

Monitoring Penggunaan Listrik Di Ruang Berbasis Internet of Things (IoT)

1st Raja Surya Dharma Lubis
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

[chelsydwim@student.telkomuni-
versity.ac.id](mailto:chelsydwim@student.telkomuni-
versity.ac.id)

2nd Achmad Ali Muayyadi
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

[korediantousman@telkomuniversity.ac-
id](mailto:korediantousman@telkomuniversity.ac-
id)

3rd Doan Perdana
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

caecarnkcp@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Saat ini teknologi berkembang pesat di berbagai bidang keilmuan. Manusia terus berupaya mengembangkan dan meneliti teknologi-teknologi terbaru dalam rangka untuk mempermudah kehidupan manusia. Salah satunya yaitu pada bidang teknologi IoT (*Internet of Things*). Oleh karena itu dilakukan penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah penggunaan energi listrik yang digunakan setiap harinya. Alat monitoring penggunaan energi listrik berbasis IoT ini menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan sensor PZEM-004T. Sensor PZEM-004T adalah sebuah sistem yang dirancang untuk membaca jumlah pemakaian energi listrik seperti tegangan, arus, daya, dan energi. Alat monitoring ini juga dikoneksikan pada *smartphone* dengan menggunakan aplikasi *blynk* yang digunakan sebagai media *interface* yang menampilkan jumlah pemakaian energi listrik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat monitoring pemakaian energi listrik menggunakan sensor PZEM-004T dapat mengukur dan menampilkan nilai arus dan tegangan serta dapat memonitor secara *real time*. Hasil dari pengujian pada tegangan dan arus listrik, pada pengukuran pertama dengan menggunakan sensor PZEM-00T menunjukkan hasil tegangan 220 V dan arus 1,5 A dan pada pengukuran dengan menggunakan *voltmeter* menunjukkan hasil tegangan 220 V dan arus 1,52 A, ini membuktikan bahwa hasil pengukuran sensor dan pengukuran *voltmeter* tidak memiliki hasil yang jauh berbeda. Pengujian Qos (*throughput* dan *delay*) mendapatkan hasil rata-rata yaitu sebesar 16,1 kbps dan 53,562 ms antara pukul 16.50-18.00 WIB. Terjadi perbedaan *output* antara data yang ditampilkan di LCD (*Liquid Crystal Display*) dengan data yang ditampilkan di aplikasi *Blynk*, hal tersebut karena adanya *delay* yang disebabkan oleh jaringan yang tidak stabil.

Kata kunci— Interner of Things, NodeMCU ESP8266, Sensor PZEM-004T, Blynk Application

I. PENDAHULUAN

Seiring dengan bertambahnya penduduk, wilayah dan pembangunan infrastruktur. Kebutuhan masyarakat terhadap energi listrik di Indonesia semakin meningkat dan telah menjadi kebutuhan dari kehidupan masyarakat sehari-hari. Pada saat ini penggunaan enegi listrik sering terjadi pemborosan dalam pemakaiannya yang menyebabkan penggunaan energi listrik kurang efektif, misalnya sering membiarkan alat-alat listrik didalam ruangan tidak digunakan sesuai dengan kebutuhan, seperti membiarkan kipas yang terus menyala meskipun tidak di butuhkan. Karena kurangnya kesadaran masyarakat untuk menghemat listrik,

maka diperlukan pengukuran penggunaan energi listrik untuk mempermudah proses penghematan dan efisiensi yang bisa didapatkan.[1]

Saat ini memonitoring energi listrik banyak dilakukan dengan cara memasang alat-alat ukur listrik pada rangkaian listrik sebelum masuk ke beban. Cara ini memiliki kekurangan, dimana untuk mengetahuinya harus langsung melihat ke lokasi tempat alat ukur dipasang sehingga tidak efisien karena tidak langsung diketahui hasilnya. Untuk itu perlu ditambahkan sebuah alat yang dapat digunakan untuk memonitoring secara realtime dan dari jarak jauh.[2] Cara lain yang dapat digunakan untuk mengecek secara realtime yaitu menggunakan Internet of Things (IoT). Internet of Things merupakan sebuah sistem perangkat komputer yang mempunyai peran penting dalam pemantauan penggunaan energi listrik, sehingga penggunaan energi listrik dapat lebih hemat dan digunakan sesuai kebutuhan dan keadaan.

