

Sistem Pemantauan Keluaran Generator Set Berbasis IoT

Audy¹, Halim Mudia², Aldo Nofrianto³

^{1,2,3}Teknik Elektro, Politeknik Negeri Padang

[¹audyholiza567@gmail.co.id](mailto:audyholiza567@gmail.co.id) [²halim@pnp.ac.id](mailto:halim@pnp.ac.id) [³aldonofrianto@pnp.ac.id](mailto:aldonofrianto@pnp.ac.id)

Abstract

This research is motivated by the ineffective maintenance of generator sets in hospitals. Gensets are crucial components that serve as backup power sources especially during power outages from the main grid (PLN). However, genset maintenance is typically carried out only once every six months. During this time, there are no regular inspections which means any potential damage or malfunction that occurs before the scheduled maintenance may go unnoticed. This can lead to operational disruptions in hospital areas that heavily rely on a stable power supply like ICUs, operating rooms, and laboratories. A more effective and real-time genset monitoring system is required. This research aims to develop an Internet of Things (IoT) based genset condition monitoring system that can monitor key output parameters of the genset in real time. The monitored parameters include voltage (phases R, phases S, and phases T), current (phases R, phases S, and phases T), frequency, power (phases R, phases S, and phases T), total power and generated energy. The data will be automatically transmitted to the Ubidots platform via the internet to allow the users to monitor the genset's condition anytime and anywhere through the website. This system is expected to improve maintenance effectiveness and minimize the risk of equipment failure and makes it easier for hospital technicians to identify generator problems without having to inspect the generator directly. It is expected that this research will not only identify generator output values but also identify other aspects of the generator such as other hardware in genset.

Keywords: Generator Set, IoT, Ubidots, Voltage, Current, Frequency, Power, Energy

Abstrak

Penelitian dilatarbelakangi dengan kurang efektifnya perawatan *generator set* (genset) di rumah sakit. Genset adalah salah satu komponen penting yang memiliki fungsi sebagai sumber daya listrik cadangan, terutama saat terjadi pemadaman listrik dari PLN. Namun, dalam praktiknya, perawatan genset di rumah sakit umumnya hanya dilakukan setiap enam bulan sekali. Dalam jangka waktu tersebut, tidak ada proses pengecekan rutin yang dilakukan, sehingga apabila terjadi kerusakan atau gangguan sebelum jadwal perawatan, hal ini dapat menyebabkan gangguan operasional rumah sakit yang bergantung pada ketersediaan listrik, terutama di ruang-ruang kritis seperti ICU, ruang operasi, laboratorium, bagian administrasi, dan lainnya. Maka, diperlukan sistem pemantauan kondisi genset yang lebih efektif dan *real-time*. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pemantauan kondisi genset berbasis *Internet of Things* (IoT), yang mampu memantau parameter penting dari keluaran genset secara langsung. Parameter yang dipantau meliputi tegangan (fase R, fase S, dan fase T), arus (fase R, fase S, dan fase T), frekuensi, daya (fase R, fase S, dan fase T), daya total, serta energi yang dihasilkan. Data dari genset akan dikirimkan secara otomatis ke *platform Ubidots* melalui jaringan internet, sehingga pengguna dapat memantau kondisi genset kapan saja dan di mana saja melalui *website*. Dengan sistem ini, efektivitas perawatan genset dapat meningkat dan risiko kerusakan dapat diminimalkan serta memudahkan bagi teknisi rumah sakit dalam mengidentifikasi permasalahan genset tanpa cek genset secara langsung. Untuk kedepannya, diharapkan penelitian ini tidak hanya mengidentifikasi berdasarkan nilai keluaran genset saja, namun juga dapat mengidentifikasi dari aspek genset lainnya seperti perangkat keras genset.

Kata kunci: Generator Set, IoT, Ubidots, Tegangan, Arus, Frekuensi, Daya, Energi



1. Pendahuluan

Energi listrik saat ini merupakan salah satu kebutuhan utama bagi manusia karena segala aspek yang menyangkut kegiatan manusia saat ini menggunakan energi listrik. Berdasarkan data energi listrik tahun 2024, jumlah konsumsi energi listrik di Indonesia terus mengalami peningkatan rata-rata sebesar 7,54 % (PT. PLN, 2024) [16]. Kebutuhan akan energi listrik diantaranya mendukung kegiatan ekonomi, sosial, transportasi dan rumah sakit, dan lain-lain [10].

Pada pemadaman listrik, ada beberapa hal yang menyebabkan pendistribusian tidak sampai ke pelanggan seperti faktor sambaran petir, trafo meledak, pohon tumbang, dan perbaikan sistem kelistrikan lainnya. Tentunya, proses perbaikan ini memakan waktu yang cukup lama. PT. PLN Persero mengetahui sistem keandalan pendistribusian listrik maka di perhatikan indeks-indeks SAIFI (*system average interruption duration index*) yang merupakan rata-rata jumlah gangguan yang berkelanjutan per pelanggan sepanjang tahun, SAIDI (*system average interruption frequency index*) yang merupakan jumlah dari perkalian lama padam dengan jumlah pelanggan yang padam dibagi jumlah pelanggan yang dilayani, CAIFI (*customer average interruption frequency index*) yang merupakan indeks frekuensi rata-rata bagi konsumen yang terdampak gangguan. Pada tahun 2024, secara nasional direktur jendral ketenagalistrikan kementerian energi dan sumber daya mineral menyebutkan bahwa SAIDI dan SAIFI berada pada level 320,24 menit per pelanggan dan 3,23 kali gangguan per pelanggan [17].

Terdapat berbagai kegiatan di rumah sakit yang memerlukan ketersediaan energi listrik seperti untuk operasi, laboratorium, kebutuhan listrik untuk peralatan elektromedik dan kebutuhan yang menunjang aktifitas di rumah sakit. Padamnya listrik pada rumah sakit merupakan salah satu faktor yang besar dalam menunjang kegiatan rumah sakit karena hal tersebut terkait dengan pengobatan pasien yang bersifat sensitif seperti penjelasan sebelumnya. Maka dari itu untuk menunjang kebutuhan listrik di rumah sakit jika terputusnya *supply* daya dari PLN, sebagian besar rumah sakit menggunakan *back up* dari genset (*generator set*) [18].

Genset adalah akronim dari “*Generator Set*” yang merupakan suatu perangkat yang memiliki komponen berupa generator yang terdiri atas mesin penggerak yang dirancang menjadi satu kesatuan yang berfungsi untuk menghasilkan tenaga listrik dengan besaran tertentu [1,7]. Genset bekerja secara otomatis menggunakan panel AMF, maka dari itu jika *supply* daya dari PLN terputus, genset akan otomatis hidup dan *back up* kebutuhan listrik untuk rumah sakit [4].

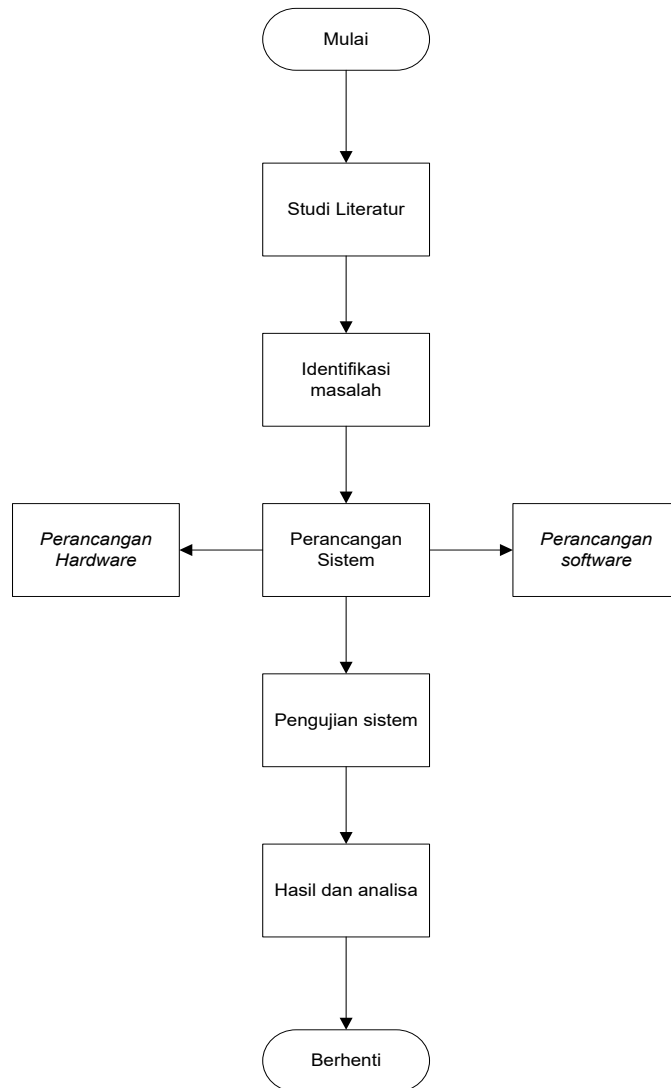
Pada umumnya sesuai aturan di rumah sakit terkait pemeriksaan genset dilakukan rutin setiap satu kali dalam enam bulan baik genset tetap bekerja dengan normal. Terlepas dari kondisi genset bekerja dengan normal, sering terjadi kerusakan pada genset di sebelum waktu untuk pemeriksaan dan hal kerusakan tersebut belum tanggap bagi pihak teknisi di rumah sakit karena mendapati genset sudah dalam keadaan rusak. Kerusakan pada genset dapat mengganggu jalannya operasi sistem tenaga listrik [2]. Genset adalah peralatan yang vital dan memiliki harga yang mahal, sehingga genset sangat diusahakan adanya pencegahan kerusakan [5,8]. Jenis gangguan yang umumnya terjadi pada genset adalah *drop* atau fluktuasi tegangan dan arus serta rendahnya frekuensi genset yang dapat menyebabkan kebakaran, kerusakan perangkat elektronik lainnya dan mengganggu jalannya operasi sistem tenaga listrik [3,9].

Berdasarkan hal tersebut, diperlukan pembuatan alat yang dapat dipantau kepada pihak teknisi di rumah sakit agar tanggap jika terdapat awal mula permasalahan dari genset. Pembuatan alat yang bertujuan untuk mengetahui besar tegangan *output*, arus *output*, beban penggunaan dan frekuensi *output* pada genset secara *online*, sistem tersebut dirancang secara IoT [6].

2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini dilaksanakan di salah satu Rumah Sakit yang berlokasi di Sumatera Barat dengan berbasis IoT. Pada tahapan penelitian yang dilakukan, peneliti melakukan identifikasi masalah serta melakukan kajian literatur untuk memahami teori-teori dan studi sebelumnya untuk membangun fondasi teoritis dalam penyelesaian masalah.

Langkah awal dalam penelitian adalah membuat alur penelitian sehingga keseluruhan alur penelitian tersebut akan menghasilkan suatu sistem yang dapat difungsikan atau dapat bekerja sesuai dengan tujuan penelitian yang dirancang. Perancangan ini terdiri dari perangkat keras yang dikendalikan oleh perangkat lunak sehingga semua sistem dapat saling berintegrasi. Diagram alur penelitian secara umum bisa dilihat pada gambar 1 berikut :



Gambar 3.1. Diagram Alur Penelitian secara Umum

Pada diagram menjelaskan tahapan dari awal penelitian hingga selesai penelitian yang diuraikan sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Pada bagian ini berhubungan dengan metode pengumpulan data pustaka terkait IoT dan Generator set survei ke rumah sakit, serta mengelola bahan penelitian yang berhubungan dengan rancang bangun sistem pemantauan output genset pada rumah sakit.

2. Identifikasi Masalah

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data dari masalah yang sudah ditentukan dengan cara mencari beberapa referensi penelitian serta berbagai data dan informasi beserta survei ke rumah sakit terkait kebutuhan rumah sakit saat ini. Pada rumah sakit menggunakan generator set sebagai tambahan darurat kebutuhan listrik jika terdapat permasalahan listrik pada PLN. Dilakukan pemeriksaan genset setiap 1 kali 6 bulan jika tidak terjadi permasalahan. Akan tetapi dalam kenyataannya, sering terjadi genset langsung rusak dikurun waktu sebelum waktu pemeriksaan dan perlu perbaikan yang lebih karena rusak dalam tingkat yang sering berat. Pada penelitian, dapat dipantau oleh pihak rumah sakit jika terdapat awal permasalahan pada genset yang mengacu pada nilai output pada web yang telah disediakan untuk rumah sakit sehingga jika nantinya genset bermasalah maka perbaikan tidak akan banyak dan atau sering seperti sebelumnya. Sehingga genset dapat ditanggulangi dengan cepat dan aman.

3. Perancangan *Sistem*

Pada tahap ini adalah merancang atau mendesain suatu sistem yang terdiri atas langkah-langkah operasi dalam proses pengolahan data dan proses prosedur-prosedur untuk mendukung operasi sistem.

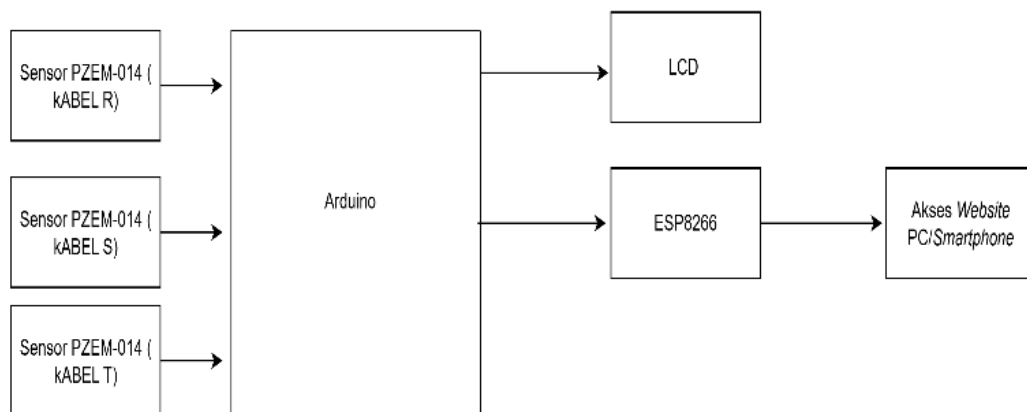
4. Pengujian sistem

Pada sistem akan dilakukan pengujian terhadap perancangan yang telah dilakukan baik itu pada pengujian pada perancangan *hardware* dan pengujian pada perancangan *software* yang dilakukan di rumah sakit. Tipe genset yang digunakan adalah genset tiga fasa dengan sistem otomatis dengan governor setelan tetap/ *setting* 50 Hz.

5. Hasil dan Analisa

Pembahasan hasil penelitian dapat dijelaskan sebagai pemikiran asli peneliti untuk memberikan penjelasan dan interpretasi atas hasil penelitian yang telah dianalisis guna untuk menjawab pertanyaan pada penelitian, melalui rancang bangun yang dilakukan pada penelitian ini dapat digunakan oleh rumah sakit. Dan dihasilkan alat pemantauan output pada genset dapat digunakan oleh rumah sakit dalam jangka panjang.

Sistem kerja alat sistem *monitoring* tegangan *output*, beban dan frekuensi *output* ditampilkan pada blok diagram pada gambar 1.



Gambar 1. Blok diagram sistem pemantauan *output* genset

Pada gambar 1 merupakan sistem kerja alat pemantauan genset. Sistem pemantauan tegangan *output* (fasa R, fasa S, fasa T), beban, arus (fasa R, fasa S, fasa T) , dan frekuensi *output* pada genset. Pada *box* yang terpasang pada genset, menggunakan 3 sensor yaitu sensor PZEM-014 yang berfungsi untuk pembacaan nilai *output* genset berupa tegangan (fasa R, fasa S, fasa T), arus (fasa R, fasa S, fasa T), daya, *power factor* (fasa R, fasa S, fasa T), beban yang digunakan. Menggunakan arduino sebagai pengolahan data pada *output* genset. Dan ESP8266 yang berfungsi sebagai kurir data yang dibaca oleh sensor ke *database*. Untuk tampilan data ditampilkan pada LCD *box* alat dan *website*. Untuk perancangan *web* disediakan pada *website* Ubidots. Untuk tampilan pada *website* akan menampilkan nilai tegangan *output* (fasa R, fasa S, fasa T), beban total dan arus kabel R, arus kabel S, arus kabel T yang dapat diakses diwaktu yang ingin dilihat.

Pada sistem kerja koneksi alat dengan *website* menggunakan ESP8266 menggunakan tambahan perangkat wemos untuk memudahkan pengiriman data. *Website* yang digunakan untuk pemantauan adalah Ubidots. Dan aplikasi pemrograman baik pada sistem kerja alat *box* yang terpasang pada genset dan untuk pengiriman data adalah aplikasi arduino ide. Pada *website* Ubidots menggunakan *API key* berupa user dan token yang akan dicantumkan pada arduino ide dengan wifi dan *password* yang telah ditentukan [11], [12]. *API key* disini sangat berperan penting untuk terhubungnya Ubidots

Data tersebut akan tampil pada *website* yang telah disediakan. Nilai frekuensi diluar nilai $50 \pm 0,5$ Hz dan nilai tegangan terlalu rendah atau mengalami fluktuasi (dengan toleransi besar dari 220 V+5% 220 V dan kecil dari 220V-10% 220 V sesuai standar PLN).

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil dan pembahasan pada bagian pemantauan *output* genset, dilihat dari tegangan fasa R, tegangan fasa S, tegangan fasa T, arus fasa R, arus fasa S, arus fasa T, daya fasa R, daya fasa S, daya fasa T, daya total (beban), dan *power factor* yang akan ditampilkan di 2 bagian yaitu LCD pada *box* alat pemantauan output genset dan

website khusus untuk rumah sakit yaitu *Ubidots*. Data diambil selama 3 jam yaitu dari jam 10:00 – 13:00 dengan pengambilan data per 5 menit. Sebelumnya, dilakukan kalibrasi alat ukur dengan hasil pemograman pada alat pemantauan dari segi tegangan fasa R, tegangan fasa S, tegangan fasa T, arus fasa R, arus fasa S, arus fasa T, daya fasa R, daya fasa S, daya fasa T, dan frekuensi.

Untuk melihat keakuratan pembacaan alat *box* pemantauan yang dibuat maka digunakan multimeter yang sudah dikalibrasi sebelum nya. Pada pembacaan tegangan fasa R, fasa S, fasa T menggunakan alat ukur multimeter, dihasilkan rata-rata prmbacaan sebesar 230,5 V dan pada alat *box* pemantauan menampilkan nilai tegangan fasa R, fasa S, fasa T rata-rata sebesar 229 V yang ditampilkan pada tabel 1. Dengan selisih perbedaan pembacaan antara alat ukur multimeter dengan pembacaan *box* alat rata-rata sebesar 1,5.

Berdasarkan hasil pengambilan data pada Tabel 1, dengan pengambilan data genset di Rumah sakit memiliki rata-rata nilai Tegangan (R= 229 V, S= 229, T= 228) dan Arus (R= 19 A, S= 14 A, T= 21 A). Pada tabel 2, rata-rata nilai *Power Factor* (R= 0,89, S=0,75, T= 0,82) dan nilai rata-rata frekuensi adalah 50,1 Hz.

Tabel 1. Data Output Genset (Tegangan dan Arus)

Tegangan (V)			Arus (A)		
R	S	T	R	S	T
229	229	228	17,2	15,5	22,6
229	229	229	17,1	15,5	22,6
229	229	228	17,2	15,5	22,6
229	229	228	17,1	15,5	22,7
229	229	228	17,1	15,6	22,7
229	229	229	17,1	15,6	19,4
229	229	229	17,1	15,6	19,5
229	229	229	19,1	15,5	19,4
229	229	228	18,3	15,5	19,4
229	229	228	18,4	15,5	19,5
228	229	228	20,6	15,6	19,5
228	229	228	21	15,5	19,4
228	229	228	21,1	15,5	19,5
228	229	228	21,3	15,5	19,4
228	229	228	21,4	15,6	19,4
228	230	228	25,8	15,5	21,5
228	230	228	24,8	15,4	21,8
228	230	228	24,9	15,5	21,9
228	230	228	25,1	15,5	22,1
228	230	228	25,2	15,5	22,1
228	230	228	25,3	15,5	22,1

228 229 228 25,2 15,4 24

Tabel 2. Data Output Genset (Power factor, frekuensi dan daya total)

PF			F(Hz)	Beban total/Daya total (Watt)
R	S	T		
0,9	0,8	0,9	50,1	12.641,1
0,9	0,8	0,9	50,1	12.640,8
0,9	0,8	0,9	50,1	12.641,1
0,9	0,8	0,9	50,1	12.618,2
0,9	0,8	0,9	50,1	12.663,2
0,9	0,8	0,8	50,1	11.930,9
0,9	0,8	0,8	50,1	11.953,8
0,9	0,8	0,8	50,1	12.366
0,9	0,8	0,8	50,1	12.182,8
0,9	0,8	0,9	50,1	12.228,6
0,9	0,8	0,8	50,1	12.715,2
0,9	0,8	0,8	50,1	12.760,7
0,9	0,8	0,8	50,1	12.806,3
0,9	0,8	0,8	50,1	12.829,1
0,9	0,8	0,8	50,1	12.874,8
0,9	0,8	0,9	50,1	14.349,4
0,9	0,8	0,9	50,1	14.166,8
1	0,8	0,9	50,1	14.235,4
1	0,8	0,9	50,1	14.326,6
1	0,8	0,9	50,1	14.349,4
1	0,8	0,9	50,1	14.419,6
1	0,8	0,9	50,1	14.744,2

Pengambilan data diambil di jam sibuk rumah sakit. Pada tabel 1 dapat dilihat dari nilai tegangan fasa (R, S,T) dan arus fasa (R, S, T) yaitu rata-rata sering terjadinya ketidakseimbangan daya fasa R, daya fasa S, daya fasa T, yang cukup besar. Sesuai standar peraturan persentase ketidakseimbangan IEEE no.446, bahwa standar persentase ketidak seimbangan sebesar $\leq 20\%$, yaitu terkait tentang sistem tenaga listrik darurat dan cadangan, ketidakseimbangan beban antar fasa pada generator set dapat diterima hingga sebesar 20%. Artinya, perbedaan beban antar fasa tersebut tidak boleh melebihi 20% agar genset tetap dapat beroperasi dengan aman dan efisien tanpa menimbulkan kerusakan. Pada salah satu data terkait ketidakseimbangan beban berdasarkan tabel 1.

Daya R= $228 \text{ V} \times 25,8 \text{ A} = 5.882,4 \text{ Watt}$

Daya S= $230 \text{ V} \times 15,5 \text{ A} = 3.565 \text{ Watt}$

Daya T = $228 \text{ V} \times 21,5 \text{ A} = 4.902 \text{ Watt}$

Sehingga didapatkan :

Selisih R – S = $5.882,4 - 3.565 = 2.317,4 \text{ Watt}$

Selisih S – T = $5.882,4 - 4.902 = 980,4 \text{ Watt}$

Selisih R – T = $4.902 - 3.565 = 1.337 \text{ Watt}$

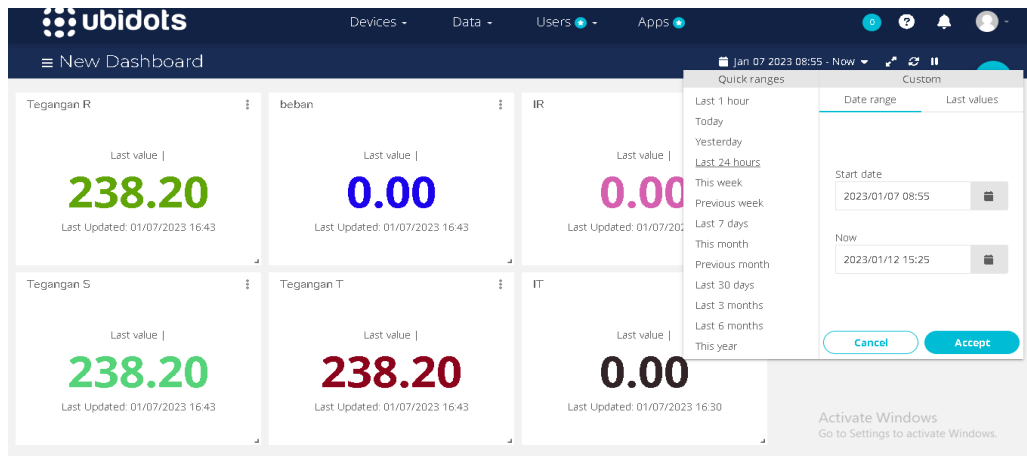
Dengan daya rata-rata = $4.783,13 \text{ Watt}$

PR = $2.317,4 \text{ Watt} / 4.783,13 \text{ Watt} \times 100 \% = 22,98 \%$

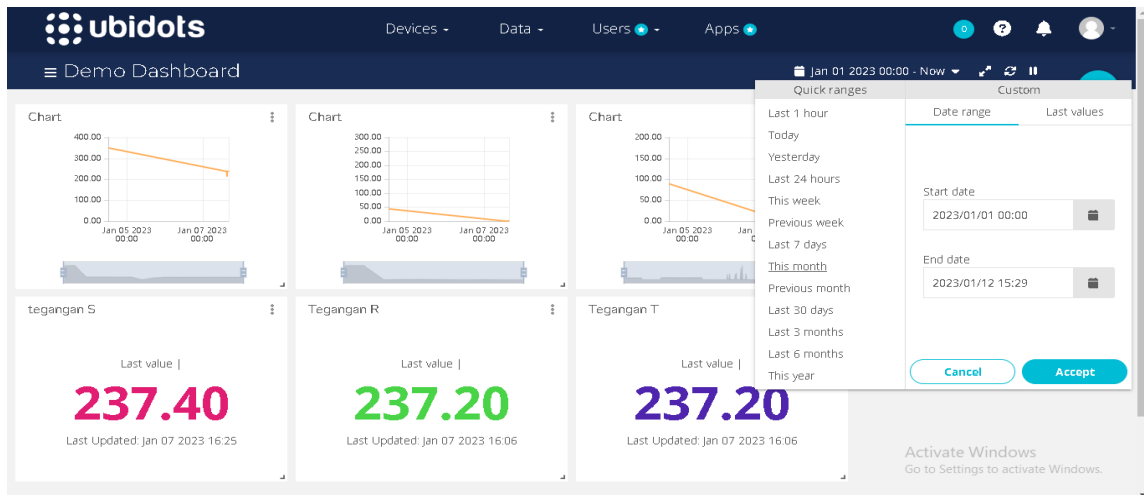
PS = $980,4 \text{ Watt} / 4.783,13 \text{ Watt} \times 100 \% = 25,47\%$

PT = $1.337 \text{ Watt} / 4.783,13 \text{ Watt} \times 100 \% = 2,49 \%$

Maka akan didapatkan besar ketidakseimbangan beban (daya) maksimum sebesar 25,47%. Jika digunakan dengan perumusan sama seperti pengambilan salah satu data pada tabel 1 sebelumnya, nilai ketidakseimbangan selama pengambilan data selama 3 jam rata-rata adalah sebesar 24,01 %. Dari nilai tersebut tidak memenuhi standar peraturan ketidakseimbangan IEEE no.446 yaitu kurang melebihi 20%. Maka dapat diketahui bahawa rumah sakit memiliki perancangan jaringan listrik yang kurang efisien karena memiliki nilai ketidakseimbangan yang melebihi 20 %. Informasi lain yang dapat diambil dari data hasil pemanatauan lainnya adalah nilai frekuensi berdasarkan tabel 1 dan tabel 2 , nilai frekuensi fasa (R,S,T) yaitu rata-rata sebesar 50,1 Hz , yang berada dalam toleransi standar PLN yaitu berada di rentang nilai frekuensi $50 \pm 0,5 \text{ Hz}$ dan nilai tegangan fasa (R,S,T) yaitu rata-rata sebesar 229 V , berada di rentangan di toleransi standar PLN sebesar dari $220 \text{ V} + 5\% \times 220 \text{ V}$ dan kecil dari $220 \text{ V} - 10\% \times 220 \text{ V}$. Maka dari keluaran tegangan dan frekuensi yang sesuai dengan standar PLN, genset memiliki performa yang baik. Untuk tampilan nilai keluaran pada Ubidots dapat ditampilkan pada gambar berikut :



Gambar 2. Halaman Ubidots genset tanpa beban



Gambar 3. Halaman Ubidots genset dengan beban

Pada gambar 2 dan gambar 3, untuk halaman Ubidots ditampilkan data berupa tegangan fasa R, tegangan fasa S, tegangan fasa T, total beban, arus fasa R, arus fasa S, arus fasa T. Dengan pengiriman data per 20 detik. Untuk jangka waktu akses dapat diakses kapanpun dan jam apapun selama alat pemantauan hidup. Jika bernilai 0.00 maka menandakan bahwa genset dalam keadaan mati yaitu pembacaan genset tanpa beban seperti gambar 2. Pada halaman website Ubidots data dapat di *download* dengan pengiriman data ke *email user*.

Protokol pada Ubidots yang digunakan adalah MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*). MQTT ini adalah salah satu protokol yang berkerja dalam komunikasi antar mesin yaitu pengiriman data antara perangkat *cloud* dan *cloud* ke perangkat [13, 14]. Komponen dari MQTT ini adalah klien yang bekerja menjalankan seperangkat data yang dapat bersifat sebagai penerima dan pengirim data [15]. Kedua broker MQTT yang bekerja mengkoordinasikan data antara klien yang berbeda seperti menerima data, menyaring data, mengidentifikasi data dan mengirim kembali data. Ketiga adalah koneksi MQTT yang bekerja ketika klien dan broker berkomunikasi dikonformasi pada bagian ini.

4. Kesimpulan

Pada penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan Pemantauan keluaran genset yang hidup selama 3 jam di waktu jam 10:00-13:00 yang merupakan jam sibuk pada rumah sakit memiliki perancangan jaringan listrik yang kurang efisien yang dapat dilihat dari nilai persentase ketidakseimbangan beban yang berada diluar standar yaitu $\geq 20\%$ yaitu rata-rata beban (daya) maksimum selama 3 jam pemantauan di atas 20% yaitu 24,01 %. Pada keluaran genset berupa frekuensi dan tegangan (fasa R, fasa S, fasa T) tidak mengalami penurunan dan fluktuasi, berada di rentang nilai frekuensi (R S T) $50 \pm 0,5$ Hz (Standar PLN) yaitu rata-rata memiliki nilai 50,1 Hz dan nilai tegangan (fasa R, fasa S, fasa T) berada di rentangan di toleransi besar dari 220 V+5% 220 V dan kecil dari 220V-10% 220 V(Standar PLN) yaitu dengan nilai tegangan (R= 229 V, S= 229, T= 228). Dari keluaran genset yaitu data rata-rata tegangan dan frekuensi dalam rentang standar PLN maka genset dalam performa yang baik. Dengan hasil keluaran genset yang dapat dipantau dari jarak jauh, teknisi rumah sakit dapat menganalisa bagian apa yang bermasalah dan yang perlu diperbaiki melalui nilai data keluaran genset tanpa harus cek ke lokasi genset secara langsung dalam jangka waktu di luar waktu perawatan genset yang normal yaitu sekali 6 bulan. Dari data yang telah di teliti didapatkan terkait perancangan jaringan listrik di rumah sakit yang kurang efesian sehingga perlu adanya perbaikan pada perancangan jaringan Listrik di rumah sakit kedepannya.

Ucapan Terimakasih

Penulis ucapkan terima kasih pada pihak-pihak yang terlibat dalam penelitian ini yaitu rekan kerja peneliti dan pihak Rumah sakit sebagai tempat penelitian.

Daftar Rujukan

- [1] Putra, C. A., Budiman, & Ridal, Y. (2024). *Analisa Utilisasi Generator Set Kapasitas 200 kVA di RSUD M. Natsir Kota Solok*. Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil), 5(2), 139–146.
- [2] Musmuliadi, I. Mado, Budiman, A., Subrianto, & Rantepadang, A. (2023). *Reliability Analysis of 3 Phase Generator Set as An Emergency Power Supply If There Are Electricity Outages at PT. Intracawood Manufacturing*. Journal of Emerging Supply Chain, Clean Energy, and Process Engineering, 2(2), 99–108.
- [3] Yegon, P. (2023). *Frequency stability enhancement of microgrid using diesel engine machine*. International Journal of Rotating Machinery, 2023, Article 2121721. <https://doi.org/10.1155/2023/2121721>
- [4] Abdullah, M. N., & Maulina, I. (2024). *Study Sistem Autostart Genset untuk Supply Darurat IRD (Instalasi Rawat Darurat) RS Wahidin Sudirohusodo Tamalanrea Makassar*. Elektriese: Jurnal Sains dan Teknologi Elektro, 13(02), 144–159. DOI: 10.47709/elektriese.v13i02.3699.
- [5] Rahayati Sariwon. (2024). *Pemeliharaan Generator Set Pada Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) Kairatu Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM)*. Jurnal ELKO (Elektrikal & Komputer). DOI: 10.54463/je.v5i2.144.
- [6] Syarif Ishak Alkadri & Akhdiyatul Akhdiyatul. (2022). *Perancangan Sistem Monitoring Listrik 3 Phasa Berbasis Internet of Things (IoT)*. Entries: Electrical Network Systems and Sources, 2(1).
- [7] Elkholy, el hay, attia. *Synergy of electrostatic discharger optimizer and experimental verification of parameters estimation of three phase induction motors*. Engineering science and technology. 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jestech.2021.09.013>
- [8] Forstner, kugi. *Fault tolerant torque control of three phase permanent magnet synchronous motor with inter turn winding short circuit*. Control engineering practice. 2021 <https://doi.org/10.1016/j.conengprac.2021.104846>
- [9] Gao, Z., Qiao, J., Sun, Y., & Duan, J. (2024). *Study on frequency stability control strategies for microgrid*. Sustainable Technology and Energy Systems, 1(1). <https://doi.org/10.1051/stet/20240116>
- [10] Junaidi, J., Umiyati, E., & Sapta, L. T. (2024). *Determinants of electricity demand in the industrial and commercial sector in Indonesia*. Jurnal Paradigma Ekonomika.
- [11] Sawalha samer, Al naymat ghazi. *Towards an efficient big data management for IOT*. Computer and innovation science. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2021.09.013>
- [12] Rahman Atikur, Sadi sheikh. *IOT enabled automated object recognition for the visually impaired*. Computer methods and program science. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.cmpbup.2021.100015>
- [13] Fawzy dina, moussa sherin, badr nagwa. *An iot based resource utilization framework using data fusion for smart envirointment*. Internet of things. 2022. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2022.100645>
- [14] Zare mansoureh, sola elmi Yasser, hesam. *Toward distributed and autonomous IOT service placement in fog computing using asynchronous advantage actor critic algorithm*. Computer and information science. 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2022.12.006>
- [15] Maya Garcia, campos omar. *An overview of iot architecture, technology, and existing open source project*. Internet of things. 2022 . <https://doi.org/10.1016/j.iot.2022.100626>
- [16] PT PLN (Persero). (2024). *Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) 2024–2033*. PT PLN (Persero). <https://web.pln.co.id/statics/uploads/2024/04/RUPTL-PLN-2024-2033.pdf>
- [17] PT PLN (Persero). (2025). *Laporan Tahunan 2024*. PT PLN (Persero). <https://web.pln.co.id/statics/uploads/2025/04/Annual-Report-PLN-2024.pdf>
- [18] Santoso, A., & Widjaja, B. (2022). *Optimizing generator set maintenance for hospital emergency power systems*. Journal of Electrical Engineering and Healthcare Technology, 15(3), 145–156. <https://doi.org/10.1234/jeehct.v15i3.2022>
