

**SISTEM PENENTUAN KUALITAS SINGKONG UNTUK BAHAN BAKU KERIPIK
DENGAN METODE FUZZY TSUKAMOTO
(Studi Kasus Kampung Kaliwadas)**

Yuli Murdianingsih*¹, Lungguh Tri Utomo^{#2}

Program Studi Manajemen Informatika, STMIK Subang
Jl. Marsinu No. 5 - Subang, Tlp. 0206-417853 Fax. 0206-411873
E-mail: yuli_murdianingsih@yahoo.com*¹, lungguh_tu@yahoo.co.id^{#2}

ABSTRAKSI

Keripik singkong merupakan produk olahan yang berbahan dasar singkong (Manihot utilissima), cukup potensial untuk dikembangkan, karena singkong merupakan tanaman yang sudah sangat dikenal oleh petani dan dapat ditanam dengan mudah. Singkong mempunyai kandungan karbohidrat cukup tinggi yaitu sebanyak 32.4 dan kalori 567.0 dalam 100 gram singkong. Singkong juga merupakan tanaman yang sangat fleksibel dalam usaha tani dan umur panen. Lahan untuk tanaman singkong tidak harus khusus, dan tidak memerlukan penggarapan intensif seperti halnya untuk tanaman hortikultura.

Pada dasarnya, metode Tsukamoto mengaplikasikan penalaran monoton pada setiap aturannya. Kalau pada penalaran monoton, sistem hanya memiliki satu aturan, pada metode Tsukamoto, sistem terdiri atas beberapa aturan. Karena menggunakan konsep dasar penalaran monoton, pada metode Tsukamoto, setiap konsekuensi pada aturan yang berbentuk IF-THEN harus dipresentasikan dengan suatu himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Output hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (crisp) berdasarkan α -predikat (file strength). Proses agregasi antara aturan dilakukan, dan hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan defuzzy dengan konsep rata-rata terbobot.

Setelah mengalami proses perancangan dan pembuatan yang panjang dan setelah mengalami proses pengujian yang cukup ketat dan panjang penulis dapat menyimpulkan bahwa Sistem ini sebagai media pembelajaran telah berhasil diselesaikan dengan baik walaupun masih banyak kekurangan yang dialami baik selama proses pembuatan maupun hasil dari Sistem ini

Kata Kunci: *Sistem Penentuan Kualitas Singkong, Fuzzy Tsukamoto, File Strength*

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Tanaman singkong adalah merupakan bahan baku utama dalam pembuatan keripik singkong, diharapkan dapat menunjang pertumbuhan ekonomi baik pada saat ini maupun di masa akan datang, untuk mendukung peningkatan ketahanan pangan melalui pengembangan bisnis keripik singkong, peran teknologi sangat menentukan dan sangat berperan penting dalam meningkatkan kualitas singkong dan mengikuti zaman yang sudah semakin canggih.

Study kasus di kampung Kaliwadas sebagai desa yang mayoritas penduduknya penghasil singkong dan produsen keripik. Karena dari hasil pengamatan beberapa warga kampung Kaliwadas di ketahui sekitar 75% yang menanam singkong dan dijadikan sebagai peluang kerja.

Persediaan bahan baku yang cukup dan kualitas yang baik dapat memperlancar proses produksi serta barang jadi yang dihasilkan, karena dapat menjamin efektifitas kegiatan pemasaran, yaitu memberikan kepuasan kepada pelanggan. Kadang kurangnya ketelitian pemilihan bahan baku hasil dari pembuatan keripik singkong masih ada yang keras dan kurang enak, dari itu perlu di butuhnya sistem penentuan kualitas singkong yang baik agar mendapat hasil singkong yang berkualitas dan menjamin produksinya.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas penulis dapat mengidentifikasi beberapa permasalahan yaitu :

- a. Bagaimana menentukan tingkatan kualitas singkong yang dihasilkan dalam bercocok tanam tanaman singkong.
- b. Bagaimana menerapkan metode Fuzzy Tsukamoto dalam sistem pendukung keputusan untuk menentukan kualitas singkong.
- c. Bagaimana merancang sistem pendukung keputusan dengan metode Naive Bayes untuk menentukan kualitas singkong

1.3. Tujuan

Tujuan yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

- a. Terbentuknya sistem penentuan kualitas singkong untuk pembuatan keripik singkong.
- b. Menerapkan metode Fuzzy Tsukamoto untuk menentukan kualitas singkong.
- c. Merancang sistem pendukung keputusan dengan Fuzzy Tsukamoto untuk menentukan kualitas singkong

1.4. Manfaat

Manfaat yang ingin dicapai adalah:

- a. Dengan adanya sistem penentuan kualitas singkong akan dapat pengambilan keputusan secara cepat dan tepat dalam penentuan kualitas singkong untuk pembuatan keripik singkong.
- b. Penulis dapat memahami tentang penerapan metode Fuzzy Tsukamoto dalam sistem pendukung keputusan dalam menentukan kualitas singkong.

