



PROPOSAL TUGAS AKHIR (EE33410)

RANCANG BANGUN PANEL KONTROL MONITORING DAN PROTEKSI PADA POMPA SUBMERSIBLE

Rachmad Edna Febrian Syaputra
NRP. 0421030043

Dosen Pembimbing
Urip Mudjiono, S.T., M.T.

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK KELISTRIKAN KAPAL
JURUSAN TEKNIK KELISTRIKAN KAPAL
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA
SURABAYA
2025



PPNS POLITEKNIK
PERKAPALAN
NEGERI SURABAYA

PROPOSAL TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN PANEL KONTROL MONITORING DAN PROTEKSI PADA POMPA SUBMERSIBLE

Rachmad Edna Febrian Syaputra

NRP. 0421030043

Dosen Pembimbing
Urip Mudjiono, S.T., M.T

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK KELISTRIKAN KAPAL
JURUSAN TEKNIK KELISTRIKAN KAPAL POLITEKNIK
PERKAPALAN NEGERI SURABAYA
SURABAYA**

2025

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN PANEL KONTROL MONITORING DAN PROTEKSI POMPA SUBMERSIBLE

Disusun Oleh:
Rahmad Edna Febrian Syaputra
0421030043

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Kelulusan
Program Studi D3 Teknik Kelistrikan Kapal
Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA

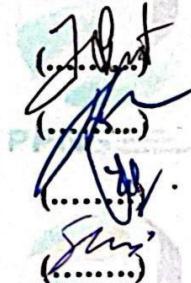
Disetujui oleh Tim penguji Tugas Akhir Tanggal Ujian : 16 Juli 2025
Periode Wisuda : Oktober 2025

Menyetujui,

Dosen Penguji

- | | |
|---|---------------------------------|
| 1. Edy Prasetyo Hidayat, S.T., M.T. | NIDN/NUPT
(0001106015) |
| 2. Urip Mudjiono, S.T., M.T. | NIDN/NUPT
(0027056803) |
| 3. Dr. Catur Rakhmad Handoko, S.T., M.T. | NIDN/NUPT
(0025027303) |
| 4. Sholahuddin Muhammad Irsyad, S.Tr.T.,M.Tr.T. | NIDN/NUPT
(0337772673130343) |

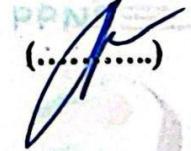
Tanda Tangan



Dosen Pembimbing

- | | |
|------------------------------|----------------------|
| 1. Urip Mudjiono, S.T., M.T. | NIDN
(0027056803) |
|------------------------------|----------------------|

Tanda Tangan



Menyetujui
Ketua Jurusan,

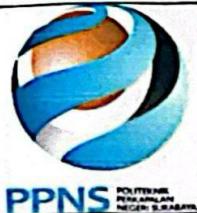


Isa Rachman, S.T., M.T.
NIP.198008162008121001

Mengetahui
Koordinator Program Studi,

Ii Munadhif, S.ST., M.T.
NIP199107102018031001

Halaman ini sengaja dikosongkan



PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

No. : F.WD I. 021
Date : 3 Nopember 2015
Rev. : 01
Page : 1 dari 1

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Rachmad Edna Febrian Syaputra

NRP : 0421030043

Jurusan/Prodi : Teknik Kelistrikan Kapal/ D3 Teknik Kelistrikan Kapal

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

Tugas Akhir yang akan saya kerjakan dengan judul :

RANCANG BANGUN PANEL KONTROL MONITORING DAN PROTEKSI PADA POMPA SUBMERSIBLE

Adalah benar karya saya sendiri dan bukan plagiat dari karya orang lain.

Apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam karya ilmiah tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan penuh tanggung jawab.

Surabaya, 13 Agustus 2025

Yang membuat pernyataan,



(Rachmad Edna Febrian Syaputra)
NRP. 0421030043

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur atas kehadirat Allah SWT yang telah memberikan Rahmat, karunia, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul **“Rancang Bangun Panel Kontrol Monitoring dan Proteksi Pompa Submersible”**. yang menjadi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program studi Teknik Kelistrikan Kapal jenjang Diploma 3 Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya. Keberhasilan penulis tidak lepas dari peran berbagai pihak. Sebagai apresiasi, ucapan terima kasih yang tulus dan Ikhlas disampaikan kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kemudahan, kelancaran, dan kekuatan yang besar dalam kehidupan penulis untuk mengerjakan Tugas Akhir ini serta anugrah tiada terkira sehingga Tugas Akhir ini dapat dikerjakan dan terselesaikan.
2. Orang tua penulis (Bapak Edy Lugito dan Ibu Nina Hidayati) dan juga (Adik Mumtaaz Naufal Ganiarta) beserta anggota keluarga penulis lainnya atas semua doa, semangat, dukungan materi, dan kasih sayang yang telah diberikan selama berkuliah dan mengerjakan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Rachmad Tri Soelistijono, ST., MT. selaku Direktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya
4. Bapak Isa Rachman, S.T., M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal.
5. Bapak Ii Munadhif, S.ST., M.T., selaku Koordinator Program Studi D3 Teknik Kelistrikan Kapal.
6. Bapak Urip Mudjiono, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing serta memberikan banyak masukan dan arahan dalam proses penyusunan Tugas Akhir.
7. Bapak Dimas Pristovani Riananda, S.ST. MT. selaku koordinator Tugas Akhir.
8. Kakak tingkat penulis yang banyak memberikan bantuan dan masukan kepada penulis dalam penyusunan Tugas Akhir.
9. Seluruh teman-teman keluarga besar D4 PE 2021 dan D3 PE 2022 yang telah menemani perjalanan penulis dalam menimba ilmu di Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya selama 3 tahun ini.

10. Seluruh teman-teman dari kampus lain, jurusan lain, yang telah menemani perjalanan penulis dalam menimba ilmu di Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya
11. Tidak lupa juga keluarga besar Nikkapala yang telah mensupport saya selama saya kuliah di Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

v

Semoga dengan selesainya penyusunan dan penggerjaan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi civitas akademik Program Studi Teknik Kelistrikan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya. Penulis menyadari dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran bagi pembaca yang bersifat membangun sehingga Laporan Tugas Akhir ini bisa menjadi lebih baik lagi untuk proses pengembangan lebih lanjut.

Surabaya, 18 Juli 2025

Rachmad Edna Febrian Syaputra



RANCANG BANGUN PANEL KONTROL MONITORING DAN PROTEKSI PADA POMPA SUBMERSIBLE



Rachmad Edna Febrian Syaputra

ABSTRAK

Penggunaan pompa submersible dalam industri maupun sektor rumah tangga sering menghadapi permasalahan terkait efisiensi kerja, umur pakai, dan risiko kerusakan akibat kurangnya sistem pemantauan serta proteksi yang memadai. Ketiadaan sistem monitoring yang akurat dapat menyebabkan pompa bekerja melebihi batas waktu atau tegangan yang aman, sehingga meningkatkan risiko kerusakan dini. Untuk mengatasi hal tersebut, dirancang dan dibangun panel kontrol monitoring berbasis mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan sensor arus, tegangan, waktu. Sistem ini dilengkapi dengan LCD 20x4 untuk tampilan lokal serta konektivitas aplikasi Android berbasis Blynk untuk pemantauan jarak jauh. Panel mampu memberikan peringatan dan memutus aliran listrik secara otomatis ketika parameter kerja melampaui batas yang ditentukan. Jadi untuk data hasil dari Pengujian proyek Rancang Bangun Panel Kontrol Monitoring dan Proteksi Pompa Submersible yaitu pada saat awal input tegangan (0-3V) PZEM (0.0-0.2V) dan input arus (0.5A) PZEM (0.0-0.2A) motor pompa tidak berputar dan sampai input tegangan (8-9V) PZEM (7.8-8.8V) dan input arus (3.5A) PZEM(3.4-3.5A) motor pompa mulai berputar, dan pada saat input tegangan mencapai (12V) PZEM(11.8-12.1V) dan input arus mencapai (4.0A) PZEM(3.9-4.0A) motor pompa bekerja dengan normal. Jadi hasil keseluruhan dari pengujian proyek diatas adalah Pompa dapat menyala secara normal jika dialiri Tegangan mencapai (12V) dan Arus mencapai (4A)

Kata Kunci : panel kontrol, monitoring dan proteksi, waktu penggunaan, tegangan dan arus, pompa submersible.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DESIGN AND DEVELOPMENT OF A CONTROL PANEL FOR MONITORING AND PROTECTION OF SUBMERSIBLE PUMPS

Rachmad Edna Febrian Syaputra

ABSTRACT

The use of submersible pumps in both industrial and household sectors often faces issues related to efficiency, lifespan, and the risk of damage due to the lack of proper monitoring and protection systems. Without accurate monitoring, pumps may operate beyond safe time or voltage limits, increasing the risk of early failure. To address this problem, a monitoring control panel was designed and developed using an ESP32 microcontroller integrated with current, voltage, and time sensors. The system is equipped with a 20x4 LCD for local display and a Blynk-based Android application for remote monitoring. The panel can provide warnings and automatically cut off the power supply when the operating parameters exceed the set limits. From the project testing results, at the initial input voltage (0–3V), the PZEM reading was (0.0–0.2V), and with an input current of (0.5A), the PZEM reading was (0.0–0.2A), the pump motor did not rotate. At an input voltage of (8–9V), PZEM showed (7.8–8.8V), and with an input current of (3.5A), PZEM showed (3.4–3.5A), the pump motor started to rotate. When the input voltage reached (12V), PZEM showed (11.8–12.1V), and the current reached (4.0A), PZEM showed (3.9–4.0A), the pump motor operated normally. Overall, the testing results show that the pump can operate normally when supplied with a voltage of at least (12V) and a current of (4A).

Keywords: control panel, monitoring and protection, usage time, voltage and current, submersible pump

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR NOTASI.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah.....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Kajian Penelitian Terdahulu.....	7
2.2 Kajian Pustaka.....	9
2.2.1 Pompa submersible 12v.....	9
2.2.2 Pilot lamp.....	10
2.2.3 Push button	11
2.2.4 Arduino ESP32.....	11
2.2.5 RTC DS3231	13
2.2.6 Steker dan kabel isi3.....	14
2.2.7 LCD i2c 20x4	15
2.2.8 Power Supply 12v 5a	16
2.2.9 PZEM 0-17	17
2.2.10 Arduino ide	18
2.2.11 Blykn.....	18
2.2.12 Buck Converter.....	19
2.2.13 Miniature circuit breaket	19
2.2.14 MAX485.....	20

2.2.15	Terminal block	21
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	.....	23
3.1	Tahapan alur penelitian	23
3.2	Tahap identifikasi	23
3.3	Tahapan perencanaan system	24
3.3.1	Diagram blok system.....	25
3.3.2	Diagram alir kerja system.....	26
3.4	Perencanaan dan desain	27
3.4.1	Perencanaan hardware	27
3.4.2	Perencanaan software	28
3.5	Perhitungan presentasi error	29
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	.....	33
4.1	Pengujian parsial.....	33
4.1.1	Pengujian hardware	33
A.	Pengujian push button start stop	33
B.	Pengujian power supply.....	34
C.	Pengujian LCD i2c 20x4	35
D.	Pengujian pilot lamp	36
E.	Pengujian buck converter.....	36
F.	Pengujian sensor RTC DS3231.....	37
G.	Pengujian sensor PZEM 0-17	38
4.1.2	Pengujian software	39
A.	Pengujian aplikasi BLYNK	40
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	.....	41
5.1	Kesimpulan	41
5.2	Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	.....	43
LAMPIRAN	.....	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pompa submersible 12v	9
Gambar 2.2 Pilot lamp	10
Gambar 2.3 Push button	11
Gambar 2.4 Arduino ESP32.....	11
Gambar 2.5 RTC DS3231	13
Gambar 2.6 Steker dan kabel isi3	14
Gambar 2.7 LCD i2c 20x4.....	15
Gambar 2.8 Power Supply 12v 5a	16
Gambar 2.9 PZEM 0-17.....	17
Gambar 2.10 Arduino ide.....	18
Gambar 2.11 Blynk	18
Gambar 2.12 Buck Converter	19
Gambar 2.13 Miniature circuit breaket	19
Gambar 2.14 MAX485.....	20
Gambar 2.15 Terminal block	21
Gambar 3.1 Diagram alur penelitian.....	23
Gambar 3.2 Diagram blok.....	25
Gambar 3.3 Diagram alir kerja system alat.....	26
Gambar 3.4 Rangkaian Hardware	27
Gambar 3.5 Hardware 3D	28
Gambar 3.6 Perancangan software.....	29
Gambar 4.1 Push button off lampu merah menyala.....	33
Gambar 4.2 Push button on lampu hijau menyala	33
Gambar 4.3 Tegangan awal power supply 1	34
Gambar 4.4 Tegangan awal power supply 2	34
Gambar 4.5 Lcd i2c menyala	35
Gambar 4.6 Lampu merah menyala	36
Gambar 4.7 Lampu kuning menyala	36
Gambar 4.8 Lampu hijau menyala	36
Gambar 4.9 Buck converter sebelum di stepdown.....	37
Gambar 4.10 Buck converter sesudah di stepdown	37

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Pengujian push button start	28
Tabel 4.2 Pengujian push button stop	28
Tabel 4.3 Pengujian power supply 1	29
Tabel 4.4 Pengujian power supply 2	29
Tabel 4.5 Pengujian RTC DS3231	32
Tabel 4.6 Pengujian Arus pada PZEM	33
Tabel 4.7 Pengujian tegangan pada PZEM	35
Tabel 4.8 Pengujian keseluruhan	36

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR NOTASI

V : Tegangan (volt)

A : Arus (ampere)

T : waktu (second)

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam era perkembangan ini, Industri minyak dan gas telah menjadi salah satu pilar utama yang mendukung kehidupan modern. Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi dan kebutuhan energi yang semakin meningkat, minyak dan gas menjadi sumber daya yang vital dalam berbagai sektor kehidupan, mulai dari transportasi, industri, hingga produksi energi rumah tangga. Tanpa keberadaan minyak dan gas, banyak aspek dalam kehidupan modern yang tidak dapat berjalan dengan efektif dan efisien. Industri minyak dan gas adalah sektor yang memiliki tantangan operasional yang sangat kompleks dan memerlukan sistem yang dapat memastikan efisiensi, keselamatan, serta keandalan peralatan. Salah satu peralatan penting yang digunakan dalam berbagai operasi di sektor ini adalah **pompa submersible**, yang sering digunakan untuk memompa cairan seperti air, minyak, atau campuran cairan dalam sistem produksi minyak dan gas. Pompa submersible digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti di sumur minyak, fasilitas pengolahan, dan sistem distribusi pipa.

