



© 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 MONITORING SINYAL PADA RADIO VHF

SKRIPSI

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

MUHAMMAD HANSYAH UTAMA

2103421002

PROGRAM STUDI BROADBAND MULTIMEDIA

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2025



© 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 MONITORING SINYAL PADA RADIO VHF

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan**

**POLITEKNIK
NEGERI
MUHAMMAD HANSYAH UTAMA
2103421002**

PROGRAM STUDI BROADBAND MULTIMEDIA

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2025



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 sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Muhammad Hansyah Utama

NIM : 2103421002

Tanda Tangan :

Tanggal : 23 Juli 2025





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 : Muhammad Hansyah Utama
NIM : 2103421002
Program Studi : Broadband Multimedia
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Sistem Monitoring Sinyal pada Radio
VHF

Telah diuji oleh tim penguji dalam sidang tugas akhir pada 8 Juli 2025 dinyatakan
LULUS.

Pembimbing I : Mohamad Fathurahman, S.T., M.T.
NIP. 197108242003121001

Pembimbing II : Shita Herfiah, S.Pd., M.T.
NIP. 199707232024062002

Depok, 21 Juli 2025

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Murle Dwiyaniti, S.T., M.T.
NIP. 19780331200322002



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

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 Monitoring Sinyal pada Radio VHF”. Skripsi ini dilaksanakan dalam rangka menyelesaikan Pendidikan Diploma IV dan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan di Politeknik Negeri Jakarta. Penyusunan skripsi ini merupakan perjalanan yang tidak mudah, dan penulis menyadari bahwa pencapaian ini tidak terlepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Mohamad Fathurahman, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing 1 dan Ibu Shita Herfiah, S.Pd., M.T., selaku dosen pembimbing 2 yang telah meluangkan waktu, dan tenaga untuk memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi selama proses penelitian dan penulisan skripsi ini;
2. Orang tua dan keluarga penulis yang selalu membantu dan mendukung dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini;
3. Teman-teman seperjuangan yang telah membantu, bekerja sama dan mendukung penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih segala kritik mauoun saran yang dapat memberikan kesempurnaan skripsi ini, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Depok, 23 Juli 2025

Penulis,
Muhammad Hansyah Utama



Rancang Bangun Sistem Monitoring Sinyal pada Radio VHF

Abstrak

Keterbatasan spektrum analyzer konvensional dalam aplikasi pembelajaran pengolahan sinyal digital, meliputi harga yang tinggi, dimensi besar dan tidak portable, serta kurangnya output audio, memerlukan pengembangan alternatif instrumen yang lebih aksesible untuk kegiatan praktikum analisis spektral sinyal. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem monitoring sinyal pada radio VHF menggunakan teknologi Software Defined Radio (SDR) sebagai alternatif yang portable dan ekonomis untuk kegiatan pembelajaran pengolahan sinyal digital. Sistem monitoring dibangun mengintegrasikan Raspberry Pi 4-B, RTL-SDR v4, antena teleskopik, LCD touchscreen, dan speaker dalam satu platform terpadu yang kompak dengan mengimplementasikan algoritma Fast Fourier Transform (FFT) untuk konversi sinyal radio menjadi representasi spektrum dan demodulasi audio FM pada spektrum VHF Band II (87-108 MHz) dan Band III (174-230 MHz), dimana software monitoring dikembangkan menggunakan Python dengan antarmuka pengguna yang user-friendly untuk visualisasi spektrum real-time dan deteksi interferensi. Hasil pengujian menunjukkan sistem memiliki tingkat akurasi sangat baik dengan Mean Absolute Error (MAE) 0,228 dB untuk pengukuran nilai Peak dan MAE 3,16 meter untuk estimasi jarak pemancar, sistem berhasil mencapai akurasi 100% dalam dekoding Radio Data System (RDS) dan mampu mendeteksi interferensi berdasarkan parameter Peak dan RDS, sehingga penelitian ini membuktikan bahwa sistem monitoring berbasis SDR dapat menjadi alternatif yang layak dan ekonomis untuk spektrum analyzer konvensional dalam aplikasi pendidikan dengan keunggulan portabilitas dan biaya implementasi yang rendah.

Kata Kunci: Software Defined Radio, VHF, monitoring spektrum, Raspberry Pi, RTL-SDR

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 :

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

Design and Development of an Signal Monitoring System for VHF Radio

Abstract

The limitations of conventional spectrum analyzers in digital signal processing educational applications, including high cost, large dimensions with poor portability, and lack of audio output capabilities, necessitate the development of more accessible alternative instruments for spectral signal analysis laboratory activities. This study aims to design and develop a VHF radio signal monitoring system using Software Defined Radio (SDR) technology as a portable and cost-effective alternative for digital signal processing education. The monitoring system was constructed by integrating Raspberry Pi 4-B, RTL-SDR v4, telescopic antenna, LCD touchscreen, and speaker into a unified compact platform, implementing Fast Fourier Transform (FFT) algorithms for radio signal conversion to spectrum representation and FM audio demodulation across VHF Band II (87-108 MHz) and Band III (174-230 MHz) spectrums. The monitoring software was developed using Python with a user-friendly interface for real-time spectrum visualization and interference detection. Experimental results demonstrate that the system achieves excellent accuracy with a Mean Absolute Error (MAE) of 0.228 dB for peak value measurements and MAE of 3.16 meters for transmitter distance estimation. The system successfully achieved 100% accuracy in Radio Data System (RDS) decoding and effectively detected interference based on Peak and RDS parameters. This research proves that SDR-based monitoring systems can serve as a viable and economical alternative to conventional spectrum analyzers in educational applications, offering advantages in portability and low implementation costs.

Key words: *Software Defined Radio, VHF, spectrum monitoring, Raspberry Pi, RTL-SDR*

**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	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Luaran	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 <i>State of the art</i>	6
2.2 Spektrum Frekuensi	8
2.2.1 VHF <i>Band</i> II dan <i>Band</i> III	9
2.2.2 <i>Radio Frequency Interface</i> (RFI)	9
2.2.3 <i>Peak</i>	10
2.2.4 <i>Received Signal Strength Indicator</i> (RSSI)	11
2.2.5 <i>Radio Data System</i> (RDS)	15
2.3 Monitoring Spektrum Frekuensi	16
2.4 <i>Software Defined Radio</i> (SDR)	17
2.4.1 RTL-SDR.....	18
2.5 Pemrosesan Sinyal Digital	20
2.6 Raspberry Pi 4 B	20
2.7 Antena Teleskopik.....	21
2.8 <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD) <i>Touchscreen</i> dan <i>Speaker</i>	23
2.9 Bahasa Pemrograman Python	25
2.9.1 Numpy	26



