

Pengaturan Kecepatan Putaran Motor Listrik 3 Phasa Menggunakan Logika Fuzzy Tsukamoto pada Proses Penyaringan Minyak Goreng

Sunanto

Jurusan Teknik Informatika, STMIK Amik Riau, Pekanbaru, Riau
sunanto@stmik-amik-riau.ac.id

Abstrak

Industri minyak goreng yang berasal dari minyak sawit mentah/CPO (*Crude Palm Oil*) berkembang dengan pesatnya dengan bertambahnya jumlah kebutuhan minyak goreng dalam negeri dan bertambahnya produksi bahan baku. Selain beberapa industri besar ada juga Industri mini minyak goreng salah satunya adalah Pabrik Mini minyak goreng Politeknik Kampar. Pabrik ini didirikan untuk menunjang proses belajar mengajar berbasis industri. Proses pembuatan minyak goreng dari minyak sawit mentah/CPO (*Crude Palm Oil*) secara garis besar terbagi menjadi dua bagian yaitu proses refining (pemurnian) dan fractionating (fraksionasi) atau pemisahan. Proses fraksionasi adalah proses membagi bahan baku menjadi 2 fraksi/bagian yaitu fraksi olein (minyak goreng) dan fraksi stearin (ampas). Pada pabrik mini minyak goreng Politeknik Kampar, proses fraksionasi menggunakan 1 unit motor listrik 3 phasa yang digunakan untuk mendorong bahan baku ke membran filter sehingga mendapatkan 2 fraksi yaitu olein dan stearin. Proses fraksionasi sangat menentukan kualitas minyak goreng, sehingga proses ini banyak melibatkan operator. Untuk mengurangi kontribusi operator pada proses fraksionasi maka diterapkan logika Fuzzy Tsukamoto untuk mengatur kecepatan putaran motor listrik 3 phasa, dengan mempertimbangkan suhu dan campuran pada bahan baku.

Kata kunci: minyak goreng, fraksi, fraksionasi, Fuzzy Tsukamoto

1. Pendahuluan

Pabrik mini minyak goreng di Politeknik Kampar dibangun untuk menunjang proses belajar mengajar. Pengolahan minyak goreng dari minyak sawit mentah CPO (*Crude Palm Oil*) secara garis besar meliputi 2 tahapan proses yaitu proses refining (pemurnian) dan fractionating (Fraksionasi/ pemisahan). Proses pemurnian terdiri dari proses degumming, proses netralisasi, proses bleaching dan proses deodorisasi dan Fraksionasi. Fraksionasi adalah suatu proses yang digunakan untuk memisahkan Stearin (ampas) dengan

Olein (minyak goreng) melalui 3 tahapan yaitu seding, kristalisasi dan filtrasi/penyaringan. Proses ini merupakan proses yang sangat menentukan untuk mendapatkan minyak goreng yang berkualitas. Jika pada proses Fraksionasinya buruk maka minyak goreng yang dihasilkan akan mudah beku pada suhu $> 25^{\circ}\text{C}$ pada suhu kamar. Proses Fraksionasi minyak goreng dilakukan dengan cara kristalisasi bahan baku dengan cara melakukan pendinginan terhadap bahan baku, tahapannya mula-mula bahan baku dipanaskan pada suhu 70°C , kemudian bahan baku didinginkan dengan suhu 18°C sampai bahan baku membentuk kristal. Bahan baku yang mengkristal disebut dengan stearin (ampas), sedangkan bahan baku yang tetap cair adalah olein atau minyak goreng. Menurut Normah [6] proses kristalisasi pada minyak goreng akan terjadi pada suhu antara 14°C atau 22°C , sebelumnya bahan baku dipanaskan menggunakan suhu 70°C .

