

Perbandingan Fuzzy Sugeno dan Fuzzy Mamdani Pada Analisis Minat Masyarakat Terhadap Produk Air Minum Dalam Kemasan Lokal dan Nasional di Madura

Siti Anisah¹, Tony Yulianto², Faisol³

¹Universitas Islam Madura Pamekasan, anisahsiti928@gmail.com

²Universitas Islam Madura Pamekasan, toniyulianto65@gmail.com

³Universitas Islam Madura Pamekasan, faisol.munif@gmail.com

DOI 10.31102/zeta.2021.6.1.29-37

ABSTRACT

Bottled drinking water (AMDK) is water that has been processed, without other foodstuffs and food additives, packaged and safe to drink. The Fuzzy inference system used on this study was using the Fuzzy Zero order Sugeno, the Fuzzy Mamdani method of the Centroid and the Fuzzy Mamdani bisector methods. The results of comparative methods used in this research are based on the local and national bottled drinking water (AMDK). At a local AMDK, the Fuzzy Sugeno has a value of MSE 978.4227 and a value of MAPE 0.4227, the Fuzzy Mamdani Centroid method has a value of MSE 853.7536 and a value of MAPE 0.4034, then the Fuzzy Mamdani method Bisektor has a value of MSE 754.7945 and MAPE 0.4320. At the Fuzzy National AMDK Sugeno has a value MSE 987.7291 and MAPE 0.4120 value, the Fuzzy Mamdani Centroid method has a value of MSE 861.2389 and a MAPE value of 0.3960, then the Fuzzy Mamdani method of Bisktor has the value of MSE 754.7945 and MAPE 0.4320. Based on the MSE and MAPE values above, the fuzzy Mamdani Centroid method is the best method because of the least MSE and MAPE values.

Keywords: *AMDK, interest analysis, Fuzzy logic, Fuzzy Sugeno, Fuzzy Mamdani.*

ABSTRAK

Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) adalah air yang telah diproses, tanpa bahan pangan lainnya dan bahan tambahan pangan, dikemas serta aman untuk diminum. Sistem inferensi Fuzzy yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan Fuzzy Sugeno orde nol, Fuzzy Mamdani metode Centroid dan Fuzzy Mamdani metode Bisektor. Hasil perbandingan metode yang digunakan pada penelitian ini berdasarkan pada air minum dalam kemasan (AMDK) lokal dan nasional. Pada AMDK lokal, Fuzzy Sugeno mempunyai nilai MSE 978,4227 dan nilai MAPE 0,4227, Fuzzy Mamdani metode Centroid mempunyai nilai MSE 853,7536 dan nilai MAPE 0,4034, kemudian Fuzzy Mamdani metode Bisektor mempunyai nilai MSE 754,7945 dan MAPE 0,4320. Pada AMDK nasional Fuzzy Sugeno mempunyai nilai MSE 987,7291 dan nilai MAPE 0,4120, Fuzzy Mamdani metode Centroid mempunyai nilai MSE 861,2389 dan nilai MAPE 0,3960, kemudian Fuzzy Mamdani metode Bisktor mempunyai nilai MSE 754,7945 dan MAPE 0,4320. Berdasarkan nilai MSE dan MAPE diatas, fuzzy Mamdani metode Centroid merupakan metode yang terbaik karena nilai MSE dan MAPE paling kecil.

Kata kunci: *AMDK, Analisis minat, Logika Fuzzy, Fuzzy Sugeno, Fuzzy Mamdani.*

1. PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu unsur penting di bumi, karena air adalah unsur yang sangat dibutuhkan oleh semua makhluk hidup untuk kehidupan mereka, dengan begitu bisa dikatakan bahwa air adalah sumber kehidupan sebagai tanda kehidupan.

Air minum dalam kemasan atau bisa disebut dengan AMDK adalah air yang diolah dengan menggunakan teknologi tertentu, kemudian dikemas dalam beberapa ukuran. Adapun ukuran air minum dalam kemasan antara lain: Botol 330ml, botol 600ml, botol 1500ml, gelas 240ml, galon 19L maupun ukuran kemasan lainnya. AMDK (Air Minum Dalam Kemasan) merupakan air minum yang siap di konsumsi secara langsung tanpa harus melalui proses pemanasan terlebih dahulu. Praktis, merupakan alasan manusia memilih AMDK ini. Namun pada dasarnya, tidak semua air minum dalam kemasan layak untuk dikonsumsi. Bukannya menyegarkan, namun banyak produk air minum yang memberikan efek negatif bagi kesehatan. Botol kemasan dari air minum juga memberikan dampak tersendiri terhadap lingkungan. Air minum dalam kemasan salah satunya produk yang dihasilkan dari perusahaan air minum sedangkan air minum isi ulang menjadi produk yang dihasilkan dari pengusaha air minum perorangan.

Logika *fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang *output*. Zadeh berpendapat bahwa logika benar dan salah dari logika *Boolean* tidak dapat mengatasi masalah gradasi yang berada pada dunia nyata. Untuk mengatasi masalah gradasi yang tidak terhingga tersebut, Zadeh mengembangkan sebuah himpunan *fuzzy* (Yulianto & Amalia, 2017).

Metode sugeno merupakan salah satu metode dalam logika *fuzzy*. Metode ini diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985. Sistem *fuzzy* Sugeno memperbaiki kelemahan yang dimiliki oleh sistem *fuzzy* murni untuk menambah suatu perhitungan matematika sederhana sebagai bagian *THEN*.

