

PERBANDINGAN METODE SUGENO DAN MAMDANI DALAM MENENTUKAN HARGA PRODUKSI

1) Yusra Fadillah, 2) Ade Maya Mei Shanty

^{1,2)} Universitas Graha Nusantara Padangsidempuan
e-mail: yusra.fadillah18@gmail.com

ABSTRAK

Ketepatan harga produksi furniture memegang peranan penting dalam meningkatkan penjualan. Tingkat harga ini ditentukan oleh harga produksi. Untuk menentukan akurasi harga pokok, maka dalam penelitian ini dibandingkan antara metode Mamdani dengan Sugeno. Data yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan harga pokok bahan baku dan biaya overhead yang akan diimplementasikan dengan bantuan aplikasi MATLAB 6.1 sehingga dalam proses pengujian akan dibandingkan metode Mamdani dan Sugeno dalam pembentukan membership function beserta rule yang terbentuk. Dari hasil implementasi Mamdani menggunakan aplikasi MATLAB 6.1 didapatkan nilai statistik 414.579 sedangkan Sugeno memiliki nilai statistik 294.166. Sehingga berdasarkan dari hasil perbandingan kedua metode tersebut maka dapat disimpulkan bahwa metode mamdani lebih tepat digunakan dalam memprediksi harga produksi.

Kata Kunci: *Fuzzy Logic*, Mamdani, Sugeno, Matlab, Harga Produksi.

I. PENDAHULUAN

Ketepatan harga produksi furniture memegang peranan penting dalam meningkatkan penjualan (Dhimish, dkk., 2017). Tingkat harga ini ditentukan oleh harga pokok produksi. Dengan diketahuinya harga pokok produksi yang akurat dapat dilakukan secara efisien usaha tetapi tetap menjaga kualitas produk. Jika terjadi kesalahan dalam menentukan harga jual produk, perusahaan akan mengalami kerugian besar, karena harga jual produk yang seharusnya dijual dengan harga tinggi tetapi dijual dengan harga rendah, atau harga jual rendah tetapi dijual dengan harga tinggi (Yunan dan Ali, 2020). Untuk menghindari hal tersebut pihak perusahaan furniture berkewajiban untuk memperhitungkan harga pokok produksi secara akurat. Logika *Fuzzy* yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan dua metode *Fuzzy* yaitu mamdani dan sugeno, yang nantinya dilakukan perbandingan antara mamdani dan sugeno dalam menentukan tingkat akurasi harga produksi.

Logika *Fuzzy* dalam penerapan perbandingan penelitian terdahulu yaitu *Fuzzy*

mamdani dan sugeno untuk penentuan kualitas cor beton instan (Batubara Supina, 2017). Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode mamdani lebih efektif dalam menentukan kualitas cor beton dengan presentas 86.7% dan 65.5%. Analisa perbandingan metode Tsukamoto, Mamdani dan Sugeno dalam pengambilan keputusan penentu jumlah distribusi di Bulog sub divisi regional (I. Nawawi dan B. Fatkhurrozi, 2017). Hasil dari penelitian ini menyimpulkan bahwa metode sugeno lebih efektif dalam sistem penentuan jumlah produksi dengan presentase 76.67 %. Perbandingan metode *Fuzzy* sugeno dan mamdani dalam memprediksi tingginya pemakaian listrik (Widaningsih, 2017). Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode mamdani lebih efektif dalam tingkat keakuratannya dalam memprediksi pemakaian listrik lebih baik daripada sugeno.

Analisa perbandingan *Fuzzy* sugeno dan mamdani untuk pengukuran kualitas kolam air renang berbasis mikrokontroler (Hary Candana, dkk., 2021). Hasil dari penelitian ini adalah bahwa metode sugeno memiliki waktu tercepat dalam pengukuran kualitas kolam air renang dengan 2,57 detik.