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

2.9.2 Scipy	27
2.9.3 PyQt5	28
2.9.4 PyQtGraph	28
2.9.5 PyAudio	29
2.10 Graphical User Interface (GUI)	30
2.11 Sistem Monitoring	31
2.11.1 Perangkat Keras	32
2.11.2 Perangkat Lunak	32
2.11.3 Fast Fourier Transform (FFT)	33
2.11.4 Modulasi FM	34
2.11.5 Demodulasi Suara	36
2.12 Mencari Nilai Error Dari Data	36
2.13 Mean Absolute Error (MAE)	38
BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI	41
3.1 Rancangan Alat	41
3.1.1 Deskripsi Alat	43
3.1.2 Cara Kerja Alat	44
3.1.3 Spesifikasi Alat	44
3.1.4 Diagram Sistem	46
3.1.5 Flowchart Sistem	48
3.2 Realisasi Alat	51
3.2.1 Tempat Implementasi Alat	52
3.2.2 Visualisasi Alat	53
3.2.3 Realisasi Hardware	54
3.2.4 Realisasi Software	56
BAB IV PEMBAHASAN	102
4.1 Perbandingan Sistem Monitoring dengan Spectrum Analyzer	102
4.2 Pengujian Akurasi Sistem Monitoring	103
4.2.1 Deskripsi Pengujian Akurasi	104
4.2.2 Prosedur Pengujian Akurasi	104
4.2.3 Data Pengujian Akurasi	106
4.2.4 Analisa Akurasi Sistem Monitoring	109
4.3 Pengujian Inteferensi Sistem	112
4.3.1 Deskripsi Pengujian Inteferensi Sistem	112
4.3.2 Prosedur Pengujian Inteferensi Sistem	113



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

4.3.3 Data Pengujian Inteferensi Sistem.....	115
4.3.4 Analisa Pengujian Inteferensi Sistem.....	124
4.4 Pengujian Pengaruh Lingkungan dan Ketinggian Antena	125
4.4.1 Deskripsi Pengujian Pengaruh Lingkungan dan Ketinggian Antena..	126
4.4.2 Prosedur Pengujian Pengaruh Lingkungan dan Ketinggian Antena...	126
4.4.3 Data Pengujian Pengaruh Lingkungan dan Ketinggian Antena	128
4.4.4 Analisa Pengujian Pengaruh Lingkungan dan Ketinggian Antena.....	130
BAB V PENUTUP.....	134
5.1 Kesimpulan	134
5.2 Saran	136
DAFTAR PUSTAKA.....	137
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	140
LAMPIRAN.....	141



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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sinyal Radio Data System FM.....	15
Gambar 2. 2 RTL-SDR V4.....	18
Gambar 2. 3 Diagram Sistem RTL-SDR.....	19
Gambar 2. 4 Raspberry Pi 4 B	21
Gambar 2. 5 Antena Teleskopik	22
Gambar 2. 6 Liquid Crystal Display (LCD) Touchscreen dan SPEaker.....	24
Gambar 2. 7 Logo Bahasa Pemrograman Python	25
Gambar 2. 8 Visualisasi PyQtGraph	29
Gambar 2. 9 Flowchart Rancangan Alat	41
Gambar 3. 1 Diagram Sistem	47
Gambar 3. 2 Flowchart Sistem Monitoring.....	49
Gambar 3. 3 Flowchart Process Analisis Data	51
Gambar 3. 4 Denah Peletakan Alat	52
Gambar 3. 5 Visualisasi Sistem Monitoring	53
Gambar 3. 6 Skematik Sistem Monitoring.....	54
Gambar 3. 7 Sistem Monitoring	55
Gambar 3. 8 Pembuatan UI.....	57
Gambar 3. 9 UI Main Window.....	58
Gambar 3. 10 UI Input Device	58
Gambar 3. 11 UI Main Toolbar	59
Gambar 3. 12 UI Receiver Options.....	60
Gambar 3. 13 UI FFT Settings	61
Gambar 3. 14 UI Input Control	62
Gambar 3. 15 UI Audio	62
Gambar 3. 16 UI Information.....	63
Gambar 3. 17 Penggabungan Semua UI	64



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 TABEL

Tabel 2. 1 <i>State of the art</i>	6
Tabel 2. 2 Klasifikasi Nilai Peak	10
Tabel 2. 3 Variabel Rumus FSPL	12
Tabel 2. 4 Variabel Rumus Log-Distance Path Loss	13
Tabel 2. 5 Variabel Rumus VHF	13
Tabel 2. 6 Variabel Rumus Konversi VHF	14
Tabel 2. 7 Variabel Rumus Estimasi Jarak	14
Tabel 2. 8 Sesssion Antena Teleskopik	22
Tabel 2. 9 Variabel Rumus FFT	34
Tabel 2. 10 Parameter Rumus MAE	39
Tabel 2. 11 Tabel Klasifikasi Tingkat Akurasi	39
Tabel 3. 1 Komponen Perangkat Keras	42
Tabel 4. 1 Spesifikasi Alat dan Harga	102
Tabel 4. 2 Alat Untuk Pengujian Akurasi Sistem Monitoring	105
Tabel 4. 3 Perbandingan Nilai Peak Spectrum analyzer dan Sistem Monitoring	106
Tabel 4. 4 Perbandingan Pengukuran Jarak Real dengan Sistem Monitoring	107
Tabel 4. 5 Hasil Data RDS pada Software Spectrum analyzer	108
Tabel 4. 6 Hasil Data RDS pada Sistem Monitoring	109
Tabel 4. 7 Alat Untuk Pengujian Interferensi Sistem	114
Tabel 4. 8 Hasil Data Pengujian Interferensi Sistem	115
Tabel 4. 9 Hasil Data Pengujian Inteferensi Sistem Paramater RDS	119
Tabel 4. 10 Alat Untuk Pengujian dalam Berbagai Pengaruh Kondisi	127
Tabel 4. 11 Pengujian Pengaruh Lingkungan dan Ketinggian Antena Band II...	128
Tabel 4. 12 Pengujian Pengaruh Lingkungan dan Ketinggian Antena Band III .	129

**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 LAMPIRAN

L-1 Datasheet RTL-SDR V4	141
L-2 Datasheet Raspberry Pi 4-B	143
L-3 File Program Sistem Monitoring	151
L-4 Dokumentasi Pengujian Akurasi Sistem	152
L-5 Dokumentasi Pengujian Sistem Interferensi	153
L-6 Dokumentasi Pengujian Berbagai Kondisi.....	154



