



**OPTIMALISASI PRODUKTIVITAS TANAMAN PADI
DENGAN *PREEMPTIVE WEIGHTED GOAL PROGRAMMING***

SKRIPSI

oleh

**Rani Eka Yulianti
NIM 111810101038**

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2016**



**OPTIMALISASI PRODUKTIVITAS TANAMAN PADI
DENGAN *PREEMPTIVE WEIGHTED GOAL PROGRAMMING***

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Matematika (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Sains

oleh

**Rani Eka Yulianti
NIM 111810101038**

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2016**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT yang telah memberikan kehidupan sempurna ini;
2. Kakek Salim dan Nenek Sumiati serta Almarhum Hambari dan Nenek Aisyah yang senantiasa memberi semangat dan doa sepanjang waktu;
3. Ayahanda Achmad Sudrajat dan Ibunda Siti Pastiowati yang senantiasa memberi doa, cinta dan kasih sayangnya;
4. Adikku Dicky Dwi Syahputra Sudrajat serta saudaraku Vindy Mei Lesi Dewanti yang selalu memberi semangat;
5. M. Ziaul Arif, S.Si., M.Sc selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ahmad Kamsyakawuni, S.Si., M.Kom selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan bantuan dan bimbingan secara intensif untuk penyempurnaan skripsi ini;
6. Seluruh guru dan dosen sejak taman kanak-kanak sampai perguruan tinggi yang telah memberikan banyak ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran;
7. Almamater Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, SMA Negeri 4 Jember, SMP Negeri 12 Jember, SDN Jember Kidul 3 dan TK Shinta.

MOTTO

“Bukan bahagia yang membuat kita bersyukur, melainkan bersyukur yang membuat kita bahagia.”

(Sastra Sekura)*)

“Banyak kegagalan dalam hidup ini dikarenakan orang tidak menyadari betapa dekatnya mereka dengan keberhasilan, saat mereka menyerah.”

(Thomas Alfa Edison)**)

*) <https://sastra-sekura.blogspot.co.id>

***) <http://nouse4name.blogspot.co.id/2013/02/123-kata-mutiara-motivasi-hidup-dari.html>

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Rani Eka Yulianti

NIM : 111810101038

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Optimalisasi Produktivitas Tanaman Padi dengan *Preemptive Weighted Goal Programming*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Juni 2016

Yang menyatakan,

Rani Eka Yulianti

NIM 111810101038

SKRIPSI

**OPTIMALISASI PRODUKTIVITAS TANAMAN PADI
DENGAN *PREEMPTIVE WEIGHTED GOAL PROGRAMMING***

oleh

Rani Eka Yulianti
NIM 111810101038

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : M. Ziaul Arif, S.Si., M.Sc

Dosen Pembimbing Anggota : Ahmad Kamsyakawuni, S.Si., M.Kom

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “**Optimalisasi Produktivitas Tanaman Padi dengan *Preemptive Weighted Goal Programming***” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas
Jember.

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

M. Ziaul Arif, S.Si., M.Sc
NIP. 198501112008121002

Ahmad Kamsyakawuni, S.Si., M.Kom
NIP. 197211291998021001

Penguji I,

Penguji II,

Kusbudiono, S.Si., M.Si
NIP. 197704302005011001

Kosala Dwidja Purnomo, S.Si., M.Si
NIP. 196908281998021001

Mengesahkan

Dekan,

Drs. Sujito, Ph.D
NIP 196102041987111001

RINGKASAN

Optimalisasi Produktivitas Tanaman Padi dengan *Preemptive Weighted Goal Programming*; Rani Eka Yulianti; 111810101038; 2016; 62 Halaman; Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Padi merupakan tanaman yang paling banyak ditanam karena beras adalah makanan pokok manusia. Lebih dari setengah populasi dunia bergantung pada beras sebagai makanan untuk sumber kalori dan juga protein. Semakin pesatnya perkembangan jumlah penduduk di Indonesia, produksi beras perlu ditingkatkan agar diperoleh produksi yang tinggi. Dalam proses produksi tersebut terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi, salah satunya adalah lahan. Lahan sebagai salah satu syarat untuk berlangsungnya proses produksi pada bidang pertanian. Lahan harus dimanfaatkan secara produktif agar di dapatkan hasil yang optimal. Berdasarkan data total luas lahan yang ditanami padi di Dusun Karang Semanding Kecamatan Balung sebesar 1.201 hektar.

Pada dasarnya, dalam produktivitas tanaman padi mengharapkan keuntungan yang sebesar-besarnya dengan biaya yang sekecil-kecilnya. Kedua masalah tersebut saling bertentangan sehingga dikembangkan model yang disebut *goal programming*. *Goal programming* merupakan model yang mampu menyelesaikan permasalahan program linier yang memiliki lebih dari satu tujuan atau sasaran yang hendak dicapai dengan cara meminimumkan penyimpangan-penyimpangan dari masing-masing tujuan yang ada. Terdapat dua metode yang dapat digunakan dalam *goal programming* yaitu metode prioritas dan metode pembobotan. Selain itu kedua metode tersebut dapat dikombinasi menjadi satu model yang disebut *preemptive weighted goal programming*. Pada penelitian ini, masalah *preemptive weighted goal programming* diselesaikan dengan menggunakan metode simpleks yang dimodifikasi. Dalam model *goal programming* terdapat tiga komponen utama yaitu sasaran

kendala, variabel keputusan, dan fungsi tujuan. Sasaran kendala berisi faktor-faktor yang mempengaruhi optimalisasi produksi yaitu ketersediaan benih, pupuk Organik, pupuk SP-36, pupuk Urea, pupuk Potash, pestisida, biaya tenaga kerja, biaya produksi, hasil produksi, nilai produksi, keuntungan, dan total luas lahan. Variabel keputusan berisi tentang luas lahan yang akan ditanami tiga jenis varietas padi yaitu luas lahan yang ditanami varietas Ciherang, luas lahan yang ditanami varietas Cibogo, dan luas lahan yang ditanami varietas IR 64. Fungsi tujuan berisi bagaimana meminimalkan penyimpangan-penyimpangan dari masing-masing sasaran kendala. Penyimpangan atas adalah target nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan nilai sasaran kendala sesungguhnya yang harus dicapai pelaku usaha guna mengoptimalkan jumlah produksi. Penyimpangan bawah adalah target nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan nilai sasaran kendala sesungguhnya yang harus dicapai pelaku usaha guna mengoptimalkan jumlah produksi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui model *goal programming* untuk masalah optimalisasi produktivitas tanaman padi dan mengetahui hasil optimal yang didapat.

Berdasarkan hasil dan pembahasan menunjukkan bahwa sasaran kendala yang tercapai adalah memaksimalkan hasil produksi, memaksimalkan nilai produksi, memaksimalkan keuntungan, dan meminimalkan biaya produksi. Tetapi untuk mencapai hasil tersebut, total luas lahan yang digunakan harus ditambah sebesar 300,25 hektar sehingga total luas lahan menjadi 1.501,25 hektar. Namun pada kenyataannya, total luas lahan pertanian yang ada di Dusun Karang Semanding sebesar 1.201 hektar. Apabila dalam proses produksi hanya memaksimalkan total luas lahan tersebut, maka beberapa target perlu diperkecil. Tetapi untuk mencapai hasil produksi sesuai target maka luas lahan yang tersedia harus ditambah sehingga keuntungan yang didapat sesuai dengan target semula.

PRAKATA

Segala puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala berkah, rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Optimalisasi Produktivitas Tanaman Padi dengan *Preemptive Weighted Goal Programming*”. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. M. Ziaul Arif, S.Si., M.Sc selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ahmad Kamsyakawuni S.Si., M.Kom selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan bantuan dan bimbingan secara intensif untuk penyempurnaan skripsi ini;
2. Kusbudiono, S.Si., M.Si dan Kosala Dwidja Purnomo, S.Si., M.Si selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini;
3. Drs. Muhammad Hasan, M.Sc., Ph. D selaku Dosen Pembimbingan Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
4. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam yang telah memberikan ilmu serta nasehat selama proses perkuliahan;
5. Kakek Salim dan Nenek Sumiati serta Almarhum Hambari dan Nenek Aisyah yang senantiasa memberi semangat dan doa sepanjang waktu;
6. Ayahanda Achmad Sudrajat dan Ibunda Siti Pastiowati yang senantiasa memberi doa, cinta dan kasih sayangnya;
7. Adikku Dicky Dwi Syahputra Sudrajat, saudaraku Vindy Mei Lesi Dewanti dan seluruh keluarga yang selalu memberi doa dan semangat;

8. Keluarga besar KRAMAT '11 atas dukungan, keceriaan dan canda tawa selama masa studi;
9. Sahabat Rempongers (Retna, Rifka, Rima, Anjar, Reni, Rika, Fia, Dian, Diah) dan sahabat-sahabatku Nurul, Nevi, Eka dan Rimbi yang telah memberikan semangat dan motivasi;
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Skripsi ini juga tidak lepas dari kekurangan dan kesalahan baik isi maupun susunannya. Oleh karena itu, penulis menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberi manfaat bagi pembaca dan kehidupan.

