

IMPLEMENTASI *FUZZY SET* DAN *FUZZY INFERENCE SYSTEM* TSUKAMOTO PADA PENENTUAN HARGA BELI HANDPHONE BEKAS

Yulianto Sejati W.P.⁽¹⁾, Harianto Kristanto⁽²⁾, Junius Karel T⁽³⁾

Abstrak:

Menentukan harga beli untuk sebuah tipe *handphone* bekas adalah hal sulit yang harus dilakukan pengelola toko *handphone* pada saat transaksi pembelian *handphone* bekas. Ada beberapa faktor yang menentukan tinggi rendahnya harga beli, yaitu kondisi *handphone*, pasaran harga beli, dan pasaran harga jual. Dalam penelitian ini, dikembangkan suatu sistem untuk membantu menentukan harga beli *handphone* bekas dengan mengimplementasikan metode *Fuzzy Set* dan *Fuzzy Inference System Tsukamoto*.

Kata Kunci : FIS Tsukamoto, *Fuzzy Inference System* Tsukamoto, *Fuzzy Set*, Sistem Fuzzy, Harga Beli *Handphone* Bekas

1. Pendahuluan

Jual beli *handphone* adalah salah satu kegiatan transaksi yang dilakukan oleh toko *handphone* atau toko seluler. Kegiatan jual beli ini meliputi pembelian dan penjualan *handphone* baru dan *handphone* bekas. Pada transaksi pembelian *handphone* bekas, untuk dapat menentukan harga beli, pemilik toko harus mengetahui kondisi *handphone* yang akan dibeli. Hal lain harus dipertimbangkan adalah pasaran harga beli dan pasaran harga jual. Selain itu data-data dari transaksi pembelian dan penjualan juga dapat digunakan sebagai pertimbangan lain dalam menentukan harga beli. Informasi pasaran harga beli dan harga jual biasanya didapat dari observasi pasar secara langsung, atau juga bisa didapat dari tabloid/ majalah ponsel. Sedangkan untuk menjaga agar stok *handphone* tidak menumpuk, maka ada batasan stok untuk tiap tipe *handphone*. Jika stok maksimal untuk tipe *handphone* tersebut telah terpenuhi, maka pemilik toko biasanya tidak melakukan pembelian lagi untuk tipe *handphone* tersebut.

Logika samar (*fuzzy*) adalah suatu cara untuk memetakan suatu ruang *input* ke dalam suatu ruang *output*. Konsepnya mudah dipahami dan penerapannya sangat luas di berbagai bidang, termasuk juga bidang ekonomi. Pada penelitian ini, penulis ingin mencoba menerapkan logika samar untuk membantu menentukan harga beli *handphone* bekas, metode yang akan digunakan yaitu *Fuzzy Set* dan *Fuzzy Inference System Tsukamoto*. Dalam pelaksanaan penelitian ini, penulis menggunakan perangkat lunak Microsoft Visual Foxpro 9.0.

2. Konsep Dasar

Konsep dasar dari pembuatan sistem ini adalah penerapan logika samar (*Fuzzy Logic*) yaitu Himpunan Samar (*Fuzzy Set*) dan metode Penarikan Kesimpulan Samar (*Fuzzy Inference System*) **Tsukamoto** untuk membantu menentukan harga beli *handphone* bekas.

2.1 Pengertian Logika Samar (*Fuzzy Logic*)

Logika samar adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang *input* ke dalam suatu ruang *output*. Beberapa keunggulan dari logika samar adalah konsepnya sederhana dan mudah dimengerti, memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat, dan logika samar didasarkan pada bahasa alami.

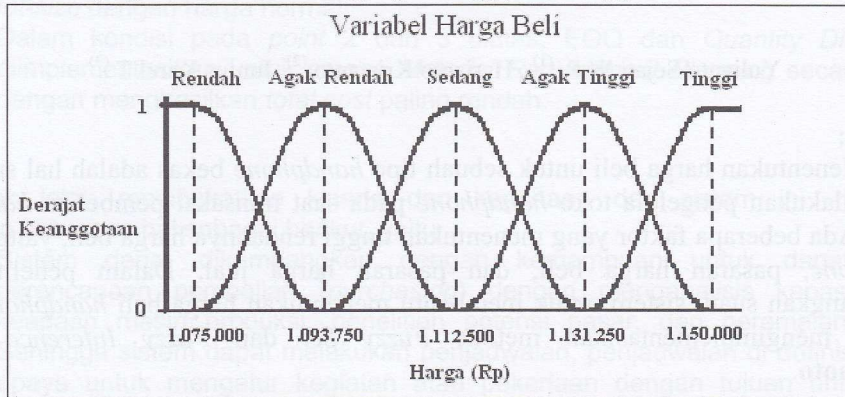
⁽¹⁾ Yulianto Sejati W.P., Alumni F. Teknik Informatika, Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta

⁽²⁾ Ir. Harianto Kristanto, S.Kom., M.T., Dosen Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Duta Wacana.