Pada pabrik mini minyak goreng Politeknik Kampar, proses Fraksionasi menggunakan 1 motor listrik 3 phasa dan 1 unit membran filter. Proses ini sering mengalami permasalahan yaitu motor listrik mudah panas dan mempengaruhi bahan baku yang akan di-filter melalui membran. Jika stearin mencair kembali dan bercampur olein karena pengaruh motor listrik yang suhunya meningkat maka minyak goreng yang dihasilkan akan mudah beku pada suhu tersebut. Untuk mendapatkan minyak goreng yang berkualitas maka diterapkan pengaturan kecepatan putaran motor listrik tersebut menggunakan logika Fuzzy Tsukamoto, dengan mempertimbangkan suhu dan campuran yang berada pada bahan baku yang akan di pisahkan. Logika fuzzy Tsukamoto dapat memetakan input campuran stearin dengan olein dan suhu yang tepat agar bahan baku tetap mengkristal. Selain itu juga logika fuzzy Tsukamoto dapat memetakan output berupa kecepatan putaran motor listrik 3 phasa.

2. Landasan Teori

2.1 Logika Fuzzy

Logika fuzzy adalah suatu cara yang tepat untuk menyelesaikan suatu logika yang dapat menggambarkan suatu nilai diantara nilai 0 dan 1, sedangkan himpunan crisp nilai keanggotaannya adalah 0 dan 1. Menurut

Fanoel Thamrin [1] logika fuzzy didasarkan pada logika boolean yang umum digunakan dalam komputasi. Secara ringkas, theorema fuzzy memungkinkan komputer dapat “berfikir” tidak hanya pada skala hitam-putih (0 dan 1, mati atau hidup) tetapi juga dalam skala abu-abu. Dalam logika fuzzy suatu preposisi dapat dipresentasikan dalam derajat kebenaran (*truthfulness*) atau derajat kesalahan (*falsehood*) tertentu.

2.1.1 Operator dasar Zadeh untuk operasi Himpunan Fuzzy

1. Operator AND Menurut Sri Yulianto,J.P[2] merupakan operator yang berhubungan dengan operasi interseksi pada himpunan. *Fire strength* sebagai hasil operasi dengan operator AND diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

$$\mu A \cap B = \min(\mu A [x], \mu B[y]) \quad (1)$$

2. Operator OR Menurut Sri Yulianto,J.P[2] merupakan operator yang berhubungan dengan operasi union pada himpunan. *Fire strength* sebagai hasil operasi dengan operator OR diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar antara elemen pada himpunan yang bersangkutan.

$$\mu A \cup B = \max(\mu A[x], \mu B[y]) \quad (2)$$

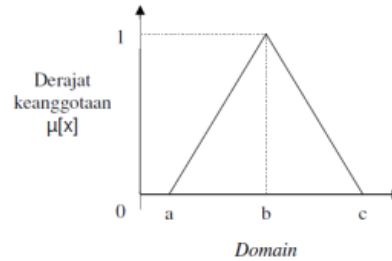
3. Operator NOT Menurut Sri Yulianto,J.P[2] yang merupakan operator yang berhubungan dengan operasi komplement pada himpunan. *Fire strength* sebagai hasil operasi dengan operator NOT diperoleh dengan mengurangi nilai keanggotaan elemen pada himpunan yang bersangkutan dari 1.

$$\mu A1 = 1 - \mu A[x] \quad (3)$$

2.1.2 Membership Function

Membership function (MF) adalah bagaimana mendefinisikan setiap poin dalam ruang (*space*) input dipetakan dalam membership value (nilai) atau *degree of* (derajat) membership antara 0 sampai dengan 1. Menurut Sri Yulianto [2] Himpunan fuzzy memiliki derajat keanggotaan dalam himpunan (*degree of membership*) dilambangkan dengan μ . Dalam kasus yang dibahas, fungsi keanggotaan yang dipakai adalah representasi kurva segitiga, representasi linear naik dan representasi linear turun.

