



# RANCANG BANGUN PROTOTYPE SISTEM PENGENDALI DAN MONITORING GENSET BERBASIS INTERNET OF THINGS

Gunawan Tjahjadi<sup>1</sup>, Syah Alam<sup>2</sup>, Nur Rahma Yenita<sup>3</sup>, Encep Zaenal Muttaqien<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup> Jurusan Teknik Elektro, Universitas Trisakti, DKI Jakarta

<sup>3,4</sup> Program Studi Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Indonesia, DKI Jakarta

<p><b>INFORMASI ARTIKEL</b></p>	<p><b>ABSTRAK</b></p>
<p>Received: April 27, 2022 Revised: July 22, 2022 Available online: August 15, 2022</p>	<p>Makalah ini mengusulkan rancang bangun prototipe sistem yang dapat mengontrol dan memonitoring tegangan, arus dan daya keluaran dari generator set (genset) di lokasi pelanggan berbasis Internet of Things (IoT) secara <i>real time</i> dan dapat diakses menggunakan smartphone. Relay 5V digunakan sebagai pengganti saklar manual, untuk mengontrol relay tersebut digunakan mikrokontroler Nodemcu ESP8266 dan aplikasi <i>smartphone blynk</i> sebagai pengontrol dan monitor yang berbasis IoT (<i>Internet of Things</i>). Modul ini menggunakan alat ukur digital yang berasal dari pembacaan sensor PZEM004T yang digunakan untuk melakukan pengukuran arus, tegangan dan daya generator agar menjadi lebih efisien dan efektif. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa modul yang diusulkan dapat digunakan memonitor tegangan, arus dan daya keluaran dari genset dengan jarak maksimal 20 meter dan rata-rata delay 1.2 detik. Tingkat kesalahan dari modul yang diusulkan adalah masing-masing 0.05%, 0.35% dan 1.01 % untuk pembacaan tegangan, arus dan daya dibandingkan dengan hasil pembacaan yang ditunjukkan pada perangkat genset di lapangan. Penelitian ini dapat direkomendasikan untuk diaplikasikan sebagai monitoring arus dan daya pada genset secara <i>real time</i> untuk keperluan <i>maintenance</i> di bidang <i>electrical engineering</i>.</p> <p>Kata kunci— Sistem Kontrol, Genset, Internet Of Things, <i>Esp8266</i>, <i>Blynk</i>.</p>
<p><b>CORRESPONDENCE</b></p>	<p><b>ABSTRACT</b></p>
<p>E-mail: <sup>2</sup>syah.alam@trisakti.ac.id</p>	<p>This paper proposes the design of a prototype system that can control and monitor the voltage, current and output power of the generator set (genset) at the customer's location based on the Internet of Things (IoT) in real time and can be accessed using a smartphone. A 5V relay is used instead of a manual switch, to control the relay the Nodemcu ESP8266 microcontroller and the blynk smartphone application are used as controllers and monitors based on IoT (Internet of Things). This module uses a digital measuring instrument derived from the PZEM004T sensor reading which is used to measure current, voltage and generator power to be more efficient and effective. From the measurement results, it is found that the proposed module can be used to monitor the voltage, current and output power of the generator with a maximum distance of 20 meters and an average delay of 1.2 seconds. The error rates of the proposed module are 0.05%, 0.35% and 1.01% respectively for voltage, current and power compared to the readings shown on the generator set in the field. This research can be recommended to be applied as a real time monitoring of current and power on generators for maintenance purposes in the field of electrical engineering.</p> <p>Keywords— Control Systems, Gensets, Internet Of Things, ESP8266, Blynk.</p>

## I. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi yang terus berkembang dengan pesat hingga saat ini membuat para perusahaan yang menyediakan berbagai macam program untuk membantu mengembangkan produk berbasis *Internet of Things* (IoT) [1]. Secara umum, *Internet of Things* (IoT) dapat diartikan sebagai benda-benda di sekitar yang dapat berkomunikasi antara satu sama lain melalui jaringan internet [2]. IoT telah diterapkan untuk beberapa keperluan antara lain *smart cities*

[3][4], *smart energy* [5] [6] dan *smart home system* [7][8]. Salah satu perangkat penting dalam sistem tenaga listrik adalah generator set (genset) yang digunakan sebagai pembangkit tenaga listrik yang bersumber dari bahan bakar solar [9]. Umumnya, genset dioperasikan secara manual dan harus diamati kinerjanya agar dapat menghasilkan daya keluaran yang optimal [10]. Untuk itu, diperlukan sebuah perangkat yang dapat mengendalikan dan memonitor genset secara otomatis dan real time sehingga dapat membantu

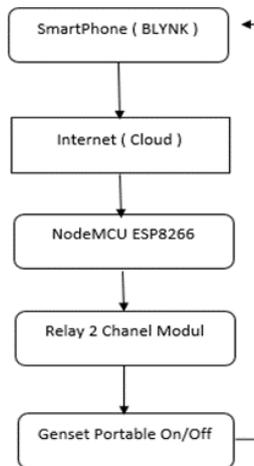
proses pengawasan dari kinerja genset yang berada pada lokasi yang jauh dari pengawasan.

Penelitian yang diusulkan oleh [11] telah berhasil merancang alat monitoring berbasis IoT untuk mengamati konsumsi bahan bakar, oli dan tegangan dari generator set yang dapat dimonitor secara *real-time* menggunakan aplikasi blynk. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh [12] telah berhasil merancang perangkat yang dapat memonitoring enginer RPM dan temperatur oli pelumas pada genset berbasis IoT sedangkan penelitian yang dilakukan oleh [13] juga telah berhasil merancang perangkat monitoring tegangan genset berbasis *SMS gateway*. Namun, penelitian sebelumnya belum mengamati dan memonitor nilai arus dan daya keluaran dari genset, selain itu hasil yang dipaparkan pada penelitian sebelumnya belum menjelaskan secara detail terkait akurasi dan delay dari perangkat berbasis IoT yang diusulkan.

Penelitian ini mengusulkan modul prototipe sistem pengendali dan monitoring tegangan, arus dan daya keluaran dari genset yang memiliki akurasi yang tinggi dan *delay* yang rendah untuk mengamati keluaran dari genset secara *real-time* menggunakan aplikasi *blynk* yang terkoneksi dengan jaringan Wi-Fi. Untuk mengamati tegangan, arus dan daya dari genset, sensor *PZEM004TV3* yang dikonesikan dengan *Nodemcu ESP8266* digunakan sebagai modul pengendali dan monitor. Selanjutnya, untuk mengamati kondisi dari genset secara langsung, modul *ESPCAM32* digunakan untuk merekam kondisi genset dilapangan dan untuk memastikan bahwa genset telah beroperasi sesuai dengan instruksi. Hasil pengukuran dengan modul yang dirancang dibandingkan dengan pengamatan langsung dilapangan untuk mendapatkan akurasi dan delay yang optimal.

II. METODE PENELITIAN

Dalam melakukan penelitian ini, jenis penelitian yang di gunakan adalah penelitian kuantitatif dengan metode eksperimental. Adapun tahapan perancangan yang dilakukan dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir proses perancangan

Beberapa kebutuhan *hardware* yang digunakan agar aplikasi dan semua yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

A. Komponen elektronika:

1. Power supply
2. Dc to dc step down
3. Modul wifi (NodeMCU ESP8266)
4. Relay 2 chanel
5. Sensor pzem004Tv3
6. Kabel jumper
7. Connector board

B. Laptop dengan Spesifikasi:

1. Prosesor/cpu core i3
2. Hard disk 1 TB
3. Memory / RAM 4 GB

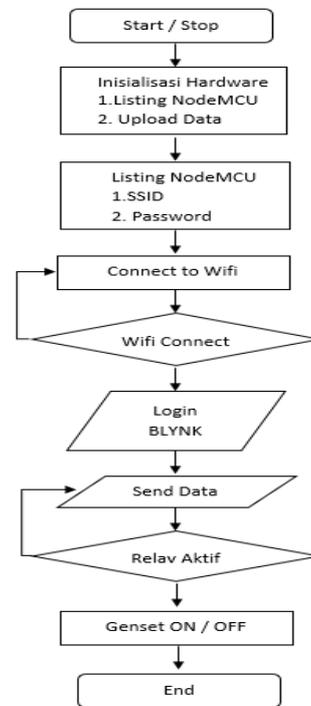
C. Smartphone android dengan spesifikasi:

1. Prosesor/chipset snapdragon 660 octa-core
2. Phone storage 64 GB
3. Memory/RAM 4GB

Beberapa kebutuhan *software* yang di gunakan untuk membuat dan menjalankan alat agar dapat bekerja dengan baik:

1. Arduino IDE
2. Blynk app
3. Sistem operasi, windows 10 64 bit
4. Fritzing

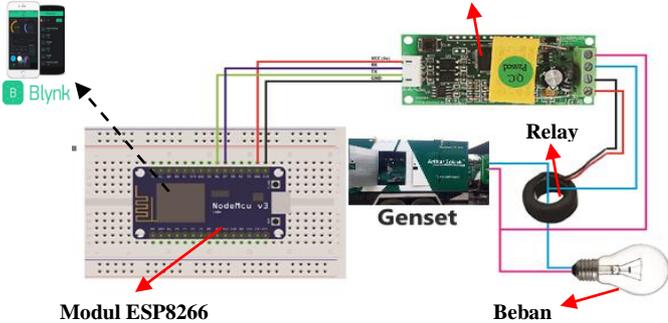
Gambar 1 menunjukkan bahwa *smartphone (Blynk)* akan berkomunikasi dengan *esp8266* untuk menampilkan seluruh hasil kegiatan komponen. *Mikrokontroler Nodemcu ESP8266* merupakan otak pengolah hasil dari sensor yang akan memonitoring generator set terhadap beban. Gambar 2 merupakan *flow chart* yang menggambarkan rancangan proses simulasi alat bekerja nantinya. Adapun diagram alir dari program sinkronisasi antara genset dan modul pengendali ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir sinkronisasi genset dan modul pengendali

Gambar 2 menunjukkan proses sinkronisasi antara genset dan modul pengendali menggunakan jaringan Wi-Fi yang nantinya akan terhubung dengan aplikasi *blynk*. Fungsi

dari aplikasi *blynk* adalah untuk mengontrol dan memonitor tegangan, arus dan daya keluaran dari genset secara otomatis dan *real-time*. Selanjutnya struktur pengawatan dari modul pengendali yang diusulkan ditunjukkan pada gambar 3 sedangkan konfigurasi masing-masing pin ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 3. Struktur pengawatan dari modul pengendali

Gambar 3 menunjukkan struktur pengawatan dari modul pengendali yang diusulkan. Adapun fungsi dari masing-masing perangkat adalah:

1. Modul mikrokontroler *Nodemcu ESP8266* berfungsi sebagai mikrokontroler yang memproses dan mengolah data serta sebagai pengirim dan penerima data dari internet melalui *Wi-Fi* dengan aplikasi *blynk*.
2. Komponen *relay* yang berfungsi sebagai kontak *trigger ON* dan *OFF*.
3. Aplikasi *blynk* pada smartphone android yang berfungsi sebagai pengontrol jarak jauh.
4. Modul *pzem004T* sebagai sensor pembaca *voltage*, *power (Kw)*, *energy (Kwh)*, *current (A)*, pada *generator set* yang telah beroperasi.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Perancangan modul prototipe

Pada bagian ini, dipaparkan hasil pengujian yang telah dilakukan beserta pembahasannya. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang telah dibuat sesuai dengan perencanaan atau belum. Pengujian dilakukan tiap-tiap komponen yang digunakan dalam modul sistem pengendali dan monitoring genset. Hasil dari perancangan keseluruhan modul kontrol & monitor generator menggunakan *Nodemcu 8266* dan *PZEM004TV3* ditunjukkan pada gambar 4 dan gambar 5.



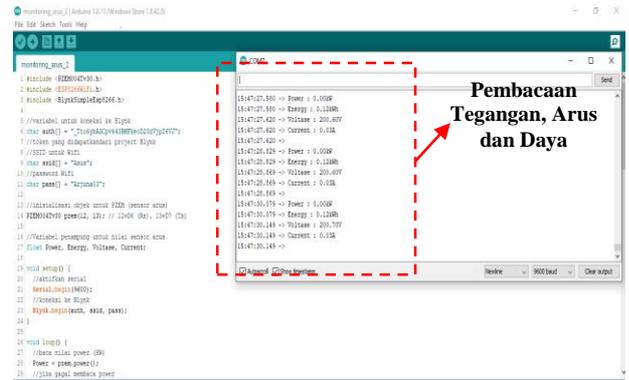
Gambar 4. Protipe pengendali dan monitoring genset



Gambar 5. Tampak luar prototipe pengendali genset dengan *ESP32 Cam*

#### B. Pengujian modul prototipe

Pengujian pada *Nodemcu 8266* dan *PZEM004TV3* dilakukan untuk mengetahui apakah konfigurasi setiap pin yang terdapat pada program *IDE* sudah sesuai dengan output yang di inginkan.



Gambar 6. Pengujian konfigurasi pin I/O pada *ESP8266*

TABEL I. PENGUJIAN PIN I/O ESP 8266

Pin	Fungsi Pin	Konfigurasi Pin	Serial Monitor
D6	Data Tx	Input	Transmitter OK
D7	Data Rx	Output	Receiver OK

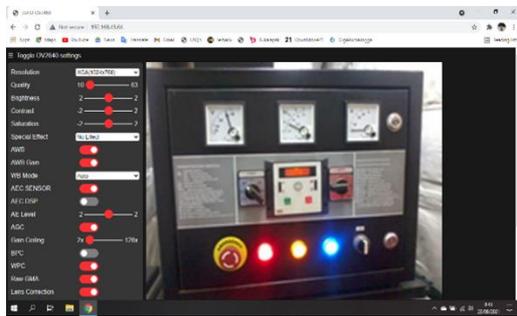
Tabel 1 menunjukkan bahwa pengujian pin input/output untuk transmitter dan receiver dari modul pengontrol yang diusulkan. Hasil pengujian yang ditunjukkan pada gambar 6 menampilkan nilai arus, tegangan dan daya dari *generator set* yang dikontrol dan dimonitor menggunakan modul *ESP8266* yang dikoneksikan dengan jaringan *Wi-Fi*. Selanjutnya, pengujian jarak jangkauan dari modul *ESP8266* ditunjukkan pada tabel II.

TABEL II. HASIL PENGUJIAN JARAK JANGKAUAN MODUL *ESP8266*

Pengujian ke-	Jarak (m)	Kondisi	Hasil pengujian
1	1	Tanpa Penghalang	Terhubung
		Penghalang	Terhubung
2	5	Tanpa Penghalang	Terhubung
		Penghalang	Terhubung
3	10	Tanpa Penghalang	Terhubung
		Penghalang	Terhubung
4	15	Tanpa Penghalang	Terhubung
		Penghalang	Terhubung
5	20	Tanpa Penghalang	Terhubung

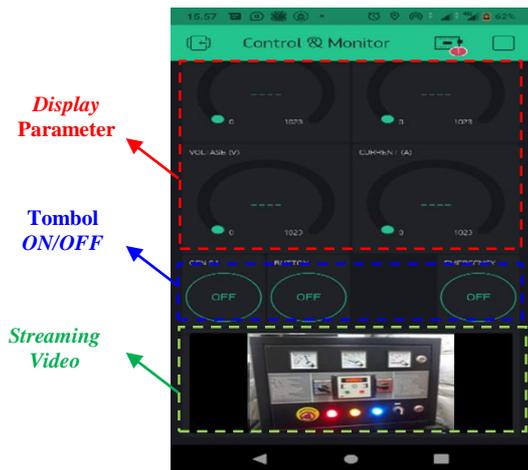
6	35	Penghalang	Terhubung
		Tanpa Penghalang	Terhubung
		Penghalang	Tidak Terhubung

Tabel II menunjukkan hasil pengujian jarak jangkauan dari modul *Nodemcu ESP8266* dalam dua kondisi yaitu tanpa penghalang dan dengan penghalang. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa kondisi optimal didapatkan pada jarak maksimal yaitu 20 meter untuk kondisi dengan penghalang ataupun tanpa penghalang. Hal ini juga bergantung terhadap daya pancar dari modem *wireless* yang digunakan serta penguatan dari antena yang digunakan sebagai pemancar. Umumnya, modem *Wi-Fi* yang digunakan memiliki daya pancar 800 mWatt dan gain antena 5 dBi. Selanjutnya dilakukan proses pengujian terhadap kinerja dari *ESP32Cam* yang ditunjukkan pada gambar 7.



Gambar 7. Hasil pengujian tangkapan citra dari *ESP32Cam*.

Pengujian kamera *ESP32Cam* ini untuk menampilkan *streaming video* secara *live* menggunakan media browser pada laptop, komputer, maupun *smartphone* dengan memasukkan *ip address* yang tertera pada *serial monitor* di *arduino IDE* maka akan muncul tampilan *streaming* seperti yang ditunjukkan pada gambar 8.



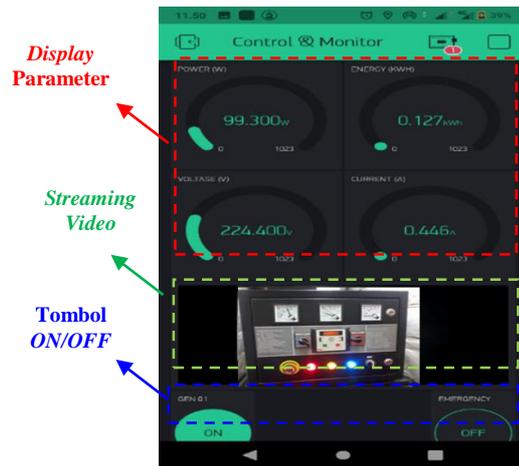
Gambar 8. Tampilan *blynk* untuk sistem monitoring dan pengendali.

C. Pengujian Sistem

Pada pengujian keseluruhan sistem bertujuan untuk mengetahui apakah modul kontrol dan monitor generator yang sudah terprogram dan di hubungkan dengan aplikasi *smartphone blynk* dengan sistem *IoT* dapat bekerja dengan baik dan dapat mengoperasikan ON dan OFF dari *generator*

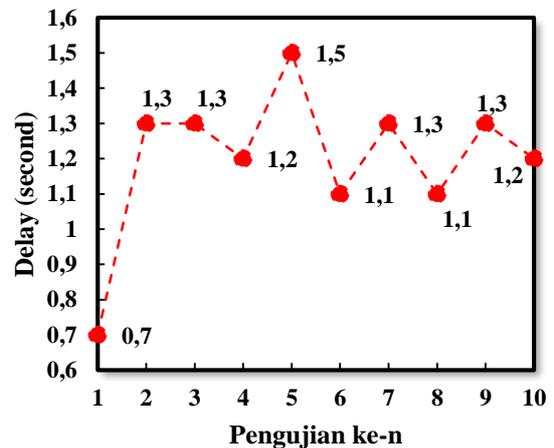
*set* yang dapat dipastikan dengan kondisi aktual yang dapat terlihat dari *video streaming* dan memonitor kondisi operational genset (*generator set*).

Gambar 9 menunjukkan bahwa modul yang diusulkan telah berhasil melakukan fungsi pengukuran tegangan, arus dan daya dari beban yang diukur. Selain itu, kondisi dari beban yang diukur dapat dimonitor secara real time dengan *video streaming* dan dapat dikendalikan secara otomatis menggunakan tombol *ON/OFF* yang tersedia dalam aplikasi *blynk*.



Gambar 9. Tampilan *blynk* untuk sistem monitoring dan pengendali.

Untuk melihat kinerja dan respon dari modul yang diusulkan, dilakukan pengujian *delay* dengan melihat waktu tanggapan dari modul setelah diberikan perintah melalui aplikasi *blynk*. Hasil pengujian *delay* ditunjukkan pada gambar 10.

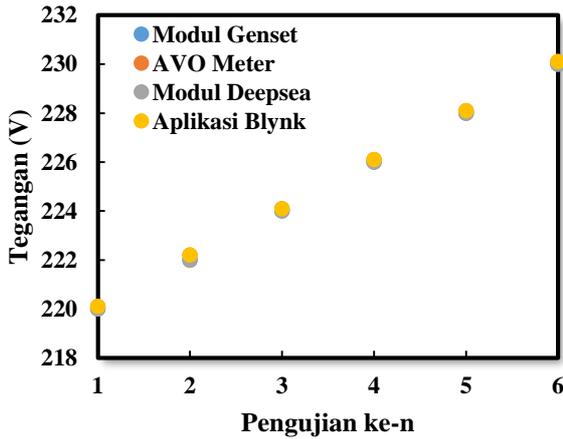


Gambar 10. Hasil pengujian *delay* dalam 10 kali percobaan.

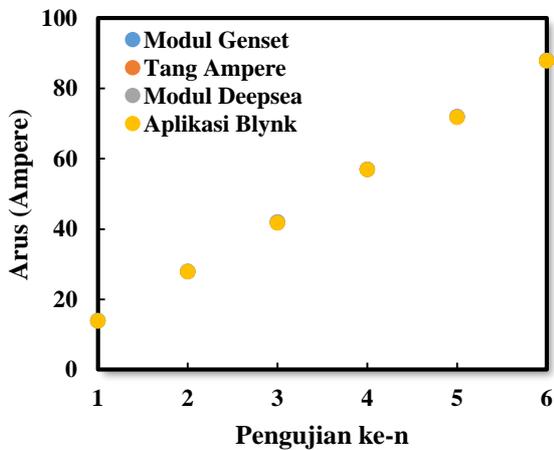
Gambar 10 menunjukkan bahwa hasil pengujian delay dari 10 kali percobaan mendapatkan nilai rata-rata respon sistem terhadap masukan adalah 1.2 detik. Hal ini sangat bergantung terhadap konektivitas dan kualitas level penerimaan sinyal pada jaringan *Wi-Fi*. Selanjutnya, dilakukan pengujian hasil pembacaan tegangan, arus dan daya keluaran dari generator set menggunakan modul yang diusulkan. Pada proses ini, keempat parameter tersebut

diamati dengan 4 keadaan yaitu pembacaan langsung di modul genset, pembacaan menggunakan alat ukur, pembacaan dengan *software deepsea* dan pembacaan dari aplikasi *blynk* yang terhubung dengan modul *Nodemcu ESP8266*. Hasil pembacaan ditunjukkan pada gambar 11, gambar 12 dan gambar 13.

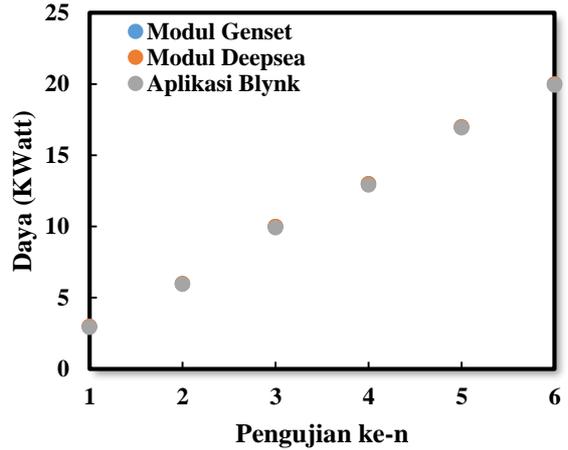
Perbandingan dari proses pengukuran dengan menggunakan 4 skenario telah ditunjukkan pada gambar 11, gambar 12 dan gambar 13. Proses pengukuran dilakukan dengan 6 kali percobaan dengan mengamati penunjukkan nilai tegangan, arus dan daya keluaran dari *generator set*.



Gambar 11. Hasil perbandingan pengukuran tegangan.



Gambar 12. Hasil perbandingan pengukuran arus.



Gambar 13. Hasil perbandingan pengukuran daya.

Hasil yang ditunjukkan pada gambar 11, gambar 12 dan gambar 13 menunjukkan bahwa nilai keluaran tegangan dari keempat skenario yang diusulkan menghasilkan nilai yang stabil dan sama dengan tingkat kesalahan yang sangat rendah. Adapun perbandingan antara nilai pembacaan dari modul *generator set* dan modul pengendali yang diusulkan ditunjukkan pada Tabel III.

TABEL III. HASIL PENGUJIAN JARAK JANGKAUAN MODUL ESP8266

Pengujian ke-	Parameter	Modul Genset	Aplikasi <i>blynk</i>	Error (%)
1	Tegangan (V)	220	220.1	0.05
	Arus (A)	14	13.9	0.71
	Daya (Kw)	3	2.92	2.67
2	Tegangan (V)	222	222.2	0.09
	Arus (A)	28	27.9	0.36
	Daya (Kw)	6	5.94	1.00
3	Tegangan (V)	224	224.1	0.04
	Arus (A)	42	41.8	0.48
	Daya (Kw)	10	9.91	0.90
4	Tegangan (V)	226	226.1	0.04
	Arus (A)	57	56.9	0.18
	Daya (Kw)	13	12.92	0.62
5	Tegangan (V)	228	228.1	0.04
	Arus (A)	72	71.8	0.28
	Daya (Kw)	17	16.92	0.47
6	Tegangan (V)	230	230.1	0.04
	Arus (A)	88	87.9	0.11
	Daya (Kw)	30	19.92	0.40

Tabel III menunjukkan bahwa tingkat kesalahan (*error*) dari pembacaan tegangan, arus dan daya dari generator set yang diamati menggunakan modul yang diusulkan sangat rendah jika dibandingkan dengan nilai penunjukkan dari modul yang tersedia di *generator set*. Tingkat kesalahan dari proses pengukuran didapatkan dengan persamaan dibawah ini:

$$\text{Error} = \frac{\text{Nilai pembacaan genset} - \text{nilai pembacaan aplikasi blynk}}{\text{nilai pembacaan genset}} \times 100\% \quad (1)$$

Dari hasil pengamatan diperoleh nilai rata-rata kesalahan pada proses pengukuran tegangan (220V – 230V), arus (14 A – 88 A) dan daya (3 – 30 Kw) yaitu masing-masing 0.05%, 0.35% dan 1.01 %. Hal ini menunjukkan bahwa modul yang diusulkan memiliki akurasi yang sangat baik yaitu  $\pm 99\%$  jika dibandingkan hasil pembacaan dari modul yang telah tersedia di perangkat generator set.

#### IV. KESIMPULAN

Perancangan dan realisasi modul prototipe pengendali dan monitoring generator set berbasis IoT menggunakan modul Nodemcu ESP8266, sensor PZEM004TV3 dan ESP32Cam telah dipaparkan dalam makalah ini. Modul yang diusulkan telah berhasil mengendalikan *generator set* dengan jarak maksimal 20 meter dan dengan rata-rata *delay* 1.2 detik menggunakan jaringan *Wi-Fi* dan aplikasi *blynk* dari *smartphone*. Dari hasil pengujian dilapangan, didapatkan error dari pengukuran tegangan pada rentang 220V – 230V, arus pada rentang 14 A – 88 A dan daya keluaran pada rentang 3 – 30 Kw dari generator set yaitu masing-masing 0.05%, 0.35% dan 1.01 %. Hal ini menunjukkan bahwa alat yang disulkan memiliki akurasi yang sangat tinggi yaitu rata-rata 99%. Penelitian ini dapat direkomendasikan sebagai modul pengontrol dan pengendali *generator set* yang memiliki akurasi yang tinggi dan *delay* yang rendah.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian Universitas Trisakti yang telah mendukung sepenuhnya penelitian yang dilakukan.

#### REFERENSI

- [1] G. Bedi, G. K. Venayagamoorthy, R. Singh, R. R. Brooks, and K. C. Wang, "Review of Internet of Things (IoT) in Electric Power and Energy Systems," *IEEE Internet Things J.*, vol. 5, no. 2, pp. 847–870, 2018, doi: 10.1109/JIOT.2018.2802704.
- [2] Y. Irawan and R. Wahyuni, "Electronic Equipment Control System for Households by using Android Based on IoT (Internet of Things)," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1783, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1783/1/012094.
- [3] E. Park, A. P. del Pobil, and S. J. Kwon, "The role of Internet of Things (IoT) in smart cities: Technology roadmap-oriented approaches," *Sustain.*, vol. 10, no. 5, pp. 1–13, 2018, doi: 10.3390/su10051388.
- [4] H. Rajab and T. Cinkelr, "IoT based Smart Cities," *2018 Int. Symp. Networks, Comput. Commun. ISNCC 2018*, no. November, pp. 1–4, 2018, doi: 10.1109/ISNCC.2018.8530997.
- [5] A. Mellit, M. Benganem, O. Herrak, and A. Messalaoui, "Design of a novel remote monitoring system for smart greenhouses using the internet of things and deep convolutional neural networks," *Energies*, vol. 14, no. 16, 2021, doi: 10.3390/en14165045.
- [6] N. H. Motlagh, M. Mohammadrezaei, J. Hunt, and B. Zakeri, "Internet of things (IoT) and the energy sector," *Energies*, vol. 13, no. 2, pp. 1–27, 2020, doi: 10.3390/en13020494.
- [7] W. A. Jabbar, S. Member, T. K. Kian, R. M. Ramli, V. Shepelev, and S. Alharbi, "Design and Fabrication of Smart Home with Internet of Things Enabled Automation System," *IEEE Access*, vol. XX, pp. 1–9, 2017.
- [8] T. S. Gunawan, I. R. H. Yaldi, M. Kartiwi, and H. Mansor, "Performance evaluation of smart home system using internet of things," *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 8, no. 1, pp. 400–411, 2018, doi: 10.11591/ijece.v8i1.pp400-411.
- [9] M. Issa, J. Fiset, H. Ibrahim, and A. Ilinca, "Eco-Friendly Selection of Diesel Generator Based on Genset-Synchro Technology for Off-Grid Remote Area Application in the North of Quebec," *Energy Power Eng.*, vol. 11, no. 05, pp. 232–247, 2019, doi: 10.4236/epe.2019.115015.
- [10] P. E. Pambudi, A. Duniawan, and S. Fahmi, "Penentuan Waktu Operasional UPS Pada Sistem Catu Daya Otomatis Transisi PLN-GENSET," *J. Teknol. Technoscintia*, vol. 12, no. 1, pp. 1–7, 2019.
- [11] Medya Akhnes Saputra, G. Priyandoko, and M. Mukhsim, "Rancang Bangun Alat Monitoring Genset Yang Mendukung Kesiapan Automatic Transfer Switch Berbasis Internet of Things," *JASEE J. Appl. Sci. Electr. Eng.*, vol. 3, no. 01, pp. 40–51, 2022, doi: 10.31328/jasee.v3i01.5.
- [12] A. S. Hermawan and K. E. Susilo, "Monitoring Engine RPM And Lubricating Oil Temperature In IOT-Based Generators," *J. Tek. Elektro dan Komput.* vol. 10, vol. 10, no. 1, pp. 45–52, 2021.
- [13] M. Safii and V. Vidy, "Perancangan Bangun Alat Monitoring Notifikasi Tegangan Genset Berbasis Internet of Things Dan Sms Gateway," *Sebatik*, vol. 23, no. 1, pp. 178–184, 2019, doi: 10.46984/sebatik.v23i1.466.