SKRIPSI

APLIKASI PROGRAM LINEAR FUZZY PADA PENGOPTIMALAN PRODUKSI PADA CV. PQR

Disusun dan diajukan oleh

NUR HAIDA

H11114014

PROGRAM STUDI MATEMATIKA

DEPARTEMEN MATEMATIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2021

APLIKASI PROGRAM LINEAR FUZZY PADA PENGOPTIMALAN PRODUKSI PADA CV. PQR

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi MATEMATIKA Departemen Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin

NUR HAIDA
H11114014

PROGRAM STUDI MATEMATIKA

DEPARTEMEN MATEMATIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2021

LEMBAR PERNYATAAN KEOTENTIKAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : NUR HAIDA

NIM : H11114014

Program Studi : MATEMATIKA

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

APLIKASI PROGRAM LINEAR FUZZY PADA PENGOPTIMALAN PRODUKSI PADA CV.PQR

Adalah benar hasil karya saya sendiri bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini merupakan hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 24 September 2021

Yang Menyatakan

METERAI TEMPEL 10000 10211AJX441449472

NUR HAIDA

iii

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

APLIKASI PROGRAM LINEAR FUZZY PADA PENGOPTIMALAN PRODUKSI PADA CV. PQR

Disetujui oleh:

Pembimbing Utama	Pembimbing Pertama
Dr. Agustinus Ribal, S.Si., M.Sc.	**Jusmawati Massalesse, S.Si., M.Si.**
NIP. 19750816 199903 1 001	**NIP. 19680601 199512 2001**

Ketua Program Studi

Prof. Dr. Nurdin, S.Si., M.Si.
NIP. 19700807 200003 1 002

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN UNIVERSITAS HASANUDDIN DEPARTEMEN MATEMATIKA FAKULTAS MIPA

Pada Tanggal: 24 September 2021

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

APLIKASI PROGRAM LINEAR FUZZY PADA PENGOPTIMALAN PRODUKSI PADA CV. PQR

Disusun dan diajukan oleh:

NUR HAIDA
H11114014

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana pada Program Studi MATEMATIKA Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin

Pada tanggal 24 September 2021
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui

Pembimbing Utama	**Pembimbing Pertama**
Dr. Agustinus Ribal, S.Si., M.Sc.	**Jusmawati Massalesse, S.Si., M.Si.**
NIP. 19750816 199903 1 001	**NIP. 19680601 199512 2001**

Ketua Program Studi

Prof. Dr. Nurdin, S.Si., M.Si.
NIP. 19700807 200003 1 002

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN UNIVERSITAS HASANUDDIN DEPARTEMEN MATEMATIKA FAKULTAS MIPA

v

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.Alhamdulillahirabbil'alamin. Segala puji bagi Allah Azza Wa Jalla Rabb semesta alam yang ditangan-Nya tergenggam nyawa seluruh makhluk semesta alam, yang Maha kekal sebelum sesuatunya ada, dan akan tetap kekal setelah segala sesuatunya tiada. Shalawat serta salam semoga selalu dilimpahkan kepada Nabi Muhammad ﷺ dan kepada para keluarga serta Sahabat beliau. Alhamdulillah Wasyukurillah, berkat pertolongan Allah akhirnya skripsi dengan judul **"APLIKASI PROGRAM LINEAR FUZZY PADA PENGOPTIMALAN PRODUKSI PADA CV. PQR"** yang disusun sebagai salah satu syarat akademik untuk meraih gelar sarjana sains pada Program Studi MATEMATIKA Departemen Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin ini dapat dirampungkan. Penulis berharap skiripsi ini dapat memberikan tambahan pengetahuan baru bagi para pembelajar dalam program studi MATEMATIKA.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada kedua orang tua tercinta dan tersayang: **Ibunda Ramliati dan Ayahanda Amiruddin Suli'** atas setiap bait doa yang tidak pernah putus serta kasih sayang yang mengalir tiada henti dalam merawat, mendidik, dan membesarkan penulis dengan sabar dan ikhlas. Ucapan terima kasih juga kepada saudara tercinta **Srimayuni, Ahmad dan Samsul Andika** serta seluruh keluarga besar yang selalu senantiasa memberikan doa dan dukungan bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Dengan segala kerendahan hati penulis meyampaikan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada :

1. Ibu **Prof. Dr. Dwia Aries Tina Palubuhu, MA,** selaku Rektor Universitas Hasanuddin berserta seluruh jajarannya.
2. Bapak **Dr. Eng. Amiruddin, M.Si.** selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin beserta seluruh jajarannya.

3. Bapak **Prof. Dr. Nurdin, S.Si., M.Si.** selaku Ketua Departemen Matematika atas segala ilmu, nasehat, fasilitas, saran dan dukungan yang diberikan kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak **Dr. Agustinus Ribal, S.Si., M.Sc.** selaku pembimbing utama dan Ibu **Jusmawati Massalesse, S.Si., M.Si.** Selaku pembimbing pertama sekaligus Penasehat Akademik tahun 2015-2017 untuk segala ilmu, nasehat, dan kesabaran dalam membimbing dan mengarahkan penulis serta bersedia dengan setulus hati meluangkan waktunya ditengah berbagai kesibukan dan prioritasnya untuk membimbing penulis menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Bapak **Prof. Dr. Syamsuddin Toaha, M.Sc.** selaku penguji atas kesediaannya untuk memberikan saran dan arahan kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
6. Bapak **Dr. Muhammad Zakir, M.Si.** selaku penguji atas kesediaannya untuk memberikan saran dan arahan kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
7. Bapak **Prof. Dr. Eng. Mawardi, S.Si., M.Si.** selaku Penasehat Akademik Tahun 2018-2021 atas waktu, dukungan serta motivasi yang diberikan kepada penulis dalam membimbing penulis menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Bapak/Ibu **Dosen Pengajar Departemen Matematika** yang telah membekali ilmu kepada penulis selama menjadi mahasiswa di Departemen Matematika. Serta kepada **Pak Nasir, Pak Iswan, dan Kak Ruwaidah** selaku Staf Departemen Matematika yang telah membantu banyak dalam pengurusan akademik selama ini.
9. Terimakasih kepada sahabat **GIRLSQUAD** yaitu **Ayu, Amy, Srimul, Agnes, Mira, Utari, Eka, Indah, Dian, Afni, Arni, Dan Ainun** yang telah menemani, selalu meluangkan waktunya, memberikan doa dan dukungan, serta tempat berbagi keluh kesah penulis selama masa perkuliahan sampai saat ini.
10. Teman-teman seperjuangan **Program Studi Matematika 2014** yang telah mendukung dan berjuang bersama-sama selama ini.
11. Seluruh Teman-teman **KKN Reguler Gelombang 99**, khususnya kepada teman posko: **Fitri, Dian, Dahlia, Nunu, Alif dan Alif** yang telah menjadi teman dan keluarga baru. Terimakasih atas waktu singkat dan pengalaman

yang bermakna. Semoga kedepannya silaturahmi yang telah dibangun bersama tetap terjalin dengan baik.