Dalam proses pengalihan fluida dari sumur ke tempat penyimpanan maka dibutuhkan yang namanya **pompa submersible**. Pengertian **pompa submersible** adalah jenis pompa yang dirancang untuk beroperasi di dalam cairan, baik itu air, minyak, atau cairan lainnya. Pompa ini sepenuhnya tenggelam di dalam cairan yang dipompa, yang membedakannya dari pompa lainnya yang biasanya bekerja di luar sumber cairan. Pompa submersible memiliki motor yang tersealed rapat dan dirancang untuk berfungsi dalam kondisi kedalaman air atau cairan tertentu, dengan menjaga agar bagian motor tetap terlindung dari air atau cairan. Prinsip kerja dari pompa air adalah menggunakan sistem kerja motor listrik.

Pompa *submersible* sering disebut dengan istilah pompa benam yang pada dasarnya memiliki fungsi yang sama seperti pompa lainnya, yaitu memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat lainnya. Pompa *submersible* merupakan pompa sentrifugal yang prinsip kerjanya yaitu mengubah energi kinetis atau kecepatan

putaran menjadi suatu energi potensial, energi potensial ini yang digunakan untuk mendorong air atau cairan dari sumber air ke permukaannya atau secara sederhana pompa *submersible* prnsip kerjanya ialah mendorong air menuju permukaan (Sanspower, 2020). Namun permasalahan yang terjadi dalam penggunaan pompa *sumbersible* adalah biaya yang cukup mahal dalam proses konstruksi sumur dan instalasi pompa *submersible*. Dalam beberapa referensi dan pengamatan studi kasus terhadap permasalahan lingkungan, banyak ditemukan instalasi motor pompa masih dibawah standard keamanan kelistrikan sesuai dengan PUIL (persyaratan umum instalasi listrik) 2011 yaitu sering ditemukan kurang dalam pengamanan arus berlebih dan beban berlebih pada motor pompa *submersible*, sehingga banyak kejadian motor terbakar karena disebabkan *overcurrent* atau *overload* .

Menurut PUIL 2011 bagian 430.1 yang berbunyi “arus lebih dapat terjadi ketika arus listrik melebihi kapasitas konduktor , ini dapat terjadi karena beban berlebih dan atau *short circuit*, karena itu diperlukan peralatan proteksi beserta persyaratannya untuk melindungi konduktor aktif dari arus berlebih dan proteksi dilakukan dengan cara memilih gawai proteksi yang tepat untuk setiap sirkuit juga mencakup kordinasi porteksi beban lebih dan proteksi hubung pendek atau *short circuit*” (sagyogo, et al., 2011). Oleh karena itu tidak semua perusahaan yang menggunakan *pompa summersible* yang memiliki safety kelistrikan yang standart dengan PUIL.

Penelitian dan studi kasus ini dilakukan di salah satu perusahaan. Dari permasalahan yang ditemukan dalam penelitian dan studi kasus pengamatan lapangan, penulis bertujuan ingin membuat tugas akhir berupa “**Rancang Bangun Panel Kontrol Monitoring dan Proteksi Pompa Submersible**” Dengan menggunakan rangkaian starting motor *Direct On Line* (DOL) sebagai rangkaian starting motor pompa dan sekaligus sebagai pengamanan untuk *over current* dan *overload* pada instalasi pompa, dan menambahkan rangkaian kontrol *direct current* sebagai monitoring penggunaan waktu dan suhu yaitu dengan menggunakan arduino seri ESP32 sebagai mikrokontroller *kit* elektronik yang *open source* untuk menyimpan *database* dan komunikasi dengan beberapa sensor dan pengendali, dengan penambahan sensor

RTC (*Real Time Clock*) sebagai monitoring penggunaan waktu sehingga dapat menampilkan data *set time* penggunaan pompa secara *real* dan dikombinasikan dengan rangkaian sesnor PZEM 0-17 yang berfungsi sebagai pengukur tegangan beserta arus.

Sehingga pihak perusahaan dapat mengawasi penggunaan motor pompa secara akurat dan tanpa harus kelapangan. Dengan mengurangi sdm yang melakukan aktivitas langsung di lapangan sehingga mengurangi dampak kecelakaan kerja. Harapan dari Tugas Akhir yang berjudul. Sehingga pihak pengelola dapat mengawasi penggunaan motor pompa secara akurat. Tanpa ada celah kecurangan dari pihak penyewa pompa *submersible* atau yang kurang bertanggung jawab. Harapan dari Tugas Akhir berjudul **“RANCANG BANGUN PANEL KONTROL MONITORING DAN PROTEKSI PADA POMPA SUBMERSIBLE”**

menjadi langkah awal dalam perubahan teknologi pada kontrol motor pompa *submersible* dan memudahkan pihak operator (pengelola atau pemilik pompa) untuk mengawasi penggunaan waktu pompa dan kontrol suhu untuk meningkatkan keamanan dan pembatasan penggunaan pompa dari pihak yang kurang bertanggung jawab dan memudahkan pihak pemilik pompa untuk melakukan akses data dalam penggunaan pompa *submersible* sehingga terdapat transparansi data antara pihak pengelola pompa.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penulisan Tugas Akhir ini antara lain yaitu :

1. Bagaimana merancang panel kontrol *monitoring* waktu penggunaan dan kontrol *Arus* beserta *Tegangan* pada pompa *submersible* ?
2. Bagaimana implementasi sistem monitoring waktu penggunaan dan kontrol *Arus* beserta *tegangan* pada pompa *submersible* ?
3. Bagaimana merancang sistem *proteksi* dan mengetahui *system kerja proteksi* pada panel kontrol tersebut?

1.3 Tujuan Penelitian

Ditinjau dari rumusan masalah diatas, tujuan yang ingin dicapai pada tugas akhir ini antara lain yaitu :

1. Mengetahui bagaimana perancangan pada panel kontrol *monitoring* waktu penggunaan dan kontrol *Arus* beserta *Tegangan* pada pompa *submersible*.
2. Mengetahui bagaimana implementasi manfaat dari sistem alat monitoring waktu dan kontrol suhu pompa *submersible*.
3. Mengetahui bagaimana perancangan *system proteksi* dan bagaimana *system kerja* dari proteksi tersebut.
4. Mengetahui hasil dari pengujian alat keseluruhan yang sudah di rancang dan di ujicoba

1.4 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini, terdapat beberapa manfaat yang ingin dicapai pada Tugas Akhir ini antara lain yaitu:

1. Inovasi sistem *monitoring* waktu penggunaan dan *kontrol Arus* beserta *Tegangan* pada pompa *submersible* di industri.
2. Penelitian ini dapat menjadi acuan untuk permasalahan teknis dan non teknis pada pihak operator pompa *submersible*.
3. Penelitian ini dapat diterapkan pada industri yang menggunakan jenis pompa air celup atau *submersible*.
4. Penelitian ini mampu memberikan kemudahan dan solusi kepada operator pompa dalam mengawasi penggunaan pompa, khususnya permasalahan transaparansi waktu penggunaan pompa dan keamanan terhadap penggunaan pompa *submersible* itu sendiri.

1.5 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini memiliki batasan masalah dan ruang lingkup antara lain yaitu:

1. Sistem monitoring *Waktu, Arus, dan Tegangan* menggunakan *mikrokontroller* berjenis ESP32.
2. Tampilan monitoringnya hanya menggunakan layar LCD 20 x 4
3. Alat yang dibuat hanya berupa rancang bangun untuk melakukan pengujian.
4. Pengoprasiannya hanya bisa digunakan untuk satu pompa

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 KAJIAN PENELITIAN TERDAHULU

2.1.1 Rancang Bangun Proteksi dan Monitoring Pompa Summersible 1 Phasa di PT Mahakam Beta Farma (Husnibes Muchtar¹, Ali Rohman² 2019)

Air adalah elemen terkuat di bumi dan makhluk hidup di dunia sangat membutuhkan air manusia,tumbuhan dan hewan,air menjadi bahan pokok untuk kehidupan air pada umumnya memiliki kekurangan dimana pompa listrik summersible menjadi rusak (terbakar) disebabkan kurang efisiennya penggunaan pompa yang hidup terus menerus dan tidak terkontrol. Di dalam penelitian ini penulis akan merancang alat pompa otomatis yang dapat mendeteksi suhu panas pompa,tegangan lebih pada pompa dan dapat proteksi pompa listrik summersible dari kerusakan apabila terjadi arus listrik lebih, tegangan listrik lebih, suhu motor berlebih, dan apabila air tidak mengalir dalam waktu tertentu. Dengan adanya alat ini mempermudah manusia untuk mengetahui debit air yang masuk ke bak penampungan air dan apabila pompa tersebut bermasalah tanpa harus bersusah payah mencari kerusakan karena semua sudah dapat dilihat pada layar lcd. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa alat tersebut sangat berguna untuk mengatur pemakaian pompa listrik agar dapat menjaga motor pompa listrik dari terbakar dan bisa di nonaktifkan secara otomatis bila terdapat gangguan pada pompa listrik summersible.

2.1.2 Rancang Bangun Panel Kontrol Pompa Submmersible untuk Air Bersih dengan Water Level Control (WLC) 61F-G (I WAYAN SATRIA WIBAWA 2024)

Penelitian ini membahas masalah kontrol pada sistem pompa submersible untuk air bersih, yang merupakan aspek penting dan sering mengalami kendala di berbagai industri yang menggunakan air sebagai media utama. Fokus utama penelitian adalah merancang sistem kontrol pompa submersible dengan menggunakan sensor Water Level Control (WLC) tipe 61F-G, serta menentukan parameter komponen yang tepat untuk sistem tersebut. Penelitian ini dibatasi pada penggunaan pompa berkapasitas 4 kW dan sensor WLC 61F-G. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan desain sistem kontrol yang efisien dan menentukan parameter komponen yang optimal. Manfaat dari penelitian ini antara lain pemahaman tentang prinsip kerja WLC, kemampuan merancang panel kontrol pompa submersible, dan pengujian performa sistem kontrol yang dihasilkan.

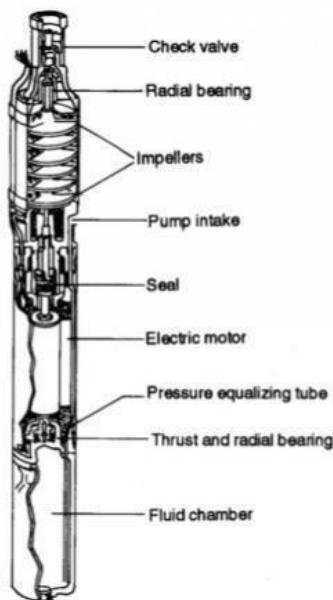
2.1.3 Rancang Bangun Alat Monitoring dan Kontrol Suhu, Kelembaban Udara dan Tanah untuk Greenhouse menggunakan Mikrokontroller Nodemcu berbasis IOT (HARIYANTO 2020)

Perubahan iklim yang tidak menentu bisa mempengaruhi pertumbuhan tanaman, yang dapat menyebabkan hasil panen tidak optimal. Greenhouse merupakan salah satu alternatif yang digunakan untuk meminimalisir kendala tersebut. Greenhouse dapat digunakan untuk budidaya berbagai tanaman, termasuk cabai rawit. Alat monitoring dan kontrol dikembangkan menggunakan mikrokontoller NodeMCU dan 3 sensor yaitu sensor untuk mendeteksi suhu dan kelembapan, soil moisture sensor untuk mendeteksi kelembapan tanah dan sensor ultrasonik untuk mendeteksi ketersediaan air dalam penampungan serta menggunakan 4 buah aktuator yaitu exhaust fan, pompa air, humidifier dan selenoid valve. Hasil penelitian monitoring dan kontrol greenhouse dapat berfungsi dengan baik, nilai set point untuk suhu diatur 30°C, 50% untuk kelembapan udara dan tanah, serta 10 cm dan 20 cm untuk jarak pada penampungan air. KAJIAN PUSTAKA

Pada Sub-bab ini menjelaskan tentang komponen yang diperlukan dalam perancangan panel monitoring suhu dan waktu pada *Rancang Bangun Panel Kontrol Monitoring dan Proteksi Pompa Submersible*.

