

**ANALISIS PERBANDINGAN METODE TSUKAMOTO DAN MAMDANI
DALAM OPTIMASI PRODUKSI BARANG**

SKRIPSI

**OLEH
MUKHAMMAD GADDAFI
NIM. 11610044**



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2016**

**ANALISIS PERBANDINGAN METODE TSUKAMOTO DAN MAMDANI
DALAM OPTIMASI PRODUKSI BARANG**

SKRIPSI

**Diajukan Kepada
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**Oleh
Mukhammad Gaddafi
NIM. 11610044**

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2016**

**ANALISIS PERBANDINGAN METODE TSUKAMOTO DAN MAMDANI
DALAM OPTIMASI PRODUKSI BARANG**

SKRIPSI

Oleh
Mukhammad Gaddafi
NIM. 11610044

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal 27 Juni 2016

Pembimbing I,



Evawati Alisah, M.Pd
NIP. 1972 0604 199903 2 001

Pembimbing II,



Abdul Aziz, M.Si
NIP. 19760418 200604 1 002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika



Dr. Abdussakir, MPd
NIP. 19751006 200312 1 001

**ANALISIS PERBANDINGAN METODE TSUKAMOTO DAN MAMDANI
DALAM OPTIMASI PRODUKSI BARANG**

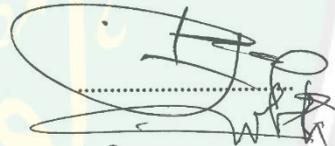
SKRIPSI

Oleh
Mukhammad Gaddafi
NIM. 11610044

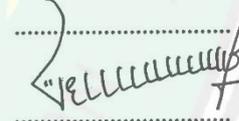
Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Tanggal 15 September 2016

Penguji Utama : Drs. H. Turmudi, M.Si. Ph.D



Ketua Penguji : H. Wahyu H. Irawan, M.Pd



Sekretaris Penguji : Evawati Alisah, M.Pd



Anggota Penguji : Abdul Aziz, M.Si



Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika



Dr. Abdussakir, M.Pd
NIP. 19751006 200312 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mukhammad Gaddafi

NIM : 11610061

Jurusan : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul : Analisis Perbandingan Metode Tsukamoto dan Mamdani dalam Optimasi Produksi Barang.

menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan hasil pikiran atau tulisan orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar rujukan. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, September 2016
Yang membuat pernyataan,



Mukhammad Gaddafi
NIM. 11610044

MOTO

وَذَكِّرْ فَإِنَّ الذِّكْرَى تَنْفَعُ الْمُؤْمِنِينَ ﴿٥٥﴾

“Dan tetaplah memberi peringatan, karena sesungguhnya peringatan itu bermanfaat bagi orang-orang yang beriman.”

(QS. Adz-Dzariyat ayat/51:55)



PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada Allah Swt., penulis persembahkan skripsi ini kepada:

Ayahanda Chalid dan Ibunda Fathiyah, yang selalu menjadi motivasi utama penulis dengan kegigihan dan kesabarannya.

Adik-adik terbaik Mukhammad Hafid dan Najla Kamila yang selalu memberi semangat penulis.

Serta keluarga besar yang senantiasa memberikan dukungan dan doa.



KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah Swt. atas rahmat, taufik serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Analisis Perbandingan Metode Tsukamoto dan Mamdani dalam Optimasi Produksi Barang” ini dengan baik. Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Rasulullah *Shallallahu ‘alaihi wa sallam*, yang telah menuntun umat manusia dari jalan kegelapan menuju jalan yang terang benderang yaitu agama Islam.

Selanjutnya penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mengarahkan, membimbing, dan memberikan pemikirannya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. Mudjia Rahardjo, M.Si, selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. drh. Hj. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si, selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Abdussakir, M.Pd, selaku ketua Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Evawati Alisah, M.Pd, selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan arahan yang terbaik selama penyelesaian skripsi ini.
5. Abdul Aziz, M.Si, selaku dosen pembimbing keagamaan yang telah memberikan saran dan bimbingan yang terbaik selama penulisan skripsi ini.

6. Seluruh dosen Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang dan seluruh staf serta karyawan.
7. Kedua orang tua penulis, bapak Chalid dan ibu Fathiyah tercinta, serta adik tersayang yang selama ini memberikan segala yang terbaik untuk penulis yang tiada pernah terkira.
8. Seluruh teman mahasiswa Jurusan Matematika angkatan 2011 dan teman kontrakan seperjuangan yang rela meluangkan waktunya untuk bertukar pikiran dengan penulis.
9. Semua pihak yang tidak mungkin penulis sebut satu persatu, penulis ucapkan terima kasih atas bantuannya.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan keilmuan khususnya bidang matematika. Aamiin.

Malang, September 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGAJUAN	
HALAMAN PENGESAHAN	
HALAMAN PERSETUJUAN	
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	
HALAMAN MOTO	
HALAMAN PERSEMBAHAN	
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi
ملخص	xvii
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	5
1.6 Sistematika Penulisan	6
 BAB II KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Logika <i>Fuzzy</i>	8
2.1.1 Operasi Dasar Himpunan <i>Fuzzy</i>	10
2.1.2 Fungsi Keanggotaan	11
2.1.3 Implikasi <i>Fuzzy</i>	14
2.2 Metode <i>Fuzzy Inference System (FIS)</i>	14
2.2.1 Metode Tsukamoto	16
2.2.2 Metode Mamdani	18
2.3 Metode <i>Mean Squared Error (MSE)</i>	20
2.4 Konsep Produksi	21
2.4.1 Fungsi Produksi	22
2.5 Permintaan	22
2.6 Persediaan	23
2.7 Optimasi	25

2.8 Kajian Logika <i>Fuzzy</i> dan Optimasi dalam Islam	26
2.8.1 Logika <i>Fuzzy</i> dalam Islam	26
2.8.2 Optimasi dalam Islam	27

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian	29
3.2 Sumber Data	29
3.3 Variabel Penelitian	30
3.4 Analisis Data	30
3.4.1 Mengolah Data dengan Metode Tsukamoto	30
3.4.2 Mengolah Data dengan Metode Mamdani	32
3.4.3 Analisis Perbandingan	33

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Data Pabrik	34
4.1.1 Data Penelitian	35
4.2 Analisis Perbedaan Langkah Metode Tsukamoto dan Mamdani	36
4.3 Analisis Logika <i>Fuzzy</i> Tsukamoto dan Mamdani	37
4.3.1 Fuzzifikasi	37
4.3.2 Pembentukan Aturan <i>Fuzzy</i>	44
4.3.3 Penyelesaian Menggunakan Metode Tsukamoto	44
4.3.4 Penyelesaian Menggunakan Metode Mamdani	68
4.4 Analisis Perbandingan dengan <i>MSE</i>	78
4.5 Keputusan dalam Islam	80

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	83
5.2 Saran	84

DAFTAR RUJUKAN	85
-----------------------------	----

LAMPIRAN

RIWAYAT HIDUP

DAFTAR TABEL

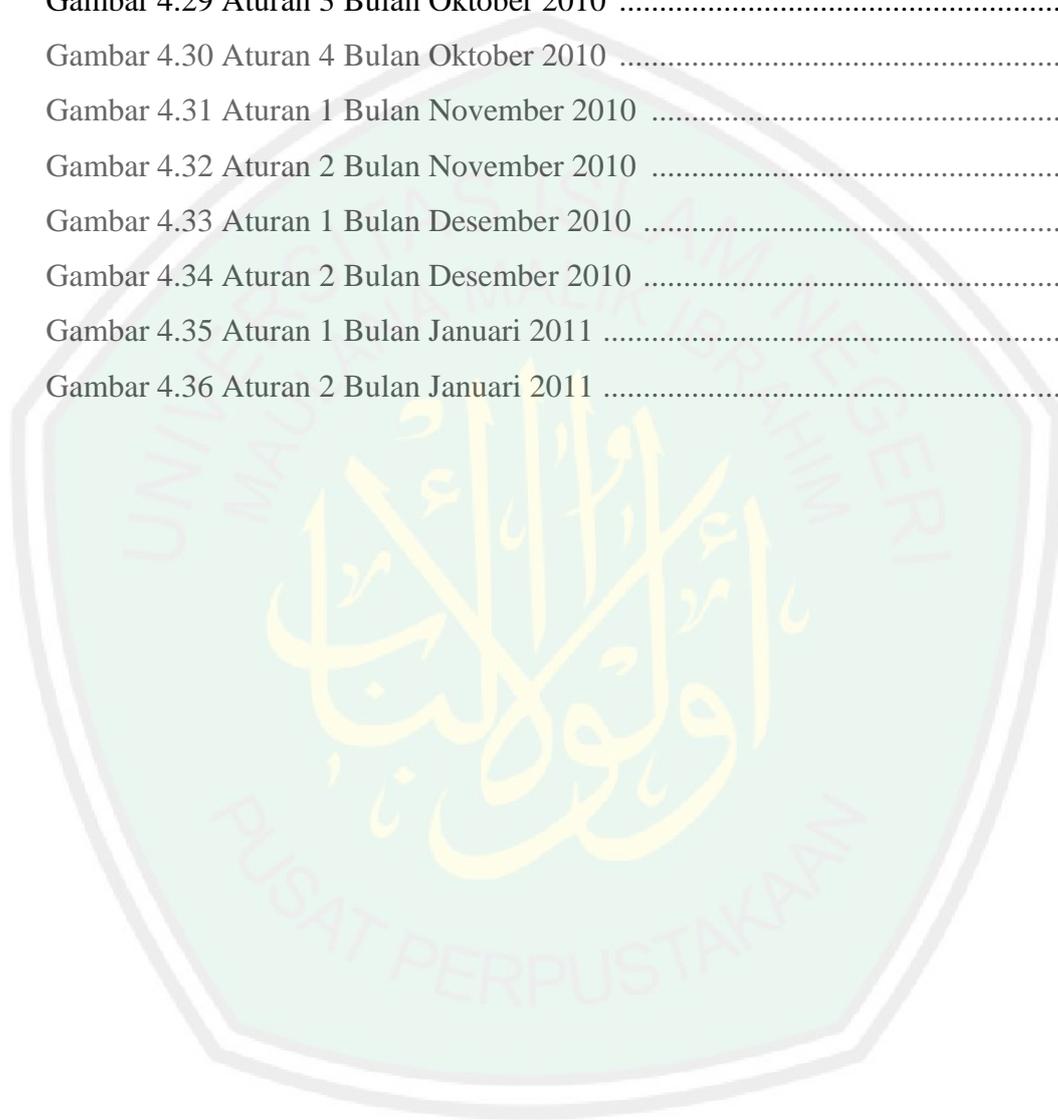
Tabel 4.1 Penjabaran Langkah Metode Tsukamoto dan Metode Mamdani	36
Tabel 4.2 Data Setelah Diurutkan	38
Tabel 4.3 Himpunan <i>Fuzzy</i>	39
Tabel 4.4 Aturan <i>Fuzzy</i>	44
Tabel 4.5 Perhitungan <i>MSE</i> Menggunakan Metode Tsukamoto	79
Tabel 4.6 Perhitungan <i>MSE</i> Menggunakan Metode Mamdani	79



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Representasi Linier Naik	12
Gambar 2.2 Representasi Linier Turun	12
Gambar 2.3 Fungsi Keanggotaan Segitiga	14
Gambar 2.4 Fungsi Keanggotaan Trapesium	14
Gambar 2.5 Proses Inferensi <i>Fuzzy</i>	15
Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Tsukamoto	30
Gambar 3.2 Diagram Alir Metode Mamdani	31
Gambar 4.1 Himpunan <i>Fuzzy</i> Variabel Permintaan	41
Gambar 4.2 Himpunan <i>Fuzzy</i> Variabel Persediaan	42
Gambar 4.3 Himpunan <i>Fuzzy</i> Variabel Produksi	44
Gambar 4.4 Aturan 1 Bulan Januari 2010	46
Gambar 4.5 Aturan 1 Bulan Februari 2010	47
Gambar 4.6 Aturan 2 Bulan Februari 2010	47
Gambar 4.7 Aturan 3 Bulan Februari 2010	47
Gambar 4.8 Aturan 1 Bulan Maret 2010	48
Gambar 4.9 Aturan 1 Bulan April 2010	49
Gambar 4.10 Aturan 2 Bulan April 2010	50
Gambar 4.11 Aturan 3 Bulan April 2010	50
Gambar 4.12 Aturan 4 Bulan April 2010	51
Gambar 4.13 Aturan 1 Bulan Mei 2010	52
Gambar 4.14 Aturan 2 Bulan Mei 2010	52
Gambar 4.15 Aturan 1 Bulan Juni 2010	53
Gambar 4.16 Aturan 2 Bulan Juni 2010	53
Gambar 4.17 Aturan 3 Bulan Juni 2010	54
Gambar 4.18 Aturan 4 Bulan Juni 2010	54
Gambar 4.19 Aturan 1 Bulan Juli 2010	55
Gambar 4.20 Aturan 2 Bulan Juli 2010	56
Gambar 4.21 Aturan 1 Bulan Agustus 2010	57
Gambar 4.22 Aturan 2 Bulan Agustus 2010	57
Gambar 4.23 Aturan 1 Bulan September 2010	58
Gambar 4.24 Aturan 2 Bulan September 2010	58

Gambar 4.25 Aturan 3 Bulan September 2010	59
Gambar 4.26 Aturan 4 Bulan September 2010	59
Gambar 4.27 Aturan 1 Bulan Oktober 2010	60
Gambar 4.28 Aturan 2 Bulan Oktober 2010	61
Gambar 4.29 Aturan 3 Bulan Oktober 2010	61
Gambar 4.30 Aturan 4 Bulan Oktober 2010	62
Gambar 4.31 Aturan 1 Bulan November 2010	63
Gambar 4.32 Aturan 2 Bulan November 2010	63
Gambar 4.33 Aturan 1 Bulan Desember 2010	64
Gambar 4.34 Aturan 2 Bulan Desember 2010	64
Gambar 4.35 Aturan 1 Bulan Januari 2011	65
Gambar 4.36 Aturan 2 Bulan Januari 2011	66



ABSTRAK

Gaddafi, Mukhammad. 2016. **Analisis Perbandingan Metode Tsukamoto dan Mamdani dalam Optimasi Produksi Barang**. Skripsi. Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Evawati Alisah, M.Pd. (II) Abdul Aziz, M.Si.

Kata kunci: Logika *fuzzy*, produksi barang, metode Tsukamoto, metode Mamdani.

Metode Tsukamoto dan metode Mamdani merupakan dua metode *fuzzy inference system* pada logika *fuzzy* untuk pengambilan keputusan. Kedua metode tersebut mempunyai perbedaan pada mesin inferensi *fuzzy* dan pendekatan defuzzifikasi. Saat ini penggunaan terbesar logika *fuzzy* terdapat pada sistem pakar *fuzzy*. Penerapan logika *fuzzy* pada sistem pakar *fuzzy* mencakup beberapa bidang, salah satunya adalah aplikasi finansial. Pada kasus finansial, hasil produksi merupakan salah satu faktor yang memberikan pengaruh besar terhadap keuntungan atau kerugian pada suatu pabrik.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis dan membandingkan hasil produksi barang menggunakan metode Tsukamoto dengan hasil produksi barang menggunakan metode Mamdani dalam mengetahui nilai optimal produksi barang di Pabrik Rokok Genta Mas. Hasil perbandingan tersebut akan diketahui metode mana yang paling mendekati dengan hasil produksi sebenarnya pada pabrik terkait.

Pada penelitian ini, analisis langkah diperoleh bahwa kedua metode tersebut memiliki langkah yang sama pada langkah fuzzifikasi dan pembentukan aturan *fuzzy*. Namun juga terdapat perbedaan langkah pada analisis logika *fuzzy* dan defuzzifikasi, yang mana untuk metode Tsukamoto menggunakan penalaran monoton pada analisis logika *fuzzy* dan metode rata-rata terpusat pada defuzzifikasi. Sedangkan untuk metode Mamdani menggunakan fungsi *max* pada analisis logika *fuzzy* dan metode *MOM* pada defuzzifikasi

Hasil penelitian dengan alat hitung *MSE* untuk metode Tsukamoto sebesar 60.862,30769, sedangkan untuk metode Mamdani sebesar 61.317,30769. Dengan demikian hasil produksi barang menggunakan metode Tsukamoto memiliki kecenderungan kesalahan yang lebih rendah dibandingkan metode Mamdani. Jadi, metode Tsukamoto dapat dikatakan lebih optimal digunakan dalam perhitungan produksi barang.

Disarankan untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan menambah variabel *input* menjadi tiga atau lebih untuk memungkinkan perhitungan yang lebih optimal.

ABSTRACT

Gaddafi, Mukhammad. 2016. **Comparative Analysis Between Tsukamoto and Mamdani Methods in Production Optimization of Goods**. Thesis. Department of Mathematics, Faculty of Science and Technology, State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisors: (I) Evawati Alisah, M.Pd. (II) Abdul Aziz, M.Si.

Keywords: Fuzzy logic, production of goods, Tsukamoto method, Mamdani method.

Tsukamoto and Mamdani method are two methods of fuzzy inference system on fuzzy logic for making decision. Both methods also differ on fuzzy inference engine and defuzzification approach. Currently the largest use of fuzzy logic contained in fuzzy expert system. Application of fuzzy logic in fuzzy expert system includes several fields, one of them financial applications. In the case of financial, production output is one factor that gives a major influence on the profit or loss in a company.

The purpose of this study was to analyze and to compare the production of goods using Tsukamoto method with the results of the production of goods using Mamdani in determining the optimum value of production goods at Cigarette Genta Mas company. From the comparison results the method closest to the actual production of the companies will be obtained.

In this study, the analysis step is obtained that two methods have same steps in fuzzification and formation of fuzzy rules. But there are also differences steps in the analysis and defuzzification fuzzy logic, which is to use the method of reasoning monotonous Tsukamoto on fuzzy logic analysis and average method centered on defuzzification. As for the method Mamdani using max function on fuzzy logic analysis and methods of MOM on defuzzification

The results of this study using MSE calculate tool for Tsukamoto method is 60.862,30769, as for the method 61.317,30769 of Mamdani. Thus the production of goods using Tsukamoto has a tendency errors are lower than the method Mamdani. Thus, the method can be said to be more optimal Tsukamoto used in the calculation of the production of goods.

Suggested for next thesis which can be done by adding a variable input into three or more to allow the calculation of a more optimal.

ملخص

كدافي، محمد. 2016 تحليل مقارنة طريقه Tsukamoto وطريقة Mamdani في استعتال انتتاج السلع ثعبة الرياضيات كلية العلوم والتكنولوجيا، الجامعة الإسلامية الحكومية مولانا مالك إبراهيم مالانج. المشرف: (I) افا وائي الئ سة، الماجستير. (II) عبد العزيز، الماجستير

الكلمات الرئيسية: منطق ضبابي، إنتاج السلع، طريقة kamotoTsu ، وطريقة Mamdani

Tsukamoto وطريقة Mamdani طريقة هما طريقتان لنظام على منطق ضبابي لاتخاذ القرارات. تختلف كلتا الطريقتين أيضا على محرك الاستدلال غامض وتقرين. في هذا اليوم أكبر استخدام المنطق الضبابي هو الواردة في نظام خبير غامض. تطبيق المنطق الضبابي في نظام خبير غامض ويشمل العديد من المجالات، واحدة منها في التطبيقات المالية. في حالة، إنتاج المالي هو أحد العوامل التي تعطي تأثير كبير على الربح أو الخسارة في الشركة.

وكان الغرض من هذه الدراسة المقارنة بين إنتاج السلع باستخدام طريقة مع نتائج إنتاج السلع باستخدام طريقة ممداني في تحديد القيمة المثلى لإنتاج السلع. سوف تكون معرفة طريقة نتائج المقارنة التي من الأكثر ارتباطا وثيقا بنتائج الإنتاج الفعلي في الشركات.

في هذه الدراسة، يتم الحصول على خطوة التحليل أن الأساليب لهما نفس الخطوات في الخطوة فوزيفيكاسي وتشكيل قواعد واضحة. ولكن هناك أيضا اختلافات في خطوة التحليل وديفوزيفيكاسي منطق ضبابي، الذي هو لاستخدام أسلوب التفكير الرتيب Tsukamoto على تحليل منطق ضبابي وطريقة المتوسط تركز على ديفوزيفيكاسي. أما بالنسبة للطريقة Mamdani باستخدام وظيفة الأقصى على تحليل منطق ضبابي وطرق MOM على ديفوزيفيكاسي.

نتائج هذه الدراسة مع أداة تحسب ESM لطريقة Tsukamoto هي 60.862,30769. أما بطريقة Mamdani كانت 61.31,730769. وبالتالي إنتاج السلع باستخدام طريقة Tsukamoto لديه خطأ أقل من طريقة Mamdani. وبالتالي، فإن هذه الطريقة يمكن أن يقال أن تكون أكثر الأمثل في حساب إنتاج السلع.

في البحوث التالية اقترح الكاتب أن يستخدم ثلاث او أكثر متغيرات لنيل النتيجة أكثر أمثلا.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada jaman sekarang, sebagai manusia yang hidup di jaman yang konsumtif, barang-barang keperluan sehari-hari terus dicari-cari seperti makanan, baju, *gadget*, dan masih banyak lagi. Selain itu, jumlah produksi diperbanyak kuantitasnya dengan menekan biaya seoptimal mungkin sehingga meraih keuntungan yang setinggi mungkin. Jumlah permintaan akan barang harus diimbangi dengan jumlah produksi yang sepadan pula, untuk itu suatu perusahaan pasti akan melakukan riset maupun analisa terhadap produk-produk yang akan ditawarkan ke pasaran atau konsumen. Pada perusahaan, produksi barang akan memberikan pengaruh besar, karena di samping untuk mengoptimalkan bahan baku yang digunakan, hal ini juga akan berpengaruh besar pada sektor biaya atau finansial. Masalah produksi barang tersebut, banyak faktor yang mempengaruhi penentuan jumlah produksi barang (Salikin, 2011).

Banyaknya faktor yang terlibat dalam perhitungan menjadi kendala pembuat keputusan dalam mengambil kebijakan menentukan jumlah barang yang akan diproduksi. Faktor tersebut adalah permintaan maksimum pada periode tertentu, permintaan minimum pada periode tertentu, persediaan maksimum pada periode tertentu, persediaan minimum pada periode tertentu, produksi maksimum pada periode tertentu, produksi minimum pada periode tertentu, permintaan saat ini, dan persediaan saat ini. Hal ini memerlukan sebuah metode untuk mengatasi masalah tersebut yaitu optimasi produksi barang (Abdurrahman, 2011).

Optimasi sendiri adalah suatu proses untuk mencapai hasil yang ideal. Pada kasus produksi barang, optimasi barang akan memberikan pengaruh besar terhadap keuntungan perusahaan. Optimasi produksi barang pada perusahaan berpengaruh pada sektor finansial karena dapat memperkirakan pembelanjaan bahan baku, meminimalkan biaya produksi maupun biaya transportasi, serta persediaan barang (Salikin, 2011).