⁽³⁾ Junius Karel T, S.Kom, M.Cs., Dosen Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Duta Wacana.

2.2 Himpunan samar

Himpunan samar merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*. Contoh: variabel Harga_beli, terbagi menjadi lima himpunan samar, yaitu: rendah, agak rendah, sedang, agak tinggi, dan tinggi.



Gambar 1. Himpunan samar variabel harga beli

Himpunan samar memiliki dua atribut, yaitu:

- bahasa (*linguistic*), yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti: rendah, agak rendah, sedang, agak tinggi, dan tinggi.
- angka (*numeric*), yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel seperti: 1.075.000 , 1.093.750 , 1.112.500 , dsb.

Variabel samar adalah variabel yang digunakan untuk membangun suatu sistem *fuzzy*. Contoh: Kondisi_barang, Harga_beli, dan Harga_jual.

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

Contoh: untuk *handphone* tipe K750i, semesta pembicaraan untuk variabel Harga Beli :
 [1.075.000 1.150.000]

Domain himpunan samar adalah keseluruhan nilai yang di iijinkan dalam semesta pembicaraan, domain merupakan himpunan bilangan riil yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai domain dapat berupa bilangan positif maupun bilangan negatif.

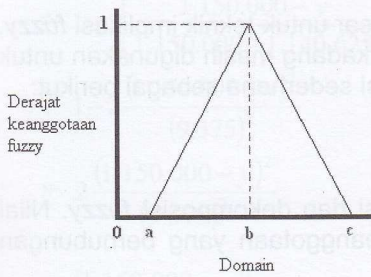
Contoh domain himpunan samar untuk variabel Harga Beli:

Rendah	= [1.075.000 , 1.093.750]
Agak Rendah	= [1.075.000 , 1.112.500]
Sedang	= [1.093.750 , 1.131.250]
Agak Tinggi	= [1.112.500 , 1.150.000]
Tinggi	= [1.131.250 , 1.150.000]

2.3 Fungsi keanggotaan (*Membership Function*)

Fungsi Keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik *input* ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Beberapa fungsi atau kurva yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan:

- Kurva segitiga
 Kurva segitiga merupakan gabungan antara dua garis (linier) seperti gambar berikut

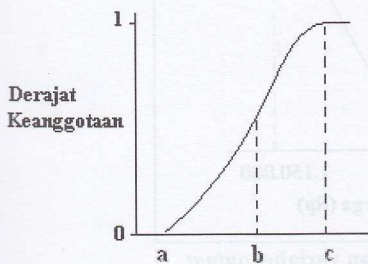


Fungsi keanggotaannya:

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

- Kurva S naik / pertumbuhan

Kurva S untuk pertumbuhan akan bergerak dari sisi paling kiri (nilai keanggotaan = 0) ke sisi paling kanan (nilai keanggotaan = 1). Fungsi keanggotaannya akan tertumpu pada 50% nilai keanggotaannya yang sering disebut dengan titik infleksi.

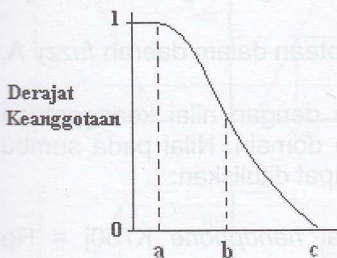


Fungsi keanggotaannya:

$$\mu[X] \begin{cases} 1 & x \leq a \\ 2^*((x-a)/(c-a))^2 & a \leq x \leq b \\ 1-2^*((c-x)/(c-a))^2 & b \leq x \leq c \\ 0 & x \geq b \end{cases}$$

- Kurva S turun / penyusutan

Kurva S penyusutan akan bergerak dari sisi paling kanan (nilai keanggotaan = 1) ke sisi paling kiri (nilai keanggotaan = 0).