2.2.1 Pompa Submersible 12v

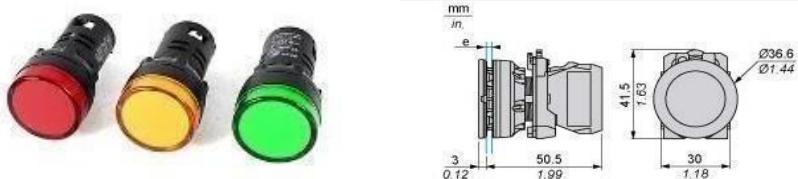
Pompa *submersible* merupakan pompa sentrifugal yang prinsip kerjanya mengubah energi kinetik atau kecepatan putar menjadi energi potensial, yang digunakan untuk mendorong air atau cairan dari sumber air dibawah menuju ke permukaannya, atau dalam artian sederhana pompa *submersible* yang berfungsi untuk mendorong air ke arah permukaan. (Sanspower, 2020). Ciri khusus yang dimiliki oleh pompa *submersible* yakni memiliki motor penggerak yang letaknya berdekatan atau gabung dengan badan pompa, sesuai jenisnya pompa ini akan terendam seluruhnya pada air yang akan dipompakan. Untuk contoh gambar pompa submersible seperti Gambar 2.1 dibawah.



Gambar 2.1 Kontruksi Pompa *Submersible* (Sanspower, 2020)
(<https://images.app.goo.gl/JtMpSRWtkD4QFh327>).

2.2.2 Pilot Lamp

Pilot lamp merupakan sebuah lampu indikator, jika kondisi menyala menandakan terdapat sebuah aliran listrik yang masuk pada sebuah panel *Pilot lamp* adalah salah satu komponen yang penting untuk indikator pada panel. Tegangan kerja pada *pilot lamp* ada beberapa macam antara lain yaitu 24 V AC/DC, 110 V , 220 V. Ada beberapa warna pada *pilot lamp* yaitu putih, hijau, merah jingga , atau kuning. Untuk contoh gambar pilot lamp seperti Gambar 2.2 dibawah.



Gambar 2.2 Pilot Lamp

<https://images.app.goo.gl/ZvnfyTbTUpRVRSVd6>

2.2.3 Push Button Start Stop

Push button merupakan sebuah tombol yang berfungsi sebagai pemutus atau penyambung arus listrik dari sumber ke beban. Macam macam *push button* antara lain yaitu *push button start, stop, reset, dan emergency*. *Push button* memiliki dua kondisi kontak yaitu *normally open* (NO) dan *Normally Close* (NC). Prinsip kerja *push button* yaitu ketika posisi awal atau normal tidak ditekan maka kondisi kontak tidak berubah, apabila ditekan maka kondisi kontak akan berubah yang dari posisi awal *normally open* maka akan menjadi *normally close* begitu juga sebaliknya sesuai dengan gambar wiring rangkaianya. Untuk contoh gambar push button seperti Gambar 2.3 dibawah.



Gambar 2.3 Push Buton Start Stop

<https://images.app.goo.gl/Ea3zXrpWTq1LqVOPA>

2.2.4 Arduino ESP32

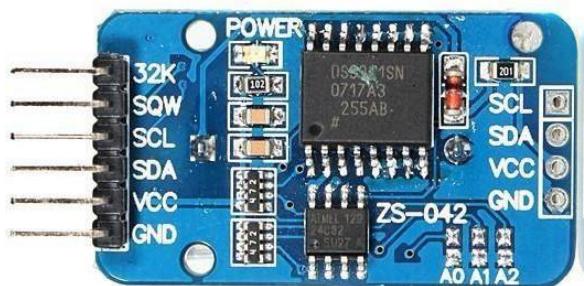
Arduino ESP32 merupakan mikrokontroler yang revolusioner, dikembangkan untuk memberikan kekuatan dan fleksibilitas kepada para pengembang dalam berbagai proyek. Pada intinya, ESP32 adalah evolusi dari mikrokontroler sebelumnya dengan penambahan fitur-fitur hebat. Dengan memahami komponen-komponen utama ESP32, para pengguna dapat memanfaatkan potensinya sepenuhnya. Prosesor dual-core, modul WiFi, Bluetooth, dan sejumlah pin GPIO yang dapat dikonfigurasi memberikan keunggulan yang signifikan dalam hal kemampuan dan konektivitas. Perbandingan ESP32 dengan mikrokontroler Arduino lainnya dapat memberikan gambaran lebih jelas tentang mengapa ESP32 menjadi pilihan utama para pengembang. Untuk contoh gambar ESP32 seperti Gambar 2.4 dibawah.



Gambar 2.4 *ESP32 (Espressif System on a Chip), 32-bit*
(soloelectronicos.com)

2.2.5 RTC DS3231(REAL TIME CLOCK)

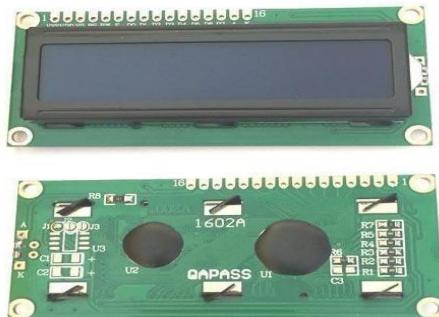
Modul DS3231 RTC (*Real Time Clock*) adalah modul yang dapat berfungsi sebagai *Real Time Clock* atau fungsi waktu digital, yaitu perhitungan detik, menit, jam dan juga memiliki fungsi lain yaitu pengukuran suhu yang terpasang pada modul. Perhitungan di hitung secara tepat dan penyimpanan yang akurat dan *realtime*. *Chip* RTC akan dirilis nanti Integrasikan dengan pengontrol dengan melakukan fungsi kerja tertentu (Risdina, 2019). Modul RTC ini hanya bergeser tidak sampai 60 *second* per tahunnya, dengan begitu modul RTC ini cocok untuk pengaplikasian sistem waktu yang sensitif terhadap akurasi waktu dan tidak perlu disinkronisasikan secara teratur terhadap jam eksternal. Modul RTC ini dilengkapi dengan sebebuah IC AT24C32 yang memberikan EEPROM tambahan sebesar 4 KB (32.768 bit) digunakan untuk berbagai keperluan, misalnya untuk menyimpan sebuah *schedule*, waktu alarm, menyimpan data libur, merekam penggunaan waktu, menghitung waktu secara terus-menerus mulai dari hari, tanggal, bulan, tahun, jam, menit, dan detik. Untuk contoh gambar RTCDS3232 seperti Gambar 2.5 dibawah.



Gambar 2.5 Modul RTC 3231
(<http://www.labelektronika.com/2016>)

2.2.6 LCD 20 x 4

LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan tampilan atau display elektronik yang memiliki fungsi sebagai tampilan suatu karakter , suatu data, suatu huruf ataupun sebuah grafik. LCD adalah salah satu jenis *display* elektronik yang dibuat dari CMOS *logic* dengan cara kerja tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekitar atau disekeliling terhadap *front lit* atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit*. LCD terdiri dari lapisan campuran organik antara kaca dan bening dengan elektroda transparan indium oksida berbentuk tampilan *seven-segment* dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Pada saat elektroda diaktifkan dengan tegangan, molekul organik yang panjang dan sindiris menyesuaikan diri dengan elektroda dari *segment*. Untuk contoh gambar LCD 20x4 seperti Gambar 2.6 dibawah.



Gambar 2.6 LCD 20 x 4
(<https://components101.com/displays/16x2-lcd-pinout-datasheet>)

2.2.7 Power Supply DC Adapter 12V 5A Input 220V

Power supply adalah sebuah perangkat yang berfungsi mengubah tegangan listrik *alternating current* (AC) menjadi tegangan *direct current* (DC) fungsi *power supply* yaitu menyuplai tegangan pada perangkat listrik yang membutuhkan sumber tegangan DC dan juga dapat mensuplai untuk satu atau lebih ke beban listrik. *Power supply* banyak diaplikasikan untuk mensuplai sebuah tegangan 5 V yang dibutuhkan pada *microcontroller* arduino dan komponen lainnya yang membutuhkan suplai tegangan 5 V. Untuk contoh gambar Power Supply 12v5a seperti Gambar 2.7 dibawah.



ambar 2.7 Power Supply DC Adapter 12V 5A Input 220V

(sumber : www.tokopedia.com)

2.2.8 PZEM-017

PZEM-017 adalah sebuah modul sensor pengukuran listrik berbasis komunikasi digital yang dirancang untuk mengukur arus DC (arus searah) dan beberapa parameter kelistrikan lainnya seperti tegangan (voltase), daya (watt), dan energi (watt-hour) dalam sistem listrik arus searah. Modul ini populer di kalangan hobiis elektronika, sistem monitoring tenaga surya, serta berbagai aplikasi industri ringan yang memerlukan pemantauan konsumsi daya DC secara real-time. Untuk contoh gambar PZEM 0-17 seperti Gambar 2.9 dibawah.

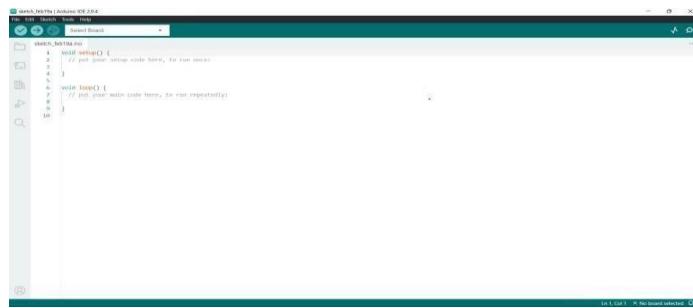


Gambar 2.9 PZEM-017

(sumber : www.protosupplies.com)

2.2.9 Arduino IDE

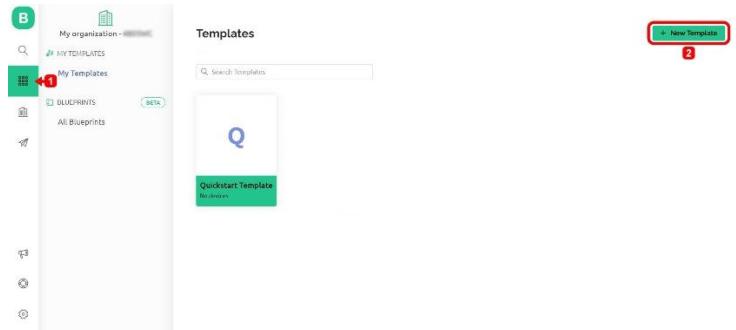
Arduino IDE merupakan platform *software* editor kode yang dirancang untuk proyek papan arduino. Arduino IDE mendukung bahasa pemrograman C/C++. Terdapat juga *compiler* dan *uploader* yang dapat mengonversi kode menjadi bahasa mesin sehingga kode dapat dijalankan mikrokontroler. Integrasi dengan berbagai mikrokontroler didukung oleh *software* ini karena bahasa pemrograman C/C++ banyak dikembangkan untuk bahasa mesin. Penggunaan Arduino IDE relatif mudah karena didukung *library* dan contoh kode untuk mempermudah mengembangkan program. Untuk contoh gambar Arduino IDE seperti Gambar 2.7 dibawah.



Gambar 2.9 Tampilan Arduino IDE

2.2.10 Blynk

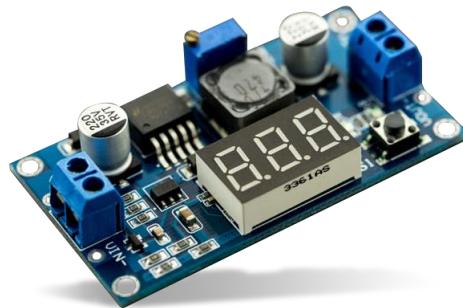
Blynk adalah sebuah **platform IoT (Internet of Things)** yang dirancang untuk memudahkan proses **pembuatan aplikasi mobile** yang dapat mengontrol dan memonitor perangkat elektronik dari jarak jauh. Blynk diciptakan untuk membantu **pengembang, hobiis, pendidik, hingga pengusaha** untuk membangun sistem **otomasi, pengendalian jarak jauh, dan monitoring real-time**. Untuk contoh gambar Blynk app seperti Gambar 2.10 dibawah.



