



TUGAS AKHIR – LI1956404

**RANCANG BANGUN *BUCK CONVERTER*
UNTUK KONTROL KECEPATAN POMPA DC
COOLANT PADA KAPAL LISTRIK**

Oleh:

MOH. FAJAR SYAHBANA

NRP. 33112301016

Dosen Pembimbing I

Bayu Praharsena, S.ST., M.T.

Dosen Pembimbing II

Norma Mahmudah, S.T., M.T.

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK LISTRIK
INDUSTRI**

JURUSAN TEKNOLOGI ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI MADURA

SAMPANG

2026



TUGAS AKHIR – LI1956404

**RANCANG BANGUN *BUCK CONVERTER*
UNTUK KONTROL KECEPATAN POMPA
DC COOLANT PADA KAPAL LISTRIK**

Oleh:

MOH. FAJAR SYAHBANA

NRP. 33112301016

Dosen Pembimbing I

Bayu Praharsena, S.ST., M.T.

Dosen Pembimbing II

Norma Mahmudah, S.T., M.T.

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK LISTRIK
INDUSTRI**

JURUSAN TEKNOLOGI ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI MADURA

SAMPANG

2026

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Saya mahasiswa Politeknik Negeri Madura, Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi:

Nama : Moh. Fajar Syahbana
NRP : 33112301016
Program Studi : D3 Teknik Listrik Industri
Jurusan : Teknologi Elektro

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang saya buat dengan judul **Rancang Bangun *Buck Converter* untuk Kontrol Kecepatan Pompa DC *Coolant* Pada Kapal Listrik**:

- Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, bimbingan dengan dosen pembimbing dan pembimbing penelitian, melalui tanya jawab maupun asistensi serta buku-buku jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada Tugas Akhir ini.
- Bukan merupakan duplikasi yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas/Perguruan Tinggi lain, kecuali pada bagian-bagian tertentu digunakan referensi pendukung untuk melengkapi informasi dan sumber informasi dengan dicantumkan melalui referensi yang semestinya.
- Bukan merupakan karya tulis terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada Tugas Akhir ini.

Jika terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah saya nyatakan seperti apa yang diatas, maka Tugas Akhir saya ini dibatalkan

Sampang, 10 April 2026



Moh. Fajar Syahbana
NRP. 33112301016

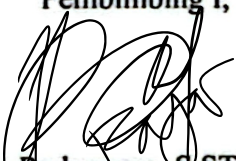
LEMBAR PERSETUJUAN SIDANG TUGAS AKHIR

Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun *Buck Converter* untuk
Kontrol Kecepatan Pompa DC *Coolant*
Pada Kapal Listrik
Penulis : Moh. Fajar Syahbana
NRP : 33112301016
Program Studi : D3 Teknik Listrik Industri
Jurusan : Teknologi Elektro

Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disetujui untuk disidangkan.
Ditandatangani di Sampang, Kamis 16 April 2026

Menyetujui,

Pembimbing I,



Bayu Praharsena, S.ST., M.T.
NIP. 199405312019031009

Pembimbing II,



Norma Mahmudah, S.T., M.T.
NIP. 199309162022032015

Koordinator Program Studi
D3 Teknik Listrik Industri



Bayu Praharsena, S.ST., M.T.
NIP. 199405312019031009

Ketua Jurusan
Teknologi Elektro



Mohammad Nur, S.Si., M.T.
NIP. 198605082019031007

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN *BUCK CONVERTER*
UNTUK KONTROL KECEPATAN POMPA DC
***COOLANT* PADA KAPAL LISTRIK**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Ahli Madya Teknik (A.Md.T.)

Pada
Jurusan Teknologi Elektro
Politeknik Negeri Madura

Oleh:
MOH. FAJAR SYAHBANA
NRP. 33112301016

Tugas Akhir ini telah disidangkan pada tanggal 16 April 2026
dan telah sesuai dengan ketentuan.

Disetujui Tim Penguji Tugas Akhir:

Tanda Tangan

1. Ibrahim Saiful Millah, S.ST., M.Sc.
2. Moch. Nur Adiwana, M.T.
3. Mohammad Nur, S.Si., M.T.
4. Bayu Praharsena, S.ST., M.T.
5. Norma Mahmudah, S.T., M.T.

1. 
2. 
3. 
4. 
5. 

SAMPANG
April 2026



KATA PENGANTAR



KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah Rabbal'aalamin. Segala Puji Syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat, taufiq dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan buku tugas akhir yang berjudul:

“RANCANG BANGUN *BUCK CONVERTER* UNTUK KONTROL KECEPATAN POMPA DC *COOLANT* PADA KAPAL LISTRIK”

Buku Tugas Akhir ini disusun dengan maksud dan tujuan untuk memenuhi persyaratan guna menyelesaikan studi Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Ahli Madya Teknik (A.Md.T.) di Politeknik Negeri Madura. Buku ini telah dikerjakan dengan mengerahkan seluruh kemampuan dan konsentrasi penulis, serta tidak lepas dari dukungan dosen pembimbing serta pihak-pihak lain yang telah banyak memberikan semangat dan bantuan

Namun, penulis menyadari bahwa buku ini masih memiliki banyak sekali kekurangan maka dari itu penulis memohon maaf sebesar besarnya atas kekurangan yang ada pada buku ini. Penulis sangat mengharapkan saran dan kritik dari semua pihak, serta berharap agar buku tugas akhir ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan pembaca pada umumnya.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu selama pengerjaan tugas akhir ini.

Sampang, 10 April 2026

Penulis



UCAPAN TERIMA KASIH

UCAPAN TERIMA KASIH

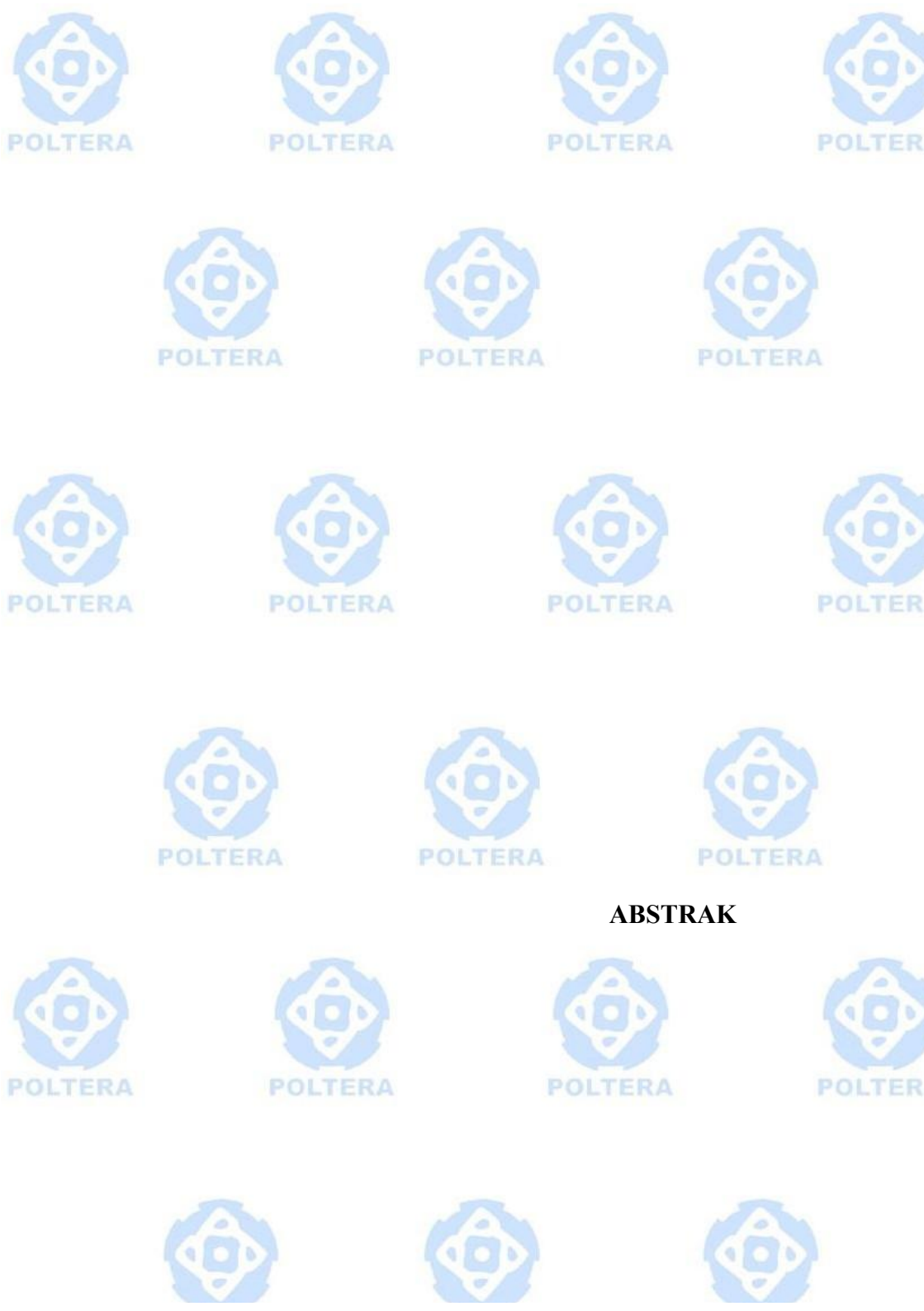
Segala puji syukur saya panjatkan kepada **Allah SWT**, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya maka tugas akhir ini dapat diselesaikan. Halaman ini didedikasikan sepenuhnya untuk menyampaikan rasa terima kasih yang tak terhingga kepada seluruh pihak yang senantiasa memberikan dukungan dan bantuan kepada penulis dalam seluruh rangkaian pengerjaan proyek akhir. Penulis menyampaikan terima kasih banyak kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, **Alm. Bapak Abd. Ma'ruf** dan **Almh. Ibu Andriani** terimakasih banyak yang selama ini sudah mendidik, mendo'akan, mengarahkan, membiayai, semoga dapat melihat, merasakan, dan bangga, pada penulis yang akan sukses tepat pada waktunya. *Allahummafirlahum warhamhum wa'afihii wa'fuanhum*
2. Keluarga tercinta yang selalu mendoakan, memberikan dukungan dan semangat hingga proyek akhir ini selesai.
3. Jajaran direksi Politeknik Negeri Madura
4. Bapak Bayu Praharsena S.ST., M.T., selaku Koordinator Program Studi D III Teknik Listrik Industri, dan selaku Dosen Pembimbing 1, atas bimbingan, pengarahan, serta kesabaran dalam membimbing selama.
5. Ibu Norma Mahmudah, S.T., M.T selaku dosen pembimbing II, atas kontribusi pembuatan desain tugas akhir dan arahan yang sangat berharga bagi kelancaran pembuatan alat tugas akhir ini.
6. Para dosen dan tenaga kependidikan Politeknik Negeri Madura yang telah melayani mahasiswa selama penulis menempuh pendidikan di sini.
7. Kepada saudara kandung dan kakak ipar saya, terima kasih banyak atas bantuan, dedikasi, motivasi, dorongan semangat, donatur, usaha, cinta, do'a, kepercayaan atas segala pilihan

dan keputusan yang diambil oleh penulis. Semoga Tuhan Yang Maha Esa memberikan keberkahan bagi semua orang yang membaca tugas akhir penulis.

