

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Pengadaan Jasa Distribusi**

##### **2.1.1 Pengadaan**

Dalam memperlancar arus barang dari produsen ke konsumen pada hal ini Departemen Jasa Distribusi Bagian Jasa Lain Seksi Distribusi yang bertempat pada perusahaan BUMN (Badan Usaha Milik Negara) PT Petrokimia Gresik Tbk adalah factor penting yang tidak boleh diabaikan adalah memilih secara tepat saluran distribusi karena mengingat akan kebutuhan dari para petani dalam memberikan nutrisi pada bidang tanam.

Pengertian pengadaan adalah perolehan barang atau jasa yang menguntungkan. Pada hal ini yang dimaksud bahwa barang atau jasa yang tepat dan pelanggan yang membeli dengan biaya terbaik untuk memenuhi kebutuhan dalam hal kualitas dan kuantitas, waktu dan lokasi (**Weele, 2010**). Pengertian lain pengadaan adalah pengadaan barang /jasa atau lebih dikenal dengan pelelangan (tender) merupakan salah satu proses pada proyek tertentu, seperti proyek pemerintah yang berskala besar. Pelelangan barang /jasa yang dilakukan bersifat umum dari pengadaan barang seperti mobil pada suatu instansi hingga pengadaan jasa seperti jasa konsulta. (**Suhermin, 2008**)

##### **2.1.2 Distribusi**

Distribusi merupakan kegiatan penting yang dilakukan pada setiap badan usaha dalam melakukan proses bisnis konsumen demi mendapatkan keuntungan untuk kelangsungan bisnis perusahaan. Pengertian distribusi adalah suatu kelompok perantara yang tergantung dan terlibat dalam proses untuk menjadikan suatu barang atau jasa siap untuk digunakan atau dikonsumsi (**Henrycus Bagus, 2016**) yang diambil dari (**Winardi, 1989**).

Pengertian Saluran distribusi adalah bahwa serangkaian organisasi yang bergantung dan terlibat dalam proses untuk menjadikan suatu barang atau jasa yang siap untuk digunakan atau dikonsumsi. (**Kotler, 1997**).

## 2.2 Prediksi

Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) pengertian prediksi adalah kegiatan untuk menduga hal yang akan terjadi. Beberapa definisi lainnya tentang prediksi (**Purwanti, 2017**):

1. Prediksi diartikan sebagai penggunaan teknik-teknik statistik dalam bentuk gambaran masa depan berdasarkan pengolahan angka-angka historis. (**Elwood Buffa S, Rakesh, and K. Sarin, 1996**)
2. Prediksi merupakan bagian internal dari kegiatan pengambilan keputusan manajemen. (**Makridaris, 1999**)
3. Prediksi (forecasting) adalah input dasar (data) dalam proses mengambil keputusan manajemen operasi dengan memberikan informasi tentang permintaan di masa mendatang untuk menentukan beberapa kapasitas atau persediaan yang diperlukan untuk membuat keputusan *staffing*, budget yang harus disiapkan pemesanan barang dari supplier dan partner dari rantai pasok yang dibutuhkan dalam membatu suatu perencanaan. (**Stevenson, 2009**)

## 2.3 Kategori

Pengertian Kategori menurut (**Al Barry, 2001**) sebuah golongan, tingkat, kelas atau bagian. Pada konsep dari klasifikasi atau kategori tersebut hanyalah untuk menempatkan objek tertentu dalam sebuah kelas untuk mengemukakan hubungan mengenai objek dalam norma yang mencakup pengertian yang lebih luas.

## 2.4 Sewa

Pengertian Sewa menyewa merupakan transaksi yang memperjual-belikan manfaat suatu harta benda / barang. Transaksi ini sudah menjadi aktifitas bisnis yang dilakukan oleh manusia dulu hingga sekarang atau pengertian lain semua

barang yang mungkin diambil manfaatnya dengan tetap zatnya, sah untuk disewakan atau dipergunakan, apabila kemanfaatannya dapat ditentukan dengan salah satu dari dua perkara baik dari masa dan perlakuan. Sewa menyewa dalam dunia bisnis dengan mutlak ( tidak memakai syarat ) itu menetapkan pembayaran sewa dengan tunai, kecuali apabila dijanjikan pembayaran dengan ditangguhkan. (Rifa'i, 1978)

## 2.5 Gudang

Gudang merupakan bagian dari perusahaan industry yang digunakan sebagai media penyimpanan hasil produksi untuk bahan siap kirim ke tempat yang sudah diatur oleh perusahaan.

Secara harfiah, pengertian gudang menurut (Lambert, 2001) bagian dari sistem logistik perusahaan sebagai tempat penyimpanan barang (bahan mentah, parts, barang setengah jadi, barang jadi) pada dan diantara tempat asal dan tempat tujuan serta memberikan informasi kepada manajemen tentang status, kondisi, dan disposisi barang-barang yang sedang disimpan. Kebutuhan gudang pada proses koordinasi penyaluran barang, yang muncul sebagai akibat kurang seimbangannya proses penawaran dan permintaan.

## 2.6 Fuzzy C-Means (FCM)

### 2.6.1 Pengertian Fuzzy C-Means

*Clustering* dengan metode *Fuzzy C-Means* (FCM) didasarkan pada teori logika *fuzzy*. Teori ini pertama kali diperkenalkan oleh Lotfi Zadeh (1965) dengan nama himpunan *fuzzy* (*fuzzy set*). Dalam teori *fuzzy*, keanggotaan sebuah data tidak diberikan nilai secara tegas dengan nilai 1 (menjadi anggota) dan 0 (tidak menjadi anggota), melainkan dengan suatu nilai derajat keanggotaan yang jangkauan nilainya 0 sampai 1. Nilai keanggotaan suatu data dalam sebuah himpunan menjadi 0 ketika sama sekali tidak menjadi anggota, dan menjadi 1 ketika anggota secara penuh dalam suatu himpunan.

Umunya nilai keanggotaannya antara 0 dan 1. Semakin tinggi nilai keanggotaannya maka semakin tinggi derajat keanggotaannya, dan semakin kecil maka semakin rendah derajat keanggotaannya. Kaitannya dengan K-Means, sebenarnya FCM merupakan versi *fuzzy* dari K-Means dengan beberapa modifikasi yang membedakannya dengan K-Means (Prasetyo, 2012).

### 2.6.2 Normalisasi Data

Beberapa kasus data mining memiliki fitur dengan nilai yang terletak dalam jangkauan nilai yang berbeda. Akibatnya, fitur dengan nilai atau jangkauan yang besar akan mendominasi dan memiliki pengaruh yang lebih besar dalam fungsi biaya dibandingkan dengan fitur yang memiliki nilai atau jangkauan yang kecil. Normalisasi data dilakukan agar semua fitur akan berada dalam jangkauan yang sama sehingga tidak ada fitur yang mendominasi fungsi biaya pada klasifikator. Cara sederhana dan banyak digunakan adalah normalisasi linier. Berikut adalah rumus perhitungan normalisasi linier :

- a. Hitung nilai mean masing-masing fitur menggunakan persamaan

$$\bar{x}_k = \sum_{i=1}^N x_{ik} , k = 1, 2, \dots, r \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

- b. Hitung nilai varian masing-masing fitur menggunakan persamaan

$$\sigma_k^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_{ik} - \bar{x}_k)^2 \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

- c. Data hasil normalisasi dihitung menggunakan persamaan

$$\hat{x}_{ik} = \frac{x_{ik} - \bar{x}_k}{\sigma_k} \quad \dots\dots\dots (2.3)$$

Teknik linier yang lain adalah dengan menskalakan jangkauan setiap fitur dalam jangkauan [0,1] atau [-1,1]. Berikut adalah persamaan yang digunakan.

