

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan model permasalahan *delay management* sehingga diperoleh solusi optimal yaitu waktu minimum keterlambatan BRT Trans Musi Kota Palembang Koridor II Terminal Sako – Palembang Indah Mall (PIM) dan Palembang Indah Mall (PIM) – Terminal Sako.

#### **4.1 Pendeskripsian Data**

Data yang diperlukan yaitu nama setiap halte Koridor II Terminal Sako – PIM, dan jam keberangkatan BRT Trans Musi yang diperoleh dari rata-rata keberangkatan jalur Terminal Sako – PIM dan PIM – Terminal Sako. Jalur pertama dengan arah Terminal Sako – PIM memiliki jumlah halte sebanyak 34 halte. Terdapat 3 halte transit pada jalur ini yaitu halte transit Gloria/POLDA, halte transit PDAM, dan halte transit Pasar Gubah. Halte transit pada koridor ini dapat memudahkan penumpang menuju daerah selain koridor ini tanpa membayar ongkos lagi.

Nama-nama halte dinotasikan dengan variabel untuk mempermudah dalam penulisan, yaitu halte Terminal Sako dilambangkan dengan variabel  $x_1$ , halte Simpang Bombat dengan variabel  $x_2$ , halte Handayani dengan variabel  $x_3$ , dan seterusnya hingga  $x_{34}$ . Data nama setiap halte pada arah Terminal Sako - PIM dapat dilihat pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1 Data Nama-nama Halte Koridor II Arah Terminal Sako - PIM dengan Notasi Variabel**

No.	Nama Halte	Variabel
1	Halte Terminal Sako	$x_1$
2	Halte Simpang Bombat	$x_2$
3	Halte Handayani	$x_3$
4	Halte Sapta Marga	$x_4$
5	Halte Az-zahra	$x_5$
6	Halte Grand Garden A	$x_6$
7	Halte Simpang Celentang	$x_7$
8	Halte SMA Kusuma Bangsa	$x_8$
9	Halte Komplek Kedamaian	$x_9$
10	Halte PTC Mall A	$x_{10}$
11	Halte Kantor POS R. Sukamto	$x_{11}$
12	Halte BGR	$x_{12}$
13	Halte BLPT	$x_{13}$
14	Halte Simp. SMPN 9/10 Palembang	$x_{14}$
15	Halte RS Hermina	$x_{15}$
16	Halte Rimba Kemuning	$x_{16}$
17	Halte Transit POLDA/Gloria	$x_{17}$
18	Halte Transit PDAM/POLDA	$x_{18}$
19	Halte SMKN 2 Palembang	$x_{19}$
20	Halte RS. Siti Khadijah A	$x_{20}$
21	Halte Griya Agung A	$x_{21}$
22	Halte Perpustakaan Daerah	$x_{22}$
23	Halte Catatan Sipil	$x_{23}$
24	Halte SPBU bengkel pass	$x_{24}$
25	Halte Parameswara A	$x_{25}$
26	Halte Simpang SMUN 10 A	$x_{26}$
27	Halte SMKN 3 Palembang	$x_{27}$
28	Halte UNSRI A	$x_{28}$
29	Halte Padang Selasa	$x_{29}$
30	Halte Kemang Manis	$x_{30}$
31	Halte PHB/Yamaha Cendana	$x_{31}$
32	Halte Transit Pasar Gubah	$x_{32}$
33	Halte SD Xaverius	$x_{33}$
34	Halte PIM	$x_{34}$

Jalur kedua dengan arah PIM – Terminal Sako memiliki jumlah halte yang lebih sedikit yaitu 31 halte. Jalur ini juga terdapat 3 halte transit yaitu halte transit Pasar Gubah, halte transit POLDA/Gloria, dan halte transit PDAM/POLDA. Data nama setiap halte pada arah PIM – Terminal Sako dapat dilihat pada Tabel 4.2.

**Tabel 4.2 Data Nama-nama Halte Koridor II Arah PIM - Terminal Sako dengan Notasi Variabel**

No.	Nama Halte	Variabel
1	Halte PIM	$x_1'$
2	Halte RM Ampera	$x_2'$
3	Halte Transit Pasar Gubah B	$x_3'$
4	Halte Pasca Sarjana B	$x_4'$
5	Halte Simpang SMA 10	$x_5'$
6	Halte Parameswara B	$x_6'$
7	Halte Bengkel Pass	$x_7'$
8	Halte Kancil Putih	$x_8'$
9	Halte Perpustakaan Daerah B	$x_9'$
10	Halte Griya Agung B	$x_{10}'$
11	Halte RS. Siti Khadijah	$x_{11}'$
12	Halte SMK Negeri 2	$x_{12}'$
13	Halte Demang	$x_{13}'$
14	Halte Kolam Retensi Simp. POLDA	$x_{14}'$
15	Halte Transit POLDA/Gloria	$x_{15}'$
16	Halte Transit PDAM/POLDA	$x_{16}'$
17	Halte Rimba Kemuning B	$x_{17}'$
18	Halte Palcomtech B	$x_{18}'$
19	Halte Simp. Sersan Sani	$x_{19}'$
20	Halte BLPT	$x_{20}'$
21	Halte R.SUKAMTO	$x_{21}'$
22	Halte PTC Mall	$x_{22}'$
23	Halte Komplek Kedamaian	$x_{23}'$
24	Halte Kumbang B	$x_{24}'$
25	Halte Simpang Celentang	$x_{25}'$
26	Halte The Basilica	$x_{26}'$
27	Halte Az-zahra	$x_{27}'$
28	Halte Sapta Marga	$x_{28}'$

29	Halte Handayani	$x_{29}'$
30	Halte Bombat	$x_{30}'$
31	Halte Terminal sako	$x_{31}'$

Nama-nama halte dinotasikan dengan variabel yaitu halte PIM dilambangkan dengan variabel  $x_1'$ , halte RM Ampera dengan variabel  $x_2'$ , halte Transit Pasar Gubah dengan variabel  $x_3'$ , dan seterusnya hingga halte Terminal Sako dengan variabel  $x_{31}'$ .

#### 4.2 Asumsi yang Digunakan

BRT Trans Musi tidak memiliki waktu tetap atau jadwal resmi pada setiap haltenya. Keberangkatan awal BRT Trans Musi dilakukan pada pukul 06.00 WIB. Penelitian ini menggunakan asumsi untuk waktu terjadwalnya yaitu dari rata-rata selama empat minggu dilakukan pengamatan di Koridor II Terminal Sako – PIM. Penelitian ini dibatasi dari pukul 09.30 sampai 11.00 WIB karena jalan mulai tidak terlalu padat pada rentang waktu tersebut, sehingga didapatkan rata-rata waktu keberangkatan pertama untuk jalur pertama Terminal Sako – PIM yaitu pukul 11.00 WIB dan untuk jalur kedua PIM – Terminal Sako yaitu pukul 09.43 WIB.

Keberangkatan BRT Trans Musi yaitu setiap sepuluh menit sekali dimulai dari Terminal Sako. Jalur pertama Terminal Sako – PIM berdasarkan hari kerja tidak terjadi *delay*, karena selama pengamatan rata-rata bus tiba sebelum jam terjadwal. Hal ini dikarenakan tidak banyak terjadinya macet serta keberangkatan setiap sepuluh menit sekali berlangsung stabil.

Untuk jalur kedua PIM – Terminal Sako berdasarkan hari tidak kerja juga tidak terjadi *delay*, karena pada rute ini penumpang banyak melakukan aktivitas di hari kerja yaitu Senin – Jum’at yang menyebabkan terjadinya *delay*. Untuk jalur pertama Terminal Sako – PIM, jumlah penumpang lebih banyak di hari tidak kerja yaitu Sabtu dan Minggu, sedangkan untuk jalur kedua PIM – Terminal Sako, jumlah penumpang lebih banyak di hari kerja yaitu Senin – Jum’at.

### 4.3 Pengolahan Data

Fungsi tujuan dari model DM yaitu untuk menentukan solusi optimum sehingga dapat meminimumkan keterlambatan jam keberangkatan BRT Trans Musi pada hari kerja dan hari tidak kerja.

#### 4.3.1 Pendefinisian Variabel

Variabel-variabel yang digunakan dalam menerapkan model DM BRT Trans Musi didefinisikan sebagai berikut:

- a.  $x_i$  adalah waktu pada halte, waktu jalur pertama  $i = 1, \dots, 34$  dan jalur kedua  $i = 1, \dots, 31$
- b.  $\pi_i$  adalah waktu yang sudah terjadwal (*timetable*), untuk jalur pertama  $i = 1, \dots, 34$  dan jalur kedua  $i = 1, \dots, 31$
- c.  $T$  adalah lama perjalanan yang ditempuh
- d.  $d_i$  adalah waktu *delay* yang terjadi pada halte, untuk jalur pertama  $i = 1, \dots, 34$  dan jalur kedua  $i = 1, \dots, 31$

- e.  $d_a$  adalah waktu *delay* yang terjadi pada *activity*, untuk jalur pertama  $a = (1,2), (2,3), \dots, (33,34)$  dan jalur kedua  $a = (1,2), (2,3), \dots, (30,31)$
- f.  $L_a$  adalah batas bawah (*lower bound*) waktu tempuh minimal antara 2 halte, untuk jalur pertama  $a = (1,2), (2,3), \dots, (33,34)$  dan jalur kedua  $a = (1,2), (2,3), \dots, (30,31)$
- g.  $L_{ij}$  adalah waktu minimum *headway activity*, untuk jalur pertama  $i = 1, \dots, 33, j = 2, \dots, 34$  dan jalur kedua  $i = 1, \dots, 30, j = 2, \dots, 31$
- h.  $z_a$  adalah model *wail-depart* dengan variabel 0 jika *changing activity maintained*, untuk jalur pertama  $a = (16,17), (17,18), (31,32)$  dan jalur kedua  $a = (2,3)(14,15)(15,16)$
- i.  $g_{ij}$  adalah variabel 0 jika *event i* terjadi sebelum *event j*, untuk jalur pertama  $i = 1, \dots, 33, j = 2, \dots, 34$  dan jalur kedua  $i = 1, \dots, 30, j = 2, \dots, 31$
- j.  $g_{ji}$  adalah variabel 1 jika *event j* terjadi sebelum *event i*, untuk jalur pertama  $i = 1, \dots, 33, j = 2, \dots, 34$  dan jalur kedua  $i = 1, \dots, 30, j = 2, \dots, 31$
- k.  $M$  adalah variabel dengan nilai yang cukup besar, berupa bilangan bulat positif

#### 4.3.2 Penerapan Model Permasalahan *Delay Management* Jalur Pertama Terminal Sako – PIM

Data yang diperlukan untuk menerapkan model DM pada jalur pertama Terminal Sako – PIM berdasarkan hari kerja seperti pada Tabel 4.3.

**Tabel 4.3 Sumber *Delay* pada *Event* dan Sumber *Delay* pada *Activities* Jalur Pertama Terminal Sako – PIM berdasarkan Hari Kerja**

<i>Event i</i>	$\pi_i$	$d_i$	$d_a$
1	0	0	0
2	120	120	120
3	180	180	180
4	300	300	300
5	420	420	420
6	540	540	540
7	600	600	600
8	720	720	720
9	780	780	780
10	900	900	900
11	960	960	960
12	1020	1020	1020
13	1200	1200	1200
14	1260	1260	1260
15	1320	1320	1320
16	1380	1380	1380
17	1560	1560	1560
18	1680	1680	1680
19	1800	1800	1800
20	1920	1920	1920
21	1980	1980	1980
22	2040	2040	2040
23	2160	2160	2160
24	2220	2220	2220
25	2280	2280	2280
26	2340	2340	2340
27	2460	2460	2460
28	2520	2520	2520
29	2580	2580	2580
30	2700	2700	2700
31	2760	2760	2760
32	2940	2940	2940
33	3000	3000	3000
34	3120	3120	3120

Berdasarkan Tabel 4.3, *event i* merupakan halte yang terdapat pada Koridor II dengan arah Terminal Sako – PIM. Variabel  $\pi_i$  adalah waktu yang sudah terjadwal di setiap halte dari halte 1 ke halte 2, halte 2 ke halte 3 dan seterusnya sampai halte 33 ke 34. Variabel  $d_i$  adalah waktu *delay* yang terjadi pada halte pertama dan nilai *delay* di halte berikutnya dan ditambah sesuai dengan *delay* di halte pertama. Sedangkan variabel  $d_a$  adalah waktu *delay* yang terjadi pada setiap *activity*, nilai ini diperoleh dari selisih waktu keberangkatan dari penelitian dengan jadwal keberangkatan di setiap *activity*. Baris pada warna hijau menunjukkan halte transit. Jalur pertama Terminal Sako – PIM memiliki 3 halte transit yaitu halte transit Gloria/POLDA, dan halte transit PDAM, dan halte transit Pasar Gubah.

Data pada Tabel 4.3 selanjutnya digunakan untuk menerapkan model DM BRT Trans Musi Koridor II Terminal Sako – PIM dengan jalur pertama Terminal Sako – PIM berdasarkan hari kerja, yaitu dari hari Senin - Jumat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

Langkah 1

Menghitung nilai  $\pi_i$  yaitu waktu  $i$  yang telah dijadwalkan dengan  $i = 1,2,3, \dots, 34$ .

Nilai  $\pi_i$  dapat diperoleh dari Tabel 4.3.

$\pi_1 = 0$	$\pi_{11} = 960$	$\pi_{21} = 1980$	$\pi_{31} = 2760$
$\pi_2 = 120$	$\pi_{12} = 1020$	$\pi_{22} = 2040$	$\pi_{32} = 2940$
$\pi_3 = 180$	$\pi_{13} = 1200$	$\pi_{23} = 2160$	$\pi_{33} = 3000$
$\pi_4 = 300$	$\pi_{14} = 1260$	$\pi_{24} = 2220$	$\pi_{34} = 3120$
$\pi_5 = 420$	$\pi_{15} = 1320$	$\pi_{25} = 2280$	
$\pi_6 = 540$	$\pi_{16} = 1380$	$\pi_{26} = 2340$	
$\pi_7 = 600$	$\pi_{17} = 1560$	$\pi_{27} = 2460$	



$$\begin{array}{lll}
 \pi_8 = 720 & \pi_{18} = 1680 & \pi_{28} = 2520 \\
 \pi_9 = 780 & \pi_{19} = 1800 & \pi_{29} = 2580 \\
 \pi_{10} = 900 & \pi_{20} = 1920 & \pi_{30} = 2700
 \end{array}$$

### Langkah 2

Menghitung nilai  $d_i$  yaitu waktu  $i$  yang telah dijadwalkan dengan  $i = 1, 2, 3, \dots, 34$ .

Nilai  $d_i$  dapat diperoleh dari Tabel 4.3.

$$\begin{array}{llll}
 d_1 = 0 & d_{11} = 960 & d_{21} = 1980 & d_{31} = 2760 \\
 d_2 = 120 & d_{12} = 1020 & d_{22} = 2040 & d_{32} = 2940 \\
 d_3 = 180 & d_{13} = 1200 & d_{23} = 2160 & d_{33} = 3000 \\
 d_4 = 300 & d_{14} = 1260 & d_{24} = 2220 & d_{34} = 3120 \\
 d_5 = 420 & d_{15} = 1320 & d_{25} = 2280 & \\
 d_6 = 540 & d_{16} = 1380 & d_{26} = 2340 & \\
 d_7 = 600 & d_{17} = 1560 & d_{27} = 2460 & \\
 d_8 = 720 & d_{18} = 1680 & d_{28} = 2520 & \\
 d_9 = 780 & d_{19} = 1800 & d_{29} = 2580 & \\
 d_{10} = 900 & d_{20} = 1920 & d_{30} = 2700 &
 \end{array}$$

### Langkah 3

Menghitung nilai  $d_a$  ( $a = i, j$ ) yaitu selisih antara  $d_i$  dan  $d_j$  dari nilai *delay activity* ( $d_a$ ) dengan  $i$  dan  $j = 1, 2, 3, \dots, 34$ .

$$d_{(1,2)} = |d_1 - d_2| = |0 - 120| = |-120| = 120$$

$$d_{(2,3)} = |d_2 - d_3| = |120 - 180| = |-60| = 60$$

$$d_{(3,4)} = |d_3 - d_4| = |180 - 300| = |-120| = 120$$

·  
·  
·

$$d_{(33,34)} = |d_{33} - d_{34}| = |3000 - 3120| = |-120| = 120$$

Nilai  $d_a$  dapat dilihat pada Tabel 4.4.

