

LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

**SISTEM MONITORING *PROTOTYPE* ALAT PENGISIAN
DAYA *GENERATOR TURBINGAS* BUANG**



PUTRA ENGGAR PERMANA

NIT 0921017 03

disusun sebagai salah satu syarat
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA KELISTRIKAN KAPAL
TAHUN 2025

LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

**SISTEM MONITORING *PROTOTYPE* ALAT PENGISIAN
DAYA GENERATOR TURBINGAS BUANG**



PUTRA ENGGAR PERMANA
NIT 0921017 03

disusun sebagai salah satu syarat
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA KELISTRIKAN KAPAL
TAHUN 2025

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Putra Enggar Permana

Nomor Induk Taruna : 09 21 017 1 03

Program Studi : Diploma IV Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal

Menyatakan bahwa Karya Ilmiah Terapan yang saya tulis dengan judul :

SISTEM MONITORING *PROTOTYPE ALAT PENGISIAN DAYA* *GENERATOR TURBINGAS BUANG*

Merupakan karya asli seluruh ide yang ada dalam Karya Ilmiah Terapan tersebut, kecuali tema yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide saya sendiri.

Jika pernyataan diatas terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya

Surabaya, Agustus 2025

Putra Enggar Permana
NIT. 09.21.017.1.0

PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN PROPOSAL TUGAS AKHIR

PERSETUJUAN SEMINAR HASILTUGAS AKHIR

PENGESAHAN PROPOSAL TUGAS AKHIR KARYA ILMIAH TERAPAN

PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR KARYA ILMIAH TERAPAN

ABSTRAK

Putra Enggar Permana, Sistem Monitoring *Prototype Alat Pengisian Daya Generator Turbin Gas Buang*. Dibimbing oleh Bapak Antonius Edy Kristiyono, M.Pd. dan Ibu Dyah.

Peningkatan kesadaran terhadap isu perubahan iklim dan pencemaran lingkungan mendorong industri maritim untuk berinovasi dalam mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Salah satu langkah yang dapat diambil adalah dengan mengoptimalkan emisi gas buang dari mesin kapal guna mendukung inisiatif energi terbarukan dan mencapai tujuan zero waste atau go green. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem monitoring gas buang yang dihasilkan oleh mesin kapal untuk mengisi daya baterai di kapal, sehingga mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan mengoptimalkan efisiensi energi. Dalam penelitian ini, dilakukan kajian mengenai sistem monitoring terhadap teknologi pemanfaatan panas dari gas buang yang dikeluarkan oleh mesin utama kapal, yang selama ini terbuang sia-sia. Sistem yang diusulkan melibatkan generator dan turbin gas untuk mengonversi panas dari gas buang menjadi energi listrik yang digunakan untuk mengisi daya baterai. Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi penggunaan energi kapal, mengurangi konsumsi bahan bakar, serta menurunkan emisi gas rumah kaca yang dihasilkan oleh mesin kapal. Selain itu, integrasi sistem ini diharapkan mampu mendukung transisi menuju penggunaan energi yang lebih bersih dalam operasional kapal. Hasil yang diteliti ini meliputi sistem monitoring pada sensor yang digunakan secara IoT dengan hasil ukur multimeter secara manual, dengan hasil sistem monitoring berkerja sesuai yang diharapkan dengan tingkat kesalahan 0,652% untuk sensor tegangan, sedangkan untuk sensor arus memiliki tingkat kesalahan sebanyak 2.38%.

Kata Kunci : Turbin Gas Buang Kapal, IoT, Sesnor Arus dan Sensor Tegangan

ABSTRACT

Putra Enggar Permana, Prototype Monitoring System for Charging a Turbine Generator Exhaust Gas. Supervised by Mr. Antonius Edy Kristiyono, M.Pd., and Ms. Dyah.

Increasing awareness of climate change and environmental pollution is driving the maritime industry to innovate to reduce its negative impact on the environment. One step that can be taken is optimizing exhaust emissions from ships' main engines to support renewable energy initiatives and achieve zero waste or green goals. This research aims to develop a system that can utilize exhaust gases produced by the main engine to charge the ship's batteries, thereby reducing reliance on fossil fuels and optimizing energy efficiency. This research examines a monitoring system for heat utilization technology from exhaust gases emitted by ship main engines, which is currently wasted. The proposed system involves a generator and a gas turbine to convert heat from exhaust gases into electrical energy used to charge batteries. This system is expected to improve the efficiency of ship energy use, reduce fuel consumption, and reduce greenhouse gas emissions produced by ship engines. Furthermore, the integration of this system is expected to support the transition to cleaner energy use in ship operations. The results of this study include a monitoring system for sensors used in the IoT, using manual multimeter measurements. The monitoring system performed as expected, with an error rate of 0.652% for the voltage sensor and 2.38% for the current sensor.

Keywords: *Ship Exhaust Gas Turbine, IoT, Current Sensor, and Voltage Sensor*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan karunia dan rahmat-Nya, sehingga saya, Putra Enggar Permana dapat menyusun penulisan KIT ini dengan judul “SISTEM MONITORING PROTOTYPE ALAT PENGISIAN DAYA GENERATOR TURBIN GAS BUANG”. KIT ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat melaksanakan proyek laut Program Diploma IV Politeknik Pelayaran Surabaya.

