

***PROTOTYPE SISTEM MONITORING FUEL LEVEL BERBASIS
IoT PADA DAILY TANK GENERATOR SET BANDARA
JENDERAL AHMAD YANI SEMARANG***

TUGAS AKHIR

Oleh:

FADLY FEBRIANSYAH

NIT. 56192110008



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA BANDAR
UDARA PROGRAM SARJANA TERAPAN
POLITEKNIK PENERBANGAN PALEMBANG
JULI 2025**

***PROTOTYPE SISTEM MONITORING FUEL LEVEL BERBASIS
IoT PADA DAILY TANK GENERATOR SET BANDARA
JENDERAL AHMAD YANI SEMARANG***

TUGAS AKHIR

Karya Tulis Sebagai salah satu syarat lulus pendidikan
Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara
Program Sarjana Terapan

Oleh:

FADLY FEBRIANSYAH

NIT. 56192110008



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA BANDAR
UDARA PROGRAM SARJANA TERAPAN
POLITEKNIK PENERBANGAN PALEMBANG**

JULI 2025

ABSTRAK

PROTOTYPE SISTEM MONITORING FUEL LEVEL BERBASIS IoT PADA DAILY TANK GENERATOR SET BANDARA JENDERAL AHMAD YANI SEMARANG

Oleh:

FADLY FEBRIANSYAH

NIT.56192110008

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA BANDAR UDARA
PROGRAM SARJANA TERAPAN**

Pemantauan level bahan bakar genset secara manual seringkali menimbulkan ketidak efektifan operasional dan risiko gangguan akibat ketidakakuratan data. Penelitian ini bertujuan mengembangkan *prototype* sistem pemantauan level bahan bakar genset berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk memastikan akurasi data secara *realtime* dan memudahkan monitoring dari jarak jauh. Penelitian ini mengembangkan *prototype* pemantauan level bahan bakar genset berbasis IoT menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE. Tahap *Analysis* mengidentifikasi kebutuhan pengguna dan spesifikasi teknis melalui observasi lapangan, diikuti *Design* arsitektur IoT, pemilihan sensor ultrasonik non-invasif, dan perancangan antarmuka web. Pada *Development*, dilakukan perakitan *prototype* (ESP32, sensor, modul WiFi), pemrograman algoritma kalibrasi, serta pengembangan aplikasi dengan notifikasi *push*. *Prototype* diuji pada tahap *Implementation* melalui simulasi skenario operasional genset, sementara *Evaluation* mengukur kinerja sistem berdasarkan akurasi sensor (error <2%), kecepatan transmisi data (<5 detik), dan keandalan notifikasi level kritis. Hasil menunjukkan sistem mampu memantau bahan bakar secara *realtime* dengan akurasi tinggi dan mengirim peringatan via aplikasi, menjawab tantangan efisiensi operasional dan mitigasi *downtime*. Pengembangan *prototype* ini diharapkan dapat mengurangi risiko *downtime* genset serta mengoptimalkan biaya operasional melalui perencanaan pengisian bahan bakar yang tepat. Penelitian ini juga memberikan kontribusi praktis dalam penerapan teknologi IoT untuk manajemen infrastruktur kritis, khususnya di sektor energi dan telekomunikasi.

Kata Kunci: *Generator set, Fuel Tank, Monitoring Fuel Level, Prototype.*

ABSTRACT

***PROTOTYPE FUEL LEVEL MONITORING SYSTEM BASED
IoT ON DAILY TANK GENERATOR SET AIRPORT
JENDERAL AHMAD YANI SEMARANG***

By:

FADLY FEBRIANSYAH

NIT.56192110008

***AIRPORT ENGINEERING TECHNOLOGY STUDY PROGRAM
APPLIED BACHELOR'S PROGRAM***

Manual monitoring of generator fuel levels often leads to operational inefficiencies and the risk of disruptions due to data inaccuracies. This study aims to develop a prototype Internet of Things (IoT)-based generator fuel level monitoring system to ensure realtime data accuracy and facilitate remote monitoring. This study developed an IoT-based generator fuel level monitoring prototype using the Research and Development (R&D) method with the ADDIE model. The Analysis phase identified user needs and technical specifications through field observations, followed by the design of the IoT architecture, selection of non-invasive ultrasonic sensors, and web interface design. During the Development phase, the prototype (ESP32, sensors, WiFi module) was assembled, calibration algorithms were programmed, and an application with push notifications was developed. The prototype was tested during the Implementation phase through operational scenario simulations of the generator, while the Evaluation phase measured system performance based on sensor accuracy (error <2%), data transmission speed (<5 seconds), and the reliability of critical level notifications. The results show that the system can monitor fuel in realtime with high accuracy and send alerts via the app, addressing the challenges of operational efficiency and downtime mitigation. The development of this prototype is expected to reduce the risk of generator downtime and optimize operational costs through proper fuel replenishment planning. This research also provides practical contributions to the application of IoT technology for critical infrastructure management, particularly in the energy and telecommunications sectors.

Keywords: *Generator, Fuel Tank, Fuel Level Monitoring, Prototype.*

PENGAHAN PEMBIMBING

Tugas Akhir “*PROTOTYPE SISTEM MONITORING FUEL LEVEL BERBASIS IoT PADA DAILY TANK GENERATOR SET BANDARA JENDERAL AHMAD YANI SEMARANG*” telah diperiksa dan disetujui untuk diuji sebagai salah satu syarat lulus pendidikan Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan Angkatan ke-2, Politeknik Penerbangan Palembang.



