

**PENERAPAN METODE *FUZZY INFERENCE SYSTEM*
DALAM MENGOPTIMALKAN JUMLAH PRODUKSI
LAPIS LEGIT LAMPUNG**

(Skripsi)

**Oleh
REKA MUSTIKA PUTRI SELLA**



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

ABSTRACT

APPLICATION OF *FUZZY INFERENCE SYSTEM* IN OPTIMIZING THE AMOUNT OF LAMPUNG'S LAPIS LEGIT PRODUCTION

By

REKA MUSTIKA PUTRI SELLA

The erratic amount of demands and stocks in a company cause the amount of production to become uncertain. Therefore, it is necessary to find a way for optimizing the amount of production so that the company can avoid the loss. A study has been done with the purpose to compare fuzzy inference system methods in optimizing the amount of Lampung's Lapis Legit. Fuzzy inference system is a computational framework based on fuzzy's theory of sets, fuzzy's rules in the form of IF-THEN and fuzzy's reasoning that can be used in making an uncertain decision. There are three fuzzy inference system methods, which are Tsukamoto, Mamdani, and Sugeno. In this study, three implication rules have been obtained. There are four steps of processes to get the output, which are fuzzification, implication function rules, composition rules, and defuzzification. The difference Tsukamoto fuzzy method with real production is 7.833%, Mamdani fuzzy method is 7.572%, and the difference Sugeno fuzzy method with real production is 24.403%. If every method is compared, the one which has the least error value with confidence level in optimizing the amount of lapis legit production by 92.428% is the Mamdani fuzzy method with difference 7.572% with real production of Selera Rasa. So, the best method to optimize the amount of lapis legit production is Mamdani fuzzy method.

Keywords: Fuzzy Sets, Membership Function, Fuzzy Set Operation, Fuzzy Implication Function, Fuzzy Inference System.

ABSTRAK

PENERAPAN METODE *FUZZY INFERENCE SYSTEM* DALAM MENGOPTIMALKAN JUMLAH PRODUKSI LAPIS LEGIT LAMPUNG

Oleh

REKA MUSTIKA P.S.

Adanya jumlah permintaan dan persediaan yang tidak menentu pada suatu perusahaan menyebabkan jumlah produksi menjadi tidak pasti. Oleh karena itu, diperlukan suatu cara agar jumlah produksi menjadi optimal sehingga perusahaan dapat menghindari kerugian. Telah dilakukan penelitian dengan tujuan membandingkan metode *fuzzy inference system* dalam mengoptimalkan jumlah produksi lapis legit Lampung. *Fuzzy inference system* merupakan suatu kerangka komputasi yang didasarkan pada teori himpunan *fuzzy*, aturan *fuzzy* berbentuk IF-THEN dan penalaran *fuzzy* yang dapat digunakan dalam mengambil suatu keputusan yang tidak pasti. Ada tiga metode *fuzzy inference system* yaitu metode *fuzzy* Tsukamoto, Mamdani, dan Sugeno. Pada penelitian ini, diperoleh tiga aturan implikasi. Proses yang dilakukan untuk memperoleh *output* ada empat tahap yaitu fuzzifikasi, aturan fungsi implikasi, komposisi aturan, dan defuzzifikasi. Hasil yang diperoleh yaitu Metode *fuzzy* Tsukamoto dapat mengoptimalkan jumlah produksi lapis legit sebesar 92.167%, metode *fuzzy* Mamdani dapat mengoptimalkan jumlah produksi lapis legit sebesar 92.428%, dan metode *fuzzy* Sugeno dapat mengoptimalkan jumlah produksi lapis legit sebesar 75.597%. Jika setiap metode dibandingkan maka yang memiliki nilai galat terkecil dengan tingkat keberhasilan dalam mengoptimalkan jumlah produksi lapis legit sebesar 92.428 % adalah metode *fuzzy* Mamdani. Sehingga metode terbaik untuk mengoptimalkan jumlah produksi lapis legit adalah metode *fuzzy* Mamdani.

Kata Kunci: Himpunan *Fuzzy*, Fungsi Keanggotaan, Operator Himpunan *Fuzzy*, Fungsi Implikasi *Fuzzy*, *Fuzzy Inference System*.

**PENERAPAN METODE *FUZZY INFERENCE SYSTEM*
DALAM MENGOPTIMALKAN JUMLAH PRODUKSI
LAPIS LEGIT LAMPUNG**

Oleh

REKA MUSTIKA PUTRI SELLA

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
SARJANA SAINS**

Pada

**Jurusan Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

Judul Skripsi

: **PENERAPAN METODE *FUZZY INFERENCE*
SYSTEM DALAM MENGOPTIMALKAN
JUMLAH PRODUKSI LAPIS LEGIT
LAMPUNG**

Nama Mahasiswa

: **Reka Mustika Putri Sella**

Nomor Pokok Mahasiswa

: **1417031100**

Program Studi

: **Matematika**

Jurusan

: **Matematika**

Fakultas

: **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



2. Mengetahui

Ketua Jurusan Matematika,

Prof. Dra. Wamilliana, MA., Ph. D.
NIP. 19631108 198902 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: Prof. Dra. Wamilliana, MA., Ph.D.