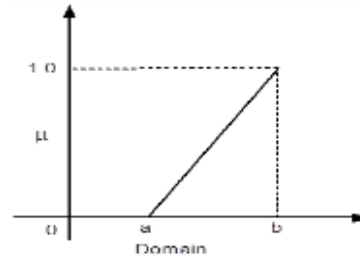
1.Representasi kurva segitiga



Gambar 1. Fungsi keanggotaan kurva segitiga

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & ; x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ (x-a)/(b-a) & ; a \leq x \leq b \\ (b-x)/(c-x) & ; b \leq x \leq c \end{cases} \quad (4)$$

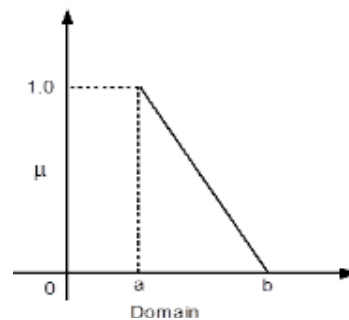
2. Representasi linear naik



Gambar 2. Fungsi keanggotaan linear naik

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & ; x \leq a \\ (x-a)/(b-a) & ; a \leq x \leq b \\ 1; & ; x \geq b \end{cases} \quad (5)$$

3.Representasi linear turun

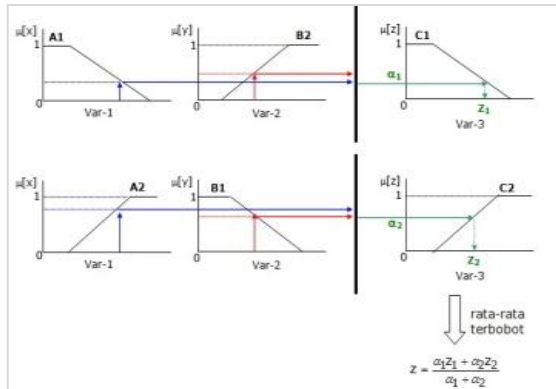


Gambar 3. Fungsi keanggotaan linear turun

$$\mu(x) = \begin{cases} (b-x)/(b-a) & ; a \leq x \leq b \\ 0; & ; x \geq b \end{cases} \quad (6)$$

2.1.3 Sistem Inferensi Fuzzy Tsukamoto

Menurut Sri Kusumadewi [3] Metode Tsukamoto adalah perluasan dari penalaran monoton. Pada metode Tsukamoto, setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk IF-THEN harus direpresentasikan dengan suatu himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang monoton.



Gambar 4. Inferensi dengan menggunakan metode fuzzy tsukamoto

Logika Fuzzy Tsukamoto memiliki beberapa tahapan untuk mendapatkan nilai tegas atau *crisps*, yaitu *Fuzzifikasi*, *Inferensi* dan *Defuzzifikasi*. Defuzzifikasi menghitung nilai rata-rata terbobot dengan rumus:

$$z = \frac{\sum \alpha_1 \cdot z_1}{\sum \alpha_1}$$

Z = Nilai rata-rata terbobot

α_1 = Nilai prediket

z_1 = Nilai dari sebuah *rules*

2.2 Minyak goreng

Minyak goreng adalah minyak yang berasal dari lemak tumbuhan yang dimurnikan dalam bentuk cair pada suhu kamar, biasanya digunakan untuk menggoreng bahan makanan. Minyak goreng juga bisa menjadi sumber energi. Minyak goreng merupakan salah satu bahan optis aktif karena mempunyai struktur molekul chiral, yaitu molekul yang mempunyai atom karbon (C) yang mengikat empat atom berbeda menurut ketaren[4]. Minyak goreng banyak dihasilkan dari buah kelapa sawit yang telah diolah menjadi CPO(*Crude Palm Oil*) minyak sawit mentah. Menurut puguh setyoprato [5] komponen utama CPO adalah Trigliserida dengan kandungan sampai 93%. Kandungan gliserida yang lain dalam CPO adalah digliserida 4,5% dan monogliserida 0,9%. Proses selanjutnya adalah mengolah CPO (*Crude Palm Oil*) minyak sawit mentah menjadi produk turunan kelapa sawit salah satu nya adalah minyak goreng.