Nama : FADLY FEBRIANSYAH

NIT : 56192110008

PEMBIMBING I

Dr. SUNARDI, S.T., M.Pd., M.T.
Penata Tk.1 (III/d)
NIP. 19720217 199501 1 001

PEMBIMBING II

SUTIYO, S.Sos., M.Si.
Pembina (IV/a)
NIP. 19681011 199112 1 001

KETUA PROGRAM STUDI

Ir. M. INDRA MARTADINATA, S.ST., M.Si.
Pembina (IV/a)
NIP. 19810306 200212 1 001

PENGESAHAN PENGUJI

Tugas Akhir “*PROTOTYPE SISTEM MONITORING FUEL LEVEL BERBASIS IoT PADA DAILY TANK GENERATOR SET BANDARA JENDERAL AHMAD YANI SEMARANG*” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Tugas Akhir Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan. Tugas Akhir ini telah dinyatakan LULUS Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan pada tanggal 15 Juli 2025.

KETUA



Ir. M. INDRA MARTADINATA, S.ST., M.Si.

Pembina (IV/a)

NIP. 19810306 200212 1 001

SEKRETARIS

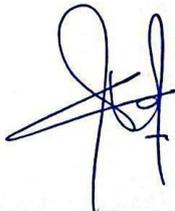


Dr. SUNARDI, S.T., M.Pd., M.T

Penata Tk.1 (III/d)

NIP. 19720217 199501 1 001

ANGGOTA



THURSINA ANDAYANI, M.Sc.

Penata Muda Tk.1 (III/b)

NIP. 19860703 202203 2 002

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fadly Febriansyah

NIT : 56192110008

Program Studi : Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan

Menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul “*PROTOTYPE SISTEM MONITORING FUEL LEVEL BERBASIS IoT PADA DILY TANK GENERATOR SET BANDARA JENDERAL AHMAD YANI SEMARANG*” merupakan hasil pemikiran saya sendiri dan bebas dari unsur plagiarisme. Pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanggung jawab akademik. Jika di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian atau ketidakbenaran dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima konsekuensi akademik berupa pencabutan gelar yang telah dikeluarkan oleh Politeknik Penerbangan Palembang.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak mana pun.

Palembang, 15 Juli 2025

Yang Membuat Pernyataan



Fadly Febriansyah
NIT. 56192110008

PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR

Karya akhir program sarjana terapan yang belum dipublikasikan tercatat dan dapat diakses di Perpustakaan Politeknik Penerbangan Palembang, terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta tetap pada penulis sesuai aturan HaKI yang berlaku di Politeknik Penerbangan Palembang. Pengambilan catatan referensi diperbolehkan, namun pengutipan atau peringkasan memerlukan izin penulis dan wajib mencantumkan sumber sesuai kaidah ilmiah.

Sitasi penelitian Tugas Akhir ini dalam Bahasa Indonesia dapat ditulis sebagai berikut:

Febriansyah, F. (2025): *PROTOTYPE SISTEM MONITORING FUEL LEVEL BERBASIS IoT PADA DAILY TANK GENERATOR SET BANDARA JENDERAL AHMAD YANI SEMARANG*, Tugas Akhir Program Diploma IV, Politeknik Penerbangan Palembang.

Penerbitan sebagian maupun seluruh isi Tugas Akhir memerlukan persetujuan dari Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Bandara, Politeknik Penerbangan Palembang.

*Dipersembahkan kepada kedua orang tua tercinta
Ayahanda Darmansyah dan Ibunda Jumaida serta
Keluarga Besar Tercinta*

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, sumber segala rahmat dan hidayah, penulis memanjatkan puji syukur yang tak terhingga atas limpahan karunia-Nya. Berkat petunjuk dan pertolongan-Nya, Tugas Akhir yang berjudul "*PROTOTYPE SISTEM MONITORING FUEL LEVEL BERBASIS IOT PADA DILY TANK GENERATOR SET BANDARA JENDERAL AHMAD YANI SEMARANG*" dapat terselesaikan dengan lancar dan tepat waktu, tanpa hambatan berarti yang menghalangi.

Dalam menjalani proses penulisan Tugas Akhir ini, penulis sungguh memahami keterbatasan dan kelemahan yang dimiliki, yang tanpa adanya dukungan dari berbagai pihak, sulit untuk mencapai titik ini. Bantuan moral, material, serta bimbingan yang penuh kesabaran dari mereka telah menjadi fondasi yang kuat, menopang penulis di setiap tahap, mulai dari pengumpulan data hingga penulisan laporan. Dengan penuh kerendahan hati dan rasa syukur yang mendalam, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan limpahan berkah dan rahmatnya serta selalu memberikan perlindungan kepada hamba-Nya.
2. Kepada kedua orang tua yang selalu memberikan nasihat, doa, dan dukungan moral maupun materil untuk kelancaran pendidikan penulis.
3. Bapak Dr. Capt. Ahmad Hariri, S.T., S.Si.T., M.Si., selaku Direktur Politeknik Penerbangan Palembang
4. Bapak Ir. M. Indra Martadinata, S.ST., M.Si., selaku Ketua Program Studi D IV Teknologi Rekayasa Bandar Udara.
5. Bapak Dr. Sunardi, S.T., M.Pd., M.T. selaku Dosen Pembimbing I
6. Bapak Sutiyo., S.Sos., M.Si. selaku Dosen Pembimbing II
7. Seluruh Dosen, Instruktur, Staff dan Civitas Akademika Politeknik Penerbangan Palembang
8. Seluruh Staff dan Personil tim maintenance unit *Airport Electrical*, *Airport Mechanical* dan *Airport Facilities* Bandara Jenderal Ahmad Yani tempat penulis melaksanakan *On The Job Training*

9. Semua rekan - rekan seperjuangan TRBU 2, dan Adik – adik Angkatan 3,4,5 Politeknik Penerbangan Palembang.

10. Seluruh pihak yang tidak dapat ditulis satu persatu

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih memiliki banyak kekurangan, karena karya ini merupakan bagian dari proses belajar yang terus berkembang, bukan hasil akhir yang bebas dari kesalahan. Penulis mengakui keterbatasan dalam pengetahuan, sehingga masih banyak aspek yang perlu diperbaiki. Meski tidak sempurna, penulis berharap tugas akhir ini tetap bermanfaat bagi diri sendiri maupun pembaca.

