



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**RANCANG BANGUN SISTEM *RECEIVER* BERBASIS
SOFTWARE DEFINED RADIO UNTUK KESELAMATAN
DAN KEAMANAN PETUGAS PEMADAM KEBAKARAN**

SKRIPSI

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Favian Suta Pambudi

2203421007

**PROGRAM STUDI BROADBAND MULTIMEDIA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**RANCANG BANGUN SISTEM *RECEIVER* BERBASIS
SOFTWARE DEFINED RADIO UNTUK KESELAMATAN
DAN KEAMANAN PETUGAS PEMADAM KEBAKARAN**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Terapan

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Favian Suta Pambudi

2203421007

PROGRAM STUDI BROADBAND MULTIMEDIA

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Favian Suta Pambudi

NIM : 2203421007

Tanda tangan :

Tanggal : 28 Juni 2026



**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Favian Suta Pambudi
NIM : 2203421007
Program Studi : Broadband Multimedia
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Sistem *Receiver* Berbasis *Software Defined Radio* Untuk Keselamatan dan Keamanan Petugas Pemadam Kebakaran

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada 16 Juli 2026 dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing I

Fitri Elvira Ananda, M.T.
NIP. 198706072020122012

Pembimbing II

Mohamad Fathurahman, M.T.
NIP. 197108242003121001

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Depok, 23 Juli 2026

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Murie Dwiyanti, M.T.
NIP. 197803312003122002



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Rancang Bangun Sistem *Receiver* Berbasis *Software Defined Radio* Untuk Keselamatan dan Keamanan Petugas Pemadam Kebakaran”. Skripsi ini dilaksanakan dalam rangka menyelesaikan Pendidikan Diploma IV dan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan di Politeknik Negeri Jakarta dengan program studi Broadband Multimedia. Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bimbingan selama penyusunan skripsi. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Fitri Elvira Ananda, M.T. dan Bapak Mohamad Fathurahman, M.T., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, menyediakan waktu, tenaga, arahan, dan masukan selama penyusunan skripsi;
2. Kedua orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan do’a, semangat, serta bantuan dukungan material dan moral dalam menyelesaikan skripsi ini;
3. Seluruh Dosen dan Staff Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta, khususnya Program Studi Broadband Multimedia;
4. Angellia Malika Putri Setiawan yang telah memberikan dukungan, membantu dan menemani penulis selama masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi;

Akhir kata, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk pengembangan di masa yang akan datang.

Depok, 28 Juni 2026

Penulis

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ABSTRAK

Petugas pemadam kebakaran menghadapi risiko tinggi saat bertugas, sehingga pemantauan kondisi fisik seperti pergerakan tubuh, detak jantung, dan kadar oksigen menjadi penting untuk mendeteksi penurunan kondisi secara dini. Teknologi LoRa pada frekuensi 915 MHz dipilih sebagai media transmisi data karena memiliki konsumsi daya rendah dan jangkauan komunikasi yang jauh, namun *receiver* LoRa konvensional terbatas dalam hal analisis spektrum dan optimasi parameter modulasi. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem *receiver* berbasis *Software Defined Radio* (SDR) menggunakan RTL-SDR dan GNU Radio yang berfungsi sebagai *gateway* LoRa untuk mendukung keselamatan dan keamanan petugas pemadam kebakaran. Metode penelitian dilakukan melalui tahapan perancangan blok pengolahan sinyal LoRa pada GNU Radio, realisasi perangkat keras berupa antena, RTL-SDR, dan PCB, serta pengujian fungsionalitas sistem, jarak komunikasi, pengujian dalam gedung, suhu panas, dan perbandingan *oximeter*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menerima dan mengolah sinyal LoRa dengan baik sehingga menampilkan data detak jantung, kadar oksigen, posisi tubuh, serta parameter teknis komunikasi berupa RSSI dan SNR. Pengujian jarak komunikasi menunjukkan sistem mampu beroperasi hingga jarak 50m, 100m, 150m, 200m, 250m, dan jarak terjauh 500m dengan nilai RSSI -56,95 dBm dan SNR 14,82 dB tanpa paket gagal. Pengujian kondisi suhu panas hingga 84,9°C menunjukkan tidak ada paket gagal dengan kualitas sinyal sangat baik. Kalibrasi sensor berhasil menurunkan rata-rata selisih BPM dari 22,33 menjadi 4,70 BPM dan rata-rata selisih SpO₂ dari 29,19% menjadi 0,13%. Sistem *receiver* berbasis SDR yang dirancang berhasil berfungsi sebagai *gateway* LoRa dan mampu menyediakan informasi monitoring kondisi fisik petugas.

Kata kunci: GNU Radio, LoRa, pemadam kebakaran, RTL-SDR, *Software Defined Radio*

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ABSTRACT

Firefighters face high risks while on duty, making it important to monitor physical conditions such as body movement, heart rate, and oxygen saturation to detect early declines in condition. LoRa technology at 915 MHz frequency was selected as the data transmission medium due to its low power consumption and long communication range, however conventional LoRa receivers are limited in spectrum analysis and modulation parameter optimization. This research aims to design and build a Software Defined Radio (SDR) based receiver system using RTL-SDR and GNU Radio functioning as a LoRa gateway to support firefighter safety and security. The research method was carried out through the stages of designing LoRa signal processing blocks on GNU Radio, realizing hardware in the form of an antenna, RTL-SDR, and PCB, as well as system functionality testing, communication distance testing, indoor testing, hot temperature testing, and oximeter comparison testing. Test results show that the system is capable of receiving and processing LoRa signals well, displaying heart rate, oxygen saturation, body position data, as well as technical communication parameters in the form of RSSI and SNR. Communication distance testing shows the system is capable of operating at distances of 50m, 100m, 150m, 200m, 250m, and a maximum distance of 500 meters with an RSSI value of -56.95 dBm and SNR of 14.82 dB without any failed packets. Hot temperature condition testing up to 84.9°C shows no failed packets with very good signal quality. Sensor calibration successfully reduced the average BPM difference from 22.33 to 4.70 BPM and the average SpO₂ difference from 29.19% to 0.13%. The designed SDR-based receiver system successfully functions as a LoRa gateway and is capable of providing physical condition monitoring information for firefighters.

Keywords: *firefighter, GNU Radio, LoRa, RTL-SDR, Software Defined Radio*

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Luaran	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 <i>State of The Art</i>	6
2.2 <i>Software Defined Radio (SDR)</i>	6
2.3 <i>Register Transfer Level-Software Defined Radio (RTL-SDR)</i>	7
2.4 Teknologi <i>Long Range (LoRa)</i>	10
2.5 Parameter LoRa	11
2.5.1 <i>Bandwidth</i>	11
2.5.2 <i>Spreading Factor (SF)</i>	12
2.5.3 <i>Code Rate (CR)</i>	13
2.5.4 <i>Transmit Power (Tx Power)</i>	13
2.6 Modul LoRa SX1276	14
2.7 <i>Received Signal Strength Indicator (RSSI)</i>	14
2.8 <i>Signal to Noise Ratio (SNR)</i>	15
2.9 GNU Radio	15
2.10 Bahasa Pemrograman Python	16
2.11 PyQt5	17
2.12 PyQtGraph	17
2.13 <i>Printed Circuit Board (PCB)</i>	18
BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI	20
3.1 Rancangan Sistem	20
3.1.1 Diagram Sistem	24



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.1.2 Perancangan <i>Flowgraph</i> GNU Radio	25
3.1.3 Perancangan Aplikasi Desktop	36
3.1.4 Perancangan PCB LoRa	37
3.2 Realisasi	38
3.2.1 Realisasi <i>Hardware</i>	38
3.2.2 Realisasi PCB	39
3.2.3 Realisasi Sistem	40
3.2.4 Realisasi Aplikasi Monitoring	40
3.2.5 Realisasi <i>Source Code</i> ESP32-C3 Super Mini	50
3.2.6 Realisasi <i>Source Code</i> LoRa	53
BAB IV PEMBAHASAN	55
4.1 Pengujian I	55
4.1.1 Deskripsi Pengujian	55
4.1.2 Prosedur Pengujian	56
4.1.3 Data Hasil Pengujian	56
4.1.4 Analisis Data	62
4.2 Pengujian II	62
4.2.1 Deskripsi Pengujian	63
4.2.3 Prosedur Pengujian	64
4.2.4 Data Hasil Pengujian	64
4.2.5 Analisis Data	91
4.3 Pengujian III	94
4.3.1 Deskripsi Pengujian	95
4.3.2 Prosedur Pengujian	95
4.3.3 Data Hasil Pengujian	96
4.3.4 Analisis Data	97
4.4 Pengujian IV	98
4.4.1 Deskripsi Pengujian	98
4.4.2 Prosedur Pengujian	98
4.4.3 Data Hasil Pengujian	99
4.4.4 Analisis Data	101
4.5 Pengujian V	102
4.5.1 Deskripsi Pengujian	102
4.5.2 Prosedur Pengujian	103
4.5.3 Data Hasil Pengujian	104
4.5.4 Analisis Pengujian	105
BAB V PENUTUP	107
5.1 Kesimpulan	107
5.2 Saran	108
DAFTAR PUSTAKA	109



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Blok SDR Secara Umum.....	6
Gambar 2.2 RTL-SDR	7
Gambar 2.3 Hubungan LoRa Dengan Jarak dan Konsumsi Daya	10
Gambar 2.4 Diagram Blok CSS <i>Transmitter</i> dan <i>Receiver</i>	11
Gambar 2.5 Sinyal <i>Bandwidth</i>	12
Gambar 2.6 <i>Spreading Factor</i> (SF)	12
Gambar 2.7 Aplikasi GNU Radio	16
Gambar 2.8 Bahasa Pemrograman Python.....	17
Gambar 2.9 Contoh Papan PCB <i>Cooper Cald</i>	19
Gambar 3.1 Flowchart Penelitian Secara Keseluruhan.....	20
Gambar 3.2 Flowchart Rancangan Sistem	21
Gambar 3.3 Diagram Blok <i>Transmitter</i> dan <i>Receiver</i>	24
Gambar 3.4 Diagram Sistem	24
Gambar 3.5 Alur Flowgraph GNU Radio	25
Gambar 3.6 Perancangan Blok RTL-SDR Source	26
Gambar 3.7 Perancangan Blok Frame Sync.....	28
Gambar 3.8. Perancangan Blok FTT_Demod.....	29
Gambar 3.9 Perancangan Blok Gray Mapping	30
Gambar 3.10 Perancangan Blok Deinterleaver.....	31
Gambar 3.11 Perancangan Blok Hamming Dec	32
Gambar 3.12 Perancangan Blok Header Decoder.....	33
Gambar 3.13 Perancangan Blok Dewhitening	34
Gambar 3.14 Perancangan Blok CRC Verif	34
Gambar 3.15 Perancangan <i>Flowgraph</i> Pengolahan Sinyal LoRa	35
Gambar 3.16 Perancangan <i>Wireframe</i> Monitoring Petugas.....	36
Gambar 3.17 Perancangan <i>Wireframe</i> Teknis LoRa.....	37
Gambar 3.18 Skematik Diagram PCB LoRa	37
Gambar 3.19 Tampak Atas (a) dan Bawah Perancangan PCB	38
Gambar 3.20 Tampak Depan (a) dan Samping (b) Realisasi <i>Hardware</i>	39
Gambar 3.21 Tampak Atas (a) dan bawah (b) Realisasi Cetak PCB.....	39
Gambar 3.22 Realisasi <i>Flowgraph</i> Pengolahan Sinyal LoRa	40
Gambar 3.23 Struktur Kode Program Aplikasi Desktop	41
Gambar 3.24 Kode Program main.py	42
Gambar 3.25 Kode Program database.py	42
Gambar 3.26 Kode Program data_receiver.py	43
Gambar 3.27 Kode Program kalibrasi.py	44



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 3.28 Kode Program ui_main.py	44
Gambar 3.29 Kode Program ui_petugas.py	45
Gambar 3.30 Kode Program ui_teknis.py	46
Gambar 3.31 Kode Program ui_peringatan.py	46
Gambar 3.32 Kode Program ui_sesi.py	47
Gambar 3.33 Kode Program theme.py	48
Gambar 3.34 Kode Program dummy_sender.py	48
Gambar 3.35 Realisasi Halaman Pemantauan Kondisi Fisik Petugas	49
Gambar 3.36 Realisasi Halaman Teknis LoRa	49
Gambar 3.37 Proses Awal Inisialisasi Seluruh Program	50
Gambar 3.38 Proses Inisialisasi Komunikasi Sensor	50
Gambar 3.39 Proses Pembacaan Sensor Max30102	51
Gambar 3.40 Akselerometer Untuk Orientasi Tubuh	52
Gambar 3.41 Logika Sistem Untuk Deteksi Jatuh	52
Gambar 3.42 Proses Inisialisasi Parameter LoRa	53
Gambar 3.43 Proses Konfigurasi Modul LoRa	53
Gambar 3.44 Proses Pembentukan <i>Payload</i> dan Pengiriman Paket	54
Gambar 3.45 Bentuk Data yang Dikirim	54
Gambar 4.1 Skema Pengujian Fungsionalitas Sistem	56
Gambar 4.2 Hasil Pengujian Posisi Berdiri	56
Gambar 4.3 Hasil Pengujian Posisi Miring	57
Gambar 4.4 Hasil Pengujian Posisi Terbaring	57
Gambar 4.5 Hasil Pengujian Detak Jantung Rendah	58
Gambar 4.6 Hasil Pengujian Detak Jantung Tinggi	58
Gambar 4.7 Hasil Pengujian Kadar Oksigen Rendah	58
Gambar 4.8 Hasil Pengujian Kondisi Darurat	59
Gambar 4.9 Hasil Pengujian Halaman Teknis LoRa	59
Gambar 4.10 Hasil Pengujian <i>Alert</i> BPM Tinggi	60
Gambar 4.15 Denah Tempat Pengujian Jarak Komunikasi	63
Gambar 4.16 Skema Pengujian Jarak Komunikasi	64
Gambar 4.17 Pengujian Jarak 50 Meter	65
Gambar 4.18 Pengujian Jarak 100 Meter	70
Gambar 4.20 Pengujian Jarak 200 Meter	80
Gambar 4.22 Pengujian Jarak 500 Meter	91
Gambar 4.23 Denah Tempat Pengujian Dalam Gedung	94
Gambar 4.24 Skema Pengujian Dalam Gedung	95
Gambar 4.25 Pengujian Dalam Gedung	96
Gambar 4.26 Pengujian Kondisi Suhu Panas	99



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4.27 Pengujian <i>Hair Dryer</i> wigo 400 Watt	100
Gambar 4.28 Pengujian <i>Hair Dryer</i> CANEL & CO 800 watt.....	101
Gambar 4.29 Pengujian Perbandingan Dengan <i>Oximeter</i>	103
Gambar 4.30 Grafik Komparasi BPM (a) dan Kadar Oksigen (b).....	106





DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	6
Tabel 2.2 Spesifikasi RTL-SDR v4	8
Tabel 2.3 <i>Datasheet</i> SX1276	13
Tabel 2.4 Kategori RSSI	14
Tabel 2.5 Kategori SNR	15
Tabel 4.1 Pengujian SF 7 jarak 50 meter	65
Tabel 4.2 Pengujian SF 8 jarak 50 meter	65
Tabel 4.3 Pengujian SF 9 jarak 50 meter	66
Tabel 4.4 Pengujian <i>bandwidth</i> 125kHz jarak 50 meter	66
Tabel 4.5 Pengujian <i>bandwidth</i> 250kHz jarak 50 meter	67
Tabel 4.6 Pengujian <i>bandwidth</i> 500kHz jarak 50 meter	67
Tabel 4.7 Pengujian <i>code rate</i> 4/5 jarak 50 meter	67
Tabel 4.8 Pengujian <i>code rate</i> 4/6 jarak 50 meter	68
Tabel 4.9 Pengujian <i>code rate</i> 4/7 jarak 50 meter	68
Tabel 4.10 Pengujian Tx <i>power</i> 14 dBm jarak 50 meter	69
Tabel 4.11 Pengujian Tx <i>power</i> 17 dBm jarak 50 meter	69
Tabel 4.12 Pengujian Tx <i>power</i> 20 dBm jarak 50 meter	69
Tabel 4.13 Pengujian SF 7 jarak 100 meter	70
Tabel 4.14 Pengujian SF 8 jarak 100 meter	71
Tabel 4.15 Pengujian SF 9 jarak 100 meter	71
Tabel 4.16. Pengujian <i>bandwidth</i> 125kHz jarak 100 meter	71
Tabel 4.17 Pengujian <i>bandwidth</i> 250kHz jarak 100 meter	72
Tabel 4.18 Pengujian <i>bandwidth</i> 500kHz jarak 100 meter	72
Tabel 4.19 Pengujian <i>code rate</i> 4/5 jarak 100 meter	73
Tabel 4.20 Pengujian <i>code rate</i> 4/6 jarak 100 meter	73
Tabel 4.21 Pengujian <i>code rate</i> 4/7 jarak 100 meter	73
Tabel 4.22 Pengujian Tx <i>power</i> 14 dBm jarak 100 meter	74
Tabel 4.23 Pengujian Tx <i>power</i> 17 dBm jarak 100 meter	74
Tabel 4.24 Pengujian Tx <i>power</i> 20 dBm jarak 100 meter	75
Tabel 4.24 Pengujian SF 7 jarak 150 meter	75
Tabel 4.25 Pengujian SF 8 jarak 150 meter	76
Tabel 4.26 Pengujian SF 9 jarak 150 meter	76
Tabel 4.27 Pengujian <i>bandwidth</i> 125kHz jarak 150 meter	77
Tabel 4.28 Pengujian <i>bandwidth</i> 250kHz jarak 150 meter	77
Tabel 4.29 Pengujian <i>bandwidth</i> 500kHz jarak 150 meter	77
Tabel 4.30 Pengujian <i>code rate</i> 4/5 jarak 150 meter	78
Tabel 4.31 Pengujian <i>code rate</i> 4/6 jarak 150 meter	78

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4.32 Pengujian <i>code rate</i> 4/7 jarak 150 meter.....	79
Tabel 4.33 Pengujian Tx <i>power</i> 14 dBm jarak 150 meter	79
Tabel 4.34 Pengujian Tx <i>power</i> 17 dBm jarak 150 meter	79
Tabel 4.35 Pengujian Tx <i>power</i> 20 dBm jarak 150 meter	80
Tabel 4.36 Pengujian SF 7 jarak 200 meter	81
Tabel 4.37 Pengujian SF 8 jarak 200 meter	81
Tabel 4.38 Pengujian SF 9 jarak 200 meter	81
Tabel 4.39 Pengujian <i>bandwidth</i> 125kHz jarak 200 meter.....	82
Tabel 4.40 Pengujian <i>bandwidth</i> 250kHz jarak 200 meter	82
Tabel 4.41 Pengujian <i>bandwidth</i> 500kHz jarak 200 meter	83
Tabel 4.42 Pengujian <i>code rate</i> 4/5 jarak 200 meter.....	83
Tabel 4.43 Pengujian <i>code rate</i> 4/6 jarak 200 meter.....	83
Tabel 4.44 Pengujian <i>code rate</i> 4/7 jarak 200 meter.....	84
Tabel 4.45 Pengujian Tx <i>power</i> 14 dBm jarak 200 meter	84
Tabel 4.46 Pengujian Tx <i>power</i> 17 dBm jarak 200 meter	85
Tabel 4.48 Pengujian SF 7 jarak 250 meter	86
Tabel 4.49 Pengujian SF 8 jarak 250 meter	86
Tabel 4.50 Pengujian SF 9 jarak 250 meter	87
Tabel 4.51 Pengujian <i>bandwidth</i> 125kHz jarak 250 meter.....	87
Tabel 4.53 Pengujian <i>bandwidth</i> 250kHz jarak 250 meter	87
Tabel 4.54 Pengujian <i>bandwidth</i> 500kHz jarak 250 meter	88
Tabel 4.55 Pengujian <i>code rate</i> 4/5 jarak 250 meter.....	88
Tabel 4.56 Pengujian <i>code rate</i> 4/6 jarak 250 meter.....	89
Tabel 4.57 Pengujian <i>code rate</i> 4/7 jarak 250 meter.....	89
Tabel 4.58 Pengujian Tx <i>power</i> 14 dBm jarak 50 meter	89
Tabel 4.59 Pengujian Tx <i>power</i> 17 dBm jarak 250 meter	90
Tabel 4.60 Pengujian Tx <i>power</i> 20 dBm jarak 250 meter	90
Tabel 4.61 Pengujian Jarak 500 Meter.....	91
Tabel 4.63 Pengujian dengan <i>hair dryer</i> wigo 400 watt.....	100
Tabel 4.64 Pengujian dengan <i>hair dryer</i> CANEL & CO 800 watt.....	101
Tabel 4.65 Hasil Komparasi Sebelum Kalibrasi	104
Tabel 4.66 Hasil Komparasi Sesudah Kalibrasi.....	104



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

L-1 Tampilan Rancangan <i>Flowgraph</i> GNU Radio	113
L-2 Tampilan Realisasi <i>Flograph</i> GNU Radio	114
L-3 Merancang Komponen dan Uji Coba	115





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Petugas pemadam kebakaran merupakan salah satu pekerjaan dimana keselamatan dan kesehatan menjadi prioritas utama. Hal ini disebabkan karena petugas pemadam kebakaran dalam menangani kebakaran dan bencana memiliki resiko yang tinggi sehingga dapat mengancam keselamatan nyawa. Oleh karena itu petugas pemadam kebakaran harus mematuhi peraturan keselamatan seperti menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) (Maulina dan Nastiti, 2022). Terdapat beberapa risiko yang bisa dihadapi oleh petugas pemadam kebakaran, meliputi paparan langsung suhu tinggi, asap beracun, ledakan, reruntuhan, dan kelelahan akibat kerja bergilir dalam waktu panjang. Selain itu memiliki risiko psikologis seperti stress, tekanan mental, dan trauma pasca kejadian (Zaenah dan Sutjipto, 2025).

Dengan tingginya risiko yang akan dihadapi petugas pemadam kebakaran, perihal pemantauan kondisi fungsi tubuh menjadi salah satu hal yang penting untuk bisa diperhatikan yang nantinya bisa berguna untuk mendeteksi secara dini potensi penurunan kondisi fisik selama petugas pemadam kebakaran menjalankan tugas. Pada saat kondisi kelelahan ekstrem, paparan suhu yang tinggi, serta terbatasnya oksigen bisa menyebabkan penurunan performa hingga risiko *collapse* yang bisa membahayakan keselamatan petugas pemadam kebakaran. Maka dari itu diperlukan suatu sistem yang bisa memantau parameter kondisi tubuh seperti pergerakan tubuh, detak jantung, dan kadar oksigen. Adapun tantangan sistem ini bagaimana data yang dikirimkan bisa diterima dengan baik dan dapat diolah sinyalnya.

Perkembangan dan infrastruktur komunikasi nirkabel memungkinkan pengiriman data vital petugas pemadam kebakaran ke bagian penerima untuk bisa dimonitoring (Hertleer et al., 2007). Perkembangan teknologi komunikasi nirkabel berdaya rendah seperti LoRa (*Long Range*) memberikan alternatif solusi untuk sistem transmisi data jarak jauh dengan konsumsi daya rendah. LoRa menggunakan teknik modulasi *Chirp-Spread-Spectrum* (CSS) yang berguna agar



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

tetap memiliki daya yang rendah untuk meningkatkan jangkauan komunikasi. Kelebihan dari teknologi ini memiliki kelebihan jika dibandingkan dengan jenis komunikasi seperti seluler, Bluetooth, ataupun WiFi. LoRa bekerja pada pita frekuensi sub-GHz, termasuk 915 MHz yang memiliki karakteristik propagasi lebih baik dibandingkan frekuensi yang lebih tinggi dalam penetrasi halangan (Putra et al., 2022).

Receiver LoRa atau *gateway* LoRa konvensional tidak memungkinkan analisis spektrum, optimasi parameter modulasi, ataupun perubahan pengolahan sinyal lainnya. Software Defined Radio (SDR) menawarkan pendekatan yang lebih fleksibel dengan memindahkan fungsi pemrosesan sinyal ke bagian perangkat lunak. SDR memungkinkan konfigurasi ulang parameter komunikasi serta pengembangan algoritma demodulasi khusus sesuai kebutuhan sistem. Adapun penelitian “*Design and Implementation of LoRa Physical Layer in GNU Radio* (2024)” menunjukkan bahwa SDR dapat diimplementasikan sebagai LoRa *gateway* dengan membangun seluruh *physical layer* (PHY) dengan perangkat lunak menggunakan GNU Radio. Pada implementasi ini dapat diketahui bahwasannya kompatibel dengan perangkat LoRa yang komersial serta mampu mengevaluasi performa komunikasi berdasarkan beberapa parameter seperti *Signal-to-Noise Ratio* dan *Frame Error Rate*. Hal ini menunjukkan bahwa SDR bisa berfungsi tidak sebagai penerima sinyal tetapi bisa sebagai *gateway* LoRa yang fleksibel dan dapat dianalisis serta dikembangkan.

Meskipun implementasi LoRa berbasis SDR telah dilakukan, dari penelitian tersebut masih berfokus pada pembuktian bahwa *physical layer* LoRa dapat direalisasikan melalui perangkat lunak dan kompatibel dengan perangkat komersial. Implementasi tersebut belum diarahkan pada perancangan sistem *gateway* berbasis perangkat SDR untuk kebutuhan monitoring keselamatan dalam skenario lapangan yang spesifik. Pemanfaatan RTL-SDR sebagai penerima LoRa yang melakukan seluruh proses pengolahan sinyal menggunakan perangkat lunak untuk sistem keselamatan petugas pemadam kebakaran masih tidak ada dalam pembahasan penelitian tersebut.

Penelitian ini berfokus pada perancangan dan implementasi sistem *receiver* berbasis RTL-SDR yang difungsikan sebagai *gateway* LoRa dengan pengolahan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

sinyal dilakukan menggunakan pendekatan SDR. Sistem yang dirancang bukan hanya menerima data dari perangkat LoRa, akan tetapi juga mengolah sinyal dengan menggunakan perangkat lunak GNU Radio untuk memastikan seluruh proses pengolahan sinyal bisa berjalan dengan baik serta menyediakan data dan informasi monitoring yang nantinya dapat digunakan untuk mendukung keselamatan dan keamanan petugas pemadam kebakaran di lapangan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, berikut adalah rumusan masalahnya:

- a. Bagaimana merancang sistem *receiver* yang mampu menerima dan memproses sinyal LoRa pada frekuensi 915 MHz pada SDR?
- b. Bagaimana mengimplementasikan seluruh proses pengolahan sinyal LoRa pada sisi *receiver* yang berbasis SDR dengan menggunakan GNU Radio?
- c. Bagaimana kinerja sistem *receiver* yang berbasis SDR dalam menerima dan mengolah sinyal LoRa berdasarkan parameter performa komunikasi?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Merancang dan membangun sistem *receiver* yang mampu menerima dan memproses sinyal LoRa pada frekuensi 915 MHz dengan sesuai tujuan.
- b. Mengimplementasikan proses pengolahan sinyal LoRa pada sisi *receiver* yang menggunakan GNU Radio.
- c. Mengevaluasi kinerja sistem *receiver* dalam menerima dan mengolah sinyal LoRa berdasarkan kekuatan sinyal yang diterima serta tingkat keberhasilan proses *decoding* data.

1.4 Luaran

Pada skripsi ini, luaran yang diharapkan adalah sebagai berikut:

- a. Luaran dari skripsi ini adalah Sistem *Receiver Berbasis Software Defined Radio* Untuk Keselamatan dan Keamanan Petugas Pemadam Kebakaran yang berfungsi sesuai tujuan.
- b. Laporan skripsi.
- c. Publikasi pada Seminar Nasional Teknik Elektro (SNTE) 2026

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berhasil dirancang dan direalisasikan sistem *receiver* berbasis *Software Defined Radio* (SDR) menggunakan RTL-SDR dan GNU Radio yang berfungsi sebagai *gateway* LoRa pada frekuensi 915 MHz. Sistem mampu menerima sinyal LoRa, melakukan pengolahan sinyal, serta menghasilkan data informasi yang dapat digunakan untuk monitoring kondisi fisik.
2. Berdasarkan pengujian fungsionalitas sistem, seluruh komponen *hardware* dan *software* dapat bekerja secara terintegrasi baik secara menerima sinyal dari *transmitter*, melakukan *decoding*, dan menampilkan informasi.
3. Berdasarkan pengujian jarak komunikasi, kinerja sistem cenderung menurun seiring bertambahnya jarak dengan ditandai penurunan nilai SNR dan meningkatnya jumlah paket gagal, nilai RSSI relatif tetap stabil pada kategori Sangat Baik. Sistem menunjukkan performa terbaik pada jarak 50 meter dan mulai mendekati batas kemampuannya pada jarak 200–250 meter dengan parameter default. Dengan konfigurasi parameter LoRa yang dioptimalkan yaitu SF 9, *bandwidth* 125 kHz, *code rate* 4/7, dan Tx *power* 20 dBm, sistem terbukti mampu mempertahankan komunikasi tanpa paket gagal hingga jarak 500 meter dengan RSSI -56.95 dBm (Sangat Baik) dan SNR 14.82 dB (Sangat Baik)
4. Berdasarkan pengujian dalam gedung, sistem masih mampu menerima dan melakukan *decode* sinyal LoRa meskipun harus menembus struktur bangunan bertingkat, dengan tingkat keberhasilan 27 dari 30 paket data. Nilai RSSI -57.29 dBm (Sangat Baik) , meskipun nilai SNR 5.48 dB (Sangat Baik) menurun akibat redaman material gedung, yang menunjukkan sistem cukup andal untuk digunakan pada dalam gedung.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5. Berdasarkan pengujian pada kondisi suhu panas hingga 84,9°C, sistem tidak mengalami penurunan kualitas komunikasi maupun kegagalan paket data, dengan nilai RSSI -30.34 dBm (Sangat Baik) dan SNR 41.49 dB (Sangat Baik). Hal ini membuktikan bahwa sistem memiliki ketahanan yang baik terhadap paparan suhu panas.
6. Berdasarkan pengujian perbandingan dengan pulse oximeter, proses kalibrasi yang diterapkan berhasil meningkatkan akurasi pembacaan sensor secara signifikan, dengan rata-rata selisih BPM menurun dari 22,33 BPM menjadi 4,70 BPM dan rata-rata selisih SpO₂ menurun dari 29,19% menjadi 0,13%, sehingga data yang dihasilkan sistem monitoring mendekati nilai referensi alat ukur medis standar.

5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat dilakukan untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Pada sisi receiver atau lebih tepatnya pengolahan sinyal di GNU Radio dilakukan optimasi pembacaan nilai RSSI dan SNR sehingga bisa mendapatkan nilai RSSI dan SNR yang lebih jelas, lebih baik, yang berfungsi untuk menganalisis nilai RSSI dan SNR pada pengujian.
2. Menggunakan perangkat keras yang lebih mumpuni agar seluruh proses pengolahan sinyal ataupun data bisa berfungsi dengan baik dan benar.
3. Membuat sistem agar bisa menerima lebih dari satu informasi kondisi fisik petugas pemadam kebakaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Abiraihan, M., Marta, R., Syukhri, Saputra, H. K. (2024). Perancangan aplikasi desktop monitoring kapal dan penyimpanan data AIS berbasis RTL-SDR dan Raspberry Pi menggunakan Python dan PyQt. *Journal of Hypermedia & Technology-Enhanced Learning (J-HyTEL)*, 2(2). <https://doi.org/10.58536/j-hytel.v2i2.118>
- Darmawan, I. A. (2020). Faktor-faktor kegagalan pemasangan komponen chip pada papan PCB menggunakan mesin *chip mounter*. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Fisika Untirta*, 3(1), 397–403. <https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/sendikfi/article/view/9719>
- Dewi, I. T. (2025). Evaluasi kinerja demodulasi FM berbasis RTL-SDR dan Raspberry Pi 4: Perbandingan desain modular dan blok dasar pada GNU Radio. *Telekontran: Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali dan Elektronika Terapan*, 13(2), 160. <https://doi.org/10.34010/telekontran.v13i2.16558>
- Dunham, C. S., Mackenzie, M. E., Nakano, H., Kim, A. R., Nakano, A., Stieg, A. Z., & Gimzewski, J. K. (2022). Cardio PyMEA: A user-friendly, open-source Python application for cardiomyocyte microelectrode array analysis. *PLoS ONE*, 17(5), e0266647. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0266647>
- Dwigista, C., Nataliana, D., & Anwari, S. (2022). Perancangan dan implementasi printed circuit board (PCB) ramah lingkungan menggunakan *conductive ink*. *Jurnal POLEKTRO: Jurnal Power Elektronik*, 11(1), 31–35.
- Fahrezi, F. M., Sulaiman, M. A., & Toni. (2024). Analisis pengaruh parameter fisik terhadap jarak jangkauan dan keandalan data LoRa SX1276. *Jurnal RESISTOR*, 7(3), 138–147. <https://doi.org/10.31598/resistor.v7i3>
- Hertleer, C., Van Langenhove, L., Rogier, H., & Vallozzi, L. (2007). *A textile antenna for fire fighter garments*. Ghent University.
- Hidayat, A., Bahri, S., & Muhandi, H. (2026). Pengaruh redaman sinyal terhadap kualitas transmisi data LoRaWAN pada sistem pemantauan kelembaban tanah di kawasan sawit. *Coding: Jurnal Komputer dan Aplikasi*, 14(1), 85–94.
- Hill, C. (2020). *Learning scientific programming with Python*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108778039>
- Huda, M. (2021). *Rancang bangun sistem komunikasi monitoring level air pada water barrel COVID-19 menggunakan LoRa dengan model point to point* (Skripsi sarjana, Universitas Tanjungpura).

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Jannah, M. U., Nur'aidha, A. C., & Kumarajati, D. Y. H. (2024). Sistem deteksi detak jantung berbasis sensor MAX30102, Arduino Uno, dan OLED display untuk pemantauan detak jantung secara *real-time*. *JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan)*, 12(3). <https://doi.org/10.23960/jitet.v12i3.4528>
- Kurniawan, M. M., Amron, K., & Siregar, R. A. (2022). Analisis karakteristik transmisi LoRa pada wilayah perkotaan. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 6(8), 3977–3986.
- Kusmaryanto, S., Mustofa, A., & Ahimsa, H. (2021). Rancang bangun universal software radio peripheral N210 pada pengindraan spektrum melalui deteksi energi. *Jurnal EECCIS (Electrics, Electronics, Communications, Controls, Informatics, Systems)*, 15(3), 104–108. <https://doi.org/10.21776/jeeccis.v15i3.1551>
- Maulina, & Nastiti, R. (2022). Pengaruh pelatihan dan kesehatan dan keselamatan kerja terhadap kinerja petugas barisan pemadam kebakaran. *KINERJA: Jurnal Ekonomi dan Manajemen*, 19(4), 678–685.
- Mayori, E., Sungkono, & Widana, I. D. K. K. (2025). Pengembangan sistem pemantauan kesehatan dan keselamatan kerja berbasis IoT di kawasan industri Pulogadung. *JUTIN: Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 8(4), 4292–4301. <https://doi.org/10.31004/jutin.v8i4.50921>
- Moore, O., Jessurun, N., Chase, M., Nemitz, N., & Campagnola, L. (2023). *PyQtGraph: High performance visualization for all platforms*. In *Proceedings of the 22nd Python in Science Conference (SciPy 2023)*.
- Putra, R. T., Yacoub, R. R., Marpaung, J., Tjahjamoonsih, N., & Imansyah, F. (2022). *Pengaruh interferensi sistem komunikasi LoRa pada Fresnel zone antara end device dengan gateway*. Program Studi Sarjana Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura.
- Susilo, H. E. (2024). *Desain dan implementasi sistem komunikasi LoRa berbasis software defined radio untuk aplikasi direct to satellite-Internet of Things (DTS-IoT) pada satelit konstelasi LEO ekuatorial* (Tesis magister, Institut Teknologi Bandung).
- Tapparel, J., & Burg, A. (2024). *Design and implementation of LoRa physical layer in GNU Radio*. In *Proceedings of the 14th GNU Radio Conference*.
- Thomas, A., & Eldhose, N. V. (2020). Chirp spread spectrum for narrow band long range bio sensor networks. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 9(1), 999.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Villa, M., & Casilari, E. (2025). *Energy-efficient fall-detection system using LoRa and hybrid algorithms*. *Biomimetics*, 10(5), 313. <https://doi.org/10.3390/biomimetics10050313>

Yanziah, A., Soim, S., & Rose, M. M. (2020). Analisis jarak jangkauan LoRa dengan parameter RSSI dan *packet loss* pada area urban. *Jurnal Teknologi Technoscientia*, 13(1), 59.

Zaenah, S., & Sutjipto, A. G. E. (2025). Analisis risiko kegiatan rutin petugas dinas kebakaran Kota Palembang dengan pendekatan metode *hazard identification and risk assessment* (HIRA). *J-CEKI: Jurnal Cendekia Ilmiah*, 5(1), 1783



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

RIWAYAT HIDUP PENULIS



Favian Suta Pambudi

Lahir di Jakarta, 30 Juli 2003. Menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SDIT ABATA pada tahun 2016, sekolah menengah pertama di SMPN 134 SSN Jakarta pada tahun 2019, dan sekolah menengah kejuruan di SMK Telkom Jakarta pada tahun 2022. Penulis melanjutkan pendidikan pada Program Sarjana Terapan (D4) Program Studi Broadband Multimedia, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta pada tahun 2022

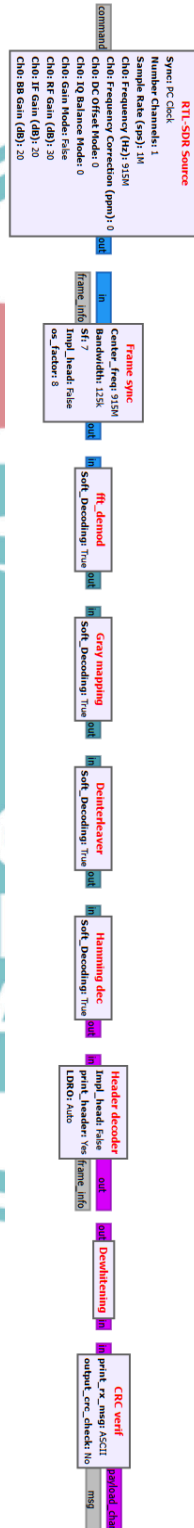
**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

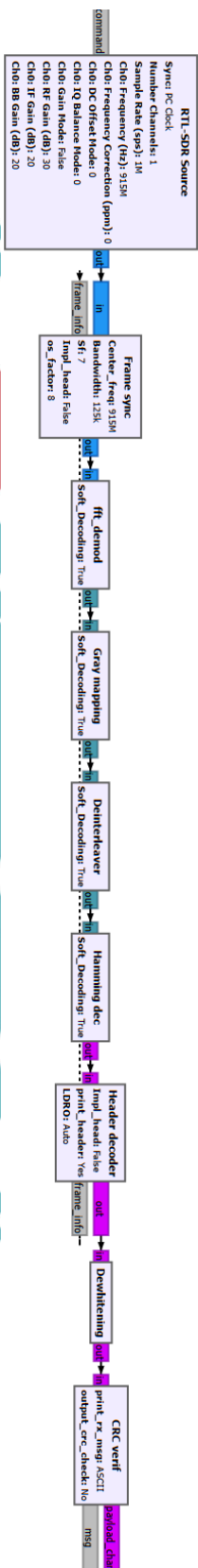
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

L-1 Tampilan Rancangan *Flowgraph* GNU Radio



L-2 Tampilan Realisasi *Flograph* GNU Radio



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

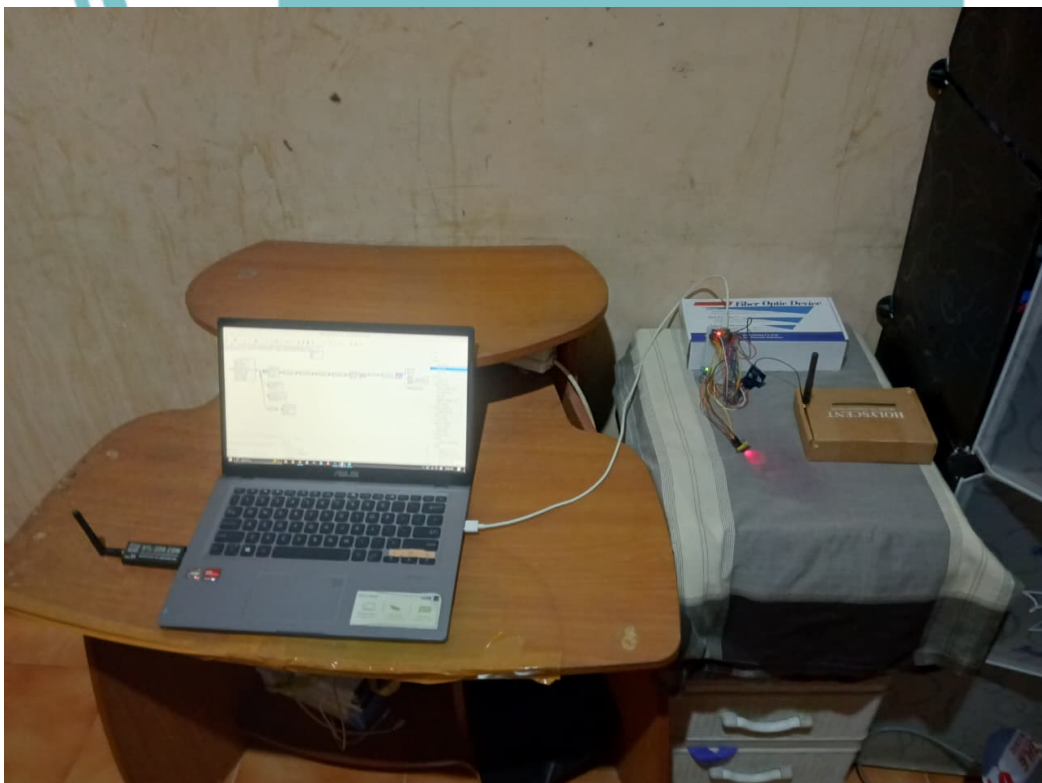
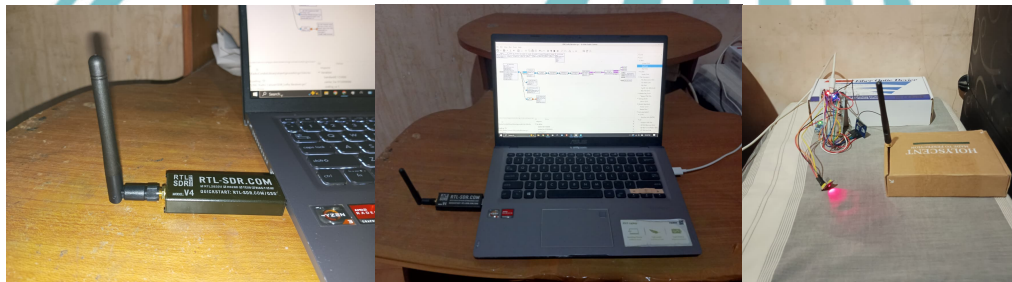
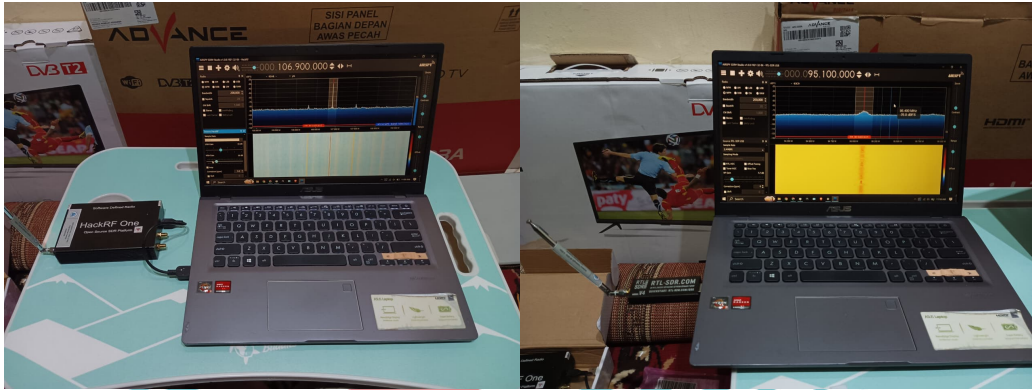
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



L-3 Merancang Komponen dan Uji Coba

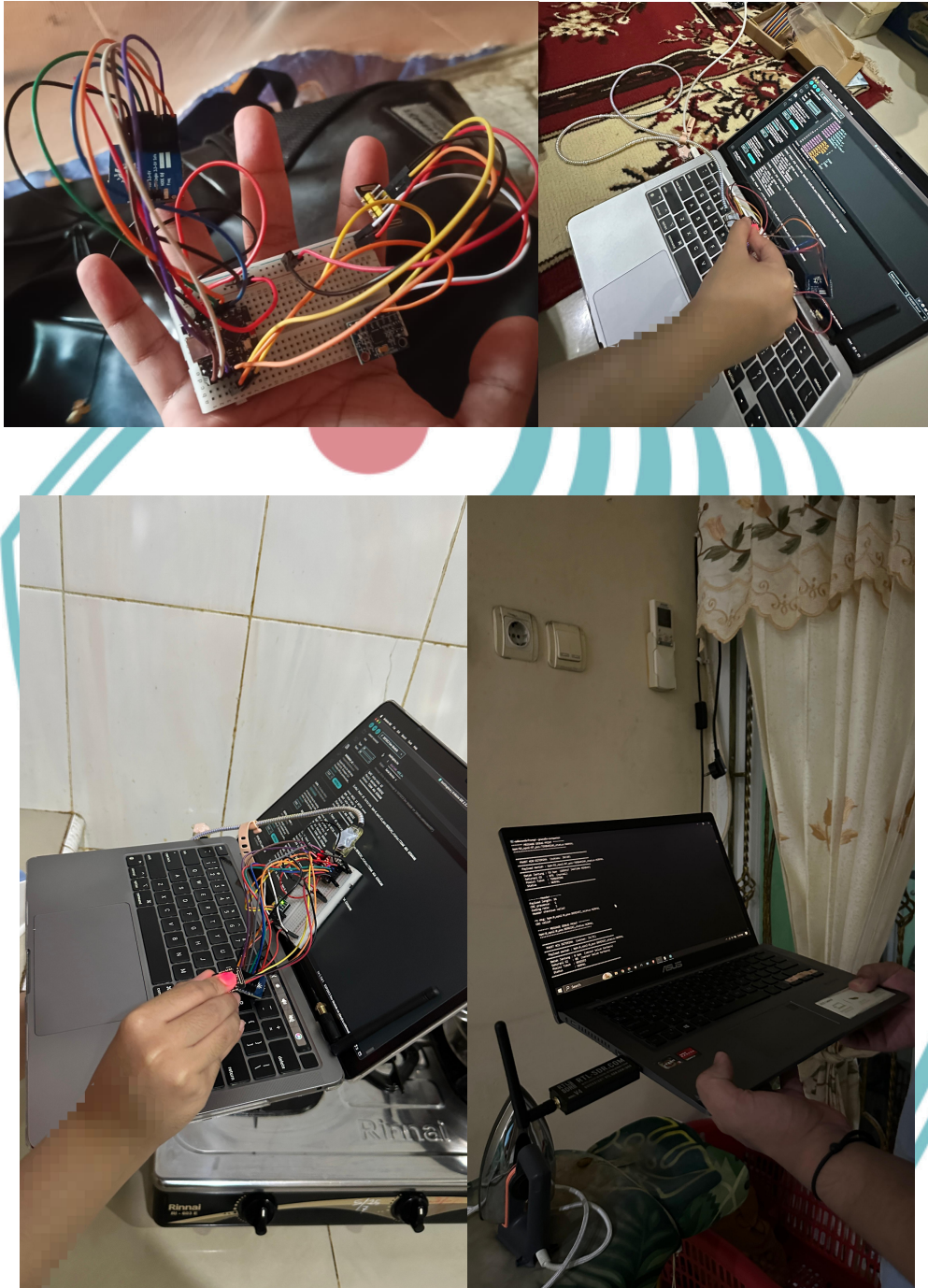
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



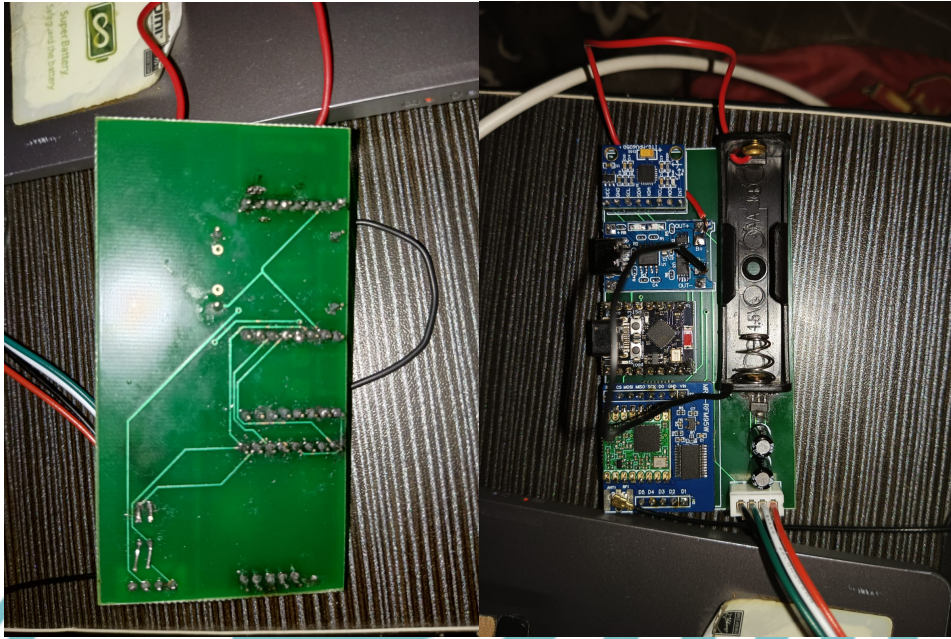
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

