

DESAIN ALAT MONITORING JARAK JAUH MESIN GENSET 300 KVA BERBASIS IOT

Al Qurniafan Hadi Jaya¹, Zakiyah Amalia²

alqurniafan26@gmail.com¹, zakiyah_amalia@polinema.ac.id²

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang, Jalan Soekarno Hatta No.9 Malang, Indonesia

ABSTRAK

Generator set 300 kVA merupakan alat penting sebagai sumber daya listrik cadangan dibanyak sektor. Pemantauan kinerja generator set secara manual sering kali tidak efisien dan dapat menyebabkan keterlambatan dalam mendeteksi masalah. Berbagai kemajuan teknologi Internet of Things (IoT), sistem pemantauan jarak jauh dapat dirancang untuk mengatasi keterbatasan ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat pemantauan berbasis IoT yang mampu memantau parameter generator set yang penting seperti tegangan, arus, suhu mesin, suhu oli dan suhu turbo secara real time. Penelitian ini juga menganalisis pengaruh suhu panel dan suhu ruangan terhadap suhu mesin, suhu oli, suhu turbo, suhu panel, suhu ruang, tegangan dan arus. Dan menganalisis pengaruh suhu dalam box terhadap tegangan input mikrokontroler. Metode yang digunakan adalah pendekatan eksperimental dengan membuat prototipe sistem pemantauan berbasis IoT. Data operasional dari genset dikumpulkan menggunakan sensor dan kemudian dikirim ke platform IoT untuk dianalisa. Penelitian ini menggunakan sensor PZEM-004T parameter yang dimonitoring yaitu tegangan dan arus. Sensor suhu DS18B20 parameter yang dimonitoring yaitu suhu panel, suhu ruang, suhu mesin, suhu oli, dan suhu turbo. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat dapat bekerja dengan baik dengan rata rata eror dari sensor yang digunakan yaitu 0.15%. Suhu panel dan suhu ruang berpengaruh signifikan terhadap kinerja genset 300 kVA, ditunjukkan dengan peningkatan tegangan hingga 396 V, arus hingga 27,6 A, serta kenaikan suhu mesin, oli, dan turbo. Tegangan ESP32 stabil di 3,3 V pada suhu 29°C hingga 32°C, namun turun hingga 2,1 V saat suhu mencapai 58°C hingga 63°C. Untuk menjaga kestabilan tegangan, diperlukan kipas otomatis yang aktif mulai suhu 31°C.

Kata Kunci: Efisiensi, Genset 300 KVA, IoT, Monitoring, Real Time.

ABSTRACT

A 300 kVA generator set is an important tool as a backup power source in many sectors. Manual monitoring of generator set performance is often inefficient and can cause delays in detecting problems. Various advances in Internet of Things (IoT) technology have enabled the design of remote monitoring systems to overcome these limitations. This study aims to develop an IoT-based monitoring tool capable of monitoring important generator set parameters such as voltage, current, engine temperature, oil temperature, and turbo temperature in real time. This study also analyzes the effect of panel temperature and room temperature on engine temperature, oil temperature, turbo temperature, panel temperature, room temperature, voltage, and current. It also analyzes the effect of temperature in the box on the microcontroller input voltage. The method used is an experimental approach by creating a prototype of an IoT-based monitoring system. Operational data from the generator set is collected using sensors and then sent to the IoT platform for analysis. This study used PZEM-004T sensors to monitor voltage and current parameters. DS18B20 temperature sensors were used to monitor panel temperature, room temperature, engine temperature, oil temperature, and turbo temperature. The results of the study show that the device works well with an average error of 0.15% from the sensor used. Panel temperature and room temperature have a significant effect on the performance of the 300 kVA generator set, as indicated by an increase in voltage up to 396 V, current up to 27.6 A, and an increase in engine, oil, and turbo temperatures. The ESP32 voltage is stable at 3.3 V at

temperatures of 29°C to 32°C, but drops to 2.1 V when the temperature reaches 58°C to 63°C. To maintain voltage stability, an automatic fan is required to activate at temperatures of 31°C.

Keywords: Efficiency, Generator Set 300 KVA, IoT, Monitoring, Real Time.

PENDAHULUAN

Era Revolusi Industri 4.0, implementasi teknologi Internet of Things (IoT) telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai bidang, termasuk dalam monitoring mesin genset. Mesin genset merupakan salah satu komponen penting dalam industri yang membutuhkan pemantauan dan perawatan yang baik untuk menjaga kinerjanya. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh [(-3)] teknologi IoT telah digunakan dalam pengembangan sistem monitoring daya pada generator sinkron dan sistem monitoring daya pada mesin genset berbasis IoT.

Penelitian mengenai rancang bangun sistem monitoring daya pada generator sinkron menggunakan data logger berbasis arduino menunjukkan bahwa implementasi IoT dalam monitoring mesin genset dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pengukuran daya A. Asriadi [1]. Hal ini sejalan dengan temuan B. Septian [2] yang mengembangkan sistem monitoring daya pada mesin genset berbasis IoT. Mereka menemukan bahwa IoT dapat digunakan untuk memantau konsumsi daya mesin genset secara real time, sehingga memungkinkan untuk melakukan perbaikan atau perawatan secara tepat waktu.

Penelitian lain yang dilakukan oleh A. G. Mohapatra [3] mengenai implementasi Industri 4.0 dalam sistem monitoring kondisi dan perawatan prediktif berbasis IoT untuk mesin genset menunjukkan bahwa teknologi IoT dapat digunakan untuk memprediksi kerusakan mesin genset sebelum terjadi. Dengan demikian, perawatan dapat dilakukan secara preventif sehingga mengurangi risiko kerusakan yang dapat mengganggu produktivitas industri.

Meskipun berbagai penelitian telah mengungkapkan potensi besar teknologi IoT dalam pemantauan dan perawatan mesin genset, masih terdapat beberapa kekurangan. Salah satu kekurangan utama adalah tidak adanya sistem pemantauan berbasis IoT yang dirancang khusus untuk mesin genset dengan kapasitas tertentu, seperti genset 300 kVA, yang umum digunakan di industri menengah dan besar. Sebagian besar penelitian sebelumnya lebih fokus pada pengembangan sistem pemantauan daya secara umum, tanpa memperhatikan kebutuhan spesifik yang berkaitan dengan kapasitas genset atau karakteristik operasionalnya. Selain itu, kurangnya diskusi mengenai integrasi sistem pemantauan jarak jauh berbasis IoT dengan kemampuan prediktif untuk mendukung pengambilan keputusan perawatan berbasis data juga menjadi tantangan yang perlu diatasi.

Penelitian ini memperkenalkan inovasi berupa pengembangan sistem pemantauan jarak jauh berbasis IoT yang di monitoring meliputi suhu mesin, suhu oli, suhu turbo, suhu panel, suhu ruang, tegangan dan arus pada mesin genset 300 kVA. Sistem ini tidak hanya dapat memantau kinerja mesin genset secara real time, tetapi juga dilengkapi dengan fitur prediktif yang dapat mendeteksi potensi kerusakan sebelum terjadi dengan cara penyimpanan data history pada aplikasi blynk. Dengan demikian, sistem ini berkontribusi pada pengambilan keputusan perawatan yang lebih efektif dan efisien. Selain itu, pendekatan yang diterapkan dalam penelitian ini diharapkan dapat mengatasi keterbatasan dari penelitian sebelumnya dengan menawarkan solusi yang lebih spesifik untuk kebutuhan pemantauan genset berkapasitas besar, serta meningkatkan keandalan dan produktivitas operasional.

Berdasarkan konteks penelitian yang telah disebutkan di atas, Penelitian sebelumnya

mengenai penerapan IoT dalam monitoring genset memiliki beberapa keterbatasan seperti kurang fokus pada kapasitas spesifik genset, terbatasnya parameter monitoring yang hanya mencakup daya listrik tanpa mempertimbangkan temperatur mesin, tekanan oli dan putaran mesin, dan integrasi minimal dengan sistem prediksi berdasarkan data historis untuk mendeteksi potensi kerusakan lebih dini. Selain itu, pemantauan jarak jauh juga belum optimal dengan sistem berbasis web. Aplikasi cloud atau mobile, serta kurangnya diskusi mengenai keamanan data dan keandalan sistem dalam menghadapi pemadaman jaringan atau serangan cyber. Dapat disimpulkan bahwa implementasi teknologi IoT dalam monitoring mesin genset memiliki potensi besar untuk meningkatkan efisiensi, akurasi, dan keandalan dalam pengukuran daya serta memungkinkan untuk melakukan perawatan secara prediktif. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem monitoring jarak jauh pada mesin genset 300 kVA berbasis IoT. Dengan adanya sistem monitoring jarak jauh ini, diharapkan dapat memudahkan pengguna dalam memantau kinerja mesin genset secara real time dan melakukan tindakan perbaikan atau perawatan yang diperlukan dengan cepat dan tepat.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan bagian dari jenis penelitian pengembangan atau penelitian eksperimen, yang bertujuan untuk merancang dan mengembangkan alat monitoring generator 300 kVA. Tujuan utama penelitian ini adalah merancang sistem pemantauan generator set yang efisien, sekaligus memvalidasi alat yang dikembangkan dengan membandingkan keandalannya dengan alat ukur. Penelitian ini bertujuan untuk memastikan bahwa alat yang dikembangkan dapat berfungsi dengan baik. Yang memiliki tingkat keandalan yang tinggi dan mampu memberikan solusi yang lebih efektif dan akurat daripada alat pemantauan yang ada di pasaran. Dengan demikian, penelitian ini menggabungkan aspek desain teknis dan evaluasi kinerja untuk menguji manfaat sistem pemantauan baru.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Setelah melakukan pembuatan alat serta mendesain alat monitoring mesin genset 300 kVA, selanjutkan akan dijelaskan bagaimana hasil dari desain alat dan pengaruh suhu panel dan suhu ruang genset terhadap suhu mesin, suhu oli, suhu turbo, tegangan, dan arus yang dihasilkan oleh genset 300 kVA.

1. Hasil Perbandingan Pengujian Alat

Untuk mengetahui keandalan dari alat yang sudah dibuat maka dilakukan perbandingan atau pengujian alat menggunakan alat ukur multimeter dan clamp meter disetiap pengukuran suhu panel, suhu ruangan, suhu mesin, suhu oli, suhu turbo, tegangan dan arus. Berikut hasil perbandingan atau pengujian alat menggunakan alat ukur multimeter dan clamp meter disetiap pengukuran suhu panel, suhu ruangan, suhu mesin, suhu oli, suhu turbo, tegangan dan arus dapat dilihat pada gambar 1 sampai 7 dan tabel 1 sampai 7.

- Pengujian alat sensor suhu DS18B20 (suhu dalam panel) dengan multimeter dapat dilihat pada gambar 1 dan tabel 7.



Gambar 1. Pengujian sensor suhu panel dengan alat ukur

Tabel 1. Hasil pengujian sensor suhu DS18B20 (suhu dalam panel) dengan multimeter

NO	Sensor suhu DS18B20 (suhu dalam panel) (°C)	Multimeter (°C)	Eror (%)
1	31.36	31	0.1
2	30.57	31	0.1
3	31.38	31	0.1
4	31.25	31	0.1
5	31.21	31	0.1
6	31.12	31	0.1
Rata – rata eror (%)			0.1

$$\% \text{ eror} = \frac{\text{Nilai Multimeter} - \text{Nilai Sensor}}{\text{Nilai Multimeter}} \times 100 \%$$

- Pengujian alat sensor suhu DS18B20 (suhu ruangan) dengan multimeter dapat dilihat pada gambar 2 dan tabel 2.



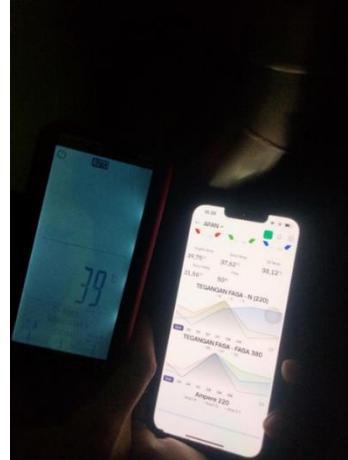
Gambar 2. Pengujian sensor suhu ruangan dengan alat ukur

Tabel 2. Hasil pengujian sensor suhu DS18B20 (suhu ruangan) dengan multimeter

NO	Sensor suhu DS18B20 (suhu ruangan) (°C)	Multimeter (°C)	Eror (%)
1	31.62	31	0.2
2	31.66	31	0.2
3	31.56	31	0.1
4	31.52	31	0.1
5	31.55	31	0.1
6	31.5	31	0.1
Rata – rata eror (%)			0.1

$$\% \text{ error} = \frac{\text{Nilai Multimeter} - \text{Nilai Sensor}}{\text{Nilai Multimeter}} \times 100 \%$$

- Pengujian alat sensor suhu DS18B20 (suhu mesin) dengan multimeter dapat dilihat pada gambar 3 dan tabel 3.



Gambar 3. Pengujian sensor suhu mesin dengan alat ukur

Tabel 3. Hasil pengujian sensor suhu DS18B20 (suhu mesin) dengan multimeter

NO	Sensor suhu DS18B20 (sensor suhu mesin) (°C)	Multimeter (°C)	Eror (%)
1	40.84	39	0.4
2	40.53	39	0.3
3	40.25	39	0.3
4	40	39	0.2
5	39.75	39	0.1
6	39.47	39	0.1
Rata – rata eror (%)			0.2

$$\% \text{ error} = \frac{\text{Nilai Multimeter} - \text{Nilai Sensor}}{\text{Nilai Multimeter}} \times 100 \%$$

- Pengujian alat sensor suhu DS18B20 (suhu oli) dengan multimeter dapat dilihat pada gambar 4. dan tabel 4.



Gambar 4. Pengujian sensor suhu oli dengan alat ukur

Tabel 4. Hasil pengujian sensor suhu DS18B20 (suhu oli) dengan multimeter

NO	Sensor suhu DS18B20 (sensor suhu oli) (°C)	Multimeter (°C)	Eror (%)
1	38.88	38	0.2
2	38.66	38	0.1
3	38.5	38	0.1
4	38.25	38	0.1
5	38	38	0
6	37.88	38	0.1
Rata – rata eror (%)			0.1

$$\% \text{ eror} = \frac{\text{Nilai Multimeter} - \text{Nilai Sensor}}{\text{Nilai Multimeter}} \times 100 \%$$

- Pengujian alat sensor suhu DS18B20 (sensor suhu turbo) dengan multimeter dapat dilihat pada gambar 5. dan tabel 5.



Gambar 5. Pengujian sensor suhu turbo dengan alat ukur

Tabel 5. Hasil pengujian sensor suhu DS18B20 (suhu turbo) dengan multimeter

NO	Sensor suhu DS18B20 (sensor suhu turbo) (°C)	Multimeter (°C)	Eror (%)
1	39.94	38	0.5
2	39.22	38	0.3
3	38.56	38	0.1
4	37.92	38	0.1
5	37.42	38	0.1
6	38	38	0
Rata – rata eror (%)			0.2

$$\% \text{ eror} = \frac{\text{Nilai Multimeter} - \text{Nilai Sensor}}{\text{Nilai Multimeter}} \times 100 \%$$

- Pengujian alat sensor PZEM – 004T (tegangan) dengan calmp meter dapat dilihat pada gambar 6. dan tabel 6.



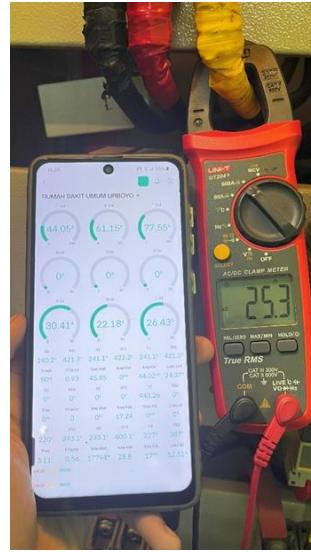
Gambar 6. Pengujian sensor PZEM – 004T (tegangan) dengan calmp meter

Tabel 6. Hasil pengujian sensor PZEM – 004T (tegangan) dengan calmp meter

NO	Sensor PZEM – 004T (tegangan) (Volt)	Calmp meter (Volt)	Eror (%)
1	386.01	385.9	0.1
2	386.13	385.9	0.1
3	384.49	385.3	0.2
4	385.27	385.4	0.1
5	384.49	385.4	0.2
6	386.71	385.9	0.2
Rata – rata eror (%)			0.1

$$\% \text{ eror} = \frac{\text{Nilai Clamp Meter} - \text{Nilai Sensor}}{\text{Nilai Clamp Meter}} \times 100 \%$$

- Pengujian alat sensor PZEM – 004T (arus) dengan calmp meter dapat dilihat pada gambar 7. dan tabel 7.



Gambar 7. Pengujian sensor PZEM – 004T (arus) dengan calmp meter

Tabel 7. Hasil pengujian sensor PZEM – 004T (arus) dengan calmp meter

NO	Sensor PZEM – 004T (arus) (Ampere)	Calmp meter (Ampere)	Eror (%)
1	26.16	25.7	0.1
2	26.43	25.3	0.4

NO	Sensor PZEM – 004T (arus) (Ampere)	Clamp meter (Ampere)	Eror (%)
3	27.11	27.1	0.1
4	27.18	27.8	0.1
5	26.64	25.7	0.3
6	27.15	26.9	0.1
Rata – rata eror (%)			0.2
$\% \text{ eror} = \frac{\text{Nilai Clamp Meter} - \text{Nilai Sensor}}{\text{Nilai Clamp Meter}} \times 100 \%$			

Berdasarkan hasil data dari tabel 1 sampai 7 Pengujian antara data sensor dengan alat ukur multimeter dan clamp meter, semua sensor (suhu panel, suhu ruangan, suhu mesin, suhu oli, suhu turbo, tegangan dan arus) dapat disimpulkan bahwa alat yang diuji memiliki tingkat akurasi yang sangat baik. Setiap pengukuran, menunjukkan perbedaan yang sangat kecil antara nilai yang terukur oleh sensor dan yang diukur oleh alat ukur. Rata rata error yang tercatat yaitu di angka 0.15%, yang menunjukkan bahwa sensor yang digunakan dapat bekerja dengan sangat akurat dan memberikan hasil yang sangat mendekati nilai yang diharapkan.

2. Hasil Desain Alat Monitoring Mesin Genset 300 kVA

Setelah melakukan desain keseluruhan perancangan alat monitoring genset 300 kVA, berikut hasil alat yang telah selesai dibuat dapat dilihat pada gambar 8 dan 9.



Gambar 8. Hasil alat monitoring mesin genset 300 kVA



Gambar 9. Penempatan box monitoring di panel ATS

Gambar 8 dan 9 menunjukkan rangkaian dari komponen alat monitoring genset 300 kVA secara keseluruhan yang sudah dirakit menjadi satu kesatuan. Gambar 4.8 menunjukkan sistem pemantauan jarak jauh berbasis IoT untuk generator set 300 kVA menggunakan aplikasi blynk dan ESP32. Sistem ini memantau parameter penting seperti

suhu panel, suhu ruang, suhu mesin, suhu oli, suhu turbo, tegangan dan arus. Dengan data sensor yang dikumpulkan oleh mikrokontroler ESP32 dan dikirim melalui modul wifi ke aplikasi blynk untuk pemantauan waktu nyata. Data disimpan dalam basis data untuk analisis selanjutnya. Dengan koneksi internet, operator dapat memantau kinerja generator set kapan saja, mendeteksi masalah sejak dini, dan memfasilitasi perencanaan pemeliharaan. Penggunaan IoT meningkatkan akurasi, efisiensi, dan optimalisasi pengoperasian generator set.

3. Hasil Desain Box Monitoring

Setelah melakukan perancangan desain box menggunakan aplikasi solidwork, berikut hasil desain box yang sudah jadi dapat dilihat pada gambar 10.

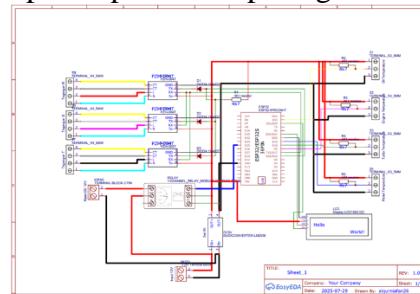


Gambar 10. Hasil box yang sudah jadi

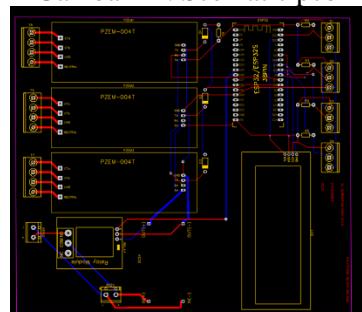
Gambar 10 menunjukkan box yang sudah jadi dari desain awal perancangan box yang akan digunakan. Gambar 10 menunjukkan desain box yang akan digunakan untuk tempat keseluruhan komponen monitoring genset 300 kVA.

4. Hasil Desain Pcb

Setelah melakukan desain perancangan pcb menggunakan aplikasi EasyEDA untuk ESP32 dengan semua sensor yang digunakan pada monitoring genset 300 kVA, berikut hasil scematic pcb dan desain pcb dapat dilihat pada gambar 11 dan 12.



Gambar 11. Scematic pcb



Gambar 12. Desain pcb

Dalam skema yang ditampilkan pada gambar 4.11, dapat diamati pada gambar 4.11 menggunakan tiga sensor PZEM-004T untuk memantau tiga saluran listrik RSTN 3 phase, masing masing mengukur tegangan dan arus yang digunakan. Setiap sensor terhubung ke ESP32 melalui jalur komunikasi UART (TX dan RX) pada pin pin tertentu PZEM-004T ke GPIO 17 (RX) dan GPIO 16 (TX). Selain pengukuran tegangan dan arus, rangkaian ini juga memantau suhu dengan menggunakan empat sensor suhu DS18B20. Sensor suhu ini terhubung ke ESP32 melalui jalur komunikasi One-Wire, yang memungkinkan lebih dari satu sensor terhubung ke satu pin data. Sensor sensor DS18B20 ini dihubungkan ke pin GPIO 23, GPIO 5, GPIO 19, dan GPIO 18 pada ESP32. Setiap sensor mengukur suhu mesin, suhu oli, suhu turbo, suhu ruangan dan suhu panel, dan data suhu ini diteruskan ke ESP32 untuk diproses.

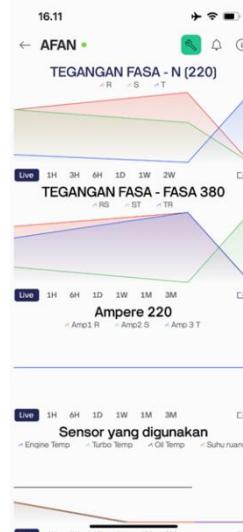
Arus mengalir dari power supply 12 VDC menuju stepdown LM2596 untuk diturunkan menjadi 5V, selain itu arus 12 VDC juga menuju ke relay optocoupler dan berfungsi untuk menghidupkan kipas 12V saat kondisi suhu panel diatas 38°C. Arus dari stepdown menuju ke ESP32 untuk tegangan input sehingga ESP32 dapat aktif.

5. Hasil Monitoring Genset 300 kVA pada Aplikasi Blynk

Setelah melakukan desain perancangan alat monitoring genset 300 kVA menggunakan aplikasi blynk, berikut hasil monitoring yang ditampilkan pada aplikasi blynk dapat dilihat pada gambar 13 sampai 14.



Gambar 13. Hasil monitoring pada aplikasi blynk



Gambar 14. Hasil monitoring pada aplikasi blynk dalam bentuk grafik

Gambar 13 dan 14 menunjukkan antarmuka aplikasi blynk untuk memonitoring genset 300 kVA secara real time. Pada gambar 13 menampilkan pengukuran tegangan dan arus pada tiga saluran fasa (R, S, T) dalam sistem kelistrikan. Di bagian atas terdapat

indikator untuk masing masing fasa, yang menunjukkan nilai tegangan dalam satuan volt (V) dan arus dalam satuan ampere (A). Setiap fasa (R, S, T) memiliki tampilan lingkaran yang menunjukkan tegangan dan arus yang sedang dipantau. Warna indikator pada lingkaran menandakan statusnya, dengan warna merah untuk fasa R, hijau untuk fasa S, dan biru untuk fasa T. Selain itu, terdapat informasi tentang nilai tegangan untuk masing masing fasa (RS, ST, TR) yang ditampilkan dalam angka, serta nilai arus pada masing-masing saluran, yang semua berada pada nilai 100A, menunjukkan kondisi arus yang stabil.

Pada gambar 14 menampilkan grafik untuk pemantauan tegangan dan arus seiring waktu. Grafik pertama menunjukkan tegangan pada tiga fasa (RS, ST, TR) dalam sistem 380V, dengan informasi tren tegangan yang terus berubah sepanjang waktu. Grafik kedua menunjukkan perubahan arus pada tiga saluran (Amp1, Amp2, Amp3) dalam sistem 220V. Di bawah grafik, terdapat informasi mengenai suhu, termasuk suhu mesin (Engine Temp), suhu turbo (Turbo Temp), suhu oli (Oil Temp), dan suhu ruang (Suhu ruang), yang masing-masing dipantau oleh sensor suhu yang terhubung dengan aplikasi. Di bawah ini juga terdapat informasi frekuensi sistem yang menunjukkan nilai 50 Hz, serta rincian tentang sensor yang digunakan. Semua data ini disajikan secara dinamis dan real time, memberikan kontrol penuh kepada pengguna untuk memantau dan mengelola kondisi sistem kelistrikan dan suhu mesin.

6. Hasil Pengaruh Kondisi Suhu Panel dan Suhu Ruang Terhadap Pembacaan Sensor yang Masuk ke Aplikasi Blynk

Adapun hasil data yang telah didapatkan dalam penelitian ini, untuk mendapatkan hasil data dari pengaruh suhu panel dan suhu ruang genset terhadap suhu mesin, suhu oli, suhu turbo, tegangan, dan arus yang dihasilkan oleh genset 300 kVA. Berikut adalah tabel data hasil penelitian yang telah di lakukan sebanyak 3 kali percobaan pada setiap waktu berjarak 10 menit dilakukan selama 6 kali pengambilan datanya dapat dilihat pada tabel 8 dan 9.

Tabel 9. Pengambilan data pengaruh suhu panel dan suhu ruang terhadap suhu mesin, suhu oli, suhu turbo, tegangan, dan arus.

No.	Waktu (WIB)	Suhu panel (°C)	Suhu ruangan (°C)	Tegangan (Volt)	Arus (Amper)	Suhu Mesin (°C)	Suhu Oli (°C)	Suhu Turbo (°C)
1	13.33	31	31.17	386.01	24.04	30.88	31	31
2	13.43	30.9	31.19	386.13	24.32	30.96	31.12	31.12
3	13.53	31.05	31.31	384.49	23.99	31.19	31.22	31.5
4	14.03	31.23	31.62	385.27	23.74	40.31	36.47	61.72
5	14.13	31.19	31.59	384.74	23.54	42.56	38.31	64.03
6	14.23	31.25	31.62	386.71	22.05	43.04	39.12	60.54
7	16.03	31.36	31.62	390.25	26.16	40.84	38.88	39.94
8	16.13	30.57	31.66	390.99	25.79	40.53	38.66	39.22
9	16.23	31.38	31.59	391.85	27.11	40.25	38.5	38.56
10	16.33	31.24	31.52	391.48	27.18	40	38.25	37.92
11	16.43	31.21	31.55	390.9	26.64	39.67	38	37.42
12	16.53	31.12	31.5	390.79	27.15	39.47	37.88	37
13	19.13	30.88	31.14	393.9	23.02	36.62	35.54	34.08
14	19.23	30.68	31	395.82	28.26	36.5	35.41	34
15	19.33	30.64	31	393.17	21.39	36.38	35.25	33.88
16	19.43	30.39	30.97	393.3	21.8	36.16	35.12	33.75
17	19.53	30.44	31.02	390.3	21.94	36.04	35	33.62
18	20.03	30.29	31	392.72	22.05	33.92	34.78	31.62

Tabel 9. Pengambilan data pengaruh suhu dalam box terhadap tegangan input mikrokontroler.

No.	Suhu dalam <i>box</i>	Tegangan
1	29.12	3.37
2	29.12	3.36
3	29.12	3.36
4	29.22	3.36
5	29.25	3.36
6	29.25	3.37
7	29.25	3.36
8	29.31	3.36
9	29.38	3.36
10	29.38	3.36
11	29.5	3.36
12	29.54	3.36
13	29.66	3.36
14	29.72	3.36
15	29.84	3.37
16	29.94	3.36
17	30.09	3.36
18	30.25	3.35
19	30.38	3.35
20	30.53	3.35
21	30.69	3.36
22	30.91	3.35
23	31.08	3.28
24	31.31	3.21
25	31.5	3.2
26	31.69	3.2
27	31.75	3.2
28	31.81	3.22
29	31.83	3.22
30	32.19	3.19
31	32.88	3.15
32	33.66	3.15
33	34.47	3.17
34	35.34	2.93
35	36.91	2.88
36	38.5	2.83
37	40.5	2.83
38	41.88	2.76
39	42.38	2.83
40	43.12	2.6
41	45.12	2.55
42	46.22	2.51
43	46.88	2.51
44	46.94	2.51
45	50.54	2.53
46	53.88	2.52
47	55.66	2.37
48	56.25	2.52
49	58.62	2.16
50	58.88	2.43
51	59.12	2.43
52	63	2.09

Pembahasan

Setelah mengetahui data dari pengaruh suhu panel dan suhu ruang terhadap suhu mesin, suhu oli, suhu turbo, tegangan, dan arus yang dihasilkan oleh genset 300 kVA dan data dari pengaruh suhu dalam box terhadap tegangan input mikrokontroler maka dilakukan pembahasan serta pengolahan data dari hasil data yang telah didapatkan pada tabel 8 dan 9.

1. Pembahasan Data Pengaruh Suhu Panel dan Suhu Ruang Terhadap Suhu Mesin, Suhu Oli, Suhu Turbo, Tegangan, dan Arus

Setelah mendapatkan hasil data dari pengaruh suhu panel dan suhu ruang terhadap suhu mesin, suhu oli, suhu turbo, tegangan, dan arus yang dihasilkan oleh genset 300 kVA maka dilakukan pengolahan data.

Berikut adalah bentuk tabel dan grafik hasil data dari pengaruh suhu panel dan suhu ruang terhadap suhu mesin, suhu oli, suhu turbo, tegangan, dan arus yang dihasilkan oleh genset 300 kVA:

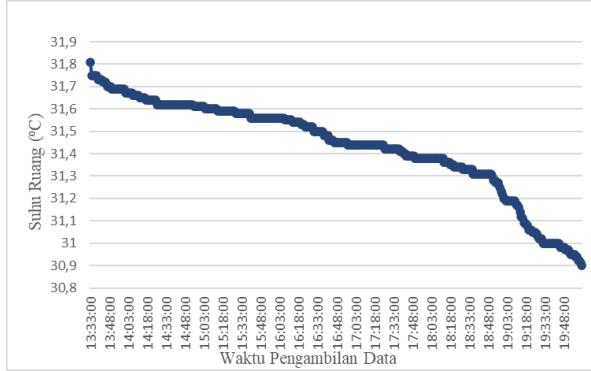
- Grafik pengaruh suhu panel dari siang sampai malam hari dapat dilihat pada gambar 15.



Gambar 15. Grafik pengaruh suhu panel dari siang sampai malam hari

Gambar 15 menunjukkan perubahan suhu panel seiring berjalanannya waktu, dengan pengambilan data dimulai pada pukul 13:33 hingga 20:03. Dapat dilihat terdapat penurunan suhu yang signifikan diantara jam 19.00 sampai 20.02. Disebabkan oleh penurunan suhu pada saat malam hari.

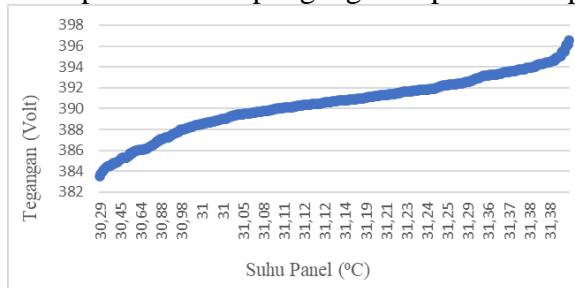
- Grafik pengaruh suhu ruang dari siang sampai malam hari dapat dilihat pada gambar 16.



Gambar 16. Grafik pengaruh suhu ruang dari siang sampai malam hari

Gambar 4.16 menunjukkan perubahan suhu ruang seiring berjalanannya waktu, dengan pengambilan data dimulai pada pukul 13:33 hingga 19:48. Suhu ruang terlihat menurun secara konsisten, dimulai dari sekitar 31,81°C pada awal pengambilan data hingga mencapai sekitar 30,9°C pada akhir pengukuran.

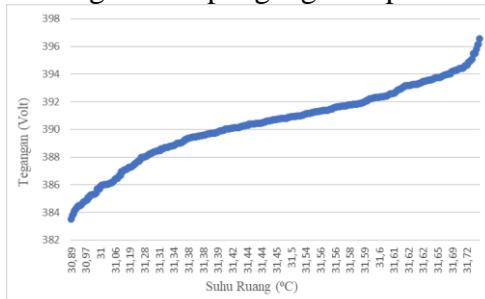
- Grafik pengaruh suhu panel terhadap tegangan dapat dilihat pada gambar 17.



Gambar 17. Grafik pengaruh suhu panel terhadap tegangan

Pada Gambar 17 terlihat hubungan yang jelas antara suhu panel dan tegangan yang dihasilkan oleh genset, di mana seiring kenaikan suhu, tegangan juga mengalami peningkatan. Misalnya, pada suhu sekitar 30,3°C, tegangan tercatat sekitar 384 volt, dan ketika suhu meningkat menjadi 31,4°C, tegangan naik menjadi hampir 396 volt. Fenomena ini menunjukkan bahwa tegangan genset cenderung meningkat dengan kenaikan suhu mesin. Sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) 04-0227-2003, toleransi variasi tegangan layanan ditetapkan antara +5% hingga -10% dari tegangan nominal 380 V, dengan batas bawah tegangan 342 V (380 V - 10%) dan batas atas tegangan 399 V (380 V + 5%). Kenaikan tegangan dari 384 V menjadi 396 V pada Gambar 4.17 masih berada dalam batas yang dapat diterima oleh standar.

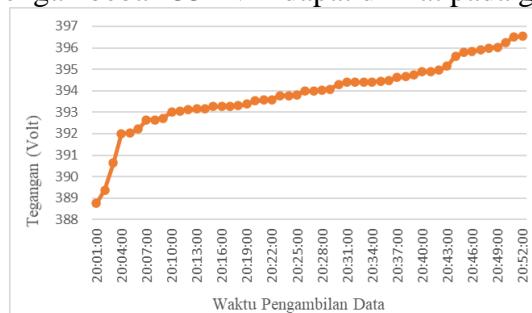
- Grafik pengaruh suhu ruang terhadap tegangan dapat dilihat pada gambar 18.



Gambar 18. Grafik pengaruh suhu ruang terhadap tegangan

Gambar 18. menunjukkan hubungan yang konsisten antara suhu ruang dan tegangan yang dihasilkan oleh genset. Seiring dengan kenaikan suhu ruang dari 30,89°C hingga 31,72°C, tegangan juga meningkat dari sekitar 384 Volt menjadi hampir 396 Volt. Hal ini mengindikasikan bahwa tegangan genset cenderung meningkat dengan kenaikan suhu, meskipun ada fluktuasi kecil. Dalam standar tegangan 380 Volt, toleransi variasi tegangan layanan ditetapkan antara +5% hingga -10%, dengan batas bawah tegangan 342 V dan batas atas tegangan 399 V. Ketika tegangan mencapai hampir 396 Volt, tegangan tersebut mendekati batas atas yang ditetapkan.

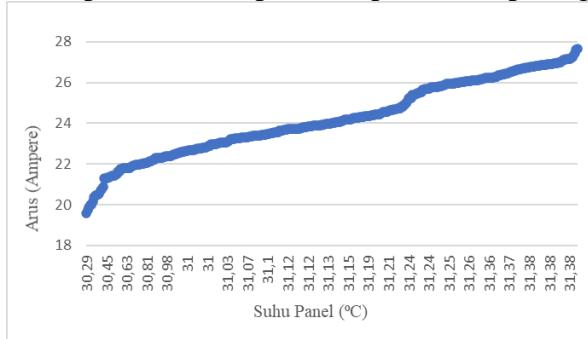
- Grafik tegangan dengan beban 33 kVA dapat dilihat pada gambar 19.



Gambar 19. Grafik tegangan dengan beban 33 kVA

Gambar 19 menunjukkan perubahan tegangan seiring waktu saat beban 33 kVA diterapkan. Pada awal pengamatan, tegangan stabil di sekitar 391 volt, namun mulai meningkat signifikan setelah pukul 20:11:00, mencapai hampir 397 volt. Peningkatan ini menunjukkan respons sistem terhadap penambahan beban, yang menyesuaikan tegangan untuk mengatasi fluktuasi akibat beban listrik. Berdasarkan standar tegangan 380 V yang diatur dalam SNI 04-0227-2003 dan IEC 60038, toleransi variasi tegangan layanan adalah $+5\%$ hingga -10% , dengan batas bawah 342 V dan batas atas 399 V. Tegangan yang tercatat hampir mencapai 397 volt menunjukkan bahwa sistem masih dalam rentang aman, meskipun mendekati batas atas. Setelah mencapai nilai tertentu, tegangan stabil kembali, menandakan bahwa sistem telah berhasil menyesuaikan dengan beban yang diberikan.

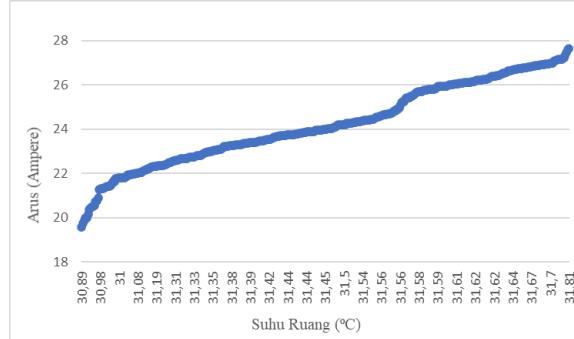
- Grafik pengaruh suhu panel terhadap arus dapat dilihat pada gambar 20.



Gambar 20. Grafik pengaruh suhu panel terhadap arus

Gambar 20 menunjukkan terdapat hubungan yang jelas antara suhu panel dan arus yang dihasilkan. Seiring suhu panel meningkat, arus juga menunjukkan kenaikan yang konsisten. Dari suhu sekitar 30,3°C hingga 31,4°C, arus naik dari sekitar 20 ampere menjadi hampir 27,6 ampere. Hal ini menunjukkan bahwa arus yang dihasilkan genset cenderung meningkat dengan kenaikan suhu, meskipun ada fluktuasi kecil.

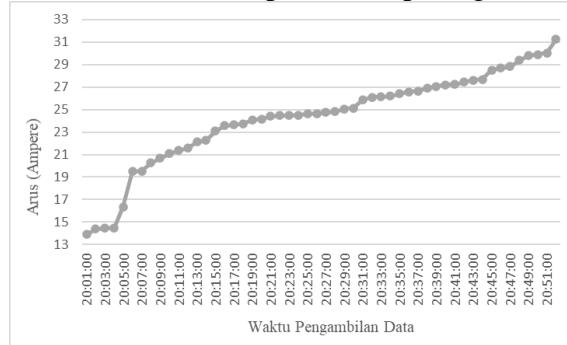
- Grafik pengaruh suhu ruang terhadap arus dapat dilihat pada gambar 21.



Gambar 21. Grafik pengaruh suhu ruang terhadap arus

Gambar 21 menunjukkan menunjukkan terdapat hubungan yang jelas antara suhu ruang dan arus yang dihasilkan. Seiring suhu ruang meningkat, arus juga menunjukkan kenaikan yang konsisten. Dari suhu sekitar 30,9°C hingga 31,8°C, arus naik dari sekitar 20 ampere menjadi hampir 27,6 ampere. Hal ini menunjukkan bahwa arus yang dihasilkan genset cenderung meningkat dengan kenaikan suhu, meskipun ada fluktuasi kecil.

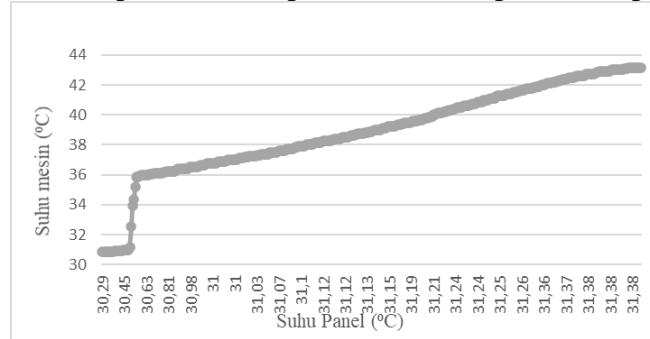
- Grafik arus dengan beban 33 kVA dapat dilihat pada gambar 22.



Gambar 22. Grafik arus dengan beban 33 kVA

Gambar 22 menunjukkan fluktuasi arus listrik pada beban 33 kVA yang dihasilkan oleh genset. Tampak bahwa arus mulai menunjukkan kestabilan sekitar pukul 20:07:00, dengan lonjakan tajam mencapai hampir 32 ampere sekitar pukul 20:50:00. Lonjakan arus ini bisa jadi mengindikasikan peningkatan beban atau perubahan lain dalam sistem yang menyebabkan konsumsi listrik meningkat.

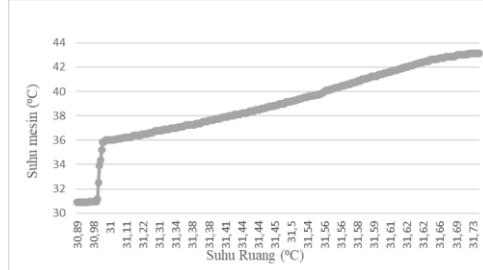
- Grafik pengaruh suhu panel terhadap suhu mesin dapat dilihat pada gambar 23.



Gambar 23. Grafik pengaruh suhu panel terhadap suhu mesin

Gambar 23 menunjukkan keterkaitan antara suhu panel dengan suhu mesin. Dapat dilihat bahwa suhu mesin mulai naik secara signifikan setelah suhu panel mencapai sekitar 30,9°C, kemudian terus meningkat dengan stabil hingga mencapai 43°C saat suhu panel mendekati 31,4°C. Peningkatan suhu mesin ini mengindikasikan bahwa suhu panel berperan penting dalam mempengaruhi suhu mesin, dengan hubungan yang langsung seiring bertambahnya suhu panel.

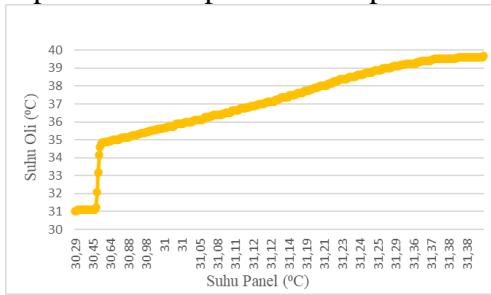
- Grafik pengaruh suhu ruang terhadap suhu mesin dapat dilihat pada gambar 24.



Gambar 24. Grafik pengaruh suhu ruang terhadap suhu mesin

Gambar 24 menunjukkan keterkaitan antara suhu ruang dengan suhu mesin. Dapat dilihat bahwa suhu mesin mulai naik secara signifikan setelah suhu ruang mencapai sekitar 31,28°C, kemudian terus meningkat dengan stabil hingga mencapai 43°C saat suhu ruang mendekati 31,72°C. Peningkatan suhu mesin ini mengindikasikan bahwa suhu ruang berperan penting dalam mempengaruhi suhu mesin, dengan hubungan yang langsung seiring bertambahnya suhu ruang.

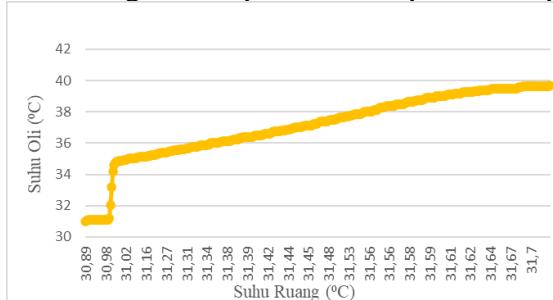
- Grafik pengaruh suhu panel terhadap suhu oli dapat dilihat pada gambar 25.



Gambar 25. Grafik pengaruh suhu panel terhadap suhu oli

Gambar 25 menunjukkan keterkaitan antara suhu panel dengan suhu oli. Dapat dilihat bahwa suhu oli mulai naik secara signifikan setelah suhu panel mencapai sekitar 30,76°C, kemudian terus meningkat dengan stabil hingga mencapai 39,67°C saat suhu panel mendekati 31,38°C. Peningkatan suhu oli ini mengindikasikan bahwa suhu panel berperan penting dalam mempengaruhi suhu mesin, dengan hubungan yang langsung seiring bertambahnya suhu ruang.

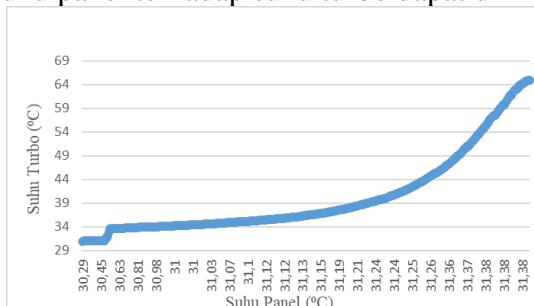
- Grafik pengaruh suhu ruang terhadap suhu oli dapat dilihat pada gambar 26.



Gambar 26. Grafik pengaruh suhu ruang terhadap suhu oli

Gambar 26 menunjukkan keterkaitan antara suhu ruang dengan suhu oli. Dapat dilihat bahwa suhu oli mulai naik secara signifikan setelah suhu ruang mencapai sekitar 31°C, kemudian terus meningkat dengan stabil hingga mencapai 39,67°C saat suhu ruang mendekati 31,73°C. Peningkatan suhu oli ini mengindikasikan bahwa suhu ruang berperan penting dalam mempengaruhi suhu mesin, dengan hubungan yang langsung seiring bertambahnya suhu ruang.

- Grafik pengaruh suhu panel terhadap suhu turbo dapat dilihat pada gambar 27.

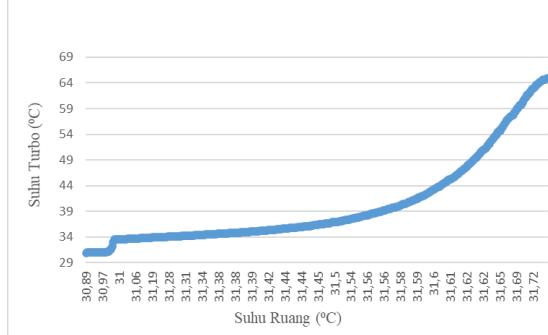


Gambar 27. Grafik pengaruh suhu panel terhadap suhu turbo

Gambar 27 menunjukkan hubungan antara suhu panel dengan suhu turbo. Pada awalnya, suhu turbo hanya mengalami peningkatan kecil seiring dengan kenaikan suhu panel. Namun, setelah suhu panel mencapai sekitar 30,9°C, suhu turbo mulai meningkat tajam. Kenaikan suhu turbo terus berlanjut dengan stabil hingga mencapai sekitar 65°C ketika suhu panel mencapai 31,38°C. Hal ini menunjukkan adanya hubungan yang jelas

antara suhu panel dengan suhu turbo, di mana suhu turbo meningkat seiring dengan bertambahnya suhu panel.

- Grafik pengaruh suhu ruang terhadap suhu turbo dapat dilihat pada gambar 28.



Gambar 28. Grafik pengaruh suhu ruang terhadap suhu turbo

Gambar 28 menunjukkan hubungan antara suhu ruang dengan suhu turbo. Pada awalnya, suhu turbo hanya mengalami peningkatan kecil seiring dengan kenaikan suhu ruang. Namun, setelah suhu ruang mencapai sekitar 31,6°C suhu turbo mulai meningkat tajam. Kenaikan suhu turbo terus berlanjut dengan stabil hingga mencapai sekitar 65°C ketika suhu ruang mencapai 31,72°C. Hal ini menunjukkan adanya hubungan yang jelas antara suhu ruang dengan suhu turbo, di mana suhu turbo meningkat seiring dengan bertambahnya suhu ruang.

Berdasarkan gambar 15 sampai 28 dapat disimpulkan dari analisis grafik menunjukkan bahwa suhu panel dan suhu ruang memiliki dampak yang signifikan terhadap berbagai parameter yang dihasilkan oleh mesin genset 300 kVA. Berdasarkan Gambar 17 dan 18, peningkatan suhu panel dan suhu ruang secara konsisten menyebabkan tegangan genset meningkat, mencapai hampir 396 volt, meskipun masih dalam rentang yang sesuai dengan standar tegangan 380 V, yakni antara 342 V dan 399 V. Selain itu, Gambar 20 dan 21 memperlihatkan bahwa kenaikan suhu panel dan suhu ruang juga menyebabkan peningkatan arus yang dihasilkan genset, dengan arus meningkat dari sekitar 20 ampere menjadi hampir 27,6 ampere. Hal ini mengindikasikan hubungan langsung antara suhu genset dengan arus yang dihasilkan, meskipun terdapat fluktuasi kecil pada pengukurannya.

Peningkatan suhu panel dan suhu ruang juga memengaruhi suhu mesin, oli, dan turbo genset. Gambar 23 dan 24 menunjukkan bahwa suhu mesin meningkat signifikan seiring dengan kenaikan suhu panel dan suhu ruang, dengan suhu mesin mencapai 43°C saat suhu panel dan suhu ruang mencapai sekitar 31,4°C dan 31,7°C. Demikian pula, Gambar 25 dan 26 menunjukkan peningkatan suhu oli yang signifikan seiring dengan naiknya suhu panel dan suhu ruang, yang menegaskan bahwa kedua faktor ini memiliki pengaruh besar terhadap suhu mesin. Terakhir, Gambar 27 dan 28 memperlihatkan bahwa suhu turbo meningkat seiring dengan naiknya suhu panel dan suhu ruang, mencapai sekitar 65°C saat suhu panel dan suhu ruang mendekati 31,4°C dan 31,7°C. Dengan demikian, suhu panel dan suhu ruang memegang peranan penting dalam mengatur kinerja dan efisiensi genset 300 kVA, yang berpengaruh terhadap tegangan, arus, serta suhu mesin, oli, dan turbo yang dihasilkan.

2. Pembahasan Data Pengaruh Suhu Dalam Box Terhadap Tegangan Input Mikrokontroler

- Grafik pengaruh suhu dalam box terhadap tegangan input mikrokontroler dapat dilihat pada gambar 29.



Gambar 29. Grafik pengaruh suhu dalam box terhadap tegangan input mikrokontroler

Gambar 29 menunjukkan hubungan antara suhu dalam box yang mempengaruhi tegangan yang dihasilkan oleh ESP32. Pada grafik tersebut, tegangan terlihat stabil sekitar 3.3 Volt pada suhu rendah (sekitar 29°C hingga 32°C). Namun, ketika suhu dalam box meningkat, tegangan mulai berkurang secara signifikan setelah mencapai sekitar 35°C. Penurunan tegangan ini berlanjut seiring dengan naiknya suhu, mencapai sekitar 2.1 Volt pada suhu antara 58°C hingga 63°C. Dilihat dari grafik penurunan tegangan mulai menurun secara bertahap dikisaran suhu 31°C, maka ditambahkan fitur kipas otomatis menyala saat suhu berada dikisaran 31°C. Berfungsi untuk menurunkan suhu lebih cepat agar tegangan tetap stabil.

Berdasarkan gambar 29, dapat disimpulkan bahwa suhu dalam box berpengaruh signifikan terhadap kestabilan tegangan ESP32, dimana tegangan stabil pada sekitar 3,3 V pada suhu rendah (29°C–32°C), namun mulai menurun bertahap sejak 31°C dan turun drastis hingga 2,1 V pada suhu 58°C hingga 63°C, sehingga diperlukan penambahan fitur kipas otomatis yang aktif pada suhu sekitar 31°C untuk membantu menurunkan suhu lebih cepat agar tegangan tetap stabil.

KESIMPULAN

Berdasarkan rumusan masalah serta pembahasan mengenai hubungan pengaruh suhu panel dan suhu ruang genset terhadap sensor suhu mesin, suhu oli, suhu turbo, tegangan, dan arus yang dihasilkan oleh genset 300 kVA. Dan pembahasan mengenai hubungan pengaruh suhu dalam box terhadap tegangan input mikrokontroler dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Bahwa desain alat monitoring genset 300 kVA perlu memperhatikan beberapa aspek teknis, seperti integrasi sensor untuk memantau kinerja genset secara real time, serta kemampuan sistem untuk mengirimkan data secara akurat melalui jaringan wifi. Desain ini harus memastikan kemudahan akses data dan akurasi pengukuran. Suhu panel pengujian erornya rata rata 0.1 %, suhu ruangan pengujian erornya rata rata 0.1 %, suhu mesin pengujian erornya rata – rata 0.2 %, suhu oli pengujian erornya rata rata 0.1 %, suhu turbo pengujian erornya rata rata 0.2 %, sensor PZEM-004T pengujian erornya rata – rata 0,1 %.
2. Suhu panel dan suhu ruang terbukti berpengaruh signifikan terhadap kinerja genset 300 kVA. Peningkatan suhu panel dan ruang menyebabkan tegangan genset naik hingga hampir 396 V, namun masih berada dalam standar tegangan 380 V. Arus genset juga meningkat dari sekitar 20 A menjadi 27,6 A seiring naiknya suhu panel dan ruang. Suhu mesin mengalami kenaikan hingga 43°C saat suhu panel dan ruang berada di sekitar 31,4°C dan 31,7°C. Suhu oli juga meningkat signifikan mengikuti kenaikan

suhu panel dan ruang. Selain itu, suhu turbo mencapai sekitar 65°C pada kondisi suhu panel dan ruang yang sama. Dengan demikian, suhu panel dan suhu ruang memiliki peranan penting dalam memengaruhi tegangan, arus, serta suhu mesin, oli, dan turbo pada genset 300 kVA.

3. Suhu dalam box berpengaruh signifikan terhadap kestabilan tegangan ESP32, dimana tegangan stabil pada sekitar 3,3 V pada suhu rendah (29°C–32°C), namun mulai menurun bertahap sejak 31°C dan turun drastis hingga 2,1 V pada suhu 58°C hingga 63°C, sehingga diperlukan penambahan fitur kipas otomatis yang aktif pada suhu sekitar 31°C untuk membantu menurunkan suhu lebih cepat agar tegangan tetap stabil.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang telah dipaparkan di atas, maka diharapkan penelitian ini dapat dilanjutkan dikemudian hari. Untuk itu penulis menyarankan beberapa hal sebagai berikut:

- Keamanan data sangat penting dalam sistem IoT. Disarankan untuk mengintegrasikan enkripsi dan autentikasi yang lebih kuat dalam transmisi data guna mencegah akses tidak sah dan melindungi data genset.
- Menggunakan router wifi yang memiliki sinyal kuat dan jangkauan luas agar data bisa terkirim dengan cepat dan stabil, meskipun jarak antara alat monitoring dan router jauh.
- Memilih sensor yang akurat dan tahan lama agar data yang dihasilkan selalu tepat dan alat bisa berfungsi dengan baik dalam berbagai kondisi genset.
- Menggunakan kipas yang lebih besar agar pendinginan didalam box dapat menurunkan suhu didalam box.

DAFTAR PUSAKA

- A. Asriadi and T. S. Sollu, “RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAYA PADA GENERATOR SINKRON MENGGUNAKAN DATA LOGGER BERBASIS ARDUINO,” *Jurnal Ilmiah Foristik*, vol. 10, no. 1, Mar. 2020, doi: 10.54757/fs.v10i1.54.
- A. Buana Surabaya and S. Novita Dewi, “Design of Genset Monitoring & Recording Equipment with The Concept of Internet of Things (IoT) Based on Arduino Uno,” *Journal of Applied Electrical*, vol. 05, no. 01, 2023.
- A. G. Mohapatra et al., “An Industry 4.0 implementation of a condition monitoring system and IoT-enabled predictive maintenance scheme for diesel generators,” *Alexandria Engineering Journal*, vol. 76, pp. 525–541, Aug. 2023, doi: 10.1016/j.aej.2023.06.026.
- A. Kurniawan, “SEJARAH, CARA KERJA DAN MANFAAT INTERNET OF THINGS,” Jul. 2018.
- A. Ramadhan Oktaviano, M. Khoiril Abidin, M. Rizky, and A. Prakoso, “Sistem Pemanas Air Otomatis Berbasis IOT Menggunakan ESP32 Dengan Sensor DS18B20,” *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Bisnis (SENATIB)*, p. 2025.
- A. Syaifullah and H. Azis, “Indonesian Journal of Networking and Internet of Things (IJONIT) Design and Development of a NodeMCU-Based Lamp Power Control and Monitoring Device Using the PZEM-004T Module,” 2025.
- A. Wagyana, J. Teknik Elektro, P. Negeri Jakarta, J. G. Siwabessy, and K. U. Depok, “Prototipe Modul Praktik untuk Pengembangan Aplikasi Internet of Things (IoT),” *Jurnal Ilmiah Setrum Article In Press*, vol. 8, no. 2, pp. 238–247, 2019.
- B. A. , & S. B. R. Mulyani, “SYSTEM CONTROL DAN MONITORING SUHU PADA SUB DISTRIBUTION PANEL (SDP) BERBASIS IoT MENGGUNAKAN SENSOR DHT22 UNTUK MENGURANGI TERJADINYA OVERHEAT PADA PT.XYZ,” *Jurnal Teknik Elektro*, pp. 67–72, 2022.
- B. Septian, P. Rakesh, and S. Rajiv Dhora, “IoT Based Power Monitoring System for Diesel Generator,” in 2020 5th IEEE International Conference on Recent Advances and

- Innovations in Engineering, ICRAIE 2020 - Proceeding, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Dec. 2020. doi: 10.1109/ICRAIE51050.2020.9358316.
- Badan Standardisasi Nasional, "SNI 04-0227-2003: Tegangan standar. Badan Standardisasi Nasional."
- Buckeye Power Sales, "High ambient temperature effects on an engine/generator system."
- D. Permadi, E. Rosidah Apipah, and E. Z. Oktavian, "RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING PENGAMAN ARUS BOCOR PADA INSTALASI LISTRIK RUMAH TANGGA BERBASIS ARDUINO UNO," Integrative Perspectives of Social and Science Journal, vol. 2, no. 1, p. 2025, 2025.
- J. Kajian and T. Elektro, "RANCANG BANGUN SISTEM PENGAMAN PINTU GUDANG BERBASIS Internet of Things (IoT) DAN SENSOR Fingerprint," Jurnal Kajian Teknik Elektro, vol. 6, no. 2, 2021.
- K. Ardiansah and A. Muhammad Prima, "Design of Monitoring System for Banknote Piggy Bank based on Android," 2025.
- M. Arif and J. Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe, "RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN PINTU RUMAH DENGAN IDENTIFIKASI WAJAH MENGGUNAKAN ESP32CAM BERBASIS IoT," 2024.
- M. Babiuch, P. Foltynek, and P. Smutny, "Using the ESP32 microcontroller for data processing," in Proceedings of the 2019 20th International Carpathian Control Conference, ICCC 2019, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., May 2019. doi: 10.1109/CarpPathianCC.2019.8765944.
- M. Bagus, R. Huda, and W. D. Kurniawan, "ANALISA SISTEM PENGENDALIAN TEMPERATUR MENGGUNAKAN SENSOR DS18B20 BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO," 2022.
- M. F. Pela and R. Pramudita, "SISTEM MONITORING PENGGUNAAN DAYA LISTRIK BERBASIS INTERNET OF THINGS PADA RUMAH DENGAN MENGGUNAKAN APLIKASI BLYNK," Infotech: Journal of Technology Information, vol. 7, no. 1, pp. 47–54, Jun. 2021, doi: 10.37365/jti.v7i1.106.
- N. Nurhalisah, Ahmad Rofiq Hakim, and Wahyuni Eka Sari, "PENERAPAN TEKNOLOGI RFID DALAM IDENTIFIKASI BARANG BERBASIS INTERNET OF THINGS," Jurnal Riset Sistem Informasi, vol. 2, no. 3, pp. 121–125, Jul. 2025, doi: 10.69714/h4vmww36.
- N. Zaini, "Implementasi Internet of Things (IoT) pada Teknologi Pendidikan 5.0: Menghubungkan Peserta Didik dan Lingkungan Pembelajaran," 2024.
- O. N. Rachman, S. Muda1, H. Fajrus Shodiq, and P. A. Darat, "<http://bajangjournal.com/index.php/JCI> DESIGN AND DEVELOPMENT OF A STEALTH UNIC FOR SILENT OPERATION WITH ESP32-BASED AUTONOMOUS CONTROL," 2024. [Online]. Available: <http://bajangjournal.com/index.php/JCI>
- Rivo Restu Ananda Putra, Sri Mulyanto Herlambang, and Henna Nurdiansari, "Rancang Bangun Pengendali Hoist Crane Berbasis Jaringan Menggunakan Aplikasi Android," Ocean Engineering : Jurnal Ilmu Teknik dan Teknologi Maritim, vol. 4, no. 1, pp. 11–27, Mar. 2025, doi: 10.58192/ocean.v4i1.3136.
- S. Anam and G. Ramadhan, "PERAWATAN GENSET 2000 kVA DI GEDUNG APARTEMEN T.P. DENGAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM)," Jurnal ISMETEK, vol. 13, no. 1, Jun. 2022.
- U. Mahanin Tyas, A. Apri Buckhari, P. Studi Pendidikan Teknologi Informasi, and P. Studi Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, "IMPLEMENTASI APLIKASI ARDUINO IDE PADA MATA KULIAH SISTEM DIGITAL," 2023.
- V. A. Ramadhani, B. Katon Saputra, and M. A. Fikri, "Implementasi dan Pengujian Sistem Pemanas Air Otomatis Berbasis ESP32 dan Aplikasi Blynk," Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Bisnis (SENATIB), p. 2025.
- W. Yuniarto, M. Diponegoro, E. Program Studi Teknik Elektro, P. Negeri Pontianak, K. Barat, and K. Kunci, "Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kontrol Energi Listrik pada Beban 3 Fasa Menggunakan ESP32 Berbasis Internet of Things (IoT)," 2023.