Untuk menghasilkan karya berkualitas, penulis sangat membutuhkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari dosen, pembaca, serta rekan sejawat. Semua masukan yang membangun akan menjadi kunci untuk memperbaiki kekurangan, menggali potensi pengembangan, dan menyempurnakan tugas akhir ini.

Palembang, 15 Juli 2025

FADLY FEBRIANSYAH
NIT. 56192110008

DAFTAR ISI

ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
PENGSAHAN PEMBIMBING	iv
PENGESAHAN PENGUJI	v
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	vi
PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR.....	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG.....	xvi
BAB I Pendahuluan.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Tujuan Penulisan	3
E. Manfaat Penelitian.....	3
F. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II Tinjauan Pustaka	6
A. Landasan Teori	6
B. Kajian Penelitian Yang Relevan.....	14
BAB III Metodologi Penelitian	17
A. Metode Penelitian.....	17
B. Teknik Pengujian.....	21
C. Konsep Desain Rancangan <i>Prototype</i>	22
D. Tempat dan Waktu Penelitian	24
BAB IV Hasil dan Pembahasan	25
A. Hasil Penelitian.....	25
B. Proses Pembuatan <i>Prototype</i>	32
C. Analisis Data.....	38
D. Hasil Uji Coba <i>Prototype</i>	43

BAB V Simpulan dan Saran.....	44
A. Simpulan.....	44
B. Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA.....	45
LAMPIRAN	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Datasheet ESP 32.....	47
Lampiran B. Datasheet Sensor Ultrasonic.....	49
Lampiran C. Datasheet LCD I2C	50
Lampiran D. Dokumentasi Kegiatan Observasi Penulis	51
Lampiran E. Dokumentasi Kegiatan Validasi Ahli Materi & Ahli Media	52
Lampiran F. Dokumentasi Kegiatan Wawancara Pihak Bandara.....	53
Lampiran G. Lembar Angket Kegiatan Validasi Ahli Materi.....	54
Lampiran H. Lembar Angket Kegiatan Validasi Ahli Media	56
Lampiran I. Transkrip Wawancara I.....	58
Lampiran J. Transkrip Wawancara II.....	59
Lampiran K. Lembar Cek Plagiasi	60
Lampiran L. Lembar Bimbingan Dosen Pembimbing I	61
Lampiran M. Lembar Bimbingan Dosen Pembimbing II	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Generator Set Bandara Jenderal Ahmad Yani	6
Gambar II. 2 Monthly Tank Generator Set	7
Gambar II. 3 Daily Tank Generator Set	8
Gambar II. 4 Sensor Ultrasonic	10
Gambar II. 5 LCD I2C	10
Gambar II. 6 Mikrokontroler ESP 32.....	11
Gambar II. 7 Internet of Things (IoT)	11
Gambar II. 8 Light Emitting Diodes (LED).....	12
Gambar II. 9 Resistor	12
Gambar II. 10 Web Fuel Level.....	13
Gambar II. 11 PDF	13
Gambar III. 1 Flow Chart Model EDDIE.....	17
Gambar III. 2 Desain Prototype.....	19
Gambar III. 3 Blog Diagram Prototype.....	22
Gambar III. 4 Proses Kerja Prototype	23
Gambar IV. 1 Daily Tank Genset Bandara Jenderal Ahmad Yani.....	26
Gambar IV. 2 Desain Prototype	27
Gambar IV. 3 Flow Chart Fuel Level.....	28
Gambar IV. 4 Wiring Diagram Prototype	28
Gambar IV. 5 Gambar Halaman Login	30
Gambar IV. 6 Gambar Halaman Monitoring Fuel Tank	30
Gambar IV. 7 Gambar Halaman Download Data Fuel Tank	30
Gambar IV. 8 Desain Ukuran Prototype Daily Tank	32
Gambar IV. 9 Proses Pembuatan Code Pemrograman	34
Gambar IV. 10 Proses Perakitan Komponen.....	34
Gambar IV. 11 Uji Coba Sensor Ultrasonic.....	36
Gambar IV. 12 Kalibrasi Tangki.....	36
Gambar IV. 13 Proses Pembuatan Krangka Prototype.....	37
Gambar IV. 14 Tampilan Akhir Prototype terintegrasi dengan Web.....	37
Gambar IV. 15 Prototype Sistem Monitoring Fuel Level	38
Gambar IV. 16 Daily Tank Genset Bandara Jenderal Ahmad Yani.....	39

DAFTAR TABEL

Tabel III. 1 Waktu Penelitian	24
Tabel IV. 1 Hasil Uji Coba Sensor.....	35
Tabel IV. 2 Kegiatan Observasi	40

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

SINGKATAN	Nama	kalimat pertama pada halaman
IATA	<i>International Air Transport Association</i>	1
ICAO	<i>International Civil Aviation Organization</i>	1
PLN	Perusahaan Listrik Negara	1
GENSET	<i>Generator Set</i>	1
BAS	<i>Building Automation System</i>	2
SCADA	<i>Supervisory Control and Data Acquisition</i>	2
IoT	<i>Internet of Things</i>	3
LCD	<i>Liquid Crystal Display</i>	12
I2C	<i>Inter-Integrated Circuit</i>	12
SDA	<i>Serial Data Line</i>	12
SCL	<i>Serial Clock Line</i>	12
mA	miliAmpere	12
SoC	Sistem on Chip	13
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i>	14
LED	<i>Light Emitting Diodes</i>	14
PLTD	Pembangkit Listrik Tenaga Diesel	15
PC	<i>Personal Computer</i>	16
R&D	<i>Research and Development</i>	17
ADDIE	<i>Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation</i>	18
SDM	Sumber Daya Manusia	44
LAMBANG		
Π	Phi	11
V	Volume	11
R	Jari-Jari	11
T	Tinggi	11

