



**RANCANG BANGUN PROTOTIPE SISTEM MONITORING LEVEL
TANGKI SOLAR GENERATOR BERBASIS ESP32 MENGGUNAKAN
KOMUNIKASI LORA DENGAN NOTIFIKASI TELEGRAM**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan pada Program Studi
Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah
Vokasi Universitas Diponegoro

Oleh :

Maheswari Aura Octaviona

40040622650022

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK LISTRIK INDUSTRI

DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI

SEKOLAH VOKASI

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2026

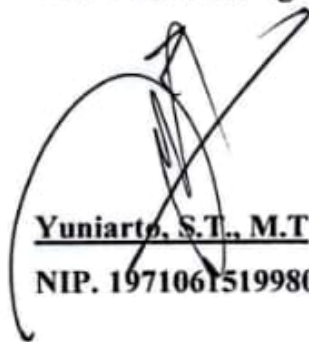
LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN PROTOTIPE SISTEM MONITORING LEVEL
TANGKI SOLAR GENERATOR BERBASIS ESP32 MENGGUNAKAN
KOMUNIKASI LORA DENGAN NOTIFIKASI TELEGRAM**

Maheswari Aura Octaviona

NIM : 40040622650022

Dosen Pembimbing :

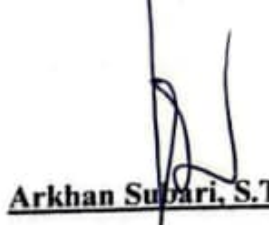


Yuniarto, S.T., M.T
NIP. 197106151998021001

Tanggal.....

Mengetahui,

**Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri
Departemen Teknologi Industri
Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro**



Arkhan Subari, S.T., M.Kom.
NIP. 197710012001121002

Tanggal.....

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN PROTOTIPE SISTEM MONITORING LEVEL
TANGKI SOLAR GENERATOR BERBASIS ESP32 MENGGUNAKAN
KOMUNIKASI LORA DENGAN NOTIFIKASI TELEGRAM**

Diajukan oleh : Maheswari Aura Octaviona

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada,

Hari : Jumat

Tanggal : 10 Juli 2026

Penguji I



Dista Yoel Tadeus, S.T., M.T

NIP. 198812282015041002

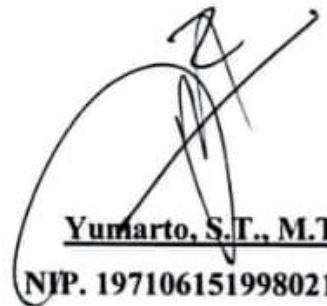
Penguji II



Fakhruddin Mangkusasmito, S.T., M.T

NIP. 198908202019031012

Penguji III



Yumarto, S.T., M.T.

NIP. 197106151998021001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri

Departemen Teknologi Industri

Sekolah Vokasi

Universitas Diponegoro



Arkhan Subari, S.T., M.Kom.

NIP. 197710012001121002

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Maheswari Aura Octaviona

NIM : 40040622650022

Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri

Departemen Teknologi Industri

Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro

Judul Tugas Akhir : **RANCANG BANGUN PROTOTIPE SISTEM MONITORING LEVEL TANGKI SOLAR GENERATOR BERBASIS ESP32 MENGGUNAKAN KOMUNIKASI LORA DENGAN NOTIFIKASI TELEGRAM**

Dengan ini saya menyatakan bahwa judul tugas akhir ini belum pernah diajukan sebelumnya untuk mendapatkan gelar keahlian di sebuah perguruan tinggi. Sejauh pengetahuan saya, tidak ada karya atau pendapat yang pernah ditulis dan diterbitkan oleh orang lain kecuali yang saya rujuk secara tertulis dalam naskah ini dan tercantum dalam daftar pustaka.

Apabila di kemudian terbukti plagiat dalam tugas akhir ini, maka bersedia menerima sanksi sesuai peraturan Mendiknas RI. No. 17 Tahun 2010 dan Undang-Undang yang berlaku.