Gambar 2.10 Tampilan Blynk

2.2.11 Buck Converter

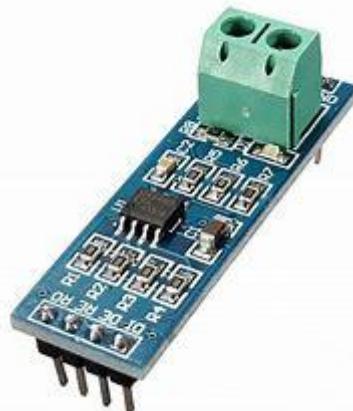
Buck Converter adalah jenis **DC-DC converter** yang digunakan untuk mengubah tegangan **DC (arus searah)** yang lebih tinggi menjadi tegangan yang lebih rendah (step-down). Konverter ini sering digunakan dalam berbagai aplikasi yang memerlukan efisiensi tinggi dalam penurunan tegangan, seperti dalam pengisian baterai, sistem tenaga surya, dan perangkat elektronik. Untuk contoh gambar Buck Converter seperti Gambar 2.11 dibawah.



Gambar 2.11 Buck Converter
<https://images.app.goo.gl/Xr43hmkHmFjguL9c>

2.2.12 MAX 485

MAX485 adalah modul konverter komunikasi serial yang digunakan untuk mengubah sinyal RS485 (diferensial) menjadi TTL (Transistor-Transistor Logic) sehingga dapat dibaca oleh mikrokontroler seperti Arduino atau ESP32. Modul ini bekerja dengan tegangan 5V dan mendukung komunikasi jarak jauh dan multi-perangkat pada protokol Modbus RTU, yang umum digunakan dalam sensor industri seperti PZEM-017. MAX485 memungkinkan pengiriman dan penerimaan data secara andal melalui dua kabel (A dan B) untuk mengurangi gangguan dan noise pada transmisi data digital, terutama dalam sistem monitoring dan kontrol yang memerlukan kestabilan komunikasi serial. Untuk contoh gambar MAX485 seperti Gambar 2.12 dibawah.



Gambar 2.12 MAX 485

(<https://images.app.goo.gl/uHvzUgYjXBLeZiyNA>)

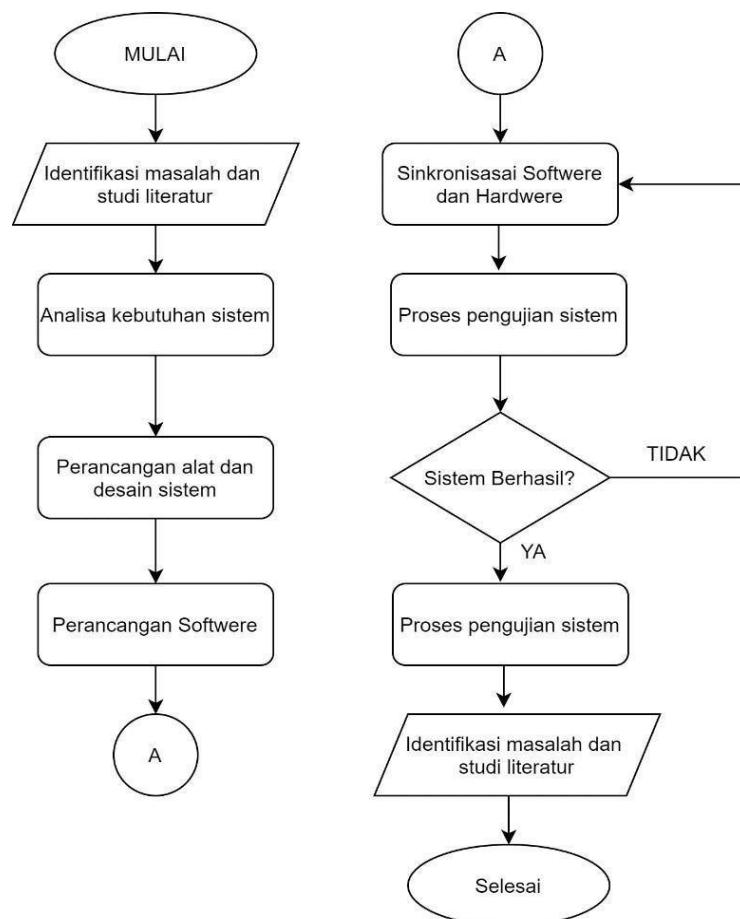
Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Tahapan Alur Penelitian Tugas Akhir

Proses alur penggerjaan tugas akhir berisi tentang runtutan tahap untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Diagram alir penggerjaan dan penelitian menunjukkan sebuah rencana dan tahapan yang dilakukan pada saat sistem dibuat. Langkah langkah penggerjaan dapat dipresentasikan pada *flowchart* Gambar 3.1 dibawah.



Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian Tugas Akhir

4.2 Tahap Identifikasi

Tahap identifikasi adalah suatu tahapan awal dalam menganalisa suatu permasalahan serta tujuan dan solusi yang akan dicapai. Permasalahan didapatkan dari lingkungan masyarakat dan mencari solusi

3.2.1 Studi Literatur

untuk permasalahannya. Terdapat dua tahapan dalam mengidentifikasi yaitu indentifikasi suatu masalah dan penetapan masalah.

3.2.2 Perumusan

Analisa kebutuhan sistem penting dilakukan untuk mengetahui kebutuhan dalam perancangan sebuah alat. Penulis melakukan analisa kebutuhan sistem pada *hardware* dan *software* yang dibutukan antara lain yaitu : Rangkaian Direct On Line (DOL) yang terdiri dari MCB 1 Phase, Relay Dc 12v, Power Supply 12v, *pilot lamp*, *push button*, Rangkaian monitoring, software Arduino IDE, Aplikasi Blynk, *ESP32*, *sensor PZEM 0-17*, *sensor RTC DS3231*. Sesnsor PZEM 0-17 dan sensor RTC DS3231 disini digunakan sebagai parameter.

Setelah melewati tahap indentifikasi masalah dan studi literature maka langkah selanjutnya adalah perumusan masalah. Tahapan penting yang harus dilakukan adalah merumuskan suatu pokok pokok masalah agar lebih terfokus dan tidak melebar ke topik yang lain. Batasan masalah terdapat pada bab pendahuluan.

3.2.3 Tahapan Anlisa Kebutuhan

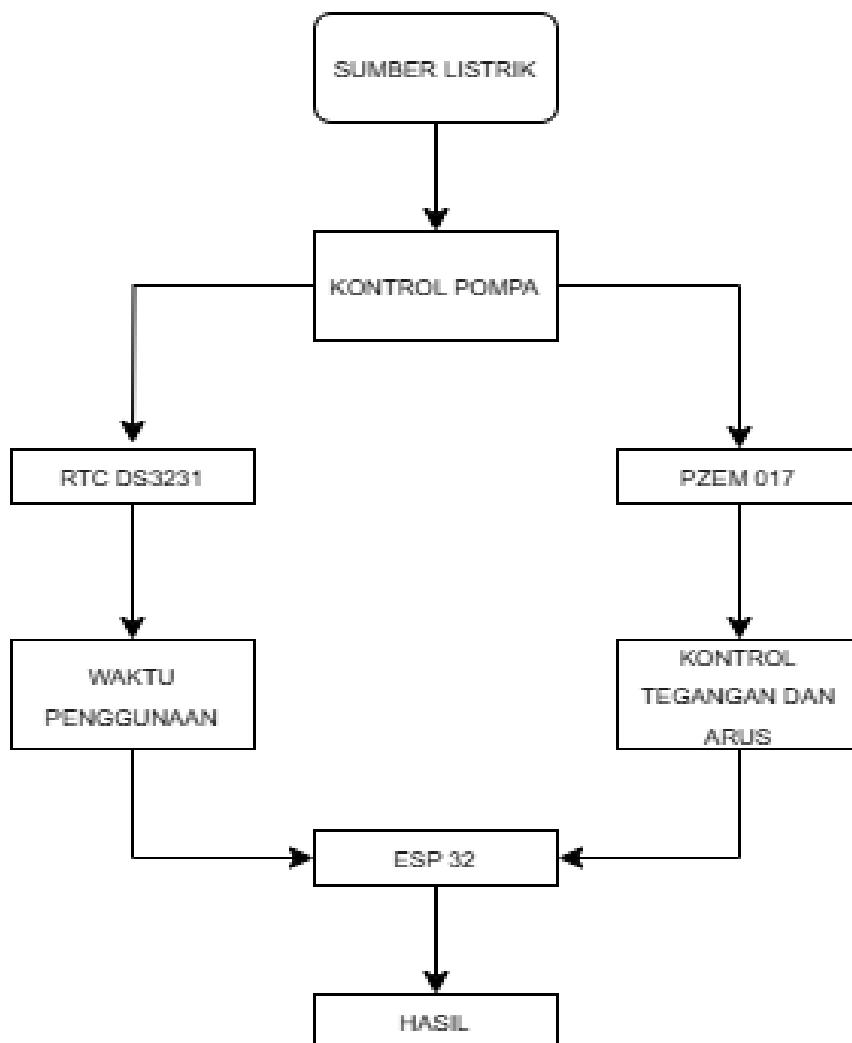
Analisa kebutuhan sistem penting dilakukan untuk mengetahui kebutuhan dalam perancangan sebuah alat. Penulis melakukan analisa kebutuhan sistem pada hardware dan software yang dibutukan antara lain yaitu : Rangkaian Direct On Line (DOL) yang terdiri dari MCB 1 Phase, Relay Dc 12v, Power Supply 12v, *pilot lamp*, *push button*, Rangkaian monitoring, software Arduino IDE, Aplikasi Blynk, *ESP32*, *sensor PZEM 0-17*, *sensor RTC DS3231*. Sesnsor PZEM 0-17 dan sensor RTC DS3231 disini digunakan sebagai parameter monitoring *waktu*, *Arus*, dan *Tegangan* kemudian diolah ke dalam *ESP32* setelah itu di tampilkan kepada layar LCD

3.3 Tahapan Perancangan Sistem

Tujuan perancangan sistem yaitu sebagai langkah awal dalam perencanaan dan menentukan sebuah sistem dari alat yang penulis ingin dibuat dan untuk mengetahui prinsip kerja dari konsep alat yang akan dibuat. Fungsi lain dari *design* dan perancangan sistem untuk mempermudah peneliti membuat *hardware* dan *software* dan juga sistem dari rancang bangun.

3.3.1 Diagram Blok Sistem

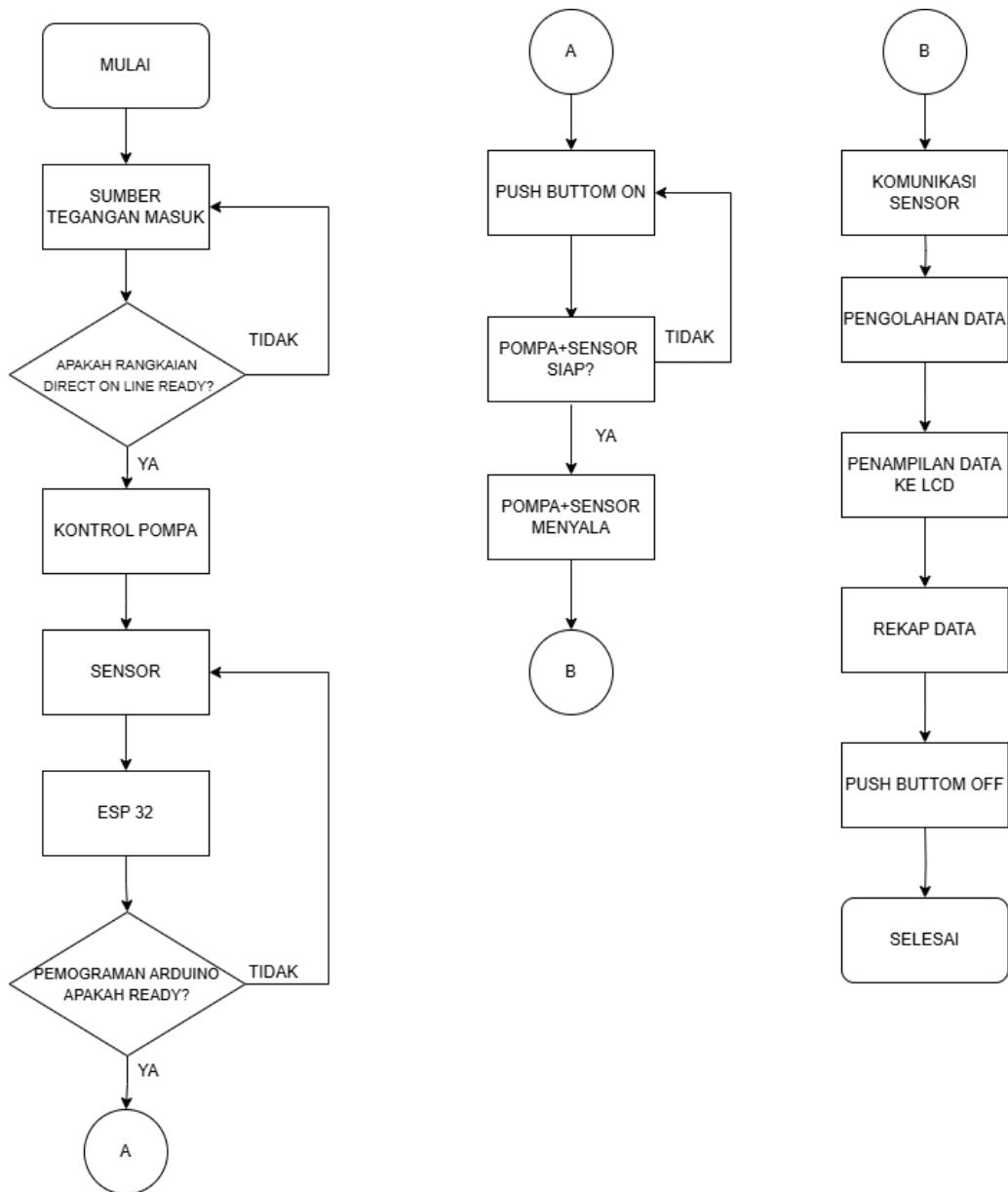
Berikut adalah diagram blok Rancang Bangun Panel Kontrol Monitoring dan Proteksi Pompa Submersible. Blok diagram dapat dilihat pada Gambar 3.2 dibawah.