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 I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Spectrum analyzer merupakan instrumen pengukuran dalam mata kuliah pengolahan sinyal *digital* yang digunakan untuk menganalisis karakteristik spektral sinyal di domain frekuensi, memungkinkan mahasiswa memahami transformasi *Fourier*, mengamati distribusi energi sinyal, dan mengidentifikasi komponen frekuensi yang terkandung dalam suatu sinyal. Dalam konteks pembelajaran pengolahan sinyal *digital*, *spectrum analyzer* berperan penting untuk memvisualisasikan konsep teoritis seperti *Fast Fourier Transform* (FFT), analisis spektrum frekuensi, dan *filtering*. Monitoring sinyal radio merupakan kegiatan pengukuran parameter teknis pada sinyal radio dilakukan untuk menganalisa penyebab terjadi gangguan sinyal pada rentang *Very High Frequency* (VHF) berdasarkan parameter *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) (Pratama & Tresnawan, 2021). Balai Monitoring Spektrum Kelas 1 Jakarta merupakan Unit Pelaksanaan Teknis (UPT) Direktorat Jenderal Sumber Daya dan Perangkat Pos dan Informatika, sebagai pelaksana pengawasan dan pengendalian frekuensi di wilayah DKI Jakarta, Bogor, Depok, dan Bekasi. Pada tahun 2023 Balai Monitoring Spektrum Kelas 1 Jakarta menerima beberapa aduan gangguan salah satunya pada siaran FM terdapat 4 titik gangguan. Seluruh aduan gangguan pada Tahun 2023 dapat ditangani sampai tidak ditemukan kembali gangguan pada titik tersebut. Tindakan lapangan berupa penghentian pancaran pengganggu, penyegelan, dan pengamanan perangkat dilakukan sebagai upaya komprehensif mengatasi gangguan yang terjadi. Kompleksitas penanganan interferensi ini mencerminkan pentingnya sistem monitoring yang dapat mengidentifikasi sumber gangguan secara akurat dan real-time.

Berdasarkan standar *International Telecommunication Union* (ITU), rentang spektrum *Very High Frekuensi* (VHF) didefinisikan sebagai rentang frekuensi radio yang beroperasi pada 30 MHz - 300 MHz. Berdasarkan Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia nomor 12 tahun 2022 tentang alokasi spektrum frekuensi radio indonesia dikelompokkan menjadi beberapa *sub-*



© 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

band, dimana VHF *Band* II beroperasi pada rentang 87 MHz - 108 MHz yang dialokasikan untuk keperluan siaran radio dalam negeri, sementara VHF *Band* III beroperasi pada rentang 174-230 MHz yang diperuntukan bagi siaran digital. Berdasarkan Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia nomor 5 tahun 2023 tentang Rencana Induk Dan Ketentuan Teknis Operasional Penggunaan Spektrum Frekuensi Radio Untuk Keperluan Jasa Penyiaran Radio Melalui Media *Terrestrial* pada pasal 29 disebutkan klasifikasi kelas stasiun radio untuk keperluan jasa penyiaran radio melalui Media *Terrestrial* dengan menggunakan standar teknologi *digital* berbasis *Digital Radio Mondiale* (DRM) pada Pita Frekuensi Radio VHF *Band* II dan Pita Frekuensi Radio VHF *Band* III terdiri atas: a) Kelas I yaitu stasiun radio dengan kemampuan rated output power pemancar lebih dari 40 Watt untuk penggunaan Kanal Frekuensi Radio oleh LPP RRI, LPP Lokal, dan LPS sesuai Wilayah Layanan dalam Penjatahan Kanal Frekuensi Radio (Channel Allotment); dan, b) Kelas II yaitu stasiun radio dengan kemampuan rated output power pemancar tidak lebih dari 40 Watt untuk penggunaan Kanal Frekuensi Radio oleh LPK.

Dalam era perkembangan teknologi yang begitu pesat, sistem monitoring dapat menjadi solusi yang memudahkan pihak terkait dalam memantau spektrum frekuensi (Christian & Hartanto, 2023). Evolusi sistem komunikasi telah membawa perubahan paradigma, khususnya dalam radio komunikasi, dimana software semakin banyak penerapannya. Transisi ini tidak hanya mengurangi biaya implementasi tetapi juga secara signifikan meningkatkan fleksibilitas arsitektur perangkat (Ramos et al., 2023). Kegiatan monitoring spektrum frekuensi perlu dipelajari secara mendalam oleh mahasiswa bidang telekomunikasi untuk menganalisis dan mengidentifikasi gangguan pada pita frekuensi VHF dengan pendekatan teknologi terkini. Perkembangan teknologi SDR memungkinkan implementasi sistem monitoring yang adaptif dan *cost-effective*, karena kemampuan perangkat SDR untuk mengakses sampel sinyal dalam domain waktu dan mendefinisikan pengukuran tipe *channel power* (CP) dan *complementary cumulative distribution function* (CCDF) (Șorecău et al., 2023). Kebutuhan akan sistem monitoring yang efektif semakin mendesak mengingat kompleksitas interferensi radio yang terus meningkat seiring dengan bertambahnya perangkat



© 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

wireless dan densitas sinyal yang tinggi dalam spektrum VHF (Lubna et al., 2022). Penelitian terbaru menunjukkan bahwa teknologi *Software Defined Radio* (SDR) telah menjadi alternatif yang layak untuk pendekatan monitoring spektrum *real-time* konvensional berdasarkan *spectrum analyzer* karena biaya yang lebih rendah (Șorecău et al., 2023).

Keterbatasan pada *spectrum analyzer* umumnya memiliki harga cukup tinggi, dimensi besar dan berat yang membuatnya tidak *portable*, serta kurang praktis untuk digunakan dalam kegiatan praktik pengolahan sinyal *digital* di lab maupun di lapangan. *Spectrum analyzer* konvensional juga memiliki keterbatasan fungsional berupa tidak adanya output suara untuk analisa *audio* lebih lanjut, ketidakmampuan untuk mengubah jenis modulasi secara *fleksibel*, dan kebutuhan sumber daya listrik AC yang membatasi mobilitas penggunaan karena tidak dapat menggunakan baterai *portable*. Permasalahan ini menimbulkan kebutuhan mendesak akan sistem monitoring yang memiliki dimensi kecil dan ringan, ekonomis, mudah dibawa, serta dilengkapi dengan fitur *audio* dan fleksibilitas modulasi untuk mendukung proses pembelajaran yang efektif dan aplikatif. *Radio Frequency Interference* (RFI) semakin meningkat dan perlu dijaga dengan mengidentifikasi, mengkategorikan, dan melokalisasi sumber yang mungkin dengan mulus (Șorecău et al., 2023). Penelitian terbaru dalam implementasi SDR untuk monitoring maritim VHF menunjukkan bahwa sistem berbasis *software-defined radio scanner* dapat efektif digunakan untuk monitoring utilisasi VHF *maritime mobile band* (Valčić et al., 2024), memberikan validasi empiris terhadap efektivitas pendekatan SDR sebagai solusi alternatif yang lebih fleksibel dan *portable* dibandingkan *spectrum analyzer* konvensional.