Penelitian ini menggunakan metode penelitian prototipe yang ditekankan pada analisis obyek penelitian untuk mendapatkan validitas data dan membuat kesimpulan mengenai kelebihan dan kekurangan karya demi tercapainya tujuan penelitian. Pada kesempatan ini disampaikan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan, antara lain kepada :

1. Bapak Moejiono, M.T M.Mar.E selaku Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya, yang telah memberi inspirasi untuk saya terus belajar.
2. Bapak Dirhamsyah, S.E., M.Pd. selaku kepala program studi jurusan Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal, yang penuh kesabaran membimbing saya dalam menyelesaikan karya ini.
3. Bapak Antonius Edy Kristiyono, M.Pd selaku dosen pembimbing I dan Ibu Dyah Ratnaningsih, S.S., M.Pd. selaku dosen pembimbing II, yang dengan penuh ketekunan dan kesabaran rela membimbing saya dalam penulisan karya ini.
4. Bapak / Ibu dosen Politeknik Pelayaran Surabaya, khususnya lingkungan program studi Diploma IV Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal yang telah memberikan bekal ilmu sehingga saya dapat menyusun karya ini.
5. Bapak Tuwin dan Ibu Leni Kumalawati selaku orang tua, yang selalu menjadi semangat dalam penulisan karya ini.

Surabaya, Agustus 2025

Penulis

Putra Enggar Permana

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PERSETUJUAN SEMINAR KARYA ILMIAH TERAPAN	iii
PENGESAHAN SEMINAR HASIL SKRIPSI.....	vi
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT.....</i>	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	2
C. Tujuan Penelitian	3
D. Batasan Masalah	3
E. Manfaat Penelitian	4
1. Manfaat Teoritis	4
2. Manfaat Praktis	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. <i>Review Penelitian Sebelumnya</i>	5
B. Landasan Teori	7
1. Compressor Udara.....	7

2. Turbin Gas.....	8
3. Generator 220 Volt DC	8
4. Relay	9
5. LCD.....	10
6. Sensor INA219.....	10
7. Keypad	11
8. Arduino Uno	12
9. Kodular.....	12
10. ESP32.....	13
11. Google Spreadsheet.....	14
BAB III METODE PENELITIAN	15
A. Perancangan Sistem	15
1. <i>Hardware</i> :.....	15
2. <i>Software</i>	16
B. Model Perancangan Alat	16
1. Diagram Rancangan.....	16
2. Diagram Blok Sistem	17
3. Desain Fisik (Prototype)	17
4. Perancangan Software.....	17
C. Rencana Pengujian Uji Coba Produk	18
D. Perencanaan Penilaian Alat	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	22
A. Pengujian Statis.....	22
B. Penguji Dinamis	27

C. Analisis Data	28
BAB V PENUTUP	33
A. Kesimpulan	33
B. Saran.....	34
DAFTAR PUSTAKA.....	36
LAMPIRAN	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Compressor Udara	7
Gambar 2. 2 Turbin Gas	8
Gambar 2. 3 Motor Generator 220v DC	8
Gambar 2. 4 Relay.....	9
Gambar 2. 5 LCD.....	10
Gambar 2. 6 Sensor Tegangan ZMPT101B.....	10
Gambar 2. 7 Keypad.....	11
Gambar 2. 8 Arduino Uno	12
Gambar 2. 9 LCD	13
Gambar 2. 10 ESP32	13
Gambar 2. 11 Google Spreadsheet.....	14
Gambar 3. 1 Diagram Rancangan.....	16
Gambar 4. 1 Pengujian ESP32	23
Gambar 4. 2 Pengujian LCD	24
Gambar 4. 3 Pengujian Sensor Arus dengan <i>Multimeter</i>	24
Gambar 4. 4 Pengujian Sensor Tegangan dengan <i>Multimeter</i>	25
Gambar 4. 5 Pengujian Relay.....	25
Gambar 4. 6 Panel Sistem Secara Keseluruhan	26
Gambar 4. 7 Software Monitoring Melalui <i>Smarthphone</i> dan <i>Speedsheet</i>	26

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Review Penelitian Sebelumnya	5
Tabel 4. 1 Pengujian Daya Yang Masuk Ke Baterai Hari ke-1	31
Tabel 4. 2 Pengujian Daya Yang Masuk Ke Baterai Hari ke-2	33
Tabel 4. 3 Pengujian Daya Yang Masuk Ke Baterai Hari ke-3	34
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Melalui Monitoring Google Speedsheet	27
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Menggunakan Multimeter	28
Tabel 4. 6 Perbandingan Pengukuran Volt <i>Battery</i> Menggunakan <i>Multimeter</i>	29
Tabel 4. 7 Perbandingan Pengukuran Ampere <i>Battery</i> Menggunakan <i>Multimeter</i>	30

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Peningkatan efisiensi energi dalam sistem pembangkit listrik guna mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil semakin menjadi fokus utama di berbagai sektor industri. Salah satu inovasi yang menarik perhatian adalah pemanfaatan gas buang turbin untuk menghasilkan energi tambahan, melalui generator turbin gas buang. Proses ini dapat meningkatkan efisiensi penggunaan energi, dan mendukung keberlanjutan lingkungan.