- a. Jangkauan [0,1] :

$$\hat{x}_{ik} = \frac{x_{ik} - \min(x_k)}{\max(x_k) - \min(x_k)} \quad \dots\dots\dots (2.4)$$

b. Jangkauan [-1,1] :

$$\hat{x}_{ik} = \frac{2x_{ik} - (\max(x_k) + \min(x_k))}{\max(x_k) - \min(x_k)} \quad \dots\dots\dots (2.5)$$

### 2.6.3 Jarak Manhattan

Jarak manhattan merupakan jarak yang diukur mengikuti jalur yang tegak lurus. Disebut dengan jarak manhattan, mengingatkan jalan-jalan manhattan yang membentuk garis paralel dan saling tegak lurus satu jalan dengan jalan lainnya. Pengukuran dengan jarak manhattan sering digunakan karena mudah perhitungannya, mudah dimengerti dan untuk beberapa masalah lebih sesuai, misalnya untuk menentukan jarak antar kota, jarak antar fasilitas dimana peralatan pemindahan bahan hanya dapat bergerak searah tegak lurus (**Yuniar, 2012**). Pengukuran jarak manhattan digunakan notasi sebagai berikut :

$$d_1(x, y) = \|x_1 - y_1\| = \sum_{i=1}^r |x_i - y_i| \quad \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan :

d (x,y) = Jarak antara data pada titik x dan titik y

x = Data

y = Pusat *cluster*

### 2.6.4 Algoritma *Clustering Dengan Fuzzy C-Means (FCM)*

Algoritma *Fuzzy C-Means* adalah sebagai berikut.

a. Input data

Langkah ini dapat dilakukan dengan mengasumsikan sejumlah data dalam set X, berupa matriks berukuran n x m (n = jumlah data, m = jumlah atribut).  $x_{ij}$  adalah data sampel ke-i (i = 1,2,3,...,n) dan atribut ke-j (j = 1,2,3,...,m).

b. Tentukan jumlah *cluster*

Tentukan jumlah *cluster* (K), pangkat untuk matriks partisi (w), maksimum iterasi (MaxIter), *error* terkecil yang diharapkan ( $\xi$ ), fungsi objektif awal ( $P_0=0$ ), dan iterasi awal ( $t=1$ ).

c. Bangkitkan nilai random

Bangkitkan matriks *fuzzy pseudo-partition* yang diinisialisasikan dengan memberikan nilai sembarang dalam jangkauan [0,1] dan jumlah untuk setiap data (baris) adalah 1.  $u_{ik}$  adalah matriks data ke-i ( $i = 1,2,3,\dots,n$ ) dan *cluster* ke-k ( $k=1,2,\dots,k$ ).

d. Hitung pusat *cluster* ke-k

Hitung pusat *cluster* ke-k menggunakan persamaan berikut :

$$c_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^n (u_{ik})^w \cdot x_{ij}}{\sum_{i=1}^n (u_{ik})^w} \quad \dots\dots\dots (2.7)$$

Dengan :

$c_{ij}$  = pusat *cluster* ke-k untuk atribut ke-j

$u_{ik}$  = derajat keanggotaan untuk data ke-i pada *cluster* ke-k

$x_{ij}$  = data ke-i, atribut ke-j

e. Hitung nilai derajat keanggotaan data pada *cluster*

Hitung nilai derajat keanggotaan data pada *cluster* menggunakan persamaan berikut:

$$u_{ik} = \frac{D(x_i, c_k)^{\frac{-2}{w-1}}}{\sum_{k=1}^c D(x_i, c_k)^{\frac{-2}{w-1}}} \quad \dots\dots\dots (2.8)$$

f. Hitung fungsi objektif

Hitung fungsi objektif pada iterasi ke-t menggunakan persamaan berikut :

$$P_t = \sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^k (u_{ik})^w D(x_i, c_k)^2 \quad \dots\dots\dots (2.9)$$

Dengan :

$J_t$  = fungsi objektif pada iterasi ke-t

$u_{ik}$  = derajat keanggotaan data ke-i pada *cluster* ke-k

$D(x_i, c_k)$  = jarak data ke-i dengan pusat *cluster* ke-k

g. Cek kondisi berhenti

Iterasi akan berhenti perubahan nilai fungsi objektif kurang dari ambang batas yang telah ditentukan atau iterasi telah melebihi maksimal iterasi.

$$(|P_t - P_{t-1}| < \varepsilon) \text{ atau } (t > MaxIter) \dots\dots\dots (2.10)$$

### 2.6.5 Himpunan Fuzzy

Pengertian himpunan fuzzy menurut (Purwanto, 2009) adalah sebuah himpunan yang anggotanya memiliki derajat keanggotaan tertentu dan setiap keanggotaan (*membership function*) tertentu akan disebut juga fungsi karakteristik (*characteristic function*). Pada Himpunan *crisp* adalah himpunan klasik yang telah dikenal secara umum yang membedakan nilai anggota dengan nilai satu dan nol, anggota himpunan atau bukan.

Contoh sederhana untuk merepresentasikan himpunan klasik adalah himpunan manusia yang terdiri dari himpunan wanita atau himpunan laki – laki. Akan tetapi bagaimana merepresentasikan himpunan pada manusia muda atau tua. Muda dan tua cukup relatif tidak langsung terpisah hanya karena berbeda satu hari. Dalam hal ini himpunan *fuzzy* dapat memberikan mengelompokkan dengan memberi nilai derajat tertentu dan berbeda pada perhitungan klasik karena keanggotaan himpunan *fuzzy* dapat bernilai parsial.

Fungsi Keanggotaan didefinisikan sebagai berikut: Jika X adalah himpunan semesta, maka fungsi keanggotaan  $\mu_A$  (fungsi keanggotaan / fungsi karakteristik A pada X) yang didefinisikan oleh himpunan *fuzzy* A memiliki ketentuan berikut :

$$\mu_A: X \rightarrow [0,1] \dots\dots\dots (2.11)$$

Dimana [0,1] adalah interval bilangan real dari nol sampai dengan satu. Dua himpunan A dan B dinyatakan sama jika dan hanya jika  $\mu_A(x) = \mu_B(x)$ . jika

$\mu_A(x)$  bernilai nol, berarti  $x$  bukan anggota dari himpunan *fuzzy*  $A$ . jika  $\mu_A(x)$  bernilai satu, menunjukkan  $x$  adalah anggota penuh dari himpunan *fuzzy*  $A$ . sementara nilai antara nol hingga satu menunjukkan bahwa  $x$  merupakan anggota dari himpunan *fuzzy*  $A$  secara parsial.

Himpunan Fuzzy menurut (**Kusumadewi, 2010**) himpunan *fuzzy* memiliki kemiripan 2 atribut yaitu, linguistic adalah penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alam, numeris adalah suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variable. Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memenuhi system *fuzzy*, yaitu:

1. Variabel Fuzzy

Variable fuzzy merupakan variable yang hendak dibahas dalam suatu system *fuzzy*. Contoh: umur, temperatur dan permintaan

2. Himpunan Fuzzy

Himpunan fuzzy merupakan suatu group yang mewakili suatu k 9 isi atau keadaan tertentu dalam suatu variable fuzzy. Contoh himpunan fuzzy pada gambar dibawah ini:

3. Semesta Pembicaraan

Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variable fuzzy. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negative. Adakalanya nilai semesta pembicaraan ini dibatasi batas atasnya

4. Domain.

Domain himpunan fuzzy adalah keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*. Seperti halnya semesta pembicaraan, domain merupakan himpunan bilangan real yang semesta naik (bertambah) secara monoton



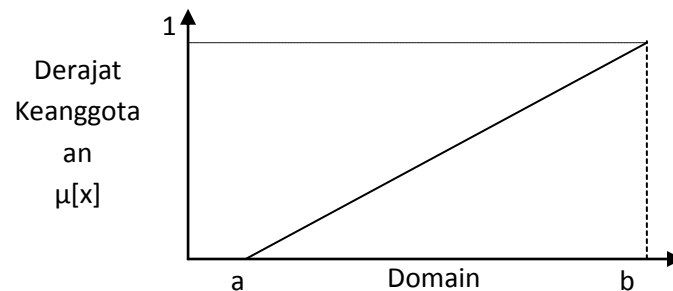
dari kiri ke kanan. Nilai domain dapat berupa nilai positif maupun nilai negatif.

## 2.7 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik – titik input data ke dalam nilai keanggotaan yang memiliki interval satu dan nol. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi (**Kusumadewi, 2010**):

### 2.7.1 Representasi Linear

Representasi linear memiliki pemetaan input ke derajat keanggotaan yang digambarkan sebagai garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas. 2 keadaan fungsi linear, pertama, kenaikan himpunan yang dimulai pada nilai dominan yang memiliki derajat keanggotaan nol bergerak ke kanan menuju nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi (Gambar 2.1):



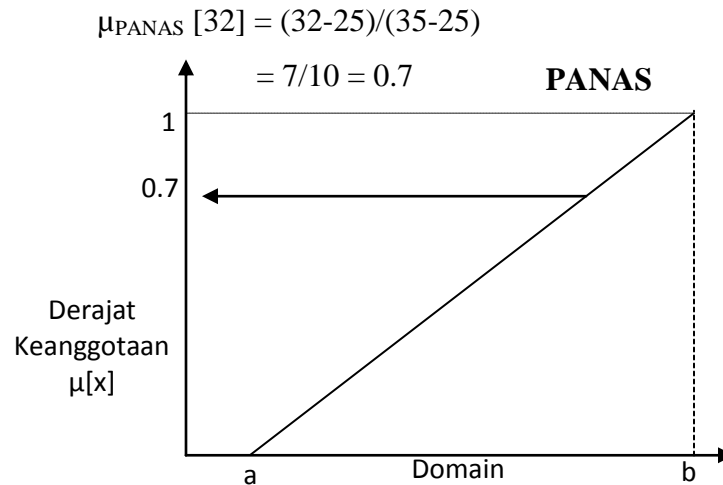
**Gambar 2.1 Representasi Linear Naik**

Pada Gambar(2.1) memiliki fungsi keanggotaan sebagai berikut:

Fungsi Keanggotaan:

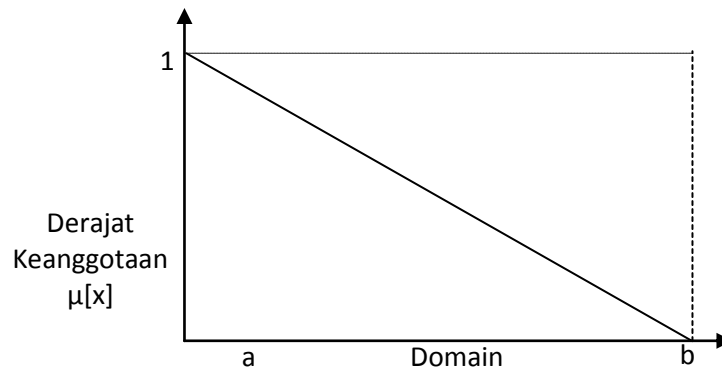
$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \dots\dots\dots (2.12)$$

Fungsi Keanggotaan untuk himpunan PANAS pada variable temperature ruangan pada contoh kurva dibawah ini:



**Gambar 2.2 Himpunan Fuzzy: PANAS**

Kedua, merupakan bilangan yang pertama. Garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah (Gambar 2.2)



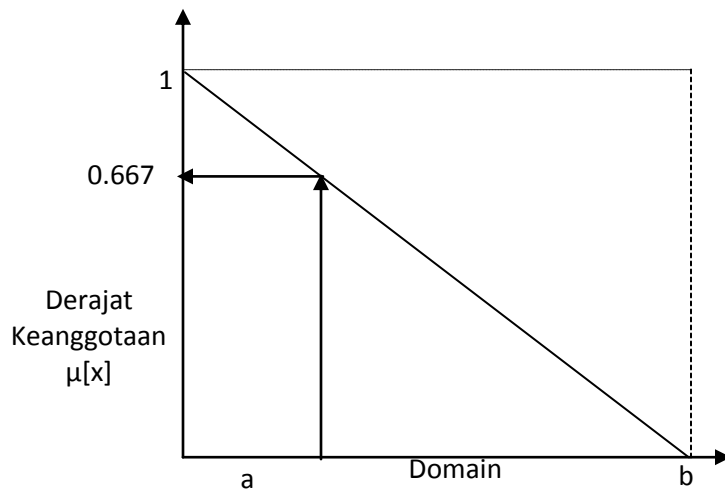
**Gambar 2.3 Himpunan Fuzzy Menurun**

Pada Gambar 2.3 memiliki fungsi keanggotaan sebagai berikut:

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} \frac{b-x}{b-a} & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \dots\dots\dots 2.13$$

untuk fungsi keanggotaan untuk Himpunan Fuzzy Menurun pada variable temperature ruangan direpresentasikan pada gambar 2.4



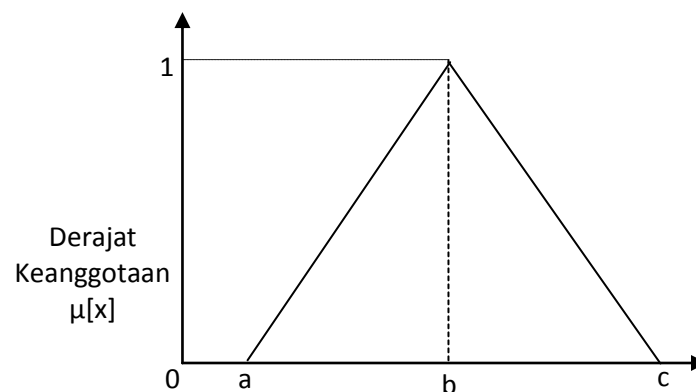
**Gambar 2.4 Himpunan Fuzzy Dingin**

Gambar 2.4 menjelaskan tentang fungsi keanggotaan untuk himpunan DINGIN pada variable temperature ruangan. Dengan contoh perhitungan rumus:

$$\begin{aligned}\mu_{\text{DINGIN}}[20] &= (30-20)/(30-15) \\ &= 10/15 = 0.667\end{aligned}$$

### 2.7.2 Representasi Kurva Segitiga

Representasi pada kurva segitiga adalah gabungan dari 3 garis linear yang terlihat pada contoh gambar dibawah ini (**Kusumadewi, 2010**) :

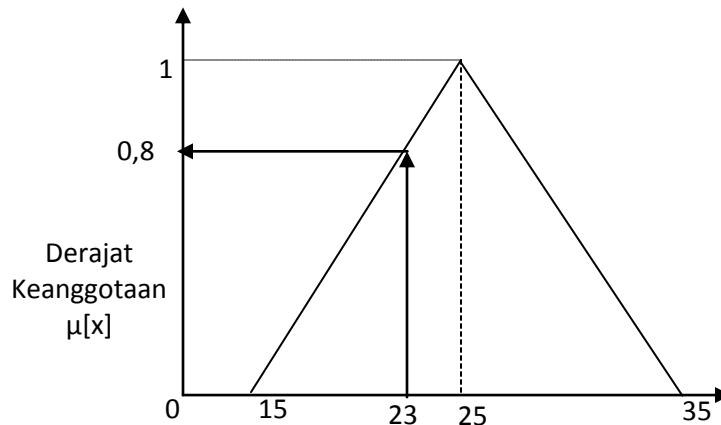


**Gambar 2.5 Kurva Segitiga**

Fungsi keanggotaan pada kurva segitiga:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c; \\ (x - a) / (b - a); & a \leq x \leq b; \dots\dots\dots(2.14) \\ (c - x) / (c - b); & b \leq x \leq c; \end{cases}$$

Penerapan perhitungan sederhana dari kurva segitiga dapat dijelaskan pada gambar dibawah ini:



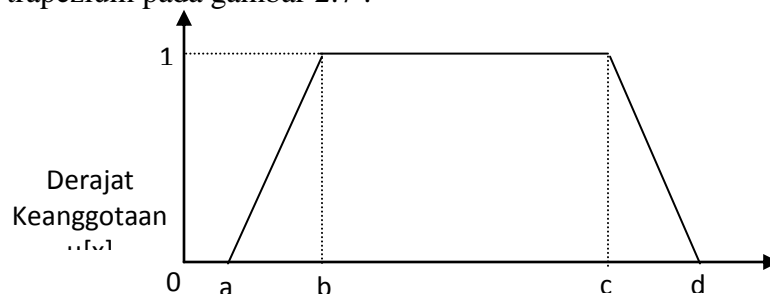
**Gambar 2.6 Himpunan fuzzy: NORMAL (kurva segitiga)**

Gambar 2.6 diatas menjelaskan bahwa fungsi keanggotaan untuk himpunan NORMAL pada variable temperature ruangan dengan contoh perhitungan sebagai berikut:

$$\mu_{\text{DINGIN}}[20] = (23-15)/(25-15) , 8/10= 0.8$$

### 2.7.3 Representasi Kurva Trapesium

Kurva trapesium pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki keanggotaan 1. Representasi untuk kurva trapezium pada gambar 2.7 :

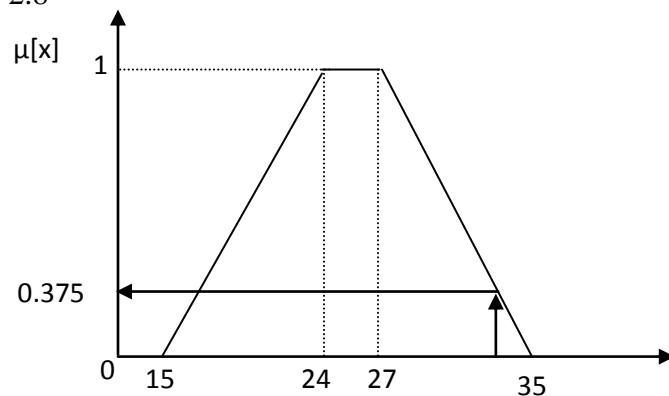


**Gambar 2.7 Kurva Trapesium**

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq d; \\ (x - a) / (b - a); & a \leq x \leq b; \\ 1; & b \leq x \leq c; \\ (d - x) / (d - c); & x \geq d; \end{cases} \dots\dots\dots(2.15)$$

Untuk contoh perhitungan sederhana pada fungsi trapezium dapat dijelaskan pada gambar 2.8



**Gambar 2.8 Himpunan Fuzzy: NORMAL (kurva trapezium)**

Gambar diatas menjelaskan fungsi keanggotaan untuk himpunan NORMAL pada variable temperature ruangan dengan pehitungan sederhana seperti  $\mu_{\text{DINGIN}}[32] = (35-32)/(35-27) = 3/8 = 0.375$

#### 2.7.4 Fungsi Implikasi

Fungsi implikasi (**Kusumadewi, 2010**) adalah tiap – tiap aturan (proposisi) pada basis pengetahuan fuzzy akan berhubungan dengan suatu relasi fuzzy. Bentuk umum dari aturan yang digunakan dalam fungsi implikasi adalah :

IF X IS A THEN Y IS S

Dengan x dan y adalah scalar, A dan B adalah himpunan fuzzy. Proposisi yang mengikuti IF disebut sebagai anteseden, sedangkan proposisi yang mengikuti THEN disebut sebagai konsekuensi. Proposisi ini dapat diperluas dengan menggunakan operator fuzzy seperti:

IF  $(X_1 \text{ is } A_1) * (X_2 \text{ is } A_2) * (X_3 * A_3) * \dots * (X_n * A_n)$  THEN Y IS B dengan \* adalah operator (missal: OR atau AND).

### 2.7.5 Teorema Fuzzy Metode Mamdani

Menurut (Kusumadewi, 2010) metode Mamdani sering dikenal sebagai Metode Max-Min. metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan *output* diperlukan 4 tahapan :

1. Pembentukan himpunan Fuzzy

Pada 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.

3. Komposisi Aturan

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

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 proporsisi telah dievaluasi, maka *output* akan berisi suatu himpunan *fuzzy* yang merefleksikan kontribusi dari tiap – tiap proporsisi. Secara umum dapat dilakukan :

$$\mu_{sf}(X_i) = \max(\mu_{sf}(X_i), \mu_{sf}(X_i)) \dots \dots \dots (2.16)$$

Dengan :

$\mu_{sf}(X_i)$  = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-i;

$\mu_{sf}(X_i)$  = nilai keanggotaan solusi konsekuensi fuzzy aturan ke-I;

