

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAN KONTROL KEBAKARAN DI AREA SUMUR MINYAK DENGAN KOMUNIKASI LORA BERBASIS MIKROKONTROLER

SKRIPSI

**Skripsi ini diajukan untuk melengkapi salah satu persyaratan
menjadi Sarjana Strata Satu Program S1**

Oleh:

**AL HIKMAH
197002416001**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS NASIONAL
AGUSTUS 2025**

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAN KONTROL KEBAKARAN DI AREA SUMUR MINYAK DENGAN KOMUNIKASI LORA BERBASIS MIKROKONTROLER

Oleh:

AL HIKMAH
197002416001



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS NASIONAL
AGUSTUS 2025**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

“Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kontrol Kebakaran di Area Sumur Minyak Dengan Komunikasi LoRa Berbasis Mikrokontroler”

yang dibuat untuk melengkapi salah satu persyaratan menjadi Sarjana Strata Satu Program S1 pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional, sebagaimana yang saya ketahui adalah bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari Skripsi yang sudah pernah diajukan atau dipakai untuk mendapatkan gelar di lingkungan Universitas Nasional maupun di Perguruan Tinggi atau instansi lainnya, kecuali pada bagian-bagian tertentu yang menjadi sumber informasi atau acuan yang dicantumkan sebagaimana mestinya.



Jakarta, 30 Agustus 2025


METUKAI
TEMPEL
IBANK005049170

(Al Hikmah)
NIM 197002416001

PERSETUJUAN

Skripsi dengan judul:

"Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kontrol Kebakaran di Area Sumur Minyak Dengan Komunikasi LoRa Berbasis Mikrokontroler"

dibuat untuk melengkapi salah satu persyaratan menjadi Sarjana Strata Satu Program S1 pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional dan telah disetujui untuk diujikan dalam sidang skripsi sesuai dengan ketentuan administrasi dan akademik yang berlaku.



Jakarta, 30 Agustus 2025

Nama : Al Hikmah
NIM : 197002416001

 Pembimbing Utama,  Pembimbing Pendamping,

 (Ir. Ruliyanto, S.T., M.T., Ph.D.)
NID. 0105030695

 (Dr. Viktor Vekky Ronald R., S.T., M.T.)
NID. 0103040703

Ketua Program Studi,



(Ir. Idris Kusuma, M.T.)
NID. 0102990618

HALAMAN PENGESAHAN

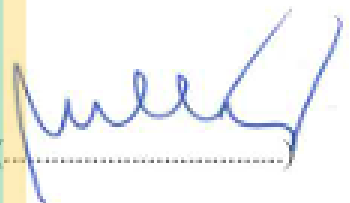
Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Al Hikmah
NPM : 197002416001
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kontrol Kebakaran di Area Sumur Minyak Dengan Komunikasi LoRa Berbasis Mikrokontroler

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Sains Universitas Nasional.

Pembimbing I

: Ir. Ruliyanto, S.T., M.T., Ph.D.

()

Pembimbing II

: Dr. Viktor Vekky Ronald R, S.T., M.T.

()

Penguji I

: Novi Azman, S.T., M.T., Ph.D.

()

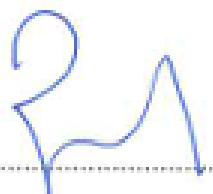
Penguji II

: Fuad Djauhari, S.T., M.T.

()

Penguji III

: Ir. Rianto Nugroho, M.T.

()

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 30 Agustus 2025

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah Yang Maha Esa, karena atas rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Elektro pada Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional.

Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1). Bapak Ir. Ruliyanto, S.T., M.T., Ph.D. dan Bapak Dr. Viktor Vekky Ronald R., S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (2). Bapak Ir. Idris Kusuma, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro yang telah menyediakan waktu, tenaga, pikiran dan empati yang luar biasa untuk mengarahkan dan membantu saya menyelesaikan kuliah ini;
- (3). Seluruh Dosen Pengajar Program Studi Teknik Elektro Universitas Nasional atas ilmu dan bimbingannya selama menjalani perkuliahan;
- (4). Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral; dan
- (5). Sahabat dan teman – teman seangkatan yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini. Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 30 Agustus 2025
Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas Akademik Universitas Nasional, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Al Hikmah
NPM : 197002416001
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik dan Sains
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nasional **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (Non-exclusive Royalty Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kontrol Kebakaran di Area Sumur Minyak Dengan Komunikasi LoRa Berbasis Mikrokontroler”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini Universitas Nasional berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan semestinya.