Pada kegiatan produksi, Islam menganjurkan untuk hidup hemat hal ini tercantum dalam al-Quran surat al-Furqan ayat 67 yang berbunyi,

وَالَّذِينَ إِذَا أَنْفَقُوا لَمْ يُسْرِفُوا وَلَمْ يَقْتُرُوا وَكَانَ بَيْنَ ذَلِكَ قَوَامًا ﴿٦٧﴾

“Dan orang-orang yang apabila membelanjakan (harta), mereka tidak berlebihan, dan tidak (pula) kikir, dan adalah (pembelanjaan itu) di tengah-tengah antara yang demikian” (QS. Al-Furqan/25:67)

Berpijak dari ayat di atas, dapat diambil kesimpulan bahwa budaya hemat memiliki aplikasi yang sejajar dengan perintah Allah Swt., maka setiap muslim hendaknya memahami pentingnya meningkatkan budaya hemat dalam kehidupan sehari-hari. Pertama, hemat sebagai upaya menyimpan kelebihan setelah kebutuhan primer terpenuhi. Rasulullah *Shallallahu ‘alaihi wa sallam* pernah berdiskusi dengan Jabir, *“Mengapa engkau berlebih-lebihan?”*. Jabir menjawab, *“Apakah di dalam wudhu tidak boleh berlebih-lebihan?”*. Kemudian Rasulullah *Sallallahu ‘alaihi wa sallam* menjawab, *“Ya, janganlah engkau berlebih-lebihan ketika wudhu meskipun engkau berada di sungai*. Kedua, hemat sebagai upaya pendekatan diri kepada Allah Swt., karena sikap hemat merupakan perintah-Nya maka jika terbiasa dengan pola hidup hemat, sebenarnya tengah melakukan pendekatan diri dan melaksanakan perintah-Nya. Oleh karena itu, menghemat

bahan baku yang digunakan dalam proses produksi adalah salah satu cara untuk menghasilkan optimasi barang.

Pada masalah optimasi produksi barang, banyak metode ataupun teknik yang digunakan untuk optimasi jumlah produksi. Metode yang paling sering digunakan adalah teori *fuzzy*. Teori *fuzzy* dapat digunakan dalam masalah optimasi produksi barang. *Fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang *input* ke dalam suatu ruang *output* (Kusumadewi dan Purnomo, 2014).

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan logika *fuzzy* terdapat beberapa metode dan setiap metode memiliki cara dan hasil yang berbeda. Ada tiga metode dalam sistem inferensi *fuzzy*, yaitu metode Mamdani, metode Tsukamoto, dan metode Sugeno (Setiadji, 2009).

Berdasarkan penelitian oleh Miranda dkk. (2013), menjelaskan bahwa penerapan penghitungan logika *fuzzy* dalam sistem pendukung keputusan diperlukan karena masalah dalam memproduksi barang secara tidak konsisten. Banyak faktor yang menyebabkan masalah produksi bisa terjadi seperti permintaan berubah-ubah, persediaan yang tidak diketahui dengan jelas, dan sebagainya. Pada jurnal oleh Sukandy dkk. (2014), menjelaskan bahwa hasil pengujiannya dalam memprediksi jumlah produksi minyak kelapa sawit sebagian besar dapat memenuhi jumlah permintaan yang ada.

Berdasarkan penelitian oleh Salikin (2011), tentang produksi barang menggunakan metode Sugeno, yang menghasilkan hasil produksi masih terlampaui jauh dari hasil sebenarnya yang ada di perusahaan. Hal ini karena penelitian tersebut hanya menggunakan dua himpunan *fuzzy*, yaitu sedikit dan banyak. Oleh karena itu, penelitian ini fokus pada metode Tsukamoto dan metode

Mamdani dengan tiga himpunan *fuzzy*, yaitu sedikit, sedang, dan banyak. Metode Tsukamoto dan metode Mamdani dalam perhitungannya memiliki cara yang berbeda pada mesin inferensi dan defuzzifikasi. Pada kasus produksi barang, kedua metode tersebut dapat digunakan untuk menentukan jumlah produksi berdasarkan data persediaan barang dan jumlah permintaan. Data persediaan barang dan jumlah permintaan dijadikan variabel-variabel yang direpresentasikan ke dalam fungsi keanggotaan *fuzzy*.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan jumlah produksi barang yang optimal menggunakan metode Tsukamoto dan metode Mamdani berdasarkan jumlah persediaan dan permintaan barang. Metode tersebut dapat dikatakan optimal apabila jumlah produksi barang mendekati jumlah sebenarnya yang ada di perusahaan terkait.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana analisis perbandingan metode Tsukamoto dan metode Mamdani dalam mengetahui optimasi produksi barang?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui analisis perbandingan metode Tsukamoto dan metode Mamdani dalam mengetahui optimasi produksi barang.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari penelitian ini yaitu:

1. Memberi wawasan baru dalam pengoptimalan produksi barang pada suatu perusahaan dengan sistem yang berdasarkan pada kendali *fuzzy* yaitu metode Tsukamoto dan metode Mamdani.
2. Sebagai dasar dan contoh pengembangan dan penerapan logika *fuzzy* khususnya metode Tsukamoto dan metode Mamdani.

1.5 Batasan Masalah

Adapun pembatasan masalah dalam pembahasan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini analisis yang dibandingkan adalah langkah-langkah dan hasil dalam metode Tsukamoto dan metode Mamdani.
2. Ada tiga variabel untuk membandingkan produksi barang, yaitu permintaan, persediaan, dan produksi.
3. Masing-masing variabel mempunyai tiga nilai linguistik, yaitu:
 - a) untuk permintaan, nilai linguistiknya sedikit, sedang, dan banyak.
 - b) untuk persediaan nilai linguistiknya sedikit, sedang, dan banyak.
 - c) untuk produksi barang nilai linguistiknya bertambah, tetap, dan berkurang.
4. Data diperoleh dari penelitian terdahulu oleh Fajar Salikin tahun 2011.
5. Alat yang digunakan untuk membandingkan hasil produksi adalah *Mean Squared Error (MSE)*.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan digunakan untuk mempermudah dalam memahami dan menyusun laporan penelitian. Adapun sistematika penulisan dalam penelitian

ini yaitu:

Pendahuluan

Pada bab ini, dijelaskan tentang latar belakang dan topik yang diteliti, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat dari permasalahan yang akan diteliti, ruang lingkup atau batasan masalah yang diteliti, dan sistematika penulisan.

Kajian Pustaka

Bab ini menjelaskan tentang gambaran umum dari teori yang mendasari pembahasan yaitu logika *fuzzy*, *fuzzy inference system*, *MSE*, konsep produksi, dan optimasi.

Metode Penelitian

Bab ini berisikan jenis dan prosedur penelitian, sumber data, variabel data, dan analisis data dalam penelitian.

Pembahasan

Pada bab ini dijelaskan langkah-langkah yang digunakan untuk mencari perbandingan metode Tsukamoto dan metode Mamdani beserta hasilnya dalam menentukan banyak produksi rokok.

Penutup

Pada bab ini akan dijelaskan hasil dari penelitian yang berupa kesimpulan yaitu perbandingan metode Tsukamoto dan metode Mamdani dari pembahasan hasil penelitian dilengkapi dengan saran-saran yang berkaitan dengan penelitian ini.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Logika *Fuzzy*

Logika *fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Secara bahasa, *fuzzy* berarti kabur atau samar. Logika *fuzzy* adalah logika *multivalued* yang memungkinkan untuk mendefinisikan nilai menengah diantara dua logika yang berbeda, seperti benar dan salah, tinggi dan rendah, panas dan dingin, dan lain-lain (Kusumadewi dan Purnomo, 2004).

Logika klasik menyatakan bahwa segala sesuatu bersifat biner, yang artinya adalah hanya mempunyai dua kemungkinan, ya atau tidak, benar atau salah, baik atau buruk, dan lain-lain. Oleh karena itu, semua ini dapat mempunyai nilai keanggotaan 0 atau 1. Akan tetapi, dalam logika *fuzzy* kemungkinan nilai keanggotaan berada diantara 0 dan 1. Artinya, bisa saja suatu keadaan mempunyai dua nilai ya dan tidak, benar dan salah, baik dan buruk secara bersamaan, namun besar nilainya tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya (Sutojo, dkk. 2011).

Pada logika *fuzzy*, serangkaian bilangan mendapatkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1 untuk mengukur suatu keadaan seperti ketinggian, kecantikan, umur, dan elemen-elemen lain yang sulit dipastikan. Jadi, logika *fuzzy* mempunyai himpunan yang tiap anggotanya mempunyai derajat keanggotaan tertentu (Suparman dan Marlan, 2007).

Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2004), logika *fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang *input* ke dalam suatu ruang *output*. Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem *fuzzy* yaitu:

1. Variabel *Fuzzy*

Variabel *fuzzy* merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*. Contohnya umur, temperatur, dan permintaan.

2. Himpunan *Fuzzy*

Himpunan *fuzzy* merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*. Himpunan *fuzzy* memiliki dua atribut yaitu:

- a) Linguistik, yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti muda, paruh baya, dan tua.
- b) Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel, seperti 40, 25, dan 50.

3. Semesta Pembicaraan

Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Adakalanya nilai semesta pembicaraan ini tidak dibatasi batas atasnya. Contohnya semesta pembicaraan untuk variabel temperatur $[0, 40]$.

4. Domain

Domain yaitu keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*. Seperti halnya semesta pembicaraan, domain merupakan himpunan bilangan riil yang senantiasa

naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai domain dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Contoh domain himpunan *fuzzy* muda $[0, 45]$.

2.1.1 Operasi Dasar Himpunan *Fuzzy*

Operasi himpunan *fuzzy* diperlukan untuk proses inferensi atau penalaran. Pada hal ini yang dioperasikan adalah derajat keanggotaannya. Derajat keanggotaan sebagai hasil dari operasi dua buah himpunan *fuzzy* disebut *fire strength* atau α -predikat. Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2004), ada tiga operator dasar yang diciptakan oleh Zadeh, yaitu:

1. Operator *And*

Operator ini berhubungan dengan operasi irisan pada himpunan. α -predikat sebagai hasil operasi dengan operator *and* diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

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

2. Operator *Or*

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.

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

3. Operator *Not*

Operator ini 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.

$$\mu_A = 1 - \mu_A[x]$$

2.1.2 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik *input* data ke dalam nilai keanggotaan (derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan derajat keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi (Kusumadewi dan Purnomo, 2004).

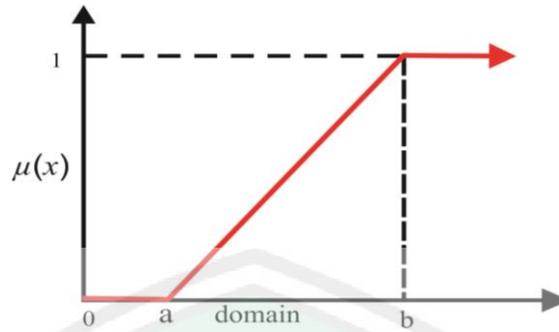
Jika X adalah himpunan objek-objek yang secara umum dinotasikan dengan x , maka himpunan *fuzzy* A di dalam X didefinisikan sebagai himpunan pasangan berurutan.

$$A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in X\} \quad (\text{Jang dkk., 1997})$$

$\mu_A(x)$ disebut derajat keanggotaan dari x dalam A , yang mengindikasikan derajat x berada di dalam A (Lin dan Lee, 1996).

Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2004), ada beberapa fungsi yang dapat digunakan. Pada himpunan *fuzzy* terdapat beberapa representasi dari fungsi keanggotaan antara lain:

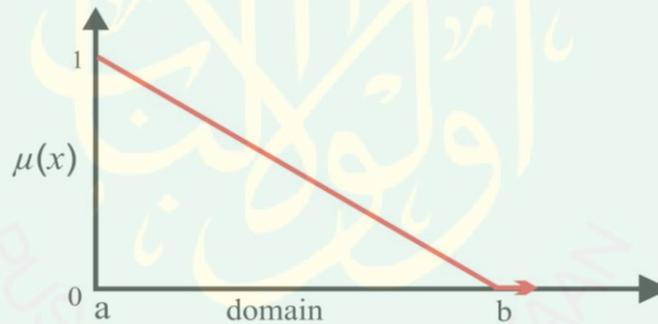
1. Representasi linier; pada representasi linier, pemetaan *input* ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas. Ada dua keadaan himpunan *fuzzy* yang linier, yaitu representasi linier naik dan representasi linier turun.
 - a) Representasi linier naik, yaitu kenaikan himpunan dimulai dari nilai domain (x) yang memiliki nilai keanggotaan nol (0) bergerak ke kanan menuju ke nilai x yang memiliki derajat keanggotaan yang lebih tinggi.



Gambar 2.1 Representasi Linier Naik

$$\text{Fungsi keanggotaan: } \mu(x) = \begin{cases} 0 & , x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & , a \leq x \leq b \\ 1 & , x \geq b \end{cases}$$

- b) Representasi linier turun, yaitu garis lurus yang dimulai dari nilai domain (x) dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak turun ke nilai x yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah.

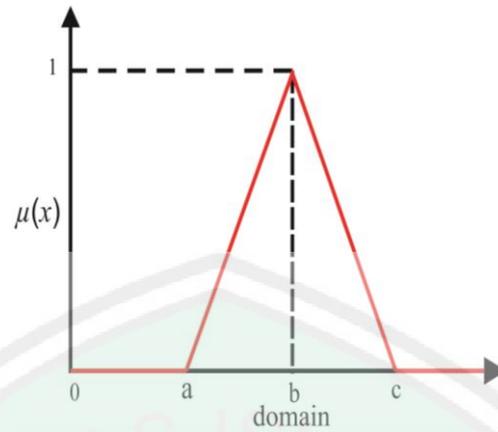


Gambar 2.2 Representasi Linier Turun

$$\text{Fungsi keanggotaan: } \mu(x) = \begin{cases} \frac{(b-x)}{b-a} & , a \leq x < b \\ 0 & , x \geq b \end{cases}$$

2. Fungsi Keanggotaan Segitiga

Susilo (2006) menyatakan, suatu fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* disebut fungsi keanggotaan segitiga jika mempunyai tiga parameter, yaitu $a, b, c \in R$ dengan $a < b < c$, dan dinyatakan dengan $S(x, a, b, c)$ dengan aturan:

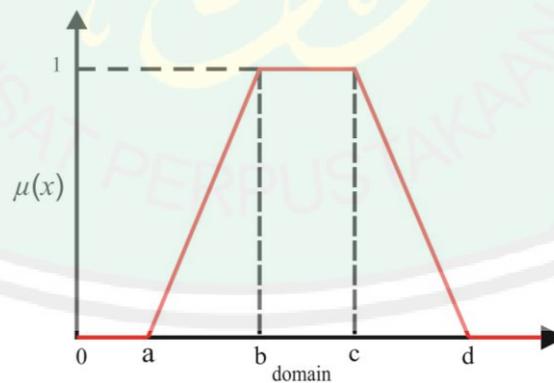


Gambar 2.3 Fungsi Keanggotaan Segitiga

$$\text{Fungsi keanggotaan: } \mu(x) = \begin{cases} 0 & , x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{(x-a)}{(b-a)} & , a \leq x \leq b \\ \frac{(b-x)}{(c-b)} & , b \leq x \leq c \end{cases}$$

3. Representasi Kurva Trapesium

Suatu fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* disebut fungsi keanggotaan trapesium jika mempunyai empat parameter, yaitu $a, b, c, d \in R$ dengan $a < b < c < d$ dan dinyatakan dengan $T(x, a, b, c, d)$ dengan aturan:



Gambar 2.4 Fungsi Keanggotaan Trapesium

$$\text{Fungsi keanggotaan: } \mu(x) = \begin{cases} 0 & , x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ \frac{(x-a)}{(b-a)} & , a \leq x \leq b \\ 1 & , b \leq x \leq c \\ \frac{(d-x)}{(d-c)} & , c \leq x \leq d \end{cases}$$

2.1.3 Implikasi Fuzzy

Proposisi *fuzzy* yang sering digunakan dalam aplikasi teori *fuzzy* adalah implikasi *fuzzy*. Bentuk umum suatu implikasi *fuzzy* adalah:

Jika x adalah A, maka y adalah B

dengan x dan y adalah variabel linguistik, A dan B adalah predikat-predikat *fuzzy* yang dikaitkan dengan himpunan-himpunan *fuzzy* A dan B dalam semesta X dan Y berturut-turut. Proposisi yang mengikuti kata “*jika*” disebut sebagai antiseden, sedangkan proposisi yang mengikuti kata “*maka*” disebut sebagai konsekuen (Kusumadewi dan Purnomo, 2004).

2.2 Metode Fuzzy Inference System (FIS)

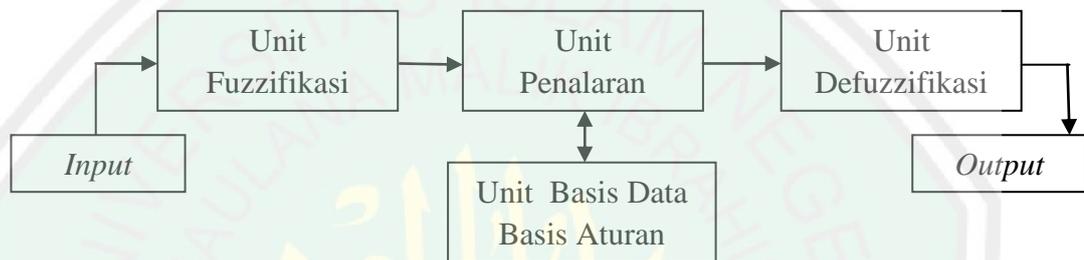
Inferensi adalah proses penggabungan banyak aturan berdasarkan data yang tersedia. Komponen yang melakukan inferensi dalam sistem pakar disebut mesin inferensi (Turban, dkk. 2005).

Menurut Kusumadewi dan Hartati (2006), *FIS* merupakan suatu kerangka komputasi yang didasarkan pada teori himpunan *fuzzy*, aturan *fuzzy* yang berbentuk “*if-then*”, dan penalaran *fuzzy*. Sistem ini berfungsi untuk mengambil keputusan melalui proses tertentu dengan menggunakan aturan inferensi berdasarkan logika *fuzzy*. Pada dasarnya *FIS* terdiri dari empat unit, yaitu:

1. Unit fuzzifikasi.
2. Unit penalaran logika *fuzzy*.
3. Unit basis pengetahuan, yang terdiri dari dua bagian:

- a. Basis data, yang memuat fungsi-fungsi keanggotaan dari himpunan-himpunan *fuzzy* yang terkait dengan nilai variabel-variabel linguistik yang dipakai.
 - b. Basis aturan, yang memuat aturan-aturan berupa implikasi *fuzzy*.
4. Unit defuzzifikasi (penegasan).

Secara garis besar, diagram blok proses *FIS* adalah sebagai berikut:



Gambar 2.5 Proses *FIS*

Pada *FIS*, nilai-nilai *input* masukan tegas dikonversikan oleh unit fuzzifikasi ke nilai *fuzzy* yang sesuai. Hasil pengukuran yang telah difuzzikan itu kemudian diproses oleh unit penalaran, yang dengan menggunakan unit basis pengetahuan, menghasilkan himpunan *fuzzy* sebagai keluarannya. Langkah terakhir dikerjakan oleh unit defuzzifikasi yaitu menerjemahkan himpunan keluaran itu ke dalam nilai yang tegas. Nilai tegas inilah yang kemudian direalisasikan dalam *output*. Metode *FIS* yang dapat digunakan untuk pengambilan keputusan dalam penelitian ini adalah metode Tsukamoto dan metode Mamdani.

2.2.1 Metode Tsukamoto

Menurut Setiadji (2009), pada metode Tsukamoto implikasi setiap aturan berbentuk implikasi “*sebab-akibat*” atau implikasi “*input-output*” yang mana antara antiseden dan konsekuen harus ada hubungannya. Setiap aturan direpresentasikan menggunakan himpunan-himpunan *fuzzy*, dengan fungsi

keanggotaan yang monoton. Kemudian untuk menentukan hasil tegas (*crisp solution*) digunakan rumus defuzzifikasi yang disebut metode rata-rata terpusat atau metode defuzzifikasi rata-rata terpusat (*center average defuzzyfier*).

Terdapat empat tahap dalam menganalisis produksi barang menggunakan metode Tsukamoto (Agustin, 2015), yaitu:

1. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi adalah proses mengubah nilai masukan tegas menjadi nilai masukan *fuzzy*. Nilai masukan tegas pada tahap ini dimasukkan ke dalam fungsi pengaburan yang telah dibentuk sehingga menghasilkan nilai masukan *fuzzy*.

2. Pembentukan Aturan *Fuzzy*

Aturan *fuzzy* dibentuk untuk memperoleh hasil keluaran tegas. Aturan *fuzzy* yang digunakan adalah aturan “*jika-maka*” dengan operator antar variabel masukan adalah operator “*dan*”. Pernyataan yang mengikuti “*jika*” disebut sebagai antiseden dan pernyataan yang mengikuti “*maka*” disebut sebagai konsekuen.

Jika (a_1 adalah A_1) $\cap \dots \cap$ (a_n adalah A_n) *maka* (b adalah k)

dengan,

a_1, \dots, a_n : variabel masukan

b : variabel keluaran

(a_1 adalah A_1) $\cap \dots \cap$ (a_n adalah A_n) : antiseden

(b adalah k) : konsekuen.

3. Analisis Logika *Fuzzy*

Setiap aturan yang dibentuk merupakan suatu pernyataan implikasi. Analisis logika *fuzzy* yang digunakan pada tahap ini adalah fungsi implikasi *min*, karena operator yang digunakan pada aturan “*jika-maka*” adalah operator “*dan*”. Fungsi implikasi *min* yaitu mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan *fuzzy* yang bersangkutan. Hasil fungsi implikasi dari masing-masing aturan disebut α -predikat atau biasa ditulis α .

$$\alpha_i = \mu_{A \cap B} = \min(\mu_{A_i}(x), \mu_{B_i}(y)), \forall i = 1, 2, 3, \dots$$

dengan,

α_i : nilai minimal dari derajat keanggotaan pada aturan ke-*i*

$\mu_{A_i}(x)$: derajat keanggotaan himpunan *fuzzy* *A* pada aturan ke-*i*

$\mu_{B_i}(y)$: derajat keanggotaan himpunan *fuzzy* *B* pada aturan ke-*i*.

4. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah proses mengubah nilai keluaran *fuzzy* menjadi nilai keluaran tegas. Rumus yang digunakan pada tahap ini adalah rata-rata terbobot.

$$Z = \frac{\sum x_i \cdot \alpha_i}{\sum \alpha_i}, i = 1, 2, 3, \dots$$

dengan,

z : nilai rata-rata terbobot

x_i : nilai konsekuen pada aturan ke-*i*

α_i : nilai α -predikat pada aturan ke-*i*.

2.2.3 Metode Mamdani

Menurut Kusumadewi dkk. (2006), metode Mamdani sering juga dikenal dengan nama metode *min-max*. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani

pada tahun 1975. Metode Mamdani paling sering digunakan dalam aplikasi-aplikasi karena strukturnya yang sederhana, yaitu menggunakan operasi *min-max* atau *max-product*. Proses untuk mendapatkan *output* diperlukan empat tahapan berikut, yaitu:

1. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi adalah proses mengubah nilai masukan tegas menjadi nilai masukan *fuzzy*. Nilai masukan tegas pada tahap ini dimasukkan ke dalam fungsi pengaburan yang telah dibentuk sehingga menghasilkan nilai masukan *fuzzy*.

2. Pembentukan Aturan *Fuzzy*

Aturan *fuzzy* dibentuk untuk memperoleh hasil keluaran tegas. Aturan *fuzzy* yang digunakan adalah aturan “*jika-maka*” dengan operator antar variabel masukan adalah operator “*dan*”. Pernyataan yang mengikuti “*jika*” disebut sebagai antiseden dan pernyataan yang mengikuti “*maka*” disebut sebagai konsekuen.

Jika (a_1 adalah A_1) $\cap \dots \cap$ (a_n adalah A_n) *maka* (b adalah k)

dengan,

a_1, \dots, a_n : variabel masukan

b : variabel keluaran

(a_1 adalah A_1) $\cap \dots \cap$ (a_n adalah A_n): antiseden

(b adalah k) : konsekuen.

