

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai sistem cerdas pemantauan dan kontrol beban listrik satu *phasa* berbasis teknologi IoT yang menggunakan ESP8266, sensor PZEM-004T, *relay* empat *channel*, dan modul regulator XL4015, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Implementasi Sistem IoT

Sistem yang dikembangkan berhasil mengintegrasikan pemantauan dan pengendalian beban listrik secara *real-time* melalui teknologi IoT. Modul ESP8266 mampu berfungsi sebagai perangkat komunikasi nirkabel yang menghubungkan sistem dengan *server* atau aplikasi *monitoring* sehingga memudahkan akses data secara jarak jauh.

2. Efektivitas Pengendalian Beban

Penggunaan *relay* empat *channel* sebagai aktuator beban terbukti mampu menjalankan perintah *switching* beban listrik dengan baik dan responsif. Hal ini menunjukkan bahwa sistem dapat mengatur konsumsi listrik sesuai dengan kontrol yang diinginkan pengguna melalui *interface* IoT.

3. Perbedaan Pengukuran Energi dan Daya

Terjadi perbedaan signifikan antara hasil pengukuran energi dan daya listrik yang diperoleh dari sensor PZEM-004T dengan pengukuran menggunakan multimeter referensi. Sensor PZEM-004T menunjukkan nilai yang lebih tinggi dengan Selisih melebihi 10%, yang melampaui batas toleransi akurasi 5% yang umumnya dipersyaratkan untuk alat ukur listrik. Perbedaan ini konsisten ditemukan pada berbagai beban listrik yang diuji, antara lain Kulkas, Pompa Air, Mesin Cuci, dan *Rice Cooker*.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan dan temuan penelitian, terdapat beberapa rekomendasi untuk pengembangan sistem serta penelitian lanjutan sebagai berikut :

1. Kalibrasi dan Validasi Sensor yang Lebih Ketat

Melakukan kalibrasi berkala terhadap sensor PZEM-004T dengan menggunakan alat ukur referensi yang lebih presisi agar data pengukuran menjadi lebih valid dan dapat dipercaya. Kalibrasi silang dengan beberapa sensor alternatif juga dianjurkan untuk meminimalisir kesalahan.

2. Pengembangan Algoritma Pengolahan Data

Meningkatkan sistem perangkat lunak dengan menambahkan algoritma *filtering* dan kompensasi kesalahan (*error compensation*) agar dapat mengurangi dampak ketidakakuratan sensor, terutama saat mengukur beban listrik non-linear yang menghasilkan harmonisa dan fluktuasi arus.

3. Studi Pengaruh Faktor Lingkungan dan Jaringan Komunikasi

Melakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh interferensi elektromagnetik, kualitas sumber daya listrik, serta kestabilan jaringan komunikasi IoT terhadap performa dan akurasi pengukuran sensor.

4. Pengembangan Fungsi Sistem dan Antarmuka Pengguna

Menambah fitur pengaturan beban otomatis berbasis prioritas, jadwal operasional, serta peningkatan *User Interface* (UI) agar sistem lebih *user-friendly* dan mudah dioperasikan oleh pengguna umum.

5. Penggunaan *Hardware* dengan Akurasi Lebih Tinggi

Mempertimbangkan pemilihan sensor pengukuran energi listrik yang memiliki tingkat akurasi lebih baik, seperti sensor arus berbasis efek *Hall* yang sudah dikalibrasi atau sensor CT kelas tinggi untuk meningkatkan performa pemantauan energi.

6. *Monitoring* dan Evaluasi Jangka Panjang

Melakukan pemantauan dan evaluasi secara kontinu dalam jangka panjang untuk mendapatkan data komprehensif mengenai pola konsumsi energi serta memfasilitasi perencanaan pemeliharaan dan pengembangan sistem yang lebih optimal.

7. Pertimbangan Kondisi Beban dan Lingkungan

Sebelum implementasi di lapangan, dianjurkan untuk mempertimbangkan karakteristik beban listrik yang akan dipantau serta kondisi lingkungan tempat pemasangan agar sensor PZEM-004T dapat beroperasi optimal dan meminimalisir gangguan pengukuran.



DAFTAR PUSTAKA

- Adiwiranto, M. N., Waluyo, C. B., & Sudibya, B. (2022). Prototipe Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik Serta Estimasi Biaya Pada Peralatan Rumah Tangga Berbasis Internet of Things. *Jurnal Edukasi Elektro (JEE)*, 6(1), 32–41. <https://doi.org/10.21831/jee.v6i1.44272>
- Ahmad, W., Widiatmoko, D., & Kholid, F. (2024). Design of Electrical Energy Monitoring System Using NodeMCU ESP8266 and PZEM-004T for Power Usage Control. *Jurnal FORTECH*, 5(1), 10–18. <https://doi.org/10.56795/fortech.v5i1.5102>
- Aidhi, A. Al, Harahap, M. A. K., Rukmana, A. Y., Palembang, S. P., & Bakri, A. A. (2023). Peningkatan Daya Saing Ekonomi melalui peranan Inovasi. *Jurnal Multidisiplin West Science*, 2(2), 118–134. <https://doi.org/10.58812/jmws.v2i02.229>
- Akhiruddin, & Anugerah, Y. F. (2023). Sistem Monitoring Arus Listrik Menggunakan Smartphone Berbasis NodeMCU ESP8266. *JET (Journal of Electrical Technology)*, 8(1), 17–22. <https://doi.org/10.30743/jet.v8i1.6831>
- Amalia, S., Andari, R., & Nofrizal, Y. (2021). Sistem Monitoring Penggunaan Beban Pada Proses Pengosongan Baterai 100WP Menggunakan Sensor PZEM-004T. *Jurnal Amplifier: Jurnal Ilmiah Bidang Teknik Elektro Dan Komputer*, 11(1), 29–36. <https://doi.org/10.33369/jamplifier.v11i1.15472>
- Amane, A. P. O., Febriana, R. W., Artiyasa, M., Cahyaningrum, A. O., Husain, Abror, M. N., Fachruzzaki, Asman, A., Ridwan, A., Suraji, A., Aritonang, L., & Srifitriani, A. (2023). *Pemanfaatan Dan Penerapan Internet of Things (Iot) Di Berbagai Bidang* (Sepriano (ed.)). PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Anggoro, W. W. (2021). The Perancangan dan Penerapan Kendali Lampu Ruangan Berbasis IoT (Internet of Things) Android. *JATISI (Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi)*, 8(3), 1596–1606. <https://doi.org/10.35957/jatisi.v8i3.1311>
- B, G., & George, S. (2021). IoT Based Smart Energy Management System using PZEM-004T Sensor & NodeMCU. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 9(7), 45–48. <https://doi.org/10.17577/IJERTCONV9IS07011>
- Berlianti, R., & Fibriyanti. (2020). Perancangan Alat Pengontrolan Beban Listrik Satu Fasa Jarak Jauh Menggunakan Aplikasi Blynk Berbasis Arduino Mega. *SainETIn (Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri)*, 5(1), 17–26.
- Dewi, Y. (2024). Strategi Pengawasan Lembaga Pemerintah Di Kota Banda Aceh Berbasis Prevention Controlling Hybrid System. *Jurnal Ilmu Pemerintahan Dan Administrasi*

