



**Sistem Monitoring Switch Mode Power Supply (SMPS) Driver LED Berbasis
*Internet of Things***

*diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana, pada
program studi S1 Teknik Elektro.*

SKRIPSI

Oleh

Indra Viktorrisman

211910201019

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS JEMBER

FAKULTAS TEKNIK

TEKNIK ELEKTRO

JEMBER

2025

PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan Karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir skripsi ini. Penulis menyadari bahwa proses pengerjaan skripsi ini begitu memperoleh semangat dari banyak pihak. Untuk itu penulis mempersembahkan ini kepada :

1. Wujud syukur kepada Allah Subhannahu Wa Ta'ala, atas segala nikmat dan kasih sayang-Nya mulai dari kesehatan, iman, islam, ilmu dan riski.
2. Orang tua saya yaitu bapak (Alm) Kasiono dan Ibunda Nur Hidayah tercinta, terimakasih atas segala bentuk pengorbanan, usaha, dorongan, jerih payah, dan nasehat dalam setiap untaian doa yang selalu mengiringi setiap langkah perjuangan serta keberhasilan penulis.
3. Kakak penulis, Satria Bimantara dan Niko Ardhi Wiratama yang selalu menjadi penyemangat penulis menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Dosen Pembimbing Utama Dr. Ir. Widjonarko, S.T., M.T., IPM serta Bapak Dosen Pembimbing Anggota Dr. Ir. Azmi Saleh, S.T., M.T atas keikhlasan dan kesabarannya dalam membimbing saya menyelesaikan skripsi ini.
5. Seluruh dosen dan tenaga pendidik Teknik Elektro Universitas Jember yang telah selalu membekali ilmu dan pengetahuan dan bimbingan selama menempuh pendidikan di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.
6. Guru – guru saya sejak dari Sekolah dasar sampai perguruan tinggi.
7. Keluarga besar Laboratorium Sistem Tenaga dan Konversi Energi Listrik 2 Fakultas Teknik Universitas Jember serta teman – teman penulis yang telah membantu, menemani, dan memberikan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Seluruh dulur Teknik Elektro (TOWER) angkatan 21, kakak tingkat, maupun adek tingkat yang telah berjuang bersama di Almamater Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember.
9. Tim peneliti sebelum-sebelumnya.

MOTTO

“Saya sukses, karena saya telah kehabisan apa yang disebut dengan kegagalan.”

(Thomas Alfa Edison)

PERNYATAAN ORSINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Indra Viktorrisman

NIM : 211910201019

Menyatakan bahwa sesungguhnya karya ilmiah yang berjudul: “Sistem Monitoring *Switch Mode Power Supply* (SMPS) Driver LED Berbasis *Internet of Things*“ adalah benar- benar karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan subtansi disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, serta bukan karya jiplakan. Saya berani bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 15 Juli 2025

Yang menyatakan

Indra Viktorrisman

211910201019

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul “Sistem Monitoring *Switch Mode Power Supply* (SMPS) Driver LED Berbasis *Internet of Things*” telah diuji dan disetujui oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada :

Hari : Selasa
Tanggal : 15 Juli 2025
Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Pembimbing Tanda Tangan

1. Pembimbing Utama

Nama : Dr. Ir. Widjonarko, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng. (.....)

NIP : 197109081999031001

2. Pembimbing Anggota

Nama : Dr. Ir. Azmi Saleh, S.T., M.T. (.....)

NIP : 197106141997021001

Penguji

1. Penguji I

Nama : Dr. Ir. Bambang Srikaloko, S.T, M.T.,IPM. (.....)

NIP : 197104022003121001

2. Penguji II

Nama : Muh. Asnoer Laagu, S.ST.,M.T. (.....)

NIP : 198703052022031005

ABSTRAK

Perkembangan teknologi pencahayaan mendorong penggunaan lampu LED yang efisien, tahan lama, dan hemat energi untuk penerangan jalan. Namun, pemantauan kinerja driver LED, khususnya sistem *Switch Mode Power Supply* (SMPS), masih dilakukan secara manual dan kurang efisien. Ketidakstabilan tegangan dan arus dapat memengaruhi umur lampu serta keandalan sistem. Untuk itu, dibutuhkan sistem monitoring berbasis *Internet of Things* (IoT) yang memungkinkan pemantauan secara real-time. Sistem monitoring dirancang menggunakan NodeMCU ESP32, sensor PZEM-004T, *Thingspeak*, dan aplikasi mobile *Blynk*. Pengujian meliputi akurasi pembacaan data dan analisis kualitas jaringan (*Quality of Service*) menggunakan parameter *throughput*, *packet loss*, *delay*, dan *jitter* melalui *Wireshark*. Hasil menunjukkan bahwa sistem monitoring bekerja secara optimal dan akurat. Sensor PZEM-004T mampu mengukur tegangan dan arus dengan tingkat kesalahan rata-rata 1,19% (5 meter) dan 0,52% (25 meter) sementara arus 3,13% dan 1,83%. Berdasarkan data tersebut kinerja SMPS menunjukkan kemampuan flyback converter dalam menjaga kestabilan tegangan DC meski terjadi fluktuasi input, berkat kontrol *duty cycle* yang diatur ESP32. Sistem ini terbukti akurat, stabil, dan andal untuk mendukung pemeliharaan driver LED. Data monitoring tersimpan di google spreadsheet sebagai data logger. Pengujian kualitas jaringan menunjukkan nilai *throughput* tertinggi sebesar 97,88 bits/s pada 5 meter tanpa hambatan, *packet loss* 0%, *delay* rata-rata 42 ms, dan *jitter* 0,12 ms. Namun, kualitas menurun pada jarak di atas 30 meter dengan penghalang. Secara keseluruhan, sistem mampu melakukan monitoring secara efisien dan andal untuk mendukung pengawasan driver LED berbasis *Switch Mode Power Supply* (SMPS). Sehingga sistem memperoleh nilai rata-rata indeks TIPHON sebesar 4, yang menunjukkan kualitas jaringan sangat baik.

Kata kunci : *Switch Mode Power Supply*, *Internet of Things* (IoT), Driver LED, *Thingspeak*.

ABSTRACT

The development of lighting technology encourages the use of efficient, durable, and energy-saving LED lamps for street lighting. However, monitoring the performance of LED drivers, especially the Switch Mode Power Supply (SMPS) system, is still done manually and is less efficient. Voltage and current instability can affect lamp life and system reliability. For this reason, an Internet of Things (IoT)-based monitoring system is needed that enables real-time monitoring. The monitoring system was designed using NodeMCU ESP32, PZEM-004T sensor, Thingspeak, and a mobile application from Blynk. Testing included data reading accuracy and network quality analysis (Quality of Service) using throughput, packet loss, delay, and jitter parameters via Wireshark. The results showed that the monitoring system worked optimally and accurately. The PZEM-004T sensor was able to measure voltage and current with an average error rate of 1.19% (5 meters) and 0.52% (25 meters) while the current was 3.13% and 1.83%. Based on the data, the SMPS performance demonstrates the flyback converter's ability to maintain DC voltage stability despite input fluctuations, thanks to the ESP32-regulated duty cycle control. This system is proven to be accurate, stable, and reliable to support LED driver maintenance. Monitoring data is stored in a Google spreadsheet as a data logger. Network quality testing shows the highest throughput value of 97.88 bits/s at 5 meters without obstacles, 0% packet loss, an average delay of 42ms, and 0.12ms jitter. However, the quality decreases at distances above 30 meters with obstacles. Overall, the system is able to monitor efficiently and reliably to support Switch Mode Power Supply (SMPS)-based LED driver supervision. So the system obtains an average TIPHON index value of 4, which indicates very good network quality.

Keywords : Switch Mode Power Supply, Internet of Things (IoT), LED Driver, Thingspeak.

RINGKASAN

Sistem Monitoring *Switch Mode Power Supply* (SMPS) Driver LED Berbasis *Internet of Things*; Indra Viktorrisman; 211910201019; 2025; Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember

Penggunaan lampu LED sebagai penerangan jalan umum semakin meningkat karena efisiensi energi dan umur pakainya yang panjang. Namun, pemantauan kinerja sistem *Switch Mode Power Supply* (SMPS) driver LED yang menjadi sumber daya utama masih dilakukan secara manual, menyebabkan keterbatasan dalam efisiensi dan efektivitas perawatan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dirancanglah sistem monitoring berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan mikrokontroler nodemcu esp32 yang terhubung dengan sensor pzem-004t, *thingspeak*, serta aplikasi mobile berbasis *blynk* untuk pemantauan tegangan dan arus secara real-time.

Penelitian ini merancang dan mengembangkan sistem monitoring driver led dengan kemampuan pengiriman data yang akurat dan stabil. Sistem terdiri atas nodemcu esp32, sensor pzem-004t untuk mengukur arus dan tegangan, serta integrasi data dengan *thingspeak* untuk penyimpanan dan visualisasi melalui aplikasi smartphone. Objek penelitian menggunakan array led 90 chip dengan kebutuhan daya 43,5 Volt dan arus 1,1 Ampere. Sistem monitoring mampu mendeteksi parameter secara akurat dengan error tegangan rata-rata 1,19% (5 meter) dan 0,52% (25 meter), sementara arus 3,13% dan 1,83% berdasarkan perbandingan nilai multimeter dan aplikasi. Evaluasi kinerja SMPS menunjukkan kemampuan *flyback converter* dalam menjaga kestabilan tegangan DC meski terjadi fluktuasi input, berkat kontrol *duty cycle* yang diatur ESP32.

Metodologi yang digunakan mencakup tahap studi literatur, perancangan sistem monitoring, pengujian kinerja pembacaan sensor, serta pengujian kualitas jaringan menggunakan parameter *quality of service* (QoS), yaitu *throughput*, *packet loss*, *delay*, dan *jitter*. Pengujian dilakukan dalam tiga kategori jarak (dekat, sedang, jauh) dan variasi hambatan (tanpa hambatan dan dengan penghalang pintu dan tembok). Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem bekerja optimal pada jarak 5-30 meter dengan kualitas sinyal sangat baik, dan tetap stabil dalam pengiriman data ke *thingspeak*. Nilai *throughput* tertinggi sebesar 97,88 bits/s pada 5 meter tanpa hambatan, *packet loss* 0%, *delay* rata-rata 42 ms, dan *jitter* 0,12 ms. Sistem monitoring ini terbukti mampu meningkatkan efektivitas pemeliharaan driver LED, mendukung efisiensi energi, dan layak diterapkan sebagai solusi pemantauan jarak jauh dalam sistem pencahayaan berbasis *Switch Mode Power Supply* (SMPS).

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “SISTEM MONITORING SWITCH MODE POWER SUPPLY (SMPS) DRIVER LED BERBASIS INTERNET OF THINGS”. Skripsi ini ditulis untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam meraih gelar Sarjana Teknik di bidang Sistem Tenaga, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember. Penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari bantuan beberapa pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Orang tua saya yaitu bapak (Alm) Kasiono dan Ibunda Nur Hidayah tercinta, terima kasih atas segala bentuk pengorbanan, usaha, dorongan, jerih payah, dan nasehat dalam setiap untaian doa yang selalu mengiringi setiap langkah perjuangan serta keberhasilan penulis;
2. Kakak penulis, Satria Bimantara dan Niko Ardhi Wiratama yang selalu menjadi penyemangat penulis menyelesaikan tugas akhir ini;
3. Bapak Dr. Ir. Triwahju Hardianto, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
4. Bapak Dr. Ir. Widjonarko selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember;
5. Bapak Dr. Ir. Widjonarko, S.T., M.T. IPM selaku Dosen Pembimbing Utama serta Bapak Dr. Azmi Saleh, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota atas segala bimbingan, dukungan, kesabaran dan keikhlasan selama membimbing penulis dalam menuntaskan penyusunan skripsi ini;
6. Bapak Dr. Ir. Bambang Srikaloko, S.T, M.T.,IPM. selaku Penguji 1 serta Bapak Muh. Asnoer Laagu, S.ST.,M.T. selaku Penguji 2 yang telah memberikan kritik dan saran membangun selama proses penyusunan skripsi ini;
7. Keluarga besar Laboratorium Sistem dan Konversi Energi Listrik 2, Kepala Lab Dr. Azmi Saleh, S.T., M.T., Teknisi Sugianto, A.Md., serta seluruh asisten Laboratorium angkatan 21 – 22 terkhusus (Yogie, Faris, Luluk, Nafisa, dan Alin);

8. Dulur – dulur seperjuangan Teknik Elektro 2021 “Tower” atas kebersamaan dan perjuangannya;
9. Sahabat, teman, saudara dan semua orang yang telah hadir dalam cerita hidup penulis;
10. Seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam memudahkan penyusunan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu;
11. Citra Putri Ramadhani yang telah menemani dan memberikan support penulis dari tidak mempunyai judul skripsi hingga penelitian skripsi ini selesai, semoga bisa bersama hingga tak lekang oleh waktu.
12. Seluruh pihak info ngopi yang telah membangkitkan jiwa penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan baik dari segi materi maupun penulisan. Oleh karena itu, penulis memohon maaf sebesar – besarnya atas segala bentuk kekurangan dalam penulisan skripsi ini dan dengan senang hati menerima kritik dan saran agar karya tulis ini dapat dikembangkan dan dapat menjadi salah satu landasan bagi pembaca yang ingin mengetahui dan melakukan penelitian di bidang terkait.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERSEMBAHAN.....	ii
MOTTO	iii
PERNYATAAN ORSINALITAS	iv
HALAMAN PERSETUJUAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Penelitian	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB 2. TINJAUAN TEORI.....	4
2.1 Kajian Literatur	4
2.2 <i>Switch Mode Power Supply</i>	4
2.3 Modul Wifi NodeMCU ESP32	5
2.4 Thingspeak	5
2.5 Blynk Console.....	6
2.6 Wireshark	7
2.7 Parameter Pengujian.....	7
2.7.1. <i>Perhitungan Throughput</i>	8
2.7.2. <i>Perhitungan Packet loss</i>	8
2.7.3. <i>Perhitungan Delay</i>	9
2.7.4. <i>Perhitungan Jitter</i>	9
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	11
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Tahapan Penelitian	11
3.3.1. <i>Studi Literatur</i>	12
3.3.2. <i>Perancangan Desain dan Pembuatan Alat</i>	12
3.3.3. <i>Pengujian dan Pengambilan Data</i>	12
3.3.4. <i>Analisis dan Pembuatan laporan</i>	12
3.3.5. <i>Kesimpulan dan Saran</i>	12

