masalah penjadwalan akan diselesaikan dengan menjadwalkan bus pada suatu perjalanan sekaligus dengan pengemudinya secara bersamaan. Permasalahan inilah yang kemudian disebut sebagai permasalahan penjadwalan kendaraan dan pengemudi secara bersamaan.

## **1.2 Perumusan Masalah dan Ruang Lingkup**

Untuk suatu depot dengan jenis kendaraan yang homogen akan dilakukan pemodelan masalah untuk penjadwalan keberangkatan kendaraan dan pengemudi agar diperoleh biaya minimum untuk penjadwalan tersebut. Sedangkan pembatasan masalah ini adalah:

1. Keberangkatan semua kendaraan berasal dari sebuah depot yang sama.
2. Armada kendaraan yang homogen.
3. Pengemudi memiliki kesempatan yang sama.

## **1.3 Jenis dan Metode Penelitian**

Jenis penelitian yang digunakan adalah studi literatur

## **1.4 Tujuan**

Akan dilakukan pemodelan penjadwalan untuk bus dan pengemudinya secara bersamaan agar diperoleh biaya yang minimum berdasarkan jadwal keberangkatan yang telah ditetapkan.

## BAB 2

### LANDASAN TEORI

Pada Bab ini akan dibahas mengenai teori pemodelan yang akan menjadi dasar dibuatnya model penjadwalan bus dan pengemudi dalam sistem transportasi perkotaan. Setelah itu akan dibahas juga mengenai program linier karena model penjadwalan bus dan pengemudi dalam sistem transportasi perkotaan menggunakan program linier.

Pemodelan matematis adalah suatu bidang ilmu yang mencoba menghubungkan kehidupan dunia nyata dengan bahasa matematis. Pemodelan matematis banyak digunakan dalam berbagai bidang ilmu, seperti fisika, biologi, dan ilmu sosial. Ilmu matematika yang digunakan dalam pemodelan matematis antara lain kalkulus, aljabar, geometri dan lain-lain.

Sebelum pembahasan mengenai pemodelan matematis terlebih dahulu akan diberikan definisi mengenai kata “model” yang akan dipakai pada tugas akhir ini.

**Definisi 2.1** Model adalah suatu obyek atau konsep yang digunakan untuk merepresentasikan sesuatu.

Dimana hal yang ingin dimodelkan tersebut diperkecil atau di konversikan ke dalam bentuk yang lebih komprehensif.

(Meyer, 1985)

Dalam kehidupan sehari-hari terdapat berbagai macam pemodelan, misalnya: pemodelan bumi menjadi peta, gedung menjadi maket, dan lain-lain. Pada tugas akhir ini pemodelan yang dipakai adalah pemodelan matematis, untuk itu akan didefinisikan pemodelan matematis.

**Definisi 2.2** Suatu model matematika adalah suatu model yang bagian-bagiannya mengacu kepada konsep matematis, seperti : konstanta, variabel, persamaan, pertidaksamaan, dan lain-lain.

(Meyer, 1985)

## **2.1 Langkah-langkah dalam membuat model matematis (Meyer 1985)**

Terdapat 3 langkah untuk membuat suatu pemodelan matematis, yaitu: formulasi, manipulasi matematis, dan evaluasi.

### **2.1.1 Formulasi**

1. Formulasi dimulai dengan menyatakan suatu pertanyaan yang biasanya adalah ketidakjelasan atau permasalahan yang terlalu besar. Jika permasalahannya tidak jelas, ubah sebisa mungkin agar menjadi jelas, jika permasalahan terlalu besar maka ubah menjadi beberapa bagian yang bisa dikerjakan.
2. Berikutnya yang harus dilakukan adalah mengidentifikasi faktor-faktor mana saja yang penting dalam permasalahan untuk dimodelkan.
3. Deskripsikanlah hal-hal yang penting tersebut ke dalam deskripsi matematika yang sesuai (variabel, persamaan, dan lain-lain).

### **2.1.2 Manipulasi matematis**

Formulasi matematis yang diberikan diatas biasanya tidak akan langsung menghasilkan jawaban yang diinginkan. Untuk mendapatkan jawaban yang diinginkan harus dilakukan proses manipulasi matematis. Manipulasi ini biasa dilakukan dengan cara menyelesaikan persamaan, pertidaksamaan atau apapun tergantung formulanya.

### **2.1.3 Evaluasi**

Terakhir adalah pengevaluasian terhadap model apakah model tersebut sudah memberikan hasil yang akurat atau tidak. Sebagai contoh mungkin saja terdapat suatu hubungan antara beberapa variabel yang ternyata jauh lebih penting dari apa yang kita duga sebelumnya.

Setelah membahas mengenai pemodelan berikutnya akan diberikan pembahasan mengenai optimisasi.

## 2.2. Masalah Optimisasi

Pemodelan matematis biasanya digunakan untuk membantu membuat suatu keputusan. Ketika model matematika digunakan untuk memperoleh alternatif yang terbaik dari beberapa alternatif lain yang ada, maka hal tersebut optimisasi.

Dalam pemodelan matematis akan digunakan dua istilah yang penting yaitu daerah layak dan fungsi obyektif.

**Definisi 2.3** Daerah layak adalah daerah yang didalamnya berisi kemungkinan-kemungkinan yang mungkin dipilih.

(Meyer, 1985)

**Definisi 2.4** Fungsi obyektif adalah fungsi yang memberikan nilai kepada semua anggota yang berada didalam daerah layak sedemikian sehingga nilai dari masing-masing anggota daerah layak dapat diukur.

(Meyer, 1985)

Dalam pemodelan matematis, terdapat beberapa tipe model yang sering muncul, antara lain: persamaan differensial, persamaan linier, fungsi linier, program linier, dan lain-lain. Pada tugas akhir ini pemodelan yang dipakai untuk memodelkan penjadwalan bus dan pengemudi secara bersamaan dalam sistem transportasi perkotaan adalah program linier. Karena itu dalam sub-bab berikutnya penulis akan membahas program linier.

Pada sub-bab berikutnya penulis akan menggunakan huruf tebal kapital untuk menyatakan matriks, dan menggunakan huruf tebal non-kapital untuk menyatakan vektor. Penulis juga akan menggunakan notasi  $\mathbf{M}(m,n)$  sebagai arti bahwa matriks  $\mathbf{M}$  berordo  $m \times n$ .

Program Linier adalah masalah khusus dari pemodelan matematis. Kata “linier” memiliki arti bahwa seluruh masalah yang akan dimodelkan ke dalam bentuk matematis akan dijadikan bentuk fungsi linier. Kata “program” tidak mengacu kepada pemrograman dalam komputer, kata ini akan lebih tepat jika

disinonimkan dengan “perencanaan”. Jadi masalah program linier adalah aktivitas perencanaan untuk mendapatkan solusi yang optimal berdasarkan alternatif-alternatif yang ada. (Hillier & Lieberman, 1995)

### 2.3 Program Linier

Misalkan  $c_1, c_2, \dots, c_n$  adalah bilangan riil, lalu definisikan  $f$  adalah suatu fungsi dengan variabel riil  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$  maka:

$$f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + \dots + c_nx_n = \sum_{i=1}^n c_i x_i$$

disebut sebagai fungsi linier, sehingga untuk  $b \in \mathbb{R}$ , maka persamaan

$f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) = b$  disebut sebagai persamaan linier, dan pertidaksamaan

$f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) \geq b$  atau  $f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) \leq b$  disebut sebagai pertidaksamaan linier.

(Winston, 1995)

Masalah program linier secara umum adalah masalah riset operasi dimana didalamnya terdapat tiga elemen dasar yang penting yaitu:

1. Variabel keputusan
2. Fungsi obyektif
3. Kendala

(Taha, 1997)

Jika ditulis ke dalam bahasa matematis, maka masalah program linier dapat ditulis sebagai:

$$\text{Maksimum} \quad \mathbf{y} = \mathbf{c}^T \mathbf{x} \quad (2.1)$$

$$\text{Dengan syarat} \quad \mathbf{Ax} = \mathbf{b} \quad (2.2)$$

$$\mathbf{x} \geq \mathbf{0} \quad (2.3)$$

- Variabel keputusan adalah vektor  $\mathbf{x}$  dimana  $\mathbf{x} \in \mathbf{M}(n, 1)$
- Fungsi obyektif adalah  $f(\mathbf{x}) = \mathbf{c}^T \mathbf{x}$ ,  $\mathbf{c}$  adalah vektor biaya  $\mathbf{c} \in \mathbf{M}(n, 1)$  dimana  $\mathbf{c}^T$  adalah transpose dari  $\mathbf{c}$
- Kendalanya adalah  $\mathbf{Ax} = \mathbf{b}$  dan  $\mathbf{x} \geq \mathbf{0}$ ,  $\mathbf{A} \in \mathbf{M}(m, n)$  kendala pertama menandakan bahwa sumber yang dimiliki terbatas, lalu kendala kedua menandakan bahwa variabelnya tidak boleh negatif.

(Cameron, 1985)

Jika kendala pertama masih berupa pertidaksamaan  $\mathbf{Ax} \leq \mathbf{b}$  maka ubah pertidaksamaan tersebut menjadi persamaan dengan cara menambahkan variabel

baru, yaitu variabel slack  $s$ ,  $s \geq 0$ , sehingga kendala tersebut menjadi  $\mathbf{Ax} + \mathbf{s} = \mathbf{b}$ , dengan cara yang sama apabila kendalanya berupa  $\mathbf{Ax} \geq \mathbf{b}$  maka tambahkan dengan surplus variabel  $\mathbf{t}$ ,  $\mathbf{t} \geq 0$ , sehingga kendala tersebut berubah menjadi  $\mathbf{Ax} - \mathbf{t} = \mathbf{b}$ . Apabila semua kendala pertidaksamaan telah diubah ke dalam bentuk persamaan, maka kendala tersebut sudah mencapai bentuk standar (Cameron, 1985).

Himpunan nilai-nilai yang memenuhi kendala diatas, disebut sebagai solusi layak, atau solusi feasible, sedangkan solusi layak yang mengoptimalkan fungsi tujuan disebut sebagai solusi optimal (Hillier & Lieberman, 1995).

#### 2.4 Set Covering Problem

*Set Covering Problem* adalah bentuk khusus dari masalah program linier dimana kendala pada persamaan (2.2) berbentuk  $\mathbf{Ax} \geq \mathbf{1}$ , dengan

$\mathbf{A} \in \mathbf{M}(m, n)$ ,  $\mathbf{x}, \mathbf{1} \in \mathbb{R}^n$ . Secara umum *set covering problem* adalah suatu masalah program linier yang melibatkan sejumlah aktifitas dan karakteristik, dimana setiap aktifitas memiliki beberapa tetapi tidak semua karakteristik yang ada. Tujuan dari *set covering problem* ini adalah untuk menentukan aktifitas dengan biaya terkecil, yang memiliki *cover* setiap karakteristik paling sedikit sekali.

$$\text{Maksimum: } f(\mathbf{x}) = \mathbf{c}^T \mathbf{x} \quad (2.4)$$

$$\text{Dengan syarat } \mathbf{Ax} \geq \mathbf{1} \quad (2.5)$$

$$\mathbf{x} \geq \mathbf{0} \quad (2.6)$$

Pada kendala (2.5) apabila tanda ' $\geq$ ' diubah menjadi tanda ' $=$ ' maka permasalahan ini dinamakan *set partitioning problem* (Steinzen, 2007).

## **BAB 3**

### **MODEL PENJADWALAN BUS DAN PENGEMUDI SECARA BERSAMAAN DALAM SISTEM TRANSPORTASI PERKOTAAN**

Pada awal dari Bab ini pertama-tama akan dijelaskan mengenai istilah-istilah penting yang sering dipakai pada model penjadwalan bus dan pengemudi secara bersamaan dalam sistem transportasi perkotaan, setelah itu akan diberikan deskripsi masalah yang nantinya akan dipakai untuk memodelkan penjadwalan ini. Pada akhir bab 3 akan didapatkan model penjadwalan bus dan pengemudi secara bersamaan dalam sistem transportasi perkotaan dengan menggunakan asumsi-asumsi serta deskripsi masalah yang telah diberikan pada awal Bab 3.

#### **3.1 Deskripsi Masalah**

Bukanlah suatu hal yang mudah untuk mendeskripsikan permasalahan penjadwalan ini dalam kehidupan nyata. Hal ini dikarenakan biaya yang dikeluarkan oleh suatu perusahaan didasari pada banyak aspek, dan banyak pula kendala pada permasalahan ini yang juga memiliki kompleksitas yang tinggi. Dengan kata lain akan terdapat perbedaan pemodelan permasalahan yang mendasar pada dua perusahaan yang berbeda. Tetapi dalam bab ini akan dicari suatu model yang didalamnya terdapat kendala-kendala yang sesuai dengan kehidupan nyata.

Pertama-tama telah ada tabel yang berisi rute untuk bus, beserta dengan jadwal keberangkatannya. Berdasarkan tabel yang tetap ini bus dan pengemudinya akan dijadwalkan untuk satu hari kerja. Pada penjadwalan untuk aspek bus diasumsikan bahwa hanya terdapat satu depot dengan kendaraan-kendaraan yang homogen, sedangkan untuk aspek pengemudi terdapat beberapa tipe kerja untuk pengemudi, dimana pengemudinya mempunyai kesempatan sama, serta dapat ditugaskan dalam hari yang berbeda-beda.

Berikut ini akan diberikan beberapa istilah yang akan dipakai dalam permasalahan ini

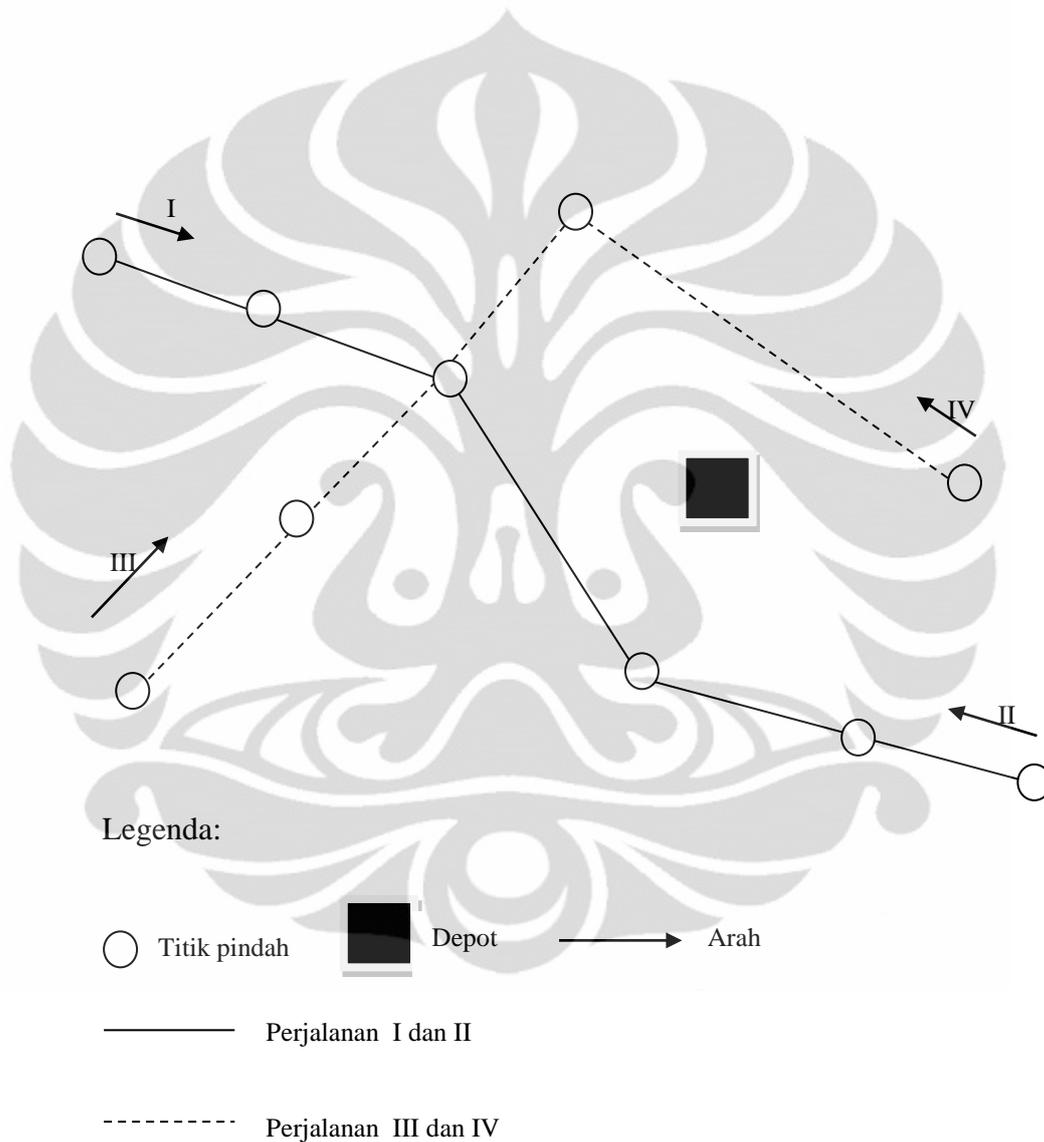
- “Depot” atau “pool” adalah gudang tempat menaruh bus ketika kendaraan telah selesai digunakan pada suatu hari.

- “Lokasi awal” (*start location*) dan “lokasi akhir” (*end location*) didefinisikan sebagai tempat keberangkatan dan tempat tujuan dari bus, dinotasikan dengan  $o^u$  dan  $d^u$
- “Rute” atau “garis” (*line*) dalam sistem kendaraan ditetapkan oleh suatu “lokasi awal” dan “lokasi akhir” dan beberapa “halte”. “rute” ini dilayani tergantung dari permintaan penumpang atau dilayani dengan frekuensi berbeda.
- “Halte” adalah suatu lokasi dimana penumpang dapat turun dari kendaraan atau naik kendaraan.
- “titik pindah” (*relief point*) adalah “halte” dimana terjadi pertukaran pengemudi. “Depot” dapat juga merupakan “titik pindah”.
- “Sub-perjalanan” (*d-trips*), didefinisikan sebagai beberapa barisan halte yang berurutan dari suatu rute, yang dibatasi oleh dua “titik pindah”.
- “Kekosongan” (*deadhead*), didefinisikan sebagai perjalanan bus tanpa penumpang.  
Contohnya adalah pada saat bus berangkat dari “depot” menuju “lokasi awal” suatu perjalanan, ataupun dari “lokasi akhir” kembali menuju depot. Diasumsikan “Kekosongan” antara dua” titik pindah” bukan bagian dari suatu solusi jika biaya lebih mahal dibandingkan dengan balik ke “depot” dimana pengemudi dapat beristirahat.