8. Kepada teman seangkatan VIKING yang telah belajar bersama di bangku kuliah dan menyelesaikan Tugas Akhir secara bersama.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam tugas akhir ini. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk tugas akhir ini.



ABSTRAK

RANCANG BANGUN BUCK CONVERTER UNTUK KONTROL KECEPATAN POMPA DC COOLANT PADA KAPAL LISTRIK

Nama : Moh. Fajar Syahbana
NRP : 33112301016
Dosen Pembimbing 1 : Bayu Praharsena S.ST., M.T.
Dosen Pembimbing 2 : Norma Mahmudah, S.T., M.T.

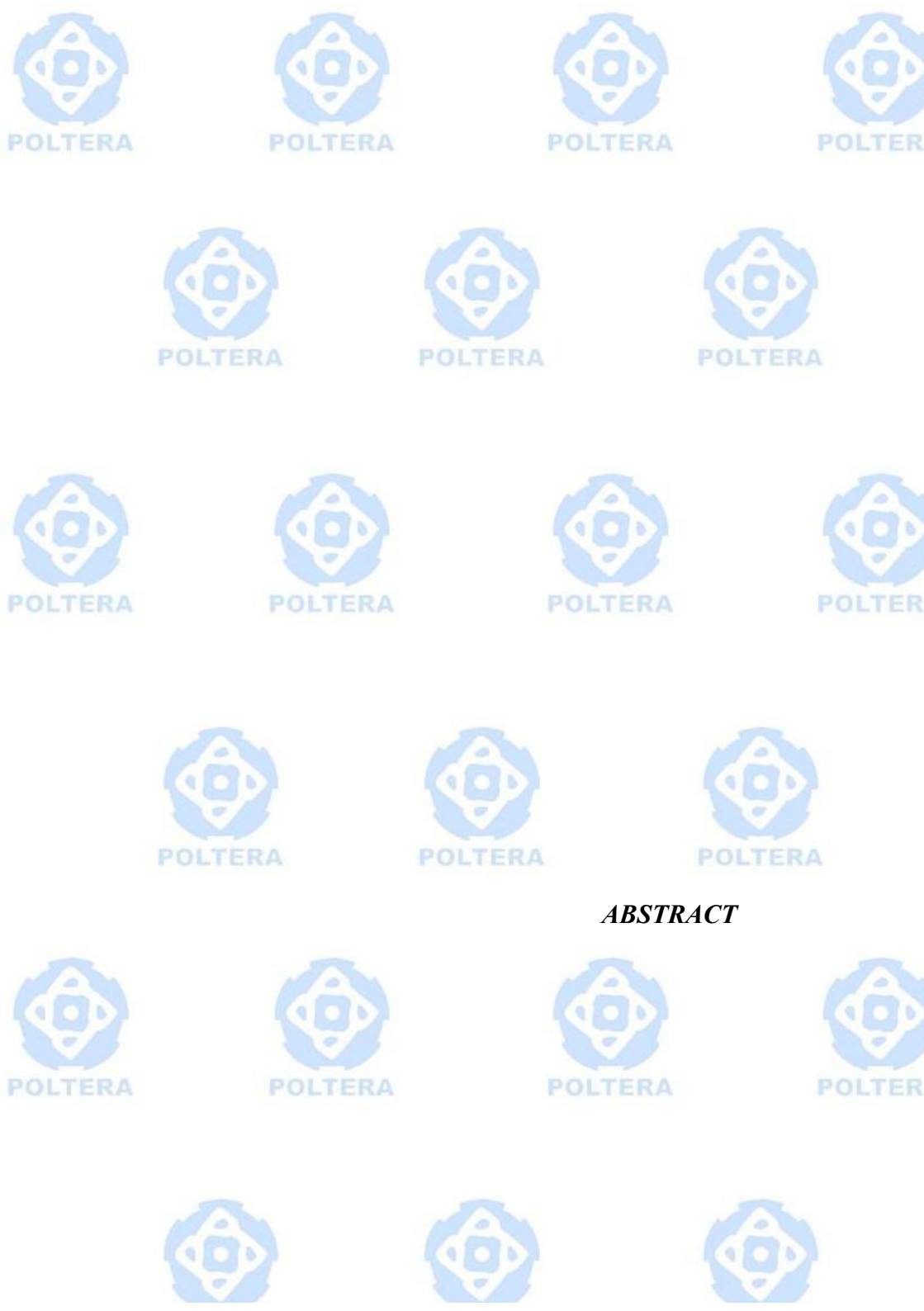
ABSTRAK

Sekarang ini, semakin banyak orang yang mulai menyadari betapa pentingnya menjaga lingkungan, terutama di daerah laut, sehingga mereka beralih menggunakan teknologi yang lebih ramah lingkungan. Mesin kapal berbahan bakar diesel yang biasa digunakan memiliki masalah utama, yaitu mengeluarkan gas buang yang banyak dan tergantung pada bahan bakar fosil. Oleh karena itu, perlu beralih ke mesin listrik yang menggunakan teknologi Brushless Direct Current (BLDC) yang lebih hemat energi dan ramah lingkungan. Namun, pompa DC dapat berjalan terus menerus tanpa memperhatikan suhu motor BLDC, sehingga perlu diatur kecepatannya menggunakan PWM agar aliran pendinginannya lebih efisien dan lebih cepat merespons kondisi kerja motor. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan membuat Buck Converter yang dioperasikan oleh ESP32 untuk mengatur kecepatan pompa DC pendingin pada kapal listrik.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor suhu DS18B20 mampu mendeteksi perubahan suhu antara 29,69 derajat Celsius hingga 51,20 derajat Celsius. ESP32 mampu menghasilkan sinyal PWM dengan frekuensi 5 kHz dan 20 kHz. Namun, dalam pengujian menggunakan Optocoupler PC817, hasil sinyal output belum mencapai tingkat optimal, dan pada percobaan rangkaian

Buck Converter, sinyal yang dihasilkan masih belum sesuai dengan kondisi yang ideal. Kondisi itu terjadi karena Optocoupler PC817 tidak mampu menangani frekuensi pengujian yang digunakan dan adanya kesalahan dalam menghubungkan rangkaian, yaitu kaki kolektor yang seharusnya terhubung ke VCC melalui resistor pull-up tidak terpasang dalam rangkaian. Sehingga, desain Buck Converter belum menghasilkan output yang terbaik dan masih butuh penyesuaian pada susunan rangkaian serta pemilihan komponen.

Kata Kunci: *Buck Converter*, BLDC, kapal listrik.



ABSTRACT

BUCK CONVERTER DESIGN FOR DC COOLANT PUMP SPEED CONTROL ON ELECTRIC SHIPS

Name : Moh. Fajar Syahbana
NRP : 33112301016
Supervisor 1 : Bayu Praharsena S.ST., M.T.
Supervisor 2 : Norma Mahmudah, S.T., M.T.

ABSTRACT

Increasingly, people are recognizing the importance of environmental conservation particularly in marine areas and are shifting toward more eco-friendly technologies. Conventional diesel marine engines suffer from significant exhaust emissions and a reliance on fossil fuels; consequently, there is a need to transition to electric propulsion systems utilizing energy-efficient and environmentally friendly Brushless Direct Current (BLDC) technology. However, since DC pumps can operate continuously without regard for the BLDC motor's temperature, speed regulation via Pulse Width Modulation (PWM) is necessary to optimize coolant flow and ensure a faster response to the motor's operating conditions. This study employs an experimental approach involving the construction of a Buck Converter controlled by an ESP32 microcontroller to regulate the speed of the cooling DC pump in an electric vessel.

Test results indicate that the DS18B20 temperature sensor successfully detected temperature fluctuations ranging from 29.69°C to 51.20°C, and the ESP32 was capable of generating PWM signals at frequencies of 5 kHz and 20 kHz. However, testing involving the PC817 optocoupler revealed that the output signal failed to reach optimal levels, and the signal generated during Buck Converter circuit trials did not align with ideal conditions. These issues arose because the PC817 optocoupler

could not handle the test frequencies employed, and a wiring error occurred: the collector pin—which should have been connected to VCC via a pull-up resistor—was not properly integrated into the circuit. Consequently, the Buck Converter design has not yet yielded optimal output, requiring further adjustments to the circuit configuration and component selection.

Keywords: Buck Converter, BLDC, electric ship.