12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, atas segala bentuk kontribusi, partisipasi, serta motivasi yang diberikan kepada penulis selama ini.

Semoga segala bantuan yang tulus dan ikhlas ditujukan kepada penulis mendapatkan balasan yang terbaik dari Allah SWT. Mudah-mudahan tulisan ini bermanfaat untuk adik-adik, kakak-kakak, dan semua pihak yang membutuhkan dan terutama untuk penulis sendiri.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Makassar, 24 September 2021

NUR HAIDA

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Hasanuddin, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	:NUR HAIDA
NIM	: H11114014
Program Studi	: MATEMATIKA
Departemen	: Matematika
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis Karya	: Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Hasanuddin **Hak Prediktor Royalti Nonekslusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas tugas akhir saya yang berjudul:

APLIKASI PROGRAM LINEAR FUZZY PADA PENGOPTIMALAN PRODUKSI PADA CV. PQR

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Terkait dengan hal diatas, maka pihak universitas berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Makassar pada 24 September 2021
Yang menyatakan

NUR HAIDA

ABSTRAK

Setiap perusahaan produksi bertujuan untuk memaksimalkan keuntungan dalam menjalankan perusahaannya. Ada beberapa metode yang biasa digunakan oleh sebuah perusahaan untuk mengoptimalkan sumber daya yang mereka miliki sehingga mereka bisa mendapatkan keuntungan yang maksimal. Dalam penelitian ini, program linier fuzzy akan digunakan untuk menentukan keuntungan produksi kue pada CV. PQR. Berbeda dengan program linier biasa yang mengsumsikan bahwa data memiliki nilai yang tepat, program linier fuzzy memungkinkan bekerja dengan data dan kendala yang tidak tepat, yang mengarah ke model yang lebih realistis. Namun, dalam penelitian ini, hanya nilai kanan dari masalah program linier yang merupakan bilangan fuzzy. Dengan membuat perubahan nilai kanan dari masalah program linier biasa sebesar 10%, maka keuntungan produksi meningkat sebesar sekitar 5% yaitu dari Rp. 72.880.000,- berdasarkan program linier biasa menjadi Rp. 76.524.000,- berdasarkan program linier fuzzy.

Kata kunci: Metode simpleks, program linear fuzzy, *Software QM*.

ABSTRACT

Every production company aims to maximize profits in running their company. There are several methods commonly used by a company to optimize their resources so that they can get maximum profit. In this study, a fuzzy linear programming will be used to determine the profit of cake production on CV. PQR. Unlike the usual linear programming which assumes that the data has exact values, the fuzzy linear programming allows working with imprecise data and Kendalas, leading to a more realistic model. However, in this study, only the right-hand side values of the linear programming problem are fuzzy numbers. By changing the right-hand values of the ordinary linear programming problem by 10%, the production profit increases about 5%, which is from Rp. 72,880,000.- based on the ordinary linear programming to Rp. 76,524,000.- based on fuzzy linear programming.

Keywords: Simplex method, *Fuzzy linear programming*, *Software QM*.

DAFTAR ISI

BAB I
PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Dalam persaingan di era global ini, suatu perusahaan harus bisa mengembangkan elemen-elemen penting di dalam sistem produksi agar bisa bersaing dengan perusahaan lain, baik perusahaan lokal maupun asing. Salah satu yang menjadi elemen penting dalam perusahaan untuk selalu dikembangkan adalah perencanaan produksi (production planning) (Kharisma, 2017).

Dalam suatu perencanaan produksi terdapat kendala-kendala yang membatasi produksi suatu perusahaan. Kendala-kendala tersebut dapat berupa kapasitas mesin, ketersediaan waktu kerja, dan ketersediaan bahan baku. Suatu perencanaan produksi dikatakan baik apabila perencanaan tersebut dapat memenuhi permintaan pasar dengan mengeluarkan biaya yang minimum, namun mendapatkan hasil yang optimal (Suantio, 2013).

Banyak metode yang dapat digunakan untuk melakukan perencanaan produksi, salah satu metode tersebut adalah metode linear programming. Linear programming merupakan sebuah metode matematis yang berkarakteristik linear untuk menemukan suatu penyelesaian optimal dengan cara memaksimumkan atau meminimumkan masalah tersebut terhadap satu susunan kendala (Siswanto, 2006). Dalam linear programming terdapat tiga unsur utama untuk dapat menyelesaikan suatu permasalahan produksi, yaitu variabel keputusan, fungsi tujuan dan fungsi kendala yang harus merupakan fungsi linear. Dalam kasus yang ada, fungsi tujuan dan fungsi kendala yang mengacu pada data lapangan seringkali tidak linear, atau mengalami perubahan secara tidak pasti, sehingga dikembangkanlah metode program linear fuzzy yang dapat mengatasi ketidakpastian tersebut. Dalam penelitian ini, Program linear fuzzy digunakan untuk menentukan jumlah produk yang harus diproduksi pada periode tertentu sehingga dapat menghasilkan keuntungan yang optimal (Kharisma, 2017).

Program linear fuzzy hanya terfokus menentukan berapa jumlah produk yang harus diproduksi untuk menghasilkan keuntungan yang optimal, tanpa adanya pembatasan minimum jumlah produk yang harus diproduksi agar perusahaan tidak mengalami kerugian. Dalam hal ini Analisis Titik Impas (Break Event Point) menjadi metode pendamping Program Linear Fuzzy, sehingga perusahaan tidak hanya berpikir tentang keuntungan yang akan diperoleh, namun juga minimal jumlah produk yang harus diproduksi agar tidak mengalami kerugian saat penjualan aktual tidak sesuai dengan perencanaan produksi yang telah ditetapkan (Kharisma, 2017).

Oleh sebab itu, dalam penelitian ini akan dikaji salah satu penerapan dari masalah program linear fuzzy dalam tulisan skripsi yang berjudul:

“APLIKASI PROGRAM LINEAR FUZZY PADA PENGOPTIMALAN PRODUKSI PADA CV. PQR”.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian adalah menerapkan program linear fuzzy dalam menentukan jumlah produksi agar keuntungan yang di diperolah menjadi optimal pada CV. PQR.

I.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini, program linear fuzzy yang akan digunakan hanya nilai kanan dari masalah program linear yang merupakan bilangan fuzzy.

I.4 Tujuan Penulisan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah menerapkan metode program linear fuzzy dalam penentuan jumlah produksi yang menghasilkan keuntungan optimal.

I.5 Manfaat Penulisan

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat berupa:

1. Menambahkan wawasan penulis mengenai penerapan program linear fuzzy.
2. Perusahaan dapat menjadikan hasil penelitian ini sebagai acuan untuk perencanaan produksi yang optimal.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Optimasi

Optimasi adalah suatu pendekatan normatif untuk mengidentifikasikan penyelesaian terbaik dalam pengambilan keputusan dari suatu permasalahan. Penyelesaian permasalahan dalam optimasi ditujukan untuk memperoleh titik maksimal atau titik minimal dari fungsi yang dioptimalkan. Seperti permasalahan suatu perusahaan dalam menentukan jumlah produksi agar keuntungan maksimal dan biaya minimal dapat diperoleh (Astri, 2019).

