

SEPA DAN PERDUMAKAN AK KOLEKSI
SANGAT MEMBUTUKANNYA

LAPORAN PENELITIAN

PERANCANGAN MODEL ALTERNATIF IDENTIFIKASI KUALITAS SUSU MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY



PUSAT PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS NEGERI PADANG	
TANGGAL	21 NOVEMBER 2005
NO. DAFTAR	H
NO. SERI	K
NO. INVENTARIS	235 / K / 2005 - p. (3)
KLASIFIKASI	530 Per P.1

Oleh :

Drs. Akmam, M.Si
Drs. Masril, M.Si
Dra. Festiyet, M.S
Drs. Amali Putra, M.Pd
Dra. Yulia Jamal, M.Si
Fakhrur Razi, S.Pd, M.Si

Penelitian Ini Dibiayai Dari Dana SPP/DPP Jurusan Fisika
FMIPA UNP Tahun Anggaran 2005

KBK Fisika Komputasi Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang
2005

PERANCANGAN MODEL ALTERNATIF IDENTIFIKASI KUALITAS SUSU MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY

Akmam, Masril, Festiyet, Amali P, Yulia Jamal, Fakhrur Razi

ABSTRAK

Susu sapi merupakan sumber makanan pelengkap yang dibutuhkan masyarakat, dengan tingginya tingkat konsumsi masyarakat terhadap susu sapi maka, perlu kiranya dilakukan pengawasan dan pengujian terhadap kualitas susu yang beredar dipasaran, dengan kemajuan teknologi sekarang dapat dirancang model alternative yang praktis, sederhana dan cerdas untuk menentukan tingkat dan identifikasi kualitas susu.

Logika Fuzzy (*Fuzzy Logic*) merupakan alternative sistim identifikasi modern yang sederhana dan cerdas karena tidak perlu dicari model matematis dari suatu sistim tetapi tetap efektif karena memiliki respon sistim yang stabil

Logika Fuzzy yang dirancang memiliki dua input dan satu output, yang masing-masing memiliki 7 label *membership function* input dan 5 Label *membership function* output. Proses Logika Fuzzy terdiri dari Fuzzifikasi, Rule Base dan yang terakhir Defuzzifikasi.

Keywords : Logika Fuzzy, Fuzzy, Identifikasi Kualitas Susu

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	iii
DAFTAR TABEL	iv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Pembatasan Masalah	1
C. Tujuan Penelitian	2
D. Kontribusi Penelitian.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
II.1 Pengujian Kualitas Susu.....	3
II.2 Logika fuzzy.....	5
II.2.1 Himpunan Fuzzy.....	5
II.2.2 Variabel Linguistik.....	8
II.2.3 Fuzzifikasi.....	9
II.2.4 Inferencing (Rule Base).....	9
II.2.5 Defuzzifikasi.....	10
BAB III PERANCANGAN PEMBUATAN MODEL	12
III. Tahap Pemodelan Logika Fuzzy.....	12
III.1. Identifikasi Input dan Output	12
III.2. Fuzzifikasi.....	14
III.3. Inferencing.....	17
III.4. Defuzzifikasi.....	19
BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS	19
Perancangan Model Uji Kualitas Susu dengan Logika <i>Fuzzy</i>	19

BAB V	PENUTUP	21
	V.1 Kesimpulan.....	21
	V.2 Saran.....	21
DAFTAR PUSTAKA		22

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Pendefinisian kecepatan dalam bentuk logika fuzzy dan logika Boolean.....	6
Gambar II.2. <i>S-function</i>	7
Gambar II.3. π - <i>function</i>	8
Gambar II.4. <i>T-function</i>	8
Gambar III.1. Indikator Kualitas Susu Berbasis Logika Fuzzy.....	12
Gambar III.2. Struktur Input dan Output dari Logika Fuzzy.....	13
Gambar III.3. Fungsi Keanggotaan untuk Besaran Input Kadar Protein....	14
Gambar III.4. Fungsi Keanggotaan untuk Besaran Input Kadar Lemak....	15
Gambar III.5. Fungsi Keanggotaan untuk besaran output tingkat kemurnian susu.....	16
Gambar III.6. Susunan <i>Rule Based</i> Penentuan Tingkat Kemurnian Susu...	17
Gambar III.7. <i>Survace Viewer</i> dari <i>Rule Base</i>	18

DAFTAR TABEL

Tabel II.1. Syarat mutu susu segar berdasarkan SNI 01-3141-1998.....	4
Tabel II.2. Komposisi kimiawi rata-rata susu sapi dan variasinya.....	5
Tabel III.1. Fuzzifikasi untuk parameter input kadar Protein.....	14
Tabel III.2. Fuzzifikasi untuk parameter input kadar Lemak.....	15
Tabel III.3. Pembagian bobot untuk output.....	16
Tabel III.3 <i>Fuzzy Assosiate Memory</i> untuk Penentuan Tingkat Kemurnian Susu.....	17
Tabel IV.1. Hasil pengujian fungsi keanggotaan dengan tipe triangle Terhadap nilai keluaran kualitas susu.....	20

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Susu murni merupakan cairan yang berasal dari ternak perahan yang sehat dan bersih yang diperoleh dengan cara pemerahan yang baik, kandungan alaminya tidak dikurangi atau ditambah sesuatu apapun, belum mendapatkan perlakuan apapun, tidak mengandung residu air yang ditambahkan, bahkan tambahan makanan yang diperbolehkan, atau bahan makanan lainnya. Untuk menjamin kualitas susu yang beredar, maka perlu dilakukan pengawasan dan pengujian terhadap kemurnian susu yang beredar dipasaran. Pengujian yang dilakukan selama ini masih konvensional dan banyak sekali prosedur yang harus dilakukan sehingga membutuhkan waktu, biaya dan tenaga yang tidak sedikit. Kemajuan teknologi sekarang ini belum menyentuh terhadap efektifitas dan efisiensi terhadap proses pengujian kemurnian susu. Untuk itu perlu kiranya dibuat model alternatif untuk membuat instrumen yang sangat praktis, sederhana dan cerdas.

Penggunaan logika *fuzzy* dapat digunakan sebagai modul alternative untuk identifikasi kemurnian susu. Dengan menggunakan informasi dari "human expert", standar minimal kandungan kimiawi susu dari SNI, nilai kandungan kimiawi susu kemasan yang sudah diuji dan informasi vital lainnya, maka dapat dibuat *rule base* untuk menyusun perancangan sistem dengan mempergunakan fungsi keanggotaan (*membership function*) yang bervariasi kemudian melewati proses *defuzifikasi* maka hasil akhir dengan nilai keluaran yang baik dapat dijadikan pegangan untuk diimplementasikan kedalam instrumen yang sebenarnya.