BAB I

Pendahuluan

A. Latar Belakang

Bandar udara adalah kawasan di daratan atau perairan dengan batas-batas tertentu yang digunakan sebagai tempat pesawat udara mendarat dan lepas landas, naik turun penumpang, bongkar muat barang, dan tempat perpindahan intra dan antarmoda transportasi, yang dilengkapi dengan fasilitas penunjang lainnya (Ellitan, 2009). Berdasarkan Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara yaitu untuk menunjang kelancaran, keamanan dan ketertiban arus lalu lintas pesawat udara, cargo atau pos, keselamatan penerbangan, tempat perpindahan intra antar moda serta mendorong perekonomian baik daerah maupun secara nasional. Tatanan kebandarudaraan nasional yang mengatur penyelenggaraan Bandar Udara sesuai dengan fungsi, penggunaan, klasifikasi, status, penyelenggaraan dan kegiatan Bandar Udara. Untuk mendukung keamanan dan keselamatan penerbangan, pengoperasian peralatan operasional di bandar udara memerlukan pasokan listrik yang stabil dan andal. Oleh karena itu suatu Bandar Udara suatu harus menyediakan pasokan energi listrik yang mencukupi. Oleh karena itu Bandara Jenderal Ahmad Yani Semarang harus memiliki ketersediaan pasokan energi listrik yang stabil dan dapat diandalkan untuk mengoperasikan seluruh peralatan yang ada di bandara guna menunjang kegiatan penerbangan yang aman dan nyaman bagi para pengguna moda transportasi udara (Purba & Hidayat, 2022). Bandara yang terletak di Provinsi Jawa Tengah, Kecamatan Semarang Barat merupakan bandara terapung pertama di Indonesia bahkan di dunia. Seluruh bangunan di bandara ini dibangun diatas rawa – rawa yang dikelilingi oleh tambak. Saat ini Bandara Jenderal Ahmad Yani dioperasikan oleh *Injourney Airports*, Memiliki kode IATA: SRG, ICAO: WAHS. Untuk memenuhi pasokan listrik Bandara Jenderal Ahmad Yani memiliki beberapa genset untuk *back up* apabila terjadi pemadaman listrik dari PLN. Genset yang ada diantaranya: 4 Unit genset berkapasitas 2000 Kva yang digunakan untuk mendukung *Airfield Lighting System, Main Power House, Terminal, Chiller*, dan area gedung *substation*. Satu unit genset dengan kapasitas 1000 kVA direncanakan untuk mendukung *Airfield Lighting System*. Dengan kapasitas 10.000 liter *Daily Tank* dan

50.000 liter *Monthly Tank*, Genset dengan kapasitas 160 kVA, 60 kVA, 10 kVA, dan 2500 W merupakan genset *mobile*.

Mengutip dari Antaranews.com, pada 2012 Genset di Bandara Kalimantan pernah mengalami kekurangan bahan bakar hal ini dapat berpotensi terhentinya kegiatan operasional di Bandara Kalimantan hal ini disampaikan langsung oleh Ibu Sri Murani Ariningsih, S.Pd., M.A selaku Kepala Bandara Kalimantan. Pada 2010, Bandara Internasional Soekarno-Hatta mengalami penumpukan penumpang akibat pemadaman listrik singkat, menyebabkan proses check-in dan pemeriksaan dilakukan secara manual. Namun, genset segera mengambil alih beban listrik sehingga gangguan tidak berlangsung lama, hal itu disampaikan langsung oleh Bapak Andang Santoso selaku PR Manager PT Angkasa Pura, kepada detikcom.

Untuk memastikan ketersediaan pasokan listrik dari genset saat terjadi pemadaman listrik PLN, hal yang paling penting adalah memastikan kondisi genset, terutama ketersediaan bahan bakar. Untuk menjaga ketersediaan bahan bakar ini, diperlukan sistem pemantauan bahan bakar yang berjalan secara *realtime*. Sistem ini akan membantu dalam memberi informasi terkait sisa bahan bakar di tangki, sehingga tindakan pencegahan dapat segera diambil untuk menghindari kehabisan bahan bakar yang dapat mengganggu operasional penerbangan. Dengan demikian apabila PLN mengalami gangguan keandalan pasokan listrik dari genset dapat terjaga dengan baik, memastikan kelancaran operasional bandara dan keselamatan penerbangan. Dalam acara diskusi *Flight Safety: Human Factor in Aviation* dr Herman Muljadi menyampaikan bahwa 90% penyebab kecelakaan penerbangan adalah *human error* 50% disebabkan oleh operator dan 40% dari penerbangan itu sendiri. 10% sisanya disebabkan oleh gangguan teknis dan lingkungan. Sistem pemantauan bahan bakar berbasis IoT menjadi solusi untuk mengatasi risiko tersebut. Dengan sistem ini memungkinkan pemantauan level bahan bakar secara *realtime*, mengurangi risiko *human error*, dan memastikan respon cepat terhadap potensi kekurangan bahan bakar. Data ditampilkan melalui website dan laporan PDF, mempermudah teknisi untuk melakukan monitoring, baik di lokasi maupun jarak jauh. Bandara Jenderal Ahmad Yani telah menggunakan teknologi canggih seperti *Building Automation System (BAS)* untuk *Flood Light* di Apron dan *Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA)*

untuk unit kelistrikan. Penambahan sistem monitoring fuel level berbasis IoT akan melengkapi infrastruktur ini untuk meningkatkan keandalan pasokan listrik, dan meningkatkan keselamatan penerbangan dengan mencegah gangguan operasional akibat kehabisan bahan bakar.

B. Rumusan Masalah

Bagaimana cara merancang sistem monitoring bahan bakar pada *daily tank generator set* berbasis IoT yang mampu menyediakan data secara *realtime* untuk meningkatkan efisiensi operasional dan meminimalisir risiko kesalahan data dalam manajemen bahan bakar di Bandara Jenderal Ahmad Yani Semarang?

C. Batasan Masalah

Untuk menjaga relevansi dengan judul, Tugas Akhir ini difokuskan pada perancangan *prototype* sistem monitoring *fuel level* berbasis IoT untuk *daily tank Generator Set* di Bandara Jenderal Ahmad Yani Semarang.

