

Optimalisasi Jumlah Produksi Menggunakan *Fuzzy Inference System Metode Min-Max*

Joko Susetyo¹, Endang Widuri Asih², Heharuman Raharjo³

^{1,2,3} Fakultas Teknologi Industri, Program Studi Teknik Industri, IST AKPRIND Yogyakarta
Jl. Kalisahak 28 Komplek Balapan Yogyakarta

Email: joko_sty@akprind.ac.id, endang.akprind@gmail.com, heharumanraharjo@gmail.com

ABSTRAK

Perencanaan produksi yang tepat dapat diterapkan The GDL Konveksi guna meminimalisir *over production* dan *stock out* yang sudah terjadi sebelumnya. *Fuzzy Inference System Metode Min-Max* dapat digunakan dalam penentuan jumlah produksi kaos guna mencapai produksi yang optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mendapat *output* produksi yang optimal untuk bulan Juli 2019 dan membandingkan produksi perusahaan dengan produksi *Fuzzy Inference System* yang telah dibangun sehingga dapat mengetahui persentase kesalahan rata-rata dan nilai kebenaran prediksi. Produksi yang optimal bermanfaat untuk mengefisienkan sumber daya yang dimiliki perusahaan. Berdasarkan hasil pengolahan *Fuzzy Inference System Metode Min-Max* dengan variabel permintaan sebesar 2016 pcs dan variabel persediaan bulan sebelumnya (Juni 2019) sebesar 60 pcs dihasilkan jumlah produksi yang optimal sebesar 1980 pcs. The GDL Konveksi dapat memproduksi sebesar 1980 pcs untuk mendapat kondisi optimal Perhitungan persentase kesalahan MAPE sebesar 6,64% dengan nilai kebenaran mencapai 93,36%, hal ini menunjukkan bahwa *Fuzzy Inference System Metode Min-Max* dapat diterapkan untuk memprediksi jumlah produksi kaos di The GDL Konveksi dengan catatan sangat baik.

Kata kunci : permintaan, persediaan, produksi, optimal, *fuzzy*

ABSTRACT

Production planning can be applied to minimize the GDL Convection over production and stock out what has happened before. Fuzzy Inference System Min-Max method can be used in determining the number of T-shirt production in order to achieve optimal production. This study aimed to get optimal production output for the month of July 2019 and compares the production company with production Fuzzy Inference System that has been built so that it can determine the average percentage error and the predicted value. The optimal production beneficial to streamline its resources. Based on the results of processing Fuzzy Inference System Min-Max method with variable demand by 2016 pcs and variable supplies the previous month (June 2019) of 60 pcs generated optimal production quantities of 1980 pcs. The GDL Convection can be produced by 1980 pcs to obtain optimal conditions Calculation of percentage error MAPE of 6.64% with a truth value reached 93.36%, this indicates that the Fuzzy Inference System Min-Max method can be applied to predict the number of T-shirt production in the GDL Convection with an excellent record.

Keyword : demand, stock, production, optimum, *fuzzy*

I. PENDAHULUAN

Perusahaan Konveksi The GDL adalah sebuah perusahaan yang bergerak dibidang jasa konveksi yang dirintis sejak tahun 2013 di daerah Banguntapan Yogyakarta, memproduksi jasa seperti kaos, polo, kemeja, seragam, jaket, almamater, topi. Seiring perkembangan perusahaan, perusahaan juga mulai memasarkan sendiri produk-produk yang dihasilkan, menyebabkan perusahaan ini berkembang sebagai produsen dan penyalur. Produk kaos menjadi produk utama (*main products*) dalam lini bisnis The GDL Konveksi di dunia konveksi, karena menyumbang penghasilan terbesar dan menjadi perhatian utama The GDL Konveksi dalam mengembangkan usahanya dari awal berdiri hingga saat ini.

Permasalahan mendasar yang dialami oleh The GDL Konveksi dalam kegiatan usahanya yaitu pengambilan keputusan dalam penentuan jumlah produksi yang belum optimal, dapat terlihat adanya penumpukan stok barang dikarenakan produksi yang berlebihan (*over production*) dan kekurangan stok (*out of stock*), Sehingga dampak tersebut dapat menimbulkan biaya penyimpanan dan berdampak pada kualitas produk. Data persediaan kaos di The GDL konveksi menunjukkan pada bulan Maret 2018, Juni 2018, Agustus

2018, September 2018, dan Maret 2019 mengalami kekurangan stok (*out of stock*) dengan total 469 pcs. Selama periode Januari 2018-Juni 2019 The GDL Konveksi mengalami kelebihan produksi (*over production*) tertinggi sebanyak 366 pcs pada bulan Desember 2018.

