

**MODEL *LEXICOGRAPHIC GOAL PROGRAMMING* UNTUK
OPTIMASI PENYEBARAN POLISI LALU LINTAS
(Studi Kasus: Penyebaran Polisi di Polresta Malang Kota)**

SKRIPSI

Oleh:
KRISNINA NIRMALA
0710940046-94



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2011**

**MODEL LEXICOGRAPHIC GOAL PROGRAMMING UNTUK
OPTIMASI PENYEBARAN POLISI LALU LINTAS
(Studi Kasus: Penyebaran Polisi di Polresta Malang Kota)**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Matematika

Oleh:

KRISNINA NIRMALA

0710940046-94



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2011**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**MODEL *LEXICOGRAPHIC GOAL PROGRAMMING* UNTUK
OPTIMASI PENYEBARAN POLISI LALU LINTAS
(Studi Kasus: Penyebaran Polisi di Polresta Malang Kota)**

Oleh:

KRISNINA NIRMALA

0710940046-94

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji
pada tanggal 9 Agustus 2011
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Matematika

Pembimbing I

Pembimbing II

Dra. Endang Wahyu H., MSi.
NIP. 196611121991032001

Drs. M. Muslikh, MSi.
NIP. 195910311989121001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

Dr. Abdul Rouf Alghofari, M.Sc
NIP. 196709071992031001

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : KRISNINA NIRMALA
NIM : 0710940046-94
Jurusan : MATEMATIKA
Penulis Skripsi berjudul :

**MODEL *LEXICOGRAPHIC GOAL PROGRAMMING* UNTUK
OPTIMASI PENYEBARAN POLISI LALU LINTAS
(Studi Kasus: Penyebaran Polisi di Polresta Malang Kota)**

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah benar-benar karya saya sendiri, dan bukan hasil plagiat dari karya orang lain. Karya-karya yang tercantum dalam Daftar Pustaka skripsi ini, semata-mata digunakan sebagai acuan/referensi.
2. Apabila kemudian hari diketahui bahwa isi skripsi saya merupakan hasil plagiat, maka saya bersedia menanggung akibat dari keadaan tersebut.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 9 Agustus 2011
Yang menyatakan,

(KRISNINA NIRMALA)
NIM. 0710940046-94

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



**MODEL *LEXICOGRAPHIC GOAL PROGRAMMING* UNTUK
OPTIMASI PENYEBARAN POLISI LALU LINTAS
(Studi Kasus: Penyebaran Polisi di Polresta Malang Kota)**

ABSTRAK

Skripsi ini menjelaskan tentang Model *Lexicographic Goal Programming* untuk Optimasi Penyebaran Polisi Lalu Lintas. Model ini digunakan untuk mencari penyebaran polisi lalu lintas yang optimal dengan cara meminimalkan variabel-variabel deviasi menurut prioritasnya pada fungsi tujuan agar memenuhi semua kendala. Penyebaran polisi yang optimal dicari agar dapat mengurangi angka kecelakaan dan pelanggaran lalu lintas. Studi kasus yang digunakan adalah penyebaran polisi di kota Malang. Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai X_{ij} yaitu jumlah polisi yang ditempatkan di setiap pos i pada setiap *shift* j . Hasil analisis sensitivitas yang telah dilakukan pada nilai ruas kanan jumlah polisi dan jumlah anggaran telah menunjukkan bahwa jumlah polisi dapat berkurang dari 110 polisi menjadi 75 polisi dan jumlah anggaran juga dapat berkurang dari Rp 1.136.000 per hari menjadi Rp 750.000 per hari tanpa mengubah nilai optimal yang telah didapat. Nilai X_{ij} yaitu jumlah penempatan polisi di pos i pada setiap *shift* j yang diperoleh dari hasil perhitungan dengan software LINGO telah memenuhi semua kendala terbukti dengan nilai variabel deviasi pada fungsi tujuan telah bernilai nol.

Kata Kunci: *Lexicographic goal programming*, variabel deviasi, polisi lalu lintas.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LEXICOGRAPHIC GOAL PROGRAMMING MODEL FOR OPTIMIZATION THE TRAFFIC POLICE DEPLOYMENT (Case Study: Police Deployment in Polresta Malang City)

ABSTRACT

This paper describes the “Lexicographic Goal Programming Model for Optimization the Traffic Police Deployment”. This model is used to find out the optimal by minimizing the deviation variables in the objective function according to its priorities in order to satisfy all constraints. The optimal deployment of police is found in order to reduce the number of accidents and traffic violations. Case study used is the deployment of police in Malang city. According to the results obtained, it is found the value of X_{ij} as the amount a police patrol in each post i on each shift j . The result of sensitivity analysis that is applied in the value of right-hand side for number of police and budget amount show that the number of police can be reduced from 110 police to 75 police and the budget can also be reduced from Rp 1.136.000 per day to Rp 750.000 per day without changing the optimal value has been obtained. Value of X_{ij} is the number of allocations police at post i every shift j obtained from the calculation results with Lingo software satisfy all the constraints proven by value of deviation variables in the objective function is zero.

Keywords: Lexicographic goal programming, deviation variable, traffic police

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat serta hidayahNya yang telah dilimpahkan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul **“MODEL LEXICOGRAPHIC GOAL PROGRAMMING UNTUK OPTIMASI PENYEBARAN POLISI LALU LINTAS”**. Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW sebagai suri tauladan bagi penulis. Skripsi ini disusun dan diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Matematika, Jurusan Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari bahwa penulisan Skripsi ini tidak dapat terealisasikan tanpa bantuan baik yang bersifat moral maupun spiritual dari berbagai pihak. Untuk itu penulis menyampaikan terima kasih yang sedalam - dalamnya kepada :

1. Dra. Endang Wahyu Handamari, MSi. selaku pembimbing I dan Drs. M. Muslikh, Msi selaku pembimbing II atas segala pengarahan, motivasi, nasihat, dukungan, waktu dan segala sesuatu yang telah diberikan selama penyusunan Skripsi ini.
2. Drs. Imam Nurhadi Purwanto, MT., Drs. Marsudi, MS., dan Dr. Sobri Abusini, MT. selaku dosen penguji atas segala saran yang diberikan untuk perbaikan skripsi ini.
3. Seluruh bapak/ibu dosen Jurusan Matematika yang telah yang telah mencurahkan ilmunya selama melaksanakan studi.
4. Segenap staf dan karyawan TU Jurusan Matematika atas segala bantuannya.
5. Bapak Edi bagian lalu lintas di Polretsa Malang Kota, atas segala bantuan dan arahan yang telah diberikan.
6. Bapak dan Ibuku tercinta yang telah mendoakan, mengasuhku dan menyayangiku tanpa letih, Mbakku Agri, yang selalu menjadi motivatorku.
7. Spesial buat Sony yang selalu memberi semangat dan mendukungku.
8. Sahabat-sahabatku Laila, Candra, Hana, Dwi, Silfi, Renky, Selly, Novi dan juga teman-teman Matematika 2007 yang tercinta atas bantuan, dukungan, dan informasi yang telah diberikan selama penulisan skripsi ini.

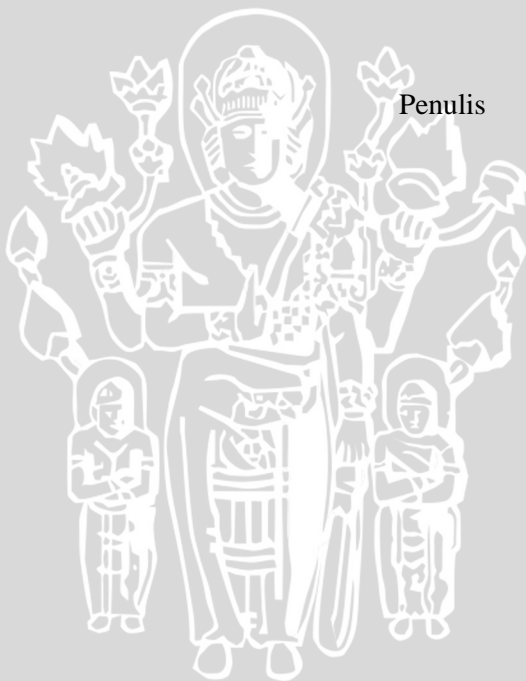
9. Penghuni Watumujur I/9 (Dian, Fany, Mbak Fitrah, Rini, April dan Puput) yang selalu menemaniku di saat suka dan duka.

Sebagai manusia yang memiliki keterbatasan dan dengan segala kerendahan hati, penulis menyadari bahwa dalam penulisan Skripsi ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran melalui email penulis krisnina_nirmala@yahoo.co.id.

Akhir kata, penulis berharap semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Malang, Agustus 2011

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Manfaat	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 <i>Linear programming</i>	3
2.1.1 Pengertian <i>Linear programming</i>	3
2.1.2 Perumusan Masalah <i>Linear programming</i>	3
2.1.3 Model <i>Linear programming</i>	4
2.1.4 Asumsi <i>Linear programming</i>	6
2.1.5 Penyelesaian <i>Linear programming</i>	7
2.2 <i>Lexicographic goal programming</i>	10
2.2.1 Pengertian <i>Lexicographic goal programming</i>	10
2.2.2 Jenis-Jenis <i>Goal programming</i>	11
2.2.3 Terminologi Masalah <i>Goal programming</i>	11
2.2.4 Model <i>Goal programming</i>	13
2.2.5 Asumsi <i>Goal programming</i>	14
2.2.6 Penyelesaian <i>Goal programming</i>	15
2.3 Analisis Sensitivitas	17
2.3.1 Pengertian Analisis Sensitivitas	17
2.3.2 Perubahan-Perubahan dalam Analisis Sensitivitas..	18

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	19
3.2 Deskripsi Umum Daerah Studi	19
3.3 Jenis dan Sumber Data	19
3.4 Metode Pengumpulan Data	20
3.5 Langkah-langkah Penelitian	21
3.6 Analisa Data	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Perumusan <i>Lexicographic Goal Programming</i> Pada Penyebaran Patroli Polisi Lalu lintas	25
4.1.1 Penetapan Tujuan dan Prioritas	26
4.1.2 Perumusan Fungsi Kendala	26
Penerapan <i>Lexicographic Goal Programming</i> pada Penyebaran Patroli Polisi di Kota Malang	30
4.2.1 Perumusan Fungsi Kendala	32
4.2.2 Perumusan Fungsi Tujuan	41
4.3 Hasil Perhitungan	43
4.4 Analisis Sensitivitas	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	51
5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN	55

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Tabel Dasar Simpleks <i>Linear programming</i>	9
Tabel 2.2 Tabel Dasar <i>Lexicographic goal programming</i>	16
Tabel 4.1 Data Pos-Pos Polisi dalam Kota Malang	31
Tabel 4.2 Perubahan Persamaan Kendala <i>Goal Programming</i>	33
Tabel 4.3 Data Pos Polisi yang Saling Berhubungan.....	36
Tabel 4.4 Data Pos Polisi yang Mengatur Ruas Jalan yang Memiliki Kepadatan yang Sama pada <i>Shift</i> 1 dan 2.....	38
Tabel 4.5 Inisialisasi Variabel Keputusan (X_{ij})	44
Tabel 4.6 Jumlah Polisi di Pos i pada <i>Shift</i> j	46
Tabel 4.7 Kombinasi Nilai Ruas Kanan untuk Kendala I dan II...	48
Tabel 4.8 Alokasi Polisi di Tiap Pos Pada <i>Shift</i> 1 dan 2.....	49
Tabel 4.9 Pencapaian Tujuan Penyebaran Polisi	50



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Diagram Alir Langkah-Langkah Penelitian	21
Gambar 3.2 Diagram Alir Analisis Data Penelitian	22
Gambar 4.1 Kisaran Nilai Ruas Kanan Kendala Pertama dan Kedua	47



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Perkiraan Jumlah Polisi di Tiap Pos di Kota Malang pada Tiap <i>Shift</i>	55
Lampiran 2 Kisaran Perubahan Koefisien Fungsi Tujuan	56
Lampiran 3 Nilai Optimal Variabel Keputusan X_{ij}	58
Lampiran 4 Nilai Variabel Deviasi Pada Fungsi Tujuan	59
Lampiran 5 Nilai X_{ij} dengan Mengubah Nilai Ruas Kanan Kendala I dan Kendala II pada Kombinasi Ke-1	61
Lampiran 6 Nilai Variabel Deviasi dengan Mengubah Ruas Kanan Kendala I dan Kendala II pada Kombinasi Ke-1	62
Lampiran 7 Nilai X_{ij} dengan Mengubah Nilai Ruas Kanan Kendala I dan Kendala II pada Kombinasi Ke-2	64
Lampiran 8 Nilai Variabel Deviasi dengan Mengubah Ruas Kanan Kendala I dan Kendala II pada Kombinasi Ke-2	65
Lampiran 9 Nilai X_{ij} dengan Mengubah Nilai Ruas Kanan Kendala I dan Kendala II pada Kombinasi Ke-3	67
Lampiran 10 Nilai Variabel Deviasi dengan Mengubah Ruas Kanan Kendala I dan Kendala II pada Kombinasi Ke-3	68



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini salah satu masalah terbesar yang dihadapi oleh pemerintah adalah semakin meningkatnya angka kecelakaan dan pelanggaran lalu lintas di berbagai daerah, khususnya kota-kota besar yang salah satunya adalah kota Malang. Pertambahan penduduk dan pendatang di kota Malang menyebabkan jumlah kendaraan semakin meningkat. Padatnya kendaraan, kondisi jalan yang tidak layak, rendahnya kedisiplinan masyarakat serta tidak meratanya penyebaran polisi yang bertugas mengatur lalu lintas adalah sebagian penyebab terjadinya kecelakaan dan pelanggaran lalu lintas.

Berdasarkan data yang diperoleh dari kepolisian Resor kota Malang bahwa setiap bulannya kota Malang mengalami peningkatan angka kecelakaan dan pelanggaran lalu lintas yaitu dengan rata-rata peningkatan 3 kasus tiap bulannya di tahun 2010 . Oleh karena itu, kepolisian kota Malang dituntut untuk mengurangi jumlah angka kecelakaan dan pelanggaran lalu lintas yang dilakukan oleh masyarakat. Salah satu usaha dari pihak kepolisian adalah penyebaran polisi menurut frekuensi kecelakaan dan kepadatan lalu lintas secara optimal.

Pada skripsi ini akan dibahas suatu model untuk mencapai tujuan-tujuan yang ingin dipenuhi sehingga dapat menyebarkan polisi secara optimal. Model yang dapat digunakan untuk masalah ini salah satunya adalah *lexicographic goal programming*.

Goal programming merupakan alat analisis yang berusaha untuk meminimumkan penyimpangan berbagai tujuan, sasaran, atau target yang telah ditetapkan untuk memenuhi (paling tidak mendekati target) yang telah ditentukan menurut skala prioritasnya masing-masing (Nasendi,1985). Sedangkan *Lexicographic Goal Programming* itu sendiri adalah perumusan tujuan meminimalkan penyimpangan menjadi beberapa tingkat prioritas, dengan meminimalkan penyimpangan di tingkat prioritas yang lebih tinggi yang jauh lebih penting daripada penyimpangan dalam tingkat prioritas yang lebih rendah atau biasa disebut *pre-emptive goal programming* (Anonymous, 2010).

Tujuan-tujuan yang ingin dicapai untuk dapat menyebarkan polisi secara optimal adalah meminimalkan jumlah polisi dan jumlah

anggaran yang diperlukan oleh masing-masing polisi, mencukupi jumlah polisi di pos yang mengatur ruas jalan yang padat selama periode tertentu, memenuhi jumlah polisi di pos yang mengatur ruas jalan yang tidak padat dan memenuhi syarat *shift* minimum serta menganalisis sensitivitas pada anggaran dan jumlah polisi untuk mendapatkan solusi yang terbaik. Model *Lexicographic Goal Programming* ini akan diaplikasikan pada penyebaran polisi di kepolisian lalu lintas Resor kota Malang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah maka diperoleh suatu rumusan masalah dalam Skripsi ini yaitu bagaimana mengaplikasikan dan menyelesaikan model *Lexicographic Goal Programming* untuk optimasi penyebaran polisi lalu lintas di kota Malang?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini dapat tercapai secara efektif, maka diperlukan pembatasan masalah. Adapun batasan-batasan yang digunakan antara lain :

1. Penyebaran polisi tidak termasuk jadwal piket (jaga malam).
2. Pos-pos yang digunakan adalah pos dalam kota.
3. Analisis sensitivitas yang dilakukan adalah mengubah nilai ruas kanan untuk kendala jumlah polisi dan jumlah anggaran.
4. Penyebaran polisi secara optimal untuk menangani kecelakaan dan pelanggaran lalu lintas.

1.4 Tujuan

Tujuan penulisan Skripsi ini adalah untuk mengaplikasikan dan menyelesaikan model *Lexicographic Goal Programming* untuk optimasi penyebaran polisi lalu lintas di kota Malang.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan gambaran dan masukan kepada pihak kepolisian Resor kota Malang bagi penyebaran polisi secara optimal untuk mengurangi angka kecelakaan dan pelanggaran lalu lintas yang dilakukan oleh masyarakat.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Linear programming*

2.1.1 *Pengertian Linear programming*

Linear programming merupakan suatu model umum yang dapat digunakan dalam pemecahan masalah pengalokasian sumber-sumber yang terbatas secara optimal. Masalah tersebut timbul apabila seseorang harus memilih atau menentukan tingkat setiap kegiatan yang akan dilakukannya, di mana masing-masing kegiatan membutuhkan sumber yang sama sedangkan jumlahnya terbatas. Secara sederhana, dapat digambarkan sebuah contoh keadaan bagian produksi suatu perusahaan yang dihadapkan pada masalah penentuan tingkat produksi masing-masing jenis produksi dengan memperhatikan batasan faktor-faktor produksi untuk memperoleh tingkat keuntungan maksimum atau biaya minimum. Jadi *linear programming* mencakup perencanaan kegiatan untuk mencapai hasil yang "optimal" yaitu suatu hasil yang mencerminkan tercapainya tujuan tertentu yang paling baik diantara alternatif yang mungkin dengan menggunakan fungsi linear (Subagyo dkk, 1985).

Linear programming ditekankan pada alokasi optimal artinya suatu langkah kebijakan yang keputusannya telah dipertimbangkan dari segala segi untung dan rugi secara baik, seimbang, serasi, artinya yang berdaya guna (efisien) dan berhasil guna (efektif). Alokasi optimal tersebut tidak lain adalah memaksimumkan atau meminimumkan fungsi tujuan yang memenuhi persyaratan-persyaratan yang dikendalikan oleh kendala dalam bentuk ketidaksamaan linear (Nasendi dan Anwar, 1985).

2.1.2 *Perumusan Masalah Linear programming*

Menurut Nasendi dan Anwar (1985), pada *linear programming* terdapat lima syarat yang harus dipenuhi agar dapat menyusun dan merumuskan suatu persoalan atau permasalahan yang dihadapi ke dalam model *linear programming*:

a. Tujuan

Apa yang menjadi tujuan permasalahan yang dihadapi yang ingin dipecahkan dan dicari jalan keluarnya. Tujuan ini harus jelas dan tegas yang disebut fungsi tujuan. Fungsi tujuan tersebut dapat berupa dampak positif, manfaat-manfaat, keuntungan-keuntungan, dan

kebaikan-kebaikan yang dimaksimumkan, atau dampak negatif, kerugian-kerugian, resiko-resiko, biaya-biaya, jarak, waktu dan sebagainya yang ingin dioptimalkan.

b. Alternatif perbandingan

Harus ada sesuatu atau berbagai alternatif yang ingin diperbandingkan, misalnya antara kombinasi waktu tercepat dan biaya tertinggi dengan waktu terlambat dan biaya terendah.

c. Sumber Daya

Sumber daya yang dianalisis harus berada dalam keadaan yang terbatas. Misalnya keterbatasan waktu, keterbatasan biaya, keterbatasan tenaga, keterbatasan luas tanah, keterbatasan ruangan, dan lain-lain. Keterbatasan dalam sumber daya tersebut dinamakan sebagai kendala.

d. Perumusan Kuantitatif

Fungsi tujuan dan kendala tersebut harus dapat dirumuskan secara kuantitatif dalam model matematika.

e. Keterkaitan Parameter

Parameter-parameter yang membentuk fungsi tujuan dan kendala tersebut harus memiliki hubungan fungsional atau hubungan keterkaitan. Hubungan keterkaitan tersebut dapat diartikan sebagai hubungan yang saling mempengaruhi, timbal balik, saling menunjang, dan sebagainya.

2.1.3 Model Linear programming

Pada *linear programming* dikenal dua macam fungsi, yaitu fungsi tujuan dan fungsi batasan. Fungsi tujuan (*objective function*) adalah fungsi yang menggambarkan tujuan atau tujuan di dalam permasalahan *linear programming* yang berkaitan dengan pengaturan secara optimal sumber daya-sumber daya untuk memperoleh keuntungan maksimum atau biaya minimum. Secara singkat, fungsi tujuan dapat diartikan sebagai fungsi linear yang hendak dicari nilai optimalnya. Pada umumnya nilai yang akan dioptimalkan dinyatakan sebagai z . Fungsi-fungsi batasan (*constraint function*) merupakan bentuk penyajian secara matematis dengan batasan-batasan kapasitas yang tersedia yang akan dialokasikan secara optimal ke berbagai kegiatan atau ketidaksamaan linear yang harus dipenuhi dalam optimasi fungsi obyektif (Subagyo dkk, 1985).

Model matematika secara umum untuk *linear programming* berbentuk:
maksimasi atau minimasi:

$$Z = \sum_{j=1}^n C_j X_j$$

dengan kendala:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} X_j \begin{cases} \leq b_i \\ = b_i \\ \geq b_i \end{cases}, \forall i = 1, 2, \dots, m$$

$$\text{dan } X_j \geq 0, \forall j = 1, 2, \dots, m$$

untuk:

C_j : Parameter yang dijadikan kriteria optimasi, atau koefisien parameter pengambilan keputusan dalam fungsi tujuan.

X_j : parameter pengambilan keputusan atau kegiatan (yang tidak diketahui).

a_{ij} : Koefisien teknologi parameter pengambilan keputusan (kegiatan yang bersangkutan) dalam kendala ke- i

b_i : Sumber daya yang terbatas, yang membatasi kegiatan atau usaha yang bersangkutan, disebut pula konstanta atau "nilai sebelah kanan" dari kendala ke- i .

Z : Nilai skalar kriteria pengambilan keputusan, suatu fungsi tujuan (Nasendi dan Anwar, 1985).