2.2.1 Pabrik Mini Minyak Goreng

Politeknik kampo memiliki pabrik mini minyak goreng untuk menunjang proses belajar mengajar berbasis industri adapun proses pembuatan minyak goreng dari CPO memiliki 2 tahapan yaitu permunian minyak goreng menggunakan proses *deguming*, *Netralisasi*, *Bleaching*, *deodorisasi* sedangkan proses

terakhir adalah *fractionating* (pemisahan/pembagian), proses tersebut dapat dilihat pada gambar 5 :



Gambar 5. Proses pembuatan minyak goreng
(Sumber : PT.Buatan Guna Indonesia)

3. Metodologi

Metodologi digunakan untuk membuat kerangka penulisan laporan ilmiah menggunakan framework atau kerangka kerja yang ada pada gambar 6 berikut ini:



Gambar 6. Kerangka kerja (Framework)

Kerangka kerja tersebut di mulai dari mendefinisikan masalah, melakukan analisa masalah, menentukan tujuan, mengumpulkan data, mengolah

data, menguji metode dan mengevaluasi hasil. Pada pengolahan data menggunakan logika fuzzy Tsukamoto melalui beberapa tahapan yaitu melakukan fuzzifikasi komponen input dan output.

- a. Komponen input suhu memiliki variable linguistik rendah, normal dan tinggi dengan nilai fuzzifikasi (0-18)°C rendah, (14-22)°C Normal dan (18-22)°C untuk suhu tinggi.
- b. Komponen input campuran stearin dalam olein memiliki variable linguistik rendah, sedang dan tinggi dengan nilai fuzzifikasi (0-161)kg rendah, (86-236)kg sedang dan (161-236)kg Tinggi.
- c. Komponen output kecepatan putaran motor listrik memiliki variable linguistik lambat, sedang dan cepat dengan nilai fuzzifikasi (0-900)rpm lambat, (300-1500) rpm sedang dan (900-1500)rpm cepat.

$$\mu_{R_s}(x) = \begin{cases} 1 & ; 0 \leq x \leq 14 \\ (18-x)/(18-14) & ; 14 < x < 18 \\ 0 & ; x \geq 18 \end{cases}$$

$$\mu_{N_s}(x) = \begin{cases} (x-14)/(18-14) & ; 14 < x < 18 \\ 1 & ; x = 18 \\ (22-x)/(22-18) & ; 18 < x < 22 \\ 0 & ; x \leq 14 \text{ atau } x \geq 22 \end{cases}$$

$$\mu_{T_s}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 18 \\ (x-18)/(22-18) & ; 18 < x < 22 \\ 1 & ; x \geq 22 \end{cases}$$

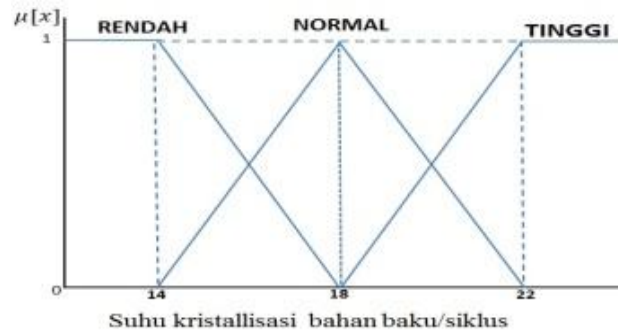
4. Analisis dan Perancangan

Tahapan ini digunakan untuk melakukan analisa data menggunakan perhitungan manual dan perancangan pembuatan interface software.