Menurut Kusumadewi dkk (2013) menyatakan bahwa logika *fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A dari Barkelay pada tahun 1965. Dasar logika *fuzzy* adalah teori himpunan *fuzzy*. Pada teori himpunan *fuzzy*, peranan derajat keanggotaan sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan sangatlah penting. Nilai keanggotaan atau derajat keanggotaan atau membership function menjadi ciri utama dari penalaran dengan logika *fuzzy* tersebut (Zainuddin, 2018).

Maka dari itu dalam penelitian ini diangkat judul Perbandingan Fuzzy Sugeno dan Fuzzy Mamdani Pada Analisis Minat Masyarakat Terhadap Produk Air Minum Dalam Kemasan Lokal dan Nasional di Madura, sehingga dengan judul ini diharapkan bisa mengetahui pengoptimalan Penjualan AMDK di Madura.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Air Minum Dalam Kemasan

Air minum dalam kemasan adalah air baku yang diproses, dikemas, dan aman diminum mencakup air mineral dan air demineral. Air minum dalam kemasan diproses dalam beberapa tahap baik menggunakan proses pemurnian air (*reverse osmosis*/tanpa mineral) maupun proses biasa *Water treatment processing* (Mineral), dimana sumber air yang digunakan untuk air kemasan mineral berasal dari mata air pengunungan, untuk air minum dalam kemasan Non mineral biasanya dapat juga digunakan dengan sumber mata air tanah/mata air pengunungan. Air pengunungan merupakan sumber mata air yang terbaik untuk air minum, karena selain letak sumbernya yang jauh di bawah permukaan tanah, berlokasi di atas ketinggian pengunungan yang masih terjaga kealamiannya. Selama pengaliran air tersebut di dalam tanah, dalam kurun waktu harian sampai dengan jutaan tahun, maka terjadilah proses-proses fisika dan kimia. Proses hidrogeokimia tersebut sangatlah dipengaruhi oleh faktor komposisi mineral penyusun akuifer (lapisan batuan pembawa air), proses dan pola pergerakan air tanah serta waktu tinggal air tanah yang berada di dalam akuifer tersebut (Deril & Novirina, 2014).

Jenis-jenis Air Minum Dalam Kemasan

Terdapat banyak air minum dalam kemasan (AMDK) yang beredar di Indonesia diantaranya adalah (Florence, 2015)

a. Air mineral

Air mineral adalah air minum yang mengandung mineral dalam jumlah tertentu tanpa penambahan mineral apapun.

b. Air demineral

Air demineral adalah air minum dalam kemasan yang diperoleh melalui proses pemurnian secara distilasi, deionisasi, *reverse*, osmosis.

c. Air mineral alami

Air mineral alami adalah air minum yang diperoleh langsung dari sumber air alami atau dibor dari sumur dalam dengan proses terkendali yang menghindari pencemaran atau pengaruh luar atas sifat kimia, fisika, dan mikrobiologi air mineral alami.

d. Air minum embun

Air minum embun yaitu air yang diperoleh dari proses pengembunan uap air dari udara lembab menjadi tetesan air embun yang diolah menjadi air minum embun yang dikemas.

2.2. Deskripsi Produk

Air minum dalam kemasan (AMDK) selama ini seringkali disalah tafsirkan oleh masyarakat sebagai air mineral, padahal istilah ini kurang tepat digunakan. Jika dilihat dari komposisi kandungan mineralnya ternyata AMDK tidak berbeda dengan air minum biasa. Sebab AMDK yang sekarang tidak dilakukan penambahan mineral oleh produsen atau sumber mata airnya tidak mengandung kadar mineral yang memadai untuk dijadikan sebagai komoditi air mineral (Margolang, 2009). Beberapa produk AMDK yang ada di Indonesia, seperti produk lokal diantaranya LABINI yang diproduksi oleh Koppondren AUBA Pamekasan, AMT yang diproduksi oleh CV. Laatansa Al-Mujtama', adapun Produk-produk nasional AMDK yang dikenal diantaranya AQUA yang diproduksi oleh PT Tirta Investana, VIT yang diproduksi oleh PT Buana Tirta dan lain sebagainya Produk yang berasal dari sumber mata air yang terpilih dengan segala kemurnian dan manfaat kandungan mineral yang terpilih dan dikemas dengan proses higienis menggunakan teknologi yang canggih sehingga kualitasnya terjamin.

2.3. Pengertian Logika Fuzzy

Teori himpunan logika fuzzy dikembangkan oleh Professor Lofti A. Zadeh pada tahun 1965. Ia berpendapat bahwa logika benar dan salah dari logika boolean konvensional tidak dapat mengatasi masalah gradasi yang berada pada dunia nyata. Untuk mengatasi masalah gradasi yang tidak terhingga tersebut, Zadeh mengembangkan sebuah himpunan fuzzy. Tidak seperti logika boolean, logika fuzzy mempunyai nilai yang berkelanjutan. Fuzzy dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat dari kebenaran. Oleh sebab itu sesuatu dapat dikatakan sebagian benar dan sebagian salah pada waktu yang sama. Berdasarkan hal tersebut diatas Logika fuzzy dapat digunakan untuk memodelkan suatu permasalahan yang matematis, dimana konsep matematis yang mendasari penalaran fuzzy sangat sederhana dan mudah dimengerti (Meimaharani & Listyorini, 2014).

Himpunan Fuzzy didasarkan pada gagasan untuk memperluas jangkauan fungsi karakteristik sedemikian hingga fungsi tersebut akan mencakup bilangan real pada interval $[0, 1]$. Nilai keanggotaannya menunjukkan bahwa

suatu *item* dalam semesta pembicaraan tidak hanya berada pada 0 atau 1, namun juga nilai yang terletak diantaranya. Dengan kata lain, nilai kebenaran suatu *item* tidak hanya benar atau salah. Nilai 0 menunjukkan salah, nilai 1 menunjukkan benar, dan masih ada nilai-nilai yang terletak antara benar dan salah (Yulianto & Amalia, 2017).