- “Berjalan” (*walking*), didefinisikan sebagai perjalanan seorang pengemudi untuk sampai pada titik pindah tertentu ataupun kembali ke “depot” tanpa mengemudikan bus.
- “Tugas” (*duty*) adalah pekerjaan harian yang dikerjakan oleh seorang pengemudi.
- “potongan pekerjaan” (*piece of work*) yang dinotasikan dengan  $p_p$  adalah himpunan dari tugas teratur (sub-perjalanan dan kekosongan) dikerjakan oleh beberapa pengemudi dalam bus yang sama.
- “Istirahat” (*break*) adalah waktu istirahat di antara dua “sub-perjalanan”. Istirahat ini memiliki batas minimum dan maksimum, yang masing-masing dinotasikan dengan  $b_{\min}$  dan  $b_{\max}$ .
- “Menunggu” (*wait*) merepresentasikan waktu tunggu apabila seorang pengemudi telah beristirahat di “depot” atau di “titik pindah” untuk menunggu pekerjaan berikutnya.
- “Jadwal bus terpublikasi”, adalah jadwal yang terdapat di setiap rute yang mendefinisikan kumpulan bus yang akan beroperasi dan menetapkan waktu awal, waktu akhir dan waktu tiba pada setiap halte.
- “Biaya operasional” adalah biaya yang dihitung berdasarkan bus dan pengemudinya, dimana biaya untuk bus dihitung berdasarkan bahan bakar, servis berkala, sedangkan untuk pengemudi dihitung berdasarkan upah pengemudi. Biaya ini biasanya proporsional terhadap panjangnya perjalanan yang ditempuh oleh sebuah bus dan lamanya pekerjaan yang dilakukan oleh seorang pengemudi. Diasumsikan bahwa biaya operasional dapat dicari terpisah untuk

setiap sub-perjalanan, kekosongan, dan berjalan. Lalu terdapat pula biaya tetap untuk masing-masing perjalanan.

Gambaran dari beberapa poin diatas akan diberikan pada gambar dibawah ini untuk lebih memperjelas istilah



Gambar 3. 1 Contoh rute dan perjalanan bus

Secara umum permasalahan satu depot, dengan tipe kendaraan yang homogen dalam suatu penjadwalan bus dan pengemudi dalam sistem transportasi perkotaan dapat didefinisikan sebagai berikut:

Jika diberikan himpunan perjalanan dimana masing-masing perjalanan dibagi menjadi beberapa sub-perjalanan, maka dicari biaya minimum untuk bus dan pengemudinya dengan syarat bahwa setiap perjalanan dikerjakan hanya oleh satu bus, serta setiap sub-perjalanan dan kekosongan dikerjakan hanya oleh seorang pengemudi. Diasumsikan bahwa jumlah pengemudi dan jumlah bus yang tersedia tidak terbatas.

### **3.2 Formula Matematika untuk Penjadwalan Bus dan Pengemudi dalam Sistem Transportasi Perkotaan**

Pada permasalahan penjadwalan pengemudi dan sistem transportasi perkotaan terdapat dua jaringan yang menjadi dasar penjadwalan, yaitu jaringan untuk bus dan jaringan untuk pengemudi. Pada tugas akhir ini, formulasi yang dilakukan adalah berdasarkan pada jaringan pengemudi, dengan jaringan untuk bus sudah terdapat didalamnya.

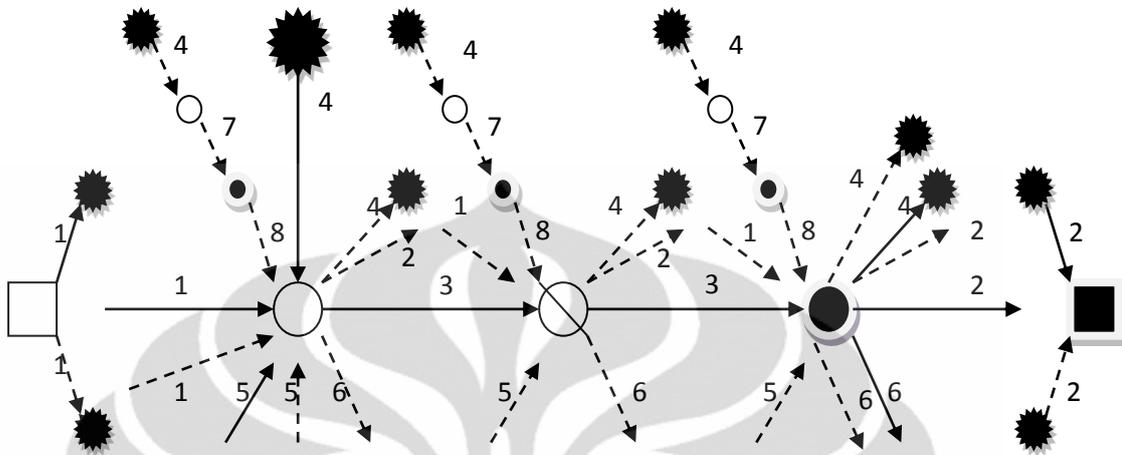
Dalam sub-bab ini akan dijelaskan mengenai formulasi matematika untuk permasalahan penjadwalan yang didasari pada dua struktur jaringan tersebut.

#### **3.2.1 Struktur Jaringan Pengemudi**

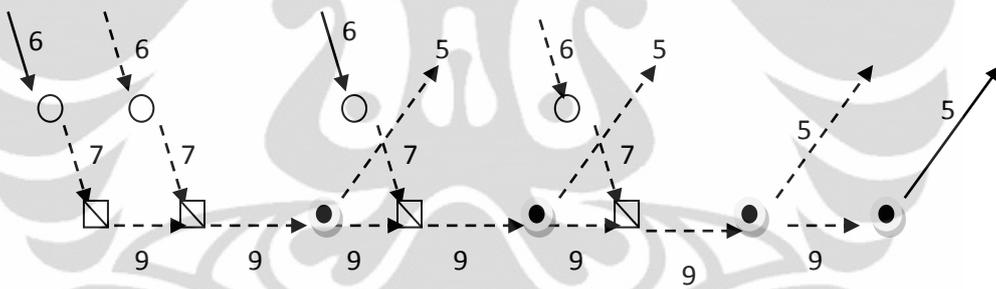
Pada bagian ini akan dibahas mengenai struktur jaringan dari pengemudi. Terdapat beberapa tipe tugas untuk pengemudi, misalkan  $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ , himpunan dari tipe tugas yang ada untuk suatu tipe tugas  $u \in U$  gambar 3.2 merepresentasikan jaringan untuk tipe tugas tersebut. Jika  $G^u = (N^u, A^u)$ ,  $u \in U$ , adalah jaringan yang merepresentasikan semua pekerjaan yang mungkin dilakukan untuk tugas tipe  $u$ , dimana  $N^u$  dan  $A^u$  adalah himpunan dari simpul dan busur maka jaringan ini merupakan jaringan waktu dan ruang dengan simpul merepresentasikan keadaan yang spesifik dalam ruang, sedangkan busur merepresentasikan kemungkinan perpindahan keadaan.

Jika  $\tau_i$  menotasikan waktu yang berhubungan dengan simpul ke- $i$ , dan  $\lambda_i$ , menyatakan lokasi pada simpul ke- $i$  serta  $w_{ij}$  menyatakan waktu tempuh dari simpul  $\lambda_i$  ke simpul  $\lambda_j$  dengan cara berjalan dan  $b_{ij}$  menyatakan waktu yang ditempuh dari simpul  $\lambda_i$  ke simpul  $\lambda_j$  dengan cara mengemudi, maka diasumsikan bahwa  $w_{ij} \geq b_{ij}$  untuk setiap simpul  $\lambda_i$  dan simpul  $\lambda_j$

Busur yang berkaitan dengan perjalanan



Busur yang berkaitan dengan istirahat pada depot



Legenda untuk busur:

- |                    |                     |             |            |                         |
|--------------------|---------------------|-------------|------------|-------------------------|
| 1. Mulai_pekerjaan | 4. Antar-perjalanan | 7.istirahat | —————>     | menyupir                |
| 2. Akhir_pekerjaan | 5. Dari_istirahat   | 8. p_p_baru | - - - - -> | berjalan atau istirahat |
| 3. Sub_perjalanan  | 6. Menuju_istirahat | 9. Menunggu | ★          | percabangan busur       |

Legenda untuk simpul

- |          |                    |                 |                   |
|----------|--------------------|-----------------|-------------------|
| □ Sumber | ○ mulai_perjalanan | ○ pindah        | ○ mulai_istirahat |
| ■ Akhir  | ● akhir_perjalanan | ◻ min_istirahat | ● akhir_istirahat |

Gambar 3. 2 Struktur Jaringan Pengemudi

Seperti yang dapat dilihat pada gambar 3.2 terdapat 8 tipe simpul di  $N^u$  yaitu: *sumber*, *akhir*, *mulai\_perjalanan*, *akhir\_perjalanan*, *pindah*, *mulai\_istirahat*, *akhir\_istirahat*, dan *min\_istirahat*, dan 9 tipe busur di  $A^U$  yaitu: *awal\_pekerjaan*, *akhir\_pekerjaan*, *sub\_perjalanan*, *antar\_perjalanan*, *sub\_perjalanan*, *antar\_perjalanan*, *dari\_istirahat*, *menuju\_istirahat*, *p\_p\_baru*, dan *menunggu*.

Berikut ini akan dijelaskan arti dari masing-masing simpul dan arti dari masing-masing busur:

8 tipe simpul:

1. *sumber* disimbolkan dengan  $o^u$ , adalah suatu simpul yang menyatakan tempat dimulainya suatu tugas, dan juga sekaligus sebagai waktu awal keberangkatan bus pada suatu hari. Hanya terdapat sebuah simpul *sumber*.
2. *akhir* disimbolkan dengan  $d^u$ , adalah suatu tempat dimana berakhirnya suatu tugas, dan juga sekaligus sebagai waktu kedatangan bus terakhir pada suatu hari. Hanya terdapat sebuah simpul *akhir*.
3. *mulai\_perjalanan*, adalah suatu simpul yang merepresentasikan tempat awal dari suatu perjalanan, dan juga merepresentasikan waktu yang tertulis pada jadwal bus terpublikasi.
4. *akhir\_perjalanan*, adalah suatu simpul yang merepresentasikan tempat akhir dari suatu perjalanan, dan juga merepresentasikan waktu yang tertulis pada jadwal bus terpublikasi.
5. *pindah*, adalah simpul yang merepresentasikan titik pindah, dimana pada simpul ini dibolehkan adanya pergantian pengemudi.
6. *mulai\_istirahat*, adalah simpul yang merepresentasikan mulainya waktu istirahat. Jika  $\tau_j$  adalah waktu *mulai\_istirahat* pada simpul ke  $j$  dan  $\tau_i$  adalah waktu *akhir\_perjalanan* pada simpul  $i$  maka  $\tau_j = \tau_i + \tau_{ij}$ , dimana nilai dari  $\tau_{ij}$  adalah  $b_{ij}$  atau  $w_{ij}$  hal ini tergantung dari pengemudi tersebut apakah untuk sampai ke simpul  $\lambda_j$  ia mengemudi atau berjalan.

7. *akhir\_istirahat*, adalah simpul yang merepresentasikan berakhirnya waktu istirahat. Jika  $\tau_i$  merepresentasikan waktu *akhir\_istirahat* pada simpul ke  $i$  maka  $\tau_i = \tau_j - \tau_{ij}$ , dimana  $\tau_j$  adalah waktu *mulai\_perjalanan* pada simpul ke  $j$ , sedangkan nilai dari  $\tau_{ij}$  adalah  $b_{ij}$  atau  $w_{ij}$  tergantung dari pengemudi tersebut apakah untuk sampai untuk sampai ke simpul  $\lambda_j$  ia *mengemudi* atau *berjalan*.
8. *min\_istirahat*, simpul ini merepresentasikan bahwa waktu minimum untuk istirahat telah tercapai. Jika  $\tau_j$  merepresentasikan *min\_istirahat* pada simpul ke-  $j$ , maka  $\tau_j = \tau_i + b_{min}$ , dimana  $\tau_i$  adalah *mulai\_istirahat*.

9 tipe busur:

1. *mulai\_pekerjaan* ( $o^u, j$ ), adalah busur yang menghubungkan simpul sumber  $o^u$  ke sembarang simpul  $j$ , (*mulai\_perjalanan*, *pindah*, atau *akhir\_perjalanan*). Busur ini juga merepresentasikan pergerakan awal seorang pengemudi, dimana pergerakan ini bisa dengan berjalan ataupun mengemudi
2. *akhir\_pekerjaan* ( $i, d^u$ ), adalah busur yang menghubungkan sembarang simpul  $i$  (*mulai\_perjalanan*, *pindah*, atau *akhir\_perjalanan*) ke suatu simpul akhir  $d^u$ . Busur ini juga merepresentasikan pergerakan terakhir dari seorang pengemudi, dimana pergerakan ini bisa dengan berjalan ataupun mengemudi.
3. *sub\_perjalanan*, adalah busur yang merupakan sub perjalanan untuk seorang pengemudi yang menghubungkan antara simpul  $i$  dan  $j$ . Semua busur dari sub perjalanan ini merepresentasikan pergerakan sebuah bus.
4. *antar\_perjalanan*, adalah busur yang merepresentasikan pergerakan suatu bus dari suatu titik pindah menuju titik pindah yang lain pada waktu yang spesifik. Untuk pergerakan suatu bus dari simpul  $i$  menuju simpul  $j$ , jika  $i$  adalah simpul *akhir\_perjalanan* dan  $j$  adalah simpul *mulai\_perjalanan*,

maka  $\tau_j - \tau_i \geq w_{ij}$ . Jika seorang pengemudi bergerak dari simpul  $i$  menuju simpul  $j$ , tetapi tidak termasuk dalam rute, yang kemudian diikuti dengan istirahat, maka  $\tau_m - \tau_j - b_{ij} \in [b_{min}, b_{max}]$  simpul  $i$  adalah sembarang simpul titik pindah (mulai\_perjalanan, pindah, atau akhir\_perjalanan) lalu simpul  $j$  adalah simpul mulai\_istirahat dan  $\tau_m$  adalah waktu dari akhir\_istirahat. Busur ini ada jika biaya perjalanan dari suatu titik pindah ke titik pindah lain lebih murah daripada kembali ke depot.

5. dari\_istirahat, busur ini menghubungkan simpul akhir\_istirahat  $i$  menuju sembarang simpul titik pindah  $j$  (mulai\_perjalanan, pindah, atau akhir\_perjalanan). Busur ini ada jika terdapat simpul titik pindah  $k$  (mulai\_perjalanan, pindah, atau akhir\_perjalanan) dimana berlaku  $\tau_j - \tau_k \geq \tau_{ki}^1 + \tau_{ij}^2 + b_{min}$ ,  $\tau_{ki}^1$  adalah  $b_{ki}$  jika  $k$  adalah sebuah akhir\_perjalanan,  $w_{ki}$  untuk yang lainnya. Sedangkan  $\tau_{ij}^2$  adalah  $b_{ij}$  jika pengemudi tersebut menggunakan bus dari simpul  $i$  ke simpul  $j$ ,  $w_{ij}$  untuk yang lainnya.
6. menuju\_istirahat, busur ini menghubungkan sembarang simpul titik pindah  $i$  (mulai\_perjalanan, pindah, atau akhir\_perjalanan) menuju simpul  $j$  yaitu simpul mulai\_istirahat. busur ini ada jika terdapat simpul titik pindah  $k$  (mulai\_perjalanan, pindah, atau akhir\_perjalanan) dimana berlaku  $\tau_k - \tau_i \geq \tau_{ij}^1 + \tau_{jk}^2 + b_{min}$ .  $\tau_{ij}^1$  adalah  $b_{ij}$  jika pengemudi tersebut menggunakan bus dari simpul  $i$  ke simpul  $j$ ,  $w_{ij}$  untuk yang lainnya. Sedangkan  $\tau_{jk}^2$  adalah  $b_{jk}$  jika simpul  $k$  adalah mulai\_perjalanan,  $w_{jk}$  untuk yang lainnya.
7. istirahat, busur ini merepresentasikan hubungan antara simpul  $i$  yaitu mulai\_istirahat dan simpul  $j$ , ada 2 kemungkinan untuk simpul  $j$ , pertama simpul  $j$  adalah simpul min\_istirahat jika hal ini yang terjadi maka  $(i,j)$  adalah adalah waktu istirahat minimum selama berada di titik pindah. Jika

$j$  adalah simpul akhir\_istirahat, maka waktu istirahat di titik pindah adalah waktu istirahat maksimum yang setelah itu langsung disambung oleh  $p\_p\_baru$ .

8.  $p\_p\_baru$ , busur ini merepresentasikan suatu pekerjaan baru yang harus dilakukan oleh seorang pengemudi, yang dilakukan setelah akhir\_istirahat.
9. menunggu, sesuai dengan namanya jika seorang pengemudi hanya menggunakan waktu istirahat yang minimum, maka hal berikutnya yang harus ia lakukan adalah menunggu.

Suatu biaya  $c_{ij}$  didefinisikan untuk setiap busur  $(i, j) \in A^u, u \in U$ . biaya  $c_{ij}$  ini dikenakan kepada setiap aliran (dalam hal ini bus) yang melewati setiap busur  $(i, j)$ . komposisi dari  $c_{ij}$  secara umum adalah biaya operasional untuk bus dan pengemudi, namun terkadang juga didalamnya terdapat biaya tetap untuk pengemudi. Biaya tetap untuk bus dimasukkan juga kedalam model, tapi menggunakan variabel yang berbeda. Lalu diasumsikan pula bahwa bus tanpa penumpang yang berada dalam depot tidak membutuhkan biaya.

Terdapat sebuah definisi tambahan untuk permasalahan ini, yaitu sumber daya. Definisikan  $R^u$  adalah himpunan dari sumber daya yang tersedia pada pekerjaan tipe  $u \in U$ . untuk setiap  $r \in R^u$  maka banyaknya sumber  $r$  yang dikonsumsi untuk suatu busur  $(i, j) \in A^u$  adalah  $t_{ij}^{ur}$ , dimana untuk setiap busur  $i$ , sumber daya  $r$  memiliki batas maksimum dan minimum, yang dinotasikan dengan  $a_i^{ur}$  dan  $b_i^{ur}$ .

### 3.2.2 Model Berdasarkan Jaringan Pengemudi.

Formula penyelesaian permasalahan yang akan diberikan dibawah ini belum sempurna, hal ini dikarenakan formula yang akan dibentuk hanya berdasarkan pada jaringan pengemudi, dan tidak pada jaringan bus, tetapi informasi untuk bus sudah terdapat pada penjadwalan pengemudi, sehingga diasumsikan bahwa hasil yang akan didapat akan sangat mendekati optimal.

Untuk menyelesaikan masalah penjadwalan berdasarkan jaringan pengemudi diperlukan pengertian berikut ini.

Definisikan:

- $V = \{v_1, v_2, v_3, \dots, v_m\}$  adalah himpunan busur sub-perjalanan.
- $W = \{w_1, w_2, w_3, \dots, w_q\}$  adalah himpunan dari perjalanan bus.
- $H = \{h_1, h_2, h_3, \dots, h_p\}$  adalah himpunan waktu mulai keberangkatan bus dari depot menuju titik pindah pada suatu awal perjalanan.
- $\Omega^u = \{\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_r\}$  adalah himpunan dari jalur yang mungkin di  $G^u$ ,  $u \in U$ .

Untuk memodelkan permasalahan penjadwalan ke suatu sistem matematika diperlukan notasi-notasi berikut ini.

Untuk setiap  $\rho \in \Omega^u$  terdapat biaya yang dinotasikan dengan  $c_\rho$ .

Terdapat variabel biner  $e_\rho^v$  dimana variabel tersebut bernilai 1 apabila pada jalur  $\rho$  terdapat sub-perjalanan  $v \in V$ , atau 0 untuk lainnya.

Variabel berikutnya adalah  $f_\rho^w$ , dimana variabel ini bernilai 1 jika akhir dari rute  $\rho$  adalah lokasi awal perjalanan  $w \in W$ , atau untuk 0 lainnya.

Variabel  $g_\rho^w$  bernilai 1 apabila awal dari jalur  $\rho$  adalah lokasi akhir perjalanan  $w \in W$ , atau 0 untuk lainnya.

$q_\rho^h$  bernilai 1 apabila jalur  $\rho$  mengandung pergerakan suatu bus dimana bus mulai bergerak pada waktu  $h \in H$ , atau sebelum dan sesudah setelah waktu  $h$ , dan 0 untuk lainnya.

Variabel  $\theta_\rho^u$ ,  $\rho \in \Omega^u$ ,  $u \in U$  bernilai 1 apabila seorang pengemudi ditugaskan ke dalam jalur  $\rho$ , atau 0 lainnya.

Variabel  $B$  digunakan untuk menunjukkan jumlah bus yang dibutuhkan agar semua perjalanan terpenuhi.

Permasalahan ini jika di modelkan ke dalam bentuk matematis adalah:

- Minimumkan biaya untuk seluruh perjalanan, berarti

$$\begin{aligned} \text{Minimum : } & cB + c_{\rho_1} \theta_{\rho_1}^{u_1} + c_{\rho_2} \theta_{\rho_2}^{u_1} + \dots + c_{\rho_r} \theta_{\rho_r}^{u_1} + c_{\rho_1} \theta_{\rho_1}^{u_2} + c_{\rho_2} \theta_{\rho_2}^{u_2} + \\ & \dots + c_{\rho_r} \theta_{\rho_r}^{u_2} + \dots + c_{\rho_r} \theta_{\rho_r}^{u_n} + c_{\rho_1} \theta_{\rho_1}^{u_n} + c_{\rho_2} \theta_{\rho_2}^{u_n} + \dots + c_{\rho_r} \theta_{\rho_r}^{u_n} = cB + \\ & \sum_{u \in U} \sum_{\rho \in \Omega^u} c_{\rho} \theta_{\rho}^u \end{aligned}$$

- Syarat-syaratnya:

- Setiap sub-perjalanan harus dikerjakan tepat oleh seorang pengemudi, berarti:

$$e_{\rho_1}^{v_1} \theta_{\rho_1}^{u_1} + e_{\rho_2}^{v_1} \theta_{\rho_2}^{u_1} + \dots + e_{\rho_r}^{v_1} \theta_{\rho_r}^{u_1} + e_{\rho_1}^{v_1} \theta_{\rho_1}^{u_2} + e_{\rho_2}^{v_1} \theta_{\rho_2}^{u_2} + \dots +$$

$$e_{\rho_r}^{v_1} \theta_{\rho_r}^{u_2} + \dots + e_{\rho_1}^{v_1} \theta_{\rho_1}^{u_n} + e_{\rho_2}^{v_1} \theta_{\rho_2}^{u_n} + \dots + e_{\rho_r}^{v_1} \theta_{\rho_r}^{u_n} = 1$$

$$e_{\rho_1}^{v_2} \theta_{\rho_1}^{u_1} + e_{\rho_2}^{v_2} \theta_{\rho_2}^{u_1} + \dots + e_{\rho_r}^{v_2} \theta_{\rho_r}^{u_1} + e_{\rho_1}^{v_2} \theta_{\rho_1}^{u_2} + e_{\rho_2}^{v_2} \theta_{\rho_2}^{u_2} + \dots +$$

$$e_{\rho_r}^{v_2} \theta_{\rho_r}^{u_2} + \dots + e_{\rho_1}^{v_2} \theta_{\rho_1}^{u_n} + e_{\rho_2}^{v_2} \theta_{\rho_2}^{u_n} + \dots + e_{\rho_r}^{v_2} \theta_{\rho_r}^{u_n} = 1$$

⋮

⋮

⋮

⋮

⋮

⋮

⋮

⋮

⋮

$$e_{\rho_1}^{v_n} \theta_{\rho_1}^{u_1} + e_{\rho_2}^{v_n} \theta_{\rho_2}^{u_1} + \dots + e_{\rho_r}^{v_n} \theta_{\rho_r}^{u_1} + e_{\rho_1}^{v_n} \theta_{\rho_1}^{u_2} + e_{\rho_2}^{v_n} \theta_{\rho_2}^{u_2} + \dots +$$

$$e_{\rho_r}^{v_n} \theta_{\rho_r}^{u_2} + \dots + e_{\rho_1}^{v_n} \theta_{\rho_1}^{u_n} + e_{\rho_2}^{v_n} \theta_{\rho_2}^{u_n} + \dots + e_{\rho_r}^{v_n} \theta_{\rho_r}^{u_n} = 1$$

Persamaan diatas dapat kita ringkas menjadi:

$$\sum_{u \in U} \sum_{\rho \in \Omega^u} e_{\rho}^v \theta_{\rho}^u = 1 \quad \forall v \in V$$

- Setiap bus harus tiba pada setiap lokasi awal dari suatu perjalanan, berarti

$$f_{\rho_1}^{w_1} \theta_{\rho_1}^{u_1} + f_{\rho_2}^{w_1} \theta_{\rho_2}^{u_1} + \dots + f_{\rho_r}^{w_1} \theta_{\rho_r}^{u_1} + f_{\rho_1}^{w_1} \theta_{\rho_1}^{u_2} + f_{\rho_2}^{w_1} \theta_{\rho_2}^{u_2} + \dots + f_{\rho_r}^{w_1} \theta_{\rho_r}^{u_2} + \dots + f_{\rho_1}^{w_1} \theta_{\rho_1}^{u_n} + f_{\rho_2}^{w_1} \theta_{\rho_2}^{u_n} + \dots + f_{\rho_r}^{w_1} \theta_{\rho_r}^{u_n} = 1$$

$$f_{\rho_1}^{w_2} \theta_{\rho_1}^{u_1} + f_{\rho_2}^{w_2} \theta_{\rho_2}^{u_1} + \dots + f_{\rho_r}^{w_2} \theta_{\rho_r}^{u_1} + f_{\rho_1}^{w_2} \theta_{\rho_1}^{u_2} + f_{\rho_2}^{w_2} \theta_{\rho_2}^{u_2} + \dots + f_{\rho_r}^{w_2} \theta_{\rho_r}^{u_2} + \dots + f_{\rho_1}^{w_2} \theta_{\rho_1}^{u_n} + f_{\rho_2}^{w_2} \theta_{\rho_2}^{u_n} + \dots + f_{\rho_r}^{w_2} \theta_{\rho_r}^{u_n} = 1$$

.

.

.

.

.

.

.

$$f_{\rho_1}^{w_q} \theta_{\rho_1}^{u_1} + f_{\rho_2}^{w_q} \theta_{\rho_2}^{u_1} + \dots + f_{\rho_r}^{w_q} \theta_{\rho_r}^{u_1} + f_{\rho_1}^{w_q} \theta_{\rho_1}^{u_2} + f_{\rho_2}^{w_q} \theta_{\rho_2}^{u_2} + \dots + f_{\rho_r}^{w_q} \theta_{\rho_r}^{u_2} + \dots + f_{\rho_1}^{w_q} \theta_{\rho_1}^{u_n} + f_{\rho_2}^{w_q} \theta_{\rho_2}^{u_n} + \dots + f_{\rho_r}^{w_q} \theta_{\rho_r}^{u_n} = 1$$

Persamaan diatas dapat kita ringkas menjadi:

$$\sum_{u \in U} \sum_{\rho \in \Omega^u} f_{\rho}^w \theta_{\rho}^u = 1 \quad \forall w \in W$$

➤ Setiap bus harus pergi dari lokasi akhir suatu perjalanan, berarti:

$$g_{\rho_1}^{w_1} \theta_{\rho_1}^{u_1} + g_{\rho_2}^{w_1} \theta_{\rho_2}^{u_1} + \dots + g_{\rho_r}^{w_1} \theta_{\rho_r}^{u_1} + g_{\rho_1}^{w_1} \theta_{\rho_1}^{u_2} + g_{\rho_2}^{w_1} \theta_{\rho_2}^{u_2} + \dots + g_{\rho_r}^{w_1} \theta_{\rho_r}^{u_2} + \dots + g_{\rho_1}^{w_1} \theta_{\rho_1}^{u_n} + g_{\rho_2}^{w_1} \theta_{\rho_2}^{u_n} + \dots + g_{\rho_r}^{w_1} \theta_{\rho_r}^{u_n} = 1$$

$$g_{\rho_1}^{w_2} \theta_{\rho_1}^{u_1} + g_{\rho_2}^{w_2} \theta_{\rho_2}^{u_1} + \dots + g_{\rho_r}^{w_2} \theta_{\rho_r}^{u_1} + g_{\rho_1}^{w_2} \theta_{\rho_1}^{u_2} + g_{\rho_2}^{w_2} \theta_{\rho_2}^{u_2} + \dots + g_{\rho_r}^{w_2} \theta_{\rho_r}^{u_2} + \dots + g_{\rho_1}^{w_2} \theta_{\rho_1}^{u_n} + g_{\rho_2}^{w_2} \theta_{\rho_2}^{u_n} + \dots + g_{\rho_r}^{w_2} \theta_{\rho_r}^{u_n} = 1$$

.

.

.

$$\begin{aligned}
 & \cdot \\
 & \cdot \\
 & \cdot \\
 & \cdot \\
 & g_{\rho_1}^{w_q} \theta_{\rho_1}^{u_1} + g_{\rho_2}^{w_q} \theta_{\rho_2}^{u_1} + \dots + g_{\rho_r}^{w_q} \theta_{\rho_r}^{u_1} + g_{\rho_1}^{w_q} \theta_{\rho_1}^{u_2} + g_{\rho_2}^{w_q} \theta_{\rho_2}^{u_2} + \dots + \\
 & g_{\rho_r}^{w_q} \theta_{\rho_r}^{u_2} + \dots + g_{\rho_1}^{w_q} \theta_{\rho_1}^{u_n} + g_{\rho_2}^{w_q} \theta_{\rho_2}^{u_n} + \dots + g_{\rho_r}^{w_q} \theta_{\rho_r}^{u_n} = 1
 \end{aligned}$$

Persamaan diatas dapat kita ringkas menjadi:

$$\sum_{u \in U} \sum_{\rho \in \Omega^u} g_{\rho}^w \theta_{\rho}^u = 1 \quad \forall w \in W$$

- Banyaknya bus yang dipakai (dalam sub-perjalanan ataupun kekosongan) pada keberangkatan  $h$  tidak boleh melebihi jumlah bus yang ada, berarti:

$$\begin{aligned}
 & q_{\rho_1}^{h_1} \theta_{\rho_1}^{u_1} + q_{\rho_2}^{h_1} \theta_{\rho_2}^{u_1} + \dots + q_{\rho_r}^{h_1} \theta_{\rho_r}^{u_1} + q_{\rho_1}^{h_1} \theta_{\rho_1}^{u_2} + q_{\rho_2}^{h_1} \theta_{\rho_2}^{u_2} + \dots + \\
 & q_{\rho_r}^{h_1} \theta_{\rho_r}^{u_2} + \dots + q_{\rho_1}^{h_1} \theta_{\rho_1}^{u_n} + q_{\rho_2}^{h_1} \theta_{\rho_2}^{u_n} + \dots + q_{\rho_r}^{h_1} \theta_{\rho_r}^{u_n} \leq B
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & q_{\rho_1}^{h_2} \theta_{\rho_1}^{u_1} + q_{\rho_2}^{h_2} \theta_{\rho_2}^{u_1} + \dots + q_{\rho_r}^{h_2} \theta_{\rho_r}^{u_1} + q_{\rho_1}^{h_2} \theta_{\rho_1}^{u_2} + q_{\rho_2}^{h_2} \theta_{\rho_2}^{u_2} + \dots + \\
 & q_{\rho_r}^{h_2} \theta_{\rho_r}^{u_2} + \dots + q_{\rho_1}^{h_2} \theta_{\rho_1}^{u_n} + q_{\rho_2}^{h_2} \theta_{\rho_2}^{u_n} + \dots + q_{\rho_r}^{h_2} \theta_{\rho_r}^{u_n} \leq B
 \end{aligned}$$

\cdot  
 \cdot  
 \cdot  
 \cdot  
 \cdot  
 \cdot  
 \cdot  
 \cdot

$$q_{\rho_1}^{h_p} \theta_{\rho_1}^{u_1} + q_{\rho_2}^{h_p} \theta_{\rho_2}^{u_1} + \dots + q_{\rho_r}^{h_p} \theta_{\rho_r}^{u_1} + q_{\rho_1}^{h_p} \theta_{\rho_1}^{u_2} + q_{\rho_2}^{h_p} \theta_{\rho_2}^{u_2} + \dots + q_{\rho_r}^{h_p} \theta_{\rho_r}^{u_2} + \dots + q_{\rho_1}^{h_p} \theta_{\rho_1}^{u_n} + q_{\rho_2}^{h_p} \theta_{\rho_2}^{u_n} + \dots + q_{\rho_r}^{h_p} \theta_{\rho_r}^{u_n} \leq B$$

Persamaan diatas dapat kita ringkas menjadi:

$$\sum_{u \in U} \sum_{\rho \in \Omega^u} q_{\rho}^h \theta_{\rho}^u \leq B \quad \forall h \in H$$

Jadi, model masalah ini adalah:

$$\text{Min :} \quad cB + \sum_{u \in U} \sum_{\rho \in \Omega^u} c_{\rho} \theta_{\rho}^u \quad (3.1)$$

$$\text{d.s :} \quad \sum_{u \in U} \sum_{\rho \in \Omega^u} e_{\rho}^v \theta_{\rho}^u = 1 \quad \forall v \in V \quad (3.2)$$

$$\sum_{u \in U} \sum_{\rho \in \Omega^u} f_{\rho}^w \theta_{\rho}^u = 1 \quad \forall w \in W \quad (3.3)$$

