

**RANCANG BANGUN ELECTRONIC SPEED CONTROLLER BLDC
SENSORLESS UNTUK SISTEM PESAWAT TANPA AWAK**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan

Guna Meraih Gelar Sarjana (S1)

Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang



Oleh:

FAUZAN ABDURRAHMAN	202010130311048
ROFIQ NURYAKIN	202010130311133
FAKHRI AKMAL SAMODRA	202010130311079
MELFIA FARADISA AZIZ	202010130311077

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG

2024

LEMBAR PERSETUJUAN

**RANCANG BANGUN ELECTRONIC SPEED CONTROLLER BLDC
SENSORLESS UNTUK SISTEM PESAWAT TANPA AWAK**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana (S1)

Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang

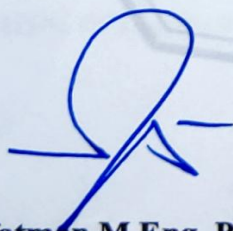
Disusun Oleh:

Fauza Abdurahman	202010130311049
Rofiq Nuryakin	202010130311133
Fakhri Akmal Samodra	202010130311079
Melfia Faradisa Aziz	202010130311077

Diperiksa dan disetujui oleh:

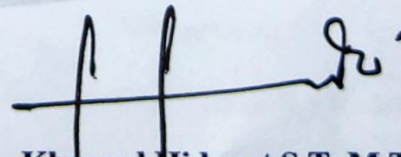
Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Zulfatman.M.Eng..Ph.D.

NIDN. 0709117804



Khusnul Hidayat.S.T..M.T.

NIDN. 0723108202

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN ELECTRONIC SPEED CONTROLLER BLDC SENSORLESS UNTUK SISTEM PESAWAT TANPA AWAK

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana (S1)

Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang

Disusun Oleh:

Fauzan Abdurahman	202010130311048
Rofiq Nuryakin	20201013031113
Fakhri Akmal Samodra	202010130311079
Melfia Faradisa Aziz	202010130311077

Tanggal Ujian : 9 Juli 2024

Periode Wisuda IV

Disetujui oleh:

1. Zulfatman, M.Eng., Ph.D. (Pembimbing I)
NIDN. 0709117804
2. Khusnul Hidayat, S.T., M.T. (Pembimbing II)
NIDN. 0723108202
3. Dr.Ir.Ermanu A.Hakim, M.T. (Penguji I)
NIDN. 0705056501
4. Basri Noor Cahyadi, S.t., M.Sc. (Penguji II)
NIDN. 0718069102

Mengetahui,



Ketua Jurusan Teknik Elektro

Khusnul Hidayat, S.T., M.T.

NIDN. 0723108202

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fauzan Abdruahman
Tempat / Tgl Lahir : Malang / 9 Januari 2002
NIM : 202010130311048
Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Elektro

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir kami dengan judul “**RANCANG BANGUN ELECTRONIC SPEED CONTROLLER BLDC SENSORLESS UNTUK SISTEM PESAWAT TANPA AWAK**” beserta seluruh isinya adalah karya saya sendiri dan bukan merupakan karya tulis orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini maka saya siap menanggung segala bentuk resiko/sanksi yang berlaku.

Malang, September 2024



embuat Pernyataan

Fauzan Abdrurahman

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

Zulfatman, M.Eng., Ph.D

NIDN. 0709117804

Dosen Pembimbing II

Khusrul Hidayat, S.T., M.T.

NIDN. 0723108202

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rofiq Nuryakin
Tempat / Tgl Lahir : Blitar / 08 Februari 2002
NIM : 202010130311133
Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Elektro

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir kami dengan judul “**RANCANG BANGUN ELECTRONIC SPEED CONTROLLER BLDC SENSORLESS UNTUK SISTEM PESAWAT TANPA AWAK**” beserta seluruh isinya adalah karya saya sendiri dan bukan merupakan karya tulis orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini maka saya siap menanggung segala bentuk resiko/sanksi yang berlaku.

Malang, September 2024



Menyatakan

Rofiq Nuryakin

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

Zulfatman, M.Eng., Ph.D

NIDN. 0709117804

Dosen Pembimbing II

Khusnul Hidayat, S.T., M.T.