3.4	Blok Diagram dan Perancangan Sistem Monitoring.....	13
3.4.1.	<i>Spesifikasi Lampu LED</i>	13
3.4.2.	<i>Alur Perancangan Sistem Monitoring</i>	13
3.5	<i>Switch Mode Power Supply (SMPS) Driver LED</i>	14
3.6	Pengujian Sistem Monitoring.....	16
3.6.1.	<i>Pengujian Kinerja Sistem Monitoring Internet of Things</i>	16
3.6.2.	<i>Pengujian Quality of Service pada Lalu lintas Jaringan pada Thingspeak</i>	16
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1	Hasil Perancangan Alat Monitoring.....	17
4.2	Hasil Perancangan Sistem Monitoring.....	18
4.3	Pengujian Kinerja Sistem <i>Internet of Things</i>	23
4.4	Pengujian <i>Quality Of Service</i> pada Lalu lintas Jaringan pada <i>Thingspeak</i>	27
4.4.1.	<i>Pengujian Nilai Throughput</i>	29
4.4.2.	<i>Pengujian Packet Loss</i>	32
4.4.3.	<i>Pengujian delay</i>	34
4.4.4.	<i>Pengujian Jitter</i>	37
4.4.5.	<i>Analisis Keseluruhan Quality of Service</i>	40
BAB 5.	PENUTUP	41
5.1	Kesimpulan.....	41
5.2	Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	45

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terkait	4
Tabel 2. 2 Kategori <i>Throughput</i>	8
Tabel 2.3 Standarisasi Indeks <i>TIPHON Packet Loss</i>	8
Tabel 2.4 Standarisasi Indeks <i>TIPHON Delay</i>	9
Tabel 2.5 Standarisasi Indeks <i>TIPHON Jitter</i>	9
Tabel 3.1 Kebutuhan Alat	11
Tabel 3.2 Kebutuhan Bahan	11
Tabel 4. 1 Data Monitoring Smps pada Aplikasi <i>Blynk</i>	21
Tabel 4.2 Akurasi Data Tegangan dan Arus pada Jarak 5 Meter.....	24
Tabel 4.3 Akurasi Tegangan dan Arus pada Jarak 25 Meter	26
Tabel 4.4 Pengujian Status dengan Variasi Jarak dan Gangguan pada NodeMCU ESP32 ke <i>Thingspeak</i>	28
Tabel 4.5 Hasil Pengujian <i>Throughput</i>	30
Tabel 4.6 Hasil Pengujian <i>Packet Loss</i>	32
Tabel 4.7 Hasil Pengujian <i>delay</i>	34
Tabel 4.8 Hasil Pengujian <i>Jitter</i>	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Nodemcu Esp 32	5
Gambar 2. 2 Platform Thingspeak	6
Gambar 2.3 Platform Blynk	6
Gambar 2.4 Tampilan Lalu Lintas Jaringan Pada Wireshark	7
Gambar 3.1 Flowchart Penelitian.....	12
Gambar 3.2 Fokus Penelitian	13
Gambar 3.3 Susunan Array Lampu LED.....	13
Gambar 3.4 Blok Diagram Sistem Monitoring.....	14
Gambar 3.5 Flowchart Sistem Monitoring.....	14
Gambar 3.6 Pembagian daerah jenis sumber listrik SMPS Driver LED	15
Gambar 3.7 Skematik Sistem <i>Switch Mode Power Supply</i>	15
Gambar 4.1 Hasil Perancangan Sensor pada Driver LED	17
Gambar 4.2 Hasil Perancangan Lampu LED	18
Gambar 4.3 Hasil Perancangan Alat Monitoring.....	18
Gambar 4.4 Tampilan Halaman <i>Thingspeak</i>	19
Gambar 4.5 Tampilan Monitoring Tegangan dan Arus pada <i>Thingspeak</i>	19
Gambar 4.6 Tampilan Grafik Tegangan dan Arus pada <i>Thingspeak</i>	19
Gambar 4.7 Tampilan Desain Visual Aplikasi <i>Blynk</i>	20
Gambar 4.8 Tampilan Aplikasi	20
Gambar 4.9 Tampilan Grafik Tegangan dan Arus serta Kondisi dari Sistem SMPS pada Aplikasi.....	21
Gambar 4.10 Tampilan Pengujian Kinerja <i>Internet of Things</i>	23
Gambar 4.11 Tampilan <i>Thingspeak</i> , Aplikasi dan Multimeter.....	23
Gambar 4.12 Grafik Hasil Pengujian Akurasi Data Tegangan pada Jarak 5 Meter	24
Gambar 4.13 Grafik Hasil Pengujian Akurasi Data Arus pada Jarak 5 Meter	25
Gambar 4.14 Grafik Hasil Pengujian Akurasi Data Jarak 25 Meter.....	26
Gambar 4.15 Grafik Hasil Pengujian Akurasi Arus pada Jarak 25 Meter.....	27
Gambar 4.16 Tampilan Lalu Lintas Jaringan NodeMCU ESP32 ke <i>Thingspeak</i> pada <i>Wireshark</i>	28
Gambar 4.17 Tampilan Capture File Properties Pengujian <i>Throughput</i> Pada <i>Wireshark</i>	31
Gambar 4.18 Grafik Hasil Pengujian <i>Throughput</i>	32

Gambar 4.19 Tampilan Hasil <i>Packet loss</i> Pada <i>Wireshark</i>	34
Gambar 4.20 Hasil Pengujian delay Terdapat Pada Tampilan <i>Wireshark</i>	36
Gambar 4.21 Grafik Hasil Percobaan <i>Delay</i>	37
Gambar 4.22 Grafik Hasil Pengujian <i>Jitter</i>	39

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semakin berkembangnya teknologi, semakin banyak inovasi yang menghasilkan kemajuan besar, tidak terkecuali dalam bidang pencahayaan. Penelitian banyak dilakukan untuk menghasilkan lampu dengan intensitas cahaya yang tinggi, umur panjang, dan tidak banyak mengkonsumsi energi. Untuk meningkatkan keselamatan pengguna jalan, penerangan jalan sangat penting, terutama di malam hari. Tempat dengan penerangan yang cukup juga dapat mengurangi kriminalitas dan kecelakaan, yang merupakan penyebab utama keresahan di masyarakat. Lampu led menjadi salah satu pilihan yang bagus dan efisien untuk memenuhi kebutuhan penerangan jalan umum di industri transportasi. led, yang berasal dari bahan semikonduktor, memiliki kemampuan untuk mengubah energi listrik menjadi energi cahaya. Beberapa keuntungan menggunakan LED untuk menerangan jalan adalah bahwa mereka lebih efisien, tahan lama, dan tidak memiliki kandungan ultraviolet. Selain itu, led juga lebih hemat energi daripada jenis lampu lainnya, seperti lampu pijar, lampu neon, dan lampu hybrid halogen (Widjonarko et al., 2021).

Sejumlah penelitian dilakukan dalam mengembangkan lampu led sebagai penerangan jalan dengan menggunakan *switch mode power supply* dalam pemasangannya. Led driver berfungsi untuk mengkonversi tegangan listrik jenis ac menuju tegangan listrik dc, hal ini bisa menjadi solusi disaat menyalakan lampu led (Miftahuddin et al., 2020). Pada penelitian yang dilakukan oleh (Widjonarko et al., 2021) memiliki hubungan dengan driver LED sebagai sumber daya lampu LED. Dalam penelitian tersebut yang berjudul "*Driver for LED Lamp With Buck Converter Controlled by PID*", menjelaskan bahwa penggunaan metode kontrol PID pada buck converter membuat tegangan outputnya lebih stabil atau konstan meskipun tegangan inputnya berubah, tetapi nilai arus yang dihasilkan sesuai dengan beban yang dibutuhkan oleh *buck converter*. Penelitian lainnya dilakukan oleh (Widjonarko et al., 2023) dengan judul "*Switch mode power supply with flyback LED Driver topology in public lighting systems energy supply*". Dalam penelitian ini, menjelaskan bahwa tegangan yang dihasilkan oleh

driver led menggunakan topologi *flyback* lebih konstan dan sesuai dengan tegangan setpoint yang diinginkan.

Pada penelitian lainnya dilakukan oleh (Widjonarko et al., 2024), dengan judul “Optimisasi smps driver led dengan artificial neural network untuk stabilitas tegangan output pada penerangan jalan” menjelaskan bahwa memanfaatkan teknologi *artificial neural network* (ANN) sebagai metode pengendalian yang cerdas dalam menentukan nilai output dari *driver*. Pada penelitian tersebut memiliki keunggulan peningkatan efisiensi dan kinerja sistem pencahayaan led. Untuk memastikan kinerja sistem penerangan jalan umum yang menggunakan driver led tetap optimal dan pemeliharaan berlangsung secara efektif, diperlukan monitoring yang akurat terhadap fungsi perangkat *switch mode power supply* driver led. Hal ini bertujuan untuk memonitoring sistem *driver led* dalam jarak jauh dengan menggunakan aplikasi smartphone.

Pada penelitian ini menggunakan mikrokontroler nodemcu esp32 yang memungkinkan sistem monitoring real-time dengan keunggulan dapat memantau kondisi perangkat dari mana saja dan kapan saja melalui aplikasi yang dirancang khusus. Kecepatan transmisi data monitoring menjadi fokus utama pada penelitian ini, dimana mikrokontroler nodemcu esp32 yang telah dirancang khusus sebagai mikrokontroler berbasis IoT dengan modul wifi terintegrasi diharapkan dapat memberikan efektivitas monitoring yang optimal.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana perancangan sistem monitoring smps driver led berbasis *internet of things* ?
2. Bagaimana akurasi penggunaan *internet of things* pada pengiriman data untuk memonitoring smps driver led?

1.3 Batasan Penelitian

Pemecahan masalah dalam penelitian ini agar tidak melebar, maka pentingnya batasan masalah penelitian yang diuraikan pada topik-topik berikut:

1. Variabel yang ditampilkan pada aplikasi berupa tegangan, dan arus.
2. Penelitian ini tidak membahas arsitektur artificial neural network.

3. Hanya fokus pada kinerja sistem iot smps driver led dan tidak meneliti tentang spesifikasi lampu led untuk penerangan jalan umum.
4. Penelitian ini hanya menggunakan smps driver led untuk beban lampu led penerangan jalan umum dengan spesifikasi tegangan kerja maksimal 43,5 volt dan arus maksimal 1,1 ampere.
5. Penelitian ini hanya fokus pada pengiriman dan pengendalian driver led
6. Untuk penggunaan jarak dekat yaitu 5-15 meter, jarak sedang 20-30 meter, dan jarak jauh 35-45 meter.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan dengan permasalahan yang sudah diuraikan di atas, tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah

1. Merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring smps driver led berbasis *internet of things* yang efektif dan efisien
2. Menganalisis dan mengukur tingkat akurasi penggunaan *internet of things* dalam pengiriman data untuk monitoring smps driver led

1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan hasil pembuatan monitoring driver led berbasis iot ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi penggunaan energi dan memperpanjang umur lampu led. Sistem ini memungkinkan pemantauan secara real-time melalui perangkat jarak jauh, seperti smartphone, sehingga dapat mengoptimalkan penggunaan daya. Selain itu, sistem ini juga diharapkan menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya dalam pengembangan teknologi cerdas untuk stabilitas dan kontinuitas energi di sistem driver led, khususnya di daerah yang mengalami fluktuasi tegangan.

BAB 2. TINJAUAN TEORI

2.1 Kajian Literatur

Berikut adalah matriks penelitian terkait yang akan menjadi acuan dan referensi dalam melakukan penelitian dan pengembangan:

Tabel 2.1 Penelitian Terkait

Penulis	(Widjonarko et al., 2021)	(Widjonarko et al., 2023)	Widjonarko et al., 2024	Peneliti, 2024
Judul	<i>Driver For Led Lamp With Buck Converter Controlled By Pid</i>	<i>Switch mode power supply with lyback LED Driver topology in public lighting systems energy supply</i>	Optimisasi SMPS Driver LED dengan Artificial Neural Network untuk Stabilitas Tegangan Output pada Penerangan Jalan	Sistem Monitoring Switch Mode Power Supply (SMPS) Driver LED Berbasis <i>Internet of Things</i>
Metode	PID Controller	Topologi <i>Flyback</i>	<i>Artificial Neural Network</i> (ANN) metode <i>Backprop (backpropagation)</i>	Monitoring Real time
Keunggulan	Tegangan Konstan	Kestabilan Tegangan, Arus dan lux yang konstan	Modul dengan rangkaian Tegangan kecil, Stabil, Efisiensi.	Sistem Monitoring berbasis IoT secara real time
Mikrokontroler	-	-	NodeMCU ESP V4	NodeMCU ESP 32

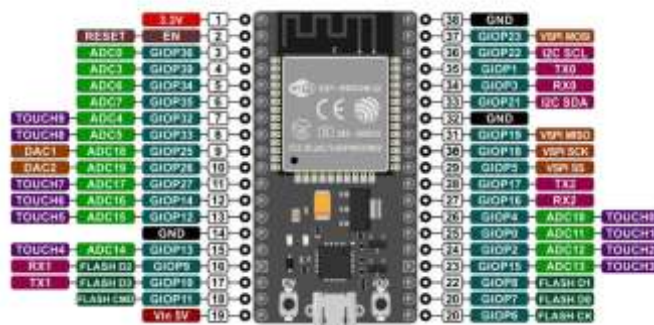
2.2 Switch Mode Power Supply

SMPS (Switch Mode Power Supply) adalah jenis catu daya yang dirancang untuk mempertahankan kestabilan tegangan dan arus listrik, meskipun terjadi fluktuasi beban atau variasi dari sumber daya listrik. Sistem ini memiliki efisiensi daya yang tinggi karena mentransfer energi ke beban secara berkala, bukan secara kontinu, dengan memanfaatkan saklar daya. Proses switching berlangsung pada

frekuensi tinggi di kumparan primer dari transformator ferit, sedangkan kumparan sekundernya disaklarisasi dan disaring ulang untuk menghasilkan tegangan DC yang stabil. Pengendalian proses switching pada MOSFET dilakukan oleh sinyal PWM yang dikontrol oleh mikrokontroler (Fitriani, 2020).

2.3 Modul Wifi NodeMCU ESP32

ESP32 merupakan mikrokontroler berbasis SoC (System on Chip) yang telah terintegrasi dengan konektivitas Wi-Fi 802.11 b/g/n, Bluetooth versi 4.2, serta beragam peripheral pendukung. Chip ini tergolong lengkap karena sudah mencakup prosesor, memori penyimpanan, dan akses ke pin GPIO (General Purpose Input Output). ESP32 dapat berfungsi sebagai alternatif pengganti Arduino, dengan keunggulan utamanya yaitu kemampuannya untuk langsung terhubung ke jaringan Wi-Fi (Nizam et al., 2022). Berikut ini adalah spesifikasi dari ESP32:



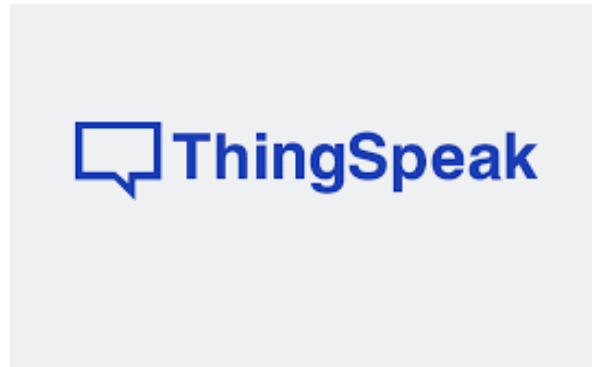
Gambar 2.1 Nodemcu Esp 32

Board ini tersedia dalam dua varian, yakni versi dengan 30 GPIO dan versi dengan 36 GPIO. Meskipun keduanya memiliki fungsi yang serupa, versi 30 GPIO lebih dipilih karena dilengkapi dengan dua pin GND. Setiap pin telah diberi label di bagian atas board, sehingga memudahkan dalam identifikasi. Selain itu, board ini dilengkapi dengan antarmuka USB to UART yang memungkinkan pemrograman secara mudah menggunakan software pengembangan seperti Arduino IDE (Nizam et al., 2022).

