

**SISTEM MONITORING PANEL LISTRIK
BERBASIS *IOT* MENGGUNAKAN *MIKROKONTROLER ESP32*
DENGAN *NOTIFIKASI TELEGRAM***



LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Studi
Jenjang Program Diploma Tiga

Oleh :

Nama : Bayu Setiawan Rahmat

NIM 24014003

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK ELEKTRONIKA
POLITEKNIK HARAPAN BERSAMA TEGAL**

2025

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Bayu Setiawan Rahmat

NIM : 24014003

Adalah mahasiswa proram studi DIII Teknik Elektronika Politeknik Harapan

Bersama, dengan ini menyatakan bahwa laporan tugas akhir yang berjudul :

**“SISTEM MONITORING PANEL LISTRIK BERBASIS IOT
MENGUNAKAN MIKROKONTROLER ESP32 DENGAN NOTIFIKASI
TELEGRAM”**


Merupakan hasil pemikiran sendiri secara orisinil dan saya susun secara mandiri dengan tidak melanggar kode etik hak karya cipta. Pada Laporan Tugas Akhir ini juga bukan merupakan karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik tertentu di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka

Apabila kemudian hari ternyata laporan tugas akhir ini terbukti melanggar kode etik karya cipta atau merupakan karya cipta yang dikategorikan mengandung unsur plagiatisme, maka saya bersedia untuk melakukan penelitian baru dan menyusun laporannya sebagai laporan tugas akhir sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan in saya buat denga sebenarnya dan sesungguhnya.

Semarang, 30 Juni 2025

Pernyataan
Bayu Setiawan Rahmat
NIM. 24014003



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademika Politeknik Harapan Bersama Tegal, Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Bayu Setiawan Rahmat
NIM : 24014003
Jurusan/Program Studi : DIII Teknik Elektronika
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Harapan Bersama Tegal **Hak Bebas Royalti *Noneksklusif*** (*None exclusive Royalty Free Right*) atas Tugas Akhir saya yang berjudul :

**“SISTEM MONITORING PANEL LISTRIK BERBASIS IOT
MENGUNAKAN MIKROKONTROLER ESP32 DENGAN NOTIFIKASI
TELEGRAM”**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti *Noneksklusif* ini Politeknik Harapan Bersama Tegal berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk data (database), merawat dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang

Pada Tanggal : 30 Juni 2025

Yang menyatakan,
(Bayu Setiawan Rahmat)

HALAMAN REKOMENDASI

Laporan Tugas Akhir (TA) yang berjudul “**SISTEM MONITORING PANEL LISTRIK BERBASIS IOT MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ESP32 DENGAN NOTIFIKASI TELEGRAM**” yang disusun oleh Bayu Setiawan Rahmat, NIM 24014003 telah mendapat persetujuan pembimbing dan siap dipertahankan di depan Tim Penguji laporan Tugas Akhir (TA) Program Studi DIII Teknik Elektronika Politeknik Harapan Bersama Tegal.

Tegal, 6 Agustus 2025

Mengetahui,

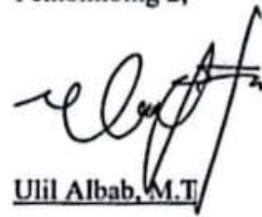
Pembimbing 1,



Qirom, M.T

NIPY. 09.015.281

Pembimbing 2,



Ulil Albab, M.T

NIPY.04.015.271

HALAMAN PENGESAHAN


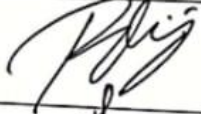

Judul : **“SISTEM MONITORING PANEL LISTRIK BERBASIS IOT MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ESP32 DENGAN NOTIFIKASI TELEGRAM”**

Nama : Bayu Setiawan Rahmat
NIM : 24014003
Program Studi : Teknik Elektronika
Jenjang : Diploma Tiga

Dinyatakan LULUS setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Laporan Tugas Akhir Program Studi DIII Teknik Elektronika Politeknik Harapan Bersama

Tegal, 6 Agustus 2025

Tim penguji,

Nama		Tanda Tangan
1. Ketua penguji	Bahrn Niam, M.T	
2. Penguji 1	Rony Darpono, M.T	
3. Penguji 2	Dany Sucipto, M.T	

Mengetahui,

Ketua Program Studi DIII Teknik Elektronika
Politeknik Harapan Bersama




Rony Darpono, M.T
NIPY.09.015.282

HALAMAN MOTTO

“Cita - cita tertinggi dari pendidikan adalah membentuk manusia yang merdeka
dalam berpikir dan bertindak”

- Ki Hadjar Dewantara -

“Orang boleh pandai setinggi langit, tapi selama ia tidak menulis, ia akan hilang di
dalam masyarakat dan dari sejarah”

- Pramoedya Ananta Toer -

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur terhadap Allah SWT saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dan saya persembahkan kepada orang-orang yang sangat membantu dalam segala situasi dan kondisi

1. Kepada kedua orang tua yang selalu mendoakan untuk kebaikan anak- anaknya selau meberikan kasih sayang, dukungan dan motivasi.
2. Istri dan keluarga kecil saya yang selalu mendoakan menasehati dan menyayangi sepetuh hati.
3. Dosen pembimbing yang telah membimbing dan memberikan ilmu serta motivasi selama proses penyusunan laporan
4. Semua teman-teman serta rekan kerja PT Air Semarang Barat yang telah mendoakan, mendukung, dan memberi semangat kepada dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Semua pihak yang telah memberikan dukungan dan inspirasi, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan sumbangan untuk pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

HALAMAN PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang yang telah melimpahkan segala Rahmat, hidayah, dan inayah-Nya hingga terselesaikannya laporan Tugas Akhir dengan judul :

“SISTEM MONITORING PANEL LISTRIK BERBASIS *IOT* MENGGUNAKAN *MIKROKONTROLER ESP32* DENGAN *NOTIFIKASI TELEGRAM*”

Tugas akhir merupakan suatu kewajiban yang harus dilaksanakan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan dalam mencapai derajat Ahli Madya pada Program Studi DIII Teknik Elektronika Politeknik Harapan Bersama Tegal. Selama melaksanakan penelitian dan kemudian tersusun dalam laporan Tugas Akhir ini, banyak pihak yang memberikan bantuan, dukungan, dan bimbingan.

Pada kesempatan ini, tidak lupa diucapkan terima kasih yang sebesar- besarnya kepada:

1. Bapak Ibu pimpinan Moya Group.
2. Bapak Agung Hendarto, S.E., MA selaku Direktur Politeknik Harapan Bersama Tegal.
3. Bapak Rony Darpono, M.T selaku Ketua Prodi DIII Teknik Elektronika Politeknik Harapan Bersama Tegal .
4. Bapak Qirom, M.T selaku Pembimbing I.
5. Bapak Ulil Albab, M.T selaku Pembimbing II
6. Semua pihak yang membantu dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini.

Semarang, 30 Juni 2025

ABSTRAK

Perkembangan industri yang pesat mengharuskan penerapan teknologi otomasi yang handal, khususnya dalam pengelolaan panel listrik sebagai komponen vital dalam sistem kelistrikan industri. PT Air Semarang Barat mengalami kendala terkait kinerja panel kontrol pompa akibat minimnya pemantauan secara real-time dan pemeliharaan yang kurang optimal. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengembangkan sistem monitoring panel listrik berbasis Internet of Things (IoT) dengan menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor DHT22, MQ2, dan PZEM004T, serta aplikasi Blynk dan Telegram sebagai media monitoring dan notifikasi. Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan pendekatan kualitatif, meliputi analisis kebutuhan, perancangan sistem, pengembangan perangkat keras dan lunak, serta evaluasi fungsi sistem. Sistem yang dikembangkan memungkinkan pemantauan parameter tegangan, arus, daya, suhu, kelembapan, dan gas secara real-time dari jarak jauh, serta memberikan peringatan dini terhadap potensi kerusakan pada panel listrik. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa sistem ini efektif dalam meningkatkan efisiensi pengawasan dan pemeliharaan panel listrik, sehingga mampu meminimalisir risiko kegagalan sistem kelistrikan dan mendukung kelancaran operasional industri.

Kata kunci : Monitoring panel listrik, *Internet Of Things (IoT)*, Suhu dan kelembapan, ESP32, *Software blynk*

DAFTAR ISI

COVER.....	i
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iii
HALAMAN REKOMENDASI.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
HALAMAN MOTTO.....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vii
HALAMAN PENGANTAR.....	viii
ABSTRAK.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan.....	6
1.5 Manfaat.....	6
1.6 Sistematika Penulisan.....	7
BAB II LANDASAN TEORI.....	8
2.1 Tinjauan Pustaka.....	8
2.2 Landasan Teori.....	9
2.2.1 ESP32.....	11
2.2.2 Sensor DHT-22.....	13
2.2.3 Sensor MQ-2.....	15
2.2.4 Aplikasi Blynk.....	16
2.2.5 Aplikasi Telegram.....	17
2.2.6 Arduino IDE.....	18
2.2.7 <i>Exhaust Fan</i>	19
2.2.8 Relay.....	22

2.2.9 Kabel Jumper.....	23
2.2.10 MCB (<i>Miniature Circuit Breaker</i>).....	25
2.2.11 <i>Power Supply</i>	27
2.2.12 <i>PCB Board Matrix</i>	28
2.2.13 Box Case.....	29
2.2.14 LCD I2C.....	29
2.2.15 Sensor PZEM-004T.....	31
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	33
3.1 Model Penelitian.....	33
3.2 Prosedur Penelitian.....	34
3.2.1 Identifikasi Masalah.....	35
3.2.2 Menentukan Ruang Lingkup dan Tujuan.....	35
3.2.3 Menyiapkan Alat dan Bahan.....	36
3.2.4 Pembuatan Alat.....	36
3.2.5 Pengujian Hasil Alat.....	36
3.2.6 Pembuatan Laporan.....	36
3.3 Teknik Pengumpulan Data.....	36
3.3.1 Observasi.....	36
3.3.2 Studi Literatur.....	37
3.4 Instrumen Penelitian.....	37
3.4.1 Instrumen Alat dan bahan.....	37
3.4.2 Instrumen Software.....	40
3.5 Tahap Perancangan Alat.....	40
3.5.1 Flowchart.....	41
3.5.2 Gambar Rangkaian.....	43
3.5.3 Perancangan perangkat Keras.....	46
3.5.4 Perancangan Perangkat Lunak.....	48
3.5.5 Perancangan Notifikasi Sensor.....	51
BAB IV PEMBAHASAN.....	53
4.1 Hasil Prototipe Alat.....	53
4.2 Hasil Pengujian Tegangan.....	54
4.3 Hasil Pengujian Arus.....	57
4.4 Hasil Pengujian Sensor DHT22.....	61

4.5 Hasil Monitoring Sistem Pada Blynk.....	66
4.6 Hasil Notifikasi Telegram.....	72
BAB V PENUTUP.....	74
5.1 Kesimpulan.....	74
5.2 Saran.....	75
DAFTAR PUSTAKA.....	76
DAFTAR LAMPIRAN.....	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 ESP32 Pinout diagram.....	12
Gambar 2. 2 Sensor DHT-22.....	13
Gambar 2. 3 Sensor MQ-2.....	15
Gambar 2. 4 Aplikasi Blynk IoT.....	17
Gambar 2. 5 Aplikasi Telegram.....	18
Gambar 2. 6 Arduino IDE.....	19
Gambar 2. 7 Cooling Fan.....	21
Gambar 2. 8 Relay.....	22
Gambar 2. 9 Kabel Jumper Male to Male.....	23
Gambar 2. 10 Kabel Jumper Male to Female.....	23
Gambar 2. 11 Kabel Jumper Female to Female.....	24
Gambar 2. 12 Miniatur Cirkuit Breaker.....	25
Gambar 2. 13 Power Supply.....	26
Gambar 2. 14 PCB Board Matrix.....	28
Gambar 2. 15 Box Case Hitam.....	28
Gambar 2. 16 LCD I2C.....	30
Gambar 2. 17 Sensor PZEM004T.....	31

Gambar 3. 1 Flowchart prosedur penelitian.....	34
Gambar 3. 2 Flowchart Sistem Kerja Alat.....	40
Gambar 3. 3 Rangkaian Kontrol.....	42
Gambar 3. 4 Rangkaian PZEM004T.....	42
Gambar 3. 5 Desain prototipe panel listrik.....	44
Gambar 3. 6 Pembuatan <i>New Device</i> pada <i>Blynk IoT</i>	48
Gambar 3. 7 Pembuatan <i>template</i> pada <i>Blynk IoT</i>	49
Gambar 3. 8 Pembuatan <i>layout</i> pada <i>Blynk IoT</i>	49
Gambar 3. 9 Pengaturan <i>virtual pin</i> pada <i>Blynk IoT</i>	50
Gambar 3. 10 Kode <i>auth token</i> pada <i>arduino IDE</i>	50
Gambar 4. 1 Hasil alat prototipe panel listrik.....	48
Gambar 4. 2 Pengukuran tegangan menggunakan multimeter.....	51
Gambar 4. 3 Pengukuran arus menggunakan tang amper.....	55
Gambar 4. 4 Pengukuran suhu dan kelembapan dengan termometer digital.....	60
Gambar 4. 5 Tampilan dashboard blynk pada laptop.....	61
Gambar 4. 6 Tampilan dashboard blynk pada smartphone.....	62
Gambar 4. 7 Tampilan pesan dari telegram bot.....	67

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Instrumen Peralatan dan Software.....	37
Tabel 3. 2 Konfigurasi pin I/O ESP32.....	43
Tabel 3. 3 Pengaturan pin ESP32 dengan relay 4 channel.....	45
Tabel 3. 4 Pengaturan pin ESP32 dengan sensor.....	45
Tabel 3. 5 Pengaturan pin ESP32 dengan LCD I2C.....	45
Tabel 3. 6 Pengaturan pin ESP32 dengan modul PZEM004T1.....	46
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Tegangan.....	49
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Arus.....	52
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Suhu (<i>Temperature</i>).....	57
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Kelembapan (<i>Humidity</i>).....	58
Tabel 4.5 Monitoring Tegangan pada Blynk.....	62
Tabel 4.6 Monitoring Arus pada Blynk.....	63
Tabel 4.7 Monitoring Daya pada Blynk.....	64
Tabel 4.8 Monitoring Frekuensi dan faktor daya pada Blynk.....	65
Tabel 4.9 Monitoring Suhu dan Kelembapan pada Blynk.....	65

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 dokumentasi pembuatan alat.....	78
Lampiran 2 foto keseluruhan alat.....	79
Lampiran 3 form pembimbing 1.....	80
Lampiran 4 form pembimbing 2.....	81
Lampiran 5 penilaian bimbingan.....	82
Lampiran 6 kesediaan pembimbing 1.....	83
Lampiran 7 kesediaan pembimbing 2.....	84
Lampiran 8 form revisi ujian tugas akhir 1.....	85
Lampiran 9 form revisi ujian tugas akhir 2.....	86
Lampiran 10 form revisi ujian tugas akhir 3.....	87
Lampiran 11 program arduino IDE.....	88

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan pesatnya perkembangan industri di Indonesia, teknologi otomasi industri juga semakin berkembang [1]. Teknologi otomasi industri memiliki peran penting dalam meningkatkan kualitas proses produksi pada pabrik, setiap industri memiliki sistem yang telah dirancang sedemikian rupa untuk menunjang proses produksi [2].

Perusahaan PT Air Semarang Barat merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pengelola air bersih yang berlokasi di Jl. Untung Suropati No. 01 A, Kelurahan Bambankerep, Kecamatan Ngaliyan, Kota Semarang. Perusahaan PT Air Semarang Barat di bidang produksi mempunyai tugas pokok mengolah air baku (air sungai) menjadi air yang siap di konsumsi masyarakat. Dalam proses pengolahan air memerlukan peralatan listrik yang diantaranya adalah pompa, motor listrik, blower, mixer agitator, sensor, sistem otomasi PLC, dan SCADA yang semuanya diintegrasikan dalam sebuah panel listrik.

Panel listrik merupakan komponen yang sangat penting dalam sistem kelistrikan, baik itu di rumah tinggal, perkantoran, maupun industri [1]. Fungsi utama dari panel listrik adalah untuk mendistribusikan dan mengendalikan aliran listrik ke berbagai peralatan dan sistem di dalam sebuah

bangunan atau area industri. Panel listrik memiliki peran penting dalam menjaga kestabilan dan keamanan sistem kelistrikan. Dengan mengintegrasikan berbagai alat proteksi, seperti pemutus sirkuit, sekering, dan relai, dapat menghindari terjadinya gangguan atau kerusakan yang disebabkan oleh masalah kelistrikan, seperti arus lebih, hubung singkat, atau gangguan lainnya. Sistem proteksi yang efektif pada panel listrik akan mencegah terjadinya kerusakan pada komponen kelistrikan dan mengurangi dampak yang ditimbulkan akibat gangguan listrik, baik yang bersifat sementara maupun permanen [3].

Meskipun sistem proteksi pada panel listrik dirancang untuk melindungi dan mendistribusikan listrik dengan aman, namun ada banyak kejadian yang mengindikasikan bahwa kerusakan atau kegagalan pada panel listrik masih sering terjadi [3]. Hal ini seringkali disebabkan oleh kurangnya pemeliharaan, penggunaan komponen yang sudah usang, pemasangan yang tidak sesuai dengan standar keselamatan, atau ketidaksesuaian kapasitas panel listrik dengan kebutuhan daya yang ada.

Untuk itu, perlu menerapkan langkah - langkah keamanan dalam upaya pencegahan kerusakan atau kegagalan pada panel listrik, yang dikenal dengan istilah *preventive maintenance* [3]. Pemeliharaan preventif pada panel listrik tidak hanya bertujuan untuk memperpanjang umur komponen-komponen listrik, tetapi juga untuk mengurangi risiko kecelakaan, kebakaran, atau kerusakan pada peralatan akibat kegagalan sistem kelistrikan. Untuk

memastikan setiap panel listrik normal dan tidak ada indikasi kerusakan, maka perlu dilakukan preventive maintenance berupa pengecekan secara berkala yang meliputi pengecekan fisik, terminal sambungan, tegangan, arus, dan suhu.

Pengecekan panel listrik harus dilakukan secara maksimal agar masalah yang dapat mengakibatkan kegagalan proses produksi tidak terjadi [4]. Namun karena banyaknya komponen yang ada dalam satu rangkaian panel listrik, tidak menutup kemungkinan adanya ketidaknormalan pada komponen tertentu yang tidak terdeteksi.