Logika *fuzzy* dipilih karena konsep logika *fuzzy* mudah dimengerti, sangat fleksibel, memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat, mampu memodelkan fungsi-fungsi *nonlinier* yang sangat kompleks, dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui pelatihan, dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional serta didasarkan pada bahasa alami, Kusumadewi [1].

Pemodelan *Fuzzy Inference System* (FIS) dengan metode *Min-Max* sudah digunakan dalam peramalan data *time series* khususnya dalam bidang ekonomi dan industri. Mufid [2] menggunakan metode *Min-Max* untuk memprediksi penentuan jumlah produksi televisi merk ‘X’. Penerapan metode *Min-Max* juga digunakan untuk mengoptimalkan jumlah produksi minyak kelapa sawit di PT. Waru Kaltim Plantation oleh Wardani [3]. Selain itu penggunaan logika *fuzzy* secara luas juga dapat digunakan untuk pengoptimalan bahan baku dalam rangka menghasilkan keuntungan yang maksimal dan menghasilkan *waste* yang minimal seperti penentuan kombinasi produk serta mengalokasikan sumber daya secara optimal [4]. Penelitian ini bertujuan mengoptimalkan jumlah produksi serta membandingkan hasil produksi perusahaan dan hasil produksi *Fuzzy Inference System*.

II. METODE PENELITIAN

Objek dalam penelitian ini adalah kaos di the GDL Konveksi. Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan *output* yang optimal dalam penentuan jumlah produksi untuk bulan Juli 2019 serta mengetahui presentase kesalahan rata-rata perbedaan antara jumlah produksi aktual perusahaan dengan jumlah produksi menggunakan *Fuzzy Inference System* metode *Min-Max*. Data yang dibutuhkan meliputi data penjualan, data persediaan dan data produksi.

Forecasting

Peramalan adalah proses untuk memperkirakan berapa kebutuhan dimasa mendatang yang meliputi kebutuhan dalam ukuran kuantitas, kualitas, waktu dan lokasi yang dibutuhkan untuk memenuhi permintaan barang atau jasa [5]. Membuat suatu peramalan akan menimbulkan suatu kesalahan. Kesalahan peramalan dapat diukur dengan beberapa kriteria kesalahan.

MAD merupakan salah satu cara yang digunakan untuk dapat mengetahui ukuran kesalahan peramalan, MAD mengukur ketepatan ramalan dengan merata-rata kesalahan dugaan (nilai *absolute* masing-masing kesalahan). MAD berguna ketika mengukur kesalahan ramalan dalam unit yang sama sebagai deret asli. Nilai MAD dihitung dengan menggunakan rumus:

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n y(t) - y'(t)}{n} \quad \dots(1)$$

Keterangan:

- Y(t) = nilai data aktual pada periode t
- Y'(t) = nilai hasil peramalan pada periode t
- T = periode peramalan
- N = banyaknya data

Mean Squared Error (MSE) digunakan untuk mengukur ketepatan nilai dugaan model yang dinyatakan dalam rata-rata kuadrat dari kesalahan. Dengan menggunakan MSE, *error* yang ada menunjukkan seberapa besar perbedaan hasil estimasi dengan hasil yang akan diestimasi. MSE dapat dirumuskan seperti berikut:

$$MSE = \sum (A_t - F_t)^2 \quad \dots(2)$$

Keterangan :

- Σ = Jumlah
- A_t = Data pengamatan periode t
- F_t = Ramalan periode t

MAPE merupakan pengukuran kesalahan yang menghitung ukuran presentase penyimpangan antara data aktual dengan data peramalan. Secara matematis dapat MAPE dapat dilihat sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{\sum_{i=0}^n \frac{|X_i - F_i|}{X_i}}{n} \times 100\% \quad \dots(3)$$

Keterangan :

- X_i = Permintaan aktual pada periode-i
- Y_i = Peramalan produksi pada periode-i
- n = Jumlah periode peramalan yang terlibat