4.1 Fuzzifikasi variable input dan output

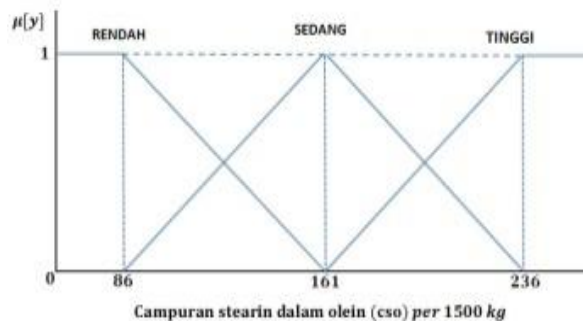
Variable yang digunakan untuk variable input adalah suhu dan campuran yang keanggotaannya telah diuraikan pada bab sebelumnya. Berikut ini adalah nilai derajat keanggotaan dari variable tersebut :

- a. Variable Suhu



Gambar 7. Keanggotaan variable suhu

- b. Variable Campuran



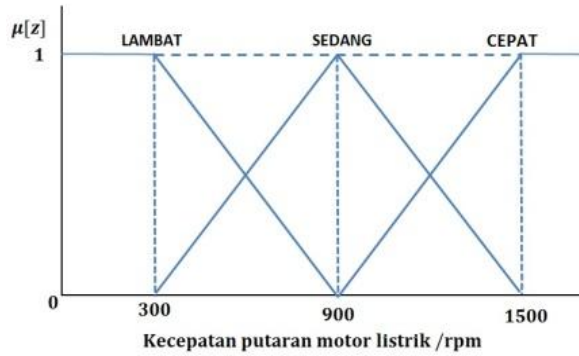
Gambar 8. Kenggotaan variable campuran

$$\mu_{R_{cos}}(x) = \begin{cases} 1 & ; 0 \leq y \leq 86 \\ (161-y)/(161-86) & ; 86 < y < 161 \\ 0 & ; y \geq 161 \end{cases}$$

$$\mu_{S_{cos}}(y) = \begin{cases} (y-86)/(161-86) & ; 86 < y < 161 \\ 1 & ; y = 161 \\ (236-y)/(236-161) & ; 161 < y < 236 \\ 0 & ; y \leq 86 \text{ atau } y \geq 236 \end{cases}$$

$$\mu_{T_{cos}}(y) = \begin{cases} 0 & ; y \leq 161 \\ (y-161)/(236-161) & ; 161 < y < 236 \\ 1 & ; y \geq 236 \end{cases}$$

c. Variable output kecepatan putaran motor listrik



Gambar 9. Keanggotaan kecepatan putaran motor listrik

$$\mu_{Lb}(z) = \begin{cases} 1 & ; 0 \leq z \leq 300 \\ (900 - z) / (900 - 300) & ; 300 < z < 900 \\ 0 & ; z \geq 900 \end{cases}$$

$$\mu_{Sd}(z) = \begin{cases} (z - 300) / (900 - 300) & ; 300 < z < 900 \\ 1 & ; z = 900 \\ (1500 - z) / (1500 - 900) & ; 900 < z < 1500 \\ 0 & ; z \leq 300 \text{ atau } z \geq 1500 \end{cases}$$

$$\mu_{Cp}(z) = \begin{cases} 0 & ; z \leq 900 \\ (z - 900) / (1500 - 900) & ; 900 < z < 1500 \\ 1 & ; z \geq 1500 \end{cases}$$

4.2 Penentuan rules

Rules dibuat sebagai aturan atau metode yang harus diikuti variable fuzzy yang telah selesai ditetapkan. Rules yang dibuat menggunakan logika fuzzy Tsukamoto untuk mengatur kecepatan putaran motor listrik 3 phasa adalah sebagai berikut :