**Tabel 4.4 Nilai  $d_a$  Jalur Pertama Terminal Sako – PIM berdasarkan Hari Kerja**

$d_a$	Nilai	$d_a$	Nilai
$d_{(1,2)}$	120	$d_{(18,19)}$	120
$d_{(2,3)}$	60	$d_{(19,20)}$	120
$d_{(3,4)}$	120	$d_{(20,21)}$	60
$d_{(4,5)}$	120	$d_{(21,22)}$	60
$d_{(5,6)}$	120	$d_{(22,23)}$	120
$d_{(6,7)}$	60	$d_{(23,24)}$	60
$d_{(7,8)}$	120	$d_{(24,25)}$	60
$d_{(8,9)}$	60	$d_{(25,26)}$	60
$d_{(9,10)}$	120	$d_{(26,27)}$	120
$d_{(10,11)}$	60	$d_{(27,28)}$	60
$d_{(11,12)}$	60	$d_{(28,29)}$	60
$d_{(12,13)}$	180	$d_{(29,30)}$	120
$d_{(13,14)}$	60	$d_{(30,31)}$	60
$d_{(14,15)}$	60	$d_{(31,32)}$	180
$d_{(15,16)}$	60	$d_{(32,33)}$	60
$d_{(16,17)}$	180	$d_{(33,34)}$	120
$d_{(17,18)}$	120	-	-

#### Langkah 4

Menghitung nilai  $L_a$  ( $a = i, j$ ) yaitu selisih antara  $\pi_i$  dan  $\pi_j$  dengan  $i$  dan  $j = 1, 2, 3, \dots, 34$ .

$$L_{(1,2)} = |\pi_1 - \pi_2| = |0 - 120| = |-120| = 120$$

$$L_{(2,3)} = |\pi_2 - \pi_3| = |120 - 180| = |-60| = 60$$

$$L_{(3,4)} = |\pi_3 - \pi_4| = |180 - 300| = |-60| = 60$$

·  
·  
·

$$L_{(33,34)} = |\pi_{33} - \pi_{34}| = |3000 - 3120| = |-120| = 120$$

Nilai  $L_a$  dapat dilihat pada Tabel 4.5.

**Tabel 4.5 Nilai  $L_a$  Jalur Pertama Terminal Sako – PIM berdasarkan Hari Kerja**

$L_a$	Nilai	$L_a$	Nilai
$L_{(1,2)}$	120	$L_{(18,19)}$	120
$L_{(2,3)}$	60	$L_{(19,20)}$	120
$L_{(3,4)}$	120	$L_{(20,21)}$	60
$L_{(4,5)}$	120	$L_{(21,22)}$	60
$L_{(5,6)}$	120	$L_{(22,23)}$	120
$L_{(6,7)}$	60	$L_{(23,24)}$	60
$L_{(7,8)}$	120	$L_{(24,25)}$	60
$L_{(8,9)}$	60	$L_{(25,26)}$	60
$L_{(9,10)}$	120	$L_{(26,27)}$	120
$L_{(10,11)}$	60	$L_{(27,28)}$	60
$L_{(11,12)}$	60	$L_{(28,29)}$	60
$L_{(12,13)}$	180	$L_{(29,30)}$	120
$L_{(13,14)}$	60	$L_{(30,31)}$	60
$L_{(14,15)}$	60	$L_{(31,32)}$	180
$L_{(15,16)}$	60	$L_{(32,33)}$	60
$L_{(16,17)}$	180	$L_{(33,34)}$	120
$L_{(17,18)}$	120		

Setelah mendapatkan nilai pada langkah 1 sampai langkah 4, selanjutnya memodelkan DM BRT Trans Musi arah Terminal Sako – PIM berdasarkan hari kerja dengan menggunakan perhitungan dari langkah tersebut. Model yang digunakan untuk meminimumkan keterlambatan BRT Trans Musi ini yaitu sesuai Persamaan (2.5). Berdasarkan Persamaan (2.5) fungsi tujuan sebagai berikut :

Minimumkan :

$$\begin{aligned}
 f(x, z, g) = & x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + \\
 & x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} + x_{18} + x_{19} + x_{20} + x_{21} + \\
 & x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_{25} + x_{25} + x_{26} + x_{27} + x_{28} + x_{29} + x_{30} + \\
 & x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} - 53760 + (3120z_{16,17}) + \\
 & (3120z_{17,18}) + (3120z_{31,32})
 \end{aligned} \tag{4.1}$$

Fungsi tujuan Persamaan (4.1) yang bernilai 53760 menyatakan jumlah *delay* yang terjadi di seluruh *event* dan untuk nilai 3120 menyatakan jumlah *activity* (transit) yang pasti terjadi dikalikan dengan lama perjalanan waktu tempuh.

Berdasarkan Kendala pada (2.5.a) diperoleh :

$$x_1 \geq 0 \quad (4.1.1)$$

$$x_2 \geq 240 \quad (4.1.2)$$

$$x_3 \geq 360 \quad (4.1.3)$$

$$x_4 \geq 600 \quad (4.1.4)$$

$$x_5 \geq 840 \quad (4.1.5)$$

$$x_6 \geq 1080 \quad (4.1.6)$$

$$x_7 \geq 1200 \quad (4.1.7)$$

$$x_8 \geq 1440 \quad (4.1.8)$$

$$x_9 \geq 1560 \quad (4.1.9)$$

$$x_{10} \geq 1800 \quad (4.1.10)$$

$$x_{11} \geq 1920 \quad (4.1.11)$$

$$x_{12} \geq 2040 \quad (4.1.12)$$

$$x_{13} \geq 2400 \quad (4.1.13)$$

$$x_{14} \geq 2520 \quad (4.1.14)$$

$$x_{15} \geq 2640 \quad (4.1.15)$$

$$x_{16} \geq 2760 \quad (4.1.16)$$

$$x_{17} \geq 3120 \quad (4.1.17)$$

$$x_{18} \geq 3360 \quad (4.1.18)$$

$$x_{19} \geq 3600 \quad (4.1.19)$$

$$x_{20} \geq 3840 \quad (4.1.20)$$

$$x_{21} \geq 3960 \quad (4.1.21)$$

$$x_{22} \geq 4080 \quad (4.1.22)$$

$$x_{23} \geq 4320 \quad (4.1.23)$$

$$x_{24} \geq 4440 \quad (4.1.24)$$

$$x_{25} \geq 4560 \quad (4.1.25)$$

$$x_{26} \geq 4680 \quad (4.1.26)$$

$$x_{27} \geq 4920 \quad (4.1.27)$$

$$x_{28} \geq 5040 \quad (4.1.28)$$

$$x_{29} \geq 5160 \quad (4.1.29)$$

$$x_{30} \geq 5400 \quad (4.1.30)$$

$$x_{31} \geq 5520 \quad (4.1.31)$$

$$x_{32} \geq 5880 \quad (4.1.32)$$

$$x_{33} \geq 6000 \quad (4.1.33)$$

$$x_{34} \geq 6240 \quad (4.1.34)$$

Pertidaksamaan (4.1.1) hingga (4.1.34) menyatakan bahwa tidak ada *event* yang terjadi lebih dahulu dari yang telah dijadwalkan dan sumber *delay* yang terjadi pada *event* diperhitungkan.

Berdasarkan Kendala pada (2.5.b) diperoleh :

$$x_2 - x_1 \geq 240 \quad (4.1.35)$$

$$x_3 - x_2 \geq 120 \quad (4.1.36)$$

$$x_4 - x_3 \geq 240 \quad (4.1.37)$$

$$x_5 - x_4 \geq 240 \quad (4.1.38)$$

$$x_6 - x_5 \geq 240 \quad (4.1.39)$$

$$x_7 - x_6 \geq 120 \quad (4.1.40)$$

$$x_8 - x_7 \geq 240 \quad (4.1.41)$$

$$x_9 - x_8 \geq 120 \quad (4.1.42)$$

$$x_{10} - x_9 \geq 240 \quad (4.1.43)$$

$$x_{11} - x_{10} \geq 120 \quad (4.1.44)$$

$$x_{12} - x_{11} \geq 120 \quad (4.1.45)$$

$$x_{13} - x_{12} \geq 360 \quad (4.1.46)$$

$$x_{14} - x_{13} \geq 120 \quad (4.1.47)$$

$$x_{15} - x_{14} \geq 120 \quad (4.1.48)$$

$$x_{16} - x_{15} \geq 120 \quad (4.1.49)$$

$$x_{17} - x_{16} \geq 360 \quad (4.1.50)$$

$$x_{18} - x_{17} \geq 240 \quad (4.1.51)$$

$$x_{19} - x_{18} \geq 240 \quad (4.1.52)$$

$$x_{20} - x_{19} \geq 240 \quad (4.1.53)$$

$$x_{21} - x_{20} \geq 120 \quad (4.1.54)$$

$$x_{22} - x_{21} \geq 120 \quad (4.1.55)$$

$$x_{23} - x_{22} \geq 240 \quad (4.1.56)$$

$$x_{24} - x_{23} \geq 120 \quad (4.1.57)$$

$$x_{25} - x_{24} \geq 120 \quad (4.1.58)$$

$$x_{26} - x_{25} \geq 120 \quad (4.1.59)$$

$$x_{27} - x_{26} \geq 240 \quad (4.1.60)$$

$$x_{28} - x_{27} \geq 120 \quad (4.1.61)$$

$$x_{29} - x_{28} \geq 120 \quad (4.1.62)$$

$$x_{30} - x_{29} \geq 240 \quad (4.1.63)$$

$$x_{31} - x_{30} \geq 120 \quad (4.1.64)$$

$$x_{32} - x_{31} \geq 360 \quad (4.1.65)$$

$$x_{33} - x_{32} \geq 120 \quad (4.1.66)$$

$$x_{34} - x_{33} \geq 240 \quad (4.1.67)$$

Pertidaksamaan (4.1.35) hingga (4.1.67) menyatakan bahwa batas bawah seluruh *activity*  $a \in \mathcal{A}_{\text{bus}}$  diperhatikan selama *activity* pasti terjadi dan sumber *delay* pada *activity* diperhitungkan.

Berdasarkan Kendala pada (2.5.c) diasumsikan nilai  $M = 100$ , sehingga diperoleh:

$$100z_{16,17} + x_{17} - x_{16} \geq 180 \quad (4.1.68)$$

$$100z_{17,18} + x_{18} - x_{17} \geq 120 \quad (4.1.69)$$

$$100z_{31,32} + x_{32} - x_{31} \geq 180 \quad (4.1.70)$$

Pertidaksamaan (4.1.68) hingga (4.1.70) menyatakan jika  $a \in \mathcal{A}_{\text{change}}$  merupakan keputusan *changing activity* (transit) yang pasti terjadi maka

$z_a = 0$  dan kendala ini memastikan batas bawah pada durasi *activity* diperhitungkan. Pertidaksamaan ini tidak menentukan kendala tambahan pada jadwal disposisi  $x$ .  $M$  merupakan nilai konstanta dengan bilangan bulat positif yang cukup besar. Berapapun nilai  $M$  akan menghasilkan solusi yang sama dengan nilai  $M$  yang digunakan yaitu 100. Nilai 100 yaitu untuk mempermudah dalam penulisan.

Berdasarkan Kendala pada (2.5.d) diasumsikan nilai  $M = 100$ , sehingga diperoleh :

$$100g_{1,2} + x_2 - x_1 \geq 120 \quad (4.1.71)$$

$$100g_{2,3} + x_3 - x_2 \geq 60 \quad (4.1.72)$$

$$100g_{3,4} + x_4 - x_3 \geq 120 \quad (4.1.73)$$

$$100g_{4,5} + x_5 - x_4 \geq 120 \quad (4.1.74)$$

$$100g_{5,6} + x_6 - x_5 \geq 120 \quad (4.1.75)$$

$$100g_{6,7} + x_7 - x_6 \geq 60 \quad (4.1.76)$$

$$100g_{7,8} + x_8 - x_7 \geq 120 \quad (4.1.77)$$

$$100g_{8,9} + x_9 - x_8 \geq 60 \quad (4.1.78)$$

$$100g_{9,10} + x_{10} - x_9 \geq 120 \quad (4.1.79)$$

$$100g_{10,11} + x_{11} - x_{10} \geq 60 \quad (4.1.80)$$

$$100g_{11,12} + x_{12} - x_{11} \geq 60 \quad (4.1.81)$$

$$100g_{12,13} + x_{13} - x_{12} \geq 180 \quad (4.1.82)$$

$$100g_{13,14} + x_{14} - x_{13} \geq 60 \quad (4.1.83)$$

$$100g_{14,15} + x_{15} - x_{14} \geq 60 \quad (4.1.84)$$

$$100g_{15,16} + x_{16} - x_{15} \geq 60 \quad (4.1.85)$$

$$100g_{16,17} + x_{17} - x_{16} \geq 180 \quad (4.1.86)$$

$$100g_{17,18} + x_{18} - x_{17} \geq 120 \quad (4.1.87)$$

$$100g_{18,19} + x_{19} - x_{18} \geq 120 \quad (4.1.88)$$

$$100g_{19,20} + x_{20} - x_{19} \geq 120 \quad (4.1.89)$$

$$100g_{20,21} + x_{21} - x_{20} \geq 60 \quad (4.1.90)$$

$$100g_{21,22} + x_{22} - x_{21} \geq 60 \quad (4.1.91)$$

$$100g_{22,23} + x_{23} - x_{22} \geq 120 \quad (4.1.92)$$

$$100g_{23,24} + x_{24} - x_{23} \geq 60 \quad (4.1.93)$$

$$100g_{24,25} + x_{25} - x_{24} \geq 60 \quad (4.1.94)$$

$$100g_{25,26} + x_{26} - x_{25} \geq 60 \quad (4.1.95)$$

$$100g_{26,27} + x_{27} - x_{26} \geq 120 \quad (4.1.96)$$

$$100g_{27,28} + x_{28} - x_{27} \geq 60 \quad (4.1.97)$$

$$100g_{28,29} + x_{29} - x_{28} \geq 60 \quad (4.1.98)$$

$$100g_{29,30} + x_{30} - x_{29} \geq 120 \quad (4.1.99)$$

$$100g_{30,31} + x_{31} - x_{30} \geq 60 \quad (4.1.100)$$

$$100g_{31,32} + x_{32} - x_{31} \geq 180 \quad (4.1.101)$$

$$100g_{32,33} + x_{33} - x_{32} \geq 60 \quad (4.1.102)$$

$$100g_{33,34} + x_{34} - x_{33} \geq 120 \quad (4.1.103)$$

Pertidaksamaan (4.1.71) hingga (4.1.103) menyatakan jika *event i* harus terjadi lebih dahulu sebelum *event j* maka  $g_{ij} = 0$ . Sebaliknya jika *event j* harus terjadi lebih dahulu sebelum *event i* maka  $g_{ji} = 1$ . Nilai  $g_{ij}$  merupakan bilangan biner yang bernilai 0 atau 1 dengan nilai konstanta  $M$  bilangan bulat positif yang cukup besar.

Berdasarkan Kendala pada (2.5.e) diperoleh :

$$g_{1,2} + g_{2,1} = 1 \quad (4.1.104)$$

$$g_{2,3} + g_{3,2} = 1 \quad (4.1.105)$$

$$g_{3,4} + g_{4,3} = 1 \quad (4.1.106)$$

$$g_{4,5} + g_{5,4} = 1 \quad (4.1.107)$$

$$g_{5,6} + g_{6,5} = 1 \quad (4.1.108)$$

$$g_{6,7} + g_{7,6} = 1 \quad (4.1.109)$$

$$g_{7,8} + g_{8,7} = 1 \quad (4.1.110)$$



$$g_{8,9} + g_{9,8} = 1 \quad (4.1.111)$$

$$g_{9,10} + g_{10,9} = 1 \quad (4.1.112)$$

$$g_{10,11} + g_{11,10} = 1 \quad (4.1.113)$$

$$g_{11,12} + g_{12,11} = 1 \quad (4.1.114)$$

$$g_{12,13} + g_{13,12} = 1 \quad (4.1.115)$$

$$g_{13,14} + g_{14,13} = 1 \quad (4.1.116)$$

$$g_{14,15} + g_{15,14} = 1 \quad (4.1.117)$$

$$g_{15,16} + g_{16,15} = 1 \quad (4.1.118)$$

$$g_{16,17} + g_{17,16} = 1 \quad (4.1.119)$$

$$g_{17,18} + g_{18,17} = 1 \quad (4.1.120)$$

$$g_{18,19} + g_{19,18} = 1 \quad (4.1.121)$$

$$g_{19,20} + g_{20,19} = 1 \quad (4.1.122)$$

$$g_{20,21} + g_{21,20} = 1 \quad (4.1.123)$$

$$g_{21,22} + g_{22,21} = 1 \quad (4.1.124)$$

$$g_{22,23} + g_{23,22} = 1 \quad (4.1.125)$$

$$g_{23,24} + g_{24,23} = 1 \quad (4.1.126)$$

$$g_{24,25} + g_{25,24} = 1 \quad (4.1.127)$$

$$g_{25,26} + g_{26,25} = 1 \quad (4.1.128)$$

$$g_{26,27} + g_{27,26} = 1 \quad (4.1.129)$$

$$g_{27,28} + g_{28,27} = 1 \quad (4.1.130)$$

$$g_{28,29} + g_{29,28} = 1 \quad (4.1.131)$$

$$g_{29,30} + g_{30,29} = 1 \quad (4.1.132)$$

$$g_{30,31} + g_{31,30} = 1 \quad (4.1.133)$$

$$g_{31,32} + g_{32,31} = 1 \quad (4.1.134)$$

$$g_{32,33} + g_{33,32} = 1 \quad (4.1.135)$$

$$g_{33,34} + g_{34,33} = 1 \quad (4.1.136)$$

Pertidaksamaan (4.1.104) hingga (4.1.136) menyatakan bahwa kendala *headway* yang bersifat kendala disjungtif (salah satu *event i* harus terjadi

sebelum *event j* atau *event j* harus terjadi sebelum *event i*). Kendala ini menyatakan bahwa tepat satu *headway activity* pada setiap pasangan *event i* dan *j* yang dipilih.