POLTERA

POLTERA

POLTERA

POLTERA



POLTERA

POLTERA

POLTERA



POLTERA

POLTERA

POLTERA

POLTERA



POLTERA

POLTERA

POLTERA

DAFTAR ISI



POLTERA

POLTERA

POLTERA

POLTERA



DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN SIDANG TUGAS AKHIR	v
LEMBAR PENGESAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	viii
ABSTRAK	x
<i>ABSTRACT</i>	xii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	4
1.5 Manfaat	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian sebelumnya.....	5
2.2 Landasan Teori.....	8
2.2.1 Pompa DC	8
2.2.2 ESP32	9
2.2.3 LCD I2C.....	10
2.2.4 Kapasitor	10
2.2.5 Induktor	11
2.2.6 Resistor.....	11
2.2.7 MOSFET	12

2.2.8	Dioda <i>fast recovery</i>	13
2.2.9	PWM	13
2.2.10	Buck Converter	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		15
3.1	Tahapan Penelitian	15
3.2	Diagram Alir Penelitian	16
3.3	Perencanaan Alat.....	17
3.3.1	Blok Diagram.....	18
3.3.2	<i>Flowchart</i> Sistem Alat	19
3.3.3	Pemilihan dan Perancangan Komponen	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		31
4.1.	Pengujian Sensor Suhu.....	31
4.2.	Percobaan program pada ESP32 untuk menghasilkan sinyal PWM.....	32
4.3.	Pengujian fungsi Optocoupler PC817 secara mandiri 35	
4.4.	Perakitan rangkaian Buck Converter pada papan <i>breadboard</i>	35
4.5.	Pengujian program dengan menggunakan ESP32 bersama dengan Optocoupler PC817	36
4.6.	Pengujian sistem Percobaan Rangkaian Buck converter bersama dengan Optocoupler PC817 dan ESP32	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		39
5.1	Kesimpulan	39
5.2	Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA		41
LAMPIRAN.....		43
BIODATA PENULIS		49



POLTERA

POLTERA

POLTERA

POLTERA



POLTERA

POLTERA

POLTERA



POLTERA

POLTERA

POLTERA

POLTERA



POLTERA

POLTERA

POLTERA

DAFTAR TABEL



POLTERA

POLTERA

POLTERA

POLTERA



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian Sebelumnya.....	8
Tabel 3. 1 Metode Penelitian	15
Tabel 3. 2 Spesifikasi Alat	30



DAFTAR GAMBAR



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pompa DC	9
Gambar 2. 2 Esp32.....	9
Gambar 2. 3 LCD I2C.....	10
Gambar 2. 4 Kapasitor	10
Gambar 2. 5 Induktor	11
Gambar 2. 6 Resistor.....	11
Gambar 2. 7 Mosfet	12
Gambar 2. 8 Dioda fast recovery (FRD).....	13
Gambar 3. 1 Diagram pengerjaan alat	16
Gambar 3. 2 Blok Diagram	18
Gambar 3. 3 Flowchart Sistem Alat.....	19
Gambar 3. 4 Rangkaian Buck Converter	22
Gambar 3. 5 Buck Converter dengan Metode Kontrol Proportional.....	23
Gambar 3. 6 Simulasi Rangkaian Buck Converter	29
 Gambar 4. 1 Program kalibrasi sensor suhu menggunakan Arduino IDE.....	 31
Gambar 4. 2 Hasil pengujian sensor suhu menggunakan Arduino IDE.....	 32
Gambar 4. 3 Program ESP32 untuk membangkitkan sinyal PWM menggunakan frekuensi 5kHz	 33
Gambar 4. 4 Hasil keluaran sinyal dengan frekuensi 5kHz	34
Gambar 4. 5 Program ESP32 untuk membangkitkan sinyal PWM menggunakan frekuensi 20kHz	 34
Gambar 4. 6 Hasil keluaran sinyal dengan frekuensi 20kHz ..	35
Gambar 4. 7 Perakitan pada papan Breadboard	36
Gambar 4. 8 Hasil keluaran dengan Optocoupler PC817	36
Gambar 4. 9 Sinyal keluaran dari percobaan Rangkaian Buck Converter.....	 37

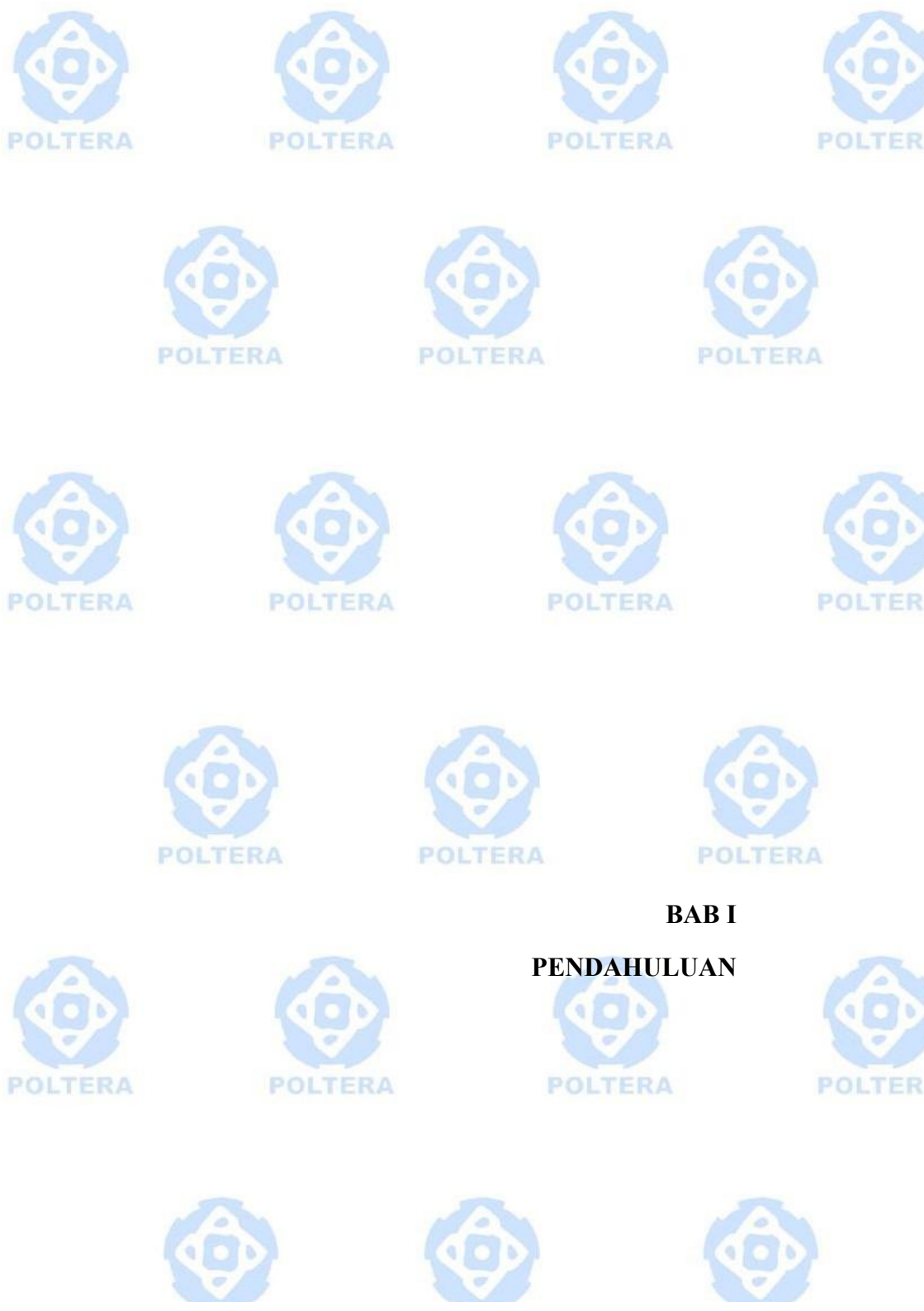


DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN



DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

BLDC	: <i>Brushless Direct Current</i>
PWM	: <i>Pulse Width Modulation</i>
AC	: <i>Alternating Current</i>
DC	: <i>Direct Current</i>
PID	: <i>Proportional Integral Derivatif</i>
LCD	: <i>Liquid Crystal Display</i>
MOSFET	: <i>Metal Oxide Semiconductor Field</i>
<i>Effect Transistor</i>	



BAB I

PENDAHULUAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara dengan banyak perairan, di mana dua pertiga dari area negaranya merupakan lautan dan sungai. Ini menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah Indonesia dikelilingi oleh air, dan untuk mendukung kehidupan sehari-hari, diperlukan sistem transportasi yang memudahkan pekerjaan. Ini menciptakan kebutuhan akan berbagai jenis alat transportasi, baik yang berada di darat maupun di laut. Saat ini, semakin banyak orang yang menyadari pentingnya menjaga lingkungan, terutama di sektor kelautan, sehingga mereka mulai beralih menggunakan teknologi yang lebih ramah lingkungan. Mesin kapal diesel yang selama ini digunakan memiliki kelemahan utama, yaitu menghasilkan emisi tinggi dan bergantung pada bahan bakar fosil. Untuk mendukung teknologi ramah lingkungan, sistem penggerak kapal kini mulai beralih ke mesin listrik berbasis *Brushless Direct Current* (BLDC) yang lebih efisien dan lebih bersahabat dengan lingkungan. Pemakaian motor BLDC pada kapal listrik memerlukan sistem pendinginan untuk memperpanjang umur motor. Proses pendinginan motor BLDC memanfaatkan pompa DC untuk memindahkan air dari radiator ke motor BLDC.

Permasalahannya, pompa DC terkadang beroperasi terus-menerus tanpa memperhatikan suhu motor BLDC. Jika pompa dinyalakan dengan kecepatan yang sama, maka akan ada pemborosan energi ketika motor BLDC tidak

memerlukan pendinginan. Di sisi lain, ketika suhu naik, kecepatan pompa perlu ditingkatkan agar pendinginan cukup. Oleh karena itu, diperlukan pengaturan kecepatan pompa agar aliran air pendinginan dapat berjalan lebih efisien dan responsif terhadap kondisi motor. Pengaturan ini diharapkan dapat memperbaiki sistem, mengurangi penggunaan daya pompa, dan menjaga performa motor BLDC agar tetap optimal saat kapal listrik beroperasi.

Selama ini, banyak kapal menggunakan sistem pendinginan dengan pompa DC yang beroperasi dengan cara on/off. Mekanisme ini kurang mampu untuk menyesuaikan aliran dengan kebutuhan suhu motor BLDC yang berubah-ubah. Akibatnya, pompa sering kali beroperasi tidak efisien, baik terlalu lambat saat suhu meningkat, ataupun buang energi listrik secara sia-sia saat suhu sedang rendah.

Buck converter adalah jenis konverter DC-DC yang terkenal digunakan untuk menurunkan tegangan listrik DC yang tinggi menjadi tegangan DC yang lebih rendah. Mengingat motor BLDC menerima pasokan tegangan DC yang diubah menjadi AC melalui inverter, dan pompa DC juga mendapatkan pasokan tegangan DC, maka sistem kontrol kecepatan yang tepat adalah dengan memanfaatkan *Buck converter*.

Oleh karena itu, penelitian ini berjudul “Rancang Bangun *Buck Converter* Untuk Kontrol Kecepatan Pompa DC *Coolant* Pada Kapal Listrik,” yang bertujuan untuk mengatur aliran debit air melalui pompa DC menggunakan *Buck Converter*, sehingga dapat mengurangi risiko *overheating* pada motor BLDC.

1.2 Rumusan Masalah

Berikut merupakan rumusan masalah dalam tugas akhir:

1. Bagaimana merancang sistem kecepatan pompa DC ketika motor BLDC bekerja?
2. Bagaimana cara kontrol sistem kecepatan pompa DC tetap sesuai *setpoint* ketika terjadi perubahan beban?