Perangkat tersebut dapat diakses melalui layanan internet. Teknologi sistem kendali ini diperlukan dengan meninjau segala aspek baik dari tingkat efisiensi tenaga dan waktu jam kerja serta dari segi penghematan energi listrik yang digunakan. Oleh karena itu untuk melakukan pekerjaan tersebut kita melakukan nya dari sebuah perangkat komputer atau *smartphone* yang didalamnya terdapat sebuah fitur software yang telah dibangun dan dirancang untuk melakukan tugas kendali tersebut. Data hasil pengukuran ini nantinya akan di kirim ke internet dan menggunakan sebuah aplikasi sebagai basis aplikasi. Dengan menggunakan aplikasi ini, dapat mempermudah pengguna dalam memonitoring pemakaian energi listrik secara realtime dan dari jarak jauh.[3]

II. KAJIAN TEORI

A. Daya Listrik

Daya Listrik Satuan daya listrik dalam SI adalah Watt, yang didefinisikan sebagai berubahnya energi terhadap waktu dalam bentuk tegangan dan arus. Daya dalam watt diserap oleh suatu beban pada setiap saat sama dengan jatuh tegangan pada beban tersebut (volt) dikalikan dengan arus yang mengalir lewat beban (Ampere), atau Daya listrik terbagi menjadi tiga jenis, yaitu daya aktif, daya reaktif dan daya nyata : [4].

B. Internet of Things

Internet of Things merupakan jaringan komunikasi diletakkan pada alat-alat dan sensor dimana saling berhubungan satu sama lainnya. Jaringan Internet of Things ini mengumpulkan miliaran data dari berbagai perangkat yang berbeda-beda berfungsi sebagai kehidupan sehari-hari [5].

Perkembangan internet menjadi suatu teknologi Internet of Things dapat melakukan pengendalian dan monitoring berbasis internet artinya seseorang bisa memantau sistem yang di monitoring secara jarak jauh, baik dimanapun dan kapan pun tanpa batas dan akses informasi yang didapatkan juga dibuat secara terbuka dan tertutup [6]. Banyak yang memprediksikan bahwa Internet of Things adalah suatu yang besar selanjutnya di dunia teknologi informasi, hal ini karena Internet of Things menawarkan banyak potensi yang bisa dikembangkan kembali. Contohnya adalah implementasi dari Internet of Things misalnya adalah kulkas yang dapat memberitahukan kepada pemiliknya via SMS atau email tentang makanan dan minuman apa saja yang sudah habis dan harus distok lagi. Bagi pengembang, kini banyak perusahaan yang menyediakan berbagai macam program untuk membantu pengembang dalam mengembangkan produk berbasis Internet of Things. Salah satunya yang menyediakan program ini adalah Intel dengan Internet of Things Developer Program mereka.[7]