1.5. Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang akan digunakan dalam pembuatan sistem penentu kualitas agar-agar tepung ini adalah metode prancangan perangkat lunak *Waterfall*. Pengembangan metode *Waterfall* sendiri melalui beberapa tahapan yaitu:

- Penelitian Lapangan (*Field Research*), Penelitian dilakukan langsung turun kelapangan untuk mendapatkan data dan informasi yang dibutuhkan.
- Penelitian Kepustakaan (*Library Research*), Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan data yang bersifat teori seperti mengumpulkan buku-buku atau bahan lainnya.
- Observasi, Observasi yang dilakukan penulis adalah mengamati secara langsung data yang diperoleh.
- Analisis Perangkat Lunak, Kegiatan analisis perangkat lunak meliputi analisis spesifikasi perangkat lunak yang akan digunakan sebagai alat bantu penelitian.
- Perancangan Perangkat Lunak, Perancangan perangkat lunak meliputi perancangan keras dan perancangan antarmuka dari hasil analisis.
- Implementasi Perangkat Lunak, Implementasi dari hasil analisis dan perancangan perangkat lunak.
- Pengujian Perangkat Lunak, Pengujian terhadap perangkat lunak yang telah diimplementasikan.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Sistem Penentuan Kualitas

Menurut Jogiyanto (2008 : 1) Suatu sistem adalah suatu jaringan kerja dari prosedur-prosedur yang saling berhubungan, berkumpul bersama-sama untuk melakukan suatu kegiatan atau untuk menyelesaikan suatu sasaran yang tertentu.

Penentuan adalah sebuah keputusan yang di ambil dari pertimbangan sehingga bisa mendapatkan hasil yang memuaskan dan seimbang. Sedangkan kualitas menurut Kotler dan Keller (2006: 138) kualitas adalah keseluruhan corak dan karakteristik dari sebuah produk atau jasa yang menunjang kemampuan untuk memuaskan pelanggan baik secara langsung maupun tidak langsung.

Jadi bisa disimpulkan Sistem Penentuan Kualitas adalah sebuah sistem berbasis komputer dengan antarmuka antara mesin/komputer dan pengguna. Sistem penentuan kualitas secara umum didefinisikan sebagai sebuah sistem yang mampu menghasilkan hasil yang lebih baik dari pemilihan melalui aplikasi.

Sistem penentuan kualitas berfungsi untuk menentukan sebuah benda yang telah di ukur kualitasnya dari standar ukuran yang telah ditentukan, sehingga dapat menghasilkan ukuran yang baik dan dapat di jamin kualitasnya.

2.2. Parameter Kualitas Singkong

Beragam-macam hasil dapat dibuat dari ubi kayu (singkong), dimana setiap hasil mengandung komponen-komponen yang bervariasi. Komponen-komponen mutu yang telah diidentifikasi dalam ubi kayu segar, ubi kayu kering. Komponen mutu ubi kayu segar meliputi kadar air, kotoran atau pupuk, bentuk dan ukuran ubi serta ketebalan kulit ubi kayu.

Cara penilaian mutu saat ini, penilaian tentang kualitas ubi kayu di bawah pengawasan Departemen Industri (untuk konsumsi dalam negeri) dan Departemen Perdagangan (untuk ekspor). Departemen Industri mempunyai satu ketentuan standar untuk kualitas umbi singkong, sementara itu Departemen Perdagangan mempunyai ketentuan standar untuk kripik singkong.

Tabel 1 Spesifikasi mutu dari ubi kayu (Departemen Perindustrian R.I.)

No	Komponen
1	Kadar Air
2	Kotoran/Pupuk
3	Ukuran Umbi

2.3. Logika fuzzy

Logika fuzzy adalah salah satu komponen pembentuk soft computing. Logika fuzzy pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Dasar logika fuzzy adalah teori himpunan fuzzy. Pada teori himpunan fuzzy, peranan derajat keanggotaan sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan sangatlah penting. Nilai keanggotaan atau derajat keanggotaan atau membership function menjadi ciri utama dalam penalaran dengan logika fuzzy tersebut (Kusuma Dewi, 2003).

Logika fuzzy dapat dianggap sebagai kotak hitam yang berhubungan antara ruang input menuju ruang output (Kusuma Dewi, 2003). Kotak hitam tersebut berisi cara atau metode yang dapat digunakan untuk mengolah data input menjadi output dalam bentuk informasi yang baik.

Adapun beberapa alasan digunakannya logika fuzzy (Kusuma Dewi, 2003), adalah:

1. Konsep logika fuzzy mudah dimengerti. Karena logika fuzzy menggunakan dasar teori himpunan, maka konsep matematis yang mendasari penalaran fuzzy tersebut cukup mudah untuk dimengerti.
2. Logika fuzzy sangat fleksibel, artinya mampu beradaptasi dengan perubahan-perubahan, dan ketidakpastian yang menyertai permasalahan.
3. Logika fuzzy memiliki toleransi terhadap data yang cukup homogeny, dan kemudian ada beberapa data "eksklusif", maka logika fuzzy memiliki kemampuan untuk menangani data eksklusif tersebut.
4. Logika fuzzy dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan. Dalam hal ini, sering dikenal dengan istilah fuzzy expert sistem menjadi bagian terpenting.
5. Logika fuzzy dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional. Hal ini umumnya terjadi pada aplikasi di bidang teknik mesin maupu teknik elektro.
6. Logika fuzzy didasari pada bahasa alami. Logika fuzzy menggunakan bahasa sehari-hari sehingga mudah dimengerti.