Penerapan logika *Fuzzy* dalam penjadwalan waktu kuliah (Saputri, 2019). Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode mamdani memiliki nilai akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan akurasi metode sugeno. Review penerapan *Fuzzy* sugeno dan mamdani pada sistem pendukung keputusan dalam perkiraan cuaca (Kaur, 2012). penelitian tersebut, maka disimpulkan bahwa implementasi perkiraan cuaca menggunakan metode mamdani menghasilkan tingkat keakuratan yang baik. Perancangan kendali robot pada smartphone menggunakan sensor accelerometer berbasis *Fuzzy logic* (Wantoro, 2018). Hasil dari penelitian tersebut menghasilkan bahwa metode sugeno lebih baik dalam 4 percobaan control yaitu 50 %.

Perusahaan mebel Alfiqri Furniture adalah salah satu perusahaan mebel yang berada di pariaman. Furniture memproduksi mebel dengan bahan baku jati, surian dan juga menurut permintaan pelanggan. Perusahaan Alfiqri Furniture dalam menentukan harga pokok produksi masih terbilang hanya melihat dari kondisi pasaran yang ada, hal ini menimbulkan kebingungan dalam menentukan harga pokok produksi pasalnya harga produksi di perusahaan lain di Pariaman mematok harga yang berbeda-beda pada umumnya. Untuk menghindari kesalahan dalam menentukan harga pokok produksi agar tidak terjadinya kerugian saat menjual produk. Dalam penelitian ini akan dilakukan perbandingan harga produksi dengan menggunakan metode *Fuzzy* mamdani dan *Fuzzy* sugeno serta mengimplemntasikannya menggunakan MATLAB 6.1.

II. METODE PENELITIAN

Metode Mamdani berupa sistem pakar atau juga sistem pendukung keputusan dan metode ini adalah sebuah nilai yang dilakukan menggunakan derajat keanggotaan. Mamdani sering dikenal sebagai metode Max-Min. Metode Mamdani bekerja berdasarkan aturan-aturan *linguistic*. Untuk mendapatkan output, diperlukan 4 tahapan (Munir, 2011).

- a. Pembentukan himpunan *Fuzzy*
 Pada metode Mamdani, baik variabel input maupun variabel *output* dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *Fuzzy*.
- b. Aplikasi dan Fungsi
 Pada metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah min.
- c. Komposisi Aturan

Ada tiga metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem *Fuzzy*, yaitu max, *additive* dan *probabilistic* OR (probor)

- a) Metode Max (Maximum)
 Pada metode ini, solusi himpunan *Fuzzy* diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah *Fuzzy*, dan mengaplikasikannya ke *output* dengan menggunakan operator OR (*union*). Jika semua himpunan *Fuzzy* yang merefleksikan kontribusi dari tiap-tiap proposisi. Secara umum dapat dituliskan :

$$\mu(x_i) = \max (\mu_{sf}(x_i), \mu_{kf}(xi)) (1)$$

Di mana :

$$\begin{aligned} \mu_{sf}(x_i) &= \text{nilai keanggotaan solusi} \\ &\text{Fuzzy sampai aturan ke-I;} \\ \mu_{kf}(xi) &= \text{nilai keanggotaan} \\ &\text{konsekuen Fuzzy aturan ke-I;} \end{aligned}$$

- b) Metode *Additive* (Sum)
 Pada metode in, solusi himpunan *Fuzzy* diperoleh dengan cara melakukan bounded-sum terhadap semua *output* daerah *Fuzzy*. Secara umum dituliskan:

$$\mu_{sf}(x_i) = \min (1, \mu_{sf}(x_i) + \mu_{kf}((x_i))$$

Di mana :

$$\begin{aligned} \mu_{sf}(x_i) &= \text{nilai keanggotaan solusi} \\ &\text{Fuzzy sampai aturan ke-i;} \\ \mu_{kf}(xi) &= \text{nilai keanggotaan} \\ &\text{konsekuen Fuzzy aturan ke-I;} \end{aligned}$$

- c) Metode Probabilistik (Probor)
 Pada metode ini, solusi himpunan *Fuzzy* diperoleh dengan cara

melakukan product terhadap semua *output* daerah *Fuzzy*. Secara umum dituliskan :

$$\mu_{sf}(x_i) \\ (1, \mu_{sf}(x_i) + \mu_{kf}((x_i)) - (1, \mu_{sf}(x_i) * \mu_{kf}((x_i)))$$

- d) Penegasan Defuzzifikasi
 Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan *Fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *Fuzzy*, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan *Fuzzy* dalam *range* tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai *crisp* tertentu sebagai *output*.

