



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**SISTEM KENDALI OTOMATIS PH PADA SIRKULASI
QUENCH WATER MENGGUNAKAN METODE *FUZZY***

MAMDANI

SKRIPSI

Muhammad Qumaruddin Attanthowi
2103433014

**PROGRAM STUDI D-IV
INSTRUMENTASI DAN KONTROL INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2024

Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**SISTEM KENDALI OTOMATIS PH PADA SIRKULASI
QUENCH WATER MENGGUNAKAN METODE FUZZY
MAMDANI**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan**

**Muhammad Qumaruddin Attanthowi
2103433014**

PROGRAM STUDI D-IV

INSTRUMENTASI DAN KONTROL INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2024



HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Muhammad Qumaruddin Attanthowi
NIM : 2103433014
Tanda Tangan :

Tanggal : 8 Agustus 2024



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi diajukan oleh :
Nama : Muhammad Qumaruddin Attanthowi
NIM : 2103433014
Program Studi : D – IV Instrumentasi dan Kontrol Industri
Judul Skripsi : Sistem Kendali Otomatis pH pada Sirkulasi
Quench Water menggunakan Metode *Fuzzy*
Mamdani

Telah diuji oleh tim penguji dalam sidang Skripsi pada Senin, 29 Juli 2024 dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing : Hariyanto, S.Pd.,M.T.
NIP. 19910128 202012 1 008

Depok, 23 Agustus 2024

Disahkan oleh
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Dr. Murie Dwiyaniti, S.T., M.T.

NIP. 19780331 200312 2 002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan lancar. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Terapan Politeknik.s

Skripsi ini memiliki judul “**Sistem Kendali Otomatis pH pada Sirkulasi Quench Water menggunakan Metode Fuzzy Mamdani**”. Berisi tentang penjelasan pembuatan dan analisa terkait alat untuk mengontrol pH pada proses pengolahan limbah H_2S dari pengolahan minyak.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sangatlah sulit bagi Penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Dr. Murie Dwiyaniti, S.T., M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
2. Ibu Sulis Setiowati, S.Pd., M.Eng selaku KPS Instrumentasi dan Kontrol Industri.
3. Bapak Hariyanto, S.Pd.,M.T. selaku pembimbing Penulis yang telah mengizinkan Penulis untuk mengerjakan judul baru dan membimbing hingga skripsi selesai dengan lancar.
4. Seluruh dosen Penulis selama menempuh perkuliahan di Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan baru pada Penulis.
5. Orang tua dan keluarga Penulis yang selalu memberikan dukungan dan doa agar Penulis bisa menyelesaikan pendidikan sarjana terapan.
6. Dek Izzaty sebagai partner yang saling mendukung dan berdiskusi untuk bisa menyelesaikan skripsi masing – masing.

Akhir kata, Penulis berharap semoga Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, Agustus 2024

Penulis

Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Sistem Kendali Otomatis pH pada Sirkulasi *Quench Water* menggunakan Metode Fuzzy Mamdani

Abstrak

Gas Hidrogen Sulfida (H_2S) adalah salah satu gas berbahaya yang dihasilkan dari proses pengolahan minyak. Gas H_2S bersifat asam dan beracun. Kilang Sulfur Recovery Unit (SRU) menghasilkan senyawa sulfur dari pemisahan senyawa yang berasal dari gas H_2S . Kilang SRU juga didesain untuk mencegah emisi gas buang yang tidak sesuai dengan aturan nilai minimum gas buang yang ramah lingkungan. Kilang SRU terdiri dari dua unit utama, yaitu Sulfur Recovery Unit dan Tail Gas Treatment Unit. Sulfur Recovery Unit berfungsi untuk memisahkan senyawa sulfur (S) dari gas H_2S dan Tail Gas Treatment Unit (TGTU) berfungsi untuk mengolah kembali kandungan senyawa sulfur (S) yang tidak berhasil terkonversi di Sulfur Recovery Unit.. Salah satu proses pada TGTU yang bernama *Quench Section* berfungsi untuk mendinginkan senyawa SO_x yang tidak berhasil diproses kembali menuju SRU menggunakan air. Nilai pH pada *Quench Section* mengindikasikan jumlah senyawa SO_2 yang berhasil menerobos masuk ke sistem TGTU. Nilai pH air normal pada *Quench Section* adalah 6,5 – 7,5 (netral), namun pHmeter pada TGTU telah lama mengalami kerusakan. Berdasarkan masalah tersebut, Penulis melakukan penelitian terkait pembuatan pHmeter dan sekaligus melakukan pembaruan agar penetralan pH menggunakan injeksi ammonia bisa dilakukan secara otomatis. Karena phmeter yang digunakan pada *Quench Section* mengalami kerusakan, pengukuran pH hanya dilakukan secara manual menggunakan kertas indikator universal pH. Dengan pembuatan alat yang bekerja secara otomatis, pekerja akan lebih aman dari kontak langsung dengan gas dan cairan yang berbahaya.

Kata Kunci: sulfur, pH, quench, SO_2 , fuzzy

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Sistem Kendali Otomatis pH pada Sirkulasi *Quench Water* menggunakan Metode Fuzzy Mamdani

Abstract

Hydrogen Sulfide (H_2S) is a dangerous gas that is produced from the refinery process. H_2S is acidic and poisonous. The Sulfur Recovery Unit (SRU) produces sulfur compounds from the separation of S compound from H_2S . The SRU is also designed to prevent exhaust gas emissions that do not comply with the minimum environmental regulations. The SRU consists of two main units, namely the Sulfur Recovery Unit and the Tail Gas Treatment Unit. The Sulfur Recovery Unit functions to separate sulfur (S) compounds from H_2S and the Tail Gas Treatment Unit (TGTU) functions to reprocess sulfur (S) compounds that were not successfully converted in the Sulfur Recovery Unit. One of the processes at TGTU is called Quench Section. The section function is to cool down SO_x compounds that have not been successfully processed back to the SRU using water. The pH value in the Quench Section indicates the amount of SO_2 compounds that have successfully entered the TGTU system. The normal pH value of quench water in the Quench Section is 6.5 – 7.5 (pH neutral), but the pH meter at TGTU has been damaged for a long time. Based on this case, the author conducted research related to making a pHmeter and at the same time carried out updates so that pH neutralization using ammonia injection could be done automatically. Now, pH measurements were only carried out manually using universal pH indicator paper. By making equipment that works automatically, workers will be safer from direct contact with dangerous gases and liquids.

Keywords: sulfur, pH, quench, SO_2 , fuzzy

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I : PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan.....	3
1.4. Luaran	3
1.5. Batasan Masalah.....	3
BAB II : TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Sistem Kontrol Fuzzy.....	5
2.1.1. Metode Tsukamoto	7
2.1.2. Metode Sugeno.....	8
2.1.3. Metode Mamdani	10
2.2. PSU 5 Volt.....	12
2.3. Relay 2 channel	12
2.4. Sensor pH PH4502C + modul sensor	13
2.5. LCD 16x2 I2C.....	13
2.6. Mikrokontroler Arduino Nano	14
2.7. Motorized/ Electric Ball Valve.....	15
2.8. Buzzer dan LED.....	16
BAB III : PERENCANAAN DAN REALISASI	17
3.1. Rancangan Alat	17
3.1.1. Deskripsi Alat.....	17
3.1.2. Diagram Blok Sistem	17
3.1.3. Diagram Alir Sistem.....	18
3.1.4. Cara Kerja Alat.....	19
3.1.5. Spesifikasi Alat.....	20
3.1.6. Komponen.....	20
3.1.7. Perancangan <i>wiring</i>	21
3.1.8. Perancangan Logika Fuzzy	22
3.2. Realisasi Alat.....	24
3.2.1. Kalibrasi Trnasmmitter PH4502C	24