Semarang, Juli 2026

Yang Membuat Pernyataan



Maheswari Aura Octaviona

NIM. 40040622650022

HALAMAN PERSEMBAHAN

Pertama-tama puji syukur penyusun panjatkan pada Allah SWT atas terselesaikannya tugas akhir ini dengan baik dan lancar. Tugas akhir ini penulis persembahkan kepada:

1. Keluarga, untuk Ayah, Ibu, Kakak dan Adik saya yang sudah memberikan seluruh dukungan semampu dan sebaik mereka yang sangat berarti untuk saya sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir.
2. Seluruh dosen dan karyawan Program Studi STr. Teknik Listrik Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
3. Teman-teman program studi STr. Teknik Listrik Industri angkatan 2022 yang telah memberikan semangat, bantuan dan dukungan baik dalam proses perkuliahan maupun dalam penyusunan tugas akhir.
4. Semua pihak yang telah memberikan semangat, motivasi dan bantuan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Terakhir, untuk diri sendiri, terima kasih karena telah bertahan dan tidak menyerah pada keadaan.

ABSTRAK

Pemantauan level bahan bakar solar pada tangki generator secara manual menggunakan alat ukur fisik memiliki keterbatasan, antara lain membutuhkan inspeksi langsung ke lokasi, rentan terhadap kesalahan pembacaan, serta tidak mampu memberikan informasi secara *real-time*. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun prototipe sistem monitoring level tangki solar berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mampu membaca level secara otomatis, mengirimkan data secara nirkabel, dan memberikan notifikasi jarak jauh kepada pengguna. Sistem yang dirancang menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk membaca jarak permukaan cairan, mikrokontroler ESP32 sebagai pengendali utama, dan modul LoRa SX1278 433 MHz sebagai media komunikasi antara node *transmitter* dan node *receiver*. Tangki yang digunakan berbentuk *frustum* dengan tinggi 30 cm, jari-jari atas 11 cm, dan jari-jari bawah 9,5 cm. Pembacaan sensor menggunakan metode median dari lima sampel untuk meningkatkan kestabilan data. Volume cairan dihitung menggunakan rumus *frustum* parsial dan dikonversi menjadi persentase level. Node *receiver* mengirimkan notifikasi melalui Telegram Bot API dan menyimpan data secara otomatis ke Google Spreadsheet melalui koneksi *Wi-Fi*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor ultrasonik HC-SR04 mampu membaca jarak permukaan cairan dengan akurasi rata-rata 93,45%. Pengujian kalibrasi volume menggunakan rumus *frustum* menghasilkan akurasi rata-rata 90,87% terhadap pengukuran manual menggunakan gelas ukur. Komunikasi LoRa berhasil mentransmisikan data pada jarak 100 meter hingga 600 meter dengan nilai RSSI antara -78 dBm dan -116 dBm, sedangkan pada jarak 700 meter data tidak lagi diterima. Notifikasi Telegram dan penyimpanan data Google Spreadsheet berjalan dengan baik selama koneksi *Wi-Fi* tersedia. Sistem tetap dapat menjalankan fungsi lokal berupa LED dan *buzzer* ketika koneksi internet tidak tersedia.

Kata Kunci: ESP32, HC-SR04, LoRa SX1278, monitoring level tangki, *frustum*, Telegram Bot, Google Spreadsheet, IoT.

ABSTRACT

Manual monitoring of diesel fuel levels in generator tanks using physical measuring tools has several limitations, including the need for direct on-site inspection, susceptibility to human reading errors, and inability to provide real-time information. This research aims to design and build an Internet of Things (IoT)-based prototype system capable of automatically reading tank levels, wirelessly transmitting data, and providing remote notifications to users. The designed system uses an HC-SR04 ultrasonic sensor to measure the liquid surface distance, an ESP32 microcontroller as the main controller, and an SX1278 LoRa module at 433 MHz as the communication medium between the transmitter node and receiver node. The tank used has a frustum shape with a height of 30 cm, top radius of 11 cm, and bottom radius of 9,5 cm. Sensor readings use the median method from five samples to improve data stability. Liquid volume is calculated using the partial frustum formula and converted into a level percentage. The receiver node sends notifications via Telegram Bot API and automatically saves data to Google Spreadsheet through a Wi-Fi connection. Test results show that the HC-SR04 ultrasonic sensor measured the liquid surface distance with an average accuracy of 93.45%. Volume calibration using the frustum equation achieved an average accuracy of 90.87% compared with manual measurements using a measuring cup. LoRa communication successfully transmitted data from 100 metres to 600 metres, with RSSI values ranging from -78 dBm to -116 dBm, while no data were received at 700 metres. Telegram notifications and Google Spreadsheet data storage operated properly when a Wi-Fi connection was available. The system continued to perform local functions through the LED and buzzer when the internet connection was unavailable.

Keywords: *ESP32, HC-SR04, LoRa SX1278, tank level monitoring, frustum, Telegram Bot, Google Spreadsheet, IoT.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas limpahan Rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “RANCANG BANGUN PROTOTIPE SISTEM MONITORING LEVEL TANGKI SOLAR GENERATOR BERBASIS ESP32 MENGGUNAKAN KOMUNIKASI LORA DENGAN NOTIFIKASI TELEGRAM” dengan baik. Penyusunan laporan tugas akhir ini dilakukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri.

Dalam proses penyusunan laporan ini, penulis memperoleh banyak bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya atas doa, bantuan dan dukungannya kepada semua pihak. Adapun pihak-pihak tersebut antara lain:

1. Allah SWT atas segala Rahmat dan Kebaikan-Nya sehingga penyusun diberikan kemudahan dalam penyusunan Tugas Akhir ini dengan maksimal.
2. Orang tua dan seluruh keluarga yang selalu memberikan doa, dukungan, serta motivasi.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Budiono, M.Si., Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
4. Bapak Arkhan Subari, ST, M.Kom., selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
5. Bapak Yuniarto, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing penulis dalam pembuatan tugas akhir sampai dengan penyusunan laporan tugas akhir ini.
6. Seluruh dosen dan karyawan Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro yang selalu memberikan yang terbaik bagi mahasiswanya selama perkuliahan berlangsung hingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

7. Teman-teman Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri angkatan 2022 yang solid dan saling mendukung selama perkuliahan sampai dengan akhir
8. Semua pihak yang membantu dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penyusun sebutkan satu per satu namun tidak mengurangi rasa hormat.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, baik dari segi penyusunan maupun isi. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun agar laporan tugas akhir ini dapat menjadi lebih baik lagi. Akhir kata, penulis berharap laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat baik bagi penulis, almamater Civitas Universitas Diponegoro, maupun pembaca pada umumnya dan semua pihak khususnya bagi mahasiswa Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

Semarang, Juli 2026

Penulis



Maheswari Aura O.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Sistematika Penyusunan Tugas Akhir	5
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1 Tinjauan Pustaka.....	7
2.2 Dasar Teori.....	8
2.2.1 <i>Internet of Things (IoT)</i>	8
2.2.2 Tangki Solar Generator.....	9
2.2.3 Sistem Monitoring Level Tangki	12
2.2.4 Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	13
2.2.5 Perhitungan Level, Volume, dan Persentase Tangki	16
2.2.6 Kalibrasi Sensor dan Persentase <i>Error</i>	17
2.2.7 Mikrokontroler ESP32.....	19
2.2.8 Teknologi LoRa	21
2.2.9 Modul LoRa SX1278.....	22
2.2.10 Sistem Catu Daya.....	26

2.2.9.1	Sistem Catu Daya pada Node <i>Transmitter</i>	26
2.2.9.2	Sistem Catu Daya pada Node <i>Receiver</i>	28
2.2.11	Notifikasi IoT dengan Telegram.....	30
2.2.12	Google Spreadsheet sebagai Media Penyimpanan Data.....	31
BAB III PERANCANGAN TUGAS AKHIR		33
3.1	Perancangan Sistem	33
3.1.1	Diagram Blok Sistem.....	33
3.2	Cara Kerja Rangkaian Blok Diagram	34
3.2.1	Supply	35
3.2.2	<i>Input</i>	35
3.2.3	Proses	35
3.2.4	<i>Output</i>	36
3.3	Perancangan Perangkat Keras.....	36
3.3.1	Rangkaian <i>Power supply Node Transmitter</i>	36
3.3.2	Rangkaian LoRa SX1278 dan ESP32 <i>Node Transmitter</i>	38
3.3.3	Rangkaian Sensor, LED, dan ESP32 <i>Node Transmitter</i>	40
3.3.4	Rangkaian Keseluruhan <i>Node Transmitter</i>	41
3.3.5	Rangkaian Keseluruhan <i>Node Receiver</i>	42
3.3.6	Perancangan PCB <i>Node Transmitter</i> dan <i>Receiver</i>	43
3.3.7	Perancangan Desain <i>Box Node Transmitter</i> dan <i>Receiver</i>	45
3.3.8	Perancangan Prototipe Tangki	46
3.4	Perancangan Perangkat Lunak.....	50
3.4.1	<i>Flowchart</i> Sistem.....	50
3.4.2	Cara Kerja Sistem	51
3.4.3	Penentuan Status Level Tangki.....	52
3.4.4	Perancangan Notifikasi Telegram.....	53
3.4.5	Perancangan Penyimpanan Data Google Spreadsheet.....	54
BAB IV PROSES PEMBUATAN ALAT		55
4.1	Pembuatan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	55
4.1.1	Alat dan Bahan.....	55
4.1.2	Langkah-Langkah Pembuatan	57
4.1.2.1	Pembuatan PCB	57
4.1.2.2	Pemasangan Komponen pada PCB.....	59

4.1.2.3	Pemasangan Rangkaian pada <i>Box</i>	61
4.1.2.4	Pembuatan Dudukan dan Prototipe Tangki	63
4.2	Pembuatan Perangkat Lunak (Software)	65
4.2.1	Pembuatan Program pada Arduino IDE	65
4.2.2	Menghubungkan dengan platform Telegram.....	66
4.2.3	Menghubungkan dengan Google Spreadsheet.....	67
BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS ALAT		69
5.1	Prosedur Pengukuran dan Pengujian	69
5.2	Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	70
5.3	Pengujian Kalibrasi Volume Tangki.....	72
5.4	Pengujian Komunikasi LoRa	75
5.5	Pengujian Notifikasi Telegram dan Google Spreadsheet	78
5.6	Pengujian Keseluruhan Sistem	80
5.7	Asumsi Operasional Sistem Berdasarkan Konsumsi Daya Node <i>Transmitter</i>	81
5.7.1	Perhitungan Konsumsi Daya Berdasarkan <i>Datasheet</i>	81
5.7.2	Asumsi Operasional Sistem berdasarkan Daya	84
5.8	Analisis Hasil Pengujian	88
BAB VI PENUTUP		90
6.1	Kesimpulan	90
6.2	Saran	91
DAFTAR PUSTAKA		92
LAMPIRAN.....		94

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Tangki Silinder Tegak	11
Gambar 2-2 Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	14
Gambar 2-3 Mikrokontroler ESP32	20
Gambar 2-4 Pinout Diagram ESP32	20
Gambar 2-5 Modul LoRa SX1278.....	23
Gambar 2-6 Antena 433 MHz.....	24
Gambar 2-7 Nilai Gain Antena	25
Gambar 2-8 Baterai 18650 Li-ion	27
Gambar 2-9 Modul MP1584EN.....	27
Gambar 2-10 Power supply 5V	29
Gambar 2-11 Rangkaian Power supply 5V 3A.....	29
Gambar 3-1 Diagram Blok Sistem.....	33
Gambar 3-2 Rangkaian <i>Power supply</i> Node <i>Transmitter</i>	37
Gambar 3-3 Rangkaian LoRa SX1278 dengan ESP32	39
Gambar 3-4 Rangkaian Sensor, LED, dan ESP32	40
Gambar 3-5 Rangkaian Keseluruhan Node <i>Transmitter</i>	42
Gambar 3-6 Rangkaian Keseluruhan Node <i>Receiver</i>	42
Gambar 3-7 PCB Node <i>Transmitter</i>	44
Gambar 3-8 PCB Node <i>Receiver</i>	45
Gambar 3-9 Desain <i>Box</i> Node <i>Transmitter</i>	46
Gambar 3-10 Desain <i>Box</i> Node <i>Receiver</i>	46
Gambar 3-11 Data Tangki Aktual.....	47
Gambar 3-12 Jarak Tangki Aktual dengan Ruang Operator.....	48
Gambar 3-13 Desain Keseluruhan Prototipe	50
Gambar 3-14 <i>Flowchart</i> Sistem.....	51
Gambar 4-1 Pembuatan <i>Layout</i> pada EasyEDA	58
Gambar 4-2 Pencetakan <i>Layout</i> PCB.....	58
Gambar 4-3 Proses Pelarutan Menggunakan FeCl ₃	59
Gambar 4-4 Pengeboran untuk Lubang Komponen pada PCB	59

Gambar 4-5 Proses Penyolderan Komponen	61
Gambar 4-6 Pemasangan PCB pada <i>Box</i>	62
Gambar 4-7 Desain 3D Print Tempat Sensor HC-SR04.....	63
Gambar 4-8 Proses Pembuatan Dudukan Tangki	64
Gambar 4-9 Prototipe Tangki	64
Gambar 4-10 Deklarasi Pin Node <i>Transmitter</i>	66
Gambar 4-11 Deklarasi Pin Node <i>Receiver</i>	66
Gambar 5-1 Kalibrasi Volume Tangki.....	75

DAFTAR TABEL

Tabel 2-1 Pin HC-SR04 dan Fungsinya.....	15
Tabel 2-2 Pin LoRa SX1278 dan Fungsinya.....	23
Tabel 3-1 Hubungan pin charging modul 2S ke baterai	37
Tabel 3-2 Hubungan pin baterai dengan modul buck step down MP1584EN.....	37
Tabel 3-3 Hubungan pin untuk saklar	38
Tabel 3-4 Hubungan pin antara ESP32 dan LoRa SX1278 pada node <i>transmitter</i>	39
Tabel 3-5 Hubungan Pin Sensor HC-SR04 dan ESP32 Node <i>Transmitter</i>	40
Tabel 3-6 Hubungan Pin LED dan ESP32 Node <i>Transmitter</i>	41
Tabel 3-7 Hubungan pin keseluruhan node <i>receiver</i>	43
Tabel 3-8 Persentase Status Level Tangki	53
Tabel 4-1 Daftar Alat yang Digunakan.....	56
Tabel 4-2 Daftar Bahan yang Digunakan.....	56
Tabel 5-1 Parameter Pengujian	70
Tabel 5-2 Hasil pengujian Sensor ultrasonik HC-SR04	71
Tabel 5-3 Pengujian Kalibrasi Volume Tangki	74
Tabel 5-4 Pengujian Komunikasi LoRa.....	76
Tabel 5-5 Hasil Pengujian Telegram dan Google Spreadsheet.....	79
Tabel 5-6 Pengujian Keseluruhan Sistem	81
Tabel 5-7 Estimasi Konsumsi Arus Node <i>Transmitter</i>	83
Tabel 5-8 Karakteristik Operasional Node <i>Transmitter</i>	86
Tabel 5-9 Arus Rata-rata Node <i>Transmitter</i>	87

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Program pada Node <i>Transmitter</i>	94
Lampiran 2 Program pada Node <i>Receiver</i>	100
Lampiran 3 Data Sheet ESP32	115
Lampiran 4 Data Sheet HC-SR04	116
Lampiran 5 Data Sheet LoRa SX1278	119
Lampiran 6 Program AppScript	120