

# Sistem Monitoring Penggunaan Listrik Rumah Tangga Berbasis IOT

1<sup>st</sup> Anton Tumangon Tambunan  
Electrical Enggining  
Politeknik Negeri Batam  
Batam, Indonesia  
sst721mg15@gmail.com

**Abstract**— Pada perkembangan teknologi yang semakin maju maka diperlukannya kesadaran kita untuk berusaha menerapkan teknologi tepat guna yang dapat bermanfaat bagi kehidupan masyarakat. Penggunaan energi listrik pada saat ini menjadi hal pokok di kehidupan manusia. Pada setiap rumah ataupun bangunan pasti selalu menggunakan energi listrik, karena itu tentu dibutuhkan kendali kualitas listrik dan pengamanannya. Tentu sangat diperlukan alat untuk memonitoring kelistrikan yang ada pada bangunan dengan cepat, dan mudah dipantau kapan saja untuk meminimalkan gangguan dan kerusakan. Penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem *monitoring* penggunaan listrik dengan memanfaatkan aplikasi telegram. *Monitoring* ini menggunakan sensor PZEM-004T sebagai sensor pembaca tegangan, arus, dan daya. Hasil dari pengolahan data *monitoring* ini menampilkan pembacaan dari arus, tegangan, daya dan dapat diakses melalui Telegram dengan memanfaatkan Telegram Bot dan dapat dilihat juga di LCD 16x2. Pada sistem monitoring, sensor mampu membaca hasil dengan rata rata eror dibawah 1%. Selain itu, juga melakukan analisa terhadap pengiriman data tersebut untuk mengetahui delay data, *Packet Loss*, dan *Jitter* dengan menggunakan Wireshark.

**Keywords**— Sistem Monitoring, PZEM 004T, Telegram Bot

## I. PENDAHULUAN

Pada perkembangan teknologi yang semakin maju maka diperlukannya kesadaran kita untuk berusaha menerapkan teknologi tepat guna yang dapat bermanfaat bagi kehidupan masyarakat. Secara umum teknologi yang dapat menunjang kehidupan dari segi sosial ekonomi. Dengan tingkat ekonomi yang masih buruk, dan juga negara dengan sistem jaringan listrik yang masih kurang baik.[1]

Penggunaan energi listrik salah satu kebutuhan primer bagi manusia. Di setiap kegiatan manusia hampir selalu berhubungan dengan energi listrik. Sebagai pengguna listrik sehari – hari diperlukan kesadaran untuk menggunakan listrik dengan bijak. Karena itu tentu dibutuhkan kendali kualitas listrik dan pengamanannya. Dalam konteks ini, implementasi teknologi Internet of Things (IoT) muncul sebagai pendekatan yang menjanjikan untuk memungkinkan pemantauan dan pengendalian konsumsi listrik secara real-time[2]. Masalah arus listrik yang sering terjadi dirumah atau bangunan lain diantaranya Under Voltage dan daya lebih. [3]

Penyebab terjadinya Under voltage adalah karena pengkawatan pada sistem yang kurang baik dan pembebanan yang berlebih pada sistem (overloaded). Sedangkan penyebab terjadinya Over voltage atau daya lebih adalah karena seting tap transformator yang kurang sesuai dan pembebanan yang kurang pada sistem (underloaded). Selain

itu dapat disebabkan oleh AVR (Automatic Voltage Regulator) yang rusak.[4]

Akibat dari terjadinya Under voltage dan Over voltage adalah degradasi pada peralatan elektronik (berkurangnya masa penggunaan alat), dapat merusak belitan rotor, motor cepat panas. [5]

Dari permasalahan tersebut penulis berusaha membuat sebuah alat yang dinamakan Sistem monitoring penggunaan listrik rumah tangga berbasis IOT. Penggunaan IOT menjadi pilihan utama karena penggunaannya yang mudah dan simpel. *Monitoring* ini dihubungkan dengan aplikasi telegram agar dapat memantau berapa daya, arus, serta tegangan listrik kapanpun dan dimanapun menggunakan telepon seluler dengan menghubungkannya pada aplikasi telegram.