Berdasarkan Kendala pada (2.5.f) diperoleh :

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15}, x_{16}, x_{17}, x_{18}, x_{19}, x_{20}, x_{21}, x_{22}, x_{23}, x_{24}, x_{25}, x_{26}, x_{27}, x_{28}, x_{29}, x_{30}, x_{31}, x_{32}, x_{33}, x_{34} \in \geq 0 \text{ dan integer.} \quad (4.1.137)$$

Pertidaksamaan (4.1.137) menyatakan bahwa nilai optimal dari *event i*  $\in \varepsilon$  pada jadwal disposisi merupakan bilangan asli.

Berdasarkan Kendala pada (2.5.g) diperoleh :

$$z_{16,17}, z_{17,18}, z_{31,32} \in \{0, 1\} \quad (4.1.138)$$

Pertidaksamaan (4.1.138) menyatakan bahwa nilai optimal dari *changing activity* (transit) merupakan bilangan biner 0 atau 1.

Berdasarkan Kendala pada (2.5.h) diperoleh :  $g_{1,2}, g_{2,3}, g_{3,4},$

$$g_{4,5}, g_{5,6}, g_{6,7}, g_{7,8}, g_{8,9}, g_{9,10}, g_{10,11}, g_{11,12}, g_{12,13}, g_{13,14}, g_{14,15}, g_{15,16}, g_{16,17}, g_{17,18}, g_{18,19}, g_{19,20}, g_{20,21}, g_{21,22}, g_{22,23}, g_{23,24}, g_{24,25}, g_{25,26}, g_{26,27}, g_{27,28}, g_{28,29}, g_{29,30}, g_{30,31}, g_{31,32}, g_{32,33}, g_{33,34} \in \{0, 1\} \quad (4.1.139)$$

Pertidaksamaan (4.1.139) menyatakan bahwa nilai  $g_{ij}$  diharapkan bernilai 0 atau 1. Secara lengkap model DM berdasarkan hari kerja untuk jalur pertama Terminal Sako – PIM dapat dinyatakan sebagai Model (4.2).

Fungsi Tujuan :

Minimumkan :

$$\begin{aligned}
 f(x, z, g) = & x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + \\
 & x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} + x_{18} + x_{19} + x_{20} + x_{21} + \\
 & x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_{25} + x_{25} + x_{26} + x_{27} + x_{28} + x_{29} + x_{30} + \\
 & x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} - 53760 + (3120z_{16,17}) + \\
 & (3120z_{17,18}) + (3120z_{31,32})
 \end{aligned} \tag{4.2}$$

dengan kendala : (4.1.1) sampai (4.1.139)

Selanjutnya Model (4.2) dihitung dengan menggunakan bantuan program LINGO sehingga diperoleh solusi optimal  $f(x, z, g)$  sebesar 0 detik yang merupakan total dari waktu disposisi jika terjadi *delay* pada *activity* ( $d_a$ ). Jalur pertama Terminal Sako – PIM tidak terjadi *delay* pada *activity*. Berdasarkan penyelesaian pada program LINGO nilai optimal  $x, z, g$  dapat dilihat pada Tabel 4.6 dan Tabel 4.7.

**Tabel 4.6 Nilai Optimal Variabel  $x$  dan Variabel  $g$  Model DM Jalur Pertama Terminal Sako – PIM berdasarkan Hari Kerja**

Variabel ( $x$ )	Nilai	Variabel ( $g$ )	Nilai
$x_1$	0	$g_{1,2}$	0
$x_2$	240	$g_{2,3}$	0
$x_3$	360	$g_{3,4}$	0
$x_4$	600	$g_{4,5}$	0
$x_5$	840	$g_{5,6}$	0
$x_6$	1080	$g_{6,7}$	0
$x_7$	1200	$g_{7,8}$	0
$x_8$	1440	$g_{8,9}$	0
$x_9$	1560	$g_{9,10}$	0
$x_{10}$	1800	$g_{10,11}$	0
$x_{11}$	1920	$g_{11,12}$	0
$x_{12}$	2040	$g_{12,13}$	0
$x_{13}$	2400	$g_{13,14}$	0
$x_{14}$	2520	$g_{14,15}$	0
$x_{15}$	2640	$g_{15,16}$	0

$x_{16}$	2760	$g_{16,17}$	0
$x_{17}$	3120	$g_{17,18}$	0
$x_{18}$	3360	$g_{18,19}$	0
$x_{19}$	3600	$g_{19,20}$	0
$x_{20}$	3840	$g_{20,21}$	0
$x_{21}$	3960	$g_{21,22}$	0
$x_{22}$	4080	$g_{22,23}$	0
$x_{23}$	4320	$g_{23,24}$	0
$x_{24}$	4440	$g_{24,25}$	0
$x_{25}$	4560	$g_{25,26}$	0
$x_{26}$	4680	$g_{26,27}$	0
$x_{27}$	4920	$g_{27,28}$	0
$x_{28}$	5040	$g_{28,29}$	0
$x_{29}$	5160	$g_{29,30}$	0
$x_{30}$	5400	$g_{30,31}$	0
$x_{31}$	5520	$g_{31,32}$	0
$x_{32}$	5880	$g_{32,33}$	0
$x_{33}$	6000	$g_{33,34}$	0
$x_{34}$	6240	-	-

Nilai variabel  $x$  pada Tabel 4.6 menyatakan benar bahwa variabel  $x$  pada Model (4.2) merupakan jumlah waktu dari penjadwalan ( $\pi$ ) dan waktu disposisi jika terjadi *delay* pada *activity* ( $d_a$ ). Nilai optimal variabel  $x_1 = 0$  detik, nilai optimal variabel  $x_2 = 240$  detik, nilai optimal variabel  $x_3 = 360$  detik, dan seterusnya hingga nilai optimal variabel  $x_{34} = 6240$  detik.

Berdasarkan Tabel 4.6 dapat dilihat bahwa nilai variabel  $g_{1,2}, g_{2,3}, g_{3,4}, g_{4,5}, g_{5,6}, g_{7,8}, g_{8,9}, g_{9,10}, g_{10,11}, g_{11,12}, g_{12,13}, g_{13,14}, g_{14,15}, g_{15,16}, g_{21,22}, g_{22,23}, g_{23,24}, g_{24,25}, g_{25,26}, g_{26,27}, g_{27,28}, g_{28,29}, g_{29,30}, g_{30,31}, g_{31,32}, g_{32,33}, g_{33,34}$  bernilai 0 dan bernilai 1 untuk lainnya. Hal ini menyatakan bahwa benar halte 1 dilewati terlebih dahulu sebelum halte 2, halte 2 dilewati terlebih dahulu sebelum halte 3

dan seterusnya. Adapun nilai optimal variabel  $z$  model DM jalur pertama Terminal Sako – PIM dapat dilihat pada Tabel 4.7.

**Tabel 4.7 Nilai Optimal Variabel  $z$  Model *Delay Management* Jalur Pertama Terminal Sako – PIM berdasarkan Hari Kerja**

Variabel ( $z$ )	Nilai
$z_{16,17}$	0
$z_{17,18}$	0
$z_{31,32}$	0

Berdasarkan Tabel 4.7 dapat diketahui bahwa nilai optimal variabel  $z_{16,17}, z_{17,18}, z_{31,32}$  bernilai 0 dan bernilai 1 untuk lainnya. Hal ini menyatakan *changing activity* (transit) benar terjadi pada halte 16 menuju halte 17, halte 17 menuju halte 18, dan halte 31 menuju halte 32.

Selanjutnya data yang diperlukan untuk menerapkan model DM pada jalur pertama Terminal Sako – PIM berdasarkan hari tidak kerja seperti pada Tabel 4.8.

**Tabel 4.8 Sumber *Delay* pada *Event* dan Sumber *Delay* pada *Activities* Jalur Pertama Terminal Sako – PIM berdasarkan Hari Tidak Kerja**

<i>Event i</i>	$\pi_i$	$d_i$	$d_a$
1	0	319	638
2	120	373	812
3	180	420	919
4	300	444	1063
5	420	448	1187
6	540	411	1270
7	600	446	1365
8	720	501	1540
9	780	499	1598
10	900	539	1758
11	960	531	1810
12	1020	638	1977
13	1200	614	2133
14	1260	593	2172
15	1320	573	2212

16	1380	595	2294
17	1560	586	2465
18	1680	570	2569
19	1800	574	2693
20	1920	582	2821
21	1980	604	2903
22	2040	577	2936
23	2160	524	3003
24	2220	569	3108
25	2280	569	3168
26	2340	574	3233
27	2460	649	3428
28	2520	596	3435
29	2580	587	3486
30	2700	629	3648
31	2760	590	3669
32	2940	654	3913
33	3000	650	3969
34	3120	721	4160

Data pada Tabel 4.8 untuk menerapkan model DM BRT Trans Musi Koridor II Terminal Sako – PIM dengan jalur pertama Terminal Sako – PIM berdasarkan hari tidak kerja, hari Sabtu dan Minggu dilakukan dengan langkah-langkah yang sama seperti sebelumnya yaitu berdasarkan hari kerja. Langkah-langkah nya sebagai berikut :

#### Langkah 1

Menghitung nilai  $\pi_i$  yaitu waktu  $i$  yang telah dijadwalkan dengan  $i = 1,2,3, \dots ,34$ .

Nilai  $\pi_i$  dapat diperoleh dari Tabel 4.8.

$$\begin{array}{llll}
 \pi_1 = 0 & \pi_{11} = 960 & \pi_{21} = 1980 & \pi_{31} = 2760 \\
 \pi_2 = 120 & \pi_{12} = 1020 & \pi_{22} = 2040 & \pi_{32} = 2940 \\
 \pi_3 = 180 & \pi_{13} = 1200 & \pi_{23} = 2160 & \pi_{33} = 3000 \\
 \pi_4 = 300 & \pi_{14} = 1260 & \pi_{24} = 2220 & \pi_{34} = 3120 \\
 \pi_5 = 420 & \pi_{15} = 1320 & \pi_{25} = 2280 & 
 \end{array}$$

$\pi_6 = 540$	$\pi_{16} = 1380$	$\pi_{26} = 2340$
$\pi_7 = 600$	$\pi_{17} = 1560$	$\pi_{27} = 2460$
$\pi_8 = 720$	$\pi_{18} = 1680$	$\pi_{28} = 2520$
$\pi_9 = 780$	$\pi_{19} = 1800$	$\pi_{29} = 2580$
$\pi_{10} = 900$	$\pi_{20} = 1920$	$\pi_{30} = 2700$

### Langkah 2

Menghitung nilai  $d_i$  yaitu waktu  $i$  yang telah dijadwalkan dengan  $i = 1, 2, 3, \dots, 34$ .

Nilai  $d_i$  dapat diperoleh dari Tabel 4.8.

$d_1 = 319$	$d_{11} = 1279$	$d_{21} = 2299$	$d_{31} = 3079$
$d_2 = 439$	$d_{12} = 1339$	$d_{22} = 2359$	$d_{32} = 3259$
$d_3 = 499$	$d_{13} = 1519$	$d_{23} = 2479$	$d_{33} = 3319$
$d_4 = 619$	$d_{14} = 1579$	$d_{24} = 2539$	$d_{34} = 3439$
$d_5 = 739$	$d_{15} = 1639$	$d_{25} = 2599$	
$d_6 = 859$	$d_{16} = 1699$	$d_{26} = 2659$	
$d_7 = 919$	$d_{17} = 1879$	$d_{27} = 2779$	
$d_8 = 1039$	$d_{18} = 1999$	$d_{28} = 2839$	
$d_9 = 1099$	$d_{19} = 2119$	$d_{29} = 2899$	
$d_{10} = 1219$	$d_{20} = 2239$	$d_{30} = 3019$	

### Langkah 3

Menghitung nilai  $d_a$  ( $a = i, j$ ) yaitu selisih antara  $d_i$  dan  $d_j$  dari nilai *delay activity* ( $d_a$ ) dengan  $i$  dan  $j = 1, 2, 3, \dots, 34$ .

$$d_{(1,2)} = |d_1 - d_2| = |638 - 812| = |-174| = 174$$

$$d_{(2,3)} = |d_2 - d_3| = |812 - 919| = |-107| = 107$$

$$d_{(3,4)} = |d_3 - d_4| = |919 - 1063| = |-144| = 144$$

·  
·  
·

$$d_{(33,34)} = |d_{33} - d_{34}| = |3969 - 4160| = |-191| = 191$$

Nilai  $d_a$  dapat dilihat pada Tabel 4.9.

**Tabel 4.9 Nilai  $d_a$  Jalur Pertama Terminal Sako – PIM berdasarkan Hari Tidak Kerja**

$d_a$	Nilai	$d_a$	Nilai
$d_{(1,2)}$	174	$d_{(18,19)}$	124
$d_{(2,3)}$	107	$d_{(19,20)}$	128
$d_{(3,4)}$	144	$d_{(20,21)}$	82
$d_{(4,5)}$	124	$d_{(21,22)}$	33
$d_{(5,6)}$	83	$d_{(22,23)}$	67
$d_{(6,7)}$	95	$d_{(23,24)}$	105
$d_{(7,8)}$	175	$d_{(24,25)}$	60
$d_{(8,9)}$	58	$d_{(25,26)}$	65
$d_{(9,10)}$	160	$d_{(26,27)}$	195
$d_{(10,11)}$	52	$d_{(27,28)}$	7
$d_{(11,12)}$	167	$d_{(28,29)}$	51
$d_{(12,13)}$	156	$d_{(29,30)}$	162
$d_{(13,14)}$	39	$d_{(30,31)}$	21
$d_{(14,15)}$	40	$d_{(31,32)}$	244
$d_{(15,16)}$	82	$d_{(32,33)}$	56
$d_{(16,17)}$	171	$d_{(33,34)}$	191
$d_{(17,18)}$	104	-	-

Langkah 4

Menghitung nilai  $L_a$  ( $a = i, j$ ) yaitu selisih antara  $\pi_i$  dan  $\pi_j$  dengan  $i$  dan  $j = 1, 2, 3, \dots, 34$ .

$$L_{(1,2)} = |\pi_1 - \pi_2| = |0 - 120| = |-120| = 120$$

$$L_{(2,3)} = |\pi_2 - \pi_3| = |120 - 180| = |-60| = 60$$

.

.

.

$$L_{(33,34)} = |\pi_{33} - \pi_{34}| = |2940 - 3060| = |-120| = 120$$

Nilai  $L_a$  dapat dilihat pada Tabel 4.10.



**Tabel 4.10 Nilai  $L_a$  Jalur Pertama Terminal Sako – PIM berdasarkan Hari Tidak Kerja**

$L_a$	Nilai	$L_a$	Nilai
$L_{(1,2)}$	120	$L_{(18,19)}$	120
$L_{(2,3)}$	60	$L_{(19,20)}$	120
$L_{(3,4)}$	120	$L_{(20,21)}$	60
$L_{(4,5)}$	120	$L_{(21,22)}$	60
$L_{(5,6)}$	120	$L_{(22,23)}$	120
$L_{(6,7)}$	60	$L_{(23,24)}$	60
$L_{(7,8)}$	120	$L_{(24,25)}$	60
$L_{(8,9)}$	60	$L_{(25,26)}$	60
$L_{(9,10)}$	120	$L_{(26,27)}$	120
$L_{(10,11)}$	60	$L_{(27,28)}$	60
$L_{(11,12)}$	60	$L_{(28,29)}$	60
$L_{(12,13)}$	180	$L_{(29,30)}$	120
$L_{(13,14)}$	60	$L_{(30,31)}$	60
$L_{(14,15)}$	60	$L_{(31,32)}$	180
$L_{(15,16)}$	60	$L_{(32,33)}$	60
$L_{(16,17)}$	180	$L_{(33,34)}$	120
$L_{(17,18)}$	120	-	-

Setelah mendapatkan nilai pada langkah 1 sampai langkah 4, selanjutnya memodelkan DM BRT Trans Musi arah Terminal Sako – PIM berdasarkan hari tidak kerja dengan menggunakan perhitungan dari langkah tersebut. Model yang digunakan untuk meminimumkan keterlambatan BRT Trans Musi ini yaitu sesuai Persamaan (2.5). Berdasarkan Persamaan (2.5) fungsi tujuan sebagai berikut :

Minimumkan :

$$\begin{aligned}
 f(x, z, g) = & x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + \\
 & x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} + x_{18} + x_{19} + x_{20} + x_{21} + \\
 & x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_{25} + x_{25} + x_{26} + x_{27} + x_{28} + x_{29} + x_{30} + \\
 & x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} - 53760 + (3120z_{16,17}) + \\
 & (3120z_{17,18}) + (3120z_{31,32})
 \end{aligned} \tag{4.3}$$

Fungsi tujuan Persamaan (4.3) yang bernilai 53760 menyatakan jumlah *delay* yang terjadi di seluruh *event* dan untuk nilai 3120 menyatakan jumlah *activity* (transit) yang pasti terjadi dikalikan dengan lama perjalanan waktu tempuh.