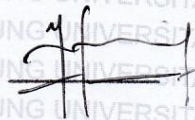
Sekretaris

: Drs. Muslim Ansori, S.Si., M.Si.



Penguji

Bukan Pembimbing : Dr. Asmiati., S.Si., M.Si.



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Prof. Warsito, S.Si., DEA., Ph.D.

NIP 19710212 199512 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 21 Februari 2018

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“Penerapan Metode *Fuzzy Inference System* dalam Mengoptimalkan Jumlah Produksi Lapis Legit Lampung”** merupakan hasil karya sendiri dan bukan merupakan karya orang lain. Semua hasil tulisan yang tertuang dalam skripsi ini mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, Februari 2018

Penulis



Reka Mustika Putri Sella

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Lampung Timur pada tanggal 31 Agustus 1996, anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Supriyono dan Ibu Sahra Alam.

Penulis mengawali pendidikan formal pada tahun 2002 di SD Negeri 01 Way Dente, Kecamatan Dente Teladas, Kabupaten Tulang Bawang, diselesaikan tahun 2008. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 12 Bandar Lampung pada tahun 2008 dan selesai pada tahun 2011, kemudian penulis melanjutkan pendidikannya di SMA Swasta Yayasan Pembina Universitas Lampung (YP Unila) Bandar Lampung, diselesaikan pada tahun 2014. Pada tahun yang sama, penulis diterima melalui jalur SNMPTN dan terdaftar sebagai mahasiswa reguler Program Studi Matematika, Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam di Universitas Lampung.

Pada tahun 2017, penulis melakukan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Kantor Pelayanan Pajak (KPP) Pratama Tanjung Karang dan melaksanakan program Kuliah Kerja Nyata (KKN), Penulis terpilih dalam program Kuliah Kerja Nyata Pembelajaran dan Pemberdayaan Masyarakat (KKN PPM) yang merupakan hasil kerja sama Universitas Lampung dengan Kemenrisdikti dengan program kerja pokok Pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga *Micro Hidro* (PLTMH) di Desa Way Empulau Ulu, Kecamatan Balik Bukit, Kabupaten Lampung Barat.

MOTTO

“Barangsiapa menempuh suatu jalan untuk menuntut ilmu, maka Allah akan memudahkan jalannya menuju surga”

(HR. Muslim)

“Semua sudah berakhir meski belum berakhir”

(Reka Mustika P.S.)

“Keluar dari zona aman agar menjadi pribadi yang tangguh dalam menghadapi tantangan”

(Reka Mustika P.S.)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Dengan segala kerendahan hati penulis persembahkan skripsi ini kepada:

1. Kedua orang tua, Bapak Supriyono dan Ibu Sahra Alam tercinta yang selalu tulus berkorban, membimbing, selalu memberikan semangat, rela menjadi pendengar yang baik dan mendoakan setiap waktu untuk keberhasilan penulis.
2. Adikku tersayang Rizky Fadhillah dan Annisa Rahma Anindya yang telah memberikan doa dan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Keluarga besarku yang selalu mendukung, mendoakan, dan membantu keberhasilan penulis.
4. Almamater tercinta Universitas Lampung.

SANWACANA

Bismillahirrohmanirrohim...

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah SWT, yang selalu melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini berjudul “Penerapan Metode *Fuzzy Inference System* Dalam Mengoptimalkan Jumlah Produksi Lapis Legit Lampung”. Penulis menyadari bahwa dengan bantuan berbagai pihak, skripsi ini dapat diselesaikan. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Prof. Dra. Wamiliana, MA., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung dan selaku Pembimbing I yang telah memotivasi dan membimbing penulis selama penulisan skripsi.
2. Bapak Drs. Muslim Ansori, S.Si., M.Si., selaku Pembimbing II, atas kesabarannya dalam memberikan bimbingan dan motivasi kepada penulis.
3. Ibu Dr. Asmiati, S.Si., M.Si., selaku Pembahas yang banyak memberikan masukan dan kritik yang bersifat positif dan membangun dalam penulisan skripsi.
4. Bapak Drs. Nusyirwan, M.Si., selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan semangat kepada penulis selama proses penulisan skripsi.
5. Bapak Prof. Warsito, S.Si., DEA., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

6. Bapak dan Ibu Dosen serta Staf Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
7. Teman terbaikku, Helga Kupilang Panggayu yang selalu memberikan semangat, doa, dan kasih sayang kepada penulis.
8. Sahabat-sahabatku, Risky, Fietra, Indah, Mona, Linda, Tio, Suci, Nuri, Fitri, Irvan, Rahmad, dan Tari terima kasih atas segala motivasi, canda, tawa, dan doa yang kalian berikan.
9. Kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis berdoa, semoga semua amal dan bantuan, mendapat pahala serta balasan dari Allah SWT dan semoga skripsi ini bermanfaat bagi dunia pendidikan. Aamiin.

