



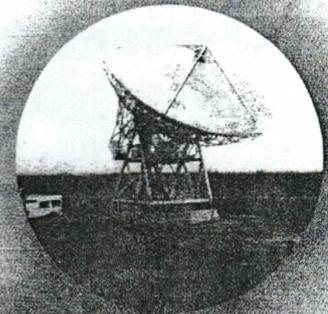
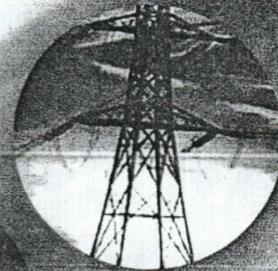
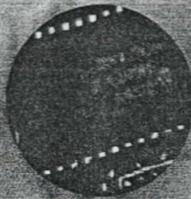
ISBN : 978-602-97832-0-9

SEMINAR NASIONAL

TEKNIK ELEKTRO (SNTE 2012)

PENINGKATAN KUALITAS PENELITIAN SAINS TERAPAN DAN TEKNOLOGI
DALAM UPAYA MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS INDUSTRI NASIONAL

PROSIDING



Kamis, 6 Desember 2012
Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Jakarta
Jl. Prof. Dr. Ir. G.A. Siwabessy
Kampus Baru Universitas Indonesia
Depok 16425
Phone/Fax : (021) 7863531

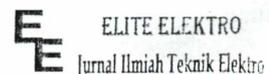
ISBN 978-602-97832-0-9



SPONSOR :



PT ELOK MULYI SARINA



ELITE ELEKTRO
Jurnal Ilmiah Teknik Elektro

SUSUNAN PANITIA

Panitia Pelaksana :

Pelindung	: Abdullah, SE., MSi. Selaku Direktur Politeknik Negeri Jakarta
Penanggung Jawab	: Iwa Sudradjat, ST., MT. Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta
Wakil Penanggung Jawab	: Ismujianto, ST., MT. Selaku Sekretaris I Jurusan Teknik Elektro Ir. Anik Tjandra Setiati Selaku Sekretaris II Jurusan Teknik Elektro
Ketua Panitia	: Drs. Aminuddin Debataraja, ST., MSi.
Wakil Ketua	: Drs. Abdul Aziz, MMSi.
Sekretaris	: Mohamad Fathurahman, ST., MT.
Bendahara	: Murie Dwiyaniti, ST., MT.
Tim Editor Makalah	: Ir. Nur Fauzi Soelaiman, ST., MKom. Isdawimah, ST., MT. Agus Wagyana, ST., MT. Benny, ST., MT.
Publikasi dan Dokumentasi	: Mauldy Laya, S.Kom., M.Kom. Toto Supriyanto, ST., MT.
Sponsorship	: Syupriadi Nasution, ST. A Damar Aji, ST., MKom.
Perlengkapan	: Indra Z., ST., MKom. Entis Sutisna, ST.
Konsumsi	: Dra. Wartiyati, MSi.
Serifikat	: Drs. Latif Mawardi, MKom.

Reviewer:

1. Prof. T. Basuruddin, MSc., PhD. (Universitas Indonesia)
2. Prof. Dr. V.R Singh (Chairman IEEE Delhi Section)
3. Prof. Tsong P. Perng, PhD. (NTHU-Taiwan)
4. Prof. Dr. Ir. Harry Sudibyo S., DEA. (Universitas Indonesia)
5. Dr. Santoso Sukirno (Universitas Indonesia)
6. Prof. Dr. Ir. Eko Tjipto Rahardjo, MSc. (Universitas Indonesia)
7. Dr.Eng. Son Kuswandi (ITS)
8. Dr-Ing. Cuk Imawan (Universitas Indonesia)
9. Ir. Era Purwanto, M.Eng. (PENS-ITS)
10. Ir. Carlos RS, MT., (Politeknik Negeri Sriwijaya)
11. Dr. Ir. Gibson Hilman Sianipar (ITB)
12. Dr. Hiskia (LIPI)
13. Dr. Drs. Hanief S. Ghofur, SAg., MHum (Staf Ahli Kemendikbud RI)

Keynote Speaker:

1. Prof. Dr. Ir. Djoko Santoso, MSc. (Dirjen Dikti Kemendikbud RI)
2. Dr. Ir. Mashury Wahab, M.Eng. (Ketua Asosiasi RADAR Indonesia, AsRI)
3. Ir. Mombang Sihite, MM. (Presiden Direktur PT. Azbil Berca Indonesia)
4. Budianto Surbakti, ST., MM. (Sales Manager Energy & Power Plant Segment PT.Schneider Electric Indonesia)