3. Analisis Logika *Fuzzy*

Setiap aturan yang dibentuk merupakan suatu pernyataan implikasi. Analisis logika *fuzzy* yang digunakan pada tahap ini adalah fungsi implikasi *min*, karena

operator yang digunakan pada aturan “*jika-maka*” adalah operator “*dan*”. Fungsi implikasi *min* yaitu mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan *fuzzy* yang bersangkutan. Hasil fungsi implikasi dari masing-masing aturan disebut α -predikat atau biasa ditulis α .

$$\alpha_i = \mu_{A \cap B} = \min(\mu_{A_i}(x), \mu_{B_i}(y)),$$

dengan,

α_i : nilai minimal dari derajat keanggotaan pada aturan ke-*i*

$\mu_{A_i}(x)$: derajat keanggotaan himpunan *fuzzy A* pada aturan ke-*i*

$\mu_{B_i}(y)$: derajat keanggotaan himpunan *fuzzy B* pada aturan ke-*i*.

Selanjutnya dengan metode *max* dilakukan inferensi sistem *fuzzy*, yaitu komposisi antar aturan. Komposisi aturan merupakan kesimpulan secara keseluruhan dengan mengambil tingkat keanggotaan maksimum dari tiap konsekuen aplikasi fungsi implikasi dan menggabungkan dari semua kesimpulan masing-masing aturan, sehingga didapat daerah solusi *fuzzy* sebagai berikut:

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

dengan,

$\mu_{sf}[x_i]$: nilai keanggotan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-*i*

$\mu_{kf}[x_i]$: nilai keanggotan konsekuen *fuzzy* sampai aturan ke-*i*.

4. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi merupakan metode untuk memetakan nilai dari himpunan *fuzzy* ke dalam nilai *crisp*. Masukan proses defuzzifikasi adalah himpunan *fuzzy*. Terdapat beberapa metode dalam defuzzifikasi antara lain:

- a. Metode *Centroid*, metode ini penyelesaian *crisp* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat (Z) daerah *fuzzy*, yaitu dengan rumus:

$$Z = \frac{\int \mu(z) \cdot z \cdot dz}{\int \mu(z) \cdot dz}$$

- b. Metode *Bisector*, metode ini penyelesaian *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai pada domain *fuzzy* yang memiliki nilai keanggotaan separuh dari jumlah total nilai keanggotaan pada daerah *fuzzy*.
- c. Metode *Mean of Maximum (MOM)*, metode ini penyelesaian *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai rata-rata domain *fuzzy* yang memiliki nilai *maximum*.
- d. Metode *Largest of Maximum (LOM)*, metode ini penyelesaian *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai terbesar pada domain *fuzzy* yang memiliki nilai *maximum*.
- e. Metode *Smallest of Maximum (SOM)*, metode ini penyelesaian *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai terkecil pada domain *fuzzy* yang memiliki nilai *maximum*.

2.8 Mean Squared Error (MSE)

MSE adalah sebuah estimasi nilai yang diharapkan dari kuadrat *error*. *Error* yang ada menunjukkan seberapa besar perbedaan hasil estimasi dengan nilai yang akan diestimasi. Perbedaan itu terjadi karena adanya keacakan pada data atau karena estimasi tidak mengandung informasi yang dapat menghasilkan estimasi yang lebih akurat.

MSE memperkuat pengaruh angka-angka kesalahan besar, tetapi memperkecil angka kesalahan estimasi yang lebih kecil dari suatu unit. *MSE*

dihitung dengan mengurangkan kuadrat semua kesalahan peramalan pada setiap periode dan membaginya dengan jumlah periode peramalan. Menurut Gazpersz (2004), secara matematika *MSE* dirumuskan sebagai berikut:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$$

dengan,

MSE : Mean Squared Error

n : Jumlah Sampel

y_i : Nilai Aktual Indeks

\hat{y}_i : Nilai Prediksi Indeks

2.4 Konsep Produksi

Menurut Pardede (2005), produksi adalah seluruh kegiatan yang meliputi pemanfaatan berbagai jumlah dan jenis sumber daya untuk menghasilkan barang-barang atau jasa-jasa. Barang dan jasa yang diproduksi tersebut dapat dijual kepada perusahaan lain yang membutuhkan, kepada rumah tangga atau kepada pemerintah. Perusahaan sering disebut pula sebagai produsen yaitu suatu unit ekonomi yang memproduksi barang-barang konsumsi akhir.

Namun demikian, dalam memproduksi suatu barang, diperlukan suatu fungsi produksi yang akan memproses barang baku sehingga menjadi suatu produk, merencanakan produksi, dan mengendalikan produksi.

2.4.1 Fungsi Produksi

Nasution (2008) menyatakan, fungsi produksi merupakan aktivitas produksi sebagai suatu bagian dari fungsi organisasi perusahaan yang bertanggung

jawab terhadap pengolahan bahan baku menjadi produksi jadi yang dapat dijual.

Ada tiga fungsi utama dari kegiatan-kegiatan produksi yaitu:

1. Proses produksi, yaitu metode dan teknik yang digunakan dalam mengolah bahan baku menjadi produk.
2. Perencanaan produksi, yaitu tindakan antisipasi di masa mendatang sesuai dengan periode waktu yang direncanakan.
3. Pengendalian produksi, yaitu tindakan yang menjamin bahwa semua kegiatan yang dilaksanakan dalam perencanaan telah dilakukan sesuai dengan target yang telah ditetapkan.

2.5 Permintaan

Menurut Sumarsono (2006), permintaan adalah kurva yang menggambarkan hubungan antara berbagai kuantitas suatu barang yang dimiliki konsumen pada berbagai tingkat harga. Menurut Pardede (2005), permintaan dibagi menjadi empat yaitu:

1. Permintaan Bebas (*Independent Demand*)

Permintaan bebas adalah permintaan terhadap suatu bahan atau barang yang sama sekali tidak dipengaruhi oleh atau tidak ada hubungannya dengan permintaan terhadap bahan atau barang lain.

2. Permintaan Terikat (*Dependent Demand*)

Permintaan terikat adalah permintaan terhadap satu jenis bahan atau barang yang dipengaruhi oleh atau bergantung kepada bahan atau barang lain.

3. Permintaan Terikat Membujur (*Vertically Dependent Demand*)

Permintaan terikat membujur terjadi apabila permintaan terhadap suatu barang timbul sebagai akibat adanya permintaan terhadap barang lain, tetapi hanya dalam bentuk pelengkap.

4. Permintaan Terikat Melintang (*Horizontally Dependent Demand*)

Permintaan terikat melintang terjadi apabila permintaan terhadap suatu barang timbul sebagai akibat adanya permintaan terhadap barang lain dan merupakan keharusan.

2.6 Persediaan

Persediaan didefinisikan sebagai barang yang disimpan untuk digunakan atau optimal pada periode mendatang. Persediaan ini penting agar kelancaran proses produksi tidak terganggu (Kusuma, 2004). Persediaan terjadi apabila jumlah bahan atau barang yang diadakan (dibeli atau dibuat sendiri) lebih besar daripada jumlah yang digunakan (dijual atau diolah sendiri) (Pardede, 2005). Persediaan sangat penting artinya bagi suatu perusahaan karena berfungsi menggabungkan antara operasi yang berurutan dalam pembuatan suatu barang dan menyampaikannya kepada konsumen. Adanya persediaan dapat memungkinkan bagi perusahaan untuk melaksanakan operasi produksi, karena faktor waktu antara operasi itu dapat dihilangkan sama sekali atau diminimumkan (Assauri, 1999).

Setiap perusahaan mempunyai kebijaksanaan yang berbeda-beda dalam menentukan tingkat persediaan produk jadi. Tujuan adanya persediaan produk jadi adalah untuk meredam fluktuasi permintaan. Persediaan dapat difungsikan untuk memenuhi kekurangan pasokan produk jadi di pasaran sebagai akibat permintaan

yang disimpan perusahaan. Oleh karena itu tingkat persediaan produk jadi yang ditetapkan manajemen perusahaan memegang peran yang sangat penting dalam menjaga kestabilan pemasukan produk ke pelanggan (Kusuma, 2004).

Keuntungan adanya persediaan meliputi:

1. Melindungi dari faktor ketidakpastian.
2. Mendukung perencanaan strategis perusahaan.
3. Menjamin keberlanjutan.
4. Mengambil keuntungan atas skala ekonomi.

Kelemahan persediaan meliputi:

1. Menimbulkan biaya-biaya lebih tinggi.
2. Memunculkan adanya pengawasan (biaya).
3. Menyembunyikan masalah produksi.

2.7 Optimasi

Wardi (2007) menyatakan, dalam disiplin matematika optimasi merujuk pada studi permasalahan yang mencoba untuk mencari nilai minimum dan maksimum dari suatu fungsi nyata. Supaya mencapai nilai minimum dan maksimum tersebut, secara sistematis dilakukan pemilihan bilangan nyata yang akan memberikan solusi yang optimal. Optimasi adalah salah satu disiplin ilmu dalam matematika yang fokus untuk mendapatkan nilai minimum atau maksimum secara sistematis dari suatu fungsi, peluang, maupun pencarian nilai lainnya dalam berbagai kasus.

Optimasi sangat berguna di hampir segala bidang, dalam rangka melakukan usaha secara efektif dan efisien untuk mencapai target hasil yang ingin dicapai (Daniel, 2002).

Pada kasus produksi, optimasi produksi adalah suatu cara meningkatkan nilai dari suatu produksi dengan pengaruh variabel. Cara pengoptimalan produksi dapat dengan meningkatkan kualitas produksi, jumlah produksi, bentuk fisik produksi, dan lain-lain. Konsep efisiensi dari aspek ekonomis dinamakan konsep efisiensi ekonomis. Pada teori ekonomi produksi, umumnya menggunakan konsep ini. Dipandang dari konsep efisiensi ekonomis, pemakaian faktor produksi efisien apabila dapat menghasilkan keuntungan maksimum. Penentuan tingkat produksi optimal menurut konsep efisiensi ekonomis, tidak cukup hanya dengan mengetahui fungsi produksi (Chandra, 2014).

Ternyata hal ini akan sangat sesuai dengan prinsip ekonomi yang berorientasikan untuk senantiasa menekan pengeluaran untuk menghasilkan *output* yang maksimal. Optimasi ini juga penting karena persaingan sudah sangat ketat di segala bidang yang ada. Seperti yang dikatakan sebelumnya, bahwa optimasi sangat berguna bagi hampir seluruh bidang yang ada, maka berikut ini adalah contoh-contoh bidang yang sangat terbantu dengan adanya teknik optimasi tersebut. Bidang tersebut, antara lain: arsitektur, data *mining*, jaringan komputer, *signal and image processing*, telekomunikasi, ekonomi, transportasi, perdagangan, pertanian, perikanan, perkebunan, dan perhutanan (Simanulang, 2012).

2.8 Kajian Logika *Fuzzy* dan Optimasi dalam Islam

2.8.1 Logika *Fuzzy* dalam Islam

Logika *fuzzy* merupakan cabang yang menginterpretasikan pernyataan yang samar menjadi sebuah pengertian yang logis. Dalam kehidupan sehari-hari, tidak semua perkara bernilai dua hal, benar dan salah. Ada pernyataan yang bernilai tidak benar, benar, dan benar sekali. Sehingga untuk menjelaskan nilai tersebut digunakanlah logika *fuzzy*. Sebagaimana yang dinyatakan oleh Abdul Halim Fathani penulis buku *al-Quran dalam fuzzy Clustering* (2007), bahwa hukum Islam pada umumnya memakai logika *fuzzy*. Pada hukum Islam yang terkenal yakni hukum haram dan halal, dan di antara haram dan halal ada hukum makruh, mendekati haram dan mendekati halal. Jelas bahwa hukum ini memakai logika *fuzzy*, sebab *fuzzy* bersifat menghargai nilai antara benar atau salah.

Al-Quran juga telah memberikan keterangan tentang logika *fuzzy* seperti yang tercantum dalam al-Quran surat ad-Dukhan ayat 15 yaitu:

إِنَّا كَاشِفُو الْعَذَابِ قَلِيلًا إِنَّكُمْ عَائِدُونَ ﴿١٥﴾

“*Sesungguhnya (kalau) kami akan melenyapkan siksaan itu agak sedikit, sesungguhnya kamu akan kembali (ingkar).*” (QS. Ad-Dukhan/44:15)

Terjemahan ayat 15 surat ad-Dukhan di atas menyebutkan bahwa apabila Allah Swt. melenyapkan siksaan itu agak sedikit maka mereka (orang Quraisy) akan kembali ingkar. Apabila disebutkan siksaan agak sedikit, terdapat pula siksaan sedikit sekali, sedikit, agak banyak, banyak, dan banyak sekali. Kata sedikit sekali, sedikit, agak banyak, banyak, dan banyak sekali inilah yang dimaksud logika *fuzzy*, yaitu menggunakan konsep sifat kesamaran. Pada logika *fuzzy* sifat kesamaran tersebut termasuk dalam atribut linguistik, karena kata

sedikit sekali, sedikit, agak banyak, banyak, dan banyak sekali mewakili kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami.

2.8.2 Optimasi dalam Islam

Menurut definisi, optimasi adalah proses produksi lebih efisien (lebih kecil dan atau lebih cepat) melalui program seleksi dan desain struktur data, algoritma, urutan instruksi, dan lain-lainnya. Sedangkan optimasi menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia adalah prosedur yang digunakan untuk membuat sistem atau desain yang fungsional atau seefektif mungkin dengan menggunakan aplikasi matematika.

Kasus produksi mengharuskan untuk memilih diantara beberapa pilihan untuk mencapai hasil yang optimal dan yang terbaik. Allah Swt. berfirman dalam surat az-Zumar ayat 18:

الَّذِينَ يَسْتَمِعُونَ الْقَوْلَ فَيَتَّبِعُونَ أَحْسَنَهُ أُولَئِكَ الَّذِينَ هَدَاهُمُ اللَّهُ وَأُولَئِكَ هُمْ أُولُوا الْأَلْبَابِ ﴿١٨﴾

“Yang mendengarkan perkataan lalu mengikuti apa yang paling baik di antaranya. Mereka itulah orang-orang yang telah diberi Allah Swt. petunjuk dan mereka itulah orang-orang yang mempunyai akal” (QS. Az-Zumar/39:18).

Ayat di atas menjelaskan bahwa mereka yang mendengarkan ajaran-ajaran al-Quran dan ajaran-ajaran yang lain, tetapi yang diikutinya ialah ajaran-ajaran al-Quran karena al-Quran adalah yang paling baik. Terlihat jelas bahwa memilih yang paling baik merupakan perintah dari Allah Swt.. Bahkan Allah Swt. menyebut mereka itulah orang-orang yang mempunyai akal yaitu orang-orang

yang mampu membedakan mana yang baik dan mana yang tidak baik, mana yang mesti didahulukan dan mana yang tidak.

Pada kasus produksi, Islam juga menganjurkan untuk hemat. Pengoptimalan produksi dapat dilakukan salah satunya dengan berhemat, hemat dalam hal bahan baku maupun hemat dalam sektor biaya. Produksi dikatakan optimal jika semakin kecil bahan baku yang digunakan dan semakin kecil juga biaya dikeluarkan dapat menghasilkan barang yang diperlukan. Budaya hemat memiliki aplikasi yang sejajar dengan perintah Allah Swt.. Maka setiap muslim hendaknya memahami pentingnya meningkatkan budaya hemat dalam kehidupan sehari-hari. Pertama, hemat sebagai upaya menyimpan kelebihan setelah kebutuhan primer terpenuhi. Rasulullah *Shallallahu 'alaihi wa sallam* pernah berdiskusi dengan Jabir, "*Mengapa engkau berlebih-lebihan?*". Jabir menjawab, "*Apakah di dalam wudhu tidak boleh berlebih-lebihan?*". Kemudian Rasulullah *Shallallahu 'alaihi wa sallam* menjawab, "*Ya, janganlah engkau berlebih-lebihan ketika wudhu meskipun engkau berada di sungai*". Kedua, hemat sebagai upaya pendekatan diri kepada Allah Swt., karena sikap hemat merupakan perintah Allah Swt.. Oleh karena itu, jika terbiasa dengan pola hidup hemat sebenarnya tengah melakukan pendekatan diri dan melaksanakan perintah-Nya.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian aplikatif, yaitu jenis penelitian yang hasilnya dapat secara langsung diterapkan untuk memecahkan permasalahan yang dihadapi. Penelitian jenis ini menguji manfaat dari teori-teori ilmiah. Penelitian ini menggunakan pendekatan studi literatur dan pendekatan deskriptif kuantitatif.

Pada studi literatur dilakukan dengan cara mengumpulkan bahan-bahan pustaka yang dibutuhkan oleh peneliti sebagai acuan dalam menyelesaikan penelitian. Sedangkan pendekatan deskriptif kuantitatif yaitu dengan menganalisis data dan menyusun data yang sudah ada sesuai dengan kebutuhan peneliti. Pada penelitian ini, teori yang diuji adalah teori logika *fuzzy* yang diterapkan pada hasil produksi suatu pabrik atau perusahaan.

3.2 Sumber Data

Pada penelitian ini data yang digunakan adalah data sekunder. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari buku-buku, hasil penelitian, jurnal ataupun sarana-sarana lainnya yang biasa diambil dari instansi terkait. Pada hal ini peneliti memperoleh data dari penelitian terdahulu oleh Salikin (2011), yaitu data dari Pabrik Rokok Genta Mas. Data yang dipakai adalah data permintaan dan persediaan rokok Genta Mas tahun 2010 dan Januari 2011.

Data tersebut digunakan karena penelitian terdahulu menggunakan metode Sugeno untuk menghitung produksi barang. Penelitian terdahulu hanya menggunakan dua himpunan *fuzzy*, yaitu himpunan *fuzzy* sedikit dan himpunan

fuzzy banyak, sedangkan penelitian ini menggunakan tiga himpunan *fuzzy*. Himpunan *fuzzy* yang digunakan adalah sedikit, sedang, dan banyak untuk variabel *input*, sedangkan himpunan *fuzzy* bertambah, tetap, dan berkurang untuk variabel *output*.

3.3 Variabel Penelitian

Pada penelitian ini ada tiga variabel, yaitu variabel permintaan, persediaan, dan produksi. Setiap variabel memiliki tiga nilai linguistik. Pada variabel permintaan nilai linguistiknya adalah sedikit, sedang, dan banyak. Variabel persediaan nilai linguistiknya adalah sedikit, sedang, dan banyak. Sedangkan variabel produksi nilai linguistiknya berkurang, tetap, dan bertambah.

3.4 Analisis Data

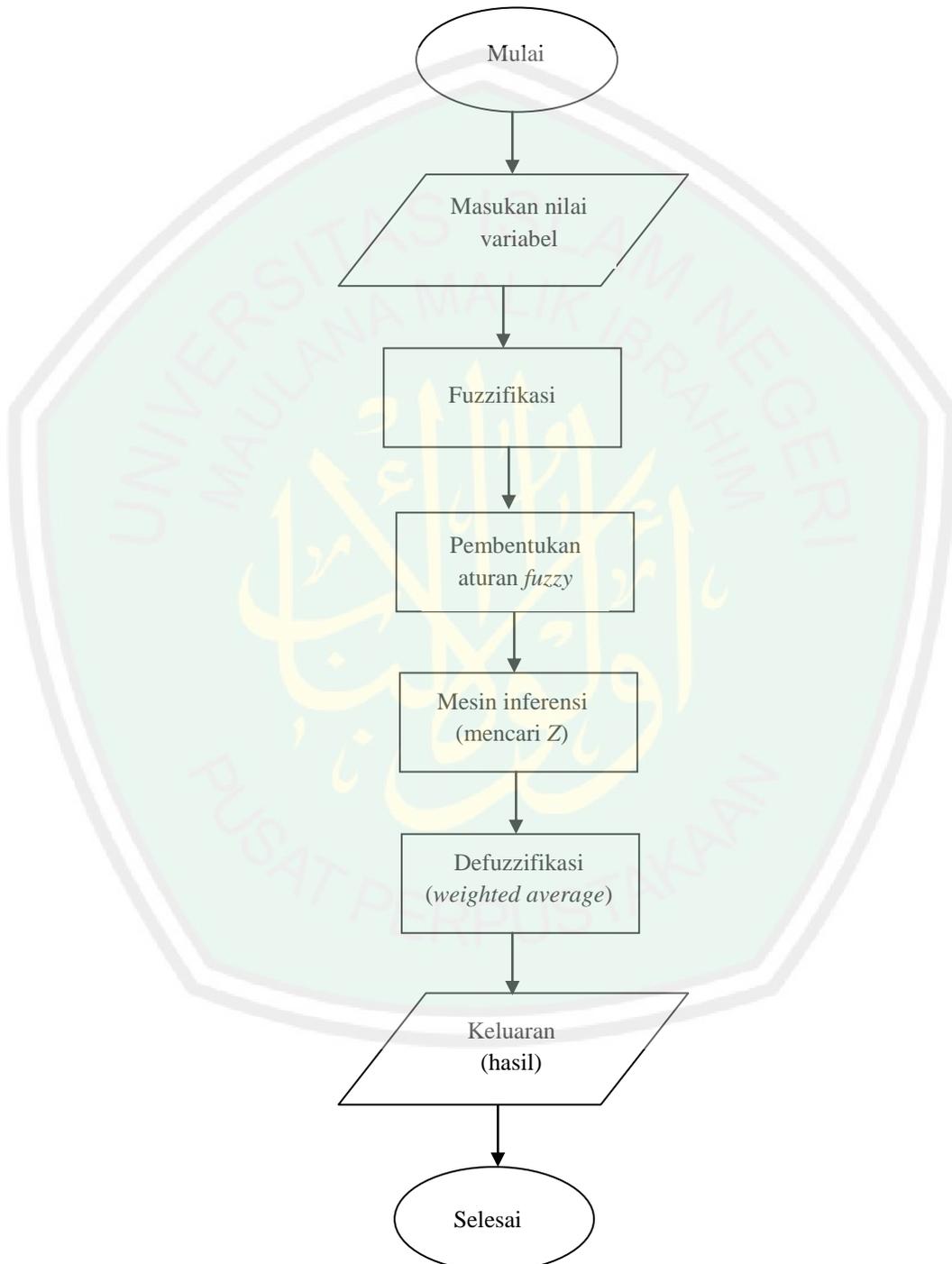
3.4.1 Mengolah Data dengan Metode Tsukamoto

Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2004), langkah-langkah untuk mengolah data dengan menggunakan metode Tsukamoto adalah sebagai berikut:

1. Fuzzifikasi, yaitu dengan mengubah variabel non *fuzzy* (variabel numerik) menjadi variabel *fuzzy* (variabel linguistik).
2. Pembentukan basis pengetahuan *fuzzy* (*rule* dalam bentuk “*jika-maka*”).
Operator yang digunakan pada penelitian ini untuk menghubungkan antar variabel adalah operator *and*.
3. Analisis logika *fuzzy* untuk mendapatkan α -predikat dari tiap-tiap aturan.
Fungsi implikasi yang digunakan adalah fungsi *min*. Kemudian nilai α -predikat digunakan untuk menghitung keluaran hasil inferensi secara tegas.

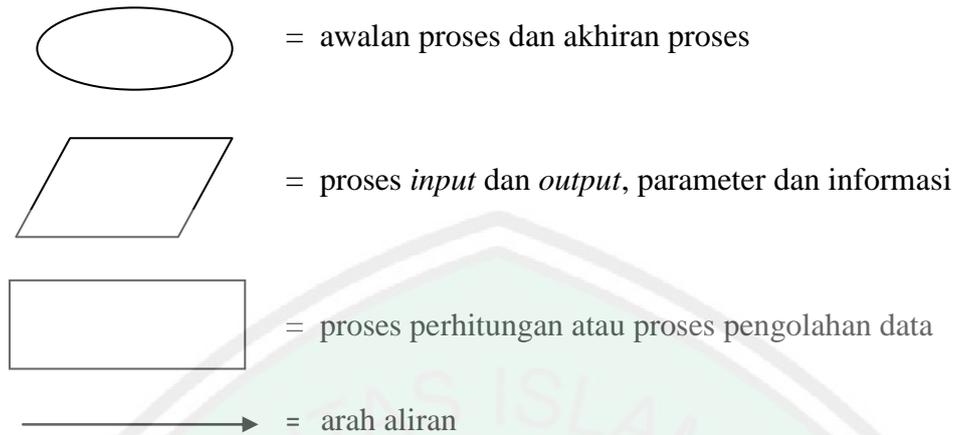
4. Defuzzifikasi menggunakan metode rata-rata (*average*).

