



© 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

**Muhamad Rizki Febriansyah
1903321072**

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



**DESAIN FIS FUNGSI KEANGGOTAAN LOGIKA *FUZZY*
PADA PENGATURAN KECEPATAN MOTOR BLDC**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Diploma Tiga**

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Muhamad Rizki Febriansyah
1903321072

**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 mengumumkannya 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 : Muhamad Rizki Febriansyah

NIM : 1903321072

Tanda Tangan :

Tanggal : 15 Agustus 2022

**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

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir diajukan oleh :
Nama : Muhamad Rizki Febriansyah
NIM : 1903321072
Program Studi : Elektronika Industri
Judul Tugas Akhir : Sistem Embedded pada Pengaturan Kecepatan Motor BLDC Menggunakan Kendali Logika Fuzzy Berbasis ESP32

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada (Isi Hari dan 15 Agustus 2022 Tanggal) dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing I : Nana Sutarna, S.T.,M.T. Ph.D.
197007122001121001

Depok, ..19 Agustus 2022

Disahkan oleh
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Ir. Sri Danarvani, M.T.
NIP. 196305031991032001



KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Diploma Tiga Politeknik.

Tuliskan secara singkat isi tugas akhir/skripsi/tesis* (satu paragraf).

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

kasih kepada:

1. Ir. Sri Danaryani, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro;
2. Nuralam, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Elektronika Industri;
3. Nana Sutarna, S.T., M.T. Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan laporan Tugas Akhir;
4. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
5. Teman-teman dan pacar yang telah banyak membantu penulisan dalam menyelesaikan laporan Praktik tugas akhir ini.

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.

Depok, 3 Agustus 2022

Penulis

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

Desain FIS Fungsi Keanggotaan Logika Fuzzy Pada Pengaturan Kecepatan Motor BLDC

Abstrak

Motor Listrik memegang peranan penting dalam bidang industrialisasi sebagai penggerak. Salah satu jenis motor listrik itu adalah BLDC. Motor BLDC memiliki keunggulan berupa efisiensi tinggi, torsi tinggi, dan perawatan yang mudah, namun Motor BLDC memerlukan sebuah driver yang akan menghasilkan sinyal kontrol pada driver dan dibutuhkan sistem untuk mengendalikan sinyal kontrol kecepatan agar mampu menstabilkan kecepatan motor BLDC. Dengan menggunakan kontroler Logika Fuzzy, maka kecepatan putaran motor BLDC mampu dikendalikan untuk mencapai *Performance Response Time* yang baik. Untuk mendapatkan *response time* yang linear maka digunakan tipe fuzzy sugeno. Pemodelan motor BLDC berupa *transfer function* diperoleh melalui pengolahan data input dan output yang disimulasikan menggunakan program MATLAB yaitu *System Identification Toolbox* sedangkan metode tuningnya menggunakan metode Ziegler Nichols untuk mendapatkan konstanta. Setelah melakukan simulasi kontrol Fuzzy terhadap PID, diketahui *Response Time* Motor BLDC yaitu, nilai *overshoot* untuk kontroler Fuzzy-PID dan kontroler PID adalah 63%, nilai *Risetime* kontroler Fuzzy-PID dan PID adalah 35,456 ms, dan nilai *Settingtime* kontroler Fuzzy-PID dan PID adalah 600 ms.

Kata kunci: Logika Fuzzy, Identifikasi Toolbox, Transfer Function, dan Ziegler Nichols



FIS Design of Fuzzy Logic Membership Function on BLDC Motor Speed Regulation

Abstract

Electric Motors play an important role in the field of industrialization as a driving force. One type of electric motor that is BLDC. BLDC motors have the advantages of high efficiency, high torque, and easy maintenance, but BLDC motors require a driver that will generate a control signal in the driver and a system is needed to control the speed control signal in order to stabilize the speed of the BLDC motor. By using a Fuzzy Logic controller, the rotational speed of the BLDC motor can be controlled to achieve good Performance Response Time. To get a linear response time, the fuzzy Sugeno type is used. BLDC motor modeling in the form of transfer function is obtained through processing input and output data which is simulated using the MATLAB program, namely System Identification Toolbox, while the tuning method uses the Ziegler Nichols method to obtain constants. After performing a Fuzzy control simulation of PID, it is known that the BLDC Motor Response Time is, the overshoot value for the Fuzzy-PID controller and PID controller is 63%, the Researchime value for the Fuzzy-PID and PID controllers is 35.456 ms, and the Settingtime value for the Fuzzy-PID and PID controllers. is 600ms.

Keywords: *Fuzzy Logic, Toolbox Identification, Transfer Function, and Ziegler Nichols*

**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 mengunumkan 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 ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
Abstrak.....	vi
<i>Abstract</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Luaran.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Motor BLDC	4
2.2 ESP32 NodeMCU	5
2.3 Logika <i>Fuzzy</i>	7
2.4 Rotary Encoder.....	8
2.5 Matlab.....	10
2.6 FIS (<i>Fuzzy Inference System</i>)	10
BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI.....	17
3.1 Rancangan Alat	17
3.1.1 Deskripsi Alat	17
3.1.2 Cara Kerja Alat	17



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

3.1.3	Spesifikasi Alat	18
3.1.4	Diagram blok.....	19
3.2	Realisasi Alat.....	21
3.2.4	Wiring Diagram Model	21
3.2.5	Menentukan transfer function	22
3.2.6	Metode Tuning Ziegler Nichols	24
3.2.7	Ekuivalensi antara FLC dan PID Controller	26
3.2.8	Desain FIS (<i>Fuzzy Inference System</i>).....	27
3.2.9	Rangkaian Simulink	32
BAB IV PEMBAHASAN.....		34
4.1	Pengujian keekuivalensian Fuzzy-PID terhadap PID.....	34
4.1.1	Deskripsi Pengujian	34
4.1.2	Prosedur Pengujian	34
4.1.3	Data Hasil Pengujian.....	35
4.1.4	Analisis Data	36
BAB V PENUTUP.....		37
5.1	Kesimpulan.....	37
DAFTAR PUSTAKA.....		38
LAMPIRAN.....		xiii