2.4. Metode Sugeno

Fuzzy Sugeno salah satu metode inferensi fuzzy yang pertama kali diperkenalkan oleh Michio Sugeno pada tahun 1985. Fuzzy sugeno menggunakan fungsi keanggotaan yang lebih sederhana dibandingkan dengan fuzzy Mamdani, fungsi keanggotaan yang digunakan pada fuzzy sugeno adalah Singleton, yaitu fungsi keanggotaan yang memiliki derajat keanggotaan 1 pada suatu nilai *crisp* tunggal dan 0 pada semua nilai *crisp* yang lain. Selain itu fuzzy Sugeno dan fuzzy mamdani memiliki perbedaan pada konsekuensi rule (*output*). Secara umum fuzzy Sugeno mempunyai dua model penalaran yaitu (Imrona, 2015):

- Model fuzzy sugeno Orde Nol, yaitu:
$$IF (x_1 \text{ is } A_1) \circ (x_2 \text{ is } A_2) \circ$$
$$(x_z \text{ is } A_z) THEN z = B$$
- Model Fuzzy Sugeno Orde Satu, yaitu:
$$IF (x_1 \text{ is } A_1) \circ ..(x_n \text{ is } A_n) THEN z = p_1 *$$
$$x_1 + \dots + p_n * x_n + q$$

Tahapan-tahapan yang digunakan dalam fuzzy sugeno dalam inferensinya yaitu (Imrona, 2015):

- Fuzzyfikasi, yaitu proses memetakan nilai *crisp* (*numerik*) ke dalam himpunan fuzzy dan menentukan keanggotaannya.
- Pembentukan basis pengetahuan fuzzy (*Rule* dalam *IF....THEN*).
- Mesin inferensi pada fuzzy sugeno menggunakan fungsi implikasi MIN.
- Defuzzyfikasi menggunakan metode rata-rata (*average*)

2.5. Fuzzy Mamdani

Berdasarkan Hariyanto dkk (2015). Metode Mamdani sering juga dikenal dengan nama Metode Max-Min. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975 (Zainuddin, 2018). Untuk mendapatkan output, diperlukan 4 tahapan:

- Pembentukan himpunan fuzzy
Pada Proses fuzzyfikasi langkah yang pertama adalah menentukan variabel fuzzy dan himpunan fuzzynya. Kemudian tentukan derajat kesepadanan (*degree of match*) antara data masukan fuzzy dengan himpunan fuzzy yang telah di definisikan untuk setiap variabel masukan system dari setiap aturan fuzzy. Pada metode Mamdani, baik variable input maupun

variable output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy.

b. Aplikasi fungsi implikasi pada metode Mamdani

Fungsi implikasi yang digunakan adalah min. Lakukan implikasi fuzzy berdasar pada kuat penyulutan dan himpunan fuzzy terdefinisi untuk setiap variable keluaran di dalam bagian konsekuensi dari setiap aturan. Hasil implikasi fuzzy dari setiap aturan ini kemudian digabungkan untuk menghasilkan keluaran infrensi fuzzy.

c. Komposisi aturan.

Tidak seperti penalaran monoton apabila system terdiri dari beberapa aturan, maka infrensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan. Ada 3 metode yang digunakan dalam melakukan infrensi sistem fuzzy, yaitu: max, additive, dan probabilistic OR.

d. Penegasan (Defuzzy)

Input dari proses defuzzyfikasi adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut.

2.6. Algoritma Fuzzy Mamdani

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam penerapan metode fuzzy mamdani sebagai berikut:

1. Pembentukan himpunan fuzzy

Di dalam metode mamdani, baik variabel input maupun variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy

2. Aplikasi fungsi implikasi

Pada Metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah Min. Secara umum dapat dituliskan:

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

3. Komposisi aturan

Tidak seperti penalaran monoton, apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan. Ada 3 metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem fuzzy, yaitu max, additive dan probabilistic OR (probor).

a. Metode Max (Maximum)

Metode Max (Maximum) mengambil 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 proposisi telah dievaluasi, maka output akan berisi suatu himpunan fuzzy yang merefleksikan kontribusi dari tiap-tiap proporsi. Secara umum dapat dituliskan:

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

Dengan :

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

$\mu_{kf}[x_i]$ = nilai keanggotaan konsekuensi sampai aturan ke-i

b. Metode Additive (Sum)

Metode Additive (Sum) mengambil solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara melakukan hounded-sum terhadap semua output daerah fuzzy. Secara umum dituliskan:

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

Dengan:

$\mu_{sf}[x_i]$ = nilai keanggotaan solusi sampai turunan ke-i

$\mu_{kf}[x_i]$ = nilai keanggotaan konsekuensi sampai aturan ke-i

c. Metode Probabilistik OR (probor)

Metode Probabilistik OR (probor) mengambil solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara melakukan product terhadap semua output daerah fuzzy. Secara umum dituliskan:

$$\begin{aligned} \mu_{sf}[x_i] &= (\mu_{sf}[x_i] + \mu_{kf}[x_i]) - \mu_{sf}[x_i] \\ &= (1, \mu_{sf}[x_i] * \mu_{kf}[x_i]) \end{aligned}$$

Dengan:

$\mu_{sf}[x_i]$ = nilai keanggotaan solusi sampai turunan ke-i

$\mu_{kf}[x_i]$ = nilai keanggotaan konsekuensi sampai aturan ke-i

d. Penegasan (defuzzyfikasi)

Input dari proses defuzzyfikasi adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan fuzzy dalam range tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai crisp tertentu sebagai output.