B. Pembatasan Masalah

Untuk lebih memfokuskan penelitian ini maka perlu dilakukan pembatasan masalah

1. Model identifikasi kualitas susu yang dirancang dalam penelitian ini, berupa software menggunakan logika fuzzy

2. Besaran input yang dimasukkan berupa kadar Protein dan Lemak menurut daftar kandungan kimiawi rata-rata susu sapi.

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah Merancang model metode alternatif untuk menguji tingkat dan identifikasi kemurnian susu dengan menggunakan logika *fuzzy*.

D. Kontribusi Penelitain

Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi pada :

1. Kelompok bidang kajian Fisika Komputasi dalam mengembangkan software, khususnya identifikasi kualitas susu
2. Kelompok bidang kajian Elektronika dan Instrumentasi dalam merancang hardware sistim control, identifikasi dan lain sebagainya
3. Masyarakat, untuk aplikasi pada industri susu, bahan kimia dan lain sebagainya
4. Peneliti lain, sebagai sumber ide dan referensi untuk mengembangkan sistim identifikasi
5. Pembaca, untuk menambah pengetahuan dan memperluas wawasan dalam bidang kajian Fisika Komputasi, Elektronika dan Instrumentasi khususnya dalam perancangan software.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1. Pengujian Kualitas Susu

Menurut SK Dirjen Peternakan No.17 Tahun 1983, dijelaskan definisi susu adalah susu sapi yang meliputi susu segar, susu murni, susu pasteurisasi, dan susu sterilisasi. Susu segar adalah susu murni yang tidak mengalami proses pemanasan. Susu murni adalah cairan yang berasal dari ambing sapi sehat. Susu murni diperoleh dengan cara pemerahan yang benar, tanpa mengurangi atau menambah suatu komponen atau bahan lain.

Prof. Douglas Goff, seorang *dairy scientist* dari *University of Guelph*, Kanada menyatakan, komposisi susu terdiri atas air (*water*), lemak susu (*milk fat*), dan bahan kering tanpa lemak (*solids non fat*). Kemudian bahan kering tanpa lemak terbagi lagi menjadi protein, laktosa, mineral, asam (*sitrat, format, asetat, laktat, oksalat*), enzim (*peroksidase, katalase, pospatase, lipase*), gas (oksigen, nitrogen), dan vitamin (vitamin A, vitamin C, vitamin D, *tiamin, riboflavin*). Persentase atau jumlah dari masing-masing komponen tersebut sangat bervariasi karena dipengaruhi berbagai factor seperti factor bangsa (*breed*) dari sapi¹.

Untuk menjamin kualitas susu yang beredar, maka perlu dilakukan pengawasan dan pengujian mulai dari produksi hingga peredarannya. Berdasarkan petunjuk teknis pengawasan dan pengujian kualitas susu yang dikeluarkan Menteri Pertanian maka pengujian terhadap susunan dan keadaan susu meliputi :

- a. Berat jenis
- b. Kadar lemak
- c. Kadar bahan kering tanpa lemak
- d. Kadar protein
- e. Warna, bau, rasa dan kekentalan
- f. Derajat asam
- g. Uji alkohol
- h. Uji katalase
- i. Pengukuran angka refraksi metoda Ackermann;
- j. Uji reduktase

- k. Uji cemaran mikroba. meliputi : total kuman, *Salmonella*, *E. coli* (patogen), Coliform, *Streptococcus* Grup B dan *Staphylococcus aureus*
- l. Penghitungan jumlah sel radang
- m. Uji residu antibiotika, desinfektan, pestisida, dan hormon
- n. Uji kotoran dan benda asing
- o. Uji pemalsuan
- p. Titik beku
- q. Uji peroxidase

Sedangkan berdasarkan SNI 01-3141-1998 tentang standar susu segar maka kualitas susu segar harus memenuhi syarat seperti tercantum pada tabel berikut ini :

Tabel II.1. Syarat mutu susu segar berdasarkan SNI 01-3141-1998

Karakteristik	Syarat
a. berat jenis (pada suhu 27.5 ° C) minimum	1,0280 gr/cm
b. kadar lemak minimum	3,0%
c. kadar bahan kering tanpa lemak minimum	6,0%
d. kadar protein minimum	2,7%
e. warna, bau, rasa dan kekentalan	tidak ada perubahan
f. derajat asam	6 – 7 ° SH
g. uji alkohol (70%)	negatif
h. uji katalase maksimum	3 (cc)
i. angka refraksi	36-38
j. uji reduktase	2 – 5 (jam)
k. cemaran mikroba maksimum :	
1. Total kuman	1x10 ⁶ CFU/ml
2. Salmonela	negatif
3. E.coli (patogen)	negatif
4. Coliform	20/ml
5. Streptococcus group B	negatif
6. Staphylococcus aureus	1x10 ² /ml
l. jumlah sel radang maksimum	4x10 ⁵ / ml
m. cemaran logam berbahaya maksimum :	
1. Timbal (Pb)	0,3 ppm
2. Seng (Zn)	0,5 ppm
3. Merkuri (Hg)	0,5 ppm
4. Arsen (As)	0,5 ppm
n. residu ;	sesuai dengan peraturan
1. antibiotika	Keputusan Bersama Menteri
2. pestisida/ insektisida	Kesehatan dan Menteri Pertanian yang berlaku.
o.kotoran dan benda asing	negatif
p.uji pemalsuan	negatif
q.titik beku	-0,520 ° C s/d -0,560 ° C
r.uji peroxidase	positif

Sedangkan komposisi kimiawi susu rata-rata susu sapi dan variasinya terlihat pada tabel di bawah ini² :

Tabel II.2. Komposisi kimiawi rata-rata susu sapi dan variasinya

Komponen	Rata-rata (%)	Variasi (%)
Protein	3,6	2,9 – 5,0
Lemak	3,7	2,5 – 6,0
Gula (laktosa)	4,8	3,6 – 5,5
Mineral (abu)	0,7	0,6 – 0,9
Air	87,7	85,5 – 89,5
Total Padatan	13,0	10,5 – 14,5

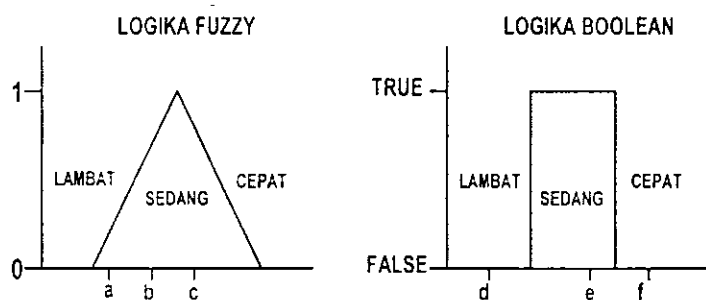
II.2. Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* adalah cabang dari sistem kecerdasan buatan (*Artificial Intelegant*) yang mengemulasi kemampuan manusia dalam berfikir ke dalam bentuk algoritma yang kemudian dijalankan oleh mesin. Algoritma ini digunakan dalam berbagai aplikasi pemrosesan data yang tidak dapat direpresentasikan dalam bentuk biner. Logika fuzzy menginterpretasikan statemen yang samar menjadi sebuah pengertian yang logis.