Namun, penggunaan sistem ini tidak lepas dari tantangan dalam pengelolaan daya yang dihasilkan, terutama dalam proses pengisian daya atau charging yang dilakukan oleh alat pengisian daya. Alat ini harus mampu mengelola berbagai kondisi operasional dengan presisi agar dapat berfungsi secara optimal. Salah satu cara untuk memastikan efektivitas dan efisiensi alat ini adalah dengan mengembangkan sistem monitoring yang dapat mendeteksi dan menilai kelebihan serta kekurangan dalam kinerja alat pengisian daya agar dapat dipastikan bekerja secara optimal sesuai dengan tujuan.

Sistem Monitoring Prototype Alat Pengisian Daya Generator Turbin Gas Buang sangat penting, karena dapat memberikan informasi mengenai berbagai kondisi alat baik ketika berjalan dengan normal maupun tidak normal. Dengan memantau berbagai parameter, seperti kapasitas pengisian daya, tegangan, dan arus yang masuk, sistem ini dapat mendeteksi potensi masalah yang dapat memengaruhi kinerja alat. Misalnya, kelebihan daya yang dapat menyebabkan

kerusakan pada sistem atau kekurangan daya yang dapat mengurangi efisiensi proses pengisian.

Selain itu, prototipe alat pengisian daya yang digunakan dalam sistem ini perlu diuji dan divalidasi melalui pemantauan yang akurat, untuk memastikan bahwa alat tersebut dapat diandalkan dalam berbagai kondisi operasional. Oleh karena itu, sistem monitoring akan efektif dalam mendekripsi permasalahan.

Dengan adanya proyek penelitian **“SISTEM MONITORING PROTOTYPE ALAT PENGISIAN DAYA GENERATOR TURBIN GAS BUANG”** ini, diharapkan agar dapat tercipta solusi yang lebih efisien dalam pengelolaan daya, meningkatkan kinerja alat pengisian daya, dan mendukung pengoperasian generator turbin gas buang dengan lebih optimal. Hal ini tidak hanya bermanfaat bagi dunia industri, tetapi juga mendukung upaya global dalam pengoptimalan energi dan pengurangan ketergantungan pada bahan bakar fosil.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan Uraian latar belakang diatas, maka terdapat beberapa rumusan masalah dalam penelitian ini yang nantinya digunakan penulis sebagai bahan acuan, yaitu:

1. Bagaimana penyusunan Sistem Monitoring *Prototype Alat Pengisian Daya Generator Turbin Gas Buang*?
2. Apa saja parameter yang perlu dipantau dalam Sistem Monitoring *Prototype Alat Pengisian Daya Generator Turbin Gas Buang* untuk memastikan kinerja alat pengisian daya berfungsi dengan optimal?

3. Bagaimana Sistem Monitoring *Prototype* Alat Pengisian Daya *Generator Turbin Gas Buang* dalam mengidentifikasi dan menganalisis potensi masalah yang dapat terjadi?

C. Tujuan Penelitian

Dengan adanya rumusan masalah di atas, maka di harapkan adanya tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Untuk Mengetahui Penyusunan Sistem Monitoring Kelebihan dan Kekurangan pada *Prototype* Alat Pengisian Daya *Generator Turbin Gas Buang*.
2. Untuk mengetahui parameter dari Sistem Monitoring Kelebihan dan Kekurangan pada *Prototype* Alat Pengisian Daya *Generator Turbin Gas Buang*.
3. Untuk mengtahui bagaimana Sistem Monitoring *Prototype* Alat Pengisian Daya *Generator Turbin Gas Buang* mengidentifikasi dan menganalisis potensi masalah yang dapat terjadi.

D. Batasan Masalah

Berdasarkan aturan yang tertulis untuk penulisan Karya Ilmiah Terapan dan rumusan masalah yang di dapat, maka di adakannya lah Batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya akan berfokus pada pengembangan dan evaluasi prototipe alat pengisian daya yang terhubung dengan sistem generator turbin gas buang, bukan pada sistem generator turbin gas buang secara

keseluruhan.

2. Parameter yang dipantau terbatas pada tegangan, dan arus sebagai indikator utama kinerja alat.
3. Penelitian ini hanya akan membahas sistem monitoring pengisian daya, serta dampaknya terhadap kinerja alat dan system

E. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Dengan memonitor kelebihan dan kekurangan dalam proses pengisian daya, sistem ini dapat membantu mengidentifikasi apakah prototipe ini bekerja pada kapasitas optimal atau tidak. Sehingga dapat meningkatkan efisiensi energi dan tentunya hal ini memungkinkan penyesuaian lebih lanjut dalam operasional untuk memastikan energi yang dihasilkan dapat dimanfaatkan secara maksimal dan meningkatkan efisiensi keseluruhan.