Adapun beberapa metode defuzzifikasi pada komposisi aturan Mamdani, antara lain :

- a. Metode *Centroid (Composite Moment)*
 Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat (*z**) daerah *Fuzzy*. Secara umum dirumuskan :

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

- b. Metode *Bisektor*
 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.

Metode Sugeno Penalaran metode Sugeno ini hampir sama dengan penalaran Mamdani, hanya saja output (Konsekuen) sistem ini tidak berupa himpunan *Fuzzy*, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear.

- a) Model *Fuzzy* Sugeno Orde-Nol
 Secara umum bentuk model *Fuzzy* Sugeno orde-nol adalah :

$$IF (X_1 \text{ is } A_1) \text{ o } (X_2 \text{ is } A_2) \text{ o } (X_3 \text{ is } A_3) \\ \text{o..o } (X_N \text{ is } A_N) THEN z=k$$

Dengan *A_i* adalah himpunan *Fuzzy* ke-*I* sebagai anteseden, dan *k* adalah suatu konstanta (tegas) sebagai konsekuen.

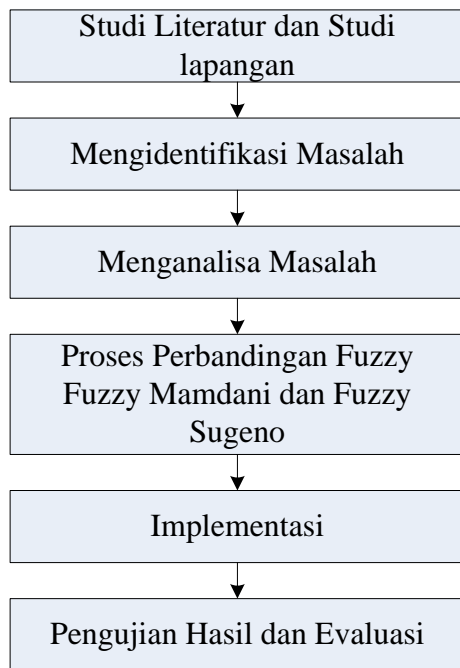
- b) Model *Fuzzy* Sugeno Orde-Satu
 Secara umum bentuk model *Fuzzy* Sugeno orde-satu adalah :

$$IF (X_1 \text{ is } A_1) \text{ o..o } (X_N \text{ is } A_N) \\ THEN z=p_1*x_1 + ..+ P_N*X_N + q$$

Dengan *A_i* adalah himpunan *Fuzzy* ke-*I* sebagai antesede, dan *p₁* adalah suatu konstanta (tegas) ke-*I* dan *q* juga merupakan konstanta dalam konsekuen.

- c) Komposisi Aturan
 Apabila sistem terdiri dari beberapa aturan makan inferensi dari kumpulan dan kerelasi antar aturan yaitu menghitung hasil.
- d) Penegasan (defuzzifikasi)
 Pada proses ini *output* berupa bilangan *crisp*. Apabila komposisi aturan menggunakan metode Sugeno, maka defuzzifikasi dengan cara mencari nilai rata-ratanya.

Metodologi penelitian ini dibagi menjadi 5 tahapan yang dimulai dari studi literatur, mengidentifikasi masalah, menganalisa masalah, melakukan proses perbandingan *Fuzzy Mamdani* dan *Fuzzy Sugeno* dan melakukan implementasi. Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui observasi langsung pada objek penelitian.



Gambar 1. Kerangka Kerja Penelitian.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Metode Fuzzy Mamdani

Dalam penyusunan penerapan logika *Fuzzy Mamdani* untuk menentukan harga produksi ini dilakukan beberapa langkah untuk mendapatkan data yang *valid* dalam penyusunannya. Setelah dilakukannya perhitungan dan percobaan, maka didapatkan hasil penentuan harga produksi menggunakan MATLAB 6.1.