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Motor BLDC	5
Gambar 2. 2 ESP32 NodeMCU	5
Gambar 2. 3 Blok diagram pengontrol logika Fuzzy	8
Gambar 2. 4 Rotary Encoder.....	9
Gambar 2. 5 GUI Tools.....	10
Gambar 2. 6 FIS Editor	11
Gambar 2. 7 Membership Function Editor	12
Gambar 2. 8 Rule Editor	13
Gambar 2. 9 Rule Viewer.....	14
Gambar 2. 10 Surface Viewer.....	15
Gambar 3. 1 Diagram Blok Sistem	19
Gambar 3. 2 Flowchart Pemrograman Sistem	20
Gambar 3. 3 Wiring Diagram Model	22
Gambar 3. 4 Pengujian Karakteristik (a) Input PWM (b) Output Kecepatan	23
Gambar 3. 5 System Identification Toolbox Matlab.....	23
Gambar 3. 6 Grafik output	24
Gambar 3. 7 Grafis fungsi keanggotaan untuk variabel $u(t)$, $e(t)$, $\int e(t)$, dan $e(t)$..	26
Gambar 3. 8 FIS Editor	28
Gambar 3. 9 Membership Function Input e	29
Gambar 3. 10 Membership Function Input $\int e$	29
Gambar 3. 11 Membership Function Input de	30
Gambar 3. 12 Membership Function Output u	30
Gambar 3. 13 Rule Editor Pengaturan Kecepatan Putaran Motor BLDC.....	31
Gambar 3. 14 Rule Viewer Pengaturan Kecepatan Putaran Motor BLDC.....	31
Gambar 3. 15 Tampilan Command Window Matlab 2019	32
Gambar 3. 16 Tampilan Simulink Library browse	32
Gambar 3. 17 Model Simulink Sistem.....	33
Gambar 4. 1 Grafik Pengujian kontroler Fuzzy-PID terhadap PID	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 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 Spesifikasi Motor BLDC	4
Tabel 2. 2 Spesifikasi ESP 32 NodeMCU	7
Tabel 2. 3 Spesifikasi Rotary Encoder	9
Tabel 3. 1 Spesifikasi Hardware	18
Tabel 3. 2 Tuning PID metode Ziegler Nichols	24
Tabel 4. 1 Daftar hardware dan software untuk pengujian	34
Tabel 4. 2 Hasil Respon Kontrol Fuzzy-PID	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 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

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Motor listrik memegang peranan penting dalam bidang industrialisasi sebagai penggerak. Salah satu jenis motor listrik itu adalah motor DC. Motor DC banyak diaplikasikan pada industri, otomotif, dan peralatan rumah tangga. Kelebihan motor DC yaitu mempunyai karakteristik torsi awal yang kuat dalam menarik beban berat. Namun motor DC memiliki kelemahan pada sikat (*brush*) dan komutator yang mudah aus (Yunus Chandra Wibowo, 2018). Jenis motor lainnya yaitu motor DC *brushless* yang dikenal dengan motor BLDC. Motor BLDC memiliki keunggulan berupa efisiensi tinggi, torsi tinggi, dan perawatan yang mudah (Hendi Purnata, Pratiwi, & Yusuf, 2020).

Untuk pengaturannya, motor BLDC memerlukan sebuah driver yang akan menghasilkan gelombang modulasi pulsa sebagai inputnya. Diperlukan juga sebuah kontroler untuk mengasalkan sinyal kontrol pada driver. Untuk melihat performa motor BLDC dapat dilakukan dengan cara pembacaan karakteristik motor dari nilai *rise time*, *settling time*, *overshoot*, dan *error steady state*. Oleh karena itu diperlukan pengendali kecepatan yang mampu menstabilkan kecepatan motor BLDC saat diberi beban (Rafli Fajar Anugrah & Dewantara, 2020).

Pada kontrol PID, kontrol proportional memiliki fungsi untuk menaikkan *risetime* menjadi lebih cepat, kontrol integral untuk memperkecil error yang terjadi, dan kontrol derivative berfungsi untuk meredam overshoot atau *undershoot* pada sistem (Carlo Anthony Balelang & Romdlony, 2022). Namun, kelemahan kontroler ini adalah sulit menentukan nilai gain K_p , K_i dan K_d yang sesuai agar diperoleh kinerja motor yang bagus (I Wayan Raka Ardana, 2017). Pengaturan konstanta PID dilakukan dengan menggunakan metode Ziegler Nichols *Open Loop Step Response*. Setelah nilai respons proses tertentu ditemukan, nilai tersebut dimasukkan ke dalam persamaan Ziegler-Nichols, diperoleh *time delay* (L) atau disebut juga *dead time*, dan *time constant* (T) (Indra Agustian, Faurina, & Daratha,

2022). Pada kontrol PID, keberhasilan ditentukan dengan pengaturan parameter PID yang dilakukan secara offline tanpa memperhitungkan perubahan yang terjadi pada plant dan gangguan yang timbul. Namun jika terjadi perubahan pada plant dan terjadi gangguan maka perlu dilakukan perubahan parameter PID agar didapatkan hasil yang optimum seperti yang ditentukan. Dengan menggabungkan aturan sistem logika fuzzy bertujuan untuk mengoptimalkan parameter PID secara online dengan memperhatikan perubahan yang terjadi pada plant dan gangguan yang muncul menggunakan kendali berbasis logika fuzzy dan diuji pada motor BLDC (Roedy Kristiyono, 2021). Metode ini dipilih karena memiliki kehandalan untuk menyelesaikan permasalahan yang kompleks dan nonlinier, fleksibel terhadap berbagai permasalahan, dan dapat dikombinasikan dengan metode kontrol lainnya untuk menghasilkan sistem yang lebih optimal (Hari Maghfiroh, Ramelan, & Adriyanto, 2022). Pemodelan motor BLDC berupa transfer function diperoleh melalui pengolahan data input dan output yang disimulasikan menggunakan program MATLAB yaitu *System Identification Toolbox* (Izza Anshory, Jamaludin, & Ahmad Fudholi, 2021).

Penelitian ini akan merancang dan mensimulasikan sistem kendali kecepatan motor BLDC menggunakan kendali *Fuzzy*. Pada pengendalian logika *fuzzy* terdapat Sistem Inferensi *Fuzzy* merupakan kerangka komputasi dalam penarikan kesimpulan yang didasarkan pada teori himpunan Fuzzy, aturan berbentuk IF – THEN dan penalaran *Fuzzy*. Sistem Inferensi Fuzzy memiliki beberapa proses, yaitu pembentukan himpunan Fuzzy, pembentukan aturan, aplikasi fungsi implikasi, komposisi aturan dan *defuzifikasi* (Rida Deana & Harahap, 2022). Pada sistem fuzzy terdapat beberapa *type fuzzy*, yaitu : metode Tsukamoto, metode Mamdani, dan metode Sugeno.