Dibuat di : Jakarta
Pada tanggal : 30 Agustus 2025
Yang Menyatakan

UNIVERSITAS NASIONAL

Al Hikmah

ABSTRAK

Al Hikmah, "Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kontrol Kebakaran di Area Sumur Minyak Dengan Komunikasi LoRa Berbasis Mikrokontroler", Program SI Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasional, di bawah bimbingan Ir. Ruliyanto, S.T., M.T., Ph.D. dan Dr. Viktor Vekky Ronald R., S.T., M.T., Agustus 2025, 88 halaman + xiv + 15 lampiran

Kebakaran di area sumur-sumur minyak berisiko tinggi karena lokasi yang terpencil dan keberadaan bahan mudah terbakar. Keterbatasan akses pemadam dan keterlambatan deteksi sering menyebabkan kerugian besar. Penelitian ini mengembangkan sistem deteksi dini kebakaran berbasis IoT dengan sensor suhu, asap, dan api, serta komunikasi LoRa untuk pemantauan jarak jauh tanpa bergantung pada internet. Sistem juga dilengkapi penyiraman otomatis dan sumber daya PLTS off-grid agar tetap beroperasi secara mandiri di lokasi terpencil. Sistem ini terdiri dari dua bagian utama, yaitu rangkaian transmitter dan receiver. Rangkaian transmitter menggunakan sensor flame detector, DS18B20, dan MQ-2 untuk mendeteksi keberadaan api, suhu, dan asap. Data dari sensor diproses oleh Arduino Nano dan dikirimkan melalui modul LoRa menggunakan komunikasi point-to-point ke rangkaian receiver berbasis ESP32. Ketika indikator kebakaran terdeteksi, sistem secara otomatis mengaktifkan buzzer, menghidupkan pompa air untuk penyiraman, serta mengirimkan notifikasi melalui Telegram bot kepada pengguna. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh sensor bekerja dengan baik, akurat, dan responsif dalam mendeteksi kondisi lingkungan, dengan konsumsi daya transmitter tanpa pompa hanya sekitar 1,41 W, serta kebutuhan energi harian sebesar 34 Wh yang dapat dipenuhi oleh panel surya 20 W dan baterai 12 V 7,5 Ah yang mampu menopang operasi lebih dari 2 hari tanpa pengisian. Sistem juga menunjukkan jangkauan komunikasi LoRa stabil hingga jarak 300 m, bergantung pada kondisi lingkungan. Dengan integrasi teknologi IoT, LoRa, dan PLTS, sistem ini terbukti andal, efisien, dan dapat meningkatkan efisiensi pemantauan serta mempercepat respons penanggulangan kebakaran di area berisiko tinggi dan minim akses pemadam.

Kata kunci: *Deteksi kebakaran, Internet of Things, LoRa, PLTS off-grid, penyiraman otomatis*

ABSTRACT

Al Hikmah, " Design and Development of a Fire Monitoring and Control System with LoRa Communication Based on Microcontroller", Electrical Engineering Undergraduate Program, Faculty of Engineering and Science, Nasional University, under the guidance of Ir. Ruliyanto, S.T., M.T., Ph.D. and Dr. Viktor Vekky Ronald R, S.T., M.T., August 2025, 88 page + xiv + 15 appendices