Bandar Lampung, Februari 2018

Reka Mustika Putri Sella

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	v
 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Batasan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
 1 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Himpunan Klasik (<i>Crisp</i>)	4
2.2 Himpunan <i>Fuzzy</i>	4
2.3 Fungsi Keanggotaan	6
2.4 Operasi-operasi pada Himpunan <i>Fuzzy</i>	8
2.5 Fungsi Implikasi <i>Fuzzy</i>	9
2.6 <i>Fuzzy Inference System (FIS)</i>	9
2.6.1 Metode <i>Fuzzy</i> Tsukamoto.....	10
2.6.2 Metode <i>Fuzzy</i> Mamdani	10
2.6.3 Metode <i>Fuzzy</i> Sugeno.....	13
2.7 Analisis Galat	14

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	15
3.2 Data Penelitian	15
3.3 Metode Penelitian.....	15

IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian.....	18
4.2 Pembahasan	19
4.2.1 Metode <i>Fuzzy</i> Tsukamoto.....	20
4.2.2 Metode <i>Fuzzy</i> Mamdani	24
4.2.3 Metode <i>Fuzzy</i> Sugeno.....	30

V KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan.....	42
5.2 Saran	43

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Representasi Linear Naik	7
Gambar 2.2 Representasi Linear Turun	8
Gambar 3.1 Diagram Alir <i>Fuzzy Inference System</i>	17
Gambar 4.1 Daerah Hasil Komposisi Aturan.....	28
Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Metode <i>FIS</i> dengan Data Produksi Selera Rasa.....	38
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan <i>Fuzzy Tsukamoto</i> dengan Produksi Selera Rasa	39
Gambar 4.4 Grafik Perbandingan <i>Fuzzy Mamdani</i> dengan Produksi Selera Rasa	39
Gambar 4.5 Grafik Perbandingan <i>Fuzzy Sugeno</i> dengan Produksi Selera Rasa	40

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Data Permintaan, Persediaan, dan Produksi Kue Lapis Legit di Toko Selera Rasa Bulan November 2016 sampai September 2017.....	18
Tabel 4.2 Penentuan Variabel dan Semesta Pembicaraan.....	19
Tabel 4.3 Himpunan <i>Fuzzy</i>	19
Tabel 4.4 Perbandingan Jumlah Produksi Lapis Legit pada Toko Kue Selera Rasa, metode <i>Fuzzy</i> Tsukamoto, Mamdani, dan Sugeno.....	36
Tabel 4.5 Galat Metode <i>Fuzzy</i> Tsukamoto.....	36
Tabel 4.6 Galat Metode <i>Fuzzy</i> Mamdani	37
Tabel 4.7 Galat Metode Fuzzy Sugeno	37

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Berdirinya suatu perusahaan ditengah-tengah kehidupan masyarakat mempunyai tujuan untuk menghasilkan barang atau jasa untuk memenuhi kebutuhan hidup masyarakat. Salah satu faktor yang mempengaruhi keberlangsungan hidup perusahaan yaitu jumlah produksi perusahaan. Jumlah permintaan konsumen akan sangat berpengaruh pada produksi barang dan ketersediaan suatu bahan pada perusahaan akan sangat berpengaruh dalam proses menentukan jumlah barang yang akan diproduksi.

Produksi barang yang terlalu banyak akan mengakibatkan kerugian, seperti biaya simpan barang dan terjadi penurunan kualitas barang atau sebaliknya. Hal ini akan menjadi masalah bagi perusahaan. Adanya jumlah produksi yang tidak menentu akan menimbulkan ketidakpastian dalam menentukan jumlah produksi barang. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu cara agar jumlah produksi menjadi optimal sehingga perusahaan dapat menghindari kerugian.

Logika *fuzzy* merupakan salah satu metode untuk melakukan analisis sistem yang mengandung ketidakpastian. Logika *fuzzy* dianggap mampu untuk memetakan

suatu *input* kedalam *output* tanpa mengabaikan faktor-faktor yang ada. Faktor-faktor yang menjadi kendala dalam membuat suatu keputusan dan kebijakan untuk menentukan jumlah barang yang akan diproduksi yaitu jumlah permintaan dan jumlah persediaan (Ginanjar, 2011). Metode yang dapat digunakan dalam pengaplikasian logika *fuzzy* pada produksi barang diperusahaan adalah metode *Fuzzy Inference System (FIS)* yang terbagi menjadi tiga metode yaitu metode *FIS* Tsukamoto, metode *FIS* Mamdani, dan metode *FIS* Sugeno (Kusumadewi dan Hartati, 2006)

Berdasarkan masalah di atas maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan menerapkan metode *Fuzzy Inference System (FIS)* agar dapat membantu mengoptimalkan jumlah produksi suatu barang pada suatu perusahaan. Hasil perhitungan jumlah produksi ketiga metode tersebut akan dibandingkan dengan data yang diperoleh dari perusahaan, setelah itu akan dilihat manakah metode yang terbaik untuk mengoptimalkan jumlah produksi barang.