Pada dasarnya, metode Tsukamoto mengaplikasikan penalaran monoton pada setiap aturannya. Kalau pada penalaran monoton, sistem hanya memiliki satu aturan, pada metode Tsukamoto, sistem terdiri atas beberapa aturan. Karena menggunakan konsep dasar penalaran monoton, pada metode Tsukamoto, setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk IF-THEN harus dipresentasikan dengan suatu himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Output hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (crisp) berdasarkan α -predikat (file strength). Proses agregasi antara aturan dilakukan, dan hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan defuzzy dengan konsep rata-rata terbobot (Lin dan Lee,1996:10).

3. Analisa

3.1 Pengumpulan Data

Berdasarkan hasil observasi di lapangan dan wawancara narasumber penulis mendapatkan data komponen kriteria ubi kayu untuk pembuatan keripik singkong.

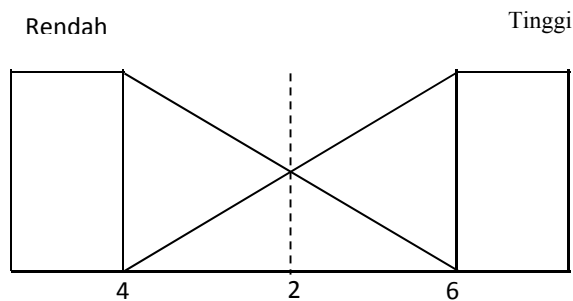
Tabel 2 Data Observasi

Variabel	Tinggi (b)	Rendah (a)	Range (x)
Kadar air	6 %	4 %	2 %
Kotoran/pupuk	15 %	10 %	5 %
Umbi	5 cm	2 cm	2 cm

3.2 Teknik Penerapan Fuzzy Tsukamoto dalam Penentuan Kualitas Singkong

A. Setiap Kadar atau ukuran terdiri dari 2 himpunan fuzzy, yaitu RENDAH, TINGGI, BESAR dan KECIL. Fungsi keanggotaan Kadar dan ukuran direpresentasikan dalam grafik.

1. Kadar Air



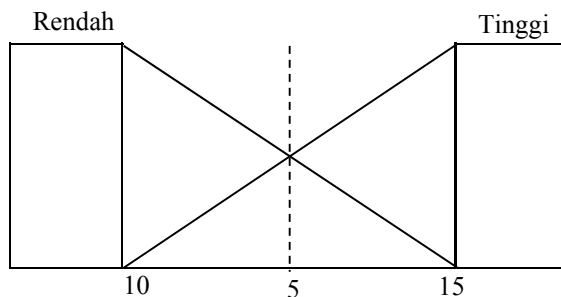
○ Kadar Air Tinggi

$$\frac{x - a}{b - a} = \frac{2 - 4}{6 - 4} = \frac{-2}{2} = -1$$

○ Kadar Air Rendah

$$\frac{b - x}{b - a} = \frac{6 - 2}{6 - 4} = \frac{4}{2} = 2$$

2. Kotoran



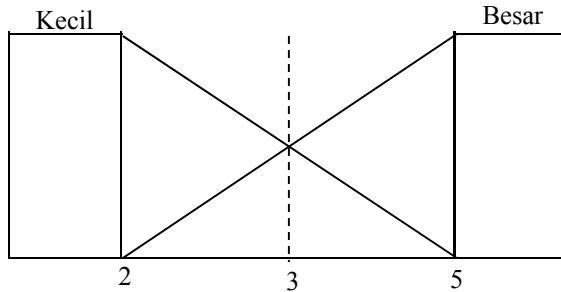
○ Kotoran Tinggi

$$\frac{x - a}{b - a} = \frac{5 - 10}{15 - 10} = \frac{-5}{5} = -1$$

○ Kotoran Rendah

$$\frac{b - x}{b - a} = \frac{15 - 5}{15 - 10} = \frac{10}{5} = 2$$

3. Ukuran Umbi



o Ukuran Ubi Besar

$$\frac{x - a}{b - a} = \frac{3 - 2}{5 - 2} = \frac{1}{3} = 0.3$$

o Ukuran Ubi Kecil

$$\frac{b - x}{b - a} = \frac{5 - 3}{5 - 2} = \frac{2}{3} = 0.7$$

Tabel 3 Himpunan Parameter

	Tinggi	Rendah
Kadar air	-1	2
Kotoran	-1	2
Umbi	0,3	0,7
Batasan	26	16

- B. Dilapangan didapatkan 6 informasi aturan atau rule dalam menentukan kualitas singkong yang digunakan sebagai bahan dasar pembuatan keripik singkong.