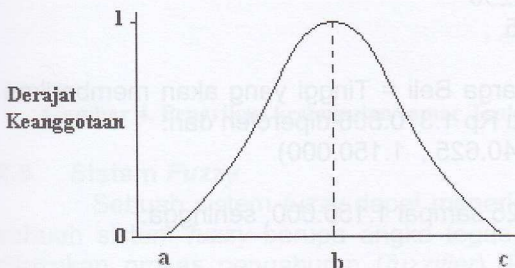


Fungsi keanggotaannya:

$$\mu[X] \begin{cases} 1 & x \leq a \\ 1-2^*((x-a)/(c-a))^2 & a \leq x \leq b \\ 2^*((c-x)/(c-a))^2 & b \leq x \leq c \\ 0 & x \geq b \end{cases}$$

- Kurva Phi

Kurva Phi berbentuk lonceng dengan keanggotaan = 1 terletak pada bagian tengah kurva. Kurva Phi merupakan gabungan dari kurva S naik dan kurva S turun.



Fungsi keanggotaannya:

$$\mu[X] \begin{cases} S(x; a, (a+b)/2, b) & x \leq b \\ 1-S(x; b, (b+c)/2, c) & x \geq b \end{cases}$$

2.4 Penalaran Monoton

Metode penalaran secara monoton digunakan sebagai dasar untuk teknik implikasi *fuzzy*. Meskipun penalaran ini sudah jarang sekali digunakan, namun terkadang masih digunakan untuk penskalaan *fuzzy*. Jika 2 daerah *fuzzy* direlasikan dengan implikasi sederhana sebagai berikut:

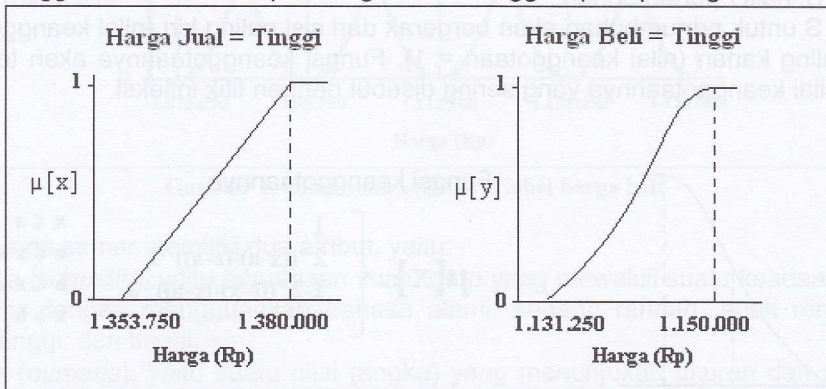
IF x is A THEN y is B

transfer fungsi:

$$y = f((x,A),B)$$

maka sistem *fuzzy* dapat berjalan tanpa harus melalui komposisi dan dekomposisi *fuzzy*. Nilai keluaran (*output*) dapat diestimasi secara langsung dari nilai keanggotaan yang berhubungan dengan antesedennya.

Sebagai contoh, misalkan untuk tipe *handphone* Sony Ericsson K750i, variabel *input* Harga Jual = Tinggi dan variabel *output* Harga Beli = Tinggi seperti pada gambar berikut:



Gambar 2. Contoh himpunan variabel *input* dan himpunan variabel *output*

Relasi antara kedua himpunan pada variabel *input* Harga Jual dan variabel *output* Harga Beli diekspresikan dengan aturan tunggal sebagai berikut:

IF Harga Jual is Tinggi THEN Harga Beli is Tinggi

Implikasi secara monoton akan menyeleksi daerah *fuzzy* A dan B dengan algoritma sebagai berikut:

- Untuk suatu elemen x pada domain A, tentukan nilai keanggotaan dalam daerah *fuzzy* A, yaitu: $\mu_A[x]$.
- Pada daerah *fuzzy* B, nilai keanggotaannya adalah sama dengan nilai keanggotaan daerah *fuzzy* A, kemudian tarik garis lurus vertikal ke arah domain. Nilai pada sumbu domain y , merupakan solusi dari fungsi implikasi tersebut. Dapat dituliskan:

$$y_B = f(\mu_A[x], D_B)$$

Gambar 2 menunjukkan kerja algoritma tersebut. Jika harga jual *handphone* K750i = Rp 1.373.437 memiliki derajat keanggotaan 0,75 diperoleh dari:

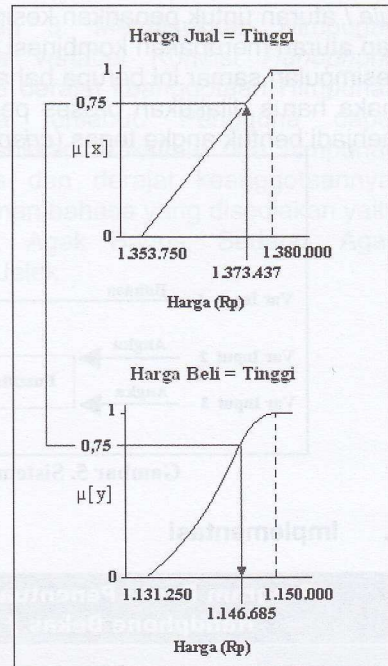
$$\begin{aligned} \mu_{\text{HrgJual=Tinggi}}[1.373.437] &= \frac{1.373.437 - 1.353.750}{1.380.000 - 1.353.750} \\ &= \frac{19.687}{26.250} \\ &= 0,75 \end{aligned}$$

Nilai ini dipetakan ke daerah *fuzzy* variabel *output* Harga Beli = Tinggi yang akan memberikan solusi harga beli *handphone* Sony Ericsson K750i yaitu Rp 1.370.808 diperoleh dari:

$$\mu_{\text{HrgBeli=Tinggi}}[y] = S(y; 1.131.250, 1.140.625, 1.150.000)$$

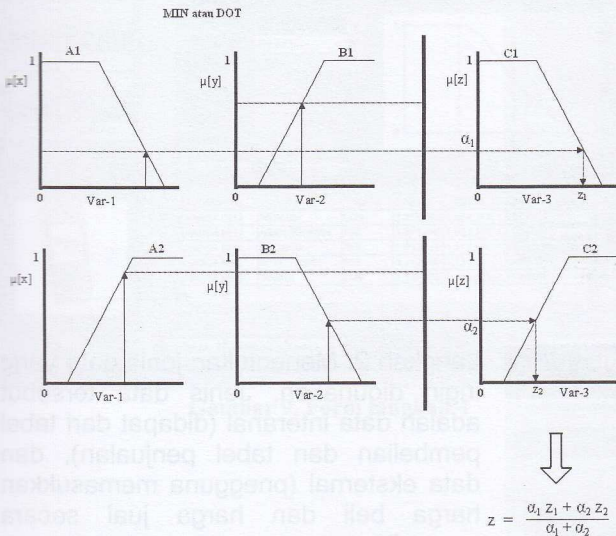
Karena $0,75 > 0,5$ maka letak y adalah antara 1.140.625 sampai 1.150.000, sehingga:

$$\begin{aligned} & \gg 1 - 2 \left[\frac{1.150.000 - y}{1.150.000 - 1.140.625} \right]^2 = 0,75 \\ & \gg 1 - 2 \frac{(1.150.000 - y)^2}{(9.375)^2} = 0,75 \\ & \gg 2 \frac{(1.150.000 - y)^2}{(9.375)^2} = 0,25 \\ & \gg (1.150.000 - y)^2 = \frac{0,25 * (9.375)^2}{2} \\ & \gg (1.150.000 - y) = \pm \sqrt{\frac{0,25 * (9.375)^2}{2}} \\ & \gg y = 1.150.000 \pm 3.315 \\ & \rightarrow \text{ambil (-) nya, karena nilainya harus } < 1.380.000 \\ & \gg y = 1.146.685 \end{aligned}$$



Gambar 3. pemetaan himpunan variabel input ke himpunan variabel output

2.5 Penarikan Kesimpulan Samar Tsukamoto



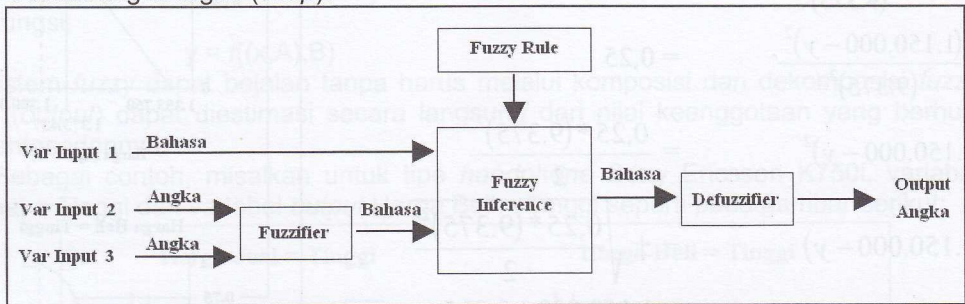
Gambar 4. Penarikan kesimpulan samar Tsukamoto

Pada metode penarikan kesimpulan samar **Tsukamoto**, setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk *IF-THEN* harus direpresentasikan dengan suatu himpunan samar dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Sebagai hasilnya, *output* hasil penarikan kesimpulan (*inference*) dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (*crisp*) berdasarkan α -predikat (*fire strength*). Hasil akhir diperoleh dengan menggunakan rata-rata berbobot (*weight average*).