1.3 Batasan Masalah

Dengan adanya Batasan masalah, tugas akhir ini lebih terarah dan sejalan dengan tujuan yang di harapkan dapat tercapai. Berikut merupakan beberapa batasan masalah diantaranya:

1. Sistem yang dirancang hanya difokuskan pada pengendalian kecepatan pompa DC, tanpa membahas sistem propulsi atau manajemen energi kapal secara keseluruhan.
2. Jenis pompa yang digunakan pompa DC dengan spesifikasi yang sesuai kebutuhan pengujian, sehingga hasil penelitian tidak langsung dipakai ke semua jenis pompa.
3. *Buck converter* yang dipakai hanya untuk mengontrol pompa DC.
4. Pengujian hanya dalam skala prototipe atau laboratorium, bukan pada kapal listrik skala penuh.
5. Metode kontrol yang digunakan hanya bagian *Proportional* (Kp) dari PID

1.4 Tujuan

Berdasarkan latar belakang dari tugas akhir ini, maka tujuan dari pembuatan alat ini yaitu sebagai berikut:

1. Merancang sistem kontrol kecepatan pompa DC berbasis *Buck Converter* yang dapat diterapkan pada kapal listrik.
2. Mengontrol sistem dalam mempertahankan kecepatan pompa sesuai nilai yang ditentukan pada berbagai kondisi beban.

1.5 Manfaat

Manfaat yang diinginkan dari tugas akhir ini adalah:

1. Dapat digunakan sebagai dasar perancangan sistem kontrol pompa DC yang efisien dan lebih sederhana.
2. Dapat dijadikan penelitian lanjutan, untuk pengembangan sistem kontrol pada pompa DC
3. Dapat memberikan referensi, mengenai penerapan *Buck Converter* sebagai pengatur kecepatan pompa DC



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian sebelumnya

Penelitian yang dilakukan oleh Nurul Fuada dkk, berjudul “Rancang Bangun *Buck Converter* dengan Kontrol PID Berbasis Mikrokontroler Arduino”, menunjukkan bahwa sistem ini dapat mempertahankan kestabilan tegangan serta memungkinkan penyesuaian tegangan keluaran sesuai dengan nilai set point yang diinginkan. Dalam spesifikasi desain, *Buck Converter* beroperasi pada frekuensi 31372,55 Hz, dengan tegangan input sebesar 48 volt dan setpoint tegangan output 36 volt, yang diuji menggunakan beban motor DC 36 volt. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. *Hardware Buck Converter* dengan kontrol PID diimplementasikan menggunakan Arduino Uno, dengan compiler pemrograman yang dipakai adalah “*Simulink Support Arduino Package*”, yaitu perpustakaan Arduino yang tersedia dalam Simulink MATLAB. Fasilitas ini dimanfaatkan untuk konfigurasi serta komunikasi pemrograman dengan mikrokontroler Arduino. Dari hasil pengujian *Buck Converter* yang menggunakan kontrol PI dengan parameter $K_p=3,2759$ dan $K_i=0,000079$, diperoleh waktu naik (*rise time*) 0,26 detik, waktu settling 1,2 detik, dan overshoot 1,09%. Sementara itu, pengujian dengan kontrol PID menggunakan nilai $K_p=3,2759$, $K_i=0,000095$, dan $K_d=0,435825$ menunjukkan waktu naik 0,22 detik, waktu settling 0,5 detik, serta *overshoot* 0,886.[1]

Dalam studi yang dilakukan oleh Helmy Mukti Himawan dkk, yang berjudul “Pemodelan *Fuzzy Logic Control* untuk Pengendali PWM pada *Buck Converter*”, dijelaskan bahwa *buck converter* umumnya menggunakan mode *switching* dengan pengaturan melalui *Pulse Width Modulation* (PWM) yang menawarkan efisiensi lebih baik dibandingkan dengan sistem catu daya linier. Secara umum, terdapat dua masalah yang sering muncul pada *buck converter*. Pertama, kendala dalam pengendalian arus pada induktor yang memiliki *ripple* cukup besar. Kedua, adanya transient pada tegangan keluaran yang terjadi saat proses *start-up*. Dengan memanfaatkan *fuzzy logic control* sebagai pengendali PWM, pengaturan arus di induktor serta tegangan keluaran *buck converter* dapat disesuaikan sesuai kebutuhan. *Fuzzy logic* menerapkan metode mamdani dengan dua input yaitu *Error* dan *Perubahan Error*, serta satu *output* berupa *duty ratio*. Dari hasil percobaan yang telah dilakukan, ditemukan bahwa tegangan keluaran menunjukkan pengurangan error sekitar 3% ketika diterapkan pengendalian *fuzzy logic*, dan pengaturan arus pada induktor pun membaik dengan penurunan *ripple* antara 1,5% hingga 3%. [2]

Penelitian lain yang dilakukan oleh Ahmad Saudi Samosir dkk, berjudul “Desain dan Pengembangan Catu Daya Digital Menggunakan *Buck Converter* Berbasis Mikrokontroler Arduino”, bertujuan untuk meningkatkan teknologi dalam bidang elektronika daya yang terus menerus perlu dikembangkan. Salah satu aspek dari inovasi dalam elektronika daya adalah sumber daya listrik. Sumber daya listrik (*power supply*) adalah rangkaian elektronik

yang mampu mengubah arus listrik bolak-balik menjadi arus listrik searah. Sumber daya berfungsi sebagai penghubung penyedia daya bagi alat-alat lainnya. Sebagian besar sumber daya yang ada saat ini masih menggunakan teknologi analog, yang mengandalkan komponen putaran analog, sehingga sulit untuk mendapatkan output yang langsung sesuai keinginan pengguna. Selain itu, kestabilan yang kurang optimal dan besarnya disipasi daya pada sumber daya analog menjadi alasan untuk perlunya inovasi. Dengan kemajuan teknologi digital, telah dikembangkan perangkat sumber daya yang memanfaatkan kontrol digital. Berdasarkan masalah yang ada, penelitian ini mengusulkan sebuah perangkat yang dapat menggantikan sumber daya analog, yaitu sumber daya digital yang menggunakan metode regulasi saklar dengan *buck converter* berbasis mikrokontroler Arduino. Keunggulan dari sumber daya digital ini adalah ia dapat memberikan tegangan atau arus keluar yang lebih stabil karena pengaturannya dilakukan secara digital, didukung oleh metode regulasi saklar menggunakan *buck converter*.

Pada sumber daya digital ini, pengaturan nilai tegangan dapat dilakukan dengan mudah hanya dengan memasukkan nilai tegangan melalui *keypad* sesuai kebutuhan, dan nilai terkini dari pengukuran arus dan tegangan ditampilkan pada layar LCD setelah diproses oleh mikrokontroler.[3]

Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian Sebelumnya

No.	Penelitian	Buck Converter	Mikrokontroler	Metode kontrol
1.	Nurul Fuada, dkk (2023)	Yes	Yes	Yes
2.	Helmy Mukti Himawan, dkk (2016)	Yes	No	Yes
3.	Ahmad Saudi Samosir, dkk (2017)	Yes	Yes	No
4.	Peneliti saat ini	Yes	Yes	Yes

2.2 Landasan Teori

Pada bagian ini berisi tentang teori dasar yang kita gunakan sebagai dasar dan acuan untuk mendukung lancarnya dalam mengerjakan tugas akhir ini.

2.2.1 Pompa DC

Pompa DC (*Direct Current*) adalah pompa air yang menggunakan arus listrik searah (DC) sebagai sumber tenaganya, berbeda dari pompa AC (*Alternating Current*) yang pakai arus bolak-balik, sehingga membuatnya ideal untuk aplikasi portabel atau yang menggunakan sumber energi alternatif seperti panel surya dan baterai, dikenal

hemat energi, senyap, dan sering dipakai di kendaraan, rumah, akuarium, serta irigasi skala kecil.



Gambar 2. 1 Pompa DC

(sumber: <https://share.google/images/oPZ7We6cCIMXymXgQ>)

2.2.2 ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler yang dikenalkan oleh Espressif System dan merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi dan Bluetooth dalam chip sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi *Internet of Things*. mudah



Gambar 2. 2 Esp32

(sumber: <https://share.google/NQ2clKKS9kFcGwnq>)

2.2.3 LCD I2C

LCD (Liquid Crystal Display) adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD (Liquid Crystal Display) bisa menampilkan suatu gambar/karakter dikarenakan terdapat banyak sekali titik cahaya (piksel) yang terdiri dari satu buah kristal cair sebagai titik Cahaya.



Gambar 2. 3 LCD I2C

(Sumber: <https://share.google/RPAKxppkCgdnCY0j9>)

2.2.4 Kapasitor

Kapasitor atau sering juga disebut kondensator, pada umumnya untuk menyimpan muatan listrik atau energi di dalam medan listrik, dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan internal dari muatan listrik.



Gambar 2. 4 Kapasitor

(Sumber: <https://share.google/3KwrRqIqO5Be3bQ0x>)

2.2.5 Induktor

Induktor atau disebut juga dengan Coil (Kumparan) adalah Komponen Elektronika Pasif yang berfungsi sebagai Pengatur Frekuensi, Filter dan juga sebagai alat kopel (Penyambung). Induktor atau Coil banyak ditemukan pada Peralatan atau Rangkaian Elektronika yang berkaitan dengan Frekuensi seperti Tuner untuk pesawat Radio.



Gambar 2. 5 Induktor

(Sumber: <https://share.google/uWdChepYsk3i6PkWO>)

2.2.6 Resistor

Resistor adalah komponen elektronik pasif yang berfungsi menghambat atau membatasi aliran arus listrik dalam rangkaian, diukur dalam Ohm (Ω), dan penting untuk mengatur arus, membagi tegangan, melindungi komponen sensitif (seperti LED), serta mengontrol karakteristik rangkaian agar bekerja aman dan optimal.



Gambar 2. 6 Resistor

(Sumber : <https://share.google/2JWhYU6IDssfldzM2>)

2.2.7 MOSFET

MOSFET (*Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor*) adalah jenis transistor yang berfungsi sebagai sakelar elektronik atau penguat sinyal, mengontrol aliran arus listrik dengan tegangan pada terminal gate-nya, memiliki impedansi input sangat tinggi, dan banyak digunakan dalam perangkat digital dan daya karena efisiensi serta kemampuan switching cepatnya, memungkinkan miniaturisasi dan hemat daya.

Cara Kerjanya pada terminal: Terdiri dari tiga terminal: Gate (G), Drain (D), dan Source (S). Kontrol Tegangan: Tegangan pada gate menciptakan medan listrik yang mengontrol konduktivitas kanal antara source dan drain. Mode Operasi: Dapat berfungsi sebagai sakelar (ON/OFF) atau penguat sinyal. Isolasi: Lapisan oksida (*Metal Oxide*) di antara gate dan kanal mengisolasinya, menghasilkan impedansi masukan (input impedance) yang sangat tinggi.