D. Tujuan Penulisan

Penelitian ini bertujuan untuk merancang *prototype* sistem monitoring bahan bakar pada *daily tank generator set* berbasis IoT di Bandara Jenderal Ahmad Yani Semarang. Untuk menyediakan data *realtime* bahan bakar, memastikan pasokan listrik saat terjadi pemadaman PLN, mengganti pemantauan manual dengan sistem otomasi, mengurangi risiko kesalahan data manajemen bahan bakar, mencegah gangguan operasional penerbangan, serta mendukung kelancaran dan keselamatan penerbangan melalui pemantauan bahan bakar yang akurat dan tepat waktu.

E. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan yang berharga serta memperkaya wawasan dan pengetahuan dalam pengembangan teknologi otomatisasi, sekaligus mendukung kemajuan teknologi dan penyempurnaan alat ini di masa mendatang. Data yang diperoleh dari pemantauan suhu dapat dimanfaatkan untuk penelitian ilmiah dan pengembangan teknologi lebih lanjut. Analisis data tersebut juga memungkinkan pemahaman yang lebih mendalam tentang dinamika perubahan lingkungan serta dampaknya terhadap berbagai sistem,

sehingga dapat mendorong inovasi yang lebih terarah dan berkelanjutan dalam pengelolaan teknologi berbasis data.

2. Manfaat Praktis

Penelitian ini memiliki manfaat sebagai berikut:

- a. *Prototype* ini memungkinkan teknisi memantau bahan bakar secara *realtime*, mendeteksi perubahan dengan cepat dan akurat, sehingga teknisi dapat secepat mungkin mengambil tindakan untuk mencegah kehabisan bahan bakar pada *daily tank*
- b. *Prototype* ini memungkinkan teknisi untuk memantau kondisi bahan bakar secara *realtime* dari jarak jauh, tanpa perlu berada di lokasi. Hal ini sangat berguna dalam lingkungan operasional yang mengharuskan pemantauan berkelanjutan, untuk mencegah potensi gangguan akibat kekurangan pasokan bahan bakar.
- c. Dengan otomatisasi pengumpulan data berbasis IoT, Sistem ini secara efektif meminimalkan kesalahan akibat *human factor*, meningkatkan efisiensi, ketepatan, dan kecepatan dalam pengelolaan data bahan bakar.

F. Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

- A. Latar Belakang
- B. Rumusan Masalah
- C. Batasan Masalah
- D. Tujuan Penulisan
- E. Manfaat Penelitian
- F. Sistematika Penulisan

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

- A. Landasan Teori
- B. Kajian Penelitian yang Relevan

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

- A. Metode Penelitian
- B. Teknik Pengujian
- C. Konsep Desain Rancangan *Prototype*
- D. Tempat dan Waktu Penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

- A. Hasil Penelitian
- B. Proses Pembuatan *Prototype*
- C. Analisis Data
- D. Hasil Uji Coba *Prototype*

BAB V PENUTUP

- A. Kesimpulan
- B. Saran

BAB II

Tinjauan Pustaka

A. Landasan Teori

Berdasarkan SKEP/157/IX/2003 Pasal 1, penyelenggara bandara wajib memelihara fasilitas elektronika dan listrik sesuai standar, dan dapat berkolaborasi dengan Balai Elektronika Direktorat Jenderal Perhubungan untuk menjamin operasional fasilitas serta mendukung standar keselamatan penerbangan. Demi menjaga keandalan dan kinerja fasilitas, mendukung kelancaran dan keamanan operasional di bandara. Oleh karena itu, pemantauan dan perawatan rutin di setiap area, termasuk area penyimpanan bahan bakar genset, sangat penting. Khususnya, pemantauan genset dan volume bahan bakar harus efektif dan efisien. Sistem yang digunakan harus mampu memberikan informasi *realtime*, peringatan dini, mengurangi risiko *downtime*, dan memastikan genset selalu siap beroperasi. Dengan demikian, keandalan fasilitas penerbangan dapat terjaga, mendukung kelancaran dan keamanan operasional di bandar udara.

1. *Generator set*

Generator set merupakan perangkat yang berfungsi sebagai sumber listrik cadangan sementara saat pasokan dari PLN terganggu. Cara kerjanya adalah dengan memutar generator yang mengubah gerakan menjadi energi listrik melalui magnet dan kumparan yang ada di dalamnya. Genset memiliki peran yang sangat krusial dalam menjaga kelancaran sistem operasional, khususnya untuk mendukung berjalannya aktivitas di bandara. Salah satu kunci agar genset dapat berfungsi dengan baik adalah tersedianya pasokan bahan bakar yang cukup (Yudha dkk., 2023).



Gambar II. 1 *Generator Set* Bandara Jenderal Ahmad Yani
(Sumber: Dokumentasi Divisi Listrik Bandara Jenderal Ahmad Yani 2024)

Pada prinsipnya genset bekerja berdasarkan hukum Faraday, Gaya gerak listrik induksi terbentuk pada kawat apabila sepotong kawat menghantarkan listrik dalam medan magnet yang berubah. Selain itu, gaya gerak listrik induksi juga terbentuk pada kawat konduktif jika sepotong kawat tersebut digerakkan dalam medan magnet. Keistimewaan umum dari semua generator ac adalah medan magnet putar yang diatur dengan lilitan stator. konsep ini dapat diilustrasikan pada motor satu fase dengan mempertimbangkan tiga kumparan yang diletakkan bergeser 120° listrik satu sama lain (Muji, 2019).