Berdasarkan identifikasi permasalahan tersebut, penelitian ini menghadirkan inovasi sistem monitoring yang dirancang khusus untuk mengatasi seluruh keterbatasan *spectrum analyzer* konvensional dalam konteks pembelajaran pengolahan sinyal *digital*. Berbeda dengan *spectrum analyzer* yang mahal dan tidak *portable*, sistem yang dikembangkan mengintegrasikan komponen Raspberry Pi 4, RTL-SDR v4, antena, dan LCD *touchscreen* dengan *speaker* dalam satu platform terpadu yang kompak, ringan, dan dapat dioperasikan menggunakan baterai *portable* untuk mobilitas maksimal. Sistem ini dilengkapi dengan *output audio* yang



© 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

memungkinkan mahasiswa mendengar langsung hasil demodulasi sinyal untuk analisa yang lebih mendalam, serta fleksibilitas untuk mengubah jenis modulasi sesuai kebutuhan pembelajaran praktikum. Implementasi perangkat lunak mencakup *algoritma Fast Fourier Transform* (FFT) dan demodulasi *audio* yang digunakan untuk konversi sinyal radio menjadi representasi spektrum dan *audio* termodulasi FM dengan antarmuka yang *user-friendly* bagi mahasiswa. Teknologi SDR memungkinkan implementasi berbagai komponen menggunakan komputer personal atau perangkat komputasi *embedded* lainnya, dimana konsep SDR menjadi praktis dari sudut pandang implementasi berkat kemajuan dalam sirkuit digital (Ramos et al., 2023). Sebagai solusi komprehensif, sistem monitoring ini menawarkan keunggulan signifikan berupa harga terjangkau, dimensi kecil dan ringan, kemudahan operasional, fleksibilitas modulasi, *output audio* terintegrasi, dan kemampuan operasi portable yang menjawab seluruh kebutuhan pembelajaran pengolahan sinyal *digital* yang tidak dapat dipenuhi oleh *spectrum analyzer* konvensional.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas pada skripsi ini adalah:

- a) Bagaimana merancang sistem monitoring sinyal VHF yang portable dan ekonomis menggunakan teknologi *Software Devined Radio* (SDR) sebagai media pembelajaran?
- b) Bagaimana mengimplementasikan sistem deteksi interferensi sinyal radio secara *real-time* pada Raspberry Pi?
- c) Seberapa akurat sistem monitoring yang dikembangkan dalam mengukur parameter *Peak*, mendeteksi sinyal interferensi dan jarak pemancar dibandingkan dengan alat *spectrum analyzer*?
- d) Bagaimana performa sistem monitoring pada berbagai kondisi lingkungan dan ketinggian antenna?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam pembuatan skripsi ini adalah:

- a) Merancang dan membangun sistem monitoring berbasis Raspberry Pi 4 dan RTL-SDR v4 yang mudah digunakan dalam proses pembelajaran.



© 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

- b) Mengimplementasikan sistem pemrosesan sinyal untuk menganalisis spektrum dan mengidentifikasi gangguan sinyal pada pita frekuensi radio.
- c) Menguji akurasi sistem dalam mengukur *peak* dan mendeteksi sinyal interferensi pada rentang VHF *Band II* dan *Band III*.
- d) Menganalisis performa sistem pada berbagai kondisi ketinggian antenna, *indoor* dan *outdoor*.

1.4 Luaran

Adapun luaran yang ingin dicapai dalam pembuatan skripsi ini adalah:

- a) Alat monitoring sinyal interferensi radio VHF berbasis SDR yang *portable* dan *user-friendly*.
- b) Laporan skripsi dengan judul "Rancang Bangun Sistem Monitoring Sinyal pada Radio VHF Menggunakan Software Defined Radio".
- c) Artikel ilmiah yang dipresentasikan pada Seminar Nasional Inovasi Vokasi (SNIV).

**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

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada rancang bangun sistem monitoring sinyal pada radio VHF menggunakan teknologi *Software Defined Radio* (SDR), maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Perancangan dan implementasi sistem monitoring sinyal interferensi VHF telah berhasil dirancang dan diimplementasikan menggunakan platform Raspberry Pi 4-B yang diintegrasikan dengan RTL-SDR v4, antenna teleskopik, dan *LCD touchscreen* dengan *speaker* dalam satu platform terpadu. Sistem ini mampu melakukan monitoring real-time pada spektrum VHF *Band II* dan *Band III* dengan mengimplementasikan algoritma *Fast Fourier Transform* (FFT) untuk konversi sinyal radio menjadi representasi spektrum dan demodulasi *audio FM*.
2. Akurasi pengukuran sistem hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem monitoring memiliki tingkat akurasi yang sangat baik:
 - a. Pengukuran nilai *Peak*, sistem mencapai akurasi sangat tinggi dengan *Mean Absolute Error* (MAE) sebesar 0,228 dB, masuk kategori "Sangat Akurat" berdasarkan klasifikasi yang telah ditetapkan
 - b. Estimasi jarak pemancar, sistem menunjukkan akurasi yang baik dengan MAE 3,16 meter, masuk kategori "Akurat" untuk aplikasi *approximate localization*.
 - c. Dekoding *Radio Data System* (RDS): Sistem mencapai akurasi *perfect* dengan tingkat keberhasilan 100%, masuk kategori "Sangat Akurat" dalam mengekstrak metadata stasiun radio.
3. Kemampuan deteksi interferensi sistem monitoring berhasil mengimplementasikan dua metode deteksi interferensi:
 - a. Deteksi berdasarkan parameter *Peak*, sistem mampu mengidentifikasi sinyal dengan *power levels* yang melebihi *threshold* regulasi,