Fuzzy Inference System

Hasil peramalan penjualan dengan metode terpilih digunakan sebagai variabel *input* sebagai variabel permintaan dengan pengolahan menggunakan *Fuzzy Inference System* metode *Min-Max*. Tahapan secara umum dalam metode *Fuzzy Inference System* metode *Min-Max* adalah sebagai berikut :

1. Pembentukan himpunan *fuzzy*, pada metode *Min-Max* baik variabel *input* maupun variabel *output* dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy* sesuai dengan kondisi yang ada pada data perusahaan.
2. Aplikasi fungsi implikasi, digunakan adalah *Min*.
 Pengambilan keputusan dengan fungsi *Min*, yaitu dengan cara mencari nilai minimum berdasarkan aturan ke- i dan dapat dinyatakan dengan:

$$\alpha_i \cap \mu_{Ci} (Z) \\ \alpha_i = \mu_{Ai} (x) \cap \mu_{Bi} (x) = \min \{ \mu_{Ai} (x), \mu_{Bi} (x) \} \quad \dots\dots(4)$$

Keterangan:

- α_i = nilai minimum dari himpunan *fuzzy* A dan B pada aturan ke-i
- $\mu_{Ai} (x)$ = derajat keanggotaan dari himpunan *fuzzy* A pada aturan ke -i
- $\mu_{Bi} (x)$ = derajat keanggotaan dari himpunan *fuzzy* B pada aturan ke -i
- μ_{Ci} = derajat keanggotaan konsekuen pada himpunan *fuzzy* C pada aturan ke -i .

3. Komposisi aturan, metode yang digunakan dalam melakukan inferensi system *fuzzy* menggunakan metode *Max*, dengan cara mengambil nilai maksimum aturan, kemudian menggunakan nilai tersebut untuk memodifikasi daerah *fuzzy* dan mengaplikasikannya ke *output* dengan menggunakan operator OR (Kusumadewi, 2010)[1].
4. Penegasan (defuzzifikasi)
 Tahap terakhir dari pengolahan *Fuzzy Inference System* Metode *Min-Max* adalah proses defuzzifikasi. Proses defuzzifikasi dipergunakan untuk menaksirkan nilai keanggotaan *fuzzy* menjadi keputusan tertentu atau bilangan real. Defuzzifikasi dilakukan dengan menggunakan metode *Centroid*. Pada metode ini solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat (z^*), daerah *fuzzy* menggunakan rumus berikut:

$$Z^* = \frac{\int_z z \cdot \mu(z) dz}{\int_z \mu(z) dz} \quad \dots\dots(5)$$

Keterangan:

- Z^* = menyatakan nilai hasil defuzzifikasi/titik pusat daerah *fuzzy*
- $\mu(z)$ = menyatakan nilai keanggotaan
- $\int_z \mu(z) dz$ = menyatakan momen untuk semua daerah hasil komposisi aturan

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Forecasting

Menggunakan data penjualan periode Januari 2019-Juni 2019 untuk mendapatkan peramalan permintaan terbaik dari beberapa metode peramalan yaitu *Simple Average*, *Moving Average*, *Weighted Moving Average*, *Single Exponential Smoothing*, *Double Exponential Smoothing*. Penilaian kesalahan menggunakan MAD, MSE, dan MAPE dari persamaan (1), (2), dan (3) untuk dapat mengukur tingkat ketelitian peramalan dan kesalahan. Berikut didapatkan hasil peramalan seperti Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan hasil peramalan

Metode Peramalan	Nilai MAD	Nilai MSE	Nilai MAPE
SA	184,2366	50255,97	9,00853
MA 8	200,2125	47443,43	10,14217
WMA 3	194,1733	67299,88	9,583502
SES $\alpha = 0,34$	181,5473	54580,02	8,989408
DES $\alpha = 0,53$	186,4797	55835,78	9,260544

Berdasarkan Tabel 1 didapatkan peramalan terbaik menggunakan metode *peramalan Single Exponential Smoothing* $\alpha = 0,34$ dengan nilai MAD, dan nilai MAPE terkecil daripada permalan dengan menggunakan metode lainnya.

Hasil peramalan dilanjutkan dengan verifikasi peramalan dengan MRC. Ditemukan dia titik yang berada diluar batas kendali, dapat dikatakan bahwa peramalan tidak representatif terhadap 18 data penjualan yang ada dan fungsi peramalan belum sepenuhnya mewakili data yang ada. Terdapat dua sebaran yang tidak masuk dalam verifikasi permalan dengan *Moving Range Chart* (MRC) dan dapat dikatakan hasil peramalan dengan menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* (SES) mampu memrepresentasikan atau mewakili data yang ada sebesar 88,88% dari 18 data permintaan yang ada. Perbaikan peramalan tidak dimungkinkan. Sehingga hasil peramalan dilanjutkan dengan memvalidasi peramalan untuk melihat apakah *output* peramalan dapat sesuai dengan sistem nyata yang ada. Menggunakan uji *paired sample t tes* dengan nilai Sig (*2-tailed*) sebesar $0,283 \geq 0,05$ maka dapat dikatakan H_0 diterima, sehingga disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara data permintaan aktual dan permintaan peramalan menggunakan metode permalan terpilih (*Single Exponential Smoothing* $\alpha = 0,34$) dengan hasil peramalan *output* sebesar 2016 pcs.

Tabel 2. Rekapitulasi data Permintaan, Persediaan dan Produksi

Bulan	Permintaan (pcs)	Produksi (pcs)	Persediaan (pcs)
Januari 2018	1760	1820	80
Februari 2018	1720	1675	35
Maret 2018	1970	1850	-85
April 2018	1985	2050	65
Mei 2018	1875	1900	90
Juni 2018	1800	1690	-20
Juli 2018	1785	2085	300
Agustus 2018	2350	2000	-50
September 2018	2100	2000	-100
Oktober 2018	2040	2100	60
November 2018	2215	2287	132
Desember 2018	1786	2020	366
Januari 2019	1820	1700	246
Februari 2019	1660	1720	306
Maret 2019	2320	1800	-214
April 2019	2210	2250	40
Mei 2019	1850	2085	275
Juni 2019	2050	1835	60

Analisa Statistika Deskriptif

Berdasarkan Tabel 2 maka hasil perhitungan statistika deskriptif data permintaan, persediaan, produksi menggunakan *software* SPSS dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Analisa statistika deskriptif

Fungsi	Variabel	Nama Himpunan Fuzzy	Semesta Pembicaraan	Domain
Input	Permintaan	Rendah	[1660 - 2350]	1660 – 2005
		Sedang		1660 – 2350
		Tinggi		2005 - 2350
	Persediaan	Rendah	[-214 - 366]	-214 – 76
		Sedang		(-214) - 366
		Tinggi		76 - 366
Output	Produksi	Sedikit	[1675 - 2287]	1675 – 1981
		Cukup		1675 – 2287
		Banyak		1981 – 2287

Komposisi Aturan

Pendefinisian aturan dan variabel *fuzzy* dilakukan berdasarkan logika dari peneliti yang telah disesuaikan dengan kondisi perusahaan yang meliputi permintaan, persediaan dan produksi dan dengan memperhatikan hubungan antar variabel yang satu dengan yang lain, diperoleh sebanyak sembilan aturan yang dapat mengakomodir probabilitas jumlah produksi berdasarkan hubungan antara variabel permintaan dan variabel persediaan yang menghasilkan jumlah produksi, sembilan aturan yang telah dibuat seperti pada Tabel 4.