NIDN. 0723108202

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fakhri Akmal Samodra
Tempat / Tgl Lahir : Jakarta / 06 April 2002
NIM : 202010130311079
Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Elektro

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir kami dengan judul “RANCANG BANGUN ELECTRONIC SPEED CONTROLLER BLDC SENSORLESS UNTUK SISTEM PESAWAT TANPA AWAK” beserta seluruh isinya adalah karya saya sendiri dan bukan merupakan karya tulis orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini maka saya siap menanggung segala bentuk resiko/sanksi yang berlaku.

Malang, September 2024



embuat Pernyataan

Fakhri Akmal Samodra

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

Zulfatman, M.Eng., Ph.D

NIDN. 0709117804

Dosen Pembimbing II

Khusnul Hidayat, S.T., M.T.

NIDN. 0723108202

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Melfia Faradisa Aziz

Tempat / Tgl Lahir : Seririt / 27 April 2002

NIM : 202010130311077

Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Elektro

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir kami dengan judul “RANCANG BANGUN ELECTRONIC SPEED CONTROLLER BLDC SENSORLESS UNTUK SISTEM PESAWAT TANPA AWAK” beserta seluruh isinya adalah karya saya sendiri dan bukan merupakan karya tulis orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini maka saya siap menanggung segala bentuk resiko/sanksi yang berlaku.

Malang, September 2024



Menyatakan

Melfia Faradisa Aziz

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

Zulfatman, M.Eng., Ph.D

NIDN. 0709117804

Dosen Pembimbing II

Khushul Hidayat, S.T., M.T.

NIDN. 0723108202

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT, atas limpahan Rahmat dan hidayah-NYA sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini. Shalawat serta salam tak lupa penulis panjatkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang telah membimbing kita menuju jalan kebaikan. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi S1 Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang. Tugas akhir yang disusun oleh penulis berjudul **“RANCANG BANGUN ELECTRONIC SPEED CONTROLLER BLDC SENSORLESS UNTUK SISTEM PESAWAT TANPA AWAK”**. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu penulismengharapkan saran yang membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan kedepan.

Malang, September 2024

Penulis

DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
CATATAN SEJARAH PERBAIKAN DOKUMEN.....	xiv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
DAFTAR SINGKATAN	xviii
BAB I.....	1
LATAR BELAKANG PROYEK	1
1.1. Pengantar	1
1.1.1. Ringkasan Isi Dokumen.....	1
1.1.2. Tujuan Penulisan dan Aplikasi/Kegunaan Dokumen	1
1.2. Development Project Proposal	1
1.2.1. Need, Objective, and Product	1
1.2.2. Product Characteristics	4
1.3. Business Analysis	5
1.4. Product Development Planning.....	5
1.4.1. Development Effort.....	5
1.5. Cost Estimate	9
1.6. Daftar Deliverables, Spesifikasi, dan Jadwalnya	10
1.7. Cluster Plan.....	10
1.8. Conclusion	11
BAB II	12
SPESIFIKASI.....	12
2.1 Pengantar	12
2.1.1 Ringkasan Dokumen.....	12

2.1.2	Tujuan Penulisan dan Aplikasi atau Kegunaan Dokumen.....	12
2.2	Spesifikasi.....	12
2.2.1	Definisi, Fungsi dan Spesifikasi	12
2.3	Desain	14
2.3.1	Spesifikasi Fungsi dan Performansi	14
2.3.2	Spesifikasi Fisik dan Lingkungan.....	16
2.4	Verifikasi	16
2.4.1	Prosedur Pengujian.....	16
2.4.2	Analisis Toleransi	17
2.4.3	Pengujian Keandalan.....	17
2.5	Biaya dan Jadwal.....	17
BAB III.....		19
PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM.....		19
3.1	Penjabaran Level Sistem	19
3.2	Pendahuluan Metode	20
3.2.1	Pendahuluan Metode	20
3.3	Desain Sistem	21
3.4	Desain Hardware	27
3.5	Desain Software	34
BAB IV.....		36
IMPLEMENTASI.....		36
4.1	<i>komponenen hardware dan software dalam komponen</i>	36
4.2	<i>Hardware</i>	36
4.2.1	<i>Driver Mosfet L6398DTR</i>	36
4.2.2	<i>STM32F103C8T6</i>	37
4.2.3	<i>MOSFET CSD18536KTT</i>	38
4.2.4	<i>EXTERNAL OP-AMP TSV991ILT</i>	39
4.2.5	<i>Voltage regulator L786TR</i>	40
4.2.6	<i>Voltage regulator LD1117S50TR</i>	41
4.2.7	<i>Voltage regulator LD39050PU33R</i>	42
4.3	<i>Software</i>	43
4.3.1	<i>Konfigurasi PWM</i>	43
4.3.2	<i>Input potensio/receiver</i>	46
4.3.3	<i>Komutasi</i>	49