2.6 Sistem Fuzzy

Sebuah sistem *fuzzy* dapat menerima masukkan berupa angka atau bahasa. Hasil dari sebuah sistem *fuzzy* berupa angka tegas (*crisp*). Jika masukkan berupa angka, maka harus dilakukan proses pengaburan (*fuzzifier*). Proses pengaburan adalah proses yang mengubah masukkan angka menjadi bahasa agar dapat dilakukan penarikan kesimpulan samar. Sedangkan nilai keanggotaannya didapat dari penggunaan fungsi keanggotaan. Jika masukkannya sudah berupa bahasa (himpunan bahasa) dan derajat keanggotaan, maka bisa langsung menggunakan

rule / aturan untuk penarikan kesimpulan samar. Rule / aturan tersebut berbentuk IF-THEN yang tiap aturan merupakan kombinasi dari setiap himpunan dalam variabel input. Hasil dari penarikan kesimpulan samar ini berupa bahasa sehingga agar dapat diubah kembali menjadi bentuk angka, maka harus dilakukan proses penegas (defuzzifier). Proses penegas akan mengubah bahasa menjadi bentuk angka tegas (crisp).



Gambar 5. Sistem fuzzy dengan masukan berupa bahasa dan angka

3. Implementasi

Gambar 6. Form langkah 1

Langkah 1: Tentukan tipe handphone dan periode pencarian data.

Hasil Pencarian (Data Internal)		Torendah	Tertinggi	Banyak Data	Harga rata-rata
Harga Beli	1.075.000	1.150.000		15	1.118.333
Harga Jual	1.300.000	1.380.000		14	1.333.571

Masukkan Data Eksternal (OPTIONAL)			
	Torendah	Tertinggi	Harga Pasaran
Harga Beli	0	0	0
Harga Jual	0	0	0

Gambar 7. Form langkah 2

Langkah 2: Menentukan jenis data yang ingin digunakan. Jenis data tersebut adalah data internal (didapat dari tabel pembelian dan tabel penjualan), dan data eksternal (pengguna memasukkan harga beli dan harga jual secara manual)

Gambar 8. Form langkah 3

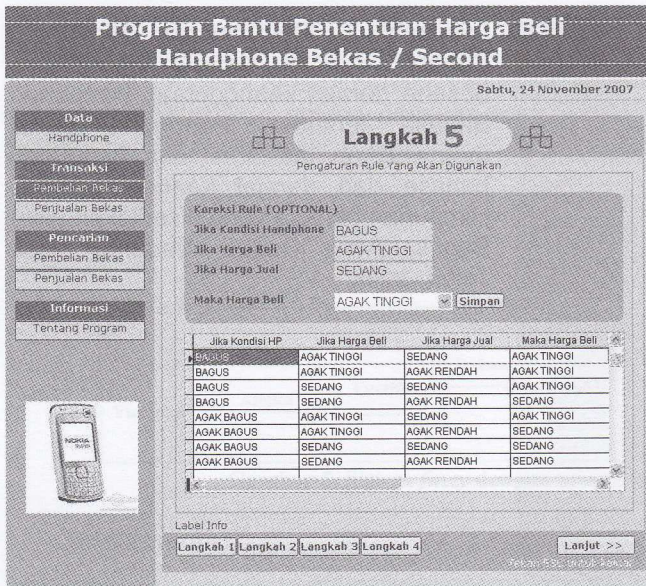
Langkah 3: Memasukkan Himpunan Bahasa variabel Kondisi *Handphone* beserta derajat keanggotaan Himpunan Bahasa tersebut. Pengguna dapat memasukkan maksimal dua himpunan bahasa dan derajat keanggotaannya. Himpunan bahasa yang disediakan yaitu Bagus, Agak Bagus, Sedang, Agak Jelek, Jelek.