Ada beberapa metode defuzzyfikasi pada komposisi aturan Mamdani. Namun dalam penelitian ini penulis menggunakan metode centroid diskrit dan metode bisektor antara lain:

a. Metode centroid (Composite Moment).

Pada metode centroid solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil titik pusat daerah fuzzy. Secara umum dapat dituliskan:

$$\begin{aligned} z^* &= \frac{\int_z z \mu(z) dz}{\int_z \mu(z) dz} \rightarrow \text{untuk semesta kontinu} \\ z^* &= \frac{\sum_{j=1}^n z_j \mu(z_j)}{\sum_{j=1}^n \mu(z_j)} \rightarrow \text{untuk semesta diskrit} \end{aligned}$$

b. Metode Bisektor

Pada metode ini, solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil nilai pada domain fuzzy yang memiliki nilai keanggotaan pada daerah fuzzy. Secara umum dapat dituliskan:

$$\int_{\alpha}^{zBOA} \mu(z) dz = \int_{zBOA}^{\beta} \mu(z) dz$$

Dengan:

$$\alpha = \min\{z|z \in Z\}$$

$$\beta = \max\{z|z \in Z\}$$

c. Metode Mean of Maximum (MOM)

Pada metode ini, solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil nilai rata-rata domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

d. Metode Largest of Maximum (LOM)

Pada metode ini, solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil nilai terbesar dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

e. Metode Smallest of Maximum (SOM)

Pada metode ini, solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil nilai terkecil dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

3. METODE PENELITIAN

Pada tahap ini studi literatur diambil dengan mengkaji dari sumber-sumber pustaka melalui jurnal-jurnal, skripsi dan penelitian-penelitian sebelumnya mengenai industry AMDK dengan menggunakan metode Fuzzy Sugeno dan Fuzzy Mamdani untuk dijadikan sebagai landasan. Pencarian data diperoleh melalui penyebaran data kuesioner tahun 2020 menggunakan google form, variabel yang digunakan variabel (x) dan (y). Selanjutnya, menganalisis deskriptif data jumlah tarik minat masyarakat di Madura, berdasarkan nilai maksimum, minimum, dan rata-rata. Setelah itu, dilakukan membandingkan Fuzzy Sugeno dan Fuzzy Mamdani. Kemudian membandingkan hasil prediksi dengan membandingkan MAPE dan MSE.

4. HASIL PENELITIAN

4.1. Statistik Deskriptif

Setiap permasalahan yang akan ditangani terdapat beberapa deskripsi untuk mengetahui terlebih dahulu langkah lebih jauh ke pembahasan berikutnya. Hal ini bertujuan untuk menunjukkan gambaran umum dari permasalahan tersebut sehingga dapat dilakukan analisis lebih lanjut dan dapat ditentukan bagaimana cara penyelesaiannya.

Pada penelitian ini terdiri dari 4 Kabupaten yang diantaranya Kabupaten Sumenep, Kabupaten Pamekasan, Kabupaten Sampang, Kabupaten Bangkalan, data tersebut diperoleh dari responden dari hasil koesioner menggunakan Google Form yang dijadikan unit observasi selama 1 bulan. Dalam penelitian ini statistik deskriptif yang digunakan adalah nilai rata-rata, nilai minimum serta nilai maksimum setiap variabel. Variabel penelitian untuk analisis minat masyarakat terhadap produksi air minum dalam kemasan adalah penjualan variabel X_1 , promosi potongan harga variabel X_2 , kualitas

produk variabel X_3 , pemasaran sebagai variabel X_4 .

4.2. Analisis Fuzzy

Proses pertama yang harus dilakukan dalam analisis Fuzzy adalah menentukan fungsi keanggotaan. Dari seluruh data yang ada, di dapatkan beberapa fungsi yaitu fungsi keanggotaan input penjualan produk AMDK lokal dan nasional, promosi potongan harga pada produk AMDK lokal dan nasional, kualitas produk AMDK lokal dan nasional, pemasaran produk AMDK lokal dan nasional dan fungsi keanggotaan output adalah tarik minat masyarakat terhadap produk lokal dan nasional.

4.2.1. Pembentukan Fungsi Keanggotaan AMDK Lokal

Ada sebanyak 81 pasangan data, yaitu penjualan ke- i (x_1). Promosi potongan harga ke- i (x_2), Kualitas produk ke- i (x_3), dan pemasaran ke- i (x_4), dengan rata-rata jumlah tarik minat msyarakat ke- i (y), ($i = 1, 2, 3, \dots, 81$).

Pada variabel Penjualan AMDK lokal (x_1), data yang dimiliki adalah 17,5 Produk, 30 Produk dan 42,5 Produk, Dengan demikian variabel ini bisa dibagi menjadi 3 himpunan Fuzzy, yaitu SEDIKIT, SEDANG dan BANYAK. Himpunan Fuzzy SEDIKIT akan memiliki domain [5 30], dengan derajat keanggotaan SEDIKIT tertinggi (=1) terletak pada nilai 17,5. Apabila penjualan semakin melebihi 4 produk, maka penjualan sudah semakin mendekati SEDANG. Himpunan Fuzzy SEDIKIT direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan segitiga dengan derajat tinggi apabila penjualan semakin mendekati 17,5 Produk. Fungsi keanggotaan untuk himpunan SEDIKIT.

$$\mu_{\text{SEDIKIT}}[x_1] = \begin{cases} 0, & x_1 \leq 5 \text{ atau } x_1 \geq 30 \\ \frac{x_1 - 5}{12,5}, & 5 \leq x_1 \leq 17,5 \\ \frac{30 - x_1}{12,5}, & 17,5 \leq x_1 \leq 30 \end{cases}$$

Himpunan Fuzzy SEDANG akan memiliki domain [17,5 42,5], dengan derajat keanggotaan SEDANG tertinggi (=1) terletak pada nilai 30. Apabila penjualan semakin kurang dari 30 Produk, maka penjualan sudah semakin mendekati SEDIKIT. Namun apabila mobilitas semakin melebihi 30 Produk, maka kondisi penjualan sedang semakin mendekati BANYAK. Himpunan Fuzzy SEDANG direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan segitiga dengan derajat tinggi apabila penjualan semakin mendekati 30 Produk. Fungsi keanggotaan untuk himpunan SEDANG.

$$\mu_{\text{SEDANG}} [x_1] = \begin{cases} 0, & x_1 \leq 17,5 \text{ atau } x_1 \geq 42,5 \\ \frac{x_1 - 17,5}{12,5}, & 17,5 \leq x_1 \leq 30 \\ \frac{42,5 - x_1}{12,5}, & 30 \leq x_1 \leq 42,5 \end{cases}$$

Himpunan Fuzzy BANYAK akan memiliki domain [30 55], dengan derajat keanggotaan BANYAK tertinggi (=1) terletak pada nilai 42,5 Produk. Apabila penjualan semakin kurang dari 42,5 Produk, maka kondisi penjualan sudah semakin SEDANG. Namun apabila penjualan semakin melebihi 42,5 Produk, maka penjualan sudah semakin mendekati SANGAT BANYAK dan keluar dari pembicaraan data penelitian. Himpunan Fuzzy BANYAK direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan segitiga dengan derajat keanggotaan semakin tinggi apabila penjualan semakin mendekati 42,5 Produk. Fungsi keanggotaan untuk himpunan BANYAK.

$$\mu_{\text{BANYAK}} [x_1] = \begin{cases} 0, & x_1 \leq 30 \text{ atau } x_1 \geq 55 \\ \frac{x_1 - 30}{12,5}, & 30 \leq x_1 \leq 42,5 \\ \frac{55 - x_1}{12,5}, & 42,5 \leq x_1 \leq 55 \end{cases}$$

4.2.2. Pembentukan Aturan Fuzzy AMDK Lokal

Terdapat 81 kombinasi penjualan, promosi potongan harga, kualitas produk, pemasaran produk. Untuk itu aturan Fuzzy yang dapat juga 81 aturan, dengan catatan bahwa setiap aturan yang dibentuk menyertakan semua variabel. Metode inferensi Fuzzy yang akan digunakan adalah Metode Sugeno orde-0. Pada metode ini, anteseden direpresentasikan dengan proposisi dalam himpunan Fuzzy, sedangkan konsekuen direpresentasikan dengan sebuah konstanta.

Ke – 81 aturan tersebut adalah sebagai berikut :

[R1] IF Penjualan SEDIKIT and Promosi harga SEDIKIT and Kualitas produk SEDIKIT and Pemasaran SEDIKIT

THEN Jumlah tarik minat masyarakat = 16,04167

4.2.3. Pengujian AMDK Lokal

Setelah memperoleh 81 aturan fuzzy dilakukan pengujian untuk mendapatkan nilai output.

Derajat keanggotaan tiap variabel dari input $x_1 = 40$

$$\begin{aligned} \mu_{\text{SEDIKIT}} [40] &= 0 \\ \mu_{\text{SEDANG}} [40] &= \frac{42,5 - 40}{12,5} = 0,2 \\ \mu_{\text{BANYAK}} [40] &= \frac{40 - 30}{12,5} = 0,8 \end{aligned}$$

Berikutnya Derajat keanggotaan tiap variabel dari Input : $x_2 = 30$

$$\begin{aligned} \mu_{\text{SEDIKIT}} [30] &= 0 \\ \mu_{\text{SEDANG}} [30] &= \frac{30 - 17,5}{12,5} = 1 \\ \mu_{\text{BANYAK}} [30] &= 0 \end{aligned}$$

Berikutnya Derajat keanggotaan tiap variabel dari Input : $x_3 = 50$

$$\begin{aligned} \mu_{\text{SEDIKIT}} [50] &= 0 \\ \mu_{\text{SEDANG}} [50] &= 0 \\ \mu_{\text{BANYAK}} [50] &= \frac{55 - 50}{12,5} = 0,4 \end{aligned}$$

Berikutnya Derajat keanggotaan tiap variabel Input : $x_4 = 50$

$$\begin{aligned} \mu_{\text{SEDIKIT}} [50] &= 0 \\ \mu_{\text{SEDANG}} [50] &= 0 \\ \mu_{\text{BANYAK}} [50] &= \frac{55 - 50}{12,5} = 0,4 \end{aligned}$$

Selanjutnya setelah dilakukan perhitungan fuzzy akan dilakukan pembentukan aturan fuzzy sebagai berikut :

[R1] IF Penjualan SEDIKIT and Promosi Potongan Harga SEDIKIT and Kualitas Produk SEDIKIT and Pemasaran SEDIKIT
THEN Jumlah Tarik Minat Masyarakat = 16,04167;

$$\begin{aligned} \alpha\text{-predikat}_1 &= \min (\mu_{\text{SEDIKIT}} (40); \\ &\mu_{\text{SEDIKIT}} (30); \mu_{\text{SEDIKIT}} (50); \mu_{\text{SEDIKIT}} (50)) \\ &= \min (0;0;0;0) \\ &= 0 \\ Z_1 &= 16,04167 \end{aligned}$$

Untuk selanjutnya akan dilakukan perhitungan yang sama dari [R2] sampai dengan [R81] untuk mencari nilai α -predikat.

Karena α -predikat tidak nol hanya terdapat pada aturan [R45],[R72], maka dengan menggunakan metode *defuzzy weighted average* maka rata – rata jumlah penumpang adalah :

$$\begin{aligned} Z &= \frac{\alpha_{45} Z_{45} + \alpha_{72} Z_{72}}{\alpha_{45} + \alpha_{72}} \\ &= \frac{0,2 * 32,70833 + 0,4 * 35,83333}{0,2 + 0,4} \\ Z &= \frac{14,333332}{0,6} = 23,888 \end{aligned}$$

4.2.5. Pembentukan Fungsi Keanggotaan AMDK Nasional

Ada sebanyak 81 pasangan data, yaitu penjualan ke- i (x_1), Promosi potongan harga ke- i (x_2), Kualitas produk ke- i (x_3), dan pemasaran ke- i (x_4), dengan rata-rata jumlah tarik minat masyarakat ke- i (y), ($i = 1,2,3,\dots,81$).

Pada variabel Penjualan AMDK nasional (x_1), data yang dimiliki adalah 17,5 Produk, 30 Produk dan 42,5 Produk, Dengan

demikian variabel ini bisa dibagi menjadi 3 himpunan Fuzzy, yaitu SEDIKIT, SEDANG dan BANYAK. Himpunan Fuzzy SEDIKIT akan memiliki domain [5 30], dengan derajat keanggotaan SEDIKIT tertinggi (=1) terletak pada nilai 17,5. Apabila penjualan semakin melebihi 4 produk, maka penjualan sudah semakin mendekati SEDANG. Himpunan Fuzzy SEDIKIT direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan segitiga dengan derajat tinggi apabila penjualan semakin mendekati 17,5 Produk. Fungsi keanggotaan untuk himpunan SEDIKIT.

$$\mu_{SEDIKIT}[x_1] = \begin{cases} 0, & x_1 \leq 5 \text{ atau } x_1 \geq 30 \\ \frac{x_1 - 5}{12,5}, & 5 \leq x_1 \leq 17,5 \\ \frac{30 - x_1}{12,5}, & 17,5 \leq x_1 \leq 30 \end{cases}$$

Himpunan Fuzzy SEDANG akan memiliki domain [17,5 42,5], dengan derajat keanggotaan SEDANG tertinggi (=1) terletak pada nilai 30. Apabila penjualan semakin kurang dari 30 Produk, maka penjualan sudah semakin mendekati SEDIKIT. Namun apabila mobilitas semakin melebihi 30 Produk, maka kondisi penjualan sedang semakin mendekati BANYAK. Himpunan Fuzzy SEDANG direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan segitiga dengan derajat tinggi apabila penjualan semakin mendekati 30 Produk. Fungsi keanggotaan untuk himpunan SEDANG.

$$\mu_{SEDANG}[x_1] = \begin{cases} 0, & x_1 \leq 17,5 \text{ atau } x_1 \geq 42,5 \\ \frac{x_1 - 17,5}{12,5}, & 17,5 \leq x_1 \leq 30 \\ \frac{42,5 - x_1}{12,5}, & 30 \leq x_1 \leq 42,5 \end{cases}$$

Himpunan Fuzzy BANYAK akan memiliki domain [30 55], dengan derajat keanggotaan BANYAK tertinggi (=1) terletak pada nilai 42,5 Produk. Apabila penjualan semakin kurang dari 42,5 Produk, maka kondisi penjualan sudah semakin SEDANG. Namun apabila penjualan semakin melebihi 42,5 Produk, maka penjualan sudah semakin mendekati SANGAT BANYAK dan keluar dari pembicaraan data penelitian. Himpunan Fuzzy BANYAK direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan segitiga dengan derajat keanggotaan semakin tinggi apabila penjualan semakin mendekati 42,5 Produk. Fungsi keanggotaan untuk himpunan BANYAK.

$$\mu_{BANYAK}[x_1] = \begin{cases} 0, & x_1 \leq 30 \text{ atau } x_1 \geq 55 \\ \frac{x_1 - 30}{12,5}, & 30 \leq x_1 \leq 42,5 \\ \frac{55 - x_1}{12,5}, & 42,5 \leq x_1 \leq 55 \end{cases}$$

4.2.6. Pembentukan Aturan Fuzzy AMDK Nasional

Terdapat 81 kombinasi penjualan, promosi potongan harga, kualitas produk, pemasaran produk. Untuk itu aturan Fuzzy yang dapat juga 81 aturan, dengan catatan bahwa setiap aturan yang dibentuk menyertakan semua variabel. Metode inferensi Fuzzy yang akan digunakan adalah Metode Sugeno orde-0. Pada metode ini, anteseden direpresentasikan dengan proposisi dalam himpunan Fuzzy, sedangkan konsekuen direpresentasikan dengan sebuah konstanta.

Ke – 81 aturan tersebut adalah sebagai berikut :

[R1] IF Penjualan SEDIKIT and Promosi harga SEDIKIT and Kualitas produk SEDIKIT and Pemasaran SEDIKIT
THEN Jumlah tarik minat masyarakat = 16,04167

4.2.7. Pengujian AMDK Nasional

Setelah memperoleh 81 aturan fuzzy dilakukan pengujian untuk mendapatkan nilai output.

Derajat keanggotaan tiap variabel dari input $x_1 = 40$

$$\begin{aligned} \mu_{SEDIKIT}[40] &= 0 \\ \mu_{SEDANG}[40] &= \frac{42,5 - 40}{12,5} = 0,2 \\ \mu_{BANYAK}[40] &= \frac{40 - 30}{12,5} = 0,8 \end{aligned}$$

Berikutnya Derajat keanggotaan tiap variabel dari Input : $x_2 = 30$

$$\mu_{SEDIKIT}[30] = \frac{30 - 30}{12,5} = 0$$

$$\begin{aligned} \mu_{SEDANG}[30] &= \frac{30 - 17,5}{12,5} = 1 \\ \mu_{BANYAK}[30] &= 0 \end{aligned}$$

Berikutnya Derajat keanggotaan tiap variabel dari Input : $x_3 = 30$

$$\begin{aligned} \mu_{SEDIKIT}[30] &= 0 \\ \mu_{SEDANG}[30] &= \frac{30 - 17,5}{12,5} = 1 \\ \mu_{BANYAK}[30] &= 0 \end{aligned}$$

Berikutnya Derajat keanggotaan tiap variabel Input : $x_4 = 30$

$$\begin{aligned} \mu_{SEDIKIT}[30] &= \frac{30 - 30}{12,5} = 0 \\ \mu_{SEDANG}[30] &= \frac{30 - 17,5}{12,5} = 1 \\ \mu_{BANYAK}[30] &= 0 \end{aligned}$$

Selanjutnya setelah dilakukan perhitungan fuzzy akan dilakukan pembentukan aturan fuzzy sebagai berikut :

[R1] IF Penjualan SEDIKIT and Promosi Potongan Harga SEDIKIT and Kualitas Produk SEDIKIT and Pemasaran SEDIKIT
THEN Jumlah Tarik Minat Masyarakat = 16,04167;

$$\begin{aligned} \alpha\text{-predikat}_1 &= \min (\mu_{\text{SEDIKIT}}(40); \\ &\mu_{\text{SEDIKIT}}(30); \mu_{\text{SEDIKIT}}(30); \mu_{\text{SEDIKIT}}(30)) \\ &= \min (0; 0,2; 0; 0) \\ &= 0 \\ Z_1 &= 16,04167 \end{aligned}$$

Untuk selanjutnya akan dilakukan perhitungan yang sama dari [R2] sampai dengan [R81] untuk mencari nilai α -predikat.

Karena α -predikat tidak nol hanya terdapat pada aturan [R41],[R68], maka dengan menggunakan metode defuzzy weighted average maka rata – rata jumlah penumpang adalah :

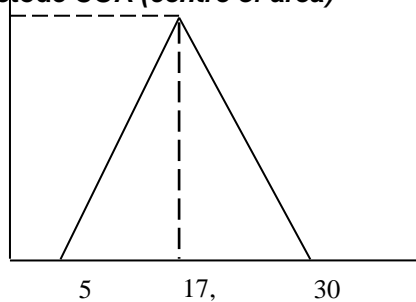
$$\begin{aligned} Z &= \frac{\alpha_{41}z_{41} + \alpha_{68}z_{68}}{\alpha_{41} + \alpha_{68}} \\ Z &= \frac{0,2 \cdot 27,5 + 0,8 \cdot 30,625}{0,2 + 0,8} \\ Z &= \frac{30}{1} = 30 \end{aligned}$$

Dari hasil pengujian penghitungan manual dengan hasil pengujian penghitungan menggunakan program Matlab hasilnya sama.

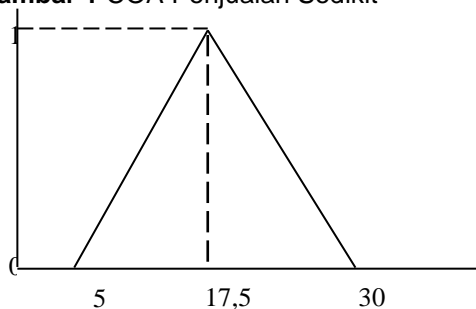
4.3 Fuzzy Mamdani

Pada tahapan inilah tujuan inti dari penelitian yaitu membandingkan hasil dari beberapa metode yang ada pada proses defuzzifikasi. Metode defuzzifikasi pada kasus ini dilakukan dengan menggunakan metode COA (*centre of area*), Bisektor, Mom (*Mean Of Maximum*), Lom (*Largest Of Maximum*), Dan Som (*Smallest Of Maximum*), untuk menentukan nilai crisp x, didapat dari fungsi keanggotaan yang terbentuk dari proses komposisi semua output. Namun dalam penelitian ini penulis menggunakan metode COA (*centre of area*) dan Bisektor. Berikut akan di jabarkan hasil dari metode defuzzifikasi tersebut.

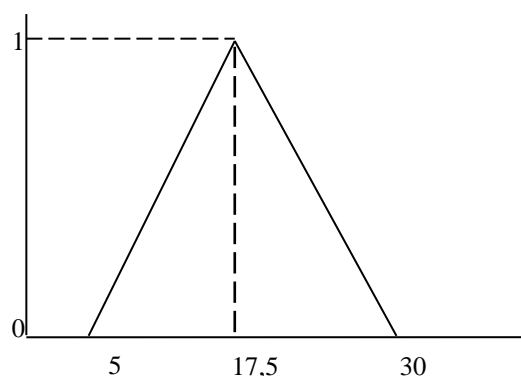
4.3.1 Metode COA (*centre of area*)