Pada tugas akhir ini dilakukan penelitian yang membahas mengenai desain *fuzzy inference system* keanggotaan dengan menggunakan logika fuzzy untuk pengaturan kecepatan Motor BLDC untuk mencapai target yang diinginkan.

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



1.2 Perumusan Masalah

- Bagaimana mencari *Transfer Function* pada Motor BLDC?
- Bagaimana mendapatkan parameter PID dengan metode Ziegler Nichols?

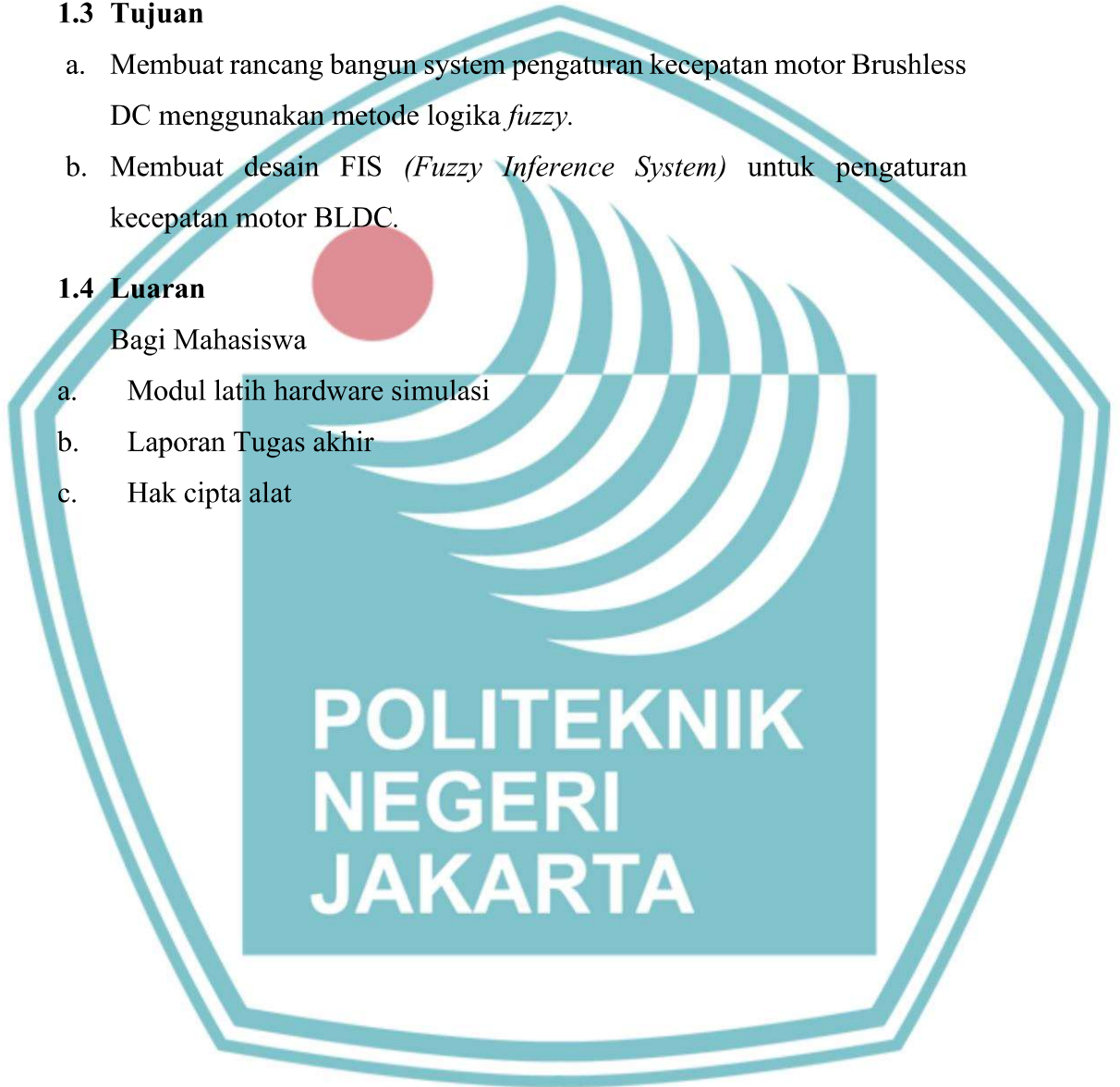
1.3 Tujuan

- Membuat rancang bangun system pengaturan kecepatan motor Brushless DC menggunakan metode logika *fuzzy*.
- Membuat desain FIS (*Fuzzy Inference System*) untuk pengaturan kecepatan motor BLDC.

1.4 Luaran

Bagi Mahasiswa

- Modul latih hardware simulasi
- Laporan Tugas akhir
- Hak cipta alat



Hak Cipta :

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

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan pada pembuatan alat Sistem Embedded Pada Pengaturan Kecepatan Motor BLDC Menggunakan Kendali Logika Fuzzy Berbasis ESP32, dapat disimpulkan bahwa untuk mendapatkan *transfer function* dari Motor BLDC menggunakan metode *Identification Toolbox*, Sedangkan untuk mendapatkan konstanta dari kontrol PID menggunakan metode tuning metode Ziegler Nichols. Parameter tersebut dikonversi untuk menentukan OR (*Operating Range*). Setelah mendapatkan nilai OR, maka dapat dilakukan pendesainan FIS. Grafik dan *response time* menunjukkan keekuivalensian antara kontrol Fuzzy-PID dengan Kontrol PID.