- [R1] IF Suhu Rendah And Campuran Rendah Putaran Motor Lambat
- [R2] IF Suhu Rendah And Campuran Sedang Putaran Motor Sedang
- [R3] IF Suhu Rendah And Campuran Tinggi Putaran Motor Lambat
- [R4] IF Suhu Normal And Campuran Rendah Putaran Motor Cepat
- [R5] IF Suhu Normal And Campuran Sedang Putaran Motor Cepat
- [R6] IF Suhu Normal And Campuran Tinggi Putaran Motor Sedang
- [R7] IF Suhu Tinggi And Campuran Rendah Putaran Motor Sedang
- [R8] IF Suhu Tinggi And Campuran Sedang Putaran Motor Lambat
- [R9] IF Suhu Tinggi And Campuran Tinggi Putaran Motor Lambat

4.3 Penegasan (defuzzification)

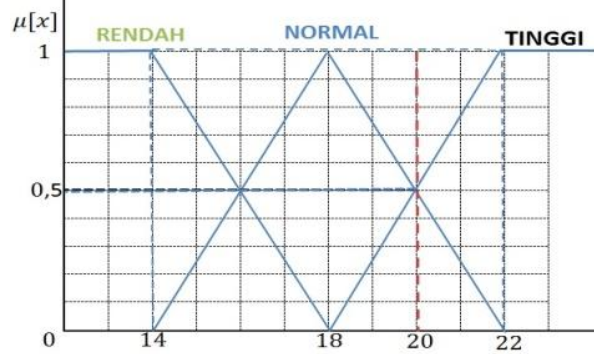
penegasan atau defuzzifikasi adalah penentuan nilai tegas yang dihitung berdasarkan jumlah nilai predikat dikalikan dengan nilai rules dibagi jumlah predikat. Menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Z = \frac{(\alpha_1 * z_1 + \alpha_2 * z_2 + \alpha_3 * z_3 + \alpha_4 * z_4 + \alpha_5 * z_5 + \alpha_6 * z_6 + \alpha_7 * z_7 + \alpha_8 * z_8 + \alpha_9 * z_9)}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5 + \alpha_6 + \alpha_7 + \alpha_8 + \alpha_9}$$

4.4 Pengolahan data menggunakan fuzzy tsukamoto

Pengolahan data menggunakan Fuzzy Tsukamoto pada suhu 20°C dan campuran 150 kg. Berapa nilai kecepatan motor untuk kondisi tersebut :

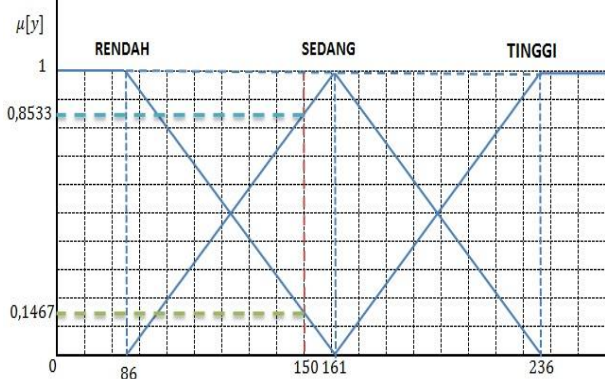
a. Fuzzifikasi pada suhu 20°C.



Gambar 10. Fuzzifikasi pada suhu 20°C

Nilai pada Suhu Rendah = 0
 Suhu Normal = 0,5
 Suhu Tinggi = 0,5

b. Fuzzifikasi pada campuran 150kg



Gambar 11. Fuzzifikasi pada campuran 150kg

Nilai Pada Campuran Rendah = **0,14667**
 Campuran Sedang = **0,8533**
 Campuran Tinggi = **0**

c. Inferensi (penalaran)