2. *Fuel Tank*

Fuel Tank adalah suatu wadah yang dirancang khusus untuk menyimpan bahan bakar dengan berbagai kapasitas yang dapat disesuaikan sesuai kebutuhan. Ukuran kapasitas tangki ini biasanya disesuaikan dengan ukuran genset yang digunakan, baik yang besar maupun yang kecil. Tangki genset yang lebih besar biasanya digunakan untuk genset dengan kapasitas daya yang lebih tinggi, yang sering digunakan di fasilitas industri atau komersial yang memerlukan pasokan listrik yang besar dan berkelanjutan. Selain itu, tangki bahan bakar genset juga dirancang dengan berbagai fitur keamanan untuk mencegah kebocoran dan kontaminasi bahan bakar, serta dilengkapi dengan sistem pengukur untuk memantau tingkat bahan bakar secara *realtime*. Dengan demikian, tangki genset memastikan bahwa genset selalu siap digunakan kapan saja, sehingga operasional dan aktivitas yang bergantung pada genset dapat berjalan dengan lancar dan tanpa gangguan (Mangaraja dkk., 2015).



Gambar II. 2 *Monthly Tank Generator Set*

(Sumber: Dokumentasi Divisi Listrik Bandara Jenderal Ahmad Yani 2024)

Bandara Jenderal Ahmad Yani memiliki 2 unit *Monthly Tank* yang memiliki kapasitas masing-masing sebesar 25.000 liter. Tangki ini memiliki kapasitas penyimpanan bahan bakar dalam jumlah yang besar untuk kebutuhan genset dalam periode yang panjang. Tangki ini juga yang menyuplai *Daily Tank* yang berada didalam Gedung *Power House*.



Gambar II. 3 *Daily Tank Generator Set*

(Sumber: Dokumentasi Divisi Listrik Bandara Jenderal Ahmad Yani 2024)

Sama halnya *Monthly Tank* Bandara Jenderal Ahmad Yani Semarang memiliki 2 unit *Daily Tank* dengan kapasitas masing-masing sebesar 5.000 liter, yang digunakan untuk 4 unit genset. Oleh karena itu, *Daily Tank* yang digunakan setiap saat harus mampu menjamin operasional genset dalam kondisi genting seperti pemadaman listrik berkepanjangan. Kesiapan operasional ini bergantung sepenuhnya pada satu faktor utama: volume bahan bakar yang mencukupi di dalam tangki tersebut. Tanpa adanya pemantauan yang akurat dan berkelanjutan, status kesiapan ini menjadi tidak terukur dan berisiko. Maka dari itu, untuk meminimalisir risiko ini menjadi kepastian, diperlukan sebuah inovasi berupa alat monitoring volume bahan bakar yang dapat memberikan data akurat secara *realtime* dan meningkatkan kesiapsiagaan sistem secara signifikan.

Salah satu metode yang paling umum digunakan untuk memantau kapasitas bahan bakar genset adalah dengan memanfaatkan batang selang pada tangki genset. Selain itu, metode ini juga melibatkan penggunaan indikator pada tangki dengan menambahkan sensor ketinggian bahan bakar ke dalam tangki genset.

Dengan memanfaatkan indikator ketinggian bahan bakar yang dapat dibaca secara otomatis pada sub panel genset, pelaksanaan pemantauan atau monitoring tangki ini bertujuan untuk memudahkan operator dan teknisi dalam melihat kondisi bahan bakar yang tersedia. Dengan demikian, operator dan teknisi dapat dengan cepat dan akurat mengetahui kapan bahan bakar perlu diisi ulang atau diperiksa, sehingga meminimalkan risiko kehabisan bahan bakar yang dapat mengganggu operasional genset (Simamora dkk., 2021).

3. Monitoring *Fuel Level*

Penelitian yang dilakukan oleh (Megawaty & Putra, 2020) menyimpulkan bahwa monitoring adalah proses pemantauan yang sistematis melalui pengumpulan, analisis, dan evaluasi informasi dari suatu kegiatan yang bertujuan untuk mengevaluasi, mengidentifikasi serta mengambil tindakan korektif terhadap kesalahan yang terjadi untuk memastikan pencapaian tujuan yang telah ditentukan.

4. *Prototype*

Prototype adalah model awal yang digunakan untuk menguji dan mengembangkan konsep sebelum produksi skala penuh. Dengan membuat *prototype*, pengembang dapat mengidentifikasi masalah potensial (Yusuf dkk., 2022). Pada Penelitian ini, sistem monitoring yang digunakan pada *prototype* terdiri dari beberapa komponen diantara lainnya:

a. Sensor *Ultrasonic*

Sensor *Ultrasonic* adalah alat elektronika yang kemampuannya bisa mengubah dari energi listrik menjadi energi mekanik dalam bentuk gelombang suara ultrasonic. Sensor HC-SR04 merupakan salah satu sensor ultrasonic yang sering digunakan untuk memantau jarak benda (objek) dengan sensor. Sensor ini terdiri dari rangkaian pemancar ultrasonic yang dinamakan transmitter dan penerima ultrasonic yang disebut *receiver*.



Gambar II. 4 Sensor *Ultrasonic*

(Sumber: www.arduinoindonesia.id)

Jarak yang bisa ditangani berkisar antara 2 cm hingga 400 cm, dengan tingkat presisi sebesar 0,3 cm. sudut deteksi yang bisa ditangani tidak lebih dari 15°. Arus yang dibutuhkan tidak lebih dari 2mA dan tegangan yang dibutuhkan sebesar +5V. Jumlah pin adalah 4 (Purwanto, H., 2020).

b. LCD I2C

LCD I2C adalah jenis layar kristal cair (LCD) yang menggunakan antarmuka I2C (*Inter-Integrated Circuit*) untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler seperti ESP32 atau ESP8266. Antarmuka I2C memungkinkan komunikasi dua arah menggunakan hanya dua pin, yaitu SDA (*Serial Data*) dan SCL (*Serial Clock*), yang membuatnya lebih efisien dalam penggunaan pin dibandingkan dengan LCD paralel.