Program linear merupakan model umum yang dapat digunakan dalam pemecahan masalah pengalokasian sumber yang terbatas secara optimal. Masalah tersebut timbul apabila seseorang diharuskan untuk memilih atau menentukan tingkat setiap kegiatan yang akan dilakukannya, dimana masing-masing kegiatan membutuhkan sumber yang sama sedangkan jumlahnya terbatas untuk memperoleh tingkat keuntungan maksimal atau biaya yang minimal. Pada masa ini pun, program linear masih menjadi pilihan utama dalam meyelesaikan masalah tersebut. Apabila suatu masalah program linear hanya mengandung dua kegiatan (variabel keputusan) saja, maka dapat diselesaikan dengan metode grafik. Bila terdapat lebih dari dua variabel maka metode grafik tidak dapat digunakan lagi, sehingga diperlukan metode simpleks. Metode ini lazim dipakai untuk menentukan kombinasi dari tiga variabel atau lebih. Kedua metode ini sampai sekarang masih sangat popular dan masih mengalami perkembangan di antara salah satunya menggunakan logika fuzzy (Purba, 2012).

Penyelesaian masalah optimasi dengan program matematika dapat dilakukan melalui *linear programming, nonlinear programming, integer programming, dan dinamik programming* (Harjianto, 2014).

II.2 Linear Programming

Linear Programming adalah salah satu teknik penyelesaian optimal atas suatu masalah keputusan dengan cara menentukan terlebih dahulu fungsi tujuan (memksimalkan atau meminimalkan) dan kendala-kendala yang ada ke dalam model matematik persamaan linear. *Linear Programming* sering digunakan dalam menyelesaikan masalah-masalah alokasi sumber daya, seperti dalam bidang manufacturing, pemasaran, keuangan, personalia, administrasi dan lain sebagainya (Astri, 2019).

II.3 Model Program Linear

Adapun model umum dari progam linear dapat dirumuskan sebagai berikut (Hasmawaty, 2011):

Fungsi tujuan:

$$\text{Max / Min} \quad z = c_1x_1 + c_2x_2 + \cdots + c_nx_n \tag{1}$$

atau

$$z = \sum_{j=1}^{n} c_jx_j$$

dengan syarat bahwa fungsi tujuan tersebut memenuhi kendala/syarat batas sebagai berikut:

$$\begin{aligned} &\sum_{j=1}^{n} a_{ij}x_j \leq b_i \quad atau \\ &\sum_{j=1}^{n} a_{ij}x_j = b_i \quad atau \\ &\sum_{j=1}^{n} a_{ij}x_j \geq b_i, \end{aligned} \tag{2}$$

dan syarat non-negatif:

$$x_j \geq 0$$

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

dimana:

z : Fungsi tujuan yang merupakan nilai skalar kriteria pengambilan keputusan,

c_j : Koefisien fungsi tujuan,

a_{ij} : Koefisien teknis fungsi pembatas,

b_i : Kapasitas sumber daya yang tersedia,

x_j : Variabel keputusan.

Secara umum untuk model program linear dapat di rangkaikan sebagai berikut (Rangkuti A. , 2013):

1) Fungsi yang akan dicari nilai optimalnya (z) disebut fungsi tujuan (*objective function*) dapat berupa maksimal atau minimal.
2) Fungsi yang mempengaruhi persoalan terhadap fungsi tujuan akan dicapai disebut fungsi batasan atau kendala (*counstrains function*) yang merupakan ketidaksamaan dan persamaan.
3) Variabel yang mempengaruhi persoalan dalam pengambilan keputusan disebut variabel keputusan (*decision variables*) yang berupa non-negatif.

II.4 Asumsi Program Linear

Ada lima asumsi program linear (Rangkuti A. , 2013):

a. Linearitas yakni membatasi bahwa fungsi tujuan dan fungsi kendala harus berbentuk linear, artinya variabel keputusan berpangkat satu.

b. Proporsionalitas yaitu naik-turunnya nilai fungsi tujuan dan penggunaan sumberdaya atau fasilitas yang tersedia akan berubah secara sebanding *(proportional)* dengan perubahan tingkat kegiatan.

c. Aditivitas yaitu nilai fungsi tujuan untuk tiap kegiatan tidak saling mempengaruhi dan dalam pemrograman linear dianggap bahwa kenaikan dari nilai fungsi tujuan yang diakibatkan oleh kenaikan suatu kegiatan dapat ditambahkan tanpa mempengaruhi bagian dari kegiatan lain.

d. Deterministik yang dalam hal ini menyatakan bahwa setiap parameter yang ada dalam pemrograman linear (a_{ij}, b_i, c_j) dapat ditentukan dengan pasti, meskipun jarang dengan tepat.

e. Divisibilitas yaitu menyatakan bahwa keluaran *(output)* yang dihasilkan oleh setiap kegitan dapat berupa bilangan pecahan.

II.5 Metode Simpleks

Metode simpleks pertama kali diperkenalkan oleh George B. Dantzig pada tahun 1947 dan telah diperbaiki oleh para ahli lain. Metode ini menyelesaikan masalah program linear melalui perhitungan-ulang (iterasi) dimana langkah-langkah perhitungan yang sama di ulang berkali-kali sampai solusi optimal dicapai.

Metode simpleks adalah suatu metode yang secara sistematis dimulai dari suatu pemecahan dasar yang fisibel ke pemecahan dasar fisibel lainnya dan ini dilakukan berulang-ulang (dengan jumlah ulangan yang terbatas) sehingga akhirnya tercapai suatu pemecahan dasar yang optimal dan pada setiap step menghasilkan suatu nilai dari fungsi tujuan yang selalu lebih besar, lebih kecil, atau sama dari step-step sebelumnya (Rangkuti A. , 2013).

II.5.1 Bentuk Standar Model Metode Simpleks

Penggunaan metode simpleks untuk menyelesaikan masalah-masalah program linear yaitu dengan cara terlebih dahulu diubah ke dalam suatu bentuk umum yang dinamakan bentuk standar *(standard form).* Beberapa bentuk standar model metode simpleks diberikan sebagai berikut (Rangkuti A. , 2013):

a. Bentuk Standar Pertidaksamaan *(The standard inequality form)*

Max/Min:

$$z = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + \ ... + c_nx_n$$

dengan kendala:

$$\begin{array}{ccccccccccc} a_{11}x_1 & + & a_{12}x_2 & + & a_{13}x_3 & + & ... & + & a_{1n}x_n & \leq & b_1 \\ a_{21}x_1 & + & a_{22}x_2 & + & a_{23}x_3 & + & ... & + & a_{2n}x_n & \leq & b_2 \\ . & . & . & . & . & . & . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . & . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . & . & . & . & . & . \\ a_{m1}x_1 & + & a_{m2}x_2 & + & a_{m3}x_3 & + & ... & + & a_{mn}x_n & \leq & b_m \end{array}$$

dan $x_1, x_2, x_3, ..., x_n \geq 0$

dimana $a_{ij}, c_j, dan\ b_i$ adalah konstanta-konstanta yang diketahui dan dapat ditentukan. Dalam notasi matriks, program linear dapat ditulis sebagai berikut:

Max/Min:

$$z = \boldsymbol{c}^T \boldsymbol{x}$$

dengan kendala:

$$Ax \leq b$$

dan

$$x \geq 0$$

dimana

$$c = \begin{pmatrix} c_1 \\ c_2 \\ \vdots \\ c_n \end{pmatrix},\ x = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix},\ \ b = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_n \end{pmatrix} \text{dan } A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{pmatrix}$$

Catatan: Transpose dari matriks B dinotasikan dengan B^T

b. Bentuk Standar Persamaan *(The standard equality form)*

Bentuk standar persamaan dapat diperoleh dari bentuk pertidaksamaan dengan mengubah tanda $' \geq 'dan' \leq '$ menjadi tanda $=$.