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

- meskipun dalam pengujian tidak ditemukan indikasi interferensi pada seluruh periode monitoring.
- b. Deteksi berdasarkan parameter RDS, sistem dapat membedakan antara stasiun berlisensi (memiliki RDS) dan potential *interference sources* (tidak memiliki RDS) dengan *consistency pattern 100% across all measurement periods*.
4. Performa dalam berbagai kondisi operasional pengujian pengaruh lingkungan dan ketinggian antenna menunjukkan:
 - a. VHF *Band II* (90.0 MHz), sistem menunjukkan stabilitas yang baik dengan MAE 1.97 dB masuk kategori "Cukup Akurat" terhadap perubahan lingkungan *indoor* dan *outdoor*. Optimalisasi ketinggian antenna memberikan efek positif dengan perbedaan *indoor* dan *outdoor* yang menurun seiring bertambahnya ketinggian antenna (dari 2.33 dB pada 15 cm hingga 1.61 dB pada 99 cm), mengindikasikan bahwa ketinggian antenna dapat mengurangi dampak *environmental factors* dan memberikan performa yang lebih stabil dalam berbagai kondisi lingkungan.
 - b. VHF *Band III* (199.6 MHz), sistem menunjukkan *high environmental sensitivity* dengan MAE 8.1 dB masuk kategori "Tidak Akurat" terhadap perubahan lingkungan *indoor* dan *outdoor*. Optimalisasi ketinggian antenna menunjukkan karakteristik yang berbeda dengan perbedaan *indoor* dan *outdoor* yang meningkat seiring bertambahnya ketinggian antenna (dari 7.5 dB pada 15 cm hingga 8.7 dB pada 99 cm), disebabkan oleh karakteristik propagasi frekuensi tinggi yang lebih rentan terhadap atenuasi bangunan dan *multipath interference*, sehingga *deployment* pada VHF *Band III preferably* dilakukan dalam kondisi *outdoor* untuk performa optimal.
 5. Validasi sebagai alternatif ekonomis sistem monitoring terbukti dapat menjadi alternatif yang layak dan ekonomis untuk *spectrum analyzer* konvensional dalam aplikasi pendidikan dan monitoring spektrum VHF, dengan keunggulan portabilitas, dan biaya implementasi yang lebih



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

rendah dengan mempertahankan akurasi pengukuran yang dapat diandalkan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran untuk pengembangan dan perbaikan sistem monitoring interferensi VHF di masa mendatang:

1. Mengembangkan algoritma deteksi interferensi yang lebih *sophisticated* dengan menggabungkan *multiple parameters* dan mengimplementasikan *machine learning* untuk *automatic classification* sinyal normal dengan interferensi berdasarkan *pattern recognition* dan *historical data*.
2. Memperluas *coverage frequency range* untuk mencakup spektrum VHF dan *UHF* yang lebih luas dan menambahkan GPS module untuk *automatic location tagging* serta database management system untuk *historical data storage* dan *automated reporting capabilities*.
3. Meng-*upgrade* perangkat *SDR bandwidth* yang lebih tinggi, *support* untuk frekuensi tinggi, mengimplementasikan *high-gain directional antenna system*, dan menambahkan *battery backup system* untuk *deployment outdoor* jangka panjang yang lebih *robust* dan *weather-resistant*.
4. Mengembangkan *web-based remote monitoring interface* dengan *real-time alert system* dan *API integration* untuk *compatibility* dengan *existing spectrum management systems* serta melakukan *extensive field testing* untuk *validation comprehensive performance*.
5. Menyusun *comprehensive training materials* dan *practical laboratory exercises* untuk *spectrum monitoring education* serta mengembangkan *modular curriculum* yang dapat diadaptasi untuk berbagai level pendidikan dari *vocational training* hingga *advanced engineering programs*.

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

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, D. A., Sapiro, R. E., & Raithel, G. (2021). An Atomic Receiver for AM and FM Radio Communication. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, 69(5), 2455–2462. <https://doi.org/10.1109/TAP.2020.2987112>
- Ansermino, J. M., Dumont, G. A., & Ginsburg, A. S. (2023). Measurement Uncertainty in Clinical Validation Studies of Sensors. *Sensors*, 23(6). <https://doi.org/10.3390/s23062900>
- Ceccarini, C., Mirri, S., & Prandi, C. (2022). Designing Interfaces to Display Sensor Data: A Case Study in the Human-Building Interaction Field Targeting a University Community. *Sensors*, 22(9). <https://doi.org/10.3390/s22093361>
- Christian, M., & Hartanto. (2023). *Analisis Dan Perancangan Sistem Informasi Monitoring Spektrum Frekuensi Radio*. <https://doi.org/https://doi.org/10.37595/mediainfo.v22i1.163>
- Costantini, G., Casali, D., & Cesarini, V. (2024). New Advances in Audio Signal Processing. In *Applied Sciences (Switzerland)* (Vol. 14, Issue 6). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/app14062321>
- 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 May). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0266647>
- Flak, P. (2021). Drone Detection Sensor with Continuous 2.4 GHz ISM Band Coverage Based on Cost-Effective SDR Platform. *IEEE Access*, 9, 114574–114586. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3104738>
- Garcia-Barrientos, A., Torres-Uresti, D., Castillo-Soria, F. R., Pineda-Rico, U., Hoyo-Montaña, J. A., Perez-Cortes, O., & Ordaz-Oliver, P. (2022). Design and Implementation of a Car's Black Box System Using a Raspberry Pi and a 4G Module. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(11). <https://doi.org/10.3390/app12115730>
- Ghanney, Y., & Wessam, A. (2020). *Radio Frequency Interference Detection using Deep Learning*. IEEE. <https://doi.org/https://doi.org/10.1109/VTC2020-Spring48590.2020.9129612>
- Gjelstrup, S. L. (2025). *FFT Analysis (Fast Fourier Transform): The Ultimate Guide to Frequency Analysis*.
- Hassan, A., Nahar, H., Shah, W. M., Abd-Aziz, A., Sahiran, S. A., Bahaman, N., Ahmad, R., Rahmi, I., Hamid, A., Abu, M., Sidik, B., Sains, F., Dan, K., & Maklumat, T. (2022). Performance Evaluation of Raspberry Pi as an IoT Edge