INFERENSI

- **R1** = IF Kadar air tinggi AND Kotoran rendah AND Ukuran ubi kecil THEN Kualitas BAIK.
 $R1 = (-1, 2, 0.7) \rightarrow$ (Mencari nilai minimum)

$$R1 = \frac{z - a}{b - a} = -1$$

$$= \frac{z - 16}{26 - 16} = -1$$

$$= \frac{z - 16}{10} = -1$$

$$z - 16 = -1 \times 10$$

$$z - 16 = -10$$

- **R2** = IF Kadar air tinggi AND Kotoran tinggi AND Ukuran ubi besar THEN Kualitas BAIK.
 $R2 = (-1, -1, 0.3) \rightarrow$ (Mencari nilai minimum)

$$R2 = \frac{z - a}{b - a} = -1$$

$$= \frac{z - 16}{26 - 16} = -1$$

$$= \frac{z - 16}{10} = -1$$

$$z - 16 = -1 \times 10$$

$$z - 16 = -10$$

- **R3** = IF Kadar air tinggi AND Kotoran tinggi AND Ukuran ubi kecil THEN Kualitas BURUK.
 $R3 = (-1, -1, 0.7) \rightarrow$ (Mencari nilai minimum)

$$R3 = \frac{b - z}{b - a} = -1$$

$$= \frac{26 - z}{26 - 16} = -1$$

$$= \frac{26 - z}{10} = -1$$

$$26 - z = -1 \times 10$$

$$26 - z = -10$$

- **R4** = IF Kadar air rendah AND Kotoran rendah AND Ukuran ubi kecil THEN Kualitas BURUK.

$R4 = (2, 2, 0.7) \rightarrow$ (Mencari nilai minimum)

$$R4 = \frac{b - z}{b - a} = 0.7$$

$$= \frac{26 - z}{26 - 16} = 0.7$$

$$= \frac{26 - z}{10} = 0.7$$

$$26 - z = 0.7 \times 10$$

$$26 - z = 7$$

- **R5** = IF Kadar air rendah AND Kotoran tinggi AND Ukuran ubi besar THEN Kualitas BAIK.
 $R5 = (2, -1, 0.3) \rightarrow$ (Mencari nilai minimum)

$$R5 = \frac{z - a}{b - a} = -1$$

$$= \frac{z - 16}{26 - 16} = -1$$

$$= \frac{z - 16}{10} = -1$$

$$z - 16 = -1 \times 10$$

$$z - 16 = -10$$

- **R6** = IF Kadar air rendah AND Kotoran tinggi AND Ukuran ubi kecil THEN Kualitas BURUK.

$$R6 = (2, -1, 0.7) \rightarrow (M$$

$$R6 = \frac{b - z}{b - a} = -1$$

$$= \frac{26 - z}{26 - 16} = -1$$

$$= \frac{26 - z}{10} = -1$$

$$26 - z = -1 \times 10$$

$$26 - z = -10$$

C. Menentukan Output Crisp (Defuzzifikasi)

$$z = \frac{a1 * z1 + a2 * z2 + a3 * z3 + a4 * z4}{a1 + a2 + a3 + a4}$$

$$z = \frac{(-1 * 6) + (-1 * 6) + (-1 * 36) + (0.7 * 19) + (-1 * 6) + (-1 * 36)}{-1 + (-1) + (-1) + 0.7 + (-1) + (-1)}$$

$$z = \frac{-6 + (-6) + (-36) + 13.3 + (-6) + (-36)}{-4,3}$$

$$z = -\frac{76,7}{-4,3}$$

Tabel 4 Rule

Rule	Kadar Air	Kotoran	Umbi	kualitas
1	tinggi	rendah	kecil	baik
2	tinggi	Tinggi	besar	baik
3	tinggi	Tinggi	kecil	buruk
4	rendah	rendah	kecil	buruk
5	rendah	Tinggi	besar	baik
6	rendah	Tinggi	kecil	buruk

Tabel 5 Hasil Rule

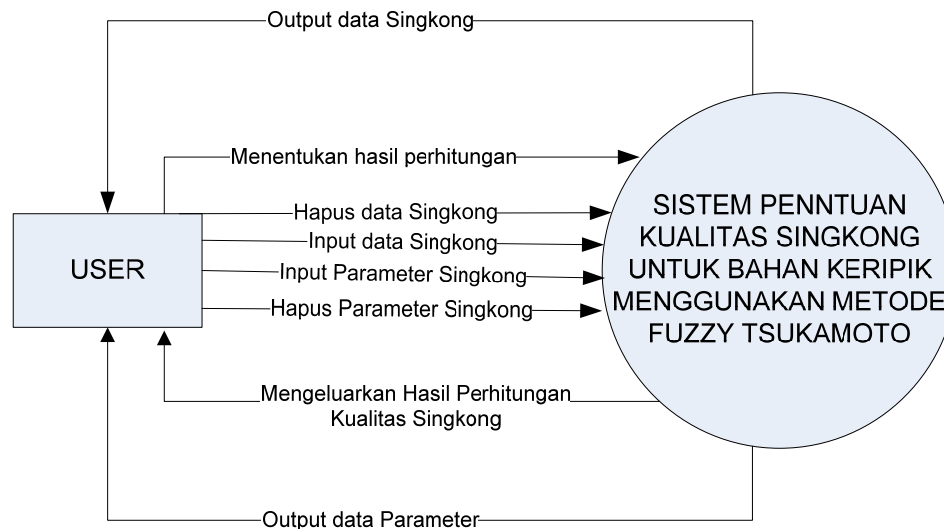
Rule	Kadar Air	Kotoran	Umbi	hasil
1	-1	2	0,7	6
2	-1	-1	0,3	6
3	-1	-1	0,7	36
4	2	2	0,7	19
5	2	-1	0,3	6
6	2	-1	0,7	36