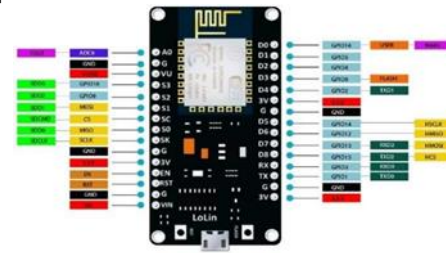
C. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer fungsional dengan desainnya yang khusus yang terbuat dalam bentuk chip yang terintegrasi dengan sebuah integrated circuit (IC), dimana di dalam mikrokontroler tersebut terdapat sebuah inti prosesor, memori dan perlengkapan input maupun output. Oleh karena itu mikrokontroler dikatakan berisikan mikroprosesor atau biasa disebut CPU (Central Processing Unit). Mikrokontroler relatif murah, digunakan pada sistem yang kecil. Perangkat ini identik dengan port masukan dan port keluaran. Port masukan yang berfungsi untuk memasukan informasi dari luar ke mikrokontroler dimana jalur ini menjadi sarana mikrokontroler untuk membaca keadaan digital logika 0 atau 1. Sedangkan port keluaran untuk mengeluarkan informasi atau data dari mikrokontroler untuk mengendalikan perangkat seperti motor, relay LED dan LCD, Mikrokontroler ini juga dikatakan perangkat yang pintar, karena dapat membaca, menerjemahkan, dan melaksanakan instruksi-instruksi yang diberikan kepadanya, dan termasuk melakukan operasi aritmatika dan logika.[8]

D. NodeMCU ESP8266

NodeMCU adalah sebuah platform IoT yang bersifat opensource. Terdiri dari perangkat keras berupa System On Chip ESP8266. dari ESP8266 buatan Espressif System, juga firmware yang digunakan, yang menggunakan bahasa pemrograman scripting Lua. [Sumardi, 2016] Istilah NodeMCU secara default sebenarnya mengacu pada firmware yang digunakan dari pada perangkat keras development kit NodeMCU bisa dianalogikan sebagai board arduino-nya ESP8266. Alasan penulis memilih NodeMCU ESP8266 ialah karena mudah diprogram dan memiliki pin I/O yang memadai dan dapat mengakses jaringan Internet

untuk mengirim atau mengambil data melalui koneksi WiFi.[9]



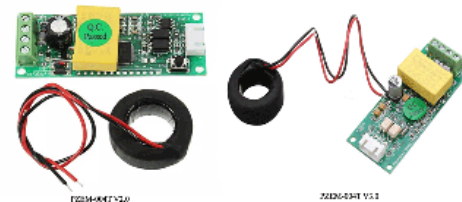
NodeMCU V3 Pinout
GAMBAR 2.1
NodeMCU ESP8266

E. Sensor

Sensor adalah komponen yang berfungsi untuk mengubah bentuk energi, dari satu bentuk ke bentuk yang lainnya atau mendeteksi kejadian atau perubahan yang terjadi di lingkungan sekitar dan menghasilkan sebuah output sesuai dengan fungsinya. Dimana pada saat ini sensor sudah dibuat dengan ukuran yang sangat kecil, sehingga memudahkan untuk pemakaian dan lebih hemat energi.[10]

1. Sensor PZEM-004T

PZEM-004T adalah sensor yang dapat digunakan untuk mengukur tegangan rms, arus rms dan daya aktif yang dapat dihubungkan melalui arduino ataupun platform opensource lainnya. Dimensi fisik dari papan PZEM-004T adalah 3,1 × 7,4 cm. Modul pzem-004t dibundel dengan kumparan trafo arus diameter 3mm yang dapat digunakan untuk mengukur arus maksimal sebesar 100A.[11] Spesifikasi / Feature PZEM-004T Meskipun ada beberapa perbedaan antara PZEM-004T V2.0 dan PZEM-004T V3.0 tapi secara fungsi atau feature, keduanya memiliki kesamaan. Berikut adalah fitur atau spesifikasi dari modul PZEM-004T :



GAMBAR 2.2
Sensor PZEM 004T.

F. Aplikasi Blynk

Blynk adalah sebuah layanan server yang digunakan untuk project Internet of Things. Blynk ini platform yang bisa membangun interface sebagai pengendali dan memantau hardware dari android dan ios. Blynk diciptakan untuk memonitoring perangkat keras secara jarak jauh menggunakan berbagai macam media komunikasi mulai dari Bluetooth, WI-FI, ethernet, jaringan LAN sampai koneksi data internet nirkabel. Kemampuan Blynk dalam menyimpan data dan menampilkan data secara visual baik menggunakan angka, warna ataupun grafik dalam pembuatan aplikasi ini semakin banyak dipilih sebagai pendukung Internet of Things. Salah satu masalah yang dapat timbul bagi yang belum mengetahui adalah coding dan jaringan. Blynk bertujuan untuk menghapus coding yang sangat panjang, dan membuat mudah dalam mengakses perangkat yang kita pakai melalui smartphone. Blynk merupakan salah satu aplikasi

gratis bagi para pengguna developer aplikasi, meskipun juga tersedia untuk digunakan secara komersial.[12]

G. Arduino IDE

Arduino IDE merupakan tools pemrograman yang bersifat open source dengan sifat IDE (Integrated Development Environment) yang digunakan seorang pengguna dalam mengembangkan alat berbasis IoT menggunakan mikrokontroler yang mereka gunakan. Arduino IDE terdiri dari compiler, uploader, dan editor. Compiler digunakan untuk memproses kode program menjadi kode biner agar terintegrasi dengan board Arduino. Uploader digunakan untuk mengirim kode biner dari computer ke dalam memori board Arduino. Sedangkan editor digunakan untuk mengedit kode program dengan bahasa pemrograman.

H. LCD (Liquid Crystal Display)

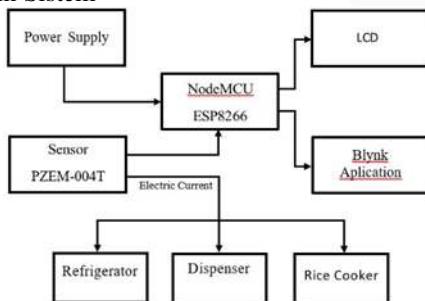
LCD adalah sebuah komponen elektronika berfungsi sebagai menampilkan suatu data, baik karakter, huruf, atau grafik. Daya dan tegangan yang dibutuhkan LCD ini cukup kecil, oleh karena itu LCD sering dipakai untuk aplikasi pada kalkulator, arloji digital, dan instrumen elektronik seperti multimeter digital. LCD menggunakan bahan dari silikon atau gallium dengan bentuk kristal cair berfungsi sebagai pemancar cahaya. Pada layar LCD, setiap matrik adalah susunan dua dimensi piksel yang dibagi dalam baris dalam kolom. Jadi, antara baris dan kolom merupakan sebuah LED terdapat sebuah bidang latar (backplane), yang merupakan lempengan kaca bagian belakang dengan sisi dalam yang ditutupi oleh lapisan elektroda transparan.[14]

III. METODE

A. Perancangan Alat

Pada tahap perancangan dan pembuatan tugas akhir memiliki konsep perancangan meliputi sistem kerja keseluruhan, fitur yang direncanakan agar tugas akhir ini dapat terkonsep dengan baik serta lebih terstruktur. Pada tahap ini mulai dilakukan perancangan aplikasi monitoring berbasis IoT (Internet of Things) yang diajukan dengan memanfaatkan Arduino Uno yang akan mengolah data dari sensor-sensor yang akan digunakan dan juga NodeMCU sebagai alat penghubung dengan jaringan Wi-Fi. Sensor PZEM-004T untuk membaca nilai arus dan tegangan yang di tampilkan oleh LCD (Liquid Crystal Display).

B. Desain Sistem

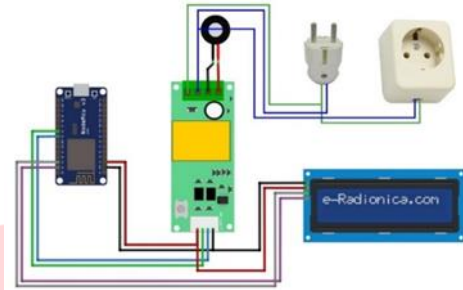


GAMBAR 3.1 Diagram Blok

Pada gambar 3.1 menunjukkan diagram blok yang menjelaskan proses kerja alat tersebut. Setelah power supply memberikan energi kepada NodeMCU ESP8266 kemudian seluruh alat berfungsi dan bekerja dengan baik. Dari

NodeMCU ESP8266 dihubungkan ke sensor PZEM-004T kemudian dihubungkan ke arus listrik yang dapat membaca nilai arus dan tegangan. Dengan menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang telah mempunyai system Wifi, dapat dihubungkan ke internet sehingga data dapat dikirim ke aplikasi Blynk.

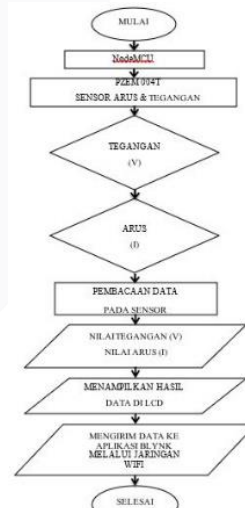
C. Desain Perangkat Keras



GAMBAR 3.2 Desain Alat

Dari gambar 3.2 dapat dijelaskan bahwa cara kerja alat monitoring penggunaan listrik diruangan dengan menggunakan sensor PZEM-004T, pertama menghubungkan kabel USB ke NodeMCU ESP8266 ke catu daya, pembacaan sensor PZEM-004T akan diproses oleh perangkat NodeMCU ESP8266 untuk selanjut akan dikirim ke aplikasi Blynk melalui jaringan Wifi yang terhubung ke internet, setelah diproses di NodeMCU ESP8266 hasil dari sensor arus dan tegangan akan ditampilkan di LCD 16x2. Perangkat keras alat monitoring penggunaan listrik diruangan dengan menggunakan sensor PZEM-004T dibuat dengan desain terdiri dari mikrokontroler NodeMCU ESP8266, sensor PZEM-004T, LCD 16x2, Steker dan Stop Kontak.

D. Flowchart



GAMBAR 3.3 Proses Kerja Alat

Gambar 3.3 .Menunjukkan proses kerja alat monitoring penggunaan listrik diruangan mulai dengan input data pada LoLin NodeMCU ESP8266 dengan cara membaca sensor PZEM-004T. Kemudian terdeteksi hasil akan ditampilkan pada LCD 16x2 dan LCD OLED. Dengan memanfaatkan LoLin NodeMCU ESP8266, ini alat dapat terhubung ke internet sehingga dapat diproses.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN



GAMBAR 4.1 Implementasi Alat

A. Pengujian Alat

1. Pengujian Sensor Tegangan Listrik

Tabel 4.1 Hasil pengujian nilai tegangan

Beban	Tegangan		% Error	% Akurasi
	Sensor Tegangan	Voltmeter		
Kulkas	225 V	225 V	0	100
Dispenser	219 V	219 V	0	100
Rice Cooker	224 V	225 V	0,44	99,56
Kipas Angin	224 V	225 V	0,44	99,56
Charger Laptop	229 V	230V	0,43	99,57
Error Rata-Rata			0,26	99,73

Pada tabel 4.1 diatas, sensor memiliki rata-rata nilai error sebesar 0,26%. Pembacaan sensor tegangan dan voltmeter yang berbeda akan menimbulkan sebuah error yang biasanya disebabkan oleh ketidak stabilan tegangan saat proses pembacaan antara sensor tegangan dan voltmeter. Menurut [16] nilai error yang terdapat pada tabel 4.1 masuk dalam kategori golongan 1, yaitu alat ukur dengan presisi yang tinggi dan biasanya digunakan di Laboratorium yang standar.