Jember, Juni 2016

Rani Eka Yulianti

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pemrograman Linier	5
2.2 Multiobjective Linear Programming	7
2.3 Goal Programming	8
2.3.1 Istilah-istilah dalam <i>Goal Programming</i>	9
2.3.2 Model Umum <i>Goal Programming</i>	10

2.3.3 Metode Penyelesaian <i>Goal Programming</i>	11
2.3.4 <i>Preemptive Weighted Goal Programming</i>	13
2.4 Metode Simpleks yang Dimodifikasi	14
2.5 Analisis Sensitivitas	17
BAB 3. METODE PENELITIAN	19
3.1 Data Penelitian	19
3.2 Langkah-langkah Penelitian	20
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Hasil	27
4.1.1 Permodelan Permasalahan Produktivitas Tanaman Padi dengan <i>Preemptive Weighted Goal Programming</i>	27
4.1.2 Penyelesaian Permasalahan <i>Preemptive Weighted Goal Programming</i> Menggunakan Program	38
4.1.3 Perhitungan Analisis Sensitivitas	43
4.2 Pembahasan	46
4.2.1 Analisis Hasil Optimasi	46
4.2.2 Simulasi Analisis Sensitivitas.....	56
BAB 5. PENUTUP	58
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	62

DAFTAR GAMBAR

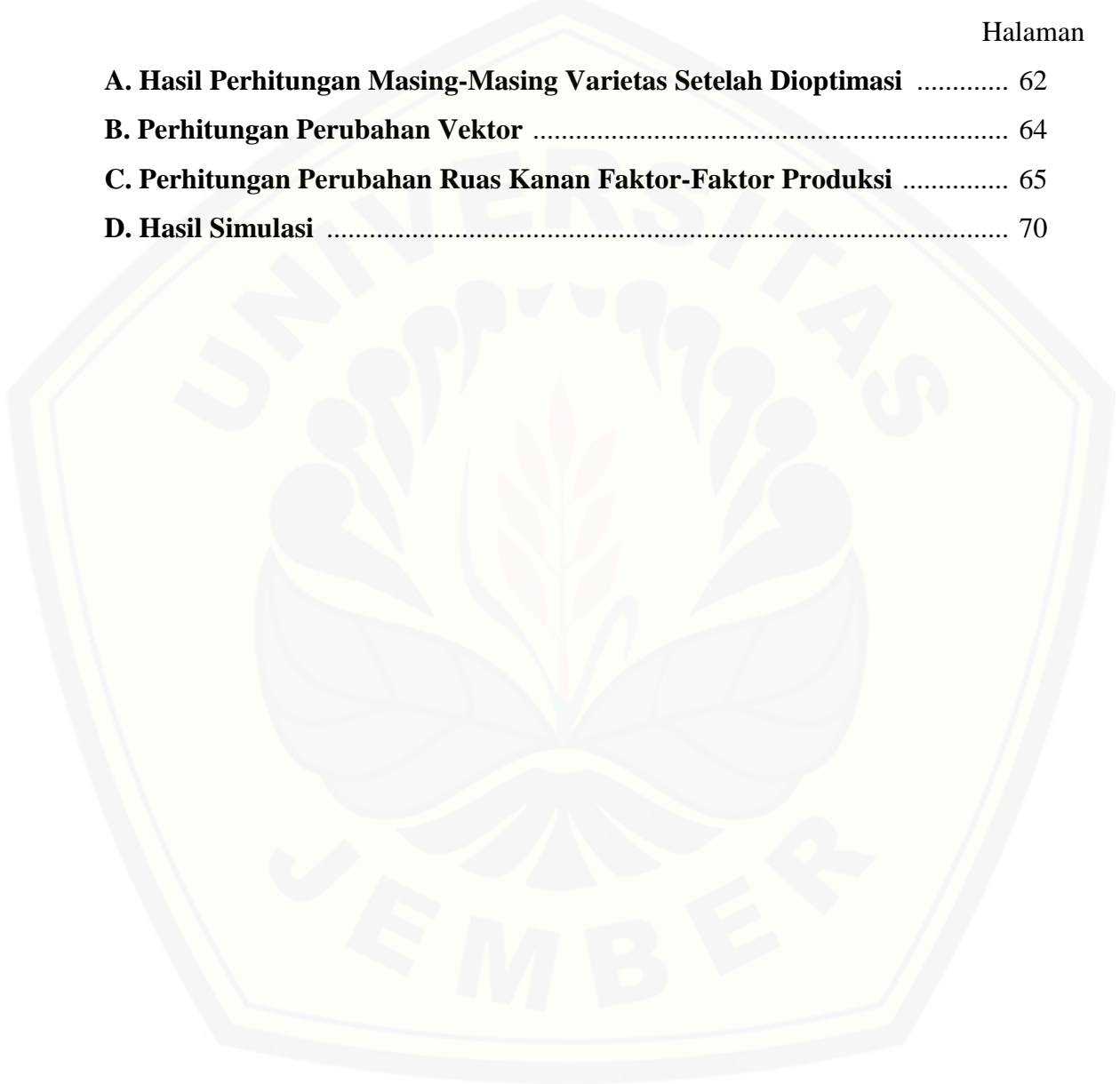
	Halaman
3.1 Skema Langkah-Langkah Penelitian	26
4.1 Tampilan Awal Program Aplikasi	38
4.2 Tampilan <i>Input Data</i>	39
4.3 Tampilan <i>Input Data</i> Pertanian	40
4.4 Tampilan <i>Input Data</i> setelah diberikan bobot	40
4.5 Pseudocode Proses “ <i>Next</i> ”	41
4.6 Tampilan <i>Input Data</i> setelah muncul tombol “ <i>Reset</i> ”	42

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Tabel Awal Metode Simpleks yang Dimodifikasi	16
3.1 Data Penelitian	19
4.1 Hasil Produksi Masing-Masing Varietas	27
4.2 Nilai Produksi Masing-Masing Varietas	28
4.3 Keuntungan Masing-Masing Varietas	29
4.4 Jumlah Benih yang Digunakan untuk Setiap Hektar	30
4.5 Jumlah Pupuk Organik yang Digunakan untuk Setiap Hektar.....	31
4.6 Jumlah Pupuk SP-36 yang Digunakan untuk Setiap Hektar.....	32
4.7 Jumlah Pupuk Urea yang Digunakan untuk Setiap Hektar.....	33
4.8 Jumlah Pupuk Potash yang Digunakan untuk Setiap Hektar.....	33
4.9 Jumlah Pestisida yang Digunakan untuk Setiap Hektar.....	34
4.10 Jumlah Biaya Tenaga Kerja untuk Setiap Hektar	35
4.11 Analisis Biaya Produksi yang Digunakan	36
4.12 Analisis Sensitivitas	46
4.13 Nilai Variabel Keputusan Berdasarkan Hasil Optimasi	55
4.14 Hasil Optimasi dengan Memaksimalkan Luas Lahan	57

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Hasil Perhitungan Masing-Masing Varietas Setelah Dioptimasi	62
B. Perhitungan Perubahan Vektor	64
C. Perhitungan Perubahan Ruas Kanan Faktor-Faktor Produksi	65
D. Hasil Simulasi	70



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemrograman linier merupakan suatu model yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah pengalokasian sumber-sumber terbatas secara optimal. Persoalan yang terdapat dalam pemrograman linier selalu berkaitan dengan masalah optimasi, yaitu memaksimalkan atau meminimumkan suatu fungsi linier yang mewakili suatu tujuan atau sasaran dengan memperhatikan kendala-kendala linier baik berupa persamaan atau pertidaksamaan. Pemrograman linier sebagai alat riset dapat digunakan dalam situasi kehidupan nyata salah satunya pada bidang pertanian.

Dalam bidang pertanian, padi merupakan tanaman yang paling banyak di tanam di Indonesia karena beras adalah makanan pokok manusia. Lebih dari setengah populasi dunia bergantung pada beras sebagai makanan untuk sumber kalori dan protein. Semakin pesatnya perkembangan jumlah penduduk di Indonesia, produksi beras harus ditingkatkan menggunakan praktek pengelolaan tanaman yang baik sehingga diperoleh produksi yang tinggi. Lahan merupakan salah satu faktor produksi yang ketersediaannya menjadi salah satu syarat untuk berlangsungnya proses produksi di bidang pertanian. Pemanfaatan lahan pertanian secara produktif sangat menentukan terhadap produktivitas tanaman padi khususnya beras sebagai sumber kalori dan protein.

Pada dasarnya, dalam produktivitas tanaman padi mengharapkan penghasilan yang sebesar-besarnya dan pengeluaran yang sekecil-kecilnya. Tetapi hal seperti ini sulit didapatkan karena kedua masalah tersebut saling bertentangan. Oleh karena itu, dikembangkan suatu model yang dapat merangkum tujuan-tujuan tersebut sehingga diperoleh kombinasi solusi yang optimal. Masalah seperti ini disebut dengan *goal programming*.

Pada tahun 1961, A. Charnes dan W. M. Cooper mempopulerkan model *goal programming*. Model ini mampu menyelesaikan permasalahan pemrograman linier yang memiliki lebih dari satu tujuan atau sasaran yang hendak dicapai dan fungsi kendala merupakan tujuan. Model *goal programming* merupakan model perluasan dari pemrograman linier. *Goal programming* merupakan suatu model pemecahan masalah dengan cara meminimumkan penyimpangan-penyimpangan dari masing-masing tujuan yang ada. Dalam *goal programming* terdapat sepasang variabel yang dinamakan variabel deviasional yang berfungsi untuk menampung penyimpangan atau deviasi yang akan terjadi pada ruas kiri suatu persamaan kendala terhadap nilai ruas kanannya. Agar deviasi itu minimum, maka variabel deviasional di dalam fungsi tujuan harus diminimumkan.

Dalam perkembangannya, didalam *goal programming* terdapat metode yang dapat digunakan yaitu metode prioritas (*preemptive goal programming*) dan metode pembobotan (*weighted goal programming*). Metode prioritas (*preemptive goal programming*) merupakan metode yang digunakan dimana pembuat keputusan harus mengurutkan semua fungsi tujuan berdasarkan prioritas. Proses pengurutan fungsi-fungsi tujuan tersebut dimaksudkan agar solusi dari proses pencarian nilai optimal fungsi-fungsi tujuan prioritas paling tinggi didapatkan terlebih dahulu kemudian dilanjutkan proses pencarian nilai optimal dari fungsi-fungsi tujuan yang berprioritas lebih rendah. Sedangkan metode pembobotan (*weighted goal programming*) merupakan metode yang digunakan untuk mengubah fungsi dengan banyak tujuan menjadi fungsi tujuan tunggal dengan memberi bobot pada masing-masing variabel simpangan. Kedua metode tersebut dapat dikombinasikan menjadi satu model *goal programming* yang disebut dengan *preemptive weighted goal programming*. Metode ini digunakan untuk permasalahan fungsi tujuan lebih dari satu yang memiliki prioritas dan bobot pada masing-masing variabel simpangannya.

Masalah yang sudah dirumuskan dalam model *goal programming* selanjutnya diselesaikan dengan metode simpleks yang dimodifikasi. Metode simpleks adalah suatu metode yang secara sistematis dimulai dari suatu penyelesaian dasar yang

fisibel ke pemecahan dasar fisibel lainnya, yang dilakukan berulang-ulang (iteratif) sehingga tercapai suatu penyelesaian optimum.

Penelitian sebelumnya tentang *goal programming*, dilakukan oleh Barokah (2004) mengenai optimasi kombinasi produk dengan metode *goal programming*. Pada kajian tersebut menunjukkan bahwa dengan metode *goal programming* diperoleh kombinasi produk optimal yang menyelesaikan dua tujuan sekaligus yaitu meminimalkan pemasakan dan memaksimalkan penjualan dengan cara meminimalkan penyimpangan yang tidak diinginkan dari tujuan-tujuan. Penelitian lain dilakukan oleh Munadzirah (2008) mengenai metode *Non-Archimedean Goal Programming* untuk penyelesaian *multiobjective linear programming*. Pada kajian tersebut menunjukkan bahwa dengan metode *goal programming* prioritas-prioritas pada fungsi sasaran dapat dicapai sesuai dengan urutan prioritasnya.

Berdasarkan uraian di atas, pada penelitian ini penulis akan mengoptimisasi produktivitas tanaman padi dengan *preemptive weighted goal programming*. Pada penyelesaian masalah tersebut diharapkan dapat memberi pengetahuan kepada pembaca untuk menyelesaikan permasalahan program linier lebih dari satu tujuan yang memiliki prioritas dan bobot pada masing-masing variabel simpangannya.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas pada penulisan tugas akhir ini adalah:

- a. bagaimana model *goal programming* untuk meminimumkan penyimpangan-penyimpangan yang tidak diharapkan pada optimalisasi produktivitas tanaman padi?
- b. bagaimana hasil optimalisasi produktivitas tanaman padi dengan *preemptive weighted goal programming*?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penulisan tugas akhir ini adalah faktor cuaca dan kesuburan tanah diasumsikan tidak mempengaruhi proses produksi.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah:

- a. mengetahui model *goal programming* untuk permasalahan optimalisasi produktivitas tanaman padi;
- b. mengetahui hasil yang di dapat pada optimalisasi produktivitas tanaman padi dengan *preemptive weighted goal programming*.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian tugas akhir ini adalah memberikan wawasan baru tentang penyelesaian optimasi suatu masalah lebih dari satu tujuan yang memiliki prioritas dan bobot dan penerapannya pada optimalisasi produktivitas tanaman padi.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pemrograman linier

Pemrograman linier yang diterjemahkan dari *Linear Programming* (LP) adalah suatu cara untuk menyelesaikan persoalan pengalokasian sumber-sumber yang terbatas untuk mencapai suatu tujuan seperti memaksimumkan keuntungan atau meminimumkan biaya. Persoalan pengalokasian ini akan muncul manakala seseorang harus memilih tingkat kegiatan tertentu yang bersaing dalam hal penggunaan sumber daya langka yang dibutuhkan untuk melaksanakan kegiatan tersebut. Dengan kata lain pemrograman linier merupakan perencanaan kegiatan-kegiatan untuk memperoleh suatu hasil yang optimum, yaitu suatu hasil yang mencapai tujuan terbaik.

Dalam membangun model dari formulasi persoalan pemrograman linier terdapat beberapa karakteristik yang digunakan, yaitu :

a. Variabel keputusan

Variabel keputusan adalah variabel yang menguraikan secara lengkap keputusan-keputusan yang akan dibuat.

b. Fungsi tujuan

Fungsi tujuan merupakan fungsi dari variabel keputusan yang akan dimaksimumkan atau diminimumkan.

c. Pembatas

Pembatas merupakan kendala yang dihadapi sehingga harga-harga variabel keputusan tidak dapat ditentukan secara sembarang. Koefisien dari variabel keputusan pada pembatas disebut dengan koefisien teknologis, sedangkan bilangan yang ada di sisi kanan setiap pembatas disebut ruas kanan pembatas.

d. Pembatas tanda

Pembatas tanda adalah pembatas yang menjelaskan apakah variabel-variabel keputusannya diasumsikan berharga positif atau negatif.

Bentuk umum dari model pemrograman linier adalah sebagai berikut:

Fungsi tujuan (maksimumkan/minimumkan):

$$z = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n$$

dengan kendala :

$$a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + \dots + a_{1n} x_n [\leq = \geq] b_1$$

$$a_{21} x_1 + a_{22} x_2 + \dots + a_{2n} x_n [\leq = \geq] b_2$$

⋮

$$a_{m1} x_1 + a_{m2} x_2 + \dots + a_{mn} x_n [\leq = \geq] b_m$$

dan

$$x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0$$

dimana:

z = fungsi tujuan

x_j = banyaknya kegiatan ke- j dimana $j = 1, 2, \dots, n$

c_j = koefisien per unit kegiatan ke- j dimana $j = 1, 2, \dots, n$

b_i = jumlah sumber daya ke- i dimana $i = 1, 2, \dots, m$

a_{ij} = banyaknya sumber daya ke- i yang digunakan untuk setiap x_j dimana $i = 1, 2, \dots, m$ dan $j = 1, 2, \dots, n$

m = macam batasan-batasan sumber atau fasilitas yang tersedia

n = macam kegiatan-kegiatan yang menggunakan sumber atau fasilitas tersebut

i = macam-macam sumber fasilitas yang tersedia

j = macam-macam kegiatan yang menggunakan sumber daya yang tersedia

(Dimiyati dan Dimiyati, 1994).

2.2 Multiobjective Linear Programming

Multiobjective linear programming adalah masalah optimasi yang merupakan modifikasi dari pemrograman linier. Apabila terdapat permasalahan yang memiliki beberapa tujuan yang hendak dicapai, maka pemrograman linier tidak dapat digunakan. Oleh karena itu diperlukan alat analisis yang tepat yaitu *multiobjective linear programming*. Secara matematis, model *multiobjective linear programming* yang memiliki m fungsi tujuan berbentuk sebagai berikut:

$$\text{Max/Min} \left\{ \begin{array}{l} z_1 = c_{11} x_1 + c_{12} x_2 + \dots + c_{1n} x_n \\ z_2 = c_{21} x_1 + c_{22} x_2 + \dots + c_{2n} x_n \\ z_3 = c_{31} x_1 + c_{32} x_2 + \dots + c_{3n} x_n \\ \vdots \\ z_m = c_{m1} x_1 + c_{m2} x_2 + \dots + c_{mn} x_n \end{array} \right\} \quad (2.1)$$

dengan kendala :

$$\begin{array}{l} a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + \dots + a_{1n} x_n [\leq = \geq] b_1 \\ a_{21} x_1 + a_{22} x_2 + \dots + a_{2n} x_n [\leq = \geq] b_2 \\ \vdots \\ a_{m1} x_1 + a_{m2} x_2 + \dots + a_{mn} x_n [\leq = \geq] b_m \end{array}$$

dan

$$x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0$$

dimana:

z = fungsi tujuan

x_j = banyaknya kegiatan ke- j dimana $j = 1, 2, \dots, n$

c_j = koefisien per unit kegiatan ke- j dimana $j = 1, 2, \dots, n$

b_i = jumlah sumber daya ke- i dimana $i = 1, 2, \dots, m$

a_{ij} = banyaknya sumber daya ke- i yang digunakan untuk setiap x_j dimana $i = 1, 2, \dots, m$ dan $j = 1, 2, \dots, n$

m = macam batasan-batasan sumber atau fasilitas yang tersedia

n = macam kegiatan-kegiatan yang menggunakan sumber atau fasilitas tersebut

i = macam-macam sumber fasilitas yang tersedia

j = macam-macam kegiatan yang menggunakan sumber yang tersedia.

2.3 Goal Programming

Goal programming adalah salah satu model matematis yang dipakai sebagai dasar dalam mengambil keputusan untuk menganalisis dan membuat solusi persoalan yang melibatkan banyak tujuan sehingga diperoleh alternatif pemecahan masalah yang optimal. Metode *goal programming* mempunyai kemampuan untuk mencapai solusi optimal antara aspek-aspek yang bertentangan sehingga sangat potensial digunakan untuk perencanaan produksi yang merupakan masalah kompleks karena mengandung sasaran yang berbeda dan kompleks (Anis dan Utami, 2007).

Model *goal programming* merupakan perluasan dari model pemrograman linier yang dikembangkan oleh A. Charnes dan W. M. Cooper pada tahun 1956. Pemrograman linier adalah sebuah metode matematis yang berkarakteristik linier untuk menemukan suatu penyelesaian optimal dengan cara meminimumkan atau memaksimumkan fungsi tujuan terhadap satu kendala susunan. Model pemrograman linier mempunyai tiga unsur utama yaitu variabel keputusan, fungsi tujuan dan fungsi kendala.

Dalam *goal programming* semua tujuan digabungkan dalam sebuah fungsi tujuan dan model *goal programming* seluruhnya terdiri dari fungsi linier. Untuk mengekspresikan tujuan itu ditulis dalam bentuk fungsi kendala (*constraint*) dengan memasukkan suatu variabel simpangan (*deviational variable*) dalam kendala itu dan menggabungkan variabel simpangan dalam sebuah fungsi tujuan.

Fungsi tujuan dalam *goal programming* bertujuan untuk meminimumkan penyimpangan-penyimpangan yang tidak diinginkan dari tujuan-tujuan. Karena penyimpangan yang tidak diinginkan dari tujuan-tujuan itu diminimumkan, sebuah model *goal programming* dapat menangani aneka ragam tujuan dengan dimensi atau ukuran yang berbeda (Hillier dan Lieberman, 1994).

2.3.1 Istilah-Istilah dalam *Goal Programming*

Beberapa definisi dari istilah yang digunakan dalam *goal programming* yaitu:

a. Variabel Keputusan (*Decision variables*)

Variabel keputusan (*Decision variables*) adalah seperangkat variabel yang tidak diketahui yang berada di bawah kontrol pengambilan keputusan, yang berpengaruh terhadap solusi permasalahan dan keputusan yang akan diambil. Biasanya dilambangkan dengan X_j , dimana $j = 1, 2, \dots, k$.

b. Nilai Sisi Kanan (*Right Hand Sides Values/ RHS*)

Nilai sisi kanan (*Right Hand Sides Values/ RHS*) menunjukkan nilai tujuan ke- p yang akan ditentukan kekurangannya atau kelebihanannya dari tujuan yang diinginkan. Biasanya dilambangkan dengan b_p , dimana $p = 1, 2, \dots, M$.

c. Tujuan (*Goal*)

Tujuan (*goal*) yaitu keinginan untuk meminimumkan angka penyimpangan dari suatu nilai *RHS* pada suatu *goal constraint* tertentu.

d. Kendala Tujuan (*Goal Constraint*)

Kendala tujuan (*goal constraint*) yaitu tujuan yang diekspresikan dalam persamaan matematik dengan memasukkan variabel simpangan.

e. Variabel Simpangan (*Deviation Variable*)

Variabel simpangan (*deviation variable*) yaitu variabel-variabel yang menunjukkan kemungkinan penyimpangan negatif atau penyimpangan positif dari suatu nilai *RHS* kendala tujuan. Variabel penyimpangan negatif berfungsi untuk menampung penyimpangan yang berada di bawah sasaran yang dikehendaki, sedangkan variabel penyimpangan positif berfungsi untuk menampung penyimpangan yang berada di atas sasaran yang dikehendaki. Biasanya dilambangkan dengan d_p^- untuk penyimpangan negatif dan d_p^+ untuk penyimpangan positif.

f. Faktor Prioritas

Faktor prioritas adalah suatu sistem urutan yang memungkinkan tujuan-tujuan disusun secara ordinal dalam model *goal programming*.

g. Faktor Pembobotan

Bobot adalah timbangan matematik yang diekspresikan dengan angka kardinal dan digunakan untuk membedakan variabel simpangan didalam suatu tingkat prioritas.

h. Koefisien Teknologi (*Technology Coefficient*)

Koefisien teknologi (*technology coefficient*) merupakan nilai-nilai numerik yang dilambangkan dengan a_{ij} yang akan dikombinasikan dengan variabel keputusan dimana akan menunjukkan penggunaan terhadap pemenuhan nilai kanan.

2.3.2 Model Umum *Goal Programming*

Menurut Markland (1987) model umum dari *goal programming* di dalam strukturnya adalah sebagai berikut:

a. Fungsi Tujuan

Meminimumkan:

$$Z = \sum_{p=1}^M d_p^- - d_p^+ \quad (2.2)$$

dengan,

d_p^+ = penyimpangan atas ke- p ;

d_p^- = penyimpangan bawah ke- p .

b. Kendala Tujuan

Kendala tujuan:

$$\sum_{j=1}^n a_{pj}x_j + d_p^- - d_p^+ = b_p \quad (2.3)$$

untuk $p = 1, 2, \dots, M$ dan $j = 1, 2, \dots, n$

dengan,

a_{pj} = koefisien yang berhubungan dengan X_j untuk tujuan ke- p ;

x_j = variabel keputusan ke- j ;

b_p = nilai tujuan ke- p .

c. Kendala non negatif

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

2.3.3 Metode Penyelesaian *Goal Programming*

Dalam menyelesaikan permasalahan *goal programming* terdapat dua metode dimana kedua metode sama-sama menggabungkan tujuan yang banyak menjadi tujuan tunggal. Kedua metode tersebut yaitu:

a. *Preemptive Goal Programming*

Menurut Hillier dan Lieberman (1994) program tujuan preemptif (*Preemptive Goal Programming*) adalah program tujuan dimana masing-masing tujuan memiliki urutan tingkat prioritas. Apabila terdapat tujuan yang berlainan dan tujuan-tujuan tersebut saling bertentangan maka dapat dimungkinkan untuk menentukan tujuan yang diutamakan atau diprioritaskan. Pembagian prioritas tersebut yang dikatakan sebagai pengutamaan (*preemptive*) yaitu mendahulukan tercapainya kepuasan pada sesuatu tujuan yang telah diberikan prioritas utama sebelum menuju kepada prioritas-prioritas berikutnya.

Dalam hal ini faktor prioritas tersebut dinyatakan sebagai P_k untuk $k = 1, 2, \dots, k$. Faktor-faktor prioritas tersebut memiliki hubungan sebagai berikut:

$$P_1 \ggg P_2 \ggg P_k \ggg P_{k+1}$$

dimana \ggg berarti “jauh lebih tinggi daripada”. Hubungan prioritas tersebut menunjukkan bahwa walaupun faktor prioritas digandakan atau dikalikan sebanyak n kali (dimana $n > 0$), namun faktor yang diprioritaskan tersebut akan tetap menjadi yang teratas.

Dengan demikian, model umum *goal programming* dengan urutan prioritas dapat dirumuskan sebagai berikut:

Meminimumkan :

$$Z = \sum_{i=1}^m P_i (d_i^- - d_i^+) \quad (2.4)$$

dengan kendala tujuan:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j + d_i^- - d_i^+ = b_i \quad (2.5)$$

untuk $i = 1, 2, \dots, m$ dan $j = 1, 2, \dots, n$

dan

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

dimana,

P_i = faktor prioritas pada tujuan ke- i ;

d_i^+ = penyimpangan atas ke- i ;

d_i^- = penyimpangan bawah ke- i .

b. *Weighted Goal Programming*

Weighted Goal Programming merupakan metode yang digunakan untuk meminimumkan fungsi tujuan lebih dari satu menggunakan teknik pembobotan. Pada metode ini masing-masing variabel simpangan pada fungsi tujuan dapat diberikan bobot yang berbeda-beda sesuai dengan kepentingan. Tujuan yang paling penting mempunyai nilai bobot yang paling besar. Misalkan dalam model *goal programming* terdapat n tujuan pada fungsi tujuan ke- i diberikan fungsi sebagai berikut:

$$\text{Optimumkan } G_k \text{ dimana } k = 1, 2, \dots, n$$

Bentuk kombinasi dari fungsi tujuan dengan metode pembobotan adalah:

$$\text{Meminimumkan: } Z = w_1G_1 + w_2G_2 + \dots + w_nG_n$$

dengan demikian, bentuk sistematis dari *goal programming* dengan metode pembobotan adalah sebagai berikut:

Meminimumkan:

$$Z = \sum_{i=1}^m w_i(d_i^- - d_i^+) \quad (2.6)$$

dengan kendala tujuan:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j + d_i^- - d_i^+ = b_i \quad (2.7)$$

untuk $i = 1, 2, \dots, m$ dan $j = 1, 2, \dots, n$

dan

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

dimana,

w_i^- = bobot yang diberikan kepada suatu penyimpangan terhadap tujuan b_i

w_i^+ = bobot yang diberikan kepada suatu penyimpangan terhadap tujuan b_i

d_i^+ = penyimpangan atas ke- p ;

d_i^- = penyimpangan bawah ke- p

(Taha, 1996).

2.3.4 Preemptive Weighted Goal Programming

Terkadang pengambil keputusan dihadapkan pada beberapa tujuan dengan urutan prioritas yang sama adalah lebih penting dibandingkan tujuan-tujuan lain. Dengan demikian, perlu digunakan bobot yang belainan untuk mencerminkan beda kepentingan dalam tingkat prioritas yang sama. *Preemptive weighted goal programming* digunakan untuk permasalahan fungsi tujuan lebih dari satu yang memiliki prioritas dan bobot pada masing-masing variabel simpangannya. Dalam *preemptive weighted goal programming*, tujuan-tujuan tersebut diurutkan dan variabel simpangan pada setiap tingkat prioritas dibedakan dengan menggunakan bobot yang belainan. Sehingga fungsi tujuan yang akan digunakan tergantung pada situasi masalahnya. Bentuk sistematis dari *preemptive weighted goal programming* adalah:

Meminimumkan :

$$Z = \sum_{i=1}^m P_i [\sum_{k=1}^K (w_{ik}^- d_i^- - w_{ik}^+ d_i^+)] \quad (2.8)$$

dengan kendala:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j + d_i^- - d_i^+ = b_i \quad (2.9)$$

untuk $i = 1, 2, \dots, m$ dan $j = 1, 2, \dots, n$.

dimana w_{ik}^+ dan w_{ik}^- merupakan bobot yang diberikan untuk setiap variabel simpangan. Sedangkan P_i merupakan prioritas yang diberikan untuk masing-masing fungsi tujuan (Charnes dan Cooper, 1997).

2.4 Metode Simpleks yang Dimodifikasi

Pada tahun 1947 George B. Dantzig mengembangkan algoritma simpleks untuk menyelesaikan kasus-kasus pemrograman linier yang lebih rumit. Algoritma ini bukan hanya menghasilkan penyelesaian optimal seperti apa yang biasa dilakukan oleh analisis geometri tetapi juga menghasilkan informasi tambahan yang sangat bermanfaat yaitu *shadow price* atau *dual price*. Algoritma ini menjadi dasar bagi pengembangan analisis pasca optimal yang akan mengenai sensitivitas parameter-parameter model. Di samping itu, penyelesaian kasus pemrograman linear dengan algoritma simpleks akan menjadi dasar yang sangat diperlukan untuk memahami hasil olahan program komputer.

Algoritma simpleks adalah sebuah prosedur matematis berulang untuk menemukan penyelesaian optimal soal pemrograman linier dengan cara menguji titik-titik sudutnya. Prosedur berulang berarti cara yang sama digunakan di dalam pengujian yang memenuhi seluruh kendala dan menghasilkan nilai tujuan ekstrem. Di dalam metode simpleks, setiap pengujian titik sudut membutuhkan bantuan sebuah tabel untuk menentukan apakah nilai ekstrem tujuan telah dicapai. Tabel ini dinamakan tabel simpleks. Proses ini akan berulang hingga ditemukan sebuah titik sudut yang akan menghasilkan nilai tujuan ekstrem. Tabel di mana nilai tujuan ekstrem ini ditemukan disebut tabel simpleks optimal (Siswanto, 2007).

Di dalam menyelesaikan persoalan optimasi dengan menggunakan metode simpleks, harus memenuhi kriteria-kriteria berikut.

- a. Seluruh kendala berbentuk persamaan (=). Apabila kendala berbentuk pertidaksamaan, maka harus diubah ke bentuk persamaan dengan penambahan variabel slack secukupnya. Koefisien variabel slack dalam fungsi sasaran = 0;

- b. Semua ruas kanan kendala tidak boleh negatif. Apabila ada kendala yang ruas kanan bernilai negatif maka harus diubah dulu menjadi tak negatif dengan mengalikan kendala tersebut dengan (-1) (Siang, 2011).

Dalam perkembangannya, metode simpleks telah dimodifikasi. Tujuan dari metode simpleks yang telah dimodifikasi adalah untuk menyelesaikan masalah-masalah program tujuan yang memiliki prioritas. Menurut Lasmanah (2003) dalam tabel simpleks yang telah dimodifikasi untuk *goal programming*, variabel model ditempatkan paling atas. Kemudian dimulai dengan kolom variabel-variabel keputusan, lalu variabel penyimpangan yang negatif dan variabel penyimpangan positif. Komponen yang dibutuhkan pada modifikasi metode simpleks yaitu:

- a. nilai pada baris $c_j - z_j$;
- b. kolom pemutar (variabel yang akan masuk basis);
- c. variabel basis;
- d. nilai konstanta ruas kanan yang berkorespondensi dengan variabel basis.

Adapun langkah-langkah dalam modifikasi metode simpleks sebagai berikut.

- a. Menetapkan tabel awal menggunakan penyimpangan permulaan variabel-variabel solusi dasar yang layak. Kemudian hitung nilai $c_j - z_j$;
- b. Menentukan kolom pemutar dengan cara memilih kolom yang mempunyai nilai negatif maksimum pada prioritas tertinggi;
- c. Menentukan baris pemutar dari rasio nilai positif terkecil atau nol membagi nilai. Cara mencari rasio yaitu dengan membagi kolom b_i dengan kolom pemutar;
- d. Menghitung nilai baris pemutar baru dengan cara :
nilai baris pemutar lama dibagi dengan nomor pemutar;
- e. Menghitung semua nilai baris dengan cara :
nilai baris tabel lama dikurangi hasil dari perhitungan koefisien kolom pemutar yang berhubungan kali dengan nilai baris pemutar tabel baru yang berhubungan;
- f. Menghitung baris $c_j - z_j$ yang baru;

- g. Menentukan apakah solusi baru merupakan solusi yang dicari dengan cara menguji baris-baris $c_j - z_j$. Apabila tidak ada nilai negatif pada tingkat prioritas tertinggi, maka solusi untuk prioritas tertinggi telah dicapai dan dilanjutkan untuk prioritas selanjutnya. Tetapi apabila kondisi tersebut tidak terpenuhi, maka kembali pada langkah dua dan ulangi langkah modifikasi metode simpleks sampai tidak ada nilai negatif pada tiap tingkat prioritas.

Tabel 2.1 Tabel Awal Metode Simpleks yang Dimodifikasi

CB	C_j	C_1	...						C_n	
	VB	X_1	...	X_n	d_1^-	d_1^+	...	d_m^-	d_m^-	b_i
P_1	d_1^-	a_{11}	...	a_{1n}	1	-1	...	0	0	b_1
P_2	d_2^-	a_{21}		a_{2n}	0	0	...	0	0	b_2
\vdots	\vdots	\vdots		\vdots	0	0	...	0	0	\vdots
P_m	d_m^-	a_{m1}	...	a_{mn}	0	0	...	1	-1	b_m
P_1	Z_j	a_{11}	...	a_{1n}	1	-1	...	0	0	b_1
	$c_j - z_j$	$c_1 - a_{11}$...						$C_n - 0$	
P_2	Z_j	a_{21}	...	a_{2n}	0	0	...	0	0	b_2
	$c_j - z_j$	$c_1 - a_{21}$...						$C_n - 0$	
	\vdots								\vdots	
	\vdots								\vdots	
P_m	Z_j	a_{m1}	...	a_{mn}	0	0	...	1	-1	b_m
	$c_j - z_j$	$c_1 - a_{m1}$...						$C_n - 0$	

2.5 Analisis Sensitivitas

Seorang analisis jarang dapat menentukan parameter model program linier seperti (c_j, b_j, a_{ij}) dengan pasti karena nilai parameter ini adalah fungsi dari beberapa *uncontrolable variable*. Sementara itu solusi optimal model program linier didasarkan pada parameter tersebut. Akibatnya analisis perlu mengamati pengaruh perubahan parameter tersebut terhadap solusi optimal. Analisa perubahan parameter dan pengaruhnya terhadap solusi program linier dinamakan *post optimality analysis*. Istilah *post optimality* menunjukkan seperangkat nilai parameter setelah diperoleh solusi optimal, dengan mengasumsikan seperangkat nilai parameter yang digunakan dalam model. *Post optimal* merupakan suatu usaha untuk mempelajari nilai-nilai dari peubah-peubah pengambilan keputusan dalam suatu model matematika jika satu atau beberapa atau semua parameter model tersebut berubah atau menjelaskan pengaruh perubahan data terhadap penyelesaian optimal yang sudah ada.

Dalam dunia pengelolaan dan kehidupan nyata, selalu dihadapkan pada pertanyaan seperti apa yang akan terjadi jika terdapat perubahan. Persoalan peluang dan ketidakpastian pertanyaan tersebut harus dijawab dalam rangka meyakinkan pendirian terhadap suatu yang akan diputuskan kelak. Dengan demikian hasil yang diharapkan tersebut adalah hasil yang memang paling mungkin dan mendekati perkiraan yang paling tepat (Mulyono,1999).

Dalam pemrograman linier yang telah diselesaikan dan telah menghasilkan solusi optimal belum berarti permasalahan telah selesai. Masih terdapat kemungkinan-kemungkinan yang dapat terjadi sebagai akibat perubahan-perubahan pada bagian tertentu. Perubahan-perubahan tersebut dapat berupa suatu parameter, sehingga sejauh mana perubahan tersebut dapat berubah agar tetap menghasilkan solusi optimal. Misalnya perubahan pada pembatas kendala, koefisien pada kendala, koefisien fungsi tujuan, penambahan variabel baru, dan penambahan kendala baru. Semua perubahan tersebut tentunya berpengaruh terhadap hasil solusi optimum yang telah ada. Salah satu perubahan dapat terjadi tentunya proses tahapan dalam metode

simpleks akan dilakukan kembali. Kondisi demikian tentu memberikan waktu yang lama dan pekerjaan dimulai dari awal kembali. Untuk mengatasi perubahan yang demikian maka diperlukan suatu alat analisis yang digunakan agar proses perhitungan tidak dilakukan dari awal apabila terjadi perubahan-perubahan seperti yang telah disebutkan diatas. Alat analisis yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan pendekatan analisis sensitivitas. Analisis sensitivitas digunakan untuk menghindari perhitungan ulang apabila terjadi perubahan-perubahan satu atau beberapa koefisien pada saat penyelesaian optimal telah tercapai. Hal ini dapat dilakukan dengan catatan tersedianya matriks kunci pada tabel simpleks optimum tersebut. Pada prinsipnya terdapat beberapa perubahan yang mungkin terjadi yang dapat dijawab melalui analisis sensitivitas yaitu:

- a. perubahan pada koefisien tujuan, baik pada koefisien basis atau bukan basis;
- b. perubahan pada kendala, baik kapasitas atau koefisien;
- c. penambahan variabel keputusan baru;
- d. penambahan kendala atau batasan yang baru.

(Wijaya, 2012).

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data analisa usaha tani tanaman padi dalam 1 hektar lahan pertanian pada tahun 2014. Data ini diperoleh dari Dinas Pertanian Kabupaten Jember dan data hasil wawancara dengan petani. Data yang diambil adalah data analisis produksi berupa jenis benih, pupuk Organik, pupuk SP-36, pupuk Urea, pupuk Potash, pestisida, biaya tenaga kerja, biaya produksi, hasil produksi, nilai produksi dan keuntungan. Jenis varietas yang ditanam yaitu varietas Ciherang, varietas Cibogo dan varietas IR 64. Total luas lahan pertanian yang diolah oleh kelompok tani di Dusun Karang Semanding, Kecamatan Balung sebesar 1.201 hektar. Data tersebut disajikan dalam Tabel 3.1

Tabel 3.1 Data Penelitian

	Jenis Varietas			Target untuk total luas lahan
	Ciherang	Cibogo	IR 64	
Penggunaan Benih (Kg/hektar)	50	50	50	30.025
Penggunaan Pupuk Organik (Kg/hektar)	220	240	200	240.200
Penggunaan Pupuk SP-36 (Kg/hektar)	160	200	120	90.075
Penggunaan Pupuk Urea (Kg/hektar)	240	280	200	240.200
Penggunaan Pupuk Potash (Kg/hektar)	220	240	200	60.050
Penggunaan Pestisida	1	2	1	1.201

(Liter/hektar)				
Biaya Tenaga Kerja	3.125.000	3.125.000	3.125.000	3.302.750.000
(Rp/hektar)				
Biaya Produksi (Rp/hektar)	10.287.000	10.675.000	10.050.000	18.015.000.000
Hasil Produksi (Kg/hektar)	7000	8000	7000	9.608.000
Nilai Produksi (Rp/hektar)	30.100.000	28.800.000	27.300.000	43.236.000.000
Keuntungan (Rp/hektar)	19.812.000	18.125.000	17.250.000	24.020.000.000

3.2 Langkah-langkah Penelitian

Langkah-langkah yang akan dilakukan dalam menyelesaikan permasalahan optimalisasi produktivitas tanaman padi menggunakan *preemptive weighted goal programming* yaitu :

- a. Studi literatur yang dilakukan pada penelitian ini adalah mempelajari mengenai pemrograman linier, analisis sensitivitas, *multiobjective linear programming*, *goal programming*, *preemptive weighted goal programming*, dan metode simpleks yang dimodifikasi;
- b. Pengumpulan data diperoleh dari Dinas Pertanian Kabupaten Jember dan hasil wawancara;
- c. Mengolah data menggunakan *preemptive weighted goal programming*;

- 1) Menentukan variabel keputusan

Variabel keputusan untuk optimalisasi produktivitas tanaman padi yaitu

x_1 = luas lahan yang ditanami Varietas Ciherang

x_2 = luas lahan yang ditanami Varietas Cibogo

x_3 = luas lahan yang ditanami Varietas IR 64

- 2) Menentukan kendala tujuan

Kendala tujuan meliputi kendala penggunaan benih, pupuk Organik, pupuk SP-36, pupuk Urea, pupuk Potash, pestisida, biaya tenaga kerja dan biaya produksi, kendala hasil produksi tanaman padi, kendala nilai produksi, kendala keuntungan dan kendala penggunaan total luas lahan pertanian.

Formulasi kendala tujuan sebagai berikut:

- (1) Kendala tujuan memaksimalkan hasil produksi

$$a_{1i}x_i + d_1^- - d_1^+ = b_1$$

Keterangan:

a_{1i} = hasil produksi per hektar varietas i

x_i = luas lahan yang ditanami varietas i

d_1^- = penyimpangan dibawah target kendala hasil produksi

d_1^+ = penyimpangan diatas target kendala hasil produksi

b_1 = target hasil produksi

- (2) Kendala tujuan memaksimalkan nilai produksi

$$a_{2i}x_i + d_2^- - d_2^+ = b_2$$

Keterangan:

a_{2i} = nilai produksi per hektar varietas i

x_i = luas lahan yang ditanami varietas i

d_2^- = penyimpangan dibawah target kendala nilai produksi

d_2^+ = penyimpangan diatas target kendala nilai produksi

b_2 = target nilai produksi

- (3) Kendala tujuan memaksimalkan keuntungan

$$a_{3i}x_i + d_3^- - d_3^+ = b_3$$

Keterangan:

a_{3i} = keuntungan per hektar varietas i

x_i = luas lahan yang ditanami varietas i

d_3^- = penyimpangan dibawah target kendala keuntungan

d_3^+ = penyimpangan diatas target kendala keuntungan

b_3 = target keuntungan produksi

- (4) Kendala tujuan memanfaatkan secara maksimal total luas lahan

$$a_{4i}x_i + d_4^- - d_4^+ = b_4$$

Keterangan:

a_{4i} = penggunaan luas lahan varietas i

x_i = luas lahan yang ditanami varietas i

d_4^- = penyimpangan dibawah kendala ketersediaan luas lahan

d_4^+ = penyimpangan diatas kendala ketersediaan luas lahan

b_4 = jumlah ketersediaan luas lahan

(5) Kendala tujuan penggunaan benih

$$a_{5i}x_i + d_5^- - d_5^+ = b_5$$

Keterangan:

a_{5i} = penggunaan benih per hektar varietas i

x_i = luas lahan yang ditanami varietas i

d_5^- = penyimpangan dibawah target kendala penggunaan benih

d_5^+ = penyimpangan diatas target kendala penggunaan benih

b_5 = jumlah target penggunaan benih

(6) Kendala tujuan meminimalkan penggunaan pupuk Organik

$$a_{6i}x_i + d_6^- - d_6^+ = b_6$$

Keterangan:

a_{6i} = penggunaan pupuk Organik per hektar varietas i

x_i = luas lahan yang ditanami varietas i

d_6^- = penyimpangan dibawah target kendala penggunaan pupuk Organik

d_6^+ = penyimpangan diatas target kendala penggunaan pupuk Organik

b_6 = jumlah target penggunaan pupuk Organik

(7) Kendala tujuan meminimalkan penggunaan pupuk SP-36

$$a_{7i}x_i + d_7^- - d_7^+ = b_7$$

Keterangan:

a_{7i} = penggunaan pupuk SP-36 per hektar varietas i

x_i = luas lahan yang ditanami varietas i

d_7^- = penyimpangan dibawah target kendala penggunaan pupuk SP-36

d_7^+ = penyimpangan diatas target kendala penggunaan pupuk SP-36

b_7 = jumlah target penggunaan pupuk SP-36

(8) Kendala tujuan meminimalkan penggunaan pupuk Urea

$$a_{8i}x_i + d_8^- - d_8^+ = b_8$$

Keterangan:

a_{8i} = penggunaan pupuk Urea per hektar varietas i

x_i = luas lahan yang ditanami varietas i

d_8^- = penyimpangan dibawah target kendala penggunaan pupuk Urea

d_8^+ = penyimpangan diatas target kendala penggunaan pupuk Urea

b_8 = jumlah target penggunaan pupuk Urea

(9) Kendala tujuan meminimalkan penggunaan pupuk Potash

$$a_{9i}x_i + d_9^- - d_9^+ = b_9$$

Keterangan:

a_{9i} = penggunaan pupuk Potash per hektar varietas i

x_i = luas lahan yang ditanami varietas i

d_9^- = penyimpangan dibawah target kendala penggunaan pupuk Potash

d_9^+ = penyimpangan diatas target kendala penggunaan pupuk Potash

b_9 = jumlah target penggunaan pupuk Potash

(10) Kendala tujuan meminimalkan penggunaan pestisida

$$a_{10i}x_i + d_{10}^- - d_{10}^+ = b_{10}$$

Keterangan:

a_{10i} = penggunaan pestisida per hektar varietas i

x_i = luas lahan yang ditanami varietas i

d_{10}^- = penyimpangan dibawah target kendala penggunaan pestisida

d_{10}^+ = penyimpangan diatas target kendala penggunaan pestisida

b_{10} = jumlah target penggunaan pestisida

(11) Kendala tujuan meminimalkan biaya tenaga kerja

$$a_{11i}x_i + d_{11}^- - d_{11}^+ = b_{11}$$

Keterangan:

a_{11i} = biaya tenaga kerja per hektar varietas i

x_i = luas lahan yang ditanami varietas i

d_{11}^- = penyimpangan dibawah target kendala biaya tenaga kerja

d_{11}^+ = penyimpangan diatas target kendala biaya tenaga kerja

b_{11} = jumlah target biaya tenaga kerja

(12) Kendala tujuan meminimalkan biaya produksi

$$a_{12i}x_i + d_{12}^- - d_{12}^+ = b_{12}$$

Keterangan:

a_{12i} = biaya produksi per hektar varietas i

x_i = luas lahan yang ditanami varietas i

d_{12}^- = penyimpangan dibawah target kendala biaya produksi

d_{12}^+ = penyimpangan diatas target kendala biaya produksi

b_{12} = jumlah target biaya produksi

3) Menentukan fungsi tujuan

Perumusan fungsi tujuan atau sasaran yang ingin dicapai disesuaikan dengan ketersediaan sumberdaya yang ada. Fungsi tujuan yang akan digunakan dimaksudkan untuk meminimalkan penyimpangan dari masing-masing kendala yang dihadapi, sehingga nantinya diperoleh hasil untuk mengetahui jumlah produksi masing-masing varietas secara optimal berdasarkan target yang telah ditetapkan. Fungsi tujuan untuk optimalisasi produktivitas tanaman padi yaitu meminimalkan penggunaan benih, pupuk Organik, pupuk SP-36, pupuk Urea, pupuk Potash, pestisida, biaya tenaga kerja dan biaya produksi, meningkatkan hasil produksi tanaman padi, memaksimalkan nilai produksi, meningkatkan keuntungan dan memanfaatkan secara memaksimalkan penggunaan luas lahan.

4) Menentukan faktor prioritas

Tujuan–tujuan yang telah disusun diberikan prioritas. Prioritas pertama yaitu memaksimalkan hasil produksi tanaman padi, prioritas kedua yaitu memaksimalkan nilai produksi, prioritas ketiga yaitu memaksimalkan keuntungan, prioritas keempat diberikan pada tujuan memanfaatkan secara maksimal penggunaan luas lahan pertanian, meminimalkan penggunaan benih, pupuk Organik, pupuk SP-36, pupuk Urea, pupuk Potash, pestisida, biaya tenaga kerja dan biaya produksi.

5) Menentukan bobot

Pemberian bobot didasarkan sesuai dengan tujuan yang memiliki kepentingan tertinggi. Bobot yang diberikan yaitu:

- (a) Tujuan memaksimalkan hasil produksi tanaman padi diberikan bobot sebesar 7
- (b) Tujuan memaksimalkan nilai produksi tanaman padi diberikan bobot sebesar 5
- (c) Tujuan memaksimalkan keuntungan tanaman padi diberikan bobot sebesar 3
- (d) Tujuan memanfaatkan secara maksimal penggunaan luas lahan, meminimalkan penggunaan benih, pupuk Organik, pupuk SP-36, pupuk Urea, pupuk Potash, pestisida, biaya tenaga kerja dan biaya produksi diberikan bobot sebesar 1

6) Formulasi fungsi tujuan

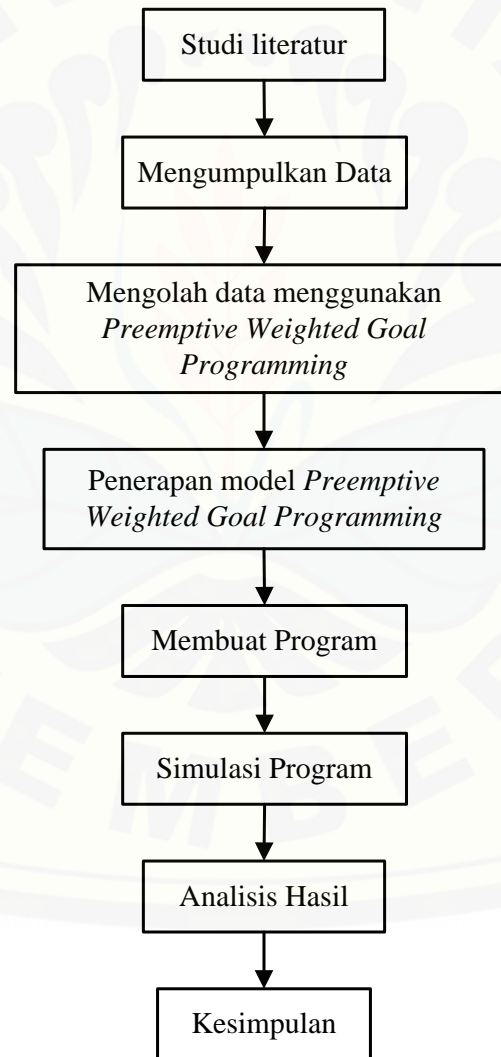
Model fungsi tujuan yang telah diberikan faktor prioritas dan bobot sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Minimumkan } Z = & 7P_1d_1^- + 5P_2d_2^- + 3P_3d_3^- + P_4d_4^- + P_4d_5^+ + P_4d_6^+ \\ & + P_4d_7^+ + P_4d_8^+ + P_4d_9^+ + P_4d_{10}^+ + P_4d_{11}^+ + P_4d_{12}^+ \end{aligned}$$

- d. Menerapkan model *preemptive weighted goal programming* pada data yang sudah diolah;

- e. Membuat program sesuai metode simpleks yang dimodifikasi menggunakan *software* Matlab;
- f. Mensimulasikan program menggunakan data yang telah dikumpulkan dari Dinas Pertanian Kabupaten Jember;
- g. Menganalisis hasil menggunakan analisis sensitivitas;
- h. Membuat kesimpulan berdasarkan hasil pada langkah e yang telah dilakukan.

Gambar 3.1 berikut menunjukkan skema langkah-langkah penyelesaian permasalahan *preemptive weighted goal programming*.



Gambar 3.1 Skema Langkah-langkah Penelitian

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada tugas akhir ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Model optimalisasi produktivitas tanaman padi dengan *preemptive weighted goal programming* merupakan program linier dengan sasaran yang ingin dicapai lebih dari satu tujuan. Dalam proses produksi terdapat prioritas dan setiap prioritas memiliki bobot sesuai kepentingan masing-masing. Bentuk model *goal programming* untuk optimalisasi produktivitas tanaman padi adalah meminimumkan penyimpangan-penyimpangan yang tidak diharapkan dari setiap kendala yaitu penyimpangan dibawah target hasil produksi, penyimpangan dibawah target nilai produksi, penyimpangan dibawah target keuntungan, penyimpangan dibawah target penggunaan luas lahan pertanian, penyimpangan diatas target penggunaan benih, penyimpangan diatas target penggunaan pupuk Organik, penyimpangan diatas target penggunaan pupuk SP-36, penyimpangan diatas target penggunaan pupuk Urea, penyimpangan diatas target penggunaan pestisida, penyimpangan diatas target biaya tenaga kerja, dan penyimpangan diatas target penggunaan biaya produksi.
2. Hasil dari optimalisasi *preemptive weighted goal programming* terdapat empat faktor yang tercapai yaitu sasaran dalam memaksimalkan hasil produksi, memaksimalkan nilai produksi, memaksimalkan keuntungan, meminimalkan biaya produksi. Agar sasaran tersebut dapat tercapai, total luas lahan pertanian harus ditambah sebesar 300,25 hektar sehingga total luas lahan yang dibutuhkan adalah 1.501,25 hektar. Sedangkan pada kenyataannya, total luas lahan yang tersedia sebesar 1.201 hektar. Apabila dalam proses produksi hanya dapat

memaksimalkan total luas lahan yang tersedia, maka beberapa target sasaran harus diperkecil. Tetapi dalam meminimalkan penggunaan sumber daya tidak dapat tercapai, dikarenakan faktor tanah dikesampingkan dalam menetapkan target sumber daya. Sehingga dalam meminimalkan penggunaan sumber daya tidak dapat dicapai secara maksimal.

5.2 Saran

Dengan melihat kesimpulan maka dalam mengoptimalkan produktivitas tanaman padi sebaiknya luas lahan pertanian ditambah sehingga mendapatkan hasil produksi serta keuntungan yang lebih sesuai dengan sasaran yang diinginkan. Dalam penelitian ini variabel keputusan yang digunakan adalah luas yang ditanami varietas Ciherang, luas yang ditanami varietas Cibogo dan luas yang ditanami varietas IR 64 sesuai dengan data dari Dinas Pertanian Jember bahwa ketiga varietas tersebut merupakan varietas yang banyak ditanam oleh petani. Sehingga masih terbuka bagi penelitian selanjutnya untuk menambah variabel keputusan dengan varietas lain yang juga ditanam oleh petani di Kabupaten Jember. Selain itu dapat dikembangkan untuk permasalahan lain yang lebih kompleks dengan pertimbangan-pertimbangan kendala yang lain yang berpengaruh terhadap tujuan-tujuan yang hendak dicapai.

DAFTAR PUSTAKA

- Anis, M. N. dan Utami, A. D. 2007. Optimasi Perencanaan Produksi dengan Metode *Goal Programming*. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri* Vol. 5 (3) : 133-143.
- Barokah, R. N. 2004. *Optimasi Kombinasi Produk dengan Metode Goal Programming*. Tidak diterbitkan. Skripsi. Jember : FMIPA Universitas Jember.
- Charnes, A. dan Cooper, W. 1997. Goal Programming And Multiple Objective Optimizations. Part1. *European Journal of Operational Research* Vol 1 : 39-54.
- Dimiyati, T. T. dan Dimiyati, A. 1994. *Operations Research Model-Model Pengambilan Keputusan*. Bandung: PT. Sinar Baru Algesindo Bandung.
- Hillier, F. S. dan Lieberman, G. J. 1994. *Pengantar Riset Operasi Edisi kelima* (Alih Bahasa Ellen Gunawan dan Ardi Wirda Mulia). Jakarta: Erlangga.
- Lasmanah. 2003. *Goal Programming* sebagai Alat Bantu Manajemen dalam Memperkirakan Target Perusahaan. *Jurnal Akutansi dan Manajemen Fakultas Ekonomi* Vol. 4 (3).
- Markland, R. E. 1987. *Quantitative Methods Applications to Managerial Decision Making*. Newyork, John Wiley and Sons.
- Mulyono, S. 1999. *Operations Research Edisi Kedua*. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Munadziroh, L. 2008. *Metode Non-Archimeden Goal Programming untuk Menyelesaikan Multiobjektif Linier Programming*. Tidak diterbitkan. Skripsi. Malang : Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Malang.
- Siang, J. J. 2011. *Riset Operasi dalam Pendekatan Algoritmis*. Jakarta: Penerbit CV. ANDI OFFSET.
- Siswanto. 2007. *Operasi Research Edisi 1*. Jakarta: Erlangga.
- Taha, H. 1996. *Riset Operasi*. Jakarta: Binarua Aksara.

Wijaya, A. 2012. *Pengantar Riset Operasi Edisi 2*. Jakarta: Penerbit Mitra Wacana Media.



LAMPIRAN

A. Hasil Perhitungan Masing-Masing Varietas Setelah Dioptimasi

(1) Hasil Produksi

$x_1 =$	0	x	7.000	=	0
$x_2 =$	1.501,25	x	8.000	=	12.010.000
$x_3 =$	0	x	7.000	=	0
		Total		=	12.010.000

(2) Nilai Produksi

$x_1 =$	0	x	30.100	=	0
$x_2 =$	1.501,25	x	28.800	=	43.236.000
$x_3 =$	0	x	27.300	=	0
		Total		=	43.236.000

(3) Keuntungan

$x_1 =$	0	x	19.775	=	0
$x_2 =$	1.501,25	x	18.125	=	27.210.156,25
$x_3 =$	0	x	17.225	=	0
		Total		=	27.210.156,25

(4) Penggunaan total Luas lahan

$x_1 =$	0	x	1	=	0
$x_2 =$	1.501,25	x	1	=	1.501,25
$x_3 =$	0	x	1	=	0
		Total		=	1.501,25

(5) Penggunaan Benih

$x_1 =$	0	x	50	=	0
$x_2 =$	1.501,25	x	50	=	75.062,5
$x_3 =$	0	x	50	=	0
		Total		=	75.062,5

(6) Penggunaan Pupuk Organik

$$\begin{array}{rclclcl}
 x_1 = & 0 & \times & 220 & = & 0 \\
 x_2 = & 31.501,25 & \times & 240 & = & 360.300 \\
 x_3 = & 0 & \times & 200 & = & 0 \\
 & & & \text{Total} & = & 360.300
 \end{array}$$

(7) Penggunaan Pupuk SP-36

$$\begin{array}{rclclcl}
 x_1 = & 0 & \times & 160 & = & 0 \\
 x_2 = & 1.501,25 & \times & 200 & = & 300.250 \\
 x_3 = & 0 & \times & 120 & = & 0 \\
 & & & \text{Total} & = & 300.250
 \end{array}$$

(8) Penggunaan Pupuk Urea

$$\begin{array}{rclclcl}
 x_1 = & 0 & \times & 240 & = & 0 \\
 x_2 = & 1.501,25 & \times & 280 & = & 420.350 \\
 x_3 = & 0 & \times & 200 & = & 0 \\
 & & & \text{Total} & = & 420.350
 \end{array}$$

(9) Penggunaan Pupuk Potash

$$\begin{array}{rclclcl}
 x_1 = & 0 & \times & 220 & = & 0 \\
 x_2 = & 1.501,25 & \times & 240 & = & 360.300 \\
 x_3 = & 0 & \times & 200 & = & 0 \\
 & & & \text{Total} & = & 360.300
 \end{array}$$

(10) Penggunaan Pestisida

$$\begin{array}{rclclcl}
 x_1 = & 0 & \times & 1 & = & 0 \\
 x_2 = & 1.501,25 & \times & 2 & = & 3.002,5 \\
 x_3 = & 0 & \times & 1 & = & 0 \\
 & & & \text{Total} & = & 3.002,5
 \end{array}$$

(11) Biaya Tenaga Kerja

$$\begin{array}{rclclcl}
 x_1 = & 0 & \times & 3.125 & = & 0 \\
 x_2 = & 1.501,25 & \times & 3.125 & = & 4.691.406,25 \\
 x_3 = & 0 & \times & 3.125 & = & 0 \\
 & & & \text{Total} & = & 4.691.406,25
 \end{array}$$

(12) Biaya Produksi

$x_1 =$	0	x	10.325	=	0
$x_2 =$	1.501,25	x	10.675	=	16.025.843,75
$x_3 =$	0	x	10.045	=	0
		Total		=	16.025.843,75

B. Perhitungan Perubahan Vektor

$$b^* = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0,2778 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,6295 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,0017 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,0083 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,0069 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,0097 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,0083 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,0001 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0,1085 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & -0,3707 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 10.000.000 \\ 43.236.000 \\ 24.020.000 \\ 1.201 \\ 30.025 \\ 240.200 \\ 90.075 \\ 240.200 \\ 60.050 \\ 1.201 \\ 3.302.750 \\ 18.015.000 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,0015 \\ 2,0100 \\ 3,1902 \\ 0,0003 \\ 0,0450 \\ 0,1201 \\ 0,2102 \\ 0,1802 \\ 0,3003 \\ 0,0018 \\ 1,3887 \\ 1,9892 \end{bmatrix}$$

C. Perhitungan Perubahan Ruas Kanan Faktor-Faktor Produksi

$$B^{-1} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0,2778 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,6295 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,0017 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,0083 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,0069 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,0097 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,0083 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,0001 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0,1085 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & -0,3707 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}$$

$$b_0 = \begin{bmatrix} b_1 \\ 43.236.000 \\ 24.020.000 \\ 1.201 \\ 30.025 \\ 240.200 \\ 90.075 \\ 240.200 \\ 60.050 \\ 1.201 \\ 3.302.750 \\ 18.015.000 \end{bmatrix}$$

$$b_1 = \begin{bmatrix} 9.608.000 \\ b_2 \\ 43.236.000 \\ 24.020.000 \\ 1.201 \\ 30.025 \\ 240.200 \\ 90.075 \\ 240.200 \\ 60.050 \\ 1.201 \\ 3.302.750 \\ 18.015.000 \end{bmatrix}$$

$$b_2 = \begin{bmatrix} 9.608.000 \\ 43.236.000 \\ b_3 \\ 1.201 \\ 30.025 \\ 240.200 \\ 90.075 \\ 240.200 \\ 60.050 \\ 1.201 \\ 3.302.750 \\ 18.015.000 \end{bmatrix}$$

$$b_3 = \begin{bmatrix} 9.608.000 \\ 43.236.000 \\ 24.020.000 \\ b_4 \\ 30.025 \\ 240.200 \\ 90.075 \\ 240.200 \\ 60.050 \\ 1.201 \\ 3.302.750 \\ 18.015.000 \end{bmatrix}$$

$$b_4 = \begin{bmatrix} 9.608.000 \\ 43.236.000 \\ 24.020.000 \\ 1.201 \\ b_5 \\ 240.200 \\ 90.075 \\ 240.200 \\ 60.050 \\ 1.201 \\ 3.302.750 \\ 18.015.000 \end{bmatrix}$$