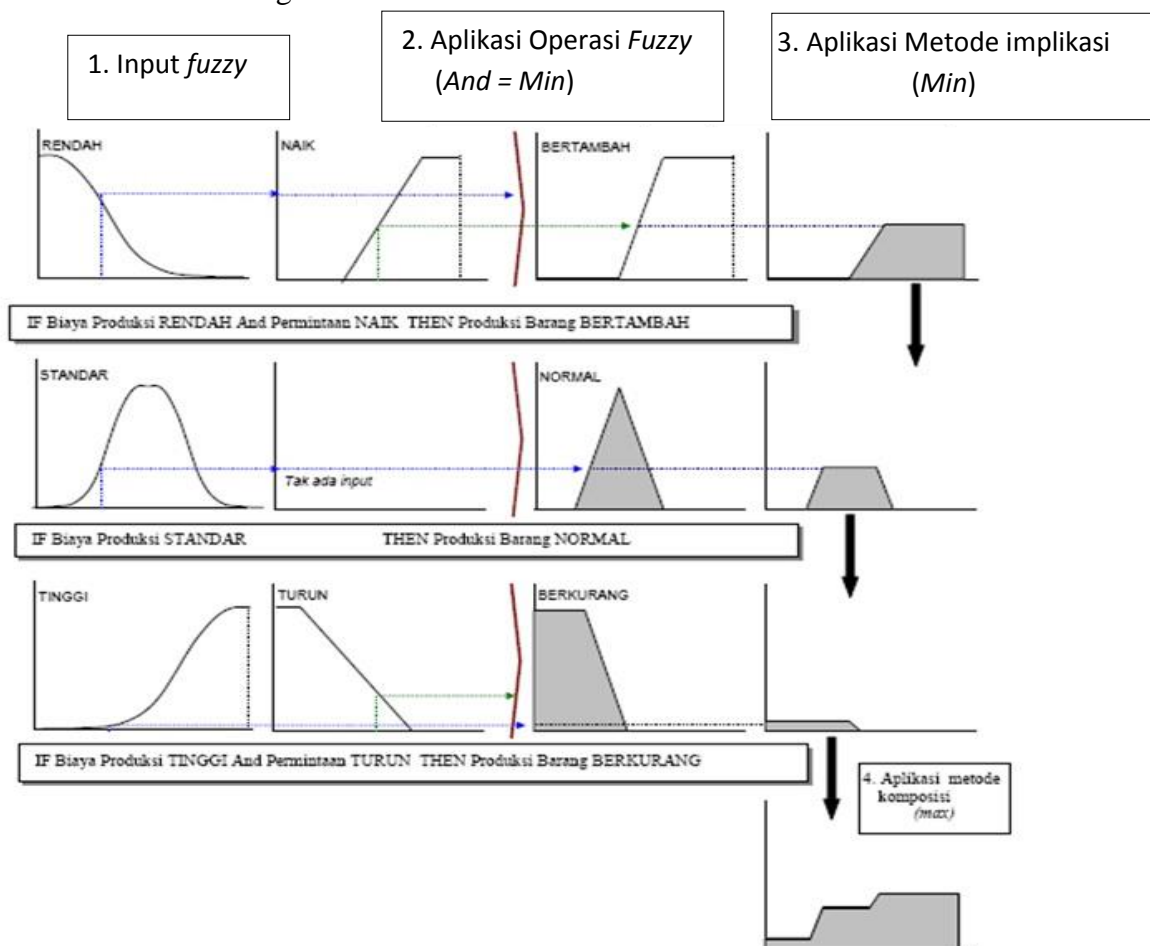
Misalkan ada 3 aturan (proporsisi) sebagai berikut:

[R1] IF Biaya Produksi RENDAH And Permintaan NAIK THEN Produksi Barang BERTAMBAH

[R2] IF Biaya Produksi STANDAR THEN Produksi Barang NORMAL

[R3] IF Biaya Produksi TINGGI And Permintaan TURUN THEN Produksi Barang BERKURANG;

Proses inferensi dengan menggunakan metode Max dalam gambar 2.1. apabila digunakan fungsi implikasi MIN, maka metode komposisi ini sering disebut dengan nama MAX-MIN atau MIN-MAX atau MAMDANI.



**Gambar 2.9** Komposisi Aturan Fuzzy Metode Max

b. Metode *Additive* (Sum)

Pada metode ini, solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara melakukan *bounded-sum* terhadap semua *output* daerah *fuzzy*. Secara umum dituliskan:

$$\mu_{sf}(X_i) = \min(1, \mu_{sf}(X_i) + \mu_{sf}(X_i)) \dots \dots \dots 2.16$$

Dengan :

$\mu_{sf}(X_i)$  = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-i;

$\mu_{sf}(X_i)$  = nilai keanggotaan konsekuen fuzzy aturan ke-i;

c. Metode Probabilistik OR

Pada metode ini, solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara melakukan *product* terhadap semua *output* daerah fuzzy. Secara umum dituliskan:

$$\mu_{sf}(X_i) = (\mu_{sf}(X_i) + \mu_{sf}(X_i)) - (\mu_{sf}(X_i) * \mu_{kl}(X_i)) \dots \dots \dots 2.17$$

Dengan :

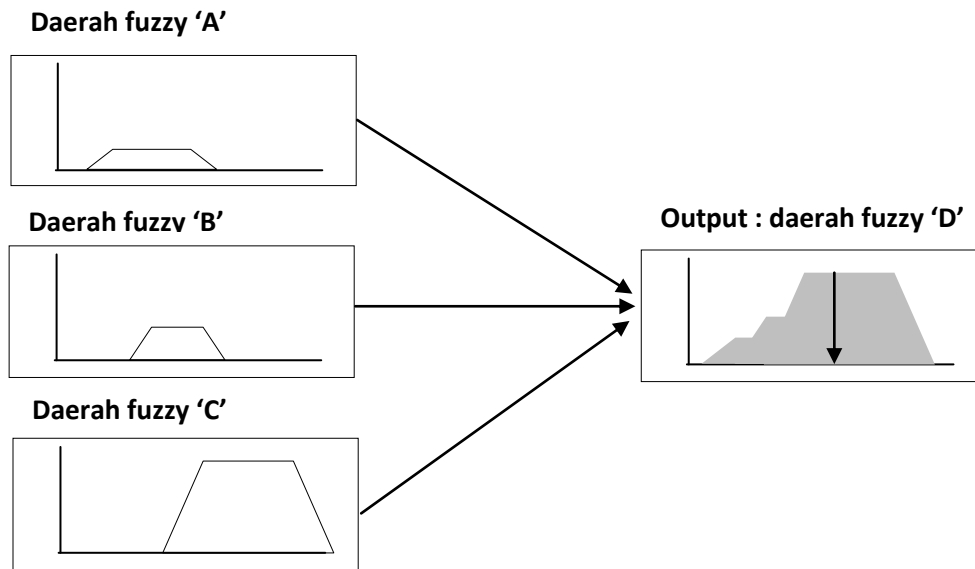
$\mu_{sf}(X_i)$  = nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke-i;

$\mu_{kl}(X_i)$  = nilai keanggotaan konsekuen fuzzy aturan ke-i;

4. Penegasan (*Defuzzy*)

*Input* dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan – aturan fuzzy, sedangkan *output* yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada dominan himpunan fuzzy tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan *fuzzy* dalam *range* tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai *crisp* tertentu sehingga *output* seperti terlihat pada Gambar 2.10.