Langkah-langkah di atas dapat disajikan diagram alir pada Gambar 3.1 di bawah ini:



Gambar 3.2 Diagram Alir Metode Mamdani

Keterangan:

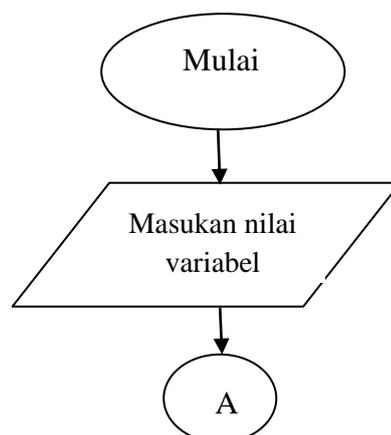


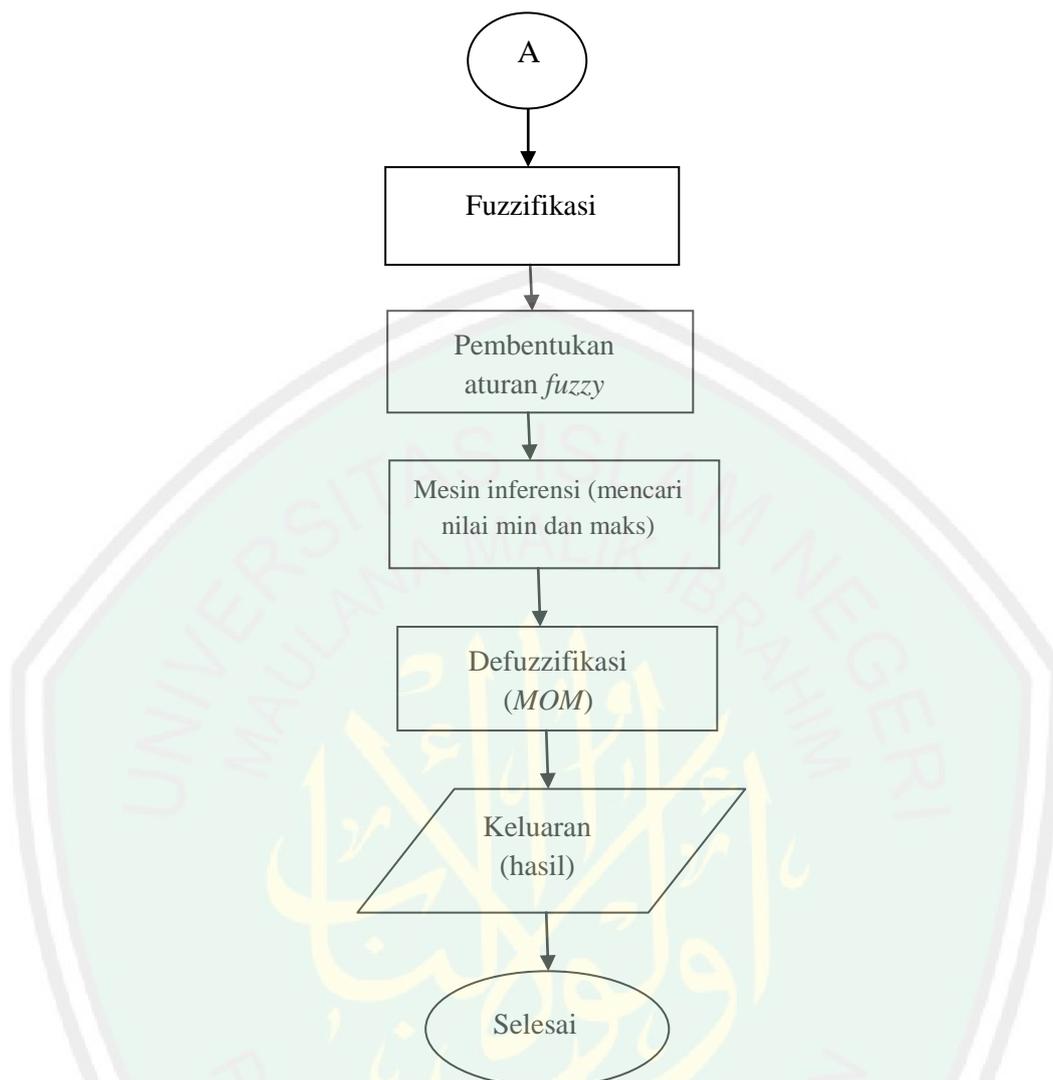
3.4.2 Mengolah Data dengan Metode Mamdani

Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2004), langkah-langkah untuk mengolah data dengan menggunakan metode Mamdani adalah sebagai berikut:

1. Fuzzifikasi, yaitu dengan mengubah variabel non *fuzzy* (variabel numerik) menjadi variabel *fuzzy* (variabel linguistik).
2. Pembentukan basis pengetahuan *fuzzy* (*rule* dalam bentuk “*jika-maka*”). Operator yang digunakan pada penelitian ini untuk menghubungkan antar variabel adalah operator *and*.
3. Aplikasi fungsi implikasi menggunakan fungsi *min* dan komposisi antar-*rule* menggunakan fungsi *max* yang akan menghasilkan himpunan *fuzzy* baru.
4. Defuzzifikasi menggunakan metode *MOM*.

Langkah-langkah di atas dapat disajikan diagram alir pada Gambar 3.2 di bawah ini:





Gambar 3.2 Diagram Alir Metode Mamdani

3.4.3 Analisis Perbandingan

Langkah terakhir dalam penelitian ini adalah membandingkan pengolahan data menggunakan metode Tsukamoto dengan pengolahan data menggunakan metode Mamdani. Pengolahan data dengan menggunakan kedua metode tersebut akan diketahui hasil perbandingan data produksi barang yang ada dipabrik. Hasil perbandingan antara menggunakan metode Tsukamoto dan metode Mamdani ini akan dihitung menggunakan *MSE*, sehingga dapat dipilih antara kedua metode tersebut yang lebih mendekati perhitungan konvensional dari data produksi barang di pabrik.

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Data Pabrik

Pabrik Rokok Genta Mas merupakan Pabrik Rokok dalam skala menengah maka termasuk dalam Usaha Kecil dan Menengah (UKM) dan juga merupakan anggota dari Koperasi Karya Mandiri Kudus. Pabrik Rokok Genta Mas beralamat di Jl. Blimbing Desa Sidorekso RT 04/iv Kecamatan Kaliwungu, Kabupaten Kudus, Jawa Tengah. Pabrik Rokok Genta Mas memiliki 87 karyawan. Pada pengerjaan atau pembuatan rokok masih secara manual yaitu dengan bantuan alat penggempes rokok sehingga pada bagian ini dibutuhkan karyawan yang cukup banyak dan memiliki keahlian sendiri, sedangkan pada bagian distribusi hanya dibutuhkan tiga karyawan. Hari kerja dalam seminggu terdapat enam hari kerja dan delapan jam setiap harinya. Proses produksi dimulai dengan pembelian bahan baku terutama tembakau, tembakau yang disiapkan diolah dengan mencampurkan beberapa bahan tambahan seperti cengkeh dan saus perasa. Pada proses penjualan, untuk setiap wilayahnya setiap minggu mengajukan permintaan dan pengambilannya juga dilakukan setiap minggu sekali. Berdasarkan data penjualan dari masing-masing wilayah maka akan digabungkan sehingga akan didapatkan data keseluruhan dari Pabrik Rokok Genta Mas.

4.1.1 Data Penelitian

Data penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah data yang diperoleh dari Pabrik Rokok Genta Mas mulai bulan Januari 2010 sampai bulan Januari 2011. Data tersebut dapat dilihat pada Lampiran 1.

Data satu tahun mulai bulan Januari 2010 sampai Januari 2011 terlihat permintaan terbesar mencapai 3500 karton perbulan, dan permintaan terkecil mencapai 2100 karton perbulan. Persediaan barang terbanyak sampai 250 karton perbulan, dan terkecil mencapai 100 karton perbulan. Saat ini pabrik hanya mampu memproduksi rokok paling banyak 5000 karton perbulan, dan diharapkan dapat memproduksi rokok paling sedikit 1000 karton perbulan, hal ini dikarenakan beberapa kendala, di antaranya terbatasnya bahan baku, sumber daya manusia, perijinan produksi, dan perpajakan dari pemerintahan (keterangan: $1 \text{ karton} = 24 \text{ Box (pack)} = 240 \text{ bungkus}$).

Pada penentuan banyak produksi barang, variabel masukan yang digunakan adalah banyak permintaan dan banyak persediaan. Langkah awal yang dilakukan adalah membentuk himpunan *fuzzy* kemudian membentuk aturan “*jika-maka*”. Data masukan yang diperoleh dikelompokkan berdasarkan himpunan *fuzzy*. Kemudian memetakan data masukan ke fungsi keanggotaan untuk diperoleh derajat keanggotaan dari masing-masing data masukan. Derajat keanggotaan digunakan untuk mencari nilai α -predikat dari masing-masing aturan. Penegasan dengan rata-rata terbobot merupakan langkah terakhir yang kemudian dapat ditarik kesimpulan dan interpretasi hasil.

4.2 Analisis Perbedaan Langkah Metode Tsukamoto dan Metode Mamdani

FIS untuk metode Tsukamoto dan metode Mamdani pada dasarnya terdiri dari empat langkah yaitu fuzzifikasi, pembentukan aturan *fuzzy*, analisis logika *fuzzy*, dan defuzzifikasi. Namun, setiap langkah mempunyai penjabaran masing-masing untuk mendapatkan *output*. Berikut disajikan penjabaran untuk kedua metode tersebut pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Perjabaran Langkah Metode Tsukamoto dan Metode Mamdani

Langkah	Tsukamoto	Mamdani
Fuzzifikasi	Non <i>fuzzy</i> ke <i>fuzzy</i>	Non <i>fuzzy</i> ke <i>fuzzy</i>
Pembentukan aturan <i>fuzzy</i>	Aturan dalam bentuk “ <i>jika – maka</i> ”	Aturan dalam bentuk “ <i>jika – maka</i> ”
Analisis logika <i>fuzzy</i>	- Fungsi implikasi dengan fungsi <i>min</i> - Komposisi antar aturan menggunakan penalaran monoton.	- Fungsi implikasi dengan fungsi <i>min</i> - Komposisi aturan dengan fungsi <i>max</i> atau <i>additive</i> atau <i>probabilitas or (probor)</i>
Defuzzifikasi	Metode rata-rata terpusat (<i>weigthed average</i>)	- <i>LOM</i> - <i>SOM</i> - <i>MOM</i> - <i>Bisector</i> - <i>Centroid</i>

Dari Tabel 4.1 di atas dapat dilihat bahwa kedua metode tersebut memiliki persamaan pada tahap fuzzifikasi dan pembentukan aturan *fuzzy*. Tahap fuzzifikasi dengan mengubah variabel non *fuzzy* menjadi variabel *fuzzy*. Pada tahap pembentukan aturan *fuzzy* membentuk aturan “*jika-maka*”, untuk menghubungkan antar variabelnya menggunakan operator “*dan*”.

Sedangkan pada tahap analisis logika *fuzzy* dan defuzzifikasi berbeda. Metode Tsukamoto komposisi antar aturan menggunakan penalaran monoton, yaitu nilai keluarannya dapat dihitung secara langsung dari nilai keanggotaan yang berhubungan dengan antisedennya. Metode Mamdani untuk komposisi antar

aturan ada tiga metode yang dapat digunakan, yaitu *max-min*, *additive*, dan *probor*. Penalaran monoton pada metode Tsukamoto sangat sederhana digunakan berbeda dengan komposisi aturan metode Mamdani yang mempertimbangkan setiap kesimpulan dari masing-masing aturan. Kesimpulan dari masing-masing aturan akan menghasilkan solusi himpunan *fuzzy* yaitu dengan fungsi *max*, *additive*, dan *probor*.

Tahap defuzzifikasi kedua metode tersebut juga berbeda. Metode Tsukamoto menggunakan rata-rata terpusat (*weighthed average*). Metode Mamdani ada lima cara yang dapat digunakan. Pada penelitian ini dipakai metode *MOM*, sehingga secara garis besar metode Tsukamoto dan Mamdani memiliki langkah global yang sama namun berbeda pada mesin inferensi *fuzzy*.

4.3 Analisis Logika *Fuzzy* Tsukamoto dan Mamdani

4.3.1 Fuzzifikasi

Fuzzifikasi bertujuan untuk mengubah data masukan tegas menjadi *fuzzy*. Pada penelitian ini digunakan beberapa variabel dalam menentukan jumlah produksi. Pembentukan himpunan *fuzzy* digunakan untuk mendefinisikan nilai-nilai masukan tegas. Variabel permintaan dan persediaan sebagai variabel masukan, variabel produksi sebagai variabel keluaran. Semesta pembicaraan pada penelitian ini diperoleh dengan melihat data terendah dan tertinggi dari perusahaan. Semesta pembicaraan variabel permintaan adalah [2100, 3500], variabel persediaan adalah [100, 250], dan variabel produksi adalah [2200, 3550]. Setiap himpunan *fuzzy* mempunyai domain yang nilainya terdapat dalam semesta pembicaraan. Domain pada himpunan *fuzzy* diperoleh dari data terendah, kuartil

bawah (Q1), median (Q2), kuartil atas (Q3), dan data tertinggi pada pabrik. Sebelum dicari nilai kuartil dan median diurutkan data terlebih dahulu. Berikut disajikan data permintaan, persediaan, dan produksi setelah diurutkan dari data terkecil ke data terbesar pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Data Setelah Diurutkan

Data ke-	Permintaan	Persediaan	Produksi
1	2100 karton	100 karton	2200 karton
2	2520 karton	130 karton	2550 karton
3	2685 karton	131 karton	2750 karton
4	2710 karton	131 karton	2750 karton
5	2740 karton	132 karton	2800 karton
6	2880 karton	140 karton	2900 karton
7	2960 karton	142 karton	3000 karton
8	3045 karton	144 karton	3050 karton
9	3070 karton	154 karton	3100 karton
10	3120 karton	174 karton	3100 karton
11	3140 karton	192 karton	3250 karton
12	3200 karton	233 karton	3400 karton
13	3500 karton	250 karton	3550 karton

Data di atas merupakan data tunggal, banyak data 13 karena data ganjil sehingga mencari Q1 variabel permintaan adalah, $\frac{1(13+1)}{4} = \frac{14}{4} = 3,5$. Jadi diperoleh data ke-3 dan data ke-4 sebesar $\frac{2685+2710}{2} = 2697,5$ karton. Mencari Q2 variabel permintaan adalah $\frac{2(13+1)}{4} = \frac{28}{4} = 7$. Jadi diperoleh data ke-7 sebesar 2960 karton. Mencari Q3 variabel permintaan adalah $\frac{3(13+1)}{4} = \frac{42}{4} = 10,5$. Jadi diperoleh data ke-10 dan data ke-11 sebesar $\frac{3120+3140}{2} = 3130$ karton. Dengan cara yang sama akan diperoleh Q1, Q2, Q3 untuk variabel persediaan dan produksi. Variabel persediaan Q1 sebesar 131 karton, Q2 sebesar 142 karton, dan Q3 sebesar 183 karton. Variabel produksi Q1 sebesar 2750 karton, Q2 sebesar 3000 karton, dan

Q3 sebesar 3175 karton. Berikut disajikan Tabel 4.3 untuk merepresentasikan himpunan *fuzzy*.

Tabel 4.3 Himpunan *Fuzzy*

Fungsi	Nama Variabel	Himpunan <i>Fuzzy</i>	Semesta Pembicaraan	Domain
<i>Input</i>	Permintaan	Sedikit	[2100, 3500]	[2100, 2960]
		Sedang		[2697,5, 3130]
		Banyak		[2960, 3500]
	Persediaan	Sedikit	[100, 250]	[100, 142]
		Sedang		[131, 183]
		Banyak		[142, 250]
<i>Output</i>	Produksi	Berkurang	[2200, 3550]	[2200, 3000]
		Tetap		[2750, 3175]
		Bertambah		[3000, 3550]

Himpunan *fuzzy* diperlukan untuk merepresentasikan variabel *fuzzy* dengan membentuk fungsi keanggotaan. Fungsi keanggotaan mendefinisikan titik-titik himpunan *fuzzy* ke dalam derajat keanggotaan dengan selang tertutup nol sampai satu $[0, 1]$ pada suatu variabel *fuzzy* tertentu. Sementara untuk variabel *fuzzy* ada tiga variabel *fuzzy* yang direpresentasikan dalam fungsi keanggotaan, yaitu variabel permintaan, persediaan, dan produksi, dengan penjelasan sebagai berikut:

a. Representasi Variabel Permintaan

Berdasarkan Tabel 4.3, variabel permintaan terbagi menjadi tiga himpunan *fuzzy* yaitu, himpunan *fuzzy* sedikit, himpunan *fuzzy* sedang, dan himpunan *fuzzy* banyak. Setiap himpunan *fuzzy* terbentuk fungsi keanggotaan yaitu, fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* sedikit, fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* sedang, dan fungsi keanggotaan *fuzzy* banyak.

Fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* sedikit menggunakan fungsi keanggotaan kurva bentuk bahu kiri. Fungsi keanggotaan tersebut terbagi menjadi

tiga selang yaitu, $[0, 2100]$, $[2100, 2960]$, dan $[2960, \infty]$. Kemudian diperoleh fungsi keanggotaan untuk himpunan *fuzzy* sedikit sebagai berikut:

$$\mu_{sedikit}(x) = \begin{cases} 1 & , \quad x \leq 2100 \\ \frac{2960 - x}{2960 - 2100} & , \quad 2100 \leq x \leq 2960 \\ 0 & , \quad x \geq 2960 \end{cases} \quad (4.1)$$

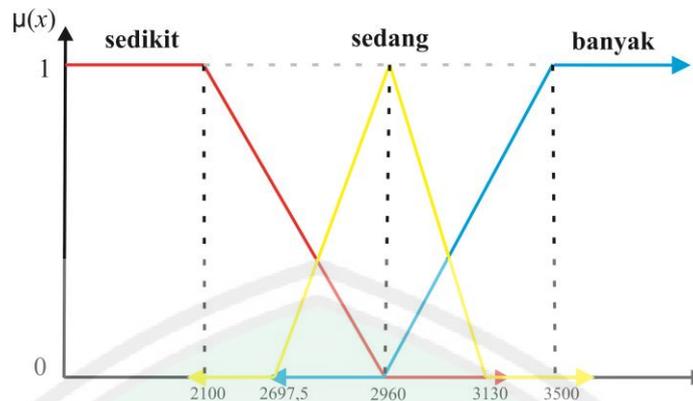
Fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* sedang menggunakan fungsi keanggotaan segitiga. Fungsi keanggotaan tersebut terbagi menjadi tiga selang yaitu, $[0, 2697,5]$, $[2697,5, 2960]$, dan $[2960, 3130]$. Kemudian diperoleh fungsi keanggotaan untuk himpunan *fuzzy* sedang sebagai berikut:

$$\mu_{sedang}(x) = \begin{cases} 0 & , \quad x \leq 2697,5 \text{ atau } x \geq 3130 \\ \frac{x - 2697,5}{2960 - 2697,5} & , \quad 2697,5 \leq x \leq 2960 \\ \frac{3130 - x}{3130 - 2960} & , \quad 2960 \leq x \leq 3130 \end{cases} \quad (4.2)$$

Fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* banyak menggunakan fungsi keanggotaan linier naik. Fungsi keanggotaan tersebut terbagi menjadi tiga selang yaitu, $[0, 2800]$, $[2800, 3500]$, dan $[3500, \infty]$. Kemudian diperoleh fungsi keanggotaan untuk himpunan *fuzzy* banyak sebagai berikut:

$$\mu_{banyak}(x) = \begin{cases} 0 & , \quad x \leq 2960 \\ \frac{x - 2960}{3500 - 2960} & , \quad 2960 \leq x \leq 3500 \\ 1 & , \quad x \geq 3500 \end{cases} \quad (4.3)$$

Gambar himpunan *fuzzy* variabel permintaan dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut:



Gambar 4.1 Himpunan Fuzzy Variabel Permintaan

b. Representasi Variabel Persediaan

Berdasarkan Tabel 4.3, variabel persediaan terbagi menjadi tiga himpunan *fuzzy* yaitu, himpunan *fuzzy* himpunan sedikit, himpunan *fuzzy* sedang, dan himpunan *fuzzy* banyak. Setiap variabel *fuzzy* terbentuk fungsi keanggotaan yaitu, fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* sedikit, fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* sedang, dan fungsi keanggotaan *fuzzy* banyak.

Fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* sedikit menggunakan fungsi keanggotaan kurva bentuk bahu kiri. Fungsi keanggotaan tersebut terbagi menjadi tiga selang yaitu, $[0, 100]$, $[100, 142]$, dan $[142, \infty]$. Kemudian diperoleh fungsi keanggotaan untuk himpunan *fuzzy* sedikit sebagai berikut:

$$\mu_{\text{sedikit}}(x) = \begin{cases} 1 & , \quad x \leq 100 \\ \frac{142 - x}{142 - 100} & , \quad 100 \leq x \leq 142 \\ 0 & , \quad x \geq 142 \end{cases} \quad (4.4)$$

Fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* sedang menggunakan fungsi keanggotaan segitiga. Fungsi keanggotaan tersebut terbagi menjadi tiga selang yaitu, $[0, 131]$, $[131, 142]$, dan $[142, 183]$. Kemudian diperoleh fungsi keanggotaan untuk himpunan *fuzzy* sedang sebagai berikut:

$$\mu_{sedang}(x) = \begin{cases} 0 & , x \leq 131 \text{ atau } x \geq 183 \\ \frac{x - 131}{142 - 131} & , 131 \leq x \leq 142 \\ \frac{183 - x}{183 - 142} & , 142 \leq x \leq 183 \end{cases} \quad (4.5)$$

Fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* banyak menggunakan fungsi keanggotaan linier naik. Fungsi keanggotaan tersebut terbagi menjadi tiga selang yaitu, $[0, 142]$, $[142, 250]$, dan $[250, \infty]$. Kemudian diperoleh fungsi keanggotaan untuk himpunan *fuzzy* banyak sebagai berikut:

$$\mu_{banyak}(x) = \begin{cases} 0 & , x \leq 142 \\ \frac{x - 142}{250 - 142} & , 142 \leq x \leq 250 \\ 1 & , x \geq 250 \end{cases} \quad (4.6)$$

Gambar himpunan *fuzzy* variabel persediaan dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut:



Gambar 4.2 Himpunan *Fuzzy* Variabel Persediaan

c. Representasi Variabel Produksi

Berdasarkan Tabel 4.3, variabel persediaan terbagi menjadi tiga himpunan *fuzzy* yaitu, himpunan *fuzzy* sedikit, himpunan *fuzzy* sedang, dan himpunan *fuzzy* banyak. Setiap himpunan *fuzzy* terbentuk fungsi keanggotaan yaitu, fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* sedikit, fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* sedang, dan fungsi keanggotaan *fuzzy* banyak.

Fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* sedikit menggunakan fungsi keanggotaan kurva bentuk bahu kiri. Fungsi keanggotaan tersebut terbagi menjadi tiga selang yaitu, $[0, 2200]$, $[2200, 3000]$, dan $[3000, \infty]$. Kemudian diperoleh fungsi keanggotaan untuk himpunan *fuzzy* berkurang sebagai berikut:

$$\mu_{berkurang}(x) = \begin{cases} 1 & , \quad x \leq 2200 \\ \frac{3000 - x}{3000 - 2200} & , \quad 2200 \leq x \leq 3000 \\ 0 & , \quad x \geq 3000 \end{cases} \quad (4.7)$$

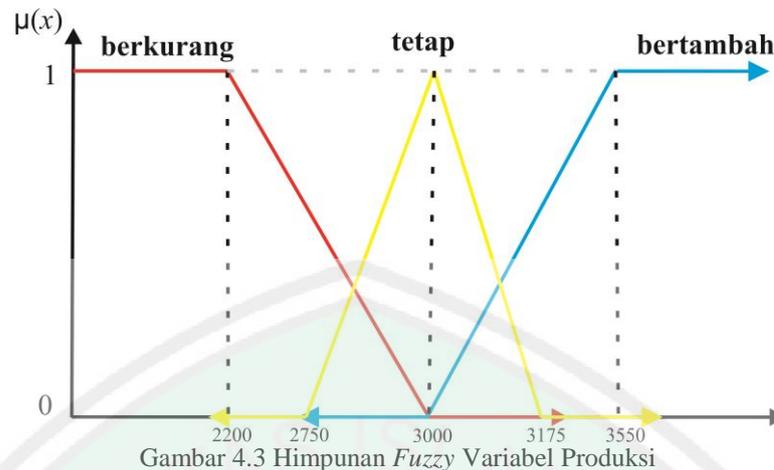
Fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* sedang menggunakan fungsi keanggotaan segitiga. Fungsi keanggotaan tersebut terbagi menjadi tiga selang yaitu, $[0, 2750]$, $[2750, 3000]$, dan $[3000, 3175]$. Kemudian diperoleh fungsi keanggotaan untuk himpunan *fuzzy* tetap sebagai berikut:

$$\mu_{tetap}(x) = \begin{cases} 0 & , \quad x \leq 2750 \text{ atau } x \geq 3175 \\ \frac{x - 2750}{3000 - 2750} & , \quad 2750 \leq x \leq 3000 \\ \frac{3175 - x}{3175 - 3000} & , \quad 3000 \leq x \leq 3175 \end{cases} \quad (4.8)$$

Fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* banyak menggunakan fungsi keanggotaan linier naik. Fungsi keanggotaan tersebut terbagi menjadi tiga selang yaitu, $[0, 3000]$, $[3000, 3550]$, $[3550, \infty]$. Kemudian diperoleh fungsi keanggotaan untuk himpunan *fuzzy* bertambah sebagai berikut:

$$\mu_{bertambah}(x) = \begin{cases} 0 & , \quad x \leq 3000 \\ \frac{x - 3000}{3550 - 3000} & , \quad 3000 \leq x \leq 3550 \\ 1 & , \quad x \geq 3550 \end{cases} \quad (4.9)$$

Gambar himpunan *fuzzy* variabel permintaan dapat dilihat pada Gambar 4.3



Gambar 4.3 Himpunan Fuzzy Variabel Produksi

4.3.2 Pembentukan Aturan Fuzzy

Langkah selanjutnya setelah fuzzifikasi adalah membentuk aturan fuzzy. Aturan ini dibentuk untuk menyatakan relasi antara *input* dan *output*. Pembentukan aturan dihasilkan dari kombinasi tiap kondisi tersebut yang dikenal dengan aturan keputusan. Setiap aturan terdiri dari dua antiseden dan satu konsekuen, dengan operator yang digunakan untuk menghubungkan adalah operator “*dan*”. Sedangkan yang memetakan antara *input* dan *output* adalah “*jika maka*”, jumlah aturan yang terbentuk berdasarkan tiga himpunan fuzzy adalah sebanyak 27 aturan, berikut disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Aturan Fuzzy

Aturan	Permintaan	Persediaan	Fungsi implikasi	Produksi
R1	Banyak	Sedikit	Maka	Bertambah
R2	Banyak	Sedikit	Maka	Tetap
R3	Banyak	Sedikit	Maka	Berkurang
R4	Banyak	Sedang	Maka	Bertambah
R5	Banyak	Sedang	Maka	Tetap
R6	Banyak	Sedang	Maka	Berkurang
R7	Banyak	Banyak	Maka	Bertambah
R8	Banyak	Banyak	Maka	Tetap
R9	Banyak	Banyak	Maka	Berkurang
R10	Sedang	Sedikit	Maka	Bertambah

R11	Sedang	Sedikit	Maka	Tetap
R12	Sedang	Sedikit	Maka	Berkurang
R13	Sedang	Sedang	Maka	Bertambah
R14	Sedang	Sedang	Maka	Tetap
R15	Sedang	Sedang	Maka	Berkurang
R16	Sedang	Banyak	Maka	Bertambah
R17	Sedang	Banyak	Maka	Tetap
R18	Sedang	Banyak	Maka	Berkurang
R19	Sedikit	Sedikit	Maka	Bertambah
R20	Sedikit	Sedikit	Maka	Tetap
R21	Sedikit	Sedikit	Maka	Berkurang
R22	Sedikit	Sedang	Maka	Bertambah
R23	Sedikit	Sedang	Maka	Tetap
R24	Sedikit	Sedang	Maka	Berkurang
R25	Sedikit	Banyak	Maka	Bertambah
R26	Sedikit	Banyak	Maka	Tetap
R27	Sedikit	Banyak	Maka	Berkurang

4.3.3 Penyelesaian Menggunakan Metode Tsukamoto

Berdasarkan data permintaan dan persediaan rokok Genta Mas tahun 2010 dan Januari 2011 akan dicari hasil produksi barang menggunakan metode Tsukamoto. Produksi barang tersebut dicari setiap bulannya mulai bulan Januari 2010 sampai Januari 2011.

1. Januari 2010 permintaan 2520 bungkus dan persediaan 250 bungkus.

$$\mu_{PMD}(2520) = \frac{2960 - 2410}{2960 - 2100} = 0,51$$

$$\mu_{PMS}(2520) = 0$$

$$\mu_{PMB}(2520) = 0$$

$$\mu_{PSD}(250) = 0$$

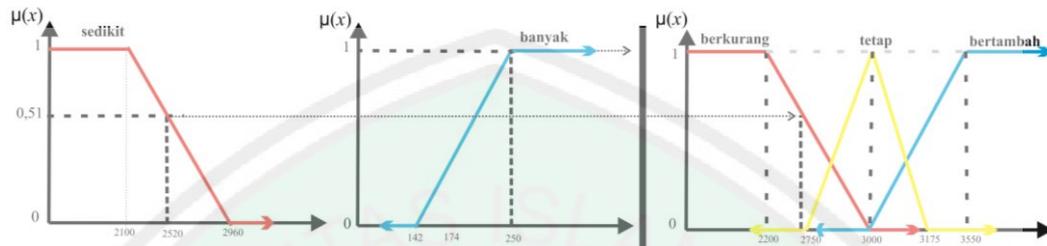
$$\mu_{PSS}(250) = 0$$

$$\mu_{PSB}(250) = 1$$

Setelah direfleksikan ke dalam gambar himpunan *fuzzy*, maka terbentuk satu aturan *fuzzy*, yaitu:

[R1] Jika permintaan sedikit dan persediaan banyak maka produksi berkurang.

$$\alpha_1 = \min(\mu_{PMD}, \mu_{PSB}) = \min(0,51, 1) = 0,51$$



Gambar 4.4 Aturan 1 Bulan Januari 2010

Melihat himpunan produksi berkurang,

$$\mu_{PRK} = \frac{3000 - x}{3000 - 2200} = 0,51$$

$$x = 2592$$

Selanjutnya defuzzifikasi metode Tsukamoto, karena fungsi keanggotaan hanya ada satu dan hanya terbentuk satu aturan, maka nilai $Z = 2592$ bungkus.

2. Februari 2010 permintaan 2100 bungkus dan persediaan 174 bungkus.

$$\mu_{PMD}(2100) = 1$$

$$\mu_{PMS}(2100) = 0$$

$$\mu_{PMB}(2100) = 0$$

$$\mu_{PSD}(174) = 0$$

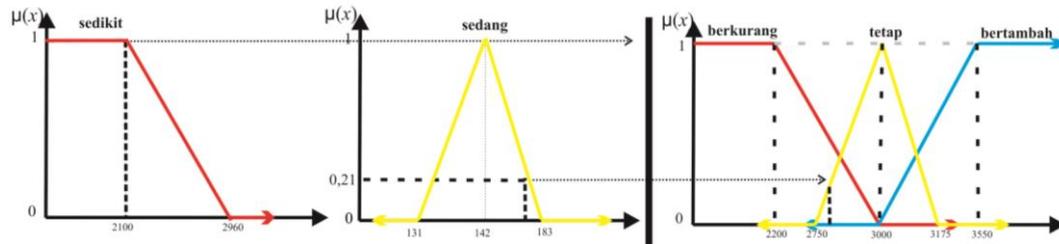
$$\mu_{PSS}(174) = \frac{183 - 172}{183 - 142} = 0,21$$

$$\mu_{PSB}(174) = \frac{174 - 142}{250 - 142} = 0,3$$

Setelah direfleksikan ke dalam gambar himpunan *fuzzy*, maka terbentuk tiga aturan *fuzzy*, yaitu:

[R1] Jika permintaan sedikit dan persediaan sedang maka produksi tetap.

$$\alpha_1 = \min(\mu_{PMS}, \mu_{PSB}) = \min(1, 0,21) = 0,21$$



Gambar 4.5 Aturan 1 Bulan Februari

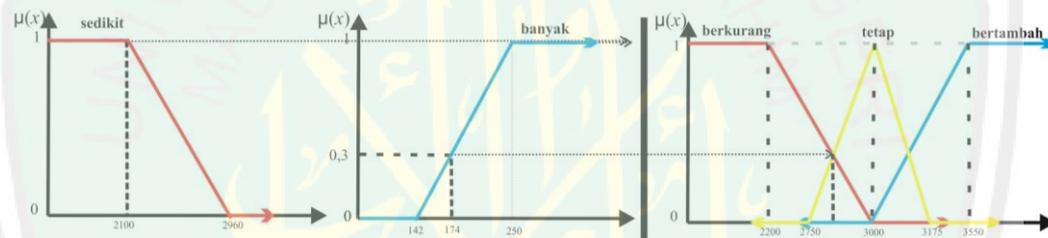
Melihat himpunan produksi tetap,

$$\mu_{PRT} = \frac{x - 2750}{3000 - 2750} = 0,21$$

$$x = 2802,5$$

[R2] Jika permintaan sedikit dan persediaan banyak maka produksi berkurang.

$$\alpha_1 = \min(\mu_{PMS}, \mu_{PSB}) = \min(1, 0,3) = 0,3$$



Gambar 4.6 Aturan 2 Bulan Februari

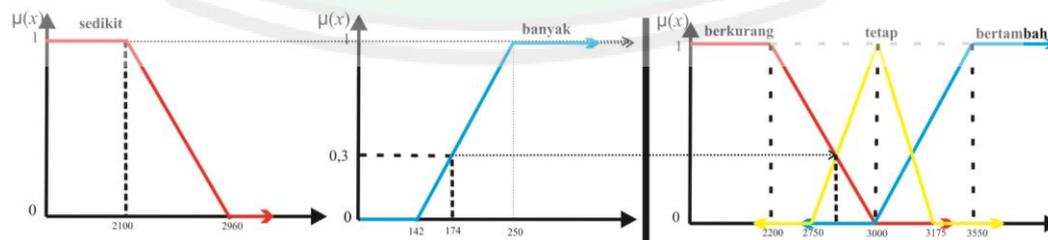
Melihat himpunan produksi berkurang,

$$\mu_{PRK} = \frac{3000 - x}{3000 - 2200} = 0,3$$

$$x = 2760$$

[R3] Jika permintaan sedikit dan persediaan banyak maka produksi tetap.

$$\alpha_1 = \min(\mu_{PMS}, \mu_{PSB}) = \min(1, 0,3) = 0,3$$



Gambar 4.7 Aturan 3 Bulan Februari

Lihat himpunan produksi tetap,

$$\mu_{PRT} = \frac{x - 2750}{3000 - 2750} = 0,3$$

$$x = 2990$$

Langkah selanjutnya adalah defuzzifikasi dengan rata-rata terpusat yaitu,

$$Z = \frac{\sum x_i \cdot \alpha_i}{\sum \alpha_i} = \frac{(28035 \cdot 0,21) + (2760 \cdot 0,3) + (2990 \cdot 0,3)}{0,21 + 0,3 + 0,3}$$

$$= 2852,4 \text{ bungkus}$$

3. Maret 2010 permintaan 2685 bungkus dan persediaan 233 bungkus.

$$\mu_{PMD}(2685) = \frac{2960 - 2685}{2960 - 2100} = 0,3$$

$$\mu_{PMS}(2685) = 0$$

$$\mu_{PMB}(2685) = 0$$

$$\mu_{PSD}(233) = 0$$

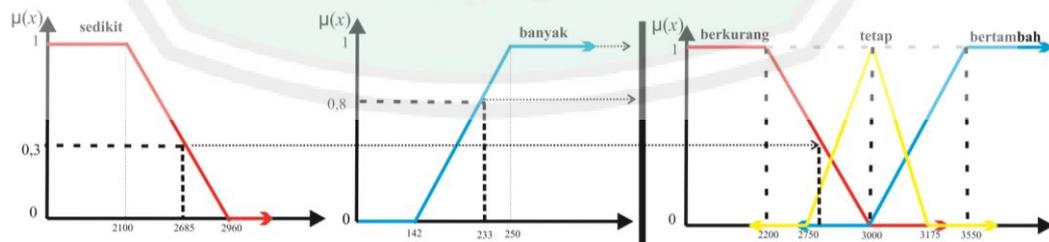
$$\mu_{PSS}(233) = 0$$

$$\mu_{PSB}(233) = \frac{233 - 142}{250 - 142} = 0,8$$

Setelah direfleksikan ke dalam gambar himpunan *fuzzy*, maka terbentuk satu aturan *fuzzy*, yaitu:

[R1] Jika permintaan sedikit dan persediaan banyak maka produksi berkurang.

$$\alpha_1 = \min(\mu_{PMD}, \mu_{PSB}) = \min(0,3, 0,8) = 0,3$$



Gambar 4.8 Aturan 1 Bulan Maret 2010

Melihat himpunan produksi berkurang,

$$\mu_{PRK} = \frac{3000 - x}{3000 - 2200} = 0,3$$

$$x = 2760$$

Selanjutnya defuzzifikasi metode Tsukamoto, karena fungsi keanggotaan hanya ada satu dan hanya terbentuk satu aturan, maka nilai $Z = 2760$ bungkus. Begitu juga dengan defuzzifikasi metode Mamdani karena hanya ada satu nilai, maka nilai $MOM = 2760$ bungkus.

4. April 2010 permintaan 2740 bungkus dan persediaan 154 bungkus.

$$\mu_{PMD}(2740) = \frac{2960 - 2740}{2960 - 2100} = 0,25$$

$$\mu_{PMS}(2740) = \frac{2740 - 2697,5}{2800 - 2687,5} = 0,16$$

$$\mu_{PMB}(2740) = 0$$

$$\mu_{PSD}(154) = \frac{183 - 154}{183 - 142} = 0,7$$

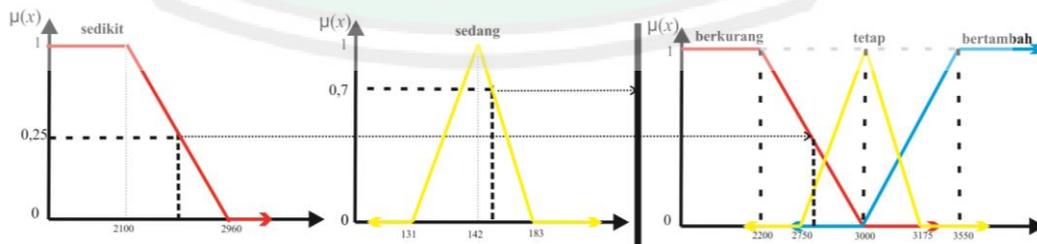
$$\mu_{PSS}(154) = \frac{154 - 142}{250 - 142} = 0,1$$

$$\mu_{PSB}(154) = 0$$

Setelah direfleksikan ke dalam gambar himpunan *fuzzy*, maka terbentuk empat aturan *fuzzy* sebagai berikut:

[R1] Jika permintaan sedikit dan persediaan sedang maka produksi berkurang.

$$\alpha_1 = \min(\mu_{PMD}, \mu_{PSS}) = \min(0,25, 0,7) = 0,25$$



Gambar 4.9 Aturan 1 Bulan April

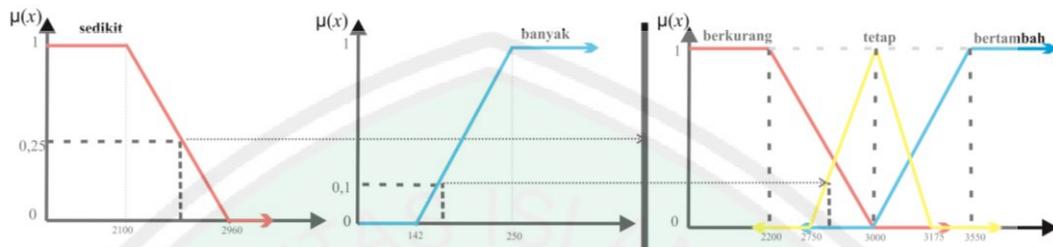
Melihat himpunan produksi berkurang,

$$\mu_{PRK} = \frac{3000 - x}{3000 - 2200} = 0,25$$

$$x = 2800$$

[R2] Jika permintaan sedikit dan persediaan banyak maka produksi tetap.

$$\alpha_2 = \min(\mu_{PMD}, \mu_{PSB}) = \min(0,25, 0,1) = 0,1$$



Gambar 4.10 Aturan 2 Bulan April

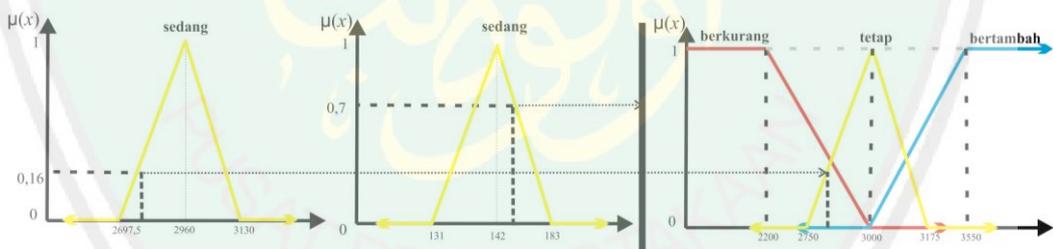
Melihat himpunan produksi tetap,

$$\mu_{PRT} = \frac{x - 2750}{3000 - 2750} = 0,1$$

$$x = 2775$$

[R3] Jika permintaan sedang dan persediaan sedang maka produksi tetap.

$$\alpha_3 = \min(\mu_{PMS}, \mu_{PSS}) = \min(0,16, 0,7) = 0,16$$



Gambar 4.11 Aturan 3 Bulan April

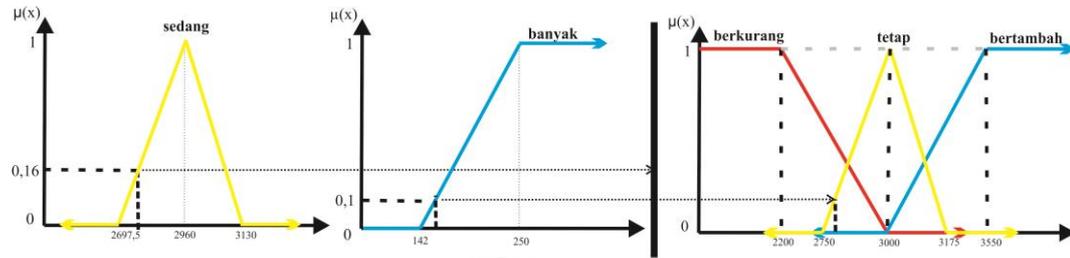
Melihat himpunan produksi tetap,

$$\mu_{PRT} = \frac{x - 2750}{3000 - 2750} = 0,16$$

$$x = 2790$$

[R4] Jika permintaan sedang dan persediaan banyak maka produksi tetap.

$$\alpha_4 = \min(\mu_{PMS}, \mu_{PSB}) = \min(0,6, 0,1) = 0,1$$



Gambar 4.12 Aturan 4 Bulan April

Melihat himpunan produksi tetap,

$$\mu_{PRT} = \frac{x - 2750}{3000 - 2750} = 0,1$$

$$x = 2775$$

Langkah selanjutnya adalah defuzzifikasi dengan rata-rata terpusat yaitu,

$$Z = \frac{\sum x_i \cdot \alpha_i}{\sum \alpha_i} = \frac{(2800 \cdot 0,35) + (2775 \cdot 0,1) + (2790 \cdot 0,16) + (2775 \cdot 0,1)}{0,25 + 0,1 + 0,16 + 0,1}$$

$$= 2818,68 = 2819 \text{ bungkus}$$

5. Mei 2010 permintaan 3070 bungkus dan persediaan 192 bungkus.

$$\mu_{PMD}(3070) = 0$$

$$\mu_{PMS}(3070) = \frac{3130 - 3070}{3130 - 2960} = 0,35$$

$$\mu_{PMB}(3070) = \frac{3070 - 2960}{3500 - 2960} = 0,2$$

$$\mu_{PSD}(192) = 0$$

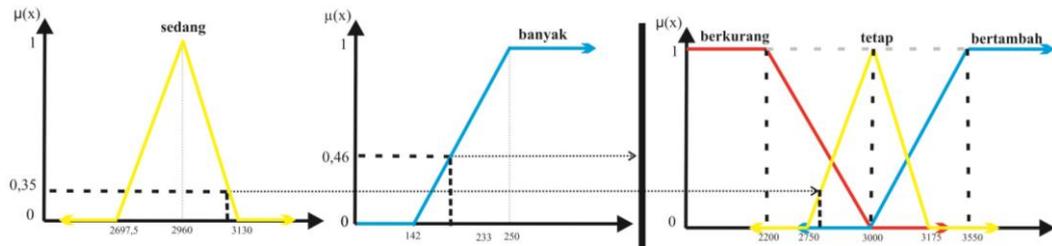
$$\mu_{PSS}(192) = 0$$

$$\mu_{PSB}(192) = \frac{192 - 142}{250 - 142} = 0,46$$

Setelah direfleksikan ke dalam gambar himpunan fuzzy, maka terbentuk dua aturan fuzzy, yaitu:

[R1] Jika permintaan sedang dan persediaan banyak maka produksi tetap.

$$\alpha_1 = \min(\mu_{PMS}, \mu_{PSB}) = \min(0,6, 0,1) = 0,1$$



Gambar 4.13 Aturan 1 Bulan Mei 2010

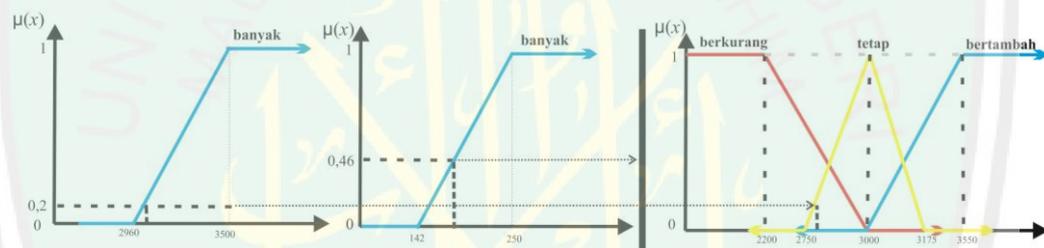
Melihat himpunan produksi tetap,

$$\mu_{PRT} = \frac{x - 2750}{3000 - 2750} = 0,35$$

$$x = 2837,5$$

[R2] Jika permintaan banyak dan persediaan banyak maka produksi tetap.

$$\alpha_1 = \min(\mu_{PMB}, \mu_{PSB}) = \min(0,2, 0,46) = 0,2$$



Gambar 4.14 Aturan 2 Bulan Mei 2010

Melihat himpunan produksi tetap,

$$\mu_{PRT} = \frac{x - 2750}{3000 - 2750} = 0,2$$

$$x = 2800$$

Langkah selanjutnya adalah defuzzifikasi dengan rata-rata terpusat yaitu,

$$Z = \frac{\sum x_i \cdot \alpha_i}{\sum \alpha_i} = \frac{(2837,5 \cdot 0,35) + (2800 \cdot 0,2)}{0,35 + 0,2}$$

$$= 2823,5 \text{ bungkus}$$

6. Juni 2010 permintaan 2960 bungkus dan persediaan 144 bungkus.

$$\mu_{PMD}(2960) = 0$$

$$\mu_{PMS}(2960) = 1$$

$$\mu_{PMB}(2960) = 0$$

$$\mu_{PSD}(144) = 0$$

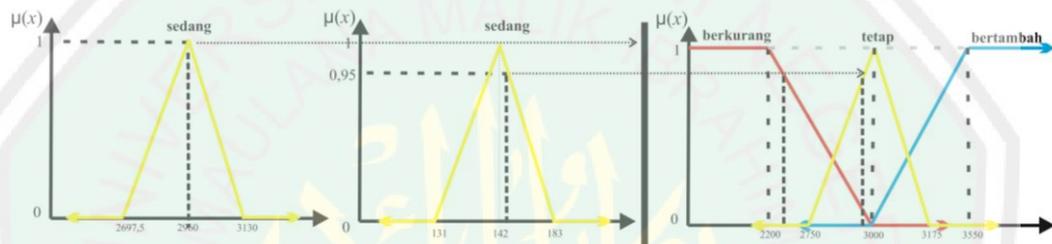
$$\mu_{PSS}(144) = \frac{183 - 144}{183 - 142} = 0,95$$

$$\mu_{PSB}(144) = \frac{144 - 142}{250 - 142} = 0,01$$

Setelah direfleksikan ke dalam gambar himpunan *fuzzy*, maka terbentuk dua aturan *fuzzy*, yaitu:

[R1] Jika permintaan sedang dan persediaan sedang maka produksi berkurang.

$$\alpha_1 = \min(\mu_{PMS}, \mu_{PSS}) = \min(1, 0,95) = 0,95$$



Gambar 4.15 Aturan 1 Bulan Juni 2010

Melihat himpunan produksi berkurang,

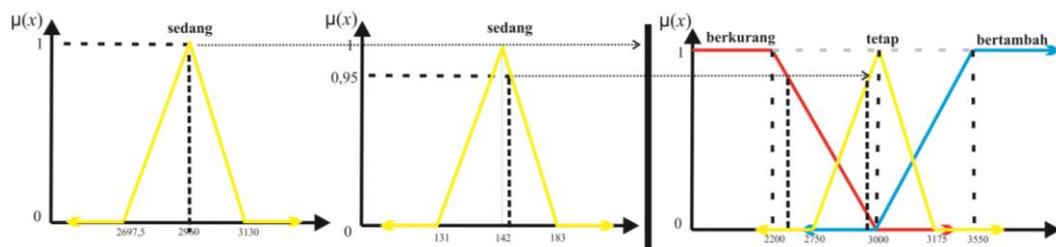
$$\mu_{PRK} = \frac{3000 - x}{3000 - 2200} = 0,95$$

$$x = 2240$$

Aturan 1 tidak dipakai karena nilainya terlalu jauh dengan produksi sebenarnya yang ada di perusahaan sebesar 3000 bungkus.

[R2] Jika permintaan sedang dan persediaan sedang maka produksi tetap.

$$\alpha_1 = \min(\mu_{PMS}, \mu_{PSS}) = \min(1, 0,95) = 0,95$$



Gambar 4.16 Aturan 2 Bulan Juni 2010

Melihat himpunan produksi tetap,

$$\mu_{PRT} = \frac{x - 2750}{3000 - 2750} = 0,95$$

$$x = 2887,5$$

[R3] Jika permintaan sedang dan persediaan banyak maka produksi tetap.

$$\alpha_1 = \min(\mu_{PMS}, \mu_{PSS}) = \min(1, 0,01) = 0,01$$



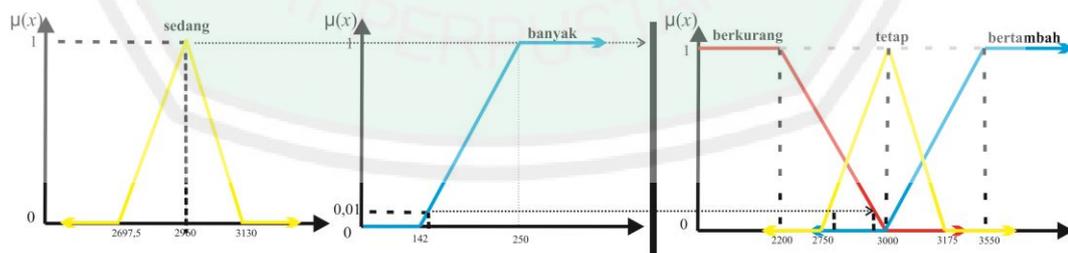
Gambar 4.17 Aturan 3 Bulan Juni 2010

Melihat himpunan produksi tetap,

$$\mu_{PRT} = \frac{x - 2750}{3000 - 2750} = 0,01$$

$$x = 2752,5$$

Aturan 3 tidak dipakai karena nilainya terlalu jauh dengan produksi sebenarnya yang ada di perusahaan sebesar 3000 bungkus.



Gambar 4.18 Aturan 4 Bulan Juni 2010

Melihat himpunan produksi berkurang,

$$\mu_{PRK} = \frac{3000 - x}{3000 - 2200} = 0,01$$

$$x = 2992$$

Langkah selanjutnya adalah defuzzifikasi dengan rata-rata terpusat yaitu,

$$Z = \frac{\sum x_i \cdot \alpha_i}{\sum \alpha_i} = \frac{(2887,5 \cdot 0,95) + (2292 \cdot 0,01)}{0,95 + 0,01}$$

$$= 2881,3 \text{ bungkus}$$

7. Juli 2010 permintaan 2710 bungkus dan persediaan 130 bungkus.

$$\mu_{PMD}(2710) = \frac{2960 - 2710}{2960 - 2100} = 0,3$$

$$\mu_{PMS}(2710) = \frac{2710 - 2697,5}{2960 - 262,5} = 0,04$$

$$\mu_{PMB}(2710) = 0$$

$$\mu_{PSD}(130) = \frac{142 - 130}{142 - 100} = 0,28$$

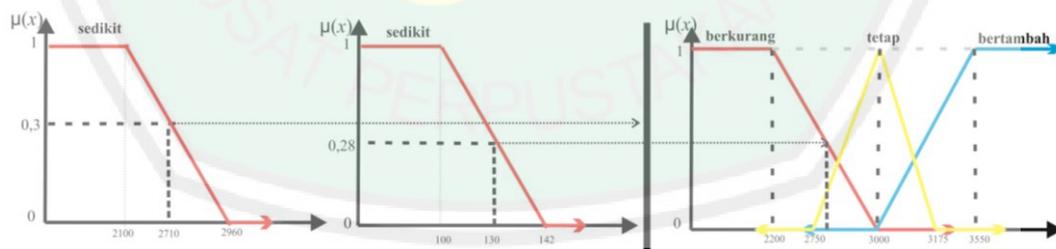
$$\mu_{PSS}(130) = 0$$

$$\mu_{PSB}(130) = 0$$

Setelah direfleksikan ke dalam gambar himpunan *fuzzy*, maka terbentuk dua aturan *fuzzy*, yaitu:

[R1] Jika permintaan sedikit dan persediaan sedikit maka produksi berkurang.

$$\alpha_1 = \min(\mu_{PMD}, \mu_{PSD}) = \min(0,3, 0,28) = 0,28$$



Gambar 4.19 Aturan 1 Bulan Juli

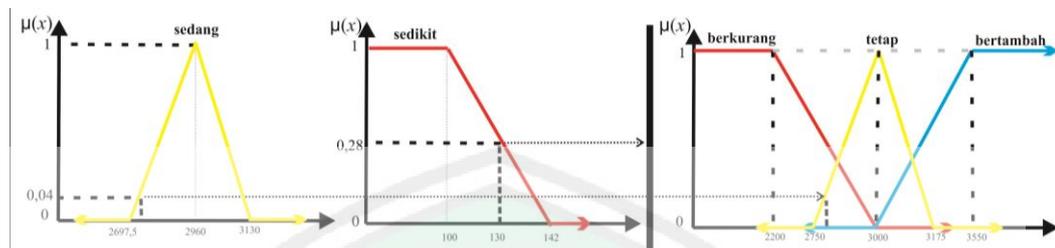
Melihat himpunan produksi berkurang,

$$\mu_{PRK} = \frac{3000 - x}{3000 - 2200} = 0,28$$

$$x = 2776$$

[R2] Jika permintaan sedang dan persediaan sedikit maka produksi tetap.

$$\alpha_1 = \min(\mu_{PMS}, \mu_{PSD}) = \min(0,04, 0,28) = 0,04$$



Gambar 4.20 Aturan 2 Bulan Juli 2010

Melihat himpunan produksi tetap,

$$\mu_{PRT} = \frac{x - 2750}{3000 - 2750} = 0,04$$

$$x = 2760$$

Langkah selanjutnya adalah defuzzifikasi dengan rata-rata terpusat yaitu,

$$Z = \frac{\sum x_i \cdot \alpha_i}{\sum \alpha_i} = \frac{(2776 \cdot 0,28) + (2760 \cdot 0,04)}{0,28 + 0,04}$$

$$= 2774 \text{ bungkus}$$

8. Agustus 2010 permintaan 3140 dan bungkus persediaan 100 bungkus.

$$\mu_{PMD}(3140) = 0$$

$$\mu_{PMS}(3140) = 0$$

$$\mu_{PMB}(3140) = \frac{3140 - 2960}{3500 - 2960} = 0,33$$

$$\mu_{PSD}(100) = 1$$

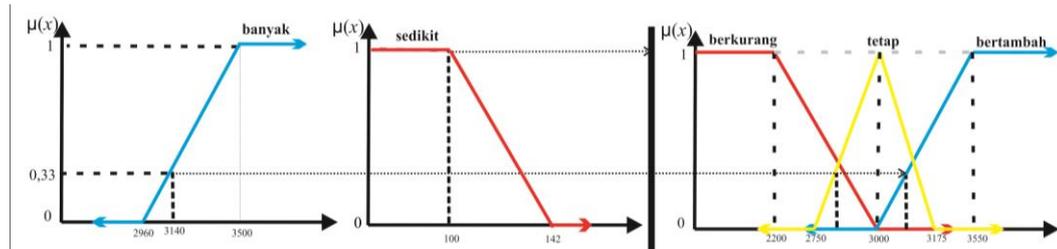
$$\mu_{PSS}(100) = 0$$

$$\mu_{PSB}(100) = 0$$

Setelah direfleksikan ke dalam gambar himpunan fuzzy, maka terbentuk dua aturan fuzzy, yaitu:

[R1] Jika permintaan banyak persediaan sedikit maka produksi tetap.

$$\alpha_1 = \min(\mu_{PMB}, \mu_{PSD}) = \min(0,33, 0,1) = 0,1$$



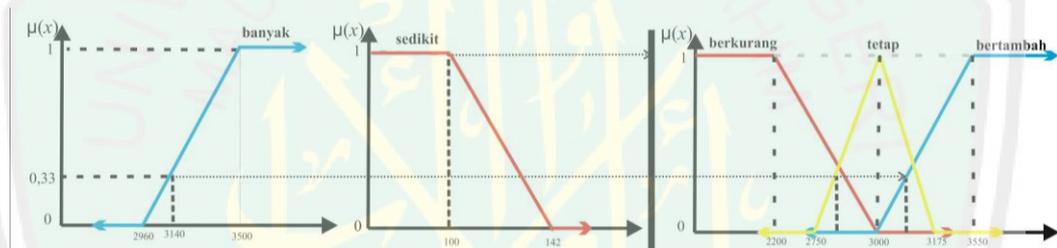
Gambar 4.21 Aturan 1 Bulan Agustus

Melihat himpunan produksi tetap,

$$\mu_{PRT} = \frac{x - 2750}{3000 - 2750} = 0,33$$

$$x = 2832,5$$

Aturan 1 tidak dipakai karena nilainya terlalu jauh dengan produksi sebenarnya yang ada diperusahaan sebesar 3100 bungkus.



Gambar 4.22 Aturan 2 Bulan Agustus

Melihat himpunan produksi bertambah,

$$\mu_{PRTM} = \frac{x - 3000}{3550 - 3000} = 0,33$$

$$x = 3283,3$$

Selanjutnya defuzzifikasi metode Tsukamoto, karena fungsi keanggotaan hanya ada satu dan hanya terbentuk satu aturan, maka nilai $Z = 3283$ bungkus. Begitu juga dengan defuzzifikasi metode Mamdani karena hanya ada satu nilai, maka nilai $MOM = 3283$ bungkus.

9. September 2010 permintaan 3120 bungkus dan persediaan 131 bungkus

$$\mu_{PMD}(3120) = 0$$

$$\mu_{PMS}(3120) = \frac{3130 - 3120}{3130 - 2960} = 0,05$$

$$\mu_{PMB}(3120) = \frac{3120 - 2960}{3500 - 2960} = 0,31$$

$$\mu_{PSD}(100) = \frac{142 - 131}{142 - 100} = 0,26$$

$$\mu_{PSS}(100) = 0$$

$$\mu_{PSB}(100) = 0$$

Setelah direfleksikan ke dalam gambar himpunan *fuzzy*, maka terbentuk tiga aturan *fuzzy*, yaitu:

[R1] jika permintaan sedang dan persediaan sedikit maka produksi tetap.

$$\alpha_1 = \min(\mu_{PMS}, \mu_{PSD}) = \min(0,05, 0,26) = 0,05$$



Gambar 4.23 Aturan 1 bulan September

Melihat himpunan produksi tetap,

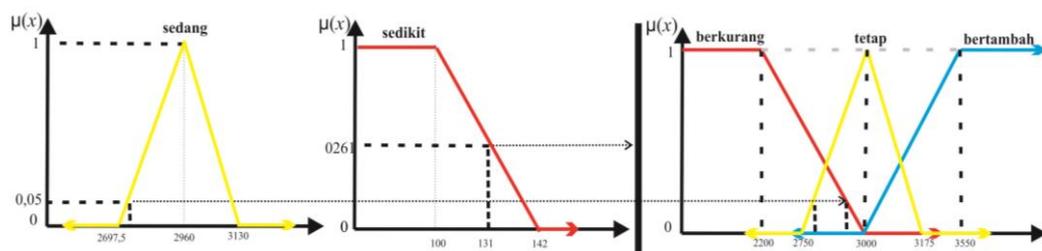
$$\mu_{PRT} = \frac{x - 2740}{3000 - 2750} = 0,05$$

$$x = 2752$$

Aturan 1 tidak dipakai karena nilainya terlalu jauh dengan produksi sebenarnya yang ada diperusahaan sebesar 3100 bungkus.

[R2] jika permintaan sedang dan persediaan sedikit maka produksi berkurang.

$$\alpha_1 = \min(\mu_{PMS}, \mu_{PSD}) = \min(0,05, 0,26) = 0,05$$



Gambar 4.24 Aturan 2 bulan September

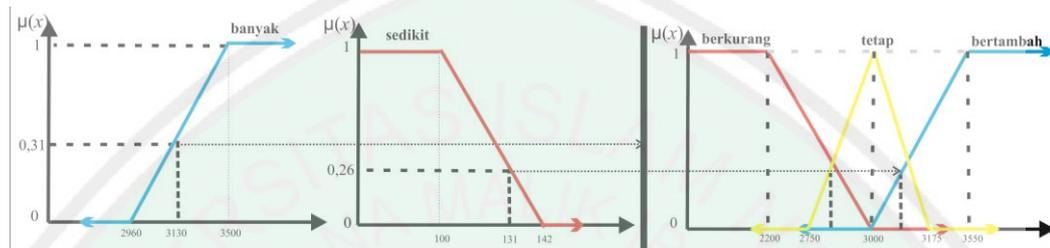
Melihat himpunan produksi berkurang,

$$\mu_{PRK} = \frac{3000 - x}{3000 - 2200} = 0,05$$

$$x = 3040$$

[R3] Jika permintaan banyak dan persediaan sedikit maka produksi tetap.

$$\alpha_1 = \min(\mu_{PMB}, \mu_{PSD}) = \min(0,31, 0,26) = 0,26$$



Gambar 4.25 Aturan 3 bulan September

Melihat himpunan produksi tetap,

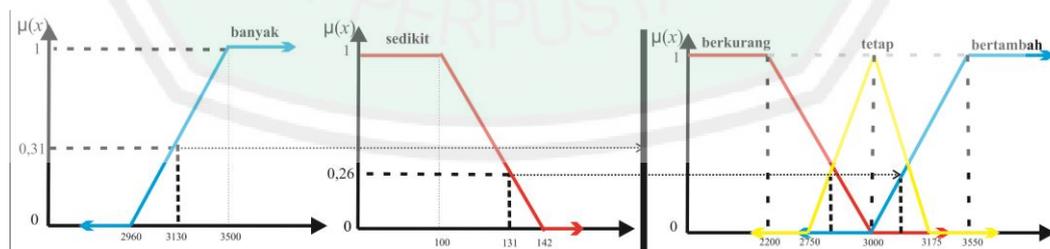
$$\mu_{PRT} = \frac{x - 2740}{3000 - 2750} = 0,26$$

$$x = 2815$$

Aturan 3 tidak dipakai karena nilainya terlalu jauh dengan produksi sebenarnya yang ada di perusahaan sebesar 3100 bungkus.

[R4] Jika permintaan banyak dan persediaan sedikit maka produksi bertambah.

$$\alpha_1 = \min(\mu_{PMB}, \mu_{PSD}) = \min(0,31, 0,26) = 0,26$$



Gambar 4.26 Aturan 4 bulan September

Melihat himpunan produksi bertambah,

$$\mu_{PRTM} = \frac{x - 3000}{3550 - 3000} = 0,26$$

$$x = 3143$$

Langkah selanjutnya adalah defuzzifikasi dengan rata-rata terpusat yaitu,

$$Z = \frac{\sum x_i \cdot \alpha_i}{\sum \alpha_i} = \frac{(3040 \cdot 0,05) + (3143 \cdot 0,26)}{0,05 + 0,26}$$

$$= 3126,3 \text{ bungkus}$$

10. Oktober 2010 permintaan 2880 bungkus dan persediaan 142 bungkus

$$\mu_{PMD}(2880) = \frac{2960 - 2880}{2960 - 2100} = 0,1$$

$$\mu_{PMS}(2880) = \frac{2880 - 2697,5}{2960 - 2697,5} = 0,7$$

$$\mu_{PMB}(2880) = 0$$

$$\mu_{PSD}(142) = 0$$

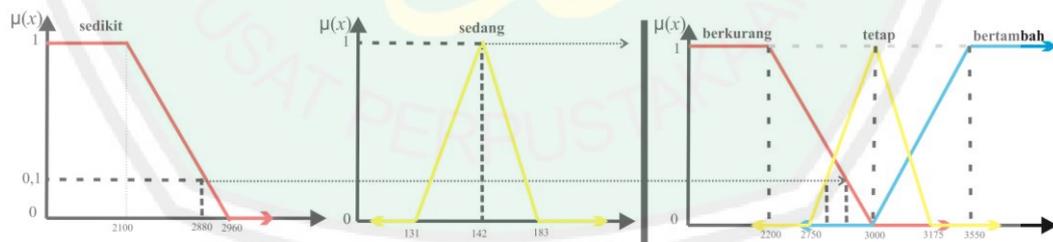
$$\mu_{PSS}(142) = 1$$

$$\mu_{PSB}(142) = 0$$

Setelah direfleksikan ke dalam gambar himpunan *fuzzy*, maka terbentuk dua aturan *fuzzy*, yaitu:

[R1] Jika permintaan sedikit dan persediaan sedang maka produksi tetap.

$$\alpha_1 = \min(\mu_{PMD}, \mu_{PSS}) = \min(0,1, 1) = 0,1$$



Gambar 4.27 Aturan 1 Bulan Oktober 2010

Melihat himpunan produksi tetap,

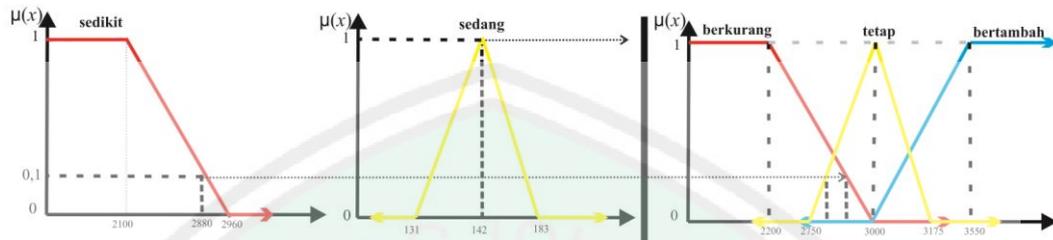
$$\mu_{PRT} = \frac{x - 2740}{3000 - 2750} = 0,1$$

$$x = 2765$$

Aturan 1 tidak dipakai karena nilainya terlalu jauh dengan produksi sebenarnya yang ada di perusahaan sebesar 2900 bungkus.

[R2] Jika permintaan sedikit dan persediaan sedang maka produksi berkurang.

$$\alpha_1 = \min(\mu_{PMD}, \mu_{PSS}) = \min(0,1, 1) = 0,1$$



Gambar 4.28 Aturan 2 Bulan Oktober 2010

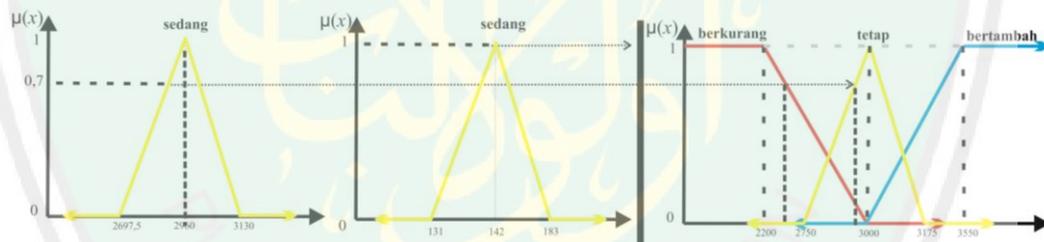
Melihat himpunan produksi berkurang,

$$\mu_{PRK} = \frac{3000 - x}{3000 - 2200} = 0,1$$

$$x = 2920$$

[R3] Jika permintaan sedang dan persediaan sedang maka produksi berkurang.

$$\alpha_1 = \min(\mu_{PMS}, \mu_{PSS}) = \min(0,7, 1) = 0,7$$



Gambar 4.29 Aturan 3 Bulan Oktober 2010

Melihat himpunan produksi kurang,

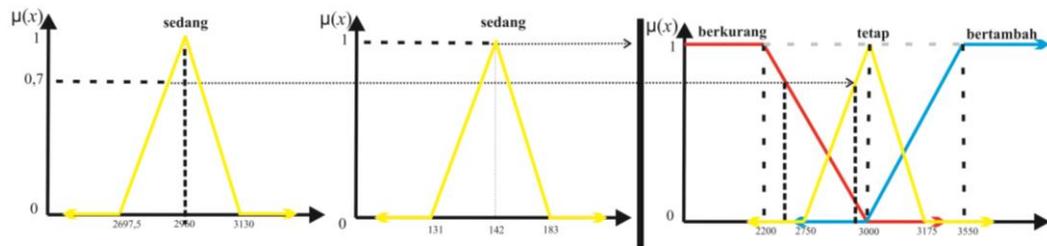
$$\mu_{PRK} = \frac{3000 - x}{3000 - 2200} = 0,7$$

$$x = 2440$$

Aturan 3 tidak dipakai karena nilainya terlalu jauh dengan produksi sebenarnya yang ada di perusahaan sebesar 2900 bungkus.

[R4] Jika permintaan sedang dan persediaan sedang maka produksi tetap.

$$\alpha_1 = \min(\mu_{PMS}, \mu_{PSS}) = \min(0,7, 1) = 0,7$$



Gambar 4.30 Aturan 4 Bulan Oktober 2010

Melihat himpunan produksi tetap,

$$\mu_{PRT} = \frac{x - 2740}{3000 - 2750} = 0,7$$

$$x = 2925$$

Langkah selanjutnya adalah defuzzifikasi dengan rata-rata terpusat yaitu,

$$Z = \frac{\sum x_i \cdot \alpha_i}{\sum \alpha_i} = \frac{(2920 \cdot 0,1) + (2925 \cdot 0,7)}{0,1 + 0,7}$$

$$= 2924 \text{ bungkus}$$

11. Nopember 2010 permintaan 3500 bungkus dan persediaan 132 bungkus.

$$\mu_{PMD}(3500) = 0$$

$$\mu_{PMS}(3500) = 0$$

$$\mu_{PMB}(3500) = 1$$

$$\mu_{PSD}(132) = \frac{142 - 132}{142 - 100} = 0,23$$

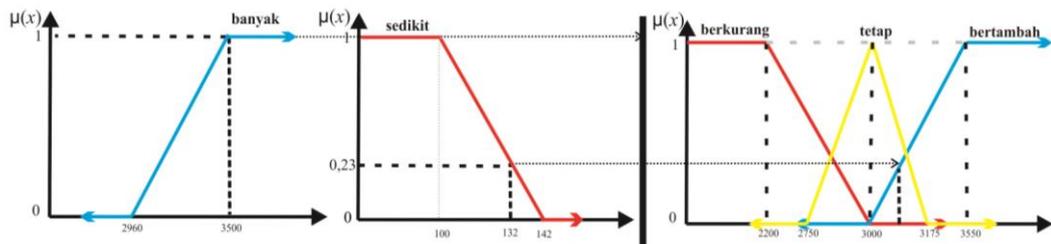
$$\mu_{PSS}(132) = \frac{132 - 131}{142 - 131} = 0,1$$

$$\mu_{PSB}(132) = 0$$

Setelah direfleksikan ke dalam gambar himpunan fuzzy, maka terbentuk dua aturan fuzzy, yaitu:

[R1] Jika permintaan banyak dan persediaan sedikit maka produksi bertambah.

$$\alpha_1 = \min(\mu_{PMB}, \mu_{PSD}) = \min(1, 0,23) = 0,23$$



Gambar 4.31 Aturan 1 Bulan November 2010

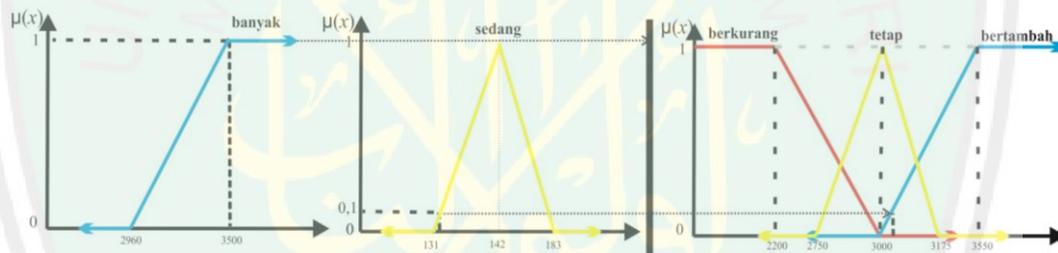
Melihat himpunan produksi bertambah,

$$\mu_{PRTM} = \frac{x - 3000}{3550 - 3000} = 0,23$$

$$x = 3126,5$$

[R2] Jika permintaan banyak dan persediaan sedang maka produksi bertambah.

$$\alpha_1 = \min(\mu_{PMB}, \mu_{PSS}) = \min(1, 0,1) = 0,1$$



Gambar 4.32 Aturan 2 Bulan November 2010

Melihat himpunan produksi bertambah,

$$\mu_{PRTM} = \frac{x - 3000}{3550 - 3000} = 0,1$$

$$x = 3055$$

Langkah selanjutnya adalah defuzzifikasi dengan rata-rata terpusat yaitu,

$$Z = \frac{\sum x_i \cdot \alpha_i}{\sum \alpha_i} = \frac{(3126,5 \cdot 0,23) + (3050 \cdot 0,1)}{0,23 + 0,1}$$

$$= 3104 \text{ bungkus}$$

12. Desember 2010 permintaan 3045 dan bungkus persediaan 131 bungkus.

$$\mu_{PMD}(3045) = 0$$

$$\mu_{PMS}(3045) = \frac{3130 - 3045}{3130 - 2960} = 0,5$$

$$\mu_{PMB}(3045) = \frac{3045 - 2960}{3500 - 2960} = 0,15$$

$$\mu_{PSD}(131) = \frac{142 - 131}{142 - 100} = 0,26$$

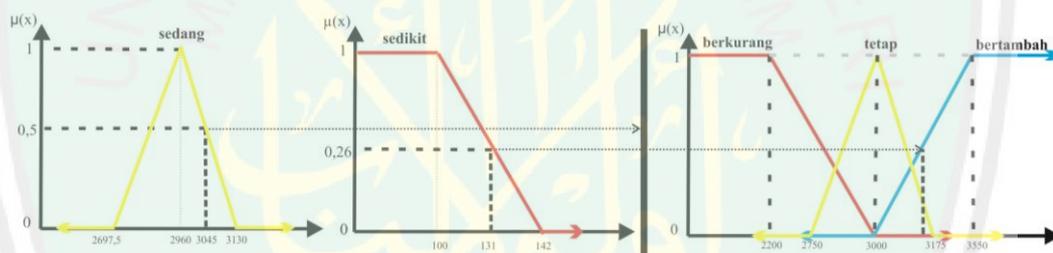
$$\mu_{PSS}(131) = 0$$

$$\mu_{PSB}(131) = 0$$

Setelah direfleksikan ke dalam gambar himpunan *fuzzy*, maka terbentuk dua aturan *fuzzy*, yaitu:

[R1] Jika permintaan sedang dan persediaan sedikit maka produksi bertambah.

$$\alpha_1 = \min(\mu_{PMS}, \mu_{PSD}) = \min(0,5, 0,26) = 0,26$$



Gambar 4.33 Aturan 1 Bulan Desember 2010

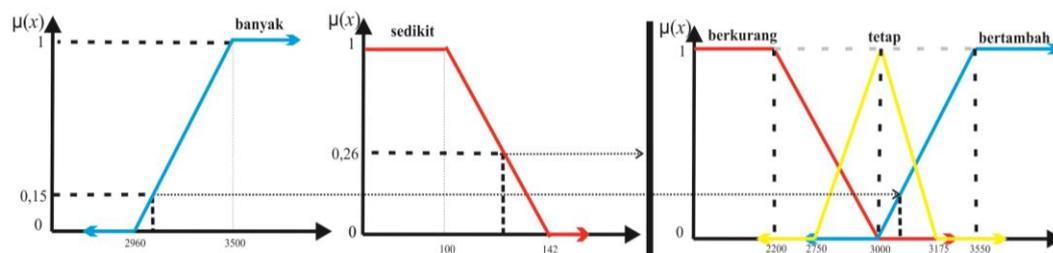
Melihat himpunan produksi bertambah,

$$\mu_{PRTM} = \frac{x - 3000}{3550 - 3000} = 0,26$$

$$x = 3143$$

[R2] Jika permintaan banyak dan persediaan sedikit maka produksi bertambah.

$$\alpha_1 = \min(\mu_{PMB}, \mu_{PSD}) = \min(0,15, 0,26) = 0,15$$



Gambar 4.34 Aturan 2 Bulan Desember 2010

Melihat himpunan produksi bertambah,

$$\mu_{PRTM} = \frac{x - 3000}{3550 - 3000} = 0,15$$

$$x = 3082,5$$

Langkah selanjutnya adalah defuzzifikasi dengan rata-rata terpusat yaitu,

$$\begin{aligned} Z &= \frac{\sum x_i \cdot \alpha_i}{\sum \alpha_i} = \frac{(3143 \cdot 0,26) + (3082,5 \cdot 0,15)}{0,26 + 0,15} \\ &= 3101 \text{ bungkus} \end{aligned}$$

13. Januari 2011 permintaan 3200 bungkus dan persediaan 140 bungkus.

$$\mu_{PMD}(3200) = 0$$

$$\mu_{PMS}(3200) = 0$$

$$\mu_{PMB}(3200) = \frac{3200 - 2960}{3500 - 2960} = 0,44$$

$$\mu_{PSD}(140) = \frac{142 - 140}{142 - 100} = 0,05$$

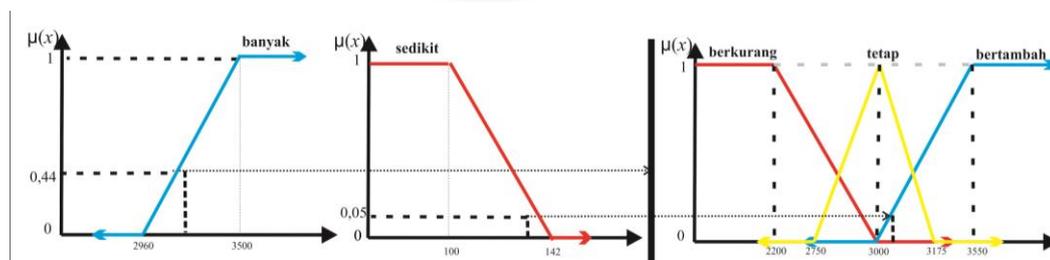
$$\mu_{PSS}(140) = \frac{140 - 131}{142 - 131} = 0,8$$

$$\mu_{PSB}(140) = 0$$

Setelah direfleksikan ke dalam gambar himpunan *fuzzy*, maka terbentuk dua aturan *fuzzy*, yaitu :

[R1] Jika permintaan banyak dan persediaan sedikit maka produksi bertambah.

$$\alpha_1 = \min(\mu_{PMB}, \mu_{PSD}) = \min(0,44, 0,05) = 0,05$$



Gambar 4.35 Aturan 1 Bulan Januari 2011

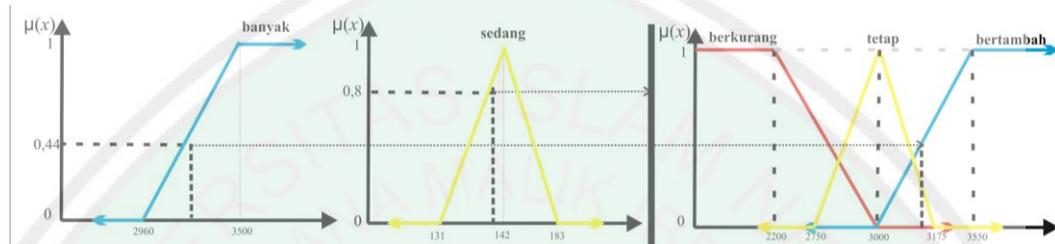
Melihat himpunan produksi bertambah,

$$\mu_{PRTM} = \frac{x - 3000}{3550 - 3000} = 0,05$$

$$x = 3027,5$$

[R2] Jika permintaan banyak dan persediaan sedang maka produksi bertambah.

$$\alpha_1 = \min(\mu_{PMB}, \mu_{PSS}) = \min(0,44, 0,05) = 0,05$$



Gambar 4.36 Aturan 2 Bulan Januari 2011

Lihat himpunan produksi bertambah,

$$\mu_{PRTM} = \frac{x - 3000}{3550 - 3000} = 0,44$$

$$x = 3242$$

Langkah selanjutnya adalah defuzzifikasi dengan rata-rata terpusat yaitu,

$$Z = \frac{\sum x_i \cdot \alpha_i}{\sum \alpha_i} = \frac{(3027,5 \cdot 0,05) + (3242 \cdot 0,44)}{0,05 + 0,44}$$

$$= 3506 \text{ bungkus}$$

Setelah menghitung produksi barang menggunakan metode Tsukamoto bulan mulai Januari 2010 sampai Januari 2011 diperoleh:

1. Produksi barang pada bulan Januari 2010 menggunakan metode Tsukamoto sebanyak 2592 bungkus, sedangkan produksi perusahaan 2550 bungkus maka produksi perusahaan menurut metode Tsukamoto kurang.
2. Produksi barang pada bulan Februari 2010 menggunakan metode Tsukamoto sebanyak 2852 bungkus, sedangkan produksi perusahaan 2200 bungkus maka produksi perusahaan menurut metode Tsukamoto kurang.

3. Produksi barang pada bulan Maret 2010 menggunakan metode Tsukamoto sebanyak 2760 bungkus, sedangkan produksi perusahaan 2750 bungkus maka produksi perusahaan menurut metode Tsukamoto kurang.
4. Produksi barang pada bulan April 2010 menggunakan metode Tsukamoto sebanyak 2819 bungkus, sedangkan produksi perusahaan 2800 bungkus maka produksi perusahaan menurut metode Tsukamoto kurang.
5. Produksi barang pada bulan Mei 2010 menggunakan metode Tsukamoto sebanyak 2823 bungkus, sedangkan produksi perusahaan 3050, maka produksi perusahaan menurut metode Tsukamoto sudah memenuhi target produksi, bahkan *surplus*.
6. Produksi barang pada bulan Juni 2010 menggunakan metode Tsukamoto sebanyak 2881 bungkus, sedangkan produksi perusahaan 3000, maka produksi perusahaan menurut metode Tsukamoto sudah memenuhi target produksi, bahkan *surplus*.
7. Produksi barang pada bulan Juli 2010 menggunakan metode Tsukamoto sebanyak 2774 bungkus, sedangkan produksi perusahaan 2750 bungkus maka produksi perusahaan menurut metode Tsukamoto kurang.
8. Produksi barang pada bulan Agustus 2010 menggunakan metode Tsukamoto sebanyak 3283 bungkus, sedangkan produksi perusahaan 2800 bungkus maka produksi perusahaan menurut metode Tsukamoto kurang.
9. Produksi barang pada bulan September 2010 menggunakan metode Tsukamoto sebanyak 3126 bungkus, sedangkan produksi perusahaan 3100 bungkus maka produksi perusahaan menurut metode Tsukamoto kurang.

10. Produksi barang pada bulan Oktober 2010 menggunakan metode Tsukamoto sebanyak 2924 bungkus, sedangkan produksi perusahaan 2900 bungkus maka produksi perusahaan menurut metode Tsukamoto kurang.
11. Produksi barang pada bulan November 2010 menggunakan metode Tsukamoto sebanyak 3104 bungkus, sedangkan produksi perusahaan 3550, maka produksi perusahaan menurut metode Tsukamoto sudah memenuhi target produksi, bahkan *surplus*.
12. Produksi barang pada bulan Desember 2010 menggunakan metode Tsukamoto sebanyak 3101 bungkus, sedangkan produksi perusahaan 3250, maka produksi perusahaan menurut metode Tsukamoto sudah memenuhi target produksi, bahkan *surplus*.
13. Produksi barang pada bulan Januari 2011 menggunakan metode Tsukamoto sebanyak 3506 bungkus, sedangkan produksi perusahaan 3400, maka produksi perusahaan menurut metode Tsukamoto sudah memenuhi target produksi, bahkan *surplus*.

Pada ketiga belas bulan di atas terbagi menjadi dua kelompok besar, yaitu produksi barang menggunakan metode Tsukamoto belum memenuhi target produksi dan memenuhi target produksi. Produksi belum memenuhi target terjadi pada bulan Januari, Februari, Maret, April, Juli, Agustus, September, dan Oktober 2010. Supaya memenuhi target produksi harus ada penambahan pada variabel permintaan dan persediaan sehingga produksi termasuk optimal oleh metode Tsukamoto. Sedangkan produksi yang telah memenuhi target terjadi pada bulan Mei, Juni, November, Desember 2010, dan Januari 2011.

4.3.4 Penyelesaian Menggunakan Metode Mamdani

Berdasarkan data permintaan dan persediaan dari Pabrik Rokok Genta Mas bulan Januari tahun 2010 sampai Januari 2011 akan dicari hasil produksi barang menggunakan metode Mamdani. Produksi barang tersebut dicari setiap bulannya mulai bulan Januari 2010 sampai Januari 2011. Langkah pertama fuzzifikasi dan langkah kedua pembentukan basis pengetahuan pada metode Mamdani sama dengan metode Tsukamoto yang telah diperoleh di pembahasan sebelumnya, maka perhitungan mencari produksi dengan metode Mamdani dilanjutkan pada langkah ketiga yaitu komposisi antar aturan dan langkah keempat yaitu defuzzifikasi.

1. Januari 2010 terbentuk satu aturan yaitu:

[R1] Jika permintaan sedikit dan persediaan banyak maka produksi berkurang.

$$\mu_{PRK} = \frac{3000 - x}{3000 - 2200} = 0,51$$

$$x = 2592$$

$$\begin{aligned} \text{Produksi berkurang} &= \max(0,51) \\ &= 0,51 \end{aligned}$$

Langkah terakhir defuzzifikasi dengan metode *MOM*, karena hanya satu nilai maka nilai *MOM* yaitu 2592 bungkus.

2. Februari 2010 terbentuk tiga aturan yaitu:

[R1] Jika permintaan sedikit dan persediaan sedang maka produksi tetap.

$$\mu_{PRT} = \frac{x - 2750}{3000 - 2750} = 0,21$$

$$x = 2802,5$$

[R2] Jika permintaan sedikit dan persediaan banyak maka produksi berkurang.

$$\mu_{PRK} = \frac{3000 - x}{3000 - 2200} = 0,3$$

$$x = 2760$$

[R3] Jika permintaan sedikit persediaan banyak maka produksi tetap.

$$\mu_{PRT} = \frac{x - 2750}{3000 - 2750} = 0,3$$

$$x = 2990$$

Produksi tetap = $\max(0,21, 0,3)$

$$= 0,3$$

Produksi berkurang = $\max(0,3)$

$$= 0,3$$

Langkah terakhir defuzzifikasi dengan metode *MOM*, $Z = \frac{2990+2760}{2} = 2875$

bungkus.

3. Maret 2010 terbentuk satu aturan yaitu:

[R1] Jika permintaan sedikit dan persediaan banyak maka produksi berkurang.

$$\mu_{PRK} = \frac{3000 - x}{3000 - 2200} = 0,3$$

$$x = 2760$$

Produksi berkurang = $\max(0,3)$

$$= 0,3$$

Langkah terakhir defuzzifikasi dengan metode *MOM*, karena hanya satu nilai

maka nilai *MOM* yaitu 2760 bungkus.

4. April 2010 terbentuk empat aturan yaitu:

[R1] Jika permintaan sedikit dan persediaan sedang maka produksi berkurang.

$$\mu_{PRK} = \frac{3000 - x}{3000 - 2200} = 0,25$$

$$x = 2760$$

[R2] Jika permintaan sedikit dan persediaan banyak maka produksi tetap.

$$\mu_{PRT} = \frac{x - 2750}{3000 - 2750} = 0,1$$

$$x = 2760$$

[R3] Jika permintaan sedang dan persediaan sedang maka produksi tetap.

$$\mu_{PRT} = \frac{x - 2750}{3000 - 2750} = 0,16$$

$$x = 2790$$

[R4] Jika permintaan sedang dan persediaan banyak maka produksi tetap.

$$\mu_{PRT} = \frac{x - 2750}{3000 - 2750} = 0,16$$

$$x = 2775$$

$$\begin{aligned} \text{Produksi berkurang} &= \max(0,25) \\ &= 0,25 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produksi tetap} &= \max(0,1, 0,16, 0,16) \\ &= 0,16 \end{aligned}$$

Langkah terakhir defuzzifikasi dengan metode *MOM*, $Z = \frac{2800+2790+2775}{3} =$

2788 bungkus.

5. Mei 2010 terbentuk dua aturan yaitu:

[R1] Jika permintaan sedang dan persediaan banyak maka produksi tetap.

$$\mu_{PRT} = \frac{x - 2750}{3000 - 2750} = 0,35$$

$$x = 2837,5$$

[R2] Jika permintaan banyak dan persediaan banyak maka produksi tetap.

$$\mu_{PRT} = \frac{x - 22750}{3000 - 2750} = 0,2$$

$$x = 2800$$

Produksi tetap = $\max(0,35, 0,2)$

$$= 0,35$$

Langkah terakhir defuzzifikasi dengan metode *MOM*, karena diambil nilai maksimal yaitu 0,35 maka nilai *MOM* adalah 2837,5 bungkus.

6. Juni 2010 terbentuk dua aturan yaitu:

[R1] Jika permintaan sedang dan persediaan sedang maka produksi tetap.

$$\mu_{PRK} = \frac{x - 2750}{3000 - 2750} = 0,95$$

$$x = 2887,5$$

[R2] Jika permintaan sedang dan persediaan banyak maka produksi berkurang.

$$\mu_{PRK} = \frac{3000 - x}{3000 - 2200} = 0,01$$

$$x = 2992$$

Produksi tetap = $\max(0,95)$

$$= 0,95$$

Produksi berkurang = $\max(0,01)$

$$= 0,01$$

Langkah terakhir defuzzifikasi dengan metode *MOM*, $Z = \frac{2887,5+2992}{2} = 2939,5$

7. Juli 2010 terbentuk dua aturan yaitu:

[R1] Jika permintaan sedikit dan persediaan sedikit maka produksi berkurang.

$$\mu_{PRK} = \frac{3000 - x}{3000 - 2200} = 0,28$$

$$x = 2776$$

[R2] Jika permintaan sedang dan persediaan sedikit maka produksi tetap.

$$\mu_{PRT} = \frac{x - 2750}{3000 - 2750} = 0,04$$

$$x = 2760$$

Produksi berkurang = $\max(0,28)$

$$= 0,28$$

Produksi tetap = $\max(0,04)$

$$= 0,04$$

Langkah terakhir defuzzifikasi dengan metode *MOM*, $Z = \frac{2776+760}{2} = 2768$

8. Agustus 2010 terbentuk satu aturan yaitu:

[R1] Jika permintaan banyak dan persediaan sedikit maka produksi bertambah.

$$\mu_{PRK} = \frac{x - 3000}{3550 - 3000} = 0,33$$

$$x = 3283,3$$

Produksi bertambah = $\max(0,33)$

$$= 0,33$$

Langkah terakhir defuzzifikasi dengan metode *MOM*, karena hanya satu nilai maka nilai *MOM* yaitu 3283 bungkus.