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



DAFTAR PUSTAKA

- Carlo Anthony Balelang, M. R., & Romdlony, M. Z. (2022). Desain Dan Implementasi Kendali Ketinggian Pada Kendaraan Tanpa Awak Menggunakan Kontrol Pid Design And Implementation Of Altitude Control On Unmanned Aerial Vehicle Using Pid Control. *e-Proceeding of Engineering : Vol.9, No.2* , 93-102.
- Chao, C.-T., Sutarna, N., Chiou, J.-S., & Wang, C.-J. (2019). An Optimal Fuzzy PID Controller Design Based on Conventional PID Control and Nonlinear Factors. 2-18.
- Hari Maghfiroh, M. A., Ramelan, A., & Adriyanto, F. (2022). Fuzzy-PID dalam Kontrol Kecepatan Motor BLDC Menggunakan MATLAB/Simulink. *Jurnal Robotika dan Kontrol (JRC) Volume 3, Edisi 1, Januari 2022*, 8-13.
- Hendi Purnata, S., Pratiwi, A. F., & Yusuf, M. (2020). Mekanisme Soft Starting Pada Pengaturan Kecepatan Motor BLDC Menggunakan Kendali Logika Fuzzy. *E-JOINT (Electronica and Electrical Journal of Innovation Technology) Vol 1 No 1 27 Juni 2020, Hal. 13 – 19 Politeknik Negeri Cilacap*, 13-19.
- Hendy Heryanto Surya, B. K. (2017). Kendali Kecepatan Motor Crane terhadap Sumbu Vertikal menggunakan Distributed Control System (DCS). *JURNAL ELEKTRO, Vol. 10, No. 1*, 15-28.
- I Wayan Raka Ardana, P. S. (2017). PEMODELAN SISTEM KONTROLER LOGIKA FUZZY PADA PENGATURAN KECEPATAN MOTOR INDUKSI MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK MATLAB / SIMULINK . *JURNAL MATRIX, VOL. 7, NO. 1*, 1-6.
- I Wayan Widhiada, M. W., & Utama, K. A. (2020). Performansi Sistem Pengendali Kecepatan Motor BLDC Menggunakan Logika Fuzzy Logic. *Jurnal METTEK Volume 6 No 1*, 11-19.

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

- Ikhsan Parindur, S. N. (2018). PERANGKAIAN GERBANG LOGIKA DENGAN MENGGUNAKAN MATLAB (SIMULINK). *Vol. V No. 1, Des 2018, hlm. 63 - 70* , 63 - 70 .
- Indra Agustian, D. S., Faurina, R., & Daratha, N. (2022). Sistem Kendali Suhu Mesin Tetas Telur Ayam Buras Menggunakan Kontroler PID dengan Metode Tuning Ziegler Nichols Open Loop Step Response. *Jurnal Amplifier Mei 2022 Vol 12 No 1*, 1-5.
- Izza Anshory, I. R., Jamaludin, & Ahmad Fudholi, W. (2021). TRANSFER FUNCTION MODELING AND OPTIMIZATION SPEED RESPONSE OF BLDC MOTOR E-BIKE USING INTELLIGENT CONTROLLER. *Journal of Engineering Science and Technology Vol. 16, No. 1 (2021)*, 305-324.
- Natthapon Donjaroennon, S. N., & Leeton, U. (2021). Mathematical model construction of DC Motor by closed-loop system Identification technique Using Matlab/Simulink. *International Electrical Engineering Congress (iEECON2021)*, 289-292.
- Odi Nurdiawan, A. N. (2018). Penerapan Sistem Pakar Menggunakan Metode Fuzzy Sugeno Identifikasi Hama Tanaman Padi . *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi ISSN 2407-4322 Vol. 5, No. 1.*, 45-59.
- Rafli Fajar Anugrah, 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 Tahun 2020*, 57-63.
- Rico Pradit, S. N., & Suhendra, T. (2022). PERANCANGAN AUTOGATE MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ESP32 NODEMCU. *VOL: 3, NO: 1, TAHUN: 2022*, 28-30.
- Rida Deana, D. S., & Harahap, E. (2022). Konstruksi Sistem Inferensi Fuzzy Menggunakan Subtractive Fuzzy CMeans pada Data Parkinson. *Volume 2, No. 1, Tahun 2022, Hal: 51-58* , 51-58 .



© 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

- Roedy Kristiyono, W. (2021). Autotuning Fuzzy PID Controller untuk Kontrol Kecepatan Motor BLDC . *Journal of Robotics and Control (JRC) Volume 2, Issue 5*, 400-407.
- Silvi, W. P., Lestari, T. S., Warta, J., & Khaerudin, M. (2022). Penerapan Fuzzy Inference System Sugeno dalam Sistem Pengangkatan Karyawan Kontrak menjadi Karyawan . *Techno.COM, Vol. 21, No. 2*, 332-342.
- Victoria Oguntosin, A. A. (2019). Design of a joint angle measurement system for the rotary joint of a robotic arm using an Incremental Rotary Encoder . *urnal Fisika: Seri Konferensi (Vol. 1299, No. 1, hal. 012108)*.
- Yasser Akbar Nasution, 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 Tahun 2020, Hal 355 - 363*, 355-363.
- Yunus Chandra Wibowo, S. R. (2018). Analisa Pembebanan pada Motor Brushless DC (BLDC). *Seminar Nasional Instrumentasi, Kontrol dan Otomasi (SNIKO) 2018*.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN 1

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS



Muhamad Rizki Febriansyah Lahir di Jakarta, 24 Februari 2001. Lulus dari SDN Cilandak Timur 03 PG tahun 2013, SMPN 107 Jakarta pada tahun 2016, dan SMAN 49 Jakarta tahun 2019. Gelar Diploma Tiga (D3) diperoleh pada tahun 2022 dari Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Elektronika Industri, Politeknik Jakarta

**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

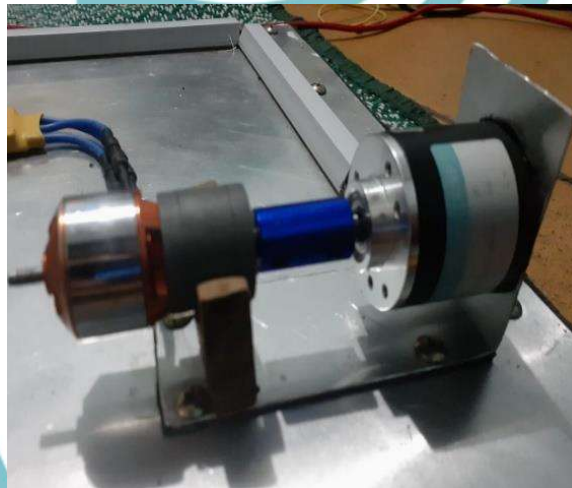


LAMPIRAN 2

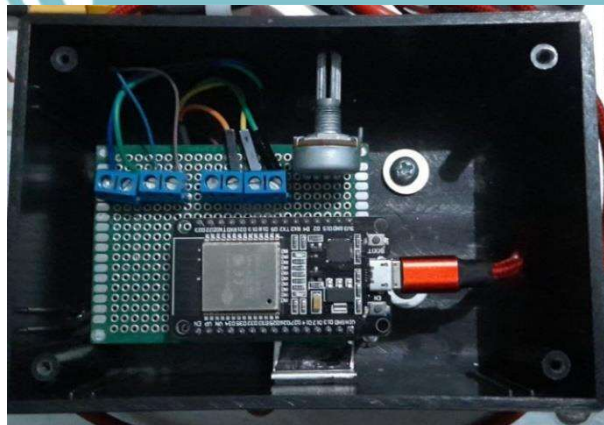
REALISASI ALAT



Gambar L.1 Alat keseluruhan



Gambar L.2 Motor BLDC, Gear Box, dan Rotary Encoder



Gambar L.3 Tampak dalam Box

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

LAMPIRAN 3

TABEL RULE FUZZY

Fuzzy Rules nilai $ad = 1$

$ae \backslash ai$	1	2	3	4	5
1	1	2	3	4	5
2	2	3	4	5	6
3	3	4	5	6	7
4	4	5	6	7	8
5	5	6	7	8	9

Fuzzy Rules nilai $ad = 2$

$ae \backslash ai$	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
2	3	4	5	6	7
3	4	5	6	7	8
4	5	6	7	8	9
5	6	7	8	9	10

Fuzzy Rules nilai $ad = 3$

$ae \backslash ai$	1	2	3	4	5
1	3	4	5	6	7
2	4	5	6	7	8
3	5	6	7	8	9
4	6	7	8	9	10
5	7	8	9	10	11

Fuzzy Rules nilai $ad = 4$

$ae \backslash ai$	1	2	3	4	5
1	4	5	6	7	8
2	5	6	7	8	9
3	6	7	8	9	10
4	7	8	9	10	11
5	8	9	10	11	12

Fuzzy Rules nilai $ad = 5$

$ae \backslash ai$	1	2	3	4	5
1	5	6	7	8	9
2	6	7	8	9	10
3	7	8	9	10	11
4	8	9	10	11	12
5	9	10	11	12	13



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN 4

DATASHEET MOTOR BLDC



No. of Cells:	2 - 3 Li-Poly 6 - 10 NiCd/NiMH
Kv:	1000 RPM/V
Max Efficiency:	80%
Max Efficiency Current:	4 - 10A (>75%)
No Load Current:	0.5A @10V
Resistance:	0.090 ohms
Max Current:	13A for 60S
Max Watts:	150W
Weight:	52.7 g / 1.86 oz
Size:	28 mm dia x 28 mm bell length

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

Shaft Diameter:	3.2 mm
Poles:	14
Model Weight:	300 - 800g / 10.5 - 28.2 oz

An small yet powerful motor for planes up to 800 grams (28 oz) using 3 li-poly cells. We suggest propping for around 140 watts continuous power with short bursts up to 180 watts. An excellent higher-powered replacement for geared Speed 400-480 motors in slow-flying or 3D planes that require a larger 10" propeller. Use on sailplanes up to 28 oz, trainers up to 25 oz, aerobatic aircraft up to 18 oz and 3D airplanes up to 15 oz. Recommended prop is 10 x 5 on 3 li-poly cells.

The motor features a 3.2mm hardened steel shaft, dual ball bearings, and has 3.5mm gold spring male connectors already attached and includes 3 female connectors for your speed control. Now includes collet type prop adapter and radial motor mount. Mounting holes have 16mm and 19mm spacing on centers and are tapped for 3mm (M3) screws.

Similar to Welgard A2212-13, AXI Gold A2212/26, Welgard C2830-12, E-Flite Park 400. Great replacement motor for a 1/2A Texaco engine.



**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

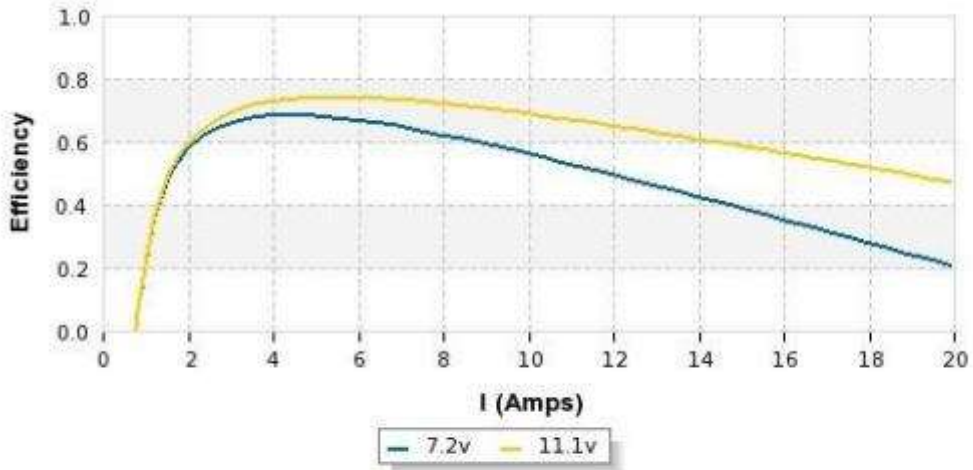




© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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



IO TEST DATA

Volts	Amps	RPM
7	0.6	7380
8	0.65	8460
10	0.75	10500

TEST DATA

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

Propeller	Gear Ratio	Volts	Amps	Watts	RPM
GWS HD 8x4	1	7	3.35	23	6630
GWS HD 8x4	1	7.9	4.1	32	7410
GWS HD 8x4	1	8.9	4.85	43	8220
GWS HD 8x4	1	9.9	5.65	55	8940
GWS HD 8x4	1	10.9	6.5	70	9660
GWS HD 9x5	1	6.9	5.5	37	6000
GWS HD 9x5	1	7.9	6.7	52	6660
GWS HD 9x5	1	8.9	7.85	69	7290
GWS HD 9x5	1	9.9	9.25	91	7920
APC E 10x5	1	6.9	7	48	5610
APC E 10x5	1	7.9	8.45	66	6120
APC E 10x5	1	8.9	9.9	88	6690
APC E 10x5	1	9.9	11.45	113	7170
APC E 10x5	1	10.9	13	141	7650
GWS HD 10x6	1	6.9	7.2	49	5610
GWS HD 10x6	1	7.9	8.7	68	6180
GWS HD 10x6	1	8.9	10.1	89	6690
GWS HD 10x6	1	9.9	11.7	115	7200
GWS HD 10x6	1	10.9	13.25	144	7680
GWS HD 10x8	1	10.8	18.2	196	6390