**Gambar 2.10 Proses Defuzzyfikasi**

a. Metode Centroid

Metode ini diperoleh dengan mengembalikan titik pusat ( $z^*$ ) daerah fuzzy dan secara umum dirumuskan:

$$z^* = \frac{\int_z z\mu(z)dz}{\int_z \mu(z)dz} \rightarrow \text{untuk semesta kontinu}$$

$$z^* = \frac{\sum_{j=1}^n j\mu(z_j)}{\sum_{j=1}^n \mu(z_j)} \rightarrow \text{untuk semesta diskret}$$

b. Metode Mean of Maximum (MOM)

c. Metode Mean of Maximum (MOM) mengambil solusi *crisp* yang diperoleh dengan cara mengambil nilai – nilai rata-rata dominan yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

### 2.7.6 Penerapan Metode Mamdani

Penerapan perhitungan Mamdani (**Kusumadewi, 2010**) dengan contoh kasus: suatu perusahaan makanan kaleng akan memproduksi makanan jenis ABC. Dari data 1 bulan terakhir, permintaan terbesar hingga mencapai 5000 kemasan/hari, dan permintaan terkecil sampai 1000 kemasan/hari. Persediaan barang digudang terbanyak sampai 600 kemasan/hari, dan terkecil pernah sampai saat ini perusahaan baru mampu memproduksi barang maksimum 7000 kemasan/hari, serta demi efisiensi mesin dan sumber daya manusia tiap

hari diharapkan perusahaan memproduksi paling tidak 2000 kemasan apabila proses produksi perusahaan tersebut menggunakan 4 aturan *fuzzy* sebagai berikut:

[R1] IF Permintaan TURUN And Persediaan BANYAK THEN Produksi Barang BERKURANG.

[R2] IF Permintaan TURUN And Persediaan SEDIKIT THEN Produksi Barang BERKURANG.

[R3] IF Permintaan NAIK And Persediaan BANYAK THEN Produksi Barang Bertambah

[R4] IF Permintaan NAIK And Persediaan SEDIKIT THEN Produksi Barang BERTAMBAH

### 2.7.7 Aplikasi fungsi implikasi

Himpunan *fuzzy* pada setiap variable jugasama pada perhitungan sebelumnya. Dengan menggunakan metode MAMDANI, maka fungsi implikasi yang digunakan adalah MIN. adapun fungsi implikasi dapat dijelaskan pada aplikasi fungsi implikasi :

[R1] IF Permintaan TURUN And Persediaan BANYAK THEN Produksi Barang BERKURANG

pada nilai keanggotaan dapat dirumuskan:

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predikat}_1 &= \mu_{\text{PmtTURUN}} \wedge \mu_{\text{PmtBANYAK}} \\ &= \min(\mu_{\text{PmtTURUN}}[4000], \mu_{\text{PmtBANYAK}}[300]) \\ &= \min(0,25;0,4) \\ &= 0,25\end{aligned}$$

[R2] IF Permintaan TURUN And Persediaan SEDIKIT THEN Produksi Barang BERKURANG

Pada nilai keanggotaan dapat dirumuskan:

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predikat}_2 &= \mu_{\text{PmtTURUN}} \wedge \mu_{\text{PsdSEDIKIT}} \\ &= \min(\mu_{\text{PmtTURUN}}[4000] \wedge \mu_{\text{PmdBANYAK}}[300]) \\ &= \min(0,25;0,4)\end{aligned}$$

$$= 0,25$$

[R3] IF Permintaan NAIK And Persediaan BANYAK THEN Produksi Barang BERTAMBAH

Pada nilai keanggotaan dapat dirumuskan:

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predikat}_3 &= \mu\text{PmtNAIK} \wedge \mu\text{PmtBANYAK} \\ &= \min(\mu\text{PmtNAIK}[4000], \mu\text{PmtBANYAK}[300]) \\ &= \min(0,75; 0,4) \\ &= 0,4\end{aligned}$$

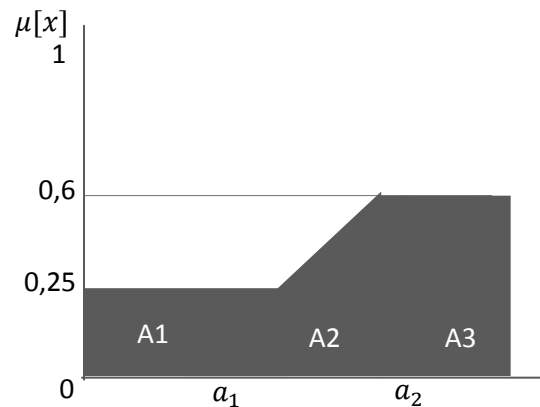
[R4] IF Permintaan NAIK And Persediaan SEDIKIT THEN Produksi Barang BERTAMBAH

Pada nilai keanggotaan dapat dirumuskan:

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predikat}_4 &= \mu\text{PmtNAIK} \wedge \mu\text{PrdBANYAK} \\ &= \min(\mu\text{PmtNaik}[4000], \mu\text{PsdSEDIKIT}[300]) \\ &= \min(0,75; 0,6) \\ &= 0,6\end{aligned}$$

### 2.7.8 Komposisi Aturan

Dari hasil perhitungan fungsi implikasi dari tiap aturan, digunakan metode MAX untuk melakukan komposisi antar semua aturan. Dan memberikan hasil perhitungan pada gambar berikut:



**Gambar 2.11 Daerah Hasil Komposisi**

Pada Gambar 2.11 tersebut, daerah hasil kita bagi menjadi 3 bagian, yaitu A1, A2, A3. Untuk mencari nilai A1 dan A2 dapat dirumuskan di bawah ini :

$$(a_1 - 2000) / 5000 = 0,25 \longrightarrow a_1 = 3250$$

$$(a_2 - 2000) / 5000 = 0,60 \longrightarrow a_2 = 5000$$

Dari hasil yang sudah dilakukan, fungsi keanggotaan untuk hasil komposisi ini adalah:

$$\mu_{[z]} = \begin{cases} 0,25; & z \leq 3250 \\ (z - 2000) / 5000 & 3250 \leq 5000 \\ 0,6; & z \geq 5000 \end{cases}$$

### 2.7.9 Defuzzyfikasi

Metode penegasan untuk Fuzzy dengan Metode Mamdani adalah menggunakan metode Centroid yang dijelaskan pada contoh di bawah ini:

$$\begin{aligned} M1 &= \int_0^{3250} (0,25)_z dz = 0,125z^2 \Big|_0^{3250} = 1320312,5 \\ M1 &= \int_0^{5000} \frac{(z - 2000)}{5000} z dz = \int_{3250}^{5000} (0,0002z^2 - 0,4z) dz \\ &= 0,000067z^3 - 0,2z^2 \Big|_{3250}^{5000} = 3187515,625 \\ M3 &= \int_{5000}^{7000} (0,6)_z dz = 0,3z^2 \Big|_{5000}^{7000} = 7200000 \end{aligned}$$

Kemudian mendapatkan hasil luas daerah yang diarsir:

$$A1 = 3250 * 0,25 = 812,5$$

$$A2 = (0,25 + 0,6) * (5000 - 3250) / 2 = 743,76$$

$$A3 = (7000 - 5000) * 0,6 = 1200$$

Titik pusat dapat diperoleh dari:

$$z = \frac{1320312,5 + 3187515,625 + 7200000}{812,5 + 743,75 + 1200} = 4247,74$$

Jadi jumlah makanan kaleng jenis ABC pada contoh kasus yang dijelaskan dengan jumlah yang harus diproduksi sebanyak 4248 kemasan.