Fires in oil well areas pose a high risk due to their remote locations and the presence of flammable materials. Limited access for firefighters and delayed detection often lead to significant losses. This study developed an early fire detection system based on IoT using temperature, smoke, and flame sensors, combined with LoRa communication for long-distance monitoring without relying on the internet. The system is also equipped with an automatic sprinkler and an off-grid solar power supply to operate independently in remote areas. The system consists of two main parts: a transmitter and a receiver. The transmitter uses a flame detector, DS18B20, and MQ-2 sensors to detect flames, temperature, and smoke. Sensor data is processed by an Arduino Nano and transmitted via a LoRa module in a point-to-point configuration to the receiver, which is based on an ESP32. When fire indicators are detected, the system automatically activates a buzzer, starts the water pump for sprinkling, and sends a notification to the user via a Telegram bot. Test results show that all sensors perform well, accurately, and responsively in detecting environmental conditions, with the transmitter (excluding the pump) consuming only about 1.41 W, and a daily energy requirement of approximately 34 Wh, which can be supplied by a 20 W solar panel and a 12 V 7.5 Ah battery capable of powering the system for more than 2 days without recharging. The LoRa communication range remained stable up to 250–350 m, depending on the environmental conditions. With the integration of IoT, LoRa, and solar power, this system has proven to be reliable, efficient, and capable of improving fire monitoring and response efforts in high-risk areas with limited firefighting access.

Keyword: *Fire detection, Internet of Things, LoRa, off-grid solar power, automatic suppression*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.5 Metode Penyelesaian Masalah.....	3
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	5
2.1 Kajian Pustaka.....	5
2.2 LoRa (Long Range).....	13
2.3 Arduino nano	16
2.4 ESP32	20
2.5 Sensor Flame Detector	22
2.6 Sensor Suhu DS18B20.....	23
2.7 Sensor MQ-2.....	25
2.8 Buzzer.....	28
2.9 DC-to-DC Converter LM2596.....	28
2.10 PLTS off-grid.....	30
2.11 LCD	32
2.12 Komunikasi.....	34
2.12.1 I2C	34
2.12.2 UART	36
2.13 Modul Relay.....	39
2.14 Pompa	41
2.15 Sensor HC-SR04	42
2.16 Arduino IDE.....	44
2.17 Pengolahan Data.....	46
2.18 Rumus Perhitungan Daya, Energi Listrik, dan PLTS	46
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	49
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	49
3.2 Alat dan Bahan.....	49
3.3 Desain Penelitian.....	50
3.3.1 Tahapan Penelitian.....	50
3.3.2 Perancangan Sistem.....	52
3.3.3 Perancangan Perangkat Keras.....	54

3.3.4 Perancangan Mekanik	56
3.3.5 Perancangan Perangkat Lunak.....	58
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	63
4.1 Realisasi Alat	63
4.1.1 Realisasi Perangkat Keras	63
4.1.2 Realisasi Perangkat Lunak.....	65
4.2 Hasil Pengujian	65
4.2.1 Hasil Pengujian Pembacaan Suhu.....	66
4.2.2 Hasil Pengujian Pembacaan Ketinggian Air.....	67
4.2.3 Hasil Pengujian Pembacaan Asap	69
4.2.4 Hasil Pengujian Pembacaan Api	71
4.2.5 Hasil Pengujian Jarak LoRa.....	71
4.2.6 Hasil Pengujian Konsumsi Daya	74
4.2.7 Hasil Pengujian Fungsi Sistem	76
4.3 Analisis Hasil Pengujian.....	77
4.3.1 Analisis Hasil Pengujian Pembacaan Suhu	77
4.3.2 Analisis Hasil Pengujian Pembacaan Ketinggian Air	78
4.3.3 Analisis Hasil Pengujian Pembacaan Asap	79
4.3.4 Analisis Hasil Pengujian Pembacaan Api	81
4.3.5 Analisis Hasil Pengujian Jarak LoRa	81
4.3.6 Analisis Hasil Pengujian Konsumsi Daya	82
4.3.7 Analisis Hasil Pengujian Fungsi Sistem.....	83
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	84
5.1 Kesimpulan	84
5.2 Saran.....	85
DAFTAR PUSTAKA.....	86
LAMPIRAN	89