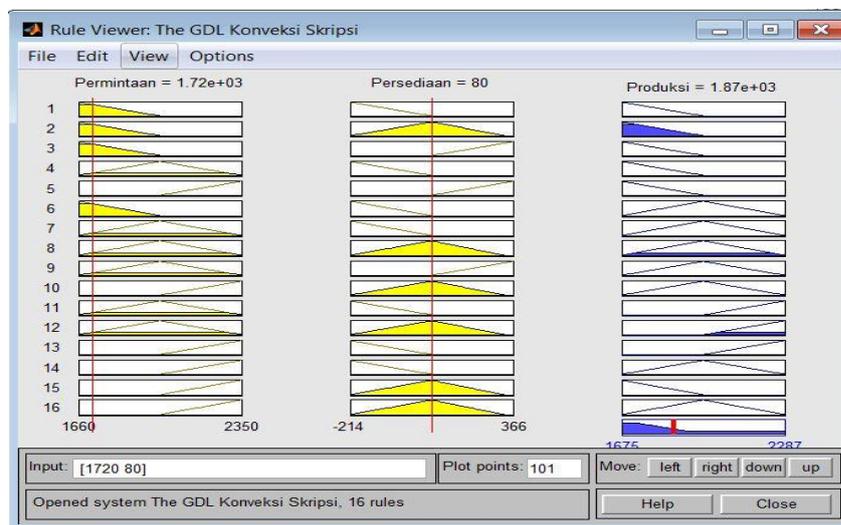
Tabel 4. Komposisi Aturan

Aturan	Permintaan	Persediaan	Fungsi Implikasi	Produksi
R_1	Rendah	Rendah	⇒⇒	Sedikit
R_2	Sedang	Rendah	⇒⇒	Banyak
R_3	Tinggi	Rendah	⇒⇒	Banyak
R_4	Rendah	Sedang	⇒⇒	Sedikit
R_5	Sedang	Sedang	⇒⇒	Cukup
R_6	Tinggi	Sedang	⇒⇒	Banyak
R_7	Rendah	Tinggi	⇒⇒	Sedikit
R_8	Sedang	Tinggi	⇒⇒	Sedikit
R_9	Tinggi	Tinggi	⇒⇒	Banyak

Pembuatan susunan aturan *fuzzy* dipengaruhi oleh banyaknya variabel *input* dan variabel *output*. Dari dua variabel *input* dan *output*, susunan aturan yang digunakan dalam penelitian ini adalah IF Permintaan (...) AND Persediaan (...) THEN Produksi (...).

Defuzzifikasi

Menggunakan bantuan dari *software* matlab maka perhitungan defuzzifikasi dapat menghitung jumlah produksi menurut *Fuzzy Inference System* pada bulan Februari 2018-Juli 2019 seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Defuzzifikasi *software* matlab

Perhitungan Mean Absolut Percentage Error (MAPE)

Perhitungan presentase kesalahan rata-rata menggunakan persamaan (1) dalam mengukur kesalahan presentae kesalahan rata-rata perbedaan jumlah produksi *Fuzzy Inference System* dengan Metode *Min-Max* didapatkan hasil seperti Tabel 5.

Tabel 5. MAPE FIS *Min-Max*

Bulan	Permintaan (pcs)	Persediaan (pcs)	Produksi (pcs)	Fis Min-Max (pcs)
Januari 2018	1760	80	1820	
Februari 2018	1720	35	1675	1860
Maret 2018	1970	-85	1850	1980
April 2018	1985	65	2050	2030
Mei 2018	1875	90	1900	1960
Juni 2018	1800	-20	1690	1930
Juli 2018	1785	300	2085	1940
Agustus 2018	2350	-50	2000	2180
September 2018	2100	-100	2000	2010
Oktober 2018	2040	60	2100	2040
November 2018	2215	132	2287	2040
Desember 2018	1786	366	2020	1920
Januari 2019	1820	246	1700	1790
Februari 2019	1660	306	1720	1790
Maret 2019	2320	-214	1800	2130
April 2019	2210	40	2250	2180
Mei 2019	1850	275	2085	1950
Juni 2019	2050	60	1835	1910

Menggunakan persamaan (1) maka rata-rata presentase kesalahan *Fuzzy Inference System* Metode *Min-Max* dibanding hasil produksi aktual perusahaan diperoleh:

$$\begin{aligned}
 \text{MAPE} &= \frac{112,839}{17} \\
 &= 6,637593 \\
 &= 6,64
 \end{aligned}$$

Produksi yang optimal pada The GDL Konveksi sudah optimal, dikatakan sudah optimal karena jumlah produksi dapat lebih kecil dari permintaan atau lebih besar dari permintaan. Jika produksi lebih kecil dari jumlah permintaan dapat membuat keuntungan perusahaan tidak maksimal tetapi dimungkinkan dengan keuntungan yang dapat diperoleh perusahaan seperti sesuai dengan sumber daya yang ada, pengefisiensi waktu, penyimpanan dan alokasi, jika produksi lebih besar dan memenuhi permintaan dapat membuat keuntungan perusahaan lebih maksimal tetapi dimungkinkan akan terjadi *over production* dan menimbulkan berbagai kerugian bagi perusahaan.

