



PROSIDING SEMINAR NASIONAL SISFOTEK (Sistem Informasi dan Teknologi)

Padang, 4–5 September 2018

ISSN Media Elektronik 2597-3584

Implementasi Logika Fuzzy Tsukamoto Pada Deteksi Kegagalan Sistem Transfer *Cake Breaker Conveyor* (CBC)

Alkadri Masnur^a, M.Khairul Anam^b

^aTeknik Informatika, STMIK Amik Riau, alkadrimasnur@stmik-amik-riau.ac.id

^bTeknik Informatika, STMIK Amik Riau, khairulanam@stmik-amik-riau.ac.id

Abstract

The palm Oil Factory is a raw material industry that processes Fresh Fruit Bunches (FFB) into Crude Palm Oil (CPO). Palm oil Factory has a press station in press station has unit Cake Breaker Conveyor (CBC). The CBC to use to transfer dregs and palm shells as fuel bait. For one unit CBC can be serving 4 press machines the waste and oil palm shells to be transferred are still solid clumps due to pressing process is have temperature of 98oC. In addition to the high temperatures of the dregs and the palm oil shells are dense clumps that cause transfer failure In case of transfer failure, the shell and the oil palm dregs will accumulate at the point of disposal of the press machine, other than that the boiler fuel feed is disturbed because the shells and the oil palm dregs are not sent to the fuel furnace. To determine the As Screw break point in the proper position required a method that can find As- screw breaks on the CBC unit. The Fuzzy Tsukamoto logic can help calculate where the As-screw point breaks on the CBC, using the input time and rotation speed of the CBC detection motor using the rotary encoder, the output used is the point where As-screw breaks on a 30 meters. This research is expected to be one solution to solve the problems that occur in the palm oil mill especially in the press station.

Keywords: *Cake Breaker Conveyor*, As-Screw, Fuzzy Tsukamoto

Abstrak

Pabrik Kelapa Sawit merupakan industri bahan baku yang mengolah tandan buah segar (TBS) kelapa sawit menjadi CPO (Crude Palm Oil) minyak mentah kelapa sawit. Satu Unit Pabrik Kelapa Sawit memiliki stasiun kempa/press, lebih spesifik pada motor transfer (cangkang dan ampas kelapa sawit). Untuk 1 unit Cake Breaker Conveyor (CBC) dengan panjang 30 meter, melayani 4 mesin press. Ampas dan cangkang kelapa sawit yang akan ditransfer masih berupa gumpalan padat akibat proses pengepresan dan memiliki suhu 98oC, dengan beban yang relatif berat dan suhu yang tinggi maka screw CBC sering mengalami kegagalan transfer akibat putusnya As Screw. Jika terjadi kegagalan transfer maka cangkang dan ampas kelapa sawit akan menumpuk pada titik pembuangan mesin press, selain itu umpan bahan bakar boiler terganggu karena cangkang dan ampas kelapa sawit tidak terkirim ke tungku bahan bakar. Untuk menentukan titik putusnya As Screw pada posisi yang tepat diperlukan sebuah metode yang dapat menemukan putusnya As-screw pada unit CBC. Logika Fuzzy Tsukamoto dapat membantu memperhitungkan dimana titik As-screw putus pada CBC, dengan menggunakan input waktu dan kecepatan putaran motor CBC deteksi menggunakan rotary encoder, output yang digunakan adalah titik dimana As-screw putus pada CBC sepanjang 30 meter. Penelitian ini diharapkan menjadi salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan yang terjadi pada pabrik kelapa sawit khususnya pada stasiun kempa.

Kata kunci: *Cake Breaker Conveyor*, CBC, As-Screw, Fuzzy Tsukamoto

© 2018 Prosiding SISFOTEK

1. Pendahuluan

Propinsi Riau adalah salah satu propinsi di daerah sumatra yang dijadikan sentra perkebunan sawit, selain propinsi sumatra utara. perkebunan kelapa sawit adalah Industri tanaman perkebunan yang menghasilkan Tandan Buah Segar (TBS) kelapa sawit. Kelapa sawit dapat bermanfaat bagi masyarakat maka dibutuhkan pengolahan TBS kelapa sawit menjadi *Crude Palm Oil* (CPO) atau minyak mentah kelapa sawit. Minyak

mentah kelapa sawit memiliki kandungan mineral alami, menurut [1] komponen utama CPO adalah Trigliserida dengan kandungan 93% kandungan gliserida yang lain dalam CPO adalah digliserida 4,5% dan monolgriserida 0,9 %. Pabrik kelapa sawit memiliki proses pengolahan, Menurut [2] proses pengolahan kelapa sawit dari tandan buah segar (TBS) hingga dihasilkan CPO dan inti sawit melalui beberapa

stasiun pengolahan yang dapat dibagi menjadi 3 tahapan sebagai berikut:

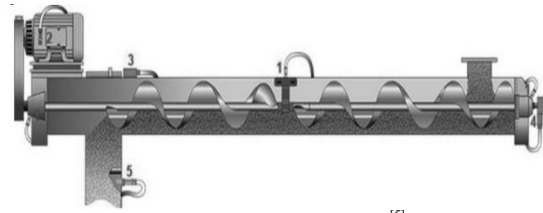
- a. Tahapan Pengolahan Awal
 - 1) Stasiun Penerimaan Buah
 - 2) Stasiun Rebusan (*Sterilizer*)
 - 3) Stasiun Penebah
 - 4) Stasiun Kempa
- b. Tahapan Pengolahan CPO
 - 1) Stasiun Klarifikasi
 - 2) Stasiun Penimbunan Minyak
 - 3) Stasiun Pengutipan Minyak
- c. Tahapan Pengolahan Inti Sawit
 - 1) Stasiun Defricarper
 - 2) Stasiun Pabrik Biji

Untuk meningkatkan jumlah produksi manajemen produksi akan memilah prosedur atau proses yang menghambat peningkatan produksi. Permasalahan yang sering dihadapi pada proses pemisahan ampas dengan inti kelapa sawit terdapat pada transfer CBC (*Cake Breaker Conveyor*). Pada pabrik kelapa sawit kapasitas 30 ton/jam memiliki 1 unit CBC sedangkan pada pabrik kelapa sawit kapasitas 60 ton/jam memiliki 2 unit CBC. Setiap 1 unit CBC memiliki panjang 30 meter untuk melayani 4 mesin press yang akan mentransfer ampas kelapa sawit tersebut ke stasiun bahan bakar boiler. Menurut [3] Suhu ampas kelapa sawit sebelum dilakukan pemisahan sekitar 98°C suhu ini didapat dari proses digester, jika unit Screw putus atau terjadi kegagalan pada transfer maka ampas kelapa sawit yang dikeluarkan dari mesin press akan menumpuk pada masing – masing terminal press, dan menghambat proses pengiriman bahan bakar ke boiler yang akan berdampak berhentinya pabrik, untuk mengatasi permasalahan tersebut dibutuhkan waktu 3 jam sampai dengan 4 jam untuk memperbaiki CBC tersebut agar berjalan normal kembali.

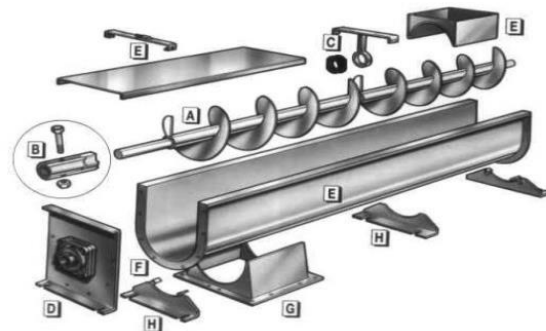
2. Tinjauan Pustaka

2.1. *Cake Breaker Conveyor (CBC)*

Cake Breaker Conveyor berfungsi untuk memecah gumpalan ampas hasil pengempaan(Press) buah sawit dan mengangkutnya ke dalam fiber cyclone. adalah suatu unit sistem yang memiliki motor penggerak, *Screw Coveyor* (ulir dan poros) dan sistem transmisi, unit CBC pada pabrik kelapa sawit memiliki 4 unit masukan yang digunakan untuk melayani 4 unit mesin press dan 1 unit keluaran yang digunakan untuk melakukan transfer ampas dan biji kelapa sawit pada stasiun proses berikutnya. Menurut [4] Bagian-bagian pokok dari model metering device tipe screw conveyor dengan dua adalah screw conveyor, hopper, sistem transmisi, pengatur inlet dan outlet. Unit screw conveyor dapat dilihat pada gambar 1 dan bagian-bagian dari 1 unit screw conveyor dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 1 *Screw Conveyor* [5]



Gambar 2 Bagian-bagian *Screw Conveyor* [6]

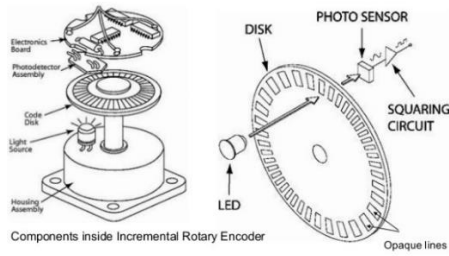
Pada gambar 2 ditunjukkan bagian-bagian dari sebuah *screw conveyor* yang umum digunakan pada industri bahan baku sebagai suatu sistem yang digunakan untuk melakukan transfer bahan baku adapun rinci dari bagian *screw conveyor* dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Bagian-bagian *Screw Conveyor* [6]

No	Bagian	Fungsi
1	A	Ulir (<i>Conveyor Screw</i>)
2	B	Job-Rated Components Jig-Drilled Couplings, Tem-ULac Self-Locking Coupling Bolts
3	C	Hangers and Bearings
4	D	Trough Ends
5	E	Troughs, Covers, Clamps and Shrouds
6	F	Nu-Weld® Flange
7	G	Feed and Discharge Spouts
8	H	Supporting Feet and Saddle

2.2. *Rotary Encoder*

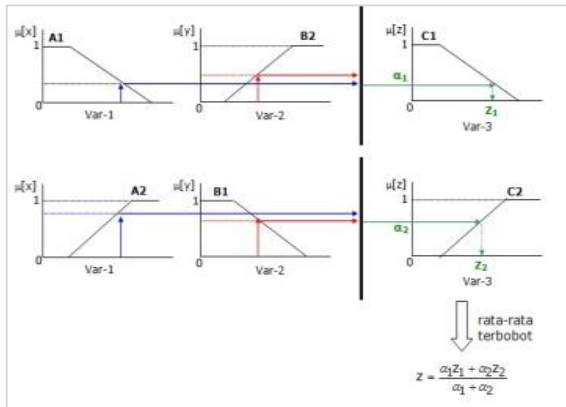
Suatu sensor yang digunakan untuk mendeteksi posisi putaran, perpindahan dan kecepatan putaran dari sebuah motor yang bergerak. Menurut [7] *Rotary Encoder* adalah komponen elektromekanik yang dapat memonitor gerakan dan posisi. *Rotary Encoder* umumnya menggunakan sensor optik untuk menghasilkan serial pulsa yang dapat diartikan menjadi gerakan, posisi, dan arah. Sehingga posisi sudut suatu poros benda berputar dapat diolah menjadi informasi berupa kode digital oleh *Rotary Encoder* untuk diteruskan oleh rangkaian kendali. Prinsip kerja *Rotary Encoder* dengan memanfaatkan photo sensor dan led yang melintasi lubang pada lempengan yang berada pada *Rotary Encoder* dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar3. Components Incremental Rotary Encoder

2.3. Sistem Inferensi Fuzzy Tsukamoto

Menurut Sri Kusumadewi [8] 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

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

$$Z = \frac{\sum \alpha_1 \cdot z_1 - \sum \alpha_n \cdot z_n}{\sum \alpha_1 - n}$$

Z = Nilai rata-rata terbobot

$\alpha_1 - \alpha_n$ = Nilai Predikat

$z_1 - z_n$ = Nilai dari sebuah rules

3. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian digunakan untuk membuat kerangka penulisan laporan ilmiah menggunakan framework atau kerangka kerja yang ada pada gambar 4 sedangkan metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan kegagalan transfer pada sistem *Cake Breaker Conveyor* adalah menggunakan logika Fuzzy dengan sistem inferensi Tsukamoto.

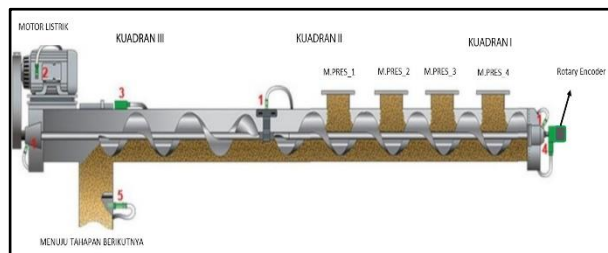


Gambar 4 Metode Penelitian

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. Pemasangan *Rotary Encoder*

Pemasangan *Sensor Rotary Encoder* pada unit *Cake Breaker Conveyor (CBC)*, dipasang bersebrangan dengan motor kendali CBC seperti terlihat pada gambar 5.



Gambar 5 Pemasangan Rotary Encoder Pada CBC

b. Himpunan *Fuzzy Input* dan *Output*

- 1) Komponen variabel *input* kecepatan motor CBC memiliki variabel linguistik Lambat, Sedang dan Cepat dengan nilai fuzzyfikasi (0 – 50 rpm) lambat, (30 – 70 rpm) sedang dan (50 -70 rpm) Cepat.
- 2) Komponen variabel *input* waktu deteksi rotary encoder memiliki variabel linguistik Singkat, Sedang dan Lama dengan nilai 0 – 50ms singkat, 25 – 75 ms sedang dan 50 – 75ms cepat
- 3) Komponen variabel *output* posisi deteksi pada ulir cake breaker conveyor dengan panjang 30 Meter, memiliki variabel linguistik Kuadran I ,

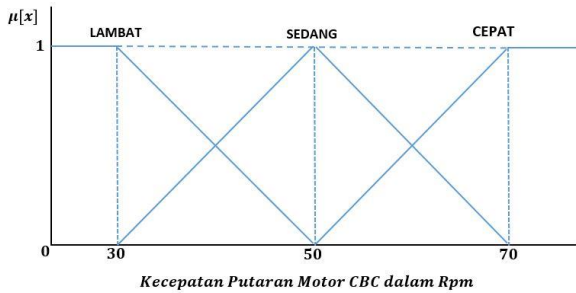
KuadranII dan KuadranIII dengan nilai 0 – 20 KuadranI, 10 – 30 KuadranII dan 20 – 30 KuadranIII.

c. Menguji sistem dan aplikasi pengujian dilakukan untuk mengetahui seberapa sensitif rotary encoder dapat mendeteksi putusnya *As-Screw* yang putus.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Fuzzyfikasi variabel input dan output

Variabel yang digunakan untuk variable input yaitu kecepatan putaran motor CBC dan waktu deteksi yang didapat dari rotary encoder sedangkan variabel output adalah titik ulir pada CBC sepanjang 30 Meter.



Gambar 6 Keanggotaan Putaran Motor CBC

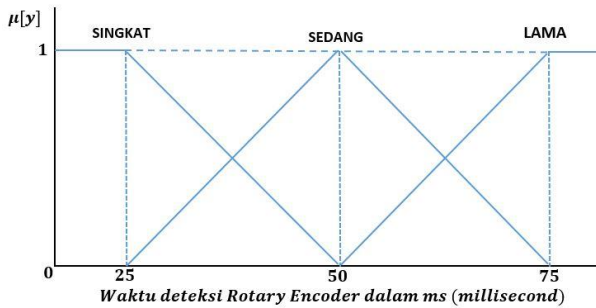
a. Variable Kecepatan Putaran Motor CBC

$$\mu_{MI}(x) \begin{cases} 1 & ; 0 \leq x \leq 30 \\ (50 - x) / (50 - 30) & ; 30 < x < 50 \\ 0 & ; x \geq 50 \end{cases}$$

$$\mu_{MS}(x) \begin{cases} (x - 30) / (50 - 30) & ; 30 < x < 50 \\ 1 & ; x = 50 \\ (70 - x) / (70 - 50) & ; 50 < x < 70 \\ 0 & ; x \leq 30 \text{ atau } x \geq 70 \end{cases}$$

$$\mu_{MC}(x) \begin{cases} 0 & ; x \leq 50 \\ (x - 50) / (70 - 50) & ; 50 < x < 70 \\ 1 & ; x \geq 70 \end{cases}$$

b. Variabel Waktu Deteksi Rotary Encoder



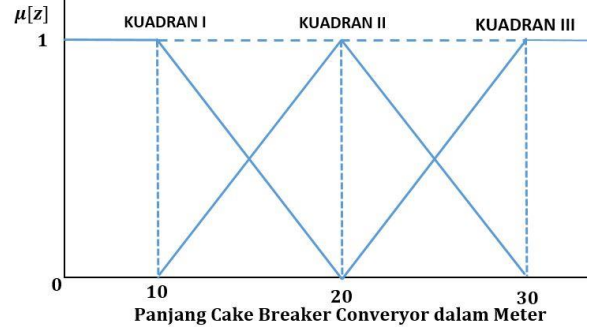
Gambar 7 Keanggotaan Waktu Deteksi Rotary Encoder

$$\mu_{Esi}(y) \begin{cases} 1 & ; 0 \leq y \leq 25 \\ (50 - y) / (50 - 25) & ; 25 < y < 50 \\ 0 & ; y \geq 50 \end{cases}$$

$$\mu_{Ese}(y) \begin{cases} (y - 25) / (50 - 25) & ; 25 < y < 50 \\ 1 & ; y = 50 \\ (75 - y) / (75 - 25) & ; 50 < y < 75 \\ 0 & ; y \leq 25 \text{ atau } y \geq 75 \end{cases}$$

$$\mu_{Ei}(y) \begin{cases} 0 & ; y \leq 50 \\ (y - 50) / (75 - 50) & ; 50 < y < 75 \\ 1 & ; y \geq 75 \end{cases}$$

c. Variabel Output posisi deteksi pada ulir Cake breaker conveyor(CBC)



Gambar 8 Keanggotaan Panjang Cake Breaker Conveyor

$$\mu_{KI}(z) \begin{cases} 1 & ; 0 \leq z \leq 10 \\ (20 - z) / (20 - 10) & ; 10 < z < 20 \\ 0 & ; z \geq 20 \end{cases}$$

$$\mu_{KII}(Z) \begin{cases} (Z - 10) / (20 - 10) & ; 10 < z < 20 \\ 1 & ; Z = 20 \\ (30 - z) / (30 - 20) & ; 20 < z < 30 \\ 0 & ; z \leq 10 \text{ atau } z \geq 30 \end{cases}$$

$$\mu_{KIII}(Z) \begin{cases} 0 & ; y \leq 20 \\ (z - 20) / (30 - 20) & ; 20 < y < 30 \\ 1 & ; y \geq 30 \end{cases}$$

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 menentukan titik kegagalan sistem transfer *Cake Breaker Conveyor* (CBC) adalah sebagai berikut :

- [R1] If Putaran Motor Lambat And Deteksi Rotary Singkat Then Kuadran I
- [R2] If Putaran Motor Sedang And Deteksi Rotary Singkat Then Kuadran I
- [R3] If Putaran Motor Cepat And Deteksi Rotary Singkat Then Kuadran I
- [R4] If Putaran Motor Lambat And Deteksi Rotary Sedang Then Kuadran I
- [R5] If Putaran Motor Sedang And Deteksi Rotary Sedang Then Kuadran II
- [R6] If Putaran Motor Cepat And Deteksi Rotary Sedang Then Kuadran II
- [R7] If Putaran Motor Lambat And Deteksi Rotary Lama Then Kuadran II

[R8] If Putaran Motor Sedang And Deteksi Rotary Lama Then Kuadran III
 [R9] If Putaran Motor Cepat And Deteksi Rotary Lama Then Kuadran III

[R3] $\alpha_3=0$ rules=20
 [R4] $\alpha_4=0.4$ rules=16
 [R5] $\alpha_5=0.4$ rules=20
 [R6] $\alpha_6=0$ rules=20
 [R7] $\alpha_7=0.50$ rules=20
 [R8] $\alpha_8=0.50$ rules=25
 [R9] $\alpha_9=0$ rules=20

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 :

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

d. Defuzzifikasi (Penegasan)

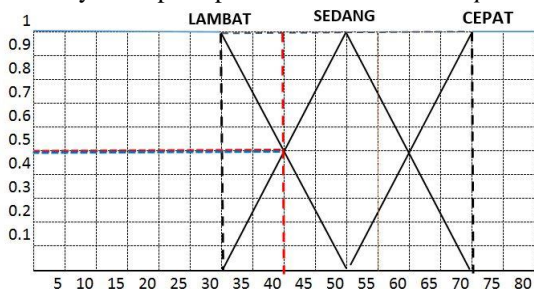
$$Z = \frac{(0 * 20 + 0 * 20 + 0 * 20 + 0,4 * 16 + 0,4 * 20 + 0 * 20 + 0,5 * 20 + 0,5 * 25 + 0 * 20)}{0 + 0 + 0 + 0,4 + 0,4 + 0 + 0,5 + 0,5 + 0}$$

$$Z = \frac{36,90}{1,80} = 20,50 \text{ meter}$$

4.4. Pengolahan data menggunakan fuzzy tsukamoto
 Pengolahan data menggunakan Fuzzy Tsukamoto pada putaran motor cbc 40rpm dan waktu deteksi encoder 65ms. Pada meter keberapakah terjadi kegagalan transfer CBC tersebut?

Hasil penelusuran pengolahan data menggunakan logika fuzzy dengan system inferensi Tsukamotor didapatkan hasil system mengalami gagal transfer pada titik 20,50 meter atau terletak pada kudran II.

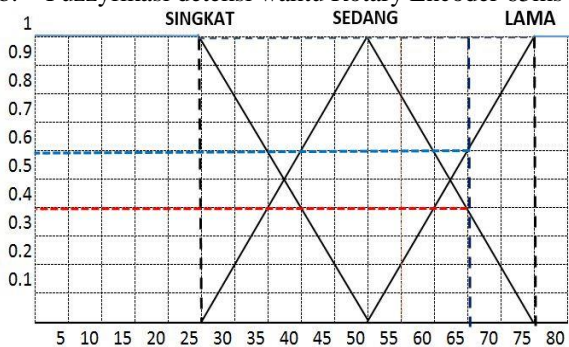
a. Fuzzyfikasi pada putaran motor CBC 40 rpm



Gambar 9 Fuzzifikasi 40 Rpm

Nilai pada Motor Lambat = 0,5
 Motor Sedang = 0,5
 Motor Cepat = 0,0

b. Fuzzyfikasi deteksi waktu Rotary Encoder 65ms



Gambar 10 Fuzzifikasi 65ms

Nilai waktu deteksi
 Rotary Encoder Singkat = 0,0
 Sedang = 0,4
 Lama = 0,6

c. Inferensi (Penalaran)

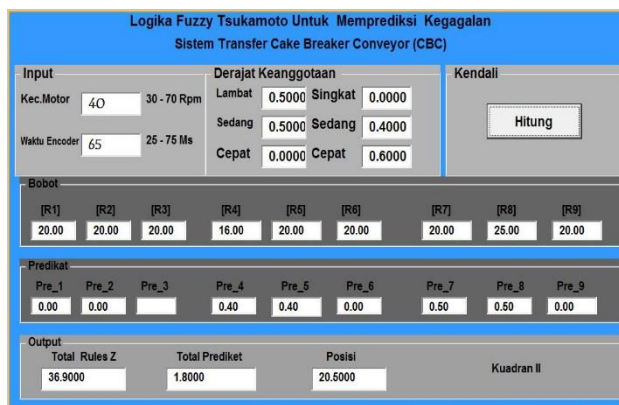
[R1] $\alpha_1=0$ rules=20
 [R2] $\alpha_2=0$ rules=20

4.5. Perhitungan menggunakan aplikasi berbasis desktop

Aplikasi deteksi titik putusnya screw-as CBC dibangun menggunakan Program Visual basic , menggunakan bahasa pemrograman basic dan penerapan logika fuzzy dengan system inferensi Tsukamoto. Tolok ukur pengujian aplikasi yang akan dibuat adalah sebagai berikut :

- Jika waktu deteksi rotary encoder singkat dan putaran motor lambat hasilnya pada kuadran I
- Jika waktu deteksi rotary ecoder sedang dan putaran motor sedang hasilnya pada kuadran II
- Jika waktu deteksi rotary encoder lama dan putaran motor cepat maka hasilnya pada kuadran III

4.5.1. Software Aplikasi



Gambar 11. Software aplikasi deteksi kegagalan system transfer cake breaker conveyor.

Hasil perhitungan software aplikasi dengan perhitungan manual mendapatkan hasil yang sama

yaitu 20,50 Meter tepat pada posisi kuadran II. Apakah logika fuzzy dengan inferensi Tsukamoto dapat memberikan hasil sesuai dengan harapan dasar control deteksi putusnya asscrew pada CBC.

4.5.2. Data Analisis Penentuan Kuadran

Untuk pengujian lebih detail dilakukan ujicoba data menggunakan 9 data sebagai berikut:

Tabel 2 Uji Data Penentuan Kuadran

No	Kecepatan (CBC)	Waktu Deteksi Rotary Encoder	Prediksi Output
1	35	26	KI
2	40	27	KI
3	55	28	KI
4	36	40	KI
5	45	45	KII
6	60	55	KII
7	40	60	KII
8	55	65	KIII
9	65	68	KIII

Penentuan kuadran pada titik putus nya CBC sebagai berikut:

- Nilai ($10 \leq \text{Kuadran I} < 18$)
- Nilai ($18 \leq \text{Kundran II} < 22$)
- Nilai ($22 \leq \text{Kuadran III} < 30$)

Tabel 3 Hasil uji data menggunakan aplikasi

No	Kecepatan (CBC)	Waktu Deteksi Rotary Encoder	Prediksi Output	Hasil Output
1	35	26	KI	14,1981
2	40	27	KI	15,6345
3	55	28	KI	14,9597
4	36	40	KI	16,1875
5	45	45	KII	18,9821
6	60	55	KII	20,5714
7	40	60	KII	19,5000
8	55	65	KIII	22,8167
9	65	68	KIII	23,8727

4.6. Hasil Pengujian

Dapat diambil kesimpulan dari Tabel 2 dan Tabel 3 bahwa prediksi dan hasil perhitungan tersebut hasilnya sesuai dan berbanding lurus dengan rules yang telah ditetapkan.

5. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari pengolahan data penentuan titik gagalnya system transfer cake breaker conveyor dengan memperhatikan kondisi putaran motor cbc dan waktu deteksi dari rotary encoder dapat disimpulkan bahwa :

5.1. Simpulan

- Hasil penentuan kuadran prediksi dan hasil pengujian sesuai dapat di simpulkan bahwa logika fuzzy dengan inferensi Tsukamoto dapat digunakan untuk memprediksi putusnya sambungan *As-Screw* CBC.
- Berdasarkan hasil test, aplikasi yang digunakan untuk menghitung penentuan titik gagalnya sistem transfer *Cake Breaker Conveyor* yang dibuat menggunakan bahasa pemrograman visual

basic menghasilkan nilai yang sesuai dengan perhitungan manual.

5.2. Saran

Dari hasil perhitungan manual dan aplikasi pemrograman dapat dipastikan bahwa logika fuzzy dengan inferensi Tsukamoto dapat digunakan untuk memprediksi putusnya ulir *As-Screw Cake Breaker Conveyor* (CBC).

Daftar Rujukan

- Puguh Setyoprato, 2012. Produksi Asam Lemak Dari Minyak Kelapa Sawit Dengan Proses Hidrolisis. *Jurnal Teknik Kimia* Vol.7, No.1 Surabaya.
- Supriyono dan Bayu Azmi, 2008. Model Simulasi untuk optimasi penentuan waktu memasak buah kelapa sawit dengan logika fuzzy. Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir Batan, Yogyakarta.
- Basil E. Okafor, 2015. Development of Palm Oil Extraction System. *International Journal of Engineering and Technology* Volume 5 No. 2 Nigeria.
- Choirul Adhar, Sumardi Hadi Sumarlan, Wahyunanto Agung Nugroho, 2016. Rancang Bangun Metering Device Tipe Screw Conveyor dengan Dua Arah Keluaran untuk Pemupukan Tanaman Tebu. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem* Vol. 4 No. 1 Malang Jawa Timur.
- Santanu Chakarborthy, Anshuman Mehta, 2014. Product Design of Semi Flexible Screw Conveyor. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE)* e-ISSN: 2278-1684,p-ISSN: 2320-334X, Volume 11, Issue 5 Ver.IV India.
- Mayur M. Wable, Vijay K. Kurkute, 2015. Design and Analysis of Screw Conveyor at Inlet of Ash/Dust Conditioner. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering* Volume 5, Issue 5 India.
- Amien Santoso, Eru Puspita, Ressa Akbar 2012. Argometer pada Ojek Motor Berbasis Mikrokontroler. *Politeknik Elektronika Negeri Surabaya*.
- Kusumadewi, Sri., dan Sri Hartati “ Sistem Pedukung Keputusan Peramalan Cuaca dengan menggunakan logika fuzzy mamdani, Fakultas Teknologi Informasi, Jakarta, 2011.