Variabel	Himpunan	Kurva	Nilai a	Nilai b	Nilai c	Nilai d
HARGA BELI	RENDAH	LDS	1,075,000	1,094,375	1,093,750	0
HARGA BELI	AGAK RENDAH	PHI	1,075,000	1,093,750	1,112,500	0
HARGA BELI	SEDANG	PHI	1,093,750	1,112,500	1,131,250	0
HARGA BELI	AGAK TINGGI	PHI	1,112,500	1,131,250	1,150,000	0
HARGA BELI	TINGGI	LUS	1,131,250	1,140,625	1,150,000	0

Gambar 9. Form langkah 4

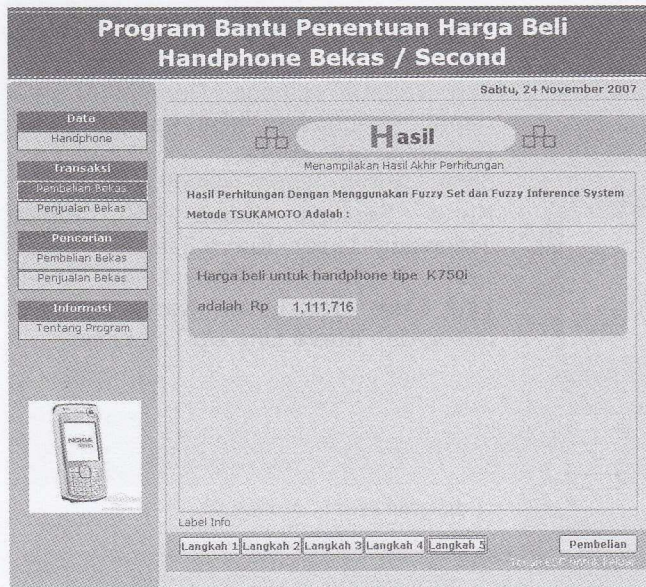
Langkah 4: Pengguna memilih jenis kurva untuk tiap himpunan bahasa pada tiap variabel samar. Pengguna juga dapat menentukan nilai batas bawah, dan batas atas kurva.

Jenis kurva yang disediakan yaitu, Kurva Segitiga, Kurva PHI, Kurva Trapesium Linier, Kurva Trapesium Tak Linier, Kurva *Line Down* Linier, Kurva *Line Down* Tak Linier, Kurva *Line Up* Linier, dan Kurva *Line Up* Tak Linier



Gambar 10. Form langkah 5

Langkah 5: Pengaturan IF-THEN Rule (Aturan) yang akan digunakan dalam proses penarikan kesimpulan samar



Gambar 12. Form hasil, menampilkan hasil perhitungan

Sistem akan menampilkan hasil dari proses perhitungan-perhitungan yang menerapkan

4. Kesimpulan

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa metode penarikan kesimpulan samar Tsukamoto dapat digunakan untuk membantu menentukan harga beli handphone bekas. Namun sesuai atau tidaknya hasil perhitungan terhadap kondisi pasar saat ini sangat bergantung pada penilaian terhadap kondisi handphone, pasaran harga beli, dan pasaran harga jual.

Dari penelitian yang telah dilakukan dengan menerapkan metode penarikan kesimpulan (fuzzy inference system) Tsukamoto, maka dapat diambil beberapa kesimpulan, diantaranya:

- a. Metode penarikan kesimpulan samar Tsukamoto dapat digunakan untuk membantu menentukan harga beli handphone bekas.
- b. Dengan menggunakan data transaksi, metode penarikan kesimpulan samar Tsukamoto dapat menghasilkan rekomendasi harga beli.

Gambar 7. Form langkah 2

- c. Perubahan himpunan kondisi *handphone*, pasaran harga beli dan harga jual, jenis kurva, dan himpunan bahasa pada bagian *THEN rule* dapat menentukan tinggi rendahnya harga rekomendasi yang dihasilkan.
- d. Sesuai atau tidaknya hasil perhitungan dengan kondisi pasar sangat dipengaruhi oleh penilaian terhadap kondisi *handphone*, pasaran harga beli, dan pasaran harga jual.

5. Daftar Pustaka

- Kristanto, Harianto (1997). **Penerapan Logika Kabur Pada Basis Data Relasional (Fuzzy Database)**. Makalah Seminar Keteknikan Fakultas Teknik Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
- Kusumadewi, Sri dan Hari Purnomo. **Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan**. Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu, 2004.
- Li-Xin Wang. **A Course in Fuzzy System and Control**. Upper Saddle River: Prentice-Hall International, 1997.
- Susilo, Frans. **Himpunan dan Logika Kabur Serta Aplikasinya**, Edisi Kedua. Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu, 2004.