4.3.4	Open loop	51
4.3.5	Interupsi	53
4.3.6	Close Loop	54
BAB V	56
PENGUJIAN	56
5.1	Pengujian Subsistem Perangkat Keras	56
5.1.1	Regulator Tegangan 10V	56
5.1.2	Regulator Tenggangan 5V	57
5.1.3	Regulator Tegangan 3,3V	59
5.1.4	Driver	61
5.1.5	Mosfet	63
5.2	Pengujian Subsistem Perangkat Lunak	65
5.2.1	Pengujian Arduino Nano Proteus	65
5.2.2	Pengujian STM32 Proteus	67
5.2.3	Pengujian STM32F103C8T6 pada ESC	75
5.3	Pengujian Sistem Terintegrasi	85
5.3.1	Lingkup Pengujian	85
5.3.2	Konfigurasi Pengujian	86
5.3.3	Syarat Pengujian	86
5.3.4	Prosedur Pengujian	86
5.3.5	Hasil Pengujian	87
5.4	Kesimpulan	92
5.5	Saran	92
DAFTAR PUSTAKA	93
LAMPIRAN	94

DAFTAR GAMBAR

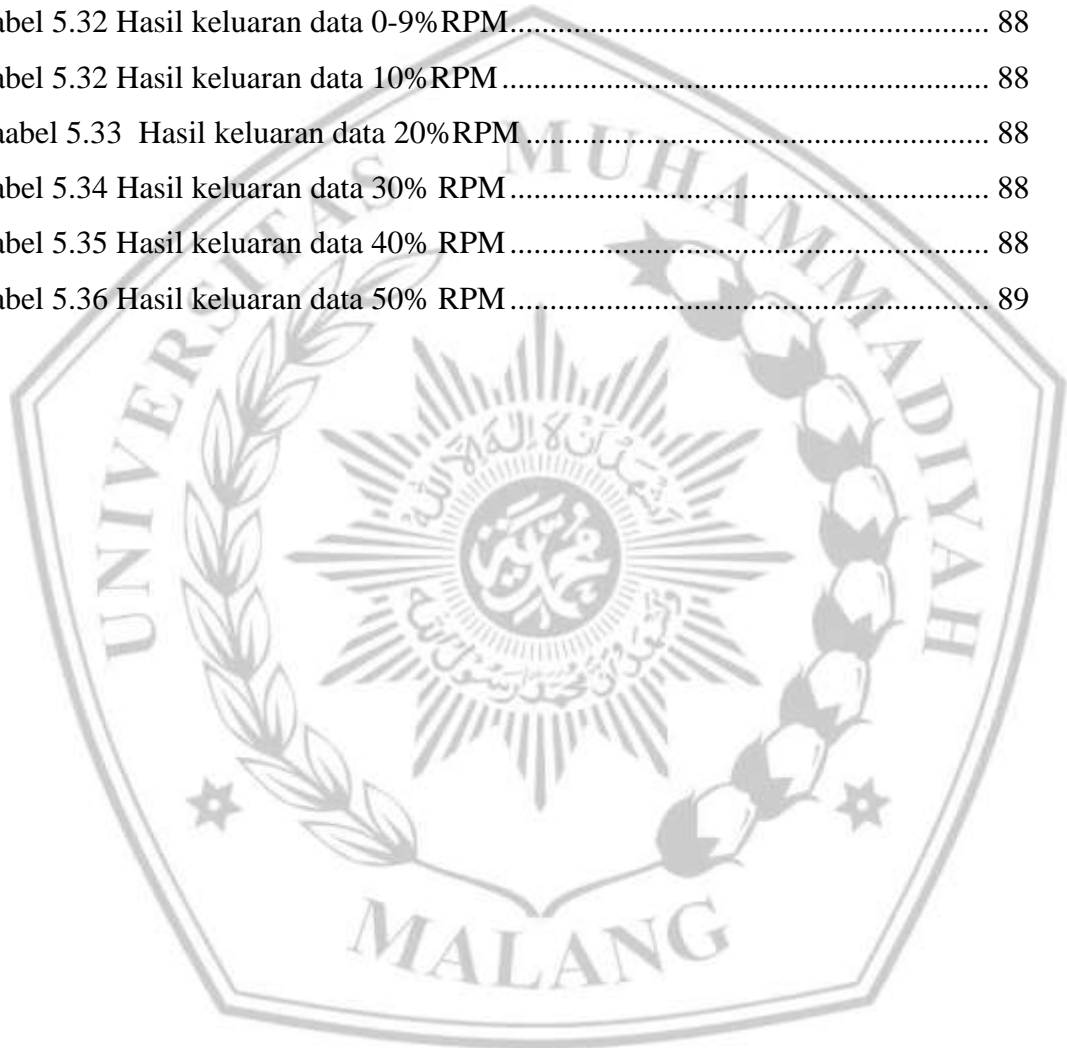
Gambar 3. 1Level 0.....	19
Gambar 3. 2 Level 1 point 1.....	19
Gambar 3. 3Level 1 point 2.....	19
Gambar 3. 4 Diagram power dan kontrol.....	21
Gambar 3. 5 Skematik input PWM	21
Gambar 3. 6 Skematik mikrokonteller STM32F103C8T6.....	22
Gambar 3. 7 Skematik voltage regulator LD39050PU33R	22
Gambar 3. 8 Skematik buck converter LD1117850TR bec ououtput.....	22