DAFTAR ISI

Susunan Panitia	1
Sambutan Ketua Panitia	2
Sambutan Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta	3
Sambutan Direktur Politeknik Negeri Jakarta	4
Jadwal Acara	5

A. Bidang Teknik Elektronika

Kode	Judul Makalah	Hal (TE)
TE-01	PERANCANGAN GRAPHICAL USER INTERFACE (GUI) UNTUK PENGENDALIAN SUHU PADA STIRRED TANK HEATER BERBASIS MICROSOFT VISUAL BASIC 6.0 Muhammad Rozali , Bhakti Yudho Suprpto dan Djulil Amri	01-06
TE-02	DATA LOGGER SENSOR SUHU BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 8535 DENGAN PC SEBAGAI TAMPILAN Noveri Lysbetti M dan Edy Ervianto	07-12
TE-03	INSTRUMEN PENGUJIAN BUTA WARNA OTOMATIS Sofiar Agusta, Tony Mulia dan M. Sidik	13-21
TE-04	DISAIN DAN IMPLEMENTASI FIELD-PROGRAMMABLE GATE ARRAY UNTUK IDENTIFIKASI CITRA WAJAH MENGGUNAKAN ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS Arief Budiman dan Prawito	22-26
TE-05	MODEL SISTEM KONTROL PEMILAHAN PRODUK BERBENTUK KOTAK Emir Nasrullah, Agus Trisanto dan Kurnia Ramdhani	27-34
TE-06	IMPLEMENTASI KONTROL OTOMASITISASI TERINTEGRASI PADA SISTEM FLOW INJECTION ANALISIS BERBANTUAN MIKROKONTROLER Aminuddin dan Hiskia	35-41
TE-07	SIMULASI SISTEM FILLING-DRAINING CONTROLLER Syaprudin dan Darwin	42-48

B. Bidang Teknik Listrik

Kode	Judul Makalah	Hal (TL)
TL-01	KONVERTER AC-DC TIGA FASA TERKENDALI TERHADAP TOTAL HARMONIC DISTORTION (THD) PADA BEBAN INDUKTIF BERBASIS LAB-VIEW	01-06

Kode	Judul Makalah	Hal (TL)
	Kusnadi dan Prawito	
TL-02	ANALISA DGA TERHADAP KINERJA TRANSFORMATOR 30 MVA GARDU INDUK BETUNG MENGGUNAKAN METODE FUZZY	07-13
	Djulil Amri	
TL-03	PENINGKATAN KINERJA GRID TIE INVERTER PADA JARINGAN LISTRIK MIKRO SAAT KONDISI ISLANDING DENGAN PENAMBAHAN PERANGKAT UPS (UNINTERRUPTED POWER SUPPLY)	14-21
	Rudy Setyabudy, Eko Adhi Setiawan, Hartono BS dan Budiyanto	
TL-04	DESAIN DAN SIMULASI KONVERTER ENERGI GELOMBANG LAUT SEBAGAI PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK	22-28
	Masjono	
TL-05	RANCANGAN DAN UJICOBA PROTOTIPE PEMBANGKIT LISTRIK PASANG SURUT DI SULAWESI UTARA	29-32
	Ferry Johnny Sangari	
TL-06	BASELINE ENERGY USE BASED RESIDENTIAL LIGHTING LOAD CURVE ESTIMATION: A CASE OF SURABAYA	33-37
	Yusak Tanoto, Murtiyanto Santoso dan Emmy Hosea	
TL-07	RANCANG BANGUN SISTEM PENGAMAN MOTOR LISTRIK DENGAN BANTUAN PLC	38-42
	Fatahula dan Iksan Kamil	
TL-08	EFISIENSI ENERGI LISTRIK MENGGUNAKAN CAPASITOR PADA JARINGAN INSTALASI LISTRIK	43-46
	Imam Halimi dan EntisSutisna	