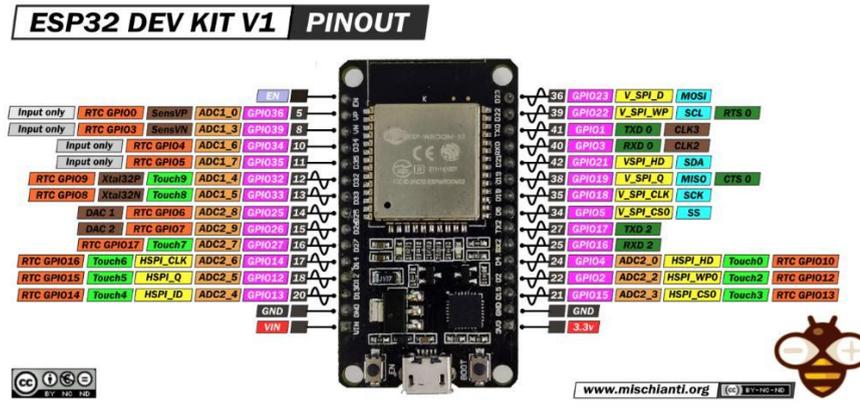
Gambar II. 5 LCD I2C

(Sumber: www.arduinoindonesia.id)

LCD I2C sering digunakan dalam proyek-proyek elektronika karena kemudahannya dalam integrasi dan penggunaan, serta kemampuannya untuk menampilkan teks dan data secara *realtime* dengan konsumsi daya yang rendah (Yusuf dkk., 2022).

c. Mikrokontroler ESP32

ESP32 adalah seri mikrokontroler sistem-on-chip (SoC) yang berbiaya rendah dan berdaya rendah, yang diproduksi oleh Espressif Systems. Mikrokontroler ini dilengkapi dengan Wi-Fi dan Bluetooth dual-mode, serta menggunakan prosesor Xtensa LX6 dual-core atau single-core dari Tensilica.



Gambar II. 6 Mikrokontroler ESP 32

(Sumber: www.espressif.com)

ESP32 dirancang untuk berbagai aplikasi *Internet of Things* (IoT) dan menawarkan berbagai fitur tambahan dan keunggulan dibandingkan pendahulunya, ESP8266 (Ardiliansyah & Puspitasari, 2021).

d. *Internet of Things* (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan teknologi canggih yang bertujuan untuk memperluas dan meningkatkan manfaat dari konektivitas internet yang terus-menerus. Teknologi ini menghubungkan berbagai benda di sekitar kita untuk memudahkan dan meningkatkan efisiensi aktivitas sehari-hari, sehingga sangat bermanfaat dalam berbagai pekerjaan manusia



Gambar II. 7 *Internet of Things* (IoT)

(Sumber: Dokumentasi Poltekbang Palembang 2025)

Signifikansi IoT semakin terlihat dengan semakin luasnya penerapannya dalam berbagai aspek kehidupan saat ini. Berdasarkan metode identifikasi RFID (*Radio Frequency Identification*), istilah IoT termasuk dalam metode komunikasi, meskipun IoT juga dapat mencakup teknologi sensor lainnya, teknologi nirkabel, atau kode QR (Selay dkk., 2022).

e. *Light Emitting Diodes (LED)*

Light Emitting Diodes (LED) adalah semi konduktor yang memancarkan cahaya monokromatik saat dialiri arus listrik. Sebagai semikonduktor, bahan ini dapat berfungsi sebagai konduktor dan isolator. Lampu LED menghasilkan cahaya melalui pergerakan elektron dalam materialnya (Sabila dkk., 2024).

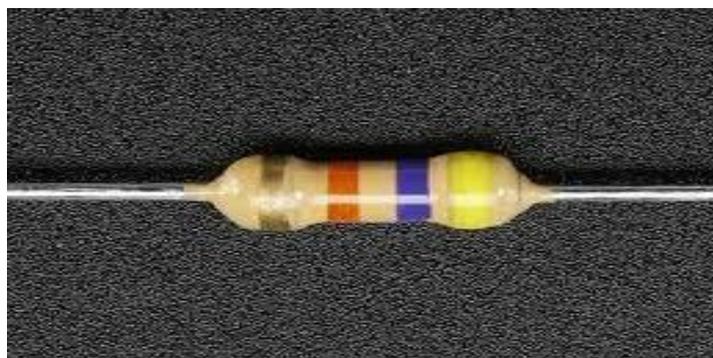


Gambar II. 8 *Light Emitting Diodes (LED)*

(Sumber: muji.blog.unimma.ac.id)

f. Resistor

Resistor adalah komponen elektronika pasif yang membatasi dan mengatur aliran arus listrik dalam rangkaian. Umumnya terbuat dari karbon, resistor memiliki nilai resistansi dalam satu Ohm dan sering digunakan dalam berbagai perangkat elektronika (Sofiana & Yulianti, 2018).



Gambar II. 9 Resistor

(Sumber: www.kmtech.id)

g. Platform Monitoring

Website adalah sekumpulan halaman yang berisikan tentang informasi digital dalam bentuk teks, gambar, animasi, suara, video, atau kombinasi dari semuanya, yang diakses melalui koneksi internet sehingga dapat dilihat oleh siapa saja dan dimana saja (Permatasari & Suhendi, 2020).



Gambar II. 10 Web Fuel Level

(Sumber: maxtrackindo.com)

h. PDF

PDF sangat efektif untuk pengumpulan data karena memungkinkan pembuatan formulir elektronik yang dapat diisi dengan konsistensi visual dan integritas informasi terjamin, sehingga data mudah diekstrak, menghemat waktu, meminimalkan kesalahan, serta terlindungi oleh enkripsi dan tanda tangan digital untuk kerahasiaan dan keaslian.



Gambar II. 11 PDF

(Sumber <https://www.adobe.co>)

B. Kajian Penelitian Yang Relevan

Penelitian ilmiah ini menerapkan metode yang membandingkan hasil dari penelitian sebelumnya dengan penelitian yang sedang dilakukan. Penelitian terdahulu berfungsi sebagai acuan bagi penulis untuk memperluas teori yang digunakan dalam kajiannya. Meskipun penulis tidak menemukan penelitian dengan judul yang identik, beberapa penelitian yang relevan digunakan sebagai referensi untuk memperkaya materi kajian dalam penelitiannya.

1. Penelitian yang dilakukan oleh Romadhoni dkk (2023) yang meneliti tentang perancangan sistem monitoring genset dengan aplikasi telegram. Tujuannya untuk mengembangkan sistem monitoring genset berbasis *Internet of Things* (IoT) guna mendukung operasional genset, mencakup pemantauan kapasitas bahan bakar, tegangan baterai, dan suhu lingkungan sekitar genset, yang terintegrasi dengan notifikasi melalui Telegram. Dalam penelitian ini menghasilkan sistem monitoring genset berbasis notifikasi aplikasi Telegram. Sistem ini memudahkan teknisi untuk memantau dari jarak jauh parameter seperti tegangan output dari PLN dan genset, level bahan bakar, suhu ruangan di sekitar genset, serta tegangan aki untuk starting genset. Persamaan dengan penelitian ini adalah sama sama mengembangkan sistem monitoring IoT untuk memantau level bahan bakar menggunakan mikrokontroler (ESP32 dan Arduino Mega 2560) serta LCD I2C. Dengan menggunakan sensor *ultrasonic* HC-SR04 yang terintegrasi website, sedangkan penelitian sebelumnya memakai Telegram untuk memonitoring tegangan dan suhu dengan sensor PZEM-004T, DHT22, dan voltage divider, serta dilengkapi SIM800L, baterai cadangan, relay, dan tombol.
2. Penelitian yang dilakukan oleh (Nur, 2023) yang meneliti tentang Rancang Bangun *Prototype* Alat Monitoring Tangki Bahan Bakar Solar di PLTD Berbasis IoT” Penelitian ini menghasilkan *prototype* alat pemantau tangki bahan bakar solar di PLTD berbasis IoT dengan sensor ultrasonic HY-SRF05 dan NodeMCU ESP8266 dapat mengukur level bahan bakar secara *realtime* dan akurat dengan rata-rata kesalahan 2,29%. Alat ini juga dapat diintegrasikan dengan *platform cloud* seperti *Blynk* untuk pemantauan jarak jauh secara *realtime*. Persamaan dengan penelitian ini adalah sama sama menggunakan IoT,

sensor ultrasonic, dan mikrokontroler (ESP32 dan NodeMCU) untuk memantau level bahan bakar dengan platform internet. Namun, penelitian saya memakai LCD I2C, LED, dan website dengan margin error 1,60%, sedangkan penelitian sebelumnya menggunakan Blynk, modul relay untuk pompa, dan memiliki margin error 2,29% dengan fokus pada efisiensi.

3. Penelitian yang dilakukan (Taha dkk., 2019) yang meneliti tentang *Prototype Kontrol Dan Monitoring Daily Tank Dan Pemakaian Bahan Bakar Genset Berbasis Data Base*. Penelitian ini menghasilkan rancangan yang memungkinkan pengukuran dan pemantauan pengisian bahan bakar secara otomatis melalui PC, mencatat riwayat pengisian dan pemakaian bahan bakar, serta menyimpan data di microSD untuk pencetakan, sehingga meningkatkan efisiensi kerja teknisi. Persamaan dengan penelitian ini adalah sama-sama menggunakan sensor *ultrasonic* HC-SR04 dan buzzer untuk memantau kapasitas bahan bakar daily tank secara jarak jauh. Namun, penelitian saya memakai ESP32, LCD I2C, LED, dan website, sedangkan penelitian sebelumnya menggunakan Arduino UNO, Microsoft Visual Basic, wireless nRF24L01, flow meter, pompa, relai, dan SD card untuk kontrol otomatis dan monitoring via PC.
4. Penelitian yang dilakukan (Setiawan, 2024) yang meneliti tentang *Prototype Smart Monitoring Tangki Harian Bahan Bakar Generator Set Berbasis Internet of Things (IoT) Pada Bandara*. Penelitian ini menghasilkan bahwa sistem monitoring bahan bakar dengan otomatisasi menghasilkan efisiensi waktu dan peningkatan produktivitas kerja serta mengurangi kemungkinan kesalahan manusia dalam penginputan data. Persamaan dengan penelitian ini adalah sama-sama menggunakan IoT dan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk memantau level bahan bakar genset secara *realtime*, dengan margin error 1,60% dan 2,46%. Namun, penelitian saya memakai ESP32, LCD I2C, LED, pdf, dan website, sedangkan penelitian sebelumnya menggunakan NodeMCU ESP8266, Blynk, spreadsheet, dan Arduino IDE.
5. Penelitian yang dilakukan (Sulistiawati dkk., 2022) yang meneliti tentang *Aplikasi Penggunaan Iot Pada Pengukuran Tangki Penyimpanan Solar Secara realtime*. Penelitian ini menghasilkan Sistem yang efektif untuk memantau

tangki penyimpanan bahan bakar minyak secara *realtime* berbasis Internet of Things (IoT). Persamaan dengan penelitian ini adalah sama-sama menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04, mikrokontroler (ESP32 dan NodeMCU ESP8266), dan LCD untuk memantau level bahan bakar secara *realtime* berbasis IoT dengan integrasi platform internet. Namun, penelitian saya memakai LCD I2C, LED, buzzer, website, dan laporan PDF dengan margin error 1,60%, sedangkan penelitian sebelumnya menggunakan Blynk, relai untuk pompa, Arduino IDE, dengan margin error volume 2,45%.

Penelitian yang saya lakukan menghasilkan sistem pemantauan level bahan bakar berbasis IoT dengan akurasi yang tinggi dengan mendapatkan hasil margin error 1,60%, yang memanfaatkan sensor ultrasonik HC-SR04, ESP32, dan LCD I2C yang terintegrasi dengan website untuk memonitoring dari jarak jauh. Fitur LCD I2C, LED, dan buzzer untuk memvisualisasi dan peringatan, sistem ini juga mudah untuk diimplementasikan, lebih akurat dibandingkan sistem monitoring konvensional, dan mendukung pembuatan laporan PDF untuk analisis data yang lebih efektif.