Berdasarkan Kendala pada (2.5.a) diperoleh :

$$x_1 \geq 319 \quad (4.3.1)$$

$$x_2 \geq 559 \quad (4.3.2)$$

$$x_3 \geq 679 \quad (4.3.3)$$

$$x_4 \geq 919 \quad (4.3.4)$$

$$x_5 \geq 1159 \quad (4.3.5)$$

$$x_6 \geq 1399 \quad (4.3.6)$$

$$x_7 \geq 1519 \quad (4.3.7)$$

$$x_8 \geq 1759 \quad (4.3.8)$$

$$x_9 \geq 1879 \quad (4.3.9)$$

$$x_{10} \geq 2119 \quad (4.3.10)$$

$$x_{11} \geq 2239 \quad (4.3.11)$$

$$x_{12} \geq 2359 \quad (4.3.12)$$

$$x_{13} \geq 2719 \quad (4.3.13)$$

$$x_{14} \geq 2839 \quad (4.3.14)$$

$$x_{15} \geq 2959 \quad (4.3.15)$$

$$x_{16} \geq 3079 \quad (4.3.16)$$

$$x_{17} \geq 3439 \quad (4.3.17)$$

$$x_{18} \geq 3679 \quad (4.3.18)$$

$$x_{19} \geq 3919 \quad (4.3.19)$$

$$x_{20} \geq 4159 \quad (4.3.20)$$

$$x_{21} \geq 4279 \quad (4.3.21)$$

$$x_{22} \geq 4399 \quad (4.3.22)$$

$$x_{23} \geq 4639 \quad (4.3.23)$$

$$x_{24} \geq 4759 \quad (4.3.24)$$

$$x_{25} \geq 4879 \quad (4.3.25)$$

$$x_{26} \geq 4999 \quad (4.3.26)$$

$$x_{27} \geq 5239 \quad (4.3.27)$$

$$x_{28} \geq 5359 \quad (4.3.28)$$

$$x_{29} \geq 5479 \quad (4.3.29)$$

$$x_{30} \geq 5719 \quad (4.3.30)$$

$$x_{31} \geq 5839 \quad (4.3.31)$$

$$x_{32} \geq 6199 \quad (4.3.32)$$

$$x_{33} \geq 6319 \quad (4.3.33)$$

$$x_{34} \geq 6559 \quad (4.3.34)$$

Pertidaksamaan (4.3.1) hingga (4.3.34) menyatakan bahwa terdapat *event* yang terjadi lebih dahulu dari yang telah dijadwalkan dan sumber *delay* yang terjadi pada *event* diperhitungkan.

Berdasarkan Kendala pada (2.5.b) diperoleh :

$$x_2 - x_1 \geq 294 \quad (4.3.35)$$

$$x_3 - x_2 \geq 167 \quad (4.3.36)$$

$$x_4 - x_3 \geq 264 \quad (4.3.37)$$

$$x_5 - x_4 \geq 244 \quad (4.3.38)$$

$$x_6 - x_5 \geq 203 \quad (4.3.39)$$

$$x_7 - x_6 \geq 155 \quad (4.3.40)$$

$$x_8 - x_7 \geq 295 \quad (4.3.41)$$

$$x_9 - x_8 \geq 118 \quad (4.3.42)$$

$$x_{10} - x_9 \geq 280 \quad (4.3.43)$$

$$x_{11} - x_{10} \geq 112 \quad (4.3.44)$$

$$x_{12} - x_{11} \geq 227 \quad (4.3.45)$$

$$x_{13} - x_{12} \geq 336 \quad (4.3.46)$$

$$x_{14} - x_{13} \geq 99 \quad (4.3.47)$$

$$x_{15} - x_{14} \geq 100 \quad (4.3.48)$$

$$x_{16} - x_{15} \geq 142 \quad (4.3.49)$$

$$x_{17} - x_{16} \geq 351 \quad (4.3.50)$$

$$x_{18} - x_{17} \geq 224 \quad (4.3.51)$$

$$x_{19} - x_{18} \geq 244 \quad (4.3.52)$$

$$x_{20} - x_{19} \geq 248 \quad (4.3.53)$$

$$x_{21} - x_{20} \geq 142 \quad (4.3.54)$$

$$x_{22} - x_{21} \geq 93 \quad (4.3.55)$$

$$x_{23} - x_{22} \geq 187 \quad (4.3.56)$$

$$x_{24} - x_{23} \geq 165 \quad (4.3.57)$$

$$x_{25} - x_{24} \geq 120 \quad (4.3.58)$$

$$x_{26} - x_{25} \geq 125 \quad (4.3.59)$$

$$x_{27} - x_{26} \geq 315 \quad (4.3.60)$$

$$x_{28} - x_{27} \geq 67 \quad (4.3.61)$$

$$x_{29} - x_{28} \geq 111 \quad (4.3.62)$$

$$x_{30} - x_{29} \geq 282 \quad (4.3.63)$$

$$x_{31} - x_{30} \geq 81 \quad (4.3.64)$$

$$x_{32} - x_{31} \geq 424 \quad (4.3.65)$$

$$x_{33} - x_{32} \geq 116 \quad (4.3.66)$$

$$x_{34} - x_{33} \geq 311 \quad (4.3.67)$$

Pertidaksamaan (4.3.35) hingga (4.3.67) menyatakan bahwa batas bawah seluruh *activity*  $a \in \mathcal{A}_{\text{bus}}$  diperhatikan selama *activity* pasti terjadi dan sumber *delay* pada *activity* diperhitungkan.

Berdasarkan Kendala pada (2.5.c) diasumsikan nilai  $M = 100$ , sehingga diperoleh:

$$100z_{16,17} + x_{17} - x_{16} \geq 180 \quad (4.3.68)$$

$$100z_{17,18} + x_{18} - x_{17} \geq 120 \quad (4.3.69)$$

$$100z_{31,32} + x_{32} - x_{31} \geq 180 \quad (4.3.70)$$

Pertidaksamaan (4.3.68) hingga (4.3.70) menyatakan jika  $a \in \mathcal{A}_{\text{change}}$  merupakan keputusan *changing activity* (transit) yang pasti terjadi maka  $z_a = 0$

dan kendala ini memastikan batas bawah pada durasi *activity* diperhitungkan.

Pertidaksamaan ini tidak menentukan kendala tambahan pada jadwal disposisi  $x$ .

Berdasarkan Kendala pada (2.5.d) diasumsikan nilai  $M = 100$ , sehingga diperoleh :

$$100g_{1,2} + x_2 - x_1 \geq 120 \quad (4.3.71)$$

$$100g_{2,3} + x_3 - x_2 \geq 60 \quad (4.3.72)$$

$$100g_{3,4} + x_4 - x_3 \geq 120 \quad (4.3.73)$$

$$100g_{4,5} + x_5 - x_4 \geq 120 \quad (4.3.74)$$

$$100g_{5,6} + x_6 - x_5 \geq 120 \quad (4.3.75)$$

$$100g_{6,7} + x_7 - x_6 \geq 60 \quad (4.3.76)$$

$$100g_{7,8} + x_8 - x_7 \geq 120 \quad (4.3.77)$$

$$100g_{8,9} + x_9 - x_8 \geq 60 \quad (4.3.78)$$

$$100g_{9,10} + x_{10} - x_9 \geq 120 \quad (4.3.79)$$

$$100g_{10,11} + x_{11} - x_{10} \geq 60 \quad (4.3.80)$$

$$100g_{11,12} + x_{12} - x_{11} \geq 60 \quad (4.3.81)$$

$$100g_{12,13} + x_{13} - x_{12} \geq 180 \quad (4.3.82)$$

$$100g_{13,14} + x_{14} - x_{13} \geq 60 \quad (4.3.83)$$

$$100g_{14,15} + x_{15} - x_{14} \geq 60 \quad (4.3.84)$$

$$100g_{15,16} + x_{16} - x_{15} \geq 60 \quad (4.3.85)$$

$$100g_{16,17} + x_{17} - x_{16} \geq 180 \quad (4.3.86)$$

$$100g_{17,18} + x_{18} - x_{17} \geq 120 \quad (4.3.87)$$

$$100g_{18,19} + x_{19} - x_{18} \geq 120 \quad (4.3.88)$$

$$100g_{19,20} + x_{20} - x_{19} \geq 120 \quad (4.3.89)$$

$$100g_{20,21} + x_{21} - x_{20} \geq 60 \quad (4.3.90)$$

$$100g_{21,22} + x_{22} - x_{21} \geq 60 \quad (4.3.91)$$

$$100g_{22,23} + x_{23} - x_{22} \geq 120 \quad (4.3.92)$$

$$100g_{23,24} + x_{24} - x_{23} \geq 60 \quad (4.3.93)$$

$$100g_{24,25} + x_{25} - x_{24} \geq 60 \quad (4.3.94)$$

$$100g_{25,26} + x_{26} - x_{25} \geq 60 \quad (4.3.95)$$

$$100g_{26,27} + x_{27} - x_{26} \geq 120 \quad (4.3.96)$$

$$100g_{27,28} + x_{28} - x_{27} \geq 60 \quad (4.3.97)$$

$$100g_{28,29} + x_{29} - x_{28} \geq 60 \quad (4.3.98)$$

$$100g_{29,30} + x_{30} - x_{29} \geq 120 \quad (4.3.99)$$

$$100g_{30,31} + x_{31} - x_{30} \geq 60 \quad (4.3.100)$$

$$100g_{31,32} + x_{32} - x_{31} \geq 180 \quad (4.3.101)$$

$$100g_{32,33} + x_{33} - x_{32} \geq 60 \quad (4.3.102)$$

$$100g_{33,34} + x_{34} - x_{33} \geq 120 \quad (4.3.103)$$

Pertidaksamaan (4.3.71) hingga (4.3.103) menyatakan jika *event i* harus terjadi lebih dahulu sebelum *event j* maka  $g_{ij} = 0$ . Sebaliknya jika *event j* harus terjadi lebih dahulu sebelum *event i* maka  $g_{ji} = 1$ . Nilai  $g_{ij}$  merupakan bilangan biner yang bernilai 0 atau 1 dengan nilai konstanta  $M$  bilangan bulat positif yang cukup besar.

Berdasarkan Kendala pada (2.5.e) diperoleh :

$$g_{1,2} + g_{2,1} = 1 \quad (4.3.104)$$

$$g_{2,3} + g_{3,2} = 1 \quad (4.3.105)$$

$$g_{3,4} + g_{4,3} = 1 \quad (4.3.106)$$

$$g_{4,5} + g_{5,4} = 1 \quad (4.3.107)$$

$$g_{5,6} + g_{6,5} = 1 \quad (4.3.108)$$

$$g_{6,7} + g_{7,6} = 1 \quad (4.3.109)$$

$$g_{7,8} + g_{8,7} = 1 \quad (4.3.110)$$

$$g_{8,9} + g_{9,8} = 1 \quad (4.3.111)$$

$$g_{9,10} + g_{10,9} = 1 \quad (4.3.112)$$

$$g_{10,11} + g_{11,10} = 1 \quad (4.3.113)$$

$$g_{11,12} + g_{12,11} = 1 \quad (4.3.114)$$

$$g_{12,13} + g_{13,12} = 1 \quad (4.3.115)$$

$$g_{13,14} + g_{14,13} = 1 \quad (4.3.116)$$

$$g_{14,15} + g_{15,14} = 1 \quad (4.3.117)$$

$$g_{15,16} + g_{16,15} = 1 \quad (4.3.118)$$

$$g_{16,17} + g_{17,16} = 1 \quad (4.3.119)$$

$$g_{17,18} + g_{18,17} = 1 \quad (4.3.120)$$

$$g_{18,19} + g_{19,18} = 1 \quad (4.3.121)$$

$$g_{19,20} + g_{20,19} = 1 \quad (4.3.122)$$

$$g_{20,21} + g_{21,20} = 1 \quad (4.3.123)$$

$$g_{21,22} + g_{22,21} = 1 \quad (4.3.124)$$

$$g_{22,23} + g_{23,22} = 1 \quad (4.3.125)$$

$$g_{23,24} + g_{24,23} = 1 \quad (4.3.126)$$

$$g_{24,25} + g_{25,24} = 1 \quad (4.3.127)$$

$$g_{25,26} + g_{26,25} = 1 \quad (4.3.128)$$

$$g_{26,27} + g_{27,26} = 1 \quad (4.3.129)$$

$$g_{27,28} + g_{28,27} = 1 \quad (4.3.130)$$

$$g_{28,29} + g_{29,28} = 1 \quad (4.3.131)$$

$$g_{29,30} + g_{30,29} = 1 \quad (4.3.132)$$

$$g_{30,31} + g_{31,30} = 1 \quad (4.3.133)$$

$$g_{31,32} + g_{32,31} = 1 \quad (4.3.134)$$

$$g_{32,33} + g_{33,32} = 1 \quad (4.3.135)$$

$$g_{33,34} + g_{34,33} = 1 \quad (4.3.136)$$

Pertidaksamaan (4.3.104) hingga (4.3.136) menyatakan bahwa kendala *headway* yang bersifat kendala disjungtif (salah satu *event i* harus terjadi sebelum *event j* atau *event j* harus terjadi sebelum *event i*). Kendala ini menyatakan bahwa tepat satu *headway activity* pada setiap pasangan *event i* dan *j* yang dipilih.

Berdasarkan Kendala pada (2.5.f) diperoleh :

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15}, x_{16}, x_{17}, x_{18}, x_{19}, x_{20}, x_{21},$$

$$x_{22}, x_{23}, x_{24}, x_{25}, x_{26}, x_{27}, x_{28}, x_{29}, x_{30}, x_{31}, x_{32}, x_{33}, x_{34} \in \geq 0 \text{ dan integer.} \quad (4.3.137)$$

Pertidaksamaan (4.3.137) menyatakan bahwa nilai optimal dari *event*  $i \in \varepsilon$  pada jadwal disposisi merupakan bilangan asli.

Berdasarkan Kendala pada (2.5.g) diperoleh :

$$z_{16,17}, z_{17,18}, z_{31,32} \in \{0, 1\} \quad (4.3.138)$$

Pertidaksamaan (4.3.138) menyatakan bahwa nilai optimal dari *change activity* (transit) merupakan bilangan biner 0 atau 1.

Berdasarkan Kendala pada (2.5.h) diperoleh :  $g_{1,2}, g_{2,3}, g_{3,4},$

$g_{4,5}, g_{5,6}, g_{6,7}, g_{7,8}, g_{8,9}, g_{9,10}, g_{10,11}, g_{11,12}, g_{12,13}, g_{13,14}, g_{14,15},$

$g_{15,16}, g_{16,17}, g_{17,18}, g_{18,19}, g_{19,20}, g_{20,21}, g_{21,22}, g_{22,23}, g_{23,24}, g_{24,25}, g_{25,26}, g_{26,27},$

$$g_{27,28}, g_{28,29}, g_{29,30}, g_{30,31}, g_{31,32}, g_{32,33}, g_{33,34} \in \{0, 1\} \quad (4.3.139)$$

Pertidaksamaan (4.1.139) menyatakan bahwa nilai  $g_{ij}$  diharapkan bernilai 0 atau 1.

Secara lengkap model DM berdasarkan hari tidak kerja untuk jalur pertama Terminal Sako – PIM dapat dinyatakan sebagai Model (4.4).

Fungsi Tujuan :

Minimumkan :

$$\begin{aligned} f(x, z, g) = & x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + \\ & x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} + x_{18} + x_{19} + x_{20} + x_{21} + \\ & x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_{25} + x_{25} + x_{26} + x_{27} + x_{28} + x_{29} + x_{30} + \\ & x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} - 53760 + (3120z_{16,17}) + \\ & (3120z_{17,18}) + (3120z_{31,32}) \end{aligned} \quad (4.4)$$

dengan kendala : (4.3.1) sampai (4.3.139)



Selanjutnya Model (4.4) dihitung dengan menggunakan bantuan program LINGO sehingga diperoleh solusi optimal  $f(x, z, g)$  sebesar 18749 detik dari 34 halte yang merupakan total dari waktu disposisi jika terjadi *delay* pada *activity* ( $d_a$ ). Jalur pertama Terminal Sako – PIM terjadi *delay* pada *activity* yang dapat dilihat pada Tabel 4.11.

**Tabel 4.11 Sumber *Delay* pada *Activity* ( $d_a$ ) Jalur Pertama Terminal Sako – PIM berdasarkan Hari Tidak Kerja**

Halte	Lama <i>Delay</i> (Detik)
$x_1$	319
$x_{1,2}$	373
$x_{2,3}$	420
$x_{3,4}$	444
$x_{4,5}$	448
$x_{5,6}$	411
$x_{6,7}$	446
$x_{7,8}$	501
$x_{8,9}$	499
$x_{9,10}$	539
$x_{10,11}$	531
$x_{11,12}$	638
$x_{12,13}$	614
$x_{13,14}$	593
$x_{14,15}$	573
$x_{15,16}$	595
$x_{16,17}$	586
$x_{17,18}$	570
$x_{18,19}$	574
$x_{19,20}$	582
$x_{20,21}$	604
$x_{21,22}$	577
$x_{22,23}$	524
$x_{23,24}$	569
$x_{24,25}$	569
$x_{25,26}$	574
$x_{26,27}$	649

$x_{27,28}$	596
$x_{28,29}$	587
$x_{29,30}$	629
$x_{30,31}$	590
$x_{31,32}$	654
$x_{32,33}$	650
$x_{33,34}$	721
<b>Total Delay</b>	18749

Berdasarkan Tabel 4.11 dapat dilihat bahwa *delay* pada *activity* yang dialami oleh halte 1 ke halte 2 selama 319 detik, halte 2 ke halte 3 selama 373 detik, dan seterusnya. Jumlah dari seluruh *delay* pada *activity* BRT Trans Musi jalur pertama Terminal Sako – PIM berdasarkan hari tidak kerja sebesar 18749 detik dari 34 halte dimana rata-rata *delay* sebesar 636 detik. Berdasarkan penyelesaian pada program LINGO nilai optimal  $x, z, g$  dapat dilihat pada Tabel 4.12 dan Tabel 4.13.