1.1 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Banyaknya variabel dalam pengambilan keputusan produksi barang ada 3, yaitu: permintaan, persediaan, dan produksi barang.
2. Masing-masing variabel mempunyai 2 nilai linguistik yaitu:
 - a. Untuk permintaan, nilai linguistiknya naik dan turun.
 - b. Untuk persediaan, nilai linguistiknya banyak dan sedikit.
 - c. Untuk produksi, nilai linguistiknya bertambah dan berkurang.

4. Studi kasus pada penelitian ini yaitu pada toko kue Selera Rasa di Jalan Kimaja, Way Halim, Bandarlampung.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membandingkan hasil perhitungan produksi dari metode *fuzzy* Tsukamoto, Mamdani, dan Sugeno dengan data produksi sebenarnya.
2. Menentukan metode terbaik untuk menentukan jumlah produksi barang.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan wawasan dalam mempertimbangkan dan menentukan jumlah produksi barang pada suatu perusahaan agar dapat optimal dengan metode *fuzzy* Tsukamoto, Mamdani, dan Sugeno.
2. Sebagai contoh penerapan logika *fuzzy* khususnya metode *Fuzzy Inference System (FIS)* dalam bidang ekonomi dan industri yang dapat dijadikan sebagai alat ukur proses perencanaan produksi pada suatu perusahaan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Himpunan Klasik (*Crisp*)

Teori himpunan *fuzzy* merupakan perluasan dari teori himpunan klasik. Pada teori himpunan klasik (*crisp*), keberadaan suatu elemen pada suatu himpunan, A, hanya memiliki dua kemungkinan keanggotaan, yaitu menjadi anggota A atau tidak menjadi anggota A (Chak, 1998). Nilai keanggotaan atau derajat keanggotaan merupakan suatu nilai yang menunjukkan seberapa besar tingkat keanggotaan suatu elemen (x) dalam suatu himpunan (A) yang dinotasikan dengan $\mu_A(x)$. Pada himpunan klasik, hanya ada dua nilai keanggotaan yaitu $\mu_A(x) = 1$ yang menyatakan bahwa x menjadi anggota A dan $\mu_A(x) = 0$ menyatakan bahwa x bukan anggota dari A (Kusumadewi dan Hartati, 2010).

2.2 Himpunan *Fuzzy*

Teori himpunan *fuzzy* diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Zadeh memberikan definisi tentang himpunan *fuzzy*, \tilde{A} , yaitu jika X adalah koleksi dari objek-objek yang dinotasikan secara generik oleh x, maka suatu himpunan *fuzzy* \tilde{A} , dalam suatu himpunan pasangan berurutan (Jang dkk., 1997).

$$\tilde{A} = \{x, \mu_A(x) | x \in X\} \quad (2.1)$$

dengan $\mu_A(x)$ adalah derajat keanggotaan x di \tilde{A} yang memetakan X ke ruang keanggotaan M yang terletak pada rentang $[0,1]$ (Lin dan Lee, 1997).

Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami himpunan *fuzzy*, yaitu:

- (a). Variabel *fuzzy* merupakan variabel yang akan dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*, seperti: usia, temperatur, permintaan, dan sebagainya.
- (b). Himpunan *fuzzy* merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*, seperti: variabel temperatur terbagi menjadi lima himpunan *fuzzy*, yaitu: dingin, sejuk, normal, hangat, dan panas.
- (c). Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif namun terkadang nilai semesta pembicaraan ini tidak dibatasi batas atasnya, seperti: variabel umur yang semesta pembicaraannya adalah $[0, +\infty)$.
- (d). Domain adalah keseluruhan nilai yang diizinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*. Domain merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai domain dapat berupa bilangan positif maupun negatif, seperti: muda $[0-45 \text{ tahun}]$, dingin $[0-20^0]$, dan sebagainya
- (e). Linguistik, yaitu penanaman suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami. Semesta

pembicaraannya berupa himpunan kata-kata atau istilah-istilah bahasa sehari-hari.

- (f). Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel. Semesta pembicaraannya berupa himpunan bilangan-bilangan (Kusumadewi dan Purnomo, 2013).

2.3 Fungsi Keanggotaan

Berdasarkan Kusumadewi dan Purnomo (2013), fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik *input* data ke dalam nilai keanggotaannya. Dalam himpunan *fuzzy* terdapat beberapa representasi dari fungsi keanggotaan, salah satunya yaitu representasi linear. Pada representasi linear, pemetaan *input* ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas. Ada dua keadaan himpunan *fuzzy* yang linear, yaitu representasi linear naik dan representasi linear turun.

1. Representasi linear naik, yaitu kenaikan himpunan dimulai dari nilai domain yang memiliki nilai keanggotaan nol (0) bergerak ke kanan menuju nilai domain yang memiliki derajat lebih tinggi (Gambar 2.1) dan memiliki fungsi keanggotaan yaitu:

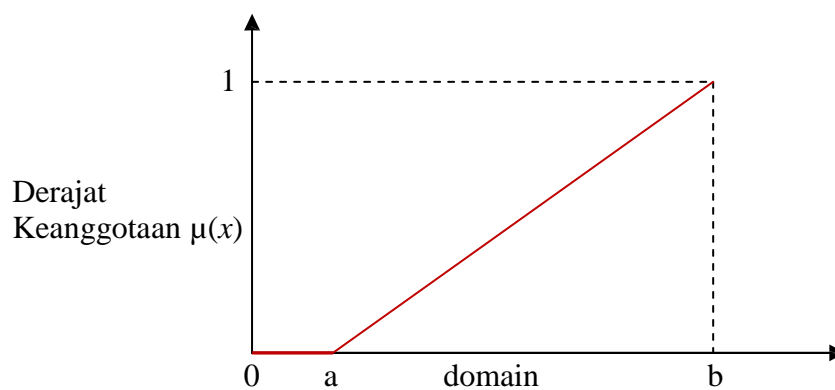
$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq a \\ \frac{(x-a)}{(b-a)} & ; a \leq x \leq b \end{cases}$$

dengan:

a = Permintaan/persediaan/jumlah produksi *minimum*

b = Permintaan/persediaan/jumlah produksi *maximum*

x = Permintaan/persediaan saat ini



Gambar 2.1 Representasi Linear Naik

2. Representasi linear turun, yaitu garis lurus yang dimulai dari domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak turun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan yang lebih rendah (Gambar 2.2) dan memiliki fungsi keanggotaan yaitu:

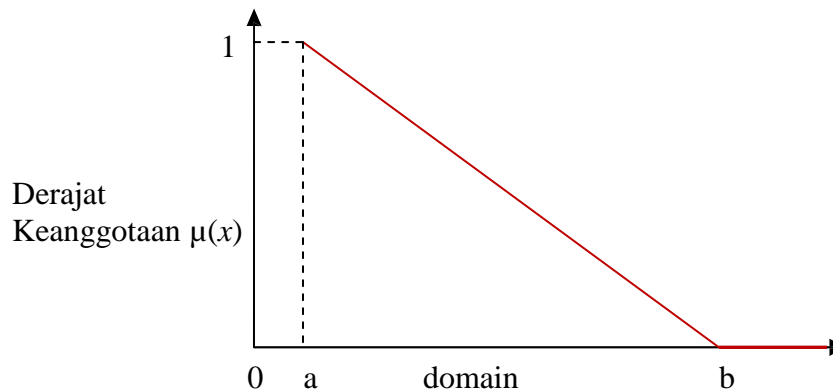
$$\mu(x) = \begin{cases} \frac{(b-x)}{(b-a)} & ; a \leq x \leq b \\ 0 & ; x \geq b \end{cases}$$

dengan:

a = Permintaan/persediaan/jumlah produksi *minimum*

b = Permintaan/persediaan/jumlah produksi *maximum*

x = Permintaan/persediaan saat ini



Gambar 2.2 Representasi Linear Turun

2.4 Operasi-operasi pada Himpunan Fuzzy

Ada beberapa operasi yang didefinisikan secara khusus untuk mengkombinasikan dan memodifikasi himpunan fuzzy. Nilai keanggotaan sebagai hasil dari dua himpunan sering dikenal dengan nama *fire strength* atau *a-cut*. Menurut Kusumadewi dan Hartati (2006), ada tiga operator pada himpunan fuzzy, yaitu:

1. Operator AND (*intersection*), operator ini berhubungan dengan operasi irisan pada himpunan. α -predikat sebagai hasil operasi operator AND diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antareleman pada himpunan-himpunan yang bersangkutan dan didefinisikan sebagai:

$$\mu_{A \cap B} = \min(\mu_A(x), \mu_B(y)) \quad (2.2)$$

2. Operator OR (*union*), operator ini berhubungan dengan operasi gabungan pada himpunan. α -predikat sebagai hasil operasi dengan operator OR

diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan dan didefinisikan sebagai:

$$\mu_{A \cup B} = \max(\mu_A(x), \mu_B(y)) \quad (2.3)$$

3. Operator NOT berhubungan dengan operasi komplemen pada himpunan. α -predikat sebagai hasil operasi dengan operator NOT diperoleh dengan mengurangi nilai keanggotaan elemen pada himpunan yang bersangkutan dari 1 dan didefinisikan sebagai:

$$\mu_{A^c} = 1 - \mu_A(x) \quad (2.4)$$

2.5 Fungsi Implikasi *Fuzzy*

Tiap-tiap aturan (proposisi) pada basis pengetahuan *fuzzy* akan berhubungan dengan suatu relasi *fuzzy*, Bentuk umum dari aturan yang digunakan dalam fungsi implikasi adalah:

$$IF \ x \ is \ A \ THEN \ y \ is \ B \quad (2.5)$$

dengan x dan y adalah skalar, A dan B adalah himpunan *fuzzy*. Proposisi yang mengikuti IF disebut sebagai anteseden, sedangkan proposisi yang mengikuti THEN disebut sebagai konsekuen (Cox, 1994).

2.6 *Fuzzy Inference System (FIS)*

Salah satu aplikasi logika *fuzzy* yang telah berkembang saat ini adalah sistem inferensi *fuzzy* (*Fuzzy Inference System/FIS*). *FIS* merupakan suatu kerangka

komputasi yang didasarkan pada teori himpunan *fuzzy*, aturan *fuzzy* berbentuk IF – THEN dan penalaran *fuzzy*. Sistem ini berfungsi untuk mengambil keputusan melalui proses tertentu dengan mempergunakan aturan inferensi berdasarkan logika *fuzzy*. Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2013), ada tiga metode *Fuzzy Inference System*, yaitu:

2.6.1 Metode *Fuzzy Tsukamoto*

Setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk IF-THEN pada metode *fuzzy Tsukamoto* harus direpresentasikan dengan suatu himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan monoton. *Output* inferensi dari tiap aturan akan diperoleh berdasarkan α -predikat (*fire strength*). Hasil akhir akan diperoleh menggunakan rata-rata terbobot (Kusumadewi dan Purnomo, 2013).

Pada metode ini, aturan *fuzzy* didefinisikan sebagai:

$$IF X \text{ is } A \text{ AND } Y \text{ is } B \text{ THEN } Z \text{ is } C \quad (2.6)$$

dimana A, B, dan C adalah himpunan *fuzzy*. Proses defuzzifikasi dengan menggunakan rata-rata terbobot yaitu:

$$Z^* = \frac{\sum \alpha_i z_i}{\sum \alpha_i} \quad (2.7)$$

Keterangan:

Z^* = Variabel *output*

α_i = nilai α -predikat ke- i

z_i = nilai variabel *output* ke- i

2.6.2 Metode *Fuzzy Mamdani*

Metode *fuzzy* Mamdani diperkenalkan oleh Ebrahim H. Mamdani pada tahun 1975. Metode ini juga dikenal dengan metode *Min – Max* (Kusumadewi dan Purnomo, 2013). Pada metode ini, aturan *fuzzy* didefinisikan sebagai:

$$IF x_1 \text{ is } A_1 \text{ AND} \dots \text{AND } x_n \text{ is } A_n \text{ THEN } y \text{ is } B \quad (2.8)$$

dimana, $A_1 \dots A_n$ dan B adalah nilai linguistik dan variabel x_1 menyatakan anggota A_1 . Untuk memperoleh *output* diperlukan 4 tahapan, yaitu:

1. Pembentukan himpunan *fuzzy*, yaitu menentukan semua variabel yang terkait dalam proses yang akan ditentukan. Untuk masing-masing variabel *input*, ditentukan suatu fungsi fuzzifikasi yang sesuai. Pada metode *fuzzy* mamdani, variabel *input* maupun *ouput* dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*.
2. Aplikasi fungsi implikasi (aturan), yaitu menyusun basis aturan, yaitu aturan-aturan berupa implikasi –implikasi *fuzzy* yang menyatakan relasi antara variabel *input* dan variabel *output*. Pada metode *fuzzy* mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah *Min*.
3. Komposisi aturan

Metode yang digunakan yaitu metode *Max (maximum)*. Pada metode ini, solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum aturan, kemudian menggunakan nilai tersebut untuk memodifikasi daerah *fuzzy* dan mengaplikasikannya ke *output* dengan menggunakan operator OR (gabungan). Secara umum dapat dituliskan:

$$\mu_{sf}[x_i] = \max(\mu_{sf}[x_i], \mu_{kf}[x_i]) \quad (2.9)$$

dengan:

$\mu_{sf}[x_i]$ = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-*i*.

$\mu_{kf}[x_i]$ = nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* aturan ke-*i*.

4. Defuzzifikasi

Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*, sedangkan *output* yang dihasilkan merupakan suatu bilangan real yang tegas, sehingga jika diberikan suatu himpunan *fuzzy* dalam range tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai tegas tertentu sebagai *output*. Metode yang akan digunakan pada penelitian ini dalam proses defuzzifikasi adalah metode *centroid*, secara umum dapat dituliskan sebagai berikut:

Untuk variabel kontinu

$$Z^* = \frac{\int_a^b z \mu(z) dz}{\int_a^b \mu(z) dz} \quad (2.10)$$

dengan:

Z^* = nilai hasil defuzzifikasi.

$\mu(z)$ = derajat keanggotaan titik tersebut.

z = nilai domain ke-*i*.

Untuk variabel diskrit

$$Z^* = \frac{\sum_{j=1}^n z_j \mu(z_j)}{\sum_{j=1}^n \mu(z_j)} \quad (2.11)$$

dengan:

z_j = nilai *output* pada aturan ke-*j*

$\mu(z_j)$ = derajat keanggotaan nilai *output* pada aturan ke-*j*.

n = banyaknya aturan yang digunakan (Klir dan Yuan, 1999).

2.6.3 Metode *Fuzzy Sugeno*

Metode *fuzzy Sugeno* diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985, sehingga metode ini juga sering dinamakan metode TSK (Kusumadewi dan Purnomo, 2013). Penalaran metode ini hampir sama dengan metode *fuzzy Mamdani*, hanya saja *output* sistem tidak berupa himpunan *fuzzy*, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear. Aturan metode *fuzzy Sugeno* dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$\text{IF } x \text{ is } A \text{ AND } y \text{ is } B \text{ THEN } z=f(x,y) \quad (2.12)$$

dimana A dan B adalah himpunan *fuzzy* pada anteseden dan $z=f(x,y)$ merupakan fungsi *crisp* konsekuen. Untuk memperoleh *output* pada metode ini, tahapan yang harus dilakukan sama seperti metode *fuzzy Mamdani*, hanya berbeda pada tahap aplikasi fungsi implikasi dan defuzzifikasi. Pada tahap aplikasi fungsi implikasi model aturan yang digunakan adalah metode *fuzzy Sugeno* orde satu sedangkan pada tahap defuzzifikasi dalam metode *fuzzy Sugeno* yang dilakukan adalah mencari nilai rata-rata terpusat yang dapat dituliskan:

$$Z^* = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i z_i}{\sum_{i=1}^n \alpha_i} \quad (2.13)$$

dengan:

α_i = *fire strength*

z_i = *output* pada anteseden aturan ke-*r*.

n = banyaknya aturan yang digunakan.

2.7 Analisis Galat

Dalam melakukan analisis numerik perlu untuk memperhatikan bahwa solusi yang dihitung bukanlah solusi analitik. Ketelitian dari solusi numerik dapat mengurangi nilai galat.

Definisi 2.1 Misalkan \hat{p} adalah aproksimasi (pendekatan) ke p . Galat mutlak adalah $E_p = |p - \hat{p}|$ dan Galat relatif adalah $R_p = |p - \hat{p}|/|p|$, dinyatakan bahwa $p \neq 0$ (Mathews dan Fink, 2004).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada semester ganjil tahun pelajaran 2017/2018 di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung dengan melakukan penelitian secara studi pustaka dan penelitian lapangan.

3.1 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data permintaan, persediaan, dan jumlah produksi lapis legit lampung bulan November 2016 – September 2017 yang diperoleh melalui survey dan wawancara di toko kue Selera Rasa yang bertempat di Jalan Kimaja, Way Halim, Bandar Lampung.

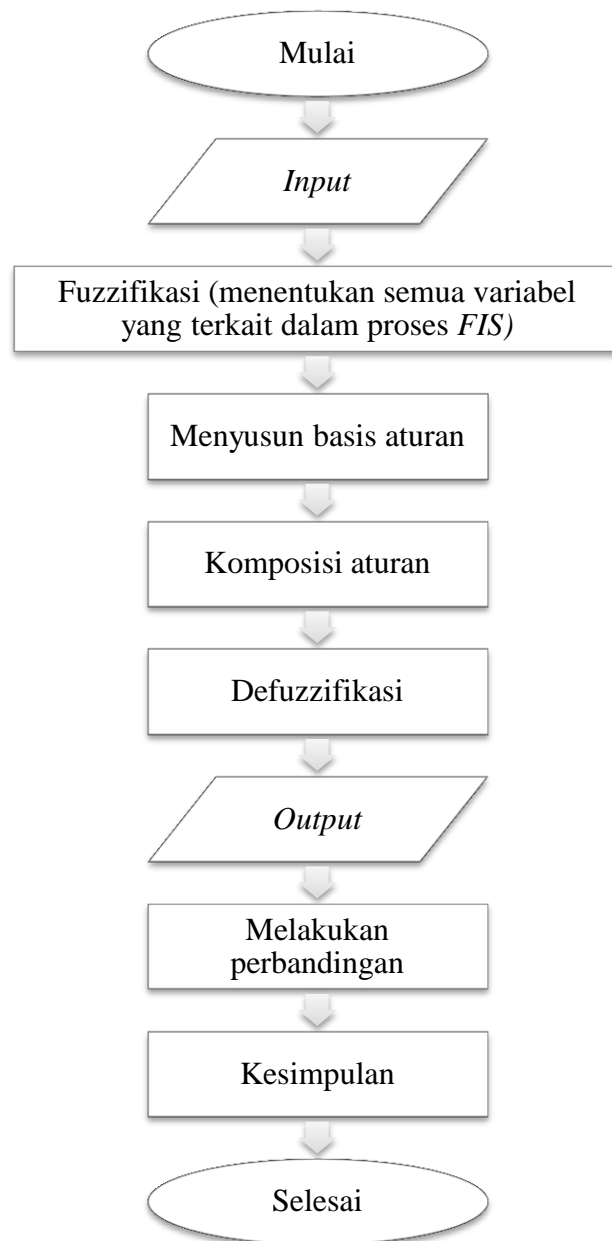
3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian dengan menggunakan data primer yang disusun dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Melakukan studi literatur pada buku dan jurnal yang berhubungan dengan penelitian.