## II. DASAR TEORI

Pembuatan sistem monitoring daya listrik ini membantu konsumen PLN dalam pemakaian listrik yang mereka pakai setiap bulannya dan untuk mencegah terjadinya kekeliruan dalam pencatatan pada kwh listrik. Yang mana konsumen merasa di rugikan atas pemakaian setiap bulannya. Di sebabkan karena pembayaran setiap bulannya tidak sebanding dengan apa yang mereka pakai dalam setiap bulannya.[6]

Untuk menghindari kekeliruan tersebut, banyak yang melakukan penelitian maupun pembuatan alat untuk memudahkan masyarakat mengetahui besar pemakaian listrik pada rumah maupun gedung lainnya. Penelitian tersebut dilakukan oleh beberapa peneliti diantaranya adalah rancang bangun sistem monitoring penggunaan daya listrik berbasis *Internet of Things* [7], monitoring konsumsi listrik rumah tangga berbasis *Internet of Things* terintegrasi dengan *Virtual Private Server*[8], rancang bangun *Wireless Relay* dengan monitoring daya listrik berbasis *Internet of Things*[9], monitoring daya listrik pada panel surya berbasis *Internet of Things (IoT)* menggunakan aplikasi telegram[10].

### A. *Internet of Things (IoT)*

*Internet of things (IOT)* merupakan suatu konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus. *Internet of things (IOT)* bisa dimanfaatkan pada gedung untuk mengendalikan peralatan elektronik seperti lampu ruangan yang dapat dioperasikan dari jarak jauh melalui jaringan komputer[11].

*Internet of Things (IOT)* adalah konsep komputasi tentang objek sehari-hari yang terhubung ke internet dan

mampu mengidentifikasi diri ke perangkat lain. Menurut metode identifikasi *RFID (Radio Frequency Identification)*, istilah IOT tergolong dalam metode komunikasi, meskipun IOT juga dapat mencakup teknologi sensor lainnya, teknologi nirkabel atau kode *QR (Quick Response)*. [12]

#### B. Node MCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 dilengkapi dengan modul ESP-12E yang berisi *chip* ESP8266 yang memiliki mikroprosesor Tensilica Xtensa LX106 RISC 32-bit. Mikroprosesor ini mendukung RTOS dan beroperasi pada frekuensi *clock* 80MHz hingga 160 MHz yang dapat disesuaikan. NodeMCU memiliki 128 KB RAM dan 4MB memori *Flash* untuk menyimpan data dan program. Kekuatan pemrosesannya yang tinggi dengan fitur *Wi-Fi / Bluetooth* dan *Deep Sleep Operating* internal membuatnya ideal untuk proyek IOT [13].

#### C. PZEM-004T

sensor PZEM-004T merupakan modul sensor yang multifungsi contohnya digunakan untuk pengukuran daya aktif, tegangan AC, frekuensi, energi aktif, dan arus yang terdapat pada sebuah aliran listrik. Penggunaan sensor ini khusus untuk penggunaan di dalam ruangan, selain itu beban yang terpasang tidak boleh melebihi daya yang sudah ditetapkan[14].

PZEM-004T adalah sensor untuk mengukur tegangan, arus dan daya aktif yang dapat dihubungkan melalui nodemcu ataupun platform *opensource* lainnya. Modul PZEM004T dibundel dengan kumparan trafo arus diameter 3mm yang dapat digunakan untuk mengukur arus maksimal sebesar 100A. Untuk dapat bekerja modul sensor PZEM004T dihubungkan dengan sumber tegangan AC sehingga nilai daya dan energy listrik dapat diketahui oleh modul sensor PZEM-004T tersebut. Sesuai *datasheet*, modul sensor PZEM-004T memiliki prinsip kerja yaitu bekerja pada tegangan 80~260VAC, tegangan *test* yaitu 80~260VAC, daya 100A/22.000W, dan frekuensi 45~65Hz[15].

#### D. Telegram Bot

Telegram mempersilahkan para pengembang untuk mengembangkan aplikasinya dengan Telegram API. Ada 2 (dua) jenis API yang disediakan Telegram, API yang pertama adalah klien Telegram dimana semua orang bebas untuk membuat, memodifikasi dan mendistribusikan aplikasi pesan instannya versi mereka sendiri. Untuk hal tersebut, disediakan source code yang digunakan pada saat ini sehingga pengembang tidak harus membangun aplikasi Telegram dari awal.[9]

Pada implementasinya, pengembang hanya memerlukan token sebagai syarat untuk menggunakan Telegram bot. Pada Telegram bot API tersedia beberapa metode dalam pengiriman pesan yaitu *getMe*, *sendMessage*, *sendDocument*, *sendPhoto*, dan lain-lain. Setiap metode tersebut harus memiliki parameter *chat\_id* yang mendefinisikan identitas target obrolan[9].

#### E. Quality of Services (QoS)

mengacu pada teknologi apa pun yang mengelola lalu lintas data untuk mengurangi packet loss (kehilangan paket), latency, dan jitter pada jaringan. QoS mengontrol dan

mengelola sumber daya jaringan dengan menetapkan prioritas untuk tipe data tertentu pada jaringan.[16]

Quality of Service (QoS) merupakan metode pengukuran tentang seberapa baik jaringan dan merupakan suatu usaha untuk mendefinisikan karakteristik dan sifat pada satu servis. Pada QoS menggunakan teknik untuk mengelola throughput, delay, jitter, dan packet loss dalam jaringan.

- a. *Packet loss*, didefinisikan sebagai kegagalan transmisi paket yang disebabkan oleh beberapa kemungkinan, yaitu terjadinya *overload* trafik dan tabrakan dalam jaringan, *error* yang terjadi pada media fisik, dan kegagalan yang terjadi pada sisi penerima. Tabel 1 merupakan kategori dari *Packet Loss*

Tabel 1. Packet Loss

| Kategori Degradasi | Packet Loss (%) | Indeks |
|--------------------|-----------------|--------|
| Sangat Bagus       | 0% - 2%         | 4      |
| Bagus              | 3% - 14%        | 3      |
| Sedang             | 15% - 24%       | 2      |
| Buruk              | >25%            | 1      |

Persamaan untuk menghitung *Packet Loss* dapat dilihat dibawah ini:

Packet Loss

$$= \frac{\text{Paket data terkirim} - \text{paket data diterima}}{\text{paket data terkirim}} \times 100\%$$

- b. Delay

Delay, merupakan waktu tunda suatu paket yang diakibatkan oleh proses transmisi dari satu titik ke titik yang lain. Tabel 2 merupakan tabel kategori delay.

Tabel 2. Delay

| Kategori Latensi | Besar Delay  | Indeks |
|------------------|--------------|--------|
| Sangat Bagus     | <150 ms      | 4      |
| Bagus            | 150 - 130 ms | 3      |
| Sedang           | 300 – 450 ms | 2      |
| Buruk            | >450 ms      | 1      |

Delay diperoleh dari selisih waktu kirim antara suatu paket dengan paket lainya yang direpresentasikan dalam satuan detik. Persamaan untuk menghitung delay dapat dilihat pada rumus dibawah ini.

$$\text{Delay} = \text{waktu paket diterima} - \text{waktu paket dikirim}$$

- c. Jitter

variasi atau perubahan latency dari delay atau variasi waktu kedatangan paket. Jitter juga didefinisikan sebagai gangguan pada komunikasi digital maupun analog yang disebabkan oleh perubahan sinyal karena referensi posisi waktu. Tabel 3 merupakan tabel kategori Jitter.

Tabel 3. Jitter

| Kategori Jitter | Jitter (ms)     | Indeks |
|-----------------|-----------------|--------|
| Sangat Bagus    | 0 ms            | 4      |
| Bagus           | 0 ms – 75 ms    | 3      |
| Sedang          | 75 ms – 125 ms  | 2      |
| Jelek           | 125 ms – 225 ms | 1      |

Persamaan untuk menghitung Jitter dapat dilihat pada rumus berikut ini:

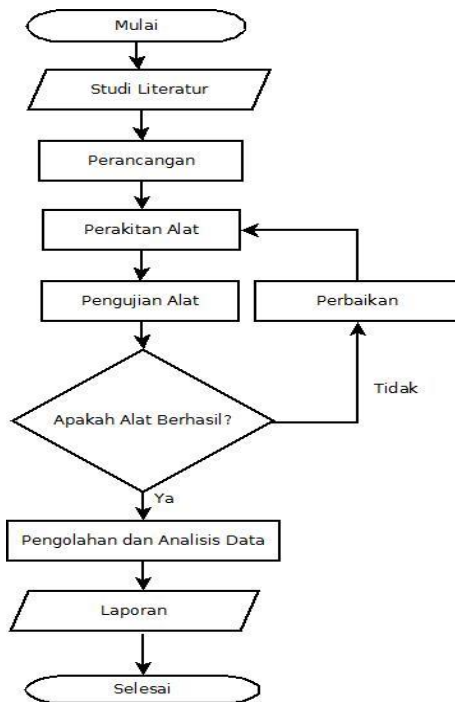
$$\text{Jitter} = \text{Total Variasi Delay} / \text{Total paket yang Diterima}$$

### III. METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian dalam pembuatan Sistem Monitoring Penggunaan Listrik Rumah Tangga Berbasis Iot ditunjukkan pada Gambar 1.

Adapun rancangan penelitian yang bertujuan untuk memperjelas tahapan atau langkah penelitian yang akan dilakukan.

Tahapan rancangan penelitian dimulai dari studi literatur atau riset terlebih dahulu, perancangan sistem, perakitan alat, pengujian terhadap alat, pengolahan analisis data hasil pengujian, dan tahap terakhir penyusunan laporan.



Gambar 1. Diagram Alir penelitian pembuatan Sistem Monitoring Penggunaan Listrik Bebasis IOT

#### A. Perancangan Mekanikal

Pada tahapan perancangan mekanikal, desain dibentuk sesuai dengan rangkaian elektrikal yang sudah dirancang. Pada dinding desain tersebut akan ditempelkan LCD 16x2 sebagai monitor dari hasil data rancangan ini. Kotak tersebut memiliki ukuran 18,5cm x 11,5cm x 6,5cm. Berikut desain mekanik yang akan digunakan:



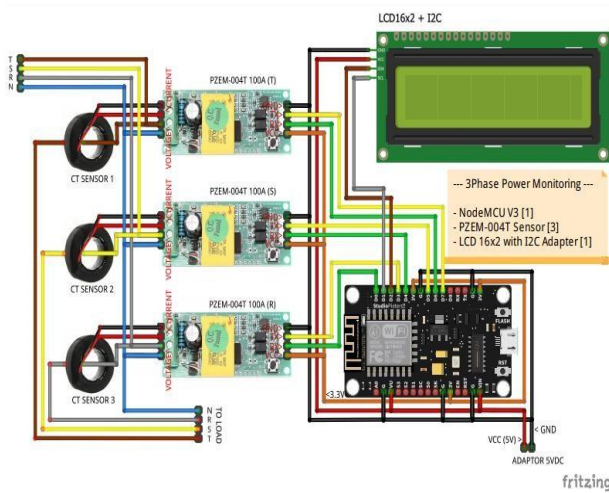
Gambar 2. Tampak Depan



Gambar 3. Tampak Atas

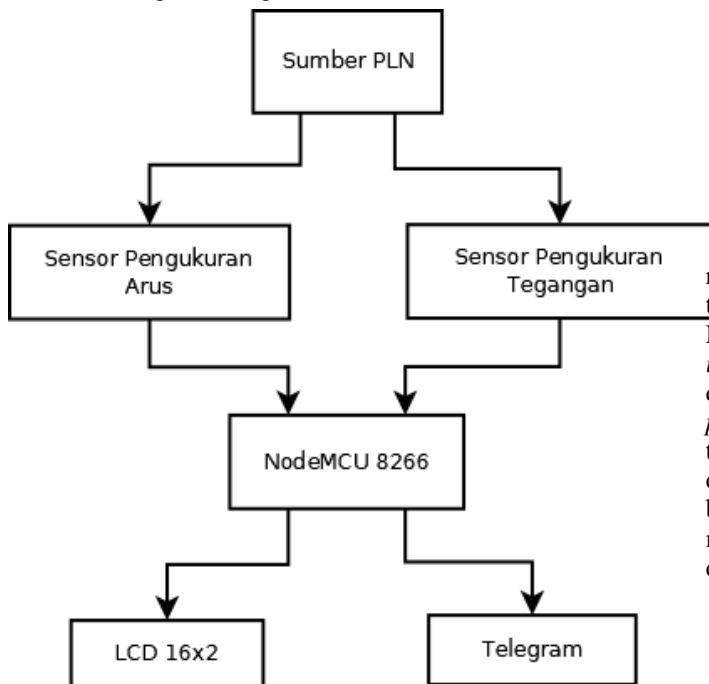
#### B. Perancangan Elektrikal

Pada rangkaian elektrikal diatas terdapat sensor PZEM-004t yang akan diberikan Sumber dari PLN. Sensor CT akan dikalungkan pada kabel sumber dan akan membaca nilai tegangan dan nilai arus dari sumber tersebut. Pembacaan pada sensor tersebut secara digital lalu akan di proses oleh NodeMCU dan akan menampilkan nilai arus, tegangan, dan daya pada LCD 16 x 2.



Gambar 4. Desain Perancangan Elektrikal

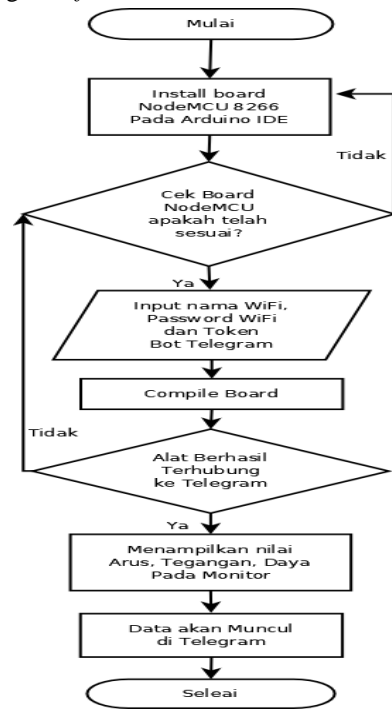
### C. Perancangan Perangkat Keras



Gambar 5. Perancangan Perangkat Keras

Dari blok diagram pada gambar 5 diatas adalah sumber dari arus PLN akan langsung dihubungkan dengan sensor PZEM 004T dan sensor ini akan membaca pengukuran tegangan dan arus secara digital. Setelah itu data yang dikirimkan sensor akan dikirimkan ke NodeMCU dan akan menghasilkan *output* pembacaan dari sensor pada aplikasi Telegram dan pada LCD.

### D. Perancangan Software



Gambar 6. Flowchart Perancangan Software

Penjelasan *flowchart* diatas menjelaskan tentang alur dari rangkaian sistem monitoring daya listrik berbasis aplikasi telegram. *Flowchart* ini dimulai dari *install board* NodeMCU ESP8266 pada arduino IDE. Setelah proses *install* selesai, cek kembali *board* apakah programnya sesuai dengan yang dibutuhkan. Setelah itu masukkan nama dan *password WiFi* pada *board*. Masukkan juga token dari bot telegram yang didapatkan dari *BotFather*, akun resmi yang disediakan telegram untuk mendukung *open API*. Setelah berhasil akan menampilkan nilai arus, tegangan, daya pada monitor. Selanjutnya pada tahap terakhir yaitu menampilkan data pada aplikasi *android* yaitu Telegram.

### IV. HASIL PENGUJIAN

Berdasarkan perancangan mekanik, hardware dan software yang telah dilakukan, ringkasan hasil yang dicapai dapat ditunjukkan pada hasil uji coba berikut ini:



Gambar 7. Perbandingan Pembacaan Tegangan Percobaan Pertama Dengan Alat Ukur



Gambar 9. Hasil Tampilan pada Telegram Bot



Gambar 8. Hasil Monitoring Pzem-004T pada LCD 16x2

Gambar 6 menunjukkan hasil tampilan dengan alat ukur pada percobaan pertama. Ketika nilai sudah didapat, NodeMcu ESP8266 akan mengirimkan hasil pembacaan sensor kepada LCD 16x2 dan juga hasil akan ditampilkan pada Telegram Bot seperti pada gambar 7 dan 8.

#### A. Pengujian Sensor PZEM-004T

Berdasarkan perancangan mekanik, hardware dan software yang telah dilakukan, hasil pengujian dari sensor Pzem-004T yang menampilkan data dari tegangan, Arus, dan daya pada beberapa beban ditunjukkan pada tabel berikut ini:

Tabel 4. Hasil Pengujian Tegangan

| No | Beban             | Pengukuran Tegangan |                | Error |
|----|-------------------|---------------------|----------------|-------|
|    |                   | Pzem-004T (V)       | Tang Ampere(V) |       |
| 1. | Solder (30W)      | 212.30              | 214.40         | 0.98% |
| 2. | Charger Laptop    | 211.10              | 211.50         | 0.18% |
| 3. | Charger Handphone | 209.80              | 210.20         | 0.19% |
| 4. | Setrika(350W)     | 208.20              | 209            | 0.38% |
| 5. | Kipas Angin No2   | 213                 | 213.20         | 0.37% |

Pada pengujian tentu saja ada yang dinamakan kesalahan atau error data. Kesalahan atau error data tersebut dapat diukur menggunakan rumus berikut:

$$\%kesalahan = \frac{Vo\ perhitungan - Vo\ Pengukuran}{Vo\ Perhitungan} \times 100\%$$

Tabel 5. Hasil Pengujian Arus

| No | Beban             | Pengukuran Arus |                | Error |
|----|-------------------|-----------------|----------------|-------|
|    |                   | Pzem-004T (A)   | Tang Ampere(A) |       |
| 1. | Solder (30W)      | 0.12            | 0.11           | 0.1   |
| 2. | Charger Laptop    | 0.35            | 0.34           | 0.1   |
| 3. | Charger Handphone | 0.07            | 0.05           | 0.2   |
| 4. | Setrika (350W)    | 1.49            | 1.48           | 0.1   |
| 5. | Kipas Angin No2   | 0.19            | 0.17           | 0.2   |

Tabel 6. Hasil Pengukuran Daya

| NO | Beban             | Daya(W) |
|----|-------------------|---------|
| 1. | Solder (30W)      | 25.3    |
| 2. | Charger Laptop    | 40.3    |
| 3. | Charger Handphone | 7.5     |
| 4. | Setrika (350W)    | 313.4   |
| 5. | Kipas Angin No2   | 38.4    |

### B. Hasil Pengujian *Quality of Services(QoS)*

Pada pengujian ini selain dari pengambilan data, juga diperlukan pengujian kualitas dari pengiriman data yaitu dengan melakukan pengujian QOS untuk mengetahui delay, packet loss, dan jitter dari pengiriman data ini.

#### A. Pengujian Koneksi Jaringan

```
Pinging 192.168.1.1 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=2ms TTL=64
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=2ms TTL=64
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=6ms TTL=64
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=2ms TTL=64
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=30ms TTL=64
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=2ms TTL=64
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=2ms TTL=64
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=2ms TTL=64
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=3ms TTL=64
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=2ms TTL=64
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=2ms TTL=64
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=4ms TTL=64
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=3ms TTL=64
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=2ms TTL=64
```

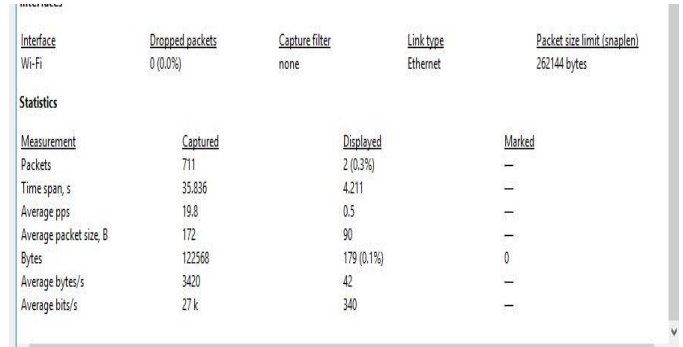
Gambar 10. Testing Koneksi Jaringan *WiFi*

#### B. Pengujian Delay

Hasil Pengujian delay diambil dari keseluruhan data dan dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} \text{Total Delay:} & 35,835966 \text{ s} \\ \text{Rata-rata delay} &= \text{Total delay} / \text{Total paket yang diterima} \\ &= 35,835966 / 709 \\ &= 0,050544381 \text{ s} = 50,544381\text{ms} \end{aligned}$$

### C. Pengujian Packet Loss



Gambar 11. Hasil Pengujian *Packet Loss*

Pengujian Packet loss dilakukan untuk menghitung paket yang hilang pada saat melakukan pengiriman data. Pada gambar diatas didapatkan hasil *packet loss* 0,3% dalam kategori sangat bagus karena dibawah 3% dengan data yang terkirim 711 data dan data yang hilang 2 sehingga *packet loss* dapat dicari dengan rumus sebagai berikut:

#### Packet Loss

$$\begin{aligned} & [(Paket\ dikirim - paket\ diterima) : paket\ dikirim] \times 100 \\ & = (711 - 709) : 711 \times 100 \\ & = (2 : 709) \times 100 \\ & = 0,3\% \end{aligned}$$

### D. Pengujian Jitter

Pada pengujian jitter ini dilakukan perhitungan pada total variasi delay dibagi dengan total paket yang diterima dan didapatkan hasil 50,52ms dengan kategori Bagus. Jitter dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Rata rata Jiter} &= \text{Total Variasi Delay} / \text{Total Paket yang diterima} \\ &= 35,824739 / 709 \\ &= 0,050528546 \text{ s} = 50,528546\text{ms} \end{aligned}$$

### V. KESIMPULAN

Berdasarkan metode penelitian yang telah dilakukan, sistem monitoring penggunaan listrik telah berhasil dibuat dengan menggunakan perancangan mekanik, hardware dan software yang telah digunakan. Sistem perancangan tersebut bekerja secara terintegrasi, kompatibel dan optimal. Hasil dari monitoring akan dikirimkan ke Telegram Bot yang terdaftar, dan akan menampilkan hasilnya tersebut pada Lcd 16x2. Modul PZEM-004T bekerja dengan baik membaca tegangan dengan *error* rata – rata dari sensor dibawah dari 1%. Untuk pengiriman data sudah dilakukan pengujian *Quality of Services* dan mendapatkan hasil pengujian seperti delay dengan hasil 50,54ms dengan kategori sangat bagus, hasil pengujian *Packet Loss* 0,3% dengan kategori sangat bagus, dan Jitter dengan hasil 50,52ms dalam kategori bagus.

Dengan tingkat error yang kecil ini, membuat alat tersebut menjadi alat yang baik untuk digunakan dalam memonitoring penggunaan listrik dirumah sehari – hari.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. F. Pela and R. Pramudita, "Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Berbasis Internet of Things Pada Rumah Dengan Menggunakan Aplikasi Blynk," *Infotech J. Technol. Inf.*, vol. 7, no. 1, pp. 47–54, 2021, doi: 10.37365/jti.v7i1.106.
- [2] D. Azizi and V. Arinal, "Sistem Monitoring Daya Listrik Menggunakan Internet of Thing (Iot) Berbasis Mobile," *J. Indones. Manaj. Inform. dan Komun.*, vol. 4, no. 3, pp. 1808–1813, 2023, doi: 10.35870/jimik.v4i3.409.
- [3] S. Abdurrahman, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Berbasis Aplikasi Telegram," *Kumpul. Karya Ilm. Mhs. ...*, 2021, [Online]. Available: <http://jurnal.pancabudi.ac.id/index.php/fastek/article/view/1673>
- [4] F. Sagung, "UNDERVOLTAGE DAN OVERVOLTAGE : PENGERTIAN DAN CARA MENGATASI," fsagung.blogspot. Accessed: Jun. 04, 2022. [Online]. Available: <https://fsagung.blogspot.com/2019/02/pengertian-undervoltage-dan-overvoltage.html>
- [5] Ashar Arifin, "Cara Mengatasi Under Voltage Dan Over Voltage," CARA ILMU Gudangnya Ilmu Pengetahuan. [Online]. Available: <https://www.carailmu.com/2021/12/under-voltage-over-voltage.html>
- [6] D. SAPUTRA, "Prototype Sistem Monitoring Konsumsi Daya Listrik Pada Rumah Tangga Via SMS Gateway Berbasis Hanphone," *Univ. Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau*, 2022.
- [7] S. Mustafa and U. Muhammad, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Berbasis Smartphone," *J. Media Elektr.*, vol. 17, no. 3, p. 127, 2020, doi: 10.26858/metrik.v17i3.14968.
- [8] I. M. S. Radhitya, S. Hadi, and A. Bachtiar, "Monitoring Konsumsi Listrik Rumah Tangga Berbasis Internet of Things Terintegrasi dengan Virtual Private Server," *J. Bumigora Inf. Technol.*, vol. 3, no. 1, pp. 28–37, 2021, doi: 10.30812/bite.v3i1.1326.
- [9] F. V. NURIZNA, "Penggunaan Bot Telegram Sebagai Announcement System Pada Layanan Psikotes Lembaga Konseling Cahaya Hati," 2021, [Online]. Available: <http://eprintslib.ummgl.ac.id/id/eprint/3501>
- [10] D. A. Ratnasari, B. Suprianto, and F. Baskoro, "Monitoring Daya Listrik Pada Panel Surya Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Aplikasi Telegram," *Indones. J. Eng. Technol.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–10, 2022, [Online]. Available: <https://journal.unesa.ac.id/index.php/inajet/article/view/19101%0Ahttps://journal.unesa.ac.id/index.php/inajet/article/download/19101/8404>
- [11] R. T. Budiayanti, *Buku Ajar Internet of Things*. 2021.
- [12] Feby Kurniawati Rejeki, "Pengertian Internet of Things (IoT)," phiradio.net. Accessed: Jun. 04, 2022. [Online]. Available: <https://www.phiradio.net/pengertian-internet-of-things-iot/COMPONENT101,>
- [13] "NodeMCU ESP8266," components101.com. Accessed: Apr. 02, 2022. [Online]. Available: <https://components101.com/development-boards/nodemcu-esp8266-pinout-features-and-datasheet>
- [14] T. Yulistiani, "Alat Pembatas Arus Adjustable Limiter Berbasis Mikrokontroler," pp. 1–16, 2023, [Online]. Available: <http://repositori.unsil.ac.id/id/eprint/9137>
- [15] S. M. Ibrahim, Ridyandhika Riza, Bektu Yulianti, "RANCANG BANGUN MONITORING PEMAKAIAN ARUS LISTRIK PLN BERBASIS IoT," *J. Teknol. Ind.*, vol. 11, no. 1, pp. 43–51, 2022.
- [16] M. Arief Agus Sukmandhani, S.Kom., "QoS (Quality of Services)," *BINUS ONLINE Learn. - PJJ Tek. Inform.*, 2020.