**Tabel 4.12 Nilai Optimal Variabel  $x$  dan Variabel  $g$  Model DM Jalur Pertama Terminal Sako – PIM berdasarkan Hari Tidak Kerja**

Variabel ( $x$ )	Nilai	Variabel ( $g$ )	Nilai
$x_1$	319	$g_{1,2}$	0
$x_2$	613	$g_{2,3}$	0
$x_3$	780	$g_{3,4}$	0
$x_4$	1044	$g_{4,5}$	0
$x_5$	1288	$g_{5,6}$	0
$x_6$	1491	$g_{6,7}$	0
$x_7$	1646	$g_{7,8}$	0
$x_8$	1941	$g_{8,9}$	0
$x_9$	2059	$g_{9,10}$	0
$x_{10}$	2339	$g_{10,11}$	0
$x_{11}$	2451	$g_{11,12}$	0
$x_{12}$	2678	$g_{12,13}$	0
$x_{13}$	3014	$g_{13,14}$	0
$x_{14}$	3113	$g_{14,15}$	0
$x_{15}$	3213	$g_{15,16}$	0

$x_{16}$	3355	$g_{16,17}$	0
$x_{17}$	3706	$g_{17,18}$	0
$x_{18}$	3930	$g_{18,19}$	0
$x_{19}$	4174	$g_{19,20}$	0
$x_{20}$	4422	$g_{20,21}$	0
$x_{21}$	4564	$g_{21,22}$	0
$x_{22}$	4657	$g_{22,23}$	0
$x_{23}$	4844	$g_{23,24}$	0
$x_{24}$	5009	$g_{24,25}$	0
$x_{25}$	5129	$g_{25,26}$	0
$x_{26}$	5254	$g_{26,27}$	0
$x_{27}$	5569	$g_{27,28}$	0
$x_{28}$	5636	$g_{28,29}$	0
$x_{29}$	5747	$g_{29,30}$	0
$x_{30}$	6029	$g_{30,31}$	0
$x_{31}$	6110	$g_{31,32}$	0
$x_{32}$	6534	$g_{32,33}$	0
$x_{33}$	6650	$g_{33,34}$	0
$x_{34}$	6961	-	-

Nilai variabel  $x$  pada Tabel 4.12 menyatakan benar bahwa variabel  $x$  pada Model (4.4) merupakan jumlah waktu dari penjadwalan ( $\pi$ ) dan waktu disposisi jika terjadi *delay* pada *activity* ( $d_a$ ). Nilai optimal variabel  $x_1 = 319$  detik, nilai optimal variabel  $x_2 = 613$  detik, nilai optimal variabel  $x_3 = 780$  detik, dan seterusnya hingga nilai optimal variabel  $x_{34} = 6961$  detik.

Berdasarkan Tabel 4.8 dapat dilihat bahwa nilai variabel  $g_{1,2}, g_{2,3}, g_{3,4}, g_{4,5}, g_{5,6}, g_{7,8}, g_{8,9}, g_{9,10}, g_{10,11}, g_{11,12}, g_{12,13}, g_{13,14}, g_{14,15}, g_{15,16}, g_{21,22}, g_{22,23}, g_{23,24}, g_{24,25}, g_{25,26}, g_{26,27}, g_{27,28}, g_{28,29}, g_{29,30}, g_{30,31}, g_{31,32}, g_{32,33}, g_{33,34}$  bernilai 0 dan bernilai 1 untuk lainnya. Hal ini menyatakan bahwa benar halte 1 dilewati terlebih dahulu sebelum halte 2, halte 2 dilewati terlebih dahulu sebelum halte 3

dan seterusnya. Adapun nilai optimal variabel  $z$  model DM jalur pertama Terminal Sako – PIM dapat dilihat pada Tabel 4.13.

**Tabel 4.13 Nilai Optimal Variabel  $z$  Model *Delay Management* Jalur Pertama Terminal Sako – PIM berdasarkan Hari Tidak Kerja**

Variabel ( $z$ )	Nilai
$z_{16,17}$	0
$z_{17,18}$	0
$z_{31,32}$	0

Berdasarkan Tabel 4.13 dapat diketahui bahwa nilai optimal variabel  $z_{16,17}, z_{17,18}, z_{31,32}$  bernilai 0 dan bernilai 1 untuk lainnya. Hal ini menyatakan *changing activity* (transit) benar terjadi pada halte 16 menuju halte 17, halte 17 menuju halte 18, dan halte 31 menuju halte 32.

### 4.3.3 Penerapan Model Permasalahan *Delay Management* Jalur Kedua PIM – Terminal Sako

Data yang diperlukan untuk menerapkan model DM pada jalur kedua PIM – Terminal Sako berdasarkan hari kerja seperti pada Tabel 4.14.

**Tabel 4.14 Sumber *Delay* pada *Event* dan Sumber *Delay* pada *Activities* Jalur Kedua PIM – Terminal Sako berdasarkan Hari Kerja**

$Event\ i$	$\pi_i$	$d_i$	$d_a$
1	0	335	670
2	180	515	854
3	420	755	1105
4	780	1115	1448
5	840	1175	1532
6	900	1235	1591
7	960	1295	1653
8	1020	1355	1721
9	1080	1415	1785
10	1140	1475	1819
11	1200	1535	1894

12	1260	1595	1957
13	1320	1655	2010
14	1380	1715	2091
15	1500	1835	2203
16	1560	1895	2295
17	1740	2075	2506
18	1860	2195	2573
19	1920	2255	2598
20	1980	2315	2628
21	2040	2375	2727
22	2100	2435	2792
23	2220	2555	2946
24	2280	2615	2972
25	2340	2675	3111
26	2400	2735	3179
27	2640	2975	3391
28	2700	3035	3457
29	2820	3155	3568
30	3000	3355	3747
31	3240	3575	3949

Berdasarkan Tabel 4.14, *event i* merupakan halte yang terdapat pada Koridor II dengan arah PIM – Terminal Sako. Variabel  $\pi_i$  adalah waktu yang sudah terjadwal di setiap halte dari halte 1 ke halte 2, halte 2 ke halte 3 dan seterusnya sampai halte 30 ke 31. Variabel  $d_i$  adalah waktu *delay* yang terjadi pada halte pertama dan nilai *delay* di halte berikutnya akan ditambah sesuai dengan *delay* di halte pertama. Sedangkan variabel  $d_a$  adalah waktu *delay* yang terjadi pada setiap *activity*, nilai ini diperoleh dari selisih waktu keberangkatan dari penelitian dengan jadwal keberangkatan di setiap *activity*. Baris pada warna hijau menunjukkan halte transit. Jalur kedua PIM – Terminal Sako juga memiliki 3 halte transit yaitu halte transit Pasar Gubah, halte transit Gloria/POLDA, dan halte transit PDAM/POLDA.

Data pada Tabel 4.14 selanjutnya digunakan untuk menerapkan model DM BRT Trans Musi Koridor II Terminal Sako – PIM dengan jalur kedua PIM – Terminal Sako berdasarkan hari kerja, yaitu dari hari Senin - Jumat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

#### Langkah 1

Menghitung nilai  $\pi_i$  yaitu waktu  $i$  yang telah dijadwalkan dengan  $i = 1,2,3, \dots, 31$ .

Nilai  $\pi_i$  dapat diperoleh dari Tabel 4.14.

$\pi_1 = 0$	$\pi_{11} = 1200$	$\pi_{21} = 2040$	$\pi_{31} = 3240$
$\pi_2 = 180$	$\pi_{12} = 1260$	$\pi_{22} = 2100$	
$\pi_3 = 420$	$\pi_{13} = 1320$	$\pi_{23} = 2220$	
$\pi_4 = 780$	$\pi_{14} = 1380$	$\pi_{24} = 2280$	
$\pi_5 = 840$	$\pi_{15} = 1500$	$\pi_{25} = 2340$	
$\pi_6 = 900$	$\pi_{16} = 1560$	$\pi_{26} = 2400$	
$\pi_7 = 960$	$\pi_{17} = 1740$	$\pi_{27} = 2640$	
$\pi_8 = 1020$	$\pi_{18} = 1860$	$\pi_{28} = 2700$	
$\pi_9 = 1080$	$\pi_{19} = 1920$	$\pi_{29} = 2820$	
$\pi_{10} = 1140$	$\pi_{20} = 1980$	$\pi_{30} = 3000$	

#### Langkah 2

Menghitung nilai  $d_i$  yaitu waktu  $i$  yang telah dijadwalkan dengan  $i = 1,2,3, \dots, 31$ .

Nilai  $d_i$  dapat diperoleh dari Tabel 4.14.

$d_1 = 335$	$d_{11} = 1535$	$d_{21} = 2375$	$\pi_{31} = 3575$
$d_2 = 515$	$d_{12} = 1595$	$d_{22} = 2435$	
$d_3 = 755$	$d_{13} = 1655$	$d_{23} = 2555$	
$d_4 = 1115$	$d_{14} = 1715$	$d_{24} = 2615$	
$d_5 = 1175$	$d_{15} = 1835$	$d_{25} = 2675$	
$d_6 = 1235$	$d_{16} = 1895$	$d_{26} = 2735$	

$$\begin{array}{lll}
 d_7 = 1295 & d_{17} = 2075 & d_{27} = 2975 \\
 d_8 = 1355 & d_{18} = 2195 & d_{28} = 3035 \\
 d_9 = 1415 & d_{19} = 2255 & d_{29} = 3155 \\
 d_{10} = 1475 & d_{20} = 2315 & d_{30} = 3355
 \end{array}$$

### Langkah 3

Menghitung nilai  $d_a$  ( $a = i, j$ ) yaitu selisih antara  $d_i$  dan  $d_j$  dari nilai *delay activity* ( $d_a$ ) dengan  $i$  dan  $j = 1, 2, 3, \dots, 31$ .

$$d_{(1,2)} = |d_1 - d_2| = |670 - 854| = |-184| = 184$$

$$d_{(2,3)} = |d_2 - d_3| = |854 - 1105| = |-251| = 251$$

$$d_{(3,4)} = |d_3 - d_4| = |1105 - 1448| = |-343| = 343$$

.

.

.

$$d_{(30,31)} = |d_{30} - d_{31}| = |3747 - 3949| = |-202| = 202$$

Nilai  $d_a$  dapat dilihat pada Tabel 4.15

**Tabel 4.15 Nilai  $d_a$  Jalur Kedua PIM – Terminal Sako berdasarkan Hari Kerja**

$d_a$	Nilai	$d_a$	Nilai
$d_{(1,2)}$	184	$d_{(16,17)}$	211
$d_{(2,3)}$	251	$d_{(17,18)}$	67
$d_{(3,4)}$	343	$d_{(18,19)}$	25
$d_{(4,5)}$	84	$d_{(19,20)}$	30
$d_{(5,6)}$	59	$d_{(20,21)}$	99
$d_{(6,7)}$	62	$d_{(21,22)}$	65
$d_{(7,8)}$	68	$d_{(22,23)}$	154
$d_{(8,9)}$	64	$d_{(23,24)}$	26
$d_{(9,10)}$	34	$d_{(24,25)}$	139
$d_{(10,11)}$	75	$d_{(25,26)}$	68
$d_{(11,12)}$	63	$d_{(26,27)}$	212
$d_{(12,13)}$	53	$d_{(27,28)}$	66
$d_{(13,14)}$	81	$d_{(28,29)}$	111
$d_{(14,15)}$	112	$d_{(29,30)}$	179
$d_{(15,16)}$	92	$d_{(30,31)}$	202

## Langkah 4

Menghitung nilai  $L_a$  ( $a = i, j$ ) yaitu selisih antara  $\pi_i$  dan  $\pi_j$  dengan  $i$  dan  $j = 1, 2, 3, \dots, 31$ .

$$L_{(1,2)} = |\pi_1 - \pi_2| = |0 - 180| = |-180| = 180$$

$$L_{(2,3)} = |\pi_2 - \pi_3| = |180 - 420| = |-240| = 240$$

·  
·  
·

$$L_{(30,31)} = |\pi_{30} - \pi_{31}| = |3000 - 3240| = |-240| = 240$$

Nilai  $L_a$  dapat dilihat pada Tabel 4.16.

**Tabel 4.16 Nilai  $L_a$  Jalur Kedua PIM – Terminal Sako berdasarkan Hari Kerja**

$L_a$	Nilai	$L_a$	Nilai
$L_{(1,2)}$	180	$L_{(16,17)}$	180
$L_{(2,3)}$	240	$L_{(17,18)}$	120
$L_{(3,4)}$	360	$L_{(18,19)}$	60
$L_{(4,5)}$	60	$L_{(19,20)}$	60
$L_{(5,6)}$	60	$L_{(20,21)}$	60
$L_{(6,7)}$	60	$L_{(21,22)}$	60
$L_{(7,8)}$	60	$L_{(22,23)}$	120
$L_{(8,9)}$	60	$L_{(23,24)}$	60
$L_{(9,10)}$	60	$L_{(24,25)}$	60
$L_{(10,11)}$	60	$L_{(25,26)}$	60
$L_{(11,12)}$	60	$L_{(26,27)}$	240
$L_{(12,13)}$	60	$L_{(27,28)}$	60
$L_{(13,14)}$	60	$L_{(28,29)}$	120
$L_{(14,15)}$	120	$L_{(29,30)}$	180
$L_{(15,16)}$	60	$L_{(30,31)}$	240

Setelah mendapatkan nilai pada langkah 1 sampai langkah 4, selanjutnya memodelkan DM BRT Trans Musi arah PIM – Terminal Sako berdasarkan hari kerja dengan menggunakan perhitungan dari langkah tersebut. Model yang digunakan untuk meminimumkan keterlambatan BRT Trans Musi ini



yaitu sesuai Persamaan (2.5). Berdasarkan Persamaan (2.5) fungsi tujuan sebagai berikut :

Minimumkan :

$$\begin{aligned}
 f(x, z, g) = & x'_1 + x'_2 + x'_3 + x'_4 + x'_5 + x'_6 + x'_7 + x'_8 + x'_9 + x'_{10} + x'_{11} + \\
 & x'_{12} + x'_{13} + x'_{14} + x'_{15} + x'_{16} + x'_{17} + x'_{18} + x'_{19} + x'_{20} + x'_{21} + \\
 & x'_{22} + x'_{23} + x'_{24} + x'_{25} + x'_{26} + x'_{27} + x'_{28} + x'_{29} + x'_{30} + x'_{31} - \\
 & 50820 + (3240z_{2,3}) + (3240z_{14,15}) + (3240z_{15,16}) \quad (4.5)
 \end{aligned}$$

Fungsi tujuan Persamaan (4.5) yang bernilai 50820 menyatakan jumlah *delay* yang terjadi di seluruh *event* dan untuk nilai 3240 menyatakan jumlah *activity* (transit) yang pasti terjadi dikalikan dengan lama perjalanan waktu tempuh.

Berdasarkan Kendala pada (2.5.a) diperoleh :

$$x'_1 \geq 335 \quad (4.5.1)$$

$$x'_2 \geq 695 \quad (4.5.2)$$

$$x'_3 \geq 1175 \quad (4.5.3)$$

$$x'_4 \geq 1895 \quad (4.5.4)$$

$$x'_5 \geq 2015 \quad (4.5.5)$$

$$x'_6 \geq 2135 \quad (4.5.6)$$

$$x'_7 \geq 2255 \quad (4.5.7)$$

$$x'_8 \geq 2375 \quad (4.5.8)$$

$$x'_9 \geq 2495 \quad (4.5.9)$$

$$x'_{10} \geq 2615 \quad (4.5.10)$$

$$x'_{11} \geq 2735 \quad (4.5.11)$$

$$x'_{12} \geq 2855 \quad (4.5.12)$$

$$x'_{13} \geq 2975 \quad (4.5.13)$$

$$x'_{14} \geq 3095 \quad (4.5.14)$$

$$x'_{15} \geq 3335 \quad (4.5.15)$$

$$x_{16}' \geq 3455 \quad (4.5.16)$$

$$x_{17}' \geq 3815 \quad (4.5.17)$$

$$x_{18}' \geq 4055 \quad (4.5.18)$$

$$x_{19}' \geq 4175 \quad (4.5.19)$$

$$x_{20}' \geq 4295 \quad (4.5.20)$$

$$x_{21}' \geq 4415 \quad (4.5.21)$$

$$x_{22}' \geq 4535 \quad (4.5.22)$$

$$x_{23}' \geq 4775 \quad (4.5.23)$$

$$x_{24}' \geq 4895 \quad (4.5.24)$$

$$x_{25}' \geq 5015 \quad (4.5.25)$$

$$x_{26}' \geq 5135 \quad (4.5.26)$$

$$x_{27}' \geq 5615 \quad (4.5.27)$$

$$x_{28}' \geq 5735 \quad (4.5.28)$$

$$x_{29}' \geq 5975 \quad (4.5.29)$$

$$x_{30}' \geq 6335 \quad (4.5.30)$$

$$x_{31}' \geq 6815 \quad (4.5.31)$$

Pertidaksamaan (4.5.1) hingga (4.5.31) menyatakan bahwa terdapat *event* yang terjadi lebih dahulu dari yang telah dijadwalkan dan sumber *delay* yang terjadi pada *event* diperhitungkan.