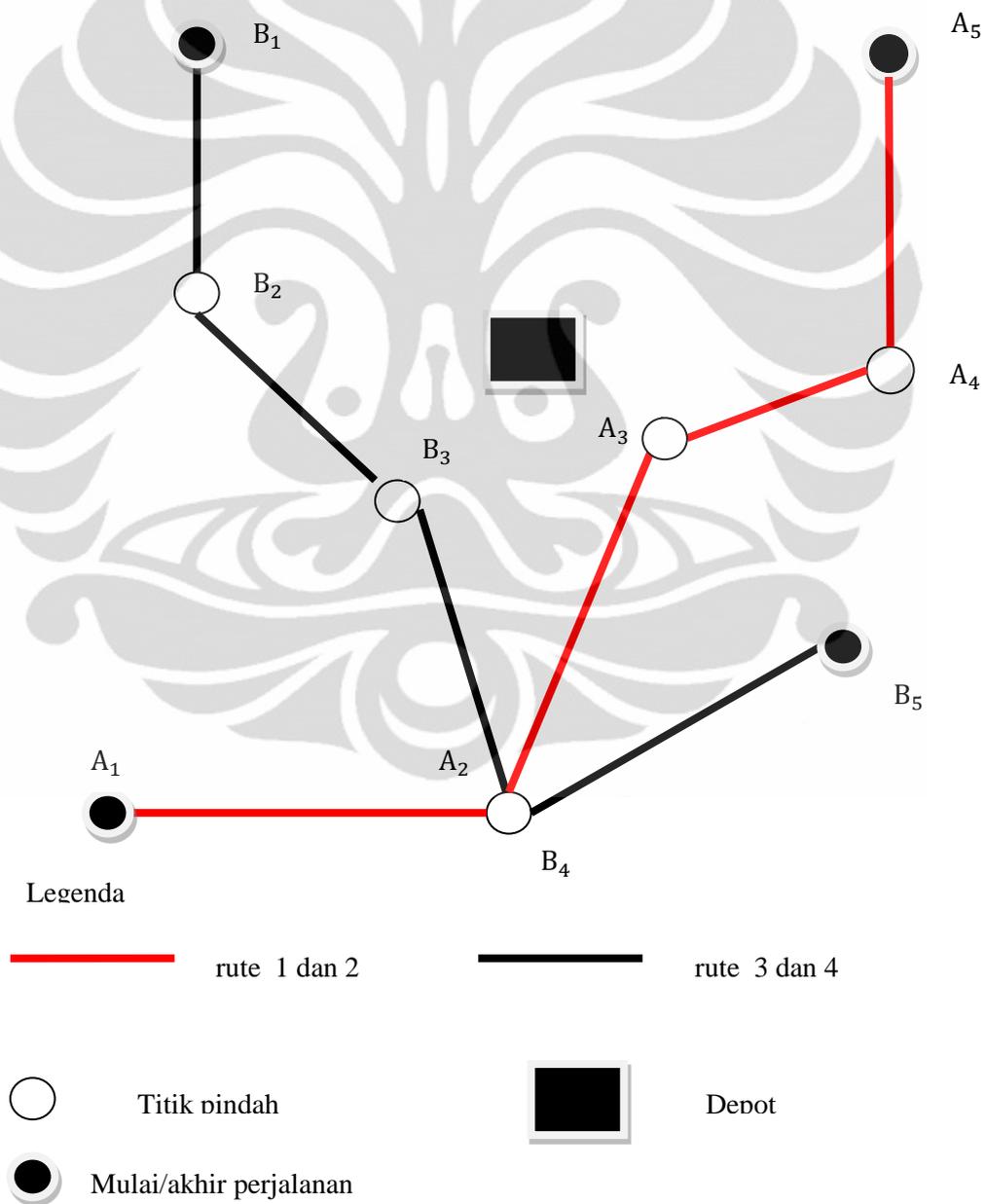
$$\sum_{u \in U} \sum_{\rho \in \Omega^u} g_{\rho}^w \theta_{\rho}^u = 1 \quad \forall w \in W \quad (3.4)$$

$$\sum_{u \in U} \sum_{\rho \in \Omega^u} q_{\rho}^h \theta_{\rho}^u \leq B \quad \forall h \in H \quad (3.5)$$

$$\theta_{\rho}^u \in \{0,1\} \quad \forall u \in U, \forall \rho \in \Omega^u \quad (3.6)$$

**BAB 4**  
**VARIABEL-VARIABEL PADA MODEL PENJADWALAN BUS DAN**  
**PENGEMUDI SECARA BERSAMAAN DALAM SISTEM**  
**TRANSPORTASI PERKOTAAN**

Tujuan utama pada Bab ini adalah, memberikan contoh-contoh dari variabel-variabel yang ada pada persamaan (3.1)-(3.6). pertama-tama diasumsikan terdapat jalur bus seperti pada gambar 4.1 .



Gambar 4. 1 Rute perjalanan untuk bab 4

Seperti yang dapat dilihat pada gambar 4.1 terdapat 2 jalur dengan 4 rute (1 jalur 2 rute) dimana jalur pertama adalah jalur A, lalu jalur kedua adalah jalur B.

Diasumsikan waktu perjalanan dari simpul  $A_1 - A_2 - A_3 - A_4 - A_5$  masing-masing adalah 15, 20, 15, dan 20 menit. Lalu dari simpul  $B_1 - B_2 - B_3 - B_4 - B_5$  adalah 10, 10, 15, dan 15 menit.

Diasumsikan keberangkatan pertama pada awal keberangkatan terjadi pada pukul  $5^{00}$ , sedangkan bus terakhir sampai pada akhir perjalanan pada pukul  $22^{00}$ . Terakhir keberangkatan pertama pada pukul  $4^{20}$ .

Tabel keberangkatan akan diberikan di lampiran.

Berikutnya akan diberikan tabel kekosongan dari depot menuju Simpul.

Tabel 4. 1: kekosongan dari depot menuju simpul

	Depot
$A_1$	30 menit
$A_2$	20 menit
$A_3$	5 menit
$A_4$	20 menit
$A_5$	40 menit
$B_1$	20 menit
$B_2$	15 menit
$B_3$	5 menit
$B_4$	20 menit
$B_5$	25 menit

Diasumsikan bahwa berjalan memakan waktu lebih lama 10 menit daripada memakai bus (kekosongan).

Ada 2 macam tipe tugas untuk seorang pengemudi, yaitu tipe normal dan tipe tripper. Pada tipe normal seorang pengemudi memiliki waktu untuk bertugas selama 10 jam, dimana waktu 10 jam tersebut terdiri dari  $\pm 8$  jam mengemudi dan  $\pm 2$  jam untuk beristirahat. Sedangkan untuk tipe tripper seorang pengemudi memiliki waktu tugas sebanyak  $\pm 4$  jam dengan istirahat sebanyak  $\pm 1$  jam. Berikut ini tabel pekerjaan untuk masing- masing tipe tugas dan shift.

Tabel 4. 2: Jadwal dan jam kerja untuk masing-masing tipe tugas

Shift \ Tipe tugas	Normal	Tripper
1	Mengemudi: $5^{00} - 9^{00}, 10^{00} - 12^{00}$ $13^{00} - 15^{00}$ Istirahat: $9^{00} - 10^{00},$ $12^{00} - 13^{00}$	Mengemudi: $9^{00} - 11^{00}$ $12^{00} - 14^{00}$ Istirahat: $11^{00} - 12^{00}$
2	Mengemudi: $12^{00} - 14^{00},$ $15^{00} - 17^{00}$ $18^{00} - 22^{00}$ Istirahat: $14^{00} - 15^{00}$ $17^{00} - 18^{00}$	Mengemudi: $14^{00} - 16^{00}$ $17^{00} - 19^{00}$ Istirahat: $16^{00} - 17^{00}$

Gaji untuk pengemudi adalah Rp. 10.000,00 per jam + uang konsumsi Rp. 2000,00 per jam.

Diasumsikan bahwa biaya operasional bus dan pengemudi permenit adalah Rp. 1.000,00 sehingga dalam 1 jam seluruh biaya yang dibutuhkan adalah Rp.60.000,00 atau dalam sebulan membutuhkan biaya Rp. 1.020.000,00. Sedangkan biaya tetap bus perhari adalah Rp.10.000,00.

Pada permasalahan diatas terlihat bahwa:

- $V = \{v_1, v_2, \dots, v_{1552}\}$

Perhitungan  $v$  dilakukan dengan cara menghitung berapa banyak perjalanan dari  $A_i$  ke  $A_j$  atau dari  $B_i$  ke  $B_j$ , sebagai contoh :

$$A_1 - A_2 \text{ pada jam } 5^{00} - 5^{15}: v_1$$

$A_1 - A_2$  pada jam  $5^{10} - 5^{25}$ :  $v_2$

$A_1 - A_2$  pada jam  $5^{20} - 5^{35}$ :  $v_3$

.

.

$A_2 - A_3$  pada jam  $5^{15} - 5^{35}$ :  $v_{97}$

dan seterusnya.

- $W = \{w_1, w_2, \dots, w_{388}\}$

Perhitungan  $w$  dilakukan dengan cara menghitung berapa banyak perjalanan dari terminal ke terminal ( $A_1 - A_5$ ;  $A_5 - A_1$ ;  $B_1 - B_5$ ;  $B_5 - B_1$ ) atau dengan kata lain cukup menghitung berapa banyak baris yang ada pada tabel tersebut.

Sebagai contoh:

$A_1 - A_2 - A_3 - A_4 - A_5$  pada jam  $5^{00} - 5^{15} - 5^{35} - 5^{50} - 6^{10}$ :  $w_1$

$A_1 - A_2 - A_3 - A_4 - A_5$  pada jam  $5^{10} - 5^{25} - 5^{45} - 6^{00} - 7^{10}$ :  $w_2$

.

.

.

$A_5 - A_4 - A_3 - A_2 - A_1$  pada jam  $5^{00} - 5^{15} - 5^{35} - 5^{50} - 6^{10}$ :  $w_{97}$

dan seterusnya.

- $H = \{h_1, h_2, \dots, h_{24}\}$

Perhitungan  $h$  dilakukan dengan cara sebagai berikut:

Bus ke	A <sub>1</sub>	-	A <sub>2</sub>	-	A <sub>3</sub>	-	A <sub>4</sub>	-	A <sub>5</sub>
1	5 <sup>00</sup>	-	5 <sup>15</sup>	-	5 <sup>35</sup>	-	5 <sup>50</sup>	-	6 <sup>10</sup>
2	5 <sup>10</sup>	-	5 <sup>25</sup>	-	5 <sup>45</sup>	-	6 <sup>00</sup>	-	6 <sup>20</sup>
3	5 <sup>20</sup>	-	5 <sup>35</sup>	-	5 <sup>55</sup>	-	6 <sup>10</sup>	-	6 <sup>30</sup>
4	5 <sup>30</sup>	-	5 <sup>45</sup>	-	6 <sup>05</sup>	-	6 <sup>20</sup>	-	6 <sup>40</sup>
5	5 <sup>40</sup>	-	5 <sup>55</sup>	-	6 <sup>15</sup>	-	6 <sup>30</sup>	-	6 <sup>50</sup>
6	5 <sup>50</sup>	-	6 <sup>05</sup>	-	6 <sup>25</sup>	-	6 <sup>40</sup>	-	7 <sup>00</sup>
7	6 <sup>00</sup>	-	6 <sup>15</sup>	-	6 <sup>35</sup>	-	6 <sup>50</sup>	-	7 <sup>10</sup>
8	6 <sup>10</sup>	-	6 <sup>25</sup>	-	6 <sup>45</sup>	-	7 <sup>00</sup>	-	7 <sup>20</sup>

9	6 <sup>20</sup>	-	6 <sup>35</sup>	-	6 <sup>55</sup>	-	7 <sup>10</sup>	-	7 <sup>30</sup>
10	6 <sup>30</sup>	-	6 <sup>45</sup>	-	7 <sup>05</sup>	-	7 <sup>20</sup>	-	7 <sup>40</sup>
11	6 <sup>40</sup>	-	6 <sup>55</sup>	-	7 <sup>15</sup>	-	7 <sup>30</sup>	-	7 <sup>50</sup>
12	6 <sup>50</sup>	-	7 <sup>05</sup>	-	7 <sup>25</sup>	-	7 <sup>40</sup>	-	8 <sup>00</sup>
13	7 <sup>00</sup>	-	7 <sup>15</sup>	-	7 <sup>35</sup>	-	7 <sup>50</sup>	-	8 <sup>10</sup>
14	7 <sup>10</sup>	-	7 <sup>25</sup>	-	7 <sup>45</sup>	-	8 <sup>00</sup>	-	8 <sup>20</sup>
1	7 <sup>20</sup>	-	7 <sup>35</sup>	-	7 <sup>55</sup>	-	8 <sup>10</sup>	-	8 <sup>30</sup>
2	7 <sup>30</sup>	-	7 <sup>45</sup>	-	8 <sup>05</sup>	-	8 <sup>20</sup>	-	8 <sup>40</sup>
dan seterusnya									

<b>Bus ke</b>	<b>A<sub>5</sub></b>	-	<b>A<sub>4</sub></b>	-	<b>A<sub>3</sub></b>	-	<b>A<sub>2</sub></b>	-	<b>A<sub>1</sub></b>
8	5 <sup>00</sup>	-	5 <sup>20</sup>	-	5 <sup>35</sup>	-	5 <sup>55</sup>	-	6 <sup>10</sup>
9	5 <sup>10</sup>	-	5 <sup>30</sup>	-	5 <sup>45</sup>	-	6 <sup>05</sup>	-	6 <sup>20</sup>
10	5 <sup>20</sup>	-	5 <sup>40</sup>	-	5 <sup>55</sup>	-	6 <sup>15</sup>	-	6 <sup>30</sup>
11	5 <sup>30</sup>	-	5 <sup>50</sup>	-	6 <sup>05</sup>	-	6 <sup>25</sup>	-	6 <sup>40</sup>
12	5 <sup>40</sup>	-	6 <sup>00</sup>	-	6 <sup>15</sup>	-	6 <sup>35</sup>	-	6 <sup>50</sup>
13	5 <sup>50</sup>	-	6 <sup>10</sup>	-	6 <sup>25</sup>	-	6 <sup>45</sup>	-	7 <sup>00</sup>
14	6 <sup>00</sup>	-	6 <sup>20</sup>	-	6 <sup>35</sup>	-	6 <sup>55</sup>	-	7 <sup>10</sup>
1	6 <sup>10</sup>	-	6 <sup>30</sup>	-	6 <sup>45</sup>	-	7 <sup>05</sup>	-	7 <sup>20</sup>
2	6 <sup>20</sup>	-	6 <sup>40</sup>	-	6 <sup>55</sup>	-	7 <sup>15</sup>	-	7 <sup>30</sup>
3	6 <sup>30</sup>	-	6 <sup>50</sup>	-	7 <sup>05</sup>	-	7 <sup>25</sup>	-	7 <sup>40</sup>
4	6 <sup>40</sup>	-	7 <sup>00</sup>	-	7 <sup>15</sup>	-	7 <sup>35</sup>	-	7 <sup>50</sup>
5	6 <sup>50</sup>	-	7 <sup>10</sup>	-	7 <sup>25</sup>	-	7 <sup>45</sup>	-	8 <sup>00</sup>
6	7 <sup>00</sup>	-	7 <sup>20</sup>	-	7 <sup>35</sup>	-	7 <sup>55</sup>	-	8 <sup>10</sup>
7	7 <sup>10</sup>	-	7 <sup>30</sup>	-	7 <sup>45</sup>	-	8 <sup>05</sup>	-	8 <sup>20</sup>
8	7 <sup>20</sup>	-	7 <sup>40</sup>	-	7 <sup>55</sup>	-	8 <sup>15</sup>	-	8 <sup>30</sup>
dan seterusnya									

<b>Bus ke</b>	<b>B<sub>1</sub></b>	-	<b>B<sub>2</sub></b>	-	<b>B<sub>3</sub></b>	-	<b>B<sub>4</sub></b>	-	<b>B<sub>5</sub></b>
15	5 <sup>00</sup>	-	5 <sup>10</sup>	-	5 <sup>20</sup>	-	5 <sup>35</sup>	-	5 <sup>50</sup>

16	5 <sup>10</sup>	-	5 <sup>20</sup>	-	5 <sup>30</sup>	-	5 <sup>45</sup>	-	6 <sup>00</sup>
17	5 <sup>20</sup>	-	5 <sup>30</sup>	-	5 <sup>40</sup>	-	5 <sup>55</sup>	-	6 <sup>10</sup>
18	5 <sup>30</sup>	-	5 <sup>40</sup>	-	5 <sup>50</sup>	-	6 <sup>05</sup>	-	6 <sup>20</sup>
19	5 <sup>40</sup>	-	5 <sup>50</sup>	-	6 <sup>00</sup>	-	6 <sup>15</sup>	-	6 <sup>30</sup>
20	5 <sup>50</sup>	-	6 <sup>00</sup>	-	6 <sup>10</sup>	-	6 <sup>25</sup>	-	6 <sup>40</sup>
21	6 <sup>00</sup>	-	6 <sup>10</sup>	-	6 <sup>20</sup>	-	6 <sup>35</sup>	-	6 <sup>50</sup>
22	6 <sup>10</sup>	-	6 <sup>20</sup>	-	6 <sup>30</sup>	-	6 <sup>45</sup>	-	7 <sup>00</sup>
23	6 <sup>20</sup>	-	6 <sup>30</sup>	-	6 <sup>40</sup>	-	6 <sup>55</sup>	-	7 <sup>10</sup>
24	6 <sup>30</sup>	-	6 <sup>40</sup>	-	6 <sup>50</sup>	-	7 <sup>05</sup>	-	7 <sup>20</sup>
15	6 <sup>40</sup>	-	6 <sup>50</sup>	-	7 <sup>00</sup>	-	7 <sup>15</sup>	-	7 <sup>30</sup>
16	6 <sup>50</sup>	-	7 <sup>00</sup>	-	7 <sup>10</sup>	-	7 <sup>25</sup>	-	7 <sup>40</sup>
17	7 <sup>00</sup>	-	7 <sup>10</sup>	-	7 <sup>20</sup>	-	7 <sup>35</sup>	-	7 <sup>50</sup>
18	7 <sup>10</sup>	-	7 <sup>20</sup>	-	7 <sup>30</sup>	-	7 <sup>45</sup>	-	8 <sup>00</sup>
dan seterusnya									

<b>Bus ke</b>	<b>B<sub>5</sub></b>	-	<b>B<sub>4</sub></b>	-	<b>B<sub>3</sub></b>	-	<b>B<sub>2</sub></b>	-	<b>B<sub>1</sub></b>
20	5 <sup>00</sup>	-	5 <sup>15</sup>	-	5 <sup>30</sup>	-	5 <sup>40</sup>	-	5 <sup>50</sup>
21	5 <sup>10</sup>	-	5 <sup>25</sup>	-	5 <sup>40</sup>	-	5 <sup>50</sup>	-	6 <sup>00</sup>
22	5 <sup>20</sup>	-	5 <sup>35</sup>	-	5 <sup>50</sup>	-	6 <sup>00</sup>	-	6 <sup>10</sup>
23	5 <sup>30</sup>	-	5 <sup>45</sup>	-	6 <sup>00</sup>	-	6 <sup>10</sup>	-	6 <sup>20</sup>
24	5 <sup>40</sup>	-	5 <sup>55</sup>	-	6 <sup>10</sup>	-	6 <sup>20</sup>	-	6 <sup>30</sup>
15	5 <sup>50</sup>	-	6 <sup>05</sup>	-	6 <sup>20</sup>	-	6 <sup>30</sup>	-	6 <sup>40</sup>
16	6 <sup>00</sup>	-	6 <sup>15</sup>	-	6 <sup>30</sup>	-	6 <sup>40</sup>	-	6 <sup>50</sup>
17	6 <sup>10</sup>	-	6 <sup>25</sup>	-	6 <sup>40</sup>	-	6 <sup>50</sup>	-	7 <sup>00</sup>
18	6 <sup>20</sup>	-	6 <sup>35</sup>	-	6 <sup>50</sup>	-	7 <sup>00</sup>	-	7 <sup>10</sup>
19	6 <sup>30</sup>	-	6 <sup>45</sup>	-	7 <sup>00</sup>	-	7 <sup>10</sup>	-	7 <sup>20</sup>
20	6 <sup>40</sup>	-	6 <sup>55</sup>	-	7 <sup>10</sup>	-	7 <sup>20</sup>	-	7 <sup>30</sup>
21	6 <sup>50</sup>	-	7 <sup>05</sup>	-	7 <sup>20</sup>	-	7 <sup>30</sup>	-	7 <sup>40</sup>
22	7 <sup>00</sup>	-	7 <sup>15</sup>	-	7 <sup>30</sup>	-	7 <sup>40</sup>	-	7 <sup>50</sup>

23	$7^{10}$	-	$7^{25}$	-	$7^{40}$	-	$7^{50}$	-	$8^{00}$
24	$7^{20}$	-	$7^{35}$	-	$7^{50}$	-	$8^{00}$	-	$8^{10}$
15	$7^{30}$	-	$7^{45}$	-	$8^{00}$	-	$8^{10}$	-	$8^{20}$
dan seterusnya									

Penamaan bus dapat dilihat dari lokasi akhir yang sama dengan lokasi awal. Dengan cara yang sama dengan cara untuk mencari  $h$ , maka bus yang dibutuhkan untuk menyelesaikan semua perjalanan tersebut dalam satu hari ( $5^{00} - 22^{00}$ ) adalah 24 bus, ( $B=24$ ).