Gambar 3.2 Diagram Blok

3.3.2 Diagram Alir Kerja Sistem

Berikut adalah diagram alir kerja sistem (*flowchart*) pada Rancang Bangun Panel Kontrol Monitoring dan Proteksi Pompa *Submersible*. Diagram alir dapat dilihat pada gambar 3.3 dibawah.



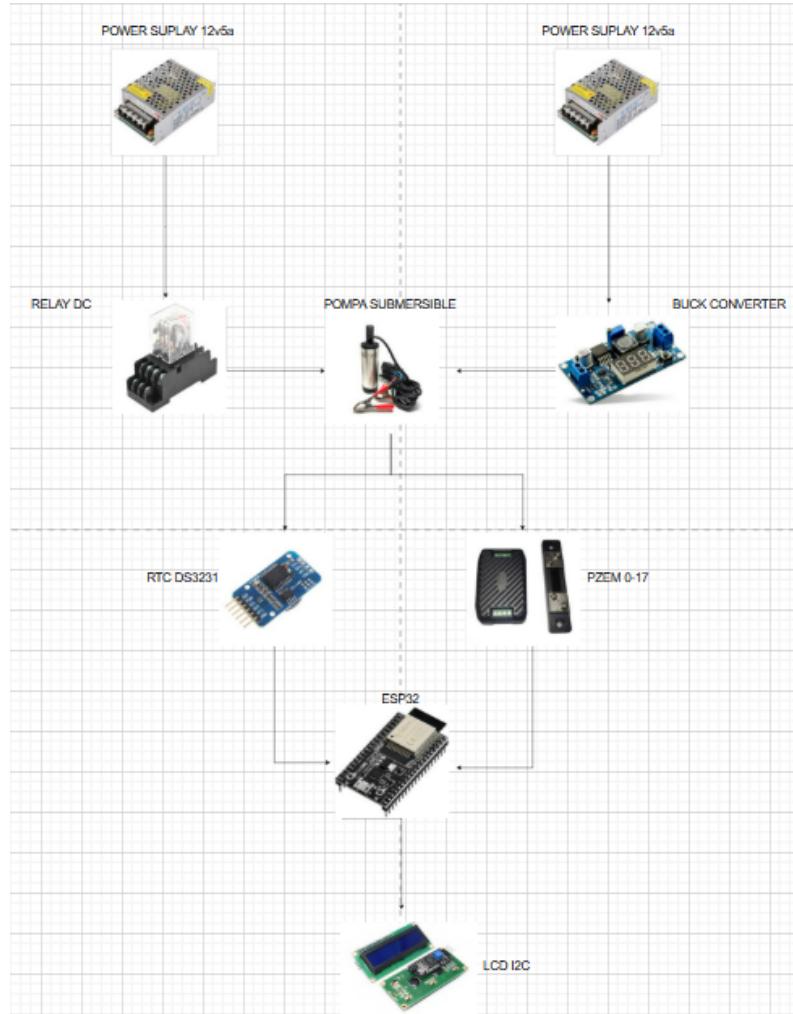
Gambar 3.3 Diagram Alir *Flowchart* Sistem Kerja Alat

3.4 Perencanaan dan Desain

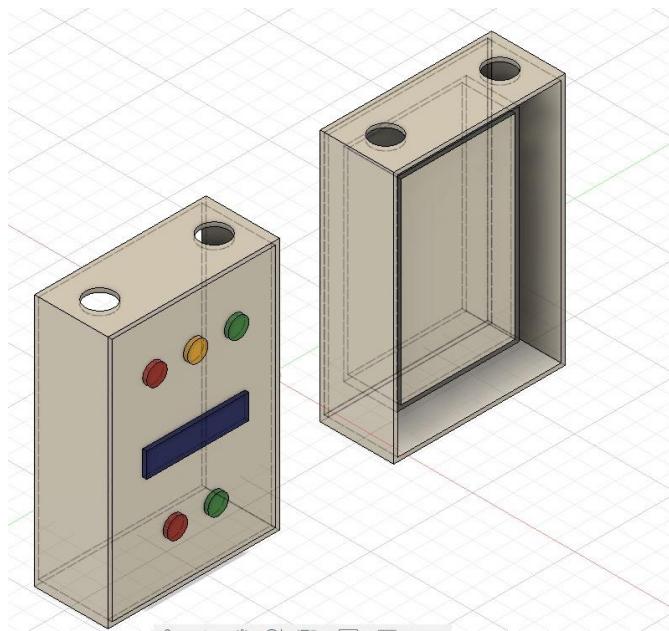
Pada tahap ini dilakukan perancangan sistem mulai dari *hardware* dan *software* dari alat yang akan dibuat. Kemudian dilakukan perancangan desain. Pembuatan desain dimaksudkan untuk memberi gambaran mengenai alat yang akan dibuat, sehingga dapat mempermudah dalam perancangan alat tugas akhir ini.

3.4.1 Perancangan *Hardware*

Pada perancangan *hardware* yang akan dibuat, harus mengetahui kebutuhan apa saja yang dibutuhkan, baik sensor, MCU, dan aktuator. Serta hubungan antar bagian hardware satu sama lain. Perancangan Hardware dapat dilihat pada gambar 3.4 dan 3.5 dibawah.



Gambar 3.4 Rangkaian *Hardware*



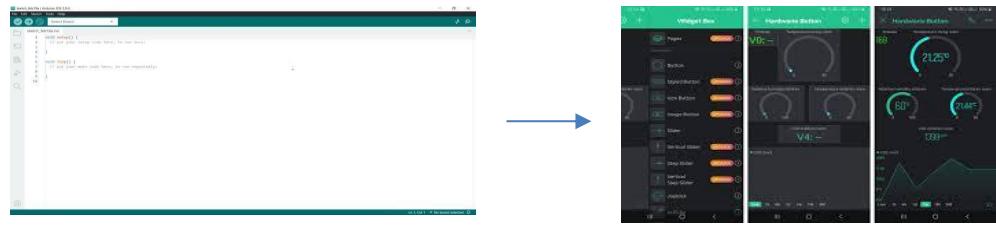
Gambar 3.5 Perancangan *Hardware 3D*

Alur Fungsi Operasional Sistem

- Push button hijau : berfungsi untuk tombol start manual
- Push button merah : berfungsi untuk tombol stop manual
- Pilot lamp merah : saat keadaan pompa sedang mati
- Pilot lamp hijau : saat keadaan pompa hijau
- Pilot lamp kuning : saat keadaan pompa mengalami gangguan
- LCD menampilkan:
 - Tegangan & arus dari **PZEM-017**
 - Status pompa

3.4.2 Perancangan *Software*

Pada tahap perancangan *software* dilakukan kegiatan meliputi pemrograman ESP32 menggunakan *software* Arduino IDE untuk pembacaan data dari sensor yang telah terfilter dan pengiriman data ke Aplikasi Blynk. Pada tahapan ini nantinya hasil monitoring dapat dipantau secara jarak jauh melalui komunikasi ESP32 dan Blynk. Untuk perancangan Software dapat dilihat pada gambar 3.6 dibawah.



Gambar 3.6 Perancangan *Software*

3.5 Perhitungan Presentasi Eror

Perhitungan *persentase error* digunakan untuk mengukur tingkat ketidaksesuaian atau perbedaan antara data yang terbaca oleh suatu alat ukur dengan alat ukur lainnya. Hasil perhitungan *error* ini selanjutnya dapat dipakai untuk mengetahui seberapa besar toleransi pembacaan dari alat tersebut.

3.5.1 Perhitungan Rumus Error Real Time

Untuk mengukur keakuratan sensor waktu atau sistem pencatat waktu (misalnya modul RTC), digunakan rumus **persentase error waktu**, yang menunjukkan seberapa besar penyimpangan waktu yang terjadi dibandingkan dengan waktu referensi. Rumusnya adalah.

$$\text{Error Absolut} = | T \text{ ukur} - T \text{ ideal} |$$

Keterangan:

- Error persen?
- Nilai ukur = nilai pada alat ukur
- Nilai ideal = nilai tegangan tetap

Contoh : Error Absolut = $3745 - 3600 = 145$ detik

$$\text{Error Absolut} = | 3745 - 3600 | = 145 \text{detik}$$

3.5.2 Perhitungan Rumus Error Arus

Untuk mengevaluasi akurasi pengukuran arus oleh sensor **PZEM-017**, digunakan rumus **persentase error arus** yang menghitung seberapa besar selisih antara hasil pembacaan sensor dan nilai referensi, dalam bentuk persentase. Rumus yang digunakan adalah.

$$\text{Error persen} = \frac{\text{Nilai Ukur} - \text{Nilai Ideal}}{\text{Nilai Ideal}} \times 100\%$$

$$\text{Error absolut} = A \text{ ukur} - A \text{ ideal}$$

Keterangan:

- Error persen?
- Nilai ukur = nilai pada alat ukur
- Nilai ideal = nilai tegangan tetap

Contoh : Error Absolut = $2.85 - 3.00 = 0.15\text{A}$

$$\begin{aligned}\text{Error Persen} &= \frac{0.15}{3.00} \times 100\% \\ &= 5\%\end{aligned}$$

3.5.3 Perhitungan Rumus Error Tegangan

Untuk mengukur tingkat keakuratan sensor **PZEM-017** dalam mengukur tegangan, digunakan rumus **persentase error tegangan**. Rumus ini menghitung seberapa besar perbedaan antara nilai tegangan yang terukur oleh sensor dan nilai tegangan referensi, yang dinyatakan dalam bentuk persentase. Rumusnya adalah sebagai berikut

$$\text{Error persen} = \frac{\text{Nilai Ukur} - \text{Nilai Ideal}}{\text{Nilai Ideal}} \times 100\%$$

$$\text{Error absolut} = V \text{ ukur} - V \text{ ideal}$$

Keterangan:

- Error persen?
- Nilai ukur = nilai pada alat ukur
- Nilai ideal = nilai tegangan tetap

Contoh : Error Absolut = $11.80 - 12.00 = 0.20\text{V}$

$$\begin{aligned}\text{Error Persen} &= \frac{0.20}{12.00} \times 100\% \\ &= 1.67\%\end{aligned}$$

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan dijelaskan tentang hasil pengukuran dan pengujian dari parameter awal untuk setiap komponen dan plan yang digunakan. Selain hasil pengukuran dan pengujian juga akan dibahas analisanya. Sehingga pada bab hasil dan pembahasan ini nantinya akan menentukan penyelesaian dari rumusan masalah yang diangkat.

4.1 Pengujian Parsial

Dalam proses pengujian hardware ini memiliki tujuan untuk mengetahui kelayakan modul yang digunakan serta tingkat keakuratan setiap komponen untuk diketahui besar dari presentase *error* yang dihasilkan. Dari tingkat presentase *error* pada komponen tersebut dapat diketahui juga kelayakan dari setiap komponen. Berikut merupakan data hasil pengujian hardware pada tugas akhir ini.

4.1.1 Pengujian *Hardware*

Pada sub-bab ini menjelaskan mengenai pengujian aktual parsial *hardware*.

A. Pengujian *Push Button Start/Stop*

Pengujian ini bertujuan mengetahui tingkat keakuratan tombol *push button start* pada *rangkaian direct on line* dalam *starting* beban. Metode pengukuran dilakukan dengan pengujian sebanyak 10 kali pada tombol start. Hasil dan data pengujian dapat di lihat pada gambar 4.1 dan 4.2 dibawah.