Tabel 6 Hasil Nilai Akhir

nilai akhir	
-76,7	17,83721
-4,3	

3.3 Model Proses

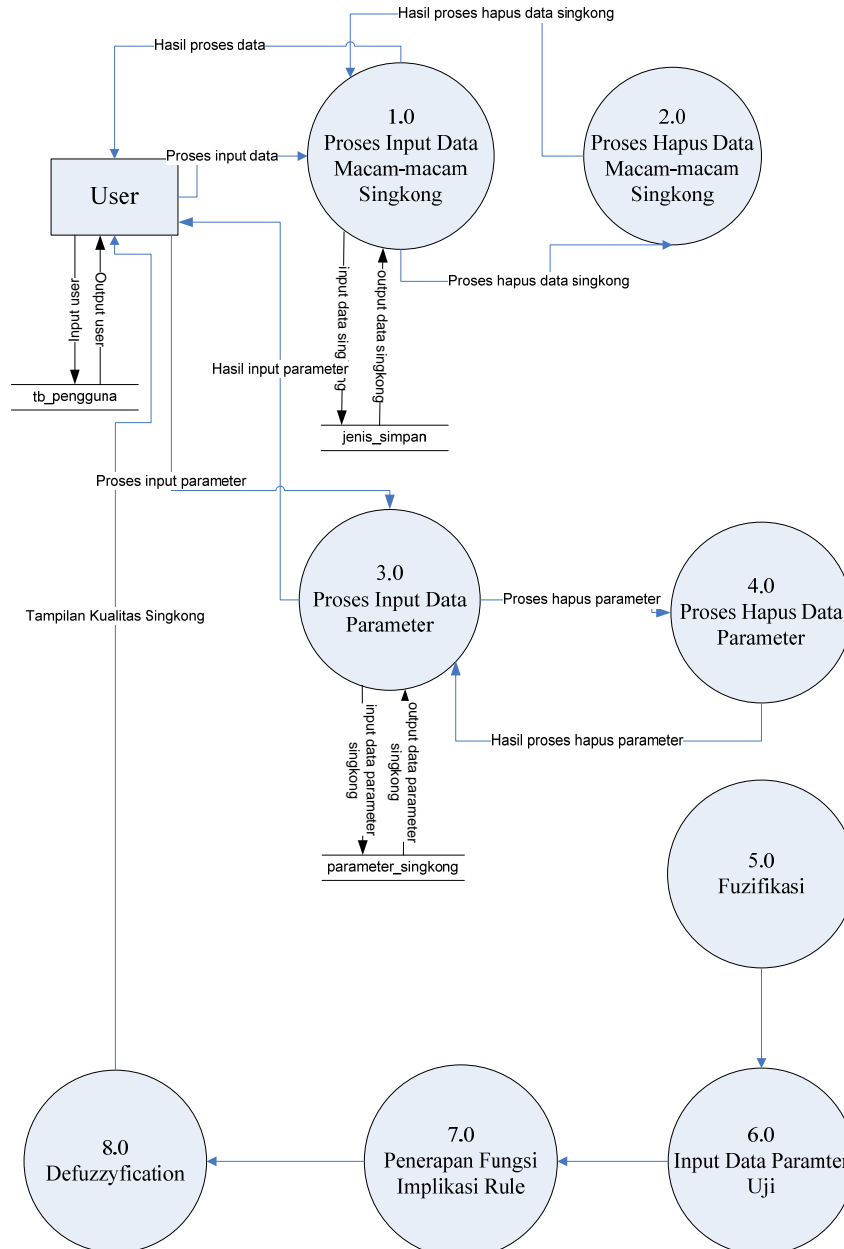
Berikut adalah *Context Diagram* dari Sistem Penentuan Kualias Singkong menggunakan metode *fuzzy tsukamoto*. Diagram Kontek merupakan gambaran global mengenai suatu sistem. Dalam diagram kontek menerangkan secara garis besar hubungan antara entitas-entitas yang ada pada sebuah sistem. Dalam sistem yang dibuat oleh penulis terdapat dua kesatuan yaitu *user*, sebuah proses yaitu sistem penentuan kualitas singkong, yaitu *jenis_simpan,parameter_singkong, tb_pengguna*, yang diberikan oleh user kepada sistem, informasi hasil keseluruhan data *jenis_simpan*, data *parameter_singkong*, dan data *tb_pengguna* yang diberikan sistem kepada user.



Gambar 1 Kontek Diagram Penentuan Kualitas Singkong Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto

DFD merupakan sebuah gambaran sistem yang lebih terperinci. Pada DFD level 1 sistem penentuan kualitas singkong menggunakan metode *fuzzy tsukamoto* yang tedapat 2 simpanan data yaitu input *jenis_simpan*, untuk menyimpan inputan macam-macam jenis singkong berupa *id_jenis, jenis_singkong*, dan *jumlah_singkong* perbuah yang di isikan oleh *user*, input *parameter_singkong* untuk

menyimpan hasil inputan berupa id, kadar_air, kotoran dan ukuran umbi yang di tentukan oleh tinggi,rendah,bear dan kecil parameter dan sudah diisi oleh user, hapus jenis_singkong untuk menghapus data yang tidak sesuai oleh user, hapus parameter untuk menghapus data yang tidak sesuai oleh user, Untuk gambar DFD prosesnya seperti dibawah ini :