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.2.2. Simulasi MATLAB	25
3.2.3. Algoritma Pemrograman	25
BAB IV : PEMBAHASAN	26
4.1. Pengujian I	26
4.1.1. Deskripsi Pengujian	26
4.1.2. Prosedur Pengujian.....	26
4.1.3. Data Hasil Pengujian Kalibrasi	27
4.1.4. Analisis Data / Evaluasi	29
4.2. Pengujian II	32
4.2.1. Deskripsi Pengujian	32
4.2.2. Prosedur Pengujian.....	33
4.2.3. Data Hasil Pengujian.....	33
4.2.4. Analisis Data / Evaluasi	34
BAB V : PENUTUP.....	36
5.1. Kesimpulan	36
5.2. Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA.....	38
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	43
LAMPIRAN.....	I

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Spesifikasi Arduino	14
Tabel 2.2. Spesifikasi Electric Ball Valve	15
Tabel 3.1. Komponen	20
Tabel 3.2. Pin <i>Wiring</i>	21
Tabel 3.3. <i>Membership Function pH</i>	22
Tabel 3.4. <i>Membership Function Valve</i>	23
Tabel 3.5. Rules.....	24
Tabel 3.6. Hasil Simulasi MATLAB	25
Tabel 4.1. Alat dan Bahan	26
Tabel 4.2. Data Tegangan Transmitter (50).....	27
Tabel 4.3. Data perbandingan terhadap pHmeter.....	31
Tabel 4.4. Alat dan Bahan	33
Tabel 4.5. Data Hasil Pengujian Besaran Output.....	33





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. <i>P&ID Quench Section</i>	2
Gambar 2.1. Sistem Kontrol Feedback	6
Gambar 2.2. Inferensi Metode Fuzzy Tsukamoto	8
Gambar 2.3. Inferensi Metode Sugeno	10
Gambar 2.4. Ilustrasi Defuzzifikasi Mamdani	11
Gambar 2.5. PSU 5 Volt	12
Gambar 2.6. Modul Relay 2 Channel.....	12
Gambar 2.7. pH meter.....	13
Gambar 2.8. LCD 16x2.....	13
Gambar 2.9. Pin Arduino Nano.....	14
Gambar 2.10. Motorized Ball Valve	15
Gambar 2.11. <i>Buzzer</i>	16
Gambar 2.12. <i>LED Pilot Lamp</i>	16
Gambar 3.1. Diagram Blok Sistem	18
Gambar 3.2. Diagram Alir Sistem.....	19
Gambar 3.3 <i>Wiring</i> Sistem	21
Gambar 3.4. <i>Membership Function pH</i>	23
Gambar 3.5. <i>Membership Function Valve</i>	23
Gambar 4. 1. Rumus Nilai pH.....	29
Gambar 4.2. Tabel Nilai pH pada Bubuk pH	30
Gambar 4.3. Grafik nilai pHmeter vs PH4502C	32
Gambar 4.4. Grafik Output Alat vs MATLAB.....	34
Gambar 4.5. Tampilan LCD Output Program.....	35
Gambar 4.6. Tampilan Output pada MATLAB.....	35

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritis atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Gas Hidrogen Sulfida (H_2S) adalah salah satu gas berbahaya yang dihasilkan dari proses pengolahan minyak. Gas H_2S bersifat asam dan beracun (Khatami et al., 2016) (Lavery et al., 2019) (Mahmoodi et al., 2017). Kilang *Sulfur Recovery Unit (SRU)* menghasilkan senyawa sulfur dari pemisahan senyawa yang berasal dari gas H_2S (Olar et al., 2021) (A. Y. Ibrahim et al., 2021). Kilang *SRU* juga didesain untuk mencegah emisi gas buang yang tidak sesuai dengan aturan nilai minimum gas buang yang ramah lingkungan (Abdoli et al., 2019) (S. Ibrahim et al., 2017) (Sui et al., 2019).

Kilang *SRU* terdiri dari dua unit utama, yaitu *Sulfur Recovery Unit* dan *Tail Gas Treatment Unit*. Dua unit tersebut menerima gas H_2S murni yang sebelumnya telah dipisahkan dari gas buangan lain di unit *amine treating* dan *sour water stripper* (AY, 2021). *Sulfur Recovery Unit* berfungsi untuk memisahkan senyawa sulfur (S) dari gas H_2S dan *Tail Gas Treatment Unit (TGTU)* berfungsi untuk mengolah kembali kandungan senyawa sulfur (S) yang tidak berhasil terkonversi di *Sulfur Recovery Unit*.

Fungsi utama *TGTU* selain mengolah kembali senyawa sulfur yang lolos dari *SRU*, adalah menyesuaikan spesifikasi gas buang yang akan dilepaskan ke atmosfer sesuai dengan regulasi pemerintah. Gas yang masuk ke *TGTU* banyak mengandung N_2 , uap H_2O , dan CO_2 . Komposisi jumlah gas tersebut tergantung dari *feed* awal yang masuk ke *SRU*. Selain ketiga gas tersebut, terdapat juga beberapa gas residu yaitu H_2S , SO_2 , COS , CS_2 , uap S , serta sedikit CO dan H_2 (Laryea-Goldsmith et al., 2011) (Liang et al., 2012). *TGTU* akan melakukan oksidasi atau pembakaran menggunakan *incinerator* (tempat pembakaran) untuk mengurangi kadar senyawa S . Senyawa S yang terbakar akan berubah menjadi senyawa SO_2 . Jika senyawa SO_2 mempunyai temperatur tinggi dan bertemu dengan O_2 , maka akan terjadi pembentukan senyawa SO_3 (Fleig et al., 2011) (Xiang et al., 2017) (Duan et al., 2015). Konsentrasi SO_3 yang tinggi yang datang bersamaan dengan massa uap H_2O pada gas buang, akan meningkatkan resiko korosi pada peralatan di *TGTU*.

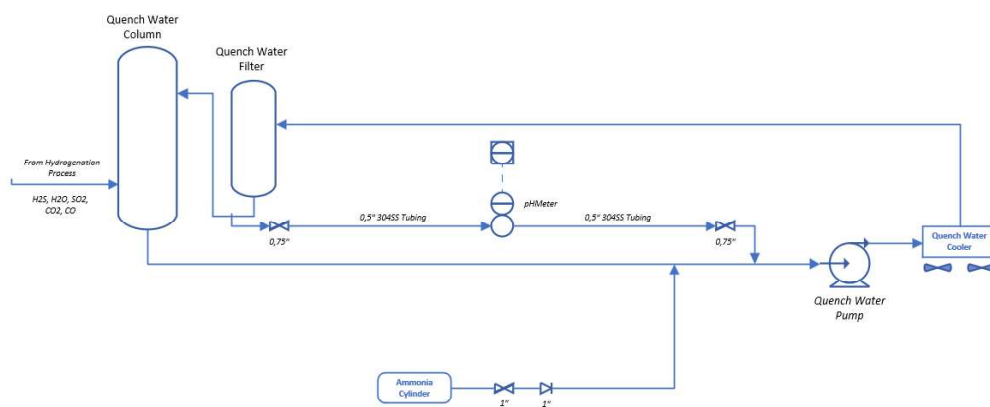


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Pencegahan korosi pada peralatan harus dilakukan dari awal karena kondisi tersebut (Bahadori, 2011). Selain itu, asam *sulfur* dan senyawa SO_3 juga menyebabkan kerusakan yang serius pada lingkungan apabila tidak berhasil diproses dan terlepas ke atmosfer (Breeze, 2017).

Pada PT. X terdapat salah satu proses pada *TGTU* yang bernama *Quench Section*. Proses tersebut berfungsi untuk mendinginkan senyawa SO_x yang tidak berhasil diproses kembali menuju *SRU* menggunakan air dan proses tersebut juga menjadi salah satu bentuk pencegahan korosi pada peralatan. *P&ID* sistem tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.1



Gambar 1.1. *P&ID Quench Section*
Sumber : Dokumentasi pribadi (Microsoft Visio)

Quench Section adalah proses pendinginan gas H_2S yang terbentuk dari proses *Hydrogenation*. Selain H_2S , proses tersebut juga menghasilkan senyawa CO , CO_2 , H_2O dan SO_2 yang berhasil lolos dari proses *Hydrogenation*. Pada design awal, *Quench Section* memiliki fasilitas pHmeter untuk menampilkan nilai pH yang mengindikasikan jumlah senyawa SO_2 yang berhasil menerobos masuk ke sistem *TGTU*. Nilai pH air normal pada *Quench Section* adalah 6,5 – 7,5 (netral). Jika nilai pH terbaca di bawah 6, maka akan terjadi korosi pada peralatan di *TGTU*. Jika nilai pH terbaca di bawah 5,5 (<5,5), maka perlu dilakukan pencegahan dengan menginjeksi ammonia secara manual pada air *Quench Section*. Bahkan apabila tidak dilakukan pencegahan secara cepat, nilai pH dapat berubah drastis menjadi 1-2 yang akan menyebabkan kerusakan peralatan dalam hitungan jam. Namun, phmeter yang digunakan pada *Quench Section* mengalami kerusakan. Sehingga



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

pengukuran pH hanya dilakukan secara manual menggunakan kertas indikator universal pH.

Berdasarkan masalah tersebut, Penulis melakukan penelitian terkait pembuatan pHmeter baru dan sekaligus melakukan pembaruan agar penetralan pH menggunakan injeksi ammonia bisa dilakukan secara otomatis agar pencegahan korosi peralatan dapat dilakukan lebih awal.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka didapatkan beberapa rumusan masalah yaitu :

1. Bagaimana cara membuat sistem kontrol pH yang otomatis?
2. Bagaimana hasil pengujian sistem kontrol pH otomatis?
3. Apakah pembuatan sistem kontrol pH bermanfaat bagi pekerja?

1.3. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Membuat sistem kontrol pH manual menjadi sistem kontrol pH otomatis.
2. Merancang sistem yang lebih aman dan efisien bagi pekerja. Dikarenakan pengecekan pH dan penginjeksian ammonia selama ini masih manual menggunakan kertas indikator universal dan manual *ball valve*.

1.4. Luaran

Luaran dari penelitian ini adalah

1. Alat yang diharapkan dapat digunakan oleh industri terkait.
2. Artikel ilmiah yang digunakan sebagai tanda adanya penelitian.

1.5. Batasan Masalah

1. Penelitian akan membahas tentang sistem kontrol dan instrumentasi.
2. Penelitian tidak membahas tentang sistem mekanik.
3. Penelitian tidak menjelaskan sistem *existing* secara detail karena termasuk dokumen privasi.
4. Parameter yang digunakan hanya pH.
5. Pengujian tidak dilakukan di tempat sebenarnya.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritis atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

1. Sistem kontrol pH otomatis dibuat menggunakan sistem feedback. Sistem ini menggunakan sensor pH PH4502C untuk membaca nilai pH *Quench Water*. Mikrokontroler Arduino Nano digunakan sebagai proses olah data dari input sensor tersebut. Metode *fuzzy mamdani* dipilih untuk mengolah data sensor. Untuk aktuator yang digunakan sebagai proses otomatis adalah *electric ball valve* yang digunakan untuk menggantikan *ball valve* konvensional.
2. Pembacaan sensor dari alat memiliki error yang kecil saat dibandingkan dengan pHmeter digital. Error maksimal dari pengujian adalah 5% dan error rata – rata sebesar 1,75%. Untuk hasil pengujian output alat terhadap output simulasi MATLAB memiliki error maksimal sebesar 55% dan error rata – rata sebesar 7%.
3. Sistem kontrol pH bermanfaat bagi pekerja karena sistem kerja otomatis menghindarkan pekerja dari kontak langsung dengan cairan. Sebelumnya pekerja harus mengetes pH cairan menggunakan kertas indikator universal. Sehingga pekerja harus melakukan kontak langsung dengan cairan yang mengandung SO₂.
Injeksi ammonia yang sebelumnya menggunakan ball valve manual dan harus mengoperasikan dengan dekat juga bisa dihindari. Pipa dan valve yang digunakan juga tak jarang terdapat bocoran yang mengakibatkan pekerja harus mencium bau ammonia. Dengan sistem yang bekerja otomatis pekerja akan lebih aman dari kontak langsung dengan gas dan cairan yang berbahaya.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5.2. Saran

1. Penambahan data logger diperlukan untuk membantu melihat history pembacaan alat. Sehingga operator dapat membandingkan dan mempelajari kondisi operasi saat pH berubah secara drastis.
2. Pemberian sertifikasi ketahanan alat, seperti ketahanan terhadap air, debu, dan ledakan diperlukan agar alat dapat digunakan pada proses di lapangan.
3. Pelaksanaan kalibrasi harus dilakukan secara berkala. Kalibrasi secara rutin dilakukan agar kehandalan sensor selalu terjaga.
4. Penambahan transmitter yang disambungkan ke pusat DCS akan mempermudah monitoring jika terjadi perubahan nilai pH secara drastis.
5. Perpipaan harus dipastikan rapat sehingga tidak terjadi bocoran saat proses injeksi gas ammonia.