- $\Omega^u = \{\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_r\}$

Dalam hal ini  $\rho$  pada model (3.1)-(3.6) tidak dapat di sebutkan satu demi satu secara lengkap karena terlalu banyak kombinasi yang mungkin, sebagai contoh:

$$\{\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_{1552}\} = \{v_1, \dots, v_{1552}\}$$

$$\rho_{1553} = v_1 \cup v_2$$

$$\rho_{1554} = v_1 \cup v_{97} \cup v_{193}$$

.

.

.

dan seterusnya

Berikut ini akan diberikan contoh-contoh variabel pada persamaan (3.1)-(3.6)

Misalkan:

- $\rho$

$$\rho_1 = A_1 - A_2 (5^{00} - 5^{15})$$

$$\rho_2 = A_1 - A_2 - A_3 (5^{00} - 5^{15} - 5^{35})$$

$$\rho_3 = A_1 - A_2 - B_5 (5^{00} - 5^{15} - 5^{50})$$

$$\rho_4 = \text{depot} - A_1 (4^{30} - 5^{00})$$

$$\rho_5 = B_1 - B_2 (5^{00} - 5^{10})$$

$$\rho_6 = A_3 - A_2 - A_1 (5^{35} - 5^{55} - 6^{10})$$

- $v$

$$v_1 = A_1 - A_2 (5^{00} - 5^{15})$$

$$v_2 = A_2 - A_3 (5^{15} - 5^{35})$$

$$v_3 = B_1 - B_2 (5^{00} - 5^{10})$$

$$v_4 = B_1 - B_2 (5^{10} - 5^{20})$$

$$v_5 = A_4 - A_5 (5^{50} - 6^{10})$$

$$v_6 = A_2 - A_1 (5^{55} - 6^{10})$$

$$v_7 = B_4 - B_5 (5^{35} - 5^{50})$$

- $w$

$$w_1 = A_1 - A_2 - A_3 - A_4 - A_5 = 5^{00} - 5^{15} - 5^{35} - 5^{50} - 6^{10}$$

$$w_2 = A_5 - A_4 - A_3 - A_2 - A_1 = 5^{00} - 5^{20} - 5^{35} - 5^{55} - 6^{10}$$

$$w_3 = B_1 - B_2 - B_3 - B_4 - B_5 = 5^{00} - 5^{10} - 5^{20} - 5^{35} - 5^{50}$$

$$w_4 = B_5 - B_4 - B_3 - B_2 - B_1 = 5^{50} - 6^{05} - 6^{20} - 6^{30} - 6^{40}$$

- $h$

$$h_1 = (\text{depot} - A_1) = 4^{30} - 5^{00}$$

$$h_2 = A_1 - A_2 - A_3 - A_4 - A_5 = 5^{10} - 5^{25} - 5^{45} - 6^{00} - 6^{20}$$

$$h_3 = B_1 - B_2 - B_3 - B_4 - B_5 = 5^{00} - 5^{10} - 5^{20} - 5^{35} - 5^{50}$$

$$h_4 = B_5 - B_4 - B_3 - B_2 - B_1 = 5^{00} - 5^{15} - 5^{30} - 5^{40} - 5^{50}$$

- $u$

$u_1 = \text{normal}$  ;  $u_2 = \text{tripper}$

Dari pendefinisian variabel-variabel diatas terlihat bahwa:

- $e_{\rho_1}^{v_1} = 1$ ;  $e_{\rho_1}^{v_2} = 0$ ;  $e_{\rho_2}^{v_1} = 1$ ;  $e_{\rho_2}^{v_4} = 0$ ;  $e_{\rho_6}^{v_1} = 0$  , dan lain lain
- $f_{\rho_3}^{w_4} = 1$ ;  $f_{\rho_2}^{w_4} = 0$  , dan lain-lain
- $q_{\rho_1}^{h_1} = 1$ ;  $q_{\rho_2}^{h_1} = 0$ , dan lain-lain
- $c_{\rho_1} = 15.000$ ;  $c_{\rho_2} = 35.000$  dan lain-lain.

Contoh-contoh variabel diatas bukanlah cara untuk menyelesaikan permasalahan penjadwalan. Tetapi lebih kepada contoh interpretasi variabel, agar pembaca lebih memahami variabel yang dimaksud.



## BAB 5

### KESIMPULAN

Masalah penjadwalan dalam sistem transportasi perkotaan dapat dimodelkan ke dalam bentuk matematis, dalam hal ini diubah ke dalam bentuk program linier. Hal utama yang diperlukan dalam memodelkan masalah ini adalah unsur-unsur penting dalam penjadwalan ini harus diketahui dengan baik, dimana nantinya unsur-unsur penting tersebut akan menjadi varabel keputusan.

Unsur-unsur penting pada pemodelan sistem transportasi perkotaan ini adalah:

- Sebuah bus selalu melayani rute yang sama pada setiap hari
- 1 sub perjalanan harus dikerjakan tepat oleh sebuah bus
- Jalur  $\rho$  yang dimaksud dalam sistem transportasi perkotaan adalah jalur untuk pengemudi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Cameron, N. (1985). *Introduction to Linear and Convex Programming*. Great Britain: Cambridge University.
- Haase, K., Desaulniers, G., & Desrosiers, J. (2001). Simultaneous Vehicle and Crew Scheduling in Urban Mass Transit System. *Transportation Science*, 286-303.
- Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (1995). *Introduction to Operations Research*. Singapore: Mc-Graw Hill.
- Mahayekti, H. (2007). *Pendekatan Metode Column Generation Pada Cutting Stock Problem*, Skripsi, Departemen Matematika, FMIPA-UI.
- Meyer, W. J. (1985). *Concept Of Mathematical Modelling*. Singapore: McGraw-Hill Book Company.
- Steinzen, I. (2007). Topics in Integrated Vehicle and Crew Scheduling in Public Transport. *University of Paderborn*, Dissertation Publishers, Paderborn.
- Taha, H. A. (1997). *Operations Research an Introduction*. Singapore: Prentice-Hall.
- Winston, W. L. (1995). *Introduction to Mathematical Programming*. California: International Thomson Publishing.
- Wu, N., & Coppins, R. (1981). *Linear Programming and Extensions*. U.S.A: McGraw-Hill.

## LAMPIRAN

Tabel 1: jadwal bus terpublikasi rute 1

<b>A<sub>1</sub></b>	-	<b>A<sub>2</sub></b>	-	<b>A<sub>3</sub></b>	-	<b>A<sub>4</sub></b>	-	<b>A<sub>5</sub></b>
5 <sup>00</sup>	-	5 <sup>15</sup>	-	5 <sup>35</sup>	-	5 <sup>50</sup>	-	6 <sup>10</sup>
5 <sup>10</sup>	-	5 <sup>25</sup>	-	5 <sup>45</sup>	-	6 <sup>00</sup>	-	6 <sup>20</sup>
5 <sup>20</sup>	-	5 <sup>35</sup>	-	5 <sup>55</sup>	-	6 <sup>10</sup>	-	6 <sup>30</sup>
5 <sup>30</sup>	-	5 <sup>45</sup>	-	6 <sup>05</sup>	-	6 <sup>20</sup>	-	6 <sup>40</sup>
5 <sup>40</sup>	-	5 <sup>55</sup>	-	6 <sup>15</sup>	-	6 <sup>30</sup>	-	6 <sup>50</sup>
5 <sup>50</sup>	-	6 <sup>05</sup>	-	6 <sup>25</sup>	-	6 <sup>40</sup>	-	7 <sup>00</sup>
6 <sup>00</sup>	-	6 <sup>15</sup>	-	6 <sup>35</sup>	-	6 <sup>50</sup>	-	7 <sup>10</sup>
6 <sup>10</sup>	-	6 <sup>25</sup>	-	6 <sup>45</sup>	-	7 <sup>00</sup>	-	7 <sup>20</sup>
6 <sup>20</sup>	-	6 <sup>35</sup>	-	6 <sup>55</sup>	-	7 <sup>10</sup>	-	7 <sup>30</sup>
6 <sup>30</sup>	-	6 <sup>45</sup>	-	7 <sup>05</sup>	-	7 <sup>20</sup>	-	7 <sup>40</sup>
6 <sup>40</sup>	-	6 <sup>55</sup>	-	7 <sup>15</sup>	-	7 <sup>30</sup>	-	7 <sup>50</sup>
6 <sup>50</sup>	-	7 <sup>05</sup>	-	7 <sup>25</sup>	-	7 <sup>40</sup>	-	8 <sup>00</sup>
7 <sup>00</sup>	-	7 <sup>15</sup>	-	7 <sup>35</sup>	-	7 <sup>50</sup>	-	8 <sup>10</sup>
7 <sup>10</sup>	-	7 <sup>25</sup>	-	7 <sup>45</sup>	-	8 <sup>00</sup>	-	8 <sup>20</sup>
7 <sup>20</sup>	-	7 <sup>35</sup>	-	7 <sup>55</sup>	-	8 <sup>10</sup>	-	8 <sup>30</sup>
7 <sup>30</sup>	-	7 <sup>45</sup>	-	8 <sup>05</sup>	-	8 <sup>20</sup>	-	8 <sup>40</sup>
7 <sup>40</sup>	-	7 <sup>55</sup>	-	8 <sup>15</sup>	-	8 <sup>30</sup>	-	8 <sup>50</sup>
7 <sup>50</sup>	-	8 <sup>05</sup>	-	8 <sup>25</sup>	-	8 <sup>40</sup>	-	9 <sup>00</sup>
8 <sup>00</sup>	-	8 <sup>15</sup>	-	8 <sup>35</sup>	-	8 <sup>50</sup>	-	9 <sup>10</sup>
8 <sup>10</sup>	-	8 <sup>25</sup>	-	8 <sup>45</sup>	-	9 <sup>00</sup>	-	9 <sup>20</sup>
8 <sup>20</sup>	-	8 <sup>35</sup>	-	8 <sup>55</sup>	-	9 <sup>10</sup>	-	9 <sup>30</sup>
8 <sup>30</sup>	-	8 <sup>45</sup>	-	9 <sup>05</sup>	-	9 <sup>20</sup>	-	9 <sup>40</sup>
8 <sup>40</sup>	-	8 <sup>55</sup>	-	9 <sup>15</sup>	-	9 <sup>30</sup>	-	9 <sup>50</sup>
8 <sup>50</sup>	-	9 <sup>05</sup>	-	9 <sup>25</sup>	-	9 <sup>40</sup>	-	10 <sup>00</sup>
9 <sup>00</sup>	-	9 <sup>15</sup>	-	9 <sup>35</sup>	-	9 <sup>50</sup>	-	10 <sup>10</sup>
9 <sup>10</sup>	-	9 <sup>25</sup>	-	9 <sup>45</sup>	-	10 <sup>00</sup>	-	10 <sup>20</sup>
9 <sup>20</sup>	-	9 <sup>35</sup>	-	9 <sup>55</sup>	-	10 <sup>10</sup>	-	10 <sup>30</sup>
9 <sup>30</sup>	-	9 <sup>45</sup>	-	10 <sup>05</sup>	-	10 <sup>20</sup>	-	10 <sup>40</sup>
9 <sup>40</sup>	-	9 <sup>55</sup>	-	10 <sup>15</sup>	-	10 <sup>30</sup>	-	10 <sup>50</sup>

$9^{50}$	-	$10^{05}$	-	$10^{25}$	-	$10^{40}$	-	$11^{00}$
$10^{00}$	-	$10^{15}$	-	$10^{35}$	-	$10^{50}$	-	$11^{10}$
$10^{10}$	-	$10^{25}$	-	$10^{45}$	-	$11^{00}$	-	$11^{20}$
$10^{20}$	-	$10^{35}$	-	$10^{55}$	-	$11^{10}$	-	$11^{30}$
$10^{30}$	-	$10^{45}$	-	$11^{05}$	-	$11^{20}$	-	$11^{40}$
$10^{40}$	-	$10^{55}$	-	$11^{15}$	-	$11^{30}$	-	$11^{50}$
$10^{50}$	-	$11^{05}$	-	$11^{25}$	-	$11^{40}$	-	$12^{00}$
$11^{00}$	-	$11^{15}$	-	$11^{35}$	-	$11^{50}$	-	$12^{10}$
$11^{10}$	-	$11^{25}$	-	$11^{45}$	-	$12^{00}$	-	$12^{20}$
$11^{20}$	-	$11^{35}$	-	$11^{55}$	-	$12^{10}$	-	$12^{30}$
$11^{30}$	-	$11^{45}$	-	$12^{05}$	-	$12^{20}$	-	$12^{40}$
$11^{40}$	-	$11^{55}$	-	$12^{15}$	-	$12^{30}$	-	$12^{50}$
$11^{50}$	-	$12^{05}$	-	$12^{25}$	-	$12^{40}$	-	$13^{00}$
$12^{00}$	-	$12^{15}$	-	$12^{35}$	-	$12^{50}$	-	$13^{10}$
$12^{10}$	-	$12^{25}$	-	$12^{45}$	-	$13^{00}$	-	$13^{20}$
$12^{20}$	-	$12^{35}$	-	$12^{55}$	-	$13^{10}$	-	$13^{30}$
$12^{30}$	-	$12^{45}$	-	$13^{05}$	-	$13^{20}$	-	$13^{40}$
$12^{40}$	-	$12^{55}$	-	$13^{15}$	-	$13^{30}$	-	$13^{50}$
$12^{50}$	-	$13^{05}$	-	$13^{25}$	-	$13^{40}$	-	$14^{00}$
$13^{00}$	-	$13^{15}$	-	$13^{35}$	-	$13^{50}$	-	$14^{10}$
$13^{10}$	-	$13^{25}$	-	$13^{45}$	-	$14^{00}$	-	$14^{20}$
$13^{20}$	-	$13^{35}$	-	$13^{55}$	-	$14^{10}$	-	$14^{30}$
$13^{30}$	-	$13^{45}$	-	$14^{05}$	-	$14^{20}$	-	$14^{40}$
$13^{40}$	-	$13^{55}$	-	$14^{15}$	-	$14^{30}$	-	$14^{50}$
$13^{50}$	-	$14^{05}$	-	$14^{25}$	-	$14^{40}$	-	$15^{00}$
$14^{00}$	-	$14^{15}$	-	$14^{35}$	-	$14^{50}$	-	$15^{10}$
$14^{10}$	-	$14^{25}$	-	$14^{45}$	-	$15^{00}$	-	$15^{20}$
$14^{20}$	-	$14^{35}$	-	$14^{55}$	-	$15^{10}$	-	$15^{30}$
$14^{30}$	-	$14^{45}$	-	$15^{05}$	-	$15^{20}$	-	$15^{40}$
$14^{40}$	-	$14^{55}$	-	$15^{15}$	-	$15^{30}$	-	$15^{50}$
$14^{50}$	-	$15^{05}$	-	$15^{25}$	-	$15^{40}$	-	$16^{00}$
$15^{00}$	-	$15^{15}$	-	$15^{35}$	-	$15^{50}$	-	$16^{10}$