C. Bidang Teknologi Informasi dan Telekomunikasi

Kode	Judul Makalah	Hal (TI)
TI-01	RANCANGAN SISTEM INFORMASI PERPUSTAKAAN BERBASIS WEB (STUDI KASUS STIKOM DINAMIKA BANGSA JAMBI)	01-03
	Hetty Rohayani, AH dan Herti Yani	
TI-02	SEGMENTASI MORFOLOGI UNTUK MENGKUANTIFIKASI HASIL PEMERIKSAAN PAP SMEAR DALAM MENDETEKSI KANKER SERVIKS	04-08
	Suprpto dan Kenty Wantri Anita	
TI-03	ANALISIS SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMBELIAN BARANG DENGAN MENGGUNAKAN FUZZY METODE MAMDANI	09-12
	Hetty Rohayani, AH dan Herti Yani	

Kode	Judul Makalah	Hal (TI)
TI-04	PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP BOW-TIE PADA APLIKASI ULTRA WIDEBAND Adhi Mahendra	13-22
TI-05	KAJIAN PEMILIHAN CIRI SEQUENTIAL FORWARD FLOATING SELECTION (SFFS) DAN TRANSFORMASI KOMPONEN UTAMA PADA DATA CITRA RADAR SKALA KECIL Mulyono, Aniati Murni Arimurty dan Dina Cahyati	23-29
TI-06	SISTEM PENGENALAN QR CODE UNTUK APLIKASI OTENTIFIKASI KEHADIRAN Mauldy Laya dan Juniardi Ibrahim	30-33
TI-07	PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM INFORMASI BEASISWA PNJ BERBASIS WEB Abdul Aziz dan Muhammad Nur Arifin	34-44
TI-08	RANCANG BANGUN MULTIBAND BAND PASS FILTER DENGAN CROSS OPEN STUB Toto Supriyanto, Teguh Firmansyah, dan Achmad Budi Fathoni	45-51
TI-09	MONITORING POSISI KERETA REL LISTRIK JAKARTA-BOGOR MENGGUNAKAN GPS DAN KOMUNIKASI GSM Whempy, Dani Rahmaniar, Dian Figiana, Murie Dwiyanti dan Kendi Morons	52-57
TI-10	ANALISIS PENERAPAN METODE KONVOLUSI UNTUK REDUKSI DERAU PADA CITRA DIGITAL Rika Novita Wardhani dan Mera Kartika Delimayanti	58-63
TI-11	EFISIENSI KINERJA PENGELOLAAN ENERGI PADA ARSITEKTUR DATA CENTER KOMPUTASI AWAN MENGGUNAKAN GREENCLOUD Mohamad Fathurahman dan Kalamullah Ramli	64-72
TI-12	SISTEM PREDIKSI MAHASISWA DROP OUT DENGAN MENGGUNAKAN METODE BAYESIAN NETWORK Latif Mawardi	73-78
TI-13	APLIKASI E-LEARNING KRYPTOGRAFI KLASIK Indri Neforawati dan Hanifa Shofiah	79-83
TI-14	PERANCANGAN SISTEM INFORMASI MANAJEMEN PADA PRAKTIK KEBIDANAN Achmad Bachris Sati	84-89
TI-15	PEMANFAATAN NOISE RADAR KAPAL UNTUK PEMANTAUAN CURAH HUJAN WILAYAH LOKAL Ginaldi Ari, Asif Awaludin dan Soni Aulia Rahayu	90-94

D. Bidang Teknologi

Kode	Judul Makalah	Hal (EM)
EM-01	ANALISIS SIMULASI UNTUK MEMPREDIKSI BATAS STABILITAS CHATTER BERBASIS PERSAMAAN GETARAN SATU DERAJAT KEBEBASAN PADA PROSES BUBUT Agus Susanto.	01-06
EM-02	INTEGRASI SUMBER RENEWABLE ENERGY PADA SISTEM DISTRIBUSI MENGGUNAKAN METODE DIRECT ZBR+IPSO Mat Syai'in, Adi Soeprijanto, Ontoseno Penangsang dan Jamal Darusalam Giu	07-14
EM-03	PERUBAHAN JARAK ELEKTRODA TERHADAP ARUS LISTRIK DAN KADAR MINYAK SERTA LEMAK PADA PENGOLAHAN AIR LIMBAH SECARA ELEKTROKOAGULASI Sutanto	15-21

E. Bidang Humaniora

Kode	Judul Makalah	Hal (HU)
HU-01	STRATEGI PENYELENGGARAAN PENDIDIKAN BELA NEGARA DALAM PENDIDIKAN KEWARGANEGARAAN (STUDI KASUS DI PERGURUAN TINGGI) Wartiyati, Minto Rahayu	01-09

PERANCANGAN GRAPHICAL USER INTERFACE (GUI) UNTUK PENGENDALIAN SUHU PADA STIRRED TANK HEATER BERBASIS MICROSOFT VISUAL BASIC 6.0

Muhammad Rozali¹, Bhakti Yudho Suprpto², Djulil Amri³

1. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya,
Jl. Raya Palembang – Prabumulih km 32, Indralaya, 30662

Email : rozali_salim@yahoo.com

Abstrak

Heater mempunyai peranan penting dalam proses industri. Salah satunya fungsi heater digunakan pada stirred tank heater. Sistem kontrol suhu pada stirred tank heater yang utama adalah kontrol posisi bukaan burner. Pada penelitian ini, dirancang sebuah Graphical User Interface (GUI) yang difungsikan sebagai monitoring suhu dan mengontrol posisi bukaan burner. Metode kontrol yang digunakan pada kontrol suhu stirred tank heater adalah fuzzy logic control. Sedangkan bahasa pemrograman yang digunakan adalah Microsoft visual basic 6.0 pada PC dan codevision AVR dalam mikrokontroler ATmega 8535. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa persentase kesalahan dari perpindahan posisi bukaan burner terhadap nilai logika output adalah 0%. Interval waktu pengambilan nilai error sebelumnya sangat mempengaruhi nilai delta error.

Abstract

Design program control the temperature on stirred tank heater use fuzzy logic control based visual microsoft basic 6.0. Heater has an important role in the process industry. One of these functions is used in stirred tank heater. The main temperature control system in stirred tank heater is the control position openings burner. In this Research, Graphical User Interface (GUI) serves as a temperature monitoring and controlling position openings burner. Control method used in temperature control stirred tank heater is fuzzy logic control. Microsoft visual basic 6.0 is used to programming language on the PC and codevision AVR in microcontroller ATmega 8535. From the test results obtained that the error percentage of displacement position openings with output logic value is 0%. Time Interval of retrieval previous error value greatly affects the value of the delta error.

Keyword : Stirred tank heater, GUI, fuzzy logic control, Microsoft Visual Basic 6.0

1. Pendahuluan

Di industri, heater mempunyai peranan penting dalam proses industri. Salah satunya fungsi heater digunakan pada *Stirred Tank Heater*. *Stirred Tank Heater* adalah tangki pengaduk yang sering digunakan pada industri kimia untuk melakukan reaksi secara *batch* pada skala kecil menghasilkan suatu material baru. Material baru tersebut merupakan hasil proses dari pencampuran dua material yang digabungkan menjadi satu atau hanya menggunakan satu material dengan adanya bantuan katalis sehingga dapat menghasilkan material yang baru serta dilalui dengan proses pemanasan.

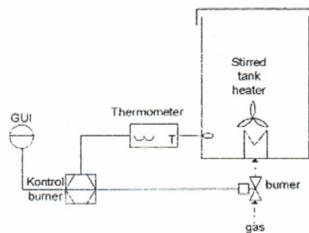
Burner pada *stirred tank heater* menggunakan gas sebagai bahan bakar. Posisi bukaan *burner* sangat

mempengaruhi kenaikan suhu pada *stirred tank heater*. Untuk mengontrol suhu agar mencapai set point yang diinginkan, maka *burner* tersebut harus dikontrol, agar efisiensi gas bisa maksimal.

Pada penelitian ini dibuat desain rancangan *Graphical User Interface* (GUI) menggunakan *microsoft visual basic 6.0* dan memanfaatkan algoritma *fuzzy logic control* yang berfungsi sebagai program kontrol *burner* pada *stirred tank heater*. GUI berperan sebagai alat bantu operator dalam memonitor dan mengontrol suhu pada *stirred tank heater*. Sehingga diharapkan dapat melakukan pengontrolan *burner* pada *stirred tank heater*

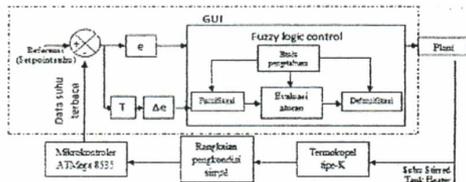
2. Metode Penelitian

Penelitian diawali dengan merancang peralatan *stirred tank heater* seperti yang terlihat pada gambar 1. Sebagai pemanasnya dipergunakan kompor dengan bahan gas sehingga dapat meningkatkan suhu hingga yang diinginkan. Suhu pada *stirred tank heater* ini di ukur menggunakan termokopel type-k dan rangkaian pengkondisi sinyal sebagai penguat sinyal. GUI mengolah suhu pada *stirred tank heater* menggunakan *fuzzy logic control*, lalu memberikan sinyal numerik ke kontrol *burner* dalam hal ini adalah mikrokontroler. Sinyal tersebut diolah di mikrikontroler untuk kemudian menentukan aksi yang akan dilakukan oleh *burner*.



Gambar 1 sistem kendali suhu pada *stirred tank heater*

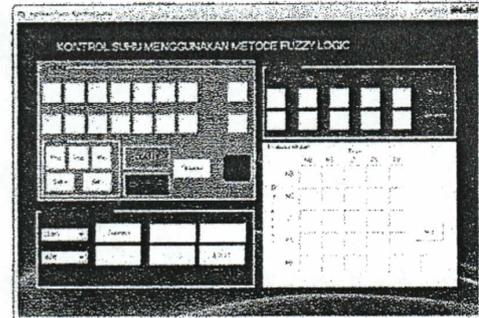
Blok diagram dari sistem kendali suhu pada *stirred tank heater* menggunakan metode *fuzzy logic control* ditunjukkan pada gambar 3 berikut:



Gambar 2 blok diagram sistem kendali suhu

2.1. Graphical User Interface (GUI) [1]

GUI pada penelitian ini berfungsi sebagai monitoring dan program kontrol suhu menggunakan metode *fuzzy logic control* dan dibuat dengan berbasis *Microsoft visual basic 6.0*.



Gambar 3 tampilan GUI kontrol suhu

2.2. Microsoft Visual Basic 6.0 [2]

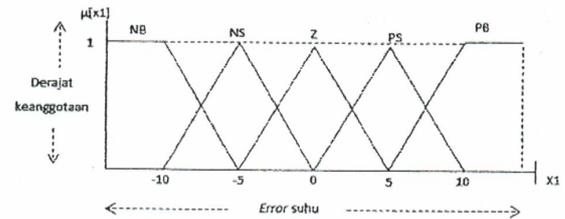
Microsoft visual basic 6.0 merupakan program yang digunakan untuk membuat GUI. Program ini berfungsi untuk memproses suhu yang terbaca pada *stirred tank heater* sehingga menjadi *crisp fuzzy input logic control*. *Crisp input* tersebut berupa *error* dan *delta error* (selisih *error* sekarang dan *error* sebelumnya). Kedua *crisp input* tersebut akan di proses oleh *fuzzy logic control*. *Output* dari *fuzzy logic control* berupa suatu nilai untuk pemilihan logika bukaan *burner*. Data ini dikirim ke mikrokontroler melalui komunikasi serial RS232.

2.3. Fuzzy logic control [3]

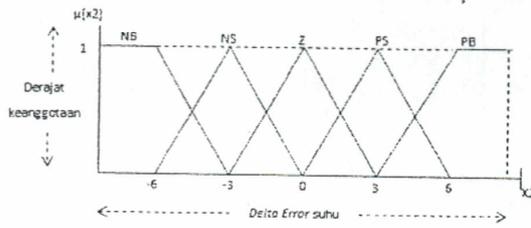
Fuzzy logic control akan mengevaluasi tiap *fuzzy input* yaitu *error* dan *delta error* dari hasil pembacaan suhu *stirrer tank heater* kemudian melakukan perhitungan sinyal kontrol melalui tahapan fuzzifikasi, evaluasi *rule* dan defuzzifikasi. Sistem inferensi fuzzy yang digunakan yaitu metode Mamdani.

2.3.1. Fuzzifikasi

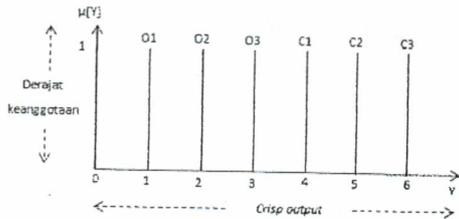
Fuzzifikasi merupakan proses mengubah *crisp input* menjadi *fuzzy input*. Dalam perancangan *fuzzy logic control* ini terdapat 2 fungsi keanggotaan *fuzzy input* (*Error* dan *delta error*).