Berdasarkan Kendala pada (2.5.b) diperoleh :

$$x_2' - x_1' \geq 364 \quad (4.5.32)$$

$$x_3' - x_2' \geq 491 \quad (4.5.33)$$

$$x_4' - x_3' \geq 703 \quad (4.5.34)$$

$$x_5' - x_4' \geq 144 \quad (4.5.35)$$

$$x_6' - x_5' \geq 119 \quad (4.5.36)$$

$$x_7' - x_6' \geq 122 \quad (4.5.37)$$

$$x_8' - x_7' \geq 128 \quad (4.5.38)$$

$$x_9' - x_8' \geq 124 \quad (4.5.39)$$

$$x_{10}' - x_9' \geq 94 \quad (4.5.40)$$

$$x_{11}' - x_{10}' \geq 135 \quad (4.5.41)$$

$$x_{12}' - x_{11}' \geq 123 \quad (4.5.42)$$

$$x_{13}' - x_{12}' \geq 113 \quad (4.5.43)$$

$$x_{14}' - x_{13}' \geq 141 \quad (4.5.44)$$

$$x_{15}' - x_{14}' \geq 232 \quad (4.5.45)$$

$$x_{16}' - x_{15}' \geq 152 \quad (4.5.46)$$

$$x_{17}' - x_{16}' \geq 391 \quad (4.5.47)$$

$$x_{18}' - x_{17}' \geq 187 \quad (4.5.48)$$

$$x_{19}' - x_{18}' \geq 85 \quad (4.5.49)$$

$$x_{20}' - x_{19}' \geq 90 \quad (4.5.50)$$

$$x_{21}' - x_{20}' \geq 159 \quad (4.5.51)$$

$$x_{22}' - x_{21}' \geq 125 \quad (4.5.52)$$

$$x_{23}' - x_{22}' \geq 274 \quad (4.5.53)$$

$$x_{24}' - x_{23}' \geq 86 \quad (4.5.54)$$

$$x_{25}' - x_{24}' \geq 199 \quad (4.5.55)$$

$$x_{26}' - x_{25}' \geq 128 \quad (4.5.56)$$

$$x_{27}' - x_{26}' \geq 452 \quad (4.5.57)$$

$$x_{28}' - x_{27}' \geq 126 \quad (4.5.58)$$

$$x_{29}' - x_{28}' \geq 231 \quad (4.5.59)$$

$$x_{30}' - x_{29}' \geq 359 \quad (4.5.60)$$

$$x_{31}' - x_{30}' \geq 442 \quad (4.5.61)$$

Pertidaksamaan (4.5.32) hingga (4.5.61) menyatakan bahwa batas bawah seluruh *activity*  $a \in \mathcal{A}_{\text{bus}}$  diperhatikan selama *activity* pasti terjadi dan sumber *delay* pada *activity* diperhitungkan.

Berdasarkan Kendala pada (2.5.c) diasumsikan nilai  $M = 100$ , sehingga diperoleh:

$$100z_{2,3} + x_3' - x_2' \geq 240 \quad (4.5.62)$$

$$100z_{14,15} + x_{15}' - x_{14}' \geq 120 \quad (4.5.63)$$

$$100z_{15,16} + x_{16}' - x_{15}' \geq 60 \quad (4.5.64)$$

Pertidaksamaan (4.5.62) hingga (4.5.64) menyatakan jika  $a \in \mathcal{A}_{\text{change}}$  merupakan keputusan *changing activity* (transit) yang pasti terjadi maka  $z_a = 0$  dan kendala ini memastikan batas bawah pada durasi *activity* diperhitungkan. Pertidaksamaan ini tidak menentukan kendala tambahan pada jadwal disposisi  $x$ .  $M$  merupakan nilai konstanta dengan bilangan bulat positif yang cukup besar. Berapapun nilai  $M$  akan menghasilkan solusi yang sama dengan nilai  $M$  yang digunakan yaitu 100.

Berdasarkan Kendala pada (2.5.d) diasumsikan nilai  $M = 100$ , sehingga diperoleh :

$$100g_{1,2} + x_2' - x_1' \geq 180 \quad (4.5.65)$$

$$100g_{2,3} + x_3' - x_2' \geq 240 \quad (4.5.66)$$

$$100g_{3,4} + x_4' - x_3' \geq 360 \quad (4.5.67)$$

$$100g_{4,5} + x_5' - x_4' \geq 60 \quad (4.5.68)$$

$$100g_{5,6} + x_6' - x_5' \geq 60 \quad (4.5.69)$$

$$100g_{6,7} + x_7' - x_6' \geq 60 \quad (4.5.70)$$

$$100g_{7,8} + x_8' - x_7' \geq 60 \quad (4.5.71)$$

$$100g_{8,9} + x_9' - x_8' \geq 60 \quad (4.5.72)$$

$$100g_{9,10} + x_{10}' - x_9' \geq 60 \quad (4.5.73)$$

$$100g_{10,11} + x_{11}' - x_{10}' \geq 60 \quad (4.5.74)$$

$$100g_{11,12} + x_{12}' - x_{11}' \geq 60 \quad (4.5.75)$$

$$100g_{12,13} + x_{13}' - x_{12}' \geq 60 \quad (4.5.76)$$

$$100g_{13,14} + x_{14}' - x_{13}' \geq 60 \quad (4.5.77)$$

$$100g_{14,15} + x_{15}' - x_{14}' \geq 120 \quad (4.5.78)$$

$$100g_{15,16} + x_{16}' - x_{15}' \geq 60 \quad (4.5.79)$$

$$100g_{16,17} + x_{17}' - x_{16}' \geq 180 \quad (4.5.80)$$

$$100g_{17,18} + x_{18}' - x_{17}' \geq 120 \quad (4.5.81)$$

$$100g_{18,19} + x_{19}' - x_{18}' \geq 60 \quad (4.5.82)$$

$$100g_{19,20} + x_{20}' - x_{19}' \geq 60 \quad (4.5.83)$$

$$100g_{20,21} + x_{21}' - x_{20}' \geq 60 \quad (4.5.84)$$

$$100g_{21,22} + x_{22}' - x_{21}' \geq 60 \quad (4.5.85)$$

$$100g_{22,23} + x_{23}' - x_{22}' \geq 120 \quad (4.5.86)$$

$$100g_{23,24} + x_{24}' - x_{23}' \geq 60 \quad (4.5.87)$$

$$100g_{24,25} + x_{25}' - x_{24}' \geq 60 \quad (4.5.88)$$

$$100g_{25,26} + x_{26}' - x_{25}' \geq 60 \quad (4.5.89)$$

$$100g_{26,27} + x_{27}' - x_{26}' \geq 240 \quad (4.5.90)$$

$$100g_{27,28} + x_{28}' - x_{27}' \geq 60 \quad (4.5.91)$$

$$100g_{28,29} + x_{29}' - x_{28}' \geq 120 \quad (4.5.92)$$

$$100g_{29,30} + x_{30}' - x_{29}' \geq 180 \quad (4.5.93)$$

$$100g_{30,31} + x_{31}' - x_{30}' \geq 240 \quad (4.5.94)$$

Pertidaksamaan (4.5.65) hingga (4.5.94) menyatakan jika *event i* harus terjadi lebih dahulu sebelum *event j* maka  $g_{ij} = 0$ . Sebaliknya jika *event j* harus terjadi lebih dahulu sebelum *event i* maka  $g_{ji} = 1$ . Nilai  $g_{ij}$  merupakan bilangan biner yang bernilai 0 atau 1 dengan nilai konstanta  $M$  bilangan bulat positif yang cukup besar.

Berdasarkan Kendala pada (2.5.e) diperoleh :

$$g_{1,2} + g_{2,1} = 1 \quad (4.5.95)$$

$$g_{2,3} + g_{3,2} = 1 \quad (4.5.96)$$

$$g_{3,4} + g_{4,3} = 1 \quad (4.5.97)$$

$$g_{4,5} + g_{5,4} = 1 \quad (4.5.98)$$

$$g_{5,6} + g_{6,5} = 1 \quad (4.5.99)$$

$$g_{6,7} + g_{7,6} = 1 \quad (4.5.100)$$

$$g_{7,8} + g_{8,7} = 1 \quad (4.5.101)$$

$$g_{8,9} + g_{9,8} = 1 \quad (4.5.102)$$

$$g_{9,10} + g_{10,9} = 1 \quad (4.5.103)$$

$$g_{10,11} + g_{11,10} = 1 \quad (4.5.104)$$

$$g_{11,12} + g_{12,11} = 1 \quad (4.5.105)$$

$$g_{12,13} + g_{13,12} = 1 \quad (4.5.106)$$

$$g_{13,14} + g_{14,13} = 1 \quad (4.5.107)$$

$$g_{14,15} + g_{15,14} = 1 \quad (4.5.108)$$

$$g_{15,16} + g_{16,15} = 1 \quad (4.5.109)$$

$$g_{16,17} + g_{17,16} = 1 \quad (4.5.110)$$

$$g_{17,18} + g_{18,17} = 1 \quad (4.5.111)$$

$$g_{18,19} + g_{19,18} = 1 \quad (4.5.112)$$

$$g_{19,20} + g_{20,19} = 1 \quad (4.5.113)$$

$$g_{20,21} + g_{21,20} = 1 \quad (4.5.114)$$

$$g_{21,22} + g_{22,21} = 1 \quad (4.5.115)$$

$$g_{22,23} + g_{23,22} = 1 \quad (4.5.116)$$

$$g_{23,24} + g_{24,23} = 1 \quad (4.5.117)$$

$$g_{24,25} + g_{25,24} = 1 \quad (4.5.118)$$

$$g_{25,26} + g_{26,25} = 1 \quad (4.5.119)$$

$$g_{26,27} + g_{27,26} = 1 \quad (4.5.120)$$

$$g_{27,28} + g_{28,27} = 1 \quad (4.5.121)$$

$$g_{28,29} + g_{29,28} = 1 \quad (4.5.122)$$

$$g_{29,30} + g_{30,29} = 1 \quad (4.5.123)$$

$$g_{30,31} + g_{31,30} = 1 \quad (4.5.124)$$

Pertidaksamaan (4.5.95) hingga (4.5.124) menyatakan bahwa kendala *headway* yang bersifat kendala disjungtif (salah satu *event i* harus terjadi sebelum *event j* atau *event j* harus terjadi sebelum *event i*). Kendala ini menyatakan bahwa tepat satu *headway activity* pada setiap pasangan *event i* dan *j* yang dipilih.

Berdasarkan Kendala pada (2.5.f) diperoleh :

$$x_1', x_2', x_3', x_4', x_5', x_6', x_7', x_8', x_9', x_{10}', x_{11}', x_{12}', x_{13}', x_{14}', x_{15}', x_{16}', x_{17}', x_{18}', \\ x_{19}', x_{20}', x_{21}', x_{22}', x_{23}', x_{24}', x_{25}', x_{26}', x_{27}', x_{28}', x_{29}', x_{30}', x_{31}' \in \geq 0 \\ \text{dan integer.} \quad (4.5.125)$$

Pertidaksamaan (4.5.125) menyatakan bahwa nilai optimal dari *event*  $i \in \varepsilon$  pada jadwal disposisi merupakan bilangan asli.

Berdasarkan Kendala pada (2.5.g) diperoleh :

$$z_{2,3}, z_{14,15}, z_{15,16} \in \{0, 1\} \quad (4.5.126)$$

Pertidaksamaan (4.5.126) menyatakan bahwa nilai optimal dari *changing activity* (transit) merupakan bilangan biner 0 atau 1.

Berdasarkan Kendala pada (2.5.h) diperoleh :  $g_{1,2}, g_{2,3}, g_{3,4},$

$$g_{4,5}, g_{5,6}, g_{6,7}, g_{7,8}, g_{8,9}, g_{9,10}, g_{10,11}, g_{11,12}, g_{12,13}, g_{13,14}, g_{14,15}, \\ g_{15,16}, g_{16,17}, g_{17,18}, g_{18,19}, g_{19,20}, g_{20,21}, g_{21,22}, g_{22,23}, g_{23,24}, g_{24,25}, g_{25,26}, g_{26,27}, \\ g_{27,28}, g_{28,29}, g_{29,30}, g_{30,31} \in \{0, 1\} \quad (4.5.127)$$

Pertidaksamaan (4.5.127) menyatakan bahwa nilai  $g_{ij}$  diharapkan bernilai 0 atau 1.

Secara lengkap model DM berdasarkan hari kerja untuk jalur kedua PIM – Terminal Sako dapat dinyatakan sebagai Model (4.6).

Fungsi Tujuan :

Minimumkan :

$$f(x, z, g) = x_1' + x_2' + x_3' + x_4' + x_5' + x_6' + x_7' + x_8' + x_9' + x_{10}' + x_{11}' + \\ x_{12}' + x_{13}' + x_{14}' + x_{15}' + x_{16}' + x_{17}' + x_{18}' + x_{19}' + x_{20}' + x_{21}' +$$

$$x'_{22} + x'_{23} + x'_{24} + x'_{25} + x'_{26} + x'_{27} + x'_{28} + x'_{29} + x'_{30} + x'_{31} - 50820 + (3240z_{2,3}) + (3240z_{14,15}) + (3240z_{15,16}) \quad (4.6)$$

dengan kendala : (4.5.1) sampai (4.1.127)

Model (4.6) dihitung dengan menggunakan bantuan program LINGO sehingga diperoleh solusi optimal  $f(x, z, g)$  sebesar 11863 detik dari 31 halte yang merupakan total dari waktu disposisi jika terjadi *delay* pada *activity* ( $d_a$ ). Jalur kedua PIM – Terminal Sako terjadi *delay* pada *activity* yang dapat dilihat pada Tabel 4.17.

**Tabel 4.17 Sumber *Delay* pada *Activity* ( $d_a$ ) Jalur Kedua PIM – Terminal Sako berdasarkan Hari Kerja**

<b>Halte</b>	<b>Lama <i>Delay</i> (Detik)</b>
$x_1$	335
$x_{1,2}$	339
$x_{2,3}$	350
$x_{3,4}$	333
$x_{4,5}$	357
$x_{5,6}$	356
$x_{6,7}$	358
$x_{7,8}$	366
$x_{8,9}$	370
$x_{9,10}$	344
$x_{10,11}$	359
$x_{11,12}$	362
$x_{12,13}$	355
$x_{13,14}$	376
$x_{14,15}$	368
$x_{15,16}$	400
$x_{16,17}$	431
$x_{17,18}$	378
$x_{18,19}$	343
$x_{19,20}$	313
$x_{20,21}$	352
$x_{21,22}$	357



$x_{22,23}$	391
$x_{23,24}$	357
$x_{24,25}$	436
$x_{25,26}$	444
$x_{26,27}$	416
$x_{27,28}$	422
$x_{28,29}$	413
$x_{29,30}$	412
$x_{30,31}$	374
<b>Total Delay</b>	<b>11567</b>

Berdasarkan Tabel 4.17 dapat dilihat bahwa *delay* pada *activity* yang dialami oleh halte 1 ke halte 2 selama 335 detik, halte 2 ke halte 3 selama 339 detik, dan seterusnya. Jumlah dari seluruh *delay* pada *activity* BRT Trans Musi jalur kedua PIM – Terminal Sako berdasarkan hari kerja sebesar 11567 detik dari 31 halte dimana rata-rata *delay* sebesar 373 detik. Berdasarkan penyelesaian pada program LINGO nilai optimal  $x, z, g$  dapat dilihat pada Tabel 4.18 dan Tabel 4.19.

**Tabel 4.18 Nilai Optimal Variabel  $x$  dan Variabel  $g$  Model DM Jalur Kedua PIM – Terminal Sako berdasarkan Hari Kerja**

Variabel ( $x$ )	Nilai	Variabel ( $g$ )	Nilai
$x_1'$	335	$g_{1,2}$	0
$x_2'$	699	$g_{2,3}$	0
$x_3'$	1190	$g_{3,4}$	0
$x_4'$	1895	$g_{4,5}$	0
$x_5'$	2039	$g_{5,6}$	0
$x_6'$	2158	$g_{6,7}$	0
$x_7'$	2280	$g_{7,8}$	0
$x_8'$	2408	$g_{8,9}$	0
$x_9'$	2532	$g_{9,10}$	0
$x_{10}'$	2626	$g_{10,11}$	0
$x_{11}'$	2761	$g_{11,12}$	0
$x_{12}'$	2884	$g_{12,13}$	0
$x_{13}'$	2997	$g_{13,14}$	0

$x_{14}'$	3138	$g_{14,15}$	0
$x_{15}'$	3370	$g_{15,16}$	0
$x_{16}'$	3522	$g_{16,17}$	0
$x_{17}'$	3913	$g_{17,18}$	0
$x_{18}'$	4100	$g_{18,19}$	0
$x_{19}'$	4185	$g_{19,20}$	0
$x_{20}'$	4295	$g_{20,21}$	0
$x_{21}'$	4454	$g_{21,22}$	0
$x_{22}'$	4579	$g_{22,23}$	0
$x_{23}'$	4853	$g_{23,24}$	0
$x_{24}'$	4939	$g_{24,25}$	0
$x_{25}'$	5138	$g_{25,26}$	0
$x_{26}'$	5266	$g_{26,27}$	0
$x_{27}'$	5718	$g_{27,28}$	0
$x_{28}'$	5844	$g_{28,29}$	0
$x_{29}'$	6075	$g_{29,30}$	0
$x_{30}'$	6434	$g_{30,31}$	0
$x_{31}'$	6876	-	-

Nilai variabel  $x$  pada Tabel 4.18 menyatakan benar bahwa variabel  $x$  pada Model (4.6) merupakan jumlah waktu dari penjadwalan ( $\pi$ ) dan waktu disposisi jika terjadi *delay* pada *activity* ( $d_a$ ). Nilai optimal variabel  $x_1' = 335$  detik, nilai optimal variabel  $x_2' = 699$  detik, nilai optimal variabel  $x_3' = 1190$  detik, dan seterusnya hingga nilai optimal variabel  $x_{31}' = 6876$  detik.