$$b_5 = \begin{bmatrix} 9.608.000 \\ 43.236.000 \\ 24.020.000 \\ 1.201 \\ 30.025 \\ b_6 \\ 90.075 \\ 240.200 \\ 60.050 \\ 1.201 \\ 3.302.750 \\ 18.015.000 \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned}
 b_6 &= \begin{bmatrix} 9.608.000 \\ 43.236.000 \\ 24.020.000 \\ 1.201 \\ 30.025 \\ 240.200 \\ b_7 \\ 240.200 \\ 60.050 \\ 1.201 \\ 3.302.750 \\ 18.015.000 \end{bmatrix} &
 b_7 &= \begin{bmatrix} 9.608.000 \\ 43.236.000 \\ 24.020.000 \\ 1.201 \\ 30.025 \\ 240.200 \\ 90.075 \\ b_8 \\ 60.050 \\ 1.201 \\ 3.302.750 \\ 18.015.000 \end{bmatrix} &
 b_8 &= \begin{bmatrix} 9.608.000 \\ 43.236.000 \\ 24.020.000 \\ 1.201 \\ 30.025 \\ 240.200 \\ 90.075 \\ 240.200 \\ b_9 \\ 1.201 \\ 3.302.750 \\ 18.015.000 \end{bmatrix} \\
 b_9 &= \begin{bmatrix} 9.608.000 \\ 43.236.000 \\ 24.020.000 \\ 1.201 \\ 30.025 \\ 240.200 \\ 90.075 \\ 240.200 \\ 60.050 \\ b_{10} \\ 3.302.750 \\ 18.015.000 \end{bmatrix} &
 b_{10} &= \begin{bmatrix} 9.608.000 \\ 43.236.000 \\ 24.020.000 \\ 1.201 \\ 30.025 \\ 240.200 \\ 90.075 \\ 240.200 \\ 60.050 \\ 1.201 \\ b_{11} \\ 18.015.000 \end{bmatrix} &
 b_{11} &= \begin{bmatrix} 9.608.000 \\ 43.236.000 \\ 24.020.000 \\ 1.201 \\ 30.025 \\ 240.200 \\ 90.075 \\ 240.200 \\ 60.050 \\ 1.201 \\ 3.302.750 \\ b_{12} \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

Hasil setelah terjadi perubahan ruas kanan pada masing-masing faktor produksi:

$$B^{-1}b_0 = \begin{bmatrix} 1.501,25 \\ 12.010.000 - b_1 \\ 3.190.156,25 \\ 300,25 \\ 45.037,5 \\ 120.100 \\ 210.175 \\ 180.150 \\ 300.250 \\ 1.801,5 \\ 1.388.656,25 \\ 1.989.156,25 \end{bmatrix}$$

$$12.010.000 - b_1 \geq 0 \text{ atau } b_1 \leq 12.010.000$$

$$B^{-1}b_1 = \begin{bmatrix} b_2/28.800 \\ (5b_2)/18 - 9.608.000 \\ (725b_2)/1152 - 24.020.000 \\ b_2/28800 - 1.201 \\ b_2/576 - 30.025 \\ b_2/120 - 240.200 \\ b_2/144 - 90.075 \\ (7b_2)/720 - 240.200 \\ b_2/120 - 60.050 \\ b_2/14400 - 1.201 \\ (125b_2)/1152 - 3.302.750 \\ 18.015.000 - (427b_2)/1152 \end{bmatrix}$$

$$0 \leq b_2 \leq 48.630.559$$

$$B^{-1}b_2 = \begin{bmatrix} 1.501,25 \\ 2.402.000 \\ 27.210.156,25 - b_3 \\ 300.25 \\ 45.037,5 \\ 120.100 \\ 210.175 \\ 180.150 \\ 300.250 \\ 1.801,5 \\ 1.388.656,25 \\ 1.989.156,25 \end{bmatrix}$$

$$27.210.156,25 - b_3 \geq 0 \text{ atau } b_3 \leq 27.210.156,25$$

$$B^{-1}b_3 = \begin{bmatrix} 1.501,25 \\ 2402000 \\ 3.190.156,25 \\ 1.501,25 - b_4 \\ 45.037,5 \\ 120.100 \\ 210.175 \\ 180.150 \\ 300.250 \\ 1.801,5 \\ 1.388.656,25 \\ 1.989.156,25 \end{bmatrix}$$

$$1.501,25 - b_4 \geq 0 \text{ atau } b_4 \leq 1.501,25$$

$$B^{-1}b_4 = \begin{bmatrix} 1.501,25 \\ 2402000 \\ 3.190.156,25 \\ 300.25 \\ 75.062,5 - b_5 \\ 120.100 \\ 210.175 \\ 180.150 \\ 300.250 \\ 1.801,5 \\ 1.388.656,25 \\ 1.989.156,25 \end{bmatrix}$$

$$75.062,5 - b_5 \geq 0 \text{ atau } b_5 \leq 75.062,5$$

$$B^{-1}b_5 = \begin{bmatrix} 1.501,25 \\ 2402000 \\ 3.190.156,25 \\ 300.25 \\ 45.037,5 \\ 360.300 - b_6 \\ 210.175 \\ 180.150 \\ 300.250 \\ 1.801,5 \\ 1.388.656,25 \\ 1.989.156,25 \end{bmatrix}$$

$$360.300 - b_6 \geq 0 \text{ atau } b_6 \leq 360.300$$

$$B^{-1}b_6 = \begin{bmatrix} 1.501,25 \\ 2402000 \\ 3.190.156,25 \\ 300.25 \\ 45.037,5 \\ 120.100 \\ 300.250 - b_7 \\ 180.150 \\ 300.250 \\ 1.801,5 \\ 1.388.656,25 \\ 1.989.156,25 \end{bmatrix}$$

$$300.250 - b_7 \geq 0 \text{ atau } b_7 \leq 300.250$$

$$B^{-1}b_7 = \begin{bmatrix} 1.501,25 \\ 2402000 \\ 3.190.156,25 \\ 300.25 \\ 45.037,5 \\ 120.100 \\ 210.175 \\ 420.350 - b_8 \\ 300.250 \\ 1.801,5 \\ 1.388.656,25 \\ 1.989.156,25 \end{bmatrix}$$

$$420.350 - b_8 \geq 0 \text{ atau } b_8 \leq 420.350$$

$$B^{-1}b_8 = \begin{bmatrix} 1.501,25 \\ 2402000 \\ 3.190.156,25 \\ 300.25 \\ 45.037,5 \\ 120.100 \\ 210.175 \\ 180.150 \\ 360.300 - b_9 \\ 1.801,5 \\ 1.388.656,25 \\ 1.989.156,25 \end{bmatrix}$$

$$360.300 - b_9 \geq 0 \text{ atau } b_9 \leq 360.300$$

$$B^{-1}b_9 = \begin{bmatrix} 1.501,25 \\ 2402000 \\ 3.190.156,25 \\ 300.25 \\ 45.037,5 \\ 120.100 \\ 210.175 \\ 180.150 \\ 300.250 \\ 3.002,5 - b_{10} \\ 1.388.656,25 \\ 1.989.156,25 \end{bmatrix}$$

$$3.002,5 - b_{10} \geq 0 \text{ atau } b_{10} \leq 3.002,5$$

$$B^{-1}b_{10} = \begin{bmatrix} 1.501,25 \\ 2402000 \\ 3.190.156,25 \\ 300.25 \\ 45.037,5 \\ 120.100 \\ 210.175 \\ 180.150 \\ 300.250 \\ 1.801,5 \\ 4.691.406,25 - b_{11} \\ 1.989.156,25 \end{bmatrix}$$

$$4.691.406,25 - b_{11} \geq 0 \text{ atau } b_{11} \leq 4.691.406,25$$

$$B^{-1}b_{11} = \begin{bmatrix} 1.501,25 \\ 2402000 \\ 3.190.156,25 \\ 300.25 \\ 45.037,5 \\ 120.100 \\ 210.175 \\ 180.150 \\ 300.250 \\ 1.801,5 \\ 1.388.656,25 \\ 16.025.843,75 - b_{12} \end{bmatrix}$$

$$16.025.843,75 - b_{12} \geq 0 \text{ atau } b_{12} \geq 16.025.843,75$$

D. Hasil Simulasi

(1) Hasil Produksi

$x_1 =$	0	x	7.000	=	0
$x_2 =$	1.180,736	x	8.000	=	9.446.111,2
$x_3 =$	0	x	7.000	=	0
		Total		=	9.446.111,2

(2) Nilai Produksi

$x_1 =$	0	x	30.100	=	0
$x_2 =$	1.180,736	x	28.800	=	34.006.000,32
$x_3 =$	0	x	27.300	=	0
			Total	=	34.006.000,32

(3) Keuntungan

$x_1 =$	0	x	19.775	=	0
$x_2 =$	1.180,736	x	18.125	=	21.401345,69
$x_3 =$	0	x	17.225	=	0
			Total	=	21.401345,69

(4) Penggunaan total Luas lahan

$x_1 =$	0	x	1	=	0
$x_2 =$	1.180,736	x	1	=	1.180,736
$x_3 =$	0	x	1	=	0
			Total	=	1.180,736

(5) Penggunaan Benih

$x_1 =$	0	x	50	=	0
$x_2 =$	1.180,736	x	50	=	59.038,195
$x_3 =$	0	x	50	=	0
			Total	=	59.038,195

(6) Penggunaan Pupuk Organik

$x_1 =$	0	x	220	=	0
$x_2 =$	1.180,736	x	240	=	283.383,336
$x_3 =$	0	x	200	=	0
			Total	=	283.383,336

(7) Penggunaan Pupuk SP-36

$x_1 =$	0	x	160	=	0
$x_2 =$	1.180,736	x	200	=	236.152,78
$x_3 =$	0	x	120	=	0
			Total	=	236.152,78

(8) Penggunaan Pupuk Urea

$x_1 =$	0	x	240	=	0
$x_2 =$	1.180,736	x	280	=	330.613,892
$x_3 =$	0	x	200	=	0
			Total	=	330.613,892

(9) Penggunaan Pupuk Potash

$x_1 =$	0	x	220	=	0
$x_2 =$	1.180,736	x	240	=	283.383,336
$x_3 =$	0	x	200	=	0
			Total	=	283.383,336

(10) Penggunaan Pestisida

$x_1 =$	0	x	1	=	0
$x_2 =$	1.180,736	x	2	=	2.361,52
$x_3 =$	0	x	1	=	0
			Total	=	2.361,52

(11) Biaya Tenaga Kerja

$x_1 =$	0	x	3.125	=	0
$x_2 =$	1.180,736	x	3.125	=	3.689.887,188
$x_3 =$	0	x	3.125	=	0
			Total	=	3.689.887,188

(12) Biaya Produksi

$x_1 =$	0	x	10.325	=	0
$x_2 =$	1.180,736	x	10.675	=	12.604.654,63
$x_3 =$	0	x	10.045	=	0
			Total	=	12.604.654,63