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arsitektur protokol LoRa	14
Gambar 2.2 Teknologi LoRa	15
Gambar 2.3 LoRa E220-900T22D	16
Gambar 2.4 Konfigurasi pin arduino nano	17
Gambar 2.5 Skematik arduino nano	19
Gambar 2.6 Konfigurasi pin ESP32	20
Gambar 2.7 Skematik ESP32	21
Gambar 2.8 Modul sensor flame detector	22
Gambar 2.9 Skematik sensor flame detector	23
Gambar 2.10 Bentuk sensor suhu DS18B20	24
Gambar 2.11 Skematik sensor suhu DS18B20	24
Gambar 2.12 Bentuk sensor MQ-2	26
Gambar 2.13 Skematik sensor MQ-2	27
Gambar 2.14 Skematik buzzer	28
Gambar 2.15 Skematik rangkaian converter LM2596	30
Gambar 2.16 Converter LM2596	30
Gambar 2.17 Konfigurasi sistem PLTS off-grid	31
Gambar 2.18 Bentuk modul LCD 20x4	33
Gambar 2.19 Diagram blok modul LCD 20x4	33
Gambar 2.20 Modul I2C	34
Gambar 2.21 Komunikasi I2C	35
Gambar 2.22 Pesan pada I2C	35
Gambar 2.23 Skematik modul I2C	36
Gambar 2.24 Komunikasi UART	37
Gambar 2.25 Komunikasi data UART	38
Gambar 2.26 Bit komunikasi UART	38
Gambar 2.27 Bentuk modul relay 1 channel	39
Gambar 2.28 Skematik rangkaian modul relay 1 channel LOW	40
Gambar 2.29 Bagian pompa sentrifugal	41
Gambar 2.30 Rangkaian transmitter ultrasonik	42
Gambar 2.31 Rangkaian receiver ultrasonik	43
Gambar 2.32 Sistem pewaktu pada sensor HC-SR04	43
Gambar 3.1 Tahapan penelitian	50
Gambar 3.2 Diagram blok rangkaian transmitter	52
Gambar 3.3 Diagram blok rangkaian receiver	53
Gambar 3.4 Rangkaian skematik transmitter	55
Gambar 3.5 Rangkaian skematik receiver	56
Gambar 3.6 Desain mekanik rangkaian transmitter	57
Gambar 3.7 Desain mekanik rangkaian receiver	58
Gambar 3.8 Flowchart sistem transmitter	60
Gambar 3.9 Flowchart sistem receiver	62
Gambar 4.1 Realisasi perangkat keras rangkaian transmitter	64
Gambar 4.2 Realisasi perangkat keras rangkaian receiver	64
Gambar 4.3 Realisasi perangkat lunak	65
Gambar 4.4 Grafik pengujian pembacaan suhu	67
Gambar 4.5 Grafik pengujian pembacaan ketinggian	68

Gambar 4.6 Grafik pengujian pembacaan asap	69
Gambar 4.7 Lokasi pengujian jangkauan	72



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan parameter teknologi komunikasi	13
Tabel 2.2 Spesifikasi LoRa E220 900T22D.....	16
Tabel 2.3 Spesifikasi arduino nano.....	18
Tabel 2.4 Spesifikasi converter LM2596	29
Tabel 2.5 Daftar pinout LCD 20x4.....	28
Tabel 2.6 Konfigurasi UART	33
Tabel 4.1 Data hasil pengujian pembacaan suhu.....	66
Tabel 4.2 Data hasil pengujian pembacaan ketinggian.....	68
Tabel 4.3 Data hasil pengujian pembacaan asap	70
Tabel 4.4 Data hasil pengujian pembacaan api	71
Tabel 4.5 Data hasil pengujian jangkauan di sekitar danau	72
Tabel 4.6 Data hasil pengujian jangkauan di sekitar pemukiman	72
Tabel 4.7 Konsumsi daya alat	74
Tabel 4.8 Data hasil pengujian fungsi sistem.....	76



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Listing program.....	89
Lampiran 2 Datasheet Lora Ebyte E220 900T22D	104
Lampiran 3 Datasheet Arduino nano	107
Lampiran 4 Datasheet ESP32.....	110