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

- Signal Processing Device for a Real-time Flash Flood Forecasting System. In *IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications* (Vol. 13, Issue 10). <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.14569/IJACSA.2022.01310100>
- Hill, C. (2020). *Learning Scientific Programming With Python*. Cambridge University Press. <https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.1017/9781108778039>
- Hodson, T. O. (2022). Root-mean-square error (RMSE) or mean absolute error (MAE): when to use them or not. In *Geoscientific Model Development* (Vol. 15, Issue 14, pp. 5481–5487). Copernicus GmbH. <https://doi.org/10.5194/gmd-15-5481-2022>
- Kakkavas, G., Tsitsekis, K., Karyotis, V., & Papavassiliou, S. (2020). A Software Defined Radio Cross-Layer Resource Allocation Approach for Cognitive Radio Networks: From Theory to Practice. *IEEE Transactions on Cognitive Communications and Networking*, 6(2), 740–755. <https://doi.org/10.1109/TCCN.2019.2963869>
- Kaziz, S., Said, M. H., Imburgia, A., Maamer, B., Flandre, D., Romano, P., & Tounsi, F. (2023). Radiometric Partial Discharge Detection: A Review. In *Energies* (Vol. 16, Issue 4). MDPI. <https://doi.org/10.3390/en16041978>
- Lichtman, M. (2025). *PySDR: A Guide to SDR and DSP using Python*. Pysdr.Org.
- Lubna, L., Hameed, H., Ansari, S., Zahid, A., Sharif, A., Abbas, H. T., Alqahtani, F., Mufti, N., Ullah, S., Imran, M. A., & Abbasi, Q. H. (2022). Radio Frequency Sensing And Its Innovative Applications In Diverse Sectors: A Comprehensive Study. In *Frontiers in Communications and Networks* (Vol. 3, pp. 1–16). Frontiers Media SA. <https://doi.org/10.3389/frcmn.2022.1010228>
- Malik, A., & Rao, M. (2025). Radio Frequency Interference, Its Mitigation and Its Implications for the Civil Aviation Industry. In *Electronics (Switzerland)* (Vol. 14, Issue 12). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/electronics14122483>
- Meng, F., Yang, G., Yang, J., Lu, H., Dong, Z., Kang, R., Guo, D., & Qin, Y. (2024). Error Analysis of Normal Surface Measurements Based on Multiple Laser Displacement Sensors. *Sensors*, 24(7). <https://doi.org/10.3390/s24072059>
- Pratama, S., & Tresnawan, D. (2021). Sistem Monitoring Spektrum Akupansi Band AM, FM dan Trunking Menggunakan RTL SDR 2832U DVB-T Tuner Dongles Berbasis Visual Studio. *Telcomatics*, 6(2), 38. <https://doi.org/10.37253/telcomatics.v6i2.6343>
- Ramos, M. A., Camacho, R., Buitrago, P. A., Urda, R. D., & Restrepo, J. P. (2023). Software Defined Radio, A Perspective From Education. *Frontiers in Education*, 8, 1–10. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1228610>
- rtl-sdr.com. (2025a). *Rtl-Sdr Blog V4 Users Guide*.



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

rtl-sdr.com. (2025b). *Using our new Dipole Antenna Kit*.

Shu, N., & Anderson, D. V. (2024). *Audiosockets: A Python socket package for Real-Time Audio Processing*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.48550/arXiv.2403.09789>

Șorecău, M., Șorecău, E., Sârbu, A., & Bechet, P. (2023). Real-Time Statistical Measurement of Wideband Signals Based on Software Defined Radio Technology. *Electronics (Switzerland)*, 12(13), 1–24.
<https://doi.org/10.3390/electronics12132920>

Utari Nur, F., & Hamka Air Tawar, J. (2021). LCD Touchscreen Otomatis Untuk Pemesanan Makanan Secara Drive Thru. In *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia* (Vol. 1, Issue 2).
<https://doi.org/https://doi.org/10.24036/JTEIN.V1I2.87>

Valčić, S., Brčić, D., Žuškin, S., & Škrobonja, A. (2024, June 11). *Monitoring the utilization of the vhf maritime mobile band in the northern adriatic using software-defined radio scanner*. <https://doi.org/10.5821/mt.12752>

Vujović, Ž. Đ. (2021). Classification Model Evaluation Metrics. In *IJACSA International Journal of Advanced Computer Science and Applications* (Vol. 12, Issue 6). <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2021.0120670>

Wang, X., Fu, L., Wang, W., & Hu, Q. (2024). A Credibility Monitoring Approach and Software Monitoring System for VHF Data Exchange System Data Link Based on a Combined Detection Method. *Journal of Marine Science and Engineering*, 12(10). <https://doi.org/10.3390/jmse12101751>

Yang, B., Qiu, Q., Han, Q. L., & Yang, F. (2022). Received Signal Strength Indicator-Based Indoor Localization Using Distributed Set-Membership Filtering. *IEEE Transactions on Cybernetics*, 52(2), 727–737.
<https://doi.org/10.1109/TCYB.2020.2983544>

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 RIWAYAT HIDUP



Muhammad Hansyah Utama

Lahir di Depok. 10 Maret 2002. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Memulai Pendidikan sekolah dasar di SDN Pondok Cina 1 pada tahun 2009 dan lulus 2015. Melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMPN 8 Depok dan lulus pada tahun 2018. Kemudian melanjutkan pendidikan menengah kejuruan di SMK Harapan Bangsa Depok dan lulus pada tahun 2021. Pada tahun 2021 penulis berkesempatan untuk melanjutkan Pendidikan Diploma IV di Politeknik Negeri Jakarta, Jurusan Teknik Elektro Program Studi Broadband Multimedia.

**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

LAMPIRAN

(L-1 Datasheet RTL-SDR V4)

RTL-SDR Blog V4 Datasheet

The RTL-SDR Blog V4 is an improved RTL-SDR dongle. RTL-SDR dongles were originally designed for DVB-T HDTV reception, but they were found by hardware hackers to be useful as a general purpose SDR. The standard dongles are okay for DVB-T reception but are just barely suitable for SDR users/experimenters. The RTL-SDR Blog V4 was redesigned with SDR user needs in mind, instead of DVB-T HDTV users who typically have more relaxed requirements.

Tuner Chip	R828D
ADC Chip	RTL2832U 8-bits
Frequency Range	500 kHz to 1.766 GHz
Bandwidth	2.56 MHz stable (up to 3.2 MHz with drops)
Typical Input Impedance	50 Ohms
Typical Current Draw	250 – 270 mA
HF Implementation	Upconverter with 28.8 MHz LO
Input Connector	1x SMA
USB Connector	USB-A Male
Local Oscillator Stability	1PPM TCXO
Bias Tee	4.5V, 180mA (software switchable)
Enclosure	Aluminum
Heat Dissipation	Thermal Pad to Aluminum Enclosure
Front End RF Design	Triplexor with switchable notch
Transmit Capability	None

Improvements on the V4 model



© 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

- **Improved HF Reception.** Now uses a built in upconverter instead of using a direct sampling circuit. This means no more Nyquist folding of signals around 14.4 MHz, improved sensitivity, and adjustable gain on HF. Like the V3, the lower tuning range remains at 500 kHz and very strong reception may still require front end attenuation/filtering.
- **Improved filtering.** The V4 makes use of the R828D tuner chip, which has three inputs. We triplex the SMA input into three bands, HF, VHF and UHF. This provides some isolation between the three bands, meaning out of band *interference* from strong broadcast stations is less likely to cause desensitization or imaging.
- **Improved Filtering x2.** In addition to the triplexing, we are also making use of the open drain pin on the R828D, which allows us to add simple notch filters for common *interference* bands such as broadcast AM, broadcast FM and the DAB bands. These only attenuate by a few dB, but may still help.
- **Improved phase noise on strong signals.** Due to an improved power supply design, phase noise from power supply noise has been significantly reduced.
- **Less heat.** Due to the improved power supply design the V4 uses slightly less current and generates slightly less heat compared to the V3.

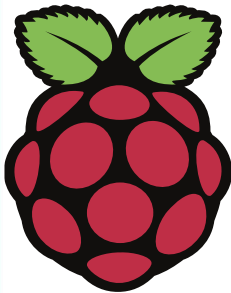
POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



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

DATASHEET



Raspberry Pi 4 Model B

Release 1.1

March 2024

Copyright 2024 Raspberry Pi (Trading) Ltd. All rights reserved.

Table 1: Release History

Release	Date	Description
1	21/06/2019	First release
1.1	12/03/2024	Updated obsolescence statement and electrical specification

The latest release of this document can be found at <https://www.raspberrypi.org>



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

• Introduction

The Raspberry Pi 4 Model B (Pi4B) is the first of a new generation of Raspberry Pi computers supporting more RAM and with significantly enhanced CPU, GPU and I/O performance in a similar form factor, power envelope and cost as the previous generation Raspberry Pi 3B+.

The Pi4B is available with 1, 2, 4, or 8 gigabytes of LPDDR4 SDRAM.

- Features
- Hardware
- Quad core 64-bit ARM-Cortex A72 running at 1.5GHz
- 1, 2 and 4 Gigabyte LPDDR4 RAM options
- H.265 (HEVC) hardware decode (up to 4Kp60)
- H.264 hardware decode (up to 1080p60)
- VideoCore VI 3D Graphics
- Supports dual HDMI display output up to 4Kp60
- Interfaces
- 802.11 b/g/n/ac Wireless LAN
- Bluetooth 5.0 with BLE
- 1x SD Card
- 2x micro-HDMI ports supporting dual displays up to 4Kp60 resolution
- 2x USB2 ports
- 2x USB3 ports
- 1x Gigabit Ethernet port (supports PoE with add-on PoE HAT)
- 1x Raspberry Pi camera port (2-lane MIPI CSI)
- 1x Raspberry Pi display port (2-lane MIPI DSI)
- 28x user GPIO supporting various interface options:
 - Up to 6x UART
 - Up to 6x I2C – Up to 5x SPI
 - 1x SDIO interface
 - 1x DPI (Parallel RGB Display)
 - 1x PCM
 - Up to 2x PWM channels
 - Up to 3x GPCLK outputs
- Software
- ARMv8 Instruction Set
- Mature Linux software stack
- Actively developed and maintained
 - Recent Linux kernel support

- [illegible]

- Electrical Specification

Symbol	Parameter	Minimum	Maximum	Unit
V _{IN}	5V Input Voltage	-0.5	6.0	V

Please note that VDD_IO is the GPIO bank voltage which is tied to the on-board 3.3V supply rail.



© 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

Symbol	Parameter	Conditions	Minimum	Typical	Maximum	Unit
V_{IL}	Input low voltage	VDDIO = 3.3V	0	-	0.8	V
I_H	Input high voltage	VDDIO = 3.3V	2.0		VDDIO	V
	Input leakage current	$T_A = +85$				A
C_{IN}	Input capacitance	-	-	5	-	pF
	Output low voltage	VDD				
	Output high voltage	VDDIO = 3.3V, $I_{OH} = 2mA$				
	Output low current	VDD				
	Output high current	VDD				

^a Hysteresis enabled

^b Default drive strength (8mA)

^c Maximum drive strength (16mA)

V	-					
I_{IL}	°C	-	-	10	μ	
V_{OL}	^b	IO = 3.3V, $I_{OL} = -2mA$	-	-	0.4	V
V_{OH}	^b	IO = 0.4	-	-	V	
I_{OL}	^c	IO = 3.3V, $V_O = 0.4V$	-	-	mA	
I_{OH}	^c	IO = 3.3V, $V_O = 2.3V$	-	-	mA	
R_{PU}	Pullup resistor	-	18	47	73	k Ω
R_{PD}	Pulldown resistor	-	18	47	73	k Ω

Table 3: DC Characteristics

Pin Name	Symbol	Parameter	Minimum	Typical	Maximum	Unit
Digital outputs	t_{rise}	10-90% rise time ^a	-	TBD	-	ns
Digital outputs	t_{fall}	90-10% fall time ^a	-	TBD	-	ns

^a Default drive strength, $C_L = 5pF$, VDD IO = 3.3V

Table 4: Digital I/O Pin AC Characteristics



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

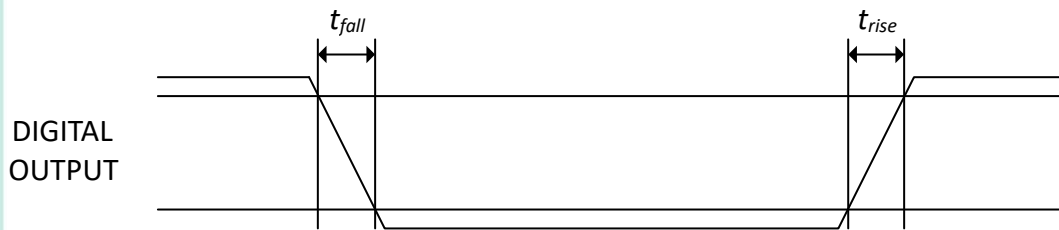


Figure 2: Digital IO Characteristics

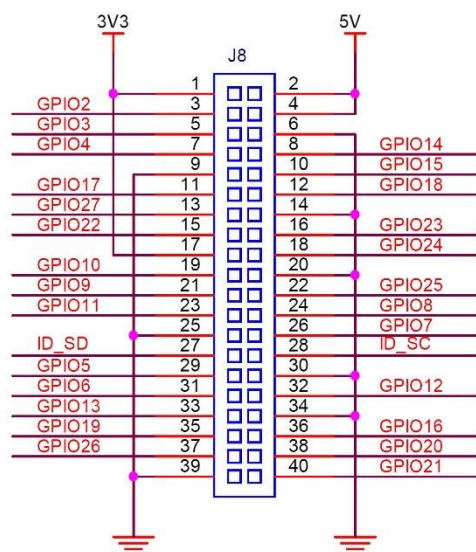
- Power Requirements

The Pi4B requires a good quality USB-C power supply capable of delivering 5V at 3A. If attached downstream USB devices consume less than 500mA, a 5V, 2.5A supply may be used.

- Peripherals
- GPIO Interface

The Pi4B makes 28 BCM2711 GPIOs available via a standard Raspberry Pi 40-pin header. This header is backwards compatible with all previous Raspberry Pi boards with a 40-way header.

- GPIO Pin Assignments



ID_SD and ID_SC PINS:

These pins are reserved for HAT ID EEPROM.

At boot time this I2C interface will be interrogated to look for an EEPROM that identifies the attached board and allows automatic setup of the GPIOs (and optionally, Linux drivers).

DO NOT USE these pins for anything other than attaching an I2C ID EEPROM. Leave unconnected if ID EEPROM not required.