Terminologi umum untuk model *linear programming* dapat diringkas sebagai berikut:

1. Fungsi yang akan dimaksimumkan : $Z = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + \dots + c_nx_n$ disebut fungsi tujuan (*objective function*).
2. Fungsi-fungsi batasan dapat dikelompokkan menjadi dua macam, yaitu :
 - a. Fungsi batasan fungsional, yaitu fungsi-fungsi batasan sebanyak m (yaitu $a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + a_{i3}x_3 + \dots + a_{in}x_n$).
 - b. Fungsi batasan non-negatif (*non-negative constraints*) yaitu fungsi batasan yang dinyatakan dengan $x_i \geq 0$.
3. Variabel-variabel x_j disebut sebagai *decision variables*.
4. a_{ij} , b_i , dan c_j , yaitu masukan-masukan (*input*) konstan, disebut sebagai parameter model (Subagyo dkk, 1985).

2.1.4 Asumsi *Linear programming*

Menurut Subagyo dkk (1985) asumsi-asumsi dasar *linear programming* dapat diperinci sebagai berikut :

a. *Proportionality*

Asumsi ini berarti bahwa naik turunnya nilai z dan penggunaan sumber atau fasilitas yang tersedia akan berubah secara sebanding (proporsional) dengan perubahan tingkat kegiatan.

Misal :

- $z = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + \dots + c_nx_n$
Setiap penambahan 1 unit x_1 akan menaikkan Z dengan c_1 , setiap penambahan 1 unit x_2 akan menaikkan Z dengan c_2 , dan seterusnya.
- $a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + \dots + a_{1n}x_n \geq b_1$
Setiap pertambahan 1 unit x_1 akan menaikkan penggunaan sumber / fasilitas 1 dengan a_{11} . Setiap pertambahan 1 unit x_2 akan menaikkan penggunaan sumber / fasilitas 1 dengan a_{12} , dan seterusnya.

b. *Addivity*

Asumsi ini berarti bahwa nilai tujuan tiap kegiatan tidak saling mempengaruhi, atau dalam *linear programming* dianggap bahwa kenaikan dari nilai tujuan (z) yang diakibatkan oleh kenaikan suatu kegiatan dapat ditambahkan tanpa mempengaruhi bagian nilai z yang diperoleh dari kegiatan lain.

Misal $z = 3x_1 + 5x_2$

di mana $x_1 = 10$; $x_2 = 2$;

sehingga $z = 30 + 10 = 40$

Andaikata x_1 bertambah 1 unit, maka sesuai dengan asumsi pertama, nilai z menjadi $40 + 3 = 43$. Jadi nilai 3 karena kenaikan x_1 dapat langsung ditambahkan pada nilai z mula-mula tanpa mengurangi bagian z yang diperoleh dari kegiatan 2 (x_2). Dengan kata lain, tidak ada korelasi antar x_1 dan x_2 .

c. *Divisibility*

Asumsi ini menyatakan bahwa keluaran (*output*) yang dihasilkan oleh setiap kegiatan dapat berupa bilangan pecahan. Demikian pula dengan nilai z yang dihasilkan. Misal : $x_1 = 6,5$; $z = 1.000,75$.

d. *Deterministic (Certainty)*

Asumsi ini menyatakan bahwa semua parameter yang terdapat dalam model *linear programming* (a_{ij} , b_i , c_j) dapat diperkirakan dengan pasti, meskipun jarang dengan tepat.

2.1.5 Penyelesaian *Linear programming*

Solusi dari model program linear yaitu menentukan nilai dari variabel keputusan yang terdapat di dalam model program linear tersebut. Adapun metode yang dapat digunakan adalah metode grafik dan metode simpleks (Sitijintak, 2006).

Penggunaan metode grafik hanya dibatasi pada dua variabel karena karena pada grafik secara umum, hanya terdapat dua sumbu, yaitu vertikal dan horisontal. Setiap sumbu mewakili satu kegiatan (Zulfikarijah, 2004).

Metode simpleks ialah suatu metode yang secara sistematis dimulai dari suatu pemecahan dasar yang layak ke pemecahan dasar yang layak lainnya dan ini dilakukan berulang-ulang (dengan jumlah ulangan yang terbatas) sehingga akhirnya tercapai suatu pemecahan dasar yang optimal dan pada setiap langkah menghasilkan suatu nilai dan fungsi tujuan yang selalu lebih besar, lebih kecil atau sama dari langkah-langkah sebelumnya. Metode simpleks lebih efisien serta dilengkapi dengan suatu *test criteria* yang bisa mengetahui kapan hitungan harus dihentikan dan kapan dilanjutkan sampai diperoleh solusi yang optimal (Supranto, 2005).

Dalam metode simpleks, model diubah ke dalam bentuk suatu tabel, kemudian dilakukan beberapa langkah matematis pada tabel tersebut. Langkah-langkah matematis ini pada dasarnya merupakan replikasi proses pemindahan dari suatu titik ekstrem ke titik ekstrem lainnya pada batas daerah solusi (*solution boundary*). Akan tetapi, tidak seperti metode grafik, di mana dapat dengan mudah mencari titik terbaik di antara semua titik solusi, metode simpleks bergerak dari satu solusi ke solusi yang lebih baik sampai solusi terbaik didapat (Bernard, 2001).

Menurut Levin, dkk (2002), langkah-langkah dalam metode simpleks secara umum adalah:

1. Menyusun batasan persoalan (ketidaksamaan \leq , ketidaksamaan \geq , dan/atau kesamaan $=$).

2. Mengubah setiap ketidaksamaan menjadi kesamaan. Adapun cara merubah merubah pertidaksamaan dan persamaan menurut Siswanto (1985) adalah:

a. Mengubah pertidaksamaan \leq :

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n \leq b_1$$

menjadi bentuk persamaan dengan menambah satu variabel *slack* (S_1) untuk setiap pertidaksamaan yaitu:

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n + S_1 = b_1$$

b. Mengubah pertidaksamaan \geq :

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n \geq b_1$$

menjadi bentuk persamaan dengan mengurangi satu variabel *surplus* (S_1) dan menambah satu variabel artifisial (A_1) untuk setiap pertidaksamaan yaitu:

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n - S_1 + A_1 = b_1$$

c. Jika kendala sudah berupa persamaan = :

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n = b_1$$

cukup menambahkan variabel artifisial:

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n + A_1 = b_1$$

3. Memberi koefisien tujuan pada artifisial $+M$ untuk persoalan minimasi dan $-M$ untuk persoalan maksimasi.

4. Memasukkan hasil kesamaan ke dalam tabel simpleks. Tabel 2.1 berikut ini adalah tabel simpleks dasar untuk pertidaksamaan \leq :

Tabel 2.1 Tabel Dasar Simpleks *Linear programming*

	C_j	C_1	\dots	C_n	0	0	\dots	0		
C_i	VB	x_1	\dots	x_n	S_1	S_2	\dots	S_n	b_i	
0	S_1	a_{11}	a_{12}	\dots	a_{1n}	1	0	\dots	0	b_1
0	S_2	a_{21}	a_{22}	\dots	a_{2n}	0	1	\dots	0	b_2
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
0	S_m	a_{m1}	a_{m2}	\dots	a_{mn}	0	0	\dots	1	b_m
	Z_j	$\sum C_i \times a_{mn}$								
	$C_j - Z_j$	$C_j - \sum C_i \times a_{mn}$								

5. Menentukan kolom kunci (kolom pivot) dengan memilih nilai $C_j - Z_j$ negatif terbesar untuk persoalan minimasi, dan nilai $C_j - Z_j$ positif terbesar untuk persoalan maksimasi.
6. Menentukan baris kunci (baris pivot) dengan memilih rasio $\left(\frac{b_i}{\text{kolom pivot}} \right)$ positif terkecil.
7. Mengganti variabel basis pada baris pivot dengan variabel basis pada kolom pivot.
8. Menghitung elemen baru pada baris pivot dengan rumus:

$$\text{Baris pivot baru} = \frac{\text{baris pivot lama}}{\text{angka pivot}}$$
 sedangkan untuk mengisi elemen di baris lain menggunakan Operasi Baris Elementer (OBE).
9. Setelah elemen-elemen pada tabel simpleks sudah terisi semua, maka menghitung kembali nilai Z_j dan $C_j - Z_j$.
10. Bila ada $C_j - Z_j$ non positif yang tersisa dalam persoalan minimasi, atau $C_j - Z_j$ non negatif pada persoalan maksimasi, maka kembali ke langkah 5.
11. Bila tidak ada $C_j - Z_j$ non positif yang tersisa dalam persoalan minimasi, atau $C_j - Z_j$ non negatif pada persoalan maksimasi, maka pemecahan optimal telah didapat.

2.2 *Lexicographic goal programming*

2.2.1 Pengertian *Lexicographic goal programming*

Goal programming atau *multiple objective programming* merupakan modifikasi atau variasi khusus dari *linear programming*. Analisa *goal programming* bertujuan untuk meminimumkan jarak antara atau deviasi terhadap tujuan atau target yang telah ditetapkan dengan usaha yang dapat ditempuh untuk mencapai target atau tujuan tersebut secara memuaskan sesuai dengan kendala yang ada, yang membatasinya. Kendala yang membatasi dapat berupa sumber daya yang tersedia, teknologi yang ada, kendala tujuan, dan sebagainya (Nasendi dan Anwar, 1985).

Perbedaan utama antara *goal programming* dan *linear programming* terletak pada struktur dan penggunaan fungsi tujuan. Dalam *linear programming* fungsi tujuannya hanya mengandung satu tujuan, sementara dalam *goal programming* semua tujuan apakah satu atau beberapa digabungkan dalam sebuah fungsi tujuan. Ini dapat dilakukan dengan mengekspresikan tujuan itu dalam bentuk sebuah kendala (*goal constraint*), memasukkan suatu variabel simpangan (*deviational variable*) dalam kendala itu untuk mencerminkan seberapa jauh tujuan itu dicapai, dan menggabungkan variabel simpangan dalam fungsi tujuan. Dalam *linear programming* tujuannya bisa maksimasi atau minimasi, sementara dalam *goal programming* tujuannya adalah meminimumkan penyimpangan-penyimpangan dari tujuan-tujuan tertentu. Ini berarti semua *goal programming* adalah masalah minimasi (Mulyono, 1991).

Lexicographic goal programming merupakan salah satu dari model *goal programming* yang dispesifikan berdasarkan fungsi tujuannya. *Lexicographic goal programming* adalah adalah meminimumkan penyimpangan target sesuai urutan atau prioritas (*lexicographic minimum*) (Ignizio, 1985).

Urutan meminimumkan penyimpangan bisa dilakukan tanpa harus mengikuti aturan tertentu. Oleh karena itu bisa memilih tujuan mana yang akan memperoleh prioritas dengan cara memilih variabel deviasional yang berkaitan dengan tujuan untuk diminimumkan pertama kali. Pemilihan variabel deviasional yang harus diminimumkan pertama kali bukan berdasarkan pedoman atau formulasi matematis tertentu. Mengurutkan meminimuman variabel deviasional menggunakan pedoman notasi P_i ($i = 1, 2, \dots, m$) sehingga tujuan bisa dicapai sesuai dengan prioritas yang telah

ditetapkan. Di mana P_i bukan parameter atau variabel melainkan hanya sebuah notasi untuk menandai urutan prioritas tujuan yang hendak dicapai. (Siswanto, 2007).

Pada beberapa prioritas tujuan yang sama terkadang terdapat penyimpangan yang lebih penting untuk diminimumkan terlebih dahulu. Sehingga diperlukan bobot (*weighted*) yang berlainan untuk mencerminkan beda kepentingan dalam tingkat prioritas yang sama (Mulyono, 1991).

2.2.2 Jenis-Jenis *Goal programming*

Ada tiga macam jenis target (*goal*) yang mungkin menurut Hiller dan Lieberman (1995) antara lain:

a. *A Lower, One-sided goal*, adalah menentukan batas bawah yang tidak tercapai.

Contoh: $12x_1 + 9x_2 + 15x_3 \geq 125$

b. *An Upper, one-side goal*, adalah menentukan batas atas yang tidak boleh dilampaui.

Contoh: $5x_1 + 7x_2 + 8x_3 \leq 40$

c. *A two-sided goal* adalah menentukan target khusus yang harus dicapai di kedua ruas.

Contoh: $5x_1 + 3x_2 + 4x_3 = 55$

2.2.3 Terminologi Masalah *Goal programming*

Menurut Mulyono (1991) terdapat beberapa istilah dan lambang yang digunakan dalam *goal programming* adalah:

a. *Decision variable* (variabel keputusan) adalah seperangkat variabel yang tak diketahui (dalam model *goal programming* dilambangkan dengan x_j di mana $j = 1, 2, \dots, n$) yang akan dicari nilainya.

b. *Right hand side value* (RHS) disebut juga nilai ruas kanan adalah nilai-nilai yang biasanya menunjukkan ketersediaan sumber daya (dilambangkan b_i) yang akan ditentukan kekurangan atau kelebihan penggunanya.

c. *Goal* (tujuan) adalah keinginan untuk meminimumkan angka penyimpangan dari suatu nilai RHS pada suatu *goal constraint* tertentu

d. *Goal constraint* (kendala tujuan) adalah suatu tujuan yang diekspresikan dalam persamaan matematika dengan memasukkan variabel simpangan.

- e. *Preemptive priority factor* adalah suatu sistem urutan (yang dilambangkan dengan P_k , di mana $k = 1, 2, \dots, K$ dan K menunjukkan banyaknya tujuan dalam model) yang memungkinkan tujuan-tujuan disusun secara ordinal dalam *goal programming*. Sistem urutan itu menempatkan tujuan-tujuan dalam susunan dengan hubungan seperti berikut:

$$P_1 > P_2 \gg \gg P_k$$

P_1 merupakan tujuan yang paling penting

P_2 merupakan tujuan yang kurang penting dan seterusnya

- f. *Deviational variable* (variabel simpangan) adalah variabel-variabel yang menunjukkan kemungkinan penyimpangan negatif dari suatu nilai RHS kendala tujuan (dalam model *goal programming* dilambangkan dengan d_i^- , di mana $i = 1, 2, \dots, m$ dan m adalah banyaknya kendala tujuan dalam model) atau penyimpangan positif dari suatu nilai RHS (dilambangkan dengan d_i^+). Variabel-variabel ini serupa dengan *slack* variabel dalam *linear programming*.
- g. *Differential weight* (bobot) adalah timbangan matematik yang diekspresikan dengan angka kardinal (dilambangkan dengan w_{ki} di mana $k = 1, 2, \dots, K$; $i = 1, 2, \dots, m$) dan digunakan untuk membedakan variabel simpangan i di dalam suatu tingkat prioritas k .
- h. *Technological coefficient* (koefisien teknologi) adalah nilai-nilai numerik (dilambangkan dengan a_{ij}) yang menunjukkan penggunaan nilai b_i per unit untuk menciptakan x_j . Langkah-langkah perumusan *goal programming* meliputi tahap-tahap berikut:

a. Menentukan variabel keputusan.

Menyatakan dengan jelas variabel keputusan yang tidak diketahui. Makin tepat definisi akan makin mudah pekerjaan permodelan yang lain.

b. Menyatakan sistem kendala.

Menentukan nilai ruas kanan (RHS) dan kemudian menentukan koefisien teknologi yang cocok dan variabel keputusan yang diikuti sertakan dalam kendala. Juga memperhatikan jenis penyimpangan yang diperbolehkan dari nilai RHS. Jika penyimpangan diperbolehkan dalam dua arah, maka kedua variabel simpangan ditempatkan pada kendala itu. Jika penyimpangan hanya

diperbolehkan pada satu arah, maka hanya satu variabel simpangan yang tepat ditempatkan pada kendala yang bersangkutan.

c. Menentukan prioritas utama.

Membuat urutan tujuan-tujuan. Biasanya urutan tujuan merupakan preferensi undividu. Jika persoalannya tidak memiliki urutan tujuan, langkah ini dilewati kemudian ke langkah berikutnya.

d. Menentukan bobot.

Membuat urutan di dalam suatu tujuan tertentu. Jika tidak diperlukan maka langkah ini dilewati.

e. Menyatakan fungsi tujuan.

Memilih variabel simpangan yang benar untuk dimasukkan dalam fungsi tujuan. Serta menambahkan prioritas dan bobot yang tepat jika diperlukan.

2.2.4 Model Goal programming

Di dalam model *goal programming*, dihadirkan sepasang variabel yang dinamakan variabel deviasional dan berfungsi untuk menampung penyimpangan atau deviasi yang akan terjadi pada nilai ruas kiri suatu persamaan kendala terhadap nilai ruas kanannya. Agar deviasi itu minimum, artinya nilai ruas kiri suatu persamaan kendala mendekati nilai ruas kanannya maka variabel deviasional itu harus diminimumkan di dalam fungsi tujuan (Siswanto, 2007).

Menurut Mulyono (1991) terdapat tiga jenis fungsi tujuan dalam *goal programming*, yaitu:

- a. Fungsi tujuan yang digunakan jika variabel simpangan dalam suatu masalah tidak dibedakan menurut prioritas atau bobot. Persamaan fungsi tujuannya adalah:

$$\text{Minimasi } Z = \sum_{i=1}^m d_i^- + d_i^+$$

- b. Fungsi tujuan yang digunakan dalam suatu masalah di mana urutan tujuan diperlukan, tetapi variabel simpangan di dalam setiap tingkat prioritas memiliki kepentingan yang sama. Persamaan fungsi tujuannya adalah:

$$\text{Minimasi } Z = \sum_{i=1}^m P_k (d_i^- + d_i^+) \text{ untuk } k = 1, 2, \dots, K$$

- c. Fungsi tujuan yang digunakan jika tujuan-tujuan diurutkan dan variabel simpangan pada setiap tingkat prioritas dibedakan dengan menggunakan bobot yang berlainan w_{ki} . Fungsi tujuan yang ketiga ini merupakan *lexicographic goal programming*. Persamaan fungsi tujuannya adalah:

$$\text{Minimasi } Z = \sum_{i=1}^m w_{ki} P_k (d_i^- + d_i^+) \text{ untuk } k = 1, 2, \dots, K$$

Kendala dari masing-masing fungsi tujuan di atas adalah:

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1j}X_j + d_1^- - d_1^+ = b_1$$

$$a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2j}X_j + d_2^- - d_2^+ = b_2$$

⋮

$$a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mj}X_j + d_m^- - d_m^+ = b_m$$

$$\text{dan } X_j, d_i^-, d_i^+ \geq 0 \text{ untuk } i = 1, 2, \dots, m$$

di mana

d_i^- : jumlah unit deviasi yang kekurangan

d_i^+ : jumlah unit deviasi yang kelebihan

w_{ki} : bobot yang diberikan pada variabel simpangan

P_k : tingkat prioritas yang diberikan pada variabel simpangan

a_{ij} : koefisien teknologi fungsi kendala tujuan, yaitu behubungan dengan tujuan parameter pengambilan keputusan

X_j : parameter pengambilan keputusan atau kegiatan yang kini dinamakan sebagai sub tujuan

b_i : tujuan atau target yang ingin dicapai

2.2.5 Asumsi Goal programming

Menurut Mulyono (1991) asumsi-asumsi model *goal programming* dapat dirinci sebagai berikut:

a. Linearitas

Diasumsikan bahwa proporsi penggunaan b_i yang ditentukan oleh a_{ij} harus tetap benar tanpa memperhatikan nilai solusi x_j yang dihasilkan. Artinya nilai ruas kiri dari kendala tujuan harus sama dengan nilai ruas kanan.

b. Divisibilitas

Diasumsikan bahwa nilai-nilai x_j , d_i^- , dan d_i^+ yang dihasilkan dapat dipecah. Artinya jumlah pecahan nilai x_j dapat diselesaikan dan dapat digunakan dalam solusi itu. Asumsi ini tidak membatasi penggunaan model *goal programming*, karena prosedur solusi *goal programming* yang lain, yaitu *Integer Goal programming*, dapat mencari solusi integer.

c. Terbatas

Diasumsikan bahwa nilai x_j , d_i^- , dan d_i^+ yang dihasilkan harus terbatas. Artinya, tidak dapat memiliki nilai variabel keputusan, sumber daya atau penyimpangan tujuan yang tak terbatas.

d. Kepastian dan periode waktu statis

Diasumsikan bahwa parameter model *goal programming* seperti a_{ij} , b_i , P_k , dan w_{ki} diketahui dengan pasti dan akan tetap statis selama periode perencanaan pada saat hasil model *goal programming* digunakan.

2.2.6 Penyelesaian *Goal programming*

Pada dasarnya metode-metode yang digunakan untuk menyelesaikan *goal programming* sama dengan *linear programming* baik secara grafik maupun simpleks. Namun perbedaannya ialah dalam *goal programming* diberikan bobot yang khusus pada tujuan-tujuan yang ingin dicapai dan pada berbagai prioritas yang diberikan dalam mencapai tujuan-tujuan tersebut (Nasendi, 1985).

Metode grafik (analisis geometris) digunakan untuk menyelesaikan *goal programming* dengan dua variabel keputusan. *Goal programming* dengan banyak variabel dapat diselesaikan dengan metode simpleks (Siswanto, 2007).

Prosedur analisis dengan algoritma simpleks untuk *goal programming* sama seperti analisis persoalan *linear programming* biasa, hanya dengan tambahan sedikit variasi untuk *goal programming*. Penyelesaian simpleks dalam setiap *goal programming* mengikuti algoritma untuk persoalan minimasi (Nasendi, 1985).

Menurut Siswanto (2007), langkah-langkah dalam metode simpleks untuk menyelesaikan *goal programming* yang memiliki prioritas berbeda adalah:

1. Mengubah setiap ketidaksamaan menjadi kesamaan dengan cara menambahkan d_i^- dan mengurangi d_i^+ untuk masing-masing kendala.
2. Menentukan variabel deviasional beserta prioritas dan bobot untuk fungsi tujuan.
3. Menyusun tabel simpleks *lexicographic goal programming* awal seperti seperti pada Tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2 Tabel Dasar *Lexicographic goal programming*

	C_j	0	0	...	0	$w_{11}P_1$	$w_{12}P_2$...	$w_{ki}P_i$	$w_{11}P_1$	$w_{12}P_2$...	$w_{ki}P_i$	
C_i	VB	x_1	x_n	...	x_n	d_1^-	d_2^-	...	d_i^-	d_1^+	d_2^+	...	d_i^+	b_i
$w_{11}P_1$	d_1^-	a_{11}	a_{12}	...	a_{1j}	1	0	...	0	-1	0	...	0	b_1
$w_{12}P_2$	d_2^-	a_{21}	a_{22}	...	a_{2j}	0	1	...	0	0	-1	...	0	b_2
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	...	\vdots	\vdots	\vdots	...	\vdots	\vdots	\vdots	...	\vdots	\vdots
$w_{ki}P_i$	d_i^-	a_{i1}	a_{i2}	...	a_{ij}	0	0	...	1	0	0	...	-1	b_i
Z_j		$\sum C_i \times a_{ij}$												
$C_j - Z_j$	P_i P_{i-1} \vdots P_1	Memasukkan hasil $C_j - \sum C_i \times a_{ij}$ sesuai dengan koefisien dari masing-masing prioritas												

4. Menghitung nilai $(C_j - Z_j)$ pada setiap kolom variabel.
5. Memeriksa nilai $(C_j - Z_j) \geq 0$
6. Menentukan kolom kunci (kolom pivot) berdasarkan nilai $(C_j - Z_j)$ negatif terbesar. Pemilihan kolom kunci harus dimulai dari prioritas tertinggi yaitu P_i , $i = 1$, jika pada P_1 tidak ada $(C_j - Z_j)$ negatif maka memilih $(C_j - Z_j)$ pada prioritas berikutnya. Namun jika terdapat dua nilai positif terbesar yang sama dalam satu prioritas, maka dipilih yang memiliki nilai bobot (w) terbesar.

7. Menentukan baris kunci (baris pivot) dengan memilih rasio $\left(\frac{b_i}{\text{kolom pivot}}\right)$ positif terkecil.
8. Menghitung elemen baru pada baris pivot dengan rumus:

$$\text{Baris pivot baru} = \frac{\text{baris pivot lama}}{\text{angka pivot}}$$
 sedangkan untuk mengisi elemen di baris lain menggunakan Operasi Baris Elementer (OBE).
9. Mengganti variabel basis pada baris pivot dengan variabel basis pada kolom pivot.
10. Setelah elemen-elemen pada tabel simpleks sudah terisi semua, maka menghitung kembali nilai Z_j dan $C_j - Z_j$.
11. Bila ada $C_j - Z_j$ non positif yang tersisa maka kembali ke langkah 6.
12. Bila tidak ada $C_j - Z_j$ non positif yang tersisa atau jika tersisa nilai $C_j - Z_j$ negatif terbesar di atas nilai positif prioritas sebelumnya maka iterasi berhenti dan solusi optimal diperoleh, di mana nilai variabel basis untuk masing-masing baris terletak pada kolom b_i dan nilai deviasional (d_i^+ maupun d_i^-) yang $\neq 0$ adalah prioritas yang tidak tercapai.

2.3 Analisis Sensitivitas

2.3.1 Pengertian Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas adalah studi tentang bagaimana perubahan penyelesaian optimal dan nilai penyelesaian optimal dari *linear programming* sebagai akibat dari perubahan koefisien suatu variabel keputusan. Secara lebih khusus, analisis ini melihat tentang efek yang terjadi pada penyelesaian optimal apabila terdapat perubahan pada koefisien fungsi tujuan dan nilai ruas kanan fungsi kendala. Oleh karena itu analisis sensitivitas sering disebut juga analisis pasca optimalisasi (*post optimally analysis*) karena analisis ini hanya bisa dilakukan setelah penyelesaian optimal kasus *linear programming* tercapai (Agustini dan Rahmadi, 2004).

Alasan utama mengapa analisis sensitivitas penting bagi pengambil keputusan adalah karena masalah dunia nyata merupakan lingkungan yang dinamis. Harga bahan baku berubah, permintaan berfluktuasi, perusahaan membeli mesin baru untuk mengganti yang lama, pasar tenaga kerja global menyebabkan perubahan biaya

produksi, terjadi pergantian karyawan dan lainnya (Anderson dkk, 1996).

2.3.2 Perubahan-Perubahan dalam Analisis Sensitivitas

Menurut Mulyono (1991) perubahan atau variasi dalam *linear programming* yang dipelajari dalam analisis sensitivitas dapat dipisahkan kedalam tiga kelompok umum antara lain:

1. Analisa yang berkaitan dengan perubahan diskrit parameter untuk melihat seberapa besar perubahan dapat ditolerir sebelum solusi optimum mulai kehilangan optimalisasinya, ini dinamakan *Analisa Sensitivitas*. Jika suatu perubahan kecil dalam parameter menyebabkan perubahan drastis dalam solusi, dikatakan bahwa solusi adalah sangat sensitif terhadap nilai parameter itu. Sebaliknya, jika perubahan parameter tidak mempunyai pengaruh besar terhadap solusi dikatakan solusi relatif tidak sensitif terhadap nilai parameter itu.
2. Analisa yang berkaitan dengan perubahan struktural. Masalah ini muncul bila masalah *linear programming* dirumuskan kembali dengan menambahkan atau menghilangkan kendala dan atau variabel untuk menunjukkan operasi model alternatif.
3. Analisa yang berkaitan dengan perubahan kontinu parameter untuk menentukan urutan solusi dasar yang menjadi optimum jika perubahan ditambah lebih jauh, ini dinamakan *Parametric – Programming*.

Menurut Asri dan Widayat (1986) perubahan-perubahan parameter pada *linear programming* adalah:

- a. Perubahan pada kapasitas sumber-sumber yang tersedia. Apabila terjadi perubahan pada parameter ini maka berarti nilai kanan dari fungsi-fungsi pembatas pada model akan mengalami perubahan. Perubahan dapat berarti penambahan maupun pengurangan kapasitas sumber-sumber yang tersedia.
- b. Perubahan pada koefisien-koefisien fungsi tujuan. Perubahan ini menunjukkan adanya penambahan atau penurunan kontribusi setiap satuan kegiatan terhadap tujuan.
- c. Perubahan pada koefisien-koefisien teknis fungsi-fungsi pembatas. Apabila perubahan parameter ini terjadi maka bagian kapasitas sumber yang dikonsumsi oleh suatu kegiatan mengalami kenaikan atau penurunan.

- d. Penambahan variabel-variabel baru. Bila hal ini terjadi berarti jumlah variabel (misalnya X) yang dikombinasikan bertambah.
- e. Penambahan batasan-batasan baru, yang tentu saja perlu dicari akibatnya terhadap penyelesaian optimal.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dalam skripsi ini dilaksanakan di Kepolisian Negeri RI Daerah Jawa Timur Resor Malang Kota dari bulan Maret sampai bulan Mei 2011.

3.2 Deskripsi Umum Daerah Studi

Polresta Malang Kota merupakan sebuah instansi pemerintah yang bertugas melayani masyarakat. Polresta Malang Kota dibagi menjadi beberapa unit yang salah satunya adalah unit patroli lalu lintas (lantas). Salah satu tugas polisi lintas adalah menjamin kelancaran lalu lintas di setiap penggal jalan yang menjadi tanggung jawabnya terutama yang disebabkan faktor manusia (ketertiban pengguna jalan). Sehingga berdasarkan tugas tersebut, polisi lintas dituntut untuk menjaga keamanan, ketertiban dan kelancaran lalu lintas untuk mengurangi jumlah kecelakaan. Anggota polisi lalu lintas disebarkan di tiap-tiap pos berdasarkan kondisi jalan, frekuensi kecelakaan dan waktu ketika kondisi jalan padat.

3.3 Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan berupa data sekunder. Data tersebut diperoleh dari unit polisi lalu lintas yang khusus menangani penyebaran polisi di tiap-tiap pos. Data-data tersebut adalah sebagai berikut:

1. Jumlah shift dalam sehari (S).
2. Jumlah pos dalam kota (R).
3. Jumlah polisi yang bertugas di masing-masing pos i pada shift j (X_{ij}).
4. Jumlah polisi yang tersedia (P).
5. Rata-rata anggaran harian untuk masing-masing polisi di pos i (C_i).
6. Jumlah pos u yang mengatur ruas jalan yang memiliki kepadatan yang sama (D_u).
7. Pos-pos polisi t yang saling berhubungan (L_t).
8. Jumlah maksimum dan minimum polisi yang siaga di tiap pos i (M_i).
9. Perkiraan jumlah minimum polisi di pos i pada shift j (a_{ij}).

10. Perkiraan jumlah maksimum polisi di pos i pada shift j (b_{ij}).
11. Pos-pos polisi yang mengatur ruas jalan menuju kota, ruas jalan yang memiliki kepadatan tinggi serta ruas jalan yang kurang padat.
12. Total anggaran yang tersedia dalam sehari (B).

3.4 Metode Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data-data pendukung penelitian ini, maka dilakukan pengumpulan data melalui dua tahapan, yaitu :

1. Penelitian langsung ke polresta Malang kota (*Field research*).

Metode ini bertujuan untuk memperoleh data-data pendukung penelitian yang langsung didapatkan di polresta. Adapun untuk mendapatkannya dengan menggunakan cara-cara berikut :

- a. Dokumentasi

Merupakan suatu metode pengumpulan data dengan melihat dan menggunakan data-data berupa arsip-arsip atau catatan yang berhubungan dengan obyek penelitian yang terdapat di polresta. Data-data ini merupakan data sekunder.

- b. Wawancara

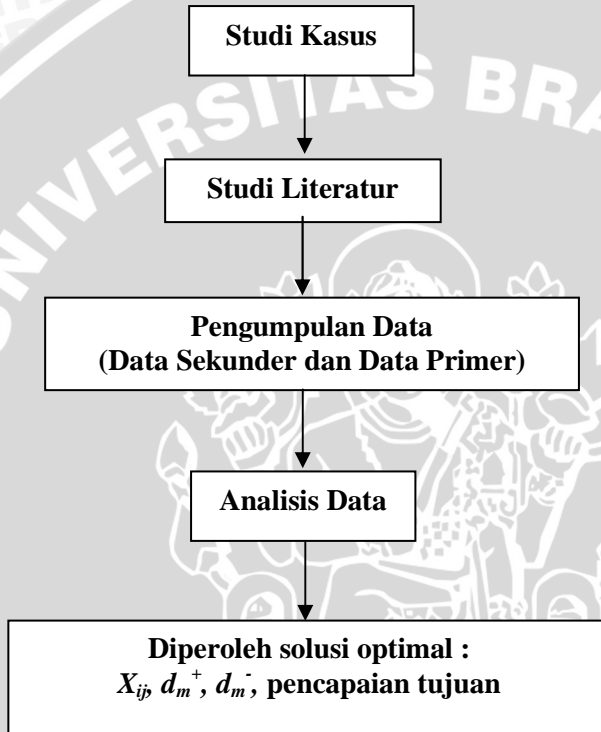
Merupakan suatu metode pengumpulan data dengan melakukan komunikasi atau wawancara mengenai hal-hal yang berhubungan dengan obyek penelitian, yang dalam hal ini dilakukan melalui kunjungan ke polresta dan bertemu unit patroli lalu lintas bagian penyebaran polisi lalu lintas.

2. Studi literatur.

Metode ini dilakukan dengan tujuan untuk memecahkan permasalahan-permasalahan yang ada dengan menggunakan teori yang ada pada literatur.

3.5 Langkah-langkah Penelitian

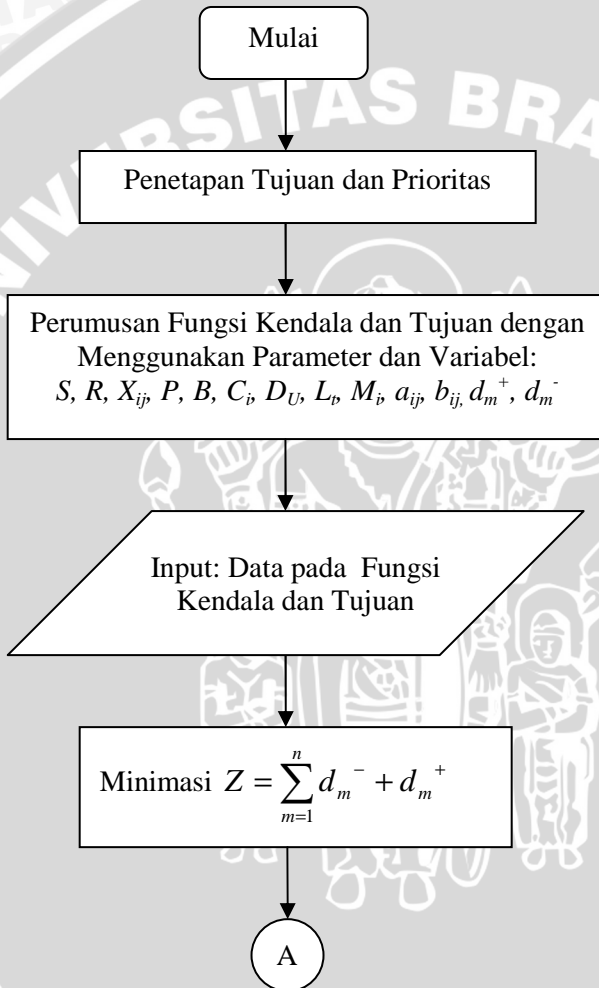
Dari data-data yang telah terkumpul, langkah-langkah yang harus dilakukan adalah seperti yang tergambar pada diagram alir 3.1 berikut.

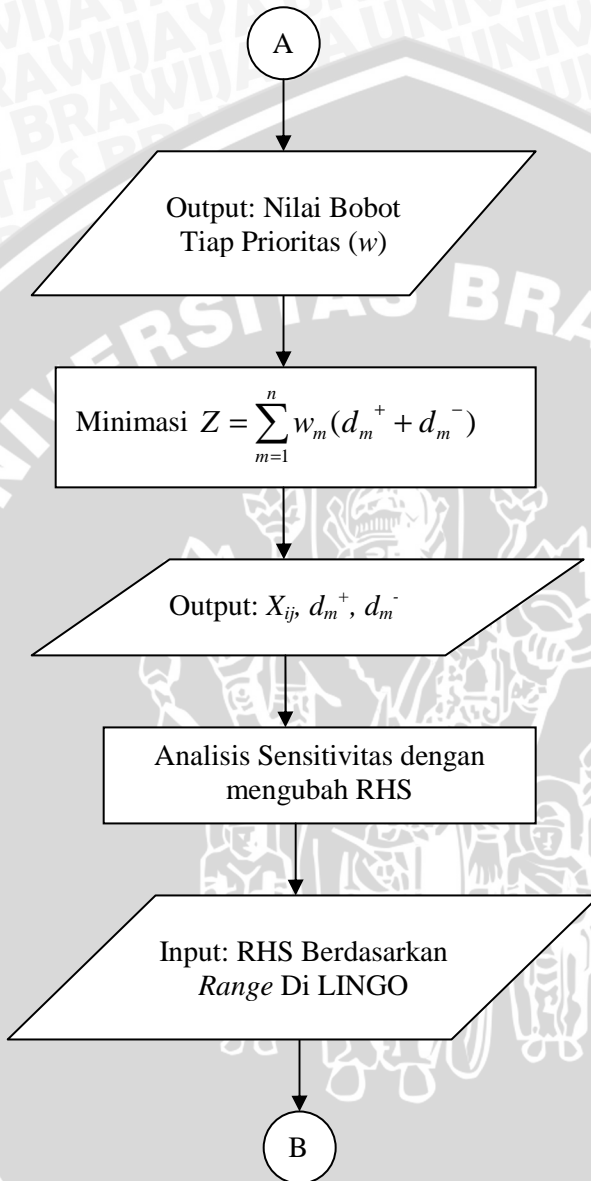


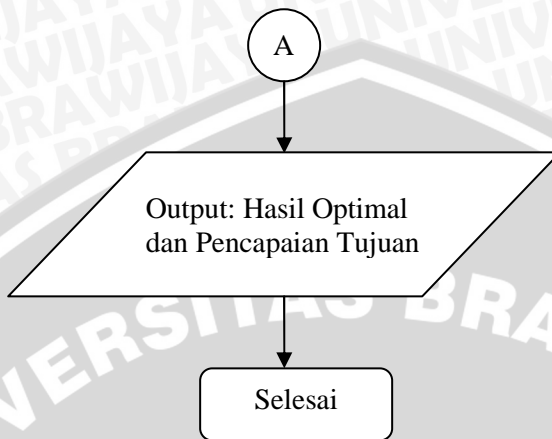
Gambar 3.1 Diagram Alir Langkah-Langkah Penelitian

3.6 Analisis Data

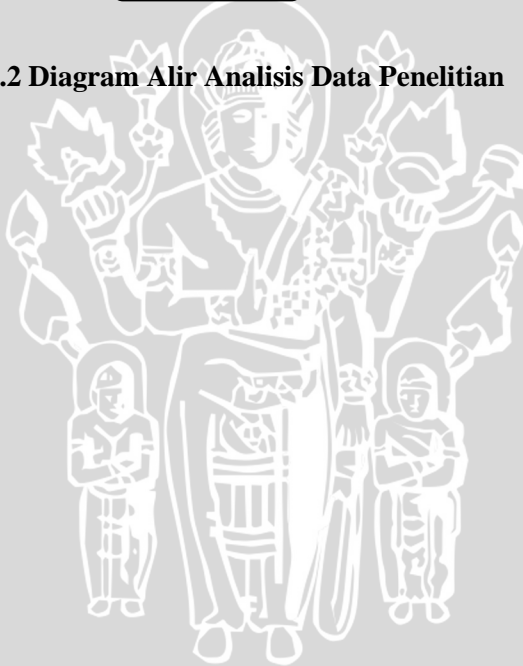
Semua perhitungan dalam analisis data dilakukan dengan menggunakan *software* LINGO. Di mana Langkah-langkah analisis datanya dijelaskan pada gambar 3.2 berikut.







Gambar 3.2 Diagram Alir Analisis Data Penelitian



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data dan tujuan penulisan skripsi, diperoleh hasil dan pembahasan yang diuraikan dalam bab ini.

4.1 Perumusan *Lexicographic Goal Programming* Pada Penyebaran Polisi Lalu lintas

Perumusan *lexicographic goal programming* secara umum yang telah dijelaskan pada Bab II akan digunakan dalam merumuskan fungsi tujuan dan fungsi kendala pada penyebaran polisi lalu lintas.

Terdapat beberapa indeks, variabel dan parameter yang digunakan dalam merumuskan fungsi tujuan dan fungsi kendala pada penyebaran polisi. Oleh karena itu, sebelum merumuskan kedua fungsi tersebut, terlebih dahulu akan dijelaskan indeks, variabel dan parameter yang digunakan. Adapun indeks yang digunakan adalah:

i : indeks untuk pos ($i = 1, 2, \dots, I$)

j : indeks untuk *shift* atau pergantian jadwal ($j = 1, 2, \dots, J$).

Sedangkan variabel dan parameter yang digunakan dalam perumusan fungsi kendala dan fungsi tujuan adalah:

X_{ij} : jumlah polisi yang bertugas di pos i pada *shift* j

R : jumlah pos R dalam kota

S : jumlah *shift* S dalam sehari

Q : jumlah polisi Q yang tersedia

B : jumlah anggaran B yang tersedia untuk seluruh polisi per hari

C_i : rata-rata anggaran harian C untuk masing-masing polisi di pos i

a_{ij} : perkiraan syarat nilai minimum a untuk polisi di pos i pada *shift* j

b_{ij} : perkiraan syarat nilai maksimum b untuk polisi di pos pada *shift* j

L_t : jumlah polisi L di pos ke- t yang berhubungan ($t = 1, 2, \dots, T$)

D_u : jumlah pos D yang mengatur ruas jalan u yang memiliki kepadatan yang sama

M_i : jumlah minimum polisi M yang ditugaskan di pos i

4.1.1 Penetapan Tujuan dan Prioritas

Tujuan-tujuan yang akan dicapai berdasarkan urutan prioritasnya adalah sebagai berikut:

Prioritas 1 (P_1) :Meminimalkan alokasi (penyebaran) polisi di kota Malang.

Prioritas 2 (P_2) :Meminimalkan total anggaran yang digunakan dalam penyebaran polisi.

Prioritas 3 (P_3) :Mencukupi jumlah polisi untuk pos yang mengatur ruas jalan yang padat pada waktu tertentu

Prioritas 4 (P_4) :Mencukupi jumlah polisi untuk pos yang mengatur ruas jalan yang tidak padat dan memenuhi syarat *shift* minimum.

4.1.2 Perumusan Fungsi Kendala

Kendala tujuan dalam kasus penyebaran polisi terdiri dari:

1. Polisi

Jumlah polisi yang bertugas di pos i selama *shift* j setiap hari tidak boleh melebihi jumlah polisi Q yang tersedia. Sehingga fungsi kendala untuk jumlah polisi dirumuskan sebagai berikut:

$$\sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I X_{ij} + d_1^- - d_1^+ = Q$$

d_1^- adalah variabel deviasi untuk menampung jumlah polisi Q yang kurang dari sasaran.

d_1^+ adalah variabel deviasi untuk menampung jumlah polisi Q yang melebihi sasaran.

2. Anggaran

Rata-rata anggaran harian yang digunakan untuk penyebaran polisi C_i terdiri dari anggaran perawatan untuk kendaraan polisi baik roda 2 maupun roda 4 serta anggaran untuk polisi yang berupa uang saku. Jumlah anggaran tersebut tidak boleh melampaui jumlah anggaran B yang tersedia . Sehingga perumusan fungsi kendala untuk anggaran adalah sebagai berikut:

$$\sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I C_i X_{ij} + d_2^- - d_2^+ = B$$

d_2^- adalah variabel deviasi untuk menampung anggaran B yang kurang dari sasaran.

d_2^+ adalah variabel deviasi untuk menampung anggaran B yang melebihi sasaran.

3. Batas Atas dan Batas Bawah

Untuk mencukupi polisi di seluruh pos i pada *shift* j , maka ditentukan batas bawah a_{ij} dan batas atas b_{ij} untuk polisi di masing-masing pos. Nilai yang diberikan pada batas atas dan batas bawah berdasarkan tingkat kecelakaan dan kepadatan lalu lintas di masing-masing *shift* j dan ruas jalan yang diatur oleh pos-pos. Sehingga pertidaksamaan fungsi kendalanya adalah:

$$a_{ij} \leq X_{ij} \leq b_{ij}$$

Jumlah polisi tidak boleh kurang dari batas bawah dan lebih dari batas atas, sehingga pertidaksamaan fungsi kendala $a_{ij} \leq X_{ij} \leq b_{ij}$ diubah menjadi persamaan *goal programming* sebagai berikut:

$$X_{ij} + d_k^- - d_k^+ = a_{ij}$$

$$X_{ij} + d_h^- - d_h^+ = b_{ij}$$

di mana $i \in \{1, 2, \dots, I\}$, $j \in \{1, \dots, J\}$, banyaknya $d_h^\pm = n(I).n(J)$ dengan $h = 3, 5, 7, \dots, \{2.n(I).n(J)\} + 1$ dan banyaknya $d_k^\pm = n(I).n(J)$ dengan $k = 4, 6, 8, \dots, \{2.n(I).n(J)\} + 2$

d_h^- adalah variabel deviasi untuk menampung deviasi perkiraan nilai maksimum polisi di pos i pada *shift* j (a_{ij}) yang kurang dari sasaran.

d_h^+ adalah variabel deviasi untuk menampung deviasi perkiraan nilai maksimum polisi pos i pada *shift* j (a_{ij}) yang melebihi sasaran.

d_k^- adalah variabel deviasi untuk menampung deviasi perkiraan nilai minimum polisi pos i pada *shift* j (b_{ij}) yang kurang dari sasaran.

d_k^+ adalah variabel deviasi untuk menampung deviasi perkiraan nilai minimum polisi pos i pada *shift* j (b_{ij}) yang melebihi sasaran.

4. Persyaratan *Shift* Minimum

Kondisi lalu lintas di kota besar tidak dapat diseragamkan karena tiap ruas jalan memiliki tingkat kepadatan lalu lintas dan tingkat kecelakaan yang berbeda. Jumlah waktu rata-rata polisi yang tersedia untuk menanggapi panggilan layanan yang berupa kecelakaan atau lalu lintas yang padat tergantung pada waktu tempuh dari pengiriman polisi sampai tiba di lokasi kejadian. Oleh karena itu dibutuhkan jumlah minimum polisi di masing-masing pos tiap pergantian *shift* agar lebih cepat menangani kepadatan lalu lintas atau kecelakaan di lokasi kejadian. Di mana jumlah minimum polisi saat pergantian *shift* dipertimbangkan berdasarkan:

a. Pos yang saling berhubungan

Pos yang saling berhubungan (*link*) adalah beberapa pos yang saling berdekatan dan saling mendistribusikan polisi jika membutuhkan bantuan untuk mengatur ruas jalan yang diatur oleh pos yang bersangkutan. Namun tidak semua pos memiliki *link* dengan pos yang lain. Jumlah polisi di pos-pos yang saling berhubungan saat pergantian *shift* tidak boleh kurang dari jumlah minimum polisi L_r saat pergantian *shift*. Sehingga persamaan fungsi kendalanya adalah:

$$\sum_{j=1}^J (X_{ij} + X_{ij} + \dots + X_{ij}) + d_r^- - d_r^+ = L_r$$

di mana $t \in \{1, 2, \dots, I\}$, $j \in \{1, \dots, J\}$ dan banyaknya d_r^\pm tergantung jumlah *link* yang ada dengan r dimulai dari lanjutatan d_k^\pm .

d_r^- adalah variabel deviasi untuk menampung jumlah minimum polisi pada pos ke- t yang saling berhubungan L_r yang kurang dari sasaran.

d_r^+ adalah variabel deviasi untuk menampung jumlah minimum polisi pada pos ke- t yang saling berhubungan L_r yang melebihi sasaran.

b. Pos yang mengatur ruas jalan yang memiliki kepadatan yang sama

Dari pos-pos yang mengatur ruas jalan terdapat beberapa pos yang mengatur ruas jalan yang memiliki kepadatan yang sama. Sehingga jumlah polisi saat pergantian *shift* untuk pos-pos yang mengatur ruas jalan yang memiliki kepadatan sama tidak boleh kurang dari jumlah minimalnya D_u . Sehingga persamaan kendalanya adalah:

$$\sum_{j=1}^J (X_{uj} + X_{uj} + \dots + X_{uj}) + d_s^- - d_s^+ = D_u$$

di mana $u \in \{1, 2, \dots, I\}$ dan $j \in \{1, \dots, J\}$, banyaknya d_s^\pm tergantung jumlah pos yang mengatur ruas jalan yang memiliki kepadatan yang sama dengan s dimulai dari lanjutan d_r^\pm .

d_s^- adalah variabel deviasi untuk menampung jumlah minimum polisi pada pos u yang mengatur ruas jalan yang memiliki kepadatan yang sama D_u yang kurang dari sasaran.

d_s^+ adalah variabel deviasi untuk menampung jumlah minimum polisi pada pos u yang mengatur ruas jalan yang memiliki kepadatan yang sama D_u yang melebihi sasaran.

c. Masing-masing pos

Masing-masing pos memiliki jumlah minimum M_i polisi saat pergantian *shift*. Oleh karena itu jumlah polisi yang bertugas di tiap pos tidak boleh kurang dari jumlah minimalnya. Sehingga persamaan fungsi kendalanya adalah:

$$\sum_{j=1}^J X_{ij} + d_v^- - d_v^+ = M_i$$

di mana $i = \{1, 2, \dots, I\}$, $j = \{1, \dots, J\}$, dan banyaknya $d_v^\pm = n(I)$ dengan v dimulai dari lanjutan d_s^\pm .

d_v^- adalah variabel deviasi untuk menampung jumlah minimum polisi pada masing-masing pos M_i yang kurang dari sasaran.

d_v^+ adalah variabel deviasi untuk menampung jumlah minimum polisi pada masing-masing pos (M_i) yang melebihi sasaran.

Penerapan *Lexicographic Goal Programming* pada Penyebaran Polisi di Kota Malang

Kota Malang merupakan salah satu kota besar yang mengalami peningkatan angka kecelakaan dan pelanggaran lalu lintas tiap tahunnya yang salah satunya penyebabnya dikarenakan padatnya lalu lintas. Oleh karena itu polresta kota Malang menyebarkan 23 pos polisi yang dijaga oleh 110 polisi lalu lintas secara bergiliran untuk mengatur pengendara di berbagai ruas jalan dalam kota Malang agar dapat mengurangi angka kecelakaan dan pelanggaran lalu lintas.

Penjagaan pos i oleh polisi dibagi ke dalam dua bagian yang disebut dengan *shift* (j). Pembagian *shift* tersebut adalah sebagai berikut:

Shift pertama : X_{i1} = pukul 06.00-14.00

Shift kedua : X_{i2} = pukul 14.00-22.00

Sedangkan untuk penyebaran polisi lalu lintas di tiap pos dibagi menjadi tiga pos bagian, yaitu:

1. Pos yang mengatur ruas jalan menuju pusat kota.
Polisi yang ditugaskan di pos ini bertugas mengatur ruas jalan menuju pusat kota dari berbagai arah (utara, selatan, timur dan barat). Di mana pusat kota Malang adalah alun-alun. Ruas jalan yang diatur oleh pos ini memiliki kepadatan yang tinggi.
2. Pos yang mengatur ruas jalan yang padat.
Ruas jalan yang diatur oleh polisi di pos ini memiliki kepadatan tinggi pada waktu tertentu yaitu pada pukul 06.30-07.30 dan 15.30-18.00.
3. Pos yang mengatur ruas jalan yang kurang padat.
Ruas jalan yang diatur oleh polisi di pos ini memiliki tingkat kepadatan yang lebih rendah dibandingkan ruas jalan yang diatur oleh pos lainnya.

Adapun data pos i yang mengatur ruas jalan pada $shift j$ ditampilkan pada Tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 Data Pos-Pos Polisi dalam Kota Malang

X_{ij}	Jumlah polisi yang mengatur pos i pada $shift j$	
Pos yang mengatur ruas jalan menuju kota		
1.	X_{1j}	Pos Raden Intan
2.	X_{2j}	Pos L.A. Sucipto
3.	X_{3j}	Pos Landungsari
4.	X_{4j}	Pos Kacuk Barat
5.	X_{5j}	Pos Araya
Pos yang mengatur ruas jalan yang padat		
1.	X_{6j}	Pos UB
2.	X_{7j}	Pos Gadang
3.	X_{8j}	Pos PDAM Lama
4.	X_{9j}	Pos Borobudur
5.	X_{10j}	Pos Sarinah
6.	X_{11j}	Pos Ciliwung
7.	X_{12j}	Pos Klenteng
8.	X_{13j}	Pos Mitra I
9.	X_{14j}	Pos Simpang 4 Kasin
Pos yang mengatur ruas jalan yang kurang padat		
1.	X_{15j}	Pos Janti Barat
2.	X_{16j}	Pos Dieng
3.	X_{17j}	Pos Bandung
4.	X_{18j}	Pos Rajabali
5.	X_{19j}	Pos Trio II
6.	X_{20j}	Pos Mitra II
7.	X_{21j}	Pos Kaliurang
8.	X_{22j}	Pos BRI
9.	X_{23j}	Pos Ijen

Sumber : Data Pos Polisi Polresta Malang Kota

Berdasarkan data pos dan $shift$ pada Tabel 4.1, maka dapat diuraikan variabel keputusan X_{ij} . dengan formula X_{ij} adalah jumlah polisi di setiap pos $i = 1, 2, \dots, 23$ pada setiap $shift j = 1, 2$.

4.2.1 Perumusan Fungsi Kendala

Fungsi kendala dalam penyebaran polisi di kota Malang adalah sebagai berikut:

1. Polisi

Jumlah polisi yang tersedia adalah 110 untuk ditugaskan menjaga 23 pos ($i = 1, 2, \dots, 23$) selama dua *shift* ($j = 1, 2$) setiap hari. Fungsi kendala untuk polisi adalah:

$$\sum_{j=1}^2 \sum_{i=1}^{23} X_{ij} + d_1^- - d_1^+ = 110$$

d_1^- : jumlah polisi yang bertugas kurang dari sasaran

d_1^+ : jumlah polisi yang bertugas melebihi sasaran

2. Anggaran

Anggaran yang digunakan dalam penyebaran polisi adalah anggaran perawatan untuk kendaraan patroli serta anggaran untuk polisi yang berupa uang saku. Jumlah uang saku untuk masing-masing polisi adalah sebesar Rp. 10.000,- per hari. Sedangkan anggaran untuk perawatan kendaraan polisi sebesar Rp. 36.000,-. Sehingga jumlah maksimum anggaran yang tersedia per hari adalah sebesar Rp. 1.136.000,-. Perumusan kendala tujuan untuk anggaran adalah sebagai berikut:

$$\sum_{j=1}^2 \sum_{i=1}^{23} C_i X_{ij} + d_2^- - d_2^+ = 1.136.000$$

d_2^- : Jumlah anggaran yang digunakan per hari kurang dari sasaran

d_2^+ : Jumlah anggaran yang digunakan per hari melebihi sasaran

3. Batas Bawah dan Batas Atas

Jumlah polisi lalu lintas yang bertugas menjaga pos di kota Malang adalah 110. Untuk mencukupi polisi di tiap pos maka ditentukan jumlah minimum dan maksimum polisi di masing-masing pos. Oleh karena itu, pihak polresta Malang dalam menentukan jumlah minimum / maksimum (batas bawah / batas atas) variabel keputusan X_{ij} didasarkan pada tingkat kecelakaan, pelanggaran dan kepadatan lalu lintas di masing-masing pos yang mengatur ruas jalan pada tiap *shift* seperti yang tercantum pada Lampiran 1. Batas

tersebut dapat ditulis sebagai $a_{ij} \leq X_{ij} \leq b_{ij}$, di mana a_{ij} dan b_{ij} adalah nilai perkiraan syarat minimum / maksimum polisi di pos i pada *shift* j . Adapun pertidaksamaan kendala minimum / maksimum tersebut adalah:

$$2 \leq X_{i1} \leq 4, i = 1, 2, 3, 6, 7, 8$$

$$2 \leq X_{i1} \leq 3, i = 4, 5, 9, 10, 11, 12, 13, 14$$

$$1 \leq X_{i1} \leq 2, i = 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23$$

$$2 \leq X_{i2} \leq 4, i = 1, 2, 3, 6, 7, 8$$

$$2 \leq X_{i2} \leq 3, i = 4, 5, 9, 10, 11, 12, 13, 14$$

$$1 \leq X_{i2} \leq 2, i = 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23$$

dari pertidaksamaan di atas, diubah menjadi persamaan *goal programming* seperti pada Tabel 4.2 berikut:

Tabel 4.2 Perubahan Persamaan Kendala *Goal Programming*

Persamaan kendala minimum / maksimum ($a_{ij} \leq X_{ij} \leq b_{ij}$)	Pos i	Persamaan kendala <i>goal programming</i>	
$2 \leq X_{i1} \leq 4$	$i=1$	$X_{11} + d_3^- - d_3^+ = 4$	$X_{11} + d_4^- - d_4^+ = 2$
	$i=2$	$X_{21} + d_5^- - d_5^+ = 4$	$X_{21} + d_6^- - d_6^+ = 2$
	$i=3$	$X_{31} + d_7^- - d_7^+ = 4$	$X_{31} + d_8^- - d_8^+ = 2$
	$i=6$	$X_{61} + d_9^- - d_9^+ = 4$	$X_{61} + d_{10}^- - d_{10}^+ = 2$
	$i=7$	$X_{71} + d_{11}^- - d_{11}^+ = 4$	$X_{71} + d_{12}^- - d_{12}^+ = 2$
	$i=8$	$X_{81} + d_{13}^- - d_{13}^+ = 4$	$X_{81} + d_{14}^- - d_{14}^+ = 2$
$2 \leq X_{i1} \leq 3$	$i=4$	$X_{41} + d_{15}^- - d_{15}^+ = 3$	$X_{41} + d_{16}^- - d_{16}^+ = 2$
	$i=5$	$X_{51} + d_{17}^- - d_{17}^+ = 3$	$X_{51} + d_{18}^- - d_{18}^+ = 2$
	$i=9$	$X_{91} + d_{19}^- - d_{19}^+ = 3$	$X_{91} + d_{20}^- - d_{20}^+ = 2$
	$i=10$	$X_{101} + d_{21}^- - d_{21}^+ = 3$	$X_{101} + d_{22}^- - d_{22}^+ = 2$
	$i=11$	$X_{111} + d_{23}^- - d_{23}^+ = 3$	$X_{111} + d_{24}^- - d_{24}^+ = 2$

Lanjutan tabel 4.2

Persamaan kendala minimum / maksimum ($a_{ij} \leq X_{ij} \leq b_{ij}$)	Pos i	Persamaan kendala <i>goal programming</i>	
$2 \leq X_{i1} \leq 3$	$i = 12$	$X_{121} + d_{25}^- - d_{25}^+ = 3$	$X_{121} + d_{26}^- - d_{26}^+ = 2$
	$i = 13$	$X_{131} + d_{27}^- - d_{27}^+ = 3$	$X_{131} + d_{28}^- - d_{28}^+ = 2$
	$i = 14$	$X_{141} + d_{29}^- - d_{29}^+ = 3$	$X_{141} + d_{30}^- - d_{30}^+ = 2$
$1 \leq X_{i1} \leq 2$	$i = 15$	$X_{151} + d_{31}^- - d_{31}^+ = 2$	$X_{151} + d_{32}^- - d_{32}^+ = 1$
	$i = 16$	$X_{161} + d_{33}^- - d_{33}^+ = 2$	$X_{161} + d_{34}^- - d_{34}^+ = 1$
	$i = 17$	$X_{171} + d_{35}^- - d_{35}^+ = 2$	$X_{171} + d_{36}^- - d_{36}^+ = 1$
	$i = 18$	$X_{181} + d_{37}^- - d_{37}^+ = 2$	$X_{181} + d_{38}^- - d_{38}^+ = 1$
	$i = 19$	$X_{191} + d_{39}^- - d_{39}^+ = 2$	$X_{191} + d_{40}^- - d_{40}^+ = 1$
	$i = 20$	$X_{201} + d_{41}^- - d_{41}^+ = 2$	$X_{201} + d_{42}^- - d_{42}^+ = 1$
	$i = 21$	$X_{211} + d_{43}^- - d_{43}^+ = 2$	$X_{211} + d_{44}^- - d_{44}^+ = 1$
	$i = 22$	$X_{221} + d_{45}^- - d_{45}^+ = 2$	$X_{221} + d_{46}^- - d_{46}^+ = 1$
	$i = 23$	$X_{231} + d_{47}^- - d_{47}^+ = 2$	$X_{231} + d_{48}^- - d_{48}^+ = 1$
$2 \leq X_{i2} \leq 4$	$i = 1$	$X_{12} + d_{49}^- - d_{49}^+ = 4$	$X_{12} + d_{50}^- - d_{50}^+ = 2$
	$i = 2$	$X_{22} + d_{51}^- - d_{51}^+ = 4$	$X_{22} + d_{52}^- - d_{52}^+ = 2$
	$i = 3$	$X_{32} + d_{53}^- - d_{53}^+ = 4$	$X_{32} + d_{54}^- - d_{54}^+ = 2$
	$i = 6$	$X_{62} + d_{55}^- - d_{55}^+ = 4$	$X_{62} + d_{56}^- - d_{56}^+ = 2$
	$i = 7$	$X_{72} + d_{57}^- - d_{57}^+ = 4$	$X_{72} + d_{58}^- - d_{58}^+ = 2$
	$i = 8$	$X_{82} + d_{59}^- - d_{59}^+ = 4$	$X_{82} + d_{60}^- - d_{60}^+ = 2$
$2 \leq X_{i2} \leq 3$	$i = 4$	$X_{42} + d_{61}^- - d_{61}^+ = 3$	$X_{42} + d_{62}^- - d_{62}^+ = 2$
	$i = 5$	$X_{52} + d_{63}^- - d_{63}^+ = 3$	$X_{52} + d_{64}^- - d_{64}^+ = 2$
	$i = 9$	$X_{92} + d_{65}^- - d_{65}^+ = 3$	$X_{92} + d_{66}^- - d_{66}^+ = 2$
	$i = 10$	$X_{102} + d_{67}^- - d_{67}^+ = 3$	$X_{102} + d_{68}^- - d_{68}^+ = 2$

Lanjutan tabel 4.2

Persamaan kendala minimum / maksimum ($a_{ij} \leq X_{ij} \leq b_{ij}$)	Pos i	Persamaan kendala <i>goal programming</i>	
$2 \leq X_{i2} \leq 3$	$i=11$	$X_{112} + d_{69}^- - d_{69}^+ = 3$	$X_{112} + d_{70}^- - d_{70}^+ = 2$
	$i=12$	$X_{122} + d_{71}^- - d_{71}^+ = 3$	$X_{122} + d_{72}^- - d_{72}^+ = 2$
	$i=13$	$X_{132} + d_{73}^- - d_{73}^+ = 3$	$X_{132} + d_{74}^- - d_{74}^+ = 2$
	$i=14$	$X_{142} + d_{75}^- - d_{75}^+ = 3$	$X_{142} + d_{76}^- - d_{76}^+ = 2$
$1 \leq X_{i2} \leq 2$	$i=15$	$X_{152} + d_{77}^- - d_{77}^+ = 2$	$X_{152} + d_{78}^- - d_{78}^+ = 1$
	$i=16$	$X_{162} + d_{79}^- - d_{79}^+ = 2$	$X_{162} + d_{80}^- - d_{80}^+ = 1$
	$i=17$	$X_{172} + d_{81}^- - d_{81}^+ = 2$	$X_{172} + d_{82}^- - d_{82}^+ = 1$
	$i=18$	$X_{182} + d_{83}^- - d_{83}^+ = 2$	$X_{182} + d_{84}^- - d_{84}^+ = 1$
	$i=19$	$X_{192} + d_{85}^- - d_{85}^+ = 2$	$X_{192} + d_{86}^- - d_{86}^+ = 1$
	$i=20$	$X_{202} + d_{87}^- - d_{87}^+ = 2$	$X_{202} + d_{88}^- - d_{88}^+ = 1$
	$i=21$	$X_{212} + d_{89}^- - d_{89}^+ = 2$	$X_{212} + d_{90}^- - d_{90}^+ = 1$
	$i=22$	$X_{222} + d_{91}^- - d_{91}^+ = 2$	$X_{222} + d_{92}^- - d_{92}^+ = 1$
	$i=23$	$X_{232} + d_{93}^- - d_{93}^+ = 2$	$X_{232} + d_{94}^- - d_{94}^+ = 1$

d_3^-, \dots, d_h^- , dengan $3 \leq h \leq 93$, h ganjil: Jumlah perkiraan maksimum polisi yang kurang dari sasaran.

d_3^+, \dots, d_h^+ , dengan $3 \leq h \leq 93$, h ganjil: Jumlah perkiraan maksimum polisi yang melebihi sasaran.

d_4^-, \dots, d_k^- , dengan $4 \leq h \leq 94$, k genap: Jumlah perkiraan minimum polisi yang kurang dari sasaran.

d_4^+, \dots, d_k^+ , dengan $4 \leq h \leq 94$, k genap: Jumlah perkiraan minimum polisi yang melebihi sasaran.

4. Persyaratan *Shift* Minimum

Kondisi lalu lintas di kota besar tidak dapat diseragamkan karena tiap ruas jalan memiliki tingkat kepadatan lalu lintas dan tingkat kecelakaan yang berbeda. Oleh karena itu dibutuhkan jumlah minimum polisi di masing-masing pos tiap pergantian *shift* agar lebih cepat menangani kepadatan lalu lintas atau kecelakaan di lokasi kejadian. Di mana jumlah minimum polisi di pos saat pergantian *shift* dipertimbangkan berdasarkan:

a. Pos-pos yang saling berhubungan (mempunyai *link*)

Pos yang saling berhubungan (*link*) adalah beberapa pos yang saling berdekatan dan saling mendistribusikan polisi jika membutuhkan bantuan untuk mengatur ruas jalan yang diatur oleh pos yang bersangkutan. Namun tidak semua pos memiliki *link* dengan pos yang lain. Adapun data pos polisi yang saling berhubungan ditampilkan pada Tabel 4.3 berikut:

Tabel 4.3 Data Pos Polisi yang Saling Berhubungan

No.	Pos yang Saling Berhubungan	Pos ke- <i>i</i>
1	Pos L.A. Sucipto	2
	Pos PDAM Lama	8
	Pos Borobudur	9
2	Pos Mitra II	20
	Pos Kaliurang	21
3	Pos Rajabali	18
	Pos Trio II	19
4	Pos Sarinah	10
	Pos Mitra I	13
5	Pos BRI	22
	Pos Ijen	23
6	Pos Landungsari	3
	Pos UB	6

Sumber: Data Pos Polisi Polresta Malang Kota

Dari data pos pada Tabel 4.3 tersebut maka dapat dibuat persamaan kendala untuk pos yang saling berhubungan. Di mana tiap pos *i* memiliki jumlah minimal (batas bawah) polisi pada *shift j*. Oleh karena itu untuk mendapatkan jumlah minimal keseluruhan untuk pos-pos yang saling berhubungan pada *shift* 1 dan 2 yaitu dengan cara menjumlahkan jumlah minimal (batas bawah) polisi di pos-pos dalam satu *link* untuk *shift* 1 dan 2. Sehingga persamaan kendala

untuk jumlah minimum polisi di pos yang saling berhubungan pada *shift* 1 dan 2 adalah:

$$\sum_{j=1}^2 (X_{2j} + X_{8j} + X_{9j}) + d_{95}^- - d_{95}^+ = 12$$

$$\sum_{j=1}^2 (X_{20j} + X_{21j}) + d_{96}^- - d_{96}^+ = 4$$

$$\sum_{j=1}^2 (X_{18j} + X_{19j}) + d_{97}^- - d_{97}^+ = 4$$

$$\sum_{j=1}^2 (X_{10j} + X_{13j}) + d_{98}^- - d_{98}^+ = 8$$

$$\sum_{j=1}^2 (X_{22j} + X_{23j}) + d_{99}^- - d_{99}^+ = 4$$

$$\sum_{j=1}^2 (X_{3j} + X_{6j}) + d_{100}^- - d_{100}^+ = 8$$

$d_{95}^- - d_{100}^-$: Jumlah polisi di pos saling berhubungan yang kurang dari sasaran

$d_{95}^+ - d_{100}^+$: Jumlah polisi di pos saling berhubungan yang melebihi sasaran

b. Pos-pos yang mengatur ruas jalan yang memiliki kepadatan sama

Dari pos-pos yang mengatur ruas jalan terdapat beberapa pos yang mengatur ruas jalan yang memiliki kepadatan yang sama. Adapun data pos polisi yang mengatur ruas yang memiliki kepadatan yang sama selama *shift* 1 dan 2 ditampilkan pada Tabel 4.4 berikut:

Tabel 4.4 Data Pos Polisi yang Mengatur Ruas Jalan yang Memiliki Kepadatan yang Sama pada *Shift* 1 dan 2

No.	Pos Polisi Mengatur Ruas Jalan yang Memiliki Kepadatan yang Sama	Pos ke- <i>i</i>
1	Pos Raden Intan	1
	Pos L.A. Sucipto	2
	Pos Landungsari	3
	Pos UB	6
	Pos Gadang	7
	Pos PDAM Lama	8
2	Pos Kacuk Barat	4
	Pos Araya	5
	Pos Borobudur	9
	Pos Sarinah	10
	Pos Ciliwung	11
	Pos Klenteng	12
	Pos Mitra I	13
Pos Simpang 4 Kasin	14	
3	Pos Janti Barat	15
	Pos Dieng	16
	Pos Bandung	17
	Pos Rajabali	18
	Pos Trio II	19
	Pos Mitra II	20
	Pos Kaliurang	21
	Pos BRI	22
Pos Ijen	23	

Sumber: Data Pos Polisi Polresta Malang Kota

Jumlah minimal keseluruhan untuk pos-pos yang mengatur ruas jalan yang memiliki kepadatan yang sama didapatkan dengan cara menjumlahkan jumlah minimal (batas bawah) polisi di pos-pos yang bersangkutan untuk *shift* 1 dan 2. Sehingga persamaan kendala untuk jumlah minimum polisi untuk pos-pos yang mengatur ruas jalan yang memiliki kepadatan sama pada *shift* 1 dan 2 adalah:

$$\sum_{j=1}^2 (X_{1j} + X_{2j} + X_{3j} + X_{6j} + X_{7j} + X_{8j}) + d_{101}^- - d_{101}^+ = 24$$

$$\sum_{j=1}^2 \left(\begin{array}{l} X_{4j} + X_{5j} + X_{9j} + X_{10j} + X_{11j} + \\ X_{12j} + X_{13j} + X_{14j} \end{array} \right) + d_{102}^- - d_{102}^+ = 32$$

$$\sum_{j=1}^2 \left(\begin{array}{l} X_{15j} + X_{16j} + X_{17j} + X_{18j} + X_{19j} + \\ X_{20j} + X_{21j} + X_{22j} + X_{23j} \end{array} \right) + d_{103}^- - d_{103}^+ = 18$$

$d_{101}^- - d_{103}^-$: Jumlah polisi di pos mengatur ruas jalan memiliki kepadatan yang sama yang kurang dari sasaran

$d_{101}^+ - d_{103}^+$: Jumlah polisi di pos mengatur ruas jalan memiliki kepadatan yang sama yang melebihi sasaran

c. Masing-masing pos

Jumlah minimal keseluruhan untuk masing-masing pos pada *shift* 1 dan 2 dengan cara menjumlahkan jumlah minimal (batas bawah) polisi di masing-masing pos pada *shift* 1 dan 2. Sehingga persamaan kendala untuk jumlah minimum polisi untuk masing-masing pos pada *shift* 1 dan 2 adalah:

$$\sum_{j=1}^2 (X_{1j}) + d_{104}^- - d_{104}^+ = 4 \qquad \sum_{j=1}^2 (X_{2j}) + d_{105}^- - d_{105}^+ = 4$$

$$\sum_{j=1}^2 (X_{3j}) + d_{106}^- - d_{106}^+ = 4 \qquad \sum_{j=1}^2 (X_{4j}) + d_{107}^- - d_{107}^+ = 4$$

$$\sum_{j=1}^2 (X_{5j}) + d_{108}^- - d_{108}^+ = 4 \qquad \sum_{j=1}^2 (X_{6j}) + d_{109}^- - d_{109}^+ = 4$$

$$\sum_{j=1}^2 (X_{7j}) + d_{110}^- - d_{110}^+ = 4 \qquad \sum_{j=1}^2 (X_{8j}) + d_{111}^- - d_{111}^+ = 4$$

$$\sum_{j=1}^2 (X_{9j}) + d_{112}^- - d_{112}^+ = 4 \qquad \sum_{j=1}^2 (X_{10j}) + d_{113}^- - d_{113}^+ = 4$$

$$\sum_{j=1}^2 (X_{11j}) + d_{114}^- - d_{114}^+ = 4$$

$$\sum_{j=1}^2 (X_{12j}) + d_{115}^- - d_{115}^+ = 4$$

$$\sum_{j=1}^2 (X_{13j}) + d_{116}^- - d_{116}^+ = 4$$

$$\sum_{j=1}^2 (X_{14j}) + d_{117}^- - d_{117}^+ = 4$$

$$\sum_{j=1}^2 (X_{15j}) + d_{118}^- - d_{118}^+ = 2$$

$$\sum_{j=1}^2 (X_{16j}) + d_{119}^- - d_{119}^+ = 2$$

$$\sum_{j=1}^2 (X_{17j}) + d_{120}^- - d_{120}^+ = 2$$

$$\sum_{j=1}^2 (X_{18j}) + d_{121}^- - d_{121}^+ = 2$$

$$\sum_{j=1}^2 (X_{19j}) + d_{122}^- - d_{122}^+ = 2$$

$$\sum_{j=1}^2 (X_{20j}) + d_{123}^- - d_{123}^+ = 2$$

$$\sum_{j=1}^2 (X_{21j}) + d_{124}^- - d_{124}^+ = 2$$

$$\sum_{j=1}^2 (X_{22j}) + d_{125}^- - d_{125}^+ = 2$$

$$\sum_{j=1}^2 (X_{23j}) + d_{126}^- - d_{126}^+ = 2$$

$d_{104}^- - d_{126}^-$: Jumlah polisi di masing-masing pos yang kurang dari sasaran

$d_{104}^+ - d_{126}^+$: Jumlah polisi di masing-masing pos yang melebihi sasaran

Perumusan Fungsi Tujuan

Tujuan-tujuan yang akan dicapai berdasarkan prioritas dan bobotnya adalah:

- **Prioritas 1 (P_1)** :Meminimalkan jumlah polisi yang ditempatkan di pos-pos dalam kota Malang.

Artinya meminimalkan deviasi positif (d_1^+) yaitu jumlah polisi yang melebihi sasaran, agar kebutuhan polisi yang bertugas kurang dari atau sama dengan jumlah polisi yang tersedia. Sehingga persamaannya adalah:

$$\text{Minimasi } P_1(d_1^+) \quad (4.1)$$

di mana P_1 bukan sebuah konstanta namun hanya sebuah lambang yang menunjukkan bahwa meminimalkan d_1^+ merupakan prioritas utama dalam fungsi tujuan.

- **Prioritas 2 (P_2)** :Meminimalkan total anggaran yang digunakan dalam penyebaran polisi.

Artinya meminimalkan deviasi positif (d_2^+) yaitu jumlah anggaran yang melebihi sasaran, agar kebutuhan anggaran untuk polisi kurang dari atau sama dengan jumlah anggaran yang tersedia. Sehingga persamaannya adalah:

$$\text{Minimasi } P_1(d_1^+) \quad (4.1)$$

di mana P_2 bukan sebuah konstanta namun hanya sebuah lambang yang menunjukkan bahwa meminimalkan d_2^+ merupakan prioritas kedua dalam fungsi tujuan.

- **Prioritas 3 (P_3)**: Mencukupi jumlah polisi untuk pos yang mengatur ruas jalan yang padat pada waktu tertentu.

Artinya meminimalkan deviasi positif (d_h^+), di mana h bilangan ganjil yaitu jumlah perkiraan maksimum polisi yang melebihi sasaran dan meminimalkan deviasi negatif (d_k^-), di mana k bilangan genap yaitu jumlah perkiraan minimum polisi yang kurang dari sasaran. Agar jumlah polisi yang ditugaskan sesuai perkiraan (tidak kurang dan tidak melebihi batas perkiraan). Sehingga mencukupi jumlah polisi untuk pos yang mengatur ruas jalan yang padat pada waktu tertentu.

Adapun persamaannya adalah:

$$\text{Minimasi } P_3 \left(\sum_{h=3}^{13} d_h^+ + \sum_{k=4}^{14} d_k^- + \sum_{h=49}^{59} d_h^+ + \sum_{k=50}^{60} d_k^- + \sum_{h=15}^{29} d_h^+ + \sum_{k=16}^{30} d_k^- + \sum_{h=61}^{75} d_h^+ + \sum_{k=62}^{76} d_k^- \right) \quad (4.3)$$

di mana h adalah urutan bilangan ganjil, k adalah urutan bilangan genap dan P_3 bukan sebuah konstanta namun hanya sebuah lambang yang menunjukkan bahwa meminimalkan variabel-variabel deviasi tersebut merupakan prioritas ketiga dalam fungsi tujuan.

- **Prioritas 4 (P_4):** Mencukupi patoli polisi di pos yang mengatur ruas jalan yang tidak padat dan memenuhi syarat *shift* minimum.

Artinya meminimalkan deviasi yang memiliki nilai batas atas paling rendah yaitu (d_h^+), di mana h bilangan ganjil yaitu jumlah perkiraan maksimum polisi yang melebihi sasaran dan meminimalkan deviasi negatif (d_k^-), di mana k bilangan genap yaitu jumlah perkiraan minimum polisi yang kurang dari sasaran. Serta meminimalkan deviasi negatif ($d_{95}^- - d_{125}^-$) yaitu jumlah polisi yang bertugas kurang dari syarat *shift* minimum. Agar mencukupi patoli polisi di pos yang mengatur ruas jalan yang tidak padat dan memenuhi syarat minimum *shift*. Sehingga persamaannya adalah:

$$\text{Minimasi } P_4 \left(\sum_{h=31}^{47} d_h^+ + \sum_{k=32}^{48} d_k^- + \sum_{h=77}^{93} d_h^+ + \sum_{k=78}^{94} d_k^- + \sum_{l=95}^{126} d_l^- \right) \quad (4.4)$$

di mana h adalah urutan bilangan ganjil, k adalah urutan bilangan genap dan l adalah urutan seluruh bilangan serta P_4 bukan sebuah konstanta namun hanya sebuah lambang yang menunjukkan bahwa meminimalkan variabel-variabel deviasi tersebut merupakan prioritas keempat dalam fungsi tujuan.

Berdasarkan perumusan tujuan persamaan 4.1 sampai 4.4, maka didapatkan fungsi tujuan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Minimasi } Z = & P_1 d_1^+ + P_2 d_2^+ + P_3 \left(\sum_{h=3}^{13} d_h^+ + \sum_{k=4}^{14} d_k^- + \sum_{h=49}^{59} d_h^+ + \right. \\ & \left. \sum_{k=50}^{60} d_k^- + \sum_{h=15}^{29} d_h^+ + \sum_{k=16}^{30} d_k^- + \sum_{h=61}^{75} d_h^+ + \sum_{k=62}^{76} d_k^- \right) + \\ & P_4 \left(\sum_{h=31}^{47} d_h^+ + \sum_{k=32}^{48} d_k^- + \sum_{h=77}^{93} d_h^+ + \sum_{k=78}^{94} d_k^- + \sum_{l=95}^{126} d_l^- \right) \end{aligned}$$

4.3 Hasil Perhitungan

Penyelesaian fungsi tujuan *lexicographic goal programming* untuk penyebaran polisi tidak dapat menggunakan cara manual (metode simpleks) karena jumlah variabel dan persamaan yang digunakan cukup banyak. Sehingga perhitungan dilakukan menggunakan *software* LINGO. Sebelum melakukan perhitungan, maka perlu dilakukan inisialisasi pada semua variabel keputusan (X_{ij}) di mana $i = 1, 2, \dots, 23$ dan $j = 1, 2$ agar *software* LINGO dapat membaca variabel-variabel yang digunakan dalam fungsi kendala dan fungsi tujuan. Misalnya X_{12l} adalah jumlah polisi yang bertugas di pos 12 pada *shift* 1 diinisialisasikan menjadi X_{12} . Adapun inisialisasi tersebut ditampilkan pada Tabel 4.5 berikut:



Tabel 4.5 Inisialisasi Variabel Keputusan (X_{ij})

Inisialisasi X_{ij}	Inisialisasi X_{ij}
$X_{11} = X_1$	$X_{12} = X_{24}$
$X_{21} = X_2$	$X_{22} = X_{25}$
$X_{31} = X_3$	$X_{32} = X_{26}$
$X_{41} = X_4$	$X_{42} = X_{27}$
$X_{51} = X_5$	$X_{52} = X_{28}$
$X_{61} = X_6$	$X_{62} = X_{29}$
$X_{71} = X_7$	$X_{72} = X_{30}$
$X_{81} = X_8$	$X_{82} = X_{31}$
$X_{91} = X_9$	$X_{92} = X_{32}$
$X_{101} = X_{10}$	$X_{102} = X_{33}$
$X_{111} = X_{11}$	$X_{112} = X_{34}$
$X_{121} = X_{12}$	$X_{122} = X_{35}$
$X_{131} = X_{13}$	$X_{132} = X_{36}$
$X_{141} = X_{14}$	$X_{142} = X_{37}$
$X_{151} = X_{15}$	$X_{152} = X_{38}$
$X_{161} = X_{16}$	$X_{162} = X_{39}$
$X_{171} = X_{17}$	$X_{172} = X_{40}$
$X_{181} = X_{18}$	$X_{182} = X_{41}$
$X_{191} = X_{19}$	$X_{192} = X_{42}$
$X_{201} = X_{20}$	$X_{202} = X_{43}$
$X_{211} = X_{21}$	$X_{212} = X_{44}$
$X_{221} = X_{22}$	$X_{222} = X_{45}$
$X_{231} = X_{23}$	$X_{232} = X_{46}$

Sedangkan untuk variabel deviasi d^+ dan d^- pada *software* LINGO dilambangkan dengan notasi DA dan DB .

Untuk menghitung fungsi tujuan dari *lexicographic goal programming* (*goal programming* dengan prioritas) pada *software* LINGO, maka terlebih dahulu menghitung fungsi tujuan tanpa memperhatikan prioritas (prioritas setiap tujuan dianggap sama). Di mana hasil dari perhitungan tersebut digunakan untuk menentukan seberapa besar bobot dapat diberikan pada masing-masing tujuan untuk mencari nilai variabel keputusan X_{ij} dengan prioritas. Semakin tinggi prioritasnya, bobot yang diberikan juga lebih tinggi daripada bobot yang diberikan untuk prioritas yang lebih rendah.

Seberapa besar bobot yang diberikan untuk masing-masing tujuan dilihat dari kisaran koefisien fungsi tujuan (*objective*

coefficient ranges) pada *software* LINGO seperti yang ditampilkan pada Lampiran 2. Berdasarkan hasil tersebut, koefisien fungsi tujuan untuk variabel deviasi pada keempat tujuan dapat dinaikkan sampai tak terhingga, karena nilai *allowable increase* adalah tak terhingga (*infinity*), artinya bobot yang diberikan pada keempat tujuan bisa berapa pun asalkan sesuai dengan prioritasnya. Bobot yang diberikan untuk tujuan ke 1, 2, 3 dan 4 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}w_1 &= 4 \\w_2 &= 3 \\w_3 &= 2 \\w_4 &= 1\end{aligned}$$

Nilai bobot yang telah ditentukan dapat digunakan untuk menghitung variabel keputusan X_{ij} dengan prioritas. Sehingga fungsi tujuan dari *lexicographic goal programming* untuk penyebaran polisi adalah:

$$\begin{aligned}Minimasi Z &= 4d_1^+ + 3d_2^+ + 2\left(\sum_{h=3}^{13} d_h^+ + \sum_{k=4}^{14} d_k^- + \sum_{h=49}^{59} d_h^+ + \right. \\&\quad \left. \sum_{k=50}^{60} d_k^- + \sum_{h=15}^{29} d_h^+ + \sum_{k=16}^{30} d_k^- + \sum_{h=61}^{75} d_h^+ + \sum_{k=62}^{76} d_k^- \right) + \\&\quad 1\left(\sum_{h=31}^{47} d_h^+ + \sum_{k=32}^{48} d_k^- + \sum_{h=77}^{93} d_h^+ + \sum_{k=78}^{94} d_k^- + \sum_{l=95}^{126} d_l^- \right)\end{aligned}$$

Adapun hasil perhitungan *lexicographic goal programming* untuk penyebaran polisi pada *software* LINGO ditampilkan di Lampiran 3.

Berdasarkan hasil pada Lampiran 3 maka didapatkan hasil optimal dari nilai variabel keputusan X_{ij} yaitu jumlah (alokasi) polisi di pos i pada *shift* j pada Tabel 4.6 berikut:

Tabel 4.6 Jumlah Polisi di Pos i pada *Shift* j

Pos i	<i>Shift</i> j	
	1 (polisi)	2 (polisi)
1	2	2
2	2	2
3	2	2
4	2	2
5	2	2
6	2	2
7	2	2
8	2	2
9	2	2
10	2	2
11	2	2
12	2	2
13	2	2
14	2	2
15	1	1
16	1	1
17	1	1
18	1	1
19	1	1
20	1	1
21	1	1
22	1	1
23	1	1

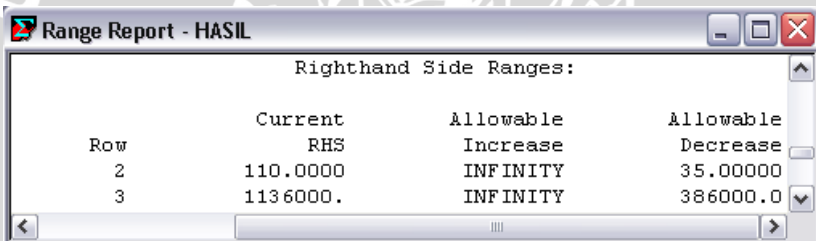
Sumber : Hasil Perhitungan LINGO pada Lampiran 3

Hasil pada Tabel 4.6 merupakan hasil yang optimal dikarenakan variabel deviasi pada fungsi tujuan semuanya bernilai nol yang ditunjukkan pada Lampiran 4. Artinya nilai variabel keputusan X_{ij} pada Tabel 4.6 memenuhi semua kendala.

4.4 Analisis Sensitivitas

Nilai optimal variabel keputusan X_{ij} pada Tabel 4.6 yang telah didapatkan pada fungsi tujuan digunakan sebagai patokan dalam melakukan analisis sensitivitas. Analisis sensitivitas adalah mengubah parameter-parameter dalam fungsi kendala. Dalam kasus penyebaran polisi, parameter yang akan diubah adalah nilai ruas kanan untuk kendala pertama dan kedua yaitu jumlah polisi dan anggaran yang tersedia. Hal ini dilakukan untuk mengetahui sejauh mana jumlah polisi dan anggaran yang tersedia dapat diminimalkan karena pada nilai ruas kanan terdapat batas untuk jumlah polisi dan anggaran yang dapat diminimalkan.

Analisis sensitivitas pada *lexicographic goal programming* dapat dilakukan pada *software* LINGO. Di mana penurunan dan kenaikan nilai ruas kanan kendala dapat diketahui di kisaran ruas kanan (*Righthand Side Ranges*) pada *software* LINGO seperti pada gambar 4.1 berikut:



Row	Current RHS	Allowable Increase	Allowable Decrease
2	110.0000	INFINITY	35.00000
3	1136000.	INFINITY	386000.0

Sumber : Hasil Perhitungan LINGO

Gambar 4.1 Kisaran Nilai Ruas Kanan Kendala Pertama dan Kedua

Righthand side ranges digunakan untuk analisis sensitivitas dikarenakan kisaran perubahan nilai yang diberikan oleh *allowable increase* dan *allowable decrease* tidak akan mengubah banyak nilai optimal yang telah didapat. Analisis sensitivitas pada nilai ruas kanan dilakukan dengan cara mengubah nilai ruas kanan kendala dengan menambah nilai pada *allowable increase* atau dengan mengurangi nilai pada *allowable decrease*. Sehingga berdasarkan gambar 4.1 maka didapatkan kisaran nilai:

Kendala pertama : $110-35 \leq 110 \leq \infty \leftrightarrow 75 \leq 110 \leq \infty$

Kendala kedua : $1.136.000-386.000 \leq 1.136.000 \leq \infty \leftrightarrow$
 $750.000 \leq 1.136.000 \leq \infty$

Kisaran nilai tersebut akan digunakan untuk menghitung kembali fungsi tujuan untuk mengetahui seberapa besar nilai ruas kanan

kendala pertama dan kedua dapat diubah tanpa mengubah hasil optimal yang telah didapat pada Tabel 4.6. Namun karena tujuannya adalah minimasi jumlah polisi dan jumlah anggaran maka kisaran nilai yang digunakan adalah nilai pada *allowable decrease*.

Perubahan nilai ruas kanan untuk kendala pertama dan kendala kedua akan dikombinasikan dengan beberapa nilai untuk mendapatkan nilai yang paling optimal dari perubahan nilai ruas kanan kendala pertama dan kendala kedua dalam kisaran nilai yang telah diberikan. Di mana kombinasi nilai ruas kanan kendala pertama dan kedua ditampilkan pada Tabel 4.7 berikut:

Tabel 4.7 Kombinasi Nilai Ruas Kanan untuk Kendala I dan II

No.	Nilai Ruas Kanan		Hasil	
	Kendala I (polisi)	Kendala II (Rp)	Nilai X_{ij}	Nilai Variabel Deviasi
1.	100	1.000.000	Lampiran 5	Lampiran 6
2.	85	850.000	Lampiran 7	Lampiran 8
3.	75	750.000	Lampiran 9	Lampiran 10

Hasil perhitungan yang telah didapatkan pada Lampiran 5, 6 dan 7 membuktikan bahwa perubahan nilai ruas kanan selama dalam rentang kisaran yang diberikan oleh *software* LINGO tidak mengubah nilai optimal X_{ij} yang didapatkan pada Lampiran 3 serta tetap memenuhi semua kendala yang ada terbukti dengan semua nilai variabel pada fungsi tujuan bernilai nol sehingga nilai X_{ij} yang didapat telah memenuhi target (sasaran). Artinya jumlah polisi dan jumlah anggaran dapat diminimalkan tanpa mengubah nilai optimal yang telah didapatkan dan tetap memenuhi semua kendala yang ada.

Berdasarkan hasil pada Tabel 4.7 maka dipilih kombinasi nilai ruas kanan kendala I dan kendala II ke-3. Hal ini dikarenakan nilai yang diminimalkan pada kombinasi ke-3 lebih besar daripada kombinasi nilai yang lain yaitu jumlah polisi dari 110 menjadi 75 polisi dan jumlah anggaran dari Rp 1.136.000,- menjadi Rp 750.000, per hari.

Adapun nilai optimal X_{ij} yaitu alokasi polisi di pos i pada *shift* j dari hasil perubahan nilai ruas kanan kendala pertama dan kendala kedua pada Lampiran 9 dapat ditampilkan pada Tabel 4.8 berikut:

Tabel 4.8 Alokasi Polisi di Tiap Pos Pada Shift 1 dan 2

No.	Pos	Shift j	
		1 (polisi)	2 (polisi)
1	Raden Intan	2	2
2	L.A. Sucipto	2	2
3	Landungsari	2	2
4	Kacuk Barat	2	2
5	Araya	2	2
6	UB	2	2
7	Gadang	2	2
8	PDAM Lama	2	2
9	Borobudur	2	2
10	Sarinah	2	2
11	Ciliwung	2	2
12	Klenteng	2	2
13	Mitra I	2	2
14	Simpang 4 Kasin	2	2
15	Janti Barat	1	1
16	Dieng	1	1
17	Bandung	1	1
18	Rajabali	1	1
19	Trio II	1	1
20	Mitra II	1	1
21	Kaliurang	1	1
22	BRI	1	1
23	Ijen	1	1

Sumber : Hasil Perhitungan LINGO pada Lampiran 9

Dari hasil perhitungan yang telah didapatkan maka menunjukkan bahwa nilai X_{ij} pada Tabel 4.8 telah memenuhi semua tujuan *lexicographic goal programming* pada penyebaran polisi. Hal ini dikarenakan semua nilai variabel deviasi pada fungsi tujuan dapat diminimalkan yaitu bernilai nol yang telah ditunjukkan pada Lampiran 10 artinya nilai X_{ij} pada Lampiran 9 yang didapatkan telah

memenuhi semua kendala. Dan jumlah polisi serta jumlah anggaran juga dapat diminimalkan.

Sehingga dapat dibuat tabel pencapaian tujuan seperti pada Tabel 4.9 berikut:

Tabel 4.9 Pencapaian Tujuan Penyebaran Polisi

Prioritas	Tujuan
P_1	Meminimalkan jumlah polisi telah tercapai karena jumlah polisi dari 110 berkurang menjadi 75 polisi
P_2	Meminimalkan jumlah anggaran telah tercapai karena jumlah anggaran dari Rp 1.136.000,- berkurang menjadi Rp 750.000,- per hari
P_3	Jumlah polisi untuk pos yang mengatur ruas jalan yang padat pada waktu tertentu tercukupi telah tercapai karena nilai variabel deviasi pada tujuan ketiga telah bernilai nol yang telah ditunjukkan pada Lampiran 10
P_4	Jumlah polisi untuk pos yang mengatur ruas jalan yang tidak padat dan memenuhi syarat <i>shift</i> minimum tercukupi telah tercapai karena nilai variabel deviasi pada tujuan ketiga telah bernilai nol yang telah ditunjukkan pada Lampiran 10

Sumber : Hasil Perhitungan Lampiran 9 dan Lampiran 10

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari pembahasan skripsi ini dapat disimpulkan bahwa model *lexicographic goal programming* dapat diaplikasikan pada optimasi penyebaran polisi lalu lintas di kota Malang dengan cara meminimalkan variabel-variabel deviasi agar memenuhi semua kendala. Dari hasil perhitungan dengan *software* LINGO didapatkan hasil optimal variabel keputusan X_{ij} yaitu jumlah polisi yang ditempatkan di tiap pos i pada tiap *shift* j . Di mana nilai X_{ij} tersebut digunakan sebagai patokan untuk melakukan analisis sensitivitas terhadap perubahan nilai ruas kanan. Analisis sensitivitas digunakan untuk mendapatkan kisaran nilai ruas kanan jumlah polisi dan jumlah anggaran yang dapat diubah tanpa mengubah nilai optimal yang sudah didapat. Dari hasil perhitungan analisis sensitivitas diperoleh nilai kisaran ruas kanan jumlah polisi dapat diubah $75 \leq 110 \leq \infty$ dan jumlah anggaran dapat diubah $750.000 \leq 1.136.000 \leq \infty$ tanpa merubah nilai fungsi tujuan dan X_{ij} yang sudah didapat. Sehingga nilai jumlah polisi dapat berkurang dari 110 menjadi 75 polisi dan jumlah anggaran dapat berkurang dari Rp 1.136.000 menjadi Rp 750.000. Nilai X_{ij} yaitu jumlah penempatan polisi di pos i pada setiap *shift* j yang diperoleh dari hasil perhitungan dengan *software* LINGO telah memenuhi semua kendala terbukti dengan nilai variabel deviasi pada fungsi tujuan telah bernilai nol. Sehingga model *lexicographic goal programming* dapat diaplikasikan dalam penyebaran polisi lalu lintas di kota Malang.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan oleh penulis untuk pembahasan selanjutnya adalah sebaiknya perubahan parameter yang dilakukan dalam analisis sensitivitas ditambah dengan memodifikasi prioritas tujuan, menambah variabel dan kendala sehingga dapat memperoleh hasil optimal yang beragam. Model *lexicographic goal programming* dalam penyebaran polisi juga dapat diterapkan di kota-kota besar lainnya yang memiliki masalah lalu lintas yang lebih rumit.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR PUSTAKA

- Agustini, Dwi H., dan Rahmadi, Yus E. 2004. *Riset Operasional Konsep-Konsep Dasar*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Anonim. 2010. *Goal Programming*. Wikipedia Foundation, Inc. http://en.wikipedia.org/wiki/Goal_programming. Tanggal akses: 6 Maret 2011.
- Anderson, DR., Sweeney, DJ., William TA. 1996. *Manajemen Sains Pendekatan Kuantitatif untuk Pengambilan Keputusan Manajemen*. Erlangga. Jakarta.
- Asri, Marwan dan Widayat, W. 1986. *Linear Programming*. BPFE. Yogyakarta.
- Hiller, F.S. dan Lieberman, G.J. 1990. *Introduction to Operation Research*, 5th Edition. McGraw-Hill Inc. San Francisco.
- Ignizio, James P. 1985. *Introduction to Linear Goal Programming*. Sage Publications Inc. USA.
- Levin, Richard I, et al. 2002. *Pengambilan Keputusan Secara Kuantitatif*. Rajagrafindo Persada. Jakarta.
- Mulyono, Sri. 1991. *Operations Research*. Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia. Jakarta.
- Nasendi, B.D dan Anwar, A. 1985. *Program Linear dan Variasinya*. PT Gramedia. Jakarta.
- Sharma D., Ghosh D., Gaur A. 2007. *Lexicographic Goal Programming for Police Patrol Car Deployment in Metropolitan Cities*. Jurnal Information and Management Science. Vol.18 No. 2 pp 173-188.
- Siswanto. 1985. *Manajemen Kuantitatif*. Andi Offset. Yogyakarta.

Siswanto. 2007. *Operations Research*. Erlangga. Jakarta

Sitijintak, Tumpal JR. 2006. *Riset Operasi Untuk Pengambilan Keputusan Manajerial*. Graha Ilmu. Yogyakarta.

Subagyo, P., Asri, M., Hani, T. 1985. *Dasar-Dasar Operations Research*. BPFE. Yogyakarta.

Supranto, J. 2005. *Teknik Pengambilan Keputusan*. Rineka Cipta. Jakarta.

Taylor, Bernard W. 2001. *Sains Manajemen Pendekatam Matematika untuk Bisnis*. Salemba Empat. Jakarta.

Zulfikarijah, Fien. 2004. *Operation Research*. Bayumedia. Malang.



Lampiran 1 Perkiraan Jumlah Polisi di Tiap Pos di Kota Malang
pada Tiap *Shift*

No.	Pos	Jumlah Polisi pada <i>Shift</i>	
		1	2
1	Raden Intan	2-4	2-4
2	L.A. Sucipto	2-4	2-4
3	Landungsari	2-4	2-4
4	Kacuk Barat	2-3	2-3
5	Araya	2-3	2-3
6	UB	2-4	2-4
7	Gadang	2-4	2-4
8	PDAM Lama	2-4	2-4
9	Borobudur	2-3	2-3
10	Sarinah	2-3	2-3
11	Ciliwung	2-3	2-3
12	Klenteng	2-3	2-3
13	Mitra I	2-3	2-3
14	Simpang 4 Kasin	2-3	2-3
15	Janti Barat	1-2	1-2
16	Dieng	1-2	1-2
17	Bandung	1-2	1-2
18	Rajabali	1-2	1-2
19	Trio II	1-2	1-2
20	Mitra II	1-2	1-2
21	Kaliurang	1-2	1-2
22	BRI	1-2	1-2
23	Ijen	1-2	1-2

Sumber: Data Penyebaran Polisi di Polresta Malang Kota

Lampiran 2 Kisaran Perubahan Koefisien Fungsi Tujuan

Range Report - CARI BOBOT PRIORITAS

Objective Coefficient Ranges:

Variable	Current Coefficient	Allowable Increase	Allowable Decrease
DA1	1.000000	INFINITY	1.000000
DA2	1.000000	INFINITY	1.000000
DA3	1.000000	INFINITY	1.000000
DA5	1.000000	INFINITY	1.000000
DA7	1.000000	INFINITY	1.000000
DA9	1.000000	INFINITY	1.000000
DA11	1.000000	INFINITY	1.000000
DA13	1.000000	INFINITY	1.000000
DB4	1.000000	INFINITY	1.000000
DB6	1.000000	INFINITY	1.000000
DB8	1.000000	INFINITY	1.000000
DB10	1.000000	INFINITY	1.000000
DB12	1.000000	INFINITY	1.000000
DB14	1.000000	INFINITY	1.000000
DA49	1.000000	INFINITY	1.000000
DA51	1.000000	INFINITY	1.000000
DA53	1.000000	INFINITY	1.000000
DA55	1.000000	INFINITY	1.000000
DA57	1.000000	INFINITY	1.000000
DA59	1.000000	INFINITY	1.000000
DB50	1.000000	INFINITY	1.000000
DB52	1.000000	INFINITY	1.000000
DB54	1.000000	INFINITY	1.000000
DB56	1.000000	INFINITY	1.000000
DB58	1.000000	INFINITY	1.000000
DB60	1.000000	INFINITY	1.000000

Range Report - CARI BOBOT PRIORITAS

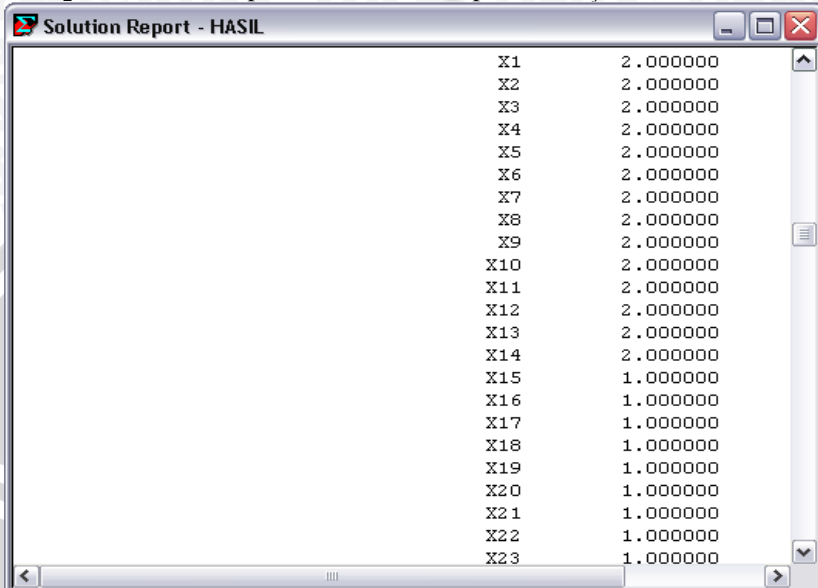
DA15	1.000000	INFINITY	1.000000
DA17	1.000000	INFINITY	1.000000
DA19	1.000000	INFINITY	1.000000
DA21	1.000000	INFINITY	1.000000
DA23	1.000000	INFINITY	1.000000
DA25	1.000000	INFINITY	1.000000
DA27	1.000000	INFINITY	1.000000
DA29	1.000000	INFINITY	1.000000
DB16	1.000000	INFINITY	1.000000
DB18	1.000000	INFINITY	1.000000
DB20	1.000000	INFINITY	1.000000
DB22	1.000000	INFINITY	1.000000
DB24	1.000000	INFINITY	1.000000
DB26	1.000000	INFINITY	1.000000
DB28	1.000000	INFINITY	1.000000
DB30	1.000000	INFINITY	1.000000
DA61	1.000000	INFINITY	1.000000
DA63	1.000000	INFINITY	1.000000
DA65	1.000000	INFINITY	1.000000
DA67	1.000000	INFINITY	1.000000
DA69	1.000000	INFINITY	1.000000
DA71	1.000000	INFINITY	1.000000
DA73	1.000000	INFINITY	1.000000
DA75	1.000000	INFINITY	1.000000
DB62	1.000000	INFINITY	1.000000
DB64	1.000000	INFINITY	1.000000
DB66	1.000000	INFINITY	1.000000
DB68	1.000000	INFINITY	1.000000
DB70	1.000000	INFINITY	1.000000
DB72	1.000000	INFINITY	1.000000
DB74	1.000000	INFINITY	1.000000
DB76	1.000000	INFINITY	1.000000

Lanjutan lampiran 2

DA31	1.000000	INFINITY	1.000000
DA33	1.000000	INFINITY	1.000000
DA35	1.000000	INFINITY	1.000000
DA37	1.000000	INFINITY	1.000000
DA39	1.000000	INFINITY	1.000000
DA41	1.000000	INFINITY	1.000000
DA43	1.000000	INFINITY	1.000000
DA45	1.000000	INFINITY	1.000000
DA47	1.000000	INFINITY	1.000000
DB32	1.000000	INFINITY	1.000000
DB34	1.000000	INFINITY	1.000000
DB36	1.000000	INFINITY	1.000000
DB38	1.000000	INFINITY	1.000000
DB40	1.000000	INFINITY	1.000000
DB42	1.000000	INFINITY	1.000000
DB44	1.000000	INFINITY	1.000000
DB46	1.000000	INFINITY	1.000000
DB48	1.000000	INFINITY	1.000000
DA77	1.000000	INFINITY	1.000000
DA79	1.000000	INFINITY	1.000000
DA81	1.000000	INFINITY	1.000000
DA83	1.000000	INFINITY	1.000000
DA85	1.000000	INFINITY	1.000000
DA87	1.000000	INFINITY	1.000000
DA89	1.000000	INFINITY	1.000000
DA91	1.000000	INFINITY	1.000000
DA93	1.000000	INFINITY	1.000000
DB78	1.000000	INFINITY	1.000000
DB80	1.000000	INFINITY	1.000000
DB82	1.000000	INFINITY	1.000000
DB84	1.000000	INFINITY	1.000000
DB86	1.000000	INFINITY	1.000000
DB88	1.000000	INFINITY	1.000000
DB90	1.000000	INFINITY	1.000000
DB92	1.000000	INFINITY	1.000000
DB94	1.000000	INFINITY	1.000000

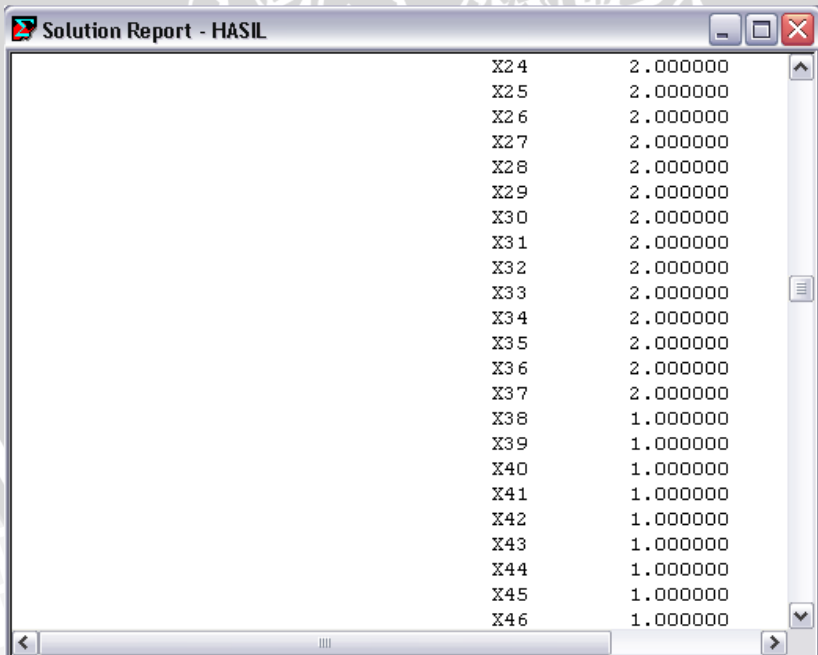
DB95	1.000000	INFINITY	1.000000
DB96	1.000000	INFINITY	1.000000
DB97	1.000000	INFINITY	1.000000
DB98	1.000000	INFINITY	1.000000
DB99	1.000000	INFINITY	1.000000
DB100	1.000000	INFINITY	1.000000
DB101	1.000000	INFINITY	1.000000
DB102	1.000000	INFINITY	1.000000
DB103	1.000000	INFINITY	1.000000
DB104	1.000000	INFINITY	1.000000
DB105	1.000000	INFINITY	1.000000
DB106	1.000000	INFINITY	1.000000
DB107	1.000000	INFINITY	1.000000
DB108	1.000000	INFINITY	1.000000
DB109	1.000000	INFINITY	1.000000
DB110	1.000000	INFINITY	1.000000
DB111	1.000000	INFINITY	1.000000
DB112	1.000000	INFINITY	1.000000
DB113	1.000000	INFINITY	1.000000
DB114	1.000000	INFINITY	1.000000
DB115	1.000000	INFINITY	1.000000
DB116	1.000000	INFINITY	1.000000
DB117	1.000000	INFINITY	1.000000
DB118	1.000000	INFINITY	1.000000
DB119	1.000000	INFINITY	1.000000
DB120	1.000000	INFINITY	1.000000
DB121	1.000000	INFINITY	1.000000
DB122	1.000000	INFINITY	1.000000
DB123	1.000000	INFINITY	1.000000
DB124	1.000000	INFINITY	1.000000
DB125	1.000000	INFINITY	1.000000
DB126	1.000000	INFINITY	1.000000

Lampiran 3 Nilai Optimal Variabel Keputusan X_{ij}



A screenshot of a software window titled "Solution Report - HASIL". The window displays a list of variables and their corresponding optimal values. The variables are labeled X1 through X23, and the values are either 2.000000 or 1.000000. The window has a standard Windows-style title bar with minimize, maximize, and close buttons.

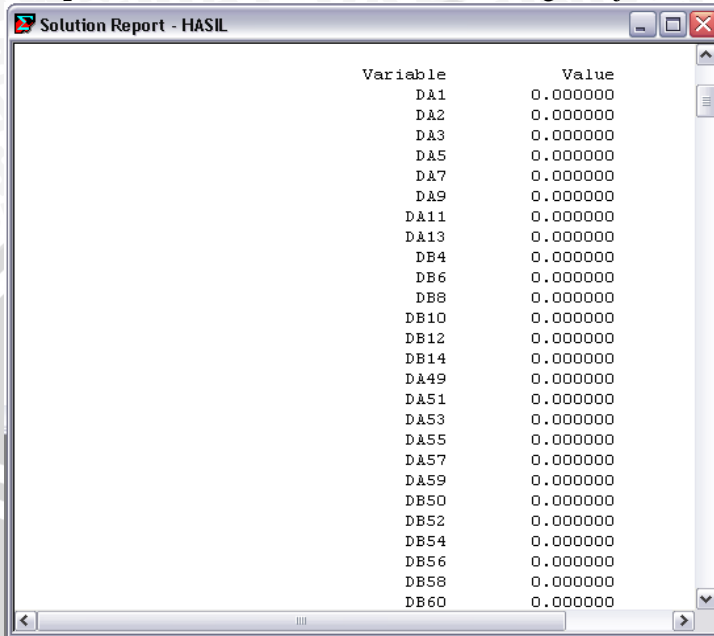
Variable	Optimal Value
X1	2.000000
X2	2.000000
X3	2.000000
X4	2.000000
X5	2.000000
X6	2.000000
X7	2.000000
X8	2.000000
X9	2.000000
X10	2.000000
X11	2.000000
X12	2.000000
X13	2.000000
X14	2.000000
X15	1.000000
X16	1.000000
X17	1.000000
X18	1.000000
X19	1.000000
X20	1.000000
X21	1.000000
X22	1.000000
X23	1.000000



A screenshot of a software window titled "Solution Report - HASIL". The window displays a list of variables and their corresponding optimal values. The variables are labeled X24 through X46, and the values are either 2.000000 or 1.000000. The window has a standard Windows-style title bar with minimize, maximize, and close buttons.

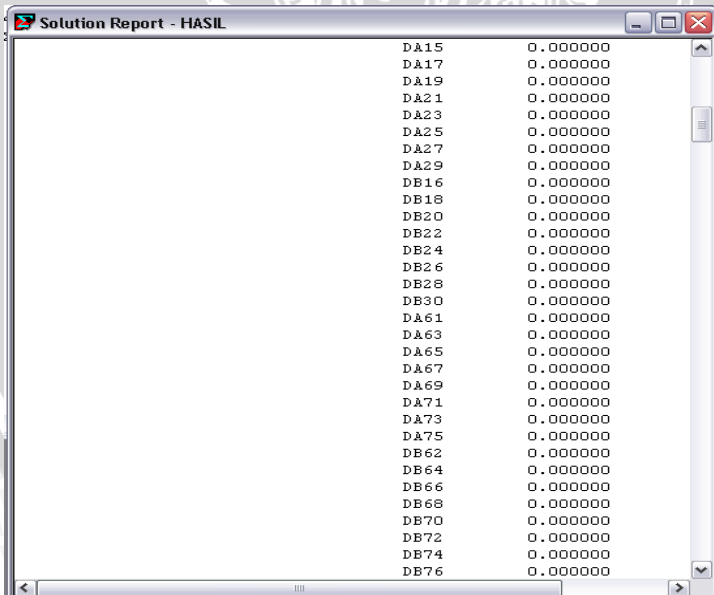
Variable	Optimal Value
X24	2.000000
X25	2.000000
X26	2.000000
X27	2.000000
X28	2.000000
X29	2.000000
X30	2.000000
X31	2.000000
X32	2.000000
X33	2.000000
X34	2.000000
X35	2.000000
X36	2.000000
X37	2.000000
X38	1.000000
X39	1.000000
X40	1.000000
X41	1.000000
X42	1.000000
X43	1.000000
X44	1.000000
X45	1.000000
X46	1.000000

Lampiran 4 Nilai Variabel Deviasi Pada Fungsi Tujuan



Screenshot of a 'Solution Report - HASIL' window. The window title is 'Solution Report - HASIL'. The content is a table with two columns: 'Variable' and 'Value'. The table lists 20 variables, all with a value of 0.000000.

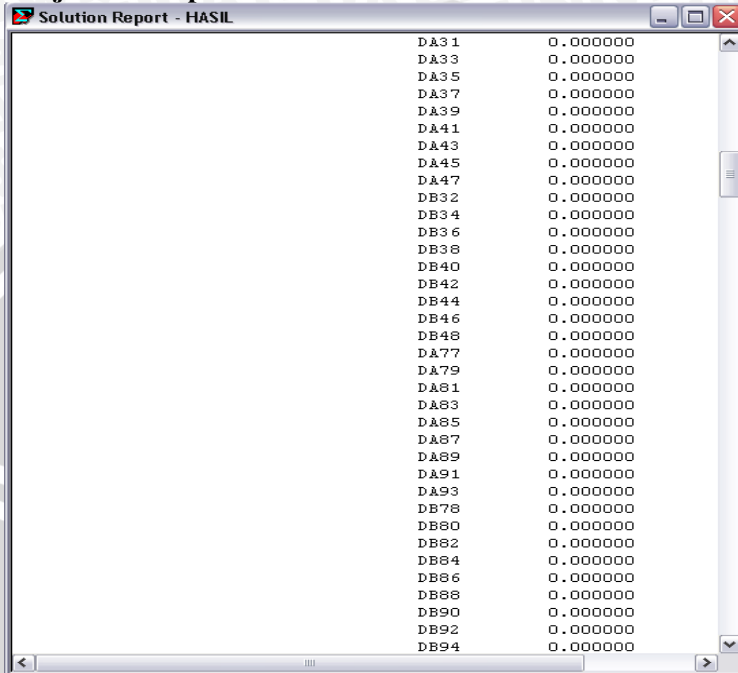
Variable	Value
DA1	0.000000
DA2	0.000000
DA3	0.000000
DA5	0.000000
DA7	0.000000
DA9	0.000000
DA11	0.000000
DA13	0.000000
DB4	0.000000
DB6	0.000000
DB8	0.000000
DB10	0.000000
DB12	0.000000
DB14	0.000000
DA49	0.000000
DA51	0.000000
DA53	0.000000
DA55	0.000000
DA57	0.000000
DA59	0.000000
DB50	0.000000
DB52	0.000000
DB54	0.000000
DB56	0.000000
DB58	0.000000
DB60	0.000000



Screenshot of a 'Solution Report - HASIL' window. The window title is 'Solution Report - HASIL'. The content is a table with two columns: 'Variable' and 'Value'. The table lists 20 variables, all with a value of 0.000000.

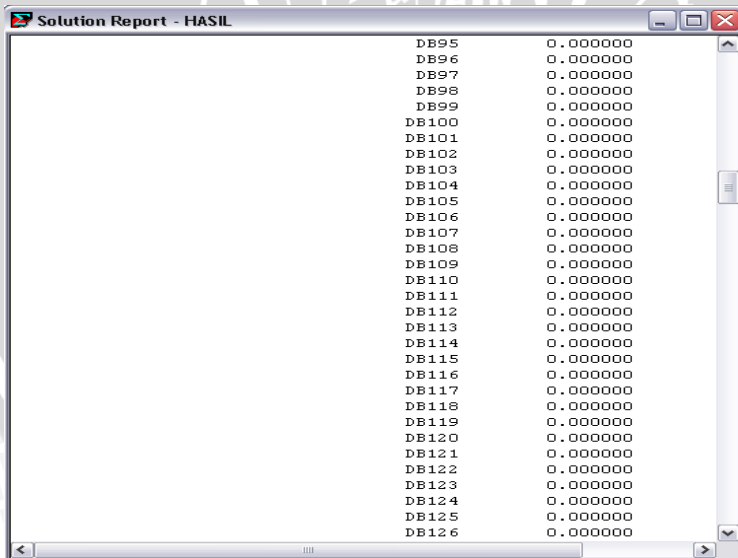
DA15	0.000000
DA17	0.000000
DA19	0.000000
DA21	0.000000
DA23	0.000000
DA25	0.000000
DA27	0.000000
DA29	0.000000
DB16	0.000000
DB18	0.000000
DB20	0.000000
DB22	0.000000
DB24	0.000000
DB26	0.000000
DB28	0.000000
DB30	0.000000
DA61	0.000000
DA63	0.000000
DA65	0.000000
DA67	0.000000
DA69	0.000000
DA71	0.000000
DA73	0.000000
DA75	0.000000
DB62	0.000000
DB64	0.000000
DB66	0.000000
DB68	0.000000
DB70	0.000000
DB72	0.000000
DB74	0.000000
DB76	0.000000

Lanjutan Lampiran 4



The screenshot shows a window titled "Solution Report - HASIL" with a list of identifiers and their values. The identifiers range from DA31 to DB94, and all values are 0.000000.

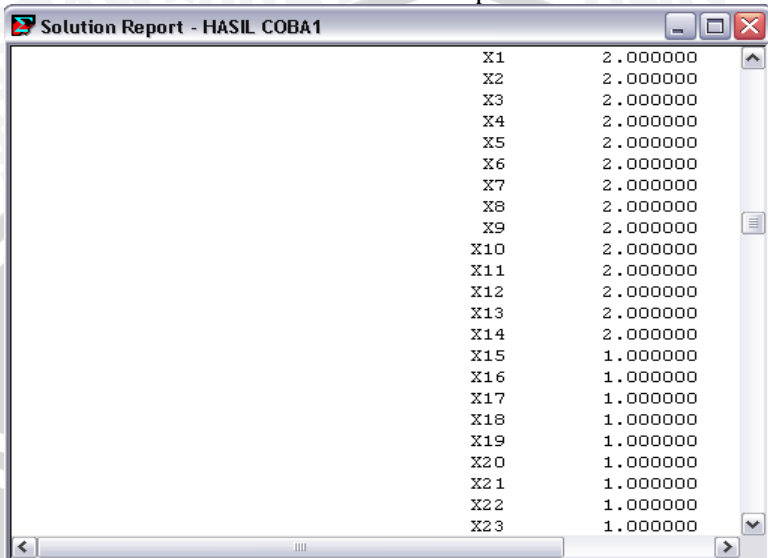
DA31	0.000000
DA33	0.000000
DA35	0.000000
DA37	0.000000
DA39	0.000000
DA41	0.000000
DA43	0.000000
DA45	0.000000
DA47	0.000000
DB32	0.000000
DB34	0.000000
DB36	0.000000
DB38	0.000000
DB40	0.000000
DB42	0.000000
DB44	0.000000
DB46	0.000000
DB48	0.000000
DA77	0.000000
DA79	0.000000
DA81	0.000000
DA83	0.000000
DA85	0.000000
DA87	0.000000
DA89	0.000000
DA91	0.000000
DA93	0.000000
DB78	0.000000
DB80	0.000000
DB82	0.000000
DB84	0.000000
DB86	0.000000
DB88	0.000000
DB90	0.000000
DB92	0.000000
DB94	0.000000



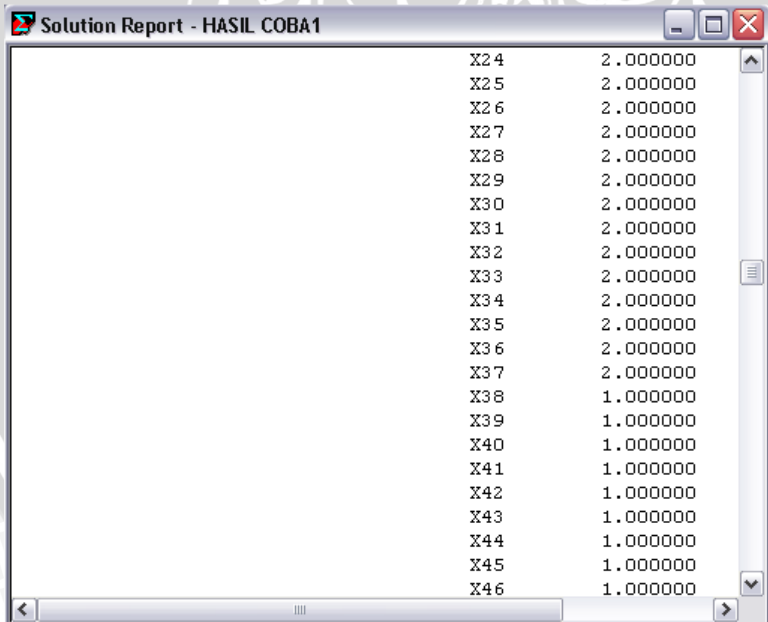
The screenshot shows a window titled "Solution Report - HASIL" with a list of identifiers and their values. The identifiers range from DB95 to DB126, and all values are 0.000000.

DB95	0.000000
DB96	0.000000
DB97	0.000000
DB98	0.000000
DB99	0.000000
DB100	0.000000
DB101	0.000000
DB102	0.000000
DB103	0.000000
DB104	0.000000
DB105	0.000000
DB106	0.000000
DB107	0.000000
DB108	0.000000
DB109	0.000000
DB110	0.000000
DB111	0.000000
DB112	0.000000
DB113	0.000000
DB114	0.000000
DB115	0.000000
DB116	0.000000
DB117	0.000000
DB118	0.000000
DB119	0.000000
DB120	0.000000
DB121	0.000000
DB122	0.000000
DB123	0.000000
DB124	0.000000
DB125	0.000000
DB126	0.000000

Lampiran 5 Nilai X_{ij} dengan Mengubah Nilai Ruas Kanan
Kendala I dan Kendala II pada Kombinasi Ke-1

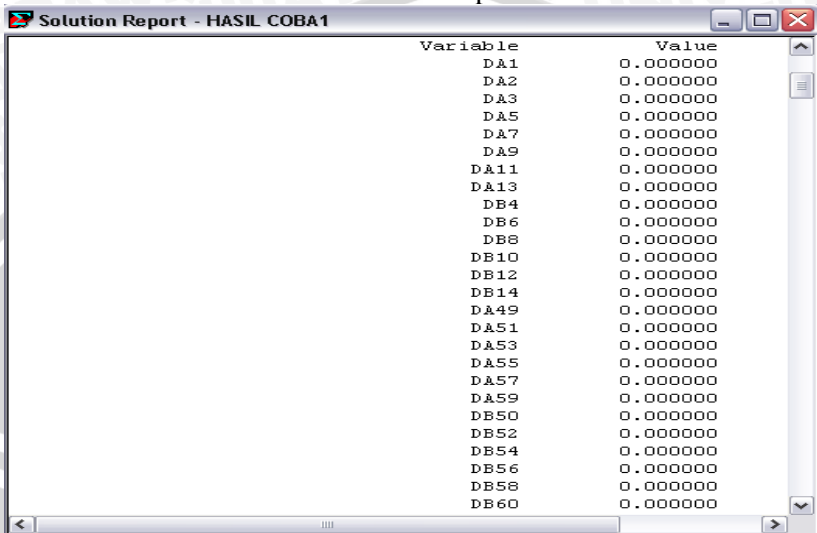


Variable	Value
X1	2.000000
X2	2.000000
X3	2.000000
X4	2.000000
X5	2.000000
X6	2.000000
X7	2.000000
X8	2.000000
X9	2.000000
X10	2.000000
X11	2.000000
X12	2.000000
X13	2.000000
X14	2.000000
X15	1.000000
X16	1.000000
X17	1.000000
X18	1.000000
X19	1.000000
X20	1.000000
X21	1.000000
X22	1.000000
X23	1.000000

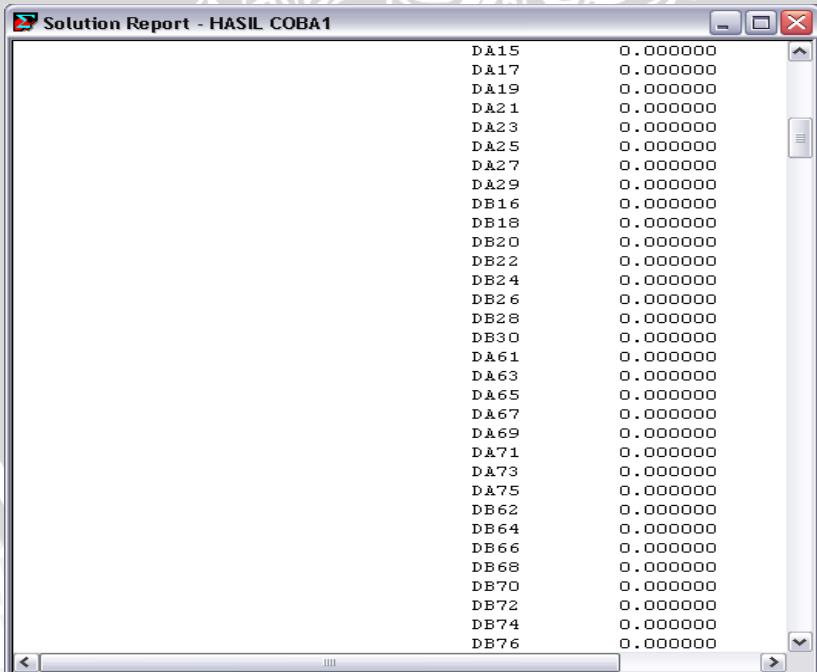


Variable	Value
X24	2.000000
X25	2.000000
X26	2.000000
X27	2.000000
X28	2.000000
X29	2.000000
X30	2.000000
X31	2.000000
X32	2.000000
X33	2.000000
X34	2.000000
X35	2.000000
X36	2.000000
X37	2.000000
X38	1.000000
X39	1.000000
X40	1.000000
X41	1.000000
X42	1.000000
X43	1.000000
X44	1.000000
X45	1.000000
X46	1.000000

Lampiran 6 Nilai Variabel Deviasi dengan Mengubah Ruas Kanan Kendala I dan Kendala II pada Kombinasi Ke-1



Variable	Value
DA1	0.000000
DA2	0.000000
DA3	0.000000
DA5	0.000000
DA7	0.000000
DA9	0.000000
DA11	0.000000
DA13	0.000000
DB4	0.000000
DB6	0.000000
DB8	0.000000
DB10	0.000000
DB12	0.000000
DB14	0.000000
DA49	0.000000
DA51	0.000000
DA53	0.000000
DA55	0.000000
DA57	0.000000
DA59	0.000000
DB50	0.000000
DB52	0.000000
DB54	0.000000
DB56	0.000000
DB58	0.000000
DB60	0.000000



DA15	0.000000
DA17	0.000000
DA19	0.000000
DA21	0.000000
DA23	0.000000
DA25	0.000000
DA27	0.000000
DA29	0.000000
DB16	0.000000
DB18	0.000000
DB20	0.000000
DB22	0.000000
DB24	0.000000
DB26	0.000000
DB28	0.000000
DB30	0.000000
DA61	0.000000
DA63	0.000000
DA65	0.000000
DA67	0.000000
DA69	0.000000
DA71	0.000000
DA73	0.000000
DA75	0.000000
DB62	0.000000
DB64	0.000000
DB66	0.000000
DB68	0.000000
DB70	0.000000
DB72	0.000000
DB74	0.000000
DB76	0.000000

Lanjutan Lampiran 6

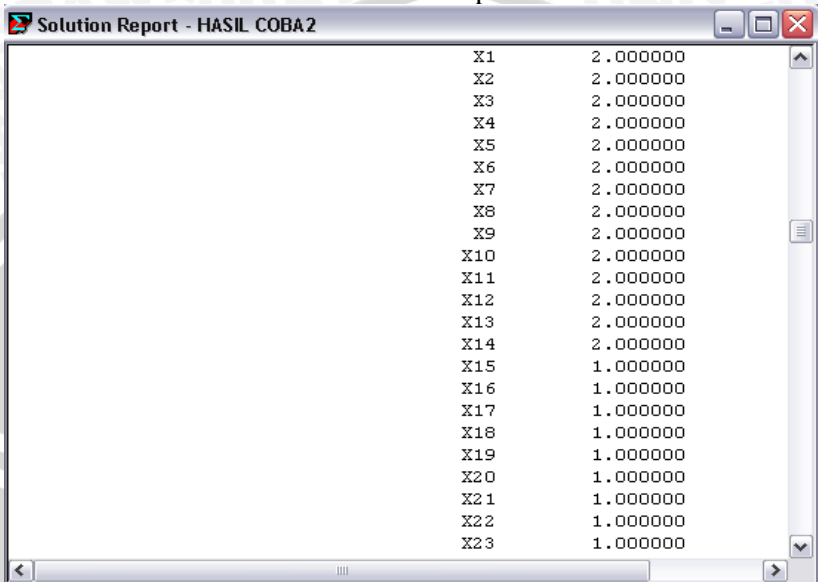
Solution Report - HASIL COBA1

DA31	0.000000
DA33	0.000000
DA35	0.000000
DA37	0.000000
DA39	0.000000
DA41	0.000000
DA43	0.000000
DA45	0.000000
DA47	0.000000
DB32	0.000000
DB34	0.000000
DB36	0.000000
DB38	0.000000
DB40	0.000000
DB42	0.000000
DB44	0.000000
DB46	0.000000
DB48	0.000000
DA77	0.000000
DA79	0.000000
DA81	0.000000
DA83	0.000000
DA85	0.000000
DA87	0.000000
DA89	0.000000
DA91	0.000000
DA93	0.000000
DB78	0.000000
DB80	0.000000
DB82	0.000000
DB84	0.000000
DB86	0.000000
DB88	0.000000
DB90	0.000000
DB92	0.000000
DB94	0.000000

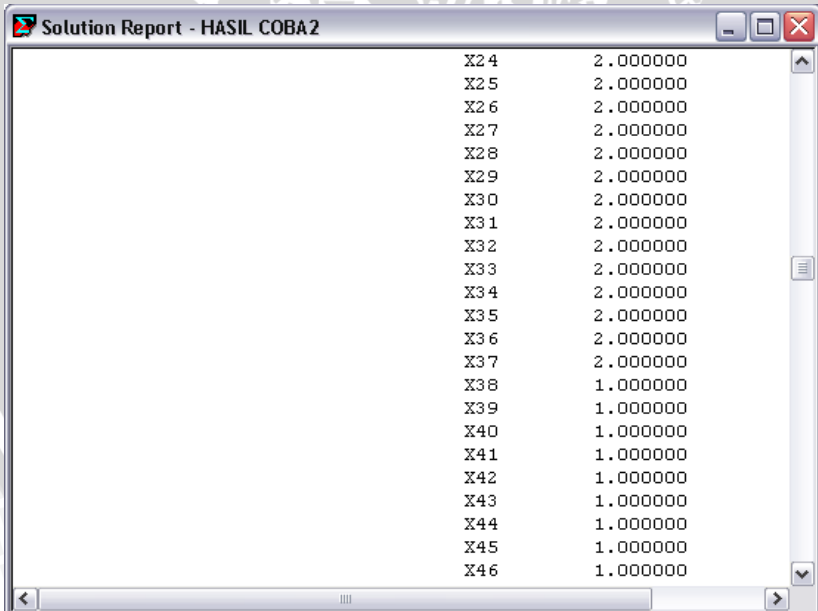
Solution Report - HASIL COBA1

DB95	0.000000
DB96	0.000000
DB97	0.000000
DB98	0.000000
DB99	0.000000
DB100	0.000000
DB101	0.000000
DB102	0.000000
DB103	0.000000
DB104	0.000000
DB105	0.000000
DB106	0.000000
DB107	0.000000
DB108	0.000000
DB109	0.000000
DB110	0.000000
DB111	0.000000
DB112	0.000000
DB113	0.000000
DB114	0.000000
DB115	0.000000
DB116	0.000000
DB117	0.000000
DB118	0.000000
DB119	0.000000
DB120	0.000000
DB121	0.000000
DB122	0.000000
DB123	0.000000
DB124	0.000000
DB125	0.000000
DB126	0.000000

Lampiran 7 Nilai X_{ij} dengan Mengubah Nilai Ruas Kanan
Kendala I dan Kendala II pada Kombinasi Ke-2

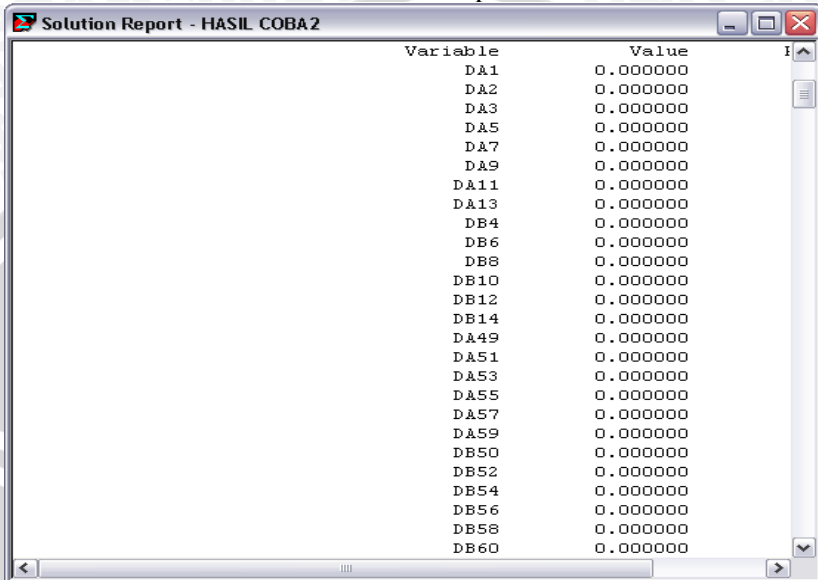


Variable	Value
X1	2.000000
X2	2.000000
X3	2.000000
X4	2.000000
X5	2.000000
X6	2.000000
X7	2.000000
X8	2.000000
X9	2.000000
X10	2.000000
X11	2.000000
X12	2.000000
X13	2.000000
X14	2.000000
X15	1.000000
X16	1.000000
X17	1.000000
X18	1.000000
X19	1.000000
X20	1.000000
X21	1.000000
X22	1.000000
X23	1.000000



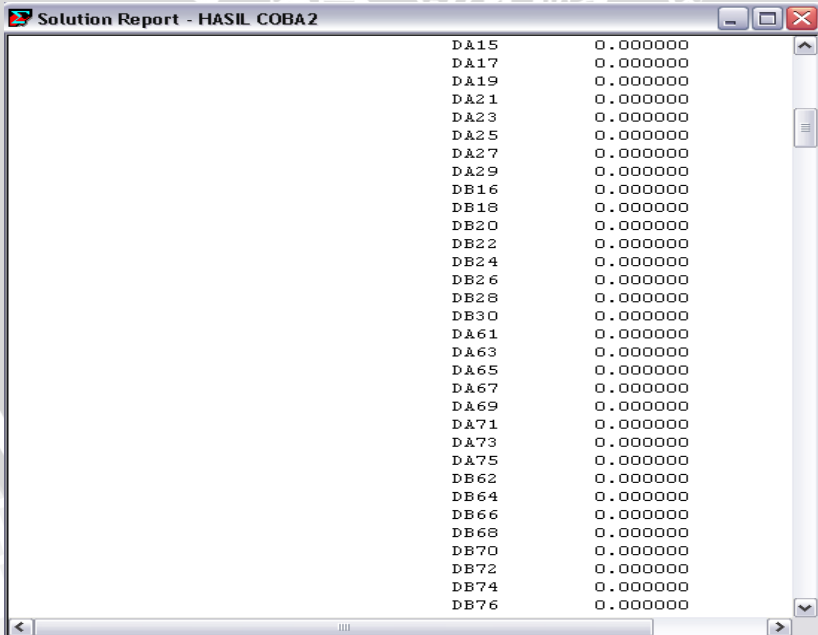
Variable	Value
X24	2.000000
X25	2.000000
X26	2.000000
X27	2.000000
X28	2.000000
X29	2.000000
X30	2.000000
X31	2.000000
X32	2.000000
X33	2.000000
X34	2.000000
X35	2.000000
X36	2.000000
X37	2.000000
X38	1.000000
X39	1.000000
X40	1.000000
X41	1.000000
X42	1.000000
X43	1.000000
X44	1.000000
X45	1.000000
X46	1.000000

Lampiran 8 Nilai Variabel Deviasi dengan Mengubah Ruas Kanan Kendala I dan Kendala II pada Kombinasi Ke-2



Screenshot of a 'Solution Report - HASIL COBA 2' window. The window displays a list of variables and their corresponding values, all of which are 0.000000. The variables listed are DA1, DA2, DA3, DA5, DA7, DA9, DA11, DA13, DB4, DB6, DB8, DB10, DB12, DB14, DA49, DA51, DA53, DA55, DA57, DA59, DB50, DB52, DB54, DB56, DB58, and DB60.

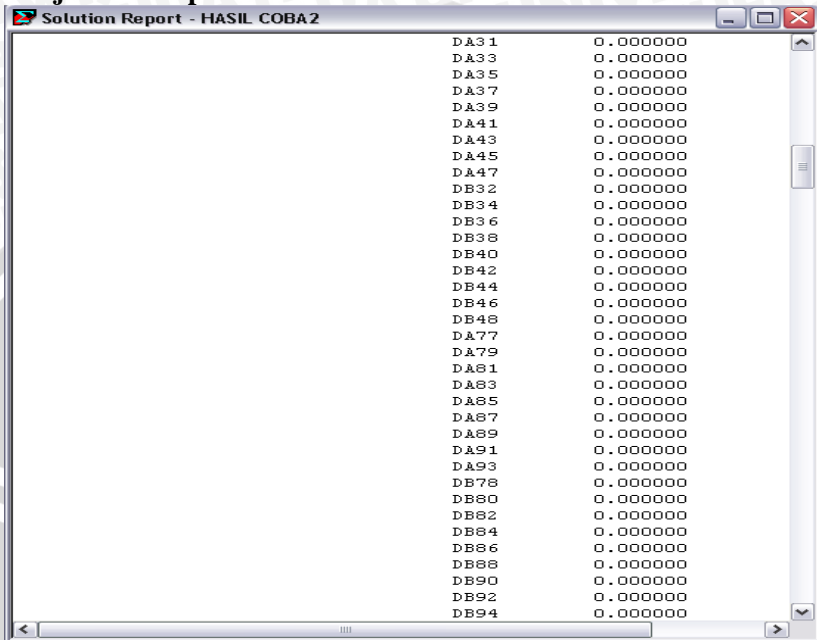
Variable	Value
DA1	0.000000
DA2	0.000000
DA3	0.000000
DA5	0.000000
DA7	0.000000
DA9	0.000000
DA11	0.000000
DA13	0.000000
DB4	0.000000
DB6	0.000000
DB8	0.000000
DB10	0.000000
DB12	0.000000
DB14	0.000000
DA49	0.000000
DA51	0.000000
DA53	0.000000
DA55	0.000000
DA57	0.000000
DA59	0.000000
DB50	0.000000
DB52	0.000000
DB54	0.000000
DB56	0.000000
DB58	0.000000
DB60	0.000000



Screenshot of a 'Solution Report - HASIL COBA 2' window. The window displays a list of variables and their corresponding values, all of which are 0.000000. The variables listed are DA15, DA17, DA19, DA21, DA23, DA25, DA27, DA29, DB16, DB18, DB20, DB22, DB24, DB26, DB28, DB30, DA61, DA63, DA65, DA67, DA69, DA71, DA73, DA75, DB62, DB64, DB66, DB68, DB70, DB72, DB74, and DB76.

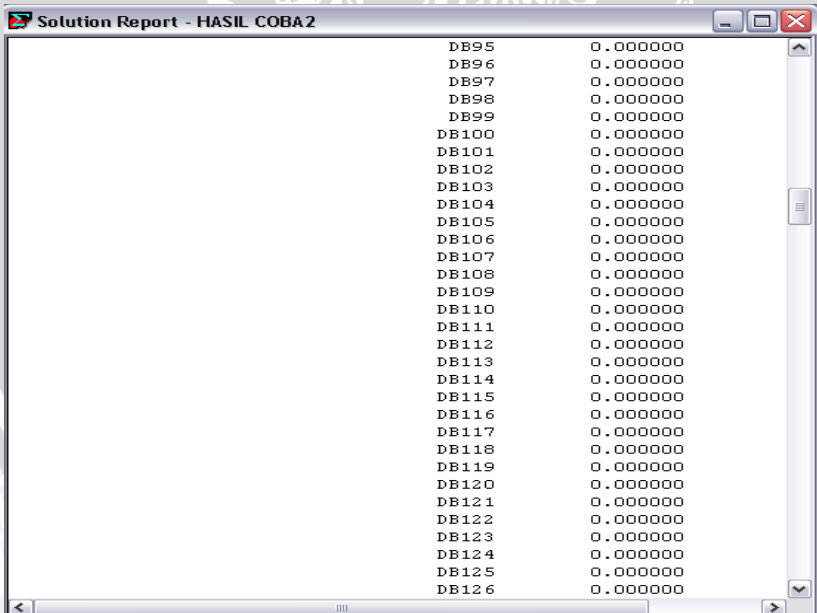
Variable	Value
DA15	0.000000
DA17	0.000000
DA19	0.000000
DA21	0.000000
DA23	0.000000
DA25	0.000000
DA27	0.000000
DA29	0.000000
DB16	0.000000
DB18	0.000000
DB20	0.000000
DB22	0.000000
DB24	0.000000
DB26	0.000000
DB28	0.000000
DB30	0.000000
DA61	0.000000
DA63	0.000000
DA65	0.000000
DA67	0.000000
DA69	0.000000
DA71	0.000000
DA73	0.000000
DA75	0.000000
DB62	0.000000
DB64	0.000000
DB66	0.000000
DB68	0.000000
DB70	0.000000
DB72	0.000000
DB74	0.000000
DB76	0.000000

Lanjutan Lampiran 8



Screenshot of a 'Solution Report - HASIL COBA 2' window. The window displays a list of identifiers and their corresponding values. The identifiers range from DA31 to DE94, and the values are all 0.000000.

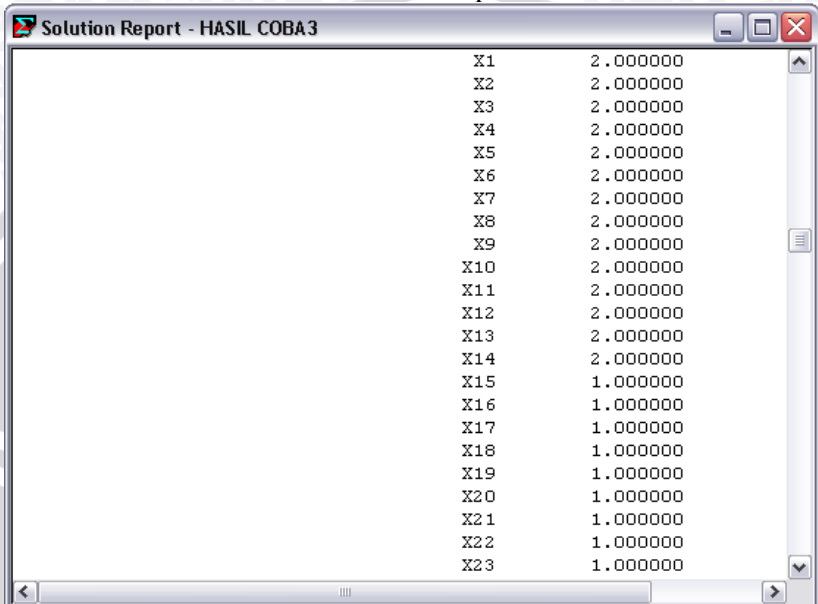
Identifier	Value
DA31	0.000000
DA33	0.000000
DA35	0.000000
DA37	0.000000
DA39	0.000000
DA41	0.000000
DA43	0.000000
DA45	0.000000
DA47	0.000000
DB32	0.000000
DB34	0.000000
DB36	0.000000
DB38	0.000000
DB40	0.000000
DB42	0.000000
DB44	0.000000
DB46	0.000000
DB48	0.000000
DA77	0.000000
DA79	0.000000
DA81	0.000000
DA83	0.000000
DA85	0.000000
DA87	0.000000
DA89	0.000000
DA91	0.000000
DA93	0.000000
DE78	0.000000
DE80	0.000000
DE82	0.000000
DE84	0.000000
DE86	0.000000
DE88	0.000000
DE90	0.000000
DE92	0.000000
DE94	0.000000



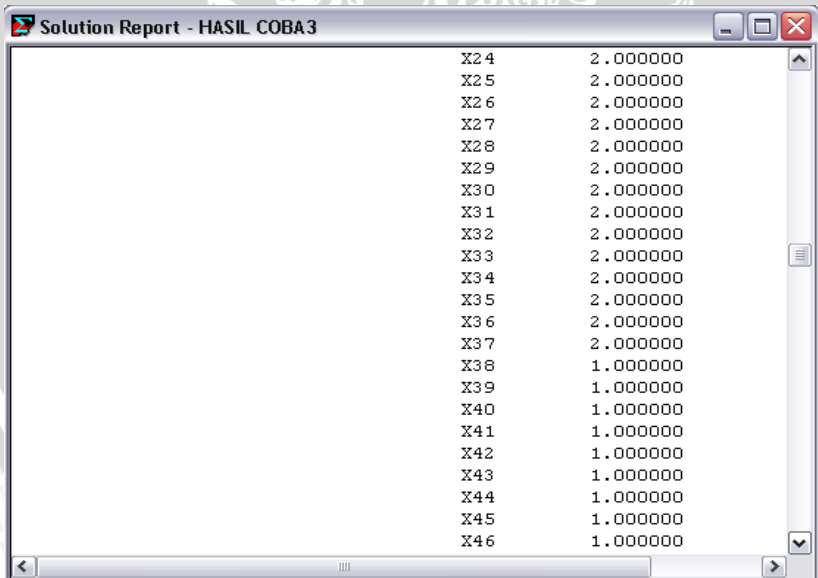
Screenshot of a 'Solution Report - HASIL COBA 2' window. The window displays a list of identifiers and their corresponding values. The identifiers range from DB95 to DB126, and the values are all 0.000000.

Identifier	Value
DB95	0.000000
DB96	0.000000
DB97	0.000000
DB98	0.000000
DB99	0.000000
DB100	0.000000
DB101	0.000000
DB102	0.000000
DB103	0.000000
DB104	0.000000
DB105	0.000000
DB106	0.000000
DB107	0.000000
DB108	0.000000
DB109	0.000000
DB110	0.000000
DB111	0.000000
DB112	0.000000
DB113	0.000000
DB114	0.000000
DB115	0.000000
DB116	0.000000
DB117	0.000000
DB118	0.000000
DB119	0.000000
DB120	0.000000
DB121	0.000000
DB122	0.000000
DB123	0.000000
DB124	0.000000
DB125	0.000000
DB126	0.000000

Lampiran 9 Nilai X_{ij} dengan Mengubah Nilai Ruas Kanan
Kendala I dan Kendala II pada Kombinasi Ke-3



Variable	Value
X1	2.000000
X2	2.000000
X3	2.000000
X4	2.000000
X5	2.000000
X6	2.000000
X7	2.000000
X8	2.000000
X9	2.000000
X10	2.000000
X11	2.000000
X12	2.000000
X13	2.000000
X14	2.000000
X15	1.000000
X16	1.000000
X17	1.000000
X18	1.000000
X19	1.000000
X20	1.000000
X21	1.000000
X22	1.000000
X23	1.000000



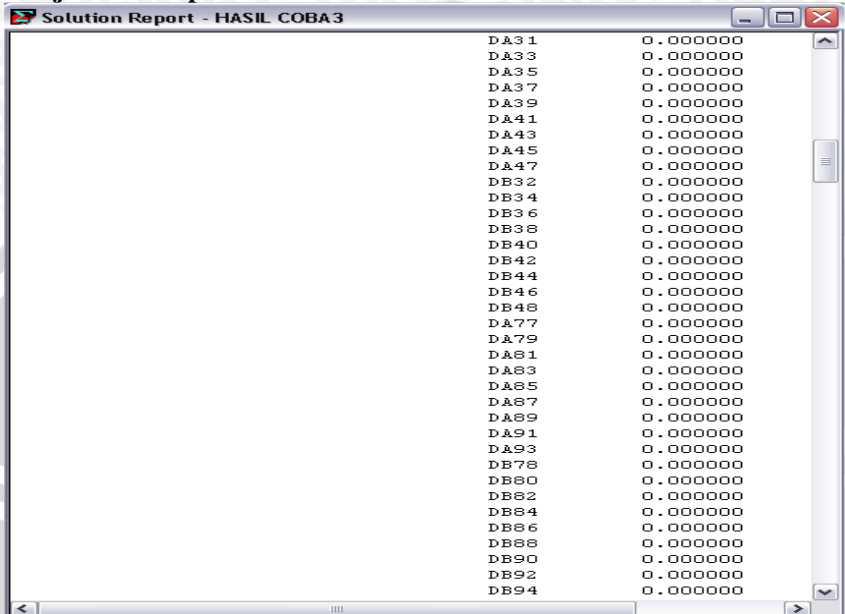
Variable	Value
X24	2.000000
X25	2.000000
X26	2.000000
X27	2.000000
X28	2.000000
X29	2.000000
X30	2.000000
X31	2.000000
X32	2.000000
X33	2.000000
X34	2.000000
X35	2.000000
X36	2.000000
X37	2.000000
X38	1.000000
X39	1.000000
X40	1.000000
X41	1.000000
X42	1.000000
X43	1.000000
X44	1.000000
X45	1.000000
X46	1.000000

Lampiran 10 Nilai Variabel Deviasi dengan Mengubah Ruas Kanan Kendala I dan Kendala II pada Kombinasi Ke-3

Variable	Value
DA1	0.000000
DA2	0.000000
DA3	0.000000
DA5	0.000000
DA7	0.000000
DA9	0.000000
DA11	0.000000
DA13	0.000000
DB4	0.000000
DB6	0.000000
DB8	0.000000
DB10	0.000000
DB12	0.000000
DB14	0.000000
DA49	0.000000
DA51	0.000000
DA53	0.000000
DA55	0.000000
DA57	0.000000
DA59	0.000000
DB50	0.000000
DB52	0.000000
DB54	0.000000
DB56	0.000000
DB58	0.000000
DB60	0.000000

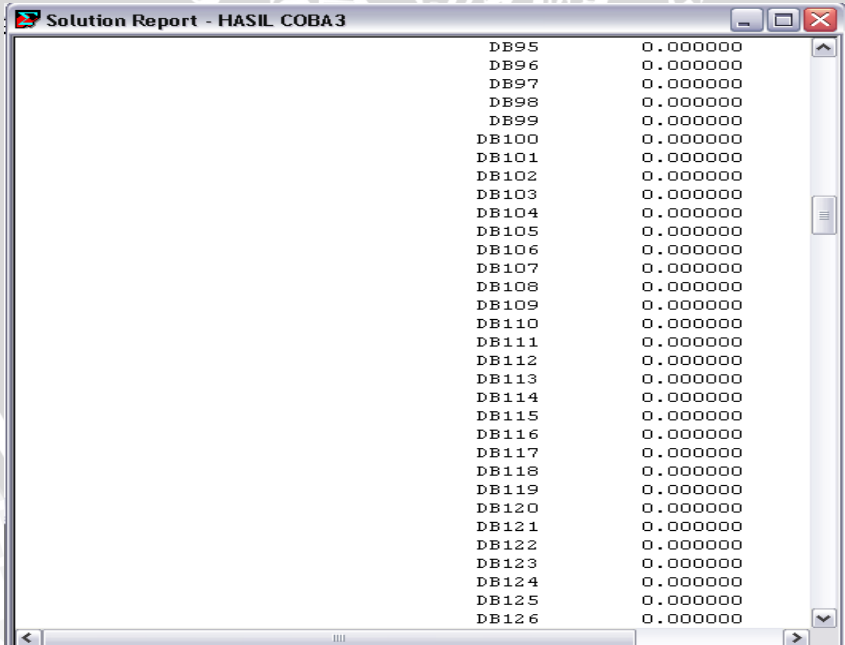
DA15	0.000000
DA17	0.000000
DA19	0.000000
DA21	0.000000
DA23	0.000000
DA25	0.000000
DA27	0.000000
DA29	0.000000
DB16	0.000000
DB18	0.000000
DB20	0.000000
DB22	0.000000
DB24	0.000000
DB26	0.000000
DB28	0.000000
DB30	0.000000
DA61	0.000000
DA63	0.000000
DA65	0.000000
DA67	0.000000
DA69	0.000000
DA71	0.000000
DA73	0.000000
DA75	0.000000
DB62	0.000000
DB64	0.000000
DB66	0.000000
DB68	0.000000
DB70	0.000000
DB72	0.000000
DB74	0.000000
DB76	0.000000

Lanjutan Lampiran 10



Screenshot of a 'Solution Report - HASIL COBA 3' window. The window displays a list of identifiers and their corresponding values, all of which are 0.000000. The identifiers range from DA31 to DB94.

Identifier	Value
DA31	0.000000
DA33	0.000000
DA35	0.000000
DA37	0.000000
DA39	0.000000
DA41	0.000000
DA43	0.000000
DA45	0.000000
DA47	0.000000
DB32	0.000000
DB34	0.000000
DB36	0.000000
DB38	0.000000
DB40	0.000000
DB42	0.000000
DB44	0.000000
DB46	0.000000
DB48	0.000000
DA77	0.000000
DA79	0.000000
DA81	0.000000
DA83	0.000000
DA85	0.000000
DA87	0.000000
DA89	0.000000
DA91	0.000000
DA93	0.000000
DB78	0.000000
DB80	0.000000
DB82	0.000000
DB84	0.000000
DB86	0.000000
DB88	0.000000
DB90	0.000000
DB92	0.000000
DB94	0.000000



Screenshot of a 'Solution Report - HASIL COBA 3' window. The window displays a list of identifiers and their corresponding values, all of which are 0.000000. The identifiers range from DB95 to DB126.

Identifier	Value
DB95	0.000000
DB96	0.000000
DB97	0.000000
DB98	0.000000
DB99	0.000000
DB100	0.000000
DB101	0.000000
DB102	0.000000
DB103	0.000000
DB104	0.000000
DB105	0.000000
DB106	0.000000
DB107	0.000000
DB108	0.000000
DB109	0.000000
DB110	0.000000
DB111	0.000000
DB112	0.000000
DB113	0.000000
DB114	0.000000
DB115	0.000000
DB116	0.000000
DB117	0.000000
DB118	0.000000
DB119	0.000000
DB120	0.000000
DB121	0.000000
DB122	0.000000
DB123	0.000000
DB124	0.000000
DB125	0.000000
DB126	0.000000

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