Logika *Fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh *Prof. Lotfi Zadeh* seorang kebangsaan Iran yang menjadi guru besar di *University of California at Berkeley* pada tahun 1965 dalam papernya yang monumental. Dalam paper tersebut dipaparkan ide dasar *fuzzy set* yang meliputi *inclusion, union, intersection, complement, relation* dan *convexity*. Pelopor aplikasi *fuzzy set* dalam bidang kontrol, yang merupakan aplikasi pertama dan utama dari *fuzzy set* adalah *Prof. Ebrahim Mamdani* dan kawan-kawan dari *Queen Mary College London*. Penerapan kontrol *fuzzy* secara nyata di industri banyak dipelopori para ahli dari Jepang, misalnya *Prof. Sugeno* dari *Tokyo Institute of Technology*, *Prof. Yamakawa* dari *Kyusu Institute of Technology, Togay* dan *Watanabe* dari *Bell Telephone Labs*.

II.2.1. Himpunan Fuzzy

Himpunan *fuzzy* merupakan suatu pengembangan lebih lanjut tentang konsep himpunan dalam matematika. Himpunan *Fuzzy* adalah rentang nilai-nilai. Masing-masing nilai mempunyai derajat keanggotaan (*membership*) antara 0 sampai dengan 1. Ungkapan logika *Boolean* menggambarkan nilai-nilai “benar” atau “salah”. Logika *fuzzy* menggunakan ungkapan misalnya : “sangat lambat”, “agak sedang”, “sangat cepat” dan lain-lain untuk mengungkapkan derajat intensitasnya. Ilustrasi antara keanggotaan *fuzzy* dengan *Boolean set* dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



a=sangat lambat b=agak sedang c=sedikit cepat d= lambat e=sedang f=cepat

Gambar II.1. Pendefinisian kecepatan dalam bentuk logika *fuzzy* dan logika *Boolean*

Logika *fuzzy* menggunakan satu set aturan untuk menggambarkan perilakunya. Aturan-aturan tersebut menggambarkan kondisi yang diharapkan dan hasil yang diinginkan dengan menggunakan *statemen IF... THEN*.

Suatu himpunan *fuzzy* A dalam semesta pembicaraan dinyatakan dengan fungsi keanggotaan (*membership function*) μ_A , yang harganya berada dalam interval $[0,1]$. Secara matematika hal ini dinyatakan dengan :

$$\mu_A : U \rightarrow [0,1] \quad (2.1)$$

Himpunan *fuzzy* A dalam semesta pembicaraan U biasa dinyatakan sebagai sekumpulan pasangan elemen u (u anggota U) dan besarnya derajat keanggotaan (*grade of membership*) elemen tersebut sebagai berikut :

$$A = \{(u, \mu_A(u)) / u \in U\} \quad (2.2)$$

Tanda ‘/’ digunakan untuk menghubungkan sebuah elemen dengan derajat keanggotaannya. Jika U adalah diskrit, maka A bisa dinyatakan dengan :

$$A = \mu_A(u_1)/u_1 + \dots + \mu_A(u_n)/u_n \quad \text{atau} \quad A = \sum_{i=1}^n \mu_{A_i}(u_i/u_i) \quad (2.3)$$

dan jika U adalah kontinyu, maka himpunan *fuzzy* dapat dinyatakan dengan :

$$A = \int \mu_A(u)/u \quad (2.4)$$

Tanda \sum dan \int menyatakan operator *union* (gabungan).

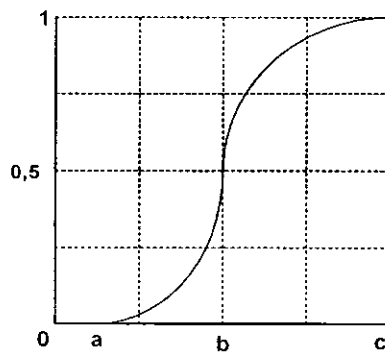
Penentuan keanggotaan suatu himpunan *fuzzy* tidak dibatasi oleh aturan-aturan tertentu. Contoh berikut ini adalah tiga macam keanggotaan yang dinyatakan dengan fungsi keanggotaan S, π , dan T (*triangular*).

a. *S-function*

Definisi *S-function* adalah sebagai berikut :

$$S(u; a, b, c) = \begin{cases} 0 & u < a \\ 2\left(\frac{u-a}{c-a}\right) & a \leq u \leq b \\ 1 - 2\left(\frac{u-a}{c-a}\right) & b \leq u \leq c \\ 1 & u > c \end{cases}$$

Bentuk diagramatik dari *S-function* ditunjukkan pada Gambar II.2



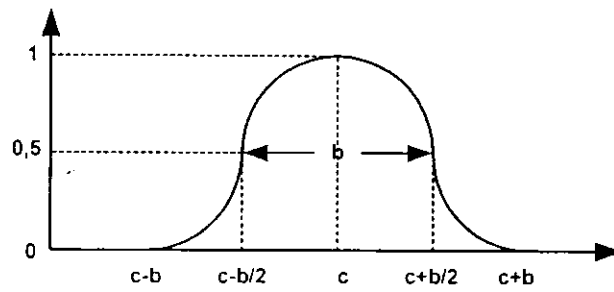
Gambar II.2. *S-function*

b. π -*function*

Definisi π -*function* adalah sebagai berikut :

$$\pi(u; b, c) = \begin{cases} S\left(u; c - b, c - \frac{b}{2}, c\right) & u \leq c \\ 1 - S\left(u; c, c + \frac{b}{2}, c + b\right) & u \geq c \end{cases}$$

Bentuk diagramatik π -function ditunjukkan pada Gambar II.3.