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Abdoli, P., Hosseini, S. A., & Mujeebu, M. A. (2019). Effect of preheating inlet air and acid gas on the performance of sulfur recovery unit—CFD simulation and validation. *Forschung Im Ingenieurwesen*, 83, 81–89.
- Abu, M. A., & Yacob, M. Y. (2013). Development and simulation of an agriculture control system using fuzzy logic method and visual basic environment. *2013 International Conference on Robotics, Biomimetics, Intelligent Computational Systems*, 135–142.
- Albertos Pérez, P., & Sala Piqueras, A. (2010). El control borroso: una metodolog{\'i}a integradora. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, 1(2), 22–31.
- AY, I. (2021). Performance Assessment of a Sulphur Recovery Unit. *Petroleum & Petrochemical Engineering Journal*, 5(1), 1–9. <https://doi.org/10.23880/ppej-16000254>
- Aztisyah, D., Yuniati, T., & Adi Setyoko, Y. (2021). Journal of Informatics, Information System, Software Engineering and Applications Implementasi Logika Fuzzy Mamdani Pada pH Air dalam Sistem Otomatisasi Suhu dan pH Air Aquascape Ikan Guppy. *Journal of Informatics, Information System, Software Engineering and Application*, 4(1), 58–070.
- Bahadori, A. (2011). Estimation of combustion flue gas acid dew point during heat recovery and efficiency gain. *Applied Thermal Engineering*, 31(8–9), 1457–1462.
- Bova, S., Codara, P., Maccari, D., & Marra, V. (2010). A logical analysis of Mamdani-type fuzzy inference, I theoretical bases. *International Conference on Fuzzy Systems*, 1–8.
- Breeze, P. (2017). Combustion plant emissions: Sulfur dioxide, nitrogen oxides, and acid rain. *Electricity Generation and the Environment*, 33–47.
- Castillo, O., Melin, P., Kacprzyk, J., & Pedrycz, W. (2007). Type-2 Fuzzy Logic: Theory and Applications. *2007 IEEE International Conference on Granular Computing (GRC 2007)*, 145. <https://doi.org/10.1109/GrC.2007.118>
- Chen, C. H., Jeng, S. Y., & Lin, C. J. (2022). Fuzzy Logic Controller for Automating Electrical Conductivity and pH in Hydroponic Cultivation.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Applied Sciences (Switzerland)*, 12(1). <https://doi.org/10.3390/app12010405>
- Code, Louis, L., Saddam, Abdulkhaleq, N. I., Hasan, I. J., Salih, N. A. J., Elprocus, Mr-, C., Raj, A., & Random Nerd Tutorials. (2020). Name : Relay Module. *International Journal of Control, Automation, Communication and Systems*, 1(2), 9–10. <https://randomnerdtutorials.com/complete-guide-for-ultrasonic-sensor-hc-sr04/><https://bc-robotics.com/tutorials/controlling-a-solenoid-valve-with-arduino/><https://www.bc-robotics.com/tutorials/controlling-a-solenoid-valve-with-arduino/><https://compo>
- Duan, L., Duan, Y., Sarbassov, Y., Li, Y., & Anthony, E. J. (2015). SO₃ formation under oxy-CFB combustion conditions. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 43, 172–178.
- Fakhrurroja, H., Mardhotillah, S. A., Mahendra, O., Munandar, A., Rizqyawan, M. I., & Pratama, R. P. (2019). Automatic pH and Humidity Control System for Hydroponics Using Fuzzy Logic. *2019 International Conference on Computer, Control, Informatics and Its Applications: Emerging Trends in Big Data and Artificial Intelligence, IC3INA 2019*, 156–161. <https://doi.org/10.1109/IC3INA48034.2019.8949590>
- Fantuzzi, C., & Rovatti, R. (1996). On the approximation capabilities of the homogeneous Takagi-Sugeno model. *Proceedings of IEEE 5th International Fuzzy Systems*, 2, 1067–1072.
- Febriany, N. (2019). Metode Fuzzy Mamdani. *Journal of Mathematics*, 29–49.
- Fleig, D., Andersson, K., Normann, F., & Johnsson, F. (2011). SO₃ formation under oxyfuel combustion conditions. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 50(14), 8505–8514.
- Handson Technology. (2021). I2C Serial Interface 1602 LCD Module. *User Guide*, 1–8. https://www.handsontec.com/dataspecs/module/I2C_1602_LCD.pdf
- Iancu, I. (2012). A Mamdani type fuzzy logic controller. *Fuzzy Logic-Controls, Concepts, Theories and Applications*, 15(2), 325–350.
- Ibrahim, A. Y., Ashour, F. H., & Gadalla, M. A. (2021). Exergy study of amine regeneration unit using diethanolamine in a refinery plant: A real start-up plant. *Heliyon*, 7(2), e06241. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06241>



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Ibrahim, S., Rahman, R. K., & Raj, A. (2017). Effects of H₂O in the feed of sulfur recovery unit on sulfur production and aromatics emission from Claus furnace. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 56(41), 11713–11725.
- Kambalimath, S., & Deka, P. C. (2020). A basic review of fuzzy logic applications in hydrology and water resources. *Applied Water Science*, 10(8), 1–14. <https://doi.org/10.1007/s13201-020-01276-2>
- Khatami, A., Heidari, Y., Safadoost, A., Aleghafouri, A., & Davoudi, M. (2016). The activity loss modeling of catalytic reactor of sulfur recovery unit in South Pars Gas Complex (SPGC) 3rd refinery based on percolation theory. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 28, 723–736. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jngse.2015.08.059>
- Kusumadewi, S., & Purnomo, H. (2010). Aplikasi Logika Fuzzy untuk pendukung keputusan. *Yogyakarta: Graha Ilmu*, 2.
- Laryea-Goldsmith, R., Oakey, J., & Simms, N. J. (2011). Gaseous emissions during concurrent combustion of biomass and non-recyclable municipal solid waste. *Chemistry Central Journal*, 5, 1–10.
- Lavery, C. B., Marrugo-Hernandez, J. J., Sui, R., Dowling, N. I., & Marriott, R. A. (2019). The effect of methanol in the first catalytic converter of the Claus sulfur recovery unit. *Fuel*, 238, 385–393. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fuel.2018.10.128>
- Liang, F.-Y., Ryvak, M., Sayeed, S., & Zhao, N. (2012). The role of natural gas as a primary fuel in the near future, including comparisons of acquisition, transmission and waste handling costs of as with competitive alternatives. *Chemistry Central Journal*, 6, 1–24.
- Mahmoodi, B., Hosseini, S. H., Ahmadi, G., & Raj, A. (2017). CFD simulation of reactor furnace of sulfur recovery units by considering kinetics of acid gas (H₂S and CO₂) destruction. *Applied Thermal Engineering*, 123, 699–710. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2017.05.148>
- Maya Olalla, E., Lopez Flores, A., Zambrano, M., Domínguez Limaico, M., Diaz Iza, H., & Vasquez Ayala, C. (2023). Fuzzy Control Application to an Irrigation System of Hydroponic Crops under Greenhouse: Case Cultivation of Strawberries (*Fragaria Vesca*). *Sensors*, 23(8).



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- <https://doi.org/10.3390/s23084088>
- Microcontroller, A. (1972). Target Areas. *The Lancet*, 300(7770), 222. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(72\)91649-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(72)91649-2)
- Naron, N., Suroso, S., & Putri, A. R. (2019). Perancangan Logika Fuzzy Untuk Sistem Pengendali Kelembaban Tanah dan Suhu Tanaman. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 3(4), 307. <https://doi.org/10.30865/mib.v3i4.1245>
- Ningbo DSW Electronics Co., L. (n.d.). *Piezo Audio Indicator KPI-4210 series Piezo Buzzer KPI-4310 series Piezo Buzzer KPI-4310-VAC series Piezo Buzzer Ningbo DSW Electronics Co., Ltd.* 87264906. <https://datasheetspdf.com/pdf-file/868353/Ningbo/KPI-4210/1>
- Olar, H. R., Halafawi, M., & Avram, L. (2021). Petroleum and Coal. *Petroleum and Coal*, 63(1), 278–283. https://doi.org/10.1142/9781786345882_0006
- Perteka, P. D. B., Piarsa, I. N., & Wibawa, K. S. (2020). Sistem kontrol dan monitoring tanaman hidroponik aeroponik berbasis Internet of Things. *J. Ilm. Merpati (Menara Penelit. Akad. Teknol. Informasi)*, 8(3), 197.
- Pratama, A., Piarsa, I. N., & Wibawa, K. S. (2020). Prototipe Sistem Prabayar Pdam Terpadu Menerapkan Teknologi Internet Of Thing. *Jusikom: Jurnal Sistem Komputer Musirawas*, 5(2), 82–95.
- Rahayu, L. P., Kindhi, B. Al, Pradika, C. D., Adhim, F. I., Priananda, C. W., Musthofa, A., Indasyah, E., & Istiqomah, F. (2021). Design of pH Control System and Water Recirculation in Aquaponic Cultivation Using Mamdani Fuzzy Logic Control. *2021 International Conference on Advanced Mechatronics, Intelligent Manufacture and Industrial Automation, ICAMIMIA 2021 - Proceeding*, 287–292. <https://doi.org/10.1109/ICAMIMIA54022.2021.9809775>
- Setyanugraha, N., Al Aziz, S., Harmoko, I. W., & Fianti, F. (2022). Study of a Weather Prediction System Based on Fuzzy Logic Using Mamdani and Sugeno Methods. *Physics Communication*, 6(2), 61–70. <https://doi.org/10.15294/physcomm.v6i2.39703>
- Sui, R., Lavery, C. B., Li, D., Deering, C. E., Chou, N., Dowling, N. I., & Marriott, R. A. (2019). Improving low-temperature CS₂ conversion for the Claus process by using La(III)-doped nanofibrous TiO₂ xerogel. *Applied Catalysis*

B: *Environmental*, 241, 217–226.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2018.09.027>

Tongskulroongruang, T., & Jennawasin, T. (2022). A Comparative Study of Several pH Control Laws Implemented to a Smart Hydroponics Farm. *International Conference on Control, Automation and Systems, 2022-Novem(Iccas)*, 1393–1398.
<https://doi.org/10.23919/ICCAS55662.2022.10003913>

Widaningsih, S. (2017). Analisis Perbandingan Metode Fuzzy Tsukamoto, Mamdani dan Sugeno dalam Pengambilan Keputusan Penentuan Jumlah Distribusi Raskin di Bulog Sub. Divisi Regional (Divre) Cianjur. *Infoman's*, 11(1), 51–65. <https://doi.org/10.33481/infomans.v11i1.21>

Xiang, B., Shen, W., Zhang, M., Yang, H., & Lu, J. (2017). Effects of different factors on sulfur trioxide formations in a coal-fired circulating fluidized bed boiler. *Chemical Engineering Science*, 172, 262–277.

Yıldız, Z., & Baba, A. F. (2014). Evaluation of student performance in laboratory applications using fuzzy decision support system model. *2014 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 1023–1027.



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama Penulis adalah **Muhammad Qumaruddin Attanthowi**. Penulis anak pertama dari 5 saudara dari pasangan Anik Zulfa (Ibu) dan Sunoto (Bapak). Penulis lahir di Kabupaten Pati tanggal 9 November 2000.

Penulis menempuh pendidikan formal dari SDN 14 Cepu, kemudian lanjut di SMPN 3 CEPU, dan SMAN 1 Cepu.

Kemudian Penulis melanjutkan pendidikan perguruan tinggi di Universitas Gadjah Mada dengan jurusan D-III Teknologi Instrumentasi. Setelah lulus, Penulis memutuskan untuk melanjutkan jenjang perguruan tinggi dari D-III ke D-IV di Politeknik Negeri Jakarta dengan program studi Instrumentasi dan Kontrol Industri. Pada tahun 2023 Penulis memulai pengalaman bekerja di salah satu perusahaan BUMN. Sehingga Penulis harus menjalani bekerja dan berkuliah.

Alhamdulillah berkat rahmat Allah SWT dan disertai doa kedua orang tua, Penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Sistem Kendali Otomatis pH pada Sirkulasi Quench Water menggunakan Metode Fuzzy Mamdani”.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 : FOTO ALAT



NEGERI
JAKARTA

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



LAMPIRAN 2 : DOKUMENTASI KALIBRASI DAN PENGUJIAN



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN 3 : SOURCE CODE

```
#include <Fuzzy.h>
#include <Arduino.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

Fuzzy *fuzzy = new Fuzzy();
//Inisialisasi Display
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
int led = 4;
int buzzer = 5;

//Inisialisasi val pH
int pHSense = A0;
int samples = 10;
float adc_resolution = 1024.0;
float offset = 0;
float volt = 3.29;
float selisihpH = 0.15;

//Inisialisasi val valve
int timeOpen = 15000;
int lastPosition, valvePosition;
int openValveFromZero;
int signalValve = 2;
int netralValve = 3;

//Inisialisasi val time
unsigned long timeA, timeB, timeRun, timeDisplay;
unsigned long timeONBuzzer, timeOFFBuzzer, timeABuzzer, timeBBuzzer;

float pH_random;

//Inisialisasi Fuzzyset Input Object 1
FuzzySet *sangatAsam = new FuzzySet(0, 0, 0, 4);
FuzzySet *asam = new FuzzySet(3, 5, 5, 7);
FuzzySet *netral = new FuzzySet(6, 7, 7, 8);
FuzzySet *basa = new FuzzySet(7, 8, 8, 11);
FuzzySet *sangatBasa = new FuzzySet(11, 14, 14, 14);

//Inisialisasi FuzzySet Input Object 2
FuzzySet *merusak = new FuzzySet(0, 1, 1, 2);
FuzzySet *korosif = new FuzzySet(0, 3, 3, 4);
FuzzySet *normal = new FuzzySet(6, 7, 7, 8);

//Inisialisasi FuzzySet Output Object
FuzzySet *tutup = new FuzzySet(0, 0, 0, 0);
FuzzySet *kecil = new FuzzySet(0, 10, 10, 25);
FuzzySet *sedang = new FuzzySet(20, 40, 40, 55);
FuzzySet *cukupBesar = new FuzzySet(50, 60, 60, 75);
FuzzySet *besar = new FuzzySet(80, 90, 90, 100);
FuzzySet *buka = new FuzzySet(100, 100, 100, 100);

void setup()
{
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  Serial.begin(9600);
  delay(100);
  Serial.println("pH Sense");
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
pinMode(signalValve, OUTPUT);
pinMode(netralValve, OUTPUT);
pinMode(led, OUTPUT);
pinMode(buzzer, OUTPUT);

lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("pH Read");
digitalWrite(signalValve, LOW);
delay(200);
digitalWrite(netralValve, LOW);
digitalWrite(buzzer, HIGH);
delay(200);
digitalWrite(buzzer, LOW);
digitalWrite(signalValve, HIGH);
delay(200);
digitalWrite(netralValve, LOW);
lcd.clear();
lcd.print("Set Zero Valve..");
delay(20000);
digitalWrite(netralValve, HIGH);
lcd.clear();

//Inisialisasi Fuzzy Input 1
FuzzyInput *nilaiPH = new FuzzyInput(1);

nilaiPH->addFuzzySet(sangatAsam);
nilaiPH->addFuzzySet(asam);
nilaiPH->addFuzzySet(netral);
nilaiPH->addFuzzySet(basa);
nilaiPH->addFuzzySet(sangatBasa);

fuzzy->addFuzzyInput(nilaiPH);

//Inisialisasi Fuzzy Input 2
//FuzzyInput *korosi = new FuzzyInput(2);

//korosi->addFuzzySet(merusak);
//korosi->addFuzzySet(korosif);
//korosi->addFuzzySet(normal);

//fuzzy->addFuzzyInput(korosi);

//Inisialisasi Fuzzy Output
FuzzyOutput *valve = new FuzzyOutput(1);

valve->addFuzzySet(tutup);
valve->addFuzzySet(kecil);
valve->addFuzzySet(sedang);
valve->addFuzzySet(cukupBesar);
valve->addFuzzySet(besar);
valve->addFuzzySet(buka);

fuzzy->addFuzzyOutput(valve);

//Rule Input

FuzzyRuleAntecedent *ifNilaiPHSangatAsam = new FuzzyRuleAntecedent();
ifNilaiPHSangatAsam->joinSingle(sangatAsam);

FuzzyRuleAntecedent *ifNilaiPHAsam = new FuzzyRuleAntecedent();
ifNilaiPHAsam->joinSingle(asam);
```



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
FuzzyRuleAntecedent *ifNilaipHNetral = new FuzzyRuleAntecedent();
ifNilaipHNetral->joinSingle(netral);

FuzzyRuleAntecedent *ifNilaipHBasa = new FuzzyRuleAntecedent();
ifNilaipHBasa->joinSingle(basa);

FuzzyRuleAntecedent *ifNilaipHSangatBasa = new FuzzyRuleAntecedent();
ifNilaipHSangatBasa->joinSingle(sangatBasa);

//Rule Output

FuzzyRuleConsequent *thenValveBuka = new FuzzyRuleConsequent();
thenValveBuka->addOutput(buka);

FuzzyRuleConsequent *thenValveBesar = new FuzzyRuleConsequent();
thenValveBesar->addOutput(besar);

FuzzyRuleConsequent *thenValveCukupBesar = new FuzzyRuleConsequent();
thenValveCukupBesar->addOutput(cukupBesar);

FuzzyRuleConsequent *thenValveSedang = new FuzzyRuleConsequent();
thenValveSedang->addOutput(sedang);

FuzzyRuleConsequent *thenValveKecil = new FuzzyRuleConsequent();
thenValveKecil->addOutput(kecil);

FuzzyRuleConsequent *thenValveTutup = new FuzzyRuleConsequent();
thenValveTutup->addOutput(tutup);

//Build Rule

FuzzyRule *fuzzyRule1 = new FuzzyRule(1, ifNilaipHSangatAsam, thenValveBuka);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule1);

FuzzyRule *fuzzyRule2 = new FuzzyRule(2, ifNilaipHSangatAsam, thenValveBesar);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule2);

FuzzyRule *fuzzyRule3 = new FuzzyRule(3, ifNilaipHAsam, thenValveCukupBesar);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule3);

FuzzyRule *fuzzyRule4 = new FuzzyRule(4, ifNilaipHAsam, thenValveSedang);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule4);

FuzzyRule *fuzzyRule5 = new FuzzyRule(5, ifNilaipHNetral, thenValveKecil);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule5);

FuzzyRule *fuzzyRule6 = new FuzzyRule(6, ifNilaipHNetral, thenValveTutup);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule6);

FuzzyRule *fuzzyRule7 = new FuzzyRule(7, ifNilaipHBasa, thenValveTutup);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule7);

FuzzyRule *fuzzyRule8 = new FuzzyRule(8, ifNilaipHSangatBasa, thenValveTutup);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule8);

FuzzyRule *fuzzyRule9 = new FuzzyRule(9, ifNilaipHAsam, thenValveBesar);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule9);

FuzzyRule *fuzzyRule10 = new FuzzyRule(10, ifNilaipHAsam, thenValveBuka);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule10);
}
```



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
float ph (float voltage) {
    return 7 + ((volt - (voltage - offset)) / selisihpH);
}

void loop()
{
    //Get time now
    timeA = millis();

    int measurings = 0;

    for (int i = 0; i < samples; i++)
    {
        measurings += analogRead(pHSense);
        delay(10);
    }

    float voltage = 5 / adc_resolution * measurings / samples;

    //Drive LED
    if (ph(voltage) < 6) {
        digitalWrite(led, HIGH);
        digitalWrite(buzzer, HIGH);
        delay(200);
        digitalWrite(buzzer, LOW);
    }
    else {
        digitalWrite(led, LOW);
        digitalWrite(buzzer, LOW);
    }
    // && (timeA - timeRun > timeRun)
    if ((timeA - timeB > 3000)) {
        //val debug
        pH_random = random(0.0, 14.0);

        fuzzy->setInput(1, ph(voltage));

        fuzzy->fuzzify();
        //Get last ball valve position
        lastPosition = valvePosition;
        //Get output fuzzy
        float output = fuzzy->defuzzify(1);
        //Get position ball valve
        valvePosition = output;
        //calculate time open from zero position
        openValveFromZero = (output / 100) * timeOpen;
        //calculate where position to valve
        int runPosition = valvePosition - lastPosition;
        float runValve = runPosition;
        if (runValve < 0) {
            runValve *= -1;
        }
        timeRun = (runValve / 100) * timeOpen;
        //run valve
        if (runPosition > 0) {
            digitalWrite(signalValve, LOW);
            delay(200);
            digitalWrite(netralValve, LOW);
        }
        else if (runPosition < 0) {
```





Hak Cipta :

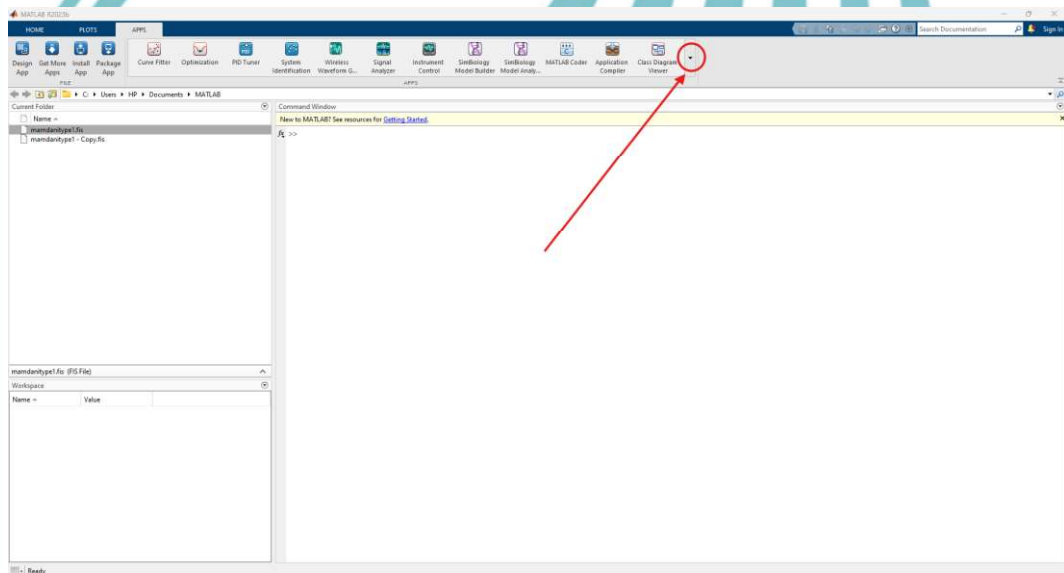
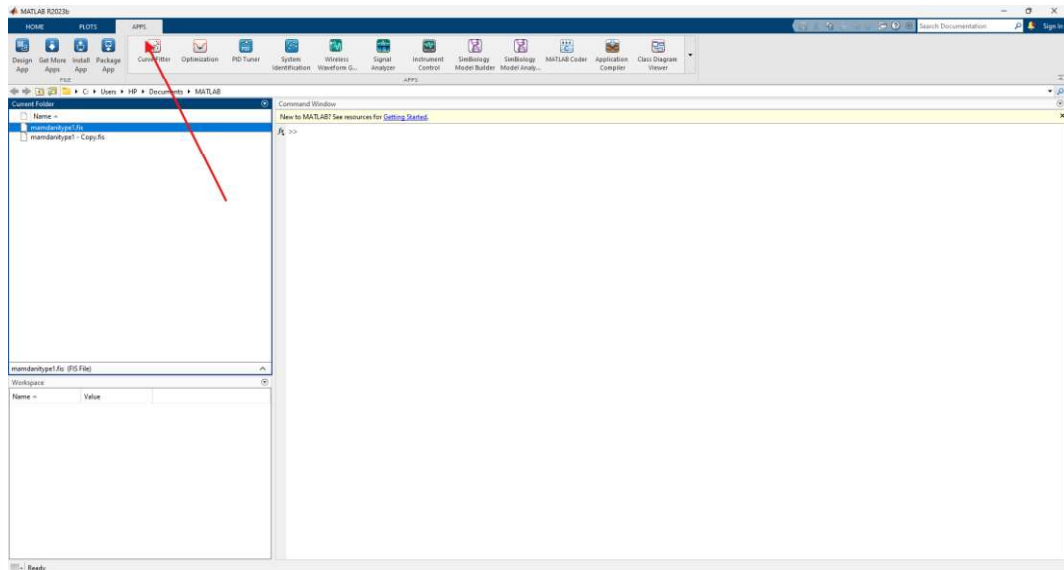
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian ,penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
digitalWrite(signalValve, HIGH);
delay(200);
digitalWrite(netralValve, LOW);
}
else {
digitalWrite(netralValve, HIGH);
}

//Serial.print("pH : ");
Serial.println(ph(voltage));
//Serial.print(",");
//Serial.println(voltage);
//Serial.println("=====");
//Serial.println("Output : ");
//Serial.print("Buka -> ");
//Serial.print(buka->getPertinence());
//Serial.print(" Besar -> ");
//Serial.print(besar->getPertinence());
//Serial.print(" Cukup Besar -> ");
//Serial.println(cukupBesar->getPertinence());
//Serial.print("Sedang -> ");
//Serial.print(sedang->getPertinence());
//Serial.print(" Kecil -> ");
//Serial.print(kecil->getPertinence());
//Serial.print(" Tutup -> ");
//Serial.println(tutup->getPertinence());
//Serial.println("=====");
//Serial.println("Result : ");
//Serial.print("Valve : ");
//Serial.print(output);
//Serial.print("\tPosition : ");
//Serial.print(valvePosition);
//Serial.print(" %");
//Serial.print("\tLast Position : ");
//Serial.print(lastPosition);
//Serial.println(" %");
//Serial.print("Valve Open To : ");
//Serial.println(runPosition);
//Serial.println("=====");
//Serial.print("Time Valve Run (ms): ");
//Serial.println(timeRun);
//Serial.println("=====");
timeB = timeA;
}
//Display value every 15 second
if (timeA - timeDisplay > 15000) {
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("pH Value : ");
lcd.print(ph(voltage));
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("Valve Pos : ");
lcd.print(valvePosition);
lcd.print("%");
timeDisplay = timeA;
}
delay(timeRun);
}
```



LAMPIRAN 4 : MATLAB SIMULATION PROCESS



Hak Cipta :

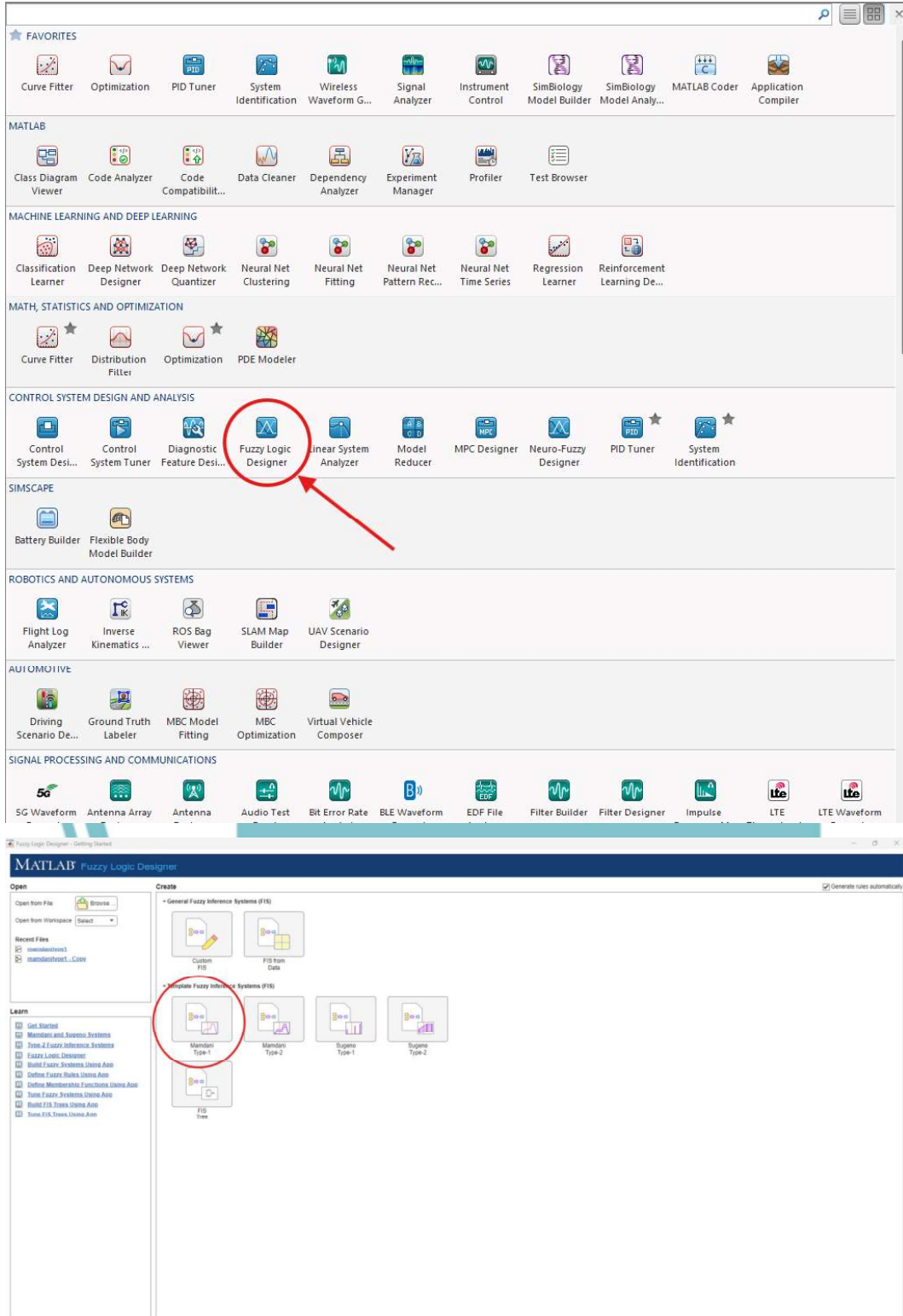
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

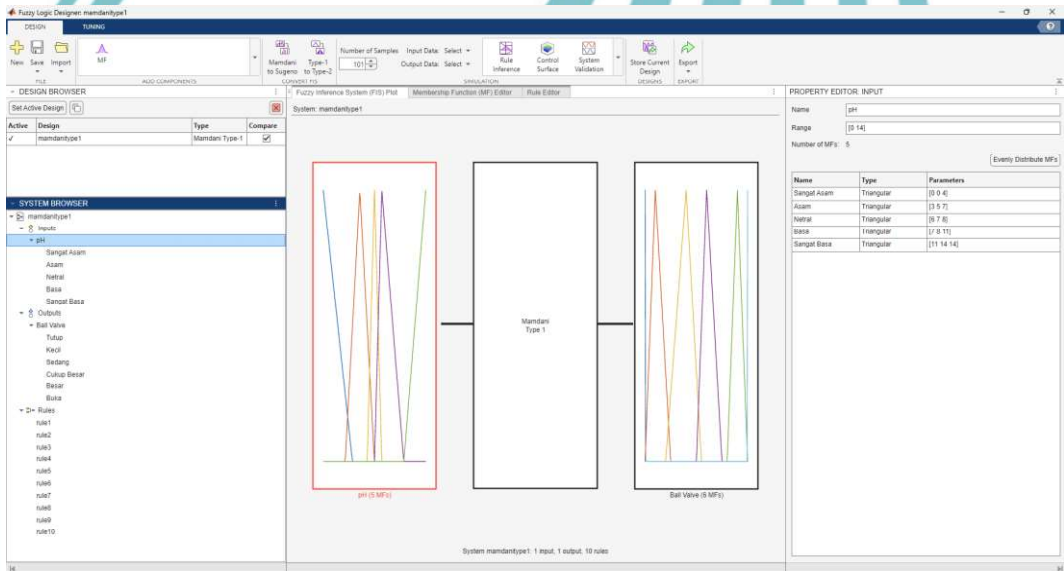
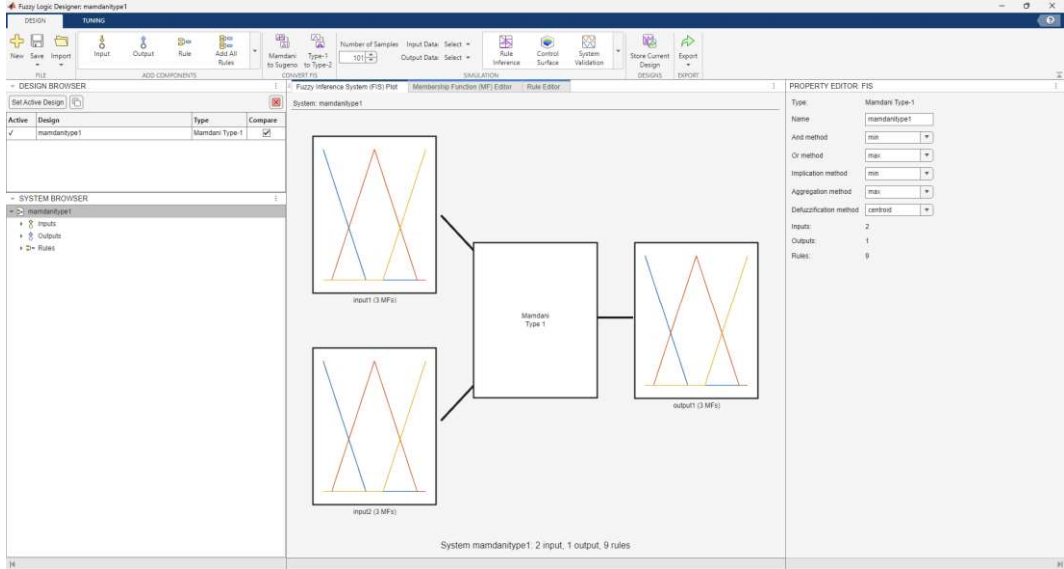
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



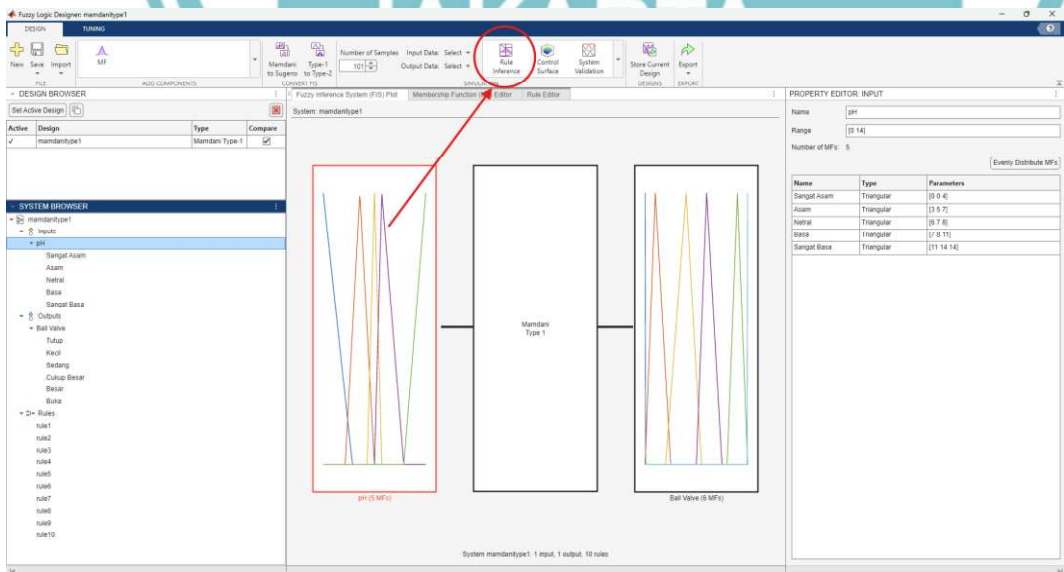
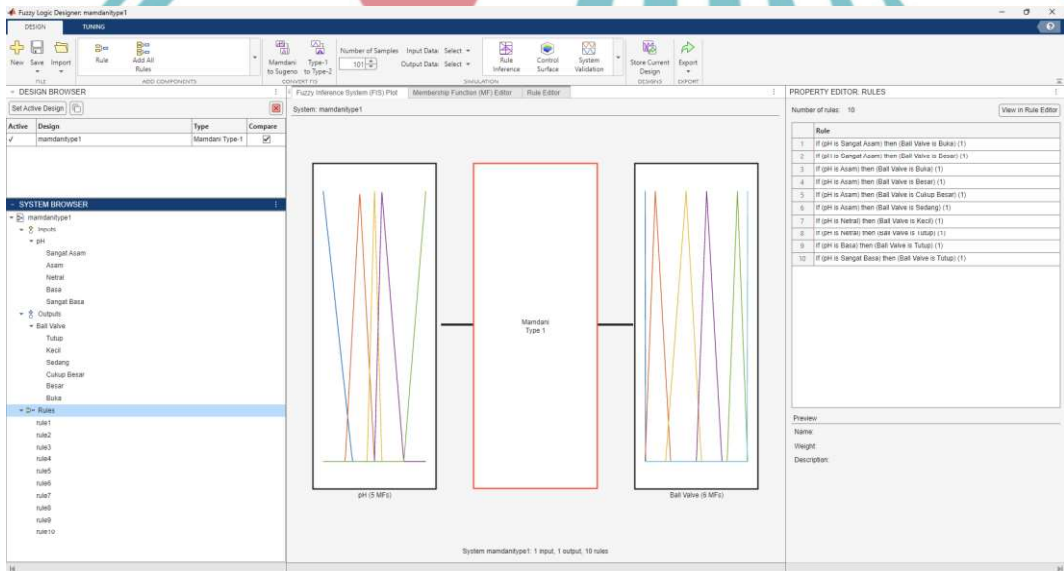
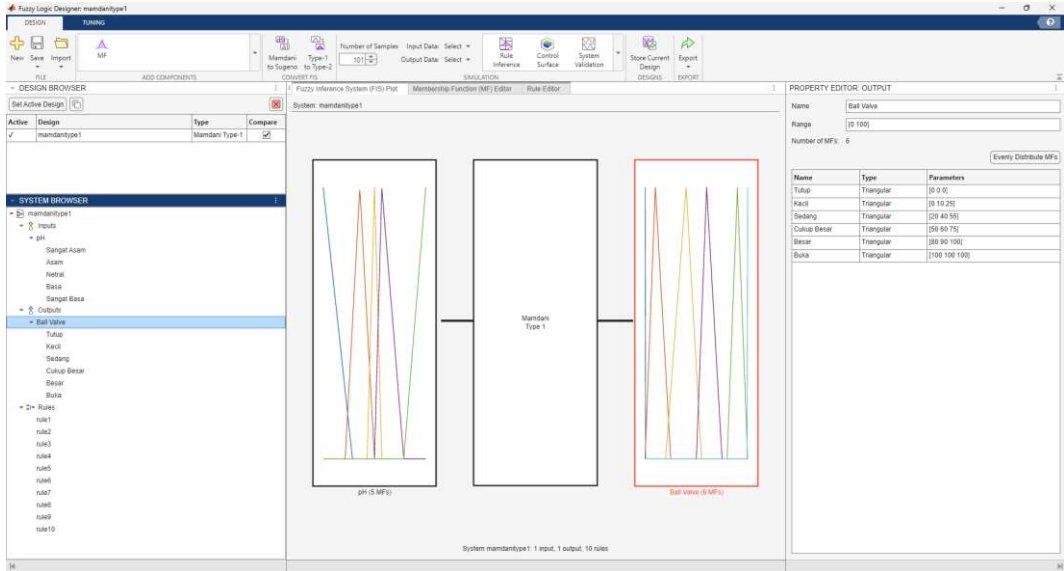
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