Gambar 4 fungsi keanggotaan *error*



Gambar 5 fungsi keanggotaan *deltaerror*



Gambar 6 fungsi keanggotaan *crispoutput*

2.3.2. Evaluasi aturan

Metode pengambilan keputusan (inferensi) yang digunakan dalam pemrograman ini adalah metode min (minimum), dimana hasil fuzzifikasi *input error* dan *delta error* diambil derajat keanggotaan terkecil. Nilai keanggotaan terkecil dimasukkan ke dalam tabel basis aturan *fuzzy*.

Tabel 1 Basis aturan *fuzzy*

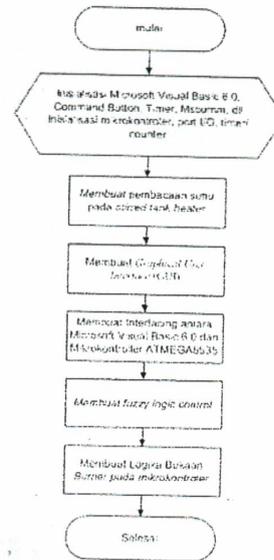
Error \ D error	NB	NS	Z	PS	PB
NB	X	C3	C3	C2	X
NS	C3	C3	C2	C1	O3
Z	C3	C2	C1	O1	O3
PS	C2	O1	O2	O2	O3
PB	X	O3	O3	O2	X

Untuk mendapatkan nilai *fuzzy output* pada model fuzzyMamdani yaitu dengan menggunakan metode Largest Of Maximum (LOM). Dimana nilai *fuzzy output* didapat dari nilai terbesar pada tabel basis aturan *fuzzy*. Dan nilai *crisp output* didapat dari nilai terbesar pada himpunan *fuzzy output*.

2.3.3. Defuzzifikasi

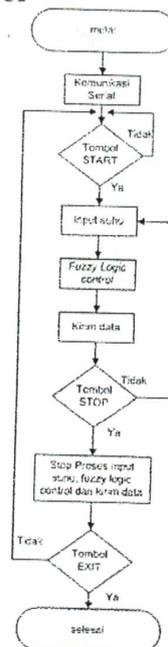
Defuzzifikasi berperan dalam mengubah nilai *fuzzy output* menjadi nilai *crisp output*. Nilai *crisp output* akan menentukan aksi yang akan dilakukan oleh motor stepper sebagai penggerak *burner*.

2.4. Flowchart Perancangan Program Kontrol Suhu



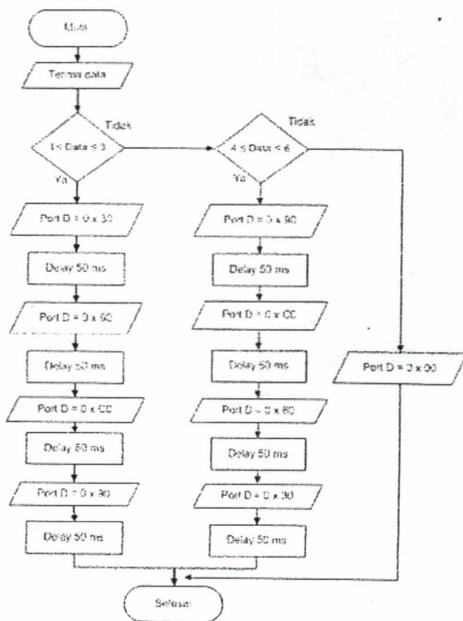
Gambar 7 Flowchart Perancangan Program

2.5. Flowchart GUI



Gambar 8. Flowchart GUI

2.6. Flowchart Logika Buka-an Burner



Gambar 9. flowchart logika bukaan burner

Tabel 2 berikut adalah proses aktifasi stepper, dimana pada saat data berada diantara 0 dan 4, maka motor stepper akan bergerak membuka burner dengan delay 50 ms per step. Tabel 3 adalah proses aktifasi stepper dimana pada saat data lebih besar dari 4, maka motor stepper akan bergerak membuka burner dengan delay 50 ms per step. Tabel 2 adalah proses aktifasi stepper, dimana pada saat data sama dengan 0, maka motor stepper akan bergerak membuka dan menutup burner dengan delay 50 ms per step.