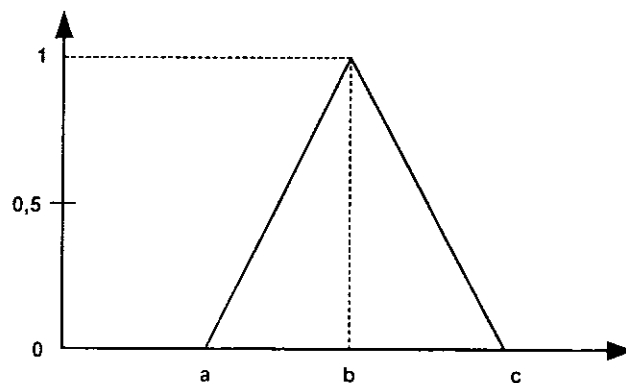
Gambar II.3. π -function

c. T-function

T-function didefinisikan sebagai berikut :

$$T(u; a, b, c) = \begin{cases} 0 & u < a \\ \frac{u-a}{b-a} & a \leq u \leq b \\ \frac{c-u}{c-b} & b \leq u \leq c \\ 0 & u > c \end{cases}$$

Bentuk diagramatik T-function ditunjukkan pada Gambar II.4



Gambar II.4. T-function

II.2.2. Variabel Linguistik

Suatu himpunan *fuzzy* bisa didefinisikan berdasarkan variabel linguistik tertentu. Variabel linguistik didefinisikan sebagai :

$$(u, T(u), U, R, S) \tag{2.5}$$

dengan U adalah nama variabel linguistik; $T(u)$ adalah himpunan *term* (*linguistic value/linguistic label*) pada u dan masing-masing *term* didefinisikan dengan fungsi keanggotaan yang normal (mempunyai harga maksimum sama dengan 1)

dan *convex* pada U ; R adalah aturan sintatik untuk menghasilkan nama nilai-nilai pada u ; dan S adalah aturan sematik untuk menghubungkan tiap nilai dengan artinya.

II.2.3. Fuzzyfikasi

Proses fuzzyfikasi merupakan proses untuk mengubah variabel *non fuzzy* (variabel numerik) menjadi variabel *fuzzy* (variabel linguistik). Nilai masukan-masukan yang masih dalam bentuk variabel numerik yang telah dikuantisasi sebelum diolah oleh pengendali *fuzzy* harus diubah terlebih dahulu ke dalam variabel *fuzzy*. Melalui fungsi keanggotaan yang telah disusun maka nilai-nilai masukan tersebut menjadi informasi *fuzzy* yang berguna nantinya untuk proses pengolahan secara *fuzzy* pula. Proses ini disebut fuzzyfikasi.

Dengan kata lain fuzzyfikasi merupakan pemetaan titik-titik numerik (*crisp point*) $\underline{x} = (x^1, \dots, x^n) \in U$ ke himpunan fuzzy A di U . U adalah semesta pembicaraan. Paling tidak ada dua kemungkinan pemetaan, yaitu :

- Fuzzyfikasi *singleton*: A adalah *fuzzy singleton* dengan support \underline{x} , artinya $\mu_A(x') = 1$ untuk $\underline{x}' = \underline{x}$ dan $\mu_A(\underline{x}') = 0$ untuk $\underline{x}' \in U$ yang lain dengan $\underline{x}' = \underline{x}$.
- Fuzzyfikasi *nonsingleton* : $\mu_A(\underline{x}) = 1$ dan $\mu_A(\underline{x}')$ menurun dari 1 sebagaimana \underline{x}' bergerak menjauh dari \underline{x} .

Sejauh ini yang paling banyak digunakan adalah fuzzyfikasi *singleton*, tetapi pemakaian *nonsingleton* juga telah dirintis terutama untuk masukan-masukan yang banyak dimasuki oleh derau (*noise*).

II.2.4. Inferencing (Rule Base)

Pada umumnya, aturan-aturan *fuzzy* dinyatakan dalam bentuk "IF...THEN" yang merupakan inti dari relasi *fuzzy*. Relasi *fuzzy*, dinyatakan dengan R , juga disebut implikasi *fuzzy*. Untuk mendapatkan aturan "IF.....THEN" ada dua cara utama :

1. Menanyakan ke operator manusia yang dengan cara manual telah mampu mengendalikan sistem tersebut, dikenal dengan "human expert".

2. Dengan menggunakan algoritma pelatihan berdasarkan data-data masukan dan keluaran.

Dalam penalaran logika *fuzzy*, ada dua tipe utama untuk pengambilan keputusan *fuzzy* yaitu : *Generalized Modus Ponens (GMP)* dan *Generalized Modus Tolens (GMT)*. *GMP* disebut juga dengan *direct reasoning*, sedangkan *GMT* disebut juga *indirect reasoning*.

Jika himpunan *fuzzy* dinotasikan dengan A, A', B, B' dan variabel linguistik dinotasikan dengan x dan y , maka *GMP* dan *GMT* dapat dinyatakan sebagai berikut :

Generalized Modus Ponens (GMP) :

Pernyataan 1 (aturan) : if x is A then y is B

Pernyataan 2 (fakta) : x is A'

Penyelesaian : y is A'

Dalam hal ini penyelesaian B' dapat dinotasikan dengan :

$$B' = A' \circ R$$

Dengan R adalah relasi *fuzzy* dari implikasi *fuzzy* 'if A then B ', tanda \circ adalah operator komposisi, dan A' adalah himpunan *fuzzy* yang mempunyai bentuk : sangat A , lebih atau kurang A , tidak A dan sebagainya.

Generalized Modus Tolens (GMT) :

Pernyataan 1 (aturan) : if x is A then y is B

Pernyataan 2 (fakta) : x is B'

Penyelesaian : y is A'

Dalam hal ini penyelesaian B' dapat dinotasikan dengan :

$$A' = R \circ B'$$

II.2.5. Defuzzyfikasi

Keputusan yang dihasilkan dari proses penalaran masih dalam bentuk *fuzzy*, yaitu berupa derajat keanggotaan keluaran. Hasil ini harus diubah kembali menjadi variabel numerik *non fuzzy* melalui proses defuzzyfikasi. Dua metode defuzzyfikasi yang umum digunakan ialah :

1. Maksimum of Mean (MOM)

Metode ini didefinisikan sebagai :

$$v_o = \sum_{j=1}^J \frac{v_j}{J} \quad (2.6)$$

$$v_j = v \mu_v(v) \quad (2.7)$$

v_o : Nilai keluaran

J : Jumlah harga maksimum

v_j : Nilai keluaran maksimum ke- j

$\mu_v(v)$: Derajat keanggotaan elemen-elemen pada fuzzy set v

v : Semesta pembicaraan

2. Centre of Area (COA)

Metode ini didefinisikan sebagai :

$$v_o = \frac{\sum_{k=1}^m v_k \mu_k(v_k)}{\sum_{k=1}^m \mu_v(v_k)} \quad (2.8)$$