## 2.8 Penelitian Sebelumnya

Penerapan Fuzzy Mamdani pada penelitian yang dilakukan oleh (**Sukandy, 2014**) menggunakan nilai keanggotaan himpunan permintaan dan persediaan saat ini dan menggunakan fungsi keanggotaan himpunan fuzzy. Pembentukan aturan fuzzy diambil dari data sekunder yang bersumber dari tempat penelitian. Berikut data sekunder yang disajikan pada penelitian menggunakan *fuzzy mamdani*:

**Tabel 2.1 Data Minyak Sawit**

Tanggal	Prd	Prm	Psm
01/09/2011	80	60	20
02/09/2011	100	90	30
03/09/2011	107	120	17
04/09/2011	1130	120	27
05/09/2011	128	120	35
06/09/2011	122	120	33
07/09/2011	125	120	38
08/09/2011	78	97	19
09/09/2011	102	105	16

Tanggal	Prd	Prm	Psm
10/09/2011	105	105	16
11/09/2011	105	105	16
12/09/2011	93	90	19
13/09/2011	120	118	21
14/09/2011	76	87	19
15/09/2011	100	92	27
16/09/2011	65	68	24
17/09/2011	73	80	17
18/09/2011	97	100	14
19/09/2011	98	100	12
20/09/2011	100	100	12

Pembentukan aturan fuzzy, dari kedua variable input dan sebuah variable output yang telah didefinisikan, dengan melakukan analisa data terhadap batas tiap – tiap himpunan fuzzy yang terdapat 9 aturan *fuzzy*.

**Table 2.2 Aturan Fuzzy**

No	VARIABEL		
	Permintaan	Persediaan	Produksi
1	Rendah	Tinggi	Rendah
2	Rendah	Sedang	Rendah
3	Rendah	Rendah	Rendah

No	VARIABEL	No	VARIABEL
4	Sedang	Tinggi	Rendah
5	Sedang	Sedang	Rendah
6	Sedang	Rendah	Rendah
7	Tinggi	Tinggi	Tinggi
8	Tinggi	Sedang	Tinggi
9	Tinggi	Rendah	Tinggi

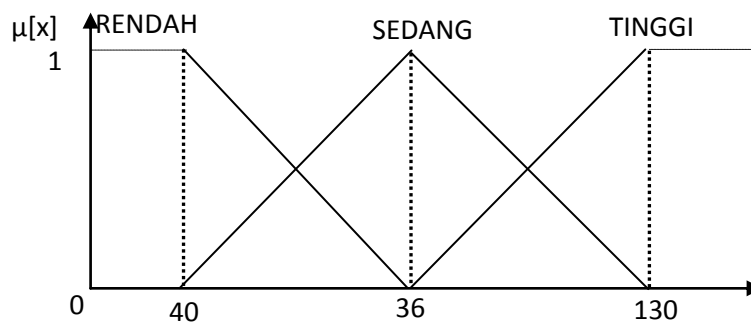
Contoh perhitungan untuk mendapatkan nilai keanggotaan berdasarkan variable numeric linguistic dan variable numeric yang digunakan :

$$\mu[x]\text{RENDAH} = \begin{cases} 1; & x \leq 40; \\ 76 - x / 76 - 40; & 40 \leq x \leq 76; \\ 0; & x \geq 76; \end{cases}$$

$$\mu[x]\text{SEDANG} = \begin{cases} 0; & x \leq 40; \\ x - 40 / 76 - 40; & 40 \leq x \leq 76; \\ 130 - x / 130 - 76; & 76 \leq x \leq 130; \end{cases}$$

$$\mu[x]\text{TINGGI} = \begin{cases} 0; & x \leq 40; \\ x - 76 / 130 - 76; & 76 \leq x \leq 130; \\ 1; & x \geq 130; \end{cases}$$

fungsi keanggotaan himpunan fuzzy RENDAH, SEDANG, dan TINGGI dari variable Permintaan direpresentasikan pada Gambar 2.11



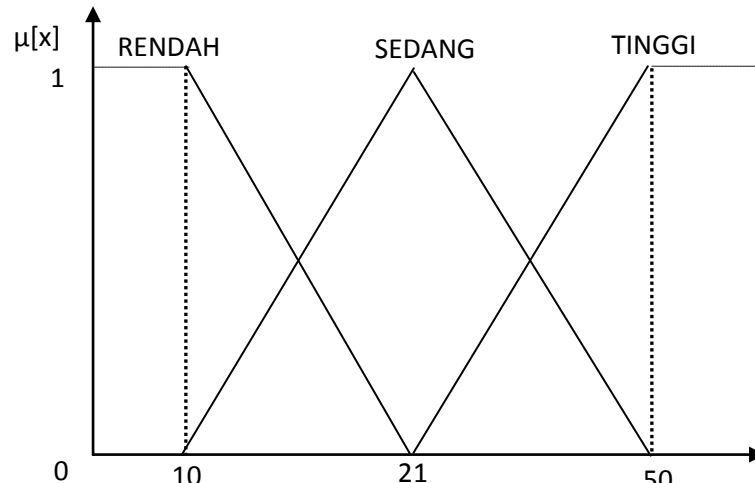
Gambar 2.11 Himpunan Fuzzy dari Variabel Permintaan

$$\mu[x]\text{RENDAH} = \begin{cases} 1; & y \leq 10; \\ 21 - y / 21 - 10; & 10 \leq y \leq 21; \\ 0; & y \geq 21; \end{cases}$$

$$\mu[x]\text{SEDANG} = \begin{cases} 0; & y \leq 10 \text{ atau } y \geq 50; \\ y - 10 / 21 - 10; & 10 \leq y \leq 21; \\ 50 - y / 50 - 21; & 21 \leq y \leq 50; \end{cases}$$

$$\mu[x]\text{TINGGI} = \begin{cases} 0; & y \leq 21; \\ y - 21 / 50 - 21; & 21 \leq y \leq 50; \\ 1; & y \geq 50; \end{cases}$$

fungsi keanggotaan himpunan fuzzy RENDAH, SEDANG dan TINGGI dari variable persediaan dapat direpresentasikan pada gambar 2.11



Gambar 2.12 Himpunan Fuzzy dari Variabel Persediaan

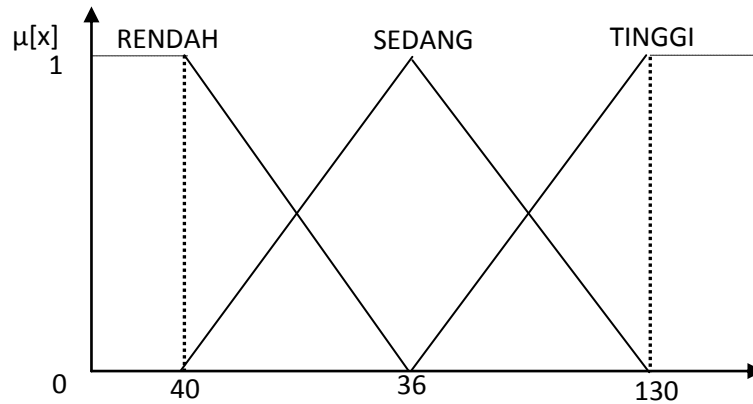
$$\mu[x] = \begin{cases} 1; & z \leq 40; \\ 76 - z / 76 - 40; & 40 \leq z \leq 76; \\ 0; & z \geq 76; \end{cases}$$

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & z \leq 40 \text{ atau } z \geq 130; \\ x - 40 / 76 - 40; & 40 \leq z \leq 76; \\ 130 - z / 130 - 76; & 76 \leq z \leq 130; \end{cases}$$

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & z \leq 76; \\ x - 76 / 130 - 76; & 76 \leq z \leq 130; \\ 1; & z \geq 130; \end{cases}$$

fungsi keanggotaan himpunan RENDAH, SEDANG dan TINGGI dari variable Produksi Minyak sawit dapat direpresentasikan pada gambar 2.13





**Gambar 2.13 Himpunan Fuzzy dari variable Produksi**

## 2.9 Contoh Hasil Perhitungan

Berikut contoh perhitungan yang akan dilakukan pada penelitian sebelumnya dengan menggunakan fuzzy metode Mamdani dan Tabel 2.3 Data untuk Contoh perhitungan.

**Tabel 2.3 Data untuk contoh perhitungan**

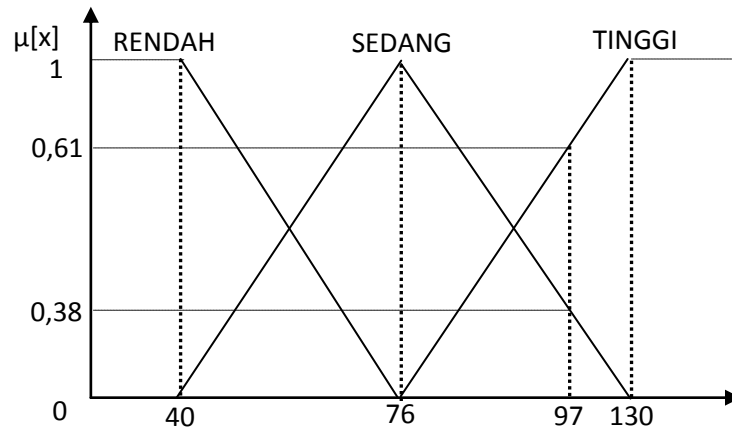
Variabel		
Linguistik	Numerik	Satuan
PrmRendah	40	Ton/hari
PrmSedang	76	Ton/hari
PrmTinggi	130	Ton/hari
PsdRendah	10	Ton/hari
PsdSedang	21	Ton/hari
PsdTinggi	50	Ton/hari
<b>Persediaan</b>	<b>30</b>	Ton/hari
<b>Permintaan</b>	<b>97</b>	Ton/hari

Nilai keanggotaan himpunan SEDANG dan TINGGI dari variable Permintaan dapat dicari dengan :

*Permintaan = 97 ton*

$$\mu_{Pmt}SEDANG[x] = \frac{130 - 97}{130 - 76} = \frac{33}{54} = 0,61$$

$$\mu_{Pmt}TINGGI[x] = \frac{97 - 76}{130 - 76} = \frac{21}{54} = 0,38$$



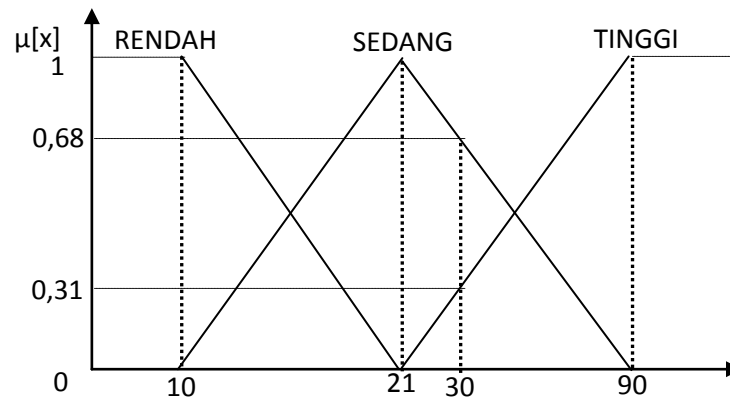
**Gambar 2.14 Fungsi Keanggotaan dari Variabel Permintaan 97 ton**

Nilai keanggotaan Himpunan SEDANG dan TINGGI dari variable Persediaan dapat dicari dengan :

*Persediaan = 30 ton*

$$\mu_{Psd}SEDANG[x] = \frac{50 - 30}{50 - 21} = \frac{20}{29} = 0,68$$

$$\mu_{Psd}TINGGI[x] = \frac{30 - 21}{50 - 21} = \frac{9}{29} = 0,31$$



**Gambar 2.15 Fungsi Keanggotaan dari Variabel Persediaan 30 Ton**

Proses selanjutnya memasukkan nilai dari setiap fungsi keanggotaan yang diperoleh ke dalam rule yang sudah tersedia.

**[R4] IF *Permintaan SEDANG* And *Persediaan TINGGI* THEN *Produksi Minyak sawit RENDAH***

$$\begin{aligned}\alpha - \text{prediksi}_4 &= \mu_{pmt}SEDANG[x] \cap \mu_{psd}TINGGI[y] \\ &= \min(0,61; 0,31) = 0,31\end{aligned}$$

**[R5] IF *Permintaan SEDANG* And *Persediaan SEDANG* THEN *Produksi Minyak sawit SEDANG***

$$\begin{aligned}\alpha - \text{prediksi}_5 &= \mu_{pmt}SEDANG[x] \cap \mu_{psd}SEDANG[x] \\ &= \min(0,61; 0,68) = 0,61\end{aligned}$$

**[R7] IF *Permintaan TINGGI* And *Persediaan TINGGI* THEN *Produksi Minyak sawit TINGGI***

$$\begin{aligned}\alpha - \text{prediksi}_7 &= \mu_{pmt}TINGGI[x] \cap \mu_{psd}TINGGI[x] \\ &= \min(0,38; 0,31) = 0,31\end{aligned}$$

**[R8] IF *Permintaan TINGGI* And *Persediaan SEDANG* THEN *Produksi Minyak sawit TINGGI***

$$\begin{aligned}\alpha - \text{prediksi}_8 &= \mu_{pmt}TINGGI[x] \cap \mu_{psd}SEDANG[x] \\ &= \min(0,38; 0,68) = 0,38\end{aligned}$$

Nilai pada rule yang sudah dihitung kemudian dilakukan perhitungan komposisi aturan sebagai berikut:

$$\frac{a_1 - 40}{76 - 40} = 0,31$$

$$a_1 = 0,31(76 - 40) + 40$$

$$a_1 = 51,16$$

$$\frac{a_2 - 40}{76 - 40} = 0,61$$

$$a_2 = 0,61(76 - 40) + 40$$

$$a_2 = 61,96$$

$$\frac{130 - a_3}{130 - 76} = 0,61$$

$$a_3 = 130 - 0,61(130 - 76)$$

$$a_3 = 97,06$$

$$\frac{130 - a_4}{130 - 76} = 0,38$$

$$a_4 = 130 - 0,38(130 - 76)$$

$$a_4 = 109,48$$

$$\mu_{[z]} \text{Produksi} = \begin{cases} 0,31 & x \leq 5,6 \\ \frac{z - 40}{76 - 40} & 51,16 \leq z \leq 61,96 \\ 0,61 & 61,96 \leq z \leq 76 \\ 0,61 & 76 \leq z \leq 97,06 \\ \frac{130 - z}{130 - 76} & 97,06 \leq z \leq 109,48 \\ 0,38 & z \geq 109,48 \end{cases}$$

Setelah melakukan komposisi aturan selanjutnya melakukan perhitungan penegasan (Defuzzifikasi) sebagai berikut:

$$Z^* = \frac{3957,599936}{56,18409998}$$

$$Z^* = 70,43985643 \approx 70$$

Hasil perhitungan di atas menunjukkan bahwa metode *fuzzy* mamdani memproduksi jumlah produksi minyak sawit tersebut sebanyak 70 ton