- a. Menentukan Himpunan *Fuzzy*
 Pada langkah metode Mamdani dibentuk 3 himpunan diantaranya terdiri dari 2 input dan 1 input.

Tabel 1. Bahan Baku

No	Harga Bahan	Tingkat
----	-------------	---------

	Baku (Rp)	Fuzzy
1	2000000 – 4000000	Rendah
2	4000000 – 6000000	Sedang
3	6000000 – 7500000	Tinggi

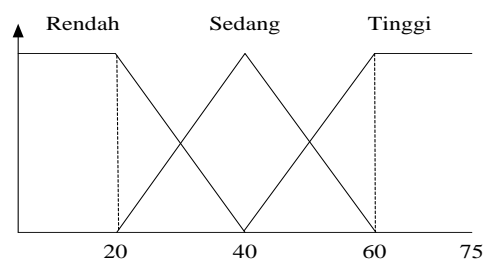
Tabel 2. Biaya Overhead

No	Biaya Upah (Rp)	Tingkat Fuzzy
1	500000 – 600000	Murah
2	600000 – 700000	Mahal
3	700000 – 1000000	Sangat Mahal

Tabel 3. Harga Produksi

No	Harga Produksi (Rp)	Tingkat Fuzzy
1	1500000 – 3000000	Murah
2	3000000 – 4500000	Mahal
3	4500000 – 8000000	Sangat Mahal

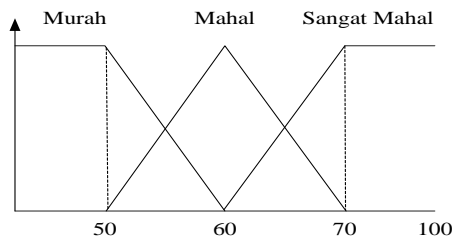
- a) Fungsi Keanggotaan Himpunan Bahan Baku



Gambar 2. Himpunan Fuzzy Bahan Baku

$$\begin{aligned} \mu_{Rendah} &= (20-20)/20=0/20=0 \\ \mu_{Sedang} &=(40-20)/20=20/20=1 \\ \mu_{Tinggi} &=(60-20)/20=40/20=2 \end{aligned}$$

- b) Fungsi Keanggotaan Himpunan Biaya Overhead



Gambar 3. Himpunan Fuzzy Bahan Baku

$$\begin{aligned} \mu_{Murah} &= (50-50)/(60-50)=0/10=0 \\ \mu_{Mahal} &= (60-50)/(60-50)=10/10=1 \\ \mu_{Sangat Mahal} &= (70-50)/(100-70)=20/30=0.6 \end{aligned}$$

b. Aplikasi Fungsi Implikasi

[R1] = IF Harga Bahan Baku Rendah AND Biaya Overhead Murah THEN Harga Produksi Murah

[R14] = IF Bahan Baku Sedang AND Biaya Overhead Mahal THEN Harga Produksi Mahal

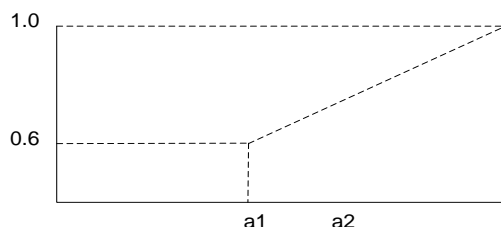
[R17] = IF Bahan Baku Sedang AND Biaya Overhead Sangat Mahal THEN Harga Produksi Mahal

[23] = IF Bahan Baku Tinggi AND Biaya Overhead Mahal THEN Harga Produksi Mahal

[24] = IF Bahan Baku Tinggi AND Biaya Overhead Mahal THEN Harga Produksi Sangat Mahal

c. Komposisi Aturan

Dari aturan predikat yang ada, dapat dihasilkan komposisi aturan baru sebagai berikut



Gambar 4. Himpunan Fuzzy Bahan Baku

d. Penegasan (defuzzifikasi)

Metode penegasan yang akan digunakan adalah metode *centroid*. Berdasarkan dari perhitungan defuzzifikasi dihasilkan nilai statistik 414.579.