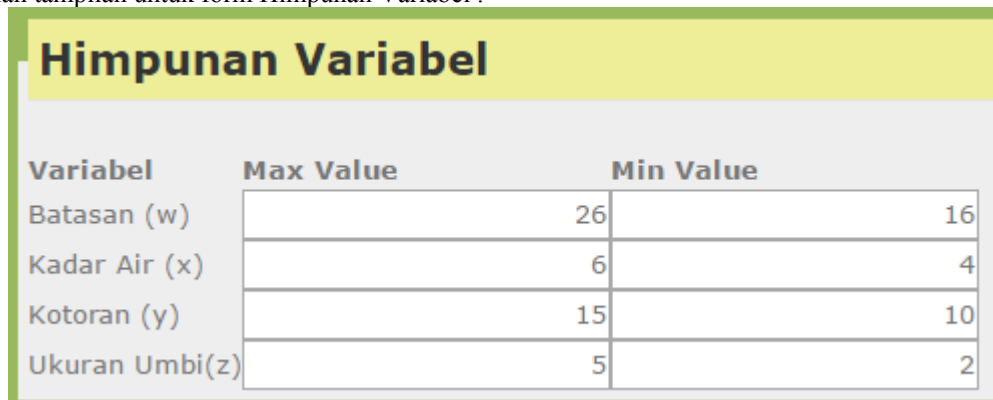


Gambar 2 Rancangan DFD (Data Flow Diagram)

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Implementasi

Pada Himpunan Variabel file text ini terdapat form yang digunakan untuk mengisi data serta digunakan untuk. Form data file perhitungan terdiri dari Batasan Tinggi dan Batasan Rendah(w), Kadar Air Tinggi dan Rendah(x), Kotoran Tinggi dan Rendah(y), dan Ukuran Umbi Besar dan Kecil(z). Berikut adalah tampilan untuk form Himpunan Variabel .



Variabel	Max Value	Min Value
Batasan (w)	26	16
Kadar Air (x)	6	4
Kotoran (y)	15	10
Ukuran Umbi(z)	5	2

Gambar 3 Gambar Tampilan Himpunan Variabel

Pada Himpunan ini digunakan untuk menginputkan data file dimana dalam form ini terdiri Kadar Air (x), Kotoran (y), dan Ukuran Umbi (z). Berikut dibawah ini adalah gambar form input file.



Inputan

Kadar Air (x)

Kotoran (y)

Ukuran Umbi (z)

Gambar 4 Tampilan Himpunan Keanggotaan

Form ini berfungsi untuk Menghitung hasil output dan input yang nanti akan diproses menjadi angka yang telah di hitung. Berikut tampilan gambar yang ada di bawaah ini.

[1] Pembentukan Himpunan Fuzzy (Fuzzyfication)			
Batasan			
$\mu_{\text{Batasan BESAR}}(w)$	$1, w < 26$	$\mu_{\text{Batasan KECIL}}(w)$	$0, w < 26$
	$(16-w)/-10, 26 \leq w \leq 16$		$(w-26)/-10, 26 \leq w \leq 16$
	$0, w > 16$		$1, w > 16$
Kadar Air			
$\mu_{\text{Kadar Air TINGGI}}(x)$	$1, x < 6$	$\mu_{\text{Kadar Air RENDAH}}(x)$	$0, x < 6$
	$(4-x)/-2, 6 \leq x \leq 4$		$(x-6)/-2, 6 \leq x \leq 4$
	$0, x > 4$		$1, x > 4$
Kotoran			
$\mu_{\text{Kotoran TINGGI}}(y)$	$1, y < 15$	$\mu_{\text{Kotoran RENDAH}}(y)$	$0, y < 15$
	$(10-y)/-5, 15 \leq y \leq 10$		$(y-15)/-5, 15 \leq y \leq 10$
	$0, y > 10$		$1, y > 10$
Ukuran Umbi			
$\mu_{\text{Umbi BESAR}}(z)$	$1, z < 5$	$\mu_{\text{Umbi KECIL}}(z)$	$0, z < 5$
	$(2-z)/-3, 5 \leq z \leq 2$		$(z-5)/-3, 5 \leq z \leq 2$
	$0, z > 2$		$1, z > 2$
Kadar Air: $x=2$; $\mu_{\text{Kadar Air TINGGI}}(2)=(4-2)/-2=-1$; $\mu_{\text{Kadar Air RENDAH}}(2)=(2-6)/-2=2$; Kotoran: $y=5$; $\mu_{\text{Kotoran TINGGI}}(5)=(10-5)/-5=-1$; $\mu_{\text{Kotoran RENDAH}}(5)=(5-15)/-5=2$; Ukuran Umbi: $w=3$; $\mu_{\text{Umbi BESAR}}(3)=(2-3)/-3=0.3333333333333333$; $\mu_{\text{Umbi KECIL}}(3)=(3-5)/-3=0.6666666666666667$;			

Gambar 5 Tampilan Pembentukan Himpunan Fuzzy

Form ini berfungsi untuk Menghitung Rule Secara Manual hasil output, input dan Pembentukan Himpunan Fuzzy yang nanti akan akan diproses menjadi angka hitung rule. Berikut tampilan gambar yang ada di bawaah ini.