v_o : Nilai keluaran

m : Tingkat kuantisasi

v_k : Elemen ke- k

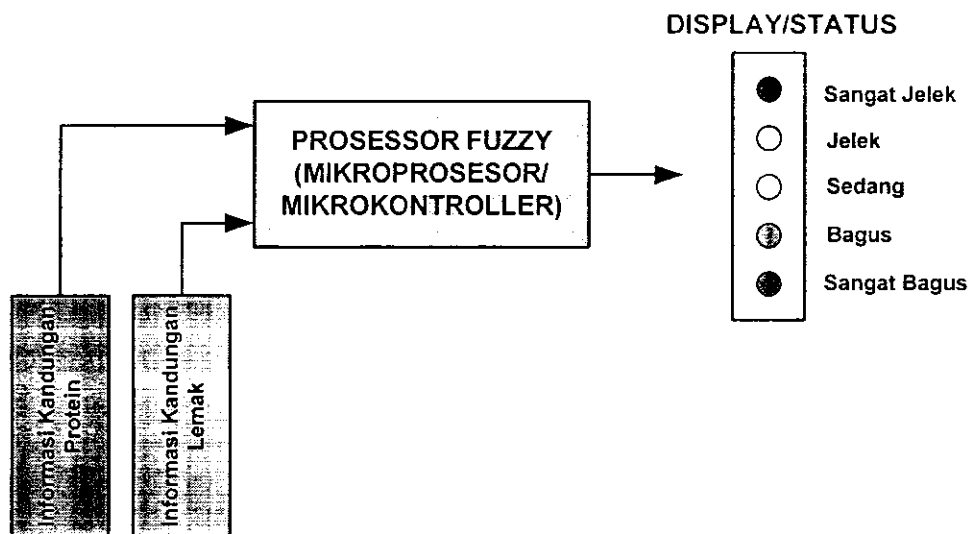
$\mu_k(v_k)$: Derajat keanggotaan elemen-elemen pada fuzzy set v

v : Semesta pembicaraan

BAB III PERENCANAAN PEMBUATAN MODEL

III. Tahap Pemodelan Logika Fuzzy

Pemodelan *fuzzy* digunakan untuk identifikasi tingkat kemurnian susu. Tahap ini bertujuan untuk membuat rancangan logika berdasarkan logika *fuzzy* yang kemudian diaplikasikan ke sistem yang sebenarnya. Rancangan peralatan indikator tingkat kemurnian susu diperlihatkan pada Gambar III.1. Peralatan tersebut mengakomodasi parameter kandungan utama susu, terutama parameter pokoknya yaitu kandungan protein dan kandungan lemak. Peralatan ini dapat dipakai di perusahaan susu atau di tempat penjualan susu. Para pengguna cukup melihat warna lampu indikator yang di sebelahnya dituliskan statusnya. Jika diperlukan peralatan ini dapat ditelemetrikan atau dikoneksikan ke website di jaringan internet.



Gambar III.1. Indikator Kualitas Susu Berbasis Logika *Fuzzy*

III.1. Identifikasi Input dan Output

Dari perencanaan model yang dikemukakan di atas maka dapat diklasifikasikan besaran input dan besaran output dari sistem instrumen tersebut yaitu :

- Parameter input

1. Kandungan Protein

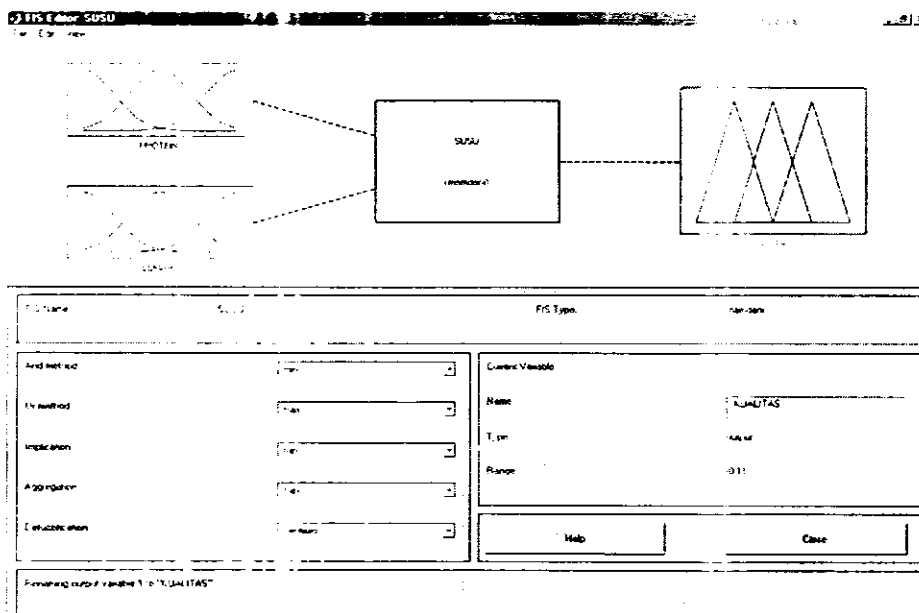
Dari daftar kandungan kimiawi rata-rata susu sapi bahwa kandungan proteinnya berkisar pada rentang 2,9 – 5 %. Rata-ratanya adalah 3,6%. Sedangkan berdasarkan SNI 01-3141-1998 bahwa syarat mutu susu segar harus dipenuhi bahwa kadar protein minimumnya adalah 2,7%. Dari informasi itu maka besaran kandungan protein dapat dibagi menjadi beberapa keadaan yaitu : Protein Tinggi (PT), Protein Sedang (PS), Protein Cukup(PC), Protein Kurang (PK) dan Protein Sangat Kurang (PSK).

2. Kandungan Lemak

Dari daftar kandungan kimiawi rata-rata susu sapi bahwa kandungan lemaknya berkisar pada rentang 2,5 – 6 %. Rata-ratanya adalah 3,7%. Berdasarkan SNI 01-3141-1998 bahwa syarat mutu susu segar harus dipenuhi bahwa kadar lemak minimumnya adalah 3,0%. Dari informasi tersebut maka besaran kandungan lemak dapat dibagi menjadi beberapa keadaan yaitu : Lemak Tinggi (LT), Lemak Sedang (LS), Lemak Cukup(LC), Lemak Kurang (LK) dan Lemak Sangat Kurang (LSK).

- **Parameter output**

Tingkat kemurnian susu yang didefinisikan sendiri di bagi menjadi lima level yaitu: Sangat Bagus (SB), Bagus (B), Sedang (S) , Jelek (J) dan Sangat Jelek (SJ). Gambar III.2 menunjukkan struktur hubungan input dan output dari logika Fuzzy pada rancangan alat tersebut.



Gambar III.2. Struktur Input dan Output dari Logika Fuzzy
III.2. Fuzzifikasi

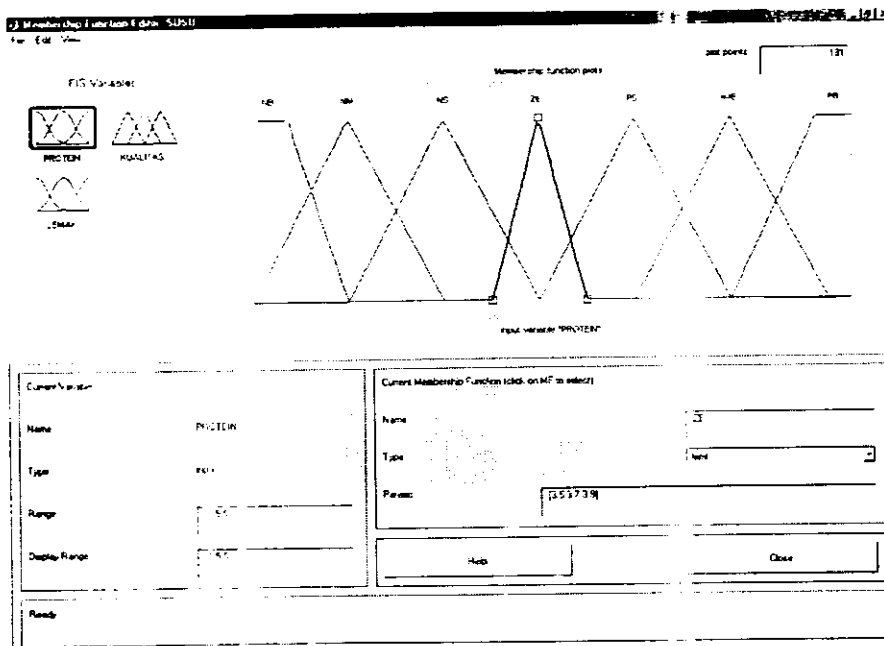
a. Input Kadar Protein

Kadar Protein sebagai parameter input pertama dikelompokkan menjadi beberapa tingkatan seperti yang tertera pada Tabel III.1.

Tabel III.1. Fuzzifikasi untuk parameter input kadar Protein

Kadar Protein (%)	Tingkatan Fuzzy
0 – 2,9	NB
2,5 – 3,3	NM
2,9 – 3,7	NS
3,5 – 3,9	ZE
3,7 – 4,5	PS
4,1 – 4,9	PM
4,5 - 5	PB

Data tersebut kemudian disimulasikan dengan menggunakan software MATLAB 6.5 dengan menggunakan fungsi keanggotaan *triangle* (segitiga), untuk mendapatkan hasil yang baik dicoba juga fungsi keanggotaan yang lainnya.



Gambar III.3. Fungsi Keanggotaan untuk Besaran Input Kadar Protein

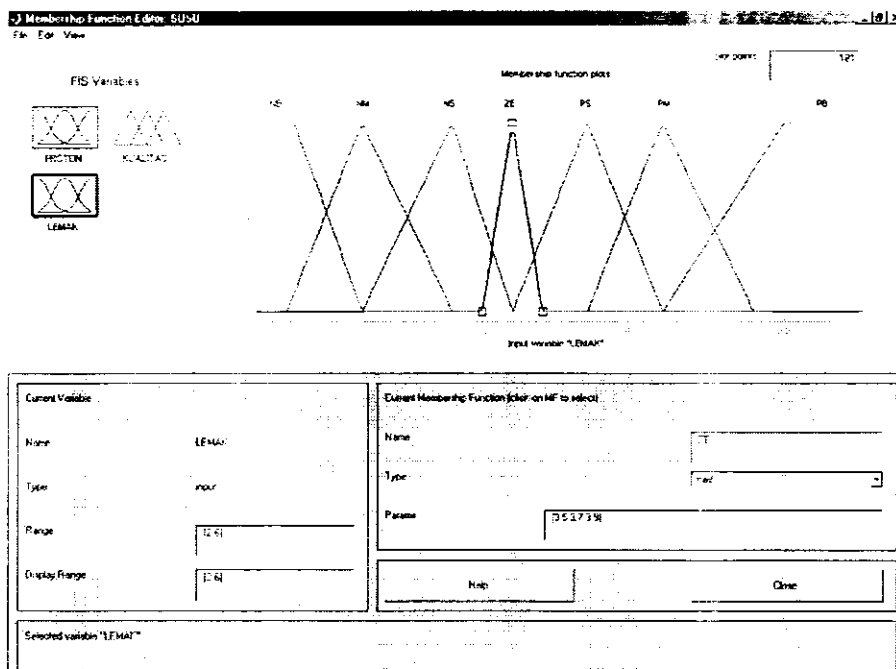
b. Input Kadar Lemak

Kadar lemak sebagai parameter input kedua dikelompokkan menjadi beberapa tingkatan seperti dapat dilihat pada Tabel III.2.

Tabel III.2. Fuzzifikasi untuk parameter input kadar Lemak

Kadar Lemak (%)	Tingkatan Fuzzy
0 – 2,7	NB
2,2 – 3,3	NM
2,7 – 3,7	NS
3,5 – 3,9	ZE
3,7 – 4,7	PS
4,2 – 5,3	PM
4,7 – 6,0	PB

Dari kelima tingkatan *fuzzy* tersebut dimasukkan sebagai fungsi keanggotaan yang ditunjukkan pada Gambar III.4.



Gambar III.4. Fungsi Keanggotaan untuk Besaran Input Kadar Lemak

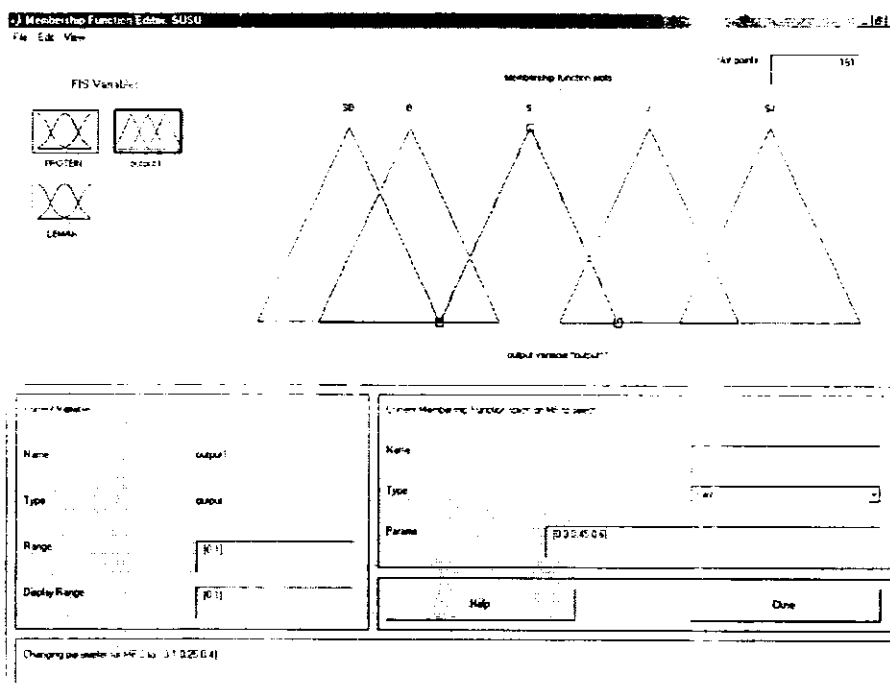
c. Output Kualitas Susu

Keluaran dari sistem adalah level yang menunjukkan tingkat kualitas susu yang sedang diukur. Implementasi dari rancangan ini dapat berupa keluaran lampu indikator yang diberi penjelasan status keadaan susu yang sedang dipantau. Keluaran tersebut dibagi atas 5 level yaitu :

Tabel III.3. Pembagian bobot untuk output

Bobot	Level	Indeks	LED Indikator
0,0 – 0,3	Sangat Bagus	SB	Hijau Tua
0,1 – 0,4	Bagus	B	Hijau Muda
0,3 – 0,6	Sedang	S	Kuning
0,5 – 0,8	Jelek	J	Orange
0,7 – 1,0	Sangat Jelek	SJ	Merah

Fungsi keanggotaannya dapat ditunjukkan pada Gambar III.5.



Gambar III.5. Fungsi Keanggotaan untuk besaran output tingkat kemurnian susu

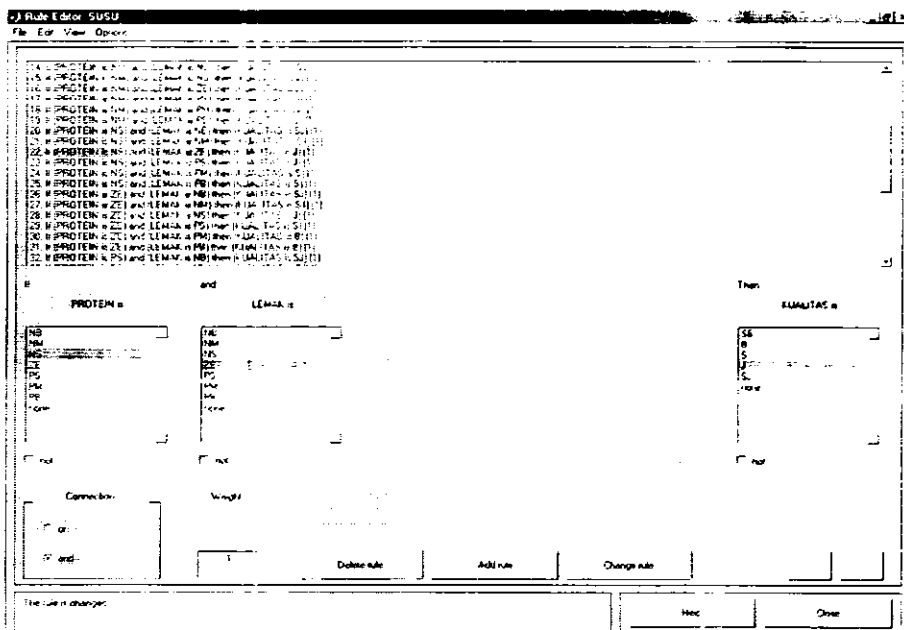
III.3. Inferencing

Setelah fuzzyfikasi atau proses mengubah masukan eksak berupa kadar protein dan kadar lemak menjadi masukan fuzzy berupa derajat keanggotaan. Selanjutnya dilakukan inferencing. Kaidah-kaidah yang digunakan untuk menentukan tingkat kemurnian susu ditulis secara subjektif dalam *Fuzzy Associate Memory (FAM)*, yang memuat hubungan antara kedua masukan yang menghasilkan keluaran tertentu. Di sini dipakai kaidah hubungan sebab akibat dengan dua masukan yang digabung menggunakan operator “dan”. *FAM* untuk menentukan tingkat kemurnian susu dibuat seperti pada tabel dibawah ini :

Tabel III.3 *Fuzzy Associate Memory* untuk Penentuan Tingkat Kemurnian Susu

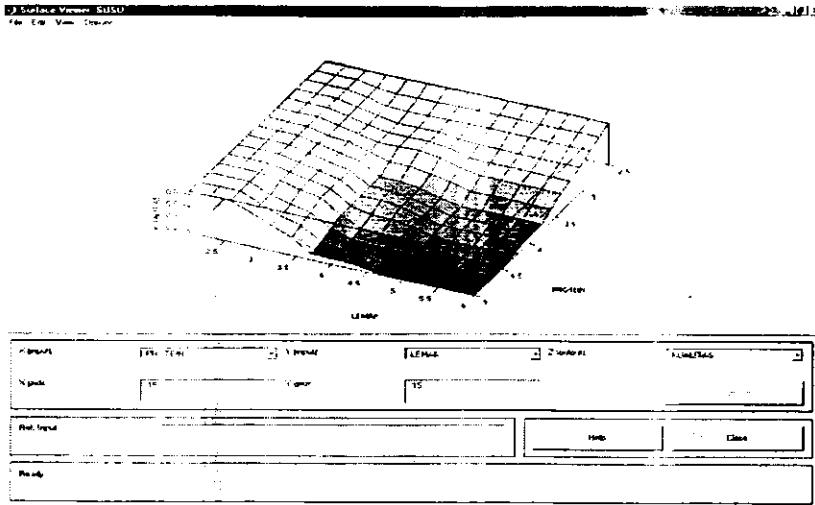
Protein \ Lemak							
	NB	NM	NS	ZE	PS	PM	PB
NB	SJ	SJ	SJ	SJ	SJ	SJ	SJ
NM	SJ	SJ	J	J	J	J	J
NS	SJ	SJ	J	J	J	S	S
ZE	SJ	SJ	J	S	S	B	B
PS	SJ	SJ	J	S	S	B	B
PM	SJ	SJ	J	S	B	B	SB
PB	SJ	SJ	S	B	B	SB	SB

Dari hasil *Fuzzy Associate Memory* selanjutnya disusun *rule basednya* seperti yang ditunjukkan pada Gambar III.6. Hubungan antara dua masukan yang digabungkan dengan operator “dan” menghasilkan 25 susunan keluaran *rule base*.

Gambar III.6. Susunan *Rule Based* Penentuan Tingkat Kemurnian Susu

Hasil simulasi *rule base* tersebut diperoleh suatu pola tingkat kemurnian susu seperti yang ditunjukkan Gambar III.7. Kehalusan perubahan (degradasi) warna menunjukkan perubahan tingkat Fuzzy dari *rule based* yang dirancang. Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat dari objek yang diteliti, tentu sangat

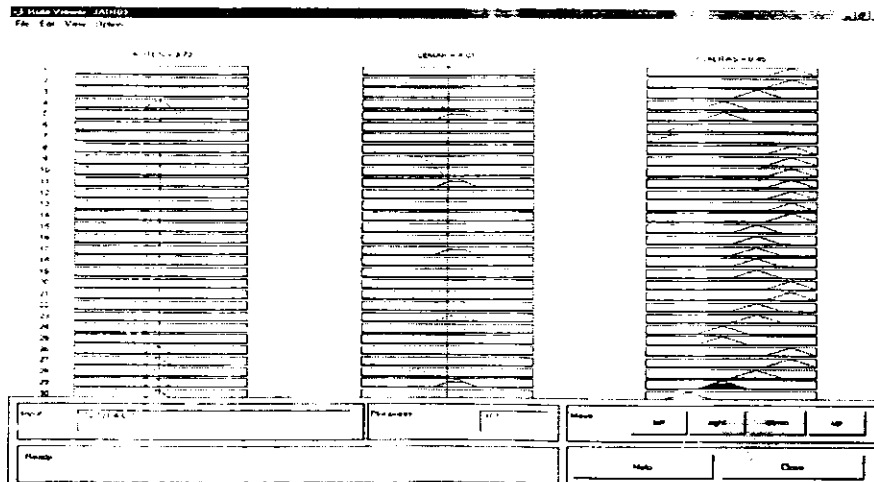
dibutuhkan pengalaman dalam menyusun *rule basednya* berdasarkan hasil penelitian dan pengamatan yang berkelanjutan.