- [R1] $\alpha_1=0$ Rules = 900
- [R2] $\alpha_2=0$ Rules = 900
- [R3] $\alpha_3=0$ Rules = 900
- [R4] $\alpha_4=0,14667$ Rules = 988
- [R5] $\alpha_5=0,5$ Rules = 1200
- [R6] $\alpha_6=0$ Rules = 900
- [R7] $\alpha_7=0,14667$ Rules = 900
- [R8] $\alpha_8=0,5$ Rules = 600
- [R9] $\alpha_9=0$ Rules = 900

d. Defuzzifikasi Penegasan

$$z = \frac{(0 * 900 + 0 * 900 + 0 * 900 + 0,1467 * 988 + 0,5 * 1200 + 0 * 900 + 0,1467 * 900 + 0,5 * 600 + 0 * 900)}{0 + 0 + 0 + 0,1467 + 0,5 + 0 + 0,1467 + 0,5 + 0}$$

$$z = \frac{1176,9067}{1,2933} = 909,98 \text{ rpm}$$

$$\text{Frekuensi} = \frac{4 * 909,98}{120} = 30,33 \text{ Hz}$$

Hasil 909,98 rpm, dengan frekuensi 30,33Hz menggunakan logika AND bagaimana jika kita menggunakan logika OR dengan mengambil nilai maksimalnya :

Nilai Inferensi Maximal menggunakan Logika OR

- [R1] $\alpha_1=0,14667$ Rules = 812
- [R2] $\alpha_2=0,8533$ Rules = 900
- [R3] $\alpha_3=0$ Rules = 900
- [R4] $\alpha_4=0,5$ Rules = 1200
- [R5] $\alpha_5=0,8533$ Rules = 1412
- [R6] $\alpha_6=0,5$ Rules = 900
- [R7] $\alpha_7=0,5$ Rules = 900
- [R8] $\alpha_8=0,8533$ Rules = 388
- [R9] $\alpha_9=0,5$ Rules = 600

Defuzzifikasi menggunakan Logika OR

$$z = \frac{(0,14667 * 812 + 0,8533 * 900 + 0 * 900 + 0,5 * 1200 + 0,8533 * 1412 + 0,5 * 900 + 0,5 * 900 + 0,8533 * 388 + 0,5 * 600)}{0,14667 + 0,8533 + 0 + 0,5 + 0,8533 + 0,5 + 0,5 + 0,8533 + 0,5}$$

$$Z = \frac{4223,033}{4,7066} = 897,26 \text{ rpm}$$

$$\text{Frekuensi} = \frac{4 * 897,26}{120} = 29,91 \text{ Hz}$$

4.5 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan manual nilai menggunakan logika AND lebih besar dari pada menggunakan logika OR yaitu 909,98 rpm dengan 897,26 rpm.

5. Implementasi dan Pengujian

5.1 Pengujian Sistem

Tahapan ini digunakan untuk menguji perhitungan manual menggunakan sistematika program komputer program yang dibuat menggunakan visual basic 6.0. aplikasi pengujian dapat di lihat pada gambar 12 berikut ini :



Gambar 12. Aplikasi fraksinasi minyak goreng

Pada aplikasi ini digunakan data pengujian perhitungan manual dan data putaran motor lambat ,sedang dan cepat berdasarkan suhu dan campuran menggunakan logika AND dan logika OR. Data disajikan pada tabel 1,2 dan 3.

Tabel 1. Perhitungan manual

No	Suhu (°C)	Campuran (Kg)	Operator	Frekuensi (Hz)	Kecepatan (rpm)	Keanggotaan Output
1	20	150	And	30,33	909,98	Sedang,Cepat
2	20	150	Or	29,91	897,26	Lambat,Sedang

Tabel 2. Perhitungan logika and

No	Suhu (°C)	Campuran (Kg)	Operator	Frekuensi (Hz)	Kecepatan (rpm)	Keanggotaan Output
1	14	87	And	10,53	315,89	Lambat,Sedang
2	22	235	And	10,53	315,79	Lambat,Sedang
3	14	235	And	10,53	315,89	Lambat,Sedang
4	22	162	And	10,53	315,79	Lambat,Sedang
5	15	162	And	31,21	936,42	Sedang,Cepat
6	18	235	And	30,00	900,11	Sedang,Cepat
7	22	87	And	29,99	899,89	Lambat,Sedang
8	18	87	And	49,47	1.484,21	Sedang,Cepat
9	18	162	And	49,47	1.484,12	Sedang,Cepat

Tabel 3. Perhitungan logika or

No	Suhu (°C)	Campuran (Kg)	Operator	Frekuensi (Hz)	Kecepatan (rpm)	Keanggotaan Output
1	14	87	Or	32,01	776,82	Lambat,Sedang
2	22	235	Or	29,85	543,20	Lambat,Sedang
3	14	235	Or	25,10	543,18	Lambat,Sedang
4	22	162	Or	18,11	776,80	Lambat,Sedang
5	15	162	Or	25,73	771,79	Lambat,Sedang
6	18	235	Or	30,21	906,34	Sedang,Cepat
7	22	87	Or	22,00	660,02	Lambat,Sedang
8	18	87	Or	34,10	1.023,16	Sedang,Cepat
9	18	162	Or	34,10	1.023,14	Sedang,Cepat

5.2 Kesimpulan Pengujian

Bedasarkan hasil pengamatan dapat disimpulkan bahwa penggunaan logika AND berbanding lurus dengan rules yang telah ditetapkan sedangkan penggunaan logika OR nilai kecepatan putaran motor listrik 3 phasa pada posisi yang tidak tepat dengan rules yang telah di tetapkan.

6. Penutup

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari pengolahan data kecepatan putaran motor listrik 3 phasa dengan memperhatikan kondisi suhu dan campuran hasilnya dapat disimpulkan bahwa :

1. Berdasarkan hasil test, aplikasi yang digunakan untuk menghitung putaran motor listrik yang dibuat menggunakan bahasa pemrograman visual basic menghasilkan nilai yang sesuai dengan perhitungan manual artinya aplikasi ini bisa diandalkan untuk menghitung nilai putaran motor listrik.
2. Berdasarkan hasil pengamatan maka penggunaan logika AND lebih baik karena nilai *output* berbanding lurus dengan *input* sesuai dengan *rules* yang telah ditetapkan.

6.2 Saran

Aplikasi visual basic untuk menentukan putaran motor listrik ini masih dalam perhitungan pengolahan data belum mempengaruhi proses pengendalian penyaringan minyak goreng. Untuk menyelesaikan permasalahan diatas maka disarankan membangun aplikasi, guna mengendalikan proses penyaringan minyak goreng yang terintegrasi dengan aplikasi menghitung putaran motor listrik yang dibagun.

Referensi

- [1] Fanoel Thamrin, dkk(2012) “Studi Inferensi Fuzzy Tsukamoto Untuk Penentuan Faktor Pembebanan Trafo PLN” Jurnal sistem informasi Bisnis Vol 1, Semarang, 2012.
- [2] Sri Yulianto J.P, dkk(2012) “Aplikasi Pendukung Keputusan Dengan Menggunakan Logika Fuzzy (Studi Kasus : Penentuan Spesifikasi Komputer Untuk Suatu Paket Komputer Lengkap)” Jurnal Informatika, Vol.4, No. 2, Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Satya Wacana, 2012.
- [3] Sri Kusumadewi dan Hari Purnomo “ Aplikasi Logika Fuzzy untuk pendukung keputusan Edisi2 , Graha Ilmu Yogyakarta, 2010.
- [4] Ketaren, S “ Minyak dan Lemak Pangan” UI Press Jakarta, 2008.
- [5] Puguh Setyoprato. “Produksi Asam Lemak Dari Minyak Kelapa Sawit Dengan Proses Hidrolisis” Jurnal Teknik Kimia Vol.7, No.1 Surabaya 2012.
- [6] Normah, I Cheow, C.S. and Chong, C.L. “ Crystal habit during crystallization of palm Oil: Effect of time and temperature” International Food Research Journal 20(1), Malaysia, 2013.