Tabel 2. Langkah – langkah motor stepper open burner

Step ke-	Pin pada mikrokontroler			
	D.4	D.5	D.6	D.7
1	1	1	0	0
2	0	1	1	0
3	0	0	1	1
4	1	0	0	1

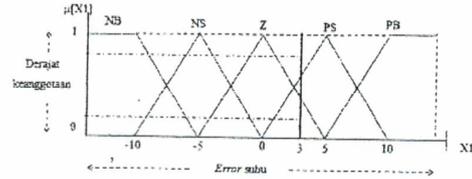
Tabel 3. Langkah – langkah motor stepper close burner

Step ke-	Pin pada mikrokontroler			
	D.4	D.5	D.6	D.7
1	1	0	0	1
2	0	0	1	1
3	0	1	1	0
4	1	1	0	0

3. Hasil dan Pembahasan

Untuk menguji pemrograman fuzzy logic control akan dilakukan secara bertahap. Tahap pertama akan dilakukan pengujian pemrograman fuzzifikasi tahap kedua dilakukan pengujian pemrograman evaluasi aturan dan tahap terakhir adalah pengujian pemrograman defuzzifikasi.

Dalam pengujian fuzzy menggunakan text input pada program dan membandingkannya dengan perhitungan manual. Sebagai contoh akan dicari nilai derajat keanggotaan dari suatu fuzzy input yaitu error = 3 dan dengan fungsi keanggotaan diperlihatkan pada gambar 10 berikut:



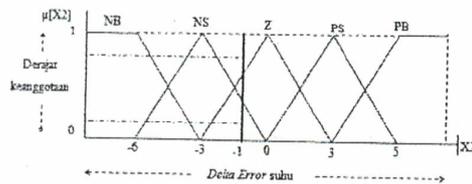
Gambar 10. Fungsi keanggotaan error

Pada Gambar diatas, crisp input error = 3 akan memotong derajat keanggotaan Z dan PS. Maka derajat keanggotaan dapat ditentukan sebagai berikut :

$$\mu_{E_Z}(3) = 5 - 3/5 = 0,4$$

$$\mu_{E_{PS}}(3) = 3 - 0/5 = 0,6$$

Sedangkan untuk fuzzy input delta error yaitu dengan -1 dengan fungsi keanggotaan diperlihatkan seperti gambar dibawah ini:



Gambar 11. Fungsi keanggotaan delta error

Pada Gambar diatas, crisp input delta error = -1 akan memotong derajat keanggotaan NS dan Z. Maka derajat keanggotaan dapat ditentukan sebagai berikut :

$$\mu_{DE_{NS}}(-1) = 0 - (-1)/3 = 0,33$$

$$\mu_{DE_Z}(-1) = -1 - (-3)/3 = 0,67$$

Langkah selanjutnya yaitu melakukan Pengujian pemrograman evaluasi aturan. Karena pada Fuzzifikasi error hanya ada 2 fungsi keanggotaan yang tidak bernilai 0 dan pada delta error juga hanya ada 2 fungsi keanggotaan yang tidak bernilai 0 maka hanya ada 4 rule saja yang tidak bernilai 0 yaitu :

- E_Z dan DE_NS

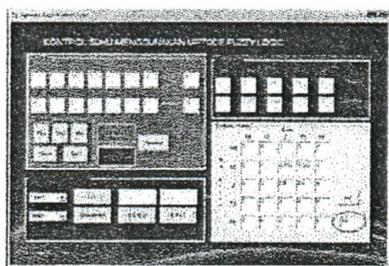
- $\mu_{E_Z} \cap \mu_{DE_{NS}} = \min(0,4; 0,33) = 0,33$
 • E_Z dan DE_Z
 $\mu_{E_Z} \cap \mu_{DE_Z} = \min(0,4; 0,67) = 0,4$
 • E_PS dan DE_NS
 $\mu_{E_{PS}} \cap \mu_{DE_{NS}} = \min(0,6; 0,33) = 0,33$
 • E_PS dan DE_Z
 $\mu_{E_{PS}} \cap \mu_{DE_Z} = \min(0,6; 0,67) = 0,6$

Setelah tahap evaluasi aturan, tahap berikutnya yaitu Pengujian program *defuzzifikasi*. Pada model *fuzzy* mamdani, *output fuzzy* didapatkan dengan metode *Largest of Maximum* (LOM). Solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai terbesar dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

$$\mu((\mu_{E_Z} \cap \mu_{DE_{NS}}) \cup (\mu_{E_Z} \cap \mu_{DE_Z}) \cup (\mu_{E_{PS}} \cap \mu_{DE_{NS}}) \cup (\mu_{E_{PS}} \cap \mu_{DE_Z})) = \max(0,33; 0,4; 0,33; 0,6) = 0,6$$

Dari penyelesaian diatas dan berdasarkan tabel basis aturan diketahui bahwa domain yang bernilai maksimum adalah O1 dengan nilai 0,6. Dimana nilai *fuzzy output* O1 setelah *defuzzifikasi* didapatkan *crisp output* yaitu 1.

Hasil pengujian diatas selanjutnya dibandingkan dengan hasil *crisp output* pada GUI yaitu sebagai berikut :



Gambar 12. Tampilan hasil *fuzzyoutput*

Pada *fuzzy logic control* terdapat tujuh *crisp output* yang berfungsi sebagai logika kontrol bukaan *burner*. Pada perancangan program kontrol *burner* di mikrokontroler perpindahan satu *step* berlangsung selama 50 ms dan satu *step* sama dengan $0,9^\circ$.

Berikut adalah hasil pengujian perubahan posisi bukaan *burner* dari 0° sampai dengan 180° .



(a)

(b)

Gambar 13. Posisi bukaan *burner* (a) 0°
(b) 180°

Tabel 4. Pengujian kontrol *burner*

Fuzzy output	Crisp output	Interval waktu (t)	Action stepper	Posisi bukaan burner	
				Perhitungan	Pengujian
O1	1	5 detik	Open	+90 ^o	+90 ^o
O2	2	10 detik	Open	+180 ^o	+180 ^o
O3	3	15 detik	Open	+270 ^o	+270 ^o
X	0	-	-	0	0
C1	4	5 detik	Close	-90 ^o	-90 ^o
C2	5	10 detik	Close	-180 ^o	-180 ^o
C3	6	15 detik	Close	-270 ^o	-270 ^o

Dari data tabel diatas dapat dilihat persentase kesalahan kontrol *burner* antara posisi bukaan *burner* perhitungan dan pengujian yaitu dengan persamaan berikut:

$$\% \text{ kesalahan} = \frac{|\text{pengujian} - \text{perhitungan}|}{\text{perhitungan}} \times 100\%$$

Sehingga didapatkan persentase kesalahan masing – masing *fuzzy output* terhadap kontrol bukaan *burner* sebagai berikut:

Tabel 5. persentase kesalahan kontrol *burner*

Fuzzy output	Crisp output	Posisi bukaan burner		Persentase kesalahan
		Perhitungan	Pengujian	
O1	1	+90 ^o	+90 ^o	0 %
O2	2	+180 ^o	+180 ^o	0 %
O3	3	+270 ^o	+270 ^o	0 %
X	0	0	0	0 %
C1	4	-90 ^o	-90 ^o	0 %
C2	5	-180 ^o	-180 ^o	0 %
C3	6	-270 ^o	-270 ^o	0 %

Dari hasil pengujian *fuzzy logic control* didapat nilai keanggotaan *fuzzy input error* dan *delta error*, nilai pada tabel basis aturan, nilai *fuzzy output* serta nilai *crisp output* adalah sama dengan program yang dirancang.

Pada pengujian kontrol burner didapat perpindahan posisi *burner* pada perhitungan sama dengan pengujian. Tabel berikut menunjukkan tingkat keakuratan perpindahan posisi bukaan *burner* terhadap masing-masing logika output.

Tabel 6 persentase tingkat kesalahan perpindahan posisi bukaan *burner*

Logika output	Persentase (%)
1	0
2	0
3	0
0	0
4	0
5	0
6	0
Rata – rata	0

Dari Tabel 6 di atas diketahui bahwa tingkat kesalahan perpindahan posisi bukaan *burner* terhadap logika output secara keseluruhan adalah 0 %.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pelaksanaan perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Interval waktu pengiriman data ke mikrokontroler dapat menentukan jumlah bukaan burner.
2. Persentase kesalahan perubahan posisi bukaan burner terhadap logika output adalah 0%.
3. Interval waktu pengambilan nilai *error* sebelumnya sangat mempengaruhi nilai *delta error*.

Daftar Acuan

- [1]. Gladen, Jonathan, 2000, "Introduction to the Graphical User Interface", New York: *Xerox PARC and GUI, 1*
- [2]. Tim Penyusun, 2005, *Panduan Pemrograman dan Referensi Kamus Visual Basic 6.0*. Madiun : Penerbit Andi.
- [3]. Kusuma, Dewi, 2003, *Artificial Intelligence (teknik dan aplikasinya)*, Yogyakarta: Graha Ilmu.