15 <sup>10</sup>	-	15 <sup>25</sup>	-	15 <sup>45</sup>	-	16 <sup>00</sup>	-	16 <sup>20</sup>
15 <sup>20</sup>	-	15 <sup>35</sup>	-	15 <sup>55</sup>	-	16 <sup>10</sup>	-	16 <sup>30</sup>
15 <sup>30</sup>	-	15 <sup>45</sup>	-	16 <sup>05</sup>	-	16 <sup>20</sup>	-	16 <sup>40</sup>
15 <sup>40</sup>	-	15 <sup>55</sup>	-	16 <sup>15</sup>	-	16 <sup>30</sup>	-	16 <sup>50</sup>
15 <sup>50</sup>	-	16 <sup>05</sup>	-	16 <sup>25</sup>	-	16 <sup>40</sup>	-	17 <sup>00</sup>
16 <sup>00</sup>	-	16 <sup>15</sup>	-	16 <sup>35</sup>	-	16 <sup>50</sup>	-	17 <sup>10</sup>
16 <sup>10</sup>	-	16 <sup>25</sup>	-	16 <sup>45</sup>	-	17 <sup>00</sup>	-	17 <sup>20</sup>
16 <sup>20</sup>	-	16 <sup>35</sup>	-	16 <sup>55</sup>	-	17 <sup>10</sup>	-	17 <sup>30</sup>
16 <sup>30</sup>	-	16 <sup>45</sup>	-	17 <sup>05</sup>	-	17 <sup>20</sup>	-	17 <sup>40</sup>
16 <sup>40</sup>	-	16 <sup>55</sup>	-	17 <sup>15</sup>	-	17 <sup>30</sup>	-	17 <sup>50</sup>
16 <sup>50</sup>	-	17 <sup>05</sup>	-	17 <sup>25</sup>	-	17 <sup>40</sup>	-	18 <sup>00</sup>
17 <sup>00</sup>	-	17 <sup>15</sup>	-	17 <sup>35</sup>	-	17 <sup>50</sup>	-	18 <sup>10</sup>
17 <sup>10</sup>	-	17 <sup>25</sup>	-	17 <sup>45</sup>	-	18 <sup>00</sup>	-	18 <sup>20</sup>
17 <sup>20</sup>	-	17 <sup>35</sup>	-	17 <sup>55</sup>	-	18 <sup>10</sup>	-	18 <sup>30</sup>
17 <sup>30</sup>	-	17 <sup>45</sup>	-	18 <sup>05</sup>	-	18 <sup>20</sup>	-	18 <sup>40</sup>
17 <sup>40</sup>	-	17 <sup>55</sup>	-	18 <sup>15</sup>	-	18 <sup>30</sup>	-	18 <sup>50</sup>
17 <sup>50</sup>	-	18 <sup>05</sup>	-	18 <sup>25</sup>	-	18 <sup>40</sup>	-	19 <sup>00</sup>
18 <sup>00</sup>	-	18 <sup>15</sup>	-	18 <sup>35</sup>	-	18 <sup>50</sup>	-	19 <sup>10</sup>
18 <sup>10</sup>	-	18 <sup>25</sup>	-	18 <sup>45</sup>	-	19 <sup>00</sup>	-	19 <sup>20</sup>
18 <sup>20</sup>	-	18 <sup>35</sup>	-	18 <sup>55</sup>	-	19 <sup>10</sup>	-	19 <sup>30</sup>
18 <sup>30</sup>	-	18 <sup>45</sup>	-	19 <sup>05</sup>	-	19 <sup>20</sup>	-	19 <sup>40</sup>
18 <sup>40</sup>	-	18 <sup>55</sup>	-	19 <sup>15</sup>	-	19 <sup>30</sup>	-	19 <sup>50</sup>
18 <sup>50</sup>	-	19 <sup>05</sup>	-	19 <sup>25</sup>	-	19 <sup>40</sup>	-	20 <sup>00</sup>
19 <sup>00</sup>	-	19 <sup>15</sup>	-	19 <sup>35</sup>	-	19 <sup>50</sup>	-	20 <sup>10</sup>
19 <sup>10</sup>	-	19 <sup>25</sup>	-	19 <sup>45</sup>	-	20 <sup>00</sup>	-	20 <sup>20</sup>
19 <sup>20</sup>	-	19 <sup>35</sup>	-	19 <sup>55</sup>	-	20 <sup>10</sup>	-	20 <sup>30</sup>
19 <sup>30</sup>	-	19 <sup>45</sup>	-	20 <sup>05</sup>	-	20 <sup>20</sup>	-	20 <sup>40</sup>
19 <sup>40</sup>	-	19 <sup>55</sup>	-	20 <sup>15</sup>	-	20 <sup>30</sup>	-	20 <sup>50</sup>
19 <sup>50</sup>	-	20 <sup>05</sup>	-	20 <sup>25</sup>	-	20 <sup>40</sup>	-	21 <sup>00</sup>
20 <sup>00</sup>	-	20 <sup>15</sup>	-	20 <sup>35</sup>	-	20 <sup>50</sup>	-	21 <sup>10</sup>
20 <sup>10</sup>	-	20 <sup>25</sup>	-	20 <sup>45</sup>	-	21 <sup>00</sup>	-	21 <sup>20</sup>
20 <sup>20</sup>	-	20 <sup>35</sup>	-	20 <sup>55</sup>	-	21 <sup>10</sup>	-	21 <sup>30</sup>

20 <sup>30</sup>	-	20 <sup>45</sup>	-	21 <sup>05</sup>	-	21 <sup>20</sup>	-	21 <sup>40</sup>
20 <sup>40</sup>	-	20 <sup>55</sup>	-	21 <sup>15</sup>	-	21 <sup>30</sup>	-	21 <sup>50</sup>
20 <sup>50</sup>	-	21 <sup>05</sup>	-	21 <sup>25</sup>	-	21 <sup>40</sup>	-	22 <sup>00</sup>

Tabel 2: jadwal bus terpublikasi rute 2

A <sub>5</sub>	-	A <sub>4</sub>	-	A <sub>3</sub>	-	A <sub>2</sub>	-	A <sub>1</sub>
5 <sup>00</sup>	-	5 <sup>20</sup>	-	5 <sup>35</sup>	-	5 <sup>55</sup>	-	6 <sup>10</sup>
5 <sup>10</sup>	-	5 <sup>30</sup>	-	5 <sup>45</sup>	-	6 <sup>05</sup>	-	6 <sup>20</sup>
5 <sup>20</sup>	-	5 <sup>40</sup>	-	5 <sup>55</sup>	-	6 <sup>15</sup>	-	6 <sup>30</sup>
5 <sup>30</sup>	-	5 <sup>50</sup>	-	6 <sup>05</sup>	-	6 <sup>25</sup>	-	6 <sup>40</sup>
5 <sup>40</sup>	-	6 <sup>00</sup>	-	6 <sup>15</sup>	-	6 <sup>35</sup>	-	6 <sup>50</sup>
5 <sup>50</sup>	-	6 <sup>10</sup>	-	6 <sup>25</sup>	-	6 <sup>45</sup>	-	7 <sup>00</sup>
6 <sup>00</sup>	-	6 <sup>20</sup>	-	6 <sup>35</sup>	-	6 <sup>55</sup>	-	7 <sup>10</sup>
6 <sup>10</sup>	-	6 <sup>30</sup>	-	6 <sup>45</sup>	-	7 <sup>05</sup>	-	7 <sup>20</sup>
6 <sup>20</sup>	-	6 <sup>40</sup>	-	6 <sup>55</sup>	-	7 <sup>15</sup>	-	7 <sup>30</sup>
6 <sup>30</sup>	-	6 <sup>50</sup>	-	7 <sup>05</sup>	-	7 <sup>25</sup>	-	7 <sup>40</sup>
6 <sup>40</sup>	-	7 <sup>00</sup>	-	7 <sup>15</sup>	-	7 <sup>35</sup>	-	7 <sup>50</sup>
6 <sup>50</sup>	-	7 <sup>10</sup>	-	7 <sup>25</sup>	-	7 <sup>45</sup>	-	8 <sup>00</sup>
7 <sup>00</sup>	-	7 <sup>20</sup>	-	7 <sup>35</sup>	-	7 <sup>55</sup>	-	8 <sup>10</sup>
7 <sup>10</sup>	-	7 <sup>30</sup>	-	7 <sup>45</sup>	-	8 <sup>05</sup>	-	8 <sup>20</sup>
7 <sup>20</sup>	-	7 <sup>40</sup>	-	7 <sup>55</sup>	-	8 <sup>15</sup>	-	8 <sup>30</sup>
7 <sup>30</sup>	-	7 <sup>50</sup>	-	8 <sup>05</sup>	-	8 <sup>25</sup>	-	8 <sup>40</sup>
7 <sup>40</sup>	-	8 <sup>00</sup>	-	8 <sup>15</sup>	-	8 <sup>35</sup>	-	8 <sup>50</sup>
7 <sup>50</sup>	-	8 <sup>10</sup>	-	8 <sup>25</sup>	-	8 <sup>45</sup>	-	9 <sup>00</sup>
8 <sup>00</sup>	-	8 <sup>20</sup>	-	8 <sup>35</sup>	-	8 <sup>55</sup>	-	9 <sup>10</sup>
8 <sup>10</sup>	-	8 <sup>30</sup>	-	8 <sup>45</sup>	-	9 <sup>05</sup>	-	9 <sup>20</sup>
8 <sup>20</sup>	-	8 <sup>40</sup>	-	8 <sup>55</sup>	-	9 <sup>15</sup>	-	9 <sup>30</sup>
8 <sup>30</sup>	-	8 <sup>50</sup>	-	9 <sup>05</sup>	-	9 <sup>25</sup>	-	9 <sup>40</sup>
8 <sup>40</sup>	-	9 <sup>00</sup>	-	9 <sup>15</sup>	-	9 <sup>35</sup>	-	9 <sup>50</sup>
8 <sup>50</sup>	-	9 <sup>10</sup>	-	9 <sup>25</sup>	-	9 <sup>45</sup>	-	10 <sup>00</sup>
9 <sup>00</sup>	-	9 <sup>20</sup>	-	9 <sup>35</sup>	-	9 <sup>55</sup>	-	10 <sup>10</sup>
9 <sup>10</sup>	-	9 <sup>30</sup>	-	9 <sup>45</sup>	-	10 <sup>05</sup>	-	10 <sup>20</sup>

9 <sup>20</sup>	-	9 <sup>40</sup>	-	9 <sup>55</sup>	-	10 <sup>15</sup>	-	10 <sup>30</sup>
9 <sup>30</sup>	-	9 <sup>50</sup>	-	10 <sup>05</sup>	-	10 <sup>25</sup>	-	10 <sup>40</sup>
9 <sup>40</sup>	-	10 <sup>00</sup>	-	10 <sup>15</sup>	-	10 <sup>35</sup>	-	10 <sup>50</sup>
9 <sup>50</sup>	-	10 <sup>10</sup>	-	10 <sup>25</sup>	-	10 <sup>45</sup>	-	11 <sup>00</sup>
10 <sup>00</sup>	-	10 <sup>20</sup>	-	10 <sup>35</sup>	-	10 <sup>55</sup>	-	11 <sup>10</sup>
10 <sup>10</sup>	-	10 <sup>30</sup>	-	10 <sup>45</sup>	-	11 <sup>05</sup>	-	11 <sup>20</sup>
10 <sup>20</sup>	-	10 <sup>40</sup>	-	10 <sup>55</sup>	-	11 <sup>15</sup>	-	11 <sup>30</sup>
10 <sup>30</sup>	-	10 <sup>50</sup>	-	11 <sup>05</sup>	-	11 <sup>25</sup>	-	11 <sup>40</sup>
10 <sup>40</sup>	-	11 <sup>00</sup>	-	11 <sup>15</sup>	-	11 <sup>35</sup>	-	11 <sup>50</sup>
10 <sup>50</sup>	-	11 <sup>10</sup>	-	11 <sup>25</sup>	-	11 <sup>45</sup>	-	12 <sup>00</sup>
11 <sup>00</sup>	-	11 <sup>20</sup>	-	11 <sup>35</sup>	-	11 <sup>55</sup>	-	12 <sup>10</sup>
11 <sup>10</sup>	-	11 <sup>30</sup>	-	11 <sup>45</sup>	-	12 <sup>05</sup>	-	12 <sup>20</sup>
11 <sup>20</sup>	-	11 <sup>40</sup>	-	11 <sup>55</sup>	-	12 <sup>15</sup>	-	12 <sup>30</sup>
11 <sup>30</sup>	-	11 <sup>50</sup>	-	12 <sup>05</sup>	-	12 <sup>25</sup>	-	12 <sup>40</sup>
11 <sup>40</sup>	-	12 <sup>00</sup>	-	12 <sup>15</sup>	-	12 <sup>35</sup>	-	12 <sup>50</sup>
11 <sup>50</sup>	-	12 <sup>10</sup>	-	12 <sup>25</sup>	-	12 <sup>45</sup>	-	13 <sup>00</sup>
12 <sup>00</sup>	-	12 <sup>20</sup>	-	12 <sup>35</sup>	-	12 <sup>55</sup>	-	13 <sup>10</sup>
12 <sup>10</sup>	-	12 <sup>30</sup>	-	12 <sup>45</sup>	-	13 <sup>05</sup>	-	13 <sup>20</sup>
12 <sup>20</sup>	-	12 <sup>40</sup>	-	12 <sup>55</sup>	-	13 <sup>15</sup>	-	13 <sup>30</sup>
12 <sup>30</sup>	-	12 <sup>50</sup>	-	13 <sup>05</sup>	-	13 <sup>25</sup>	-	13 <sup>40</sup>
12 <sup>40</sup>	-	13 <sup>00</sup>	-	13 <sup>15</sup>	-	13 <sup>35</sup>	-	13 <sup>50</sup>
12 <sup>50</sup>	-	13 <sup>10</sup>	-	13 <sup>25</sup>	-	13 <sup>45</sup>	-	14 <sup>00</sup>
13 <sup>00</sup>	-	13 <sup>20</sup>	-	13 <sup>35</sup>	-	13 <sup>55</sup>	-	14 <sup>10</sup>
13 <sup>10</sup>	-	13 <sup>30</sup>	-	13 <sup>45</sup>	-	14 <sup>05</sup>	-	14 <sup>20</sup>
13 <sup>20</sup>	-	13 <sup>40</sup>	-	13 <sup>55</sup>	-	14 <sup>15</sup>	-	14 <sup>30</sup>
13 <sup>30</sup>	-	13 <sup>50</sup>	-	14 <sup>05</sup>	-	14 <sup>25</sup>	-	14 <sup>40</sup>
13 <sup>40</sup>	-	14 <sup>00</sup>	-	14 <sup>15</sup>	-	14 <sup>35</sup>	-	14 <sup>50</sup>
13 <sup>50</sup>	-	14 <sup>10</sup>	-	14 <sup>25</sup>	-	14 <sup>45</sup>	-	15 <sup>00</sup>
14 <sup>00</sup>	-	14 <sup>20</sup>	-	14 <sup>35</sup>	-	14 <sup>55</sup>	-	15 <sup>10</sup>
14 <sup>10</sup>	-	14 <sup>30</sup>	-	14 <sup>45</sup>	-	15 <sup>05</sup>	-	15 <sup>20</sup>
14 <sup>20</sup>	-	14 <sup>40</sup>	-	14 <sup>55</sup>	-	15 <sup>15</sup>	-	15 <sup>30</sup>
14 <sup>30</sup>	-	14 <sup>50</sup>	-	15 <sup>05</sup>	-	15 <sup>25</sup>	-	15 <sup>40</sup>

14 <sup>40</sup>	-	15 <sup>00</sup>	-	15 <sup>15</sup>	-	15 <sup>35</sup>	-	15 <sup>50</sup>
14 <sup>50</sup>	-	15 <sup>10</sup>	-	15 <sup>25</sup>	-	15 <sup>45</sup>	-	16 <sup>00</sup>
15 <sup>00</sup>	-	15 <sup>20</sup>	-	15 <sup>35</sup>	-	15 <sup>55</sup>	-	16 <sup>10</sup>
15 <sup>10</sup>	-	15 <sup>30</sup>	-	15 <sup>45</sup>	-	16 <sup>05</sup>	-	16 <sup>20</sup>
15 <sup>20</sup>	-	15 <sup>40</sup>	-	15 <sup>55</sup>	-	16 <sup>15</sup>	-	16 <sup>30</sup>
15 <sup>30</sup>	-	15 <sup>50</sup>	-	16 <sup>05</sup>	-	16 <sup>25</sup>	-	16 <sup>40</sup>
15 <sup>40</sup>	-	16 <sup>00</sup>	-	16 <sup>15</sup>	-	16 <sup>35</sup>	-	16 <sup>50</sup>
15 <sup>50</sup>	-	16 <sup>10</sup>	-	16 <sup>25</sup>	-	16 <sup>45</sup>	-	17 <sup>00</sup>
16 <sup>00</sup>	-	16 <sup>20</sup>	-	16 <sup>35</sup>	-	16 <sup>55</sup>	-	17 <sup>10</sup>
16 <sup>10</sup>	-	16 <sup>30</sup>	-	16 <sup>45</sup>	-	17 <sup>05</sup>	-	17 <sup>20</sup>
16 <sup>20</sup>	-	16 <sup>40</sup>	-	16 <sup>55</sup>	-	16 <sup>15</sup>	-	17 <sup>30</sup>
16 <sup>30</sup>	-	16 <sup>50</sup>	-	17 <sup>05</sup>	-	17 <sup>25</sup>	-	17 <sup>40</sup>
16 <sup>40</sup>	-	17 <sup>00</sup>	-	17 <sup>15</sup>	-	17 <sup>35</sup>	-	17 <sup>50</sup>
16 <sup>50</sup>	-	17 <sup>10</sup>	-	17 <sup>25</sup>	-	17 <sup>45</sup>	-	18 <sup>00</sup>
17 <sup>00</sup>	-	17 <sup>20</sup>	-	17 <sup>35</sup>	-	17 <sup>55</sup>	-	18 <sup>10</sup>
17 <sup>10</sup>	-	17 <sup>30</sup>	-	17 <sup>45</sup>	-	18 <sup>05</sup>	-	18 <sup>20</sup>
17 <sup>20</sup>	-	17 <sup>40</sup>	-	17 <sup>55</sup>	-	18 <sup>15</sup>	-	18 <sup>30</sup>
17 <sup>30</sup>	-	17 <sup>50</sup>	-	18 <sup>05</sup>	-	18 <sup>25</sup>	-	18 <sup>40</sup>
17 <sup>40</sup>	-	18 <sup>00</sup>	-	18 <sup>15</sup>	-	18 <sup>35</sup>	-	18 <sup>50</sup>
17 <sup>50</sup>	-	18 <sup>10</sup>	-	18 <sup>25</sup>	-	18 <sup>45</sup>	-	19 <sup>00</sup>
18 <sup>00</sup>	-	18 <sup>20</sup>	-	18 <sup>35</sup>	-	18 <sup>55</sup>	-	19 <sup>10</sup>
18 <sup>10</sup>	-	18 <sup>30</sup>	-	18 <sup>45</sup>	-	19 <sup>05</sup>	-	19 <sup>20</sup>
18 <sup>20</sup>	-	18 <sup>40</sup>	-	18 <sup>55</sup>	-	19 <sup>15</sup>	-	19 <sup>30</sup>
18 <sup>30</sup>	-	18 <sup>50</sup>	-	19 <sup>05</sup>	-	19 <sup>25</sup>	-	19 <sup>40</sup>
18 <sup>40</sup>	-	19 <sup>00</sup>	-	19 <sup>15</sup>	-	19 <sup>35</sup>	-	19 <sup>50</sup>
18 <sup>50</sup>	-	19 <sup>10</sup>	-	19 <sup>25</sup>	-	19 <sup>45</sup>	-	20 <sup>00</sup>
19 <sup>00</sup>	-	19 <sup>20</sup>	-	19 <sup>35</sup>	-	19 <sup>55</sup>	-	20 <sup>10</sup>
19 <sup>10</sup>	-	19 <sup>30</sup>	-	19 <sup>45</sup>	-	20 <sup>05</sup>	-	20 <sup>20</sup>
19 <sup>20</sup>	-	19 <sup>40</sup>	-	19 <sup>55</sup>	-	20 <sup>15</sup>	-	20 <sup>30</sup>
19 <sup>30</sup>	-	19 <sup>50</sup>	-	20 <sup>05</sup>	-	20 <sup>25</sup>	-	20 <sup>40</sup>
19 <sup>40</sup>	-	20 <sup>00</sup>	-	20 <sup>15</sup>	-	20 <sup>35</sup>	-	20 <sup>50</sup>
19 <sup>50</sup>	-	20 <sup>10</sup>	-	20 <sup>25</sup>	-	20 <sup>45</sup>	-	21 <sup>00</sup>

20 <sup>00</sup>	-	20 <sup>20</sup>	-	20 <sup>35</sup>	-	20 <sup>55</sup>	-	21 <sup>10</sup>
20 <sup>10</sup>	-	20 <sup>30</sup>	-	20 <sup>45</sup>	-	21 <sup>05</sup>	-	21 <sup>20</sup>
20 <sup>20</sup>	-	20 <sup>40</sup>	-	20 <sup>55</sup>	-	21 <sup>15</sup>	-	21 <sup>30</sup>
20 <sup>30</sup>	-	20 <sup>50</sup>	-	21 <sup>05</sup>	-	21 <sup>25</sup>	-	21 <sup>40</sup>
20 <sup>40</sup>	-	21 <sup>00</sup>	-	21 <sup>15</sup>	-	21 <sup>35</sup>	-	21 <sup>50</sup>
20 <sup>50</sup>	-	21 <sup>10</sup>	-	21 <sup>25</sup>	-	21 <sup>45</sup>	-	22 <sup>00</sup>

Tabel 3: jadwal bus terpublikasi rute 3

<b>B<sub>1</sub></b>	-	<b>B<sub>2</sub></b>	-	<b>B<sub>3</sub></b>	-	<b>B<sub>4</sub></b>	-	<b>B<sub>5</sub></b>
5 <sup>00</sup>	-	5 <sup>10</sup>	-	5 <sup>20</sup>	-	5 <sup>35</sup>	-	5 <sup>50</sup>
5 <sup>10</sup>	-	5 <sup>20</sup>	-	5 <sup>30</sup>	-	5 <sup>45</sup>	-	6 <sup>00</sup>
5 <sup>20</sup>	-	5 <sup>30</sup>	-	5 <sup>40</sup>	-	5 <sup>55</sup>	-	6 <sup>10</sup>
5 <sup>30</sup>	-	5 <sup>40</sup>	-	5 <sup>50</sup>	-	6 <sup>05</sup>	-	6 <sup>20</sup>
5 <sup>40</sup>	-	5 <sup>50</sup>	-	6 <sup>00</sup>	-	6 <sup>15</sup>	-	6 <sup>30</sup>
5 <sup>50</sup>	-	6 <sup>00</sup>	-	6 <sup>10</sup>	-	6 <sup>25</sup>	-	6 <sup>40</sup>
6 <sup>00</sup>	-	6 <sup>10</sup>	-	6 <sup>20</sup>	-	6 <sup>35</sup>	-	6 <sup>50</sup>
6 <sup>10</sup>	-	6 <sup>20</sup>	-	6 <sup>30</sup>	-	6 <sup>45</sup>	-	7 <sup>00</sup>
6 <sup>20</sup>	-	6 <sup>30</sup>	-	6 <sup>40</sup>	-	6 <sup>55</sup>	-	7 <sup>10</sup>
6 <sup>30</sup>	-	6 <sup>40</sup>	-	6 <sup>50</sup>	-	7 <sup>05</sup>	-	7 <sup>20</sup>
6 <sup>40</sup>	-	6 <sup>50</sup>	-	7 <sup>00</sup>	-	7 <sup>15</sup>	-	7 <sup>30</sup>
6 <sup>50</sup>	-	7 <sup>00</sup>	-	7 <sup>10</sup>	-	7 <sup>25</sup>	-	7 <sup>40</sup>
7 <sup>00</sup>	-	7 <sup>10</sup>	-	7 <sup>20</sup>	-	7 <sup>35</sup>	-	7 <sup>50</sup>
7 <sup>10</sup>	-	7 <sup>20</sup>	-	7 <sup>30</sup>	-	7 <sup>45</sup>	-	8 <sup>00</sup>
7 <sup>20</sup>	-	7 <sup>30</sup>	-	7 <sup>40</sup>	-	7 <sup>55</sup>	-	8 <sup>10</sup>
7 <sup>30</sup>	-	7 <sup>40</sup>	-	7 <sup>50</sup>	-	8 <sup>05</sup>	-	8 <sup>20</sup>
7 <sup>40</sup>	-	7 <sup>50</sup>	-	8 <sup>00</sup>	-	8 <sup>15</sup>	-	8 <sup>30</sup>
7 <sup>50</sup>	-	8 <sup>00</sup>	-	8 <sup>10</sup>	-	8 <sup>25</sup>	-	8 <sup>40</sup>
8 <sup>00</sup>	-	8 <sup>10</sup>	-	8 <sup>20</sup>	-	8 <sup>35</sup>	-	8 <sup>50</sup>
8 <sup>10</sup>	-	8 <sup>20</sup>	-	8 <sup>30</sup>	-	8 <sup>45</sup>	-	9 <sup>00</sup>
8 <sup>20</sup>	-	8 <sup>30</sup>	-	8 <sup>40</sup>	-	8 <sup>55</sup>	-	9 <sup>10</sup>

8 <sup>30</sup>	-	8 <sup>40</sup>	-	8 <sup>50</sup>	-	9 <sup>05</sup>	-	9 <sup>20</sup>
8 <sup>40</sup>	-	8 <sup>50</sup>	-	9 <sup>00</sup>	-	9 <sup>15</sup>	-	9 <sup>30</sup>
8 <sup>50</sup>	-	9 <sup>00</sup>	-	9 <sup>10</sup>	-	9 <sup>25</sup>	-	9 <sup>40</sup>
9 <sup>00</sup>	-	9 <sup>10</sup>	-	9 <sup>20</sup>	-	9 <sup>35</sup>	-	9 <sup>50</sup>
9 <sup>10</sup>	-	9 <sup>20</sup>	-	9 <sup>30</sup>	-	9 <sup>45</sup>	-	10 <sup>00</sup>
9 <sup>20</sup>	-	9 <sup>30</sup>	-	9 <sup>40</sup>	-	9 <sup>55</sup>	-	10 <sup>10</sup>
9 <sup>30</sup>	-	9 <sup>40</sup>	-	9 <sup>50</sup>	-	10 <sup>05</sup>	-	10 <sup>20</sup>
9 <sup>40</sup>	-	9 <sup>50</sup>	-	10 <sup>00</sup>	-	10 <sup>15</sup>	-	10 <sup>30</sup>
9 <sup>50</sup>	-	10 <sup>00</sup>	-	10 <sup>10</sup>	-	10 <sup>25</sup>	-	10 <sup>40</sup>
10 <sup>00</sup>	-	10 <sup>10</sup>	-	10 <sup>20</sup>	-	10 <sup>35</sup>	-	10 <sup>50</sup>
10 <sup>10</sup>	-	10 <sup>20</sup>	-	10 <sup>30</sup>	-	10 <sup>45</sup>	-	11 <sup>00</sup>
10 <sup>20</sup>	-	10 <sup>30</sup>	-	10 <sup>40</sup>	-	10 <sup>55</sup>	-	11 <sup>10</sup>
10 <sup>30</sup>	-	10 <sup>40</sup>	-	10 <sup>50</sup>	-	11 <sup>05</sup>	-	11 <sup>20</sup>
10 <sup>40</sup>	-	10 <sup>50</sup>	-	11 <sup>00</sup>	-	11 <sup>15</sup>	-	11 <sup>30</sup>
10 <sup>50</sup>	-	11 <sup>00</sup>	-	11 <sup>10</sup>	-	11 <sup>25</sup>	-	11 <sup>40</sup>
11 <sup>00</sup>	-	11 <sup>10</sup>	-	11 <sup>20</sup>	-	11 <sup>35</sup>	-	11 <sup>50</sup>
11 <sup>10</sup>	-	11 <sup>20</sup>	-	11 <sup>30</sup>	-	11 <sup>45</sup>	-	12 <sup>00</sup>
11 <sup>20</sup>	-	11 <sup>30</sup>	-	11 <sup>40</sup>	-	11 <sup>55</sup>	-	12 <sup>10</sup>
11 <sup>30</sup>	-	11 <sup>40</sup>	-	11 <sup>50</sup>	-	12 <sup>05</sup>	-	12 <sup>20</sup>
11 <sup>40</sup>	-	11 <sup>50</sup>	-	12 <sup>00</sup>	-	12 <sup>15</sup>	-	12 <sup>30</sup>
11 <sup>50</sup>	-	12 <sup>00</sup>	-	12 <sup>10</sup>	-	12 <sup>25</sup>	-	12 <sup>40</sup>
12 <sup>00</sup>	-	12 <sup>10</sup>	-	12 <sup>20</sup>	-	12 <sup>35</sup>	-	12 <sup>50</sup>
12 <sup>10</sup>	-	12 <sup>20</sup>	-	12 <sup>30</sup>	-	12 <sup>45</sup>	-	13 <sup>00</sup>
12 <sup>20</sup>	-	12 <sup>30</sup>	-	12 <sup>40</sup>	-	12 <sup>55</sup>	-	13 <sup>10</sup>
12 <sup>30</sup>	-	12 <sup>40</sup>	-	12 <sup>50</sup>	-	13 <sup>05</sup>	-	13 <sup>20</sup>
12 <sup>40</sup>	-	12 <sup>50</sup>	-	13 <sup>00</sup>	-	13 <sup>15</sup>	-	13 <sup>30</sup>
12 <sup>50</sup>	-	13 <sup>00</sup>	-	13 <sup>10</sup>	-	13 <sup>25</sup>	-	13 <sup>40</sup>
13 <sup>00</sup>	-	13 <sup>10</sup>	-	13 <sup>20</sup>	-	13 <sup>35</sup>	-	13 <sup>50</sup>
13 <sup>10</sup>	-	13 <sup>20</sup>	-	13 <sup>30</sup>	-	13 <sup>45</sup>	-	14 <sup>00</sup>
13 <sup>20</sup>	-	13 <sup>30</sup>	-	13 <sup>40</sup>	-	13 <sup>55</sup>	-	14 <sup>10</sup>

13 <sup>30</sup>	-	13 <sup>40</sup>	-	13 <sup>50</sup>	-	14 <sup>05</sup>	-	14 <sup>20</sup>
13 <sup>40</sup>	-	13 <sup>50</sup>	-	14 <sup>00</sup>	-	14 <sup>15</sup>	-	14 <sup>30</sup>
13 <sup>50</sup>	-	14 <sup>00</sup>	-	14 <sup>10</sup>	-	14 <sup>25</sup>	-	14 <sup>40</sup>
14 <sup>00</sup>	-	14 <sup>10</sup>	-	14 <sup>20</sup>	-	14 <sup>35</sup>	-	14 <sup>50</sup>
14 <sup>10</sup>	-	14 <sup>20</sup>	-	14 <sup>30</sup>	-	14 <sup>45</sup>	-	15 <sup>00</sup>
14 <sup>20</sup>	-	14 <sup>30</sup>	-	14 <sup>40</sup>	-	14 <sup>55</sup>	-	15 <sup>10</sup>
14 <sup>30</sup>	-	14 <sup>40</sup>	-	14 <sup>50</sup>	-	15 <sup>05</sup>	-	15 <sup>20</sup>
14 <sup>40</sup>	-	14 <sup>50</sup>	-	15 <sup>00</sup>	-	15 <sup>15</sup>	-	15 <sup>30</sup>
14 <sup>50</sup>	-	15 <sup>00</sup>	-	15 <sup>10</sup>	-	15 <sup>25</sup>	-	15 <sup>40</sup>
15 <sup>00</sup>	-	15 <sup>10</sup>	-	15 <sup>20</sup>	-	15 <sup>35</sup>	-	15 <sup>50</sup>
15 <sup>10</sup>	-	15 <sup>20</sup>	-	15 <sup>30</sup>	-	15 <sup>45</sup>	-	16 <sup>00</sup>
15 <sup>20</sup>	-	15 <sup>30</sup>	-	15 <sup>40</sup>	-	15 <sup>55</sup>	-	16 <sup>10</sup>
15 <sup>30</sup>	-	15 <sup>40</sup>	-	15 <sup>50</sup>	-	16 <sup>05</sup>	-	16 <sup>20</sup>
15 <sup>40</sup>	-	15 <sup>50</sup>	-	16 <sup>00</sup>	-	16 <sup>15</sup>	-	16 <sup>30</sup>
15 <sup>50</sup>	-	16 <sup>00</sup>	-	16 <sup>10</sup>	-	16 <sup>25</sup>	-	16 <sup>40</sup>
16 <sup>00</sup>	-	16 <sup>10</sup>	-	16 <sup>20</sup>	-	16 <sup>35</sup>	-	16 <sup>50</sup>
16 <sup>10</sup>	-	16 <sup>20</sup>	-	16 <sup>30</sup>	-	16 <sup>45</sup>	-	17 <sup>00</sup>
16 <sup>20</sup>	-	16 <sup>30</sup>	-	16 <sup>40</sup>	-	16 <sup>55</sup>	-	17 <sup>10</sup>
16 <sup>30</sup>	-	16 <sup>40</sup>	-	16 <sup>50</sup>	-	17 <sup>05</sup>	-	17 <sup>20</sup>
16 <sup>40</sup>	-	16 <sup>50</sup>	-	17 <sup>00</sup>	-	17 <sup>15</sup>	-	17 <sup>30</sup>
16 <sup>50</sup>	-	17 <sup>00</sup>	-	17 <sup>10</sup>	-	17 <sup>25</sup>	-	17 <sup>40</sup>
17 <sup>00</sup>	-	17 <sup>10</sup>	-	17 <sup>20</sup>	-	17 <sup>35</sup>	-	17 <sup>50</sup>
17 <sup>10</sup>	-	17 <sup>20</sup>	-	17 <sup>30</sup>	-	17 <sup>45</sup>	-	18 <sup>00</sup>
17 <sup>20</sup>	-	17 <sup>30</sup>	-	17 <sup>40</sup>	-	17 <sup>55</sup>	-	18 <sup>10</sup>
17 <sup>30</sup>	-	17 <sup>40</sup>	-	17 <sup>50</sup>	-	18 <sup>05</sup>	-	18 <sup>20</sup>
17 <sup>40</sup>	-	17 <sup>50</sup>	-	18 <sup>00</sup>	-	18 <sup>15</sup>	-	18 <sup>30</sup>
17 <sup>50</sup>	-	18 <sup>00</sup>	-	18 <sup>10</sup>	-	18 <sup>25</sup>	-	18 <sup>40</sup>
18 <sup>00</sup>	-	18 <sup>10</sup>	-	18 <sup>20</sup>	-	18 <sup>35</sup>	-	18 <sup>50</sup>
18 <sup>10</sup>	-	18 <sup>20</sup>	-	18 <sup>30</sup>	-	18 <sup>45</sup>	-	19 <sup>00</sup>
18 <sup>20</sup>	-	18 <sup>30</sup>	-	18 <sup>40</sup>	-	18 <sup>55</sup>	-	19 <sup>10</sup>

18 <sup>30</sup>	-	18 <sup>40</sup>	-	18 <sup>50</sup>	-	19 <sup>05</sup>	-	19 <sup>20</sup>
18 <sup>40</sup>	-	18 <sup>50</sup>	-	19 <sup>00</sup>	-	19 <sup>15</sup>	-	19 <sup>30</sup>
18 <sup>50</sup>	-	19 <sup>00</sup>	-	19 <sup>10</sup>	-	19 <sup>25</sup>	-	19 <sup>40</sup>
19 <sup>00</sup>	-	19 <sup>10</sup>	-	19 <sup>20</sup>	-	19 <sup>35</sup>	-	19 <sup>50</sup>
19 <sup>10</sup>	-	19 <sup>20</sup>	-	19 <sup>30</sup>	-	19 <sup>45</sup>	-	20 <sup>00</sup>
19 <sup>20</sup>	-	19 <sup>30</sup>	-	19 <sup>40</sup>	-	19 <sup>55</sup>	-	20 <sup>10</sup>
19 <sup>30</sup>	-	19 <sup>40</sup>	-	19 <sup>50</sup>	-	20 <sup>05</sup>	-	20 <sup>20</sup>
19 <sup>40</sup>	-	19 <sup>50</sup>	-	20 <sup>00</sup>	-	20 <sup>15</sup>	-	20 <sup>30</sup>
19 <sup>50</sup>	-	20 <sup>00</sup>	-	20 <sup>10</sup>	-	20 <sup>25</sup>	-	20 <sup>40</sup>
20 <sup>00</sup>	-	20 <sup>10</sup>	-	20 <sup>20</sup>	-	20 <sup>35</sup>	-	20 <sup>50</sup>
20 <sup>10</sup>	-	20 <sup>20</sup>	-	20 <sup>30</sup>	-	20 <sup>45</sup>	-	21 <sup>00</sup>
20 <sup>20</sup>	-	20 <sup>30</sup>	-	20 <sup>40</sup>	-	20 <sup>55</sup>	-	21 <sup>10</sup>
20 <sup>30</sup>	-	20 <sup>40</sup>	-	20 <sup>50</sup>	-	21 <sup>05</sup>	-	21 <sup>20</sup>
20 <sup>40</sup>	-	20 <sup>50</sup>	-	21 <sup>00</sup>	-	21 <sup>15</sup>	-	21 <sup>30</sup>
20 <sup>50</sup>	-	21 <sup>00</sup>	-	21 <sup>10</sup>	-	21 <sup>25</sup>	-	21 <sup>40</sup>
21 <sup>00</sup>	-	21 <sup>10</sup>	-	21 <sup>20</sup>	-	21 <sup>35</sup>	-	21 <sup>50</sup>
21 <sup>10</sup>	-	21 <sup>20</sup>	-	21 <sup>30</sup>	-	21 <sup>45</sup>	-	22 <sup>00</sup>

Tabel 4: jadwal bus terpublikasi rute 4

<b>B<sub>5</sub></b>	-	<b>B<sub>4</sub></b>	-	<b>B<sub>3</sub></b>	-	<b>B<sub>2</sub></b>	-	<b>B<sub>1</sub></b>
5 <sup>00</sup>	-	5 <sup>15</sup>	-	5 <sup>30</sup>	-	5 <sup>40</sup>	-	5 <sup>50</sup>
5 <sup>10</sup>	-	5 <sup>25</sup>	-	5 <sup>40</sup>	-	5 <sup>50</sup>	-	6 <sup>00</sup>
5 <sup>20</sup>	-	5 <sup>35</sup>	-	5 <sup>50</sup>	-	6 <sup>00</sup>	-	6 <sup>10</sup>
5 <sup>30</sup>	-	5 <sup>45</sup>	-	6 <sup>00</sup>	-	6 <sup>10</sup>	-	6 <sup>20</sup>
5 <sup>40</sup>	-	5 <sup>55</sup>	-	6 <sup>10</sup>	-	6 <sup>20</sup>	-	6 <sup>30</sup>
5 <sup>50</sup>	-	6 <sup>05</sup>	-	6 <sup>20</sup>	-	6 <sup>30</sup>	-	6 <sup>40</sup>
6 <sup>00</sup>	-	6 <sup>15</sup>	-	6 <sup>30</sup>	-	6 <sup>40</sup>	-	6 <sup>50</sup>
6 <sup>10</sup>	-	6 <sup>25</sup>	-	6 <sup>40</sup>	-	6 <sup>50</sup>	-	7 <sup>00</sup>
6 <sup>20</sup>	-	6 <sup>35</sup>	-	6 <sup>50</sup>	-	7 <sup>00</sup>	-	7 <sup>10</sup>
6 <sup>30</sup>	-	6 <sup>45</sup>	-	7 <sup>00</sup>	-	7 <sup>10</sup>	-	7 <sup>20</sup>

6 <sup>40</sup>	-	6 <sup>55</sup>	-	7 <sup>10</sup>	-	7 <sup>20</sup>	-	7 <sup>30</sup>
6 <sup>50</sup>	-	7 <sup>05</sup>	-	7 <sup>20</sup>	-	7 <sup>30</sup>	-	7 <sup>40</sup>
7 <sup>00</sup>	-	7 <sup>15</sup>	-	7 <sup>30</sup>	-	7 <sup>40</sup>	-	7 <sup>50</sup>
7 <sup>10</sup>	-	7 <sup>25</sup>	-	7 <sup>40</sup>	-	7 <sup>50</sup>	-	8 <sup>00</sup>
7 <sup>20</sup>	-	7 <sup>35</sup>	-	7 <sup>50</sup>	-	8 <sup>00</sup>	-	8 <sup>10</sup>
7 <sup>30</sup>	-	7 <sup>45</sup>	-	8 <sup>00</sup>	-	8 <sup>10</sup>	-	8 <sup>20</sup>
7 <sup>40</sup>	-	7 <sup>55</sup>	-	8 <sup>10</sup>	-	8 <sup>20</sup>	-	8 <sup>30</sup>
7 <sup>50</sup>	-	8 <sup>05</sup>	-	8 <sup>20</sup>	-	8 <sup>30</sup>	-	8 <sup>40</sup>
8 <sup>00</sup>	-	8 <sup>15</sup>	-	8 <sup>30</sup>	-	8 <sup>40</sup>	-	8 <sup>50</sup>
8 <sup>10</sup>	-	8 <sup>25</sup>	-	8 <sup>40</sup>	-	8 <sup>50</sup>	-	9 <sup>00</sup>
8 <sup>20</sup>	-	8 <sup>35</sup>	-	8 <sup>50</sup>	-	9 <sup>00</sup>	-	9 <sup>10</sup>
8 <sup>30</sup>	-	8 <sup>45</sup>	-	9 <sup>00</sup>	-	9 <sup>10</sup>	-	9 <sup>20</sup>
8 <sup>40</sup>	-	8 <sup>55</sup>	-	9 <sup>10</sup>	-	9 <sup>20</sup>	-	9 <sup>30</sup>
8 <sup>50</sup>	-	9 <sup>05</sup>	-	9 <sup>20</sup>	-	9 <sup>30</sup>	-	9 <sup>40</sup>
9 <sup>00</sup>	-	9 <sup>15</sup>	-	9 <sup>30</sup>	-	9 <sup>40</sup>	-	9 <sup>50</sup>
9 <sup>10</sup>	-	9 <sup>25</sup>	-	9 <sup>40</sup>	-	9 <sup>50</sup>	-	10 <sup>00</sup>
9 <sup>20</sup>	-	9 <sup>35</sup>	-	9 <sup>50</sup>	-	10 <sup>00</sup>	-	10 <sup>10</sup>
9 <sup>30</sup>	-	9 <sup>45</sup>	-	10 <sup>00</sup>	-	10 <sup>10</sup>	-	10 <sup>20</sup>
9 <sup>40</sup>	-	9 <sup>55</sup>	-	10 <sup>10</sup>	-	10 <sup>20</sup>	-	10 <sup>30</sup>
9 <sup>50</sup>	-	10 <sup>05</sup>	-	10 <sup>20</sup>	-	10 <sup>30</sup>	-	10 <sup>40</sup>
10 <sup>00</sup>	-	10 <sup>15</sup>	-	10 <sup>30</sup>	-	10 <sup>40</sup>	-	10 <sup>50</sup>
10 <sup>10</sup>	-	10 <sup>25</sup>	-	10 <sup>40</sup>	-	10 <sup>50</sup>	-	11 <sup>00</sup>
10 <sup>20</sup>	-	10 <sup>35</sup>	-	10 <sup>50</sup>	-	11 <sup>00</sup>	-	11 <sup>10</sup>
10 <sup>30</sup>	-	10 <sup>45</sup>	-	11 <sup>00</sup>	-	11 <sup>10</sup>	-	11 <sup>20</sup>
10 <sup>40</sup>	-	10 <sup>55</sup>	-	11 <sup>10</sup>	-	11 <sup>20</sup>	-	11 <sup>30</sup>
10 <sup>50</sup>	-	11 <sup>05</sup>	-	11 <sup>20</sup>	-	11 <sup>30</sup>	-	11 <sup>40</sup>
11 <sup>00</sup>	-	11 <sup>15</sup>	-	11 <sup>30</sup>	-	11 <sup>40</sup>	-	11 <sup>50</sup>
11 <sup>10</sup>	-	11 <sup>25</sup>	-	11 <sup>40</sup>	-	11 <sup>50</sup>	-	12 <sup>00</sup>
11 <sup>20</sup>	-	11 <sup>35</sup>	-	11 <sup>50</sup>	-	12 <sup>00</sup>	-	12 <sup>10</sup>
11 <sup>30</sup>	-	11 <sup>45</sup>	-	12 <sup>00</sup>	-	12 <sup>10</sup>	-	12 <sup>20</sup>

11 <sup>40</sup>	-	11 <sup>55</sup>	-	12 <sup>10</sup>	-	12 <sup>20</sup>	-	12 <sup>30</sup>
11 <sup>50</sup>	-	12 <sup>05</sup>	-	12 <sup>20</sup>	-	12 <sup>30</sup>	-	12 <sup>40</sup>
12 <sup>00</sup>	-	12 <sup>15</sup>	-	12 <sup>30</sup>	-	12 <sup>40</sup>	-	12 <sup>50</sup>
12 <sup>10</sup>	-	12 <sup>25</sup>	-	12 <sup>40</sup>	-	12 <sup>50</sup>	-	13 <sup>00</sup>
12 <sup>20</sup>	-	12 <sup>35</sup>	-	12 <sup>50</sup>	-	13 <sup>00</sup>	-	13 <sup>10</sup>
12 <sup>30</sup>	-	12 <sup>45</sup>	-	13 <sup>00</sup>	-	13 <sup>10</sup>	-	13 <sup>20</sup>
12 <sup>40</sup>	-	12 <sup>55</sup>	-	13 <sup>10</sup>	-	13 <sup>20</sup>	-	13 <sup>30</sup>
12 <sup>50</sup>	-	13 <sup>05</sup>	-	13 <sup>20</sup>	-	13 <sup>30</sup>	-	13 <sup>40</sup>
13 <sup>00</sup>	-	13 <sup>15</sup>	-	13 <sup>30</sup>	-	13 <sup>40</sup>	-	13 <sup>50</sup>
13 <sup>10</sup>	-	13 <sup>25</sup>	-	13 <sup>40</sup>	-	13 <sup>50</sup>	-	14 <sup>00</sup>
13 <sup>20</sup>	-	13 <sup>35</sup>	-	13 <sup>50</sup>	-	14 <sup>00</sup>	-	14 <sup>10</sup>
13 <sup>30</sup>	-	13 <sup>45</sup>	-	14 <sup>00</sup>	-	14 <sup>10</sup>	-	14 <sup>20</sup>
13 <sup>40</sup>	-	13 <sup>55</sup>	-	14 <sup>10</sup>	-	14 <sup>20</sup>	-	14 <sup>30</sup>
13 <sup>50</sup>	-	14 <sup>05</sup>	-	14 <sup>20</sup>	-	14 <sup>30</sup>	-	14 <sup>40</sup>
14 <sup>00</sup>	-	14 <sup>15</sup>	-	14 <sup>30</sup>	-	14 <sup>40</sup>	-	14 <sup>50</sup>
14 <sup>10</sup>	-	14 <sup>25</sup>	-	14 <sup>40</sup>	-	14 <sup>50</sup>	-	15 <sup>00</sup>
14 <sup>20</sup>	-	14 <sup>35</sup>	-	14 <sup>50</sup>	-	15 <sup>00</sup>	-	15 <sup>10</sup>
14 <sup>30</sup>	-	14 <sup>45</sup>	-	15 <sup>00</sup>	-	15 <sup>10</sup>	-	15 <sup>20</sup>
14 <sup>40</sup>	-	14 <sup>55</sup>	-	15 <sup>10</sup>	-	15 <sup>20</sup>	-	15 <sup>30</sup>
14 <sup>50</sup>	-	15 <sup>05</sup>	-	15 <sup>20</sup>	-	15 <sup>30</sup>	-	15 <sup>40</sup>
15 <sup>00</sup>	-	15 <sup>15</sup>	-	15 <sup>30</sup>	-	15 <sup>40</sup>	-	15 <sup>50</sup>
15 <sup>10</sup>	-	15 <sup>25</sup>	-	15 <sup>40</sup>	-	15 <sup>50</sup>	-	16 <sup>00</sup>
15 <sup>20</sup>	-	15 <sup>35</sup>	-	15 <sup>50</sup>	-	16 <sup>00</sup>	-	16 <sup>10</sup>
15 <sup>30</sup>	-	15 <sup>45</sup>	-	16 <sup>00</sup>	-	16 <sup>10</sup>	-	16 <sup>20</sup>
15 <sup>40</sup>	-	15 <sup>55</sup>	-	16 <sup>10</sup>	-	16 <sup>20</sup>	-	16 <sup>30</sup>
15 <sup>50</sup>	-	16 <sup>05</sup>	-	16 <sup>20</sup>	-	16 <sup>30</sup>	-	16 <sup>40</sup>
16 <sup>00</sup>	-	16 <sup>15</sup>	-	16 <sup>30</sup>	-	16 <sup>40</sup>	-	16 <sup>50</sup>
16 <sup>10</sup>	-	16 <sup>25</sup>	-	16 <sup>40</sup>	-	16 <sup>50</sup>	-	17 <sup>00</sup>
16 <sup>20</sup>	-	16 <sup>35</sup>	-	16 <sup>50</sup>	-	17 <sup>00</sup>	-	17 <sup>10</sup>
16 <sup>30</sup>	-	16 <sup>45</sup>	-	17 <sup>00</sup>	-	17 <sup>10</sup>	-	17 <sup>20</sup>

16 <sup>40</sup>	-	16 <sup>55</sup>	-	17 <sup>10</sup>	-	17 <sup>20</sup>	-	17 <sup>30</sup>
16 <sup>50</sup>	-	17 <sup>05</sup>	-	17 <sup>20</sup>	-	17 <sup>30</sup>	-	17 <sup>40</sup>
17 <sup>00</sup>	-	17 <sup>15</sup>	-	17 <sup>30</sup>	-	17 <sup>40</sup>	-	17 <sup>50</sup>
17 <sup>10</sup>	-	17 <sup>25</sup>	-	17 <sup>40</sup>	-	17 <sup>50</sup>	-	18 <sup>00</sup>
17 <sup>20</sup>	-	17 <sup>35</sup>	-	17 <sup>50</sup>	-	18 <sup>00</sup>	-	18 <sup>10</sup>
17 <sup>30</sup>	-	17 <sup>45</sup>	-	18 <sup>00</sup>	-	18 <sup>10</sup>	-	18 <sup>20</sup>
17 <sup>40</sup>	-	17 <sup>55</sup>	-	18 <sup>10</sup>	-	18 <sup>20</sup>	-	18 <sup>30</sup>
17 <sup>50</sup>	-	18 <sup>05</sup>	-	18 <sup>20</sup>	-	18 <sup>30</sup>	-	18 <sup>40</sup>
18 <sup>00</sup>	-	18 <sup>15</sup>	-	18 <sup>30</sup>	-	18 <sup>40</sup>	-	18 <sup>50</sup>
18 <sup>10</sup>	-	18 <sup>25</sup>	-	18 <sup>40</sup>	-	18 <sup>50</sup>	-	19 <sup>00</sup>
18 <sup>20</sup>	-	18 <sup>35</sup>	-	18 <sup>50</sup>	-	19 <sup>00</sup>	-	19 <sup>10</sup>
18 <sup>30</sup>	-	18 <sup>45</sup>	-	19 <sup>00</sup>	-	19 <sup>10</sup>	-	19 <sup>20</sup>
18 <sup>40</sup>	-	18 <sup>55</sup>	-	19 <sup>10</sup>	-	19 <sup>20</sup>	-	19 <sup>30</sup>
18 <sup>50</sup>	-	19 <sup>05</sup>	-	19 <sup>20</sup>	-	19 <sup>30</sup>	-	19 <sup>40</sup>
19 <sup>00</sup>	-	19 <sup>15</sup>	-	19 <sup>30</sup>	-	19 <sup>40</sup>	-	19 <sup>50</sup>
18 <sup>10</sup>	-	18 <sup>25</sup>	-	18 <sup>40</sup>	-	18 <sup>50</sup>	-	19 <sup>00</sup>
18 <sup>20</sup>	-	18 <sup>35</sup>	-	18 <sup>50</sup>	-	19 <sup>00</sup>	-	19 <sup>10</sup>
18 <sup>30</sup>	-	18 <sup>45</sup>	-	19 <sup>00</sup>	-	19 <sup>10</sup>	-	19 <sup>20</sup>
18 <sup>40</sup>	-	18 <sup>55</sup>	-	19 <sup>10</sup>	-	19 <sup>20</sup>	-	19 <sup>30</sup>
18 <sup>50</sup>	-	19 <sup>05</sup>	-	19 <sup>20</sup>	-	19 <sup>30</sup>	-	19 <sup>40</sup>
19 <sup>00</sup>	-	19 <sup>15</sup>	-	19 <sup>30</sup>	-	19 <sup>40</sup>	-	19 <sup>50</sup>
19 <sup>10</sup>	-	19 <sup>25</sup>	-	19 <sup>40</sup>	-	19 <sup>50</sup>	-	20 <sup>00</sup>
19 <sup>20</sup>	-	19 <sup>35</sup>	-	19 <sup>50</sup>	-	20 <sup>00</sup>	-	20 <sup>10</sup>
19 <sup>30</sup>	-	19 <sup>45</sup>	-	20 <sup>00</sup>	-	20 <sup>10</sup>	-	20 <sup>20</sup>
19 <sup>40</sup>	-	19 <sup>55</sup>	-	20 <sup>10</sup>	-	20 <sup>20</sup>	-	20 <sup>30</sup>
19 <sup>50</sup>	-	20 <sup>05</sup>	-	20 <sup>20</sup>	-	20 <sup>30</sup>	-	20 <sup>40</sup>
20 <sup>00</sup>	-	20 <sup>15</sup>	-	20 <sup>30</sup>	-	20 <sup>40</sup>	-	20 <sup>50</sup>
20 <sup>10</sup>	-	20 <sup>25</sup>	-	20 <sup>40</sup>	-	20 <sup>50</sup>	-	21 <sup>00</sup>
20 <sup>20</sup>	-	20 <sup>35</sup>	-	20 <sup>50</sup>	-	21 <sup>00</sup>	-	21 <sup>10</sup>
20 <sup>30</sup>	-	20 <sup>45</sup>	-	21 <sup>00</sup>	-	21 <sup>10</sup>	-	21 <sup>20</sup>

$20^{40}$	-	$20^{55}$	-	$21^{10}$	-	$21^{20}$	-	$21^{30}$
$20^{50}$	-	$21^{05}$	-	$21^{20}$	-	$21^{30}$	-	$21^{40}$
$21^{00}$	-	$21^{15}$	-	$21^{30}$	-	$21^{40}$	-	$21^{50}$
$21^{10}$	-	$21^{25}$	-	$21^{40}$	-	$21^{50}$	-	$22^{00}$

