

LOGIKA FUZZY DALAM MENENTUKAN BIAYA PEMBANGUNAN RUMAH MENGGUNAKAN METODE SUGENO

Rosida V Nainggolan, Pastima Simanjuntak
Program Studi Teknik Informatika, Universitas Putera Batam
(Naskah diterima: 1 Juni 2020, disetujui: 28 Juli 2020)

Abstract

In general, housing construction is determined by the supply of goods, the price of raw materials and the time it takes to produce a building output. Where problems in the form of determining the cost of housing construction that still uses manual methods and building costs that depend on individual consumer demand. This will make it difficult for companies to maximize the determination of the amount of development costs. By applying the fuzzy logic Sugeno method that can determine the amount of construction costs starting from the price of material, labor costs, time of work, and the type of housing. Research using supporting software namely matlab can determine the amount of development costs. So the company can determine the amount of construction costs from the price of a housing that was before it was built. The results of the data processing matlab is the determination of the amount of cheap and expensive housing prices.

Keywords: Cost magnitude, Fuzzy logic, House construction, Matlab, Sugeno

Abstrak

Secara umum, konstruksi perumahan ditentukan oleh pasokan barang, harga bahan baku, dan waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan output bangunan. Dimana masalah berupa penentuan biaya konstruksi perumahan yang masih menggunakan metode manual dan biaya bangunan yang bergantung pada permintaan konsumen individu. Ini akan menyulitkan perusahaan untuk memaksimalkan penentuan jumlah biaya pengembangan. Dengan menerapkan metode fuzzy logic Sugeno yang dapat menentukan jumlah biaya konstruksi mulai dari harga bahan, biaya tenaga kerja, waktu kerja, dan jenis perumahan. Penelitian menggunakan perangkat lunak pendukung yaitu matlab dapat menentukan jumlah biaya pengembangan. Sehingga perusahaan dapat menentukan jumlah biaya konstruksi dari harga perumahan yang sebelumnya dibangun. Hasil pengolahan data matlab adalah penentuan jumlah harga rumah murah dan mahal.

Kata kunci: Besarnya biaya, Logika fuzzy, Konstruksi rumah, Matlab, Sugeno

I. PENDAHULUAN

Perkembangan pertumbuhan di kota Batam ini juga sangat dipengaruhi oleh biaya yang digunakan dalam pembangunan. Dengan adanya kecerdasan buatan yang memiliki potensi besar untuk diimplementasikan pada fungsi sistem penafsiran dan penarikan kesimpulan dengan lebih akurat dan juga dapat menentukan besaran biaya pembangunan rumah maka digunakan logika *fuzzy* yang dapat memberi kesimpulan dan mengurangi tingkat kekeliruan dalam penentuan besaran biaya pembangunan. Salah satu perusahaan yang berkembang dibidang industri dikota Batam adalah PT Buana Cipta.

Perusahaan ini telah banyak bekerja sama dengan perusahaan lain dikota Batam. Dimana permasalahan berupa penentuan biaya pembangunan rumah yang masih menggunakan metode manual serta biaya bangunan yang bergantung terhadap permintaan dari penjual secara individu. Hal ini akan menyulitkan perusahaan untuk memaksimalkan penentuan jumlah biaya pembangunan. Umumnya pembangunan rumah ditentukan dari persediaan barang, permintaan barang, harga bahan baku dan waktu pengerjaan yang menghasilkan *output* hasil bangunan sedikit atau banyak. Maka

dibutuhkan *fuzzy* logic untuk menentukan hasil besaran biaya pembangunan.

Untuk menyelesaikan masalah tersebut pihak perusahaan, seharusnya manager hendaknya membuat suatu keputusan yang tepat dalam menentukan jumlah besaran biaya pembangunan yang diperlukan dalam mengatasi permintaan konsumen dengan biaya pembangunan seminimal mungkin tanpa ada hasil besaran biaya yang berlebih. Maka dengan mengimplementasikan metode *fuzzy* sugeno.

II. KAJIAN TEORI

Kecerdasan Buatan

Kecerdasan buatan atau *Artificial Intelligence (AI)* itu sendiri dimunculkan oleh seorang profesor dari *Massachusetts Institute of Technology* yang bernama John McCarthy pada tahun 1956 pada Dartmouth Conference yang dihadiri oleh para peneliti AI. Pada konferensi tersebut juga didefinisikan tujuan utama dari kecerdasan buatan, yaitu mengetahui dan memodelkan proses-proses berpikir manusia dan mendesain mesin agar dapat menirukan kelakuan manusia tersebut. (Sutojo, Edy Mulyanto, 2011)

Fuzzy Logic

Logika *fuzzy* merupakan sistem pemecah permasalahan yang diperkenalkan pertama kali oleh seorang Profesor dari University of

Calivornia yaitu Lotfi Astor Zadeh pada tahun 1962 yang memberi cara untuk memetakan ruang *input* ke dalam ruang *output*.

Fuzzy Logic terdapat rentang nilai derajat keanggotaan dari 0 sampai dengan 1, sedangkan nilai satu dan nol adalah dua nilai yang dimiliki oleh logika digital atau diskrit. 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. Logika *Fuzzy* ini dapat digunakan di berbagai bidang, seperti pada sistem diagnosis penyakit (dalam bidang kedokteran); pemodelan sistem pemasaran, riset operasi (dalam bidang ekonomi), kendali air, prediksi adanya gempa bumi, klasifikasi dan pencocokan pola (dalam bidang teknik).

Fungsi Keanggotaan

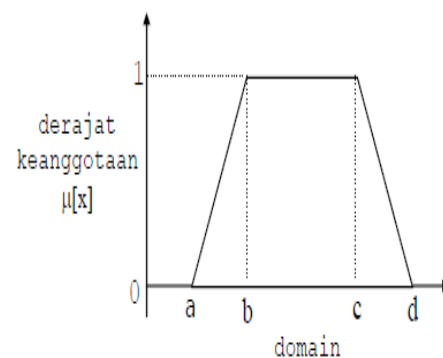
Fungsi Keanggotaan disebut juga *membership function* adalah grafik yang mewakili besar dari derajat keanggotaan masing-masing variabel masukan (*input*) yang berada dalam interval antara 0 dan 1. Derajat keanggotaan sebuah variabel x dilambangkan dengan simbol $\mu(x)$. Rule-rule yang menggunakan nilai keanggotaan sebagai faktor bobot untuk menentukan pengaruh pada saat melakukan

inferensi untuk menarik kesimpulan.(Sutojo, Edy Mulyanto, 2011).

Ada beberapa fungsi keanggotaan yang digunakan, yaitu:

1. Representasi kurva Trapesium

Pada grafik keanggotaan kurva trapesium secara dasar (*fundamental*) memiliki bentuk seperti segitiga tapi hanya ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan satu seperti terlihat pada gambar berikut ini:



Gambar Representasi Kurva Trapesium

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ (x-a)/(b-a) & ; a \leq x \leq b \\ 1 & ; b \leq x \leq c \\ (d-x)/(d-c) & ; x \geq d \end{cases}$$

Rumus Kurva Trapesium

Fungsi Implikasi

Dalam basisi pengetahuan *fuzzy*, pada setiap aturan (*rule*) biasanya memiliki koneksi terhadap relasi *fuzzy* (Sutojo, Edy Mulyanto, 2011).

Di bawah ini merupakan pola aturan untuk fungsi aplikasi.

IF x is A THEN y is B

a. Metode Sugeno

Metode *fuzzy* Sugeno dikenal dengan metode max-min. Logika metode *fuzzy* sugeno memiliki kesamaan dengan metode *fuzzy* mamdani, perbedaan terjadi pada keluaran (*output*) sistem yang tidak berbentuk himpunan *fuzzy*, tetapi dalam bentuk konstan atau persamaan linear.

1. Variabel Harga Material

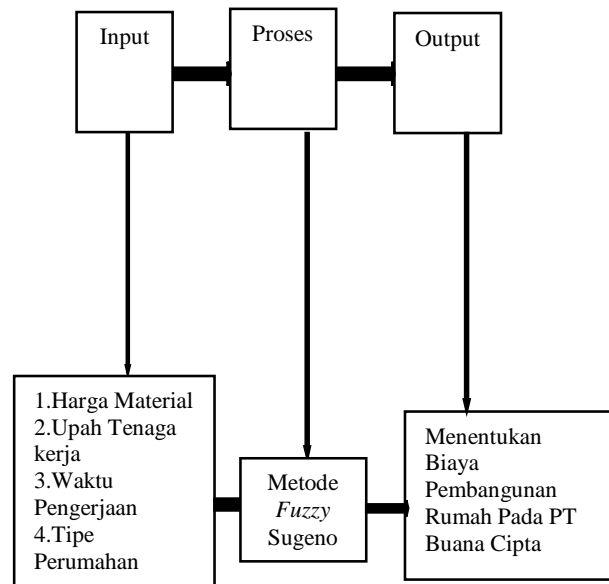
Harga Material adalah berapa besar biaya atau dana yang dikeluarkan untuk membangun sebuah bangunan. Ketidakpastian yang terjadi dalam penyediaannya akan berakibat kurang baik pada pihak-pihak yang terlibat di dalamnya. Biaya dalam pembangunan dilakukan dengan tujuan tertentu tergantung dari siapa atau pihak yang membuatnya.

Software Pendukung

Matlab

Matlab adalah singkatan dari *matrix laboratory*. Oleh karena itu pemahaman terhadap konsep matrik harus memadai agar dapat memanfaatkan matlab sebagai bahasa komputasi dengan maksimal.

Kerangka Pemikiran



III. METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Desain penelitian adalah proses atau cara yang akan diterapkan dalam penelitian. Ini berarti bahwa penelitian ini meliputi perencanaan dan melakukan studi kasus dalam penelitian.

Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data (*data collection*) merupakan tahapan proses riset dimana peneliti menerapkan cara dan teknik ilmiah dalam rangka mengumpulkan data sistematis untuk keperluan analisis.

Operasional Variabel

Operasionalisasi variabel diperlukan guna menentukan jenis dan indikator dari variabel-variabel yang terkait dalam peneliti-

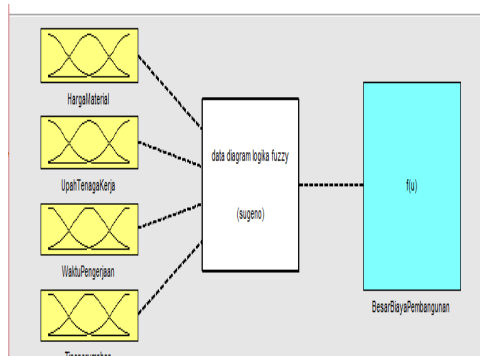
an ini. Disamping itu, operasionalisasi variabel bertujuan untuk memudahkan pengumpulan data dan menghindari perbedaan serta membatasi ruang lingkup.

IV. HASIL PENELITIAN

Adapun tujuan dari penerapan logika *fuzzy* ini adalah untuk menyempurnakan anggaran biaya pembangunan yang sudah ada sebelumnya. Aktivitas atau kegiatan yang terdapat pada penerapan biaya pembangunan rumah yang lama masih menggunakan metode manual.

Analisa Data

Pengolahan data dalam analisa logika Fuzzy dilakukan dengan bantuan MATLAB dalam pembentukan himpunan *fuzzy*, aturan-aturan (*Rule Base*), pembentukan komposisi aturan (*fuzzifikasi*), dan penegasan (*Defuzzifikasi*).



Gambar Diagram Logika *Fuzzy*

Sumber: Olah Data Matlab

Pembentukan Himpunan *Fuzzy*

Dalam tahap ini dilakukan pembentukan himpunan *fuzzy* berdasarkan hasil analisis data parameter, yaitu dengan menetapkan nilai *linguistic* dan *numeric*.

Tabel: Himpunan *Fuzzy*

Nama Variabel	Himpunan <i>Fuzzy</i>
Harga Material (HM)	Rendah
	Sedang
	Tinggi
Upah Tenaga Kerja (UTK)	Sedikit
	Sedang
	Banyak
Waktu Pengerjaan (WP)	Sebentar
	Sedang
	Lama
Tipe Perumahan (TP)	Sempit
	Sedang
	Lebar
Besar Biaya Bangunan	Murah
	Mahal

Sumber: Data Olahan Penelitian

Semesta Pembicaraan

Himpunan semesta atau himpunan pembicaraan adalah himpunan yang memuat semua anggota atau objek himpunan yang dibicarakan

Tabel: Semesta Pembicaraan

Fungsi	Nama Variabel	Semesta Pembicaraan
Input	Harga Material	[0 140]
	Upah Tenaga Kerja	[0 21]
	Waktu Pengerjaan	[0 3,5]
	Tipe Perumahan	[0 58]
Output	Besar Biaya Pembangunan	[0 1]

Sumber: Data Olahan Penelitian

Himpunan Fuzzy

Tabel di bawah ini merupakan himpunan Fuzzy dari variabel input dan output yang terdapat dalam penelitian serta dengan domain dari himpunan fuzzy tersebut.

Tabel: Domain Himpunan Fuzzy

Nama Variabel	Himpunan Fuzzy	Domain
Harga Material (HM)	Rendah	[0 0 60 80]
	Sedang	[60 80 100]
	Tinggi	[80 100 140 140]
Upah Tenaga Kerja (UTK)	Sedikit	[0 0 6 10]
	Sedang	[6 10 14]
	Banyak	[10 14 16 16]
Waktu Pengerjaan (WP)	Sebentar	[0 0 1 1,5]
	Sedang	[1 1,5 2]
	Lama	[1,5 2 3,5 3,5]
Tipe Perumahan (TP)	Sempit	[0 0 30 36]
	Sedang	[30 36 48]
	Lebar	[36 48 58 58]
Besar Biaya Bangunan	Murah	[0]
	Mahal	[1]

Sumber: Data Olahan Penelitian

Pembahasan

Pengujian

1. Pembentukan Himpunan Fuzzy

Input: Harga Material nilai $x = 90$; Upah Tenaga kerja nilai $x = 11$; Waktu Pengerjaan nilai $x = 2$; Tipe Perumahan nilai $x = 38$.

1. Harga Material, meliputi 3 himpunan fuzzy, antara lain Rendah, Sedang, dan Tinggi. Dengan nilai yang telah diketahui Harga Material $x=90$, maka:

$$\mu \text{ Rendah } [90] = 0$$

$$\mu \text{ Sedang } [90] = (100-x) / (100-80) = (100-90) / 20 = 10 / 20 = 0,5$$

$$\mu \text{ Tinggi } [90] = (x-80) / (100-80) = (90-80) / 20 = 10 / 20 = 0,5$$

2. Upah Tenaga Kerja, meliputi 3 himpunan fuzzy, antara lain Sedikit, Sedang, Banyak. Dengan nilai yang telah diketahui $x=11$, maka:

$$\mu \text{ Sedikit } [11] = 0$$

$$\mu \text{ Sedang } [11] = (14 - x) / (14 -10) = (14-11) / 4 = 3/4 = 0,75$$

$$\mu \text{ Banyak } [11] = (x - 10) / (14 -10) = (11-10) / 4 = 3/4 = 0,25$$

3. Waktu Pengerjaan, meliputi 3 himpunan fuzzy, antara lain Sebentar, Sedang, Lama. Dengan nilai yang telah diketahui $x=2$, maka

$$\mu \text{ Sebentar } [2] = 0$$

$$\mu \text{ Sedang } [2] = (2-x) / (2-1,5) = (2-2) / 0,5 = 0/0,5 = 0$$

$$\mu \text{ Lama } [2] = 1$$

4. Tipe Perumahan, meliputi 3 himpunan fuzzy, antara lain Sempit, Sedang, Lebar. Dengan nilai yang telah diketahui $x= 38$, maka:

$$\mu \text{ Sempit } [38] = 0$$

$$\mu \text{ Sedang } [38] = (48-x) / (48-36) = (48-38) / 12 = 10/12 = 0,83$$

$$\mu \text{ Lebar } [38] = (x-36) / (48-36) = (38-36)/12 = 2/12 = 0,16$$

Fungsi Implikasi

Pada tahap selanjutnya yaitu menerapkan fungsi implikasi untuk memperoleh nilai *output* daerah *fuzzy* dari masing-masing *rule* yang berlaku.

Fungsi Implikasi yang dipakai adalah metode *min*. Adapun nilai derajat keanggotaan yang terpengaruh adalah sebagai berikut:

[R1] *if* Harga Material(HM) Tinggi *and* Upah Tenaga Kerja(UTK) Banyak *and* Waktu Pengerjaan (WP) Lama *and* Tipe Perumahan (TP) Lebar, *then* Besar Biaya Pembangunan *is* Mahal.

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{pred}}[R1] &= \mu \text{ Tinggi (HM)} \cap \mu \text{ Banyak (UTK)} \cap \mu \text{ Lama (WP)} \cap \mu \text{ Lebar (TP)} \\ &= \min (\text{Tinggi (HM)} \cap \mu \text{ Banyak (UTK)} \cap \mu \text{ Lama(WP)} \cap \mu \text{ Lebar (TP)}) \\ &= \min (0,5 \cap 0,25 \cap 1 \cap 0,16) \\ &= 0,16\end{aligned}$$

Hasil Keputusan Variabel

$$Z1 = 1$$

[R2] *if* Harga Material(HM) Tinggi *and* Upah Tenaga Kerja (UTK) Banyak *and* Waktu Pengerjaan (WP) Lama *and* Tipe Perumahan

(TP) Sedang, *then* Besar Biaya Pembangunan *is* Mahal.

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{pred}}[R2] &= \mu \text{ Tinggi (HM)} \cap \mu \text{ Banyak (UTK)} \cap \mu \text{ Lama(WP)} \cap \mu \text{ Sedang (TP)} \\ &= \min (\text{Tinggi (HM)} \cap \mu \text{ Banyak (UTK)} \cap \mu \text{ Lama(WP)} \cap \mu \text{ Sedang (TP)}) \\ &= \min (0,5 \cap 0,25 \cap 1 \cap 0,83) \\ &= 0,16\end{aligned}$$

Hasil Keputusan Variabel

$$Z2 = 1$$

[R10] *if* Harga Material (HM) Tinggi *and* Upah Tenaga Kerja (UTK) Sedang *and* Waktu Pengerjaan (WP) Lama *and* Tipe Perumahan (TP) Lebar, *then* Besar Biaya Pembangunan *is* Mahal.

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{pred}}[R10] &= \mu \text{ Tinggi (HM)} \cap \mu \text{ Sedang (UTK)} \cap \mu \text{ Lama (WP)} \cap \mu \text{ Lebar (TP)} \\ &= \min (\text{Tinggi (HM)} \cap \mu \text{ Sedang (UTK)} \cap \mu \text{ Lama(WP)} \cap \mu \text{ Lebar (TP)}) \\ &= \min (0,5 \cap 0,75 \cap 1 \cap 0,16) \\ &= 0,16\end{aligned}$$

Hasil Keputusan Variabel

$$Z10 = 1$$

[R11] *if* Harga Material (HM) Tinggi *and* Upah Tenaga Kerja (UTK) Sedang *and* Waktu

Pengerjaan (WP) Lama *and* Tipe Perumahan (TP) Sedang, *then* Besar Biaya Pembangunan *is* Mahal.

$$\begin{aligned}\alpha_{pred}[R11] &= \mu \text{ Tinggi (HM)} \cap \mu \text{ Sedang (UTK)} \cap \mu \text{ Lama (WP)} \cap \mu \text{ Sedang (TP)} \\ &= \min (\text{Tinggi (HM)} \cap \mu \text{ Sedang (UTK)} \cap \mu \text{ Lama (WP)} \cap \mu \text{ Sedang (TP)}) \\ &= \min (0,5 \cap 0,75 \cap 1 \cap 0,83) \\ &= 0,5\end{aligned}$$

Hasil Keputusan Variabel

$$Z11 = 1$$

[R28] *if* Harga Material(HM) Sedang *and* Upah Tenaga Kerja(UTK) Banyak *and* Waktu Pengerjaan (WP) Lama *and* Tipe Perumahan (TP) Lebar, *then* Besar Biaya Pembangunan *is* Mahal.

$$\begin{aligned}\alpha_{pred28} &= \mu \text{ Sedang (HM)} \cap \mu \text{ Banyak (UTK)} \cap \mu \text{ Lama (WP)} \cap \mu \text{ Lebar (TP)} \\ &= \min (\text{Sedang (HM)} \cap \mu \text{ Banyak (UTK)} \cap \mu \text{ Lama (WP)} \cap \mu \text{ Lebar (TP)}) \\ &= \min (0,5 \cap 0,25 \cap 1 \cap 0,16) \\ &= 0,16\end{aligned}$$

Hasil Keputusan Variabel

$$Z28 = 1$$

[R29] *if* Harga Material (HM) Sedang *and* Upah Tenaga Kerja(UTK) Banyak *and* Waktu Pengerjaan (WP) Lama *and* Tipe Perumahan (TP) Sedang, *then* Besar Biaya Pembangunan *is* Mahal.

$$\begin{aligned}\alpha_{pred29} &= \mu \text{ Sedang (HM)} \cap \mu \text{ Banyak (UTK)} \cap \mu \text{ Lama(WP)} \cap \mu \text{ Lebar (TP)} \\ &= \min (\text{Sedang (HM)} \cap \mu \text{ Banyak (UTK)} \cap \mu \text{ Lama (WP)} \cap \mu \text{ Sedang (TP)}) \\ &= \min (0,5 \cap 0,25 \cap 1 \cap 0,83) \\ &= 0,25\end{aligned}$$

Hasil Keputusan Variabel

$$Z29 = 1$$

[R37] *if* Harga Material (HM) Sedang *and* Upah Tenaga Kerja (UTK) Sedang *and* Waktu Pengerjaan (WP) Lama *and* Tipe Perumahan (TP) Sedang, *then* Besar Biaya Pembangunan *is* Mahal.

$$\begin{aligned}\alpha_{pred37} &= \mu \text{ Sedang (HM)} \cap \mu \text{ Sedang (UTK)} \cap \mu \text{ Lama (WP)} \cap \mu \text{ Sedang (TP)} \\ &= \min (\text{Sedang (HM)} \cap \mu \text{ Sedang (UTK)} \cap \mu \text{ Lama (WP)} \cap \mu \text{ Sedang (TP)}) \\ &= \min (0,5 \cap 0,75 \cap 1 \cap 0,16) \\ &= 0,16\end{aligned}$$

Hasil Keputusan Variabel

$$Z_{37} = 1$$

[R38] *if* Harga Material(HM) Sedang *and* Upah Tenaga Kerja(UTK) Sedang *and* Waktu Pengerjaan (WP) Lama *and* Tipe Perumahan (TP) Sedang, *then* Besar Biaya Pembangunan *is* Mahal.

$$\begin{aligned}\alpha_{pred38} &= \mu_{\text{Sedang}}(\text{HM}) \cap \mu_{\text{Sedang}}(\text{UTK}) \cap \mu_{\text{Lama}}(\text{WP}) \cap \mu_{\text{Sedang}}(\text{TP}) \\ &= \min(\mu_{\text{Sedang}}(\text{HM}) \cap \mu_{\text{Sedang}}(\text{UTK}) \cap \mu_{\text{Lama}}(\text{WP}) \cap \mu_{\text{Sedang}}(\text{TP})) \\ &= \min(0,5 \cap 0,75 \cap 1 \cap 0,83) \\ &= 0,5\end{aligned}$$

Hasil Keputusan Variabel

$$Z_{38} = 1$$

Defuzzifikasi

Pada metode Sugeno, proses *defuzzifikasi* dilakukan dengan cara mencari nilai rata-rata nya. Penulisan secara umum adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}Z &= \frac{(\alpha_1 * z_1) + (\alpha_2 * z_2) + \dots + (\alpha_{81} * z_{81})}{\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_{81}} \\ &= \frac{(\alpha_1 * z_1) + (\alpha_2 * z_2) + (\alpha_{10} * z_{10}) + (\alpha_{11} * z_{11}) + (\alpha_{28} * z_{28}) + (\alpha_{29} * z_{29}) + (\alpha_{37} * z_{37}) + (\alpha_{38} * z_{38})}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_{10} + \alpha_{11} + \alpha_{28} + \alpha_{29} + \alpha_{37} + \alpha_{38}} \\ &= \frac{(0,5 * 1) + (0,16 * 1) + (0,25 * 1) + (0,16 * 1) + (0,5 * 1) + (0,16 * 1) + (0,25 * 1) + (0,16 * 1)}{0,5 + 0,16 + 0,25 + 0,16 + 0,5 + 0,16 + 0,25 + 0,16}\end{aligned}$$

$$= \frac{2,14}{2,14}$$

$$= 1$$

Maka diperoleh hasil *defuzzifikasi* yang sudah dihitung manual pada pengujian pertama adalah 1 artinya Mahal.



Pengujian 2

Pembentukan Himpunan Fuzzy

Input: Harga Material nilai $x = 89$; Upah Tenaga kerja nilai $x = 13$; Waktu Pengerjaan nilai $x = 1,5$; Tipe Perumahan nilai $x = 40$.

1. Harga Material, meliputi 3 himpunan *fuzzy*, antara lain Rendah, Sedang, dan Tinggi. Dengan nilai yang telah diketahui Harga Material $x=89$, maka:

$$\mu_{\text{Rendah}}[89] = 0$$

$$\mu_{\text{Sedang}}[89] = (100-x) / (100-80) = (100-89) / 20 = 11/20 = 0,55$$

$$\mu_{\text{Tinggi}}[89] = (x-80) / (100-80) = (89-80) / 20 = 9 / 20 = 0,45$$

2. Upah Tenaga Kerja, meliputi 3 himpunan *fuzzy*, antara lain Sedikit, Sedang, Banyak. Dengan nilai yang telah diketahui $x=13$, maka:

$$\mu \text{ Sedikit } [13] = 0$$

$$\mu \text{ Sedang } [13] = (14 - x) / (14 - 10) = (14 - 13) / 4 = 1/4 = 0,25$$

$$\mu \text{ Banyak } [13] = (x - 10) / (14 - 10) = (13 - 10) / 4 = 3/4 = 0,75$$

3. Waktu Pengerjaan, meliputi 3 himpunan *fuzzy*, antara lain Sebentar, Sedang, Lama. Dengan nilai yang telah diketahui $x=1,5$ maka:

$$\mu \text{ Sebentar } [1,5] = (1,5 - x) / (1,5 - 1) = 0/0,5 = 0$$

$$\mu \text{ Sedang } [1,5] = (x - 1) / (1,5 - 1) = (1,5 - 1) / 0,5 = 0,5/0,5 = 1$$

$$\mu \text{ Lama } [1,5] = (x - 1,5) / (2 - 1,5) = (1,5 - 1,5) / 0,5 = 0/0,5 = 0$$

4. Tipe Perumahan, meliputi 3 himpunan *fuzzy*, antara lain Sempit, Sedang, Lebar. Dengan nilai yang telah diketahui $x= 40$, maka:

$$\mu \text{ Sempit } [40] = 0$$

$$\mu \text{ Sedang } [40] = (48 - x) / (48 - 36) = (48 - 40) / 12 = 8/12 = 0,66$$

$$\mu \text{ Lebar } [40] = (x - 36) / (48 - 36) = (40 - 36) / 12 = 4/12 = 0,33$$

Fungsi Implikasi

Pada tahap selanjutnya yaitu menerapkan fungsi implikasi untuk memperoleh nilai *output* daerah *fuzzy* dari masing-masing *rule* yang berlaku.

Fungsi Implikasi yang dipakai adalah metode *min*. Adapun nilai derajat keanggotaan yang terpengaruh adalah sebagai berikut:

[R4] *if* Harga Material(HM) Tinggi *and* Upah Tenaga Kerja (UTK) Banyak *and* Waktu Pengerjaan (WP) Sedang *and* Tipe Perumahan (TP) Lebar, *then* Besar Biaya Pembangunan *is* Mahal.

$$\begin{aligned} \alpha_{\text{pred}}[R4] &= \mu \text{ Tinggi (HM)} \cap \mu \text{ Banyak (UTK)} \cap \mu \text{ Sedang (WP)} \cap \mu \text{ Lebar (TP)} \\ &= \min \text{ Tinggi (HM)} \cap \mu \text{ Banyak (UTK)} \cap \mu \text{ Sedang (WP)} \cap \mu \text{ Lebar (TP)} \\ &= \min (0,45 \cap 0,75 \cap 1 \cap 0,33) \\ &= 0,33 \end{aligned}$$

Hasil Keputusan Variabel

$$Z4 = 1$$

[R5] *if* Harga Material(HM) Tinggi *and* Upah Tenaga Kerja(UTK) Banyak *and* Waktu Pengerjaan (WP) Sedang *and* Tipe Perumahan (TP) Sedang, *then* Besar Biaya Pembangunan *is* Mahal.

$$\begin{aligned}\alpha_{pred}[R5] &= \mu_{Tinggi} (HM) \cap \mu_{Banyak} (UTK) \cap \mu_{Sedang}(WP) \cap \mu_{Sedang} (TP) \\ &= \min Tinggi (HM) \cap \mu_{Banyak} (UTK) \cap \mu_{Sedang}(WP) \cap \mu_{Sedang} (TP) \\ &= \min (0,45 \cap 0,75 \cap 1 \cap 0,66) \\ &= 0,45\end{aligned}$$

Hasil Keputusan Variabel

$$Z5= 1$$

[R13] *if* Harga Material(HM) Tinggi *and* Upah Tenaga Kerja(UTK) Sedang *and* Waktu Pengerjaan(WP) Sedang *and* Tipe Perumahan (TP) Lebar, *then* Besar Biaya Pembangunan *is* Mahal.

$$\begin{aligned}\alpha_{pred}[R13] &= \mu_{Tinggi} (HM) \cap \mu_{Sedang} (UTK) \cap \mu_{Sedang}(WP) \cap \mu_{Lebar} (TP) \\ &= \min Tinggi (HM) \cap \mu_{Sedang} (UTK) \cap \mu_{Sedang}(WP) \cap \mu_{Lebar}(TP) \\ &= \min (0,45 \cap 0,55 \cap 1 \cap 0,33) \\ &= 0,33\end{aligned}$$

Hasil Keputusan Variabel

$$Z13= 1$$

[R14] *if* Harga Material(HM) Tinggi *and* Upah Tenaga Kerja (UTK) Sedang *and* Waktu Pengerjaan (WP) Sedang *and* Tipe Perumahan

(TP) Sedang, *then* Besar Biaya Pembangunan *is* Mahal.

$$\begin{aligned}\alpha_{pred}[R14] &= \mu_{Tinggi} (HM) \cap \mu_{Sedang} (UTK) \cap \mu_{Sedang}(WP) \cap \mu_{Sedang} (TP) \\ &= \min (Tinggi(HM) \cap \mu_{Sedang} (UTK) \cap \mu_{Sedang}(WP) \cap \mu_{Sedang}(TP) \\ &= \min (0,45 \cap 0,55 \cap 1 \cap 0,66) \\ &= 0,45\end{aligned}$$

Hasil Keputusan Variabel

$$Z14= 1$$

[R31] *if* Harga Material(HM) Sedang *and* Upah Tenaga Kerja(UTK) Banyak *and* Waktu Pengerjaan(WP) Sedang *and* Tipe Perumahan (TP) Lebar, *then* Besar Biaya Pembangunan *is* Mahal.

$$\begin{aligned}\alpha_{pred}[R31] &= \mu_{Sedang} (HM) \cap \mu_{Banyak} (UTK) \cap \mu_{Sedang}(WP) \cap \mu_{Lebar} (TP) \\ &= \min (Sedang (HM) \cap \mu_{Banyak} (UTK) \cap \mu_{Sedang}(WP) \cap \mu_{Lebar}(TP) \\ &= \min (0,55 \cap 0,75 \cap 1 \cap 0,33) \\ &= 0,33\end{aligned}$$

Hasil Keputusan Variabel

$$Z31= 1$$

[R32] *if* Harga Material(HM) Sedang *and* Upah Tenaga Kerja(UTK) Banyak *and* Waktu

Pengerjaan(WP) Sedang *and* Tipe Perumahan (TP) Sedang, *then* Besar Biaya Pembangunan *is* Mahal.

$$\begin{aligned}\alpha_{pred}[R32] &= \mu_{Sedang}(HM) \cap \mu_{Banyak}(UTK) \cap \mu_{Sedang}(WP) \cap \mu_{Sedang}(TP) \\ &= \min(Sedang(HM) \cap \mu_{Banyak}(UTK) \cap \mu_{Sedang}(WP) \cap \mu_{Sedang}(TP)) \\ &= \min(0,55 \cap 0,75 \cap 1 \cap 0,66) \\ &= 0,55\end{aligned}$$

Hasil Keputusan Variabel

$$Z32 = 1$$

[R40] *if* Harga Material(HM) Sedang *and* Upah Tenaga Kerja(UTK) Sedang *and* Waktu Pengerjaan(WP) Sedang *and* Tipe Perumahan (TP) Lebar, *then* Besar Biaya Pembangunan *is* Mahal.

$$\begin{aligned}\alpha_{pred}[R40] &= \mu_{Sedang}(HM) \cap \mu_{Sedang}(UTK) \cap \mu_{Sedang}(WP) \cap \mu_{Lebar}(TP) \\ &= \min(Sedang(HM) \cap \mu_{Sedang}(UTK) \cap \mu_{Sedang}(WP) \cap \mu_{Lebar}(TP)) \\ &= \min(0,55 \cap 0,25 \cap 1 \cap 0,33)\end{aligned}$$

$$= 0,25$$

Hasil Keputusan Variabel

$$Z40 = 1$$

[R41] *if* Harga Material(HM) Sedang *and* Upah Tenaga Kerja(UTK) Sedang *and* Waktu Pengerjaan(WP) Sedang *and* Tipe Perumahan (TP) Sedang, *then* Besar Biaya Pembangunan *is* Mahal.

$$\begin{aligned}\alpha_{pred}[R41] &= \mu_{Sedang}(HM) \cap \mu_{Sedang}(UTK) \cap \mu_{Sedang}(WP) \cap \mu_{Sedang}(TP) \\ &= \min(Sedang(HM) \cap \mu_{Sedang}(UTK) \cap \mu_{Sedang}(WP) \cap \mu_{Sedang}(TP)) \\ &= \min(0,55 \cap 0,25 \cap 1 \cap 0,66) \\ &= 0,25\end{aligned}$$

Hasil Keputusan Variabel

$$Z41 = 1$$

Hasil Perhitungan Manual dengan Matla

Tampilan ini merupakan hasil perbandingan antara menghitung manual dengan proses matlab dari Pengujian 1 sampel.

Tabel Pengujian Manual dan Matlab

No	Variabel						Output
	Harga Material	Upah Tenaga Kerja	Waktu Pengerjan	Tipe Perumahan	Manual	Matlab	Besar Biaya Pembangunan
1	90	11	2	38	1	1	Mahal
2	89	13	1,5	40	1	1	Mahal
3	61	8	1	28	0	0,5	Murah

Sumber: Data Olahan Peneliti

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian di atas, dapat dibuatkan kesimpulannya sebagai berikut:

1. Penerapan *fuzzy* Logic dalam menentukan besar biaya pembangunan di PT Buana Cipta dengan metode Sugeno sangat bermanfaat karena efektif dan efisien untuk diterapkan di Perusahaan.
2. Cara mengimplementasikan sistem pendukung keputusan menentukan besar biaya pembangunan di PT Buana Cipta dengan Logika *fuzzy* metode Sugeno menggunakan 4 kriteria variabel yaitu Harga Material, Upah Tenaga Kerja, Waktu Pengerjaan, Tipe Perumahan.
3. Permasalahan menentukan besar biaya pembangunan berdasarkan data di Pt Buana Cipta dapat diselesaikan dan dapat diterapkan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Azizah, E. N., Cholissodin, I., Mahmudy, W. F., & Brawijaya, U. 2015. OPTIMASI FUNGSI KEANGGOTAAN FUZZY TSUKAMOTO MENGGUNAKAN, 2(2), 79–82.
- Batubara, S. 2017. Analisis Perbandingan Metode Fuzzy Mamdani Dan Fuzzy Sugeno Untuk Penentuan Kualitas Cor Beton Instan, 2(1), 1–11.
- Handoko, K., Fajrin, A. A., & Kurniawan, B. 2018. Penerapan Logika Fuzzy Mamdani Menentukan Kok Terbaik Bulutangkis.
- Informatika, J. T., Teknik, F., & Oleo, U. H. 2016. Perancangan dan implementasi prototipe sistem pendeteksi asap dan panas pada ruangan tertutup menggunakan, 2(2), 167–174.
- Komputer, J. S., Badrul, M., Asari, A., & Romadona, S. 2020. Optimalisasi Pengadaan Jumlah Produksi Barang Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani, 4, 128–141.

- Kusumadewi, P. 2013. *logika Fuzzy*.
- Meimaharani, R., Teknik, D. F., Studi, P., Informatika, T., Kudus, U. M., Lisytorini, T. Kudus, U. M. 2014. ANALISIS SISTEM INFERENCE FUZZY SUGENO DALAM MENENTUKAN, 5(1), 89–96.
- Nugraha, F., & Pujiraharjo, A. 2018. OPTIMALISASI BIAYA PELAKSANAAN KONSTRUKSI JALAN DENGAN METODE LOGIKA FUZZY FIS TAKAGI-SUGENO PADA PROYEK JALAN TRANS KALIMANTAN PROVINSI KALIMANTAN, 12(1).
- Persediaan, P. 2019. Penggunaan Fuzzy Logic & Metode Mamdani untuk Menghitung, 3(1), 37–48.
- Rich, K. 1991. *Kecerdasan Buatan*.
- Risanty, R. D., Meilina, P., & Hasni, N. A. 2016. Perancangan sistem pendukung keputusan prediksi jumlah produksi dan tenaga kerja menggunakan metode, (November), 1–6.
- Samarinda, D. I. K., Rahmadani, M. A., & Septiarini, A. 2013. PENERAPAN FUZZY TAHANI PADA SISTEM PENDUKUNG, 8(2), 56–60.
- Sudaryono. 2015. *Logika Fuzzy*.
- Sugiyono. 2016. *Metode Penelitian*. Bandung.
- Sutojo, Edy Mulyanto, D. V. 2011. *Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: ANDI OFFSET.