Analisa Metode Sugeno

Metode Sugeno merupakan salah satu metode yang digunakan *Fuzzy Inference System (FIS)* dengan *output* atau keluaran berupa nilai konstanta atau persamaan linear dan bukan berupa himpunan *Fuzzy*. *Fuzzy Inference System* dengan menggunakan metode Sugeno dimulai dengan tahap pembentukan himpunan *Fuzzy* baik variabel input maupun *output*, selanjutnya dilanjutkan pada tahap fungsi implikasi dengan metode Sugeno, kemudian masuk pada tahap pembentukan komposisi aturan, dan pada tahap terakhir yaitu penegasan atau Defuzzifikasi.

a. Komposisi Aturan

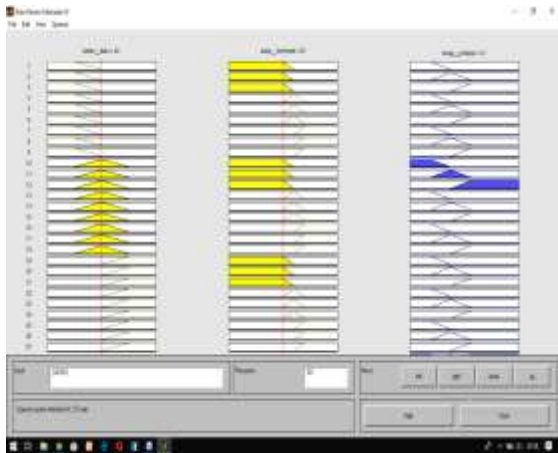
Dari proses fungsi implikasi maka dapat diketahui tingkat harga produksi dari setiap aturan yang tidak bernilai 0 yaitu pada [R13], [R14], [R15], [R16], [R17], [R18], [R22], [R23], [R24], [R25], [R26], [R27], sehingga nilai konsekuen yang didapatkan hanya berupa murah, mahal, dan sangat mahal.

b. Penegasan (defuzzifikasi)

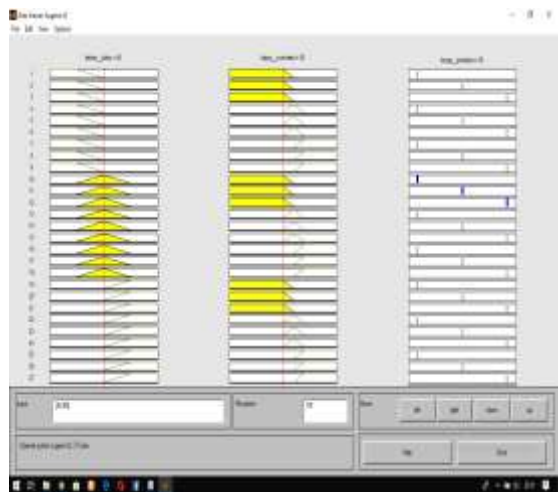
Berdasarkan tahapan perhitungan Metode Sugeno dihasilkan nilai statistik 292.166

Defuzzifikasi untuk metode Mamdani yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *centroid (Composite Moment)* dimana solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil titik pusat (z^*) daerah *Fuzzy*. Untuk Metode Sugeno yang digunakan adalah model *Fuzzy Orde-Nol* dimana outputnya berupa konstanta (tegas), untuk mendapatkan defuzzifikasinya dilakukan dengan cara mencari nilai rata-rata.

Pada implementasi dalam program ini, metode Mamdani dan Sugeno untuk menentukan harga produksi diterapkan dalam bahasa pemrograman MATLAB 6.1. berikut ini adalah hasil implementasi metode Mamdani dan Sugeno dalam penentuan harga produksi.



Gambar 5. Rule Viewer Metode Mamdani



Gambar 6. Rule Viewer Metode Sugeno

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan, yaitu dengan menggunakan metode Mamdani dan Sugeno bisa dipakai dalam menentukan harga produksi. Untuk metode Mamdani memiliki nilai range 414.579 berada pada *range* mahal sedangkan untuk Sugeno memiliki range 2.946.166, berada pada *range* murah. Dari kedua metode tersebut metode Mamdani lebih direkomendasikan untuk penentuan harga produksi karena harga yang dihasilkan pada sistem ini sudah bisa dikatakan harga standard pada penjualan dipasaran. Sehingga dapat disimpulkan bahwa metode Mamdani adaptif untuk penentuan harga produksi sehingga sistem merupakan model *Fuzzy* terbaik untuk memodelkan harga produksi.

REFERENSI

- A. D. Saputri, R. D. Ramadhani, dan R. Adhitama. 2019. *Logika Fuzzy Sugeno untuk Pengambilan Keputusan dalam Penjadwalan dan Peningkat Service Sepeda Motor*. J. Informatics, Inf. Syst. Softw. Eng. Appl., vol. 2, no. 1, hal. 49–55. doi: 10.20895/inista.v2i1.95.
- A. Kaur. 2012. *Comparison of Mamdani-Type and Sugeno-Type Fuzzy Inference Systems for Air Conditioning System*. Int. J. Soft Comput. Eng., vol. 2, no. 2, hal. 323–325. [Daring]. Tersedia pada: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.486.1238&rep=rep1&type=pdf>.
- A. Wantoro. 2018. *Komparasi Perhitungan Pemilihan Mahasiswa Terbaik Menggunakan Metode Perhitungan Klasik Dengan Logika Fuzzy Mamdani & Sugeno*. J. Pendidik. Teknol. dan Kejur., vol. 15, no. 1, hal. 42–50. doi: 10.23887/jptk-undiksha.v15i1.13000.
- A. Yunan dan M. Ali. 2020. *Study and Implementation of the Fuzzy Mamdani and Sugeno Methods in Decision Making on Selection of Outstanding Students at the South Aceh Polytechnic*. J. Inotera, vol. 5, no. 2, hal. 152–164. doi: 10.31572/inotera.vol5.iss2.2020.id127.
- E. W. Hary Candana, I. Gede, A. Gunadi, dan D. G. H. Divayana. 2021. *Perbandingan Fuzzy Tsukamoto, Mamdani Dan Sugeno Dalam Penentuan Hari Baik Pernikahan Berdasarkan Wariga Menggunakan Confusion Matrix*. J. Ilmu Komput. Indones., vol. 6, no. 2, hal. 14–22.
- I. Nawawi dan B. Fatkhurrozi. 2017. *Studi Komparasikendali Motor DC dengan Logika Fuzzy Metode Mamdani dan Sugeno*. J. Teknol. Tek. Elektro Univ. Tidar, vol. 1, no. 2, hal. 35–44.
- M. Dhimish, V. Holmes, B. Mehrdadi, dan M. Dales. 2018. *Comparing Mamdani Sugeno Fuzzy Logic and RBF ANN Network for PV Fault Detection*.

- Renew. Energy, vol. 117, hal. 257–274. doi: 10.1016/j.renene.2017.10.066.
- R. Munir. 2012. *Sistem Inferensi Fuzzy*. hal. 58, 2011, [Daring]. Tersedia pada: [https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/MetNum/2011-2012/Sistem Inferensi Fuzzy.pdf](https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/MetNum/2011-2012/Sistem%20Inferensi%20Fuzzy.pdf)
- S. Batubara. 2017. *Analisis Perbandingan Metode Fuzzy Mamdani Dan Fuzzy Sugeno Untuk Penentuan Kualitas Cor Beton Instan*. It J. Res. Dev., vol. 2, no. 1, hal. 1–11. doi: 10.25299/itjrd.2017.vol2(1).644.
- S. Widaningsih. 2017. *Analisis Perbandingan Metode Fuzzy Tsukamoto, Mamdani dan Sugeno dalam Pengambilan Keputusan Penentuan Jumlah Distribusi Raskin di Bulog Sub. Divisi Regional (Divre) Cianjur,*” Infoman’s, vol. 11, no. 1, hal. 51–65. doi: 10.33481/infomans.v11i1.21.