Gambar 2. 7 Mosfet

(Sumber: <https://share.google/cW5fPdvGgr9bVyn3R>)

2.2.8 Dioda *fast recovery*

Dioda *fast recovery* (FRD) adalah jenis dioda penyearah semikonduktor yang dirancang khusus dengan waktu pemulihan balik (*reverse recovery time* / T_{rr}) yang sangat singkat, umumnya antara puluhan hingga ratusan nanodetik.



Gambar 2. 8 Dioda fast recovery (FRD)

2.2.9 PWM

Pulse Width Modulation (PWM) atau Modulasi Lebar Pulsa adalah teknik manipulasi sinyal digital (on-off) untuk mengontrol daya rata-rata yang dikirim ke beban (seperti motor atau LED) dengan mengubah lebar pulsa (*duty cycle*) sementara frekuensi dan amplitudonya tetap. PWM sering digunakan untuk mensimulasikan hasil analog, seperti mengatur kecepatan motor DC atau kecerahan lampu, dengan efisiensi tinggi.

2.2.10 Buck Converter

Buck converter adalah salah satu tipe konverter DC ke DC yang berfungsi untuk mereduksi tegangan DC menjadi

tegangan DC lain yang sesuai dengan kebutuhan. Dengan mengubah frekuensi dan lebar pulsa (duty cycle), tegangan output dari *buck converter* dapat disesuaikan agar lebih rendah dibandingkan dengan tegangan input. *Duty cycle* dihasilkan melalui penerapan sinyal PWM. *Buck converter* yang sederhana terdiri dari beberapa komponen, termasuk Mosfet sebagai saklar aktif, dioda sebagai saklar pasif, serta kapasitor dan induktor yang berfungsi sebagai filter pada outputnya.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

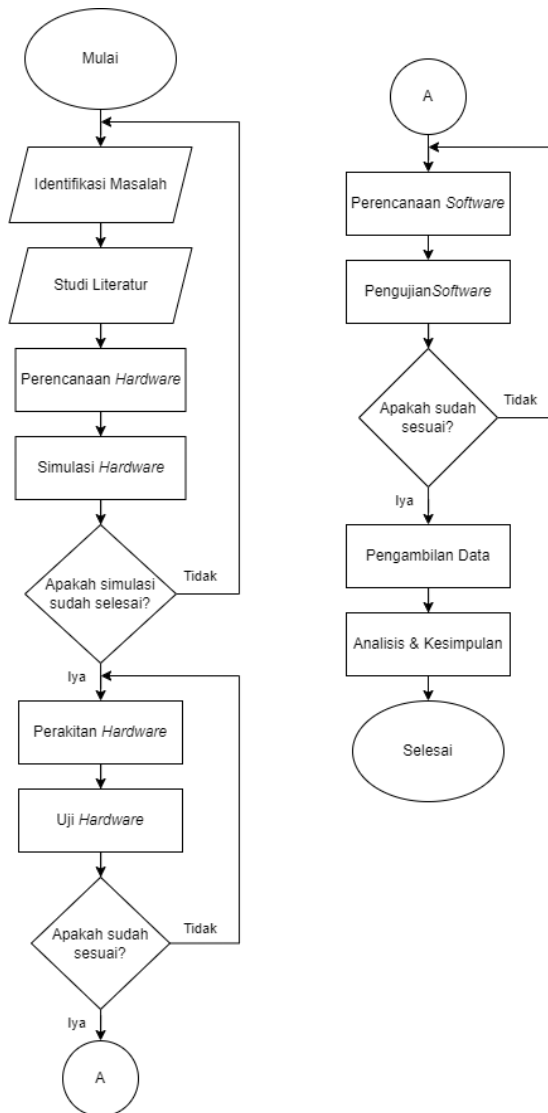
3.1 Tahapan Penelitian

Pada penelitian ini, penulis menerapkan metode eksperimen. Metode ini dipilih karena memfasilitasi pengukuran serta penemuan hubungan sebab dan akibat, serta analisis objektif terhadap data sampel (data dari penelitian lapangan) melalui pengujian langsung terkait masalah yang ada. Dengan demikian, peneliti akan berkonsentrasi pada penghapusan berbagai faktor yang menjadi masalah dalam penelitian ini. Dalam penelitian eksperimen, terdapat beberapa langkah yang perlu dilakukan oleh peneliti, antara lain:

Tabel 3. 1 Metode Penelitian

Metode Penelitian Eksperimental	
Prosedur Pelaksanaan Penelitian Eksperimental	
1.	Melakukan penelitian literatur dari beberapa sumber yang relevan dan merumuskan memformulasikan penelitian
2.	Melakukan kajian terhadap masalah yang akan
3.	Mengidentifikasi permasalahan yang ada.
4.	Menentukan banyaknya masalah dan sampel yang akan dijadikan objek rumusan masalah dan akan mewakili
5.	Melakukan eksperimen (pengujian) yang dapat dilakukan dengan cara survei lapangan.

3.2 Diagram Alir Penelitian



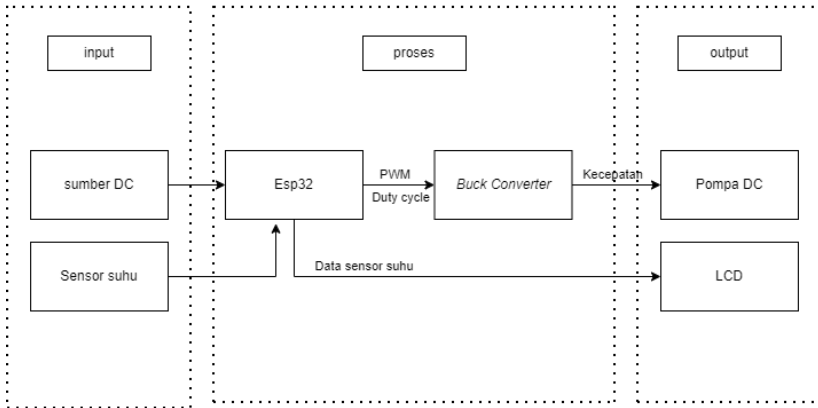
Gambar 3. 1 Diagram pengerjaan alat

Pada Gambar 3.1 menyajikan sebuah diagram alir penelitian pengerjaan alat yang merinci bahwa dimulai dari tahap Awal: Proses dimulai dengan langkah "Awal". Selanjutnya Identifikasi Masalah dan Tinjauan Pustaka: Langkah-langkah berikutnya mencakup identifikasi masalah, tinjauan pustaka, perencanaan perangkat keras, dan simulasi perangkat keras. Setelah itu Pengambilan Data: Ketika simulasi perangkat keras telah selesai "Ya", tahap akan dilanjutkan ke perakitan dan pengujian perangkat keras. Jika belum "Tidak", proses kembali ke tahap identifikasi masalah. Kemudian berpindah ke Perencanaan Perangkat Lunak: Setelah pengujian perangkat keras berhasil "Ya", tahap selanjutnya adalah perencanaan dan pengujian perangkat lunak. Selanjutnya Analisis dan Kesimpulan: Jika pengujian perangkat lunak telah berhasil "Ya", proses akan diteruskan dengan pengambilan data, analisis, dan kesimpulan, diakhiri dengan "Selesai". Jika tidak berhasil "Tidak", proses kembali ke tahap perencanaan perangkat lunak. Tahap terakhir adalah Selesai: Proses ini diakhiri pada tahap "Selesai".

3.3 Perencanaan Alat

Dalam Tugas Akhir ini, penulis melakukan perancangan alat berdasarkan perencanaan yang memuat Blok Diagram, *Flowchart* Sistem Alat serta pemilihan dan perancangan komponen.

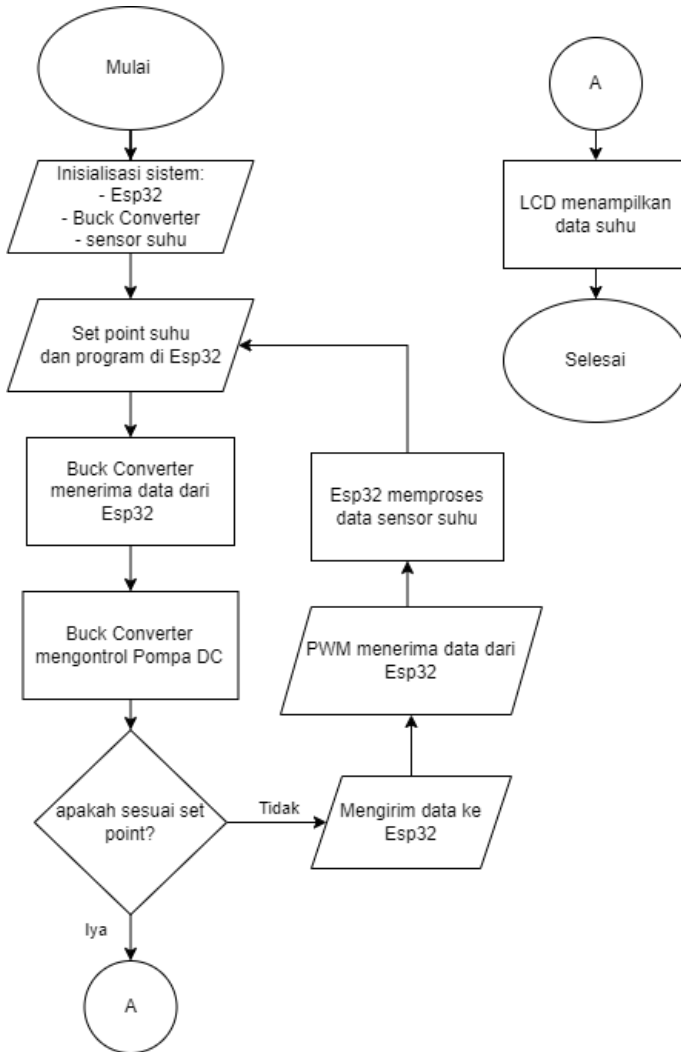
3.3.1 Blok Diagram



Gambar 3. 2 Blok Diagram

Pada gambar 3.2, diagram blok di atas menunjukkan bahwa Esp32 mendapatkan sumber DC. Sensor suhu mengirimkan informasi tentang suhu ke mikrokontroler, lalu Esp32 memproses informasi tersebut dari sensor suhu. Esp32 menghasilkan sinyal PWM dan *Duty Cycle* untuk mengatur *Buck Converter*. *Buck Converter* menerima sinyal kontrol dari Esp32 untuk menyesuaikan tegangan outputnya, yang selanjutnya mengatur kecepatan pompa DC. Pompa DC beroperasi sesuai dengan pengaturan dari Buck Converter (berdasarkan sinyal yang diberikan oleh Esp32). LCD menampilkan hasil dari data sensor suhu yang dikirim langsung oleh Esp32.

3.3.2 Flowchart Sistem Alat



Gambar 3. 3 Flowchart Sistem Alat

Pada Gambar 3.3 merupakan *flowchart* sistem alat yang diawali dengan proses pengaktifan sistem yang melibatkan Esp32, *Buck Converter*, serta sensor suhu. *Setpoint* suhu ditentukan dan diprogram ke dalam perangkat Esp32. Kemudian, Esp32 mengolah informasi yang diterima, setelah itu Buck Converter mendapatkan data dari Esp32 untuk mengatur pompa DC. Apabila data tidak sesuai dengan set point, informasi tersebut akan dikirim kembali ke Esp32. PWM menerima informasi dari Esp32, selanjutnya Esp32 memproses data dari sensor suhu dan pengolahan ini berlangsung di dalam Esp32. Ketika suhu sesuai, akan ditampilkan LCD.

3.3.3 Pemilihan dan Perancangan Komponen

Pada tahapan ini dilakukan perancangan komponen yang akan digunakan untuk Tugas Akhir yaitu:

A. Motor DC

Motor dc yang digunakan pada rangkaian *buck converter* sebagai berikut:

- Tegangan DC = 12 V
- Inom = 1,2 A
- Istall $\approx 6 A \text{ sd } 12A$

Arus stall sering kali mencapai 5 hingga 10 kali lipat (atau lebih) dari arus nominal/beban penuh, tergantung pada ukuran dan desain motor.[4]

B. Buck Converter

Untuk menentukan buck converter, harus diketahui terlebih dahulu adalah spek motor dc yang akan digunakan, karena motor dc yang digunakan memiliki tegangan input 12 Volt, maka tegangan output dari buck converter harus 12 volt. Sehingga perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$V_{in} = 15V$$

$$V_{out} = 12V$$

$$V_{out} = D \times V_{in}$$

$$D = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{12}{15} = 0,8 = 80\%$$

Keterangan:

V_{in} = Tegangan masuk (V)

V_{out} = Tegangan keluar (V)

D = Duty cycle (%)

Sehingga duty cycle yang akan digunakan untuk buck converter adalah 80%, karena motor harus bekerja pada tegangan nominal untuk mencegah overheating dan overspeed.

1. Arus Buck Converter

$$I_{buck} \geq 2 \times I_{stall}$$

$$\geq 2 \times 6$$

$$\geq 12 A$$

Jadi memilih arus Buck Converter 15 A (dengan estimasi arus stall = 7x arus nominal), karena arus lebih stabil, tidak mudah panas, margin aman untuk lonjakan arus.

2. Daya Buck Converter

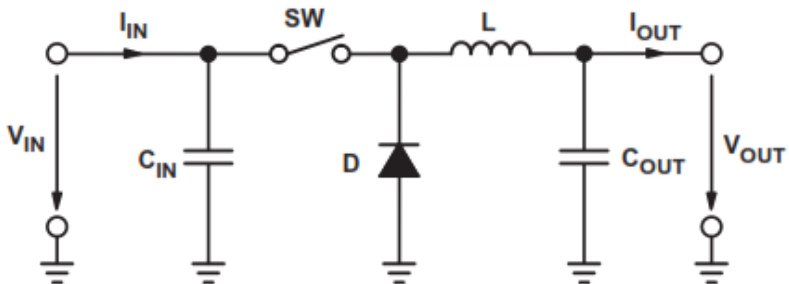
$$P = V \times I$$

$$= 12 \times 15$$

$$= 180 \text{ W}$$

Daya faktor keamanan $P_{buck} \geq 180 \text{ W}$

3. Rangkaian Buck Converter

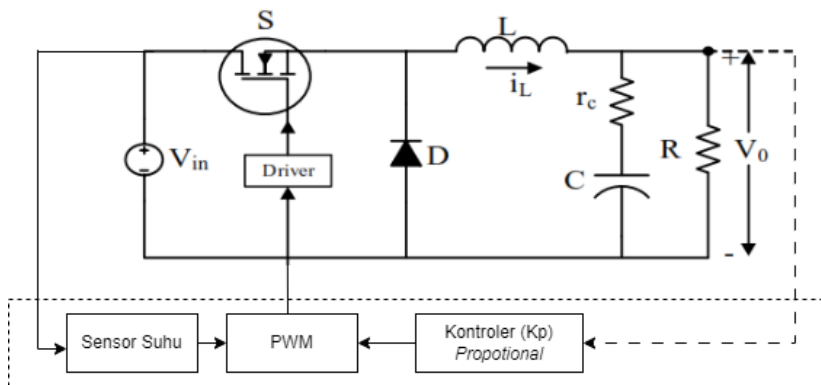


Gambar 3. 4 Rangkaian Buck Converter

Pada gambar 3.4 di atas, dijelaskan mengenai kondisi ketika (V_{in}) adalah tegangan dan (I_{in}) adalah arus yang masuk ke dalam sirkuit DC. Kapasitor berfungsi untuk membuat tegangan input lebih stabil dan menyediakan jalur bagi arus DC yang diperlukan oleh saklar. Saklar yang dimaksud biasanya berupa transistor, seperti MOSFET, yang dapat dengan cepat menyalakan dan mematikan sirkuit pada

frekuensi tinggi. Dioda memberikan jalur bagi arus dari induktor untuk mengalir ketika saklar berada dalam kondisi mati. Induktor menyimpan energi ketika saklar dalam keadaan aktif dan melepaskan kembali energi tersebut ke beban saat saklar mati, serta membantu menjaga stabilitas arus keluaran. Kapasitor juga digunakan untuk menstabilkan tegangan keluaran, sehingga dapat mengurangi fluktuasi tegangan. Selain itu, (V_{out}) atau tegangan dan (I_{out}) arus DC yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan dengan tegangan input.

C. Metode kontrol



Gambar 3. 5 Buck Converter dengan Metode Kontrol Proporsional

Pada gambar 3.5, dijelaskan tentang prinsip kerja *Buck Converter* menggunakan metode pengendalian Proportional (K_p). Ketika (V_{in}) adalah tegangan dan (I_{in}) adalah arus yang masuk ke dalam sirkuit DC, (S) atau saklar yang dimaksud, biasanya berupa transistor (seperti MOSFET) yang berfungsi

untuk menghidupkan dan mematikan sirkuit dengan cepat pada frekuensi tinggi. Dioda memberikan rute bagi arus induktor untuk mengalir saat saklar dalam kondisi mati. Induktor menyimpan energi saat saklar aktif dan melepaskannya kembali ke beban ketika saklar mati, serta membantu menyeimbangkan arus pada output. Kapasitor berfungsi untuk meratakan tegangan output, dengan tujuan mengurangi riak voltase.

Hasilnya, (V_{out}) sebagai tegangan dan (I_{out}) sebagai arus DC yang diperoleh, berada pada tingkat yang lebih rendah dibandingkan dengan tegangan input. Sensor suhu digunakan untuk mengukur temperatur motor; pengendali membandingkan tegangan output dengan nilai acuan, kemudian menghasilkan sinyal kesalahan. Selanjutnya, PWM mengubah sinyal kesalahan dari pengendali menjadi pulsa dengan lebar yang bervariasi. Driver menerima sinyal PWM dan menggerakkan MOSFET untuk menghidupkan dan mematikan, yang secara efektif mengatur tegangan output.

D. Desain PWM

1. Prinsip PWM

Mengatur tegangan motor DC

$$V_{avg} = Duty\ cycle \times 12\ V$$

$$= 80\ \% \times 12\ V$$

$$= 9,6\ V$$

Keterangan:

V_{avg} = tegangan rata-rata

2. Frekuensi PWM

Frekuensi PWM yang digunakan (20–30 kHz), karena rentang 20-30 kHz ini cukup untuk menghindari suara bising, untuk menjaga rugi-rugi switching tetap minimal dan mempermudah desain.

3. Resolusi PWM

Resolusi PWM yang digunakan yaitu 8 bit (0 - 255), karena sudah banyak digunakan pada motor DC, kipas, atau lampu LED

Catatan:

- Buck Converter diberi margin agar aman
- PWM dipisahkan dari Buck Converter

E. Pemilihan komponen

1. Menentukan induktor

Arus ripple = 20 – 40 % dari I_{out} , dalam tugas akhir ini dipilih 30 % karena nilai tersebut merupakan nilai tengah dari batas atas dan batas bawah, sehingga masih dalam range batas aman.

$$\begin{aligned}\Delta i_L &= 0,2 \times 2 \\ &= 0,4 \text{ A}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L &= \frac{(V_{in} - V_{out}) \times D}{f_s \times \Delta i_L} \\
 &= \frac{(15 - 12) \times 0,8}{25 \cdot 10^3 \times 0,4} \\
 &= \frac{2,4}{10.000} \text{ mH} \\
 &= 0,00024 \text{ mH} \\
 &= 0,24 \mu\text{H}
 \end{aligned}$$

Keterangan:

V_{in} = Tegangan masuk (V)

V_{out} = Tegangan keluar (V)

D = Duty cycle (%)

f_s = Frekuensi switching (Hz)

L = Induktor (H)

Δi_L = Arus ripple (A)

Sehingga induktor yang dipilih dalam rangkaian bernilai 400 μH .