Figure 3: GPIO Connector Pinout

As well as being able to be used as straightforward software controlled input and output (with programmable pulls), GPIO pins can be switched (multiplexed) into various other modes backed by dedicated peripheral blocks such as I2C, UART and SPI.



© 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

In addition to the standard peripheral options found on legacy Pis, extra I2C, UART and SPI peripherals have been added to the BCM2711 chip and are available as further mux options on the Pi 4. This gives users much more flexibility when attaching add-on hardware as compared to older models.

- GPIO Alternate Functions

Default							
GPIO	Pull	ALT0	ALT1	ALT2	ALT3	ALT4	ALT5
0	High	SDA0	SA5	PCLK	SPI3 CE0 N	TXD2	SDA6
1	High	SCL0	SA4	DE	SPI3 MISO	RXD2	SCL6
2	High	SDA1	SA3	LCD VSYNC	SPI3 MOSI	CTS2	SDA3
3	High	SCL1	SA2	LCD HSYNC	SPI3 SCLK	RTS2	SCL3
4	High	GPCLK0	SA1	DPI D0	SPI4 CE0 N	TXD3	SDA3
5	High	GPCLK1	SA0	DPI D1	SPI4 MISO	RXD3	SCL3
6	High	GPCLK2	SOEN	DPID2	SPI4 MOSI	CTS3	SDA4
7	High	SPI0CE1N	SWEN	DPID3	SPI4 SCLK	RTS3	SCL4
8	High	SPI0CE0N	SD0	DPID4	-	TXD4	SDA4
9	Low	SPI0MISO	SD1	DPID5	-	RXD4	SCL4
10	Low	SPI0MOSI	SD2	DPID6	-	CTS4	SDA5
11	Low	SPI0SCLK	SD3	DPID7	-	RTS4	SCL5
12	Low	PWM0	SD4	DPI D8	SPI5 CE0 N	TXD5	SDA5
13	Low	PWM1	SD5	DPI D9	SPI5 MISO	RXD5	SCL5
14	Low	TXD0	SD6	DPI D10	SPI5 MOSI	CTS5	TXD1
15	Low	RXD0	SD7	DPI D11	SPI5 SCLK	RTS5	RXD1



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

16	Low	FL0	SD8	DPI D12	CTS0	SPI1 CE2 N	CTS1
17	Low	FL1	SD9	DPI D13	RTS0	SPI1 CE1 N	RTS1
18	Low	PCMCLK	SD10	DPI D14	SPI6CE0N	SPI1CE0N	PWM0
19	Low	PCMF5	SD11	DPI D15	SPI6MISO	SPI1MISO	PWM1
20	Low	PCMDIN	SD12	DPI D16	SPI6MOSI	SPI1MOSI	GPCLK0
21	Low	PCMDOUT	SD13	DPI D17	SPI6SCLK	SPI1SCLK	GPCLK1
22	Low	SD0 CLK	SD14	DPI D18	SD1 CLK	ARM TRST	SDA6
23	Low	SD0 CMD	SD15	DPI D19	SD1 CMD	ARM RTCK	SCL6
24	Low	SD0 DAT0	SD16	DPI D20	SD1 DAT0	ARM TDO	SPI3 CE1 N
25	Low	SD0 DAT1	SD17	DPI D21	SD1 DAT1	ARM TCK	SPI4 CE1 N
26	Low	SD0 DAT2	TE0	DPI D22	SD1 DAT2	ARM TDI	SPI5 CE1 N
27	Low	SD0 DAT3	TE1	DPI D23	SD1 DAT3	ARM TMS	SPI6 CE1 N

Table 5: Raspberry Pi 4 GPIO Alternate Functions

Table 5 details the default pin pull state and available alternate GPIO functions. Most of these alternate peripheral functions are described in detail in the BCM2711 Peripherals Specification document which can be downloaded from the [hardware documentation](#) section of the website.

- Display Parallel Interface (DPI)

A standard parallel RGB (DPI) interface is available the GPIOs. This up-to-24-bit parallel interface can support a secondary display.

- SD/SDIO Interface

The Pi4B has a dedicated SD card socket which supports 1.8V, DDR50 mode (at a *Peak* bandwidth of 50 Megabytes / sec). In addition, a legacy SDIO interface is available on the GPIO pins.

- Camera and Display Interfaces



© 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

The Pi4B has 1x Raspberry Pi 2-lane MIPI CSI Camera and 1x Raspberry Pi 2-lane MIPI DSI Display connector. These connectors are backwards compatible with legacy Raspberry Pi boards, and support all of the available Raspberry Pi camera and display peripherals.

- USB

The Pi4B has 2x USB2 and 2x USB3 type-A sockets. Downstream USB current is limited to approximately 1.1A in aggregate over the four sockets.

- HDMI

The Pi4B has 2x micro-HDMI ports, both of which support CEC and HDMI 2.0 with resolutions up to 4Kp60.

- *Audio* and Composite (TV Out)

The Pi4B supports near-CD-quality analogue *audio* output and composite TV-output via a 4-ring TRS 'A/V' jack.

The analog *audio* output can drive 32 Ohm headphones directly.

- Temperature Range and Thermals

The recommended ambient operating temperature range is 0 to 50 degrees Celsius.

To reduce thermal output when idling or under light load, the Pi4B reduces the CPU clock speed and voltage. During heavier load the speed and voltage (and hence thermal output) are increased. The internal governor will throttle back both the CPU speed and voltage to make sure the CPU temperature never exceeds 85 degrees C.

The Pi4B will operate perfectly well without any extra cooling and is designed for sprint performance expecting a light use case on average and ramping up the CPU speed when needed (e.g. when loading a webpage). If a user wishes to load the system continually or operate it at a high temperature at full performance, further cooling may be needed.

- Availability

Raspberry Pi guarantees availability of the Pi4B until at least January 2031.

- Support

For support please see the hardware documentation section of the [Raspberry Pi website](#) and post questions to the [Raspberry Pi forum](#).

(L-3 File Program Sistem Monitoring)

Berikut adalah link google drive program sistem monitoring:

<https://drive.google.com/drive/folders/1pbZF6oIHM8igRivTfK5ntGOJEJ7zmZz3?usp=sharing>



© 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





© 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

(L-4 Dokumentasi Pengujian Akurasi Sistem)



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

(L-5 Dokumentasi Pengujian Sistem Interferensi)



© 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



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

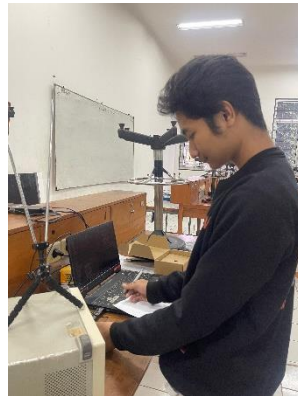


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

(L-6 Dokumentasi Pengujian Berbagai Kondisi)



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA