

**PENERAPAN MODEL *ROBUST COUNTERPART* PADA SISTEM  
PENGANGKUTAN SAMPAH MENGGUNAKAN METODE *INTERIOR  
POINT***

**(Studi Kasus : Kecamatan Baturaja Timur, Kabupaten Ogan Komering Ulu)**

**SKRIPSI**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Sains Bidang Studi Matematika**



**Oleh**

**YANTI WULANDARI  
NIM 08121001033**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
JULI 2017**

**Lembar Pengesahan**

**PENERAPAN MODEL ROBUST COUNTERPART PADA SISTEM  
PENGANGKUTAN SAMPAH MENGGUNAKAN METODE INTERIOR  
POINT**

**(Studi Kasus : Kecamatan Baturaja Timur, Kabupaten Ogan Komering Ulu)**

**SKRIPSI**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Sains Bidang Studi Matematika**

**Oleh**

**YANTI WULANDARI  
NIM 08121001033**

**Pembimbing Pembantu**

  
**Irmeilyana, S.Si., M.Si.**  
NIP. 19740517 199903 2 003

**Indralaya, Juli 2017  
Pembimbing Utama**

  
**Dr. Fitri Maya Puspita, M.Sc.**  
NIP. 19751006 199803 2 002

**Mengetahui :**



## **LEMBAR PERSEMBAHAN**

### **Motto :**

"Tuhan akan mengangkat engkau menjadi kepala bukan menjadi ekor,  
engkau akan tetap naik dan bukan turun, apabila engkau mendengarkan  
perintah Tuhan Allahmu, yang kusampaikan pada hari ini kau lakukan  
dengan setia "

(Ulangan 28:13)

"Kebijaksanaan akan memelihara engkau, kepandaian akan menjaga engkau"

(Amsal 2:11)

"Hal baik akan didapati ketika kamu bersyukur, hal buruk akan dialami  
ketika kamu mengeluh "

### **SKRIPSIINI KUPERSEMAHKAN KEPADA :**

- Tuhan Yesus Kristus
- Kedua Orangtuaku
- Adik-adikku terkasih
- Sahabatku tersayang
- Almamaterku

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat kasih karuniaNya, penelitian yang berjudul “**Analisis Penerapan Model Robust Counterpart pada Sistem Pengangkutan Sampah Menggunakan Metode Interior Point (Studi Kasus: Kecamatan Baturaja Timur, Kabupaten Ogan Komering Ulu)**” ini dapat diselesaikan dengan baik.

Selama masa perkuliahan hingga penyelesaian skripsi ini, penulis mendapatkan bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada kedua orangtuaku tercinta **Philipus Supriadi** dan **Kristina Suyatin** atas kasih sayang, dorongan, motivasi, nasihat, dukungan moril dan doanya. Penulis juga ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu **Dr. Fitri Maya Puspita, M.Sc** selaku Dosen Pembimbing Utama yang selalu menyediakan waktu untuk membimbing, memberi saran, motivasi, dan nasehat yang sangat berarti dengan penuh kesabaran, canda tawa, dan keikhlasan dalam membimbing penulis selama mengerjakan skripsi ini.
2. Ibu **Irmeilyana, S.Si., M.Si.** selaku Dosen Pembimbing Pembantu yang telah bersedia menyediakan waktu yang selalu memberikan arahan dan masukan dalam proses penggerjaan skripsi ini.
3. Ibu **Endang Sri Kresnawati, M.Si**, ibu **Sisca Octarina, M.Sc.** dan Bapak **Drs. Robinson Sitepu, M.Si** sebagai Dosen Pembahas yang memberikan masukan dan saran dalam penggerjaan skripsi ini.

4. Bapak **Drs. Sugandi Yahdin, M.M.** selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya sekaligus Dosen Pembimbing Akademik yang telah banyak memberikan masukan dan motivasi selama masa kuliah.
5. Bapak **Drs. Putra B. J. Bangun, M.Si** yang sebelumnya menjabat Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya
6. Bapak **Alfensi Faruk, S.Si, M.Sc** selaku Sekretaris Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
7. Seluruh Staf dan Dosen di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya atas bimbingannya kepada penulis
8. Adik-adikku terkasih **Margaretha Niken Dwinindita**, dan **Angela Richa triana Putri** serta keluarga besarku atas kasih sayang, motivasi, semangat, candaan, dan doanya.
9. Patner in crime **Sahala Tua Batubara** yang memberikan waktu dan semangat kepada penulis dalam mengerjakan skripsi.
10. Sahabatku **Ayu Ambarwati S.Si, Dwita Novita S.Pd** dan **Felisitas Dina** yang memberi hati membantu dalam setiap persiapan Tugas Akhir penulis.
11. Bebebku **Lucky Sri Dorce Nainggolan** yang memberi hati membantu dalam setiap persiapan Tugas Akhir penulis.
12. Teman seperjuanganku **Anastasya C.** dan **Cristin Samosir** yang memberi hati membantu dalam setiap persiapan Tugas Akhir penulis.

13. Sahabatku Matematika angkatan 2012, **Ayeng, Bastruman, Boris, Cristin, Esra, Jun, Mira, Riris, Rudi, Samuel, Tommy, Lucky, Rini, Willi, Anas, Risa, Adel, Triyani, dan akbar** dan kakak angkatan 2011, 2010, 2009, Kak Dina, Kak **Irin, Helen, Pretty**, Bang **Joslin, Freddy, John, Joy**, serta adik angkatan 2013, 2014, 2015, 2016, **Mangara, Setia, Yonathan, Haryati, Ino, Elfrida, Joddie, Arden** dan yang belum saya sebutkan satu persatu telah menjadi sahabat yang selalu ada untuk memberi ide buat saya.
14. Keluargaku di kost Balqis, **Fitri, Dea, Ani, Yolanda, Fahmi, Cicin, Putri, Evi, Icha, Wulan**, terimakasih untuk masukan tentang penggerjaan skripsi selama ini.

Penulis mengharapkan semoga skripsi ini dapat menambah pengetahuan dan bermanfaat bagi mahasiswa/mahasiswi Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Indralaya, Juli 2017

Penulis

# **APPLICATION OF ROBUST COUNTERPART MODEL IN GARBAGE TRANSPORT SYSTEM BY USING INTERIOR POINT METHOD**

**(Case Study: Kecamatan Baturaja Timur, Kabupaten Ogan Komering Ulu )**

**By**

**YANTI WULANDARI  
NIM 08121001033**

## **ABSTRACT**

The government of Kabupaten Ogan Komering Ulu especially Kecamatan Baturaja Timur deals with the problem of accumulation of garbage collection in a very large number. This study aims to minimize the travel expenses and obtain the optimal route in order to reduce the accumulation of garbage collection in temporary garbage collection (TPS) by establishing Robust Counterpart model that are solved by using interior point method and LINGO 11.0 for each Working Area (WK). Interior point method works by providing an interior point of random values, the value of which must meet the constraints which exist on the problem. Results of research conducted at 5 WK show that the service for WK 1: TPA – TPS 2 – TPS 4 – TPS 1 – TPA – TPS 3 - TPA with the total of cost of 1,899 / km; WK 2 : TPA – TPS 4 – TPS 1 – TPA – TPS 2 – TPS 3 - TPA with the total of cost of 1,900 / km; WK 3 : TPA – TPS 1 – TPS 2 – TPA – TPS 3 – TPS 4 – TPA with the cost of 1,900 / km; WK 4 : TPA – TPS 3 – TPA – TPS 2 – TPS 1 – TPA with the cost of 1,900 / km and WK 5 : TPA – TPS 1 – TPS 2 – TPS 4 – TPA – TPS 3 - TPA of 1,866 / km.

Keywords: Garbage collection, optimal route, travel expense, interior point method. Robust Counterpart model

**PENERAPAN MODEL *ROBUST COUNTERPART* PADA SISTEM  
PENGANGKUTAN SAMPAH MENGGUNAKAN METODE *INTERIOR  
POINT***

**(Studi Kasus: Kecamatan Baturaja Timur, Kabupaten Ogan Komering Ulu)**

**Oleh**

**YANTI WULANDARI  
NIM 08121001033**

**ABSTRAK**

Pemerintah Kabupaten Ogan Komering Ulu terkhususnya Kecamatan Baturaja Timur menghadapi masalah berupa penumpukan sampah dalam jumlah yang sangat besar. Penelitian ini bertujuan untuk meminimumkan biaya perjalanan dan memperoleh rute yang optimal agar dapat mengurangi penumpukan sampah di TPS dengan membentuk model *Robust Counterpart* yang diselesaikan dengan menggunakan metode *interior point* dan LINGO.11 untuk masing-masing Wilayah Kerja (WK). Metode interior point bekerja dengan memberikan nilai titik interior secara acak, dengan nilai yang harus memenuhi batasan yang ada pada permasalahan. Hasil dari penelitian yang dilakukan pada 5 WK diketahui bahwa rute yang dihasilkan untuk WK 1: TPA – TPS 2 – TPS 4 – TPS 1 – TPA – TPS 3 - TPA dengan biaya angkut 1.899/km. WK 2 : TPA – TPS 4 – TPS 1– TPA – TPS 2 – TPS 3 - TPA dengan biaya angkut 1.900/km. WK 3 :TPA–TPS 1–TPS 2–TPA–TPS 3–TPS 4–TPA dengan biaya angkut 1.900 /km. WK 4 :TPA–TPS 3–TPA–TPS 2–TPS 1–TPA dengan biaya angkut 1.900/km. WK 5 : TPA – TPS 1 – TPS 2 –TPS 4- TPA – TPS 3 - TPA dengan biaya angkut 1.866/km

Kata Kunci: Penumpukan sampah, rute optimal, biaya perjalanan, Metode Interior Point, model Robust Counterpart.

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	ii
<b>LEMBAR PERSEMBERAHAN .....</b>	iii
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	iv
<b>ABSTRACT.....</b>	vii
<b>ABSTRAK .....</b>	viii
<b>DAFTAR ISI.....</b>	ix
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	xi
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	3
1.3. Pembatasan Masalah .....	4
1.4. Tujuan .....	4
1.5. Manfaat .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Program Linier .....	6
2.2. Model Program Linier.....	7
2.3. Model <i>Robust Counterpart</i> (RC) .....	8
2.4. Metode <i>Interior Point</i> (Algoritma <i>Interior Point</i> ) .....	11

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1. Tempat .....	16
3.2. Waktu .....	16
3.3. Metode Penelitian .....	16

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1. Gambaran Umum Pengangkutan Sampah di Kecamatan Baturaja Timur .....	20
4.2. Deskripsi Data.....	21
4.2.1. Wilayah Kerja 1 .....	28
4.2.2. Wilayah Kerja 2.....	31
4.2.3. Wilayah Kerja 3 .....	38
4.2.4. Wilayah Kerja 4.....	45
4.2.5. Wilayah Kerja 5.....	50

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1. Kesimpulan .....	56
5.2. Saran .....	58

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	59
-----------------------------	----

### **LAMPIRAN**



## **DAFTAR TABEL**

	Halaman
Tabel 4.1 Jarak antara TPA dengan TPS-TPS pada Wilayah Kerja 1 .....	21
Tabel 4.2 Jarak antara TPA dengan TPS-TPS pada Wilayah Kerja 2 .....	22
Tabel 4.3 Jarak antara TPA dengan TPS-TPS pada Wilayah Kerja 3 .....	22
Tabel 4.4 Jarak antara TPA dengan TPS-TPS pada Wilayah Kerja 4 .....	22
Tabel 4.5 Jarak antara TPA dengan TPS-TPS pada Wilayah Kerja 5 .....	22
Tabel 4.6 Hasil Rekapitulasi Perhitungan z Optimum dan Rute .....	57

## DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

<b>Lampiran 1</b> Matriks diagonal <b>D</b> pada WK 1 .....	26
<b>Lampiran 2</b> Koefisien Baru dari Fungsi Kendala dan Fungsi Tujuan .....	28
<b>Lampiran 3</b> Matriks Proyeksi pada MATLAB .....	28
<b>Lampiran 4</b> <i>Project Gradient</i> pada MATLAB.....	28
<b>Lampiran 5</b> Koordinat Titik Baru pada MATLAB .....	28
<b>Lampiran 6</b> Hasil $z$ WK 1 pada MATLAB .....	28
<b>Lampiran 7</b> Input Data WK 1 pada LINGO.11 .....	30
<b>Lampiran 8</b> Output Data WK 1 pada LINGO.11 .....	30
<b>Lampiran 9</b> Hasil WK 2 pada MATLAB .....	35
<b>Lampiran 10</b> Input Data WK 2 pada LINGO.11.....	37
<b>Lampiran 11</b> Output Data WK 2 pada LINGO.11 .....	37
<b>Lampiran 12</b> Hasil WK 3 pada MATLAB .....	42
<b>Lampiran 13</b> Input Data WK 3 pada LINGO.11 .....	44
<b>Lampiran 14</b> Output Data WK 3 pada LINGO.11 .....	44
<b>Lampiran 15</b> Hasil WK 4 pada MATLAB .....	47
<b>Lampiran 16</b> Input Data WK 4 pada LINGO.11.....	49
<b>Lampiran 17</b> Output Data WK 4 pada LINGO.11 .....	49
<b>Lampiran 18</b> Hasil WK 5 pada MATLAB .....	53
<b>Lampiran 19</b> Input Data WK 5 pada LINGO.11.....	55
<b>Lampiran 20</b> Output Data WK 5 pada LINGO.11 .....	56

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Pesatnya perkembangan pembangunan wilayah perkotaan di Indonesia, diikuti oleh peningkatan perpindahan sebagian rakyat pedesaan ke kota dengan anggapan akan memperoleh kehidupan yang lebih baik. Hal ini tentunya sangat berdampak pada peningkatan jumlah penduduk kota yang juga sebanding dengan limbah yang akan dihasilkan. Sampah rumah tangga biasanya diangkut oleh tukang sampah dan dikumpulkan di tempat pembuangan sementara (TPS) terdekat dan selanjutnya diangkut oleh petugas Dinas Kebersihan dengan menggunakan kendaraan pengangkut sampah ke tempat pembuangan akhir (TPA). Rute yang digunakan oleh masing-masing kendaraan sudah tertentu sesuai kebiasaan mereka. Dengan rute tersebut, jarak antara TPA dan TPS atau antar TPS telah diketahui. Demikian juga kapasitas mobil pengangkut sampah dan volume sampah pada masing-masing TPS telah diketahui.

Penumpukan sampah yang cukup lama seringkali terjadi dengan jumlah besar dan menimbulkan bau busuk. Permasalahan ini juga dihadapi oleh pemerintah Kabupaten Ogan Komering Ulu yang memiliki 12 kecamatan yaitu Kecamatan Lengkiti, Sosoh Buay Rayap, Pengandonan, Sumindang Aji, Ulu Ogan, Muara Jaya, Peninjauan, Baturaja Timur, Baturaja Barat, Sinar Ogan, Lubuk Batang, Lubuk Raja. Berdasarkan data Dinas Kebersihan Perkotaan (DKP) Kota Baturaja, Kecamatan Baturaja Timur memiliki 19 TPS yang terbagi dalam 5 wilayah kerja (WK). Masing-

masing WK memiliki satu mobil pengangkut sampah untuk mengangkut sampah dari TPS yang berada di wilayah kerjanya ke TPA Simpang Kandis.

Masalah pengangkutan sampah ini merupakan salah satu aplikasi dari *Vehicle Routing Problem* (VRP). Masalah VRP yang difokuskan pada satu depot dan kapasitas kendaraan disebut dengan *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP). Jika pelanggan sepanjang rute dapat dikunjungi baik searah jarum jam atau berlawanan arah jarum jam yang tidak perlu diketahui arah mana kendaraan lewat sepanjang busur tersebut, permasalahan ini menjadi *Symmetric Capacitated Vehicle Routing Problem* (SCVRP). SCVRP dapat diselesaikan melalui metode *Branch and Bound* dan metode *Branch and Cut* (Liu, 2005).

Metode *Robust Counterpart* (RC) dikembangkan oleh Ben-Tal dan Nemirovskii pada awal tahun 1997. Dalam metodologi ini, RC merepresentasikan pendekatan yang berorientasi pada kasus-kasus terburuk, yaitu suatu solusi disebut *robust feasible*. Dalam kasus ini, RC dari suatu permasalahan optimasi linier merupakan suatu permasalahan optimasi dalam bentuk khusus yaitu masalah konik kuadratik yang dapat diselesaikan secara efisien dengan menggunakan *interior point methods* (Nesterov, 1994).

Dalam kasus sistem pengangkutan sampah adanya kenyataan di lapangan bahwa terjadinya penumpukan limbah rumah tangga di TPS, terbaginya waktu mengambil sampah dan adanya keterbatasan waktu dalam mengangkut sampah telah menciptakan fenomena baru dalam pengelolaan sampah. Selain itu juga, adanya kenyataan di lapangan bahwa jarak tempuh yang dapat berubah ubah tergantung rute yang dipilih dan kecepatan kendaraan, volume sampah yang berbeda-beda di setiap

TPS, lama waktu mengambil sampah pada setiap TPS diantaranya merupakan hal yang tidak pasti yang menjadi inti dalam perumusan metodologi RC. Permasalahan-permasalahan ini telah menciptakan fenomena baru dan memperoleh model RCVRP (*Robust Counterpart Vehicle Routing Problem*) dengan mengoptimalkan  $z$  yang berupa biaya angkut dan menggunakan LINGO 11.0 untuk memperoleh rute yang optimal. LINGO merupakan *software* yang dirancang untuk membangun dan memecahkan masalah linier, nonlinier dan integer model optimasi.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Adapun masalah yang dibahas dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagaimana membentuk model *Robust Counterpart* dengan adanya ketidakpastian data berupa biaya perjalanan dalam pengangkutan sampah dan menyelesaiannya dengan menggunakan metode *interior point*?
2. Bagaimana menentukan rute optimal untuk mengangkut sampah pada setiap wilayah kerja dengan kendala berupa banyaknya volume sampah yang berbeda-beda di setiap TPS?

## **1.3 Pembatasan Masalah**

Pembahasan masalah dibatasi hanya mengenai kondisi penumpukan sampah pada beberapa TPS yang tersebar di Kecamatan Baturaja Timur. TPS pada penelitian ini berupa tempat sampah yang disediakan oleh DKP berupa *container*, bak beton, dan fiber. Truk pengangkut sampah yang mengangkut sampah di TPS berupa *dumptruck*. Kapasitas truk pengangkut sampah diasumsikan sama yaitu 8 ton. Waktu

pelayanan pada pagi hari dan diasumsikan bahwa jarak yang minimum memperoleh biaya perjalanan yang minimum.

#### **1.4 Tujuan**

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membentuk model *robust counterpart* dengan adanya ketidakpastian data berupa biaya perjalanan dalam masalah pengangkutan sampah dan menyelesaiannya dengan menggunakan metode *interior point*.
2. Menentukan rute optimal pada pengangkutan sampah di setiap wilayah kerja yang ada dengan kendala berupa volume sampah yang berbeda-beda di tiap TPS.

#### **1.5 Manfaat**

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat membantu mahasiswa mengembangkan wawasan mengenai penerapan optimasi pada masalah sehari-hari, khususnya masalah pengangkutan sampah.
2. Sebagai perbandingan untuk pemerintah Kota Baturaja, yakni pencarian rute optimal untuk mengurangi penumpukan sampah menggunakan metode optimasi khususnya RCVRP.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ben-Tal, A., and Nemirovski, A. 2001. *Lectures on Modern Convex Optimization: Analysis, Algorithms, and Engineering Applications*: Society for Industrial and Applied Mathematics
- Bronson, R. Alih., dan Hans J. Waspakrik. 1996. *Teori dan Soal-Soal Operations Research*. Erlangga. Jakarta
- Bustani, H. 2005. Fundamental Operation Research. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Diah, C., dan Cornelis R., 2013, Handling Optimization under Uncertainty Problem Using Robust Counterpart Methodology, *Jurnal Teknik Industry*.
- Dimitris, B., dan David B., dan Brown C. C., 2007, Theory and applications of Robust Optimization.
- El-Bakry, A. S., dan Tapia, R. A., dan Zhang, Y., 1992, *A Study of indicators for identifying zero variables in interior point method*, Technical Report, Department of Mathematical Sciences, Houston : Rice University.
- Hiller, F. S., dan Lieberman, G. J., 1990, *Introduction to Operation Research*, McGraw - Hill, Inc., Singapore.
- Irmeilyana, Puspita, F. M., Indrawati, & Zulvia, F. E., 2012. Preprocessing techniques in SCVRP model: case of rubbish transportation problem in Kecamatan Ilir Barat II Palembang South Sumatera Indonesia.
- Kamath, A.P., Karmarkar, N.K., Ramakrishnan, K.G., & Resende, M.G.C., 1992. A Continuous Approach to Inductive inference. *Mathematical Programming*, 57: 215–238
- Kulkarni, R. V., & Bhave, P. R. 1985. Integer programming formulations for vehicle routing problems. *European Journal of Operational Research*, 20(1), 58–67
- Lejasa, G., 2009, Introduction Interior-Point Methods for Introductory Operations Research Courses and Linier Programming Courses, *Journal Departement of Matematical Sciences*, Georgia Southerm University, USA.
- Liu, K. 2005, A Study on The Split Delevery Vehicle Routing Problem, *Department of Industrial Engineering Mississippi State*, Mississippi.
- Mitchell, J. E., 1994, *Interior point Algorithms for Integer Programming* Department of Mathematical Sciences Rensselaer Polytechnic Institute Troy , New York.

- Mitchell, J. E., dan Resende, M. G. C., dan Pardalos, P. M., 1998, Interior Point Methods For Combinatorial Optimization, Department of Mathematical Sciences, New York.
- Momoh, J.A., *The Quadratic Interior PointMethod Solving Power System OptimizationProblems*, IEEE Transactions on PowerSystems.
- Nicolai, F. G., dan Neilsen, 2014, *Interior Point Methods on GPU with application to Model Predictive Control*.
- Subagyo, P. 2000. *Dasar-Dasar Operation Research*. BPFE-Yogyakarta.
- Toth, P & Vigo, D. 1998, *Exact solution of the vehicle routing problem*, T.G. Cranic & G. Laporte, (eds), *Fleet management and Logistic*, Kluwer Academic Publisher.
- Utama, S. 2005. *Aplikasi Metode Ekstended Quadratic Interior Point(EQIP) untuk economic Dispatch Pembangkit Termal Bali*.Universitas Udayana. Bali
- Widodo, *Solusi Program Linier Dengan Metode Karmakar*, Fakultas MIPA UGM,Yogyakarta.