2. Pengujian Sensor Arus Listrik

TABEL 4.2 Hasil pengujian nilai arus

Beban	Arus		% Error	% Akurasi
	Sensor Arus	Voltmeter		
Kulkas	0,45 A	0,44 A	2,2	97,8
Dispenser	1,51 A	1,53 A	1,3	98,7
Rice Cooker	3,02 A	3,08 A	1,9	98,1
Kipas Angin	0,17 A	0,16 A	0,6	99,4
Charger Laptop	0,17 A	0,14 A	4	96
Error Rata-Rata			2	98

Pada tabel 4.1 diatas, sensor memiliki rata-rata nilai error sebesar 2%. Pembacaan sensor arus dan voltmeter yang

berbeda akan menimbulkan sebuah error yang biasanya disebabkan oleh ketidak stabilan tegangan saat proses pembacaan antara sensor arus dan voltmeter.

B. Data Hasil

1. Kulkas

TABEL 4.3 Pengujian Kulkas

Waktu	Tegangan	Arus	kWh	Biaya
15 Menit	225,9 V	0,45 A	0,02	Rp. 29,-
30 Menit	228,4 V	0,46 A	0,04	Rp. 58,-
45 Menit	224,6 V	0,44 A	0,06	Rp. 87,-
60 Menit	219 V	0,43 A	0,08	Rp.116,-

Pada tabel 4.3 terdapat perbedaan nilai tegangan dan nilai arus, hal tersebut karena banyaknya beban listrik yang dipakai sewaktu saya melakukan pengujian dan tidak stabilnya listrik yang digunakan sehingga terjadinya naik turun nilai tegangan dan nilai arus.

2. Dispenser

TABEL 4.4 Pengujian Dispenser

Waktu	Tegangan	Arus	kWh	Biaya
15 Menit	219 V	1,51 A	0,03	Rp. 43,-
30 Menit	219,3 V	1,51 A	0,04	Rp. 58,-
45 Menit	212,7 V	1,46 A	0,06	Rp. 87,-
60 Menit	215,8 V	1,48 A	0,08	Rp. 116,-

Pada tabel 4.4 terdapat perbedaan nilai tegangan dan nilai arus, hal tersebut karena banyaknya beban listrik yang dipakai sewaktu saya melakukan pengujian dan tidak stabilnya listrik yang digunakan sehingga terjadinya naik turun nilai tegangan dan nilai arus.

3. Rice Cooker

TABEL 4.5 Pengujian Rice Cooker

Waktu	Tegangan	Arus	kWh	Biaya
15 Menit	225,5 V	2,99 A	0,17	Rp. 245,-
30 Menit	224,3 V	3,02 A	0,24	Rp. 347,-
45 Menit	227,2 V	0,04 A	0,31	Rp. 448,-
60 Menit	228 V	0,04 A	0,38	Rp. 549,-

Pada tabel 4.5 terdapat perbedaan nilai tegangan dan nilai

arus, hal tersebut karena banyaknya beban listrik yang dipakai sewaktu saya melakukan pengujian dan tidak stabilnya listrik yang digunakan sehingga terjadinya naik turun nilai tegangan dan nilai arus.

4. Kipas Angin

TABEL 4.6
Pengujian Kipas Angin

Waktu	Tegangan	Arus	kWh	Biaya
15 Menit	226,1 V	0,17 A	0,01	Rp. 14,-
30 Menit	227,2 V	0,17 A	0,02	Rp. 29,-
45 Menit	224,5 V	0,17 A	0,03	Rp. 43,-
60 Menit	223 V	0,17 A	0,04	Rp. 58,-

Pada tabel 4.6 terdapat perbedaan nilai tegangan, hal tersebut karena banyaknya beban listrik yang dipakai sewaktu saya melakukan pengujian dan tidak stabilnya listrik yang digunakan sehingga terjadinya naik turun nilai tegangan.

5. Charger Laptop

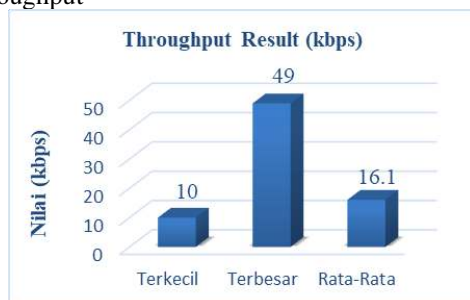
TABEL 4.7
Pengujian Kipas Angin

Waktu	Tegangan	Arus	kWh	Biaya
15 Menit	231,2 V	0,18 A	0,01	Rp. 14,-
30 Menit	229,3 V	0,22 A	0,01	Rp. 29,-
45 Menit	229,5 V	0,17 A	0,02	Rp. 43,-
60 Menit	228 V	0,27 A	0,02	Rp. 58,-

Pada tabel 4.7 terdapat perbedaan nilai tegangan dan nilai arus, hal tersebut karena banyaknya beban listrik yang dipakai sewaktu saya melakukan pengujian dan tidak stabilnya listrik yang digunakan sehingga terjadinya naik turun nilai tegangan dan nilai arus. Nilai kWh didapatkan dari sensor PZEM-004T yang sudah ada didalam sensor tersebut, hanya memprogramnya dari Arduino IDE untuk menampilkan nilai kWh di LCD dan di aplikasi Blynk.

C. Pengujian Quality of Service (QoS)

1. Throughput

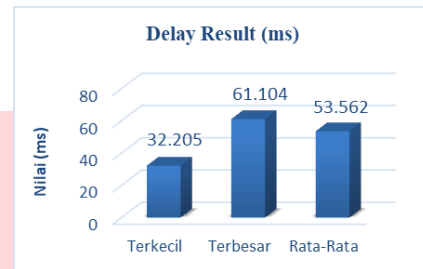


GAMBAR 4.2

Nilai Throughput

Berdasarkan gambar di atas, alat memiliki rata-rata sebesar 16.1kbps, untuk nilai terkecil 10 kbps dan nilai terbesar 49 kbps. Berdasarkan hasil pengujian throughput diatas termasuk kedalam kategori sangat buruk versi TIPHON. Penulis berasumsi bahwa hal tersebut terjadi karena data yang dikirimkan yaitu data sensor yang memiliki ukuran yang kecil, sehingga nilai throughput yang didapat juga kecil.

2. Delay



Berdasarkan gambar di atas, alat memiliki rata-rata sebesar 53.562 ms untuk mengirimkan data ke Blynk, untuk nilai terkecil 32.205 ms dan nilai terbesar 61.104 ms.

V. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Kesimpulan dari pengujian tentang Monitoring Penggunaan Listrik di Ruang adalah :

1. Alat monitoring penggunaan listrik dapat bekerja sesuai yang diinginkan.
2. Terdapat nilai error pada pembacaan nilai tegangan dan nilai arus sebesar 0,27% dan 1,96%.
3. Pengiriman dan penerimaan data menunjukkan keberhasilan tanpa ada data yang hilang.
4. Nilai troughput yang dimiliki alat simulasi memiliki hasil yang buruk berdasarkan stantar TIPHON.
5. Nilai delay yang dimiliki alat simulasi memiliki hasil yang sangat bagus berdasarkan stantar TIPHON.

B. Saran

Berdasarkan hasil pengujian yang didapatkan oleh penulis, ada beberapa saran untuk pengembangan alat yang dibuat, diantaranya:

1. Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat dibutuhkan sensor tegangan dan arus yang lebih baik sehingga hasil yang didapat lebih presisi dan error lebih kecil.
2. Dapat ditambahkan sistem yang dapat mematikan alat ini dari aplikasi sehingga pengguna energi listrik dapat mematikan beban dan biaya tidak membengkak.
3. Optimasi nilai troughput yang diperoleh agar alat dapat berfungsi lebih baik.

REFERENSI

- [1] Zurnawita, Prabowo, T. Elektro, P. N. Padang, T. Infotmasi, and P. N. Padang, "Rancang bangun sistem pemantau penggunaan energi listrik," Momentum, vol. 18 No. 1, no. 1, 2016.
- [2] M. A. Alipudin and et. al, "Rancang bangun alat monitoring biaya listrik terpakai berbasis internet of things (iot)," pp. 1–11, 2019

- [3] D. Handarly and J. Lianda, "Sistem Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT (Internet of Thing)," JEECAE (Journal Electr. Electron. Control. Automot. Eng., vol. 3, no. 2, pp. 205–208, 2018.
- [4] Sulistyowati, Riny dan Dedi Dwi Febrianto.2012. Perancangan Prototype Sistem Kontrol dan Monitoring Pembatas Daya Listrik Berbasis Mikrokontroler.
- [5] Ratna, S. (2020). Sistem monitoring kesehatan berbasis internet of things (IoT). Al Ulum Jurnal Sains Dan Teknologi, 5(2), 83-87.
- [6] Prayudha, J., Pranata, A., & Al Hafiz, A. (2018). Implementasi Metode Fuzzy Logic Untuk Sistem Pengukuran Kualitas Udara Di Kota Medan Berbasis Internet of Things (Iot). JURTEKSI (Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi), 4(2), 141-148. [7] Cloudhost. 2016. Yuk Ketahui Sejarah Singkat Mengenai Internet of Things (IoT). (Online). (<https://idcloudhost.com/yuk-ketahui-sejarahsingkat-mengenai-internet-things-iot/>, diakses 22 April 2018).
- [8] Santoso, A. B. (2013). Pembuatan otomasi pengaturan kereta api, pengereman, dan palang pintu pada rel kereta api mainan berbasis mikrokontroler. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, 1.
- [9] Artiyasa Marina, Rostini ,A.N, Edwinanto, Junfithrana, A.P. (2020). Aplikasi Smart Home Node MCU IOT Untuk Blynk. Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra. Vol. 7, No. 1.
- [10] Angga, Rida. Pengertian Sensor Pada Rangkaian Elektronika, [Online] April 7, 2015. [Cited: Juni 28, 2020.] <https://skemaku.com/pengertiansensor-padarangkaian-elektronika/> [11] M. A. Alipudin and et. al, ". b.–1. (2019). Rancang bangun alat monitoringbiaya listrik terpakai berbasis internet of things (iot).
- [12] R. Hariri, M.A. Novianta, Kristiyana S. (2029). Perancangan Aplikasi Blynk Untuk Monitoring Dan Kendali Penyiraman Tanaman. Jurnal Elektrikal Vol. 6 No. 1. [13] S. A. Nugroho, I. K. D. Suryawan, and I. N. K. Wardana, "Penerapan Mikrokontroler Sebagai Sistem Kendali Perangkat Listrik Berbasis Android," Eksplora Inform., vol. 4, no. 2, pp. 135–144, 2015.
- [14] Tanjung, A. (2015). Aplikasi Liquid Crystal Display (LCD) 16x2 Sebagai Tampilan Pada Coconut Milk Auto Machine (Doctoral dissertation,Politeknik Negeri Sriwijaya).
- [15] Putri Eka Pratiwi. AnalisisQoS pada Jaringan Multi Protoko Label Switching (MPLS) Studi Kasus Di Pelabuhan Indonesia III Cabang Tanjung Intan Cilacap. 0 10 20 30 40 50 Terkecil Terbesar Rata-Rata 10 49 16.1 Nilai (kbps) Throughput Result (kbps) 0 20 40 60 80 Terkecil Terbesar Rata-Rata 32.205 61.104 53.562 Nilai (ms) Delay Result (ms)
- [16] Taufiqullah, "Akurasi dan Kalibrasi Alat Ukur," [www.TN Elektro.com](http://www.TN-Elektro.com), 2019. Available: Akurasi dan Kalibrasi Alat Ukur. [17] Kompas.com (2022). Daftar Harga Listrik Per kWh 2022 untuk Golongan Tarif Non-subsidi