9. September 2010 terbentuk dua aturan yaitu:

[R1] Jika permintaan sedang dan persediaan sedikit maka produksi berkurang.

$$\mu_{PRK} = \frac{3000 - x}{3000 - 2200} = 0,05$$

$$x = 3040$$

[R2] Jika permintaan banyak dan persediaan sedikit maka produksi bertambah.

$$\mu_{PRTM} = \frac{x - 3000}{3550 - 3000} = 0,26$$

$$x = 3143$$

$$\begin{aligned} \text{Produksi berkurang} &= \max(0,05) \\ &= 0,05 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produksi bertambah} &= \max(0,26) \\ &= 0,26 \end{aligned}$$

$$\text{Langkah terakhir defuzzifikasi dengan metode } MOM, Z = \frac{3040+3143}{2} = 3091$$

10. Oktober 2010 terbentuk dua aturan yaitu:

[R1] Jika permintaan sedikit dan persediaan sedang maka produksi berkurang.

$$\begin{aligned} \mu_{PRK} &= \frac{3000 - x}{3000 - 2200} = 0,01 \\ x &= 2920 \end{aligned}$$

[R2] Jika permintaan sedang persediaan sedang maka produksi tetap.

$$\begin{aligned} \mu_{PRT} &= \frac{x - 2740}{3000 - 2750} = 0,7 \\ x &= 2925 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produksi berkurang} &= \max(0,01) \\ &= 0,01 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produksi tetap} &= \max(0,7) \\ &= 0,7 \end{aligned}$$

$$\text{Langkah terakhir defuzzifikasi dengan metode } MOM, Z = \frac{2920+2925}{2} = 2922$$

11. November 2010 terbentuk dua aturan yaitu:

[R1] Jika persediaan banyak dan persediaan sedikit maka produksi bertambah.

$$\mu_{PRTM} = \frac{x - 3000}{3550 - 3000} = 0,23$$

$$x = 3126,5$$

[R2] Jika persediaan banyak dan persediaan sedang maka produksi bertambah.

$$\mu_{PRTM} = \frac{x - 3000}{3550 - 3000} = 0,1$$

$$x = 3055$$

Produksi bertambah = $\max(0,23, 0,1)$

$$= 0,23$$

Langkah terakhir defuzzifikasi dengan metode *MOM*, karena diambil nilai maksimal yaitu 0,23 maka nilai *MOM* adalah 3126,5 bungkus.

12. Desember 2010 terbentuk dua aturan yaitu:

[R1] Jika permintaan sedang dan persediaan sedikit maka produksi bertambah.

$$\mu_{PRTM} = \frac{x - 3000}{3550 - 3000} = 0,26$$

$$x = 3143$$

[R2] Jika permintaan banyak dan persediaan sedikit maka produksi bertambah.

$$\mu_{PRTM} = \frac{x - 3000}{3550 - 3000} = 0,15$$

$$x = 3082,5$$

Produksi bertambah = $\max(0,26, 0,15)$

$$= 0,26$$

Langkah terakhir defuzzifikasi dengan metode *MOM*, karena diambil nilai maksimal yaitu 0,26 maka nilai *MOM* adalah 3143 bungkus.

13. Januari 2011 terbentuk dua aturan yaitu:

[R1] Jika permintaan banyak dan persediaan sedikit maka produksi bertambah.

$$\mu_{PRTM} = \frac{x - 3000}{3550 - 3000} = 0,05$$

$$x = 3027,5$$

[R2] Jika permintaan banyak dan persediaan sedang maka produksi bertambah.

$$\mu_{PRTM} = \frac{x - 3000}{3550 - 3000} = 0,44$$

$$x = 3242$$

Produksi bertambah = $\max(0,05, 0,44)$

$$= 0,44$$

Langkah terakhir defuzzifikasi dengan metode *MOM*, karena diambil nilai maksimal yaitu 0,44 maka nilai *MOM* adalah 3242 bungkus.

Setelah menghitung produksi barang menggunakan metode Mamdani mulai bulan Januari 2010 sampai Januari 2011 maka diperoleh:

1. Produksi barang pada bulan Januari 2010 menggunakan metode Mamdani sebanyak 2592 bungkus, sedangkan produksi perusahaan 2550 bungkus maka produksi perusahaan menurut metode Mamdani kurang.
2. Produksi barang pada bulan Februari 2010 menggunakan metode Mamdani sebanyak 2875 bungkus, sedangkan produksi perusahaan 2200 bungkus maka produksi perusahaan menurut metode Mamdani kurang.
3. Produksi barang pada bulan Maret 2010 menggunakan metode Mamdani sebanyak 2760 bungkus, sedangkan produksi perusahaan 2750 bungkus maka produksi perusahaan menurut metode Mamdani kurang.
4. Produksi barang pada bulan April 2010 menggunakan metode Mamdani sebanyak 2788 bungkus, sedangkan produksi perusahaan 2800 bungkus, maka produksi perusahaan menurut metode Mamdani sudah memenuhi target produksi, bahkan *surplus*.

5. Produksi barang pada bulan Mei 2010 menggunakan metode Mamdani sebanyak 2837,5 bungkus, sedangkan produksi perusahaan 3050, maka produksi perusahaan menurut metode Mamdani sudah memenuhi target produksi, bahkan *surplus*.
6. Produksi barang pada bulan Juni 2010 menggunakan metode Mamdani sebanyak 2939,5 bungkus, sedangkan produksi perusahaan 3000, maka produksi perusahaan menurut metode Mamdani sudah memenuhi target produksi, bahkan *surplus*.
7. Produksi barang pada bulan Juli 2010 menggunakan metode Mamdani sebanyak 2768 bungkus, sedangkan produksi perusahaan 2750 bungkus maka produksi perusahaan menurut metode Mamdani kurang.
8. Produksi barang pada bulan Agustus 2010 menggunakan metode Mamdani sebanyak 3283 bungkus, sedangkan produksi perusahaan 2800 bungkus maka produksi perusahaan menurut metode Mamdani kurang.
9. Produksi barang pada bulan September 2010 menggunakan metode Mamdani sebanyak 3091 bungkus, sedangkan produksi perusahaan 3100 bungkus, maka produksi perusahaan menurut metode Mamdani sudah memenuhi target produksi, bahkan *surplus*.
10. Produksi barang pada bulan Oktober 2010 menggunakan metode Mamdani sebanyak 2922 bungkus, sedangkan produksi perusahaan 2900 bungkus maka produksi perusahaan menurut metode Mamdani kurang.
11. Produksi barang pada bulan November 2010 menggunakan metode Mamdani sebanyak 3126 bungkus, sedangkan produksi perusahaan 3550, maka produksi

perusahaan menurut metode Mamdani sudah memenuhi target produksi, bahkan *surplus*.

12. Produksi barang pada bulan Desember 2010 menggunakan metode Mamdani sebanyak 3143 bungkus, sedangkan produksi perusahaan 3250, maka produksi perusahaan menurut metode Mamdani sudah memenuhi target produksi, bahkan *surplus*.

13. Produksi barang pada bulan Januari 2011 menggunakan metode Mamdani sebanyak 3242 bungkus, sedangkan produksi perusahaan 3400, maka produksi perusahaan menurut metode Mamdani sudah memenuhi target produksi, bahkan *surplus*.

Pada 13 bulan di atas dapat dibagi menjadi dua kelompok besar, yaitu produksi barang menggunakan metode Mamdani belum memenuhi target produksi dan memenuhi target produksi. Produksi belum memenuhi target terjadi pada bulan Januari, Februari, Maret, Juli, Agustus, dan Oktober 2010. Supaya memenuhi target produksi harus ada penambahan pada variabel permintaan dan persediaan sehingga produksi termasuk optimal oleh metode Mamdani. Sedangkan produksi yang telah memenuhi target terjadi pada bulan April, Mei, Juni, September, November, Desember 2010, dan Januari 2011.

4.4 Analisis Perbandingan dengan *MSE*

MSE merupakan salah satu alat hitung yang digunakan untuk menganalisis atau mengukur kesalahan. Hal ini dilakukan untuk mencari hasil produksi barang mana yang memiliki kesalahan terkecil untuk dijadikan acuan perbandingan. *MSE* dimulai dari menghitung kesalahan, yaitu selisih antara data

fakta atau aktual dengan perhitungan menggunakan metode Tsukamoto dan metode Mamdani, kemudian dikuadratkan. Lebih jelasnya disajikan pada Tabel 4.5 untuk metode Tsukamoto dan Tabel 4.6 untuk metode Mamdani.

Tabel 4.5 Perhitungan *MSE* Metode Tsukamoto

Bulan	Permintaan	Persediaan	Produksi (y_i)	Tsukamoto (\hat{y}_i)	$(y_i - \hat{y}_i)^2$
Januari	2520	250	2550	2592	1765
Februari	2100	174	2200	2875	455624
Maret	2685	233	2750	2760	100
April	2740	154	2800	2819	361
Mei	3070	192	3050	2823	51529
Juni	2960	144	3000	2881	14161
Juli	2710	130	2750	2774	576
Agustus	3140	100	3100	3283	33489
September	3120	131	3100	3126	676
Oktober	2880	142	2900	2924	576
November	3500	132	3550	3104	198916
Desember	3045	131	3250	3101	22201
Januari	3200	140	3400	3506	1123
$\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$					791210

Tabel 4.6 Perhitungan *MSE* Metode Mamdani

Bulan	Permintaan	Persediaan	Produksi (y_i)	Mamdani (\hat{y}_i)	$(y_i - \hat{y}_i)^2$
Januari	2520	250	2550	2592	1764
Februari	2100	174	2200	2875	455625
Maret	2685	233	2750	2760	100
April	2740	154	2800	2837	1369
Mei	3070	192	3050	2760	84100
Juni	2960	144	3000	2940	3600
Juli	2710	130	2750	2768	324
Agustus	3140	100	3100	3283	33489
September	3120	131	3100	3091	81
Oktober	2880	142	2900	2922	484
November	3500	132	3550	3126	179776
Desember	3045	131	3250	3143	11449
Januari	3200	140	3400	3242	22964

$\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$	797125
------------------------------------	--------

Selanjutnya setelah diperoleh jumlah semua kuadrat akan dihitung nilai *MSE*

sebagai berikut:

1. Nilai *MSE* untuk metode Tsukamoto,

$$\begin{aligned} \frac{1}{13} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 &= \frac{1}{13} \cdot 797125 \\ &= 60.862,30769 \end{aligned}$$

2. Nilai *MSE* untuk metode Mamdani,

$$\begin{aligned} \frac{1}{13} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 &= \frac{1}{13} \cdot 797125 \\ &= 61.317,30769 \end{aligned}$$

Nilai *MSE* menunjukkan kesalahan yang terjadi pada hasil estimasi dengan hasil aktual dari data produksi barang. Semakin kecil nilai *MSE* maka semakin kecil juga kesalahan yang terjadi sehingga dapat dinyatakan bahwa nilai *MSE* yang mendekati nol adalah yang terbaik.

Pada perhitungan *MSE* di atas, bahwa nilai *MSE* dari metode Tsukamoto merupakan yang terkecil. Dapat diketahui bahwa metode Tsukamoto pada hasil produksi barang memiliki kecenderungan kesalahan yang paling rendah dibanding dengan metode Mamdani. Jadi, metode Tsukamoto dapat dikatakan lebih optimal untuk digunakan dalam perhitungan produksi barang.

4.5 Keputusan dalam Islam

Pada al-Quran banyak ditemukan aturan yang serupa dengan aturan implikasi *fuzzy*, salah satunya yang terdapat pada surat at-Taubah ayat 5 berikut:

فَإِذَا أَنْسَلَخَ الْأَشْهُرَ الْحُرْمَ فَاقْتُلُوا الْمُشْرِكِينَ حَيْثُ وَجَدْتُمُوهُمْ وَخُذُوهُمْ وَأَحْصُرُوهُمْ
وَأَقْعُدُوا لَهُمْ كُلَّ مَرْصِدٍ ۚ فَإِن تَابُوا وَأَقَامُوا الصَّلَاةَ وَآتَوُا الزَّكَاةَ فَخَلُّوا سَبِيلَهُمْ ۚ إِنَّ اللَّهَ

غَفُورٌ رَّحِيمٌ ﴿٥﴾

“Apabila sudah habis bulan-bulan Haram itu, maka bunuhlah orang-orang musyrikin itu dimana saja kamu jumpai mereka, dan tangkaplah mereka. Kepunglah mereka dan intailah ditempat pengintaian. jika mereka bertaubat dan mendirikan sholat dan menunaikan zakat, Maka berilah kebebasan kepada mereka untuk berjalan. Sesungguhnya Allah Maha Pengampun lagi Maha Penyayang (QS. At-Taubah/9/5)”

Penggalan terjemahan ayat di atas berbunyi *“...jika mereka bertaubat dan mendirikan sholat dan menunaikan zakat, maka berilah kebebasan kepada mereka untuk berjalan...”*. Apabila diselidiki terjemahan kalimat tersebut memuat aturan seperti aturan fuzzy, terdapat antiseden dan konsekuen. Penggalan ayat di atas memuat tiga antiseden yaitu mereka bertaubat, mendirikan sholat, dan menunaikan zakat. Konsekuen ayat di atas ada satu yaitu berilah kebebasan kepada mereka untuk berjalan. Pembentukan aturan yang dihasilkan memuat keputusan, yang mana sebaik-baiknya keputusan adalah keputusan Allah Swt..

Thabari (2000), ketika menafsirkan firman Allah Swt. surat Saba’ ayat 26,

”Dan Dia-lah Maha Pemberi keputusan lagi Maha Mengetahui” (QS. Sabaa’/34:26).

Beliau berkata: *“Allah Swt. (Dialah) Yang Maha Pemberi keputusan hukum lagi Maha Mengetahui hukum (yang tepat dan adil) di antara hamba-hamba-Nya, karena tiada sesuatupun (dari keadaan mereka) yang tersembunyi di hadapan-Nya, dan Dia tidak membutuhkan saksi untuk menentukan siapa yang benar dan siapa yang salah”*.

Maka makna *al-Fattaah* adalah Yang Maha Memutuskan hukum di antara hamba-hamba-Nya dengan hukum-hukum dalam syariat-Nya, dan hukum-hukum (ketetapan-ketetapan) dalam takdir-Nya, serta hukum-hukum *al-jazaa'* (balasan amal perbuatan yang baik dan buruk), Yang Maha Membuka mata hati orang-orang yang jujur (benar) dengan kelembutan-Nya, Membuka pintu hati mereka untuk mengenal, mencintai dan selalu kembali (bertobat) kepada-Nya, Membuka pintu-pintu rahmat-Nya dan berbagai macam rezeki, serta memudahkan bagi mereka sebab-sebab untuk mencapai kebaikan di dunia dan akhirat (Abdullah, 2009).



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang telah dilakukan, dapat diperoleh kesimpulan bahwa aplikasi metode Tsukamoto dan metode Mamdani memiliki langkah yang sama pada fuzzifikasi dan pembentukan aturan *fuzzy*. Namun juga terdapat perbedaan langkah pada analisis logika *fuzzy* dan defuzzifikasi, yang mana untuk metode Tsukamoto menggunakan penalaran monoton pada analisis logika *fuzzy* dan metode rata-rata terpusat pada defuzzifikasi. Sedangkan untuk metode Mamdani menggunakan fungsi *max* pada analisis logika *fuzzy* dan metode *MOM* pada defuzzifikasi.

Pada kasus produksi barang pada Pabrik Rokok Genta Mas menggunakan metode Tsukamoto dan metode Mamdani, diperoleh hasil produksi yang berbeda dengan hasil produksi sebenarnya. Sehingga untuk mengetahui metode yang lebih mendekati produksi sebenarnya dilakukan dengan menggunakan alat hitung *MSE*.

3. Nilai *MSE* untuk metode Tsukamoto,

$$\begin{aligned} \frac{1}{13} \sum_{i=1}^n \cdot (y_i - \hat{y}_i)^2 &= \frac{1}{13} \cdot 791210 \\ &= 60.862,30769 \end{aligned}$$

4. Nilai *MSE* untuk metode Mamdani,

$$\begin{aligned} \frac{1}{13} \sum_{i=1}^n \cdot (y_i - \hat{y}_i)^2 &= \frac{1}{13} \cdot 797125 \\ &= 61.317,30769 \end{aligned}$$

Dari perhitungan *MSE* di atas, bahwa nilai *MSE* dari metode Tsukamoto merupakan yang terkecil. Dapat diketahui bahwa metode Tsukamoto pada hasil

produksi barang memiliki kecenderungan kesalahan yang paling rendah dibanding dengan metode Mamdani. Jadi, metode Tsukamoto dapat dikatakan lebih optimal digunakan dalam perhitungan produksi barang.

5.2 Saran

Pada penulisan skripsi ini untuk menentukan hasil produksi menggunakan dua variabel *input* yaitu permintaan dan persediaan. Disarankan untuk penulisan skripsi selanjutnya dapat dilakukan dengan menambah variabel *input* menjadi tiga atau lebih untuk memungkinkan perhitungan yang lebih optimal.



DAFTAR RUJUKAN

- Abdullah. 2009. “*Al-Fattah Maha Pembuka Kebaikan dan Pemberi Keputusan*”.(Online),(<https://muslim.or.id/5245-al-fattah-maha-pembuka-kebaikan-dan-pemberi-keputusan.html>), diakses 1 Agustus 2016 diakses 1 Agustus 2016.
- Abdurrahman, G. 2011. *Penerapan Metode Tsukamoto (Logika Fuzzy) dalam Sistem Pendukung Keputusan untuk Menentukan Jumlah Produksi Barang Berdasarkan Data Persediaan dan Jumlah Permintaan*. Skripsi tidak dipublikasikan. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta
- Assauri. 1999. *Manajemen Pemasaran*. Jakarta: Raja Grafindo.
- Agustin, V.R. 2015. *Aplikasi Pengambilan Keputusan dengan Metode Tsukamoto pada Penentuan Tingkat Kepuasan Pelanggan (Studi Kasus di Toko Kencana Kediri)*. Skripsi tidak dipublikasikan. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Chandra, 2014. *Pendekatan Perilaku Konsumen dan Konsep Elastisitas*. (Online), (<http://www.pecintaipa.info/2011/04/pendekatan-perilaku-konsumen-dan-konsep-elastisitas.html>), diakses 21 Juli 2016).
- Daniel, M. 2002. *Pengantar Ekonomi Pertanian*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Fathani, A.H. 2007. *Al-Quran dalam Fuzzy Clustering*. Jakarta: Lintas Pustaka Publisher.
- Gespersz, V. 2004. *Productions Planning and Inventory Control*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Jang, J.S.R., Sun, C.T. dan Mizutani, E. 1997. *Neuro-Fuzzy and Soft Computing*. London: Prentice Hall.
- Kusuma, H. 2004. *Manajemen Produksi, Perencanaan, dan Pengendalian Produksi*. Yogyakarta: Andi.
- Kusumadewi, S dan Purnomo, H. 2004. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Sistem Pendukung Keputusan Edisi Pertama*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kusumadewi, S dan Hartati, S. 2006. *Neuro Fuzzy Jaringan Syaraf*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kusumadewi, S., Haryati, S., Harjoko, A. dan Wardoyo, R. 2006. “*Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (FUZZY MADM)*”. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Lin, C.T. dan Lee, G.S. 1996. *Neural Fuzzy Systems*. London: Prentice Hall.

- Miranda, S., Nasution, M.L. dan Subhan, M. 2013. *Penentuan Jumlah Produksi Kue Bolu pada Nella Cake Padang dengan Sistem Inferensi Fuzzy Metode Sugeno*. Padang: UNP Padang.
- Nasution, A.H. 2008. *Perencanaan Pengendalian Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Pardede, P.M. 2005. *Manajemen Operasi dan Produksi*. Yogyakarta: Andi.
- Salikin, F. 2011. *Aplikasi Logika Fuzzy dalam Optimasi Produksi Barang Menggunakan Metode Sugeno*. Skripsi tidak dipublikasikan. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Setiadji. 2009 . *Himpunan dan Logika Samar Serta Aplikasinya*. Yoyakarta: Graha Ilmu.
- Simanulang, H. 2012. *Penerapan Algoritma Genetika untuk Penyelesaian Vehicle Routing Problem with Delivery and Pick-Up (VRP-DP)*. Skripsi tidak dipublikasikan. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Sumarsono, S. 2004. *Metode Riset Sumber Daya Manusia*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sukandy, D.M., Basuki, A.T. dan Puspasari, S. 2014. *Penerapan Metode Fuzzy Mamdani untuk Meprediksi Jumlah Minyak Kelapa Sawit Berdasarkan Data Persediaan dan Jumlah Permintaan (Study Kasus PT. Perkebunan Mitra Ogan Baturaja)*. Palembang: STMIK GI MDP.
- Sumarsono, S. 2006. *Ekonomi Mikro Teori dan Soal Latihan*. Jember: Graha Ilmu.
- Suparman dan Marlan. 2007. *Komputer Masa Depan*. Yogyakarta: Andi.
- Sutojo, T., Mulyanto, E. dan Suhartono, V. 2011. *Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Andi.
- Susilo, F. 2003. *Himpunan dan Logika Kabur Serta Aplikasinya*. Yokyakarta: Graha Ilmu.
- Thabari, I.I.J. 2000. *Jaami 'ulbayaan fi Ta'wii lil Qur'an*. Kairo.:Pustaka Azzam
- Turban, E., Aronson, J.E. dan Ling, T.P. 2005. *Decision Support System and Intelligent System (Sistem Pendukung Keputusan dan Sistem Cerdas*. Yogyakarta: Andi.
- Wardi, I.S. 2007. *Penggunaan Graf dalam Algoritma Semut untuk Melakukan Optimasi*. Bandung: ITB Bandung.

Lampiran 1

Bulan	Permintaan	Persediaan	Produksi
Januari	2520 karton	250 karton	2550 karton
Februari	2100 karton	174 karton	2200 karton
Maret	2685 karton	233 karton	2750 karton
April	2740 karton	154 karton	2800 karton
Mei	3070 karton	192 karton	3050 karton
Juni	2960 karton	144 karton	3000 karton
Juli	2710 karton	130 karton	2750 karton
Agustus	3140 karton	100 karton	3100 karton
September	3120 karton	131 karton	3100 karton
Oktober	2880 karton	142 karton	2900 karton
November	3500 karton	132 karton	3550 karton
Desember	3045 karton	131 karton	3250 karton
Januari	3200 karton	140 karton	3400 karton

RIWAYAT HIDUP

Mukhammad Gaddafi, lahir di kota Jember pada tanggal 01 April 1993, biasa dipanggil Dafi, tinggal di Malang Jl. Joyomulyo No. 316 Kota Malang. Anak pertama dari tiga bersaudara dari bapak Chalid dan ibu Fathiyah.

Pendidikan dasarnya ditempuh di SDN Jember Lor IV dan lulus pada tahun 2005, setelah itu melanjutkan ke SMPN 01 Jember dan lulus tahun 2008. Kemudian melanjutkan ke MAN Jember 1 dan lulus tahun 2011, pada tahun yang sama menempuh kuliah di Jurusan Matematik Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Selama menjadi mahasiswa, penulis mengikuti program khusus perkuliahan bahasa Arab pada tahun 2011. Pada tahun 2012 mengikuti program khusus perkuliahan bahasa Inggris.



KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Dinoyo Malang Telp./Fax.(0341)558933

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Mukhammad Gaddafi
NIM : 11610044
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Matematika
Judul Skripsi : Analisis Perbandingan Metode Tsukamoto dan Mamdani dalam Optimasi Produksi Barang
Pembimbing I : Evawati Alisah, M.Pd
Pembimbing II : Abdul Aziz, M.Si

No.	Tanggal	Materi Konsultasi	Tanda Tangan
1.	27 November 2015	Konsultasi Agama Bab I dan II	1.
2.	28 November 2015	Konsultasi bab I dan II	2.
3.	10 Desember 2015	Revisi Agama Bab I dan II	3.
4.	10 Desember 2015	ACC Bab I dan II	4.
5.	29 Februari 2016	ACC Kajian Agama Bab I dan II	5.
6.	1 Maret 2016	Konsultasi Bab III dan IV	6.
7.	16 Maret 2016	Revisi Bab III dan IV	7.
8.	16 Mei 2016	Konsultasi Bab V	8.
9.	25 Mei 2016	ACC bab III dan IV	9.
10.	29 Mei 2016	ACC Bab I, II, III, IV, dan V	10.
11.	01 Juni 2016	Konsultasi Agama Bab IV	11.
12.	27 Juni 2016	ACC Keseluruhan Kajian Agama	12.

Malang, 27 Juni 2016
Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika

Dr. Abdussakir, M.Pd
NIP. 19751006 200312 1 001