Untuk itu perlu dilakukan upaya agar keadaan pada panel listrik dapat terpantau secara realtime [4], sehingga dapat menghemat waktu preventif dan memaksimalkan sumber daya manusia yang ada. Salah satu upayanya adalah dengan melakukan modifikasi sistem kontrol panel listrik berbasis *IoT* yang dapat dimonitoring langsung dari perangkat android.

Peningkatan pesat dalam pengembangan *Internet Of Things (IoT)* telah membawa perkembangan yang cukup signifikan dalam beberapa tahun terakhir [4]. Teknologi *Internet Of Things (IoT)* menjadi fasilitas yang sangat penting untuk pengguna dalam menunjang sistem kontrol dan mengawasi peralatan listrik yang digunakan. *IoT* memiliki banyak keunggulan yang diantaranya adalah dapat digunakan untuk kendali jarak jauh dan memiliki jangkauan yang luas karena berbasis internet [5].

Penelitian sebelumnya telah menghasilkan berbagai teknologi IoT yang relevan, seperti monitoring ketinggian air pada tandon menggunakan sensor ultrasonik dan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler dengan aplikasi blynk sebagai alat kontrol [6], serta sistem monitoring suhu dan kelembapan pada budidaya jamur tiram yang menggunakan Wemos D1 ESP8266 sebagai mikrokontroler dan telegram bot untuk mengirimkan notifikasi [7].

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan perangkat keras sistem kontrol dan monitoring pada panel listrik berbasis *IoT* menggunakan NodeMCU ESP32, sensor DHT22, sensor MQ2, sensor PZEM004T, serta aplikasi Blynk yang dikoneksikan dengan aplikasi Telegram . Sistem monitoring panel listrik berbasis *IoT* menggunakan ESP32 dan aplikasi Blynk memungkinkan pengguna memantau kinerja peralatan di dalam panel listrik dari jarak jauh [5].

Dengan menggunakan ESP32, aplikasi Blynk, dan Telegram, maka diharapkan dapat digunakan untuk mengontrol dan memantau panel listrik secara real-time dari jarak jauh serta dapat menjadi pendeteksi dini apabila adanya ketidaknormalan dalam panel listrik. Upaya pencegahan yang dilakukan dapat meminimalisir kerusakan yang lebih luas dan memungkinkan respon tindak lanjut yang lebih cepat untuk segera dilakukan perbaikan.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas dapat diuraikan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana cara kerja sistem monitoring panel listrik berbasis IoT ?
2. Apa saja parameter yang dapat dipantau secara *real-time* pada sistem monitoring panel listrik berbasis *IoT* ?
3. Alat dan teknologi apa saja yang digunakan untuk melakukan monitoring pada panel listrik berbasis *IoT* ?
4. Bagaimana pengaruh penggunaan sistem monitoring suhu berbasis *IoT* terhadap pengelolaan dan pemeliharaan panel listrik di industri ?

1.3 Batasan Masalah

Dalam laporan ini, pembahasan akan dibatasi pada hal - hal berikut :

1. Penelitian hanya fokus pada pembuatan prototipe sistem monitoring panel listrik menggunakan ESP32 sebagai mikrokontrolnya.
2. Penelitian terbatas pada penggunaan aplikasi Telegram sebagai penerima notifikasi dan aplikasi Blynk sebagai *visual* monitoring suhu, kelembapan, gas, tegangan, dan daya.
3. Laporan ini tidak membahas secara mendalam mengenai perancangan pengelolaan kelistrikan panel listrik, tetapi lebih terfokus pada solusi pemantauan parameter berupa tegangan, daya, arus, suhu, dan kelembapan panel secara *real-time*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini ialah membuat suatu rancangan sistem monitoring panel listrik yang meliputi parameter tegangan, daya, arus, suhu dan kelembapan, serta gas pada panel listrik yang menggunakan IoT sebagai sarana komunikasi dan kendali, mulai dari ESP32 sebagai mikrokontrolernya, input dari aplikasi android maupun Web UI, serta relay sebagai output kendali.

1.5 Manfaat

Beberapa manfaat yang dapat yang dapat diperoleh dengan adanya sistem monitoring panel listrik berbasis IoT yaitu :

1. Target produksi yang selalu tercapai karena minimnya kerusakan panel listrik
2. Keamanan yang lebih baik karena dapat mendeteksi dini permasalahan di dalam panel listrik
3. Memberikan pemahaman tentang bagaimana aplikasi di android dapat digunakan untuk meningkatkan pengawasan dan keselamatan panel listrik secara *real-time*
4. Memberikan wawasan mengenai teknologi terbaru dalam monitoring jarak jauh panel listrik dan penerapannya dalam praktik pemeliharaan
5. Menjadi referensi dalam pengambilan keputusan terkait pengelolaan dan pemeliharaan panel listrik menggunakan teknologi berbasis IoT untuk meningkatkan efisiensi pekerjaan dan mengurangi resiko kerusakan

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan penulisan dan memahami mengenai materi tugas akhir ini, maka tugas akhir ini dibagi menjadi 5 bab, yaitu :

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini berisikan mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini membahas mengenai komponen apa saja yang digunakan dalam pembuatan sistem monitoring suhu pada panel listrik

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas tentang prosedur penelitian, tempat, dan waktu penelitian, teknik pengumpulan data dan instrumen penelitian.

BAB IV PEMBAHASAN

Bab ini membahas tentang perancangan, implementasi dan tingkat keefektifan alat yang sudah melalui pengamatan dan pengujian yang dilakukan

BAB V PENUTUP

Bab ini membahas tentang kesimpulan dan saran yang diambil dari pembahasan

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Hasan, M, Z. dan Junianto, E yang berjudul “*Sistem Monitoring dan Kontrol Peralatan Listrik Berbasis IoT Menggunakan Aplikasi Blynk*”. Membahas tentang perancangan sistem monitoring tegangan, arus, serta pemakaian daya listrik dan kontrol peralatan listrik yang dapat dikendalikan dari jarak jauh menggunakan aplikasi *Blynk*. Menggunakan NodeMCU ESP8266 yang dikoneksikan dengan aplikasi *Blynk* mampu untuk mengendalikan peralatan listrik serta dapat memonitoring secara visual pemakaian energi listrik pada tiap - tiap peralatan listrik [5].

Penelitian selanjutnya oleh I. Gunawan, T. Akbar, and M. G. Ilham, yang berjudul “*Prototipe Penerapan Internet Of Things (Iot) Pada Monitoring Level Air Tandon Menggunakan Nodemcu Esp8266 Dan Blynk,*” menghasilkan sebuah alat untuk memonitoring ketinggian level air pada tandon yang menggunakan sensor ultrasonik dan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler dengan aplikasi *Blynk* sebagai alat kontrol [6].

Pada penelitian selanjutnya oleh Kristiyanti, D. R., Wijayanto, A., et al. dengan judul “*Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban pada Budidaya Jamur Tiram Berbasis Internet of Things Menggunakan MQTT dan Telegram BOT.*” menghasilkan suatu alat untuk memonitoring suhu dan kelembapan ruangan budidaya jamur tiram secara real time. Menggunakan sensor DHT11 untuk mengukur suhu dan kelembapan area sekitar jamur tiram yang memiliki

kelebihan, tingkat stabilitas dan kalibrasi yang baik dan akurat, serta pembacaan data yang cepat dan tepat [7].

Pada penelitian oleh Fachreza, A., dan Budiyanto, U. pada tahun 2022 yang berjudul "*Prototype Sistem Otomasi Kendali Masjid Via Telegram Menggunakan Mikrokontroler ESP32 Sensor Cahaya Dan Suhu*" membuat suatu rancangan sistem kendali untuk masjid yang dapat dikontrol dari jarak jauh menggunakan mikrokontroler ESP32 serta telegram bot untuk memberikan masukan perintah kontrolnya. Menggunakan sensor DHT11 untuk mengukur suhu dan kelembapan dalam ruangan [8].

Penelitian oleh Made, I., Wisnawa, A. I., et al pada tahun 2022, melakukan perancangan sebuah sistem monitoring panel dan kontrol listrik berbasis IoT untuk memantau penggunaan energi listrik pada masing-masing kamar kos. Menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP32 dan sensor PZEM-004t yang berdasarkan pengujian menghasilkan persentase tingkat keberhasilan pembacaan tegangan sebesar 100% , arus sebesar 93%, daya sebesar 94% dan didapatkan bahwa jumlah penggunaan listrik dan perkiraan biaya yang diperlukan dapat dipantau dari jarak jauh melalui website [9].

2.2. Landasan Teori

Panel listrik merupakan sebuah wadah atau tempat yang berfungsi untuk menyusun komponen listrik yang dirangkai menjadi sebuah sistem untuk menyuplai, membagi, mengamankan, dan mengontrol peralatan kelistrikan [1]. Sebagai pengaman, setiap panel listrik dilengkapi dengan MCCB, ACB, MCB, dan TOR sebagai pengaman hubung singkat dan arus lebih sebelum

masuk ke mesin ataupun peralatan listrik lainnya. Tujuannya adalah apabila terjadi gangguan pada salah satu mesin, mesin lain tidak terkena dampaknya dan masih bisa beroperasi [2]. Tidak jarang panel listrik mengalami overheating apabila dipakai dengan beban yang maksimal secara terus menerus. Kenaikan suhu di dalam panel sulit dideteksi secara langsung oleh komponen proteksi saat ini [3].

Monitoring suhu adalah proses pengukuran dan pemantauan suhu suatu sistem atau perangkat secara berkelanjutan untuk menjaga kondisi agar tetap berada dalam rentang yang aman dan optimal. Suhu yang berlebih pada panel listrik dapat menyebabkan kerusakan pada komponen elektronik, menurunkan efisiensi energi, dan bahkan meningkatkan risiko kebakaran [3].

Pada panel listrik, suhu berfungsi sebagai indikator penting untuk mengawasi kinerja perangkat. Ketika suhu panel listrik melebihi batas yang ditentukan, maka kemungkinan terjadinya kerusakan atau kegagalan sistem sangat tinggi. Oleh karena itu, sistem monitoring suhu yang tepat sangat dibutuhkan untuk mendeteksi kenaikan suhu secara dini dan memberikan pemberitahuan untuk melakukan tindakan preventif.

Preventif merupakan tindakan yang dilakukan secara berkala untuk mencegah sesuatu yang tidak diinginkan. Dalam kaitannya dengan penelitian ini, preventif dilakukan sebagai upaya untuk memastikan kondisi panel listrik baik dan berfungsi sebagaimana mestinya. Serta memastikan parameter dalam panel berjalan sesuai batasannya

Internet of Things (IoT) adalah konsep yang menggambarkan jaringan perangkat fisik yang saling terhubung melalui internet dan dapat saling berkomunikasi untuk mengumpulkan, mengirimkan, dan memproses data tanpa intervensi langsung dari manusia [10]. *IoT* menggunakan sensor, perangkat pemrosesan data, dan konektivitas jaringan untuk menghubungkan perangkat-perangkat fisik seperti mesin, peralatan, hingga sistem panel listrik ke sistem informasi yang dapat dipantau dan dikendalikan dari jarak jauh .

Dalam konteks monitoring panel listrik, *IoT* dapat memfasilitasi pemantauan secara real-time dengan menggunakan sensor suhu DHT22, sensor gas MQ2, dan sensor PZEM004T yang terhubung ke sistem melalui jaringan internet. Hal ini memungkinkan pemantauan kondisi suhu dan kelembapan panel listrik secara langsung dan memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih cepat untuk menghindari kerusakan yang mungkin terjadi [11].

Penerapan IoT dalam monitoring panel listrik mengintegrasikan sensor suhu, sensor gas, sensor daya, mikrokontroler, dan teknologi komunikasi internet untuk memberikan sistem pemantauan suhu yang efisien dan *real-time*. Berikut adalah komponen-komponen utama dalam penerapan *IoT* pada sistem monitoring panel listrik.

2.2.1. ESP32

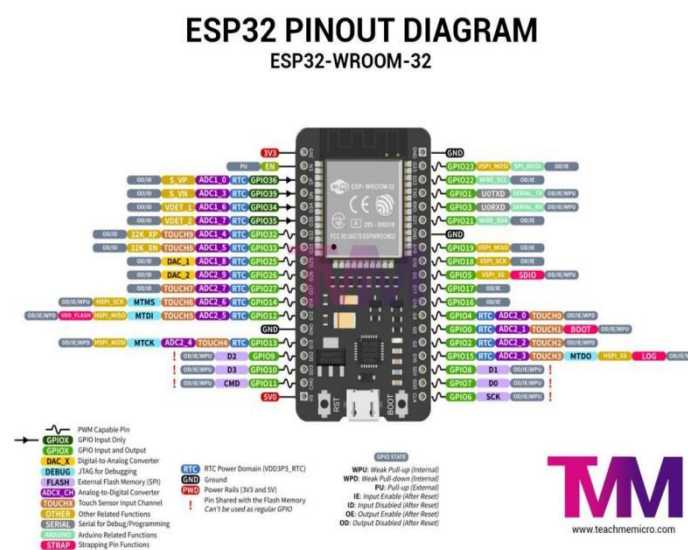
ESP32 adalah *mikrokontroler* yang memiliki banyak fungsi, berdaya rendah, dan memiliki Wi-Fi terintegrasi dan *Bluetooth Low Energy* (BLE). ESP32 merupakan *chip* yang menyediakan

konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth untuk perangkat tertanam, atau perangkat Internet of Things (IoT). ESP32 merupakan penerus dari ESP8266 yang mempunyai kecepatan *processor* yang cukup kencang yaitu Dual-Core 32-bit dengan kecepatan 160/240MHz [1].

ESP32 memiliki beberapa fitur, di antaranya:

1. Prosesor Dual-Core 32-bit 160/240MHz
2. Penyimpanan
3. 36 pin akses pada GPIO (General Purpose Input Output)
4. Mode ganda, yaitu Wi-Fi dan Bluetooth
5. Fitur GPIO ESP32 yang memungkinkan kontrol input/output dalam perangkat IoT
6. Jenis-jenis memori ESP32, termasuk Flash, RAM, dan EEPROM

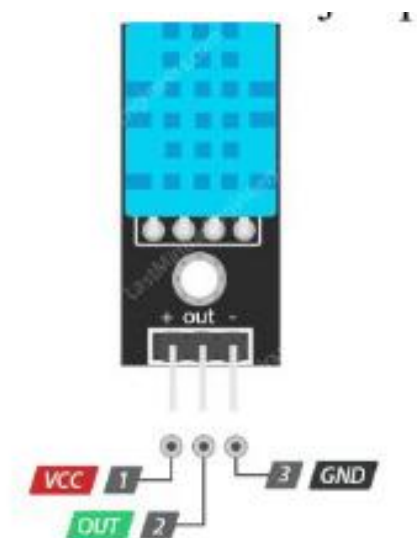
ESP32 banyak digunakan untuk membuat berbagai sistem aplikasi dan proyek berbasis IoT.



Gambar 2.1 ESP32 pinout diagram

2.2.2. Sensor DHT-22

Sensor DHT22 merupakan komponen sensor digital yang mampu dalam merasakan temperatur dan kelembapan yang mempunyai luaran beda potensial analog untuk bisa dikelola lebih lanjut memakai pengendali [1]. Komponen ini termasuk kategori komponen *resistif* misalnya komponen yang mengukur suhu yang bentuk nyatanya yakni NTC. Keunggulan dari sensor ini adalah memiliki respon dan akurasi yang cukup baik terhadap objek suhu dan kelembapan.



Gambar 2.2 Sensor DHT-22

Berdasarkan gambar 2.2, pin VCC dan GND disambungkan ke pin VCC dan GND pada *mikrokontrol* ESP32, kemudian pin OUT dihubungkan ke pin digital pada yang tersedia di GPIO. Komponen ini merupakan komponen yang bisa melakukan pengukuran terhadap

dua acuan yang berbeda secara bersamaan yakni suhu dan kelembapan udara. Dalam komponen ini ada satu thermistor dengan tipe NTC (*Negative Temperature Coefficient*) bertindak dalam pengukuran suhu, satu sensor kelembapan tipe resistif dan satu pengendali mikro 8-bit untuk mengolah kedua komponen ini serta melakukan pengiriman hasil ke pin luaran dalam bentuk *single-wire bi-directional* [2].

Sensor ini cukup populer karena kemudahan penggunaannya, harga yang terjangkau, dan kemampuan untuk memberikan pembacaan suhu dan kelembapan secara bersamaan [8].

Beberapa spesifikasi teknis utama dari sensor DHT22 antara lain:

1. Rentang suhu -40°C hingga 80°C dengan akurasi $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
2. Kelembapan 0% hingga 100% RH dengan akurasi $\pm 2-5\%$ RH
3. Resolusi suhu 0.1°C dan kelembapan 1% RH
4. Tegangan operasi 3.3V hingga 6V (biasanya bekerja dengan tegangan 5V pada kebanyakan mikrokontroler)
5. Konsumsi daya relatif rendah, sekitar 1 - 2 mA
6. Keluaran data menggunakan satu pin data untuk komunikasi, yang memanfaatkan protokol single wire untuk mengirimkan data

2.2.3. Sensor MQ-2

Sensor asap MQ2 adalah sensor gas yang dapat mendeteksi gas LPG, propana, hidrogen, dan polutan gas lainnya di udara. Sensor ini termasuk dalam seri sensor MQ yang paling banyak digunakan [12]. Sensor ini cukup sensitif terhadap alkohol dan asap [13].

Sensor MQ-2 dilengkapi dengan elemen pemanas (heater) yang terbuat dari kawat logam atau bahan semikonduktor. Elemen ini akan dipanaskan ketika sensor diberi daya (biasanya dengan tegangan 5V). Pemanas ini akan membuat lapisan sensitif menjadi aktif, yang berfungsi sebagai bagian utama dalam mendeteksi gas. Lapisan sensitif terbuat dari oksida logam seperti SnO₂ (timah dioksida), yang sangat peka terhadap gas tertentu (termasuk asap dan gas berbahaya seperti karbon monoksida, metana, LPG, dan alkohol). Ketika gas atau asap hadir di sekitar sensor, gas-gas ini akan berinteraksi dengan permukaan lapisan semikonduktor tersebut.



Gambar 2.3 sensor asap MQ-2

2.2.4. Aplikasi Blynk

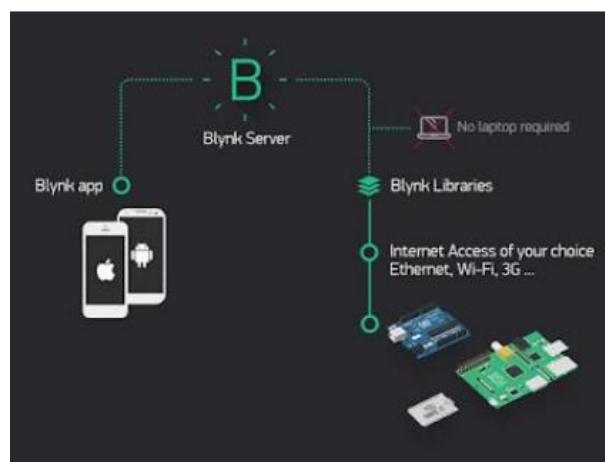
Blynk adalah platform untuk *OS mobile (iOS dan Android)* yang memungkinkan pengguna untuk mengontrol dan memantau perangkat keras *IoT* dari jarak jauh. Dalam penggunaannya sangat mudah untuk mengatur sistem dan dapat dikerjakan dalam waktu yang cukup cepat [11]. Blynk memiliki aplikasi untuk *iOS* dan *Android* yang dapat digunakan untuk mengendalikan perangkat keras, menampilkan data sensor, menyimpan data, dan visualisasi.

Blynk menawarkan beberapa fitur, di antaranya:

1. Pembuatan aplikasi *IoT drag-n-drop*
2. Pengelolaan perangkat, pengguna, dan data dari jarak jauh
3. Portal web untuk mengelola perangkat, pengguna, dan organisasi

4. Pembaruan *firmware* OTA
5. *Virtual Pins* untuk bertukar data antara perangkat keras dan Blynk

Blynk sebagian besar bergantung pada protokol keamanan lapisan transport, yang dikenal sebagai TLS.



Gambar 2.4 Aplikasi *Blynk IoT*

2.2.5. Aplikasi Telegram

Telegram merupakan salah satu aplikasi chatting yang dapat dijalankan pada *IOS, Windows OS, Android, Linux OS, dan masOS* yang memiliki sistem keamanan dua lapis [7]. Telegram memiliki secret-chat bersifat *end-to-end* yang hanya bisa dilihat oleh pengguna, tidak bisa diforward dan tidak tersimpan pada server. Telegram mempunyai fitur yang bernama telegram bot yang diluncurkan pada tahun 2015 [7]. Telegram bot merupakan robot yang dapat digunakan dan disetting sesuai kebutuhan pengguna,

dalam hal ini bisa dikoneksikan dengan sistem kontrol yang menggunakan koneksi internet sehingga telegram mampu untuk mempermudah dalam penerapan *IoT*.



Gambar 2.5 Aplikasi Telegram

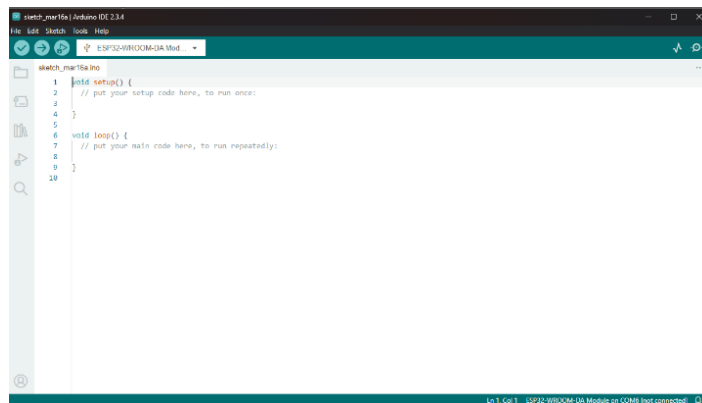
2.2.6. Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah *software* yang digunakan untuk menulis, mengedit, dan mengunggah kode ke papan pengembangan Arduino [16]. IDE ini dirancang untuk memudahkan pengembang, baik pemula maupun berpengalaman, dalam membuat proyek berbasis Arduino maupun mikrokontroler yang memiliki Bahasa pemrograman yang sama dengan Arduino. IDE ini memiliki beberapa keunggulan seperti antarmuka pengguna Arduino IDE dirancang agar mudah

digunakan, dengan area untuk menulis kode, mengakses menu, dan melihat output dari papan Arduino [16].

Software Arduino IDE ini dapat menerjemahkan sifat dari rangkaian analog maupun digital [17]. Kemampuan dari Arduino IDE adalah dapat memodelkan rancangan rangkaian, menguji suatu rangkaian dengan berbagai kemungkinan komponen, dan memeriksa sifat dari keseluruhan rangkaian dengan melakukan analisis.

Arduino IDE menggunakan bahasa pemrograman C/C++ dengan beberapa pustaka tambahan yang disediakan oleh Arduino. Arduino IDE menyediakan berbagai pustaka yang memungkinkan pengguna untuk dengan mudah mengakses dan menggunakan berbagai sensor, modul, dan perangkat keras lainnya. Serta mendukung berbagai jenis papan Arduino, termasuk Arduino Uno, Mega, Nano, dan banyak lagi sehingga pengguna dapat memilih papan yang sesuai.



Gambar 2.6 Tampilan Arduino IDE

2.2.7. Exhaust Fan

Exhaust fan disebut juga *cooling fan* pada panel adalah sebuah sistem ventilasi yang dipasang pada panel listrik atau panel distribusi listrik untuk mengatur sirkulasi udara dan mengurangi suhu yang berlebihan di dalam panel. Fungsinya adalah untuk mengeluarkan udara panas yang terkumpul di dalam panel listrik atau peralatan elektrik dan menggantinya dengan udara yang lebih sejuk dari lingkungan sekitar. Ini sangat penting untuk menjaga suhu operasi komponen elektronik agar tetap stabil dan mencegah kerusakan akibat panas berlebih [18].

Pada panel listrik, exhaust fan berfungsi untuk :

1. Pendinginan Panel Listrik

Exhaust fan digunakan untuk menjaga suhu dalam panel listrik tetap dalam rentang aman. Panel listrik mengandung komponen elektronik seperti *circuit breakers*, relay, dan

transformer yang menghasilkan panas selama beroperasi. Tanpa sistem ventilasi yang baik, panas ini bisa merusak komponen-komponen tersebut.

2. Menghindari Kelembapan

Dengan menjaga suhu tetap terkendali, exhaust fan juga membantu mencegah kelembapan berlebih yang dapat menyebabkan korosi atau kerusakan pada komponen listrik.

3. Meningkatkan Umur Komponen

Sistem ventilasi yang baik dapat memperpanjang umur komponen elektrik dengan mencegah overheat yang dapat mempercepat degradasi material.

ANNEWELL®

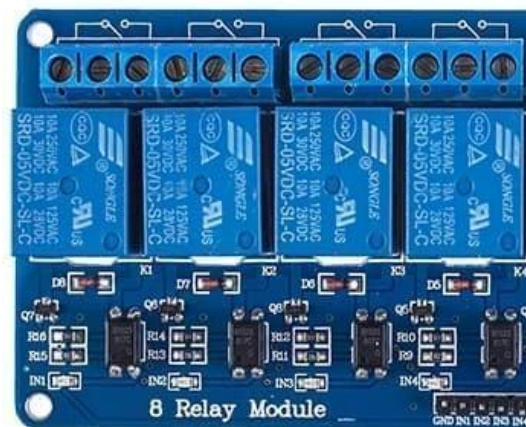


Gambar 2.7 cooling fan

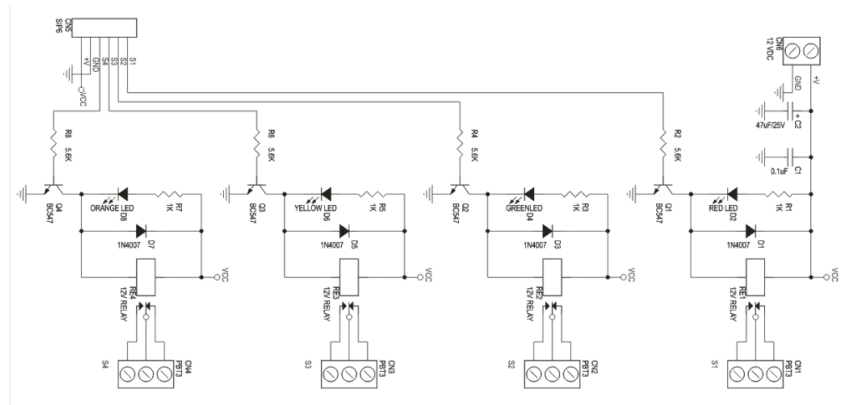
2.2.8. Relay

Relay adalah perangkat output yang berfungsi sebagai saklar untuk perangkat lain yang dikontrol oleh tegangan dari pin Arduino / ESP32. Relay memungkinkan *mikrokontroler* berdaya rendah untuk mengendalikan sirkuit yang membutuhkan daya lebih tinggi [18].

Relay merupakan komponen *elektromekanikal* yang terdiri dari dua bagian utama, yaitu elektromagnet (*coil*) dan mekanikal (seperangkat kontak saklar). Prinsip kerja relay mirip dengan kontraktor magnet [19], yaitu berdasarkan kemagnetan yang dihasilkan oleh kumparan koil. Pada sistem monitoring panel listrik, relay berperan untuk mengaktifkan *exhaust fan* yang terpasang di panel listrik ketika suhu panel melebihi suhu yang ditentukan.



Gambar 2.8 Relay 4 channel



Gambar 2.9 Wiring Relay 4 channel

2.2.9. Kabel Jumper

Kabel jumper merupakan kabel elektrik yang mempunyai pin konektor di setiap ujungnya dan memungkinkan untuk menghubungkan dua komponen yang melibatkan Arduino tanpa memerlukan solder. Intinya, kegunaan kabel jumper ini digunakan sebagai konduktor listrik untuk menyambungkan rangkaian listrik.

Kabel jumper biasanya digunakan pada breadboard atau alat prototyping lainnya supaya lebih mudah untuk mengutak-atik rangkaian. Konektor yang terdapat pada ujung kabel terdiri dari konektor jantan (*male connector*) dan konektor betina (*female connector*). Konektor *female* berfungsi untuk menusuk dan konektor *male* berfungsi untuk ditusuk.

Ada beberapa jenis kabel jumper yang biasa digunakan untuk merakit komponen pada mikrokontroler yaitu sebagai berikut :

1. Kabel Jumper *Male to Male*

Kabel jumper jenis ini merupakan kabel yang sangat cocok untuk yang ingin membuat rangkaian elektronik di *breadboard*.



Gambar 2.9 Kabel Jumper *Male to Male*

2. Kabel Jumper *Male to Female*



Gambar 2.10 Kabel Jumper *Male to Female*

Kabel jenis ini mempunyai ujung konektor yang berbeda di tiap ujungnya, yaitu male dan female. Biasanya digunakan untuk

menghubungkan komponen elektronika selain dari Arduino ke *breadboard*.

3. Kabel Jumper *Female to Female*

Kabel jenis ini merupakan kabel yang sangat cocok untuk menghubungkan antar komponen yang mempunyai header male. Misalnya, sensor ultrasonik HC-SR04, sensor suhu DHT dan lain sebagainya.



Gambar 2.11 Kabel Jumper *Female to Female*

Kabel jenis ini merupakan kabel yang sangat cocok untuk menghubungkan antar komponen yang mempunyai header male. Misalnya, sensor ultrasonik HC-SR04, sensor suhu DHT dan lain sebagainya.

2.2.10. MCB (*Miniature Circuit Breaker*)

MCB (*Miniature Circuit Breaker*) adalah perangkat perlindungan listrik yang digunakan untuk melindungi instalasi listrik dari arus

lebih (*overcurrent*) yang dapat menyebabkan kerusakan pada kabel atau peralatan listrik. MCB berfungsi untuk memutus aliran listrik secara otomatis ketika terjadi gangguan, seperti arus lebih, hubungan singkat (*short circuit*), atau kelebihan beban.



Gambar 2.12 *Miniatur Circuit Breaker*

Terdapat dua pengaman pada MCB yang dijelaskan berikut ini :

a. Pengaman *Termis (Thermal Protection)*

Komponen termis bimetal pada MCB berfungsi untuk melindungi sirkuit dari arus beban lebih (*overload*). Ketika arus yang melewati MCB melebihi batas mper yang diizinkan untuk jangka waktu tertentu, suhu bimetal akan naik dan menyebabkan pemutusan sirkuit secara termis.

b. Pengaman *elektromagnetik (Magnetic Protection)*

Relay elektromagnetik pada MCB berfungsi untuk melindungi sirkuit dari hubung singkat (*Short circuit*). Ketika terjadi hung singkat dai dalam sirkuit, arus yang melonjak secara tiba-tiba akan mengaktifkan relay *electromagnetic* untuk segera memutuskan sirkuit secara cepat.

MCB untuk sirkuit satu fasa umumnya memiliki satu kutub untuk pemutusan arus, sedangkan MCB untuk sirkuit tiga fasa biasanya memiliki tiga kutub yang terintegrasi dengan tuas yang disatukan. Jadi jika terjadi gangguan pada salah satu kutub, mcb akan secara otomatis memutuskan semua kutubnya untuk melindungi sirkuit secara keseluruhan.

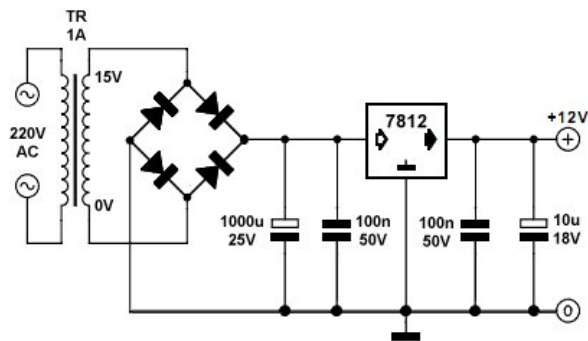
2.2.11. Power Supply

Power supply (sumber daya listrik) adalah perangkat yang menyediakan energi listrik untuk menjalankan peralatan atau sistem elektronik [20]. Dalam konteks kelistrikan, power supply berfungsi untuk mengubah energi dari sumber listrik (misalnya, listrik AC dari jaringan listrik rumah tangga) menjadi bentuk yang sesuai (biasanya DC) dan mengatur tegangan serta arus yang dibutuhkan oleh perangkat elektronik yang memerlukannya.

Untuk menjalankan *mikrokontroler ESP32* membutuhkan tegangan kerja input 5 volt DC. Selain menggunakan power supply 5 volt, power supply 12 volt juga dibutuhkan untuk tegangan input menuju exhaust fan. Untuk bisa menghasilkan tegangan yang diinginkan tersebut, maka pada rangkaian ini menggunakan 2 adaptor yang mempunyai output tegangan 5 dan 12 volt DC.



Gambar 2.13 Power Supply

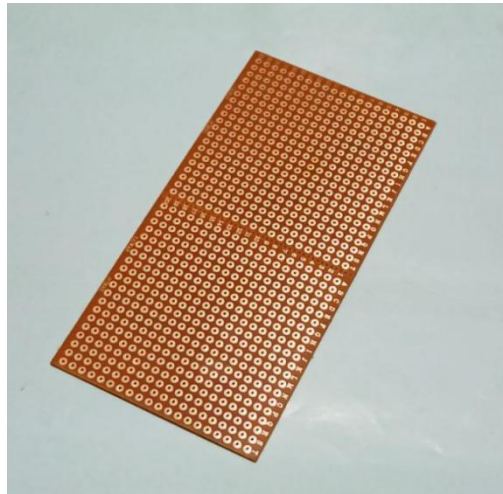


Gambar 2.13 Wiring Power Supply

2.2.12. PCB Board Matrix

PCB Matrix adalah papan rangkaian tercetak (*Printed Circuit Board*) yang memiliki lubang-lubang solder dan digunakan untuk membuat rangkaian elektronik.

PCB adalah papan elektronik yang berfungsi untuk menghubungkan komponen-komponen elektronik secara konduktif. PCB biasanya terbuat dari bahan isolator padat, seperti fiber-glass atau pertinak, dengan lapisan sirkuit tembaga.



Gambar 2.14 *PCB Board*

2.2.13. *Box Case*

Merupakan sebuah box berwarna hitam yang memiliki fungsi sebagai sebuah case pelindung untuk komponen-komponen yang akan dipasang. Ukuran box sendiri bervariasi, untuk yang akan dipakai dalam perakitan komponen pada sistem ini memiliki ukuran yaitu 7.7x5.1x2.2 cm, box ini sendiri tahan akan induksi arus listrik sehingga komponen-komponen di dalamnya akan aman.



Gambar 2.15 *Box Case Hitam*

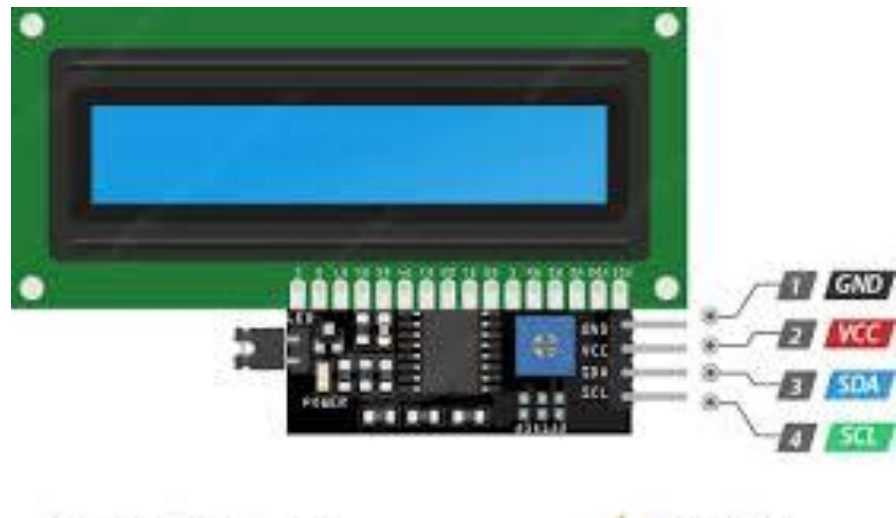
2.2.14. **LCD I2C**

LCD I2C (*Liquid Crystal Display*) merupakan layar modul dasar elektronika [19] yang dapat digunakan bersamaan dengan perangkat

elektronika lainnya yang berupa masukan atau keluaran dalam berbagai aplikasi, dapat dihubungkan dengan mikrokontroler menggunakan protokol I2C untuk menghemat penggunaan pin digital. LCD ini mudah digunakan dan diprogram pada penggunaannya [20]. LCD I2C memiliki jenis yang bermacam - macam, diantaranya LCD 16x2, LCD 20x4, LCD OLED I2C, dan LCD dot matrix 16x2 I2C.

Inter Integrated Circuit atau sering disebut dengan I2C adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didesain khusus untuk mengirim maupun menerima data [20]. Sistem I2C terdiri dari saluran *Serial Clock* (SCL) dan *Serial Data* (SDA) yang membawa informasi data dari I2C dengan sistem pengontrolnya.

Piranti yang dihubungkan dengan sistem I2C Bus dapat dioperasikan sebagai master dan slave. Master adalah piranti yang memulai transfer data dengan membentuk sinyal start, mengakhiri transfer data dengan membentuk sinyal stop, dan kemudian membangkitkan sinyal *clock*.



Gambar 2.16 LCD I2C

2.2.15. Sensor PZEM - 004T

Sensor PZEM-004T merupakan modul sensor multifungsi [21] yang dapat digunakan untuk mengukur daya aktif, tegangan AC, frekuensi, dan arus yang terdapat pada sebuah aliran listrik. Pada perancangan sistem ini, modul sensor digunakan untuk menampilkan data penggunaan daya yang dipakai saat panel berjalan.

Pada penerapannya, modul ini digunakan khusus untuk penggunaan dalam ruangan (*indoor*), dan beban yang terpasang tidak melampaui kemampuan daya yang dapat ditransfer kepada modul.

Modul sensor PZEM-004T mampu membaca arus maksimal sampai dengan 100A [21]. Menggunakan *current transformer* (CT) model *split core* yang memiliki keunggulan yakni dapat langsung

dipasang pada kabel jaringan listrik yang sudah terpasang tanpa harus melepas kabel [21]. Modul sensor ini membutuhkan catu daya 5volt DC sebagai power utamanya.



Gambar 2.17 sensor PZEM004T

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Model Penelitian

Model penelitian yang digunakan pada perancangan “Sistem Monitoring Panel Listrik Berbasis *IoT* Menggunakan *Mikrokontroler ESP32* Dengan *Notifikasi Telegram*” ini adalah dengan menggunakan pendekatan R&D (*Research and Development*) dengan metode kualitatif untuk merancang dan menguji sistem yang dapat memantau suhu dan pemakaian daya listrik secara *real-time*.

Melalui pendekatan kualitatif, penelitian ini bertujuan untuk memahami kebutuhan praktis pengguna, tantangan yang dihadapi dalam pengelolaan suhu panel listrik, serta potensi dampak penggunaan teknologi *IoT* dalam meningkatkan efektifitas sistem pada kontrol panel listrik. Metode penelitian ini menggabungkan analisis kebutuhan, perancangan sistem, pengembangan perangkat keras dan perangkat lunak, serta evaluasi hasil implementasi sistem.

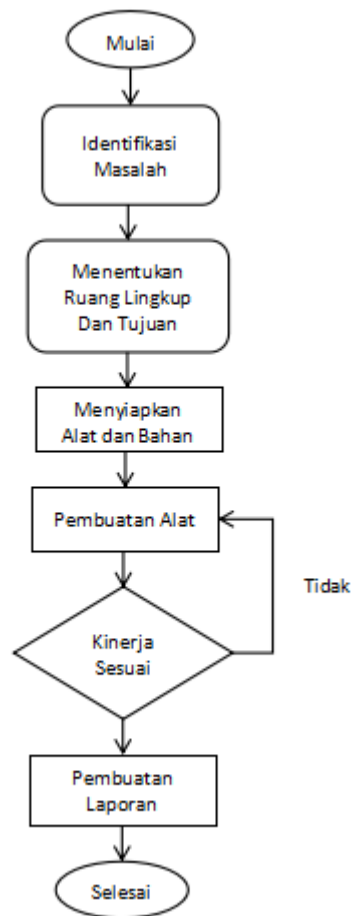
Dengan menggunakan sensor suhu dan parameter listrik yang terhubung ke *platform IoT*, sistem ini dapat memberikan *notifikasi* atau peringatan dini jika terjadi perubahan suhu yang tidak normal, sehingga dapat mencegah kerusakan atau kegagalan pada panel listrik. Penelitian ini juga mengevaluasi aspek keberlanjutan terhadap sistem yang dikembangkan, untuk memastikan

sistem ini dapat diterapkan secara luas dalam konteks pengelolaan panel listrik.

Penelitian dikatakan berhasil apabila sistem komunikasi dan sensor yang diterapkan pada sistem ini dapat memberikan hasil baik nilai, respon, maupun gerakan menuju aktuator.

3.2. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang digunakan dalam pembuatan laporan tugas akhir ini menggunakan metode R&D (*Research and Development*), penelitian ini bertujuan untuk mengetahui permasalahan yang ada dan mengembangkan solusi sebelumnya.



Gambar 3.1 *flowchart* prosedur penelitian

Beberapa tahapan yang dilakukan pada prosedur penelitian ini sebagai berikut :

3.2.1. Identifikasi Masalah

Masalah merupakan hal yang paling penting dalam pembuatan tugas akhir. Tugas akhir ini dibuat dengan harapan dapat menyelesaikan permasalahan yang ada. Perumusan masalah diperoleh dari hasil observasi yang dilakukan untuk melihat kondisi lapangan secara langsung.

3.2.2. Menentukan ruang lingkup dan tujuan

Menentukan ruang lingkup ini dilakukan agar penelitian lebih terarah sedangkan tujuan merupakan sasaran yang akan dicapai dalam penyusunan tugas akhir ini.

3.2.3. Menyiapkan alat dan bahan

Alat dan bahan perlu dipersiapkan untuk penelitian kebutuhan dalam proses pembuatan produk.

3.2.4. Pembuatan alat

Melakukan proses perakitan alat sesuai rancangan dan mengaplikasikan hasil dari penelitian yang dirumuskan.

3.2.5. Pengujian hasil alat

Alat yang telah dibuat dilakukan pengujian dengan harapan tidak ada kendala dan berfungsi sesuai dengan perancangan awal.

3.2.6. Pembuatan laporan

Melakukan pencatatan hasil pengujian alat dan pembuatan laporan sebagai tanda pelaksanaan tugas akhir.

3.3. Teknik Pengumpulan Data

Beberapa metode atau teknik pengumpulan data untuk menunjang penelitian ini antara lain sebagai berikut :

3.3.1. Observasi

Observasi merupakan teknik pengumpulan data yang hanya dilakukan dengan melakukan pengamatan dan meneliti secara mendalam terhadap objek penelitian. Observasi dilakukan dengan

cara melihat secara langsung panel listrik dan memantau berbagai faktor yang mempengaruhi suhu, seperti kondisi lingkungan, tingkat beban listrik, serta pola perubahan suhu yang terjadi seiring waktu.

3.3.2. Studi literatur

Studi literatur merupakan salah satu teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini untuk memperoleh informasi dan referensi dengan acuan mengambil sumber penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya, baik dalam bentuk tulisan, gambar, maupun rekaman yang menjelaskan tentang apa yang dilakukan peneliti terdahulu.

3.4. Instrumen Penelitian

Dalam melakukan penelitian terdapat instrumen - instrumen yang dapat dilakukan untuk mendapatkan hasil yang sesuai.

3.4.1. Instrumen Alat dan Bahan

Beberapa kebutuhan instrumen peralatan dan software yang digunakan untuk penelitian ini sebagai berikut :

Tabel 3.1 Instrumen Peralatan dan *Software*

No	Instrumen Peralatan	Unit	Fungsi
1.	Laptop	1	Menjalankan <i>software</i> arduino IDE, membuat proposal, dan membuat rancangan sistem
2.	Bor listrik	1	Pembuatan dan pemasangan

			alat pada panel listrik
3.	Gerinda	1	Pembuatan dan pemasangan alat pada panel listrik
4.	Obeng +/-	1	Merangkai komponen pada panel
5.	Solder kit	1	Menyambungkan jalur (kabel-kabel/pin) komponen pada pcb
6.	Tang	1	Merangkai komponen pada panel
7.	Penggaris	1	Membuat desain pada panel
No	Instrumen Software	Unit	Fungsi
1.	Arduino IDE	1	Membuat <i>sketch</i> dan mengunggah program ke ESP32
2.	Blynk	1	Menampilkan data sensor, menyimpan data, dan visualisasi.
3.	Telegram	1	Menerima <i>notifikasi</i> ketika sistem berjalan
4.	Wokwi	1	Mendesain gambar rangkaian sistem
No	Kebutuhan Bahan	Unit	Fungsi
1.	ESP32	1	Sebagai <i>mikrokontroler</i> yang mengatur kinerja sistem dengan <i>konektivitas wifi</i>
2.	Sensor DHT-22	2	Mendeteksi suhu dan kelembapan pada ruang panel
3.	Sensor MQ-2	2	Mendeteksi gas dan asap pada ruang panel

4.	Sensor PZEM-004T	1	Mendeteksi beban daya yang terpakai pada panel
5.	Relay	1	Sebagai saklar yang mengatur kerja <i>cooling fan</i>
6.	Fan cooling	4	Sebagai output aktuator yang bekerja ketika sistem berjalan
7.	LCD I2C 20x4	1	Menampilkan data suhu dan kelembapan panel
8.	<i>Power supply 5 volt</i>	1	Sebagai catu daya mikrokontroler dan relay
9.	<i>Power supply 12 volt</i>	1	Sebagai catu daya <i>cooling fan / exhaust fan</i>
10.	Stop kontak	2	Power 220 Volt AC menuju beban
11.	MCB 1 phasa	1	Sebagai pengaman utama rangkaian
12.	Box panel	1	Tempat menyusun rangkaian
13.	Kabel jumper	1	Menghubungkan antar komponen ke <i>board</i>
14.	Terminal blok	5	Menyambung kabel pada komponen
15.	Kabel	1	Menghubungkan tiap komponen

3.4.2. Instrumen *Software*

Pada penelitian ini, menggunakan *software* Arduino IDE untuk membuat program kontrol, mengunggah, serta menjalankannya di ESP32. Penggunaan *software* Arduino IDE diintegrasikan dengan Blynk IoT untuk menjalankan sistem monitoring dengan komunikasi

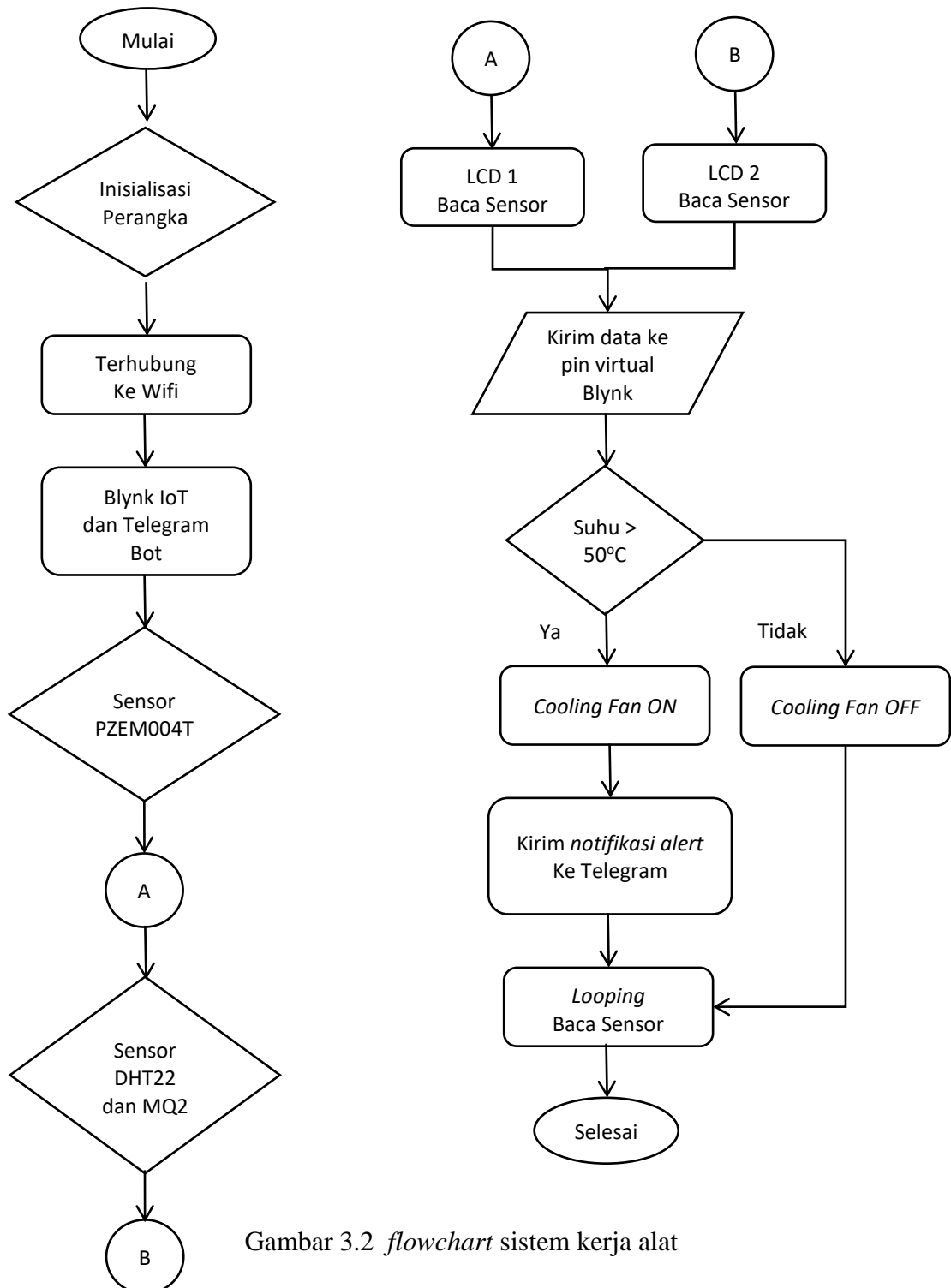
jarak jauhnya. Untuk mendapatkan *notifikasi alarm* peringatan menggunakan aplikasi telegram bot. Web *software* wokwi digunakan untuk membuat *wiring* rangkian dan ujicoba simulasi sistem.

3.5. Tahap Perancangan Alat

Pada tahap perancangan alat, perlu digambarkan terlebih dahulu bagaimana penelitian yang akan dilakukan, dan seperti apa rancangan secara sistematisnya yang meliputi susunan diagram alir, gambar rangkaian, serta desain *prototipe* pada sistem yang akan dibuat.

3.5.1. Flowchart

Berikut merupakan *flowchart* sistem cara kerja alat dari sistem monitoring panel listrik berbasis IoT.



Gambar 3.2 *flowchart* sistem kerja alat

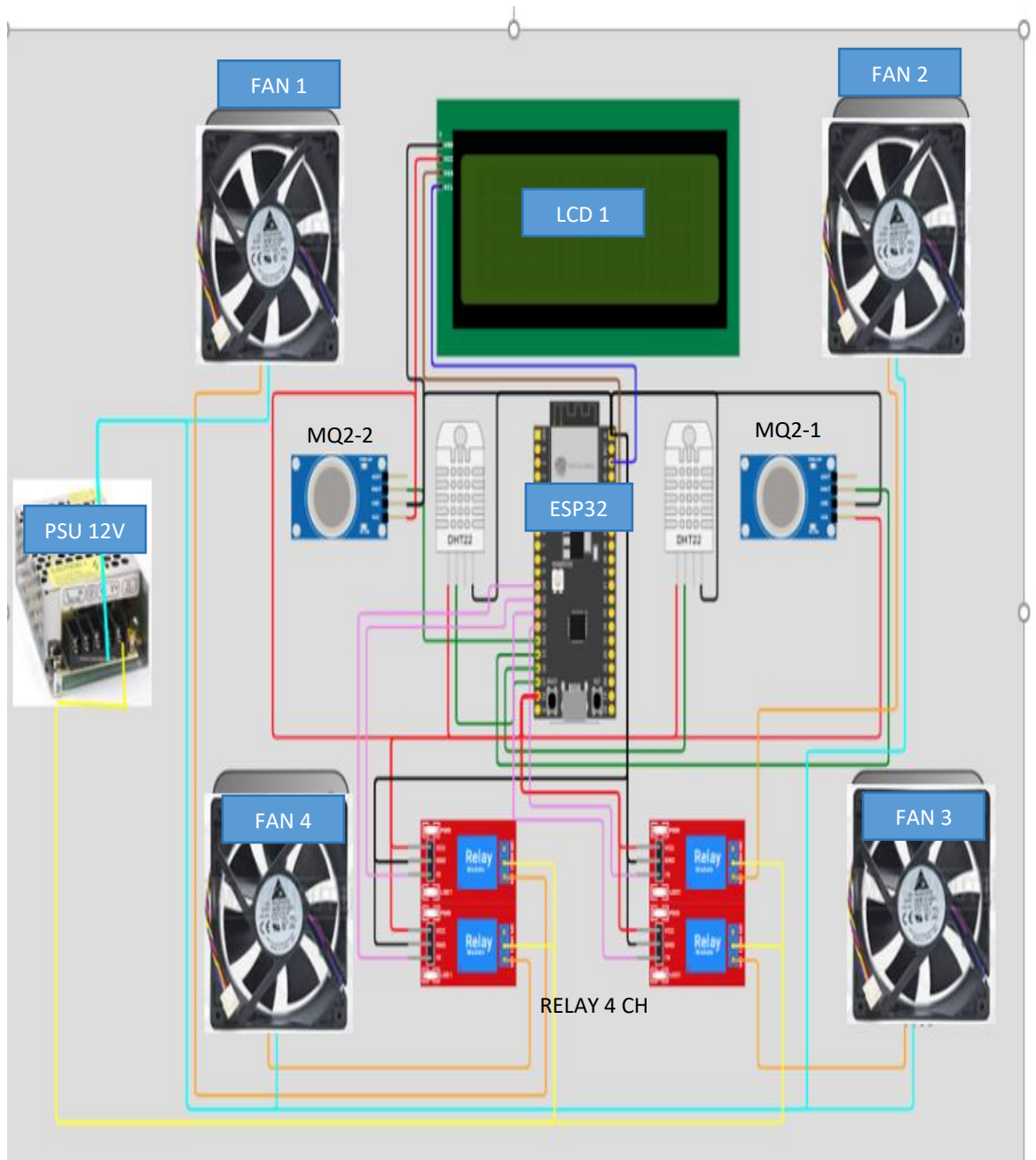
Berdasarkan gambar *flowchart* 3.2 sistem mulai start dan ESP32 menginisialisasi semua perangkat yaitu mulai dari koneksi wifi, koneksi ke layanan Blynk IoT untuk monitoring data, koneksi ke Telegram bot untuk mengirim *notifikasi*, serta *setup* pada sensor yang digunakan. Setup sensor meliputi sensor DHT22 untuk mendeteksi suhu dan kelembapan, *setup* sensor MQ2 untuk mendeteksi gas/asap, dan sensor PZEM004T untuk mendeteksi tegangan dan daya.

ESP32 membaca data sensor yang dilambangkan dengan A dan B kemudian ditampilkan oleh LCD melalui pin data digital dari DHT22, pin data analog dari MQ2, serta pin data TX RX dari sensor PZEM004T. Data sensor yang telah terbaca oleh ESP32 kemudian dikirimkan menuju virtual pin Blynk sehingga bisa dimonitor secara *real-time* melalui aplikasi Blynk IoT.

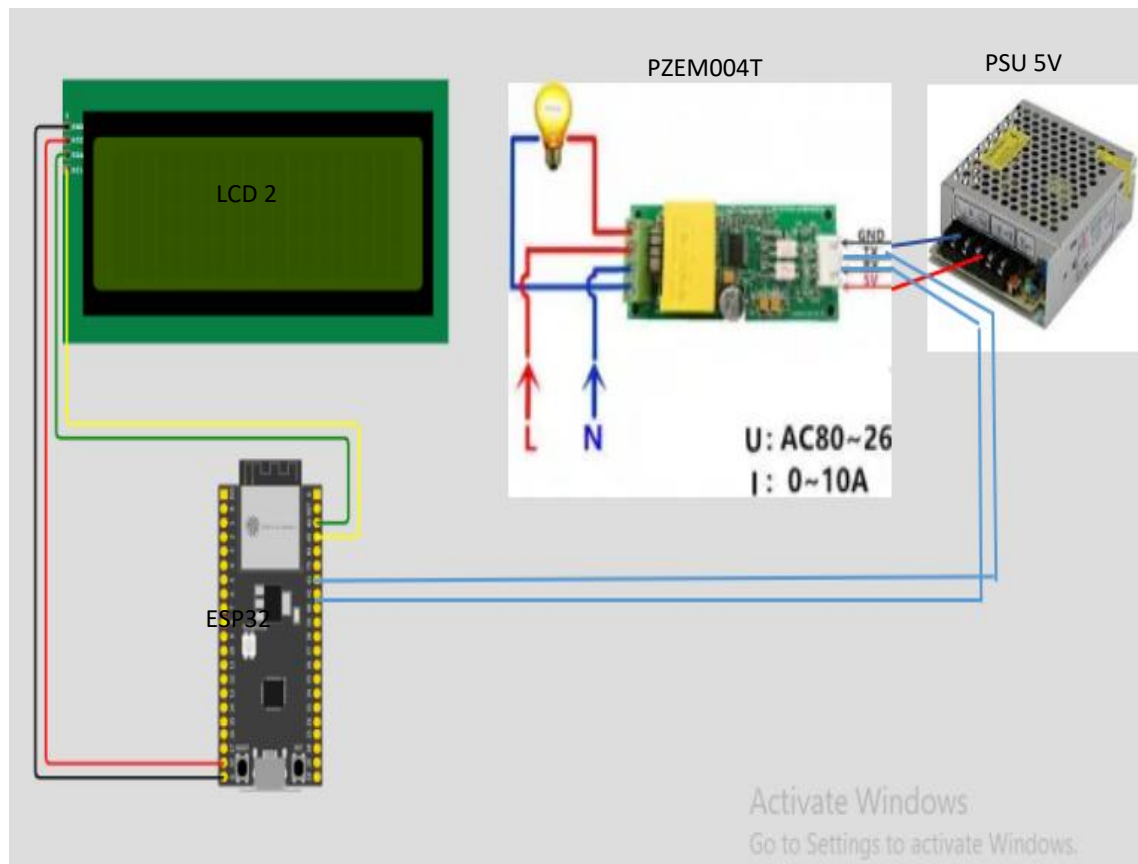
Sistem monitoring memeriksa suhu aktual dalam panel. Apabila suhu panel melebihi batas yaitu $>$ (lebih dari) 50° C, maka sistem mengirimkan notifikasi peringatan bahaya ke telegram dan mengaktifkan relay yang menyalakan cooling fan. Ketika suhu \leq (kurang dari atau sama dengan) 50° C maka cooling fan tetap mati. Sistem looping secara terus menerus selama sensor aktif dan berfungsi normal.

3.5.2. Gambar Rangkaian

Berikut merupakan gambar rangkaian kontrol atau jalur pemasangan komponen yang akan digunakan dalam pembuatan sistem monitoring panel listrik berbasis *IoT*.



Gambar 3.3 Rangkaian Sensor



Gambar 3.4 Rangkaian PZEM004T

Berdasarkan gambar 3.3 dan 3.4 merupakan kebutuhan komponen yang digunakan untuk perakitan sistem kontrol. Menggunakan *ESP32 devkit 1* sebagai mikrokontroler utamanya. Sebagian pin I/O nya digunakan untuk membaca data dari sensor DHT22 yang menggunakan pin GPIO 4 dan GPIO 5, sensor MQ2 yang menggunakan pin ADC (*Analog Digital Converter*) pada GPIO 34 dan GPIO 35, dan sensor PZEM004T menggunakan pin TX dan RX yang terletak pada pin GPIO 16 dan GPIO 17.

Sementara itu untuk LCD 20x4 yang sudah menggunakan driver I2C, pin SCL dihubungkan ke GPIO 22 dan pin SDA dihubungkan ke GPIO 21. Menggunakan relay output 4 channel yang berfungsi untuk mengatur ON/OFF *exhaust* atau *cooling fan*. Keempat relay masing - masing dihubungkan ke pin GPIO 12, GPIO 14, GPIO 26, dan GPIO 27. Power supply 12 volt digunakan sebagai catu daya pada *common contact relay* untuk diteruskan menuju *cooling fan* yang membutuhkan tegangan kerja 12 Volt DC.

Berikut merupakan konfigurasi pin dari input output ESP32 :

Tabel 3.2 Konfigurasi pin I/O ESP32

Komponen	Unit	Pin	Pin To ESP32
DHT22	2	VCC	5 Volt
		GND	GND
		Output	4, 5
MQ2	2	VCC	5 Volt
		GND	GND
		Analog	34, 35
PZEM004T	1	VCC	5 Volt
		GND	GND
		TX	RX (16)
		RX	TX (17)
LCD 12C	1	VCC	5 Volt
		GND	GND
		SCL	22
		SDA	21

Relay 4 CH	1	VCC	5 Volt
		GND	GND
		IN	12, 13, 14, 27

3.5.3. Perancangan Perangkat Keras

Desain perancangan perangkat dapat dilihat pada gambar 3.5, gambar desain merupakan bentuk prototipe sistem yang terdiri dari box kontrol untuk merangkai komponen dan box panel untuk penempatan sensor.



Gambar 3.5 Desain *prototipe* panel listrik

Dalam skema yang dijelaskan pada gambar 3.3, power supply dengan tegangan 12 volt digunakan untuk menyuplai daya ke beberapa komponen termasuk board shield ESP32, kipas *fan cooling* 12 volt, dan *relay 4 channel* sebagai output. Sensor dan komponen lainnya membutuhkan *input power* berupa tegangan 5 volt yang dapat diperoleh langsung dari pin pada *board* ESP32. Hubungan antara ESP32 dan komponen lain adalah sebagai berikut :

Tabel 3.3 Pengaturan pin ESP32 dengan relay 4 channel

ESP32	Relay
Pin GPIO 12	Relay in 1
Pin GPIO 13	Relay in 2
Pin GPIO 14	Relay in 3
Pin GPIO 27	Relay in 4

Tabel 3.4 Pengaturan pin ESP32 dengan sensor

ESP32	Sensor
Pin GPIO 4	Sensor 1 DHT22
Pin GPIO 5	Sensor 2 DHT22
Pin GPIO 34	Sensor 1 MQ-2
Pin GPIO 35	Sensor 2 MQ-2

Tabel 3.5 Pengaturan pin ESP32 dengan LCD I2C

ESP32	LCD I2C
Pin GPIO 21	Pin Serial Data (SDA) LCD 20x4
	Pin Serial Data (SDA) LCD 16x2
Pin GPIO 22	Pin Serial Clock (SCL) LCD 20x4
	Pin Serial Clock (SCL) LCD 16x2

Tabel 3.6 Pengaturan pin ESP32 dengan modul PZEM-004T

ESP32	PZEM-004T
Pin GPIO 16 (RX)	Pin TX
Pin GPIO 17 (TX)	Pin RX

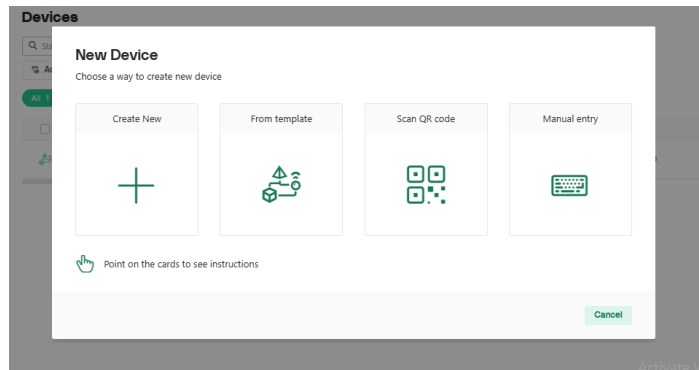
Dengan konfigurasi pin seperti tabel diatas, ESP32 dapat mengendalikan relay 4 *channel* sebagai *output*, sementara sensor suhu dan kelembapan, sensor asap, dan modul sensor tegangan dan daya terhubung ke ESP32 untuk pengambilan data atau kontrol tambahan sesuai dengan fungsinya masing - masing.

3.5.3. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan algoritma kontrol menggunakan *software* arduino ide yang menggunakan bahasa C++ untuk kemudian diimplementasikan dan diupload ke ESP32. Selain itu, penting juga merancang antarmuka pengguna yang *user friendly* untuk memudahkan pengguna dalam mengendalikan *mikrokontroler* dari aplikasi *blynk*.

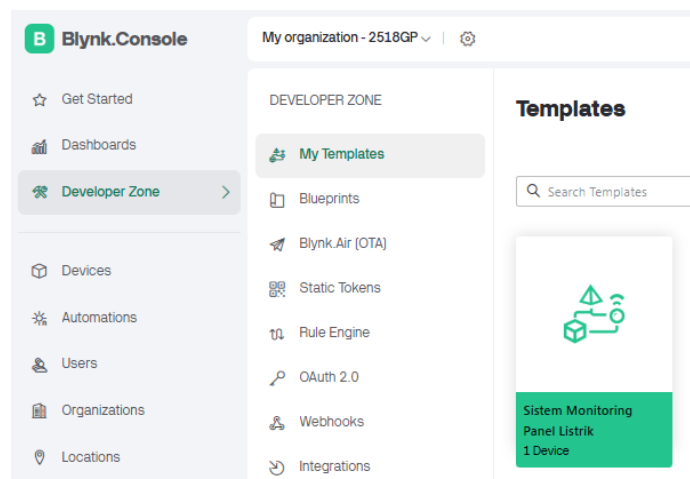
Dalam melakukan perancangan *software* agar dapat termonitoring pada aplikasi *blynk* dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Langkah pertama dengan login atau pembuatan akun baru pada web *Blynk IoT*. Setelah itu pada menu device, pilih new device untuk membuat *dashboard* baru.



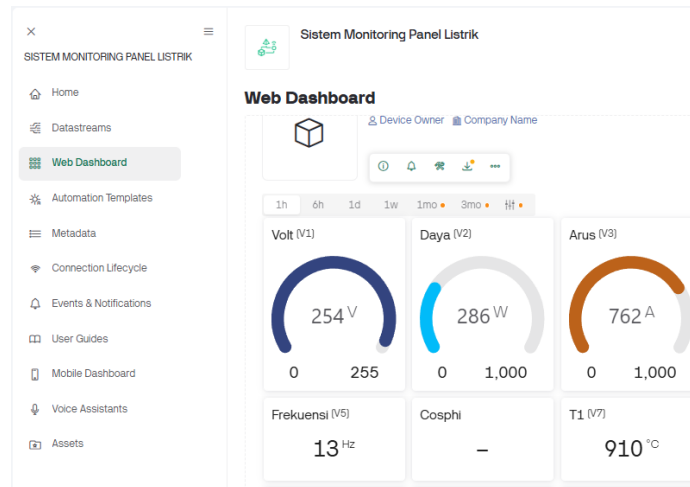
Gambar 3.6 Pembuatan *New Device* pada *Blynk IoT*

2. Beralih ke menu *developer zone*, pilih *my templates* untuk membuat template sesuai rancangan yang akan ditampilkan.



Gambar 3.7 Pembuatan *template* pada *Blynk IoT*

3. Buka template yang sudah dibuat untuk dilakukan *customisasi* terhadap tampilan pada menu *web dashboard*, kemudian edit dan masukkan parameter yang akan ditampilkan. Parameter yang meliputi tegangan, arus, daya, faktor daya, frekuensi, suhu dan kelembapan, serta gas.



Gambar 3.7 Pembuatan *layout* pada *Blynk IoT*

4. Melakukan pengaturan terhadap masing-masing parameter dengan masuk ke menu *datastream*, kemudian masing-masing parameter yang akan ditampilkan diberi alamat *virtual pin*. Penggunaan *virtual pin* hanya untuk satu parameter. Dalam sistem rancangan ini membutuhkan penggunaan 11 *virtual pin*.

The screenshot shows the 'Datastreams' configuration page in the Blynk IoT interface. It features a search bar for 'Search datastream' and a table listing the configured datastreams. The table has columns for ID, Name, Pin, Color, Data Type, Units, and Is Raw.

ID	Name	Pin	Color	Data Type	Units	Is Raw
1	Integer V01	V1	Red	Double	V	false
2	Double V2	V2	Pink	Double	W	false
3	Double V3	V3	Red	Double	A	false
5	Double V5	V5	White	Double	Hz	false
7	Double V7	V7	Green	Double	°C	false
8	Double V8	V8	Purple	Double	%	false

Gambar 3.9 Pengaturan *virtual pin* pada *Blynk IoT*

5. Pengaturan *layout* dan penggunaan *virtual pin* pada *Blynk IoT* sudah selesai, kemudian salin kode *auth token* dan *id number* yang didapatkan lalu masukkan ke program pada arduino IDE.



```

ta_fullprog_update_mq2bisanol | Arduino IDE 2.3.6
File Edit Sketch Tools Help
ESP32 Dev Module
ta_fullprog_update_mq2bisanol.ino
1 #define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6SHDV7oEJ"
2 #define BLYNK_TEMPLATE_NAME "Sistem Monitoring Panel Listrik"
3 #define BLYNK_AUTH_TOKEN "jPUaF0tCEFL1eIwFPFijx9pEe0dbc0qc"

```

Gambar 3.10 Kode *auth token* pada *arduino IDE*

6. Perancangan tampilan pada *Blynk IoT* telah dilakukan, kemudian program yang telah dibuat bisa untuk di *run* .

3.5.4. Perancangan *Notifikasi Sensor*

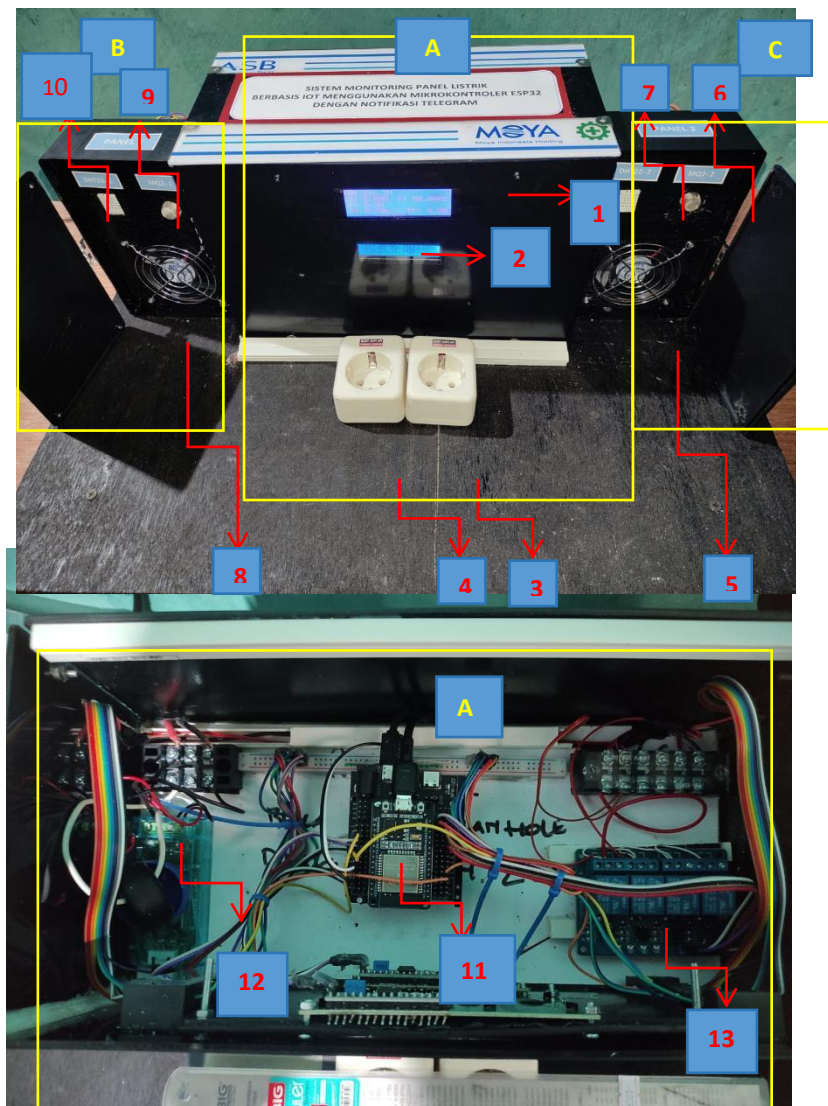
Sistem notifikasi dapat memberikan informasi kepada pengguna setiap kali sensor membaca mencapai batas yang telah ditentukan. Pada tahap ini, penggunaan Telegram bot merupakan solusi yang praktis dan efektif untuk memberikan notifikasi peringatan dalam sistem pemantauan ini.

Telegram bot dipilih karena kemudahannya dalam diakses melalui smartphone dari berbagai lokasi dan kapan saja. Notifikasi peringatan yang dikirimkan berupa teks yang menunjukkan bahwa nilai sensor telah melewati ambang batas yang telah ditentukan.

BAB IV PEMBAHASAN

4.1. Hasil *Prototipe* Alat

Alat yang sudah dirangkai sesuai perencanaan sebagai prototipe yang meliputi ESP32, modul sensor PZEM-004T, sensor DHT22, sensor M2Q2, power supply, LCD I2C, relay 4 channel, fan cooling, dan 2 stop kontak sebagai input beban, dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Hasil alat *prototipe* panel listrik

Pada gambar 4.1 bagian A merupakan box yang berisi rangkaian dari sistem monitoring yang terdiri dari susunan komponen yang meliputi stop kontak (3,4) , ESP32 (11), sensor PZEM004T (12), relay (13), *power supply* (1), dan terminal, serta tampilan dari parameter yang diamati pada layar LCD. Bagian B dan C sebagai simulator panel listrik yang masing - masing dilengkapi dengan sensor deteksi suhu dan kelembapan (7, 10), deteksi asap (9,6), dan kipas pendingin (8,5).

4.2. Hasil Pengujian Tegangan

Pengujian dilakukan dengan memberikan tegangan input satu fasa. Karena sistem yang dirancang untuk penggunaan beban satu fasa, maka dalam melakukan pengujian hanya menggunakan peralatan yang memerlukan tegangan 220 V. Dalam melakukan pengujian dilakukan secara bergantian menggunakan beban yang berbeda dengan menggunakan peralatan berupa mesin bor dengan daya sebesar 450 W, setrika dengan daya sebesar 350 W, dan *hot gun* dengan daya sebesar 250 W. Sebagai perbandingan, pembacaan tegangan menggunakan multimeter *fluke 287* yang telah terkalibrasi untuk mengetahui keakuratan pembacaan tegangan pada sensor PZEM004T.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Tegangan

No	Jenis Beban	Tanggal	Waktu	Tegangan Multimeter (Volt)	Tegangan Sensor (Volt)	Error (%)	Akurasi (%)
1	Mesin bor	29/5/2025	10:00	227.7	227.2	0.22	99.78

2	Setrika	29/5/2025	10:08	226.7	226.1	0.26	99.74
3	Hot gun	29/5/2025	10:16	227.7	227.3	0.18	99.82
4	Mesin bor	29/5/2025	10:02	227.5	227	0.22	99.78
5	Setrika	29/5/2025	10:10	226.8	226.5	0.13	99.87
6	Hot gun	29/5/2025	10:18	227.3	226.9	0.18	99.82
7	Mesin bor	29/5/2025	10:04	227.9	227.5	0.18	99.82
8	Setrika	29/5/2025	10:12	227.3	226.8	0.22	99.78
9	Hot gun	29/5/2025	10:20	227.4	227	0.18	99.82
10	Mesin bor	29/5/2025	10:06	226.8	226.5	0.13	99.87
11	Setrika	29/5/2025	10:14	227.6	227.3	0.13	99.87
12	Hot gun	29/5/2025	10:22	226.9	226.5	0.18	99.82
13	Mesin bor	29/5/2025	10:08	226.9	226.5	0.18	99.82
14	Setrika	29/5/2025	10:16	227.6	227.2	0.18	99.82
15	Hot gun	29/5/2025	10:24	226.7	226.2	0.22	99.78
	Rata - rata			227.25	226.83	0.18	99.82

Nilai error dan akurasi tegangan pada tabel 4.1 dapat dihitung dengan cara sebagai berikut.

$$\text{Error} = \frac{\text{Selisih nilai pada sensor dengan multimeter}}{\text{Nilai pembacaan pada multimeter}} \times 100\%$$

Akurasi = 100% - Error

Tegangan rata - rata multimeter = $(227.7 + 226.7 + 227.7 + 227.5 + 226.8 + 227.3 + 227.9 + 227.3 + 227.4 + 226.8 + 227.6 + 226.9 + 226.9 + 227.6 + 226.7) / 15 = 227.25$ Volt

Tegangan rata - rata sensor = $(227.2 + 226.1 + 227.3 + 227 + 226.5 + 226.9 + 227.5 + 227.8 + 227 + 226.5 + 227.3 + 226.5 + 226.5 + 227.2 + 226.2) / 15 = 226.83$ Volt

$$\text{Error rata - rata} = \frac{227.25 - 226.83}{227.25} \times 100\% = 0.18\%$$

Akurasi rata - rata = 100 % - 0.18 % = 99.82 %



Gambar 4.2 Pengukuran tegangan menggunakan multimeter

Dari data yang sudah diperoleh menggunakan alat ukur multimeter dan pembacaan tegangan menggunakan sensor modul PZEM004T pada tabel 4.1 menunjukkan error rata - rata pembacaan nilai yang dihasilkan adalah 0.18% dan akurasi rata - rata nilai pembacaan sensor sebesar 99.82%. Error rata - rata dan akurasi rata - rata yang telah didapat berdasarkan pemberian beban yang berbeda menunjukkan bahwa pembacaan nilai tegangan pada sensor tidak terpengaruh oleh beban dan hal ini menunjukkan kualitas dari sensor tersebut cukup akurat.

Gambar 4.2 menunjukkan perbandingan pengukuran antara multimeter digital dengan sensor serta pembacaan pada *dashboard blynk*. Pengukuran dilakukan terhadap tegangan satu phasa pada rumah tinggal. Terjadi selisih pengukuran yang dimana hasil pengukuran pada sensor memiliki selisih sebesar 0.8V lebih kecil.

4.3. Hasil Pengujian Arus

Berdasarkan pengujian yang dilakukan terhadap beban mesin bor dengan daya sebesar 450 W, setrika dengan daya sebesar 350 W, dan hot gun dengan daya sebesar 250 W, kemudian hasil pembacaan arus dilakukan perbandingan dengan pembacaan pada tang amper dengan merk kyoritsu yang sudah terkalibrasi.

Ketiga jenis beban tersebut memiliki daya yang berbeda hal ini bertujuan untuk menguji kemampuan dari sensor PZEM004T dalam membaca arus tersebut, selain itu beban yang digunakan tidak mengganggu sistem produksi sehingga dapat digunakan untuk melakukan pengujian kapanpun.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Arus

No	Jenis Beban	Tanggal	Waktu	Arus Tang Ampere (A)	Arus Sensor (A)	Error (%)	Akurasi (%)
1	Mesin bor	29/5/2025	10:00	1.8	1.71	5.00	95.00
2	Setrika	29/5/2025	10:08	1.3	1.21	6.92	93.08
3	Hot gun	29/5/2025	10:16	1.3	1.18	9.23	90.77
4	Mesin bor	29/5/2025	10:02	1.8	1.77	1.67	98.33
5	Setrika	29/5/2025	10:10	1.4	1.29	7.86	92.14
6	Hot gun	29/5/2025	10:18	1.3	1.26	3.08	96.92
7	Mesin bor	29/5/2025	10:04	1.9	1.85	2.63	97.37
8	Setrika	29/5/2025	10:12	1.4	1.36	2.86	97.14
9	Hot gun	29/5/2025	10:20	1.3	1.23	5.38	94.62
10	Mesin bor	29/5/2025	10:06	2.1	1.99	5.24	94.76
11	Setrika	29/5/2025	10:14	1.3	1.26	3.08	96.92
12	Hot gun	29/5/2025	10:22	1.3	1.24	4.62	95.38
13	Mesin bor	29/5/2025	10:08	2.0	1.97	1.50	98.50
14	Setrika	29/5/2025	10:16	1.3	1.27	2.31	97.69
15	Hot gun	29/5/2025	10:24	1.3	1.21	6.92	93.08
16	Rata - rata arus mesin bor			1.92	1.86	3.23	96.77

17	Rata - rata arus setrika	1.34	1.28	4.63	95.37
18	Rata - rata arus hot gun	1.30	1.22	5.85	94.15

Nilai error dan akurasi arus pada tabel 4.2 dapat dihitung dengan cara sebagai berikut.

$$\text{Error} = \frac{\text{Selisih nilai pada sensor dengan tang amper}}{\text{Nilai pembacaan pada tang amper}} \times 100\%$$

$$\text{Akurasi} = 100\% - \text{Error}$$

$$\text{Arus rata - rata beban mesin bor pada tang amper} = (1.8 + 1.8 + 1.9 + 2.1 + 2.0) / 5 = 1.92 \text{ A}$$

$$\text{Arus rata - rata beban mesin bor pada sensor} = (1.71 + 1.77 + 1.85 + 1.99 + 2.01) / 5 = 1.87 \text{ A}$$

$$\text{Error rata - rata} = \frac{1.92 - 1.87}{1.92} \times 100\% = 3.23 \%$$

$$\text{Akurasi rata - rata} = 100 \% - 3.23 \% = 96.70 \%$$

$$\text{Arus rata - rata beban setrika pada tang amper} = (1.3 + 1.4 + 1.4 + 1.3 + 1.3) / 5 = 1.34 \text{ A}$$

$$\text{Arus rata - rata beban setrika pada sensor} = (1.21 + 1.29 + 1.36 + 1.26 + 1.27) / 5 = 1.28 \text{ A}$$

$$\text{Error rata - rata} = \frac{1.34 - 1.28}{1.34} \times 100\% = 4.63 \%$$

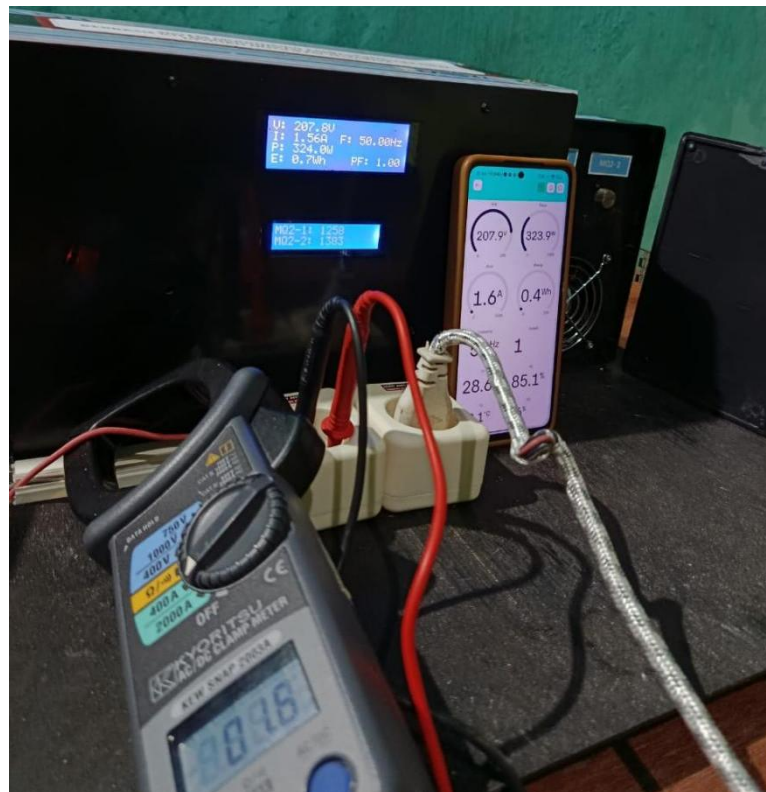
$$\text{Akurasi rata - rata} = 100 \% - 4.63 \% = 95.37 \%$$

Arus rata - rata beban hot gun pada tang amper = $(1.3 + 1.3 + 1.3 + 1.3 + 1.3) / 5 = 1.3 \text{ A}$

Arus rata - rata beban hot gun pada sensor = $(1.18 + 1.26 + 1.23 + 1.24 + 1.21) / 5 = 1.22 \text{ A}$

$$\text{Error rata - rata} = \frac{1.3 - 1.22}{1.3} \times 100\% = 5.85 \%$$

$$\text{Akurasi rata - rata} = 100 \% - 5.85 \% = 94.15 \%$$



Gambar 4.3 Pengukuran arus menggunakan tang amper

Berdasarkan data pengamatan yang sudah dilakukan pada beban mesin bor memperoleh error rata - rata sebesar 2.30% dan akurasi sebesar 97.70%, kemudian pada beban setrika listrik diperoleh error rata - rata sebesar 4,63% dan akurasi

pembacaan sebesar 95.37%, hasil dari beban hot gun diperoleh error rata - rata sebesar 4,82% dan akurasi sebesar 95.18%. Dengan ini menunjukkan bahwa sensor arus yang digunakan pada modul PZEM004T memiliki tingkat keakuratan pembacaan arus diatas 90%.

Dari rata - rata error dan rata - rata akurasi setelah melakukan pengukuran 5 kali pada masing - masing beban yang sama dan konstan, menunjukkan bahwa sensor lebih akurat ketika digunakan untuk beban dengan daya yang besar sehingga arus relatif stabil dan berimbang dengan tang amper yang digunakan.

Gambar 4.3 merupakan hasil pengukuran menggunakan arus rumah tinggal menggunakan tang amper, hasil pengukuran dibandingkan dengan pembacaan sensor serta tampilan pada *blynk*. Beban yang digunakan untuk melakukan pengukuran adalah serika dengan spesifikasi daya 350W. Berdasarkan hasil pengukuran, pada tang amper dan blynk menunjukkan angka 1.6A sedangkan pada sensor menunjukkan 1.56A. Ada selisih pembacaan yang tidak terlalu jauh, perbedaan dikarenakan untuk pembacaan arus pada tang amper kyoritsu hanya mampu membaca dengan akurasi satu angka dibelakang koma saja, sehingga hasil pembacaan dari sensor akan dibulatkan menuju angka terdekat.

4.4. Hasil Pengujian Sensor DHT22

Pengujian dilakukan terhadap sensor DHT22 untuk mendapatkan data suhu dan kelembapan yang ada di dalam ruang panel. Dilakukan sepuluh kali tahap percobaan, percobaan pengukuran dilakukan terhadap beberapa panel kontrol untuk mengetahui performa sensor dalam membaca suhu dan kelembapan dalam kondisi lingkungan yang sebenarnya dengan cara menggunakan pemanas untuk

menaikkan suhu ruangan panel, kemudian hasil pembacaan sensor yang tampil pada LCD maupun layar monitoring *blynk* dibandingkan dengan hasil pembacaan pada termometer digital.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Suhu (*Temperature*)

No	Tanggal	Lokasi Panel	Temperature Termometer (°C)	Temperature Sensor (°C)	Deviasi	Error (%)	Akurasi (%)
1	29/5/25	Ruang Power House	26.7	26.5	0.2	0.75	99.25
2	29/5/25	Ruang Power House	26.6	26.5	0.1	0.38	99.62
3	31/5/25	Ruang MCC	25.6	25.3	0.3	1.17	98.83
4	31/5/25	Ruang MCC	26.4	25.8	0.6	2.27	97.73
5	2/6/25	Ruang VSD 1 Intake	36.9	36.2	0.7	1.90	98.10
6	2/6/25	Ruang VSD 3 Intake	37.2	36.5	0.7	1.88	98.12
7	4/6/25	Ruang Distribusi	24.8	24.5	0.3	1.21	98.79
8	4/6/25	Ruang Distribusi	24.8	24.6	0.2	0.81	99.19
9	4/6/25	Ruang	28.9	28.4	0.5	1.73	98.27

		SDS					
10	4/5/25	Ruang SDS	28.7	28.4	0.3	1.05	98.95
	Rata - rata				0.39	1.31	98.69

Nilai deviasi, error dan akurasi suhu pada tabel 4.3 dapat dihitung dengan cara sebagai berikut.

Deviasi = Nilai pada sensor - Nilai pada termometer

$$\text{Error} = \frac{\text{Selisih nilai pada sensor dengan termometer}}{\text{Nilai pembacaan pada termometer}} \times 100\%$$

Akurasi = 100% - Error

Deviasi rata - rata = $(0.2 + 0.2 + 0.3 + 0.4 + 0.4 + 0.7 + 0.4 + 0.5 + 0.3 + 0.4) / 10 = 0.38$

Error rata - rata = $(0.56 + 0.54 + 0.78 + 1.06 + 0.96 + 1.71 + 1.19 + 1.40 + 0.79 + 1.06) / 10 = 1.01 \%$

Akurasi rata - rata = $100 - 1.01 = 98.99 \%$

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Kelembapan (*Humidity*)

No	Tanggal	Lokasi Panel	Humidity Termometer (°C)	Humidity Sensor (°C)	Deviasi	Error (%)	Akurasi (%)
1	29/5/25	Ruang Power House	63	71	8	11.27	88.73
2	29/5/25	Ruang Power	63	71	8	11.27	88.73

		House					
3	31/5/25	Ruang MCC	61	68	7	10.29	89.71
4	31/5/25	Ruang MCC	61	69	8	11.59	88.41
5	2/6/25	Ruang VSD 1 Intake	52	57	5	8.77	91.23
6	2/6/25	Ruang VSD 3 Intake	53	57	4	7.02	92.98
7	4/6/25	Ruang Distribusi	63	70	7	10.00	90.00
8	4/6/25	Ruang Distribusi	63	72	9	12.50	87.50
9	4/6/25	Ruang SDS	60	71	11	15.49	84.51
10	4/5/25	Ruang SDS	60	68	8	11.76	88.24
		Rata - rata			7.5	11.00	89.00

Nilai deviasi, error dan akurasi kelembapan pada tabel 4.4 dapat dihitung dengan cara sebagai berikut.

Deviasi = Nilai pada sensor - Nilai pada termometer

$$\text{Error} = \frac{\text{Selisih nilai pada sensor dengan termometer}}{\text{Nilai pembacaan pada termometer}} \times 100\%$$

Akurasi = 100% - Error

$$\text{Deviasi rata - rata} = (8 + 8 + 7 + 8 + 5 + 4 + 7 + 9 + 11 + 8) / 10 = 7.5$$

Error rata - rata = $(11.27 + 11.27 + 10.29 + 11.59 + 8.77 + 7.02 + 10 + 12.5 + 15.49 + 11.76) / 10 = 11 \%$

Akurasi rata - rata = $100 - 11 = 89 \%$

Pada tabel 4.3 dan 4.4 didapatkan hasil data suhu dan kelembapan yang diperoleh dengan pengamatan secara bertahap terhadap beberapa panel yang ada di lokasi pengamatan. Data yang diambil merupakan hasil perbandingan antara dua alat ukur yaitu sensor DHT22 dan termometer digital yang terpasang pada setiap ruangan panel. Berdasarkan pengukuran, diperoleh hasil pengukuran suhu dengan deviasi rata - rata 0.38, error rata - rata 1.01%, dan akurasi rata - rata 98.99%. Kemudian dalam pengukuran kelembapan, diperoleh hasil dengan deviasi rata - rata 7.5, error rata - rata 11%, dan akurasi rata - rata sebesar 89%.

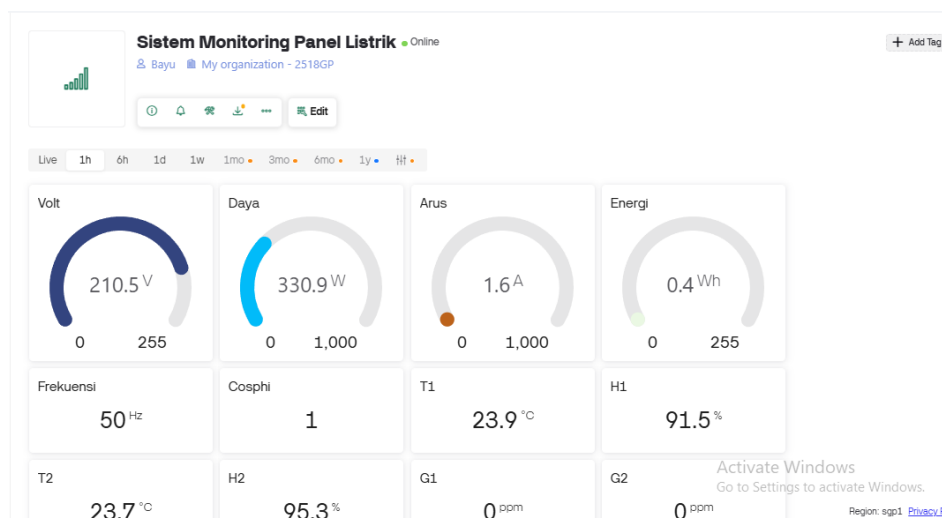


Gambar 4.4 Pengukuran suhu dan kelembapan dengan termometer digital

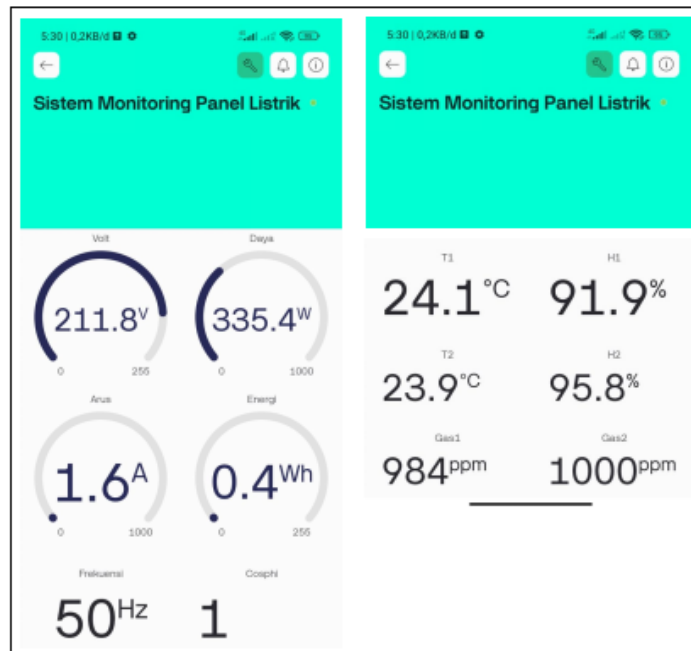
Pada gambar 4.4 merupakan percobaan pengukuran menggunakan termometer digital dan diperoleh hasil pengukuran suhu ada selisih pengukuran dengan sensor antara 0.5 sampai dengan 1.2 derajat. Untuk pengukuran kelembapan ada selisih pengukuran sebesar 0.4 sampai 0.6 persen. Perbedaan pengukuran tersebut dapat disebabkan karena antara respon termometer dan sensor lambat, sehingga pembacaan belum sepenuhnya akurat. Hasil pengukuran suhu pada termometer lebih tinggi, sedangkan pengukuran kelembapan pada termometer lebih rendah.

4.5. Hasil Monitoring Sistem pada Blynk

Parameter yang sudah terbaca pada modul sensor PZEM004T, sensor DHT22, dan sensor MQ2 selanjutnya dapat diamati secara realtime pada aplikasi *blynk* melalui *smartphone*. Parameter yang dapat diamati pada tampilan layar *blynk* meliputi tegangan, arus, daya, faktor daya, frekuensi, suhu dan kelembapan, serta kandungan gas yang dibaca oleh masing - masing sensor.



Gambar 4.5 Tampilan *dashboard blynk* pada laptop



Gambar 4.6 Tampilan *dashboard blynk* pada *smartphone*

Gambar 4.5 merupakan *dashboard* tampilan sistem web *blynk IoT* pada laptop, gambar 4.6 merupakan tampilan sistem pada aplikasi *blynk* yang ada di *smartphone*. Keduanya menampilkan datastream terhadap sensor dan beban yang sama.

Tabel 4.5 Monitoring Tegangan pada *Blynk*

No	Tanggal	Waktu	Jenis Beban	Spesifikasi Daya (W)	Tegangan Blynk (Volt)
1	7/6/2025	13.00	Kompresor	900	229.3
2	7/6/2025	13.05	Gerinda Duduk	350	228.6
3	7/6/2025	13.10	Blower	200	229.7
4	7/6/2025	13.01	Kompresor	900	229.7
5	7/6/2025	13.06	Gerinda	350	228.6

			Duduk		
6	7/6/2025	13.11	Blower	200	227.6
7	7/6/2025	13.02	Kompresor	900	229.5
8	7/6/2025	13.07	Gerinda Duduk	350	228.4
9	7/6/2025	13.12	Blower	200	227.1
10	7/6/2025	13.03	Kompresor	900	229.4
11	7/6/2025	13.08	Gerinda Duduk	350	228.8
12	7/6/2025	13.13	Blower	200	228.2
13	7/6/2025	13.04	Kompresor	900	229.4
14	7/6/2025	13.09	Gerinda Duduk	350	229.7
15	7/6/2025	13.14	Blower	200	228.2

Tabel 4.6 Monitoring Arus pada Blynk

No	Tanggal	Waktu	Jenis Beban	Spesifikasi Daya (W)	Arus Blynk (A)
1	7/6/2025	13.00	Kompresor	900	3.9
2	7/6/2025	13.05	Gerinda Duduk	350	1.2
3	7/6/2025	13.10	Blower	200	0.9
4	7/6/2025	13.01	Kompresor	900	3.9
5	7/6/2025	13.06	Gerinda Duduk	350	1.1
6	7/6/2025	13.11	Blower	200	1.0
7	7/6/2025	13.02	Kompresor	900	4.0
8	7/6/2025	13.07	Gerinda	350	1.2

			Duduk		
9	7/6/2025	13.12	Blower	200	1.0
10	7/6/2025	13.03	Kompresor	900	4.0
11	7/6/2025	13.08	Gerinda Duduk	350	1.1
12	7/6/2025	13.13	Blower	200	0.9
13	7/6/2025	13.04	Kompresor	900	4.0
14	7/6/2025	13.09	Gerinda Duduk	350	1.1
15	7/6/2025	13.14	Blower	200	1.0

Tabel 4.7 Monitoring Daya pada *Blynk*

No	Tanggal	Waktu	Jenis Beban	Spesifikasi Daya (W)	Daya Aktif (W)
1	7/6/2025	13.00	Kompresor	900	803.8
2	7/6/2025	13.05	Gerinda Duduk	350	246.6
3	7/6/2025	13.10	Blower	200	205.3
4	7/6/2025	13.01	Kompresor	900	810.3
5	7/6/2025	13.06	Gerinda Duduk	350	255.3
6	7/6/2025	13.11	Blower	200	209.9
7	7/6/2025	13.02	Kompresor	900	824.7
8	7/6/2025	13.07	Gerinda Duduk	350	257.6
9	7/6/2025	13.12	Blower	200	203.8
10	7/6/2025	13.03	Kompresor	900	826.0
11	7/6/2025	13.08	Gerinda	350	252.4

			Duduk		
12	7/6/2025	13.13	Blower	200	202.7
13	7/6/2025	13.04	Kompresor	900	831.4
14	7/6/2025	13.09	Gerinda Duduk	350	256.4
15	7/6/2025	13.14	Blower	200	205.8

Tabel 4.8 Monitoring Frekuensi dan Faktor Daya pada *Blynk*

No	Tanggal	Waktu	Jenis Beban	Spesifikasi Daya (W)	Frekuensi (Hz)	Faktor Daya (Cosphi)
1	7/6/2025	13.00 s/d 13.04	Kompresor	900	50	1
2	7/6/2025	13.05 s/d 13.09	Gerinda Duduk	350	50	1
3	7/6/2025	13.10 s/d 13.14	Blower	200	50	1

Tabel 4.9 Monitoring Suhu dan Kelembapan pada *Blynk*

No	Tanggal	Waktu	Pemanas	Suhu	Kelembapan
1	7/6/2025	13.20	Off	26.7 °C	67.3 %
2	7/6/2025	13.21	On	29.2 °C	63.4 %
3	7/6/2025	13.22	On	33.9 °C	62.9 %
4	7/6/2025	13.23	On	39.1 °C	62.5 %
5	7/6/2025	13.24	On	42.5 °C	60.2 %

6	7/6/2025	13.25	On	48.7 °C	57.1 %
7	7/6/2025	13.26	On	51.2 °C	56.4 %
8	7/6/2025	13.27	On	54.3 °C	55.9 %
9	7/6/2025	13.28	On	52.6 °C	53.4 %
10	7/6/2025	13.29	On	50.3 °C	53.6 %

Pengujian parameter listrik menggunakan tiga jenis beban yang memiliki daya yang berbeda dilakukan secara bergantian, pertama digunakan kompresor dengan daya sebesar 900W, mesin gerinda duduk dengan daya sebesar 350W, dan blower dengan daya 250W. Parameter yang diamati yaitu tegangan, arus, daya, power faktor, dan frekuensi. Pengujian dilakukan selama 5 menit.

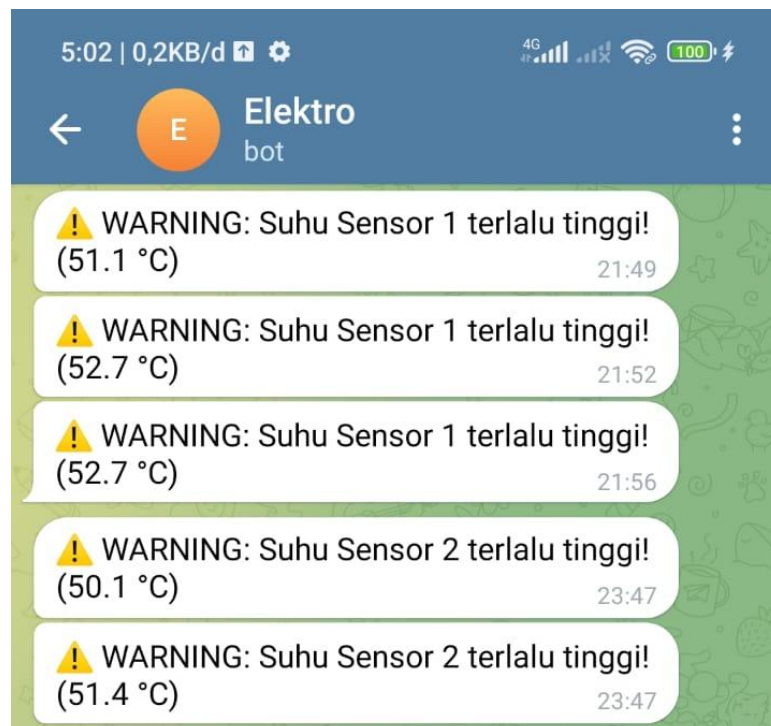
Dari data hasil monitoring pada *blynk*, tabel 4.5 dapat dilihat data hasil monitoring tegangan pada jam 13.00 sampai dengan 13.14, pada tabel 4.6 menunjukkan data hasil monitoring arus dengan beban yang konstan pada jam 13.00 sampai dengan 13.14, pada tabel 4.7 menunjukkan monitoring daya dari masing - masing beban pada jam 13.00 sampai dengan 13.14, dan pada tabel 4.8 menunjukkan hasil monitoring frekuensi dan faktor daya dengan rentang waktu 13.00 sampai dengan 13.14 dengan hasil frekuensi 50 Hz dan power faktor 1.

Untuk parameter sensor suhu dan kelembapan serta kandungan gas dilakukan simulasi, dapat dilihat pada tabel 4.9 menunjukkan perubahan suhu dalam ruang panel dengan menggunakan pemanas/hot gun untuk menaikkan suhu ruang panel yang kemudian ditampilkan pada monitoring *blynk* serta melakukan pengukuran aktual suhu dan kelembapan di dalam panel. Parameter asap dilakukan simulasi dengan memberikan asap pada sensor MQ2 sehingga

kandunga gas dapat terbaca pada monitoring *blynk*. Untuk mendapatkan beberapa hasil data dilakukan sepuluh kali percobaan.

4.6. Hasil Notifikasi Telegram

Pengujian sistem menggunakan telegram dilakukan untuk mengetahui sistem berjalan sesuai dengan perencanaan, ketika suhu ruang panel mencapai ambang batas yaitu 50° (derajat) maka secara otomatis sistem akan mengirimkan pesan notifikasi alarm pada telegram. Dilakukan simulasi perubahan suhu pada sensor DHT22 dengan cara menaikkan suhu menggunakan alat hot gun, sehingga suhu dapat dengan cepat mencapai lebih dari 50° yang kemudian bisa untuk diambil data.



Gambar 4.7 Tampilan pesan dari telegram bot

Gambar 4.7 menunjukkan kondisi dimana suhu area sekitar pada sensor lebih dari 50° (derajat), sehingga secara otomatis sistem mengirimkan pesan peringatan. Penetapan ambang batas suhu dilakukan berdasarkan pada kondisi sebenarnya di lapangan.

Bersamaan dengan sistem yang mengirimkan pesan ketika suhu melebihi ambang batas yang sudah ditentukan, kemudian relay akan aktif dan menjalankan kipas *cooling* sampai suhu stabil dan akan mati kembali ketika suhu dibawah batas yang ditentukan.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pengamatan dan pengujian alat yang sudah dibuat untuk memonitoring panel listrik dengan parameter tegangan, arus, daya, frekuensi, faktor daya, suhu, kelembapan, dan gas secara realtime melalui smartphone pada aplikasi blynk maka dapat diambil kesimpulan :

1. Hasil pembacaan tegangan pada sensor modul PZEM004T cukup akurat, dapat ditunjukkan dengan membandingkan dengan pengukuran tegangan menggunakan multimeter fluke 287 yang sudah terkalibrasi. Error pembacaan dari sensor sebesar 0.18% sehingga nilai keakuratan sensor mencapai 99.82%.
2. Hasil pembacaan arus pada sensor modul PZEM004T memiliki error 4-6 % dengan keakuratan mencapai diatas 94%, dapat ditunjukkan dengan perbandingan pengukuran yang dilakukan menggunakan tang amper *kyoritsu* yang telah terkalibrasi. Dengan menggunakan beban yang bervariasi, sensor PZEM004T mampu membaca tegangan, arus, daya, frekuensi, dan faktor daya dengan baik.
3. Hasil pembacaan suhu dan kelembapan pada sensor DHT22 dibandingkan dengan pembacaan aktual oleh termometer digital, pengukuran suhu memperoleh keakuratan sebesar 98.99% dengan error pembacaan 1.01%. Pengukuran kelembapan memperoleh keakuratan sebesar 89% dengan error rata - rata 11%.

4. Sistem monitoring panel listrik dapat berjalan sesuai perencanaan, dengan mampu menampilkan parameter secara *real-time* pada LCD, *smartphone*, maupun laptop. Sistem dapat mengirimkan notifikasi alarm ketika suhu melebihi ambang batas yang telah ditentukan dan mengirimkannya ke telegram serta menghidupkan kipas pendingin.

5.2. Saran

Berdasarkan kesimpulan terhadap pengujian sistem yang telah disampaikan, maka ada beberapa saran yaitu antara lain :

1. Parameter yang telah termonitoring secara real-time data belum bisa tersimpan secara otomatis. Perlu ditambahkan fungsi trend/report agar dapat melihat history pembacaan nilai pada aplikasi *blynk*.
2. Sistem yang dirancang hanya untuk penggunaan beban 1 phasa, perlu ditambahkan untuk pengukuran parameter dengan beban 3 phasa dan penambahan parameter energi agar dapat diterapkan pada panel sebenarnya.
3. Penggunaan aplikasi *blynk* dengan mode *free* dibatasi dalam penggunaan *virtual pin* maupun limit transfer data. Apabila sistem diterapkan secara aktual maka perlu menggunakan langganan aplikasi *blynk* yang berbayar.

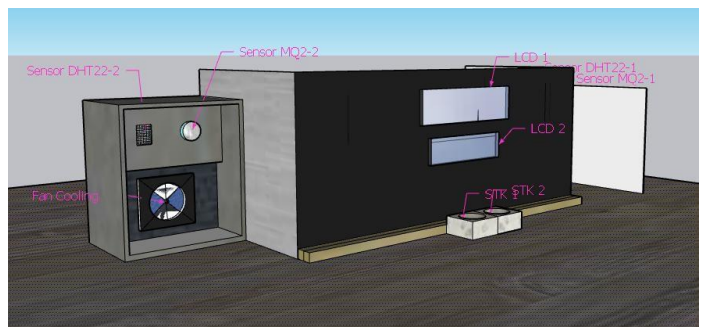
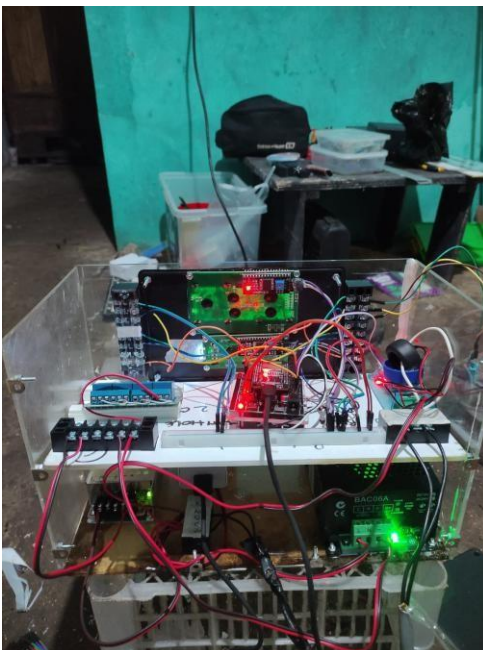
DAFTAR PUSTAKA

- [1] Relif Marbun, R. H. S. M., & Sukardi. (2024). Sistem Peringatan Kerusakan Panel Listrik Berbasis Internet of Things dan Mobile App. *JURNAL AMPLIFIER : JURNAL ILMIAH BIDANG TEKNIK ELEKTRO DAN KOMPUTER*, 14(1), 32–42. <https://doi.org/10.33369/jamplifier.v14i1.33824>
- [2] Susanto, D. A., dkk. (2023). PREVENTIVE MAINTENANCE KOMPONEN PANEL KELISTRIKAN PADA MESIN STAMPING PRESS MEKANIKAL JW31-500T PT. SEBASTIAN JAYA METAL JABABEKA CIKARANG. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 11(3), 2830–7062. <https://doi.org/10.23960/jitet.v11i3%20s1.3521>
- [3] A. D. Dharmawan, L. Subiyanto, and A. T. Nugraha. (2022). “Implementasi Sistem Monitoring pada Panel Listrik,” *Elektriase: Jurnal Sains dan Teknologi Elektro*, vol. 12, no. 02, pp. 2830–3512, 2022, doi: 10.47709/elektriase.v12i2.1685.
- [4] Sains, J. K., Teknologi, D., & Kusumo, B. (n.d.). *Rancang Bangun Pengendali Jarak Jauh Panel Listrik Rumah Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3 Menggunakan Smartphone Android dengan Komunikasi Bluetooth 3.0*.
- [5] Hasan, M. Z., & Junianto, E. (2023). *Sistem Monitoring dan Kontrol Peralatan Listrik Berbasis IoT Menggunakan Aplikasi Blynk*. 4(2).
- [6] I. Gunawan, T. Akbar, and M. G. Ilham, “Prototipe Penerapan Internet Of Things (Iot) Pada Monitoring Level Air Tandon Menggunakan Nodemcu Esp8266 Dan Blynk,” *Infotek J. Inform. dan Teknol.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–7, Feb. 2020, doi: 10.29408/jit.v3i1.1789.
- [7] Kristiyanti, D. R., Wijayanto, A., & Aziz, A. (2022). Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban pada Budidaya Jamur Tiram Berbasis Internet of Things Menggunakan MQTT dan Telegram BOT. *Adopsi Teknologi Dan Sistem Informasi (ATASI)*, 1(1), 61–73. <https://doi.org/10.30872/atasi.v1i1.60>
- [8] Fachreza, A., & Budiyanto, U. (2022). PROTOTIPE SISTEM OTOMATISASI KENDALI MASJID VIA TELEGRAM MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ESP32 SENSOR CAHAYA DAN SUHU. In *Seminar Nasional Mahasiswa Fakultas Teknologi Informasi (SENAFTI) Jakarta-Indonesia*.
- [9] Made, I., dkk. (2022). *RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING PANEL LISTRIK DAN KONTROL LISTRIK KOS BERBASIS IOT*. 2(1). <https://ejournal.catuspata.com/index.php/jkdn/index>
- [10] Sari, D. P. (2021). Prototype Alat Monitoring Suhu, Kelembaban dan Kecepatan Angin Untuk Smart Farming Menggunakan Komunikasi LoRa dengan Daya Listrik Menggunakan Panel Surya. *KILAT*, 10(2), 370–380. <https://doi.org/10.33322/kilat.v10i2.1376>
- [11] Hakiki, M. I., Darusalam, U., & Nathasia, N. D. (2020). Konfigurasi Arduino IDE Untuk Monitoring Pendeteksi Suhu dan Kelembapan Pada Ruang Data Center Menggunakan Sensor DHT11. *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, 4(1), 150. <https://doi.org/10.30865/mib.v4i1.1876>

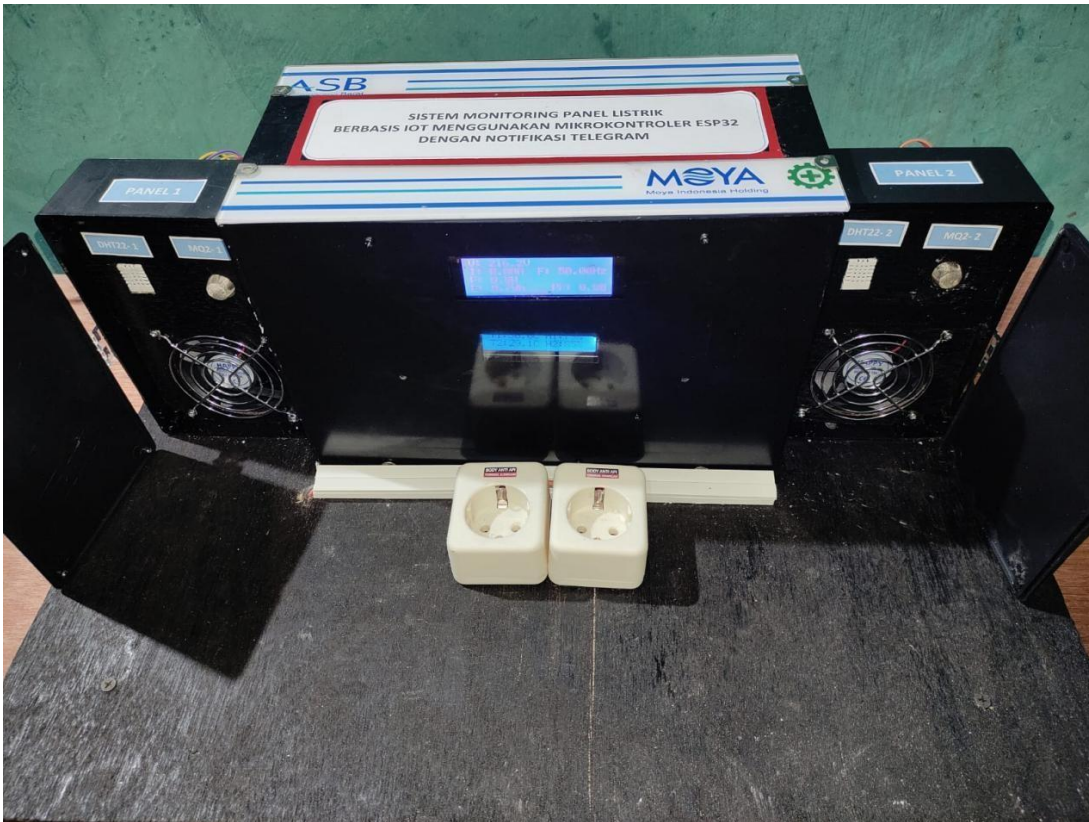
- [12] Hoesen, N. (2021). Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Gas dan Api Berbasis Arduino Uno dengan Mq-2 Sederhana. In *Jurnal Esensi Infokom* (Vol. 5, Issue 1).
- [13] Sumaedi, A., Rosman, R., Fiqri, F., & Rosman, F. R. (n.d.). *Perancangan Sistem Keamanan Pendeteksi Gas dalam Ruangan menggunakan Sensor Gas Mq-2 Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3*.
- [14] Ari, A. ', Ahmad, F., & Amrullah, M. F. (n.d.). *Implementasi Perancangan Sistem Kontrol Dan Monitoring Instalasi Otomasi Panel Listrik Industri Menggunakan IOT Berbasis Mobile* (Vol. 3). <https://ejournal.catuspata.com/index.php/jkdn/index>.
- [15] Hanafi, I., Hunaini, F., & Siswanto, D. (2023). Monitoring And Control System Of Industrial Electric Motors Using The Internet Of Things Sistem Monitoring Dan Kontrol Motor Listrik Industri Menggunakan Internet Of Things (Iot). *Journal of Electrical and Electronic Engineering-UMSIDA*, 7(1). <https://doi.org/10.21070/jeeeu.v7i1>
- [16] Menengah Mahir, P. (2011). *PENGENALAN ARDUINO* ✓ Oleh : Feri Djuandi. <http://www.arobotineveryhome.com>
- [17] Mahanin Tyas, U., Apri Buckhari, A., Studi Pendidikan Teknologi Informasi, P., & Studi Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, P. (2023). *IMPLEMENTASI APLIKASI ARDUINO IDE PADA MATA KULIAH SISTEM DIGITAL* (Vol. 1, Issue 1).
- [18] Pratomo, G. W., Puspaningrum, A. S., & Ismail, I. (2025). Implementasi Sistem Otomatisasi Sirkulasi Udara Menggunakan Fan Exhaust Berbasis Sensor DHT21 pada Vertikal Hidroponik. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 5(2), 656–663. <https://doi.org/10.57152/malcom.v5i2.1660>
- [19] Zulkarnaen, M. F., Aliy Nauval Hanafi, & Mohammad Taufan Asri Zaen. (2024). Rekayasa SmartHome System Berbasis Internet of Things. *Infotek: Jurnal Informatika Dan Teknologi*, 7(2), 552–562. <https://doi.org/10.29408/jit.v7i2.26545>
- [20] Christanto, I. D., dkk. (2022). Mirroring Display KWH Meter untuk Memantau Penggunaan Daya Listrik Menggunakan Mikrokontroler ESP32-CAM. *Jurnal Bumigora Information Technology (BITe)*, 3(2), 161–174. <https://doi.org/10.30812/bite.v3i2.1613>
- [21] Steven Ance Prodi Teknik Elektro, A., Tansa Prodi Teknik Elektro, S., Zulkarnain Nasibu Prodi Teknik Elektro, I., Abdussamad Prodi Teknik Elektro, S., & Dako, A. Y. (n.d.). Volume 5 Nomor 2 Juli 2023 Rancang Bangun Prototipe Loss Daya Listrik Berskala Rumah Tangga Berbasis Arduino ESP8266. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 228.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 dokumentasi pembuatan alat



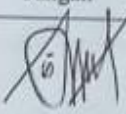
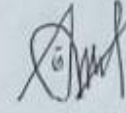
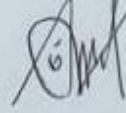
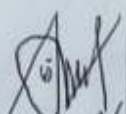
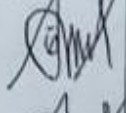
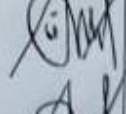
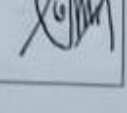
Lampiran 2 foto keseluruhan alat



Lampiran 3 form pembimbing 1

FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama : Bayu Setiawan Rahmat
 NIM : 24014003
 JUDUL TA : SISTEM MONITORING PANEL LISTRIK BERBASIS IOT
 MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ESP32 DENGAN
 NOTIFIKASI TELEGRAM

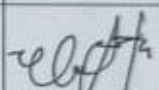
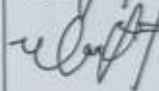
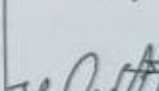
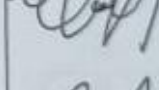

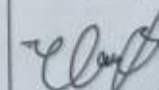
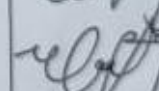
No	Hari/Tanggal	Uraian	Tanda Tangan
1	10/04/2025	Pengajuan judul, BAB I tambah variable kontrol, pemilihan komponen sensor, BAB II tambah variable input	
2	11/04/2025	BAB II tambah sitasi, penambahan sensor untuk parameter daya, arus, tegangan	
3	23/05/2025	BAB I revisi tujuan, manfaat, rumusan masalah terkait penambahan komponen, BAB II oke,	
4	26/05/2025	Pengurangan paragraf latar belakang, tambah penjelasan parameter batasan masalah, Revisi BAB III metode penelitian	
5	29/05/2025	Konsultasi hasil alat, BAB III selesai, lanjut BAB IV dan BAB V	
6	25/06/2025	Penomoran komponen hasil alat, tambah gambar perbandingan pengukuran alat, Analisa hasil	
7	30/06/2025	Cek keterangan gambar, Acc BAB I-V	

Lampiran 4 form pembimbing 2

Lampiran 4 form pembimbing 2

FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama : Bayu Setiawan Rahmat
 NIM : 24014003
 JUDUL TA : SISTEM MONITORING PANEL LISTRIK BERBASIS IOT
 MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ESP32 DENGAN
 NOTIFIKASI TELEGRAM

No	Hari/Tanggal	Uraian	Tanda Tangan
1	20/03/2025	Pengajuan judul Tugas Akhir dan BAB I	
2	26/03/2025	Revisi latar belakang, rumusan masalah , dan batasan masalah sesuaikan dengan masalah yang ada	
3	29/04/2025	Revisi manfaat dan tujuan lebih terfokus ke objek penelitian, lanjut BAB II	
4	07/05/2025	Penambahan sitasi landasan teori, font miring pada kata asing,	
5	22/05/2025	Penambahan nomor gambar komponen landasan teori, BAB III model penelitian	
6	29/05/2025	BAB IV Hasil prototipe panel, kalibrasi alat ukur	
7	25/06/2025	Tambahan desain perancangan, perbaikan flowchart, Acc BAB I-V	

Lampiran 5 form penilaian bimbingan tugas akhir

PENILAIAN BIMBINGAN TUGAS AKHIR INDIVIDU

Judul Tugas Akhir : SISTEM MONITORING PANEL LISTRIK BERBASIS *IOT*
MENGUNAKAN *MIKROKONTROLER ESP32* DENGAN
NOTIFIKASI TELEGRAM

Nama : Bayu Setiawan Rahmat

NIM : 24014003

I. Nilai Bimbingan Tugas Akhir (Pembimbing I)

No	Unsur Yang Dinilai	Nilai
1.	Kedisiplinan Dalam Bimbingan	82
2.	Kreatifitas Pemecahan Dalam Bimbingan	80
3.	Penguasaan Materi Tugas Akhir	85
4.	Kelengkapan Dan Referensi Tugas Akhir	83
Total Nilai = (Jumlah Nilai / 4)		82,5

II. Nilai Bimbingan Tugas Akhir (Pembimbing 2)

No	Unsur Yang Dinilai	Nilai
1.	Kedisiplinan Dalam Bimbingan	85
2.	Kreatifitas Pemecahan Dalam Bimbingan	90
3.	Penguasaan Materi Tugas Akhir	90
4.	Kelengkapan Dan Referensi Tugas Akhir	70
Total Nilai = (Jumlah Nilai / 4)		83,75

$$\begin{aligned} \text{Nilai Bimbingan} &= \frac{\text{Total Nilai Pembimbing 1} + \text{Total Nilai Pembimbing 2}}{2} \\ &= 83,13 \end{aligned}$$

Semarang, 2025

Mengetahui,

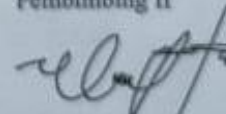
Pembimbing I



Qirom, M.T

NIPY. 09.015.281

Pembimbing II



Uli Albab, M.T

NIPY. 04.015.271

Lampiran 6 kesediaan pembimbing tugas akhir

SURAT KESEDIAAN MEMBIMBING TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Qirom, M.T

NIPY : 09.015.281

Jabatan Struktural : -

Jabatan Fungsional : Dosen Tetap Prodi D3 Teknik Elektronika

Dengan ini menyatakan bersedia menjadi Pembimbing I pada Tugas Akhir

Mahasiswa berikut :

Nama	: Bayu Setiawan Rahmat
NIM	: 24014003
Program Studi	: DIII Teknik Elektronika
Judul Laporan Tugas Akhir	: SISTEM MONITORING PANEL LISTRIK BERBASIS <i>IOT</i> MENGGUNAKAN <i>MIKROKONTROLER ESP32</i> DENGAN <i>NOTIFIKASI TELEGRAM</i>

Demikian Pernyataan ini dibuat agar dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 20 Maret 2025

Mengetahui,

Ka. Prodi DIII Teknik Elektronika

Calon Dosen Pembimbing I



Rony Darpono, M.T
NIPY. 09.015.282



Qirom, M.T
NIPY. 09.015.281

Lampiran 7 kesediaan pembimbing tugas akhir

SURAT KESEDIAAN MEMBIMBING TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ulil Albab, M.T

NIPY : 04.015.271

Jabatan Struktural : -

Jabatan Fungsional : Dosen Tetap Prodi D3 Teknik Elektronika

Dengan ini menyatakan bersedia menjadi Pembimbing II pada Tugas Akhir

Mahasiswa berikut :

Nama	:	Bayu Setiawan Rahmat
NIM	:	24014003
Program Studi	:	DIII Teknik Elektronika
Judul Laporan Tugas Akhir	:	SISTEM MONITORING PANEL LISTRIK BERBASIS <i>IOT</i> MENGGUNAKAN <i>MIKROKONTROLER ESP32</i> DENGAN <i>NOTIFIKASI TELEGRAM</i>

Demikian Pernyataan ini dibuat agar dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 20 Maret 2025

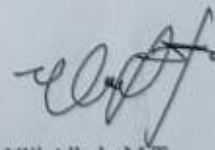
Mengetahui,

Ka. Prodi DIII Teknik Elektronika

Calon Dosen Pembimbing II



Rony Darpono, M.T
NIPY. 09.015.282





Ulil Albab, M.T
NIPY. 04.015.271

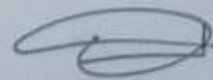
Lampiran 8 form revisi tugas akhir

Lampiran 8
FORM REVISI
UJIAN TUGAS AKHIR

NAMA : Bayu Setiawan Rahmat
 NIM : 24014003
 JUDUL TA : **SISTEM MONITORING PANEL LISTRIK BERBASIS
 IOT MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ESP32
 DENGAN NOTIFIKASI TELEGRAM**

No	Hari/Tanggal	Uraian	Tanda tangan
		- Tambahkan gambar rangkaian	
		- Perbaiki nilai cos pi	

Ketua Penguji





Rahman Mian

Lampiran 9 form revisi tugas akhir

Lampiran 9
FORM REVISI
UJIAN TUGAS AKHIR

NAMA : Bayu Setiawan Rahmat
NIM : 24014003
JUDUL TA : SISTEM MONITORING PANEL LISTRIK BERBASIS
IOT MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ESP32
DENGAN NOTIFIKASI TELEGRAM

No	Hari/Tanggal	Uraian	Tanda tangan
1.	16 Juli 2021	<ul style="list-style-type: none"> - Perbaiki halaman pojok kanan atas. - Tambah pengaturan link. - Gambar rangkaian. - Flowchart diperjelas. 	
2.	17 Juli 2021	<ul style="list-style-type: none"> - ACC. 	



Penguji 1


...Rahmat Setiawan M.T

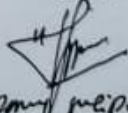
Lampiran 10 form revisi tugas akhir

Lampiran 10
FORM REVISI
UJIAN TUGAS AKHIR

NAMA : Bayu Setiawan Rahmat
 NIM : 24014003
 JUDUL TA : **SISTEM MONITORING PANEL LISTRIK BERBASIS
 IOT MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ESP32
 DENGAN NOTIFIKASI TELEGRAM**

No	Hari/Tanggal	Uraian	Tanda tangan
1.	16 Juli 2025	- Perbaiki flowchart - Perbaikan kata, bahasa, spasi, dan paragraf.	
2.	17 Juli 2025	ACC	

Penguji 2


 Bayu Setiawan Rahmat
 09.015.278