

FUZZY LOGIC PADA SIMULATOR PENGAWASAN TANGKI MINYAK PENGOLAHAN KELAPA SAWIT

Ardianto Pranata
STMIK Triguna Dharma

Article Info

Article history:

Received Jul 12th, 2020

Revised Aug 20th, 2020

Accepted Oct 26th, 2020

Keyword:

Fuzzy Logic

Arduino uno

Ultrasonic

Minyak

ABSTRACT

Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari implementasi metode *Fuzzy Logic* di dalam sebuah sistem berbasis *software* dan *hardware* untuk mengukur level cairan. Di mana sistem berupa simulator yang dirancang berdasarkan kriteria sistem nyata penampungan minyak pada industri pengolahan minyak kelapa sawit. Proses pengimplementasian dimulai dengan menentukan variabel pada bagian input dan output sistem. Variabel input merupakan level cairan pada tabung penampung dan tabung pompa, sedangkan variabel output berupa indikator pompa penyalur. *Fuzzy logic* diimplementasikan ke dalam sistem kendali dan pengukuran cairan berbasis arduino uno dengan bantuan sensor *ultrasonic*, di mana data akan dikirimkan ke dalam aplikasi *interface* yang dirancang menggunakan pemrograman desktop *Vb Net 2008*. Berdasarkan kriteria input dan output yang diterapkan di dalam sistem menggunakan metode *fuzzy logic*, menghasilkan 15 rule. Data yang terbaca sistem kendali juga dapat ditransfer ke dalam aplikasi *interface*. Hasilnya sistem menampilkan hasil monitoring data dari sistem kendali ke dalam aplikasi *interface*.

Copyright © 2021 STMIK Triguna Dharma.
All rights reserved.

Corresponding Author: *First Author

Nama : ardianto pranata

Sistem Komputer

STMIK Triguna Dharma

Email: ardianto_pranata@yahoo.com

1. PENDAHULUAN

Di dalam dunia industri, penggunaan komputer bahkan hampir menggeser kebutuhan akan tenaga kerja manusia. Bahkan dinegara maju teknologi komputer khususnya robot untuk dunia industri sudah lebih diutamakan dibandingkan dengan tenaga manusia. Di Indonesia penerapan ini juga sudah mulai dilakukan. Namun apakah penggunaan komputer di Indonesia khususnya di dunia industri selama ini sudah maksimal? Nyatanya masih ada beberapa industri yang sudah menggunakan teknologi komputer namun belum optimal. Beberapa diantaranya termasuk industri pengolahan minyak kelapa sawit, dimana beberapa sektor pengolahan masih menggunakan metode konvensional dan manual tanpa adanya penerapan teknologi. Salah satu sektor yang dapat dikomputerisasi dalam pengolahan minyak kelapa sawit yakni pada prosedur monitoring level pengisian tangki minyak hasil produksi, tangki semi limbah produksi, hingga pengolahan limbah produksi.

Dalam proses pengawasan level volume dan proses pengisian hasil produksi ke dalam tangki penampung contohnya, proses masih bersifat konvensional. Oleh sebab itu dibutuhkan teknologi yang dapat membuat pekerjaan lebih efisien. Untuk membantu membangun sistem maka akan digunakan metode pendukung yang sesuai dengan masalah yang ada. Dan metode yang akan digunakan adalah metode *fuzzy logic*, dimana metode ini akan dikombinasikan serta diimplementasikan ke dalam mikro komputer yakni *mikrokontroller arduino uno*. Secara sederhana metode *fuzzy logic* merupakan metode yang

mempertimbangkan tentang ketentuan-ketentuan nilai suatu objek antara baik dan buruk, rendah dan tinggi atau nilai minimum dan maksimum. Dengan kata lain metode *fuzzy logic* merupakan metode untuk menentukan level kualitas dan kuantitas suatu objek.

Pemilihan Metode *fuzzy logic* dianggap sesuai dengan kondisi permasalahan sistem yakni untuk menentukan kondisi level volume minyak. Hanya saja bagaimana penerapannya agar metode ini benar-benar dapat digunakan tidak hanya berupa simulator namun juga dapat digunakan untuk sistem yang sebenarnya. Oleh karena itu simulator sistem yang akan dibuat juga akan dikombinasikan dengan komputer sehingga data yang diperoleh dapat divisualisasikan ke dalam sistem komputerisasi.

Logika fuzzy merupakan salah satu bentuk soft computing yaitu sistem komputasi yang lebih mendasarkan pada kemampuan melakukan pemetaan vektor (tidak linear), optimasi, identifikasi dan kemampuan lainnya. Berbagai penerapan telah menunjukkan bahwa pengendali berbasis logika fuzzy dapat mengatasi sifat ketidakpastian yang selalu muncul pada sistem kendali. Ketidakpastian utama yang ditemukan dalam sistem ini adalah ketidaklinearan elemen-elemen sistem kendali.[1]

Dengan memahami konseptual dari fuzzy, proses implemetasi dapat dilakukan pada simulator sistem secara efektif. Simulator secara sederhana dapat dikatakan sebagai simulasi yang berbentuk, memiliki fisik dan merupakan sebuah *prototype* dari sebuah sistem. Sebuah simulator apapun jenisnya, minimal memiliki 3 area penting, yaitu : 1) *Server Station*; 2) *Instructor Station*; dan 3) *Trainee Station*[2]

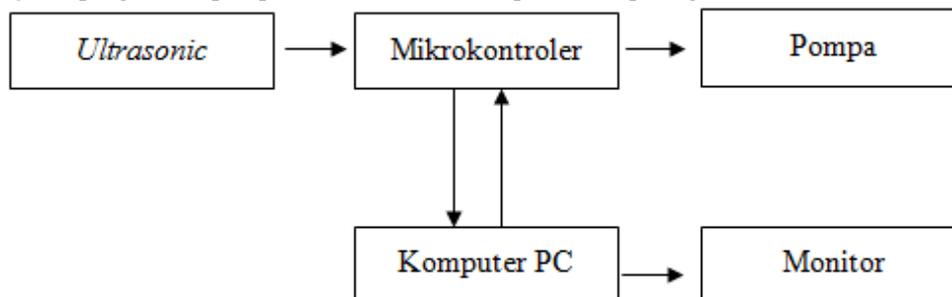
Setiap simulasi atau model simulasi umumnya akan memiliki unsur-unsur berikut ini: (1) Komponen-komponen model, yakni entitas yang membentuk model, didefinisikan sebagai objek sistem yang menjadi perhatian pokok; (2) Variabel, yakni nilai yang selalu berubah; (3) Parameter, yakni nilai yang tetap pada suatu saat, tapi bisa berubah pada waktu yang berbeda; (4) Hubungan fungsional, yakni hubungan antar komponen-komponen model; (5) Konstrain, yakni batasan dari permasalahan yang dihadapi. Dalam penerapan dan perancangan pembuatan simulator fisik atau sering disebut sebagai *prototype* untuk penelitian yang dilakukan menggunakan beberapa komponen kendali dan sensor. Salah satu sistem kendali yang saat ini menjadi favorit dalam perancangan simulator antara lain arduino.

Arduino adalah minimum sistem dari mikrokontroler ATmega328 yang di buat sedemikian rupa dan sederhana sehingga memudahkan dalam memprogram dan mengimplementasikannya khususnya memudahkan penulis dalam penelitiannya. [3]

2. METODE PENELITIAN

a. Arsitektur Simulator Pengawasan

Dari gambaran secara umum rancangan sistem, baik dari input, output serta sistem kendali, arsitektur sistem pengawasan dapat dibuat dengan menggunakan beberapa alat dengan memperhatikan fungsi dan hubungan satu sama lain. Di mana hasil pengolahan data (output) dari mikrokontroler arduino dapat diolah lagi melalui komputer dan hasil pengolahan dapat dijadikan kondisi inputan untuk proses lain seperti *monitoring* dan pengaktifan pompa. Arsitektur sistem dapat dilihat pada gambar 1



Gambar 1. Arsitektur Komponen Simulator

Agar data yang diperoleh dari proses pengukuran sinkron dengan aplikasi *interface* maka diperlukan metode yang sesuai dan dapat diimplementasikan ke dalam sistem baik sistem pengukur maupun aplikasi *interface*. Namun sebelum metode diimplementasikan perlu dilakukan analisa berkaitan dengan data dan nilai yang mempengaruhi sistem.