2. Menentukan diode

Dioda yang digunakan dalam rangkaian ini memakai dioda jenis FR607 karena menangani switching

frekuensi tinggi dalam perhitungan spesifikasinya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} I_f &= I_{out\ max} \times (1 - D) \\ &= 12 \times (1 - 0,8) \\ &= 12 \times 0,2 \\ &= 2,4\ A \end{aligned}$$

Keterangan:

$I_{out\ max}$ = Arus keluar maksimal (A)

I_f = Arus forward dioda (A)

D = Duty cycle (%)

Jadi dioda yang dipilih adalah FR607 karena memiliki arus forward 6A dan merupakan dioda fast recovery karena meminimalkan energi yang terbuang sebagai panas, sehingga meningkatkan efisiensi total konverter, serta menjaga komponen dari panas berlebih dan lonjakan tegangan.

$$\begin{aligned} P_d &= I_f \times V_f \\ &= 2,4 \times 1,3 \\ &= 3,12\ W \end{aligned}$$

Keterangan:

P_d = Daya dioda (W)

If = Arus forward (A)

Vf= Tegangan forward (V)

3. Menentukan kapasitor

$$\begin{aligned}C_{out} &= \frac{\Delta iL}{8 \times f_s \times \Delta V_{out}} \\&= \frac{0,4}{8 \times 20kHz \times 0,75} \\&= 0,003F \\&= 0,3 \text{ mF} \\&= 300\mu F\end{aligned}$$

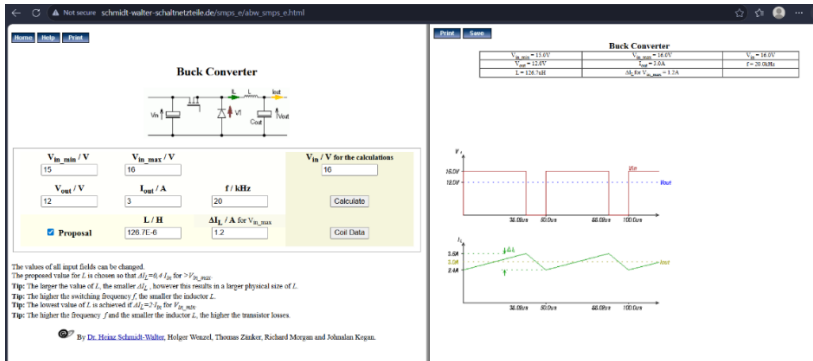
Keterangan:

C_{out} = Kapasitor output (F)

ΔV_{out} = Ripple tegangan keluaran (V)

ΔiL = Ripple arus (A)

f_s = Frekuensi switching (Hz)



Gambar 3. 6 Simulasi Rangkaian Buck Converter

Gambar 3.6 menunjukkan sebuah simulasi dari rangkaian Buck Converter yang digunakan untuk mengurangi tegangan DC dari sumber masukan menjadi tegangan keluaran yang lebih kecil. Dalam simulasi ini, parameter yang digunakan adalah tegangan masukan maksimum sekitar 15 volt, tegangan keluaran 12 volt, arus beban 1 ampere, serta frekuensi switching 20 kilohertz. Rangkaian tersebut terdiri dari sumber tegangan, saklar elektronik, dioda, induktor, kapasitor, serta beban. Berdasarkan hasil simulasi, gelombang PWM digunakan untuk mengontrol proses switching agar menghasilkan tegangan keluaran yang lebih kecil dan lebih stabil. Grafik di bagian atas menampilkan sinyal PWM atau switching, sedangkan grafik di bagian bawah menunjukkan arus induktor yang berupa gelombang naik dan turun (ripple).

Hasil tersebut menunjukkan bahwa Buck Converter bekerja dengan cara mengatur duty cycle PWM, di mana

perubahan kondisi saklar mengontrol jumlah energi yang tersimpan di dalam induktor dan kemudian diberikan ke beban. Oleh karena itu, simulasi ini digunakan untuk memahami hubungan antara tegangan masukan, duty cycle, frekuensi switching, arus induktor, dan tegangan keluaran dalam rangkaian Buck Converter.

F. Spesifikasi Alat

Berikut merupakan komponen alat dan spesifikasi yang digunakan dalam tugas akhir

Tabel 3. 2 Spesifikasi Alat

No.	Komponen	Spesifikasi
1.	Motor DC	12 V, Inom 1,2 A
2.	Estimasi Istall	$\pm 6 A$
3.	Buck Converter	12V, 12 A, $\geq 180 W$
4.	Mosfet	$\geq 5 A$
5.	PWM	20 kHz



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

BAB IV

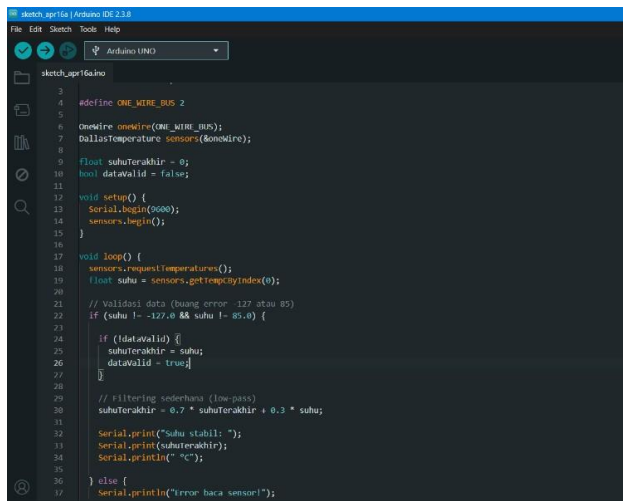
HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab IV menjelaskan hasil diskusi data dan hasil tes pengujian pada alat. Pengujian alat ini melibatkan beberapa jenis pengujian, yaitu:

4.1. Pengujian Sensor Suhu

Percobaan kalibrasi sensor suhu dengan bantuan korek api. Percobaan ini dilakukan dengan menggunakan sensor suhu DS18B20. Hal ini bertujuan untuk menjamin akurasi dan konsistensi hasil pengukuran dengan membandingkan alat ukur terhadap standar referensi.

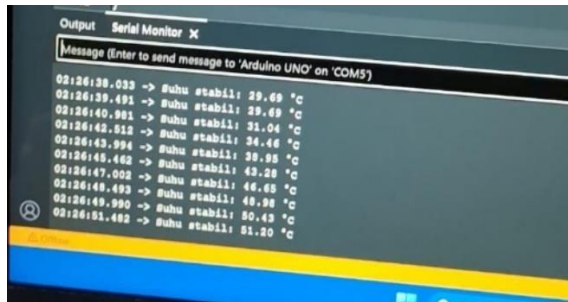
Pada percobaan ini, kalibrasi sensor diuji dengan menggunakan program yang dibuat di aplikasi Arduino IDE. Berikut program yang digunakan.



```
1 sketch_apr16a.ino
2
3 #define ONE_WIRE_BUS 2
4
5 OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
6 DallasTemperature sensors(&oneWire);
7
8 float suhuterakhir = 0;
9 bool dataValid = false;
10
11 void setup() {
12   Serial.begin(9600);
13   sensors.begin();
14 }
15
16 void loop() {
17   sensors.requestTemperatures();
18   float suhu = sensors.getTempCbyIndex(0);
19
20   // Validasi data (buang error -127 atau 85)
21   if (suhu != -127.0 && suhu != 85.0) {
22     if (!dataValid) {
23       suhuterakhir = suhu;
24       dataValid = true;
25     }
26
27     // filtering sederhana (low-pass)
28     suhuterakhir = 0.7 * suhuterakhir + 0.3 * suhu;
29
30     Serial.print("Suhu stabil: ");
31     Serial.print(suhuterakhir);
32     Serial.println(" °C");
33   } else {
34     Serial.println("error baca sensor");
35   }
36 }
```

Gambar 4. 1 Program kalibrasi sensor suhu menggunakan Arduino IDE

Hasil yang diperoleh yaitu menunjukkan bahwa sensor suhu DS18B20 berfungsi dengan baik sesuai dengan gambar berikut.



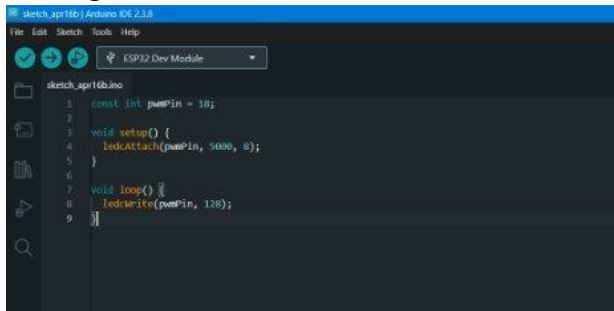
Gambar 4. 2 Hasil pengujian sensor suhu menggunakan Arduino IDE

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa suhu yang terdeteksi pertama kali yaitu sebesar 29,69°C kemudian perlahan naik hingga mencapai 51,20°C. Hal ini menunjukkan bahwa sensor suhu berfungsi dengan baik karena perubahan suhu yang semakin meningkat seiring berjalannya waktu yang semakin lama.

4.2.Percobaan program pada ESP32 untuk menghasilkan sinyal PWM

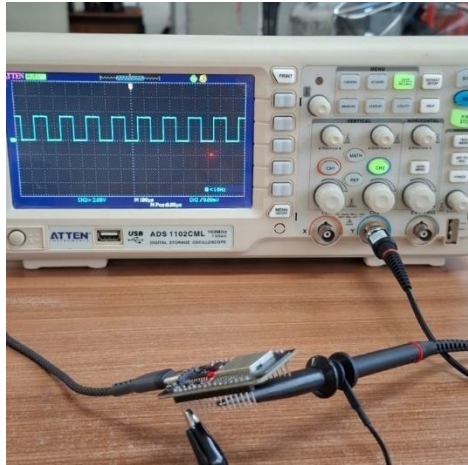
Pada langkah percobaan kali ini yaitu menjalankan program pada ESP32. Program ini dibuat untuk dijalankan pada ESP32 dengan tujuan untuk mentrigger mosfet agar bisa mengubah sinyal masukan ke motor sehingga kecepatannya berubah. Hal ini diperlukan dalam rangkaian Buck Converter agar nantinya dapat berfungsi mengontrol kecepatan motor DC.

Program yang dijalankan menggunakan 1 parameter yang dapat diubah yaitu frekuensi keluaran GPIO yakni 5kHz dan 20kHz. Hal ini dilakukan karena pada saat rencana penelitian ini dilakukan, penulis berencana menggunakan frekuensi 20 kHz, namun pada kenyataannya, Optocoupler yang digunakan hanya mampu digunakan pada frekuensi maksimal sebesar 5kHz. Berikut merupakan program ESP32 dengan frekuensi 5kHz.



Gambar 4. 3 Program ESP32 untuk membangkitkan sinyal PWM menggunakan frekuensi 5kHz

Gambar 4.3 menunjukkan program yang digunakan untuk membangkitkan sinyal PWM dengan frekuensi 5kHz dan menghasilkan gambar keluaran sinyal yang dimuat pada gambar 4.4.