Berdasarkan Tabel 4.18 dapat dilihat bahwa nilai variabel  $g_{1,2}, g_{2,3}, g_{3,4}, g_{4,5}, g_{5,6}, g_{7,8}, g_{8,9}, g_{9,10}, g_{10,11}, g_{11,12}, g_{12,13}, g_{13,14}, g_{14,15}, g_{15,16}, g_{21,22}, g_{22,23}, g_{23,24}, g_{24,25}, g_{25,26}, g_{26,27}, g_{27,28}, g_{28,29}, g_{29,30}, g_{30,31}$  bernilai 0 dan bernilai 1 untuk lainnya. Hal ini menyatakan bahwa benar halte 1 dilewati terlebih dahulu sebelum halte 2, halte 2 dilewati terlebih dahulu sebelum halte 3 dan seterusnya. Adapun

nilai optimal variabel  $z$  model DM jalur kedua PIM – Terminal Sako dapat dilihat pada Tabel 4.19

**Tabel 4.19 Nilai Optimal Variabel  $z$  Model *Delay Management* Jalur Kedua PIM – Terminal Sako berdasarkan Hari Kerja**

Variabel ( $z$ )	Nilai
$z_{2,3}$	0
$z_{14,15}$	0
$z_{15,16}$	0

Berdasarkan Tabel 4.19 dapat diketahui bahwa nilai optimal variabel  $z_{2,3}, z_{14,15}, z_{15,16}$  bernilai 0 dan bernilai 1 untuk lainnya. Hal ini menyatakan *changing activity* (transit) benar terjadi pada halte 2 menuju halte 3, halte 13 menuju halte 14, dan halte 14 menuju halte 15.

Selanjutnya data yang diperlukan untuk menerapkan model DM pada jalur kedua PIM – Terminal Sako berdasarkan hari tidak kerja seperti pada Tabel 4.20.

**Tabel 4.20 Sumber *Delay* pada *Event* dan Sumber *Delay* pada *Activities* Jalur Kedua PIM – Terminal Sako berdasarkan Hari Tidak Kerja**

<i>Event i</i>	$\pi_i$	$d_i$	$d_a$
1	0	0	0
2	180	180	180
3	420	420	420
4	780	780	780
5	840	840	840
6	900	900	900
7	960	960	960
8	1020	1020	1020
9	1080	1080	1080
10	1140	1140	1140
11	1200	1200	1200
12	1260	1260	1260
13	1320	1320	1320
14	1380	1380	1380
15	1500	1500	1500

16	1560	1560	1560
17	1740	1740	1740
18	1860	1860	1860
19	1920	1920	1920
20	1980	1980	1980
21	2040	2040	2040
22	2100	2100	2100
23	2220	2220	2220
24	2280	2280	2280
25	2340	2340	2340
26	2400	2400	2400
27	2640	2640	2640
28	2700	2700	2700
29	2820	2820	2820
30	3000	3000	3000
31	3240	3240	3240

Data pada Tabel 4.20 selanjutnya digunakan untuk menerapkan model DM BRT Trans Musi Koridor II Terminal Sako – PIM dengan jalur kedua PIM – Terminal Sako berdasarkan hari tidak kerja, yaitu dari hari Sabtu – Minggu dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

#### Langkah 1

Menghitung nilai  $\pi_i$  yaitu waktu  $i$  yang telah dijadwalkan dengan  $i = 1,2,3, \dots ,31$ .

Nilai  $\pi_i$  dapat diperoleh dari Tabel 4.20.

$\pi_1 = 0$	$\pi_{11} = 1200$	$\pi_{21} = 2040$	$\pi_{31} = 3240$
$\pi_2 = 180$	$\pi_{12} = 1260$	$\pi_{22} = 2100$	
$\pi_3 = 420$	$\pi_{13} = 1320$	$\pi_{23} = 2220$	
$\pi_4 = 780$	$\pi_{14} = 1380$	$\pi_{24} = 2280$	
$\pi_5 = 840$	$\pi_{15} = 1500$	$\pi_{25} = 2340$	
$\pi_6 = 900$	$\pi_{16} = 1560$	$\pi_{26} = 2400$	
$\pi_7 = 960$	$\pi_{17} = 1740$	$\pi_{27} = 2640$	

$$\begin{array}{lll}
 \pi_8 = 1020 & \pi_{18} = 1860 & \pi_{28} = 2700 \\
 \pi_9 = 1080 & \pi_{19} = 1920 & \pi_{29} = 2820 \\
 \pi_{10} = 1140 & \pi_{20} = 1980 & \pi_{30} = 3000
 \end{array}$$

### Langkah 2

Menghitung nilai  $d_i$  yaitu waktu  $i$  yang telah dijadwalkan dengan  $i = 1, 2, 3, \dots, 31$ .

Nilai  $d_i$  dapat diperoleh dari Tabel 4.20.

$$\begin{array}{llll}
 d_1 = 0 & d_{11} = 1200 & d_{21} = 2040 & d_{31} = 3240 \\
 d_2 = 180 & d_{12} = 1260 & d_{22} = 2100 & \\
 d_3 = 420 & d_{13} = 1320 & d_{23} = 2220 & \\
 d_4 = 780 & d_{14} = 1380 & d_{24} = 2280 & \\
 d_5 = 840 & d_{15} = 1500 & d_{25} = 2340 & \\
 d_6 = 900 & d_{16} = 1560 & d_{26} = 2400 & \\
 d_7 = 960 & d_{17} = 1740 & d_{27} = 2640 & \\
 d_8 = 1020 & d_{18} = 1860 & d_{28} = 2700 & \\
 d_9 = 1080 & d_{19} = 1920 & d_{29} = 2820 & \\
 d_{10} = 1140 & d_{20} = 1980 & d_{30} = 3000 &
 \end{array}$$

### Langkah 3

Menghitung nilai  $d_a$  ( $a = i, j$ ) yaitu selisih antara  $d_i$  dan  $d_j$  dari nilai *delay activity* ( $d_a$ ) dengan  $i$  dan  $j = 1, 2, 3, \dots, 31$ .

$$\begin{array}{l}
 d_{(1,2)} = |d_1 - d_2| = |0 - 180| = |-180| = 180 \\
 d_{(2,3)} = |d_2 - d_3| = |180 - 420| = |-240| = 240 \\
 d_{(3,4)} = |d_3 - d_4| = |420 - 780| = |-360| = 360 \\
 \cdot \\
 \cdot \\
 \cdot \\
 d_{(30,31)} = |d_{30} - d_{31}| = |3000 - 3240| = |-240| = 240
 \end{array}$$

Nilai  $d_a$  dapat dilihat pada Tabel 4.21

**Tabel 4.21 Nilai  $d_a$  Jalur Kedua PIM – Terminal Sako berdasarkan Hari Tidak Kerja**

$d_a$	Nilai	$d_a$	Nilai
$d_{(1,2)}$	180	$d_{(16,17)}$	180
$d_{(2,3)}$	240	$d_{(17,18)}$	120
$d_{(3,4)}$	360	$d_{(18,19)}$	60
$d_{(4,5)}$	60	$d_{(19,20)}$	60
$d_{(5,6)}$	60	$d_{(20,21)}$	60
$d_{(6,7)}$	60	$d_{(21,22)}$	60
$d_{(7,8)}$	60	$d_{(22,23)}$	120
$d_{(8,9)}$	60	$d_{(23,24)}$	60
$d_{(9,10)}$	60	$d_{(24,25)}$	60
$d_{(10,11)}$	60	$d_{(25,26)}$	60
$d_{(11,12)}$	60	$d_{(26,27)}$	240
$d_{(12,13)}$	60	$d_{(27,28)}$	60
$d_{(13,14)}$	60	$d_{(28,29)}$	120
$d_{(14,15)}$	120	$d_{(29,30)}$	180
$d_{(15,16)}$	60	$d_{(30,31)}$	240

Langkah 4

Menghitung nilai  $L_a$  ( $a = i, j$ ) yaitu selisih antara  $\pi_i$  dan  $\pi_j$  dengan  $i$  dan  $j = 1, 2, 3, \dots, 30$ .

$$L_{(1,2)} = |\pi_1 - \pi_2| = |0 - 180| = |-180| = 180$$

$$L_{(2,3)} = |\pi_2 - \pi_3| = |180 - 420| = |-240| = 240$$

$$L_{(3,4)} = |\pi_3 - \pi_4| = |420 - 780| = |-360| = 360$$

·  
·  
·

$$L_{(30,31)} = |\pi_{30} - \pi_{31}| = |3000 - 3240| = |-240| = 240$$

Nilai  $L_a$  dapat dilihat pada Tabel 4.22.

**Tabel 4.22 Nilai  $L_a$  Jalur Kedua PIM – Terminal Sako berdasarkan Hari Tidak Kerja**

$L_a$	Nilai	$L_a$	Nilai
$L_{(1,2)}$	180	$L_{(16,17)}$	180
$L_{(2,3)}$	240	$L_{(17,18)}$	120
$L_{(3,4)}$	360	$L_{(18,19)}$	60
$L_{(4,5)}$	60	$L_{(19,20)}$	60
$L_{(5,6)}$	60	$L_{(20,21)}$	60
$L_{(6,7)}$	60	$L_{(21,22)}$	60
$L_{(7,8)}$	60	$L_{(22,23)}$	120
$L_{(8,9)}$	60	$L_{(23,24)}$	60
$L_{(9,10)}$	60	$L_{(24,25)}$	60
$L_{(10,11)}$	60	$L_{(25,26)}$	60
$L_{(11,12)}$	60	$L_{(26,27)}$	240
$L_{(12,13)}$	60	$L_{(27,28)}$	60
$L_{(13,14)}$	60	$L_{(28,29)}$	120
$L_{(14,15)}$	120	$L_{(29,30)}$	180
$L_{(15,16)}$	60	$L_{(30,31)}$	240

Setelah mendapatkan nilai pada langkah 1 sampai langkah 4, selanjutnya memodelkan DM BRT Trans Musi arah PIM – Terminal Sako berdasarkan hari tidak kerja dengan menggunakan perhitungan dari langkah tersebut. Model yang digunakan untuk meminimumkan keterlambatan BRT Trans Musi ini yaitu sesuai Persamaan (2.5). Berdasarkan Persamaan (2.5) fungsi tujuan sebagai berikut :

Minimumkan :

$$\begin{aligned}
 f(x, z, g) = & x'_1 + x'_2 + x'_3 + x'_4 + x'_5 + x'_6 + x'_7 + x'_8 + x'_9 + x'_{10} + x'_{11} + \\
 & x'_{12} + x'_{13} + x'_{14} + x'_{15} + x'_{16} + x'_{17} + x'_{18} + x'_{19} + x'_{20} + x'_{21} + \\
 & x'_{22} + x'_{23} + x'_{24} + x'_{25} + x'_{26} + x'_{27} + x'_{28} + x'_{29} + x'_{30} + x'_{31} - \\
 & 50820 + (3240z_{2,3}) + (3240z_{14,15}) + (3240z_{15,16}) \quad (4.7)
 \end{aligned}$$

Fungsi tujuan Persamaan (4.7) yang bernilai 50820 menyatakan jumlah *delay* yang terjadi di seluruh *event* dan untuk nilai 3240 menyatakan jumlah *activity* (transit) yang pasti terjadi dikalikan dengan lama perjalanan waktu tempuh.

Berdasarkan Kendala pada (2.5.a) diperoleh :

$$x_1' \geq 0 \quad (4.7.1)$$

$$x_2' \geq 360 \quad (4.7.2)$$

$$x_3' \geq 840 \quad (4.7.3)$$

$$x_4' \geq 1560 \quad (4.7.4)$$

$$x_5' \geq 1680 \quad (4.7.5)$$

$$x_6' \geq 1800 \quad (4.7.6)$$

$$x_7' \geq 1920 \quad (4.7.7)$$

$$x_8' \geq 2040 \quad (4.7.8)$$

$$x_9' \geq 2160 \quad (4.7.9)$$

$$x_{10}' \geq 2280 \quad (4.7.10)$$

$$x_{11}' \geq 2400 \quad (4.7.11)$$

$$x_{12}' \geq 2520 \quad (4.7.12)$$

$$x_{13}' \geq 2640 \quad (4.7.13)$$

$$x_{14}' \geq 2760 \quad (4.7.14)$$

$$x_{15}' \geq 3000 \quad (4.7.15)$$

$$x_{16}' \geq 3120 \quad (4.7.16)$$

$$x_{17}' \geq 3480 \quad (4.7.17)$$

$$x_{18}' \geq 3720 \quad (4.7.18)$$

$$x_{19}' \geq 3840 \quad (4.7.19)$$

$$x_{20}' \geq 3960 \quad (4.7.20)$$

$$x_{21}' \geq 4080 \quad (4.7.21)$$

$$x_{22}' \geq 4200 \quad (4.7.22)$$

$$x_{23}' \geq 4440 \quad (4.7.23)$$

$$x_{24}' \geq 4560 \quad (4.7.24)$$



$$x_{25}' \geq 4680 \quad (4.7.25)$$

$$x_{26}' \geq 4800 \quad (4.7.26)$$

$$x_{27}' \geq 5280 \quad (4.7.27)$$

$$x_{28}' \geq 5400 \quad (4.7.28)$$

$$x_{29}' \geq 5640 \quad (4.7.29)$$

$$x_{30}' \geq 6000 \quad (4.7.30)$$

$$x_{31}' \geq 6480 \quad (4.7.31)$$

Pertidaksamaan (4.7.1) hingga (4.7.31) menyatakan bahwa tidak terdapat *event* yang terjadi lebih dahulu dari yang telah dijadwalkan dan sumber *delay* yang terjadi pada *event* diperhitungkan.

Berdasarkan Kendala pada (2.5.b) diperoleh :

$$x_2' - x_1' \geq 360 \quad (4.7.32)$$

$$x_3' - x_2' \geq 480 \quad (4.7.33)$$

$$x_4' - x_3' \geq 720 \quad (4.7.34)$$

$$x_5' - x_4' \geq 120 \quad (4.7.35)$$

$$x_6' - x_5' \geq 120 \quad (4.7.36)$$

$$x_7' - x_6' \geq 120 \quad (4.7.37)$$

$$x_8' - x_7' \geq 120 \quad (4.7.38)$$

$$x_9' - x_8' \geq 120 \quad (4.7.39)$$

$$x_{10}' - x_9' \geq 120 \quad (4.7.40)$$

$$x_{11}' - x_{10}' \geq 120 \quad (4.7.41)$$

$$x_{12}' - x_{11}' \geq 120 \quad (4.7.42)$$

$$x_{13}' - x_{12}' \geq 120 \quad (4.7.43)$$

$$x_{14}' - x_{13}' \geq 120 \quad (4.7.44)$$

$$x_{15}' - x_{14}' \geq 240 \quad (4.7.45)$$

$$x_{16}' - x_{15}' \geq 120 \quad (4.7.46)$$

$$x_{17}' - x_{16}' \geq 360 \quad (4.7.47)$$

$$x_{18}' - x_{17}' \geq 240 \quad (4.7.48)$$

$$x_{19}' - x_{18}' \geq 120 \quad (4.7.49)$$

$$x_{20}' - x_{19}' \geq 120 \quad (4.7.50)$$

$$x_{21}' - x_{20}' \geq 120 \quad (4.7.51)$$

$$x_{22}' - x_{21}' \geq 120 \quad (4.7.52)$$

$$x_{23}' - x_{22}' \geq 240 \quad (4.7.53)$$

$$x_{24}' - x_{23}' \geq 120 \quad (4.7.54)$$

$$x_{25}' - x_{24}' \geq 120 \quad (4.7.55)$$

$$x_{26}' - x_{25}' \geq 120 \quad (4.7.56)$$

$$x_{27}' - x_{26}' \geq 480 \quad (4.7.57)$$

$$x_{28}' - x_{27}' \geq 120 \quad (4.7.58)$$

$$x_{29}' - x_{28}' \geq 240 \quad (4.7.59)$$

$$x_{30} - x_{29}' \geq 360 \quad (4.7.60)$$

$$x_{31} - x_{30}' \geq 480 \quad (4.7.61)$$

Pertidaksamaan (4.7.32) hingga (4.7.61) menyatakan bahwa batas bawah seluruh *activity*  $a \in \mathcal{A}_{\text{bus}}$  diperhatikan selama *activity* pasti terjadi dan sumber *delay* pada *activity* diperhitungkan.

Berdasarkan Kendala pada (2.5.c) diasumsikan nilai  $M = 100$ , sehingga diperoleh:

$$100z_{2,3} + x_3' - x_2' \geq 240 \quad (4.7.62)$$

$$100z_{14,15} + x_{15}' - x_{14}' \geq 120 \quad (4.7.63)$$

$$100z_{15,16} + x_{16}' - x_{15}' \geq 60 \quad (4.7.64)$$

Pertidaksamaan (4.7.62) hingga (4.7.64) menyatakan jika  $a \in \mathcal{A}_{\text{change}}$  merupakan keputusan *changing activity* (transit) yang pasti terjadi maka  $z_a = 0$  dan kendala ini memastikan batas bawah pada durasi *activity* diperhitungkan. Pertidaksamaan ini tidak menentukan kendala tambahan pada jadwal disposisi  $x$ .  $M$  merupakan nilai konstanta dengan bilangan bulat positif yang cukup besar.

Berapapun nilai  $M$  akan menghasilkan solusi yang sama dengan nilai  $M$  yang digunakan yaitu 100.

Berdasarkan Kendala pada (2.5.d) diasumsikan nilai  $M = 100$ , sehingga diperoleh :

$$100g_{1,2} + x_2' - x_1' \geq 180 \quad (4.7.65)$$

$$100g_{2,3} + x_3' - x_2' \geq 240 \quad (4.7.66)$$

$$100g_{3,4} + x_4' - x_3' \geq 360 \quad (4.7.67)$$

$$100g_{4,5} + x_5' - x_4' \geq 60 \quad (4.7.68)$$

$$100g_{5,6} + x_6' - x_5' \geq 60 \quad (4.7.69)$$

$$100g_{6,7} + x_7' - x_6' \geq 60 \quad (4.7.70)$$

$$100g_{7,8} + x_8' - x_7' \geq 60 \quad (4.7.71)$$

$$100g_{8,9} + x_9' - x_8' \geq 60 \quad (4.7.72)$$

$$100g_{9,10} + x_{10}' - x_9' \geq 60 \quad (4.7.73)$$

$$100g_{10,11} + x_{11}' - x_{10}' \geq 60 \quad (4.7.74)$$

$$100g_{11,12} + x_{12}' - x_{11}' \geq 60 \quad (4.7.75)$$

$$100g_{12,13} + x_{13}' - x_{12}' \geq 60 \quad (4.7.76)$$

$$100g_{13,14} + x_{14}' - x_{13}' \geq 60 \quad (4.7.77)$$

$$100g_{14,15} + x_{15}' - x_{14}' \geq 120 \quad (4.7.78)$$

$$100g_{15,16} + x_{16}' - x_{15}' \geq 60 \quad (4.7.79)$$

$$100g_{16,17} + x_{17}' - x_{16}' \geq 180 \quad (4.7.80)$$

$$100g_{17,18} + x_{18}' - x_{17}' \geq 120 \quad (4.7.81)$$

$$100g_{18,19} + x_{19}' - x_{18}' \geq 60 \quad (4.7.82)$$

$$100g_{19,20} + x_{20}' - x_{19}' \geq 60 \quad (4.7.83)$$

$$100g_{20,21} + x_{21}' - x_{20}' \geq 60 \quad (4.7.84)$$

$$100g_{21,22} + x_{22}' - x_{21}' \geq 60 \quad (4.7.85)$$

$$100g_{22,23} + x_{23}' - x_{22}' \geq 120 \quad (4.7.86)$$

$$100g_{23,24} + x_{24}' - x_{23}' \geq 60 \quad (4.7.87)$$

$$100g_{24,25} + x_{25}' - x_{24}' \geq 60 \quad (4.7.88)$$

$$100g_{25,26} + x_{26}' - x_{25}' \geq 60 \quad (4.7.89)$$

$$100g_{26,27} + x_{27}' - x_{26}' \geq 240 \quad (4.7.90)$$

$$100g_{27,28} + x_{28}' - x_{27}' \geq 60 \quad (4.7.91)$$

$$100g_{28,29} + x_{29}' - x_{28}' \geq 120 \quad (4.7.92)$$

$$100g_{29,30} + x_{30}' - x_{29}' \geq 180 \quad (4.7.93)$$

$$100g_{30,31} + x_{31}' - x_{30}' \geq 240 \quad (4.7.94)$$

Pertidaksamaan (4.7.65) hingga (4.7.94) menyatakan jika *event i* harus terjadi lebih dahulu sebelum *event j* maka  $g_{ij} = 0$ . Sebaliknya jika *event j* harus terjadi lebih dahulu sebelum *event i* maka  $g_{ji} = 1$ . Nilai  $g_{ij}$  merupakan bilangan biner yang bernilai 0 atau 1 dengan nilai konstanta  $M$  bilangan bulat positif yang cukup besar.

Berdasarkan Kendala pada (2.5.e) diperoleh :

$$g_{1,2} + g_{2,1} = 1 \quad (4.7.95)$$

$$g_{2,3} + g_{3,2} = 1 \quad (4.7.96)$$

$$g_{3,4} + g_{4,3} = 1 \quad (4.7.97)$$

$$g_{4,5} + g_{5,4} = 1 \quad (4.7.98)$$

$$g_{5,6} + g_{6,5} = 1 \quad (4.7.99)$$

$$g_{6,7} + g_{7,6} = 1 \quad (4.7.100)$$

$$g_{7,8} + g_{8,7} = 1 \quad (4.7.101)$$

$$g_{8,9} + g_{9,8} = 1 \quad (4.7.102)$$

$$g_{9,10} + g_{10,9} = 1 \quad (4.7.103)$$

$$g_{10,11} + g_{11,10} = 1 \quad (4.7.104)$$

$$g_{11,12} + g_{12,11} = 1 \quad (4.7.105)$$

$$g_{12,13} + g_{13,12} = 1 \quad (4.7.106)$$

$$g_{13,14} + g_{14,13} = 1 \quad (4.7.107)$$

$$g_{14,15} + g_{15,14} = 1 \quad (4.7.108)$$

$$g_{15,16} + g_{16,15} = 1 \quad (4.7.109)$$

$$g_{16,17} + g_{17,16} = 1 \quad (4.7.110)$$

$$g_{17,18} + g_{18,17} = 1 \quad (4.7.111)$$

$$g_{18,19} + g_{19,18} = 1 \quad (4.7.112)$$

$$g_{19,20} + g_{20,19} = 1 \quad (4.7.113)$$

$$g_{20,21} + g_{21,20} = 1 \quad (4.7.114)$$

$$g_{21,22} + g_{22,21} = 1 \quad (4.7.115)$$

$$g_{22,23} + g_{23,22} = 1 \quad (4.7.116)$$

$$g_{23,24} + g_{24,23} = 1 \quad (4.7.117)$$

$$g_{24,25} + g_{25,24} = 1 \quad (4.7.118)$$

$$g_{25,26} + g_{26,25} = 1 \quad (4.7.119)$$

$$g_{26,27} + g_{27,26} = 1 \quad (4.7.120)$$

$$g_{27,28} + g_{28,27} = 1 \quad (4.7.121)$$

$$g_{28,29} + g_{29,28} = 1 \quad (4.7.122)$$

$$g_{29,30} + g_{30,29} = 1 \quad (4.7.123)$$

$$g_{30,31} + g_{31,30} = 1 \quad (4.7.124)$$

Pertidaksamaan (4.7.95) hingga (4.7.124) menyatakan bahwa kendala *headway* yang bersifat kendala disjungtif (salah satu *event i* harus terjadi sebelum *event j* atau *event j* harus terjadi sebelum *event i*). Kendala ini menyatakan bahwa tepat satu *headway activity* pada setiap pasangan *event i* dan *j* yang dipilih.

Berdasarkan Kendala pada (2.5.f) diperoleh :

$$x_1', x_2', x_3', x_4', x_5', x_6', x_7', x_8', x_9', x_{10}', x_{11}', x_{12}', x_{13}', x_{14}', x_{15}', x_{16}', x_{17}', x_{18}', \\ x_{19}', x_{20}', x_{21}', x_{22}', x_{23}', x_{24}', x_{25}', x_{26}', x_{27}', x_{28}', x_{29}', x_{30}' \in \geq 0 \text{ dan integer.} \quad (4.7.125)$$

Pertidaksamaan (4.7.125) menyatakan bahwa nilai optimal dari *event i*  $\in \varepsilon$  pada jadwal disposisi merupakan bilangan asli.

Berdasarkan Kendala pada (2.5.g) diperoleh :

$$z_{2,3}, z_{14,15}, z_{15,16} \in \{0, 1\} \quad (4.7.126)$$

Pertidaksamaan (4.7.126) menyatakan bahwa nilai optimal dari *changing activity* (transit) merupakan bilangan biner 0 atau 1.

Berdasarkan Kendala pada (2.5.h) diperoleh :  $g_{1,2}, g_{2,3}, g_{3,4},$

$g_{4,5}, g_{5,6}, g_{6,7}, g_{7,8}, g_{8,9}, g_{9,10}, g_{10,11}, g_{11,12}, g_{12,13}, g_{13,14}, g_{14,15},$

$g_{15,16}, g_{16,17}, g_{17,18}, g_{18,19}, g_{19,20}, g_{20,21}, g_{21,22}, g_{22,23}, g_{23,24}, g_{24,25}, g_{25,26}, g_{26,27},$

$$g_{27,28}, g_{28,29}, g_{29,30}, g_{30,31} \in \{0, 1\} \quad (4.7.127)$$

Pertidaksamaan (4.7.127) menyatakan bahwa nilai  $g_{ij}$  diharapkan bernilai 0 atau 1. Secara lengkap model DM berdasarkan hari tidak kerja untuk jalur kedua PIM – Terminal Sako dapat dinyatakan sebagai Model (4.8).

Fungsi Tujuan :

Minimumkan :

$$\begin{aligned} f(x, z, g) = & x'_1 + x'_2 + x'_3 + x'_4 + x'_5 + x'_6 + x'_7 + x'_8 + x'_9 + x'_{10} + x'_{11} + \\ & x'_{12} + x'_{13} + x'_{14} + x'_{15} + x'_{16} + x'_{17} + x'_{18} + x'_{19} + x'_{20} + x'_{21} + \\ & x'_{22} + x'_{23} + x'_{24} + x'_{25} + x'_{26} + x'_{27} + x'_{28} + x'_{29} + x'_{30} + x'_{31} - \\ & 50820 + (3240z_{2,3}) + (3240z_{14,15}) + (3240z_{15,16}) \end{aligned} \quad (4.8)$$

dengan kendala : (4.7.1) sampai (4.7.127)

Selanjutnya Model (4.6) dihitung dengan menggunakan bantuan program LINGO sehingga diperoleh solusi optimal  $f(x, z, g)$  sebesar 0 detik yang merupakan total dari waktu disposisi jika terjadi *delay* pada *activity* ( $d_a$ ). Jalur kedua PIM – Terminal Sako tidak terjadi *delay* pada *activity*. Berdasarkan penyelesaian pada program LINGO nilai optimal  $x, z, g$  dapat dilihat pada Tabel 4.23 dan Tabel 4.24.

**Tabel 4.23 Nilai Optimal Variabel  $x$  dan Variabel  $g$  Model DM Jalur Kedua PIM – Terminal Sako berdasarkan Hari Tidak Kerja**

Variabel ( $x$ )	Nilai	Variabel ( $g$ )	Nilai
$x_1'$	0	$g_{1,2}$	0
$x_2'$	360	$g_{2,3}$	0
$x_3'$	840	$g_{3,4}$	0
$x_4'$	1560	$g_{4,5}$	0
$x_5'$	1680	$g_{5,6}$	0
$x_6'$	1800	$g_{6,7}$	0
$x_7'$	1920	$g_{7,8}$	0
$x_8'$	2040	$g_{8,9}$	0
$x_9'$	2160	$g_{9,10}$	0
$x_{10}'$	2280	$g_{10,11}$	0
$x_{11}'$	2400	$g_{11,12}$	0
$x_{12}'$	2520	$g_{12,13}$	0
$x_{13}'$	2640	$g_{13,14}$	0
$x_{14}'$	2760	$g_{14,15}$	0
$x_{15}'$	3000	$g_{15,16}$	0
$x_{16}'$	3120	$g_{16,17}$	0
$x_{17}'$	3480	$g_{17,18}$	0
$x_{18}'$	3720	$g_{18,19}$	0
$x_{19}'$	3840	$g_{19,20}$	0
$x_{20}'$	3960	$g_{20,21}$	0
$x_{21}'$	4080	$g_{21,22}$	0
$x_{22}'$	4200	$g_{22,23}$	0
$x_{23}'$	4440	$g_{23,24}$	0
$x_{24}'$	4560	$g_{24,25}$	0
$x_{25}'$	4680	$g_{25,26}$	0
$x_{26}'$	4800	$g_{26,27}$	0
$x_{27}'$	5280	$g_{27,28}$	0
$x_{28}'$	5400	$g_{28,29}$	0
$x_{29}'$	5640	$g_{29,30}$	0
$x_{30}'$	6000	$g_{30,31}$	0
$x_{31}'$	6480	-	-

Nilai variabel  $x$  pada Tabel 4.23 menyatakan benar bahwa variabel  $x$  pada Model (4.8) merupakan jumlah waktu dari penjadwalan ( $\pi$ ) dan waktu disposisi

jika terjadi *delay* pada *activity* ( $d_a$ ). Nilai optimal variabel  $x_1' = 0$  detik, nilai optimal variabel  $x_2' = 360$  detik, nilai optimal variabel  $x_3' = 840$  detik, dan seterusnya hingga nilai optimal variabel  $x_{31}' = 6480$  detik.

Berdasarkan Tabel 4.23 dapat dilihat bahwa nilai variabel  $g_{1,2}, g_{2,3}, g_{3,4}, g_{5,6}, g_{7,8}, g_{8,9}, g_{9,10}, g_{10,11}, g_{11,12}, g_{12,13}, g_{13,14}, g_{14,15}, g_{15,16}, g_{21,22}, g_{22,23}, g_{23,24}, g_{24,25}, g_{25,26}, g_{26,27}, g_{27,28}, g_{28,29}, g_{29,30}, g_{30,31}$ , bernilai 0 dan bernilai 1 untuk lainnya. Hal ini menyatakan bahwa benar halte 1 dilewati terlebih dahulu sebelum halte 2, halte 2 dilewati terlebih dahulu sebelum halte 3 dan seterusnya. Adapun nilai optimal variabel  $z$  model DM jalur kedua PIM – Terminal Sako dapat dilihat pada Tabel 4.24.

**Tabel 4.24 Nilai Optimal Variabel  $z$  Model *Delay Management* Jalur Kedua PIM – Terminal Sako berdasarkan Hari Tidak Kerja**

Variabel ( $z$ )	Nilai
$z_{2,3}$	0
$z_{14,15}$	0
$z_{15,16}$	0

Berdasarkan Tabel 4.24 dapat diketahui bahwa nilai optimal pada variabel  $z_{2,3}, z_{14,15}, z_{15,16}$  yaitu bernilai 0 dan bernilai 1 untuk lainnya. Hal ini menyatakan bahwa *changing activity* (transit) benar terjadi pada halte 2 menuju halte 3, halte 14 menuju halte 15, dan halte 15 menuju halte 16.

### 4.3 Interpretasi Hasil Akhir



Berdasarkan perhitungan model *Delay Management* BRT Trans Musi Koridor II Terminal Sako – PIM dengan bantuan program LINGO 17 diperoleh hasil akhir bahwa :

1. Jalur pertama arah Terminal Sako – PIM diperoleh solusi optimal total *delay* sebesar 551 detik atau 9,11 menit pada studi kasus hari tidak kerja. Nilai optimal pada Model (4.4) merupakan jumlah dari waktu penjadwalan ( $\pi$ ) dan waktu disposisi jika terjadi *delay* pada *activity* ( $d_a$ ). Nilai optimal  $g_{ij}$  bernilai 0 atau 1 untuk lainnya. Hal ini menyatakan bahwa benar halte 1 dilewati terlebih dahulu sebelum halte 2, halte 2 dilewati terlebih dahulu sebelum halte 3 dan seterusnya. Nilai optimal dari variable  $z_a$  atau *change activity* (transit) bernilai 0. Hal ini menyatakan bahwa benar adanya *changing activity* pada halte 16 menuju halte transit 17, halte 17 menuju halte transit 18, dan halte 31 menuju halte transit 32.
2. Jalur kedua arah PIM – Terminal Sako diperoleh solusi optimal total *delay* sebesar 373 detik atau 6,13 menit pada studi kasus hari kerja. Nilai optimal pada Model (4.6) merupakan jumlah dari waktu penjadwalan ( $\pi$ ) dan waktu disposisi jika terjadi *delay* pada *activity* ( $d_a$ ). Nilai optimal  $g_{ij}$  bernilai 0 atau 1 untuk lainnya. Hal ini menyatakan bahwa benar halte 1 dilewati terlebih dahulu sebelum halte 2, halte 2 dilewati terlebih dahulu sebelum halte 3 dan seterusnya. Nilai optimal dari variable  $z_a$  atau *change activity* (transit) bernilai 0. Hal ini menyatakan bahwa benar adanya *changing activity* pada halte 2 menuju halte transit 3, halte 14 menuju halte transit 15, dan halte 15 menuju halte transit 16.