b. Nilai pada Simulator

Seperti halnya pada sistem nyata, nilai yang digunakan pada simulator merupakan nilai-nilai yang sama. Nilai yang sama dapat diartikan karakteristik yang menyerupai sistem sebenarnya. Beberapa

diantaranya adalah kriteria tangki / tabung yang akan digunakan dalam simulator sebagai penampung bahan cairan. Adapun tabung yang akan digunakan memiliki kriteria;

- 1) Tinggi : 18 cm dan
- 2) Diameter tabung 7 cm.

Berdasarkan kriteria tersebut penerapan fuzzifikasi juga dengan mengetahui tinggi tabung penampung yang dibandingkan dengan tinggi permukaan cairan yang ada di dalamnya. Hasil perbandingan ini merupakan nilai non-konstan yang digunakan untuk penerapan metode *fuzzy logic*.

Untuk mendapatkan tinggi cairan yang ada di dalam tabung, simulator menggunakan komponen sensor ultrasonik. Sensor ultrasonik adalah sensor yang berfungsi untuk merubah besaran listrik fisis (suara) menjadi besaran listrik maupun sebaliknya yang dikonversi menjadi jarak.[4]



Gambar 3. Pembacaan Tinggi Cairan dalam Tabung

Jika tinggi tabung dan sensor adalah 25 cm, sedangkan jarak yang diukur sensor adalah 10 cm, maka tinggi cairan adalah 15 cm. Sedangkan untuk mendapatkan volume dari cairan yang berada di dalam tabung dengan diameter 7 cm;

$$Vol = \pi r^2 \cdot t$$

$$Vol = 3,14 \times \left(\frac{1}{2}7\right)^2 \times 15$$

$$Vol = 3,14 \times (3,5)^2 \times 15$$

$$Vol = 3,14 \times 12,25 \times 15$$

$$Vol = 576,975 \text{ cm}^3$$

Nilai perhitungan ini yang merupakan nilai kondisi volume tabung simulator apabila kriteria tinggi tabung sudah diketahui dan dibaca oleh sensor. Oleh karena itu karakteristik yang paling berpengaruh adalah tinggi tabung dan proses pembacaan sensor. Seperti halnya sistem nyata proses pengimplementasian metode berdasarkan tinggi tabung yang telah diketahui.

3. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi adalah proses untuk mengubah *input* sistem yang mempunyai nilai tegas menjadi variabel linguistik menggunakan fungsi keanggotaan yang disimpan dalam basis pengetahuan *fuzzy*. [5]

a. Fuzzifikasi Tabung Penampung

Maka nilai keanggotaan untuk tabung penampung yang dapat dibentuk dari variabel-variabel di atas antara lain;