1) Pertidaksamaan:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + \ ... + a_{1n}x_n \ \leq b_1$$

dapat diubah menjadi:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + \ ... + a_{1n}x_n + x_{n+1} = b_1$$

dimana $x_{n+1} \geq 0$ dan disebut *slack variabel*.

2) Pertidaksamaan:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + \ ... + a_{1n}x_n \ \geq b_1$$

dapat diubah menjadi:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + \ ... + a_{1n}x_n - x_{n+1} = b_1$$

dimana $x_{n+1} \geq 0$ dan disebut s*urplus variabel.*

II.5.2 Prosedur Simpleks

Untuk memulai prosedur simpleks, matriks permasalahan seperti yang terlihat pada Tabel 2.1 yaitu tabel simpleks yang digunakan untuk menyelesaikan dengan metode simpleks.

Tabel 2. 1 Tabel Simpleks

	c_j	c_1	c_2	…	c_n	0	0	…	0	b_i	R_i
$\overline{c_\iota}$	$\overline{x_\iota}/_x$	x_1	x_2	…	x_n	S_1	S_2	…	S_m		
0	S_1	a_{11}	a_{12}	…	a_{1n}	1	0	…	0	b_1	R_1
0	S_2	a_{21}	a_{22}	…	a_{2n}	0	1	…	0	b_2	R_2
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
0	S_m	a_{m1}	a_{m2}	…	a_{mn}	0	0	…	1	b_m	R_m
	z_j	z_1	z_2	…	z_n	c_1	c_2	…	c_n	z	
	$z_j - c_j$	$z_1 - c_1$	$z_2 - c_2$	…	$z_n - c_n$	0	0	…	0	z	

Sumber: Harjiyanto, 2014

Secara singkat prosedur perhitungan dengan metode simpleks pada kasus maksimum adalah (Siang, 2014):

a. Menetapkan tabel awal simpleks menggunakan variabel-variabel penyimpangan untuk permulaan variabel-variabel solusi dasar yang layak.
b. Hitung baris $z_j - c_j$.
c. Tentukan kolom pivot dengan memilih kolom yang mempunyai nilai $z_j - c_j$ negatif terbesar.
d. Menentukan baris pivot yang berpedoman pada b_i/a_{ij} dengan rasio terkecil dimana b_i adalah nilai sisi kanan dari setiap persamaan.
e. Hitung nilai baris baru dengan rumus:
   Nilai baris tabel baru = nilai baris lama- (koefisien pembagi nilai pivot x nilai baris pivot)
f. Hitung baris $z_j - c_j$ yang baru.

Setelah menghitung nilai $z_j - c_j$. Lihat apakah masih ada nilai $z_j - c_j$ yang bernilai negatif. Jika masih ada ulangi langkah b sampai dengan langkah d sehingga nilai $z_j - c_j$ bernilai positif sehingga mendapatkan solusi yang optimal.

II.6 Program Linear Fuzzy

Dalam masalah LP konvensional, diasumsikan bahwa data memiliki nilai yang tepat. Namun, nilai data yang diamati dalam masalah kehidupan nyata seringkali tidak tepat karena informasi yang tidak lengkap atau tidak dapat diperoleh. Dalam situasi seperti itu, teori himpunan fuzzy adalah pendekatan yang tepat untuk menangani data yang tidak tepat dalam LP dengan menggeneralisasi gagasan keanggotaan dalam suatu himpunan dan ini mengarah pada konsep masalah pemrograman linier fuzzy. Masalah Fuzzy Linear Programming (FLP) memungkinkan bekerja dengan data dan kendala yang tidak tepat, yang mengarah ke model yang lebih realistis. Jenis pemrograman linear fuzzy yang paling umum dirumuskan sebagai berikut (Yuan G. J., 1995):

$$\text{Max} \quad z = \sum_{j=1}^{n} C_j X_j$$

dengan kendala

(3)

$$\sum_{j=1}^{n} A_{ij} X_i \leq B_i$$

$$X_j \geq 0, i = 1, 2, 3, \ldots, m, j = 1, 2, 3, \ldots, n$$

dimana A_{ij}, B_i dan C_j adalah bilangan-bilangan fuzzy dan X_j adalah variabel yang menyatakan bilangan-bilangan fuzzy . Operasi-operasi penambahan dan perkalian adalah operasi aritmatika fuzzy, dan $\leq$ menunjukkan urutan bilangan fuzzy. Namun untuk sederhana berikut ini dua kasus khusus program linear fuzzy akan dutunjukkan.

a. Kasus 1

Masalah program linear fuzzy dimana hanya nilai-nilai ruas kanan B_i adalah bilangan fuzzy yaitu:

Max

$$z = \sum_{j=1}^{n} c_j \, x_j$$

Dengan kendala (4)

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_i \leq B_i$$

$$x_j \geq 0, \quad i = 1, 2, 3, \ldots, m, \quad j = 1, 2, 3, \ldots, n$$

b. Kasus 2

Masalah program linear fuzzy dimana nilai-nilai kanan B_i dan koefisien A_{ij} dari matriks kendala adalah bilangan fuzzy sebagai berikut:

Max

$$z = \sum_{j=1}^{n} c_j \, x_j$$

Dengan kendala (5)

$$\sum_{j=1}^{n} A_{ij} x_i \leq B_i$$

$$x_j \geq 0, \quad i = 1, 2, 3, \dots, m, \quad j = 1, 2, 3, \dots, n$$

Secara umum, masalah pemrograman linear fuzzy pertama-tama diubah menjadi masalah klasik pemrograman linear atau nonlinear, yang kemudian diselesaikan dengan metode standar. Hasil akhir dari masalah pemrograman linear fuzzy adaalah bilangan real, yang mewakili kompromi dalam istilah bilangan fuzzy yang terlibat.