[2] Penerapan Fungsi Implikasi

Nilai α -predikat dan Z dari setiap aturan

Rule 1 :IF Kadar Air TINGGI and Kotoran RENDAH and Umbi KECIL THEN Kualitas Baik
 α -predikat₁ = $\mu_{\text{Kadar Air TINGGI}} \cap \mu_{\text{Kotoran RENDAH}} \cap \mu_{\text{Umbi KECIL}}$
 = $\min(\mu_{\text{Kadar Air TINGGI}}(2) \cap \mu_{\text{Kotoran RENDAH}}(5) \cap \mu_{\text{Umbi KECIL}}(3))$
 = $\min(-1, 2, 0.666666666666667)$
 = -1
 Dari himpunan Kualitas Singkong: $(16-z_1)/-10 = -1$
 diperoleh $z_1 = 6$

Rule 2 :IF Kadar Air TINGGI and Kotoran TINGGI and Umbi BESAR THEN Kualitas Baik
 α -predikat₂ = $\mu_{\text{Kadar Air TINGGI}} \cap \mu_{\text{Kotoran TINGGI}} \cap \mu_{\text{Umbi BESAR}}$
 = $\min(\mu_{\text{Kadar Air TINGGI}}(2) \cap \mu_{\text{Kotoran TINGGI}}(5) \cap \mu_{\text{Umbi BESAR}}(3))$
 = $\min(-1, -1, 0.333333333333333)$
 = -1
 Dari himpunan Kualitas Singkong: $(26-z_2)/-10 = -1$
 diperoleh $z_2 = 6$

Rule 3 :IF Kadar Air TINGGI and Kotoran TINGGI and Umbi KECIL THEN Kualitas Buruk
 α -predikat₃ = $\mu_{\text{Kadar Air TINGGI}} \cap \mu_{\text{Kotoran TINGGI}} \cap \mu_{\text{Umbi KECIL}}$
 = $\min(\mu_{\text{Kadar Air TINGGI}}(2) \cap \mu_{\text{Kotoran TINGGI}}(5) \cap \mu_{\text{Umbi KECIL}}(3))$
 = $\min(-1, -1, 0.666666666666667)$
 = -1
 Dari himpunan Kualitas Singkong: $(z_3-26)/-10 = -1$
 diperoleh $z_3 = 36$

Rule 4 :IF Kadar Air RENDAH and Kotoran RENDAH and Umbi KECIL THEN Kualitas Buruk
 α -predikat₄ = $\mu_{\text{Kadar Air RENDAH}} \cap \mu_{\text{Kotoran RENDAH}} \cap \mu_{\text{Umbi KECIL}}$
 = $\min(\mu_{\text{Kadar Air RENDAH}}(2) \cap \mu_{\text{Kotoran RENDAH}}(5) \cap \mu_{\text{Umbi KECIL}}(3))$

Gambar. 6. Tampilan Penerapan Fungsi Implikasi Rule

Pada from ini menentukan hasil dari semua perhitungan dari Penerapan Fungsi Implikasi Rule kedalam Defuzzyfication yang semuanya telah dihitung. Berikut ini tampilan from pada gambar di bawah ini.

Defuzzyfication

Menghitung z akhir dengan merata-rata semua z berbobot

$$z = \frac{\alpha\text{-predikat}_1 * z_1 + \alpha\text{-predikat}_2 * z_2 + \alpha\text{-predikat}_3 * z_3 + \alpha\text{-predikat}_4 * z_4 + \alpha\text{-predikat}_5 * z_5 + \alpha\text{-predikat}_6 * z_6}{\alpha\text{-predikat}_1 + \alpha\text{-predikat}_2 + \alpha\text{-predikat}_3 + \alpha\text{-predikat}_4 + \alpha\text{-predikat}_5 + \alpha\text{-predikat}_6}$$

$$z = \frac{(-1 * 6 + -1 * 6 + -1 * 36 + 0.666666666666667 * 19.3333333333333 + -1 * 6 + -1 * 36)}{(-1 + -1 + -1 + 0.666666666666667 + -1 + -1)}$$

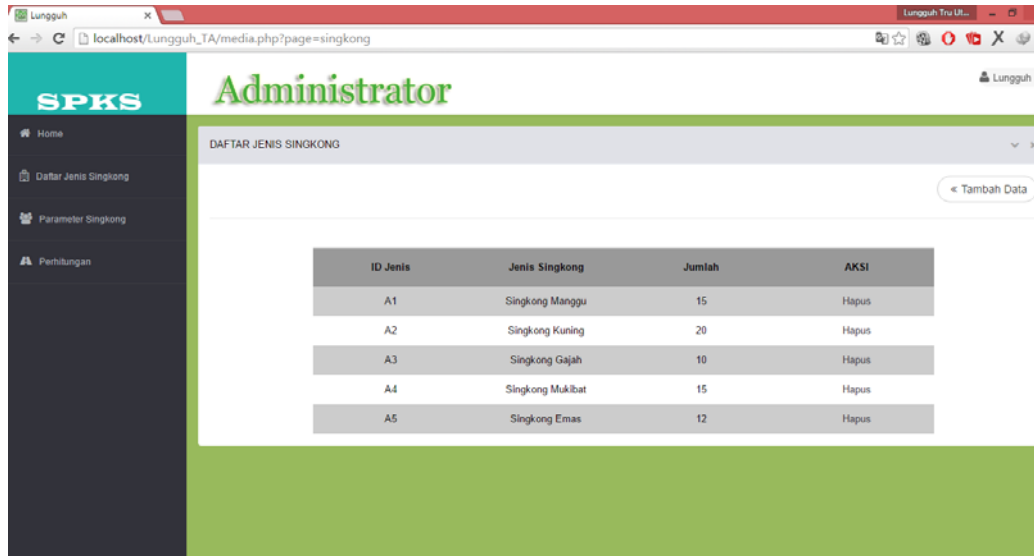
$$z = -77.1111111111111 / -4.33333333333333$$