2.4 Thingspeak

ThingSpeak adalah sebuah platform yang digunakan sebagai cloud dalam sistem Internet of Things (IoT). Platform ini juga merupakan situs web open source yang memungkinkan pengguna untuk menjalankan aplikasi dan API. Data

yang diunggah ke ThingSpeak dapat disimpan dan diakses menggunakan Hypertext Transfer Protocol (HTTP), serta dapat ditampilkan pada dashboard gratis yang disediakan (Ferdian Hutabarat et al., 2023).



Gambar 2. 2 Platform Thingspeak
(Ferdian Hutabarat et al., 2023)

2.5 Blynk Console

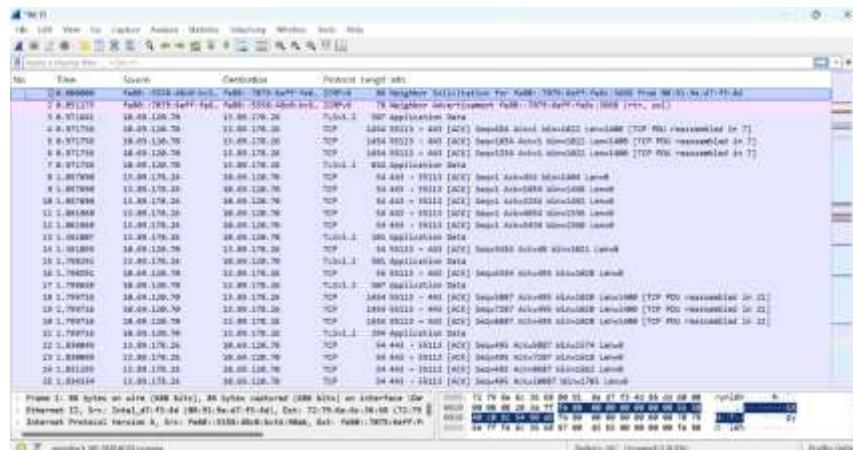
Blynk adalah sebuah platform Internet of Things (IoT) yang memungkinkan pengendalian dan pemantauan perangkat keras dari jarak jauh melalui internet atau intranet (jaringan LAN). Blynk menyediakan dashboard digital dengan antarmuka grafis untuk membuat proyek-proyek IoT. Pengguna dapat menambahkan komponen ke dalam aplikasi Blynk dengan metode Drag and Drop, memudahkan penambahan komponen input atau output tanpa memerlukan keterampilan pemrograman Android atau iOS. Selain itu, platform ini memungkinkan penyimpanan data sensor serta menampilkan hasil pengukuran dalam bentuk visual, seperti angka, warna, atau grafik, yang sangat membantu dalam pengembangan proyek IoT (Furgana Haigis, 2025).



Gambar 2.3 Platform Blynk

2.6 Wireshark

Wireshark merupakan alat analisis paket yang bersifat gratis dan bersumber terbuka. Perangkat ini digunakan untuk menyelesaikan masalah jaringan, melakukan analisis, mengembangkan perangkat lunak dan protokol komunikasi, serta mendukung kegiatan pendidikan. Di antara berbagai aplikasi *network analyzer* yang tersedia, *Wireshark* menjadi salah satu yang paling banyak digunakan oleh administrator jaringan untuk memantau kinerja jaringan dan mengelola lalu lintas data. *Wireshark* memiliki kemampuan untuk menangkap paket data yang melintas dalam jaringan, serta menganalisis berbagai jenis informasi dalam beragam format protokol secara efisien. (Rizqi Nurdiana et al., 2021).



Gambar 2. 4 Tampilan Lalu Lintas Jaringan Pada Wireshark

Salah satu kelemahan *wireshark* adalah kesulitannya dalam mendeteksi driver yang bersifat *wireless*. Berbeda halnya saat digunakan pada koneksi wired, *wireshark* hanya mampu mengenali driver wireless sebagai *driver Microsoft* atau sebatas protokol jaringan WLAN. Meskipun demikian, *wireshark* masih tetap dapat membaca paket pada protokol jenis 802.11, meskipun dengan keterbatasan tersebut.

2.7 Parameter Pengujian

Parameter pengujian dalam penelitian ini digunakan untuk menguji kinerja sistem. Parameter-parameter ini diperlukan sebagai acuan untuk menentukan keakuratan kinerja pengujian pada sistem, sehingga tingkat keberhasilan metode yang digunakan dapat dihitung secara statistik. Parameter-parameter ini dijelaskan sebagai berikut:

2.7.1. Perhitungan *Throughput*

Throughput adalah laju atau kecepatan transfer data yang berhasil dikirim secara efektif. Nilai *throughput* dihitung berdasarkan total paket data yang berhasil diterima dan diamati dalam suatu rentang waktu tertentu, kemudian dibagi dengan lamanya interval waktu tersebut (Mahmud & Aprizal, 2022). Tabel 1 menunjukkan kategori *throughput* yang diterapkan di dalam penelitian ini :

Tabel 2. 2 Kategori *Throughput*

Kategori Degradasi	<i>Throughput</i>	Indeks
Sangat Baik	100	4
Baik	75	3
Cukup	50	2
Buruk	< 25	1

Sumber : (Mahmud & Aprizal, 2022)

dengan persamaan yang diterapkan untuk mendapatkan nilai *throughput* sebagai berikut:

$$\textit{Throughput} = \frac{\textit{Jumlah Bytes}}{\textit{Time Span}} \quad (1)$$

2.7.2. Perhitungan *Packet loss*

Packet loss adalah parameter yang menunjukkan jumlah total paket data yang hilang atau gagal mencapai tujuan. Kehilangan paket ini umumnya disebabkan oleh tabrakan (*collision*) dan kemacetan (*congestion*) pada jaringan komputer (Mahmud & Aprizal, 2022). Kategori *packet loss* dapat dilihat pada tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2.3 Standarisasi Indeks *TIPHON Packet Loss*

Kategori <i>Packet loss</i>	<i>Packet loss</i> (%)	Indeks
Sangat Baik	0	4
Baik	3	3
Cukup	15	2
Buruk	25	1

Sumber : (<http://www.etsi.org>)

Persamaan yang digunakan untuk mendapatkan nilai *packet loss* adalah sebagai berikut:

$$Packet Loss = \frac{Paket\ data\ dikirim - Paket\ data\ diterima}{Paket\ data\ dikirim} \times 100 \quad (2)$$

2.7.3. Perhitungan *Delay*

Delay adalah waktu yang dibutuhkan data untuk melakukan perjalanan dari titik asal ke titik tujuan. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi nilai *delay* antara lain jarak, jenis media transmisi, dan durasi proses transmisi. Nilai *delay* yang tinggi perlu diperhatikan, karena dapat mengindikasikan adanya gangguan pada jaringan atau peningkatan jumlah pengguna yang signifikan (Mahmud & Aprizal, 2022). Hal ini perlu diambil tindakan untuk menghindari overload. Tabel 3 menunjukkan kategori *delay*:

Tabel 2.4 Standarisasi Indeks TIPHON *Delay*

Kategori <i>Delay</i>	<i>Delay</i> (ms)	Indeks
Sangat Baik	<150	4
Baik	150 - 300	3
Cukup	300 - 450	2
Buruk	>450	1

Sumber : (<http://www.etsi.org>)

Persamaan yang digunakan untuk mendapatkan nilai *delay* adalah sebagai berikut:

$$Delay = waktu\ 2 - waktu\ 1 \quad (3)$$

2.7.4. Perhitungan *Jitter*

Jitter adalah variasi waktu kedatangan paket data selama transmisi. *Jitter* terjadi akibat perbedaan dalam panjang antrean, waktu pemrosesan data, serta waktu penyusunan kembali paket-paket di titik tujuan. Umumnya dikenal sebagai variasi *delay*, *jitter* sangat berkaitan dengan *latency*, karena mencerminkan seberapa besar fluktuasi *delay* yang terjadi saat data dikirim melalui jaringan (Mahmud & Aprizal, 2022).

Tabel 2.5 Standarisasi Indeks TIPHON *Jitter*

Kategori <i>Degradasi</i>	<i>Jitter</i> (milisekon)	Indeks
--------------------------------------	--------------------------------------	---------------

Sangat Baik	0	4
Baik	0 – 75	3
Cukup	75 - 125	2
Buruk	125 - 225	1

Sumber : (<http://www.etsi.org>)

Untuk mencari nilai *jitter* harus menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Jitter = \frac{\text{Total variasi delay}}{\text{Total packet diterima}} \quad (4)$$

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas desain dan perancangan sistem monitoring driver led. Selain itu, bab ini juga membahas sub sistem lain yang menyusun sistem, seperti perancangan monitoring. Pada bab ini membahas perancangan sistem secara keseluruhan yang mengacu pada bab sebelumnya.

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Dalam melakukan penelitian dilakukan tahap perancangan, serta tahap pengujian pada kinerja “Sistem monitoring *switch mode power supply* (smmps) driver led berbasis *internet of things*” untuk penelitian dilaksanakan pada Laboratorium Konversi dan Sistem Tenaga Listrik 2. Penelitian dilaksanakan mulai bulan Desember 2024 sampai Mei 2025.

3.2 Alat dan Bahan

Dibutuhkan beberapa alat dan bahan untuk mendukung penelitian ini yaitu sebagai berikut.

Tabel 3.1 Kebutuhan Alat

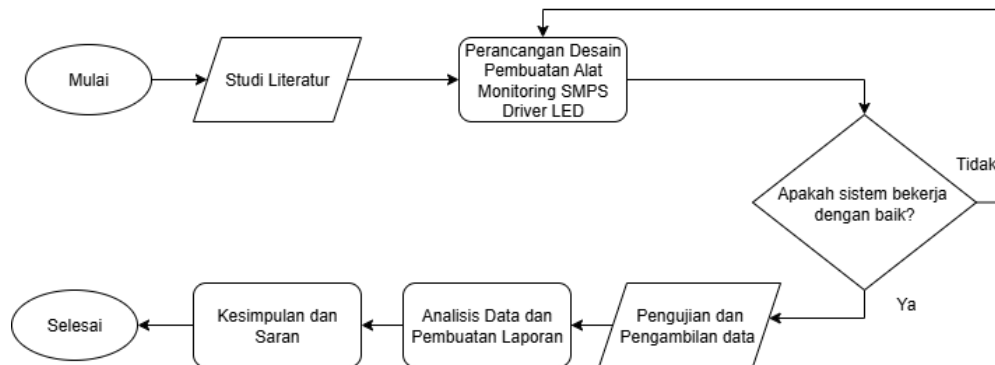
No	Alat	No	Alat
1	Multimeter	7	Pinset
2	Power Supply	8	Voltage Regulator
3	Set Toolbox	9	Solder
4	Laptop	10	Kabel Jumper
5	Smartphone	11	Smartphone
6	Tang potong	12	Penyedot Timah

Tabel 3.2 Kebutuhan Bahan

No	Bahan
1	NodeMCU ESP 32
2	Kabel Jumper

3.3 Tahapan Penelitian

Berikut merupakan tahapan penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti dalam melakukan penelitian, sebagai berikut :



Gambar 3.1 Flowchart Penelitian

3.3.1. Studi Literatur

Melakukan proses observasi dan studi literatur sesuai topik dan masalah yang akan diselesaikan pada jurnal, artikel, buku dan teori-teori terkait. Sumber tersebut menjadi acuan peneliti dalam menyelesaikan masalah dari topik yang diajukan.

3.3.2. Perancangan Desain dan Pembuatan Alat

Pada tahap ini peneliti mendesain dan merancang sistem monitoring berbasis IoT dengan menentukan alat dan bahan yang digunakan.

3.3.3. Pengujian dan Pengambilan Data

Melakukan pengujian dan pengambilan data yang kemudian dijadikan sumber utama data primer proses analisis.

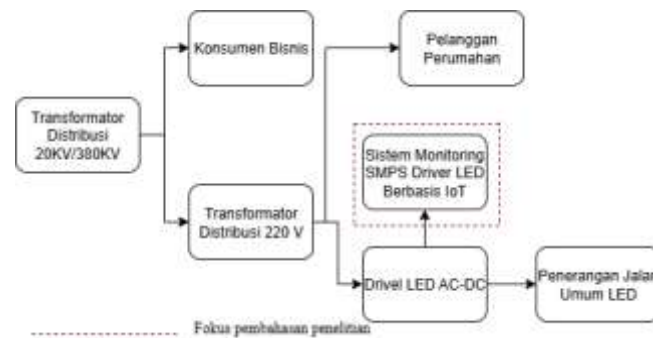
3.3.4. Analisis dan Pembuatan laporan

Data yang telah dikumpulkan akan diproses untuk mengevaluasi sejauh mana keandalan sistem monitoring, arus dan tegangan serta *quality of service* pada lalu lintas jaringan pada *thingspeak*.

3.3.5. Kesimpulan dan Saran

Menarik kesimpulan dari penelitian yang dilakukan dan mengemukakan saran saran dari proses penelitian untuk penelitian selanjutnya.

3.4 Blok Diagram dan Perancangan Sistem Monitoring

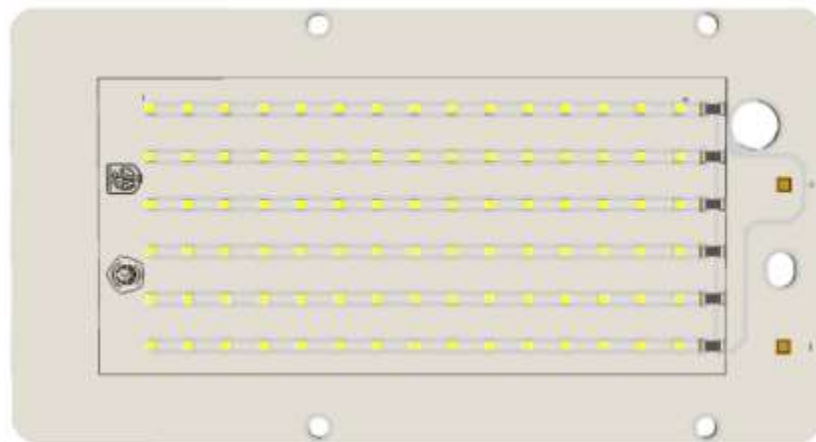


Gambar 3.2 Fokus Penelitian

Fokus penelitian ini yaitu perancangan sistem monitoring *switch mode power supply driver led* berbasis *internet of things* (IoT). sistem menggunakan nodemcu esp32, sensor pzem-004t, aplikasi *blynk*, serta *thingspeak*. Berikut langkah-langkah perancangan sistem dan objek penelitian yang digunakan.

3.4.1. Spesifikasi Lampu LED

Objek penelitian ini yaitu lampu led yang dirancang menggunakan 90 buah chip led yang tersusun secara 15 seri dan 6 paralel. Sehingga membutuhkan tegangan kerja lampu led 43,5 volt dan arus maksimal 1,1 ampere. Rangkaian susunan *chip led* ini dapat dilihat pada gambar 3.3.

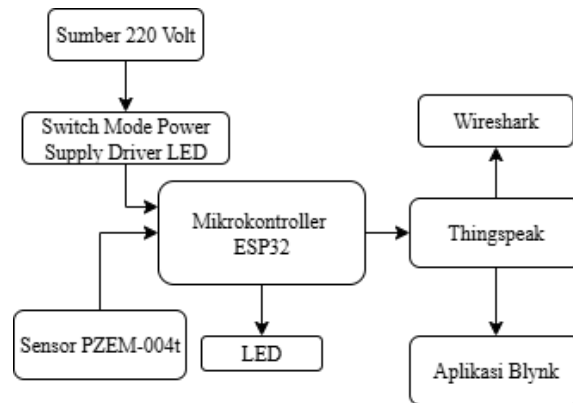


Gambar 3.3 Susunan Array Lampu LED

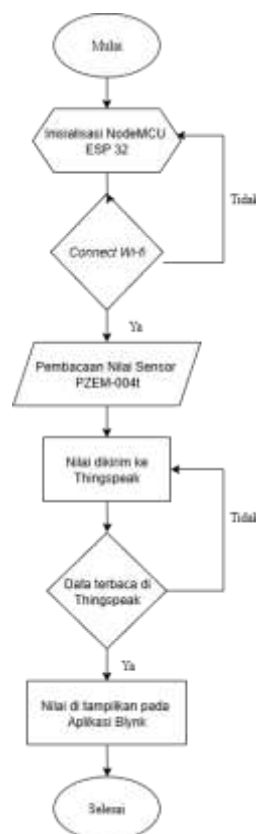
3.4.2. Alur Perancangan Sistem Monitoring

Pada tahap pertama melakukan integrasi nodemcu esp32 dengan sensor pzem-004t untuk akuisisi data tegangan, arus dan kondisi *sistem switch mode power supply* yang dikirim ke thingspeak melalui api key dan channel id. Pada

tahap terakhir, dilakukan perancangan aplikasi mobile menggunakan aplikasi *blynk* dengan interval logging 15 detik.



Gambar 3.4 Blok Diagram Sistem Monitoring

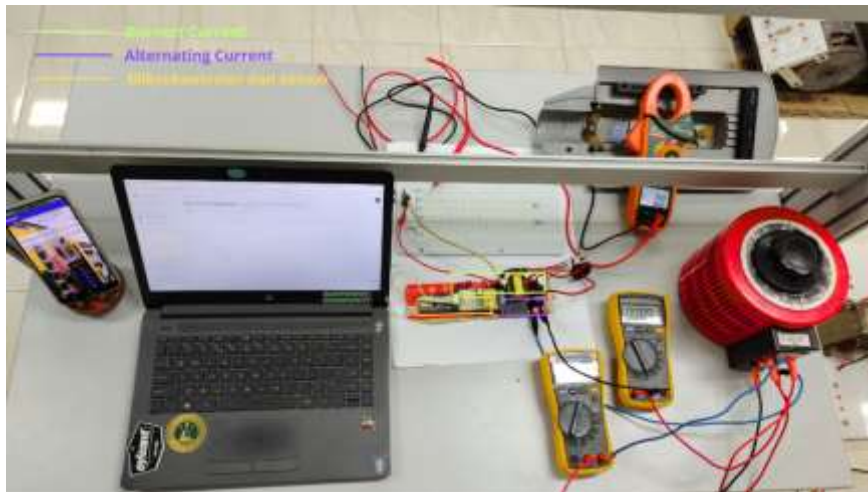


Gambar 3.5 Flowchart Sistem Monitoring

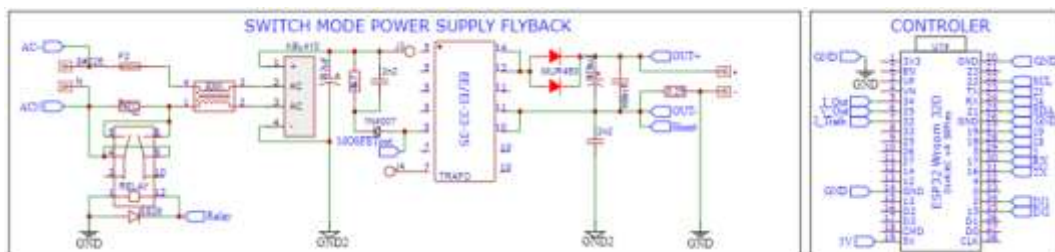
3.5 Switch Mode Power Supply (SMPS) Driver LED

Driver led terbagi sisi ac dan sisi dc dengan konversi melalui bridge rectifier dioda. *Switch mode power supply* tipe *flyback* terintegrasi mikrokontroler ESP32

mengkonversi tegangan AC menjadi DC stabil. Tegangan AC input melewati proteksi fuse dan NTC thermistor, disearahkan oleh bridge rectifier KB410 menjadi DC pulsating. *Flyback converter* dengan IC *switching controller* dan MOSFET sebagai saklar utama memproses energi ke transformator ferit rasio 1:1. Sisi sekunder menggunakan *fast recovery diode* MUR460 dan filter kapasitor untuk output DC stabil. Relai mem-bypass NTC setelah startup, sedangkan ESP32 mengontrol *switching* mosfet dan komunikasi sistem monitoring.



Gambar 3.6 Pembagian Daerah Jenis Sumber Listrik SMPS Driver LED



Gambar 3.7 Skematik Sistem *Switch Mode Power Supply*

Untuk mengetahui kinerja sistem *switch mode power supply* (smps), dilakukan pengujian dengan memvariasikan tegangan input dari 100 Volt hingga 140 Volt AC, kemudian diamati respon tegangan dan arus pada sisi keluaran. Pengujian difokuskan pada kestabilan output terhadap fluktuasi input dengan *duty cycle* konstan $\pm 40\%$, menggunakan transformator ferit dengan rasio lilitan primer:sekunder 1:1. Parameter yang diuji yaitu hasil pengujian akurasi data pada jarak 25 meter dengan penghalang dimana tegangan DC keluaran yang diharapkan konstan di kisaran 40 volt serta arus sesuai beban led yaitu sekitar 1,1 *ampere*. Hasil pengukuran dibandingkan dengan alat ukur multimeter sebagai pembanding,

untuk menilai deviasi dan akurasi sistem dalam mempertahankan kestabilan tegangan dan arus selama perubahan tegangan input berlangsung.

3.6 Pengujian Sistem Monitoring

Pengujian sistem monitoring yang dilakukan pada penelitian ini yaitu terdapat parameter, tegangan, arus dan kualitas jaringan. Rencana pengujian yang akan dilakukan pada penelitian ini sebagai berikut.

3.6.1. Pengujian Kinerja Sistem Monitoring *Internet of Things*

Tingkat akurasi monitoring dilakukan dengan membandingkan parameter tegangan dan arus yang terbaca pada multimeter dengan *thingspeak* pada jarak 5 meter tanpa penghalang dan 25 meter dengan penghalang pintu dan tembok. Selain itu, berdasarkan parameter tersebut nantinya akan dievaluasi terkait sistem *switch mode power supply* dari driver led. Sehingga data yang diperoleh akan disajikan dalam grafik, dan dapat diketahui nilai error persen. Pengujian ini dilakukan sebanyak 6 kali dengan tegangan input 100 hingga 140 volt. Berikut rumus perhitungan error persen.

Nilai error persen dihitung menggunakan persamaan rumus :

$$Error = \frac{Output - Input}{Input} \times 100\% \quad (5)$$

Keterangan :

Output : Aplikasi *Blynk*

Input : Tampilan multimeter

3.6.2. Pengujian *Quality of Service* pada Lalu lintas Jaringan pada *Thingspeak*

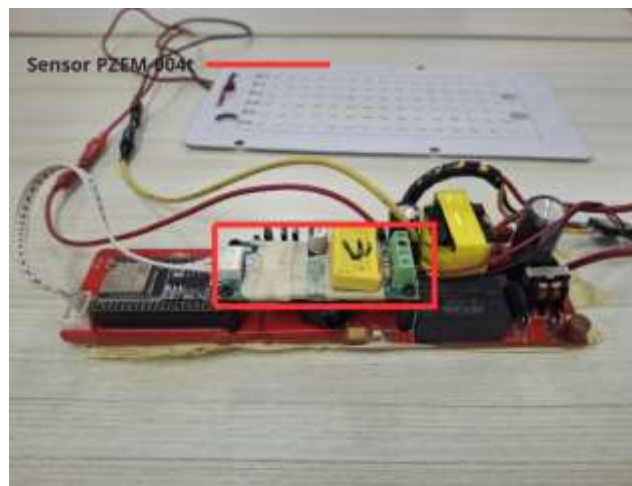
Pengujian qos dilakukan dengan integrasi nodemcu esp32 menggunakan *wireshark* dengan parameter *throughput*, *packet loss*, *delay*, dan *jitter*. Pengujian dilakukan sebanyak 18 kali dengan jarak 5 sampai 45 meter dengan penghalang pintu dan tembok maupun tanpa penghalang. Melalui pengujian ini, dapat mengetahui performa kualitas jaringan dan standarisasi TIPHON terkait sistem monitoring.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan hasil dari penelitian yang telah dilakukan, yang mencakup pengujian sistem monitoring switch mode power supply (smps) driver led berbasis *internet of things* (IoT). Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang sistem monitoring tegangan dan arus pada *switch mode power supply* (smps) driver led secara real-time melalui jaringan internet menggunakan nodemcu esp32, sensor pzem-004t, dan *thingspeak* yang dimana nilai keluaran di tampilkan melalui aplikasi dari data yang diperoleh akan dievaluasi mengenai kinerja sistem *switch mode power supply*. Pengujian dilakukan dengan berbagai parameter jarak dan kondisi penghalang untuk mengevaluasi kualitas jaringan, serta keakuratan data yang ditampilkan pada aplikasi smarphone.

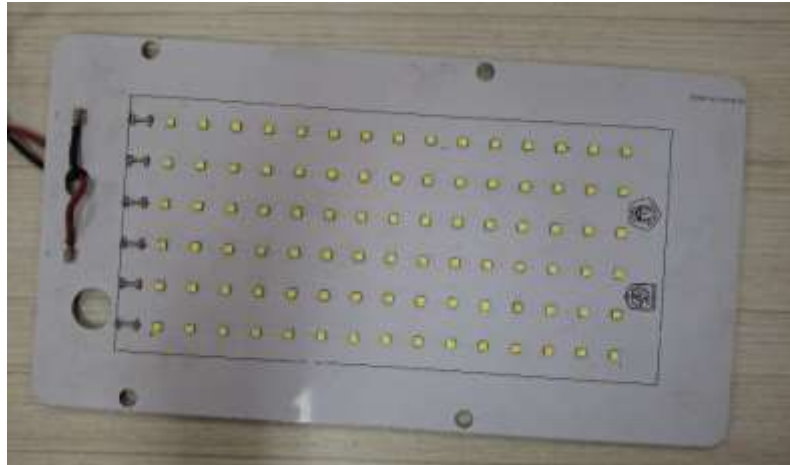
4.1 Hasil Perancangan Alat Monitoring

Pada perancangan alat tugas akhir ini dilakukan dengan rencana yang sudah dirancang sebelumnya, dari alat monitoring yang terdiri dari sensor serta lampu led hingga proses kerja alat monitoring. Sistem pengukuran tegangan dan arus menggunakan sensor pzem-004t yang terletak pada keluaran driver led dan terintegrasi dengan esp32, data yang terbaca oleh sensor dikirim ke thingspeak. Berikut ini hasil perancangan sensor pzem-004t pada driver led.



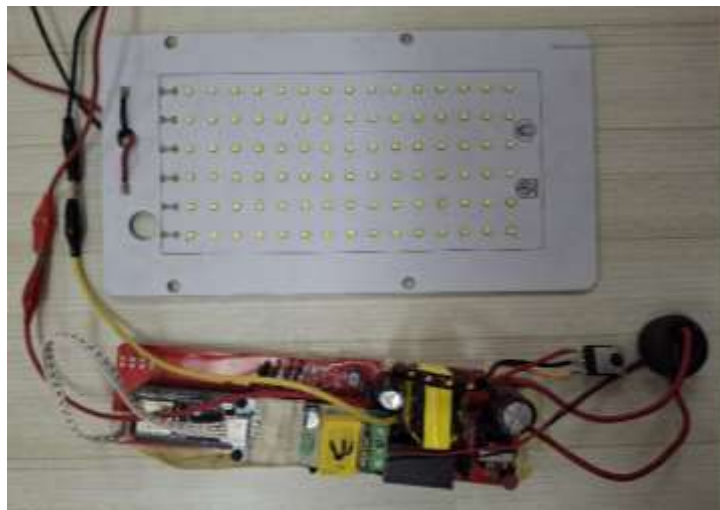
Gambar 4.1 Hasil Perancangan Sensor pada Driver LED

Sensor pzem-004t diterapkan pada hasil perancangan objek penelitian yaitu lampu led *array* dengan spesifikasi 90 chip (15 seri x 6 paralel) dengan kebutuhan tegangan 43,5 volt dan arus 1,1 ampere. Berikut ini tampilan hasil perancangan lampu led.



Gambar 4.2 Hasil Perancangan Lampu LED

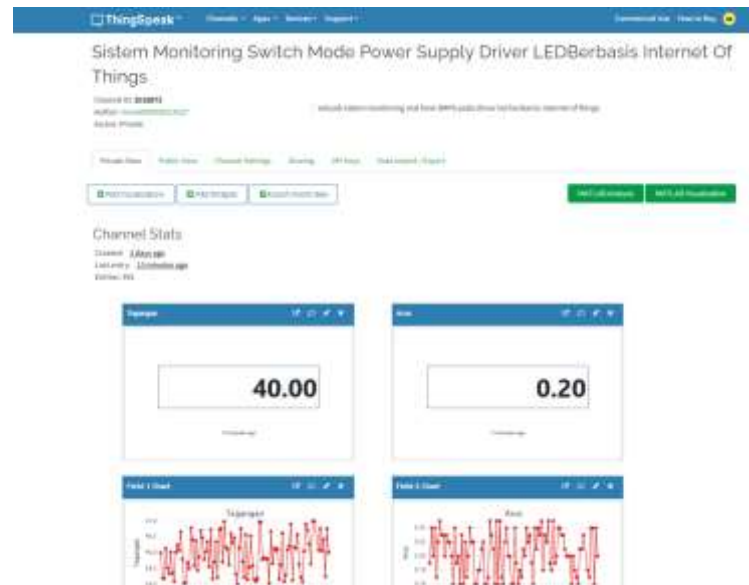
Berdasarkan hasil perancangan alat monitoring, alat monitoring berjalan sesuai fungsi. Sensor dapat membaca tegangan dan arus lampu led secara baik. Berikut tampilan keseluruhan alat monitoring pada sistem driver led.



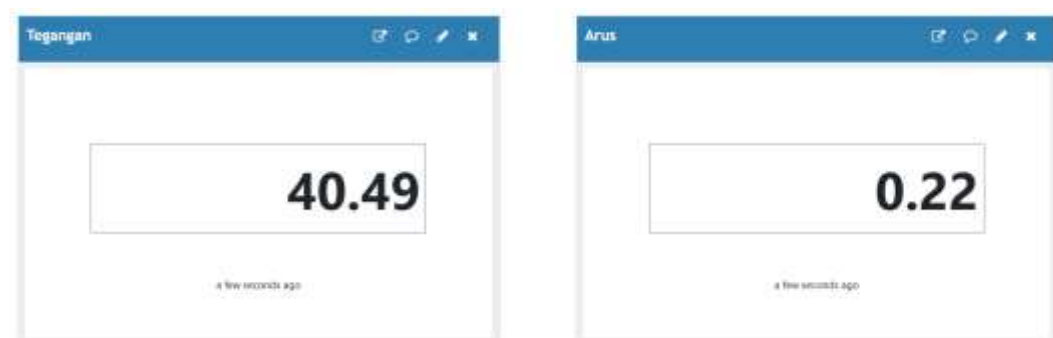
Gambar 4.3 Hasil Perancangan Alat Monitoring

4.2 Hasil Perancangan Sistem Monitoring

Pada perancangan sistem monitoring dilakukan dengan rencana yang sudah didesain sebelumnya, dari setiap pengukuran maupun monitoring parameter. Parameter tegangan/ arus diperoleh dari pembacaan sensor pzem-004t melalui esp32 yang dihubungkan melalui koneksi wifi menggunakan *api key* dan channel id pada *thingspeak*. Sehingga didapatkan hasil pembacaan parameter pada *thingspeak* dapat diketahui terkait kondisi dari sistem smpsnya, berikut tampilan gambar dibawah ini.



Gambar 4.4 Tampilan Halaman *Thingspeak*



Gambar 4.5 Tampilan Monitoring Tegangan dan Arus pada *Thingspeak*



Gambar 4.6 Tampilan Grafik Tegangan dan Arus pada *Thingspeak*

Perancangan menggunakan *blynk* menghasilkan aplikasi mobile yang dapat menampilkan data tegangan dan arus secara langsung. Aplikasi ini memanfaatkan koneksi antara perangkat dan platform *blynk* untuk memperbarui informasi secara otomatis. Dengan menggunakan label sebagai komponen antarmuka, aplikasi *blynk* menampilkan nilai-nilai parameter secara real-time, yang diperbarui setiap

kali ada perubahan data yang dikirim dari perangkat. Berikut tampilan dari platform *blynk* yang sudah dirancang.



Gambar 4.7 Tampilan Desain Visual Aplikasi *Blynk*



Gambar 4.8 Tampilan Aplikasi

Aplikasi ini dirancang dengan antarmuka grafis interaktif yang menampilkan data monitoring secara real time, termasuk parameter tegangan, arus, dan status kondisi sistem. Seluruh data tersebut tidak hanya ditampilkan dalam bentuk angka, tetapi juga divisualisasikan dalam bentuk grafik, sehingga

memudahkan dalam melakukan analisis terkait kinerja sistem *switch mode power supply*. Berikut tampilan 20 data dan grafik monitoring pada aplikasi *blynk* yang peneliti gunakan dalam menganalisis terkait sistem SMPS.

Tabel 4. 1 Data Monitoring Smps pada Aplikasi *Blynk*

No	Timestamp (WIB)	Tegangan (V)	Arus (A)	Kondisi
1	2025-07-29 12:51:02 WIB	40.41	0.18	Stabil
2	2025-07-29 12:51:18 WIB	40.12	0.22	Stabil
3	2025-07-29 12:51:34 WIB	39.19	0.16	Drop
4	2025-07-29 12:51:50 WIB	39.06	0.19	Drop
5	2025-07-29 12:52:06 WIB	39.22	0.25	Drop
6	2025-07-29 12:52:22 WIB	40.93	0.25	Tidak normal
7	2025-07-29 12:52:38 WIB	39.05	0.19	Drop
8	2025-07-29 12:52:54 WIB	40.44	0.22	Stabil
9	2025-07-29 12:53:10 WIB	40.12	0.18	Stabil
10	2025-07-29 12:53:26 WIB	40.5	0.21	Stabil
11	2025-07-29 12:53:42 WIB	40.06	0.17	Stabil
12	2025-07-29 12:53:58 WIB	40.49	0.17	Stabil
13	2025-07-29 12:54:14 WIB	39.39	0.16	Drop
14	2025-07-29 12:54:30 WIB	40.08	0.17	Stabil
15	2025-07-29 12:54:46 WIB	39.76	0.24	Stabil
16	2025-07-29 12:55:02 WIB	40.49	0.21	Stabil
17	2025-07-29 12:55:18 WIB	40.21	0.16	Stabil
18	2025-07-29 12:55:33 WIB	39.21	0.23	Drop
19	2025-07-29 12:55:49 WIB	39.06	0.16	Drop
20	2025-07-29 12:56:06 WIB	40.11	0.24	Stabil

Berikut grafik dari sistem monitoring pada aplikasi *blynk*.



Gambar 4.9 Tampilan Grafik Tegangan dan Arus serta Kondisi dari Sistem SMPS pada Aplikasi *Blynk*

Berdasarkan hasil monitoring data tegangan dan arus pada grafik diatas terkait Smmps driver led berbasis *internet of things*, peneliti menganalisis 20 data yang mencerminkan kinerja sistem dalam mempertahankan kestabilan output pada beban led. Dari data yang tercatat, 12 data (60%) masuk dalam kategori "Stabil", yaitu ketika tegangan berada pada kisaran 39.50 volt hingga 40.50 volt. Kondisi ini mengindikasikan bahwa sistem *switch mode power supply* (SMPS) mampu menjaga tegangan output mendekati setpoint yang telah ditentukan yaitu 40 volt. Hal ini menunjukkan bahwa kontrol *duty cycle* pada topologi *flyback converter* berjalan dengan baik.

Sementara itu, terdapat 6 data (30%) yang masuk dalam kategori "Drop", di mana tegangan berada pada rentang 39.00 volt hingga 39.49 volt. Penurunan ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu respon *switching* yang kurang cepat, kualitas sinyal PWM yang tidak stabil. Meskipun masih dalam batas toleransi operasional, kondisi drop dapat menyebabkan penurunan efisiensi cahaya dan berisiko memperpendek umur pakai led apabila terjadi secara terus-menerus.

Selain itu, terdapat 1 data (5%) dengan tegangan di atas 40.50 volt, yang diklasifikasikan sebagai "Tidak Normal". Tegangan sebesar 40.93 volt berpotensi menimbulkan *overvoltage* pada sistem dan menandakan adanya gangguan pengaturan *duty cycle* atau lonjakan daya sesaat yang tidak berhasil dikendalikan oleh pengendali ESP32. Kondisi ini sejalan dengan prinsip kerja *flyback converter* yang memanfaatkan penyimpanan energi magnetik pada inti ferit saat siklus "on", dan melepaskannya saat MOSFET dalam kondisi "off". Dengan rasio lilitan trafo 1:1, pengaturan lebar pulsa PWM (*duty cycle*) menjadi faktor dominan dalam mengatur besar tegangan output.

Seperti dijelaskan oleh Fitriani (2020), stabilitas output tidak hanya bergantung pada rasio transformator, melainkan juga pada kemampuan sistem dalam mengatur waktu *switching*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pengaturan *duty cycle* sekitar 40% mampu menjaga tegangan output dalam rentang stabil meskipun terjadi variasi input AC dari 100 hingga 140 volt. Hal ini diperkuat oleh penelitian Widjonarko et al. (2023), yang menyatakan bahwa pengendalian PWM secara adaptif pada topologi *flyback* memungkinkan sistem

mempertahankan output mendekati setpoint meskipun terjadi fluktuasi besar di sisi input.

4.3 Pengujian Kinerja Sistem *Internet of Things*

Pengujian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja sistem monitoring yang dihasilkan dari multimeter dan aplikasi. Metode pengujian dilakukan dengan membaca data nilai tegangan dan arus yang keluar dari driver led. Berikut adalah hasil pengujian kinerja sistem monitoring.



Gambar 4.10 Tampilan Pengujian Kinerja *Internet of Things*



Gambar 4.11 Tampilan *Thingspeak*, Aplikasi dan Multimeter

Berdasarkan gambar 4.8 terlihat nilai yang ditampilkan dari Multimeter dan aplikasi menampilkan nilai tegangan dan arus yang sedikit berbeda. Tabel 4.1 menunjukkan pengujian akurasi data yang telah dilakukan pada jarak 5 meter tanpa penghalang.

Tabel 4.2 Akurasi Data Tegangan dan Arus pada Jarak 5 Meter

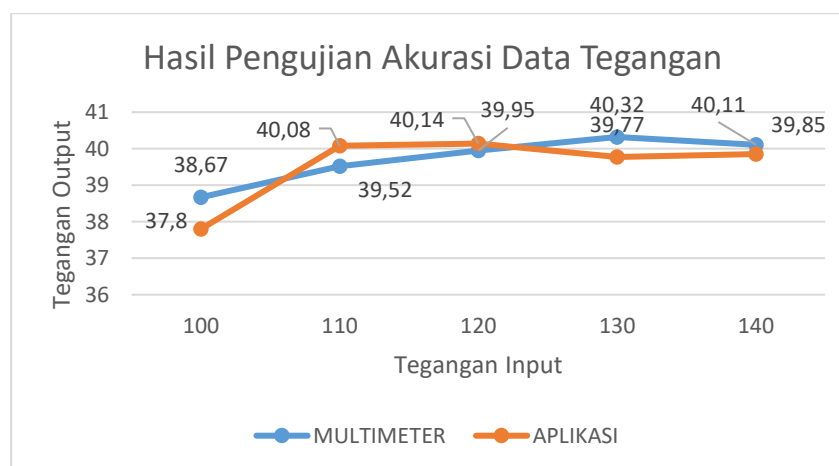
(V in)	MULTIMETER		APLIKASI		Error (Volt)	Error (Arus)
	Volt	Arus	Volt	Arus		
100	38.67	0,15	37.8	0,16	2,24%	6,66%
110	39,52	0,18	40,08	0,18	1,41%	0%
120	39,95	0,20	40,14	0,21	0,47%	5%
130	40,32	0,23	39,77	0,23	1,36%	0%
140	40,11	0,25	39,85	0,26	0,64%	4%
	Rata-rata				1,19%	3,13%

Hasil data tegangan pada percobaan pertama dapat diketahui nilai error persennya yaitu :

$$\text{Error} = \frac{37.8 - 38.67}{38.67} \times 100\%$$

$$\text{Error} = 2,24 \%$$

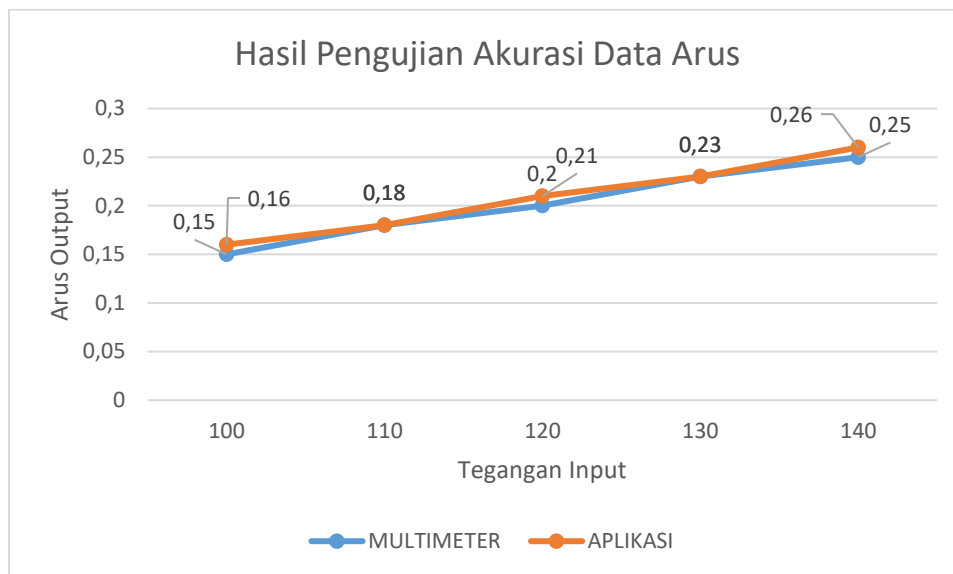
Berdasarkan Tabel 4.1 dapat diketahui bahwa tampilan tegangan keluaran pada aplikasi memiliki nilai yang berbeda dengan yang ada pada multimeter. Berikut merupakan gambar 4.12 grafik yang menampilkan data akurasi tegangan dan gambar 4.13 grafik akurasi arus.



Gambar 4.12 Grafik Hasil Pengujian Akurasi Data Tegangan pada Jarak 5 Meter

Pada grafik 4.12 menunjukkan perbandingan nilai tegangan yang dibaca oleh multimeter dengan nilai yang ditampilkan pada aplikasi IoT pada jarak 5 meter tanpa hambatan. Hasil pengujian memperlihatkan nilai tegangan keluaran

relatif stabil di kisaran 38,67-40,32 volt, meskipun tegangan input bervariasi dari 100 hingga 140 volt Ac. Persentase error rata-rata tercatat sangat rendah yaitu 1,19%, menandakan sistem monitoring memiliki akurasi yang sangat baik. Hal ini membuktikan bahwa integrasi sensor pzem-004t dengan nodemcu esp32 berhasil membaca variasi tegangan output *switch mode power supply* driver led secara real-time dengan sedikit deviasi. Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui karakteristik flyback converter yang mampu mempertahankan kestabilan tegangan Dc pada beban meski terjadi fluktuasi input.



Gambar 4.13 Grafik Hasil Pengujian Akurasi Data Arus pada Jarak 5 Meter

Grafik 4.13 menampilkan hasil pengujian akurasi data arus pada kondisi jarak 5 meter tanpa penghalang. Nilai arus yang terukur bervariasi pada kisaran 0,15-0,25 *ampere* sesuai beban led, dengan error rata-rata 3,13%. Meskipun error arus lebih tinggi dibandingkan pengukuran tegangan, nilai deviasi masih dalam batas wajar untuk sistem monitoring jarak jauh berbasis IoT. Error persen muncul akibat resolusi pembacaan sensor arus pzem-004t pada arus rendah. Namun, hasil pengukuran yang terbaca pada aplikasi tidak jauh berbeda dengan multimeter. Sehingga dapat dikatakan bahwa sistem monitoring dapat memantau arus beban driver led dengan cukup akurat.

Berdasarkan hasil pengujian pada jarak 5 meter tanpa hambatan, parameter tegangan menunjukkan performa monitoring yang lebih optimal dibandingkan arus. Hal ini dibuktikan oleh nilai rata-rata error tegangan yang lebih rendah yaitu 1,19% dibandingkan error arus sebesar 3,13%. Akurasi pada pengukuran tegangan

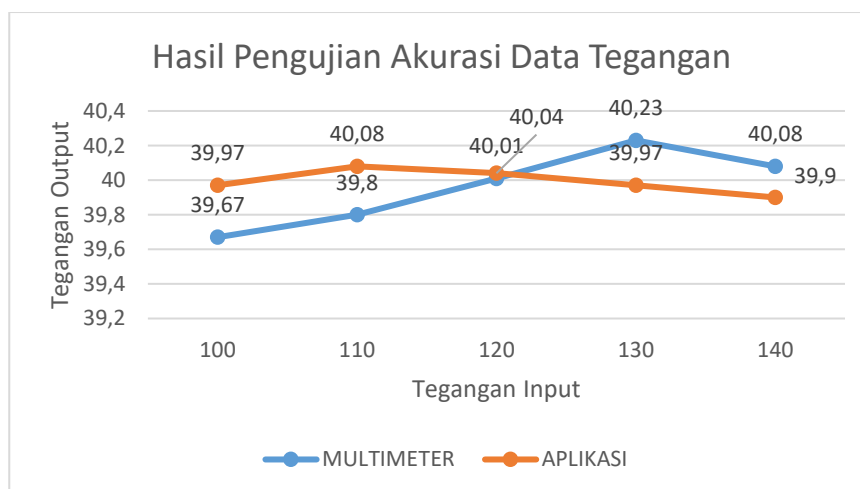
menunjukkan kestabilan karakteristik output SMPS dengan topologi *flyback* yang dirancang untuk menjaga tegangan DC konstan. Sebaliknya, error arus lebih besar dipengaruhi oleh sensitivitas sensor pzem-004t pada arus rendah.

Selanjutnya yaitu pengujian akurasi data pada jarak 25 meter dengan penghalang dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem monitoring. Tujuan pengujian ini untuk mengetahui seberapa besar pengaruh jarak dan hambatan (pintu dan tembok) terhadap akurasi pembacaan tegangan dan arus yang dikirimkan melalui koneksi wifi dari nodemcu esp32 ke aplikasi.

Tabel 4.3 Akurasi Tegangan dan Arus pada Jarak 25 Meter

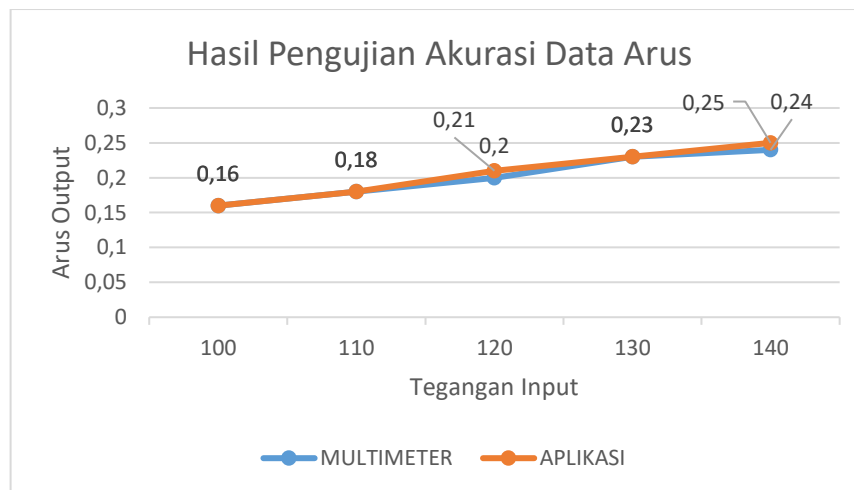
(V in)	MULTIMETER		APLIKASI		Error (Volt)	Error (Arus)
	Volt	Arus	Volt	Arus		
100	39.67	0,16	39.97	0,16	0.75%	0%
110	39,80	0,18	40,08	0,18	0,70%	0%
120	40,01	0,20	40,04	0,21	0,07%	5%
130	40,23	0,23	39,97	0,23	0,64%	0%
140	40,08	0,24	39,90	0,25	0,44%	4.16%
	Rata-rata				0.52%	1.83%

Berikut ini hasil grafik pengujian akurasi data pada jarak 25 meter dengan penghalang.



Gambar 4.14 Grafik Hasil Pengujian Akurasi Data Jarak 25 Meter

Gambar 4.14 menunjukkan grafik hasil pengujian akurasi pembacaan tegangan pada jarak 25 meter dengan penghalang pintu dan tembok. Grafik menampilkan penyimpangan nilai tegangan antara multimeter dan aplikasi yang relatif kecil, dengan rata-rata error hanya 0,52%. Nilai tegangan terbaca konsisten di kisaran 39,67-40,23 volt dc meskipun terjadi variasi input 100–140 Volt AC. Hal ini menegaskan bahwa sistem monitoring berbasis IoT mampu mempertahankan akurasi tinggi untuk parameter tegangan bahkan pada kondisi jarak jauh dengan penghalang, mendukung karakteristik flyback converter yang dirancang untuk output Dc stabil. Berikut ini hasil akurasi arus yang ditampilkan pada gambar 4.14.



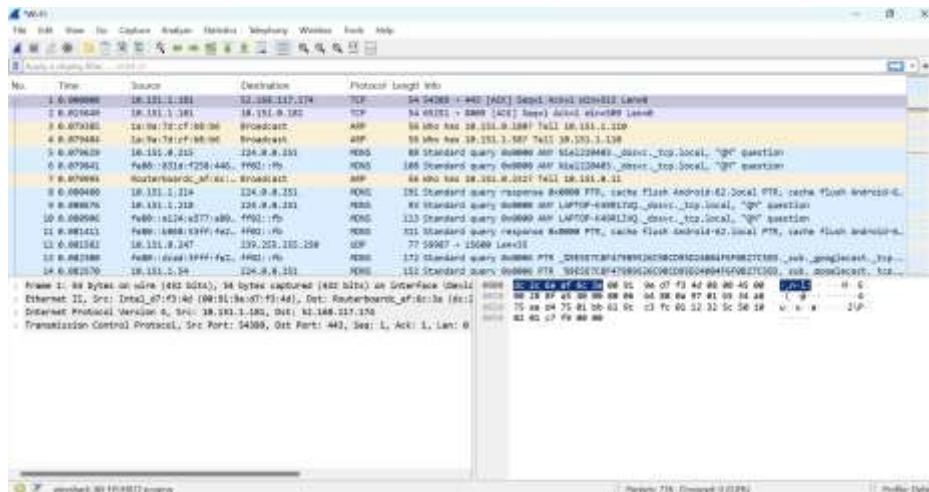
Gambar 4.15 Grafik Hasil Pengujian Akurasi Arus pada Jarak 25 Meter

Gambar 4.15 menunjukkan hasil pengujian akurasi data arus pada jarak 25 meter dengan penghalang. Grafik memperlihatkan bahwa nilai arus yang terbaca pada aplikasi berada di kisaran 0,16-0,25 *ampere*, sesuai rentang beban led yang diuji. Rata-rata error tercatat 1,83%, yang menunjukkan deviasi relatif kecil. Pola grafik arus dari aplikasi mengikuti pembacaan multimeter, sehingga dapat dikatakan sistem monitoring mampu merekam perubahan arus beban secara representatif.

4.4 Pengujian *Quality Of Service* pada Lalu lintas Jaringan pada *Thingspeak*

Pengujian *quality of service* dilakukan untuk mengetahui kualitas jaringan yang tersedia pada pengiriman data dari driver led ke *thingspeak*. Pengujian QoS mengukur kualitas jaringan transmisi data esp32 ke *thingspeak* server.

Konfigurasi pengujian menggunakan laptop hotspot sebagai access point dengan koneksi esp32 yang di integrasikan dengan *wireshark*. Berikut merupakan gambar tampilan hasil pengujian menggunakan *wireshark* untuk melihat lalu lintas jaringan yang sedang terjadi.



Gambar 4.16 Tampilan Lalu Lintas Jaringan NodeMCU ESP32 ke *Thingspeak* pada *Wireshark*

Gambar 4.10 menampilkan lalu lintas jaringan esp32 ke *thingspeak*, dimana setelah mendapatkan hasil lalu lintas tersebut, maka diketahui lalu lintas jaringan berupa *throughput*, *packet loss*, *delay*, dan *jitter*. Pada percobaan quality of service didapatkan hasil pengujian status pada nodemcu esp32 ke *thingspeak* yang dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.4 Pengujian Status dengan Variasi Jarak dan Gangguan pada NodeMCU ESP32 ke *Thingspeak*

Pengujian Pengiriman Jarak Dekat					
No	Jarak	Penghalang	NodeMCU ESP32	<i>Thingspeak</i>	<i>Wireshark</i>
1	5 Meter	Tidak ada	Terkirim	Menerima	Terbaca
2	5 Meter	Tembok dan pintu	Terkirim	Menerima	Terbaca
3	10 Meter	Tidak ada	Terkirim	Menerima	Terbaca
4	10 Meter	Tembok dan pintu	Terkirim	Menerima	Terbaca
5	15 Meter	Tidak ada	Terkirim	Menerima	Terbaca

6	15 meter	Tembok dan pintu	Terkirim	Menerima	Terbaca
Pengujian Pengiriman Jarak Sedang					
7	20 Meter	Tidak ada	Terkirim	Menerima	Terbaca
8	20 Meter	Pintu dan tembok	Terkirim	Menerima	Terbaca
9	25 Meter	Tidak ada	Terkirim	Menerima	Terbaca
10	25 Meter	Pintu dan tembok	Terkirim	Menerima	Terbaca
11	30 Meter	Tidak ada	Terkirim	Menerima	Terbaca
12	30 Meter	Pintu dan tembok	<i>Not Access</i>	<i>Not Access</i>	<i>Not Access</i>
Pengujian Pengiriman Jarak Jauh					
13	35 Meter	Tidak ada	<i>Not Access</i>	<i>Not Access</i>	<i>Not Access</i>
14	35 Meter	Pintu dan tembok	<i>Not Access</i>	<i>Not Access</i>	<i>Not Access</i>
15	40 Meter	Tidak ada	<i>Not Access</i>	<i>Not Access</i>	<i>Not Access</i>
16	40 Meter	Pintu dan tembok	<i>Not Access</i>	<i>Not Access</i>	<i>Not Access</i>
18	45 meter	Tidak ada	<i>Not Access</i>	<i>Not Access</i>	<i>Not Access</i>
19	45 Meter	Pintu dan tembok	<i>Not Access</i>	<i>Not Access</i>	<i>Not Access</i>

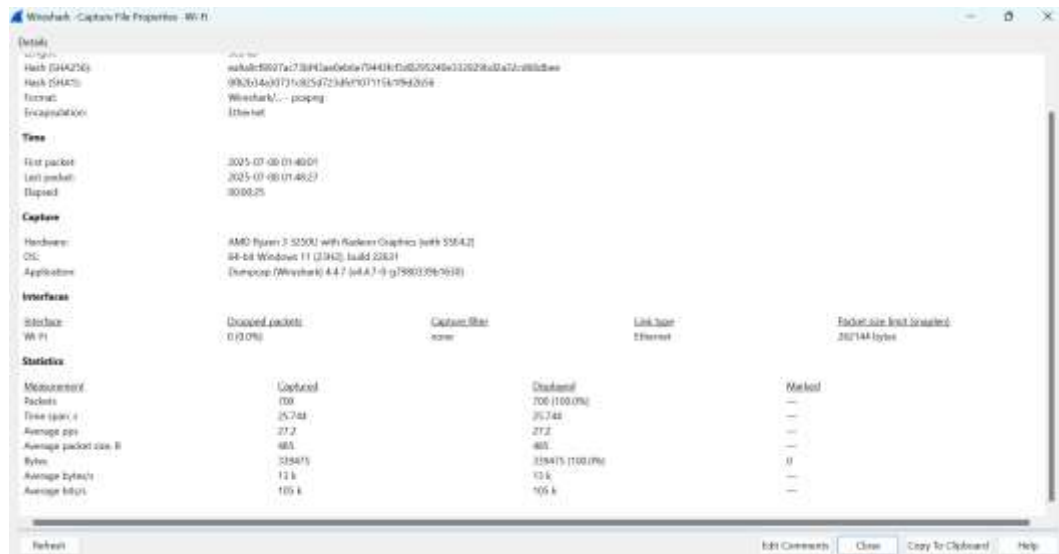
Berdasarkan tabel 4.3, dapat dianalisis bahwa pada jarak 30 meter dengan penghalang berupa tembok dan pintu, koneksi antara nodemcu esp32 dan *thingspeak* sudah tidak dapat diakses (*not access*). Hal ini menunjukkan bahwa penghalang fisik seperti dinding dan pintu memiliki pengaruh signifikan terhadap kualitas sinyal wi-fi yang digunakan oleh nodemcu esp32. Meskipun pada jarak 30 meter tanpa penghalang koneksi masih berjalan dengan baik, keberadaan hambatan fisik menyebabkan penurunan kekuatan sinyal secara drastis hingga perangkat tidak mampu melakukan komunikasi dengan server *thingspeak*. Ini menandakan bahwa batas efektif transmisi data dengan gangguan fisik pada sistem ini berada di bawah 30 meter.

4.4.1. Pengujian Nilai *Throughput*

Pada pengujian ini dilakukan perhitungan untuk mengetahui nilai *throughput* yaitu kecepatan dalam melakukan transfer data efektif. Berikut hasil pengujian nilai *throughput* yang dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian *Throughput*

Pengujian Pengiriman Jarak Dekat					
No	Jarak	Penghalang	Nilai <i>Throughput</i>	Indeks	Kategori
1	5 Meter	Tidak ada	97,88 bits/s	4	Sangat baik
2	5 Meter	Pintu dan Tembok	85,69 bits/s	3	Baik
3	10 Meter	Tidak ada	60,39 bits/s	3	Baik
4	10 Meter	Pintu dan Tembok	55 bits/s	2	Cukup
5	15 Meter	Tidak ada	47,78 bits/s	2	Cukup
6	15 Meter	Pintu dan Tembok	43,40 bits/s	2	Cukup
Pengujian Pengiriman Jarak Sedang					
7	20 Meter	Tidak ada	35,22 bits/s	2	Cukup
8	20 Meter	Pintu dan tembok	32,12 bits/s	2	Cukup
9	25 Meter	Tidak ada	26,63 bits/s	2	Cukup
10	25 Meter	Pintu dan tembok	21,19 bits/s	1	Buruk
11	30 Meter	Tidak ada	14,57 bits/s	1	Buruk
12	30 meter	Pintu dan tembok	<i>Not Access</i>	-	<i>Not Access</i>
Pengujian Pengiriman Jarak Jauh					
13	35 Meter	Tidak ada	<i>Not Access</i>	-	<i>Not Access</i>
14	35 Meter	Pintu dan Tembok	<i>Not Access</i>	-	<i>Not Access</i>
15	40 Meter	Tidak ada	<i>Not Access</i>	-	<i>Not Access</i>
16	40 Meter	Pintu dan Tembok	<i>Not Access</i>	-	<i>Not Access</i>
17	45 Meter	Tidak ada	<i>Not Access</i>	-	<i>Not Access</i>
18	45 meter	Pintu dan Tembok	<i>Not Access</i>	-	<i>Not Access</i>
Rata-rata <i>Throughput</i>			47.26		

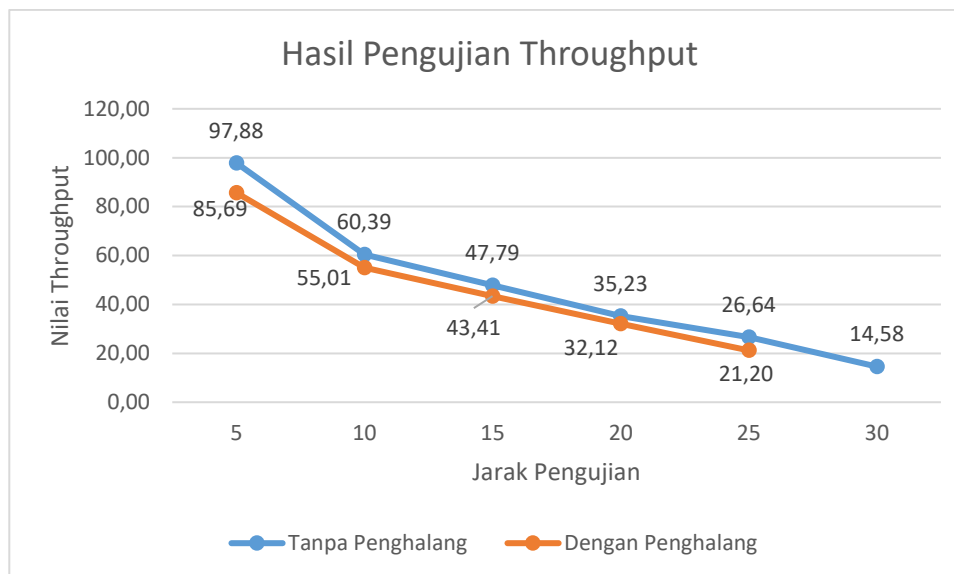


Gambar 4.17 Tampilan Capture File Properties Pengujian *Throughput* Pada *Wireshark*

Dimana perhitungan *throughput* sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \textit{Throughput} &= \frac{339475}{27744} \\
 &= 12,235 \text{ bytes/s} \\
 &= 12,235 \text{ bytes/s} \times 8 \\
 &= 97,88 \text{ bit/s}
 \end{aligned}$$

Jadi nilai *throughput* pada jarak 5 meter tanpa penghalang adalah 97,88 bit/s Berdasarkan tabel 4.3 dan gambar 4.9 terdapat penurunan nilai *throughput* dikarenakan pengaruh jarak dan terdapat penghalang berupa pintu, tembok. Dengan hasil tersebut dapat dikatakan transfer data dapat berjalan dengan baik apabila *access point* dengan driver led harus berada ditempat yang dekat dan tanpa adanya penghalang antara kedua alat tersebut. Dapat diperjelas dengan grafik hasil percobaan *throughput* dibawah ini.



Gambar 4.18 Grafik Hasil Pengujian *Throughput*

Berdasarkan Gambar 4.12 diatas dapat dilihat yaitu semakin jauh jarak antara access point dengan driver led maka nilai *throughput* yang dihasilkan akan semakin kecil, begitu pula apabila access point dengan driver led terdapat penghalang akan mengakibatkan transfer data yang terjadi akan semakin buruk. Selain itu, diketahui bahwa pada jarak 30 meter dengan penghalang berupa tembok dan pintu, sistem monitoring tidak lagi terkoneksi dengan *thingspeak*. Hal ini ditunjukkan oleh nilai *throughput* yang mencapai 0 bits/s, serta status koneksi yang tercatat sebagai "*Not Access*". Kondisi ini disebabkan oleh pelemahan sinyal Wi-Fi akibat adanya hambatan fisik yang signifikan. Sinyal yang dipancarkan oleh nodemcu esp32 tidak mampu menembus penghalang dengan cukup kuat untuk menjangkau access point, sehingga proses pengiriman data ke *thingspeak* gagal dilakukan.

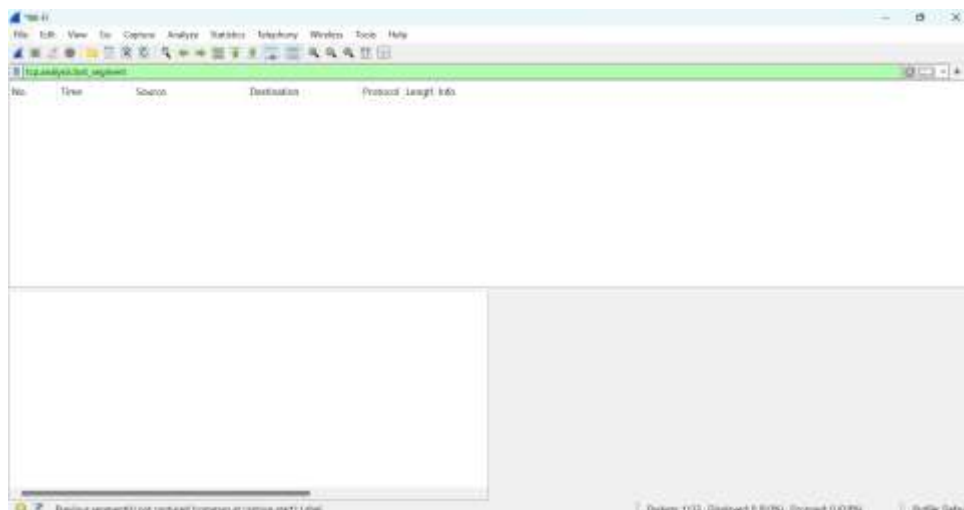
4.4.2. Pengujian *Packet Loss*

Pada pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kegagalan transmisi paket data saat mencapai tujuannya. Dimana dalam suatu pengiriman paket data akan terlihat berapa paket yang gagal terkirim. Berikut merupakan hasil perhitungan *packet loss* yang ditunjukkan pada tabel 4.4.

Tabel 4.6 Hasil Pengujian *Packet Loss*

Pengujian Pengiriman Jarak Dekat					
No	Jarak	Penghalang	Nilai	Indeks	Kategori

<i>Packet loss</i>					
1	5 Meter	Tidak ada	0	4	Sangat baik
2	5 Meter	Pintu dan Tembok	0	4	Sangat baik
3	10 Meter	Tidak ada	0	4	Sangat baik
4	10 Meter	Pintu dan Tembok	0	4	Sangat baik
5	15 Meter	Tidak ada	0	4	Sangat baik
6	15 Meter	Pintu dan Tembok	0	4	Sangat baik
Pengujian Pengiriman Jarak Sedang					
7	20 Meter	Tidak ada	0	4	Sangat baik
8	20 Meter	Pintu dan Tembok	0	4	Sangat baik
9	25 Meter	Tidak ada	0	4	Sangat baik
10	25 Meter	Pintu dan Tembok	0	4	Sangat baik
11	30 Meter	Tidak ada	0	4	Sangat baik
12	30 Meter	Pintu dan Tembok	<i>Not Access</i>	-	<i>Not Access</i>
Pengujian Pengiriman Jarak Jauh					
13	35 Meter	Tidak ada	<i>Not Access</i>	-	<i>Not Access</i>
14	35 Meter	Pintu dan tembok	<i>Not Access</i>	-	<i>Not Access</i>
15	40 Meter	Tidak ada	<i>Not Access</i>	-	<i>Not Access</i>
16	40 Meter	Pintu dan tembok	<i>Not Access</i>	-	<i>Not Access</i>
17	45 Meter	Tidak ada	<i>Not Access</i>	-	<i>Not Access</i>
18	45 Meter	Pintu dan tembok	<i>Not Access</i>	-	<i>Not Access</i>
Rata-rata <i>Packet Loss</i>			0		Sangat baik



Gambar 4.19 Tampilan Hasil *Packet loss* Pada *Wireshark*

Berdasarkan Tabel 4.4 dan Gambar 4.13 dari hasil pembacaan *packet loss* yang ada pada *wireshark* tidak terdapat paket yang hilang. Hal ini berarti semua paket data yang dikirimkan oleh nodemcu esp32 telah terkirim semua ke *thingspeak* sebagai web server yang menandakan keberhasilan pengiriman data. hasil pengujian *packet loss* dapat dilihat dimana semakin jauh dan variasi penghalang pada *access point* dengan driver led tidak berpengaruh terhadap paket data yang dikirimkan. Paket data semua terkirimkan tanpa adanya paket yang hilang sehingga membuat transfer data yang terjadi dapat dikatakan sangat baik. Selain itu, pada jarak 30 meter dengan penghalang berupa tembok dan pintu, nodemcu esp32 tidak berhasil terhubung ke *thingspeak*. Hal ini ditandai dengan status "*Not Access*" dan tidak adanya data yang terkirim, sehingga *packet loss* tidak dapat diukur secara langsung.

4.4.3. Pengujian *delay*

Pengujian *delay* ini bertujuan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan dalam mengirimkan sebuah paket atau data hingga sampai ke tujuan. Dalam tahap ini, dilakukan perhitungan terhadap *delay* yang terjadi saat alat mengirimkan nilai hasil pembacaan dari driver led ke *thingspeak*, dengan kondisi jarak dan hambatan yang bervariasi. Berikut adalah hasil pengujian *delay* dari alat menuju *thingspeak*.

Tabel 4.7 Hasil Pengujian *delay*

Pengujian Pengiriman Jarak Dekat

No	Jarak	Penghalang	Nilai <i>Delay</i>	Indeks	Kategori
1	5 Meter	Tidak ada	10 ms	4	Sangat baik
2	5 Meter	Pintu dan Tembok	10,14 ms	4	Sangat baik
3	10 Meter	Tidak ada	42,98 ms	4	Sangat baik
4	10 Meter	Pintu dan Tembok	41,60 ms	4	Sangat baik
5	15 Meter	Tidak ada	42,18 ms	4	Sangat baik
6	15 Meter	Pintu dan Tembok	41,98 ms	4	Sangat baik
Pengujian Pengiriman Jarak Sedang					
7	20 Meter	Tidak ada	50 ms	4	Sangat baik
8	20 Meter	Pintu dan Tembok	49,96 ms	4	Sangat baik
9	25 Meter	Tidak ada	62,06 ms	4	Sangat baik
10	25 Meter	Pintu dan Tembok	62,01ms	4	Sangat baik
11	30 Meter	Tidak ada	58,17 ms	4	Sangat baik
12	30 Meter	Pintu dan Tembok	<i>Not Access</i>	-	<i>Not Access</i>
Pengujian Pengiriman Jarak Jauh					
13	35 Meter	Tidak ada	<i>Not Access</i>	-	<i>Not Access</i>
14	35 Meter	Pintu dan Tembok	<i>Not Access</i>	-	<i>Not Access</i>
15	40 Meter	Tidak ada	<i>Not Access</i>	-	<i>Not Access</i>
16	40 Meter	Pintu dan Tembok	<i>Not Access</i>	-	<i>Not Access</i>
17	45 Meter	Tidak ada	<i>Not Access</i>	-	<i>Not Access</i>
18	45 Meter	Pintu dan Tembok	<i>Not Access</i>	-	<i>Not Access</i>
Rata-rata <i>delay</i>			42,73 ms		

No.	Time
1	0.000000
2	0.051175
3	0.971641
4	0.971756
5	0.971756
6	0.971756
7	0.971756
8	1.057690
9	1.057690
10	1.057690
11	1.061968
12	1.061968
13	1.361807
14	1.361895
15	1.798192
16	1.798291
17	1.799549
18	1.799716
19	1.799716
20	1.799716
21	1.799716
22	1.830049
23	1.830049
24	1.831195
25	1.834334

Gambar 4.20 Hasil Pengujian delay Terdapat Pada Tampilan *Wireshark*

Dimana perhitungan *delay* adalah sebagai berikut.

Pada jarak 25 meter dan tanpa penghalang:

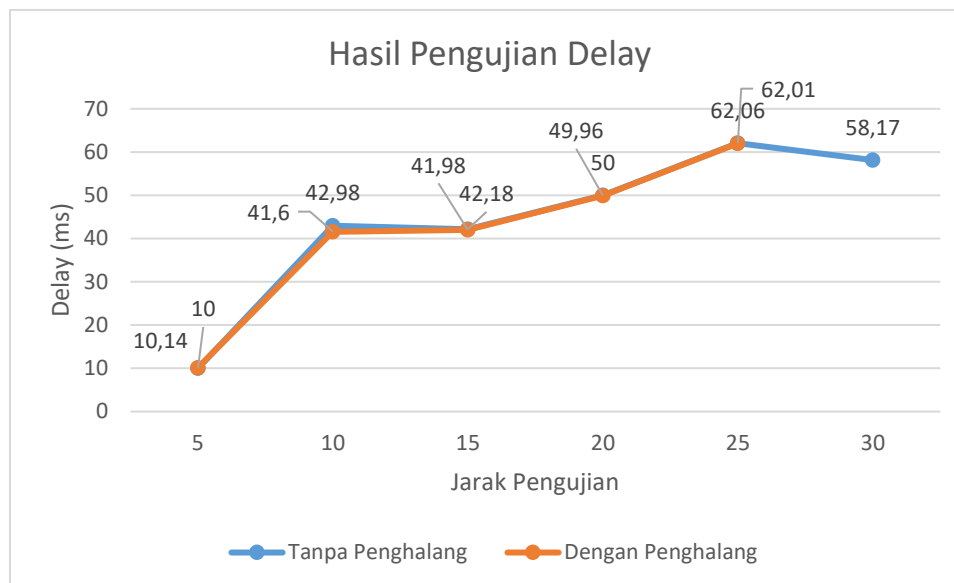
$$\begin{aligned}
 \text{Delay} &= \text{Waktu 3} - \text{Waktu 2} \\
 &= 0,971 - 0,0511 \\
 &= 0,920 \text{ ms}
 \end{aligned}$$

Total *Delay* = Jumlah keseluruhan *delay* pada pengiriman paket

$$= 62,06 \text{ ms}$$

Jadi *Delay* yang terjadi pada jarak 25 meter tanpa ada penghalang adalah 62,06 milisekon.

Berdasarkan pada tabel 4.5 dan gambar 4.14 dapat dilihat dimana *delay* akan semakin tinggi pada pengujian ke sebelas yaitu pada jarak 30 meter dengan penghalang tembok dan pintu. Jadi semakin jauh jangkauan alat terhadap access point maka *delay* yang terjadi semakin tinggi, meskipun demikian data yang dikirimkan access point akan tetap terkirim dengan sempurna dengan hasil *packet loss* pada pembahasan sebelumnya, hanya waktu yang dibutuhkan dalam mengirim data tersebut berbeda dan semakin jauh jangkauan maka waktu yang dibutuhkan untuk mengirim data akan semakin lama. Dapat dilihat pula pada Gambar 4.14 grafik hasil percobaan *delay*.



Gambar 4.21 Grafik Hasil Percobaan *Delay*

Dapat dilihat pada gambar 4.16 grafik hasil pengujian *delay* dimana ketika jarak semakin jauh dan tanpa penghalang maka *delay* yang dihasilkan akan semakin besar, begitu pula ketika jarak semakin jauh dan dengan penghalang maka *delay* yang dihasilkan akan lebih besar lagi daripada tanpa penghalang, karena penghalang ini mempengaruhi kualitas sinyal yang dipancarkan dalam mengirim data sehingga dapat menyebabkan *delay* yang dihasilkan besar.

Pada grafik *delay*, terlihat bahwa semakin jauh jarak, semakin besar nilai *delay* yang dihasilkan. Namun, pada jarak 30 meter dengan penghalang, *delay* tidak dapat diukur karena koneksi sepenuhnya terputus. Kondisi ini menunjukkan bahwa nilai *delay* mencapai batas maksimum, yaitu sistem gagal mengirimkan data dalam jangka waktu yang dapat diterima. Dengan kata lain, *delay* tidak hanya tinggi, tetapi berubah menjadi kegagalan komunikasi.

4.4.4. Pengujian *Jitter*

Percobaan ini dilakukan untuk menentukan nilai *jitter*. Proses perhitungannya diawali dengan menghitung nilai *delay* terlebih dahulu, kemudian selisih antara *delay* kedua dan *delay* pertama dibagi untuk memperoleh nilai *jitter*. Berikut adalah hasil perhitungan *jitter* yang diperoleh.

Tabel 4.8 Hasil Pengujian *Jitter*

Pengujian Pengiriman Jarak Dekat					
No	Jarak	Penghalang	Nilai <i>Jitter</i>	Indeks	Kategori

1	5 Meter	Tidak ada	0,0238 ms	3	Baik
2	5 Meter	Pintu dan Tembok	0,0241 ms	3	Baik
3	10 Meter	Tidak ada	0,119 ms	3	Baik
4	10 Meter	Pintu dan Tembok	0,123 ms	3	Baik
5	15 Meter	Tidak ada	0,137 ms	3	Baik
6	15 meter	Pintu dan Tembok	0,138 ms	3	Baik
Pengujian Pengiriman Jarak Sedang					
7	20 Meter	Tidak ada	0,140 ms	3	Baik
8	20 Meter	Pintu dan Tembok	0,140 ms	3	Baik
9	25 Meter	Tidak ada	0,168 ms	3	Baik
10	25 Meter	Pintu dan Tembok	0,169 ms	3	Baik
11	30 Meter	Tidak ada	0,178 ms	3	Baik
12	30 Meter	Pintu dan Tembok	<i>Not Access</i>	-	<i>Not Access</i>
Pengujian Pengiriman Jarak Jauh					
13	35 Meter	Tidak ada	<i>Not Access</i>	-	<i>Not Access</i>
14	35 Meter	Pintu dan Tembok	<i>Not Access</i>	-	<i>Not Access</i>
15	40 Meter	Tidak ada	<i>Not Access</i>	-	<i>Not Access</i>
16	40 Meter	Pintu dan Tembok	<i>Not Access</i>	-	<i>Not Access</i>
17	45 Meter	Tidak ada	<i>Not Access</i>	-	<i>Not Access</i>
18	45 Meter	Pintu dan Tembok	<i>Not Access</i>	-	<i>Not Access</i>
Rata-rata <i>Jitter</i>			0,123 ms		

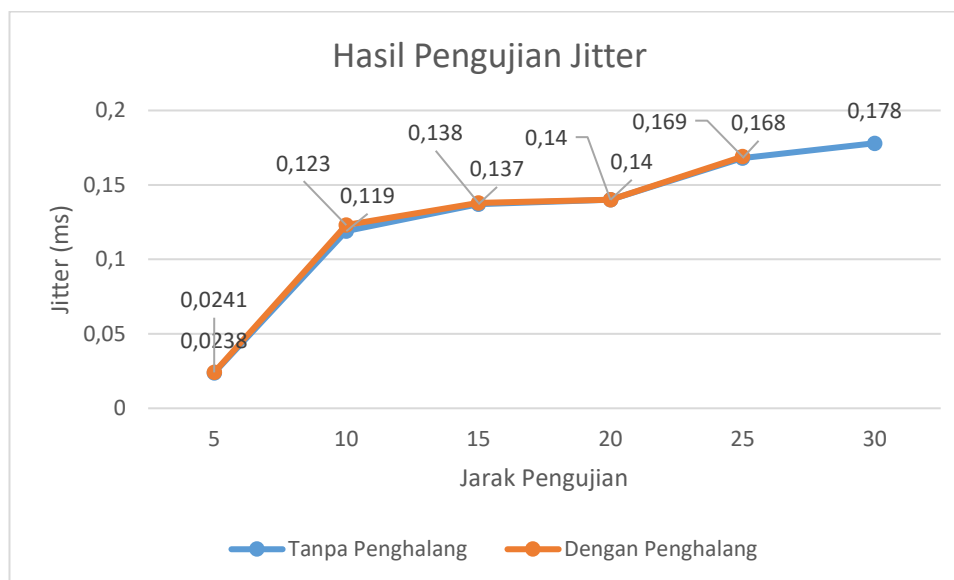
Dimana perhitungan *jitter* sebagai berikut:

Pada jarak 5 meter tanpa penghalang:

$$\begin{aligned}
 Jitter &= \frac{\text{Total variasi delay}}{\text{Total packet diterima}} \\
 &= \frac{10}{420} \\
 &= 0,0238 \text{ ms}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan pada Tabel 4.6 hasil pengujian *jitter* didapatkan nilai *jitter* akan semakin besar seiring bertambahnya jarak dan variasi penghalang antara access point dengan driver led, hal ini disebabkan karena *delay* yang dihasilkan juga semakin tinggi. Namun pada penelitian kali ini walaupun *jitter* semakin tinggi

tidak mempengaruhi ketepatan pengiriman data, tetapi hanya mempengaruhi durasi atau waktu yang dibutuhkan driver led dalam mengirim data ke thingspeak. Dapat dilihat pula pada gambar 4.11 grafik hasil pengujian *jitter* berikut.



Gambar 4.22 Grafik Hasil Pengujian *Jitter*

Pada Gambar 4.17 di atas dapat dilihat bentuk grafik nilai *jitter* hampir sama dengan hasil grafik pada gambar 4.16 hasil pengujian *delay*. Hal ini dikarenakan nilai *jitter* sangat bergantung pada nilai *delay* dan *jitter* biasa disebut juga dengan variasi nilai *delay*. Semakin besar nilai *jitter* diakibatkan oleh jarak antara *access point* dengan driver led yang semakin jauh serta diakibatkan karena halangan yang ada, hal ini dibuktikan pada pengujian jarak 30 meter tanpa penghalang, nilai *jitter* masih berada dalam kategori "baik" dengan rata-rata sekitar 0,178 ms, yang masih memenuhi standar kualitas jaringan menurut indeks TIPHON.

Namun, pada kondisi jarak 30 meter dengan penghalang (tembok dan pintu), sistem menunjukkan status "*Not Access*", menandakan terputusnya koneksi antara nodemcu esp32 dan *thingspeak*. Hal ini membuat proses pengiriman paket data terhenti sepenuhnya sehingga tidak memungkinkan lagi untuk mengukur nilai *jitter* pada kondisi tersebut. Kondisi ini mengindikasikan bahwa penghalang fisik secara signifikan memengaruhi kestabilan transmisi sinyal, bukan hanya meningkatkan *jitter*, tetapi menyebabkan hilangnya koneksi total. Dengan tidak

adanya koneksi, delay variation atau jitter tidak dapat diukur karena tidak ada data yang sampai ke tujuan.

4.4.5. Analisis Keseluruhan *Quality of Service*

Dari percobaan empat parameter didapatkan yaitu pada jarak 5 meter dan tanpa penghalang menghasilkan nilai *throughput*, *packet loss*, *delay*, dan *jitter* terbaik dibandingkan dengan percobaan lainnya, yaitu dengan *throughput* 97,88 bit/s, *packet loss* tidak ada, *delay* hanya 10 milisekon dan *jitter* hanya 0,0238 milisekon. Dari analisis tersebut dapat dikatakan “sangat baik” dalam standarisasi menggunakan indeks TIPHON. Sehingga dapat diketahui kualitas jaringan internet pada sistem monitoring masih dalam kategori bagus untuk pengiriman dan penerimaan data.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pengujian dan analisa yang telah dilakukan dengan penelitian yang berjudul “Sistem monitoring *switch mode power supply* (smps) driver led berbasis *internet of things*” dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Perancangan sistem monitoring *switch mode power supply* (smps) driver led berbasis *internet of things* berhasil dilakukan menggunakan nodemcu esp32, sensor pzem-004t, *thingspeak*, dan aplikasi *blynk*. Sistem mampu menampilkan tegangan dan arus secara real-time pada aplikasi *smartphone*, dengan akurasi sangat baik, dibuktikan oleh rata-rata error tegangan 1,19% pada jarak 5 meter tanpa hambatan dan 0,52% pada jarak 25 meter dengan penghalang. Data tersebut berhasil tercatat pada *thingspeak* sebagai *logger* dengan interval waktu 15 detik. Hal ini menunjukkan sistem monitoring telah berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan baik.
2. Penggunaan *internet of things* pada sistem monitoring terbukti akurat dan andal dalam pengiriman data, dibuktikan dengan pengujian *quality of service*. Nilai *throughput* tertinggi tercatat 97,88 bit/s pada jarak 5 meter tanpa hambatan dan menurun seiring bertambahnya jarak atau adanya penghalang. *Packet loss* pada semua pengujian tercatat 0%, *delay* rata-rata 42,73 ms, dan *jitter* rata-rata 0,123 ms pada jarak 5-30 meter. Namun sistem kehilangan akses pada jarak di atas 30 meter dengan penghalang. Secara keseluruhan, sistem menunjukkan kualitas jaringan yang sangat baik untuk jarak dekat-sedang, sesuai standar TIPHON dengan nilai indeks 4 pada *delay* dan *packet loss*.

5.2 Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan, penulis memberikan beberapa saran agar ada pengembangan dan solusi dari penelitian selanjutnya. Berikut terdapat beberapa saran yang penulis berikan :

1. Wifi yang digunakan harus memiliki jangkauan yang lebih luas dengan kecepatan jaringan yang stabil. Hal ini memungkinkan driver led dapat dimonitoring dengan jarak yang jauh sehingga lebih efisien lagi dalam penggunaan lampu driver led.

2. Penggunaan sistem kendali manual sebagai cadangan bila terjadi gangguan pada sistem otomatis atau koneksi internet. Hal ini memastikan kontinuitas kendali walaupun QoS menurun.
3. Penggunaan sistem monitoring pada duty cycle sehingga dapat mengetahui sistem kerja dan proses switching PWM pada driver led serta penggunaan node node wifi yang dapat memperluas koneksi atau jangkauan wifi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ferdian Hutabarat, B., Peslinof, M., Afrianto, M. F., & Fendriani, Y. (2023). SISTEM BASIS DATA PEMANTAUAN PARAMETER AIR BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT) DENGAN PLATFORM THINGSPEAK. *Journal Online of Physics*, 8(2), 42–50. <https://doi.org/10.22437/jop.v8i2.24365>
- Fitriani, I. M. (2020). JUPITER (Jurnal Pendidikan Teknik Elektro) Kinerja topologi flayback pada SMPS(Switch Mode Power Supply). *JUPITER (Jurnal Pendidikan Teknik Elektro)*, 5(September), 31–43.
- Furgana Haigis, R. (2025). SMART LIGHT SYSTEM BERBASIS SENSOR CAHAYA DENGAN TEKNOLOGI IoT. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 9(3), 5057–5062. <https://doi.org/10.36040/jati.v9i3.13588>
- Mahmud, M., & Aprizal, Y. (2022). The Penerapan QoS (Quality Of Service) Dalam Menganalisis Kualitas Kinerja Jaringan Komputer (Studi Kasus Hotel Maxone Palembang). *Journal of Information System Research (JOSH)*, 3(4), 374–379. <https://doi.org/10.47065/josh.v3i4.1567>
- Miftahuddin, M., Prasetyono, E., & Yanaratri, D. S. (2020). Desain dan simulasi adaptive high power LED driver menggunakan feedforward backpropagation neural network. *Teknika: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 16(2), 308. <https://doi.org/10.36055/tjst.v16i2.8411>
- Nizam, M. N., Haris Yuana, & Zunita Wulansari. (2022). Mikrokontroler Esp 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 6(2), 767–772. <https://doi.org/10.36040/jati.v6i2.5713>
- Rizqi Nurdiana, F., Gunawan, I., Cahya Viollita, R., Faizal, Ma., Nurcahyadi abcde Teknik informatika, D., & Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu Penulis Korenspondensi, S. (2021). Analisis Keamanan Jaringan Wifi Menggunakan Wireshark. *JES (Jurnal Elektro Smart)*, 1(1), 10–12. <https://www.sttrcepu.ac.id/jurnal/index.php/jes/article/view/159>
- Widjonarko, Hardianto, T., Akmal, A. I. A., & Ate, A. A. M. (2023). Switch mode power supply with flyback LED driver topology in public lighting systems energy supply. *International Journal of Power Electronics and Drive Systems*, 14(4), 2328–2337.

<https://doi.org/10.11591/ijped.v14.i4.pp2328-2337>

Widjonarko, Rahardi, G. A., Avian, C., Hadi, W., Herdiyanto, D. W., & Satrio, P. L. (2021). Driver for LED Lamp with Buck Converter Controlled by PID. *Proceedings - 2021 International Seminar on Intelligent Technology and Its Application: Intelligent Systems for the New Normal Era, ISITIA 2021, September*, 216–219. <https://doi.org/10.1109/ISITIA52817.2021.9502199>

LAMPIRAN



(https://drive.google.com/drive/folders/1FX-Y292AbfcH2ZvrpOofwQZ7qrCj7MGO?usp=drive_link)