Gambar 4. 4 Hasil keluaran sinyal dengan frekuensi 5kHz

Selanjutnya yaitu percobaan program dengan menggunakan frekuensi 20kHz, digunakan untuk membangkitkan sinyal PWM. Berikut merupakan program ESP32 dengan frekuensi 20kHz.

```
sketch_apr16b-1 Arduino IDE 2.3.5
File Edit Sketch Tools Help
ESP32 Dev Module
sketch_apr16b.ino
1 const int pwmPin = 18;
2
3 void setup() {
4   ledcAttach(pwmPin, 20000, 8);
5 }
6
7 void loop() {
8   ledcWrite(pwmPin, 128);
9 }
```

Gambar 4. 5 Program ESP32 untuk membangkitkan sinyal PWM menggunakan frekuensi 20kHz

Gambar 4.5 menunjukkan program yang digunakan untuk membangkitkan sinyal PWM dengan frekuensi

20kHz dan menghasilkan gambar keluaran sinyal yang dimuat pada gambar 4.6 berikut.



Gambar 4. 6 Hasil keluaran sinyal dengan frekuensi 20kHz

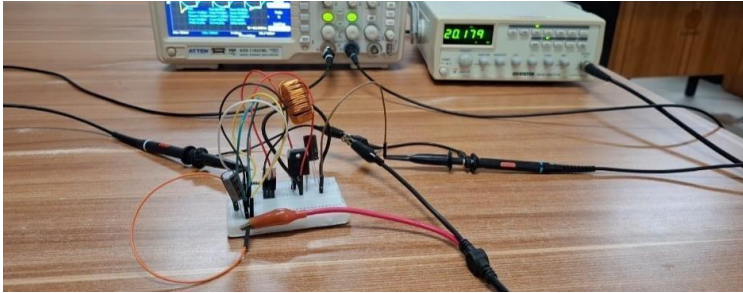
4.3.Pengujian fungsi Optocoupler PC817 secara mandiri

Langkah selanjutnya yang dilakukan yaitu melakukan pengujian pada Optocoupler PC817. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk memastikan optocoupler agar bisa berfungsi dengan baik. Mengingat pentingnya fungsi optocoupler yaitu untuk mengisolasi output keluaran dari ESP32. Tujuannya melindungi ESP32 apabila terjadi kerusakan atau kesalahan rangkaian.

4.4.Perakitan rangkaian Buck Converter pada papan *breadboard*

Langkah selanjutnya yaitu melakukan perakitan rangkaian Buck Converter pada papan *breadboard*. Hal ini dilakukan untuk percobaan dengan mengantisipasi apabila diinginkan adanya perubahan. Untuk selanjutnya akan

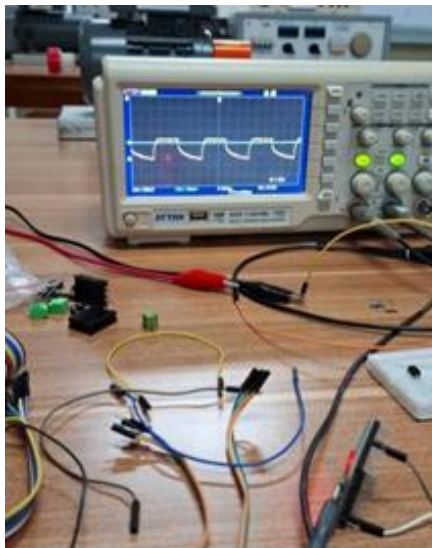
dilakukan perakitan pada papan PCB.



Gambar 4. 7 Perakitan pada papan Breadboard

4.5. Pengujian program dengan menggunakan ESP32 bersama dengan Optocoupler PC817

Langkah yang dilakukan selanjutnya yaitu melakukan pengujian program ESP32 bersama dengan Optocoupler PC817. Hasilnya ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 4. 8 Hasil keluaran dengan Optocoupler PC817

Pada gambar tersebut menunjukkan hasil yang kurang maksimal, hal ini dikarenakan kemungkinan adanya kerusakan salah satu komponen, yaitu Optocoupler PC817.

4.6. Pengujian sistem Percobaan Rangkaian Buck converter bersama dengan Optocoupler PC817 dan ESP32

Langkah yang dilakukan selanjutnya yaitu melakukan Percobaan Rangkaian Buck converter bersama dengan Optocoupler PC817 dan ESP32. Hasilnya ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 4. 9 Sinyal keluaran dari percobaan Rangkaian Buck Converter

Pada gambar tersebut menunjukkan hasil yang kurang maksimal. Sinyal yang diharapkan tidak terlalu sempurna. Keluaran sinyal yang ditunjukkan pada gambar diatas masih kurang sempurna. hal ini dikarenakan penulis kurang memahami datasheet dan gambar rangkaian. Kaki kolektor yang seharusnya masuk ke V_{cc} dengan bantuan R pull-up dilewatkan penulis sehingga tidak dimasukkan pada rangkaian buck converter.

..... Halaman ini sengaja dikosongkan



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

- Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dan dibahas di bab sebelumnya, didapatkan sinyal keluaran yang belum sempurna dan belum sesuai dengan kondisi ideal yang diinginkan.
- Hasil pengujian menunjukkan bahwa bentuk sinyal keluaran masih tidak sesuai dengan bentuk sinyal yang diharapkan.
- Ketidakstabilan sinyal keluaran terjadi karena pemahaman yang kurang tepat terhadap datasheet komponen serta diagram rangkaian.
- Salah satu kesalahan yang terdeteksi adalah pada koneksi kaki kolektor, yang seharusnya dihubungkan ke VCC melalui resistor pull-up.
- Koneksi kaki kolektor pada komponen tersebut tidak digunakan dalam rangkaian Buck Converter, sehingga memengaruhi bentuk gelombang sinyal keluaran yang dihasilkan.
- Kesalahan dalam pengaturan rangkaian tersebut menjadi salah satu penyebab hasil sinyal PWM dan keluaran Buck Converter tidak berjalan dengan baik.
- Oleh karena itu, diperlukan perbaikan pada pengaturan rangkaian dan pemahaman yang lebih baik terhadap dokumen teknis komponen agar sistem mampu menghasilkan sinyal keluaran yang lebih sesuai dengan kondisi yang diharapkan.

5.2 Saran

Kurangnya dan keterbatasan waktu yang dimiliki penulis juga menjadi hambatan bagi penulis untuk menyempurnakan tugas akhir ini. Sehingga saran dan masukan dibutuhkan untuk penelitian selanjutnya. Penulis berharap agar peneliti selanjutnya dapat memaksimalkan dan membuat penelitian ini lebih baik daripada sebelumnya



DAFTAR PUSTAKA



DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Fuada and I. Husnaini, “Rancang bangun buck converter dengan kontrol PID berbasis mikrokontroller Arduino,” *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 4, no. 2, 2023, doi: 10.24036/jtein.v4i2.513.
- [2] H. M. Himawan, O. Setyawati, and H. Suyono, “Pemodelan fuzzy logic control untuk pengendali PWM pada buck converter,” *JNTETI*, vol. 5, no. 1, Feb. 2016.
- [3] A. S. Samosir, N. I. Tohir, and A. Haris, “Rancang bangun catu daya digital menggunakan buck converter berbasis mikrokontroler Arduino,” *ELECTRICIAN – Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*.
- [4] H. Naldi, E. Zondra, and H. Yuvendius, “Studi pengaruh pemasangan soft stater motor induksi tiga phasa pada tisu machine di PT. Pindo Deli Perawang,” *Jurnal Teknik*, vol. 15, no. 2, pp. 104–112, Oct. 2021.

..... Halaman ini sengaja dikosongkan



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA

LAMPIRAN



POLTERA



POLTERA



POLTERA



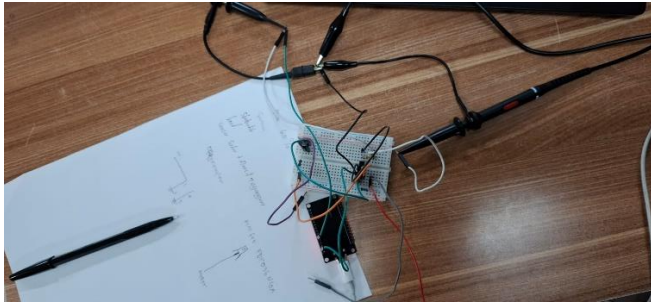
POLTERA



LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Percobaan Rangkaian Buck Converter





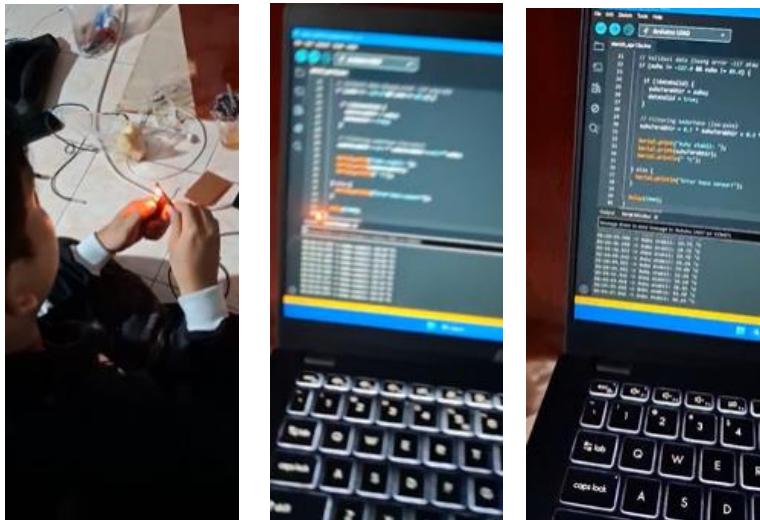
Lampiran 2. Dokumentasi Pengambilan Sinyal PWM (trial error)



Lampiran 3. Percobaan fungsi pompa DC



Lampiran 4. Percobaan fungsi sensor suhu



Lampiran 5. Dokumentasi Video dan Foto selama pengerjaan TA

Link googledrive :

https://drive.google.com/drive/folders/1pVy6ROkAuoAYp12NsCfvuAQ_bitLWeJl?usp=sharing

..... Halaman ini sengaja dikosongkan

BIODATA PENULIS



Moh. Fajar Syahbana, dilahirkan di Pamekasan Pada tanggal 29 September 2004. Anak dari orang tua bernama Bapak Abd. Ma'ruf dan Ibu Andriani, penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Penulis bertempat tinggal di Dusun Bunder Timur, Desa Bunder, Kec. Pademawu, Kab. Pamekasan. Riwayat pendidikan penulis adalah lulusan SDN Bunder 1, SMPN 1 Pademawu dan SMAN 1 Pademawu. Pada tahun 2023 penulis melanjutkan studi di perguruan tinggi di Politeknik Negeri Madura Jurusan Teknologi Elektro Program studi DIII Teknik Listrik Industri. Dalam menempuh pendidikan ini penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul **Rancang Bangun *Buck Converter* untuk Kontrol Kecepatan Pompa DC *Coolant* Pada Kapal Listrik.**