Pada pengoptimalan jumlah produksi di The GDL Konveksi maka perusahaan dianjurkan memproduksi kaos sesuai yang dihasilkan oleh *Fuzzy Inference System* Metode *Min-Max* yang telah dibangun dan teruji sejumlah 1980 pcs dengan permintaan sebesar 2016 agar tidak terjadinya overproduksi.

Pengaruh pada pengaplikasian *Fuzzy Inference System* Metode *Min-Max* ini memberikan dampak pada biaya produksi. dengan Jumlah produksi yang optimal memberikan dampak meminimasi biaya penyimpanan gudang karena tidak terjadi persediaan yang berlebihan atau kelebihan produksi (*over production*). Pengaruh lain yang terjadi jika terjadi pengoptimalan jumlah produksi adalah meminimasi biaya produksi, hal itu dapat dilihat dari keefektifan waktu yang dibutuhkan untuk pekerja, sehingga pekerja dapat bekerja lebih maksimal juga dapat menjaga daya tahan mesin yang digunakan. Barang yang dihasilkan dapat terdistribusi dengan cepat sehingga dapat sampai kepada konsumen tepat waktu dan meminimalkan *lead time*.

Pengoptimalan jumlah produksi juga mempengaruhi kebutuhan bahan baku, perusahaan dapat memperkirakan kebutuhan bahan baku pada periode selanjutnya sehingga tidak terjadi persediaan yang berlebihan. Jika perusahaan harus membeli bahan baku di lokasi yang jauh, maka biaya yang dibutuhkan juga akan lebih besar. Kelebihan biaya yang ada dapat dialokasikan untuk memperbaiki mesin yang rusak ataupun lebih dapat meningkatkan kinerja perusahaan yang juga dapat meningkatkan taraf hidup pekerjanya.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan uraian di atas maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perencanaan produksi yang optimal dapat dilakukan di The GDL Konveksi untuk meminimalisir kekurangan persediaan (*out of stock*) dan kelebihan produksi (*over production*) dengan dilakukannya penentuan jumlah produksi yang tepat.
2. Pengoptimalan jumlah produksi kaos bulan Juli 2019 menggunakan *input* permintaan dari metode peramalan *Single Exponential Smoothing* $\alpha = 0,34$ sebesar 2016 pcs, dan *input* persediaan bulan Juni 2019 sebesar 60 pcs didapatkan hasil sebesar 2030 pcs, *output* produksi dikatakan optimal karena hasil produksi sudah memenuhi permintaan sebesar 2016 pcs.
3. Perbandingan *output* perhitungan produksi *Fuzzy Inference System* Metode *Min-Max* mendapatkan presentase kesalahan peramalan menggunakan *Mean Absolut Percentage Error* (MAPE) diperoleh perbandingan dengan produksi sebenarnya selama Februari 2018 hingga Juni 2019 didapat sebesar 6,64% dan dalam hal ini penentuan jumlah produksi dikatakan sangat baik karena nilai presentase kesalahan $< 10\%$.
4. *Fuzzy Inference System* Metode *Min-Max* yang telah dibangun dapat digunakan untuk memperkirakan penentuan jumlah produksi kaos di The GDL Konveksi, dengan nilai kebenaran sebesar 93,36%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kusumadewi, S., dan Purnomo, H. (2010). *Aplikasi Logika Fuzzy* (Edisi Kedua). Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [2] Mufid, A. 2010. Penentuan Jumlah Produksi Televisi Merk “X” Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani. *Jurnal Teknik Unisfat* 10. 2.
- [3] Wardani A. R. 2017. Aplikasi Logika Fuzzy Dalam Mengoptimalkan Produksi Minyak Kelapa Sawit di PT. Waru Kaltim Plantation Menggunakan Metode Mamdani. *Jurnal Informatika Mulawarman* 12. 2.
- [4] Asih, E. W., dan Arini, N. 2011. Perencanaan Kebutuhan Produk Guna Optimalisasi Waste dan Laba Dengan Aplikasi Fuzzy Multiobjective Optimization. *Jurnal Teknologi Technoscientia* 3. 2.
- [5] Hajijah. S, 2010. Peramalan Hasil Produksi Minyak Kelapa Sawit Pada PT. Perkebunan Nusantara III (Persero) Sumatra Utara. *Tugas Akhir*. Universitas Sumatra Utara. Medan.