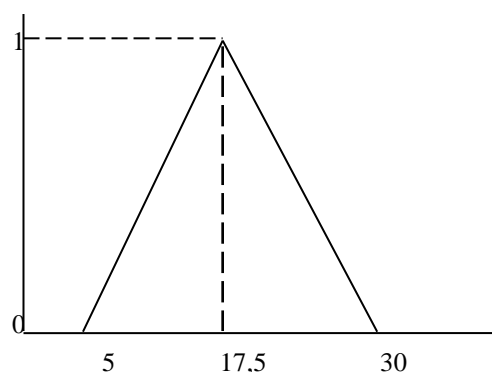
Gambar 1 COA Penjualan Sedikit



Gambar 2 COA Promosi Sedikit



Gambar 3 COA Kualitas Sedikit



Gambar 4 COA Pemasaran Sedikit

Berdasarkan gambar di atas terdapat gambar grafik pada COA Penjualan sedikit, COA Promosi sedikit, COA Kualitas sedikit, COA Pemasaran sedikit dan persamaanya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Z_1 &= COA_{\text{Penjualan}} + COA_{\text{Promosi}} + COA_{\text{Kualitas}} \\ &\quad + COA_{\text{Pemasaran}} \\ &= \frac{5,0+17,5,1+30,0}{0+1+0} + \frac{5,0+17,5,1+30,0}{0+1+0} + \\ &\quad \frac{5,0+17,5,1+30,0}{0+1+0} + \frac{5,0+17,5,1+30,0}{0+1+0} \\ &= \frac{17,5+17,5+17,5+17,5}{0+1+0} \\ &= \frac{70}{1} = 70 \\ &= \frac{70}{4} \\ &= 17,5 \end{aligned}$$

Jadi, hasil akhir yang didapat menggunakan metode centroid adalah 17,5

4.3.2 Bisektor

$$\begin{aligned} Z_1 &= BIS_{\text{Penjualan}} + BIS_{\text{Promosi}} + BIS_{\text{Kualitas}} \\ &\quad + BIS_{\text{Pemasaran}} \\ &= \frac{0+1+0}{2} + \frac{0+1+0}{2} + \frac{0+1+0}{2} + \frac{0+1+0}{2} \\ &= \frac{4}{2} = 2 \\ &= 2 \times 20 \\ &= 40 \end{aligned}$$

Jadi, hasil akhir yang di dapat dengan menggunakan metode bisektor adalah 40.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan yaitu dari hasil perhitungan manual dan Matlab dengan menggunakan metode Sugeno orde-0 dan Fuzzy Mamdani metode Centroid. Terdapat Hasil perbandingan metode yang digunakan pada penelitian ini berdasarkan pada air minum dalam kemasan (AMDK) lokal dan nasional. Pada AMDK lokal, Fuzzy Sugeno mempunyai nilai MSE 978,4227 dan nilai MAPE 0,4227, Fuzzy Mamdani metode Centroid mempunyai nilai MSE 853,7536 dan nilai MAPE 0,4034, kemudian Fuzzy Mamdani metode Bisektor mempunyai nilai MSE 754,7945 dan MAPE 0,4320. Pada AMDK nasional Fuzzy Sugeno mempunyai nilai MSE 987,7291 dan nilai MAPE 0,4120, Fuzzy Mamdani metode Centroid mempunyai nilai MSE 861,2389 dan nilai MAPE 0,3960, kemudian Fuzzy Mamdani metode Bisktor mempunyai nilai MSE 754,7945 dan MAPE 0,4320. Berdasarkan nilai MSE dan MAPE diatas, fuzzy Mamdani metode Centroid merupakan metode yang terbaik karena nilai MSE dan MAPE paling kecil .

Saran

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan ada beberapa variabel yang digunakan. Untuk penelitian selanjutnya bisa dikembangkan lagi beberapa variabel lain yang diduga mempengaruhi minat masyarakat terhadap produk air minum dalam kemasan lokal dan nasional. Kemudian peneliti selanjutnya bisa melakukan prediksi dan menganalisa faktor-faktor nya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfa, 2018. AMDK Adalah Air Minum Dalam Kemasan.
- asfihan, A., 2019. Air Adalah: Pengertian, Manfaat, dan Sumber Air di Alam.
- Deril, M. & Novirina, H., 2014. Uji Parameter Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) Di Kota Surabaya. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan Vol. 6 No. 1*, pp. 56-57.
- Florence, A., 2015. Industri Air Minum Dalam Kemasan (AMDK). *Journal article*.
- Imrona, M. S., 2015. *Implementasi Fuzzy Sugeno untuk Perubahab Perilaku NPC (DINOSAURUS) pada Game Dino Escape*, pp. 13-14.
- Kristien margi S, S. p., 2015. *Analisa dan penerapan metode single exponential smoothing untuk prediksi penjualan pada periode tertentu*, p. 261.
- Kurniawan, A., 2014. Penentuan Strategi Pemasaran Pemakaian Kartu SGM di FIMA USU Menggunakan Teori Permainan Fuzzy. In: Medan: Universitas Sumatera Utara, p. 3.
- Kusumadewi, S., Hartati, S., Harjoko, A. & Wandoyo, R., 2006. *Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (Fuzzy MADM)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Margolang, M. A. A., 2009. Analisis Tingkat Kesukaan Konsumen Terhadap Air Minum Dalam Kemasan.
- Meimaharani, R. & Listyorini, T., 2014. *Analisis Sistem Inference Fuzzy Sugeno Dalam Menentukan Harga Penjualan Tanah untuk Pembangunan Minimarket*, p. 91.
- Meimaharani, R. & Listyorini, T., 2014. *Analisis Sistem Inference Fuzzy Sugeno Dalam Menentukan Harga Penjualan Tanah untuk Pembangunan Minimarket*, p. 90.
- Yulianto, T. & Amalia, R., 2017. *Pengambilan Keputusan Posisi Garam yang Potensial di Pesisir Pantai Madura menggunakan Fuzzy K-Nearest Neighbor (FKNN)*, p. 10.
- Zainuddin, M., 2018. *perbandingan kurikulum 2013 dan kurikulum ktsp menggunakan fuzzy mamdani metode centroid*. s.l.:s.n.