2. Mengambil data yang diperlukan, yaitu data jumlah permintaan, jumlah persediaan, dan jumlah produksi pada bulan November 2016 sampai September 2017 dengan cara melakukan survey dan wawancara di toko kue Selera Rasa.
3. Pembentukan himpunan *fuzzy* pada metode *fuzzy* Tsukamoto, Mamdani dan Sugeno melalui fuzzifikasi dengan cara menentukan semua variabel yang terkait dalam proses yang akan ditentukan.
4. Menyusun basis aturan melalui proses aplikasi fungsi implikasi pada setiap metode.
5. Menentukan komposisi aturan pada setiap metode.
6. Melakukan proses defuzzifikasi pada setiap metode dengan bantuan *software Octave*.
7. Memperoleh output dengan *software Octave* dan melakukan perbandingan *output* dari metode *fuzzy* Tsukamoto, Mamdani dan *output* dari metode *fuzzy* Sugeno.
8. Menarik kesimpulan.

Langkah-langkah penelitian ini dapat dinyatakan pada diagram alir berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alir Fuzzy Inference System (FIS)

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari analisis perbandingan terhadap data jumlah produksi lapis legit di toko kue Selera Rasa dengan metode *Fuzzy Inference System (FIS)* yaitu metode *fuzzy* Tsukamoto, Mamdani, dan Sugeno diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Metode *fuzzy* Tsukamoto dapat mengoptimalkan jumlah produksi lapis legit sebesar 92.167%, metode *fuzzy* Mamdani dapat mengoptimalkan jumlah produksi lapis legit sebesar 92.428%, dan metode *fuzzy* Sugeno dapat mengoptimalkan jumlah produksi lapis legit sebesar 75.597%. Jika setiap metode dibandingkan maka yang memiliki nilai galat terkecil dengan tingkat keberhasilan dalam mengoptimalkan jumlah produksi lapis legit sebesar 92.428 % adalah metode *fuzzy* Mamdani dengan perbedaan galat sebesar 7.572% dari produksi Selera Rasa.
2. Metode terbaik yang dapat digunakan dalam mengoptimalkan jumlah produksi lapis legit di toko kue Selera Rasa adalah metode *fuzzy* Mamdani.

5.2 Saran

Pada penelitian ini menggunakan tiga variabel dan hanya menggunakan dua nilai linguistik. Disarankan pada penelitian selanjutnya untuk dapat menggunakan nilai linguistik lebih dari dua, misalnya pada variabel permintaan nilai linguistiknya adalah NAIK, SEDANG, TURUN atau menggunakan variabel numeris dan dapat menggunakan data pada bidang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Chak, C.K *et al.* 1998. *Fuzzy Logic and Expert Sytems Techniques Applications*. London, Academic Press.
- Cox, Earl. 1994. *The Fuzzy System Handbook (A Practitioner's Guide to Building, Using, and Maintaining Fuzzy Sysytems)*. Massachusetts, Academic Press.
- Ginanjari, Abdurrahman. 2011. Penerapan Metode Tsakamoto (Logika Fuzzy) dalam Sistem Pendukung Keputusan Untuk Menentukan Jumlah Produksi Barang Berdasarkan Data Persediaan dan Jumlah Permintaan. Skripsi. Jurusan Pendidikan Matematika. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Yogyakarta.
- Jang, J.S.R., Sun, C.T., dan Mizutani, E. 1997. *Neuro Fuzzy and Computing*. London, Prentice-Hall.
- Klir, J.R and Yuan, Bo. 1999. *Fuzzy Sets and Fuzzy Logic Theory and Applications*. New Jersey, Prentice-Hall.
- Kusumadewi, S dan Hartati, S. 2006. *Neuro Fuzzy Integrasi Sistem Fuzzy dan Jaringan Syaraf*. Edisi Kedua. Yogyakarta, Graha Ilmu.
- Kusumadewi, S dan Hartati, S. 2010. *Neuro Fuzzy Integrasi Sistem Fuzzy dan Jaringan Syaraf*. Edisi Kedua. Yogyakarta, Graha Ilmu.
- Kusumadewi, S dan Purnomo, H. 2013. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Edisi Kedua. Yogyakarta, Graha Ilmu.
- Lin Chin-Teng dan CS George Lee. 1997. *Neural Fuzzy System*. London, Prentice-Hall.
- Mathews, John H., and Kurtis D. Fink. 2004. *Numerical Methods Using MATLAB*. Pearson Education, Inc, United States of America.
- Susilo, Frans S.J. 2006. *Himpunan dan Logika Kabur Serta Aplikasinya*. Yogyakarta, Graha Ilmu.