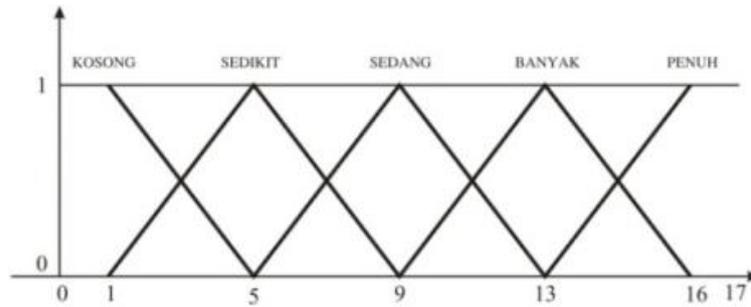
Kosong : Tinggi cairan ≤ 1 cm

Sedikit : $1 \text{ cm} < \text{Tinggi cairan} \leq 9$ cm

Sedang : $4,5 \text{ cm} < \text{Tinggi cairan} \leq 13$ cm

Banyak : $9 \text{ cm} < \text{Tinggi cairan} \leq 16$ cm

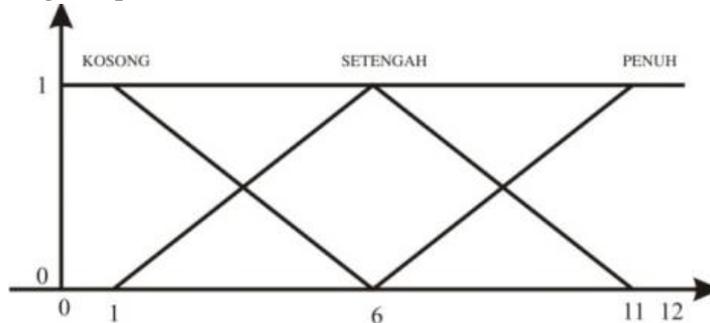
Penuh : Tinggi cairan ≥ 17 cm



Gambar 4. Fungsi Keanggotaan Segitiga Tabung Penampung

Grafik di atas merupakan fungsi keanggotaan *fuzzy* yang diperjelas untuk variabel-variabel pada tabung penampung. Fungsi keanggotaan terbentuk berdasarkan jumlah variabel maksimum dan minimum di dalam interval keanggotaan yang telah ditentukan sebelumnya.

b. Fuzzifikasi Tabung Pompa

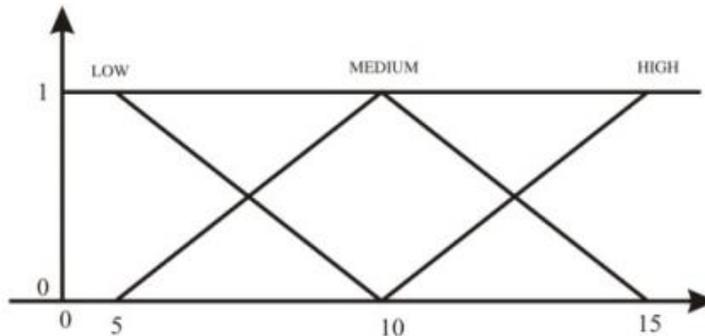


Gambar 5. Fungsi Keanggotaan Segitiga Tabung Pompa

Seperti halnya variabel pada tabung penampung, grafik di atas merupakan fungsi keanggotaan pada tabung pompa. Di mana pada tabung pompa variabel yang terbentuk ada tiga sedangkan nilai minimum dibawah 1 cm dan maksimum berkisar 12 cm.

c. Proses Inferensi

Variabel yang terbentuk dari kombinasi kondisi tabung penampung dan tabung pompa, untuk kondisi linguistik pada pompa merupakan salah satu proses inferensi *fuzzy logic*. Adapun fungsi keanggotaan yang terbentuk dapat berupa durasi (satuan menit) pompa aktif untuk menyalurkan cairan ke dalam tabung penampung. Perhatikan gambar 4.18.



Gambar 6. Fungsi Keanggotaan Segitiga untuk Durasi Pompa Menyal

Adapun tabel inferensi yang dapat dibentuk dari variabel dan kondisi linguistik dari komponen-komponen sistem antara lain;

Tabel 1. Aturan *Fuzzy* untuk Kondisi Tabung Sistem

Tabung Pompa /Penampung	Kosong	Sedikit	Sedang	Banyak	Penuh
Kosong	LOW	LOW	LOW	LOW	LOW
Setengah	MEDIUM	MEDIUM	MEDIUM	LOW	LOW
Penuh	HIGH	HIGH	MEDIUM	LOW	LOW

Dengan Definisi aturan *fuzzy* pada tabel di atas, kita mempunyai aturan *fuzzy*, yaitu;

1. *If* Tabung Pompa = KOSONG *And* Tabung Penampung = KOSONG *Then*, Pompa = LOW.
2. *If* Tabung Pompa = KOSONG *And* Tabung Penampung = SEDIKIT *Then*, Pompa = LOW.
3. *If* Tabung Pompa = KOSONG *And* Tabung Penampung = SEDANG *Then*, Pompa = LOW.
4. *If* Tabung Pompa = KOSONG *And* Tabung Penampung = BANYAK *Then*, Pompa = LOW.
5. *If* Tabung Pompa = KOSONG *And* Tabung Penampung = PENUH *Then*, Pompa = LOW.
6. *If* Tabung Pompa = SETENGAH *And* Tabung Penampung = KOSONG *Then*, Pompa = MEDIUM.
7. *If* Tabung Pompa = SETENGAH *And* Tabung Penampung = SEDIKIT *Then*, Pompa = MEDIUM.
8. *If* Tabung Pompa = SETENGAH *And* Tabung Penampung = SEDANG *Then*, Pompa = MEDIUM.
9. *If* Tabung Pompa = SETENGAH *And* Tabung Penampung = BANYAK *Then*, Pompa = LOW.
10. *If* Tabung Pompa = SETENGAH *And* Tabung Penampung = PENUH *Then*, Pompa = LOW.
11. *If* Tabung Pompa = PENUH *And* Tabung Penampung = Kosong *Then*, Pompa = HIGH.
12. *If* Tabung Pompa = PENUH *And* Tabung Penampung = SEDIKIT *Then*, Pompa = HIGH.
13. *If* Tabung Pompa = PENUH *And* Tabung Penampung = SEDANG *Then*, Pompa = MEDIUM.
14. *If* Tabung Pompa = PENUH *And* Tabung Penampung = BANYAK *Then*, Pompa = LOW.
15. *If* Tabung Pompa = PENUH *And* Tabung Penampung = PENUH *Then*, Pompa = LOW.

Apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan. Ada 3 metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem *fuzzy*, yaitu: *Max*, *Additive* dan *Probabilistik OR*[6]

4. Defuzzifikasi

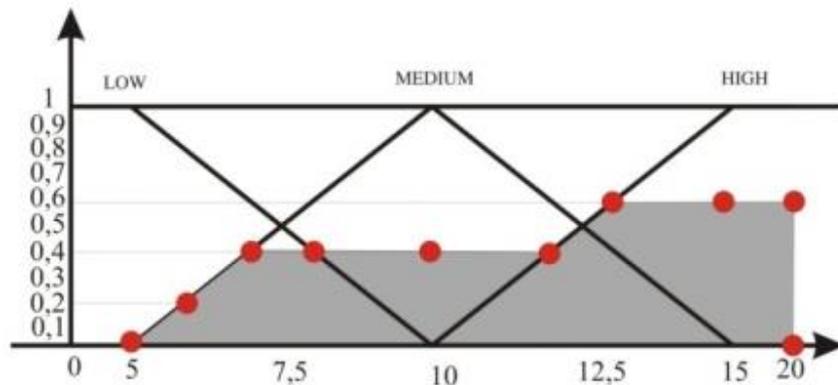
Data keluaran dari himpunan *fuzzy* akan dikonversikan kembali ke dalam bentuk bilangan dengan menggunakan fungsi keanggotaan yang telah digunakan sebelumnya.[7] Defuzzifikasi merupakan proses pencarian nilai *crisp* dari kondisi input yang diketahui. Sebelum defuzzifikasi, kita harus melakukan proses *composition*, yaitu agregasi hasil *clipping* dari semua aturan *fuzzy*. Misalkan nilai *crisp* input dari kondisi tabung Pompa adalah 9 cm sedangkan nilai *crisp* dari tabung penampung adalah 5 cm, berapakah nilai *crisp* untuk kondisi pompa penyalur?

Untuk mendapatkan nilai *crisp*, beberapa metode dapat digunakan dan salah satunya adalah *Centroid method* atau disebut juga *center of area / center of gravity*. Adapun persamaan yang digunakan adalah

$$\text{Di mana ; } y^* = \frac{\sum y \mu_R(y)}{\sum \mu_R(y)}$$

Jika Proses *composition* dengan kondisi tabung pompa = 9 cm dan tabung penampung = 5 cm. Tabung pompa yang memiliki kondisi ketinggian cairan 9 cm berarti terletak pada variabel linguistik SETENGAH atau PENUH. Sedangkan Tabung penampung yang memiliki kondisi ketinggian cairan 5 cm maka terletak di dalam variabel linguistik SEDIKIT atau SEDANG. Maka kita dapat menggunakan aturan yang terbentuk dari proses inferensi ; *If* Tabung Pompa = SETENGAH *And* Tabung Penampung = SEDIKIT *Then*, Pompa = MEDIUM.

Selanjutnya proses inferensi dengan melakukan proses *conjunction* dan *disjunction* yaitu memilih derajat keanggotaan minimum atau maksimum. Berikut merupakan proses *Conjunction* dari aturan *fuzzy* yang telah diuraikan dengan melihat kondisi derajat keanggotaan minimum pada pompa penyalur;



Gambar 7. Penentuan Nilai Crisp dengan *Centroid Method*

Titik-titik pada area grafik ditentukan secara acak sehingga akan ditentukan satu titik sebagai pusat area. Dengan menggunakan persamaan *centroid method* (2.3) maka diperoleh;

$$y^* = \frac{(5 \times 0) + (6 \times 0,2) + (7 + 8 + 10 + 12) \times (0,4) + (13 + 15 + 20) \times (0,6) + (20 \times 0)}{0 + (0,2) + (0,4) \times (4) + (0,6) \times (3) + 0}$$

$$y^* = \frac{(0) + (1,2) + (14,8) + (28,8) + (0)}{1,5 + 0,5 + 2,1}$$

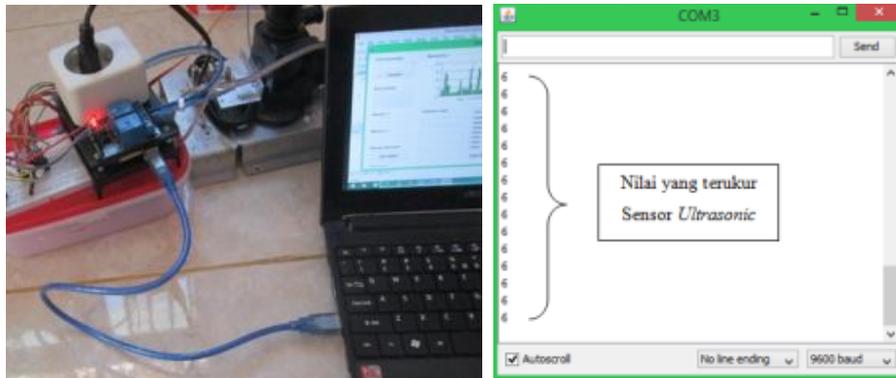
$$y^* = \frac{(44,8)}{4,1}$$

$$y^* = 10,92$$

Jadi untuk tinggi tabung pompa = 9 cm dan tabung penampungan = 5 cm, maka pompa penyalur akan menyala dalam kisaran waktu 10,92 menit.

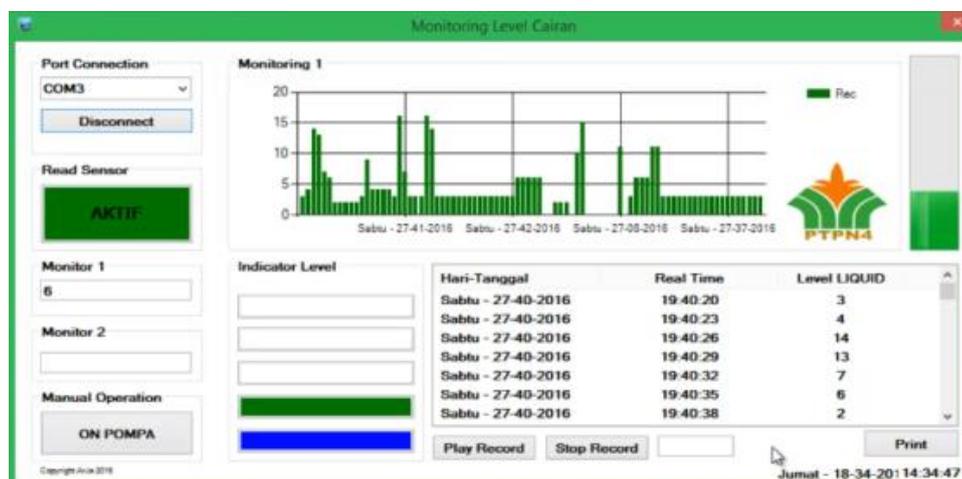
5. ANALISA DAN HASIL

Pengujian dilakukan dengan bantuan *software* arduino di mana modul *ultrasonic* dirangkai dengan modul arduino agar hasil pembacaan dapat ditampilkan pada layar serial port arduino.



Gambar 8. Proses Pembacaan Data Simulator Ke Serial Monitor

Total ketinggian tabung (tinggi tabung + tinggi posisi *Ultrasonic* dengan tabung) dengan jarak pengukuran objek (gambar 2.14.) menghasilkan tinggi level yang sesuai dengan pengukuran manual. Hasil pembacaan data kemudian direpresentasikan pada tampilan aplikasi monitor menggunakan pemrograman Visual basic. Berikut tampilan keseluruhan dari simulator monitoring pengukur level volume cairan minyak kelapa sawit.;



Gambar 9. Tampilan Interface dari Simulator Sistem

Gambar di atas merupakan tampilan grafik dan *progress bar* yang terbentuk dari perubahan yang terjadi pada kondisi level cairan secara *real-time*. Data *real time* yang terbentuk merupakan data yang terdeteksi dalam interval yang telah ditentukan. Selain grafik data *real time* juga disimpan di dalam *database* sistem.

6. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan dari penelitian ini antara lain;

1. Sistem simulator mengkombinasikan teknik kendali sistem otomatis dengan aplikasi sehingga dapat memunculkan informasi level cairan secara akurat dan *real time*.
2. Pengawasan level cairan menjadi lebih efektif dan efisien karena seluruh kendali operasi dilakukan oleh komputer dalam satu aplikasi *interface*.
3. Simulator dirancang dengan menerapkan metode *fuzzy logic*. Hal ini dapat dilihat dengan tampilan hasil pengukuran pada *interface* aplikasi pengawasan level cairan yang sesuai dengan kondisi linguistik yang ditentukan.
4. Karakteristik dan syarat serta variabel pada pengimplementasian metode di dalam sistem simulator sesuai dengan sistem nyata.
5. Data yang digunakan sudah diuji dengan mengidentifikasi karakteristik yang sesuai yakni , tinggi tabung penampung.

REFERENSI

- [1] E. Yazid, "Penerapan Kendali Cerdas Pada Sistem Tangki Air Menggunakan," *Himpun. Fis. Indones.*, vol. 2009, no. 2, pp. 11–23, 2009, [Online]. Available: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- [2] G. S. A. 3) Ani Sri Susanti 1) , Nyoto Harjono 2) and U. K. S. Wacana, "Jurnal Mitra Pendidikan (JMP Online)," *J. Mitra Pendidik.*, vol. 2, no. 1, pp. 11–22, 2018.
- [3] Bahrin, "Sistem kontrol penerangan menggunakan menggunakan arduino uno pada universitas ichsan gorontalo," *Ilk. J. Ilm.*, vol. 9, pp. 282–289, 2017.
- [4] H. Suryantoro *et al.*, "PROTOTYPE SISTEM MONITORING LEVEL AIR BERBASIS LABVIEW & ARDUINO SEBAGAI SARANA PENDUKUNG PRAKTIKUM INSTRUMENTASI SISTEM KENDALI ISSN 2655 4887 (Print), ISSN 2655 1624 (Online) ISSN 2655 4887 (Print), ISSN 2655 1624 (Online)," *Indones. J. Lab.*, vol. 1, no. 3, pp. 20–32, 2019.
- [5] A. Putri and Effendi, "Fuzzy Logic Untuk Menentukan Lokasi Kios Terbaik Di Kepri Mall Dengan Jurnal SAINTIKOM Vol.20. No.1, Februari 2021, pp.44 ~51

-
- Menggunakan Metode Sugeno,” *Tek. Inform.*, vol. 3, pp. 49–59, 2017.
- [6] Y. Yenni and M. Irsan, “Logika Fuzzy Menentukan Jumlah Produksi Berdasarkan Persediaan dan Jumlah Permintaan,” *J. Edik Inform.*, vol. 3, no. 2, pp. 187–196, 2017.
- [7] N. Khairina, “Analisis Fungsi Keanggotaan Fuzzy Tsukamoto Dalam Menentukan Status Kesehatan Tubuh Seseorang,” *Sinkron*, vol. 1, no. 1, p. 19, 2017, doi: 10.33395/sinkron.v1i1.5.