Gambar 4.1 Push Buttom OFF di tekan,
Lampu Merah Menyala



Gambar 4.2 Push Buttom OFF di tekan,
Lampu Merah Menyala

Tabel 4.1 Hasil Pengujian *Push Button start*

Percobaan	Data Pengujian <i>Push Button Start ON/OFF</i>	Pilot Lamp Hijau HIDUP / MATI
1	ON	HIDUP
2	ON	HIDUP
3	ON	HIDUP
4	ON	HIDUP
5	ON	HIDUP

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Push Buttun Stop

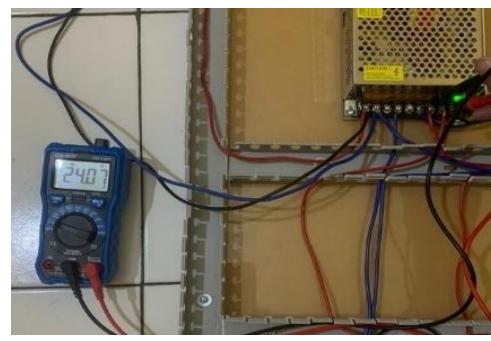
Percobaan	Data Pengujian <i>Push Button Stopt ON/OFF</i>	Pilot Lamp Hijau HIDUP / MATI
1	ON	HIDUP
2	ON	HIDUP
3	ON	HIDUP
4	ON	HIDUP
5	ON	HIDUP

B. Pengujian Power Supply

Pada sub-bab ini dilakukan pengujian *power supply* dimana *power supply* disini menggunakan 2 *power supply* yaitu 12V berjumlah 2 Unit. Oleh karena itu dilakukan kalibrasi alat ukur dengan *power supply* dengan melihat *output power supply* setelah diberi tegangan. Hasil dan data pengujian dapat dilihat pada gambar 4.3 dan 4.4 di bawah ini.



Gambar 4.3 Tegangan Awal Power Suplay 1



Gambar 4.4 Tegangan Awal Power Suplay 2

Tabel 4.3 Data Power Supply 1

C	Nama	Sumber Tegangan (V)	Pembacaan Alat Ukur (V)
1	<i>Power Supply 12V</i>	12	12.20
2	<i>Power Supply 12V</i>	12	11.85
3	<i>Power Supply 12V</i>	12	12.05
4	<i>Power Supply 12V</i>	12	11.75
5	<i>Power Supply 12V</i>	12	12.10

Tabel 4.4 Data Power Supply 2

No	Nama	Sumber Tegangan (V)	Pembacaan Alat Ukur (V)
1	<i>Power Supply 12V</i>	12	13.00
2	<i>Power Supply 12V</i>	12	10.50
3	<i>Power Supply 12V</i>	12	11.30
4	<i>Power Supply 12V</i>	12	12.50
5	<i>Power Supply 12V</i>	12	11.00

C. Pengujian *Lcd I2C 20X4*

Pengujian modul LCD I2C 20x4 dilakukan untuk memastikan bahwa perangkat dapat menampilkan karakter dengan baik pada keempat baris dan seluruh kolom yang tersedia. Dalam pengujian ini, setiap baris ditulisi dengan informasi sederhana guna mengevaluasi keterbacaan tampilan, fungsi pencahayaan latar (backlight), serta keakuratan alamat I2C yang digunakan oleh modul. Keberhasilan pengujian ditandai dengan munculnya teks yang jelas dan stabil pada seluruh baris layar. Pengujian dapat dilihat pada gambar 4.5 dibawah.



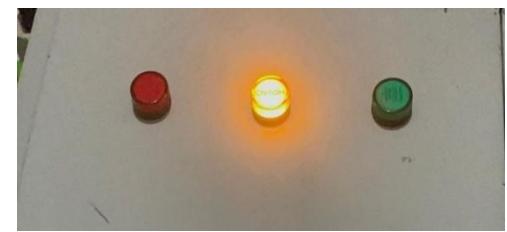
4.5 Gambar Kondisi Lcd I2C 20x4 Menyala

D. Pengujian *Pilot Lamp*

Pengujian pilot lamp dilakukan untuk memastikan bahwa indikator visual tersebut dapat menyala dengan baik saat diberikan tegangan sesuai spesifikasi. Pengujian ini bertujuan untuk memverifikasi fungsi dasar dari pilot lamp sebagai penunjuk status operasional suatu rangkaian atau sistem listrik, baik dalam kondisi aktif maupun nonaktif. Keberhasilan pengujian ditunjukkan oleh nyala lampu yang stabil dan terang saat diberi input, serta padam saat tidak dialiri arus listrik. Pengujian dapat dilihat pada gambar 4.6, 4.7, dan 4.8 dibawah.



Gambar 4.6 Lampu Merah Menyala



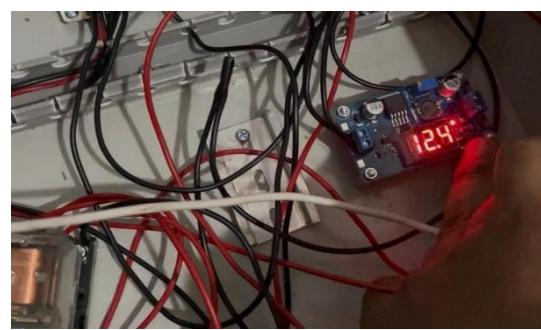
Gambar 4.7 Lampu Kuning Menyala



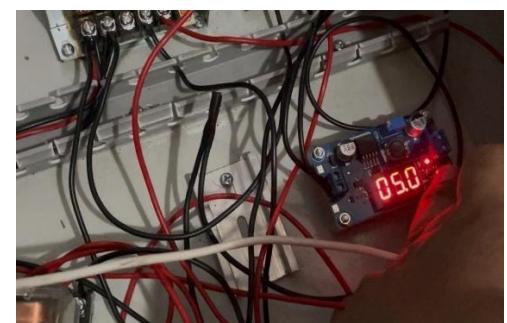
Gambar 4.8 Lampu hijau Menyala

E. Pengujian Buck Converter

Pengujian buck converter dilakukan untuk memastikan kinerjanya dalam menurunkan tegangan input ke tingkat tegangan output yang lebih rendah secara efisien dan stabil. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan regulator dalam mempertahankan tegangan output yang konstan meskipun terjadi variasi pada beban atau tegangan input. Keberhasilan pengujian ditandai dengan keluaran tegangan yang sesuai dengan nilai yang telah ditetapkan, serta tidak terjadi fluktuasi signifikan selama pengoperasian. Pengujian dapat dilihat pada gambar 4.9 dan 4.10 dibawah.



Gambar 4.9 Sebelum di step down



Gambar 4.10 Setelah di step down

F. Pengujian Sensor RTC DS3231

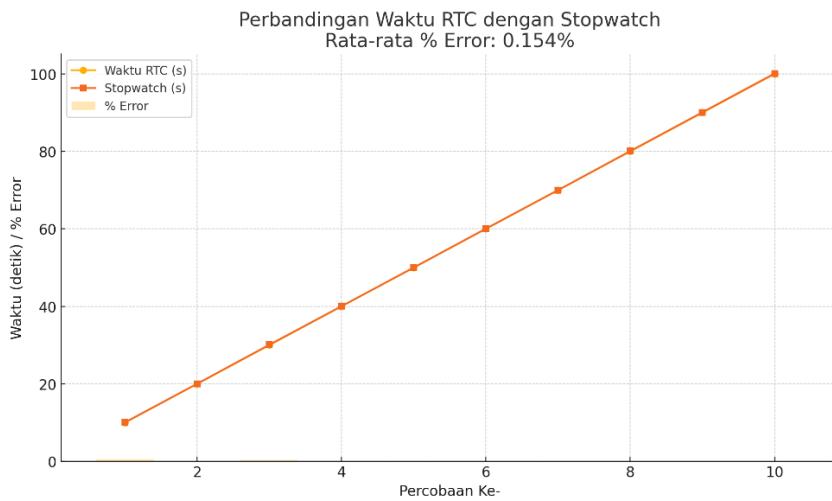
Pada penelitian Tugas Akhir ini sensor *Real Time Clock* yang digunakan adalah sensor RTC seri DS3231. Sensor ini digunakan untuk memonitoring waktu penggunaan pompa dimulai ketika tombol *start* ditekan dan pompa *submersible* mulai berputar atau bekerja. Data hasil perekaman waktu penggunaan akan tersimpan kedalam memori dan dapat dilihat pada menu lihat *counter* pada layar LCD. Pada monitoring ini ditambahkan fitur tambahan opsional berupa *timer* yang dapat menonaktifkan pompa sesuai dengan waktu yang sudah ditentukan. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui keakuratan penunjukan waktu pada sensor dengan membandingkan hasil pengukuran sensor RTC DS3231 dengan *stopwatch*. Metode pengukuran sensor RTC dan stopwatch. Hasil dan data pengujian dapat dilihat pada gambar 4.11 dibawah.



Gambar 4.11 Perbandingan antara Timer dan Stopwatch

Tabel 4.5 Data Pengujian RTC dengan Stopwatch

Percobaan Ke-	RTC(s)	Stopwatch(s)
1	10.00	10.06
2	20.00	20.03
3	30.00	30.09
4	40.00	40.04
5	50.00	50.01
6	60.00	60.05
7	70.00	70.00
8	80.00	80.07
9	90.00	90.09
10	100.00	100.10



4.12 Gambar Grafik data perbandingan RealTime

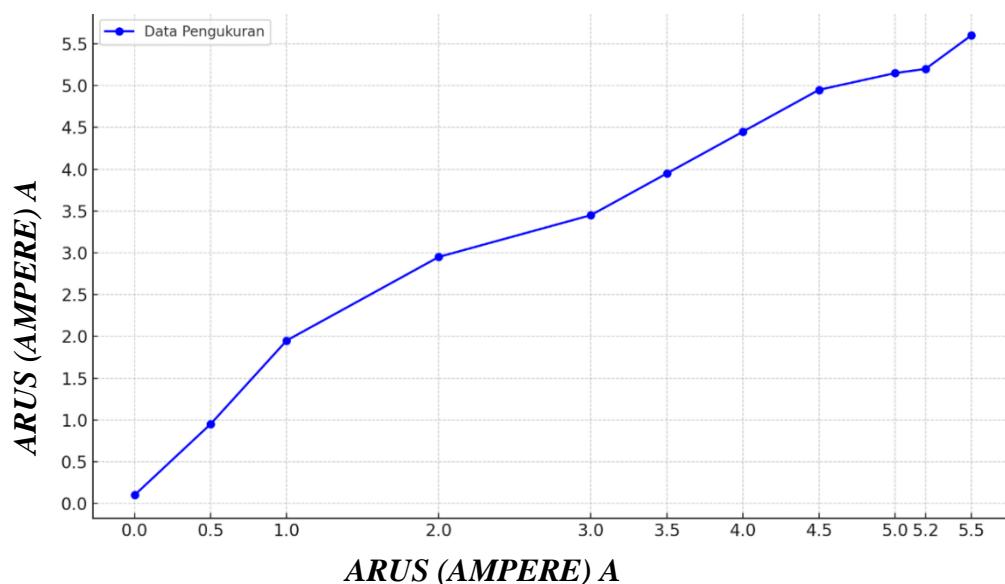
G. Pengujian Sensor PZEM-017

Modul PZEM-017 merupakan sensor pengukuran arus searah (DC) yang dirancang untuk memantau parameter listrik seperti tegangan (V), arus (A), daya (W), dan energi (Wh) secara real-time. Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip shunt, di mana arus listrik yang mengalir melewati shunt eksternal akan dikonversi menjadi nilai pengukuran digital yang dapat dibaca melalui protokol komunikasi Modbus RTU. Agar data dari PZEM-017 dapat dibaca oleh perangkat seperti mikrokontroler (misalnya ESP32, Arduino) atau computer. Hasil dan data pengujian dapat dilihat pada tabel 4.6, 4.7 dan gambar 4.13, 4.14 dibawah.

Tabel 4.6 Pengujian Tegangan pada PZEM 017

No	Arus Input (A)	Kondisi Pompa	Arus PZEM-017 (A)	Keterangan	Sistem Proteksi
1	0.5	Mati / tidak berputar	0.0 – 0.2	Pompa tidak berjalan	Off
2	1.0	Hanya bergetar / macet	0.9 – 1.0	Tidak mampu mendorong air	Off
3	2.0	Mulai berputar lemah	1.9 – 2.0	Putaran ringan, debit air kecil	Off
4	3.0	Berputar stabil sedang	2.9 – 3.0	Mulai efektif	Off

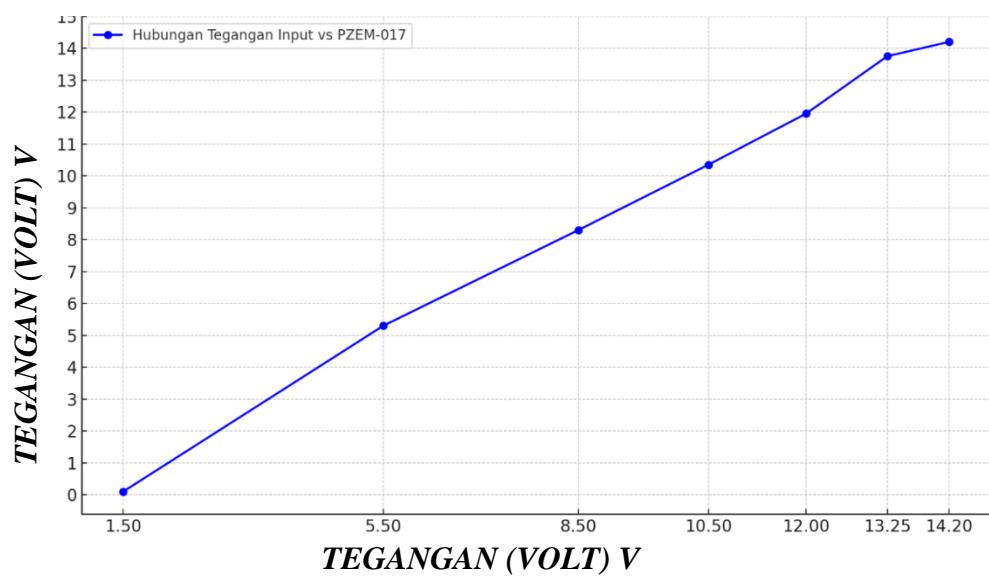
No	Arus Input (A)	Kondisi Pompa	Arus PZEM-017 (A)	Keterangan	Sistem Proteksi
5	3.5	Stabil hampir normal	3.4 – 3.5	Debit air cukup	Off
6	4.0	Stabil normal	3.9 – 4.0	Performa baik	Off
7	4.5	Hampir beban penuh	4.4 – 4.5	Debit maksimal	Off
8	5.0	Nominal penuh	4.9 – 5.0	Kondisi ideal sesuai spesifikasi	Off
9	5.2	Lebih panas / overload	5.1 – 5.2	Risiko pompa cepat rusak	On
10	>5.5	Overload berbahaya	>5.5	Harus diproteksi (relay trip)	On



4.13 Gambar Grafik data perbandingan arus

Tabel 4.7 Pengujian Arus pada PZEM 017

No	Tegangan Input (V)	Kondisi Pompa	Tegangan PZEM-017 (V)	Keterangan	Sistem Proteksi
1	0 – 3	Mati total	0.0 – 0.2	Pompa tidak berputar.	Off
2	4 – 7	Tidak berputar / bergetar	3.8 – 6.8	Risiko stall, tidak disarankan.	Off
3	8 – 9	Mulai berputar lemah	7.8 – 8.8	Pompa mulai bekerja, efisiensi rendah.	Off
4	10 – 11	Hampir normal	9.8 – 10.9	Operasi cukup baik, aman.	Off
5	12 (nominal)	Normal optimal	11.8 – 12.1	Kondisi ideal, performa maksimal.	Off
6	13 – 13.5	Lebih cepat / panas	13.6 – 13.9	Risiko panas berlebih.	On
7	> 14	Overvoltage berbahaya	>14.0	Harus diproteksi (trip).	On



4.14 Gambar Grafik data perbandingan arus

Tabel 4.8 Pengujian keseluruhan PZEM 017

Tegangan Input (V)	Kondisi Pompa	Pembacaan PZEM-017 Tegangan (V)	Pembacaan PZEM-017 Arus (A)	Keterangan & Rekomendasi proteksi
0 – 3	Mati total	0.0 – 0.2	0.00	Motor tidak berputar. Tidak perlu tindakan, tapi cek suplai.
4 – 7	Tidak berputar / hanya bergetar	3.8 – 6.8	0.2 – 1.0	Risiko stall → arus bisa naik tergantung beban. Set <i>stall detection</i> (trip if $I > 2$ A selama t tertentu).
8 – 9	Mulai berputar lemah	7.8 – 8.8	1.5 – 2.5	Pompa mulai bekerja tapi efisiensi rendah; batasi waktu operasi terus-menerus.
10 – 11	Hampir normal	9.8 – 10.9	2.8 – 3.3	Operasi cukup baik; monitor arus agar tidak mencapai inrush/stall level.
~12 (nominal)	Normal optimal	11.8 – 12.1	3.5 – 4.2	Kondisi ideal. Rekomendasi PSU ≥ 5 A. Set proteksi: OV ≈ 13.8 V, UV ≈ 10.5 V, OC trip ≈ 5 –6 A.
13 – 13.5	Lebih cepat / panas	13.6 – 13.9	4.0 – 5.0	Lebih panas — batasi durasi. Trip jika arus > 5 A atau suhu motor naik.
> 14	Overvoltage berbahaya	>14.0	>5.0	Risiko kerusakan. Trip segera; jangan biarkan berlangsung.

4.1.2 Pengujian Software

Pada sub-bab ini menjelaskan mengenai pengujian aktual *software*

A. Pengujian Aplikasi *Blynk*

Pengujian aplikasi yang dikembangkan menggunakan Blynk dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh fungsi antarmuka dan logika program berjalan sesuai dengan rancangan. Pengujian ini mencakup uji tampilan, navigasi antar halaman, serta interaksi aplikasi dengan sensor atau perangkat eksternal melalui koneksi seperti Bluetooth atau WiFi. Keberhasilan pengujian ditandai dengan respons aplikasi yang tepat terhadap input pengguna dan komunikasi data. Pengujian dapat dilihat pada gambar 4.15 dibawah.



Gambar 4.15 Pengujian BLYNK

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan dari pengujian perangkat hingga sistem kontrol monitoring dan proteksi pada Pompa Submersible, maka disimpulkan bahwa:

1. Panel kontrol monitoring berhasil dirancang untuk memantau waktu penggunaan pompa submersible serta parameter arus dan tegangan. Sistem ini mampu memberikan informasi secara real time sehingga memudahkan pengguna dalam mengetahui kondisi operasional pompa.
2. Implementasi sistem monitoring dan kontrol pada pompa submersible dapat berjalan sesuai dengan fungsi yang direncanakan, di mana pengguna dapat memperoleh data penggunaan pompa serta memastikan kinerja pompa tetap berada dalam kondisi aman.
3. Sistem proteksi yang dirancang mampu bekerja dengan baik dalam memberikan perlindungan terhadap pompa dari kondisi kerja yang tidak normal, seperti kelebihan arus atau tegangan, sehingga dapat memperpanjang umur pakai pompa dan mengurangi risiko kerusakan.
4. Berdasarkan hasil pengujian, saat tegangan input berada pada 0–3 V dengan arus 0,5 A, motor pompa belum berputar. Pompa mulai berputar pada tegangan input 8–9 V dengan arus 3,5 A, dan bekerja dengan normal ketika tegangan input mencapai 12 V dengan arus 4,0 A. Hal ini menunjukkan bahwa sistem monitoring dapat mendeteksi dengan baik kondisi kerja pompa sejak awal hingga mencapai keadaan normal.

5.2 Saran

Hasil penelitian yang telah dilakukan pada buku tugas akhir ini ada beberapa masukan untuk penelitian selanjutnya, yaitu sebagai berikut

1. Sistem monitoring dapat dikembangkan dengan menambahkan fitur penyimpanan data berbasis database atau cloud agar histori penggunaan pompa dapat dianalisis lebih lanjut.
2. Perlu dilakukan pengujian lebih luas dalam kondisi lapangan yang berbeda (misalnya beban yang lebih besar, variasi tegangan, atau lingkungan dengan kelembaban tinggi) untuk memastikan keandalan sistem.
3. Dapat ditambahkan sistem notifikasi (SMS, aplikasi mobile, atau alarm suara) agar pengguna lebih cepat mengetahui adanya gangguan atau kondisi abnormal pada pompa.
4. Pengembangan berikutnya dapat mengintegrasikan teknologi IoT (Internet of Things) sehingga panel kontrol dapat dipantau dari jarak jauh secara real time.

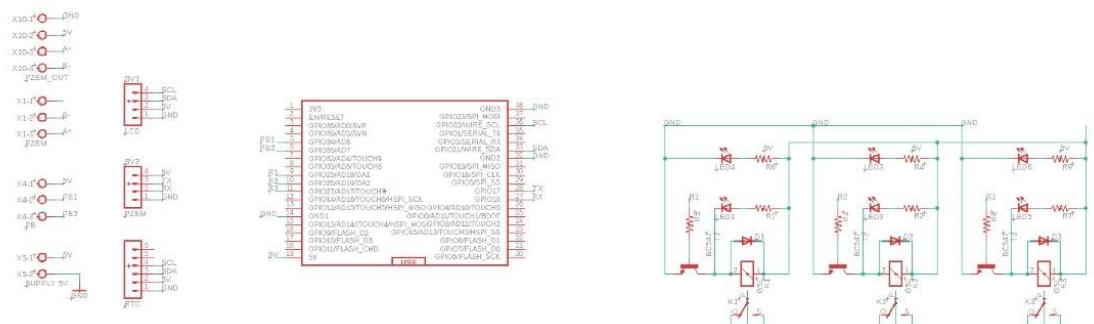
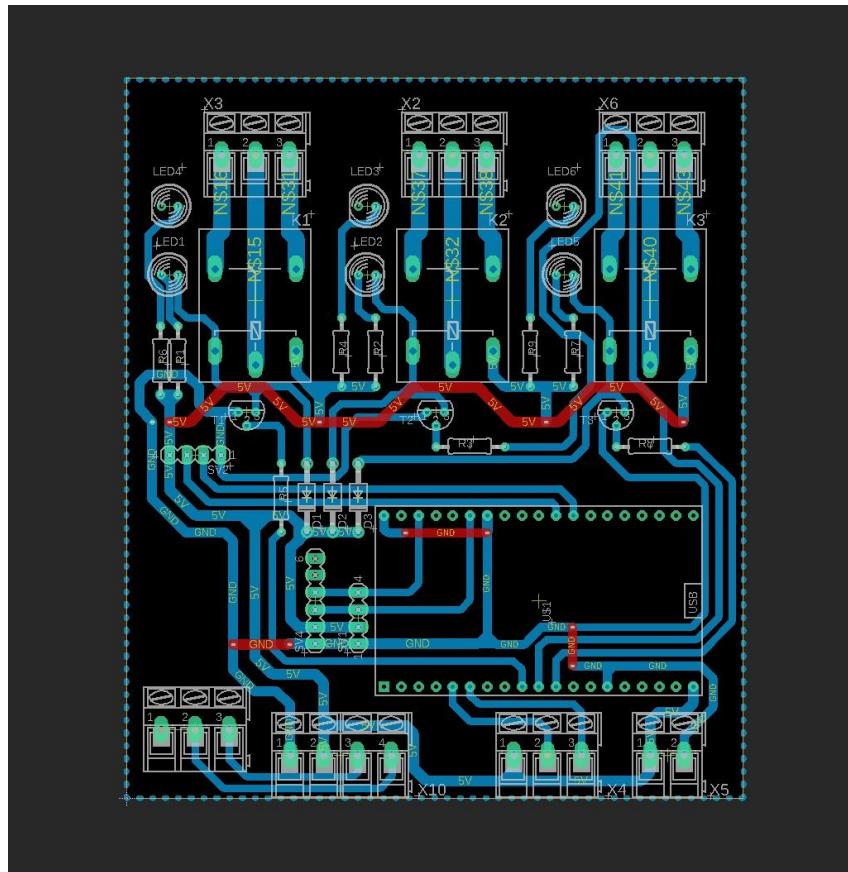
DAFTAR PUSTAKA

- A. D. Arianto, Y. Ananda, and A. A. Nasution, “Perancangan Simulasi Sistem Kontrol 2 Pompa Air Bersih Otomatis Berdasarkan Sensor Floatless,” *JET (Journal Electr. Technol.)*, vol. 8, no. 3, pp. 78–82, 2023.
- Darji, 2014. Mengenal Kontaktor Magnetik. [Online] Available at: <http://kangdarji.blogspot.com/2014/03/mengenal-kontaktormagnetik-magnetic.html> [Accessed Kamis April 2021].
- I. G. S. Sudaryana, “Pemanfaatan Relai Tunda Waktu Dan Kontaktor Pada Panel Hubung Bagi (Phb) Untuk Praktek Penghasutan Starting Motor Star Delta,” *J. Pendidik. Teknol. dan Kejuru.*, vol. 12, no. 2, 2015, doi: 10.23887/jptk.v12i2.6478.
- Lin, Y.-W. & Lin, Y.-B., 2019. An Arduino Network Application Development Platform Based On IoT Talk. *IEEE System Journal*, Issue IEEE, pp. 468-476.
- N. W. Rasmini, “Perencanaan Pemilihan Pompa dan Sistem Kontrol Kerja Pompa Untuk Penyediaan Air Bersih Pada Rumah Tangga,” *Matrix J. Manaj. Teknol. dan Inform.*, vol. 7, no. 2, pp. 32–37, 201.
- Pribadi, A., 2021. Kementerian ESDM RI. [Online] PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC) CP1E-E40DR-A. GEMA TEKNOLOGI, 17 (Fakultas Teknik Universitas Diponegoro), p. 82.
- Radionov, A., Usaty, D. & Savostyanov, O., 2003. Pulsed Power Supply unit for microcontroller. International Scientific and Practical Conference Of student, Issue IEEE.
- sagyogo, B. et al., 2011. PERSYARATAN UMUM INSTLASI LISTRIK 2011. 2014 ed. Indonesia: Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral Driectorat Jendral Ketenagalistrikan.
- Sanspower, 2020. Memahami Cara Kerja Pompa Submersible. [Online]
- Shi, Z., Lu, Y., Chen, Y. & Fen, J., 2014. The real-time diagnosis of optocoupler in switching mode power supply. International Conference on Reability Maintanability and Safety, Issue IEEE.
- Shobirin, A. N., 2011. Automation Engineering. [Online]

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN

Gambar Scematik dan Board PCB



Spesifikasi Pompa Submersible 12V DC

Deskripsi produk

^

Submersible Pump / Pompa Satelit

100% Copper Wire / screw pump

Specifications:Product

Description Material: stainless steel

Color: Silver

Size: 36cmx10cmx10cm

Cable length: 4.5meters

Voltage: 12V

Outlet: 1inch

Casing: 83cm (untuk sumur bor 4inch)

Rated head: 40m

Rater Flow: 1.8m3/h

Power: 300w

Stainlessl body,High quality, Hemat Listrik,

Detail produk

SKU 50A : G02B08

SKU 100A : F05B03

SKU 300A : G01B06

SUDAH TERMASUK SHUNT, SILAHKAN PILIH
UKURAN SHUNT DI VARIAN

PZEM-017 INI PORT KOMUNIKASINYA HARUS
DAPAT SUPPLY UNTUK DAPAT BEKERJA, BERBEDA
DENGAN SERI PZEM-016 YG HANYA CUKUP A DAN
B YG TERKONEKSI, SERI PZEM-017 ITU GND DAN
VCC NYA JUGA HARUS TERKONEKSI KE RS485
MODULENYA

Spesifikasi :

1. Working voltage: 0.05 ~300VDC
2. Test voltage: 0.05 ~300VDC
3. Rated power: 0.02A-300A/0.2-90kW
4. Measurement accuracy: 1.0 grade

Function and Display format

1 Voltage

1.1 Measuring range:0.05-300V. (when the test
voltage is <7V, please use the independent power
supply mode)

1.2 Resolution:0.01V.

1.3 Measurement accuracy:1%.

2 Current

2.1 Measuring range: 0.02-300A(PZEM-017;can be
matched with 50,100,300A).

2.2 Resolution:0.01A

2.3 Measurement accuracy:1%

3 Power

3.1 Measuring range: 0.2-90kW (PZEM-017)

3.2 Resolution: 0.1W

3.3 Measurement accuracy: 1%

4 Energy Consumption

4.1 Measuring range: 0-9999kWh

4.2 Resolution: 1Wh

4.3 Measurement accuracy: 1%

Reset energy: use software to reset.

Over Voltage alarm

Voltage threshold can be set, divided into high voltage and low voltage threshold, when the measured voltage exceeds the threshold, it can alarm

The default high voltage threshold is 300V, the default low voltage threshold is 7V.

Communication interface

RS485 interface.

Communication protocol

Physical layer protocol

Physical layer uses UART to RS485 communication interface.

Baud rate is 9600, 8 data bits, 2 stop bits, no parity.

Other instructions

1 RS485 interface is passive output, need external connect 5V power supply and the the external power supply should $>100\text{mA}$.

2 When the input test voltage is less than 7V, it must supply 5V independent work voltage through MICRO USB port;

Note: Do not use the USB port bring by your PC to be the independent power supply, otherwise it may damage your PC !

Working temperature

-20°C ~ +60°C

Deskripsi produk



RTC DS3231 SERI SN REAL TIME CLOCK I2C +
BATTERY MODULE MODUL DS3231SN
TERMASUK BATERAI SERI SN

Feature :

- =====
- Accuracy 2ppm from 0C to +40C
 - Accuracy 3.5ppm from -40C to +85C
 - Battery Backup Input for Continuous Timekeeping
 - Operating Temperature Ranges : 0C to +70C
 - Low-Power Consumption
 - Real-Time Clock Counts Seconds, Minutes, Hours, Day, Date, Month, and Year with Leap Year Compensation Valid Up to 2100
 - Two Time-of-Day Alarms
 - Programmable Square-Wave Output
 - Fast (400kHz) I2C Interface
 - 3.3V and 5V

Deskripsi produk

^

SPESIFIKASI :

Number of cores : 2 (dual core)

Wi-Fi : 2.4 GHz up to 150 Mbits/s

Bluetooth : BLE (Bluetooth Low Energy) and legacy

Bluetooth

Architecture : 32 bits

Clock frequency : Up to 240 MHz

RAM : 512 KB

Pins : 30 or 36 (depends on the model)

Peripherals : Capacitive touch, ADC (analog to digital converter), DAC (digital to analog converter), I2C (Inter-Integrated Circuit), UART (universal asynchronous receiver/transmitter), CAN 2.0 (Controller Area Network), SPI (Serial Peripheral Interface), I2S (Integrated Inter-IC Sound), RMII (Reduced Media-Independent Interface), PWM (pulse width modulation), and more.

Pemograman Arduino

```
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6dRnxygp3"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "Monitoring Pompa SUB"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "XZVaEQif152HHqsJjRAUuxBBIn10I9gL"

#include <WiFi.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <BlynkSimpleEsp32.h>
#include <ModbusMaster.h>
#include <RTClib.h>

// WiFi
char ssid[] = "WAWAN";
char pass[] = "12345678";

// Pin Konfigurasi
#define RELAY_POMPA 25
#define RELAY_OVERLOAD 27
#define RELAY_STATUS 26
#define BUTTON_START 13 // NO
#define BUTTON_STOP 12 // NC
#define RXD2 17
#define TXD2 16

// Objek
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 24, 4);
RTC_DS3231 rtc;
ModbusMaster pzem;
BlynkTimer timer;

// Variabel status
bool pumpRunning = false;
bool overloadSimulated = false;
unsigned long pumpStartMillis = 0;
unsigned long pumpDuration = 0;
DateTime startTime;

void setupPZEM() {
  Serial2.begin(9600, SERIAL_8N1, RXD2, TXD2);
  pzem.begin(1, Serial2); // slave ID
}

void setup() {
  Serial.begin(115200);
```

```

Blynk.begin(BLYNK_AUTH_TOKEN, ssid, pass);
rtc.begin();
lcd.init();
lcd.backlight();

pinMode(RELAY_POMPA, OUTPUT);
pinMode(RELAY_OVERLOAD, OUTPUT);
pinMode(RELAY_STATUS, OUTPUT);

pinMode(BUTTON_START, INPUT_PULLUP);
pinMode(BUTTON_STOP, INPUT_PULLUP);

setupPZEM();

timer.setInterval(2000L, readSensors);
timer.setInterval(300L, checkButtons);
}

void readSensors() {
    if (overloadSimulated) return; // jika simulasi overload aktif,
skip baca sensor

    uint8_t result;
    float voltage = 0, current = 0, power = 0, energy = 0;

    result = pzem.readInputRegisters(0x0000, 6);
    if (result == pzem.ku8MBSuccess) {
        voltage = pzem.getResponseBuffer(0) / 100.0;
        current = pzem.getResponseBuffer(1) / 1000.0;
        power   = pzem.getResponseBuffer(3) / 10.0;
        energy   = pzem.getResponseBuffer(5) / 1000.0;
    } else {
        Serial.print("Modbus read failed. Code: ");
        Serial.println(result);
        lcd.setCursor(0, 0);
        lcd.print("PZEM Error: ");
        lcd.print(result);
        return;
    }

    Blynk.virtualWrite(V10, voltage);
    Blynk.virtualWrite(V11, current);
    Blynk.virtualWrite(V12, power);
    Blynk.virtualWrite(V13, energy);
}

```

```

lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Volt : ");
lcd.print(voltage, 1);
lcd.print(" V");

lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("Amp : ");
lcd.print(current, 2);
lcd.print(" A");

lcd.setCursor(0, 2);
lcd.print("Power: ");
lcd.print(power, 1);
lcd.print(" W");

lcd.setCursor(0, 3);
lcd.print("Energy:");
lcd.print(energy, 3);
lcd.print(" kWh");

if (current > 3.5) {
    digitalWrite(RELAY_OVERLOAD, HIGH);
    stopPump();
    Blynk.virtualWrite(V14, "⚠ Overload Otomatis!");
    Blynk.virtualWrite(V3, 0);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("⚠ OVERLOAD Detected");
}
}

void checkButtons() {
    static bool lastStart = HIGH;
    static bool lastStop = LOW; // NC default: LOW (terhubung GND)

    bool nowStart = digitalRead(BUTTON_START);
    bool nowStop = digitalRead(BUTTON_STOP);

    // Tombol Start (NO): trigger saat ditekan (HIGH → LOW)
    if (lastStart == HIGH && nowStart == LOW) {
        Serial.println("Tombol START ditekan");
    }
}

```

```

        startPump();
    }

    // Tombol Stop (NC): trigger saat dilepas (LOW → HIGH)
    if (lastStop == LOW && nowStop == HIGH) {
        Serial.println("Tombol STOP ditekan (NC)");
        stopPump();
    }

    lastStart = nowStart;
    lastStop = nowStop;
}

void startPump() {
    if (!pumpRunning && !overloadSimulated) {
        digitalWrite(RELAY_POMPA, HIGH);
        digitalWrite(RELAY_STATUS, HIGH);
        pumpRunning = true;
        pumpStartMillis = millis();
        startTime = rtc.now();
        Blynk.virtualWrite(V14, "Pompa Aktif");
        Blynk.virtualWrite(V3, 1); // indikator hijau ON
        Blynk.virtualWrite(V4, 0); // indikator sistem OFF mati
    }
}

void stopPump() {
    if (pumpRunning) {
        digitalWrite(RELAY_POMPA, LOW);
        digitalWrite(RELAY_STATUS, LOW);
        digitalWrite(RELAY_OVERLOAD, LOW);
        pumpRunning = false;
        pumpDuration = millis() - pumpStartMillis;

        char buffer[40];
        sprintf(buffer, "Durasi: %lu detik", pumpDuration / 1000);
        Blynk.virtualWrite(V15, buffer);
        Blynk.virtualWrite(V14, "Pompa OFF");
        Blynk.virtualWrite(V3, 0); // indikator hijau OFF
        Blynk.virtualWrite(V4, 1); // sistem OFF ON (lampa merah)
    }
}

```

```

        lcd.setCursor(0, 3);
        lcd.print("Durasi:");
        lcd.print(pumpDuration / 1000);
        lcd.print("s      ");
    }
}

// Simulasi overload dari Blynk
BLYNK_WRITE(V2) {
    if (param.asInt()) {
        overloadSimulated = true;
        digitalWrite(RELAY_OVERLOAD, HIGH);
        stopPump();
        Blynk.virtualWrite(V14, "⚠ Overload Simulasi!");
    } else {
        overloadSimulated = false;
        digitalWrite(RELAY_OVERLOAD, LOW);
    }
}

BLYNK_WRITE(V0) {
    if (param.asInt()) startPump();
}

BLYNK_WRITE(V1) {
    if (param.asInt()) stopPump();
}

// Update durasi real-time
void updateDuration() {
    if (pumpRunning) {
        TimeSpan elapsed = rtc.now() - startTime;
        char durasi[16];
        sprintf(durasi, "%02ld:%02ld:%02ld", elapsed.hours(),
        elapsed.minutes(), elapsed.seconds());
        Blynk.virtualWrite(V16, durasi);
        lcd.setCursor(0, 3);
        lcd.print("Durasi: ");
        lcd.print(durasi);
        lcd.print("      ");
    }
}

void loop() {
    Blynk.run();
    timer.run();
    updateDuration();
}

```

BIODATA PENULIS



1. Nama Lengkap : Rachmad Edna Febrian Syaputra
2. NRP : 0421030043
3. Program Studi : Teknik Kelistrikan Kapal
4. Jenis Kelamin : Laki-laki
5. Agama : Islam
6. Kewarganegaraan : Indonesia
7. Tempat, Tanggal lahir : Tuban, 25 Februari 2003
8. Alamat : JL Hayam Wuruk, Lingk Dondong, Gedongombo, Kec. Semanding, Kab. Tuban
9. No. telp/HP : 0895363380406
10. E-mail : rachmadedna@student.ppons.ac.id
11. Nama Orang Tua/Wali
 - a. Ayah : Edy Lugito
 - b. Ibu : Nina Hidayati
12. Alamat Orang Tua/Wali : JL Hayam Wuruk, Lingk Dondong, Gedongombo, Kec. Semanding, Kab. Tuban
13. Riwayat Pendidikan
 1. 2009-2015 : SDN Kebonsari 2 Tuban
 2. 2015-2018 : Mts Negeri 1 Tuban
 3. 2018-2021 : MA Negeri 1 Tuban
 4. 2021-2025 : Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya