



© 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 EMBEDDED PADA PENGATURAN KECEPATAN
MOTOR BLDC MENGGUNAKAN KENDALI LOGIKA
FUZZY BERBASIS ESP32**

TUGAS AKHIR

Bella Sabetha Vidiaseño

1903321086

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

PROGRAM STUDI ELEKTRONIKA INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2022



© 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



DESAIN ALGORITMA ESP32 SEBAGAI KENDALI MOTOR

BRUSHLESS DC

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Diploma Tiga

Bella Sabetha Vidiaseño
1903321086

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

PROGRAM STUDI ELEKTRONIKA INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2022



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

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Bella Sabetha Vidiaseno

NIM : 1903321086

Tanda Tangan :

Tanggal : 15 Agustus 2022

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

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Bella Sabetha Vidiaseno
NIM : 1903321086
Program Studi : Elektronika Industri
Judul Tugas Akhir : Sistem Embedded Pada Pengaturan Kecepatan Motor
BLDC Menggunakan Kendali Logika Fuzzy Berbasis
ESP32
Sub Judul Tugas Akhir : Desain Algoritma ESP32 Sebagai Kendali Motor
BLDC

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada 15 Agustus 2022
dan Dinyatakan LULUS.

Pembimbing I : Syan Rosyid Adiwinata, S.E., M.Han. ()
NIP. 198609102022031004

Depok, 19 Agustus 2022

Disahkan Oleh
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Ir. Sri Danaryani, M.T.
NIP: 196305031991032001

iv

Politeknik Negeri Jakarta



KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis mampu menyelesaikan Laporan Tugas Akhir berjudul “Sistem Embedded Pada Pengaturan Kecepatan Motor BLDC Menggunakan Kendali Logika Fuzzy Berbasis ESP32” yang bersubjudul “Desain Algoritma ESP32 Sebagai Kendali Motor BLDC” dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Diploma Tiga Politeknik.

Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai dengan penyusunan tugas akhir ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ir. Sri Danaryani, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta
2. Bapak Nuralam, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Elektronika Industri.
3. Bapak Syan Rosyid Adiwinata, S.E., M.Han. dan Bapak Nana Sutarna, S.T., M.T., P.hd. selaku dosen pembimbing yang telah mengarahkan dan membimbing penulis dalam penyusunan tugas akhir ini
4. Kedua orang tua, Kakak tercinta dan Kekasih penulis, Dwi Riyani, Suseno, Zajeen Bayu Nugroho dan Gufan Trie Dewanto yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral, serta kasih sayang dan doa.
5. Teman-teman Program Studi Elektronika Industri Angkatan 2019, khususnya EC6D yang telah memberikan dukungan, semangat dan doa sehingga laporan tugas akhir ini dapat terselesaikan.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu di masa yang akan datang.

Depok, April 2022

Penulis



Desain Algoritma ESP32 Sebagai Kendali Motor BLDC

ABSTRAK

Motor *Brushless* DC adalah salah satu jenis motor sinkron magnet permanen yang disuplai oleh sumber listrik DC pada kontrolnya, dan membutuhkan sumber listrik AC tiga fasa untuk menggerakkan bagian rotor motornya. Selain keunggulan yang dimiliki motor BLDC, seperti efisiensi tinggi dan tidak ada kerugian eksitasi dibandingkan motor listrik lainnya, motor BLDC masih memiliki beberapa kekurangan, yaitu jika motor bekerja dan menerima beban maka akan menyebabkan motor BLDC mengalami penurunan kecepatan putaran. Pada tugas akhir ini merancang sebuah desain algoritma ESP32 sebagai kendali motor BLDC menggunakan kendali logika fuzzy. Desain algoritma dibuat menggunakan pemrograman bahasa C pada software Arduino IDE. Untuk memastikan desain algoritma yang digunakan berjalan sesuai dengan yang diharapkan maka dilakukannya pengujian hasil output kecepatan motor *Brushless* DC. Pada pengujian yang dilakukan nilai dari input setpoint ialah 350. Hasil dari pengujian didapatkan kecepatan motor setelah menggunakan Fuzzy menghasilkan output kecepatan yang stabil dan mendekati input setpoint kecepatan yang diberikan. Nilai *error* yang didapat rata-rata sebesar 0%-0.6%.

Kata kunci: Motor *Brushless* DC, desain algoritma, hasil output RPM, setpoint 350, 0%-0.6%.

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



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

ESP32 Algorithm Design as BLDC Motor Control

ABSTRACT

Brushless DC motor is a type of permanent magnet synchronous motor that is supplied by a DC power source in its control, and requires a three-phase AC power source to drive the motor rotor. In addition to the advantages of BLDC motors, such as high efficiency and no excitation loss compared to other electric motors, BLDC motors still have some drawbacks, namely if the motor works and receives a load, it will cause the BLDC motor to experience a decrease in rotation speed. In this final project design an ESP32 algorithm as a BLDC motor control using fuzzy logic control. The algorithm design is made using the C programming language on the Arduino IDE software. To ensure the design of the algorithm used runs as expected, the results of the Brushless DC motor speed output are tested. In the tests carried out, the value of the input setpoint is 350. The results of the test show that the motor speed after using Fuzzy produces a stable speed output and approaches the given speed input setpoint. The error value obtained on average is 0%-0.6%.

Keywords: *Brushless DC motor, algorithm design, RPM output result, setpoint 350, 0%-0.6%.*

**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 ISI

HALAMAN SAMBUNG	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Luaran	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Motor <i>Brushless</i> DC	3
2.2 Cara Kerja Motor <i>Brushless</i> DC 3 Fasa	4
2.3 Mikrokontroler ESP32	5
2.4 Arduino IDE	6
2.5 Rotary Encoder	6
2.6 Pemrograman Bahasa C	7
2.7 ESC 30A	7
2.8 Sistem Embedded	8



© 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

2.9	Logika Fuzzy	8
BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI		10
3.1	Rancangan Alat	10
3.1.1	Perancangan Sistem	10
3.2	Realisasi Alat.....	14
3.2.1	Pemrograman Arduino IDE	14
3.2.2	Perancangan Program Rotary Encoder menggunakan Arduino IDE... 16	
3.2.3	Perancangan Program <i>Fuzzy</i> menggunakan Arduino IDE.....	18
3.2.4	Spesifikasi Alat	20
3.2.5	Cara Kerja Sistem	22
BAB IV PEMBAHASAN.....		24
4.1	Pengujian <i>Output</i> RPM pada Motor <i>Brushless</i> DC.....	24
4.1.1	Deskripsi Pengujian	24
4.1.2	Prosedur Pengujian	24
4.1.3	Analisis Data Hasil Pengujian.....	28
BAB V PENUTUP.....		28
5.1	Kesimpulan	28
5.2	Saran	28
DAFTAR PUSTAKA.....		29
LAMPIRAN.....		31



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Motor Brushless DC.....	3
Gambar 2. 2 Kontruksi rotor dan stator motor Brushless DC.....	4
Gambar 2. 3 Mikrokontroler ESP32	5
Gambar 2. 4 Tampilan Software Arduino IDE	6
Gambar 2. 5 Rotary Encoder.....	7
Gambar 2. 6 ESC 30A.....	8
Gambar 3. 1 Blok Diagram Sistem	11
Gambar 3. 2 Wiring Sistem.....	12
Gambar 3. 3 Flowchart Sistem.....	13
Gambar 3. 4 Tampilan Utama Arduino IDE.....	14
Gambar 3. 5 Menu Board DOIT ESP32DEVKIT V1.....	15
Gambar 3. 6 Tampilan serial port Arduino IDE	15
Gambar 3. 7 Tampilan Upload Program Arduino IDE.....	16
Gambar 3. 8 Hasil pada Serial Monitor	16
Gambar 3. 9 Potongan Program Inisialisasi.....	17
Gambar 3. 10 Program Membaca Serial.....	18
Gambar 3. 11 Library pada Program Fuzzy fis_header.h.....	19
Gambar 3. 12 Program Inisialisasi.....	19
Gambar 3. 13 Program Kendali Motor <i>Brushless</i> DC Menggunakan <i>Fuzzy</i>	20
Gambar 4. 1 Grafik Hasil Pengujian Senor Rotary Encoder	26
Gambar 4. 2 Output Hasil Pengujian Sensor Rotary Encoder Menggunakan Fuzzy	28

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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbedaan ESP32 dengan Mikrokontroler Lain	5
Tabel 4. 1 Daftar Alat dan Bahan.....	24
Tabel 4. 2 Output Pembacaan Kecepatan Motor dari 2 Sensor.	25
Tabel 4. 3 Output Pembacaan Kecepatan Motor Menggunakan Kontroler.....	27





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 LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup.....	31
Lampiran 2 Wiring Sistem.....	32
Lampiran 3 Listing Program Arduino IDE.....	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

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Motor *Brushless Direct Current* (BLDC) merupakan salah satu jenis motor yang umum digunakan untuk kendaraan listrik. Saat ini, motor BLDC sudah banyak diaplikasikan untuk berbagai bidang dikarenakan memiliki keunggulan dibandingkan motor *Direct Current*. (Rohman & Huda, 2019). Motor *Brushless Direct Current* (BLDC) adalah motor listrik yang memiliki struktur sederhana, keandalan tinggi dan perawatan yang mudah dengan keunggulan yang dimiliki motor BLDC seperti efisiensi tinggi, tidak ada kerugian eksitasi dibandingkan motor listrik lainnya, motor BLDC menunjukkan kinerja yang baik sebagai aktuator. (Widaningrum, Setiyono, & Riyadi, 2017). Namun, motor BLDC masih memiliki beberapa kekurangan yaitu jika motor bekerja dan menerima beban maka akan menyebabkan motor BLDC mengalami penurunan kecepatan putaran. (Ardiansyah & Rohman, 2019).

Kelemahan dari motor BLDC adalah tidak memiliki kecepatan yang konstan saat diberi beban sehingga putaran kecepatan pada motor BLDC ini akan menurun. Oleh karena itu diperlukan pengendalian kecepatan yang mampu menstabilkan kecepatan motor BLDC saat diberi beban. (Anugrah, P.K., & Dewantara, 2020). Pada BLDC motor, terdapat dua kumparan energy dengan polaritas yang sama dan berlawanan pada saat bersamaan, satu kumparan yang mendorong rotor menjauh dan kumparan yang lain menarik rotor untuk mendekat. Ini dapat meningkatkan kapasitas torsi keseluruhan dari motor dan Hall effect sensor atau rotary encoder yang menentukan kumparan mana yang harus diberi energy untuk mendapatkan putaran. Pada kenyataan sangatlah sulit untuk mengatur kecepatan putaran motor BLDC sampai mencapai kestabilan dalam waktu tertentu. (Widhiada, Widiyarta, & Utama, 2020)

Berdasarkan permasalahan diatas, agar alat ini bekerja diperlukan kontroler yang berfungsi untuk mengendalikan kecepatan putaran motor BLDC menggunakan mikrokontroler ESP32. Program Fuzzy Logic untuk mengontrol kecepatan putaran motor BLDC. ESP32 berfungsi sebagai penghubung antara *software* dan *hardware*. ESP32 adalah microcontroller yang dilengkapi Wi-Fi 2.4



© 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

GHz dan teknologi *Bluetooth*, keunggulan utama ESP32 ini antara lain: berdaya rendah, terintegrasi dengan *TCP/IP* dan *Bluetooth*, serta mendukung *compiler C++* (Arduino & ESP-IDF). (Jatmiko & Prini, 2019)

1.2 Perumusan Masalah

1. Bagaimana pemrograman ESP32 untuk motor BLDC?
2. Bagaimana membuat pemrograman ESP32 sebagai embedded system?
3. Bagaimana desain algoritma pemrograman untuk pengaturan kecepatan motor BLDC?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah membuat algoritma dan pemrograman untuk pengaturan kecepatan motor BLDC.

1.4 Luaran

1. Bagi Lembaga Pendidikan
 - Modul latih hardware simulasi
2. Bagi Mahasiswa
 - Laporan Tugas Akhir
 - Artikel Ilmiah

**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

BAB V PENUTUP

Bab penutup ini berisi tentang kesimpulan yang diperoleh selama proses pembuatan sistem kendali putaran motor *brushless* dc, kesimpulan dari hasil pengujian dan analisa data, serta saran untuk sistem kendali putaran motor *brushless* dc ini kedepannya.

5.1 Kesimpulan

Hasil dari perancangan sistem serta pengukuran dari kendali putaran motor *brushless* dc, dapat diambil kesimpulan bahwa pengujian kecepatan motor setelah menggunakan Fuzzy-PID menghasilkan output kecepatan yang stabil dan mendekati input setpoint yang diberikan. Nilai *error* yang didapat rata-rata sebesar 0%-0.6%. Misalnya dalam Tugas Akhir ini pada setpoint dari program Arduino IDE adalah sebesar 350 RPM. Sedangkan pada keseluruhan sistem tanpa menggunakan Fuzzy-PID didapatkan output kecepatan berupa RPM tidak stabil dengan *error* 20%.

5.2 Saran

Terdapat beberapa saran yang dapat bermanfaat untuk mahasiswa, adapun beberapa saran sebagai berikut:

1. Melakukan penelitian tentang sistem kendali yang lebih mendalam agar kedepannya mahasiswa mampu menerapkan sistem kendali di perusahaan maupun lingkungan sekitar.
2. Keseluruhan alat baik penyangga maupun tatanan lebih baik dibuat dari bahan yang kuat dan tahan terhadap getaran, agar sewaktu dijalankan tidak mengganggu kecepatan putar.



DAFTAR PUSTAKA

- AL Azka, H. M., Zuhrie, M. S., Buditjahjanto, I. A., & Anifah, L. (2021). Rancang Bangun Sistem Positioning Mobile Robot Omnidirectional Wheel Menggunakan STM32 Berbasis Fuzzy Logic Controller. *Jurnal Teknik Elektro. Volume 10 Nomor 03*, 547 - 555.
- Amin, M., & Ananda, R. (2021). Sistem Kendali Jarak Jauh Robot Pemadam Api Dengan Menggunakan Sensor Flam dan Sensor MQ Berbasis Motor Pompa. *Journal of Science and Social Research*, 136 - 141.
- Anugrah, R. F., P.K., I. D., & Dewantara, B. Y. (2020). Kontrol Motor Brushless DC Menggunakan Six Step Comutation dengan Kontrol PID (Proportional Integral Derivative). *JURNAL TEKNIK ELEKTRO DAN KOMPUTER TRIAC Vol 7 No.2*, 2615 - 7764.
- Ardiansyah, M. D., & Rohman, F. (2019). Implementasi dan Analisis Kendali Kecepatan Motor BLDC 1kW Menggunakan Algoritma PID. *Jurnal ELTEK, Vol.17 No.02*, 81-93.
- Dewi, R. (2018). Efek Duty Cycle Pwm pada Pengendalian Kecepatan Motor BLDC 3 Phasa. *Journal of Electrical Power Control and Automation Vol.1 No.1*, 14 - 19.
- Hadi, M. A., Rahardjo, P., & Nugraha, I. D. (2021). RANCANG BANGUN MODUL PRAKTIKUM SISTEM EMBEDDED BERBASIS RASPBERRY PI (PENGONTROLAN DASAR LED, LED DOT-MATRIX, DAN SEVEN SEGMENT DISPLAY). *Jurnal SPEKTRUM Vol. 8, No. 2*, 289 - 298.
- Huda, M. A., & Rohman, F. (2019). IMPLEMENTASI DAN ANALISIS KENDALI KECEPATANMOTOR BLDC 1 KWTANPA BEBAN MENGGUNAKAN ALGORITMA PID. *Jurnal ELTEK, Vol.17No.02*, 94 - 106.
- Isrofi, A., Utama, S. N., & Putra, O. V. (2021). RANCANG BANGUN ROBOT PEMOTONG RUMPUT OTOMATIS MENGGUNAKAN WIRELESS KONTROLER MODUL ESP32-CAM BERBASIS INTERNET of THINGS (IoT). *Jurnal TEKNOINFO, Vol. 15, No. 1*, 45 - 55.

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 mengumumikan 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

- Jatmiko, D. A., & Prini, S. U. (2019). Implementasi dan Uji Kinerja Algoritma Background Subtraction pada ESP32. *Komputika: Jurnal Sistem Komputer*, 59 - 65.
- Muliadi, Imran, A., & Rasul, M. (2020). Pengembangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan ESP32. *Jurnal MEDIA ELEKTRIK, Vol. 17, No. 2*, 73 - 79.
- Nasution, V. M., & Prakarsa, G. (2020). Optimasi Produksi Barang Menggunakan Logika Fuzzy Metode Mamdani. *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA Volume 4, Nomor 1*, 129-135.
- Nasution, Y. A., & Haryudo, S. I. (2020). Rancang Bangun Monitoring Motor Brushless Dc Berbasis Internet Of Things (Iot) Dengan Kontrol Fuzzy Logic. *Jurnal Teknik Elektro. Volume 09 Nomor 02*, 355 - 363.
- Pamungkas, R. J., Haryanto, H., Astuti, S., Astuti, E. Z., & Rahayu, Y. (2020). Rekomendasi Penentuan Harga Jual Untuk Warangka Keris Menggunakan Logika Fuzzy Mamdani . *Jurnal Ilmu Komputer VOL. XIII No. 1* , 47 - 55.
- Tarigan, S.T, M.Kom, M., & Handayani, D. (2019). Prototype Pengembangan Sistem Pencatatan Stok Barang Dengan Teknologi RFID. *JURNAL BIT*, 42 - 46.
- Widaningrum, L., Setiyono, B., & Riyadi, M. A. (2017). Perancangan Kontroler Jaringan Syaraf Tiruan B-SPLINE Berbasis Mikrokontroler ATMEGA16 Sebagai Kendali Kecepatan Motor Brushless DC (BLDC). *Transient, VOL.6, NO.3*, 374-379.
- Widhiada, I., Widiyarta, M., & Utama, K. A. (2020). Performansi Sistem Pengendali Kecepatan Motor BLDC Menggunakan Logika Fuzzy Logic. *Jurnal METTEK Volume 6 No 1*, 11 -19.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup



Bella Sabetha Vidiaseno

Anak kedua dari dua bersaudara. Lahir di Jakarta, 08 November 1999. Lulus dari SDN Pondok Kopi 04 Pagi tahun 2012, SMP Negeri 213 Jakarta tahun 2015, SMA Negeri 12 Bekasi tahun 2018. Gelar Diploma Tiga (D3) diperoleh pada tahun 2022 dari Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Elektronika Industri, Politeknik Negeri Jakarta.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

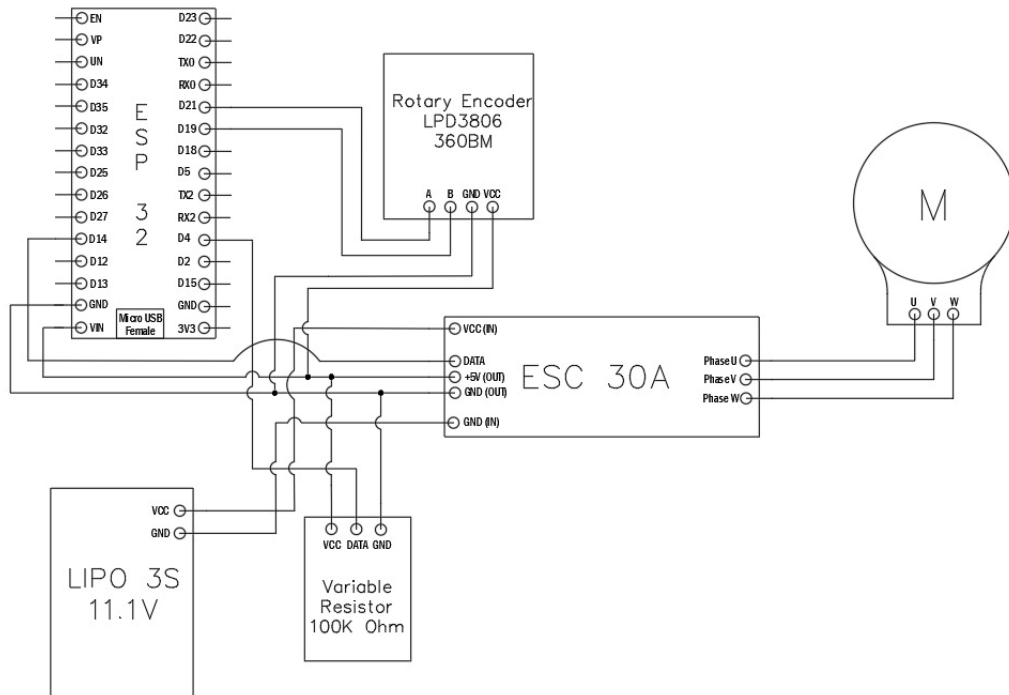
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2 Wiring Sistem



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

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

Lampiran 3 Listing Program Arduino IDE

```
#include <Wire.h>
#include <ESP32Servo.h>
#include "fis_header.h"

Servo servol;
int servoPin = 14;
int potPin1 = 4;
int ADC_max = 4095;

int val;
static float kp = 6;
static float ki = 110.3144;
static float kd = 0.081585;
const int encoder_b = 19;
const int encoder_a = 21;
volatile long encoder_pulse_counter = 0;
volatile long direction = 1;
float velocity = 0;

// Number of inputs to the fuzzy inference system
const int fis_gcI = 3;
// Number of outputs to the fuzzy inference system
const int fis_gcO = 1;
// Number of rules to the fuzzy inference system
const int fis_gcR = 125;
static long int timel = millis();
static int setPoint = 0;

FIS_TYPE g_fisInput[fis_gcI];
FIS_TYPE g_fisOutput[fis_gcO];

void IRAM_ATTR encoderPinChangeA(){
  if (digitalRead(encoder_a)) {
    encoder_pulse_counter += 1;
  }
}

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  setPoint=0;
  ESP32PWM::allocateTimer(0);
  ESP32PWM::allocateTimer(1);
  ESP32PWM::allocateTimer(2);
  ESP32PWM::allocateTimer(3);
  servol.setPeriodHertz(50);
  servol.attach(servoPin, 500, 2400);
  pinMode(encoder_a, INPUT_PULLUP);

  attachInterrupt(encoder_a, encoderPinChangeA, RISING);
  delay(2000);
}

void loop(){

  setPoint = 350; //RPM
  servol.write(150);

  if (millis() - timel > 100) {
    velocity = (encoder_pulse_counter*60/360)*9.3 ;
    encoder_pulse_counter = 0;
    timel = millis();
  }
  Serial.print(setPoint); //RPM
  Serial.print(";");
  Serial.print(velocity); //PWM
  Serial.print(";");
  Serial.println(millis()); //millis
}
```





© 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

```

//*****
// Support functions for Fuzzy Inference System
//*****
// Triangular Member Function
FIS_TYPE fis_trmf(FIS_TYPE x, FIS_TYPE* p)
{
    FIS_TYPE a = p[0], b = p[1], c = p[2];
    FIS_TYPE t1 = (x - a) / (b - a);
    FIS_TYPE t2 = (c - x) / (c - b);
    if ((a == b) && (b == c)) return (FIS_TYPE) (x == a);
    if (a == b) return (FIS_TYPE) (t2*(b <= x)*(x <= c));
    if (b == c) return (FIS_TYPE) (t1*(a <= x)*(x <= b));
    t1 = _min(t1, t2);
    return (FIS_TYPE) _max(t1, 0);
}

FIS_TYPE fis_prod(FIS_TYPE a, FIS_TYPE b)
{
    return (a * b);
}

FIS_TYPE fis_probor(FIS_TYPE a, FIS_TYPE b)
{
    return (a + b - (a * b));
}

FIS_TYPE fis_sum(FIS_TYPE a, FIS_TYPE b)
{
    return (a + b);
}

FIS_TYPE fis_array_operation(FIS_TYPE *array, int size, _FIS_ARR_OP pfnOp)
{
    int i;
    FIS_TYPE ret = 0;

    if (size == 0) return ret;
    if (size == 1) return array[0];

    ret = array[0];
    for (i = 1; i < size; i++)
    {
        ret = (*pfnOp)(ret, array[i]);
    }

    return ret;
}

//*****
// Data for Fuzzy Inference System
//*****
// Pointers to the implementations of member functions
_FIS_MF fis_gMF[] =
{
    fis_trmf
};

// Count of member function for each Input
int fis_gIMFCount[] = { 5, 5, 5 };

// Count of member function for each Output
int fis_gOMFCount[] = { 13 };

```




© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

```
// Rule Inputs
int fis_gRI0[] = { 1, 1, 1 };
int fis_gRI1[] = { 1, 2, 1 };
int fis_gRI2[] = { 1, 3, 1 };
int fis_gRI3[] = { 1, 4, 1 };
int fis_gRI4[] = { 1, 5, 1 };
int fis_gRI5[] = { 2, 1, 1 };
int fis_gRI6[] = { 2, 2, 1 };
int fis_gRI7[] = { 2, 3, 1 };
int fis_gRI8[] = { 2, 4, 1 };
int fis_gRI9[] = { 2, 5, 1 };
int fis_gRI10[] = { 3, 1, 1 };
int fis_gRI11[] = { 3, 2, 1 };
int fis_gRI12[] = { 3, 3, 1 };
int fis_gRI13[] = { 3, 4, 1 };
int fis_gRI14[] = { 3, 5, 1 };
int fis_gRI15[] = { 4, 1, 1 };
int fis_gRI16[] = { 4, 2, 1 };
int fis_gRI17[] = { 4, 3, 1 };
int fis_gRI18[] = { 4, 4, 1 };
int fis_gRI19[] = { 4, 5, 1 };
int fis_gRI20[] = { 5, 1, 1 };
int fis_gRI21[] = { 5, 2, 1 };
int fis_gRI22[] = { 5, 3, 1 };
int fis_gRI23[] = { 5, 4, 1 };
int fis_gRI24[] = { 5, 5, 1 };
int fis_gRI25[] = { 1, 1, 2 };
int fis_gRI26[] = { 1, 2, 2 };
int fis_gRI27[] = { 1, 3, 2 };
int fis_gRI28[] = { 1, 4, 2 };
int fis_gRI29[] = { 1, 5, 2 };
int fis_gRI30[] = { 2, 1, 2 };
int fis_gRI31[] = { 2, 2, 2 };
int fis_gRI32[] = { 2, 3, 2 };
int fis_gRI33[] = { 2, 4, 2 };
int fis_gRI34[] = { 2, 5, 2 };
int fis_gRI35[] = { 3, 1, 2 };
int fis_gRI36[] = { 3, 2, 2 };
int fis_gRI37[] = { 3, 3, 2 };
int fis_gRI38[] = { 3, 4, 2 };
int fis_gRI39[] = { 3, 5, 2 };
int fis_gRI40[] = { 4, 1, 2 };
int fis_gRI41[] = { 4, 2, 2 };
int fis_gRI42[] = { 4, 3, 2 };
int fis_gRI43[] = { 4, 4, 2 };
int fis_gRI44[] = { 4, 5, 2 };
int fis_gRI45[] = { 5, 1, 2 };
int fis_gRI46[] = { 5, 2, 2 };
int fis_gRI47[] = { 5, 3, 2 };
int fis_gRI48[] = { 5, 4, 2 };
int fis_gRI49[] = { 5, 5, 2 };
int fis_gRI50[] = { 1, 1, 3 };
int fis_gRI51[] = { 1, 2, 3 };
int fis_gRI52[] = { 1, 3, 3 };
int fis_gRI53[] = { 1, 4, 3 };
int fis_gRI54[] = { 1, 5, 3 };
int fis_gRI55[] = { 2, 1, 3 };
int fis_gRI56[] = { 2, 2, 3 };
int fis_gRI57[] = { 2, 3, 3 };
int fis_gRI58[] = { 2, 4, 3 };
int fis_gRI59[] = { 2, 5, 3 };
int fis_gRI60[] = { 3, 1, 3 };
int fis_gRI61[] = { 3, 2, 3 };
```

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 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

int fis_gRI62[] = { 3, 3, 3 };
 int fis_gRI63[] = { 3, 4, 3 };
 int fis_gRI64[] = { 3, 5, 3 };
 int fis_gRI65[] = { 4, 1, 3 };
 int fis_gRI66[] = { 4, 2, 3 };
 int fis_gRI67[] = { 4, 3, 3 };
 int fis_gRI68[] = { 4, 4, 3 };
 int fis_gRI69[] = { 4, 5, 3 };
 int fis_gRI70[] = { 5, 1, 3 };
 int fis_gRI71[] = { 5, 2, 3 };
 int fis_gRI72[] = { 5, 3, 3 };
 int fis_gRI73[] = { 5, 4, 3 };
 int fis_gRI74[] = { 5, 5, 3 };
 int fis_gRI75[] = { 1, 1, 4 };
 int fis_gRI76[] = { 1, 2, 4 };
 int fis_gRI77[] = { 1, 3, 4 };
 int fis_gRI78[] = { 1, 4, 4 };
 int fis_gRI79[] = { 1, 5, 4 };
 int fis_gRI80[] = { 2, 1, 4 };
 int fis_gRI81[] = { 2, 2, 4 };
 int fis_gRI82[] = { 2, 3, 4 };
 int fis_gRI83[] = { 2, 4, 4 };
 int fis_gRI84[] = { 2, 5, 4 };
 int fis_gRI85[] = { 3, 1, 4 };
 int fis_gRI86[] = { 3, 2, 4 };
 int fis_gRI87[] = { 3, 3, 4 };
 int fis_gRI88[] = { 3, 4, 4 };
 int fis_gRI89[] = { 3, 5, 4 };
 int fis_gRI90[] = { 4, 1, 4 };
 int fis_gRI91[] = { 4, 2, 4 };
 int fis_gRI92[] = { 4, 3, 4 };
 int fis_gRI93[] = { 4, 4, 4 };
 int fis_gRI94[] = { 4, 5, 4 };
 int fis_gRI95[] = { 5, 1, 4 };
 int fis_gRI96[] = { 5, 2, 4 };
 int fis_gRI97[] = { 5, 3, 4 };
 int fis_gRI98[] = { 5, 4, 4 };
 int fis_gRI99[] = { 5, 5, 4 };
 int fis_gRI100[] = { 1, 1, 5 };
 int fis_gRI101[] = { 1, 2, 5 };
 int fis_gRI102[] = { 1, 3, 5 };
 int fis_gRI103[] = { 1, 4, 5 };
 int fis_gRI104[] = { 1, 5, 5 };
 int fis_gRI105[] = { 2, 1, 5 };
 int fis_gRI106[] = { 2, 2, 5 };
 int fis_gRI107[] = { 2, 3, 5 };
 int fis_gRI108[] = { 2, 4, 5 };
 int fis_gRI109[] = { 2, 5, 5 };
 int fis_gRI110[] = { 3, 1, 5 };
 int fis_gRI111[] = { 3, 2, 5 };
 int fis_gRI112[] = { 3, 3, 5 };
 int fis_gRI113[] = { 3, 4, 5 };
 int fis_gRI114[] = { 3, 5, 5 };
 int fis_gRI115[] = { 4, 1, 5 };
 int fis_gRI116[] = { 4, 2, 5 };
 int fis_gRI117[] = { 4, 3, 5 };
 int fis_gRI118[] = { 4, 4, 5 };
 int fis_gRI119[] = { 4, 5, 5 };
 int fis_gRI120[] = { 5, 1, 5 };
 int fis_gRI121[] = { 5, 2, 5 };
 int fis_gRI122[] = { 5, 3, 5 };
 int fis_gRI123[] = { 5, 4, 5 };
 int fis_gRI124[] = { 5, 5, 5 };





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

```
int* fis_gRI[] = { fis_gRI0, fis_gRI1, fis_gRI2, fis_gRI3, fis_gRI4, fis_gRI5, fis_gRI6, fis_gRI7, fis_gRI8,
fis_gRI9, fis_gRI10, fis_gRI11, fis_gRI12, fis_gRI13, fis_gRI14, fis_gRI15, fis_gRI16, fis_gRI17,
fis_gRI18, fis_gRI19, fis_gRI20, fis_gRI21, fis_gRI22, fis_gRI23, fis_gRI24, fis_gRI25, fis_gRI26,
fis_gRI27, fis_gRI28, fis_gRI29, fis_gRI30, fis_gRI31, fis_gRI32, fis_gRI33, fis_gRI34, fis_gRI35,
fis_gRI36, fis_gRI37, fis_gRI38, fis_gRI39, fis_gRI40, fis_gRI41, fis_gRI42, fis_gRI43, fis_gRI44,
fis_gRI45, fis_gRI46, fis_gRI47, fis_gRI48, fis_gRI49, fis_gRI50, fis_gRI51, fis_gRI52, fis_gRI53,
fis_gRI54, fis_gRI55, fis_gRI56, fis_gRI57, fis_gRI58, fis_gRI59, fis_gRI60, fis_gRI61, fis_gRI62,
fis_gRI63, fis_gRI64, fis_gRI65, fis_gRI66, fis_gRI67, fis_gRI68, fis_gRI69, fis_gRI70, fis_gRI71,
fis_gRI72, fis_gRI73, fis_gRI74, fis_gRI75, fis_gRI76, fis_gRI77, fis_gRI78, fis_gRI79, fis_gRI80,
fis_gRI81, fis_gRI82, fis_gRI83, fis_gRI84, fis_gRI85, fis_gRI86, fis_gRI87, fis_gRI88, fis_gRI89,
fis_gRI90, fis_gRI91, fis_gRI92, fis_gRI93, fis_gRI94, fis_gRI95, fis_gRI96, fis_gRI97, fis_gRI98,
fis_gRI99, fis_gRI100, fis_gRI101, fis_gRI102, fis_gRI103, fis_gRI104, fis_gRI105, fis_gRI106,
fis_gRI107, fis_gRI108, fis_gRI109, fis_gRI110, fis_gRI111, fis_gRI112, fis_gRI113, fis_gRI114,
fis_gRI115, fis_gRI116, fis_gRI117, fis_gRI118, fis_gRI119, fis_gRI120, fis_gRI121, fis_gRI122,
fis_gRI123, fis_gRI124 };
```

```
// Rule Outputs
```

```
int fis_gRO0[] = { 1 };
int fis_gRO1[] = { 2 };
int fis_gRO2[] = { 3 };
int fis_gRO3[] = { 4 };
int fis_gRO4[] = { 5 };
int fis_gRO5[] = { 2 };
int fis_gRO6[] = { 3 };
int fis_gRO7[] = { 4 };
int fis_gRO8[] = { 5 };
int fis_gRO9[] = { 6 };
int fis_gRO10[] = { 3 };
int fis_gRO11[] = { 4 };
int fis_gRO12[] = { 5 };
int fis_gRO13[] = { 6 };
int fis_gRO14[] = { 7 };
int fis_gRO15[] = { 4 };
int fis_gRO16[] = { 5 };
int fis_gRO17[] = { 6 };
int fis_gRO18[] = { 7 };
int fis_gRO19[] = { 8 };
int fis_gRO20[] = { 5 };
int fis_gRO21[] = { 6 };
int fis_gRO22[] = { 7 };
int fis_gRO23[] = { 8 };
int fis_gRO24[] = { 9 };
int fis_gRO25[] = { 2 };
int fis_gRO26[] = { 3 };
int fis_gRO27[] = { 4 };
int fis_gRO28[] = { 5 };
int fis_gRO29[] = { 6 };
int fis_gRO30[] = { 3 };
int fis_gRO31[] = { 4 };
int fis_gRO32[] = { 5 };
int fis_gRO33[] = { 6 };
int fis_gRO34[] = { 7 };
int fis_gRO35[] = { 4 };
int fis_gRO36[] = { 5 };
int fis_gRO37[] = { 6 };
int fis_gRO38[] = { 7 };
int fis_gRO39[] = { 8 };
int fis_gRO40[] = { 5 };
int fis_gRO41[] = { 6 };
int fis_gRO42[] = { 7 };
int fis_gRO43[] = { 8 };
int fis_gRO44[] = { 9 };
int fis_gRO45[] = { 6 };
int fis_gRO46[] = { 7 };
```

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 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

int fis_gRO47[] = { 8 } ;
 int fis_gRO48[] = { 9 } ;
 int fis_gRO49[] = { 10 } ;
 int fis_gRO50[] = { 3 } ;
 int fis_gRO51[] = { 4 } ;
 int fis_gRO52[] = { 5 } ;
 int fis_gRO53[] = { 6 } ;
 int fis_gRO54[] = { 7 } ;
 int fis_gRO55[] = { 4 } ;
 int fis_gRO56[] = { 5 } ;
 int fis_gRO57[] = { 6 } ;
 int fis_gRO58[] = { 7 } ;
 int fis_gRO59[] = { 8 } ;
 int fis_gRO60[] = { 5 } ;
 int fis_gRO61[] = { 6 } ;
 int fis_gRO62[] = { 7 } ;
 int fis_gRO63[] = { 8 } ;
 int fis_gRO64[] = { 9 } ;
 int fis_gRO65[] = { 6 } ;
 int fis_gRO66[] = { 7 } ;
 int fis_gRO67[] = { 8 } ;
 int fis_gRO68[] = { 9 } ;
 int fis_gRO69[] = { 10 } ;
 int fis_gRO70[] = { 7 } ;
 int fis_gRO71[] = { 8 } ;
 int fis_gRO72[] = { 9 } ;
 int fis_gRO73[] = { 10 } ;
 int fis_gRO74[] = { 11 } ;
 int fis_gRO75[] = { 4 } ;
 int fis_gRO76[] = { 5 } ;
 int fis_gRO77[] = { 6 } ;
 int fis_gRO78[] = { 7 } ;
 int fis_gRO79[] = { 8 } ;
 int fis_gRO80[] = { 5 } ;
 int fis_gRO81[] = { 6 } ;
 int fis_gRO82[] = { 7 } ;
 int fis_gRO83[] = { 8 } ;
 int fis_gRO84[] = { 9 } ;
 int fis_gRO85[] = { 6 } ;
 int fis_gRO86[] = { 7 } ;
 int fis_gRO87[] = { 8 } ;
 int fis_gRO88[] = { 9 } ;
 int fis_gRO89[] = { 10 } ;
 int fis_gRO90[] = { 7 } ;
 int fis_gRO91[] = { 8 } ;
 int fis_gRO92[] = { 9 } ;
 int fis_gRO93[] = { 10 } ;
 int fis_gRO94[] = { 11 } ;
 int fis_gRO95[] = { 8 } ;
 int fis_gRO96[] = { 9 } ;
 int fis_gRO97[] = { 10 } ;
 int fis_gRO98[] = { 11 } ;
 int fis_gRO99[] = { 12 } ;
 int fis_gRO100[] = { 5 } ;
 int fis_gRO101[] = { 6 } ;
 int fis_gRO102[] = { 7 } ;
 int fis_gRO103[] = { 8 } ;
 int fis_gRO104[] = { 9 } ;
 int fis_gRO105[] = { 6 } ;
 int fis_gRO106[] = { 7 } ;
 int fis_gRO107[] = { 8 } ;
 int fis_gRO108[] = { 9 } ;
 int fis_gRO109[] = { 10 } ;
 int fis_gRO110[] = { 7 } ;





© 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

```

int fis_gRO111[] = { 8 };
int fis_gRO112[] = { 9 };
int fis_gRO113[] = { 10 };
int fis_gRO114[] = { 11 };
int fis_gRO115[] = { 8 };
int fis_gRO116[] = { 9 };
int fis_gRO117[] = { 10 };
int fis_gRO118[] = { 11 };
int fis_gRO119[] = { 12 };
int fis_gRO120[] = { 9 };
int fis_gRO121[] = { 10 };
int fis_gRO122[] = { 11 };
int fis_gRO123[] = { 12 };
int fis_gRO124[] = { 13 };
int* fis_gRO[] = { fis_gRO0, fis_gRO1, fis_gRO2, fis_gRO3, fis_gRO4, fis_gRO5, fis_gRO6, fis_gRO7,
fis_gRO8, fis_gRO9, fis_gRO10, fis_gRO11, fis_gRO12, fis_gRO13, fis_gRO14, fis_gRO15, fis_gRO16,
fis_gRO17, fis_gRO18, fis_gRO19, fis_gRO20, fis_gRO21, fis_gRO22, fis_gRO23, fis_gRO24, fis_gRO25,
fis_gRO26, fis_gRO27, fis_gRO28, fis_gRO29, fis_gRO30, fis_gRO31, fis_gRO32, fis_gRO33, fis_gRO34,
fis_gRO35, fis_gRO36, fis_gRO37, fis_gRO38, fis_gRO39, fis_gRO40, fis_gRO41, fis_gRO42, fis_gRO43,
fis_gRO44, fis_gRO45, fis_gRO46, fis_gRO47, fis_gRO48, fis_gRO49, fis_gRO50, fis_gRO51, fis_gRO52,
fis_gRO53, fis_gRO54, fis_gRO55, fis_gRO56, fis_gRO57, fis_gRO58, fis_gRO59, fis_gRO60, fis_gRO61,
fis_gRO62, fis_gRO63, fis_gRO64, fis_gRO65, fis_gRO66, fis_gRO67, fis_gRO68, fis_gRO69, fis_gRO70,
fis_gRO71, fis_gRO72, fis_gRO73, fis_gRO74, fis_gRO75, fis_gRO76, fis_gRO77, fis_gRO78, fis_gRO79,
fis_gRO80, fis_gRO81, fis_gRO82, fis_gRO83, fis_gRO84, fis_gRO85, fis_gRO86, fis_gRO87, fis_gRO88,
fis_gRO89, fis_gRO90, fis_gRO91, fis_gRO92, fis_gRO93, fis_gRO94, fis_gRO95, fis_gRO96, fis_gRO97,
fis_gRO98, fis_gRO99, fis_gRO100, fis_gRO101, fis_gRO102, fis_gRO103, fis_gRO104, fis_gRO105,
fis_gRO106, fis_gRO107, fis_gRO108, fis_gRO109, fis_gRO110, fis_gRO111, fis_gRO112, fis_gRO113,
fis_gRO114, fis_gRO115, fis_gRO116, fis_gRO117, fis_gRO118, fis_gRO119, fis_gRO120, fis_gRO121,
fis_gRO122, fis_gRO123, fis_gRO124 };

// Input range Min
FIS_TYPE fis_gIMin[] = { -408, -60.765, -11292.01 };

// Input range Max
FIS_TYPE fis_gIMax[] = { 408, 60.765, 11292.01 };

// Output range Min
FIS_TYPE fis_gOMin[] = { -1281.53 };

// Output range Max
FIS_TYPE fis_gOMax[] = { 1281.53 };

/*****
// Data dependent support functions for Fuzzy Inference System
/*****
// None for Sugeno

/*****
// Fuzzy Inference System
/*****
void fis_evaluate()
{
    FIS_TYPE fuzzyInput0[] = { 0, 0, 0, 0, 0 };
    FIS_TYPE fuzzyInput1[] = { 0, 0, 0, 0, 0 };
    FIS_TYPE fuzzyInput2[] = { 0, 0, 0, 0, 0 };
    FIS_TYPE* fuzzyInput[fis_gcI] = { fuzzyInput0, fuzzyInput1, fuzzyInput2, };
    FIS_TYPE fuzzyOutput0[] = { 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0 };
    FIS_TYPE* fuzzyOutput[fis_gcO] = { fuzzyOutput0, };
    FIS_TYPE fuzzyRules[fis_gcR] = { 0 };
    FIS_TYPE fuzzyFires[fis_gcR] = { 0 };
    FIS_TYPE* fuzzyRuleSet[] = { fuzzyRules, fuzzyFires };
    FIS_TYPE sW = 0;

    // Transforming input to fuzzy Input

```



© 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

```

int i, j, r, o;
for (i = 0; i < fis_gcI; ++i)
{
    for (j = 0; j < fis_gIMFCount[i]; ++j)
    {
        fuzzyInput[i][j] =
            (fis_gMF[fis_gMFI[i][j]])(g_fisInput[i], fis_gMFICoeff[i][j]);
    }
}

int index = 0;
for (r = 0; r < fis_gcR; ++r)
{
    if (fis_gRType[r] == 1)
    {
        fuzzyFires[r] = 1;
        for (i = 0; i < fis_gcI; ++i)
        {
            index = fis_gRI[r][i];
            if (index > 0)
                fuzzyFires[r] = fis_prod(fuzzyFires[r], fuzzyInput[i][index - 1]);
            else if (index < 0)
                fuzzyFires[r] = fis_prod(fuzzyFires[r], 1 - fuzzyInput[i][-index - 1]);
            else
                fuzzyFires[r] = fis_prod(fuzzyFires[r], 1);
        }
    }
    else
    {
        fuzzyFires[r] = 0;
        for (i = 0; i < fis_gcI; ++i)
        {
            index = fis_gRI[r][i];
            if (index > 0)
                fuzzyFires[r] = fis_probor(fuzzyFires[r], fuzzyInput[i][index - 1]);
            else if (index < 0)
                fuzzyFires[r] = fis_probor(fuzzyFires[r], 1 - fuzzyInput[i][-index - 1]);
            else
                fuzzyFires[r] = fis_probor(fuzzyFires[r], 0);
        }
    }

    fuzzyFires[r] = fis_gRWeight[r] * fuzzyFires[r];
    sW += fuzzyFires[r];
}

if (sW == 0)
{
    for (o = 0; o < fis_gcO; ++o)
    {
        g_fisOutput[o] = ((fis_gOMax[o] + fis_gOMin[o]) / 2);
    }
}
else
{
    for (o = 0; o < fis_gcO; ++o)
    {
        FIS_TYPE sWI = 0.0;
        for (j = 0; j < fis_gOMFCount[o]; ++j)
        {
            fuzzyOutput[o][j] = fis_gMFOCcoeff[o][j][fis_gcI];
            for (i = 0; i < fis_gcI; ++i)
            {
                fuzzyOutput[o][j] += g_fisInput[i] * fis_gMFOCcoeff[o][j][i];
            }
        }
    }
}

```

```

    }
  }
  for (r = 0; r < fis_gcR; ++r)
  {
    index = fis_gRO[r][o] - 1;
    sWI += fuzzyFires[r] * fuzzyOutput[o][index];
  }

  g_fisOutput[o] = sWI / sW;
}
}

```



© 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