Selanjutnya akan dibahas masalah program linier fuzzy pada persamaan (4). Pada kasus ini, bilangan fuzzy B_i $(i = 1, 2, 3, \dots, m)$ biasanya memiliki bentuk:

$$B_i(x) = \begin{cases} 1 & jika\ x \leq b_i \\ \dfrac{b_i + p_i - x}{p_i} & jika\ b_i < x < b_i + p_i \\ 0 & jika\ b_i + p_i \leq x, \end{cases}$$

dimana $x \in R$. Untuk setiap vaktor $\boldsymbol{x}$ = $(x_1, \; x_2, \; x_{3,} \dots . x_n)$, kita hitung dulu derajatnya, $D_i(x)$, untuk x yang memenuhi batasan ke-i $(i = 1, 2, 3, \dots, m)$ dengan rumus:

$$D_i(x) = B_i\left(\sum_{j=i}^{n} a_{ij} x_j\right).$$

Derajat-derajat ini adalah himpunan-himpunan fuzzy pada R^n, dan irisannya, $\bigcap_{i=1}^{m} D_i$, adalah himpunan fuzzy yang feasible.

Selanjutnya, kita menentukan himpunan fuzzy dari nilai optimal. Hal ini dilakukan dengan menghitung batas bawah dan batas atas nilai optimal terlebih dahulu. Batas bawah nilai optimal z_l diperoleh dengan menyelesaikan masalah program linier standar:

Max z = cx

dengan kendala:

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij}\, x_j \leq b_i$$

$$x_j \geq 0, \quad i = 1, 2, 3, \dots, m, \quad j = 1, 2, 3, \dots, n$$

Batas atas nilai optimal, z_u, diperoleh dengan masalag program linier serupa dimana masing-masing b_i diganti dengan b_i + p_i:

Max z = cx

dengan kendala:

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij}\, x_j \leq b_i + p_i$$

$$x_j \geq 0, \quad i = 1, 2, 3, \dots, m, \quad j = 1, 2, 3, \dots, n$$

Kemudian, himpunan fuzzy dari nilai optimal G, yang merupakan himpunan bagian fuzzy dari R^n didefinisikan oleh:

$$G(x) = \begin{cases} 1 & jika\ z_u \leq \boldsymbol{cx}, \\ \dfrac{\boldsymbol{cx} - z_l}{z_u - z_l} & jika\ z_l \leq \boldsymbol{cx} \leq z_u, \\ 0 & jika\ \boldsymbol{cx} \leq z_l. \end{cases}$$

Kemudian, pada persamaan (4) menjadi masalah optimasi klasik berikut:

Max λ

dengan kendala:

$$\lambda(z_u - z_l) - \boldsymbol{cx} \leq -z_l,$$

$$\lambda p_i + \sum_{i=1}^{n} a_{ij}\, x_j \leq b_i + p_{i,}$$

$$\lambda, x_j \geq 0.$$

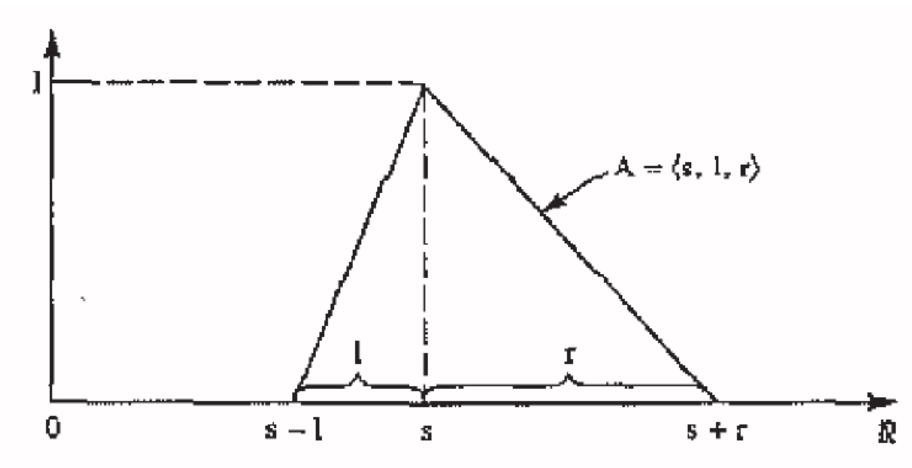
$$i = 1, 2, 3, \ldots, m, \quad j = 1, 2, 3, \ldots, n$$

Masalah di atas sebenarnya adalah masalah menemukan $x \in \mathbb{R}^n$ sedemikian rupa sehingga:

$$\left[\left(\bigcap_{i=1}^{m} D_i\right) \cap G\right](x)$$

mencapai nilai maksimum: yaitu, masalah menemukan titik yang memenuhi kendala dan tujuan dengan derajat yang maksimal. Seperti yang di perkenalkan oleh Bellman dan Zadeh (1970), metode yang digunakan di sini disebut metode simetris (kendala dan tujuan diperlakukan secara simetris). Ada juga yang tidak simetris.

Selanjutnya, masalah yang lebih umum dari program linier fuzzy yang didefinisikan pada persamaan (5). Dalam hal ini, kita asumsikan bahwa semua bilangan-bilangan fuzzy adalah segitiga. Setiap fuzzy segitiga bilangan *A* dapat diwakili oleh tiga bilangan real, *s, l r* yang maknanya didefinisikan dalam gambar berikut:



Gambar 2. 1 Bilangan *Triangular Fuzzy* yang digunakan pada (5)

(Sumber: *Fuzzy Sets And Fuzzy Logic Theory And Applications* [13,p.412])

Dengan menggunakan representasi ini, dapat ditulis *A=(s,l,r).* Selanjutnya, persamaan (5) dapat ditulis ulang sebagai berikut:

Max

$$z = \sum_{j=1}^{n} c_j\, x_j$$

dengan kendala:

$$\sum_{j=1}^{n} \langle s_{ij}, l_{ij}, r_j \rangle\, x_{ij} \leq \langle t_i, u_i, v_i \rangle$$

$$x_j \geq 0, \quad i = 1, 2, 3, \dots, m, \quad j = 1, 2, 3, \dots, n$$

dimana $A_{ij} = \langle s_{ij}, l_{ij}, r_j \rangle$ dan B_i = $\langle t_i, u_i, v_i \rangle$ adalah bilangan fuzzy. Penjumlahan dan perkalian adalah operasi pada bilangan fuzzy, dan orde parsial ≤ didefinisikan oleh $A \leq B$ jika dan hanya jika *max (A,B)= B*. Sangat mudah untuk membuktikan bahwa untuk dua bilangan fuzzy segitiga A = $\langle s_1, l_1, r_1 \rangle$ dan B = $\langle s_2, l_2, r_2 \rangle$, A $\leq B$ jika dan hanya jika $s_1 \leq s_2$, $s_1 - l_1 \leq s_2 - l_2$ dan $s_1 + r_1 \leq s_2 + r_2$. Selain itu, $\langle s_1, l_1, r_1 \rangle$ + $\langle s_2, l_2, r_2 \rangle$ = $\langle s_1 + s_2, l_1 + l_2, r_1 + r_2 \rangle$ dan $\langle s_1, l_1, r_1 \rangle x = \langle s_1 x, l_1 x, r_1 x \rangle$ untuk setiap nonnegatif bilangan riil *x*. Kemudian masalahnya dapat di tulis kembali:

Max

$$z = \sum_{j=1}^{n} c_j\, x_j$$

dengan kendala :

$$\sum_{j=1}^{n} s_{ij} x_j \leq t_i,$$

$$\sum_{j=1}^{n} \left(s_{ij} - l_{ij}\right) x_j \leq t_i - u_i,$$

$$\sum_{j=1}^{n} (s_{ij} + r_{ij})\, x_j \leq t_1 + v_{1,}$$

$$x_j \geq 0, \quad i = 1, 2, 3, \dots, m, \quad j = 1, 2, 3, \dots, n\,.$$

Namun, karena semua bilangan yang terlibat adalah bilangan real, ini adalah masalah pemrograman linier klasik. Selain itu, dalam penelitian ini, yang akan digunakan selanjutnya adalah kasus pertama yaitu asalah program linear fuzzy dimana hanya nilai-nilai ruas kanan B_i adalah bilangan fuzzy

Contoh Soal Program Linear Fuzzy

Misalkan suatu perusahaan roti memproduksi roti jenis I dan roti jenis II dengan bahan-bahan mentah mentega, tepung dan gula. Kebutuhan bahan per jenis roti dan batas persediaan bahan baku untuk satu masa produksi dan besar laba dari penjualan per unitnya tertera dalam tabel berikut. Namun demikian pihak perusahaan masih memungkinkan adanya penambahan tiap bahan baku sampai dengan 10% dari tiap bahan baku yang ada, asalkan dengan penambahan yang sedikit saja, keuntungan yang diperoleh perusahaan akan bertambah. Berapakah penambahan tiap bahan bakunya sehingga keuntungan perusahaan bertambah? (Purba, 2012).

Tabel 2. 2 Produksi Roti jenis I dan Jenis II

Bahan	Satuan unit		Kebutuhan Produksi		Satuan
	Roti Jenis I	Roti Jenis II	Jumlah Bahan Baku	Toleransi (p_1)	
Mentega	1	2	40	10%(40)=4,0(p_1)	Ons
Tepung	5	4	90	10%(90)=9,0(p_2)	Kilogram
Gula	3	1	45	10%(45)=4,5(p_3)	Ons
Laba	40	50			Ribu Rupiah

Penyelesaian:

Variabel Keputusan :

x_1 : Jumlah Roti Jenis I yang Diproduksi

x_2 : Jumlah Roti Jenis II yang Diproduksi

Kasus tersebut dapat dimodelkan dalam model matematika sebagai:

Maksimumkan : z = 40x_1 + 50x_2

Dengan Kendala:

$$x_1 + 2x_2 \leq 40 + 4t,$$

$$5x_1 + 4x_2 \leq 90 + 9t,$$

$$3x_1 + x_2 \leq 45 + 4{,}5t,$$

$$x_1, x_2 \geq 0.$$

Menyelesaikan persoalan program linear fuzzy sedikit berbeda dengan persoalan linear klasik. Dengan adanya perkalian antara nilai toleransi (*p)* dengan variabel *t* yang mempunyai nilai berada pada interval 0 dan 1. Oleh sebab itu penyelesaiannya pun dilakukan kasus demi kasus sebagai berikut:

a. Untuk kasus t = 0, maka bentuk diatas setelah distandarisasikan modelnya berubah menjadi: Persoalan di atas diubah menjadi permasalahan program linear klasik, jika kita menganggap bahwa ketiga batasan tidak memiliki toleransi interval (nilai $t = 0$) $p_1 = p_2 = p_3$= 0. Dengan demikian maka penyelesaian persoalan diatas dapat diselesaikan dengan metode simpleks sebagai berikut ini:

   Jika p_1= p_2= p_3= 0, maka bentuk standar program linear diatas adalah:

   Maksimumkan : z - 40x_1 - 50x_2 = 0

   dengan kendala:

$$x_1 + 2x_2 + s_1 \qquad = 40,$$

$$5x_1 + 4x_2 + \quad s_2 \quad = 90,$$

$$3x_1 + x_2 + \qquad s_3 = 45,$$

$$x_1, x_2 \geq 0.$$

Tabel 2. 3 Tabel Awal Simpleks t = 0

Basis	z	x_1	x_2	S_1	S_2	S_3	Solusi
Z	1	-40	-50	0	0	0	0
S_1	0	1	2	1	0	0	40
S_2	0	5	4	0	1	0	90
S_3	0	3	1	0	0	1	45

Berdasarkan Tabel 2.3 telah dipilih x_2 sebagai variabel masuk dan kolomnya sebagai kolom kunci dan S_1 sebagai variabel keluar dan barisnya sebagai baris kunci maka akan dilanjutkan iterasi berikutnya sampai tabel simpleks optimal yaitu pada Tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Tabel Solusi Simpleks t = 0

Basis	z	x_1	x_2	S_1	S_2	S_3	Solusi
Z	1	0	0	15	5	0	1050
x_1	0	1	0	-0,667	0,33	0	3,333
x_2	0	0	1	0,8333	0,1666	0	18,334
S_3	0	0	0	1,16667	-0,833	1	16,667

Karena semua nilai pada baris z pada tabel terakhir sudah positif atau nol maka tabel solusi akhir merupakan tabel optimal . Dari tabel 2.4. dapat disumpulkan bahwa hasil akhirnya sebagai berikut:

$$\text{z} = 1050, x_1 = 3{,}333, x_2 = 18{,}334.$$

Untuk kasus t =1, maka bentuk diatas setelah distandarisasikan midelnya berubah menjadi:

Maksimumkan: $\text{z} - 40x_1 - 50x_2 = 0,$

dengan kendala:

$$x_1 + 2x_2 + s_1 \qquad = 44,$$

$$5x_1 + 4x_2 + \quad s_2 \quad = 99,$$

$$3x_1 + x_2 + \qquad s_3 = 49{,}5,$$

$$x_1, x_2 \geq 0.$$

Tabel 2. 5 Tabel awal simpleks t = 1

Basis	z	x_1	x_2	S_1	S_2	S_3	Solusi
Z	1	-40	-50	0	0	0	0
S_1	0	1	2	1	0	0	44
S_2	0	5	4	0	1	0	99
S_3	0	3	1	0	0	1	49,5

Berdasarkan Tabel 2.5 telah dipilih x_2 sebagai variabel masuk dan kolomnya sebagai kolom kunci dan S_1 sebagai variabel keluar dan barisnya sebagai baris kunci maka akan dilanjutkan iterasi berikutnya sampai tabel simpleks optimal yaitu pada Tabel 2.6.

Tabel 2. 6 Tabel solusi t = 1

Basis	z	x_1	x_2	S_1	S_2	S_3	Solusi
Z	1	0	0	15	5	0	1155
x_1	0	1	0	-0,667	0,33	0	20,166
x_2	0	0	1	0,8333	0,1666	0	3,667
S_3	0	0	0	1,16667	-0,833	1	18,3334

Karena semua nilai pada baris z pada tabel simpleks terakhir sudah positif atau nol maka tabel simpleks untuk solusi akhir merupakan tabel optimal. Dari Tabel 2.6 dapat disimpulkan ketika $t = 1$ bahwa hasil akhirnya adalah:

z= 1155, x_1 = 3,667, x_2 = 20,166.

Dari kedua hasil (*t* = 1 *dan t* = 0), dapat ditentukan nilai p_o, yaitu hasil pengurangan dari *z* pada saat *t* = 1 dengan *Z* pada saat *t* = 0 (p_o = 1155 – 1050 = 105).

Untuk menghitung nilai λ – ***cut,*** gunakan persamaan (10) yakni dengan mengambil nilai λ = 1- *t*, akhirnya dapat dibentuk model program linear fuzzy sebagai berikut:

Maksimumkan : λ

dengan kendala :

$$105\,\lambda - (40x_1 + 50x_2) \leq 105 - 1155 = -1050,$$

$$4\,\lambda + x_1 + 2x_2 \leq 4 + 40 = 44,$$

$$9\,\lambda + 5x_1 + 4x_2 \leq 9 + 90 = 99,$$

$$4{,}5\,\lambda + 3x_1 + x_2 \leq 4{,}5 + 45 = 49{,}5,$$

$$\lambda,\ x_1,\ x_2 \geq 0.$$

Sehingga bentuk linear programingnya menjadi:

Maksimumkan : λ

dengan kendala :

$$-105\lambda + 40x_1 + 50x_2 \geq 1050,$$

$$4\lambda + x_1 + 2x_2 \leq 44,$$

$$9\lambda + 5x_1 + 4x_2 \leq 99,$$

$$4{,}5\lambda + 3x_1 + x_2 \leq 49{,}5,$$

$$\lambda, x_1, x_2 \geq 0.$$

Selanjutnya dilakukan proses difuzzyfikasi. Standarisasikan Modelnya dengan menambahkan variabel *slack*

Maksimumkan : Z = λ

dengan kendala :

$$-105\lambda + 40x_1 + 50x_2 - s_1 \qquad + R_1 = 1050,$$

$$4\lambda + x_1 + 2x_2 + s_2 = 44,$$

$$9\lambda + 5x_1 + 4x_2 + s_3 = 99,$$

$$4{,}5\lambda + 3x_1 + x_2 + s_4 = 49{,}5,$$

$$\lambda, x_1, x_2, s_1, s_2, s_3, s_4 \geq 0.$$

Program linear ini harus diselesaiakan dengan teknik 2 fase

Fase 1

Menyelesaikan program linear :

Minimumkan : r $= R_1$

dengan kendala :

$$-105\lambda + 40x_1 + 50x_2 - s_1 + R_1 = 1050,$$

$$4\lambda + x_1 + 2x_2 + s_2 = 44,$$

$$9\lambda + 5x_1 + 4x_2 + s_3 = 99,$$

$$4{,}5\lambda + 3x_1 + x_2 + s_4 = 49{,}5,$$

$$\lambda, x_1, x_2, s_1, s_2, s_3, s_4, + R_1 \geq 0.$$

Diperoleh variabel basic: R_1, s_2, s_3, dan s_4. Karena R_1 muncul di persamaan *r*, maka harus disubtitusikan dengan batasan pertama.

R_1 = 1050 + 105λ - 40$x_1 - 50x_2$ + s_1

Dengan mensubtitusikan R_1 ke persamaan r, Maka program linear yang harus diselesaikan adalah:

Min : r = 1050 + 105λ - 40$x_1 - 50x_2$ + s_1

dengan kendala :

$$\begin{aligned}
-105\lambda + 40x_1 + 50x_2 - s_1 \quad &+ R_1 = 1050,\\
4\lambda + x_1 + 2x_2 + s_2 \quad &= 44,\\
9\lambda + 5x_1 + 4x_2 + s_3 \quad &= 99,\\
4{,}5\lambda + 3x_1 + x_2 + s_4 \quad &= 49{,}5,\\
\lambda, x_1, x_2, s_1, s_2, s_3, s_4, + R_1 &\geq 0.
\end{aligned}$$

Tabel 2.7. Tabel awal fase 1

Basis	r	λ	x_1	x_2	S_1	S_2	S_3	S_4	R_1	Solusi
R	1	-105	40	50	-1	0	0	0	0	1050
R_1	0	-105	40	50	-1	0	0	0	1	1050
S_2	0	4	1	2	0	1	0	0	0	44
S_3	0	9	5	4	0	0	1	0	0	99
S_4	0	4,5	3	1	0	0	0	1	0	49,5

Berdasarkan Tabel 2.7 telah dipilih x_2 sebagai variabel masuk dan kolomnya sebagai kolom kunci dan R_1 sebagai variabel keluar dan barisnya sebagai baris kunci maka akan dilanjutkan iterasi berikutnya sampai tabel simpleks optimal yaitu pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8 Tabel solusi fase I

Basis	R	λ	x_1	x_2	S_1	S_2	S_3	S_4	R_1	Solusi
$\boldsymbol{R}$	1	0	0	0	0	0	0	0	-1	0
x_1	0	-2,1	0,8	1	-0,02	0	0	0	0,02	21
S_2	0	4	1	2	0,04	1	0	0	-0,04	2
S_3	0	9	5	4	0,08	0	1	0	-0,08	15
S_4	0	4,5	3	1	0,02	0	0	1	-0,02	28,5

Fase II

Menyelesaikan program linear :

Maksimumkan : Z = λ

Tabel 2.9 Tabel awal fase II

Basis	z	λ	x_1	x_2	S_1	S_2	S_3	S_4	Solusi
Z	1	-1	0	0	0	0	0	0	0
x_2	0	-2,1	0,8	1	-0,02	0	0	0	21
S_2	0	4	1	2	0,04	1	0	0	2
S_3	0	9	5	4	0,08	0	1	0	15
S_4	0	4,5	3	1	0,02	0	0	1	28,5

Berdasarkan Tabel 2.9 telah dipilih λ sebagai variabel masuk dan kolomnya sebagai kolom kunci dan s_2 sebagai variabel keluar dan barisnya sebagai baris kunci maka akan dilanjutkan iterasi berikutnya sampai tabel simpleks optimal yaitu pada Tabel 2.10.

Tabel 2.10. Tabel solusi fase II

Basis	z	λ	x_1	x_2	S_1	S_2	S_3	S_4	Solusi
Z	1	0	0	0	0,005	0,072	0,238	0	1102,42
x_2	0	0	0	1	-0,009	0,703	-0,211	0	19,246
S_2	0	1	0	0	0,005	0,072	0,024	0	0,500
S_3	0	0	1	0	-0,002	-0,691	0,326	0	3,503
S_4	0	0	0	0	-0,008	1,048	-0,874	1	17,494

Karena semua nilai pada baris z pada tabel simpleks terakhir sudah positif atau nol maka tabel simpleks untuk solusi akhir merupakan tabel optimal. Dari tabel 2.10 dapat dilihat solusi akhir yang diperoleh yaitu:

$\lambda = 0{,}5$, $x_1 = 3{,}503$, $x_2 = 19{,}246$.

Kemudian untuk melihat perbedaan antara solusi program linear (non *fuzzy*) dengan program linear *fuzzy* akan ditunjukkan pada tabel 2.11.

Tabel 2.11. Tabel solusi (non *fuzzy)* dan *fuzzy*

LP(Non *fuzzy*)	PLF (*fuzzy*)
Z = 1050	Z = 1102,42
x_1 = 3,333	x_1 = 3,503
x_2 = 18,334	x_2 = 19,246

Berdasarkan tabel 2.11, diperoleh bahwa:

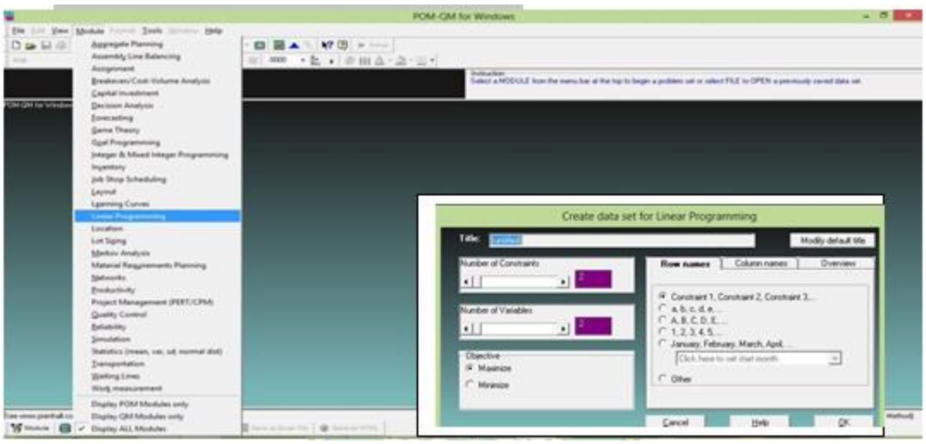
1. Dengan menggunakan LP biasa keuntungan maksimum akan deperoleh jika roti jenis I diproduksi sebanyak 3 buah dan roti jenis II diproduksi sebanyak 18 buah dengan keuntungan sebesar Rp1.050.000,00.

2. Dengan menggunakan PLF keuntungan maksimum diperoleh jika roti jenis I diproduksi sebanyak 4 buah dan roti jenis II diproduksi sebanyak 19 buah dengan keuntungan sebesar Rp1.102.420,00 (selisih Rp52.420,00 lebih banyak dibandingkan LP biasa) dengan catatan penambahan 10% setiap bahan baku.

II.7 QM for Windows

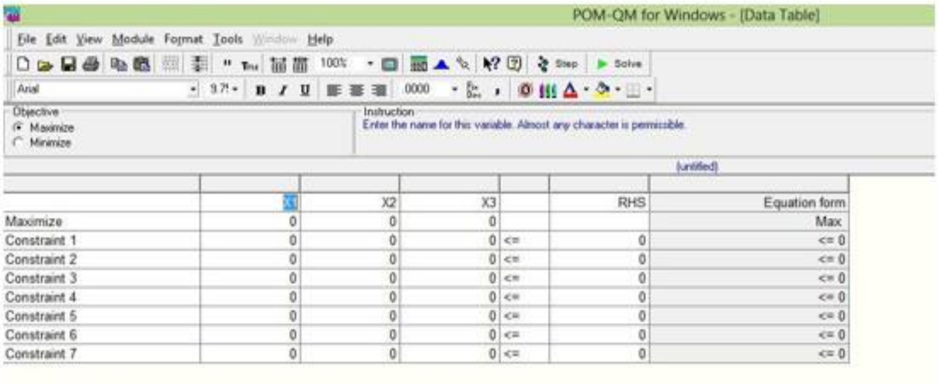
QM adalah kepanjangan dari quantitatif method yang merupakan perangkat lunak dan menyertai buku-buku teks seputar manajemen operasi yang diterbitkan oleh Prentice-Hall’s. Terdapat tiga perangkat lunak sejenis yang mereka terbitkan yakni DS for Windows, POM for Windows dan QM for Windows. Perangkat-perangkat lunak ini *user friendly* dalam penggunaannya untuk membantu proses perhitungan secara teknis pengambilan keputusan secara kuantitatif. POM for Windows ialah paket yang diperuntukkan untuk manajemen operasi, QM for Windows ialah paket yang diperuntukkan untuk metode kuantitatif untuk bisnis dan DS for Windows berisi gabungan dari kedua paket sebelumnya. *QM for Windows* bisa memanfaatkan untuk menemukan solusi dari berbagai masalah bisnis secara cepat, *QM for Windows* menyediakan modul-modul dalam area pengambilan keputusan bisnis.

Syarat spesifikasi minimum yang diperlukan untuk dapat menginstal QM for Windows adalah processor dengan Pentium atau sejenisnya, RAM minimum MB, sistem operasinya berupa Windows Spesifikasi komputer yang digunakan penulis adalah processsor N2840 Intel Pentium, RAM sebesar 2 GB dan menggunakan Windows 8. *QM for Windows* dapat menyelesaikan masalah linear programming yang berkaitan dengan optimasi keuntungan hingga terdapat batas maksimum dan batas minimum keuntungan, dalam penyelesain menggunakan *QM for Windows* terdapat 5 output (tampilan) yang dihasilkan dari penyelesaian linear programming menggunakan *QM for Windows*, dapat dipilih untuk ditampilkan dari menu *Windows* yaitu *Linear Programming Results, Ranging, Solution list, Iterations, Dual.* Mulailah mengoprasikan *QM for Windows* dengan mengeksekusi ikon *QM for Windows* dilayar komputer ataupun melalui tombol Start di Windows. Setelah proses *loading* program, jendela utama *QM for Windows* akan muncul seperti berikut ini.



Gambar 2. 2 Jendela utama *QM for Windows*

Setelah klik linear programming maka akan muncul tampilan *create date set for linear programming*, lalu masukan berapa banyak kendala pada kolom *number of Kendalas* dan masukan pula berapa banyak variabel pada kolom *number of variable.* Kemudian klik OK maka akan muncul tampilan



Gambar 2. 3 Tampilan tabel data

Pada kolom Kendala bisa diganti dengan nama-nama kendala yang terjadi dalam masalah *linear programming*, misalkan dalam produksi keripik pisang terdapat beberapa kendala seperti pisang, minyak, dan lainnya. Maka kendala 1 dapat diganti dengan pisang, kendala 2 diganti dengan minyak, dan seterusnya. Lalu masukan koefisien dalam setiap kendala kedalam kolom variabel dan RHS. Setelah semua kolom terisi maka klik ikon SOLVE maka akan muncul tampilan dari menu *Windows* yaitu *Linear Programming Results, Ranging, Solution list, Iterations, Dual* (Marzukoh, 2017).