Gambar III.7. *Surface Viewer* dari *Rule Base*

III.4. Defuzzifikasi

Untuk mendapatkan keluaran dari proses komputasi melalui algoritma *fuzzy logic* maka diperlukan defuzzifikasi sebagai proses untuk mendapatkan keluaran yang sesuai dengan input yang dibuat. Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk melakukan defuzzifikasi ini, diantaranya adalah metode *Centroid of Area (COA)* yang dipilih dalam menu yang tersedia. Dengan operator *maxmin* dengan logika AND maka didapatkan kurva input kandungan protein, *input* kandungan lemak dan *output* kualitas susu seperti ditunjukkan Gambar III.8.



Gambar III.8. Kurva *Input* dan *Output* pada Proses Defuzzifikasi

BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS

Perancangan Model Uji Kualitas Susu dengan Logika *Fuzzy*

Dari hasil pengujian untuk setiap tingkatan fungsi keanggotan (MF) dari kedua masukan akan menghasilkan keluaran yaitu tingkat kualitas susu sesuai dengan rule base yang dirancang. Tingkat kesesuaian dan ketepatan *Fuzzy Associate Memory*, yang memuat hubungan antara kedua masukan yang menghasilkan keluaran tertentu sangat tergantung pada *rule base* yang dibangun. Proses pengujian berlangsung melalui pengaturan nilai-nilai kedua masukan pada *rule viewer* dengan sendirinya akan menghasilkan nilai keluaran tertentu yang sesuai dengan pengaturan masukannya. Cara lainya juga bisa dilakukan yaitu dengan mengatur posisi garis merah sehingga menampilkan nilai-nilai kedua masukan dan nilai keluaran yang dapat diamati pada *rule viewernya*. Gambar 3.8 memperlihatkan hasil defuzzyfikasi hubungan kedua masukan dan keluaran secara eksak serta tampilan kurva visualisasi yang dapat berubah-ubah sesuai dengan pengaturan kedua masukannya.

Sebagai contoh Gambar III.8 memberikan informasi untuk protein 3.73 dan Lemak 4.01 maka keluarannya menunjukkan bobot kualitas 0.45. Jika masing-masing dimasukkan kedalam table maka Protein 3,73 dikategorikan sebagai NS dan Lemak 4,01 sebagai PS, maka tingkat kualitas susu (level) adalah 0,45 atau Jelek. Jika dicocokkan dengan tabel interfacing maka pernyataan ini telah sesuai.

Hasil lengkap pengujian tertera pada Tabel IV.1 di bawah ini :

Tabel IV.1. Hasil pengujian fungsi keanggotaan dengan tipe triangle
Terhadap nilai keluaran kualitas susu.

Kadar Protein	Kadar Lemak	Bobot	Kualitas Susu	Keterangan
2,78	2,81	0,8	Jelek	Sesuai
2,91	2,37	0,85	Jelek	Sesuai
3,22	2,99	0,752	Jelek	Sesuai
3,72	3,83	0,45	Sedang	Sesuai
4,11	4,01	0,44	Sedang	Sesuai
4,47	4,47	0,278	Sangat Bagus	Sesuai
4,34	4,77	0,238	Sangat Bagus	Sesuai
4,53	5,03	0,202	Sangat Jelek	Sesuai
4,64	2,53	0,85	Sangat Jelek	Sesuai
2,91	5,63	0,645	Jelek	Sesuai

MILIK PERPUSTAKAAN
UNIV. NEGERI PADANG

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari hasil yang diperoleh dalam pengujian, maka perancangan model alternative identifikasi kualitas susu menggunakan logika Fuzzy, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Logika Fuzzy dapat digunakan sebagai alternative identifikasi kualitas susu
2. Dalam setiap masukan (*input*) kandungan Protein dan Lemak memberikan hasil level keluaran (*output*) yang sesuai dengan model membership function triangle yang dirancang
3. Pemilihan jenis membership function yang berbeda akan memberikan nilai defuzzifikasi yang berbeda pula.

B. Saran

1. Sistem ini masih dalam perancangan berupa software menggunakan logika Fuzzy, untuk merealisasikan sistem ini logika fuzzy yang telah dirancang, digenerate menjadi bahasa assembly sehingga dapat diinterfacing dengan Komputer ataupun mikrokontroler, dengan menggunakan sensor dapat diinput secara otomatis besaran masukan kedalam sistem logika fuzzy.
2. Perancangan model alternative ini menggunakan dua input dan satu output, disarankan untuk pengembangan selanjutnya dapat memasukkan besaran input yang lebih banyak

DAFTAR PUSTAKA

1. Dai, Jing and Wang, Paul P. *Design of fuzzy controller According to the parameters of a Feedback System*. Durham, Duke University
2. M. Ikhsan Shiddieqy, (2004), *Memetik Manfaat Susu Sapi, Pikiran Rakyat*, 17.
3. Hadiwinoto S. (1994), *Teori dan Prosedur Pengujian Mutu Susu dan Hasil Olahannya*, Yogyakarta, Liberty.
4. Jamsihidi. M. *Fuzzy Logic and Control*. New Jersey. Prentice-Hall. 1993
5. Jantzen Jan. *Design of fuzzy Controllers*, WWW.Dtu.dk
6. Kusumadewi. S. *Analisis dan disain sitem Fuzzy menggunakan toolbox matlab*. Graha Ilmu, Yogyakarta, 2002.
7. Murakami S and Maeda M. *Automobile Speed control system using a Fuzzy Logic controller*. Amsterdam. North_Holand. 1985
8. Ogata, Katshuhiko. *Modern Control Engineering*, New Delhi. Prentice-Hall of India private Ltd. 1991
9. Robert Fuller, *Neural Fuzzy Systems*. Abo Academi University, 1995
10. Tjie Kok. (1997), *Spektrofotometri UV-VIS Aplikasi Kuantitatif, Kristal no.14*.
11. Thiang. dkk, *Sistim pengembangan kendali fuzzy logic berbasis mikrokontroler keluarga MCS51*, Prosiding Seminar Nasional. BPPT-Jakarta. 1998
12. www. Indomedia.com/intisari, *Susu kedelai tidak kalah dengan susu sapi*, 1998.