Gambar 3. 9 Skematik buck converter L7986	23
Gambar 3. 10 Skematik driver mosfet L6398DTR	23
Gambar 3. 11 Skematik power mosfet CSD18536KTT	24
Gambar 3. 12 Skematik power input dan dioda transil.....	24
Gambar 3. 12 Skematik curret sensing op-amp TSV991ILT	25
Gambar 3. 14 Diagram alir proses sistem	26
Gambar 4. 1 rumus frekuensi	44
Gambar 4. 2 Set crystall untuk HSE	44
Gambar 4. 3 System klok configuras STM32CUBEMX	44
Gambar 4.4 Timer configurasition STM32CUBEMX	45
Gambar 4.5 PWM dengan frekuensi 10Khz	45
Gambar 4.6 Keluaran channel positif.....	46
Gambar 4.7 Keluaran channel negatif.....	46
Gambar 4.8 Sinyal keluaran potensio	47
Gambar 4.9 Konfigurasi chanel ADC STM32CUBEMX.....	47
Gambar 4.10 parameter setting ADC STM32CUBEMX.....	47
Gambar 4.11 Parameter setting ADC STM32CUBEMX	48
Gambar 4. 12 NVIC SETTING	48
Gambar 4. 13 DMA Setting	48
Gambar 4. 14 Komutasi motor BLDC 3 fasa.....	49
Gambar 4. 15 Osiliskop sinyal PWM berdasarkan kmutasi	50
Gambar 4. 16 komutasi menggunakan LED	50
Gambar 5. 17 Hasil percobaan ESC,BLDC,Open Loop	51

Gambar 4. 18 Flowchart Open Loop	52
Gambar 4. 19 Konfigurasi ADC interupsi BEMF STM32cubeMX	53
Gambar 4. 20 Hasil percobaan ESC BLDC Close Loop	54
Gambar 4. 21 Flowchart Close Loop	55
Gambar 5 .1 Hasil Pengujian rangkaian voltage regulator 10V.....	57
Gambar 5. 2 Hasil pengujian rangkaian voltage reguator 5V	59
Gambar 5. 3 Hasil pengujian rangkaian voltage regulator 3V	60
Gambar 5. 4 Hasil pengujian driver	62
Gambar 5. 5 Pengujian Mosfet.....	64
Gambar 5. 6 Osiloskop hasil pengujian Mosfet	65
Gambar 5. 7 Hasil pengujian ESC,BLDC,Open Loop	66
Gambar 5. 8 Hasil percobaan ESC,BLDC,Close Loop	67
Gambar 5. 9 Hasil clock konfigurasi.....	68
Gambar 5. 10 PWM dengan frekuensi 10Khz	69
Gambar 5.11 Input potensiometer proteus	71
Gambar 5. 12 Komutasi 6 step	73
Gambar 5. 13 Hasil pengujian clock konfigurasi	76
Gambar 5. 14 Hasil pengujian PWM frekuensi 10Khz	78
Gambar 5 15 Hasil pengujian PWM frekuensi 100Khz	78
Gambar 5. 16 Hasil pengujian input potensiometer	80
Gambar 5. 17 Hasil pengujian komutasi open loop	82
Gambar 5. 18 Hasil pengujian fitur DMA	83
Gambar 5. 19 Hasil pengujian komutasi close loop.....	85
Gambar 5.20 Tegangan daya 10%	90
Gambar 5. 21 Tegangan daya 20%	90
Gambar 5. 22 Tegangan daya 30%	90
Gambar 5. 23 Tengangan daya40%	91
Gambar 5.24 Tengangan 50%	91

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jadwal dan Waktu Pengembangan Produk.....	6
Tabel 2. 2 Rancangan Biaya untuk Pengembangan Riset dan Pembuatan Produk	8
Tabel 2. 3 Deliverable, Spesifikasi, dan Jadwal	9
Tabel 3. 1 spesifikasi driver gate mosfet L6398DTR	28
Tabel 3. 2 Mikrokontrolller STM32F103C8 blue pill.....	30
Tabel 3. 3 Tabel voltage regulator L7986TR.....	31
Tabel 3.4 Tabel coltage regulator LD1117S850TR.....	32
Tabel 3.5 Tabel voltage regulatoor LD39050PU33R	33
Tabel 5. 1 Lingkup Pengujian regulator tegangan vin to 10V	56
Tabel 5. 2 Hasil Pengujian regulator tegangan vin to 10V	56
Tabel 5. 3 Lingkup Pengujian regulator tegangan 10V to 5V.....	57
Tabel 5. 4 Hasil Pengujian regulator tegangan 10V to 5v.....	58
Tabel 5. 5 Lingkup Pengujian regulator tegangan 5V to 3,3V.....	59
Tabel 5. 6 Hasil Pengujian regulator tegangan 5V to 3.,3V	60
Tabel 5. 7 Lingkup Pengujian Driver	61
Tabel 5. 8 Hasil Pengujian Driver	62
Tabel 5. 9 Lingkup Pengujian mosfet.....	63
Tabel 5. 10 Hasil Pengujian mosfet.....	64
Tabel 5. 11Konfigurasi pengujian arduino nano proteus	65
Tabel 5.12 Hasil pengujian arduino nano proteus.....	66
Tabel 5.13 Prosedur pengujian STM32 proteus.....	67
Tabel 5.14 Hasil pengujian PWM Generation	69
Tabel 5.15 Hasil pengujian input potensiometer	70
Tabel 5.16 Hasil pengujian input receiver	72
Tabel 5.17 Hasil pengujian interupsi DMA	74
Tabel 5.18 Hasil pengujian komutasi 6 step	75
Tabel 5.19 Hasil pengujian STM32F103C8T6 pada ESC	76
Tabel 5.20 Hasil pengujian PWM generation	77
Tabel 5.21 Hasil pengujian input potensiometer	79
Tabel 5.22 Hasil pengujian input receiver	81
Tabel 5.23 Hasil pengujian komutasi 6 step open loop	82

Tabel 5.24 Hasil pengujian interupsi DMA	83
Tabel 5.25 Hasil pengujian komutasi 6 step close loop	84
Tabel 5.26 Lingkup pengujian sistem terintegrasi	85
Tabel 5.27 konfigurasi pengujian sistem terintegrasi	86
Tabel 5.28 Prosedur pengujian sistem terintegrasi	86
Tabel 5.29 Hasil pengambilan data RPM	87
Tabel 5.30 Hasil pengambilan data daya	87
Tabel 5.32 Hasil keluaran data 0-9%RPM	88
Tabel 5.32 Hasil keluaran data 10%RPM	88
Tabel 5.33 Hasil keluaran data 20%RPM	88
Tabel 5.34 Hasil keluaran data 30% RPM	88
Tabel 5.35 Hasil keluaran data 40% RPM	88
Tabel 5.36 Hasil keluaran data 50% RPM	89



CATATAN SEJARAH PERBAIKAN DOKUMEN

Vers (C100)	Tanggal	Oleh	Perbaikan
01	20 November 2023	Zulfatman, S.T., M.Eng., Ph.D.	Need, Objective, & Product Business Analysis

Versi (C200)	Tanggal	Oleh	Perbaikan
01	05 Desember 2023	Zulfatman, S.T., M.Eng., Ph.D.	-spesifikasi, fungsi, dan performa -definnisi, fungsi, dan spesifikasi

Versi (C300)	Tanggal	Oleh	Perbaikan
01	12 Januari 2024	Khusnul Hidayat, S.T., M.T.	Desain sistem

ABSTRAK

Fokus utama penelitian yang dilakukan adalah Rancang Bangun *Electronic Speed Control (ESC) sensorless* untuk pesawat tanpa *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)*. Kebutuhan untuk ESC yang efisien dan dapat diandalkan meningkat seiring dengan pertumbuhan aplikasi UAV di berbagai bidang. Namun, sebagian besar komponen ESC di pasar masih didominasi oleh impor mahal. Oleh karena itu, pengembangan ESC lokal telah menjadi penting untuk mendukung industri UAV domestik. Melalui penerapan metode kontrol dan penggunaan komponen berkualitas tinggi, ESC mampu mengurangi variabilitas kecepatan yang disebabkan oleh fluktuasi eksternal seperti perubahan arah angin. Selain itu, fitur optimasi daya memungkinkan durasi penerbangan yang lebih lama dan lebih stabil. Implementasi sistem kontrol terpadu menggunakan mikrokontroler STM32F103C8T6, yang terintegrasi dengan teknik pengukuran *Back Electromotive Force (BEMF)* untuk *feedback sensorless*, menunjukkan efisiensi dan keandalan yang ditingkatkan. Hasil pengujian bahwa motor BLDC berhasil dikendalikan. Sehingga bisa mengkonfirmasi bahwa ESC yang dikembangkan dapat beroperasi secara efisien hingga hampir 100% dengan toleransi minimal. Jika dikembangkan maka dapat menawarkan alternatif kompetitif untuk produk impor dan mendukung kemajuan teknologi UAV di Indonesia..

Kata Kunci: ESC, UAV, BLDC, BEMF, Sensorless

ABSTRACT

The main focus of the research was to design an electronic speed control (ESC) sensorless build for unmanned aircraft. (UAV). The need for efficient and reliable ESC is increasing with the growth of UAV applications in various fields. However, most ESC components on the market are still dominated by expensive imports. Therefore, the development of local ESCs has become essential to supporting the domestic UAV industry. Through the application of control methods and the use of high-quality components, ESC is able to reduce the variability of speed caused by external fluctuations such as changes in wind direction. In addition, the power optimization feature allows longer and more stable flight durations. The implementation of an integrated control system using the STM32F103C8T6 microcontroller, which is integrated with the Back Electromotive Force (BEMF) measurement technique for sensorless feedback, demonstrates improved efficiency and reliability. Test results indicate that the BLDC motor was successfully controlled. So it can be confirmed that the developed ESC can operate efficiently at almost 100% with minimal tolerance. If developed, it could offer competitive alternatives to imported products and support the advancement of UAV technology in Indonesia.

Keyword: ESC, UAV, BLDC, BEMF, Sensorless

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Arti
ESC	Electronic Speed Controller
UAV	Unmanned Aerial Vehicle
BLDC	Brushless DC
SDM	Sumber Daya Manusia
BPTI	Balai pengembang teknologi indonesia
KRTI	Kontes Robot Terbang Indonesia
PWM	Pulse Width Modulation
UAV	Unmanned Aerial Vehicle
MOSFET	Metal Oxide Semiconductor Field Transistor
BEMF	Back Electromotive Force
A	Ampere
S	Cell
LED	Light Emitting Diode

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A, Fengky, “Baterai Lithium” INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA Vol. 9, No. 2, 2020 pp. 103-109
- [2] Texas Instrument. LM2705 datasheet. 2018.
- [3] Sumarsno and W. S. Dwiatmi, “Perkembangan Mikrokontroler sebagai Remote Kontrol.”Jurnal Teknik Informatika Vol 11 No. 1, April 2018
- [4] Fauzan, “Perancangan dan Implementasi Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Quadcopter Berbasis Arduino Uno” ITENAS 2018.
- [5] F. A. Rafly, “Kontrol Kecepatan Motor Brushless DC Menggunakan Six Sep Comutation dengan Kontrol PID” TRIAC Vol 7 No. 2. 2020
- [5] “Gate Driver and Power MOSFET Solutions for BLDC Control .”
<https://eepower.com/new-industry-products/gate-driver-and-power-mosfet-solutions-forbldc-control/> (accessed Des. 01, 2023)
- [6] G. A. Syafarina and Z. Zaenuddin, “Implementasi Framework Streamlit Sebagai Prediksi Harga Jual Rumah Dengan Linear Regresi,” METIK J., vol. 7, no. 2, 2023, doi: 10.47002/metik.v7i2.608.
- [7] Zhang, H., Liu, G., Zheng, S., & Zhou, X. (2020). High- Precision Sensorless Optimal Commutation Deviation Correction Strategy of BLDC Motor with Asymmetric Back- EMF. IEEE Transactions on Industrial Informatics, 1-1.
- [8] “Design of Snubbers for Power Circuits.”
<http://www.cde.com/resources/technical-papers/design.pdf> (accessed Nov. 04, 2015).

- [9] Desna M. (2018). Rancang Bangun Kendali Kecepatan Motor BLDC Sensorless. 7- 12.
- [10] F. Semiconductor, 1N4758A datasheet. 2007.
- [11] Howe, C. J., McLaughlin, C. J., Alvarado, E., & Liang, E. (2019). Cal Poly Supermileage Electric Vehicle Drivetrain and Motor Control Design. <https://digitalcommons.calpoly.edu/mesp/499/>
- [12] McLaughlin C, H. C. (2018). Cal Poly Supermileage Electric Vehicle Drivetrain and Motor Control Design. 15-18.
- [13] Pribadi, W. (2017). KONTROL TORSI MOTOR DC BRUSHLESS PENGGERAK HYBRID ELECTRIC VEHICLE MENGGUNAKAN PREDICTIVE DIRECT
- [14] TORQUE CONTROL (Doctoral dissertation, Tesis).
- [15] Rizal, M. D. (2018) . Rancang Bangun Kendali Kecepatan Motor Bldc Sensoless. <https://repository.its.ac.id/58118/>
- [16] STMicroelectronics, L6398DTR datasheet, 2015
- [17] STMicroelectronics, STM32F103C8T6 datasheet, 2022
- [18] Texas Instrument, CSD18536KTT datasheet, 2016





UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO & D3 TEKNIK ELEKTRONIKA
Jl. Raya Tlogomas 246 Malang 65144 Telp. 0341 - 464318 Ext. 129, Fax. 0341 - 460782

FORM CEK PLAGIASI LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Fauzan Abdurahman

Fakhri Akmal Samodra

Rofiq Nuryakin

Melfia Faradisa Aziz

NIM : 202010130311048

202010130311079

202010130311133

202010130311077

Judul TA : Rancang Bangun Electronic Speed Controller (ESC) Sensorless BLDC
Untuk Sistem Pesawat Tanpa Awak

Hasil Cek Plagiarisme dengan Turnitin

No.	Komponen Pengecekan	Nilai Maksimal Plagiasi (%)	Hasil Cek Plagiasi (%) *
1.	Bab 1 – Pendahuluan	10 %	3%
2.	Bab 2 – Studi Pustaka	25 %	6%
3.	Bab 3 – Metodologi Penelitian	35 %	14%
4.	Bab 4 – Pengujian dan Analisis	15 %	2%
5.	Bab 5 – Kesimpulan dan Saran	5 %	0%
6.	Publikasi Tugas Akhir	20 %	8%

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I,

(Zulfatman, M.Eng., Ph.D)

Dosen Pembimbing II,

Khusnul Hidayat, S.T., M.T