2. Manfaat Praktis

Sistem monitoring memungkinkan pemantauan kondisi beban secara langsung dan dalam waktu nyata. Jika terjadi kelebihan atau kekurangan daya, sistem dapat memberikan peringatan atau otomatis melakukan penyesuaian untuk mencegah kerusakan pada generator atau turbin. Ini memastikan kinerja sistem tetap stabil dan terhindar dari kegagalan operasional.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. *Review Penelitian Sebelumnya*

Review penelitian adalah kegiatan membandingkan dan meninjau penelitian yang relevan terdahulu dengan topik penelitian penulis agar menghindari pengulangan dalam suatu penelitian. Adapun penelitian sebelumnya yang relevan dengan topik penelitian penulis di antaranya:

Tabel 2. 1 *Review Penelitian Sebelumnya*

No	Judul Jurnal	Penulis	Metode Penelitian	Kesimpulan
1.	Rancang Bangun Sistem Monitoring Arus, Tegangan, Kecepatan Putar Turbin dan Suhu Berbasis IoT Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap Mini Skala Laboratorium, Journal of Science and Technology	Muhammad Ibrahim Alfitroh, Humaidilah Kurniadi Wardana (2023)	Metode penelitian yang digunakan dalam jurnal ini adalah pengujian sistem monitoring dengan membandingkan prototipe yang dibuat dengan alat ukur standar untuk mengetahui persentase kesalahan pengukuran. Pembacaan data dilakukan menggunakan beberapa sensor, yaitu termokopel tipe K dan MAX6675 untuk suhu uap, sensor Lm393 untuk putaran turbin, sensor tegangan DC untuk tegangan, dan sensor ACS712 untuk arus.	Sistem monitoring berbasis IoT untuk Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) mini skala laboratorium telah berhasil dikembangkan untuk memantau arus, tegangan, kecepatan putar turbin, dan suhu. Sistem ini memanfaatkan Arduino Uno, ESP 01, serta berbagai sensor seperti termokopel tipe K dan MAX6675 untuk suhu, Lm393 untuk putaran turbin, sensor tegangan DC, dan ACS712 untuk arus, dengan data yang ditampilkan secara real-time melalui aplikasi Blynk. Pengujian menunjukkan akurasi yang tinggi dengan persentase kesalahan rata-rata yang sangat rendah
2.	Pemanfaatan Gas Buang Turbin Gas Siklus Terbuka Dengan Sistem	Tua Harolt Hutapea, Jaka Windarta (2022)	Metode penelitian yang digunakan dalam jurnal ini adalah studi pustaka. Penelitian ini melibatkan kajian	Penggunaan sistem ORC (Organic Rankine Cycle) dan ORegen pada PLTG dapat meningkatkan efisiensi

No	Judul Jurnal	Penulis	Metode Penelitian	Kesimpulan
	Organic Rankine Cycle, Jurnal Energi Baru & Terbarukan		<p>terhadap sumber-sumber penelitian yang relevan untuk:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menganalisis efisiensi termal sistem ORegen pada berbagai tipe Turbin Gas buatan General Electric (GE) dan perbandingannya dengan sistem lain. 2. Mengetahui kinerja, kelebihan, dan kekurangan fluida kerja, khususnya siklo pentana. 	<p>energi dengan memanfaatkan gas buang turbin gas untuk menghasilkan daya tambahan. Pemilihan fluida kerja yang tepat sangat penting untuk mengoptimalkan kinerja sistem, mengurangi ketidakefisiensian termodinamika, dan menghasilkan daya yang lebih tinggi dengan biaya yang lebih rendah. Selain itu, peningkatan suhu sumber panas, seperti gas buang, akan meningkatkan kinerja sistem secara signifikan, namun suhu inlet yang moderat sering kali lebih optimal untuk efisiensi.</p> <p>Sistem ORC dan ORegen fleksibel, dapat diterapkan pada berbagai jenis PLTG dengan suhu gas buang rendah hingga tinggi, dan mampu beroperasi pada beban rendah serta suhu luar yang sangat rendah. Teknologi ini memerlukan sedikit pengawasan operasional, hanya memerlukan pemeriksaan rutin secara berkala. Dengan kemampuan untuk beroperasi dalam berbagai kondisi dan meningkatkan efisiensi operasional, ORC dan ORegen menjadi solusi yang efektif dan praktis untuk meningkatkan kinerja pembangkit listrik tenaga gas.</p>
3.	Sistem Monitoring Keluaran Pada	Hilmi Fauzi, Yulianto, Supriatna	Metode penelitian ini mencakup perancangan sistem monitoring PLTMh berbasis IoT, berdasarkan pada teknologi Internet of Things (IoT) yang memungkinkan pengumpulan dan analisis data secara real-time.	Sistem monitoring PLTMh berbasis IoT ini efektif menyediakan

No	Judul Jurnal	Penulis	Metode Penelitian	Kesimpulan
	Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Berbasis IOT (Internet Of Things), JURNAL ELKOLIND, VOL.07, NO. 1	Adhisuwignjo (2020)	meliputi diagram blok sistem untuk alur data sensor ke NodeMCU dan tampilan web/aplikasi Android, desain mekanik untuk struktur fisik, perencanaan elektronik untuk sensor (tegangan, arus, kecepatan) dan mikrokontroler, serta perencanaan perangkat lunak menggunakan MIT App Inventor, Firebase, dan Arduino IDE.	pemantauan real-time jarak jauh untuk tegangan, arus, dan kecepatan generator dengan akurasi 95%, meskipun ada sedikit jeda tampilan data akibat koneksi internet.

B. Landasan Teori

Landasan Teori pada sistem monitoring kecepatan turbin dan tegangan keluaran generator mengacu pada prinsip dasar pengukuran dan kontrol sistem kelistrikan serta prinsip kerja sensor yang digunakan dalam sistem tersebut. Pada landasan teori ini peneliti akan menjelaskan tentang teori yang relevan dengan topik penelitian Sistem Monitoring Kelebihan dan Kekurangan *Prototype Alat Pengisian Daya Generator Turbin Gas Buang* sebagai berikut:

1. Compressor Udara



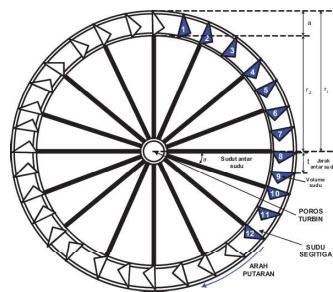
Gambar 2. 1 Compressor Udara

Sumber : TokoPedia,(2021)

Kompresor udara merupakan suatu alat pengkonversi energi untuk menghasilkan tekanan udara yang dapat di transfer. Menurut Cengel &

Boles (2019) dalam Thermodynamics: An Engineering Approach, Kompresor adalah perangkat yang meningkatkan tekanan fluida (udara) melalui proses kompresi. Energi mekanik diubah menjadi energi potensial fluida bertekanan. Kompresor sering digunakan untuk menyediakan udara bertekanan sebagai sumber energi untuk menggerakkan turbin.

2. Turbin Gas



Gambar 2. 2 Turbin Gas
Sumber :lie,(2014)

Turbin Gas juga merupakan poros dari konversi energi. Menurut Horlock (2002) dalam Combined Power Plants, Turbin gas buang banyak digunakan dalam sistem waste-to-energy. Energi yang dihasilkan turbin dapat langsung dikonversi menjadi listrik menggunakan generator sinkron sehingga dapat memutar rotor yang terdapat pada generator.

3. Generator 220 Volt DC



Gambar 2. 3 Motor Generator 220v DC
Sumber: yodatech, (2024)

Generator merupakan suatu alat konversi energi dari energi kinetik menjadi energi listrik. Menurut Hughes (2008) dalam Electric Motors and

Drives, Penggunaan generator DC untuk mengisi baterai sangat efisien jika regulator tegangan dan sistem kontrol arus bekerja dengan baik. Sistem pengisian baterai pada generator DC melibatkan pengendalian tegangan dan arus untuk memastikan baterai terisi dengan aman tanpa melebihi batasan kapasitasnya. Dalam sistem ini, output 220 Volt DC akan digunakan untuk mengisi baterai yang membutuhkan tegangan serupa, sementara charge controller memantau kondisi pengisian.

Pada penelitian ini Generator akan menjadi aspek yang sangat penting sebagai alat utama produksi listrik yang akan di gunakan sebagai acuan bahan penelitian. Tentunya ini akan menjadi hal yang sangat krusial pada saat proses monitoring dionlakukan.

4. Relay



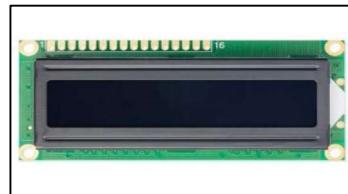
Gambar 2. 4 Relay

Sumber : [\(2024\)](https://circuitlistadrienne.z13.web.core.windows.net/arduino-and-Relay-module.html)

Relay adalah komponen elektromagnetik yang berfungsi sebagai saklar otomatis untuk mengendalikan aliran listrik menggunakan sinyal kontrol, seperti dari ESP32. Relay bekerja dengan medan magnet yang dihasilkan kumparan, memungkinkan ESP32 menghubungkan atau memutuskan sirkuit daya secara aman. Relay ini efektif untuk mengontrol perangkat berdaya tinggi, memisahkan sirkuit kontrol bertegangan rendah

dari sirkuit daya, sehingga melindungi mikrokontroler dari lonjakan arus atau tegangan.

5. LCD



Gambar 2. 5 LCD

Sumber : <https://soldered.com/product/lcd-display-16x2-blue-black/>,(2024)

LCD merupakan singkatan dari Liquid Crystal Display yang berfungsi yaitu komponen elektronika yang mampu menampilkan angka, huruf, kata, simbol sehingga dapat dilihat secara visual menjadikan tampilan LCD lebih rapi, lebih bagus untuk dilihat dan juga serbaguna dibandingkan dengan penampilan LED seven segment pada umumnya.

6. Sensor INA219



Gambar 2. 6 Sensor INA219

Sumber: <https://en.hwlibre.com/measure-voltage,-current-and-power-with-the-ina219-sensor/>,(2023)

Sensor INA219 adalah alat untuk mengukur arus, tegangan, dan daya DC. Cara kerjanya dengan membaca selisih tegangan pada resistor kecil (shunt) untuk menghitung arus. Sensor ini terhubung ke mikrokontroler seperti Arduino melalui komunikasi I2C. INA219 mampu membaca

tegangan hingga 26V dan arus sampai 3,2A. Sensor ini banyak digunakan pada sistem monitoring baterai, panel surya, dan proyek IoT karena akurat dan mudah digunakan.

7. Keypad



Gambar 2. 7 Keypad

Sumber : https://m.media-amazon.com/images/I/71Tht-aj-aL._SL1500_.jpg, (2023)

Keypad adalah perangkat input berupa kumpulan tombol yang biasa digunakan untuk memasukkan data ke mikrokontroler, salah satunya ESP32. Jenis Keypad yang umum digunakan adalah Keypad matriks, seperti 4x4 atau 4x3, yang terdiri dari baris dan kolom. Saat tombol ditekan, salah satu baris dan kolom akan saling terhubung, dan sistem akan mendeteksi kombinasi tersebut untuk mengetahui tombol mana yang ditekan. ESP32, sebagai mikrokontroler yang memiliki banyak pin GPIO dan fitur canggih seperti Wi-Fi dan Bluetooth, dapat dengan mudah dihubungkan dengan Keypad menggunakan pustaka seperti Keypad.h. Melalui teknik pemindaian (scanning), ESP32 dapat membaca input tombol secara efisien. Penggunaan Keypad pada ESP32 banyak diterapkan dalam sistem kontrol seperti kunci pintu digital, antarmuka pengguna, dan sistem input data karena bersifat sederhana, hemat pin, dan mudah diprogram.

8. Arduino Uno



Gambar 2. 8 Arduino Uno

Sumber : Dokumen Penelitian

Arduino Uno adalah papan mikrokontroler open-source yang digunakan untuk merancang dan mengembangkan berbagai proyek elektronik. Menurut Kumar et al. (2020) dalam Embedded Systems for Smart Energy Monitoring, Arduino Uno berfungsi sebagai pusat pengolahan data dalam sistem monitoring, di mana data dari sensor seperti tegangan (ZMPT101B) dan arus (ACS712) diproses untuk memberikan informasi real-time.

Fungsi utama arduino uno di antaranya adalah, membaca data analog dari sensor melalui ADC (10-bit resolusi), mengolah data untuk mendeteksi kondisi tegangan/arah abnormal, mengirimkan data ke tampilan (LCD/LED) atau perangkat lain melalui protokol komunikasi (I2C, UART, atau SPI).

9. Kodular

Kodular adalah platform berbasis visual (tanpa coding) untuk membuat aplikasi Android. Cocok digunakan untuk membuat aplikasi IoT (Internet of Things), termasuk aplikasi monitoring listrik. Di aplikasi ini kita

dapat melakukan pemantauan secara realtime dan juga database nya juga bisa di hubungkan dan di simpan melalui google spreadsheet.



Gambar 2. 9 LCD
Sumber: Dokumen Pribadi,(2025)

10. ESP32



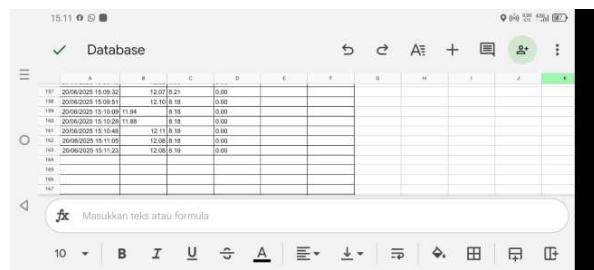
Gambar 2. 10 ESP32
Sumber : susercontent,(2023)

Mikrokontroler ESP32 adalah mikrokontroler System on Chip (SoC) yang memiliki Wi-Fi dan Bluetooth Low Energy (BLE) terintegrasi. Mikrokontroler ini dibuat oleh Espressif Systems dan merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Menurut Kumar et al. (2020) dalam *Embedded Systems for Smart Energy Monitoring*, dalam sistem pengisian daya generator turbin gas buang dapat di lakukan pemantauan Real-Time, ESP32 menerima data dari sensor (tegangan, arus) dan memprosesnya untuk

mendeteksi kondisi abnormal.

Selain itu ESP 32 juga dapat melakukan pengiriman Data Jarak Jauh, dengan koneksi Wi-Fi, ESP32 dapat mengirim data monitoring ke cloud atau perangkat lain seperti smartphone dan komputer. Notifikasi dan Kontrol ESP32 juga dapat digunakan untuk mengirim notifikasi (misalnya, jika arus terlalu tinggi) atau menerima perintah kontrol dari pengguna jarak jauh.

11. Google Spreadsheet



A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
157	2020/02/28 15:09:31	12.07	0.21						
158	2020/02/28 15:10:01	12.31	0.00						
159	2020/02/28 15:10:09	11.94	0.18						
160	2020/02/28 15:10:20	11.88	0.18						
161	2020/02/28 15:11:00	12.01	0.00						
162	2020/02/28 15:11:05	12.00	0.18						
163	2020/02/28 15:11:23	12.00	0.19						
164									
165									
166									
167									

Gambar 2. 11 Google Spreadsheet

Sumber: Dokumen Pribadi, (2025)

Google Spreadsheet, atau Google Sheets, adalah aplikasi spreadsheet berbasis web yang dikembangkan oleh Google. Ini memungkinkan pengguna untuk membuat, mengedit, dan memformat spreadsheet, serta bekerja bersama orang lain secara real-time. Mirip dengan Microsoft Excel, Google Sheets menawarkan berbagai fitur untuk mengolah data, melakukan perhitungan, dan membuat visualisasi.

BAB III

METODE PENELITIAN

Metode penelitian adalah cara atau proses yang digunakan untuk mengumpulkan dan mengolah data dalam rangka menyelesaikan masalah penelitian. Metode ini dirancang untuk menghasilkan prototipe yang dapat diuji efektivitasnya dalam menghasilkan daya listrik dari turbin gas buang, sekaligus memastikan sistem monitoring dan pengisian daya bekerja secara optimal.

Menurut Kothari (2004) dalam *Research Methodology: Methods and Techniques*, metode eksperimen prototype dipilih ketika penelitian membutuhkan pengujian hubungan sebab-akibat dan pengukuran langsung terhadap objek yang dirancang. Selain itu, Prototype merupakan suatu cara dalam pengembangan sistem yang menggunakan pendekatan untuk membuat sesuatu program dengan cepat dan bertahap sehingga segera dapat dievaluasi oleh pemakai.

A. Perancangan Sistem

Pada perancangan system ini, tentunya penulis akan membahas mengenai komponen apa saja yang di gunakan dalam sistem monitoring alat guna mencapai hasil yang maksimal dalam pemantauan. Komponen akan di sebutkan sebagai berikut:

1. *Hardware*:
 - a. Turbin Gas Buang: Mengubah energi gas buang menjadi energi mekanik.
 - b. Generator DC (220V): Menghasilkan listrik dari putaran turbin.
 - c. Sensor INA 219: Mendeteksi arus dan tegangan keluar dari generator

- d. Baterai: Menyimpan energi listrik hasil pengisian.
- e. Arduino Uno: Untuk memproses data sensor.
- f. ESP32: Untuk monitoring hasil kerja sensor.
- g. LCD 16x2: Menampilkan data tegangan, arus, dan status pengisian daya.
- h. Kabel, Resistor, dan Komponen Pendukung: Untuk koneksi rangkaian.

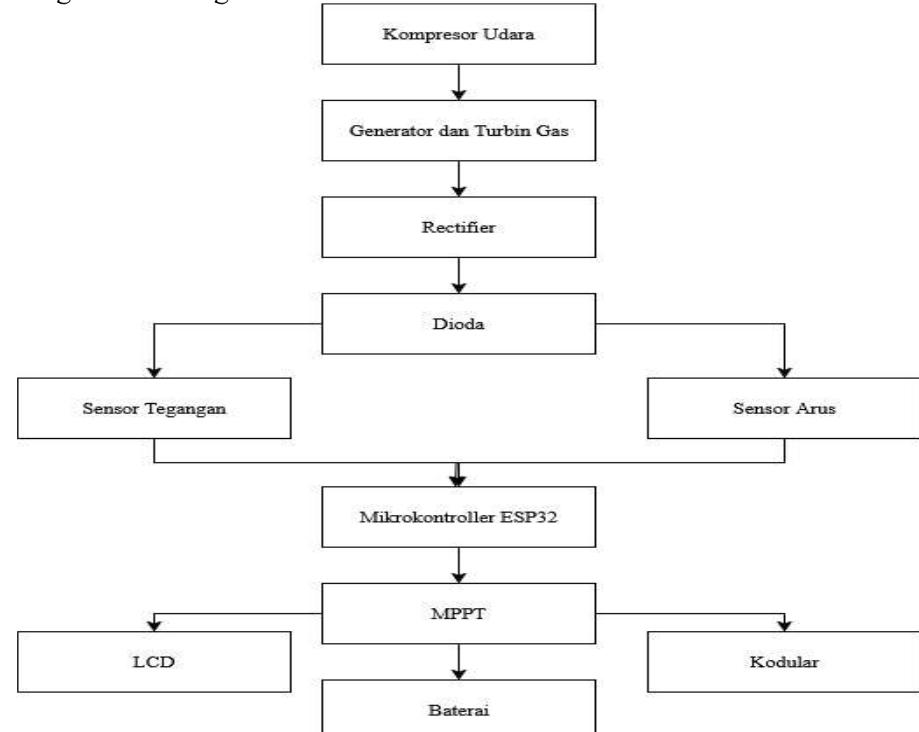
2. Software

- a. Arduino Uno
- b. Kodular

Kombinasi hardware dan software ini memastikan sistem dapat memantau tegangan, arus, dan efisiensi pengisian daya dengan optimal.

B. Model Perancangan Alat

1. Diagram Rancangan



Gambar 3. 1 Diagram Rancangan

Sumber: Dokumen Penelitian

2. Diagram Blok Sistem

- a. Input Energi: Gas buang → Turbin.
- b. Konversi Energi:
 - 1) Turbin memutar generator DC → Menghasilkan listrik.
 - 2) Rectifier dan diode menyuarahkan tegangan
- c. Monitoring:
 - 1) Sensor INA 219 membaca tegangan dan arus
 - 2) Mikrokontroler memproses data dan menampilkan di LCD atau melalui ESP32.
 - 3) Kodular sebagai database penyimpanan yang diolah dengan mikrokontroller dan disimpan google spreadsheet
- d. Output:
 - i. Pengisian daya baterai.
 - ii. Monitoring parameter secara real-time.

3. Desain Fisik (Prototype)

- a. Turbin dan Generator: Diletakkan pada jalur gas buang.
- b. Box Pengatur:

Berisi dioda, relay, sensor, mikrokontroler, dan LCD.
- c. Antarmuka Monitoring:

LCD terpasang pada panel alat.

Opsional: ESP32 untuk koneksi ke smartphone/cloud.

4. Perancangan Software

- a. Arduino IDE untuk memprogram:
 - 1) Membaca data sensor (tegangan dan arus).

- 2) Menghitung daya ($P = V \times I$).
- 3) Mengontrol tampilan pada LCD/ESP32.

b. Kodular

- 1) Monitoring dan kontrol IoT perangkat.
- 2) Mengeluarkan data real time serta control jarak jauh
- 3) Untuk pemrograman IoT serta antar muka aplikasi
- 4) Input Data Base ke google spreadsheet

C. Rencana Pengujian Uji Coba Produk

1. Waktu dan tempat pengujian

Penelitian dilakukan oleh peneliti pada semester VIII untuk membuat sebuah proyek dan mengumpulkan data penelitian. Lokasi penelitian dengan judul “SISTEM MONITORING ALAT PENGISIAN DAYA GENERATOR TURBIN GAS BUANG” akan dilakukan di Politeknik Pelayaran Surabaya.

2. Pengujian Alat

Untuk mendapatkan data penelitian, pengujian alat dilakukan dengan dua pengujian yaitu:

a. Uji Statis

Pengujian dilakukan dengan menguji setiap komponen alat berdasarkan karakteristik dan fungsi mereka masing-masing. Tujuannya adalah untuk menentukan apakah setiap komponen alat dapat beroperasi secara optimal dan memenuhi fungsinya dengan baik. Hasil pengujian kemudian dicatat dalam sebuah tabel.

b. Uji Dinamis

Uji dinamis bertujuan untuk mensimulasikan kondisi nyata saat sistem bekerja dengan media pengganti gas buang. Karena dalam lingkungan laboratorium tidak tersedia aliran gas buang dari main engine, maka digunakan kompresor angin sebagai simulasi pengganti. Kompresor menghasilkan aliran udara bertekanan tinggi yang diarahkan langsung ke bilah turbin gas. Aliran udara ini diharapkan dapat meniru karakteristik aliran gas buang dari mesin diesel kapal, terutama dalam aspek tekanan dan kecepatan udara yang dibutuhkan untuk memutar turbin.

Dalam proses ini, turbin akan menghasilkan energi mekanik yang disalurkan ke motor DC 220V untuk dikonversi menjadi energi listrik. Listrik yang dihasilkan selanjutnya digunakan untuk mengisi daya ke baterai VRLA. Seluruh proses dipantau oleh Mikrokontroler ESP32 yang juga berfungsi sebagai pengontrol pemutusan pengisian daya saat baterai mencapai batas tegangan maksimum.

Pengujian akan dilakukan dengan cara melakukan percobaan pemutaran turbin menggunakan kompresor udara, lalu dilakukan monitoring tegangan dan arus melalui google spreadsheet dan hasilnya dibandingkan dengan multimeter sebanyak 15 kali pengujian. Kemudian akan dilakukan pengujian sebanyak sepuluh kali dengan skenario tekanan udara berbeda yang disesuaikan dengan daya dorong yang dibutuhkan untuk memutar turbin. Hasil dari pengujian tersebut dicatat dalam tabel berikut:

Tabel 3.1 Pengujian Alat

No	Tekanan Gas Buang (Psi)	Intensitas (mA)	Voltage (mV)	Power (Watt)
1	10			
2	10			
3	10			
4	10			
5	10			
6	10			
7	10			
8	10			
9	10			
10	10			
11	11			
12	11			
13	11			
14	11			
15	11			
16	11			
17	11			
18	11			
19	11			
20	11			
21	12			
22	12			
23	12			
24	12			
25	12			
26	12			
27	12			
28	12			
29	12			
30	12			
31	13			
32	13			
33	13			
34	13			
35	13			
36	13			
37	13			
38	13			
39	13			
40	13			
41	14			
42	14			
43	14			
44	14			

No	Tekanan Gas Buang (Psi)	Intensitas (mA)	Voltage (mV)	Power (Watt)
45	14			
46	14			
47	14			
48	14			
49	14			
50	14			

D. Perencanaan Penilaian Alat

Tahap perencanaan penilaian alat dilakukan untuk mengevaluasi kinerja dan efektivitas sistem monitoring arus dan tegangan pada generator. Penilaian ini mencakup beberapa aspek yang dirangkum dalam lembar penilaian ahli. Hasil ini kemudian diinterpretasikan agar mudah dimengerti dan dapat ditentukan kelayakan produk yang dibuat. Jika tingkat kelayakan alat masih rendah, itu dapat digunakan sebagai panduan perbaikan. Kemudian, produk akan dievaluasi lagi untuk memastikan layak digunakan.