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



LAMPIRAN 5

DATASHEET ROTARY ENCODER

**インクリメンタル形2相式ロータリエンコーダ
LPD3806-360BM**


- ・光学式インクリメンタル形ロータリエンコーダです。
- ・A相/B相の二相式であり、両信号の位相をもとに回転方向の検知ができます。
- ・オープンコレクタ出力であり、5V～24Vの電源電圧レンジに対応します。

定格・性能

項目	仕様
形式	LPD3806-360BM-G5-24C
検知方式	光学式インクリメンタル形
出力信号	方形波 A相・B相 (NPN オープンコレクタ出力 ^{※1})
分解能	360 / 0レス/回転 ^{※2}
筐体外形	外径φ38mm、長さ 38mm (回転軸含まず)
回転軸	軸径φ6mm、軸長 10mm
電源電圧	5V～24V DC
消費電流	30mA (電源電圧 5V)、50mA(電源電圧 24V)
最大回転数	5000 rpm

^{※1} ブルアップ抵抗が必要です。回路例を参照ください。

^{※2} A相/B相の立ち上がり/立ち下がり両方のエッジを用いることで分解能を4倍とすることができます。

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

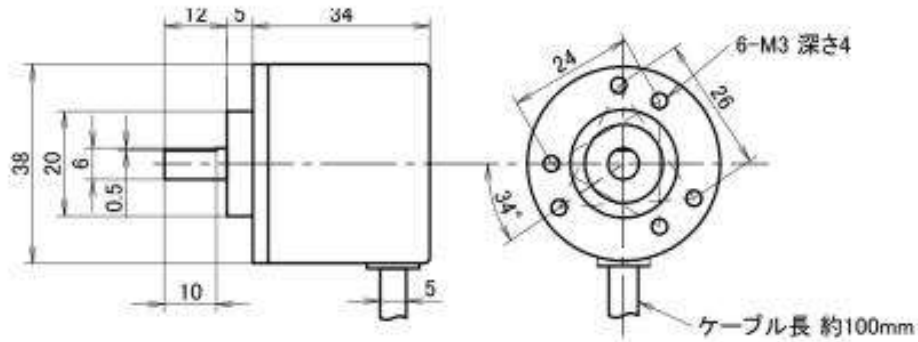


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

外形寸法

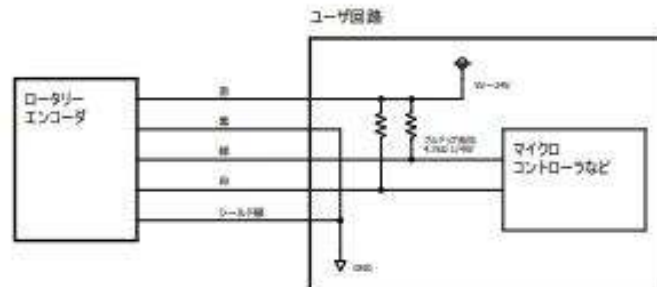


- ※ 取り付けネジ穴は一辺が 24mm の正三角形に配置された 3 穴と、同様に一辺が 26mm の正三角形に配置された 3 穴、両者あわせて 6 穴があります。
- ※ 軸に対し大きなラジアル荷重・スラスト荷重が加わらないようご注意ください。

配線の対応

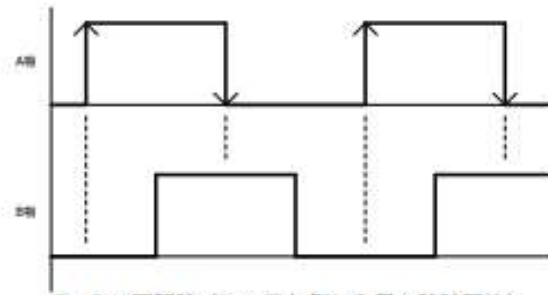
線色	機能
赤	電源入力 (5V~24V)
黒	GND
緑	A 相信号出力
白	B 相信号出力
収縮チューブ線(黒)	シールド

回路接続例

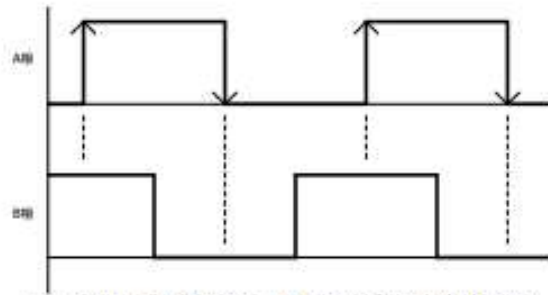


- ※ 本製品はオープンコレクタ出力です。ユーザ回路例にプルアップ抵抗を設ける必要があります。
- ※ コネクタ類は付属しません。

信号の位相関係



① CW 回転時 (シャフト側から見て時計回り)



② CCW 回転時 (シャフト側から見て反時計回り)

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





LAMPIRAN 6

DATASHEET MOTOR DRIVER ESC30A



Figure 1: 30A BLDC ESC

Introduction

This is fully programmable 30A BLDC ESC with 5V, 3A BEC. Can drive motors with continuous 30Amp load current. It has sturdy construction with 2 separate PCBs for Controller and ESC power MOSFETs. It can be powered with 2-4 lithium Polymer batteries or 5-12 NiMH / NiCd batteries. It has separate voltage regulator for the microcontroller for providing good anti-jamming capability. It is most suitable for UAVs, Aircrafts and Helicopters.

Specifications

- Output: 30A continuous; 40Amps for 10 seconds
- Input voltage: 2-4 cells Lithium Polymer / Lithium Ion battery or 5-12 cells NiMH / NiCd
- BEC: 5V, 3Amp for external receiver and servos
- Max Speed: 2 Pole: 210,000rpm; 6 Pole: 70,000rpm; 12 Pole: 35,000rpm
- Weight: 32gms
- Size: 55mm x 26mm x 13mm

Features:

- High quality MOSFETs for BLDC motor drive
- High performance microcontroller for best compatibility with all types of motors at greater efficiency
- Fully programmable with any standard RC remote control
- Heat sink with high performance heat transmission membrane for better thermal management
- 3 start modes: Normal / Soft / Super-Soft, compatible with fixed wing aircrafts and helicopters
- Throttle range can be configured to be compatible with any remote control available in the market

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

- Smooth, Linear and Precise throttle response
- Low-Voltage cut-off protection
- Over-heat protection
- Separate voltage regulator IC for the microcontroller to provide anti-jamming capability
- Supported Motor Speed (Maximum): 21000RPM (2 poles), 7000RPM (6poles), 3500RPM (12 poles)

Package contains: One 30A BLDC Motor

Warning:

In case the BLDC ESC is connected directly to the remote control receiver, never ever switch off the remote control before switching off power to the BLDC ESC. Depending on the model of the remote control, it may result in full throttle applied to the motor and it will rotate at full speed.

Connections:

BLDC ESC has three Blue wires coming out from the one end which are to be connected to the BLDC motor. On the other end, it has red and black wires which are to be connected to the battery. It also has a 3 pin servo connector which is used for receiving the throttle command and for giving out regulated 5V, 3Amp supply for the remote receiver and the servo motors.

Connection type	Wire Colour	Function
Power	Red	7.4 to 14.8V
	Black	Ground
BLDC Motor Connections	Three Blue Wires	BLDC ESC connections
Servo Connector	White	Throttle Input
	Red	5V, 2Amp Out
	Black	Ground

Table 1: BLDC ESC Connections

Control Signal:

30A BLDC ESC requires standard 50-60Hz PWM signal from any remote control as throttle input. You can also generate similar input signal from the microcontroller for making your own customized flying platform. Throttle speed is proportional to the width of the pulse. Maximum throttle position is user programmable. In general throttle is set at zero for 1ms pulse width and full at the 2ms pulse width.

Notes:

Different brands of remote controls use slightly different signal range. Say 0.5ms to 2.5ms at 50 to 60Hz instead of 1ms to 2ms at 60Hz. You can program the throttle of the BLDC ESC corresponding to the new remote control. For more information on this, refer to section Throttle Range Setting.



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 :

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

In all the subsequent text, you will encounter sentences like “ESC will emit special tone like “123”. For information regarding these tones refer to subsection 2 of the ESC Programming and Table 2.

Interfacing BLDC ESC with the remote control

1. Connect BLDC ESC with the BLDC motor
2. Move remote’s throttle stick to zero and switch on the transmitter
3. Connect the battery pack to the BLDC ESC. It will begin self test process and emit special tone “123” which means battery pack voltage is in normal range. After this it will emit number of Beeps corresponding to the number of batteries in the battery pack. Finally, a long Beep will appear which means that now it is ready to fly.

Important:

Instead of tone sequence as mentioned in the section 3 if you hear special tones like “56712” after 2 Beep tones, it means that ESC has entered in the program mode and your remote’s throttle is in full instead of zero. In this case switch off the ESC, move throttle to the opposite direction (correct zero throttle position for the remote control) and repeat steps 1, 2 and 3.

If you hear rapid Beep-Beep tones then it means that supply voltage is too low or too high. Check your battery’s voltage. You can also refer to the Troubleshooting section.

Throttle Range Setting

Different remote controls have servo control signals in different ranges. They can be in the range of 1mS to 2mS or 0.5mS to 2.5mS at 50 to 60Hz. Whenever you connect this ESC to a new remote control or microcontroller then you need to teach the ESC about the control signal range corresponding to the zero and full throttle. To do this, follow these instructions.

1. Switch on the transmitter and move throttle position to the maximum.
2. Connect the battery to the ESC. (BLDC motor should be connected to the ESC) ESC will do the self test. Emit special tone like “123”. After this it will emit number of Beeps corresponding to number of batteries in your battery pack.
3. Wait for 2 more seconds. ESC will emit Beep twice which means ESC has latched the maximum throttle position.
4. Now within next 5 seconds move throttle stick to zero position and wait for 1 second. ESC will emit a long Beep indicating that it has latched the zero position of the throttle.

This throttle setting is permanently recorded in the ESC. Always change this setting when you are using new remote control.

As mention in the step 4 if you don’t move throttle to zero position within 5 seconds, then ESC will enter in the programming mode. If this happens then switch off the ESC and remote control and repeat steps 1 to 4.



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

Alert Tones:

Abnormal Input Voltage

ESC checks for the battery voltage at the start-up. If the battery voltage is not in the acceptable range then ESC starts giving alert signal such as Beep-Beep with the interval of 1 second.

Abnormal throttle signal:

When ESC does not detect throttle signal or it detects abnormality in the throttle signal then it gives Beep sound with the interval of 1 second.

Throttle stick is not in the zero position:

When throttle stick is not in the zero position at start-up then it will give rapid Beeps with the intervals of 0.25 seconds.

Protection Functions:

Abnormal Start Protection:

If motor fails to start within 2 seconds of throttle application then ESC will cut-off the output power. Throttle stick should be brought to zero position again to resume operations. Such case may arise if connection between ESC and motor is not reliable, propeller or motor is blocked or gearbox (if installed) is damaged etc.

Over Temperature Protection:

If ESC gets heated above 110⁰C then it reduces the output power.

Throttle signal loss protection:

ESC will reduce the output power to the motor if throttle signal is lost for 1 second. If signal is lost for further 2 seconds then it will kill the throttle and stop the motor.



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

Programmable Settings

1. **Brake Setting:**
Enabled / Disabled (Default is disabled)
2. **Battery type:**
Li-ion / Li-poly or NiMh / NiCd (Default is Li-ion / Li-poly)
3. **Low voltage protection mode (Cut-off Mode):**
Soft Cut-off (Gradually reduce the output power) / Hard Cut-off (Immediately stop the output power) (Default is Soft Cut-off)
4. **Low Voltage Protection Threshold:**
Low / Medium / High (default is medium)
 - A. **Lithium batteries:**
Number of batteries is calculated automatically. Low / Medium / High cut-off level per cell of the battery pack is 2.6V / 2.85V / 3.1V respectively. To get cut-off value for the battery pack, multiply this value with the number of cells in the battery pack.
 - B. **Nickel based Batteries:**
Low / Medium / High cut-off voltages are 0% / 45% / 60% of the start-up voltage. Start-up voltage is the initial voltage of the battery pack. 0% means voltage cut-off is disabled.
5. **Start-up Mode:**
Normal / Soft / Super Soft (Default is normal)
Normal mode is preferred for the fixed wing aircrafts or small UAVs. The initial acceleration of the Soft and Super Soft modes are slower in comparison. Usually it takes 1 second for Soft start-up or 2 seconds for Super Soft start-up from initial throttle advance to full throttle. If throttle is set to 0 and moved to full throttle again within 3 seconds of the initial start-up, then restart-up will be temporarily changed to normal mode to get rid of chances of a crash caused by slow throttle response. This special design is very suitable for aerobatic flight where quick throttle response is needed.
6. **Timing:**
Low / Medium / High (Default is Low)
Usually, low timing value can be used for the most of the motors. We recommend low timing value for 2 poles motor and medium timing value for motors with more than 6 poles to get high efficiency. For higher speed, high timing value can be chosen.

Note:

High KV outrunner BLDC motors have large space between magnet and many BLDC ESCs can't drive these motors. This ESC is capable of driving these motors. For high KV motors it is recommended to have high or medium timing.


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

ESC Programming:
1. Entering programming mode

- A. Switch on Transmitter, Move throttle to full, Connect battery to the ESC
- B. Wait for 2 seconds. ESC will emit tone like “Beep-Beep”
- C. Wait for another 5 seconds, ESC will emit tone “56712”. Now ESC is entered in the programming mode.

2. Select programmable items

BLDC ESC emits different types of tones to communicate with you when BLDC motor is connected to it. It actually uses BLDC motor to generate these tones. Table below lists these tones. We will identify these tones by number allocated to them as mentioned in the table below. In the below table “Beep” stands for the short tone. “Beecep” stands for the long tone. Here One long “Beecep” = 5 short “Beep”

Right most column in the table shows the function which is valid only for this step 2. Number and tone corresponding to it is used in this product manual.

Number	Tone	Function in Program mode
1	Beep	Brake
2	Beep-Beep	Battery Type
3	Beep-Beep-Beep	Cut-off mode
4	Beep-Beep-Beep-Beep	Cut-off Threshold
5	Beecep-	Start-up mode
6	Beecep-Beep	Timing
7	Beecep-Beep-Beep	Set all functions to factory defaults
8	Beecep-Beecep	Exit

Table 2: Special tones

After entering in the programming mode as mentioned in step 1 you will here these 8 sequences with the interval of 3 seconds. After hearing tone of your interest move throttle to zero to enter in particular item's setting type. Follow step 3 to change the setting in the particular item.

3. Set Item Value (programmable value)

Now you will hear several tones in loop. Set the value matching to the tone by moving throttle stick to full position. If new setting is saved successfully then you will hear special tone “1515” which indicates that value is successfully set and saved.

Now if you still keep the throttle stick to top then you will be reverted back to step 2 to go to other items. Moving throttle stick to the zero within 2 seconds will result in program mode exit.

Items	Tones		
	Beep	Beep-Beep	Beep-Beep-Beep
Brake	Off	On	N.A.
Battery Type	Li-ion / Li-poly	NiMh / NiCd	N.A.
Cut-off Mode	Soft-cut	Cut-off	N.A.
Cut-off Threshold	Low	Medium	High
Start Mode	Normal	Soft	Super Soft
Timing	Low	Medium	High

Table 3: Item settings



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

4. Exiting the Program Mode

There are 2 ways to exit program modes

- A. In step 3 after hearing special tone “1515” move throttle stick to zero position with in 2 seconds.
- B. In step 2 after hearing tone Beceep-Beeceep (Item no. 8) move throttle stick to bottom within 8 seconds.

Program Example

Setting the “Start” mode to “Super Soft” setting

1. Enter Program mode:

Switch on Transmitter, Move throttle stick to full position, connect battery to the BLDC ESC, wait for 2 seconds, “Beep-Beep” sound will be emitted. Now wait again for 5 seconds, special tone “56712” should be emitted, which means you have entered program mode.

2. Select Programmable Items:

Now you will here 8 tones in loop as mentioned in the Table 2. At Item 5 (Start Mode), tone corresponding to long Beceep will be heard. Now move throttle stick to zero to enter in the “Start Mode”.

3. Set Item vale (Programmable value):

Refer to the Table 3. You will hear Beep followed by 3 seconds delay, Beep-Beep followed by 3 seconds delay and Beep-Beep-Beep. After hearing Beep for 3 times move throttle position to full. Now special tone like “1515” will be emitted. Now in the Start Mode, Super Soft Mode is set.

4. Exit Program Mode:

After the special tone “1515” move throttle stick to zero within 2 seconds. Or follow step 4 as mentioned in the section 4 of the ESC Programming

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

Trouble Shooting

Sr. No.	Problem	Possible Reason	Action
1.	After power on, motor does not work, no sound is emitted	The connection between battery and ESC is not correct	Check the power connection, Replace the connector
2.	After power on, motor does not work. Beep-Beep alert tone is emitted with the time interval of 1 second	Abnormal input voltage. It is too high or too low.	Check the voltage of the battery pack.
3.	After power on, motor does not work; Beep tone with the interval of 2 second is emitted.	Throttle signal is abnormal	Check the receiver and the transmitter Check the cable to the throttle channel
4.	After power on, motor does not work; fast Beep tones with the interval of 0.25 seconds are emitted.	Throttle stick is not in the zero position.	Move the throttle stick to the bottom position
5.	After power on, motor does not work; a special tone "56712" is emitted after two Beep-Beep tones.	Direction of the throttle channel is reversed. Hence throttle is in full position instead of zero position and hence ESC has entered in the programming mode.	Switch off the ESC. Set the throttle condition to the correct direction. Restart the ESC
6.	Motor runs in the opposite direction	Connection between ESC and the BLDC motor needs to be changed	Swap any two wires between motor and the ESC to reverse the direction
7.	Motor stops working while running	Throttle signal is lost	Check the receiver and the transmitter Check the cable of the throttle channel
		ESC has entered in the low voltage protection mode	Replace the battery as soon as possible
		Some connections are not reliable	Check all the connections: Battery pack connection, Throttle signal cable, motor connections etc.
8.	Random stop or restart or irregular working state	There is strong electromagnetic interference in the field.	Reset the ESC to resume normal operation. If issue is not resolved then check the radio link, your system, shielding etc.

Table 4: Trouble Shooting

Interfacing BLDC ESC with a microcontroller:

Connect signal of the BLDC ESC to the microcontroller. Make sure that you make the ground common between microcontroller board and the BLDC ESC. You can also set the throttle range as mentioned in the section Throttle Range Setting. Now you are ready to drive BLDC motor using this BLDC ESC with microcontroller.



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

Notice

The contents of this manual are subject to change without notice. All efforts have been made to ensure the accuracy of contents in this manual.



- ⚠ Product's electronics is static sensitive. Use the product in static free environment.
- ⚠ Read the user manuals completely before start using this product



Recycling:

Almost all the part of this product is recyclable. Please send this product to the recycling plant after its operational life. By recycling we can contribute to cleanser and healthier environment for the future generations.