$$z = 17.94871794872$$

Jadi nilai Kualitas Singkong (z) = **17.794871794872**

Hasil Kualitas Singkong = BAIK

Gambar. 7. Tampilan Defuzzyfication



Gambar 8 Tamplan Input Data Singkong

4.2 Pengujian

Berikut ini uraian hasil pengujian dengan teknik pengujian berdasarkan requirement pada rencana pengujian:

Tabel 4.2 Kasus dan Hasil Pengujian Sistem

Requirement	Skenario Uji	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian
Menu Utama	1 Membuka Form	Muncul halaman Admin	Sesuai
	2 Tampilan Utama	Maka akan muncul aplikasi yang telah dibuat	Sesuai
	3 Klik button keluar	Maka akan keluar dari aplikasi Penentuan Kualitas Singkong	Sesuai
Penentuan Kualitas Singkong untuk Keripik	1 Klik jenis simpanan macam-macam Singkong	Maka akan menyimpan data file di database mysql dan menampilkan dalam tabel yang ada pada form input Simpan macam-macam Singkong	Sesuai
	2 Klik Daftar Parameter Kualitas Singkong	Maka akan menyimpan data file di database mysql dan menampilkan dalam tabel yang ada pada form input Parameter Kualitas Singkong	Sesuai

Requirement	Skenario Uji		Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian
	3	Klik delete	Maka akan menghapus data file yang ada dalam tabel aplikasi dan database	Sesuai
	4	Klik back	Maka akan muncul kembali ke halaman menu utama aplikasi	Sesuai
Keluar	Klik Keluar		Klik Keluar maka akan keluar	Sesuai

5. Kesimpulan

Setelah mengalami proses perancangan dan pembuatan yang panjang dan setelah mengalami proses pengujian yang cukup ketat dan panjang penulis dapat menyimpulkan bahwa Sistem ini sebagai media pembelajaran telah berhasil diselesaikan dengan baik walaupun masih banyak kekurangan yang dialami baik selama proses pembuatan maupun hasil dari Sistem ini. Untuk rumusan kesimpulan secara lengkap akan dipaparkan berikut ini :

1. Sistem Penentuan Kualitas Singkong Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto yang telah berhasil diselesaikan ini akan digunakan sebagai media pembelajaran.
2. Diharapkan Sistem ini dapat mengatasi berbagai masalah yang dihadapi seseorang saat mempelajarinya.
3. Sistem ini dibuat dengan bahasa pemrograman php.
4. Editor yang digunakan adalah PHP dan xampp-win32-1.8.2-2-VC9-installer.

Pustaka

- Miriam Budiardjo. 2008. Dasar-Dasar Ilmu Politik. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama. <http://www.artikelsiana.com/2015/10/pengertian-sistem-unsur-arti-sistem.html#>
- Burch, J.G., System Analysis, Design, and Implementation, Boyd & Frasher Publishing Company, 1992.
- Dorothea Wahu Ariani, 2004. Pengendalian Kualitas Statistik (Pendekatan Kuantitatif dalam Manajemen Kualitas). Penerbit CV Andi Offset : Yogyakarta. <http://www.pengertianpakar.com/2015/05/pengertian-kualitas-menurut-pakar.html>
- Kotler, Philip and Keller, Kevin Lane. 2006. Marketing management 13e. New Jersey: Pearson Education, Inc https://id.wikipedia.org/wiki/Ketela_pohon
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, 1982.
- Risalah Rapat Teknis Palawijaya, Bogor, June 7-9, 1982.
- Setiyono, A and Soemardi. Masalah Ubi Kayu dan Mutu Gapplek di Lampung. In.:Laporan Tahunan, Sub-Balai Penelitian Tanaman Pangan. https://id.wikipedia.org/wiki/Keripik_singkong <http://informatika.web.id/author/brigida>
- Klir, George J., Clair, U.S., and Yuan, Bo. 1997. Fuzzy Set Theory, Foundation and Application. New Jersey: Prentice Hall International, Inc.
- Ratna, Evi. Januari 2013. Sistem Pendukung Keputusan Menentukan Besaran Tips DiRestoran Dengan Metode Fuzzy Tsukamoto.
- Makalah Fakultas ilmu komputer sistem informasi-s1 Universitas dian nuswantoro. <http://www.metode-algoritma.com/2013/06/himpunan-fuzzy.html>
- Kusuma Dewi dan Purnomo, 2010, Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan, Graha Ilmu, Yogyakarta.