Publik, 2(2), 379–417.

- Dinata, S., Mardiansyah, & Putra, H. A. (2024). Rancang Bangun Alat Monitoring Output Panel Surya di Kampus Universitas Pamulang Viktor Menggunakan Internet of Things. *Techné : Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 23(1), 1–10. <https://doi.org/10.31358/techne.v23i1.355>
- Firmansyah, M., Patma, T. S., & Ikawanty, B. A. (2024). Perancangan Kontrol PLC dalam Proses Pengemasan Susu Dilengkapi Overall Equipment Effectiveness (OEE) Sebagai Sistem Pemantauan Kinerja Mesin. *Kohesi : Jurnal Multidisiplin Saintek*, 3(5), 100–111.
- Ginting, O. D. P., Sinaga, A. S., Revassy, R. N., Liga, M., Reza, M. A., & O, T. W. (2023). Analisis Kedip Tegangan (Voltage Sags) pada Jaringan 20 KV akibat Gangguan Hubung Singkat pada Penyulang Jeruk di Gardu Induk Sentani. 1(1), 29–36. <https://teletronic.elektrouncen.com/index.php/teletronic/article/view/5>
- Hadi, S., Dewi, P., Labib, R. P. M. D., & Widayaka, P. D. (2022). Sistem Rumah Pintar Menggunakan Google Assistant dan Blynk Berbasis Internet of Things. *MATRIK : Jurnal Manajemen, Teknik Informatika Dan Rekayasa Komputer*, 21(3), 667–676. <https://doi.org/10.30812/matrik.v21i3.1646>
- Hatmoko, J. U. D., Pandarangga, A. P., Paryanto, Ismail, R., Ariyanto, M., Perdana, Y. K., Putri, F. T., Caesarendra, W., Wicaksono, P. A., Saptadi, S., Prianto, E., Malik, A., Bharoto, Sejati, A. W., Susanti, R., Ramadan, B. S., Muhammad, F. I., Syakur, A., Setiawan, I., ... Wibowo, M. A. (2021). Revolusi Industri 4.0 Perspektif Teknologi, Manajemen, dan Edukasi. In J. U. D. Hatmoko (Ed.), *Andi (Anggota KAPI)* (Vol. 3, Issue 1). Penerbit Andi. <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>
- Irvandi. (2022). *Perancangan Prototype Alat Monitoring Listrik pada Rumah Tangga Berbasis IoT (Internet of Things)*. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
- Islam, S., & Tilak, K. C. (2025). Sustainable IoT Networks: Designing Energy-Efficient Protocols for Smart Cities and Industries. *Journal of Computer Science and Technology Studies*, 7(2), 385–404. <https://doi.org/10.32996/jcsts>
- Jeckson, Fitriyono, Afrida, Y., & Liyansyah. (2021). Analisa Data Hasil Pengukuran Beban Motor Listrik 1 Fasa pada kWh Analog dan kWh Digital. *ELECTRICIAN - Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Elektro*, 15(3), 181–191. <https://doi.org/10.23960/elc.v15n3.2219>
- Kang, S., Jung, S., Lee, D., & Jang, G. (2024). Optimal Control Strategies for Energy Storage

- Systems for HUB Substation Considering Multiple Distribution Networks. *Scientific Reports*, 14, 1–16. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-68728-6>
- Kiswantono, A., & Fajri, M. (2024). Transformasi Proteksi Tegangan: Sistem Monitoring IoT untuk Pemantauan Real-Time. *Dielektrika - Jurnal Ilmiah Kajian Teori Dan Aplikasi Teknik Elektro*, 11(2), 119–128. <https://doi.org/10.29303/dielektrika.v11i2.377>
- Kizonde, B. K., Mathaba, T. N. D., & Langa, H. M. (2023). Design of an IoT-Based Energy Monitoring Node. *International Conference on Electrical, Computer and Energy Technologies (ICECET 2023)*, 216–221. <https://doi.org/10.1109/ICECET58911.2023.10389228>
- Kumar, M., & Pandey, K. M. (2023). The Impact of IoT on Smart Home Energy Management. *IJSCE : International Journal of Soft Computing and Engineering*, 13(5), 7–12. <https://doi.org/10.35940/ijscce.D3647.13051123>
- Kurniawan, S. Y., Setiawan, A. B., & Dirgantara, W. (2022). Kursi Roda Otomatis Berbasis IoT(Internet Of Things) Menggunakan Metode PID (Proportional Integral Derivative Controller). *Seminar Nasional Fortei Regional 7*, 5(1), 79–83.
- Limbong, F. H., Taufiq, & Bintoro, A. (2024). System Monitoring of Solar Power Plant Using NODE MCU ESP8266 Based on IOT. *Jurnal Geuthee of Engineering and Energy (JOGE)*, 3(2), 84–95. <https://doi.org/10.52626/joge.v>
- Luthfi, A. Z. Al, & Junianto, E. (2023). Monitoring dan Otomatisasi Penyiraman Serta Pemupukan Pada Pertanian Sayuran di Desa Cikidang Lembang. *E-Prosiding Teknik Informatika*, 4(2).
- Manfaluthy, M., Sunardi, A., Wilyanti, S., Jaenul, A., & Mulyana, E. (2022). Design a Monitoring System of a Single-Phase Electricity Meter Based on the Internet of Things. *Spektra: Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 7(3), 113–126. <https://doi.org/10.21009/spektra.073.01>
- Manuhutu, A., Warella, S., Likliwatil, C., Sasauw, C., & Sitopu, J. W. (2025). Mengubah Kehidupan Sehari-hari: Dampak Implementasi Internet of Things (IoT). *Indonesian Research Journal on Education : Jurnal Ilmu Pendidikan*, 5(1), 1072–1078.
- Manurung, C. T. H., Arifin, J., Syifa, F. T., & Rochmanto, R. A. (2022). Pemanfaatan ESP32 sebagai Sistem Pemantauan Kualitas Air Keran Siap Minum secara Real-Time Menggunakan Aplikasi. *Journal of Telecommunication, Electronics, and Control Engineering (JTECE)*, 4(2), 93–99. <https://doi.org/10.20895/JTECE.V4I2.535>
- Mulyadi, M. E., Samsumar, L. D., Zaenudin, & Efendi, M. M. (2024). Perancangan Sistem

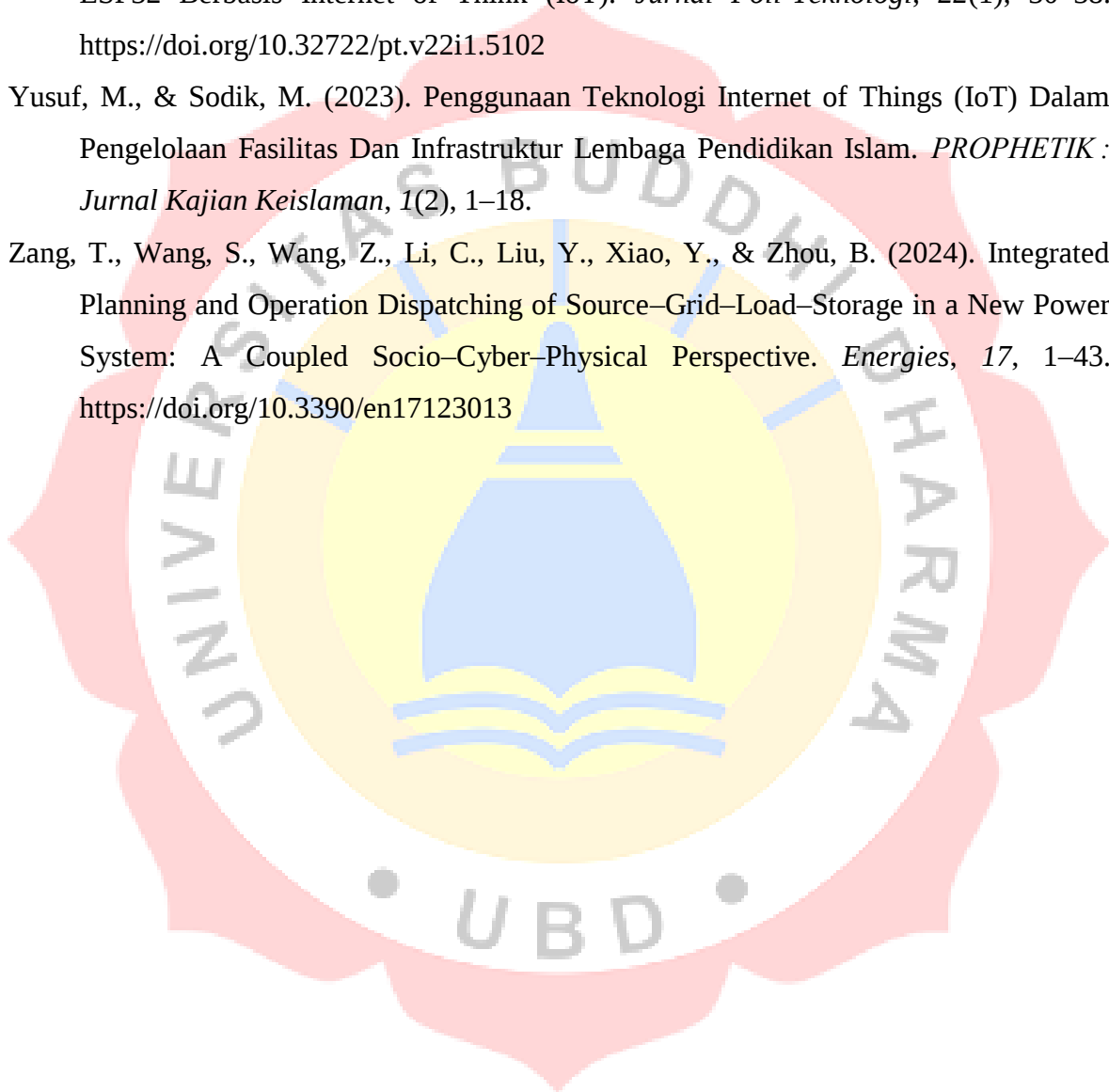
- Monitoring Lahan Parkir pada Area Basement Hotel Aston Inn Mataram Berbasis Internet of Things (IOT). *JCSIT (Journal of Computer Science and Information Technology)*, 1(4), 316–326.
- Mutiarani, & Ritonga, R. R. (2025). Sistem Kontrol LED IoT Menggunakan Wi-Fi melalui Bot Telegram. *COSIE : Journal of Computer Science and Informatics Engineering*, 4(1), 10–20.
- Nugroho, A. P., Wibowo, R. P. H., & Anam, C. (2022). Wquo Vadis Energi Terbaharukan Di Asia Tenggara : Tinjauan Kebijakan Transisi Energi Listrik Menuju Nihil Emisi. *SENTRI : Jurnal Riset Ilmiah*, 1(2), 335–348. <https://doi.org/10.55681/sentri.v1i2.238>
- Nuryawan, & Jannah, M. (2022). Electrical Energy Monitoring and Control System in Boarding Rooms Based on The Internet of Things. *International Journal of Engineering, Science and Information Technology (Ijesty)*, 2(4), 76–86. <https://doi.org/10.52088/ijesty.v1i4.335>
- Panulisan, B. S., Suzanti, W., Handayani, Y. S., Permana, B. R. S., Khaerudin, D., Rini, A. S., & Rahmatullah, A. (2023). Kelayakan Potensi Sumber Daya Energi Terbarukan Sebagai Solusi Keterbatasan Daya Listrik Di Pedesaan Dengan Metode Sel Surya. *IJTL : Indonesian Journal of Thousand Literacies*, 1(3), 241–360. <https://doi.org/10.57254/ijtl.v1i3.38>
- Paryoko, V. G. P. J., & Zakariya, A. F. (2024). Arsitektur Efisien sebagai Pendekatan Berkelanjutan dan Finansial pada Perancangan Unit Perumahan Berskala Kecil. *Jurnal Arsitektur Pendapa*, 7(1), 51–59. <https://doi.org/10.32502/arsir.v7i1.5265>
- Piu, S., Arifin, A., & Rizal, M. (2025). Optimization of Electric Energy Usage for Household Customers Based on Machine Learning and Internet of Things. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 5(1), 84–92.
- Poyyamozi, M., Murugesan, B., Rajamanickam, N., Shorfuzzaman, M., & Aboelmagd, Y. (2024). IoT-A Promising Solution to Energy Management in Smart Buildings: A Systematic Review, Applications, Barriers, and Future Scope. *Buildings*, 14, 1–32. <https://doi.org/10.3390/buildings14113446>
- Prasetyo, Y. D., Utomo, E. B., & Gamar, F. (2025). Sistem Pemantau Parameter Listrik Menggunakan Protokol Modbus RTU dan BACnet dengan Transmisi Data MQTT. *Jurnal FORTECH*, 6(1), 49–55. <https://doi.org/https://doi.org/10.56795/fortech.v6i1.6107>
- Pratama, M. N. S., Nahong, M. S., Nggi, S. A., Surileki, A. R., & Bhebhe, M. C. (2023). Pengaruh Kecerdasan Buatan Dalam Proses Audit Keuangan: Tantangan Dan Peluang

- Di Era Digital. *Jurnal Locus : Penelitian Dan Pengabdian*, 2(12), 1181–1190.
<https://doi.org/10.58344/locus.v2i12.2333>
- Pratika, M. T. S., Piarsa, I. N., & Wiranatha, A. A. K. A. C. (2021). Rancang Bangun Wireless Relay dengan Monitoring Daya Listrik Berbasis Internet of Things. *JjITTER : Urnal Ilmiah Teknologi Dan Komputer*, 2(3), 515–523.
- Prawiyogi, A. G., & Anwar, A. S. (2023). Perkembangan Internet of Things (IoT) pada Sektor Energi : Sistematis Literatur Review. *Jurnal MENTARI: Manajemen, Pendidikan Dan Teknologi Informasi*, 1(2), 187–197.
<https://doi.org/10.34306/mentari.v1i2.254>
- Putra, F. A., Aufa, I. Al, Warta, M. D., & Pramono. (2024). Perencanaan Sistem Kontrol Untuk Pemantauan dan Pengendalian Kualitas Air Pada Kolam Renang Publik. *LOGIC : Jurnal Ilmu Komputer Dan Pendidikan*, 2(3), 638–643.
<https://www.journal.mediapublikasi.id/index.php/logic/article/view/4193>
- Rahman, F. F., Susanto, R., & Suryani, F. (2024). Implementasi Smart Energy Meter dan Controlling Alat Listrik pada Rumah Pintar Berbasis IoT. *Jupiter (Jurnal Pendidikan Teknik Elektro)*, 9(2), 64–74. <https://doi.org/10.25273/jupiter.v9i2.20905>
- Rana, S. (2025). AI-Driven Fault Detection and Predictive Maintenance in Electrical Power Systems : A Systematic Review of Data-Driven Approaches, Digital Twins, and Self-Healing Grids. *American Journal of Advanced Technology and Engineering Solutions*, 1(1), 258–289. <https://doi.org/10.63125/4p25x993>
- Rangkuti, T. H., & Martiano. (2025). Design of IoT Based Electrical Parameter Monitoring System using NodeMCU V3 and PZEM-004T V3 Sensor. *TSABIT : Journal of Computer Science*, 2(1), 1–8. <https://doi.org/10.56211/tsabit42>
- Robbani, A. J., Alfiaturrohmah, F., Nurdiansyah, M. R., Maharani, A. S., & W, A. D. P. (2024). Implementasi Smart Home pada Platform Apple Homekit dan Google Home dengan Raspberry Pi 4B. *JTIM : Jurnal Teknologi Informasi Dan Multimedia*, 5(4), 377–387. <https://doi.org/10.35746/jtim.v5i4.480>
- Safitri, N. A., & Priambodo, A. S. (2023). MQTT and CoAP Communication Protocol Analysis in Internet of Things System for Strawberry Hydroponic Plants. *Journal of Robotics, Automation, and Electronics Engineering*, 1(1), 45–56.
<https://doi.org/10.21831/jraee.v1i1.69>
- Selvam, A. P., & Al-Humairi, S. N. S. (2023). The Impact of IoT and Sensor Integration on Real- Time Weather Monitoring Systems : A Systematic Review. *Research Square*.
- Setiawan, S., Nurfiana, Syahputri, R., & Sudibyo, N. H. (2024). EMOT (Electricity

- Monitoring) Teknologi IOT untuk Monitoring dan Kontrol Daya Listrik. *JIMU: Jurnal Ilmiah Multidisipliner*, 2(03), 775–786. <https://doi.org/10.70294/jimu.v2i03.493>
- Sianturi, F. A. (2024). Pengembangan Internet of Things (IoT) untuk Sistem Smart Home Berbasis Energi Ramah Lingkungan. *Jurnal Kolaborasi : Sains Dan Ilmu Terapan*, 3(1), 21–24. <https://doi.org/10.69688/juksit.v3i1.53>
- Sinaga, D. H., Sasue, R. R. O., & Hutahaean, H. D. (2021). Pemanfaatan Energi Terbarukan Dengan Menerapkan Smart Grid Sebagai Jaringan Listrik Masa Depan. *Journal Zetroem*, 3(1), 11–17.
- Suryawijaya, T. W. E. (2023). Memperkuat Keamanan Data melalui Teknologi Blockchain: Mengeksplorasi Implementasi Sukses dalam Transformasi Digital di Indonesia. *Jurnal Studi Kebijakan Publik*, 2(1), 55–67. <https://doi.org/10.21787/jskp.2.2023.55-68>
- Susanto, F., Prasiani, N. K., & Darmawan, P. (2022). Implementasi Internet of Things Dalam Kehidupan Sehari-Hari. *Jurnal Imagine*, 2(1), 35–40. <https://doi.org/10.35886/imagine.v2i1.329>
- Tama, A. R., & Winardi, S. (2022). Monitoring Arus Listrik dan Kontrol Circuit Breaker untuk Arus Lebih Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Teknologi Dan Ilmu Komputer Prima (JUTIKOMP)*, 5(2), 87–93. <https://doi.org/10.34012/jutikomp.v5i2.3152>
- Tanoto, Y. (2023). Pengelolaan Energi Berkelanjutan Di Gotel. In *Pengelolaan energi berkelanjutan di hotel*. ZAHIR PUBLISHING. <https://repository.petra.ac.id/20566/>
- Tripathy, B. K., & Anuradha, J. (2018). *Internet of Things (IoT): Technologies, Applications, Challenges and Solutions*. CRC Press.
- Uddin, S., Alia, D., & Suharso, D. D. (2023). Monitoring and Control of a Variable Frequency Drive Using PLC and SCADA. *Jurnal 7 Samudra*, 8(2), 87–92. <https://doi.org/10.54992/7samudra.v8i2.119>
- Widyastuti, D. S., Basuki, A., & Nugroho, E. S. (2020). Monitoring Daya Listrik Laboratorium Instalasi Listrik Institut Teknologi Nasional Yogyakarta (Itny) Berbasis Internet of Things (IoT). *Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri Dan Informasi*, 15, 46–53. <https://journal.itny.ac.id/index.php/ReTII/>
- Wijaya, A., Kristiyono, A. E., & Nurdiansari, H. (2025). Rancang Bangun Sistem Boiler untuk Pemanas Bahan MFO 180 CST Berbasis IoT. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Teknik*, 4(1), 145–156.
- Yana, S., Nizar, M., & Yulisma, A. (2021). Prospek Utama Pengembangan Energi Terbarukan Di Negara-Negara ASEAN. *Jurnal Serambi Engineering*, 6(2), 1702–

1720. <https://doi.org/10.32672/jse.v6i2.2866>

- Yanti, D., Heryadi, D. Y., Juliana, Cakranegara, P. A., & Kadyrov, M. (2023). Developing Rural Communication Through Digital Innovation for Village Tourism. *Jurnal Studi Komunikasi*, 7(3), 696–712. <https://doi.org/10.25139/jsk.v7i3.7384>
- Yuniarto, W., Irman, Suparno, Rusman, Diponegoro, M., & Edi. (2023). Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kontrol Energi Listrik pada Beban 3 Fasa Menggunakan ESP32 Berbasis Internet of Think (IoT). *Jurnal Poli-Teknologi*, 22(1), 30–38. <https://doi.org/10.32722/pt.v22i1.5102>
- Yusuf, M., & Sodik, M. (2023). Penggunaan Teknologi Internet of Things (IoT) Dalam Pengelolaan Fasilitas Dan Infrastruktur Lembaga Pendidikan Islam. *PROPHETIK : Jurnal Kajian Keislaman*, 1(2), 1–18.
- Zang, T., Wang, S., Wang, Z., Li, C., Liu, Y., Xiao, Y., & Zhou, B. (2024). Integrated Planning and Operation Dispatching of Source–Grid–Load–Storage in a New Power System: A Coupled Socio–Cyber–Physical Perspective. *Energies*, 17, 1–43. <https://doi.org/10.3390/en17123013>



Lampiran 1. Listing Program

koneksi yang digunakan untuk aplikasi blynk

```
"#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6UNtZTCqN"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "SISTEM CERDAS PEMANTAUAN DAN KONTROL BEBAN
LISTRIK"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "3u2ZMBjtiS_uUj1FTxUPJHYz9XLX-ThX"
```

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
#include <PZEM004Tv30.h>
#include <SoftwareSerial.h>
```

```
// Kredensial WiFi
char ssid[] = "Samuelganteng";
char pass[] = "12345678";"
```

konfigurasi pin *relay* dan PZEM-004T

```
"// Konfigurasi Relay
#define RELAY_1 5 // D1
#define RELAY_2 4 // D2
#define RELAY_3 0 // D3
#define RELAY_4 2 // D4

// Inisialisasi komunikasi ke sensor PZEM
SoftwareSerial pzemSerial(14, 12); // D5 (RX), D6 (TX)
PZEM004Tv30 pzem(pzemSerial);"
```

fungsi kontrol *relay* via blynk

```
"BLYNK_WRITE(V4) { digitalWrite(RELAY_1, param.asInt()); }
BLYNK_WRITE(V5) { digitalWrite(RELAY_2, param.asInt()); }
BLYNK_WRITE(V6) { digitalWrite(RELAY_3, param.asInt()); }
BLYNK_WRITE(V7) { digitalWrite(RELAY_4, param.asInt()); }"
```

bagian debug monitor

```
" Serial.println("=== Monitoring ===");  
  Serial.print("Tegangan (V): "); Serial.println(voltage);  
  Serial.print("Arus (A): ");   Serial.println(current);  
  Serial.print("Daya (W): ");   Serial.println(power);  
  Serial.print("Energi (Wh): "); Serial.println(energy);  
  Serial.print("Frekuensi (Hz): ");Serial.println(frequency);  
  Serial.print("Faktor Daya: "); Serial.println(pf);  
  Serial.println("=====");"
```

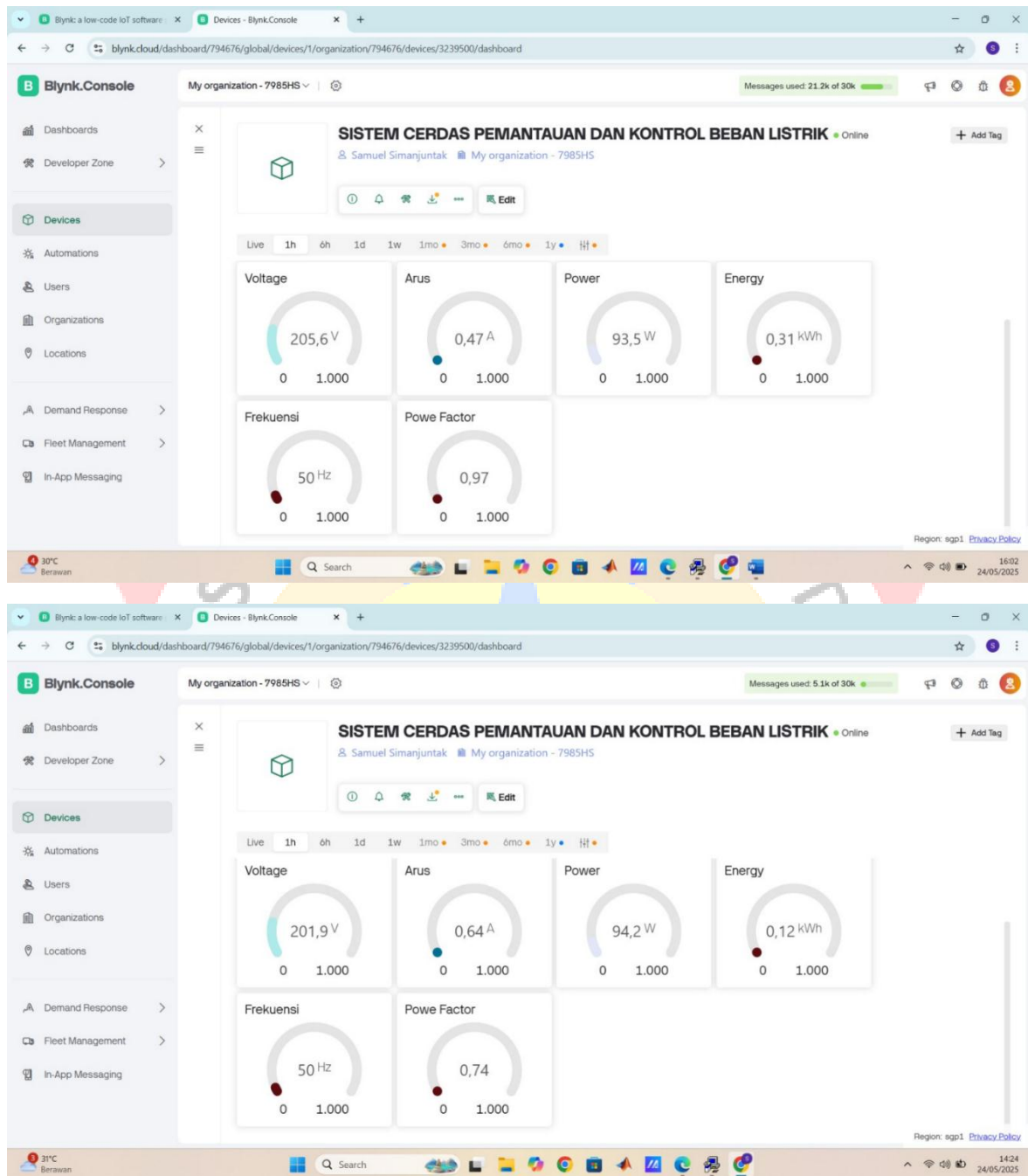


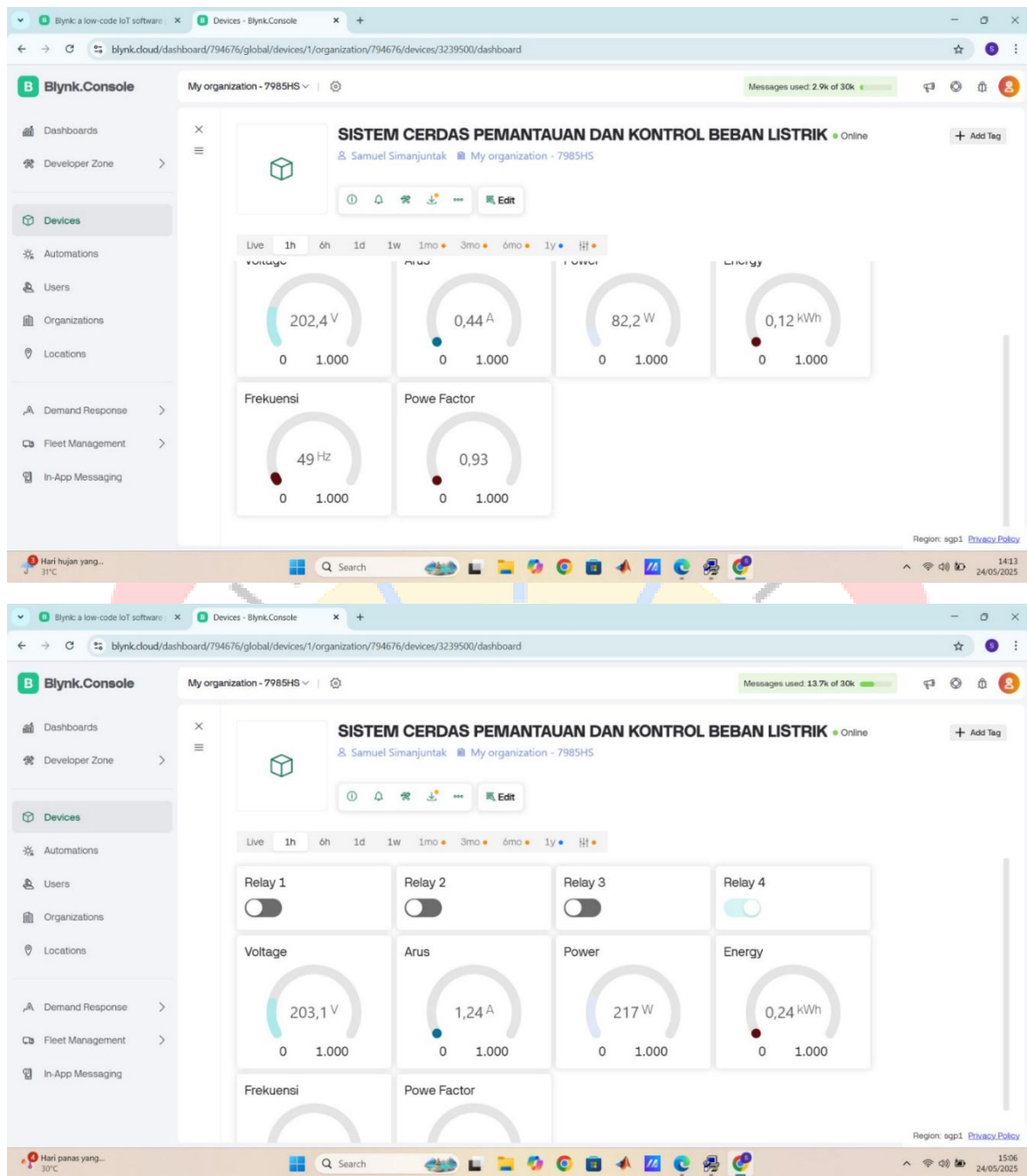
Lampiran 2. Perhitungan Excel

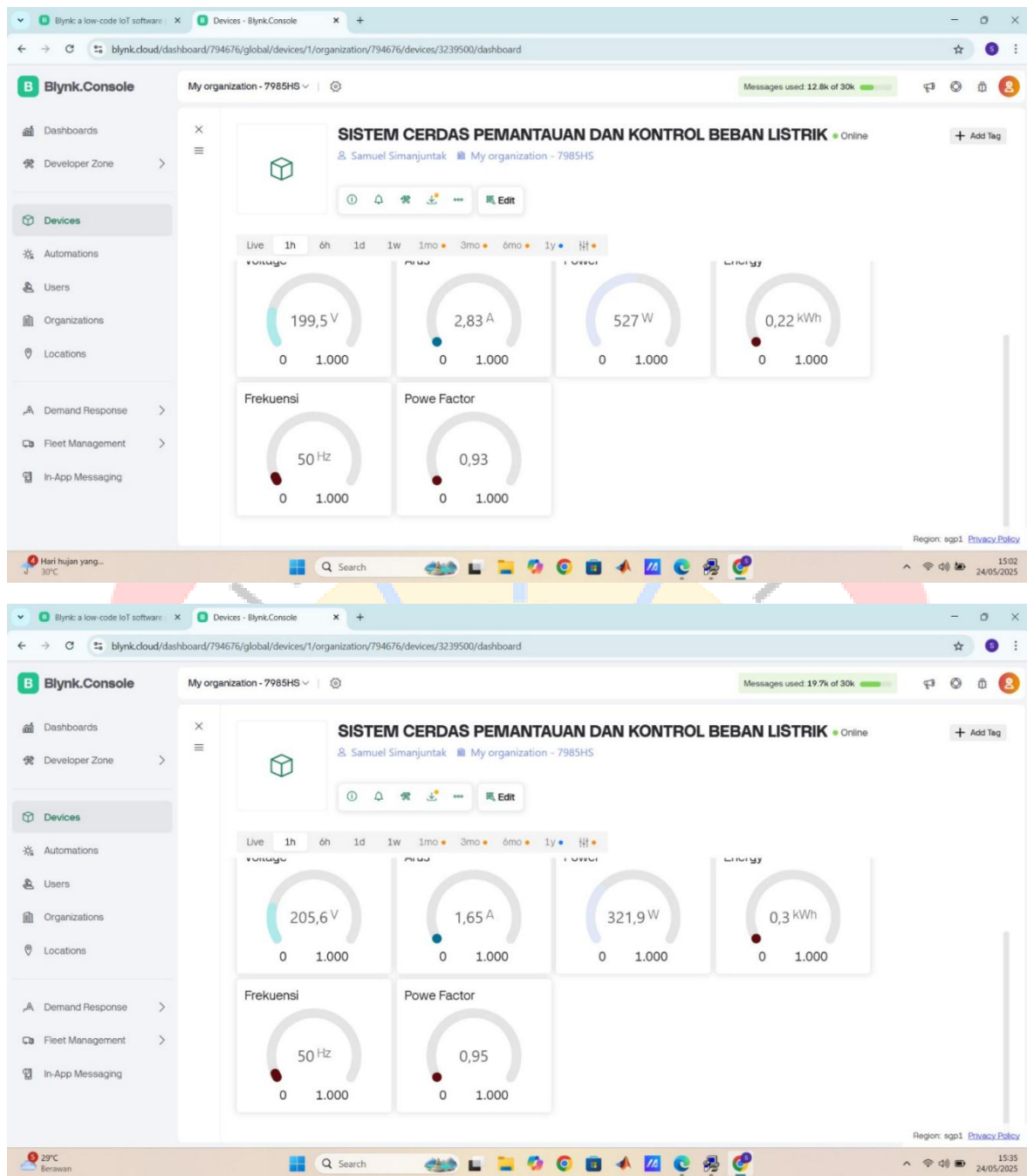
DATA BEBAN SKRIPSI - Excel															
File Home Insert Page Layout Formulas Data Review View Help Tell me what you want to do															
S31															
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	No	Jenis	Hasil Pengukuran Alat				Hasil Pengukuran Alat - Beban Puncak				Hasil Pengukuran Alat - Luar Beban Puncak				
2			Parameter	Sensor	Multimeter	Selisih	Error				Parameter	Sensor	Multimeter	Selisih	Error
3	1	Kulkas	Voltage (V)	205,6	205	0,6	0,0029				Voltage (V)	199,5	205	-5,5	-0,0268
4			Ampere (A)	0,47	0,5	-0,03	-0,06				Ampere (A)	2,83	2,83	0	0
5			Power (W)	93,5	102,5	-9	-0,0878				Power (W)	529,4	580,15	-50,75	-0,0875
6			Energy (Wh)	0,31	0,1025	0,2075	2,0244				Energy (Wh)	0,22	0,58015	-0,36015	-0,6208
7			Frekuensi (Hz)	50	50	0	0				Frekuensi (Hz)	50	50	0	0
8			Power Factor	0,97	1	-0,03	-0,03				Power Factor	0,93	1	-0,07	-0,07
9															
10	2	Mesin Cuci	Voltage (V)	201,9	205	-3,1	-0,0151				Hasil Pengukuran Alat - Luar Beban Puncak				
11			Ampere (A)	0,64	0,74	-0,1	-0,1351				Parameter	Sensor	Multimeter	Selisih	Error
12			Power (W)	94,2	151,7	-57,5	-0,379				Voltage (V)	205,6	205	0,6	0,0029
13			Energy (Wh)	0,12	0,1517	-0,0317	-0,209				Ampere (A)	1,65	1,66	-0,01	-0,006
14			Frekuensi (Hz)	50	50	0	0				Power (W)	321,9	340,3	-18,4	-0,0541
15			Power Factor	0,74	1	-0,26	-0,26				Energy (Wh)	0,3	0,3403	-0,0403	-0,1184
16											Frekuensi (Hz)	50	50	0	0
17	3	Pompa Air	Voltage (V)	202,4	205	-2,6	-0,0127				Power Factor	0,95	1	-0,05	-0,05
18			Ampere (A)	0,44	0,49	-0,05	-0,102								
19			Power (W)	82,2	100,5	-18,3	-0,1821								
20			Energy (Wh)	0,12	0,1005	0,0195	0,194								
21			Frekuensi (Hz)	49	50	-1	-0,02								
22			Power Factor	0,93	1	-0,07	-0,07								
23															
24	4	Rice Cooker	Voltage (V)	203,1	205	-1,9	-0,0093								
25			Ampere (A)	1,24	1,24	0	0								
26			Power (W)	217	253,8	-36,8	-0,145								
27			Energy (Wh)	0,24	0,25358	-0,01358	-0,0536								
28			Frekuensi (Hz)	50	50	0	0								
29			Power Factor	0,86	1	-0,14	-0,14								
30															
31															
32															



Lampiran 3. Pengukuran pada Aplikasi Blynk







Lampiran 4. Hasil Ampere Pengukuran







DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Data Pribadi

NIM : 20210800013
Nama Lengkap : Samuel Pablo Saputra Simanjuntak
Tempat/Tanggal Lahir : Tangerang, 06 Maret 2002
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Email : samuel22335522@gmail.com
IPK Terakhir : 3.56

Pendidikan Formal

2008 - 2014 : SD Negeri 15 Kota Tangerang
2014 - 2017 : SMPN 5 Kota Tangerang
2017 - 2020 : SMA Negeri 4 Kota Tangerang
2020 - Sekarang : Universitas Buddhi Dharma, Program Studi Teknik Elektro

Pengalaman Organisasi

2022 - 2024 : Ketua Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Buddhi Dharma

Pengalaman Kerja

2024 - Sekarang : Engineering Parador Property Management