



© 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 PERLINTASAN KERETA API BERBASIS LORA

**“Rancang Bangun Alat Detektor Untuk Perlintasan Kereta Api Berbasis
LoRa”**

TUGAS AKHIR

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**Fuad Ali
2203332074**

**PROGRAM STUDI TEKNIK TELEKOMUNIKASI
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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Fuad Ali

NIM : 2203332074

Tanda Tangan : 

Tanggal : 24 Juli 2025

**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

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir diajukan oleh :

Nama : Fuad Ali
NIM : 2203332074
Program Studi : Telekomunikasi
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Perlintasan Kereta Api Berbasis
LoRa

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada Jum'at, 4 Juli 2025 dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing I : Shita Fitria Nurjihan, S.T., M.T
199206202019032028

(.....)

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Depok, 24 Juli 2025

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Murie Dwiyaniti, S.T., M.T.
NIP. 197803312003122002



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

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Diploma Tiga Politeknik.

Dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini, judul yang diambil yaitu dengan judul “Rancang Bangun Perlintasan Kereta Api Berbasis LoRa”. Alat perlintasan kereta api berbasis LoRa merupakan alat yang dirancang untuk mempermudah proses perlintasan pada kereta api. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tugas akhir ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Shita Fitria Nurjihan, S.T., M.T, selaku dosen pembimbing yang turut serta untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan tugas akhir ini; yang telah menyediakan waktu tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan tugas akhir ini;
2. Seluruh staff pengajar dan karyawan Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta, khususnya Program Studi Telekomunikasi;
3. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
4. Para sahabat yang telah banyak memberikan semangat kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini;

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 24 Juli 2025

Fuad Ali



Rancang Bangun Alat Detektor Untuk Perlintasan Kereta Api Berbasis LoRa

ABSTRAK

Sistem perlintasan kereta api otomatis berbasis LoRa dan sensor ultrasonik HC-SR04 telah berhasil dirancang dan diimplementasikan untuk mendeteksi kedatangan kereta serta mengatur buka-tutup palang perlintasan secara nirkabel. Sistem ini terdiri dari tiga modul utama: dua detektor yaitu Detektor 1 dan Detektor 2 yang menggunakan sensor HC-SR04 untuk mendeteksi kereta pada jarak 2-30 cm dengan akurasi tinggi, dan satu modul perlintasan yang mengendalikan servo motor, buzzer, dan LED sebagai indikator peringatan. Komunikasi antar modul dilakukan menggunakan teknologi LoRa SX1278 pada frekuensi 433 MHz, dengan kemampuan jangkauan hingga 180 meter dalam kondisi Line of Sight (LOS), meskipun mengalami packet loss sebesar 80% pada jarak tersebut. Dalam kondisi Non-Line of Sight (NLOS) dengan hambatan seperti pepohonan atau gedung, komunikasi gagal total pada jarak di atas 160 meter. Pengujian performa menunjukkan bahwa sistem mampu beroperasi dengan latensi komunikasi stabil antara 214-277 ms, tanpa peningkatan signifikan seiring bertambahnya jarak. Namun, ditemukan ketidaksesuaian impedansi antena LoRa dengan nilai VSWR 18.11 dan nilai Return Loss -1.0896 dB yang memerlukan optimasi lebih lanjut. Sensor HC-SR04 terbukti efektif memicu pengiriman pesan "D1" atau "D2" saat kereta terdeteksi pada jarak <5 cm, meskipun kurang akurat pada jarak 1 cm. Sistem ini didukung oleh power supply dengan tegangan output stabil sebesar 4.96 V, memenuhi kebutuhan daya semua komponen. Secara keseluruhan, sistem telah memenuhi tujuan utama sebagai solusi otomatis untuk perlintasan kereta api, dengan rekomendasi pengembangan pada optimasi antena LoRa dan peningkatan akurasi sensor untuk jarak sangat dekat.

Kata Kunci: Perlintasan kereta api otomatis, LoRa SX1278, Sensor ultrasonik HC-SR04, ESP32, Komunikasi nirkabel.

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

Design and Development of a Railway Crossing Detector Device Based on LoRa Technology

ABSTRACT

An automatic railway crossing system utilizing LoRa technology and HC-SR04 ultrasonic sensors has been successfully designed and implemented for wireless train detection and gate control. The system architecture comprises three primary modules: two detection units (Detector 1 and Detector 2) employing HC-SR04 sensors with high accuracy (2-30 cm detection range), and a crossing module that manages servo motors, buzzers, and LED warning indicators. Inter-module communication is established through LoRa SX1278 technology operating at 433 MHz frequency, demonstrating effective range capabilities up to 180 meters in Line of Sight (LOS) conditions, albeit with an 80% packet loss at maximum range. Performance degrades significantly in Non-Line of Sight (NLOS) environments with obstacles such as vegetation or buildings, resulting in complete communication failure beyond 160 meters. System evaluation revealed stable communication latency ranging between 214-277 ms, showing minimal correlation with transmission distance. Technical analysis identified antenna impedance issues, with measured VSWR of 18.11 and Return Loss of -1.0896 dB, indicating need for antenna optimization. The HC-SR04 sensors demonstrated reliable performance in triggering "D1"/"D2" message transmission at detection thresholds below 5 cm, though accuracy diminished at 1 cm distances. Power supply stability was confirmed with consistent 4.96 V output voltage. While meeting core functional requirements for automated railway crossings, the system would benefit from further development in LoRa antenna tuning and short-range sensor calibration to enhance overall performance and reliability.

Keywords: *Automatic railway crossing, LoRa SX1278, HC-SR04 ultrasonic sensor, ESP32, Wireless communication.*

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	14
1.1 Latar Belakang	14
1.2 Perumusan Masalah	16
1.3 Tujuan	16
1.4 Luaran	16
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	17
2.1 ESP32.....	17
2.2 Arduino IDE.....	17
2.3 Buzzer	19
2.4 Sensor Ultrasonik.....	20
2.4.1 Sensor HC-SR04 dan Prinsip Kerja HC-SR04	21
2.5 Motor Servo	24
2.6 LoRa.....	25
2.6.1 Chirp Spread Spectrum (CSS)	25
2.6.2 Spreading Factor (SF)	25
2.6.3 Linear multihop communication	26
2.7 Parameter Kualitas LoRa	26
2.7.1 Signal to Noise Ratio (SNR).....	27
2.7.2 Received Signal Strength Indicator (RSSI).....	28
2.7.3 Packet loss (Paket Hilang)	28
2.10 Catu Daya.....	28
2.10.1 Dioda.....	28
2.10.2 Rectifier.....	29

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

2.10.3 Voltage Regulator.....	31
2.10.4 Transformator.....	32
BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI.....	33
3.1 Perancangan Alat	33
3.1.1 Deskripsi Alat.....	33
3.1.2 Cara Kerja	33
3.1.3 Diagram Blok.....	34
3.1.4 Flowchart	35
3.1.5 Spesifikasi Alat	41
3.1.6 Ilustrasi Alat.....	42
3.1.7 Perencanaan Alat Detektor 1 dan 2 serta Power Supply	43
3.1.8 Perencanaan <i>Case</i> serta maket alat detektor.....	45
3.2 Realisasi Alat	46
3.2.1 Skeeth yang digunakan pada alat detektor 1 dan detektor 2.....	46
3.2.2 Realisasi Power Supply serta Alat Detektor 1 dan 2.....	51
3.2.4 Penggabungan PCB dan Case.....	52
BAB IV PEMBAHASAN.....	54
4.1 Pengujian Power Supply	54
4.1.1 Deskripsi Pengujian	54
4.1.2 Prosedur Pengujian	54
4.1.3 Data Hasil Pengujian.....	55
4.1.4 Analisis Data / Evaluasi	55
4.2 Pengujian antena LoRa menggunakan VNA	56
4.2.1 Deskripsi Pengujian	56
4.2.2 Prosedur pengujian.....	56
4.2.3 Data Hasil Pengujian.....	57
4.2.4 Analisis Data / Evaluasi	57
4.3 Pengujian pengaruh jarak terhadap packet loss, nilai RSSI dan SNR	57
4.3.1 Deskripsi Pengujian	57
4.3.2 Prosedur Pengujian	59
4.3.3 Data Hasil Pengujian.....	59
4.3.4 Analisis Data / Evaluasi	60
4.4 Pengujian pengaruh jarak terhadap waktu terima data	62
4.4.1 Deskripsi Pengujian	62
4.4.2 Prosedur Pengujian	63



© 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

4.4.3	Dara Hasil Pengujian	63
4.4.4	Analisis Data / Evaluasi	64
4.5	Pengujian Sensor Jarak (HC-SR04)	64
4.5.1	Deskripsi Pengujian	64
4.5.2	Prosedur Pengujian	65
4.5.3	Data Hasil Pengujian.....	66
4.5.4	Analisa Data / Evaluasi	67
4.6	Pengujian modul Detektor 1, Detektor 2 dan Perlintasan	68
4.6.1	Deskripsi Pengujian	68
4.6.2	Prosedur Pengujian	68
4.6.3	Data Hasil Pengujian.....	69
4.6.4	Analisis Data / Evaluasi	69
BAB V	PENUTUP	70
5.1	Kesimpulan	70
5.2	Saran	71
DAFTAR	PUSTAKA	72
DAFTAR	RIWAYAT HIDUP	74
LAMPIRAN		75

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pin pada ESP32	17
Gambar 2. 2 Bentuk buzzer	20
Gambar 2. 3 Prinsip Ultrasonik.....	21
Gambar 2. 4 Prinsip Pemantulan Ultrasonik.....	21
Gambar 2. 5 Koneksi pada Sensor Ultrasonik HC-SR04	22
Gambar 2. 6 Timing Diagram Sensor Utrasonik HC-SR04.....	23
Gambar 2. 7 Pembanding sudut pantul	24
Gambar 2. 8 Servo SG90	24
Gambar 2. 9 Komponen LoRa SX1278	25
Gambar 2. 10 Indeks Paramater SNR dan RSSI.....	26
Gambar 2. 11 Blok Diagram Penyearah	29
Gambar 2. 12 Rangkaian Penyearah	30
Gambar 2. 13 Grafik Rangkaian Penyearah.....	30
Gambar 2. 14 Rangkaian Penyearah	31
Gambar 2. 15 Susunan kaki IC 7805	32
Gambar 2. 16 Transformator	32
Gambar 3. 1 Diagram Blok	34
Gambar 3. 2 Diagram alir sistem jika kereta melewati detektor 1 terlebih dahulu.....	36
Gambar 3. 3 Diagram alir sistem jika kereta melewati detektor 2 terlebih dahulu.....	36
Gambar 3. 4 Flowchart program Detektor 1	38
Gambar 3. 5 Flowchart program Detektor 2	39
Gambar 3. 6 Ilustrasi Alat	42
Gambar 3. 7 Skematik Detektor 1 dan Detektor 2.....	43
Gambar 3. 8 Layout PCB Detektor 1 dan Detektor 2	44
Gambar 3. 9 Layout PCB.....	45
Gambar 3. 10 Bentuk case dalam format 3D.....	45
Gambar 3. 11 Bentuk case dalam format gambar teknik	46
Gambar 3. 12 Tampak Atas PCB	51
Gambar 3. 13 Tampak bawah PCB	52
Gambar 3. 14 PCB dan Case yang telah disatukan.....	53
Gambar 3. 15 bentuk casing dan maket yang telah dirancang.....	53
Gambar 4. 1 Rangkaian skematik Power supply	54
Gambar 4. 2 Antena LoRa yang tersambung konektor LoRa	56
Gambar 4. 3 pengujian NLOS pada daerah pepohonan.....	58
Gambar 4. 4 pengujian NLOS di Lab. Telekom	58
Gambar 4. 5 pengujian NLOS di Lab. Telekom sampai Ged. D.....	58
Gambar 4. 6 pengujian LOS di hutan UI	59
Gambar 4. 7 Lokasi pengujian	62
Gambar 4. 8 Penempatan HC-SR04 dan Detektor.....	65
Gambar 4. 9 Konfigurasi Pengujian.....	68
Gambar 4. 10 Serial Monitor Detektor 1	69
Gambar 4. 11 Serial Monitor Detektor 2	69
Gambar 4. 12 Serial Monitor Detektor 2	69
Gambar 4. 13 Serial Monitor Detektor 1	69

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

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Indeks parameter SNR dan RSSI	27
Tabel 2. 2 Kategori Packet Loss.....	28
Tabel 3. 1 Spesifikasi Alat.....	41
Tabel 4. 1 Hasil pengukuran Power supply.....	55
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Antena LoRa	57
Tabel 4. 3 NLOS hutan UI	59
Tabel 4. 4 NLOS Lab dan gedung D.....	60
Tabel 4. 5 LOS Hutan UI	60
Tabel 4. 6 Hasil pengujian pengaruh jarak terhadap waktu terima data	63
Tabel 4. 7 Pengujian Jarak HC-SR04.....	66
Tabel 4. 8 Impelementasi sensor HC-SR04 pada alat.....	67





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 LAMPIRAN

L - 1 Datasheet Komponen	75
L - 2 Skematik Power supply dan Perlitanan	83
L - 3 Layout PCB power supply dan Perlitanan.....	84
L - 4 Sketch Code.....	85
L - 5 Dokumentasi pengujian	89
L - 6 Ilustrasi alat	90
L - 7 Skematik Alat	91
L - 8 Layout PCB Alat	92



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 kritis 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 I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perlindungan sebidang merupakan titik temu antara jalur kereta api dan jalan raya yang berada pada level yang sama. Titik ini menjadi salah satu lokasi paling rawan terjadinya kecelakaan lalu lintas, terutama di wilayah-wilayah yang tidak dilengkapi dengan sistem pengamanan otomatis seperti palang pintu, rambu peringatan aktif, ataupun petugas penjaga. Kecelakaan di perlindungan sebidang tidak hanya menyebabkan kerugian materi, tetapi juga dapat mengakibatkan korban jiwa. Berdasarkan data dari Direktorat Jenderal Perkeretaapian Kementerian Perhubungan, tercatat lebih dari 300 kasus kecelakaan di perlindungan kereta api pada tahun 2022, yang sebagian besar terjadi di perlindungan liar atau tidak dijaga. Tingginya angka ini menunjukkan masih rendahnya tingkat keselamatan di banyak titik perlindungan sebidang di Indonesia.

Data terkini menunjukkan bahwa permasalahan kecelakaan di perlindungan kereta api mengalami tren peningkatan yang mengkhawatirkan. Menurut data PT Kereta Api Indonesia (KAI), pada tahun 2023 telah terjadi 774 kejadian tabrakan, sedangkan pada tahun 2022 terjadi 738 kejadian, yang menunjukkan adanya eskalasi masalah keselamatan meskipun berbagai upaya telah dilakukan. Situasi ini semakin memburuk pada tahun 2024, dimana PT KAI mencatat 535 kejadian tabrakan sepanjang Januari-Agustus 2024 dengan 272 korban kecelakaan, di mana 101 orang di antaranya meninggal dunia. Data dari PT KAI juga menunjukkan bahwa hingga Maret 2024, terdapat 1.514 perlindungan sebidang yang dijaga dan 2.556 lainnya tidak dijaga, yang menunjukkan bahwa mayoritas perlindungan masih beroperasi tanpa sistem pengamanan memadai. Tingginya angka kecelakaan ini tidak hanya terjadi di tingkat nasional, tetapi juga di tingkat regional seperti di Jawa Timur yang mencatat 175 kasus kecelakaan dengan 105 korban meninggal dunia sepanjang 2022, sementara Polda Sumatera Utara mencatat 59 kecelakaan dengan 24 korban meninggal, 17 luka berat, dan 16 luka ringan sepanjang 2024. Fakta-fakta ini menegaskan bahwa perlindungan sebidang tanpa pengamanan otomatis merupakan titik kritis yang memerlukan solusi teknologi komprehensif seperti



© 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

sistem deteksi otomatis yang diusulkan dalam penelitian ini.

Sebagai upaya untuk menjawab tantangan tersebut, dikembangkanlah sistem perlintasan kereta api otomatis berbasis teknologi sensor dan komunikasi nirkabel. Sistem ini dirancang menggunakan tiga modul utama yang saling terhubung. Modul pertama (Detektor 1) dipasang pada jarak tertentu sebelum perlintasan untuk mendeteksi kedatangan kereta dari arah pertama menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04. Ketika kereta terdeteksi, modul ini mengirimkan sinyal "D1" melalui komunikasi LoRa. Modul ketiga (Detektor 2) berfungsi serupa namun dipasang di sisi berlawanan untuk mendeteksi kereta dari arah kedua, mengirimkan sinyal "D2" saat kereta terdeteksi. Kedua detektor ini menggunakan mikrokontroler ESP32 untuk memproses data sensor dan mengelola komunikasi nirkabel. Modul kedua berperan sebagai pusat kendali perlintasan yang menerima sinyal dari kedua detektor. Saat menerima sinyal "D1" atau "D2", modul ini akan mengaktifkan servo motor untuk menutup palang, menyalakan LED sebagai peringatan visual, serta mengaktifkan buzzer sebagai peringatan suara. Selain itu, modul perlintasan juga mengirimkan sinyal "STOP1" atau "STOP2" ke detektor yang berlawanan untuk sementara menonaktifkan deteksi ganda selama palang tertutup.

Dalam penelitian sebelumnya dalam jurnal *Prevention of Accidents using Automated Railway Crossing System* menunjukkan bahwa sistem perlintasan otomatis berbasis mikrokontroler dapat mengurangi waktu respons hingga 40% dibanding sistem manual. Penelitian ini juga mengonfirmasi efektivitas penggunaan sensor ultrasonik untuk deteksi kereta dengan akurasi mencapai 95%, yang menjadi dasar pemilihan HC-SR04 dalam sistem. Temuan mereka tentang pentingnya sistem peringatan visual dan audio turut mendukung desain kami yang mengintegrasikan LED dan buzzer. Selain itu, penelitian tersebut menyoroti bahwa solusi berbasis LoRa lebih unggul dalam hal konsumsi daya dan jangkauan dibandingkan teknologi nirkabel konvensional untuk aplikasi di area terpencil (Tukkoji et al., 2020).

Dengan pengembangan sistem ini yang menggabungkan deteksi akurat, respons cepat (<200 ms), dan komunikasi nirkabel yang handal, tingkat keselamatan di perlintasan sebidang diharapkan dapat meningkat secara signifikan, terutama di daerah terpencil yang selama ini belum mendapat perhatian memadai.



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

Selain itu, penerapan teknologi ini sejalan dengan upaya digitalisasi transportasi publik di Indonesia yang mengutamakan aspek keandalan, efisiensi energi, dan kemandirian operasional.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas pada tugas akhir ini adalah:

- a. Bagaimana cara merancang deteksi kedatangan kereta 1 dan 2 pada Perlintasan Kereta Api berbasis LoRa ?
- b. Bagaimana cara merealisasikan alat deteksi kedatangan kereta 1 dan 2 pada Perlintasan Kereta Api berbasis LoRa menggunakan sensor Ultrasonik ?
- c. Bagaimana cara menghubungkan deteksi kedatangan kereta 1, deteksi kedatangan kereta 2 dan Perlintasan Kereta Api berbasis LoRa ?
- d. Bagaimana cara menguji performa sistem pada alat Perlintasan Kereta Api berbasis LoRa?

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam pembuatan tugas akhir ini adalah:

- a. Merancang deteksi kedatangan kereta 1 dan 2 pada alat Perlintasan Kereta Api berbasis LoRa.
- b. Merealisasikan alat deteksi kedatangan kereta 1 dan 2 pada alat Perlintasan Kereta Api berbasis LoRa menggunakan sensor Ultrasonik.
- c. Merealisasikan alat Perlintasan Kereta Api berbasis LoRa yang menghubungkan ESP32 dengan beberapa ESP32.
- d. Mampu melakukan pengujian performa sistem *pada* alat Perlintasan Kereta Api berbasis LoRa.

1.4 Luaran

Luaran yang ingin dicapai dari penelitian tugas akhir ini yaitu :

1. Laporan Tugas Akhir
2. Kekayaan Intelektual Paten sederhana
3. Artikel Ilmiah
4. Purwarupa Model Sistem perlintasan kereta api Berbasis LoRa



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 tujuan penelitian yang telah dirumuskan, dapat disimpulkan bahwa:

- a Perancangan Sistem Deteksi Kedatangan Kereta Berbasis LoRa, Sistem deteksi kedatangan kereta telah berhasil dirancang menggunakan teknologi LoRa untuk komunikasi nirkabel antar modul. Berdasarkan pengujian, sistem ini terdiri dari dua detektor serta modul perlintasan yang saling berkomunikasi melalui protokol LoRa. Data pengujian menunjukkan bahwa dalam kondisi Line of Sight (LOS), sistem mampu beroperasi hingga jarak 180 meter dengan packet loss 80%, sementara pada jarak 200 meter terjadi kegagalan komunikasi total. Nilai RSSI yang terukur berkisar antara -88 dBm hingga -94 dBm pada kondisi LOS, menunjukkan kualitas sinyal yang cukup baik untuk aplikasi ini. Namun, dalam kondisi Non-Line of Sight (NLOS) dengan hambatan seperti pepohonan atau gedung, performa sistem menurun signifikan dengan packet loss mencapai 100% pada jarak 160 meter – 200 meter.
- b Implementasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 untuk Deteksi Kereta, Sensor ultrasonik HC-SR04 telah berhasil diimplementasikan sebagai komponen utama sistem deteksi. Hasil pengujian akurasi sensor menunjukkan performa yang baik pada rentang jarak 2-30 cm, dengan error pengukuran kurang dari 1 cm. Namun, pada jarak 1 cm terjadi anomali dimana sensor membaca 3.06 cm, hal ini menunjukkan keterbatasan sensor pada jarak sangat dekat. Implementasi pada sistem deteksi kereta menunjukkan bahwa sensor dapat secara konsisten memicu pengiriman pesan LoRa ketika kereta terdeteksi pada jarak kurang dari 5 cm. Pengukuran lebar pulsa menggunakan osiloskop juga mengkonfirmasi hubungan linear antara waktu tempuh gelombang ultrasonik dengan jarak objek, kecuali pada kasus jarak 1 cm yang menunjukkan ketidakakuratan.
- c Realisasi Sistem Komunikasi Antar Modul ESP32 Menggunakan LoRa, Sistem komunikasi berbasis LoRa antar modul ESP32 telah berhasil direalisasikan dengan menggunakan modul LoRa SX1278. Pengujian menunjukkan bahwa



© 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

latensi komunikasi end-to-end relatif stabil pada berbagai jarak, berkisar antara 214-277 ms. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan jarak tidak secara signifikan mempengaruhi waktu transmisi. Namun, ditemukan anomali timestamp dimana waktu penerimaan tercatat lebih awal dari waktu pengiriman, yang disebabkan oleh ketidaksesuaian sinkronisasi clock antar modul. Pengujian skenario komunikasi dua arah menunjukkan sistem mampu mengirim dan menerima pesan dengan baik, meskipun terdapat variasi nilai RSSI -39 dBm hingga -44 dBm dan SNR 9.00-9.50 dB yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan.

- d. Evaluasi Kinerja Sistem Secara Keseluruhan, Pengujian komprehensif terhadap sistem menunjukkan bahwa power supply menghasilkan tegangan stabil sebesar 4.96 V dengan arus 0.31 A, memenuhi kebutuhan daya semua komponen. Namun, pengujian antena LoRa mengungkapkan masalah performa dengan VSWR 18.11 dan Return Loss -1.0896 dB, jauh dari nilai ideal yang menunjukkan kebutuhan optimasi impedansi. Sistem menunjukkan ketahanan yang baik dalam berbagai kondisi lingkungan, dengan performa terbaik pada kondisi LOS dibandingkan NLOS. Packet loss meningkat signifikan pada jarak >160m dalam kondisi NLOS, sementara dalam kondisi LOS sistem masih berfungsi hingga 180m. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem telah memenuhi kebutuhan dasar namun masih memerlukan optimasi untuk meningkatkan jangkauan dan keandalan komunikasi, terutama dalam lingkungan dengan hambatan fisik.

5.2 Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan agar dilakukan perbaikan pada optimasi komunikasi LoRa dengan menggunakan antena directional untuk meningkatkan jangkauan dan keandalan sinyal.

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

- A. Rudiansyah, M. Mardiono, & R. Diharja, "Desain Alat Monitoring Kapasitas Tabung Gas LPG 3 Kilogram Menggunakan Load Cell Dilengkapi Dengan Deteksi Kebocoran Gas Berbasis Internet of Things," *J. Bumigora Inf. Technol.*, vol. 2, no. 2, pp. 131–138, 2020, doi: 10.30812/bite.v2i2.901.
- Ainul, S. T. H., Wardani, A. L., Aribowo, W., & Laksmi, N. V. (n.d.). Sistem monitoring daya listrik untuk konsumen di lingkungan perumahan menggunakan LoRa SX1278 dan Internet of Things berbasis Node-RED. *D4 Teknik Listrik, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya*, 275–282.
- Aroeboesman, F. N., Ichsan, M. H. H., & Pramananda, R. (2019). Analisis kinerja LoRa SX1278 menggunakan topologi star berdasarkan jarak dan besar data pada WSN. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JPTIHK)*, 3(4), 3860–3865. <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Arasada, B., & Suprianto, B. (2017). Aplikasi sensor ultrasonik untuk deteksi posisi jarak pada ruang menggunakan Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro*, 6(2), 137–145.
- Arijuddin, H., Bhawiyuga, A., & Amron, K. (2019). Pengembangan sistem perantara pengiriman data menggunakan modul komunikasi LoRa dan protokol MQTT pada wireless sensor network. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 3(2), 1655–1659. <http://jptiik.ub.ac.id>
- Astarina, R., Akbar, L. A. S. I., & Budiman, D. F. (2023). Implementasi routing static multi hop pada perangkat LoRa. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan (JITET)*, 12(3), 3393–3400. <https://doi.org/10.23960/jitet.v12i3.5228>
- Fitriyono, F., Anggoro, W. D. T., & Afrida, Y. (2023). Analisa penggunaan dioda reverse bias pada kontraktor PMS PT. PLN (Persero) Gardu Induk Martapura. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro UML (JITRO-UML)*, 6(1), 26–30.
- Ginting, F. J., Allo, E. K., Mamahit, D. J., & Tulung, N. M. (2013). Perancangan alat ukur kekeruhan air menggunakan light dependent resistor berbasis mikrokontroler ATmega 8535. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 2(1). <https://doi.org/10.35793/jtek.v2i1.894>
- Kamal, Firdayanti, Tyas, U. M., Buckhari, A. A., & Pattasang. (2023). Implementasi aplikasi Arduino IDE pada mata kuliah sistem digital. *Teknos*, 1(1), 2–10. <https://doi.org/10.59638/teknos.v1i1.40>
- Lesmana, K., & Sukarno, S. A. (2023). Prototipe penggunaan motor servo untuk dispenser otomatis berbasis Arduino dan sensor HC-SR04. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan (JITET)*, 13(2), 16–22. <https://doi.org/10.23960/jitet.v13i2.6063>

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

- Murdyantoro, E., Rosyadi, I., & Septian, H. (2019). Studi performansi jarak jangkauan LoRa OLG01 sebagai infrastruktur konektivitas nirkabel IoT. *Jurnal Dinamika Rekayasa*, 15(1), 47–56.
- Nabilah, N., Nur, L. O., & Raniprima, S. (2024). Uji coba komunikasi LoRa E32-900T20D pada wilayah kota Jakarta Barat. *e-Proceeding of Engineering*, 11(6), 6552–6556.
- Prafanto, A., Budiman, E., Widagdo, P. P., Putra, G. M., & Wardhana, R. (2021). Pendeteksi kehadiran menggunakan ESP32 untuk sistem pengunci pintu otomatis. *Jurnal Teknologi Terapan (JTT)*, 7(1), 37–43. p-ISSN 2477-3506, e-ISSN 2549-1938.
- Rodrigues, M., dos Santos, A., Lima, H., Nogueira, W., & de Lucena Junior, V. (2025). Tracking boats on Amazon rivers—A case study with the LoRa/LoRaWAN. *Sensors*, 25(2), 496. <https://doi.org/10.3390/s25020496>
- Saputra, H., Phony, Putra, G., Budiman, E., & Wardhana, R. (2020). Analisis QOS jaringan 4G dengan menggunakan aplikasi Wireshark (Studi kasus: Tepian Samarinda). *Prosiding Seminar Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi*, 5(1), 13–18.
- Sitohang, E. P., Mamahit, D. J., & Tulung, N. S. (2018). Rancang bangun catu daya DC menggunakan mikrokontroler ATmega 8535. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 7(2). <https://doi.org/10.35793/jtek.7.2.2018.19615>
- Tukkoji, C., Mahidhar, R., Krishna, M., Shashank, D., & Vedanth, S. (2020). Prevention of accidents using automated railway crossing system. *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*, 9(3), 2249–8958. <https://doi.org/10.35940/ijeat.C6247.029320>
- Wiraditama, W., Candra, D., Nugraha, A. P., & Sulartopo. (2023). Sistem monitoring keamanan ruangan dengan deteksi pergerakan manusia berbasis ESP32 dan Arduino. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi dan Komunikasi (JTIK)*, 14(2), 395–401. <http://ejurnal.provisi.ac.id/index.php/JTIKP>
- Wirawan, H., & Subari, A. (2017). Rancang bangun dan monitoring penyearah dan ATS (auto transfer switch) pada sistem monitoring sumber DC gardu induk berbasis Arduino Mega 2560. *Gema Teknologi*, 19(2), 24–29. <https://doi.org/10.14710/gt.v19i2.21867>
- Yudho, S., & Koerniawan, T. (2021). Aplikasi monitoring energi SHS off-grid menggunakan LoRa. *Energi dan Kelistrikan: Jurnal Ilmiah*, 13(1), 26–31. <https://doi.org/10.33322/energi.v13i1.1149>



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 RIWAYAT HIDUP



Fuad Ali

Lulus dari SDN 1 Gunung Sunda tahun 2015, SMPN 1 Cisolok tahun 2018, dan SMAN 1 Cibadak pada tahun 2021. Gelar diploma tiga (D3) diperoleh pada tahun 2025 dari Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Telekomunikasi, 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

LAMPIRAN

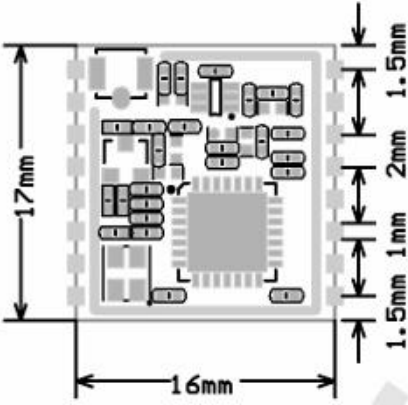
L - 1 Datasheet Komponen



安信可科技
Ai-Thinker

Ra-02 LoRa Product Specification V1.1

Ra-02 LoRa Module





Features

- LoRa™ spread spectrum modulation technology
- Receive sensitivity as low as -141 dBm
- Excellent resistance to blocking
- Supports preamble detection
- Supports half-duplex SPI communication
- Programmable bit rate up to 300Kbps
- Supports FSK, GFSK, MSK, GMSK, LoRa™ and OOK modulation modes
- Supports automatic RF signal detection, CAD mode and ultra high speed AFC
- Packets with CRC, up to 256 bytes
- Small package with double volume stamps

Overview

Ra-02 can be used for ultra-long distance spread spectrum communication, and compatible FSK remote modulation and demodulation quickly, to solve the traditional wireless design can not take into account the distance, anti-interference and power consumption.

Ra-02 can be widely used in a variety of networking occasions, for automatic meter reading, home building automation, security systems, remote irrigation systems, is the ideal solution for things networking applications.

Ra-02 is available in SMD package and can be used for rapid production by standard SMT equipment. It provides customers with high reliability connection mode.

Copyright © 2017 Shenzhen Ai-Thinker Technology Co., Ltd All Rights Reserved

Page 1 of 2

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

Product Specifications

Module Model	Ra-02
Package	SMD-16
Size	17*16* (3.2 ± 0.1) mm
Interface	SPI
Programmable bit rate	UP to 300Kbps
Frequency Range	410-525 MHz
Antenna	IPEX
Max Transmit Power	18±1 dBm
Power (Typical Values)	433MHz: TX:93mA RX:12.15mA Standby:1.6mA 470MHZ: TX:97mA RX:12.15mA Standby:1.5mA
Power Supply	2.5~3.7V, Typical 3.3V
Operating Temperature	-30 ℃ ~ 85 ℃
Storage Environment	-40 ℃ ~ 90 ℃ , < 90%RH
Weight	0.45g

Receive Sensitivity

Frequency	Spread Factor	SNR	Sensitivity
433MHz	7	-7	-125
	10	-15	-134
	12	-20	-141
470MHz	7	-7	-126
	10	-15	-135
	12	-20	-141

Note: The above data are measured by the Semtech Shenzhen laboratory. The test conditions: power output 20dBm, bandwidth 125KHz.

Contact US

Shenzhen Ai-Thinker Technology Co., Ltd

Address: 6/F, Block C2, Huafeng Industrial Park, Hangcheng Road, Bao'an Road, Baoan District, Shenzhen, China

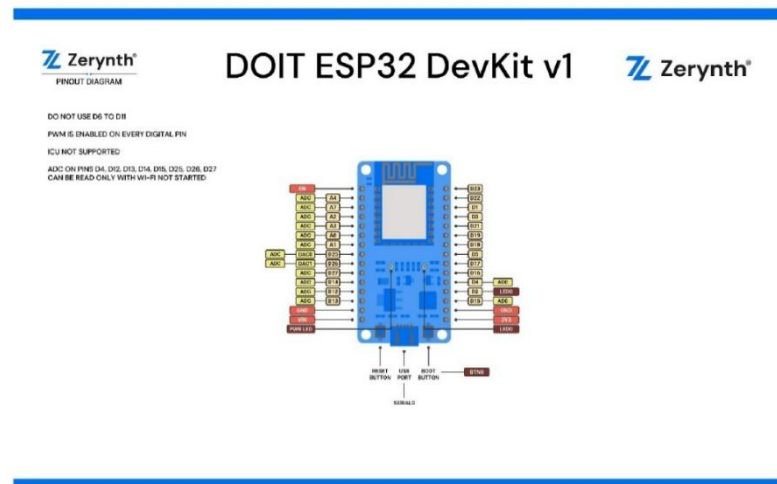
Website: www.ai-thinker.com

Tel: 0755-29162996

E-mail: support@aithinker.com

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



More info about DOIT Esp32 DevKit v1 can be found [here](#).

Flash Layout

The internal flash of the ESP32 module is organized in a single flash area with pages of 4096 bytes each. The flash starts at address 0x00000, but many areas are reserved for Esp32 IDF SDK and Zerynth VM. There exist two different layouts based on the presence of BLE support.

In particular, for non-BLE VMs:

Start address	Size	Content
0x00009000	16Kb	Esp32 NVS area
0x0000D000	8Kb	Esp32 OTA data
0x0000F000	4Kb	Esp32 PHY data
0x00010000	1Mb	Zerynth VM
0x00110000	1Mb	Zerynth VM (FOTA)
0x00210000	512Kb	Zerynth Bytecode
0x00290000	512Kb	Zerynth Bytecode (FOTA)
0x00310000	512Kb	Free for user storage
0x00390000	448Kb	Reserved

Start address	Size	Content
0x00270000	320Kb	Zerynth Bytecode (slot 0)
0x002C0000	320Kb	Zerynth Bytecode (slot 1)

For Esp32 based devices, the FOTA process is implemented mostly by using the provided system calls in the IDF framework. The selection of the next VM to be run is therefore a duty of the Espressif bootloader; the bootloader however, does not provide a failsafe mechanism to revert to the previous VM in case the currently selected one fails to start. At the moment this lack of a safety feature can not be circumvented, unless by changing the bootloader. As soon as Espressif releases a new IDF with such feature, we will release updated VMs.

Secure Firmware

Secure Firmware feature allows to detect and recover from malfunctions and, when supported, to protect the running firmware (e.g. disabling the external access to flash or assigning protected RAM memory to critical parts of the system).

This feature is strongly platform dependent; more information at [Secure Firmware - ESP32 section](#).

Zerynth Secure Socket

To be able to use Zerynth Secure Socket on esp32 boards `NATIVE_MBEDTLS: true` must be used instead of `ZERYNTH_SSL: true` in the `project.yml` file.

Missing features

Not all IDF features have been included in the Esp32 based VMs. In particular the following are missing but will be added in the near future:

- Touch detection support

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

TYPES 1N4001 THRU 1N4007 SILICON RECTIFIERS

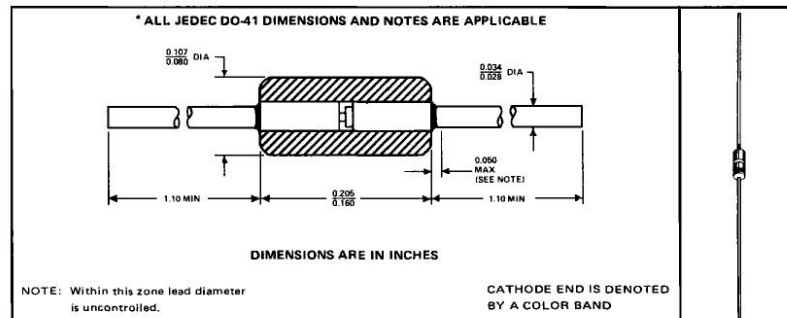
BULLETIN NO. DL-S 7211698, NOVEMBER 1972

50-1000 VOLTS • 1 AMP AVERAGE

- Rugged Double-plug Construction
- Hermetic Case
- 30-Amp Surge Rating

description and mechanical data

These one-amp rectifier diodes are the product of combining the best of both silicon material processing and packaging technologies. The silicon die is a mesa oxide-passivated structure which has additional nitride passivation and glass passivation over the junction. Years of volume production have shown the double-plug package to have the highest inherent mechanical integrity of all hermetic-case diodes.



*absolute maximum ratings at specified ambient[†] temperature (unless otherwise noted)

	1N4001	1N4002	1N4003	1N4004	1N4005	1N4006	1N4007	UNIT
V _{RM}	Peak Reverse Voltage from -65°C to 175°C (See Note 1)							V
V _R	Steady State Reverse Voltage from 25°C to 75°C							V
I _O	Average Rectified Forward Current from 25°C to 75°C (See Notes 1 and 2)							A
I _{FRM}	Repetitive Peak Forward Current, 10 Cycles, at (or below) 75°C (See Note 3)							A
I _{FSM}	Peak Surge Current, One Cycle, at (or below) 75°C (See Note 3)							A
T _{A(opr)}	Operating Ambient Temperature Range							°C
T _{stg}	Storage Temperature Range							°C
	Lead Temperature 3/8 Inch from Case for 10 Seconds							°C

NOTES: 1. These values may be applied continuously under single-phase, 60-Hz, half-sine-wave operation with resistive load. Above 75°C derate I_O according to Figure 1.
 2. This rectifier is a lead-conduction-cooled device. At (or above) ambient temperatures of 75°C, the lead temperature 3/8 inch from case must be no higher than 5°C above the ambient temperature for these ratings to apply.
 3. These values apply for 60-Hz half sine waves when the device is operating at (or below) rated values of peak reverse voltage and average rectified forward current. Surge may be repeated after the device has returned to original thermal equilibrium.

*JEDEC registered data. This data sheet contains all applicable registered data in effect at the time of publication.

[†]The ambient temperature is measured at a point 2 inches below the device. Natural air cooling is used.

10-32

TEXAS INSTRUMENTS
INCORPORATED
POST OFFICE BOX 5012 • DALLAS, TEXAS 75222

373

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

TYPES 1N4001 THRU 1N4007 SILICON RECTIFIERS

*electrical characteristics at specified ambient† temperature

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MAX	UNIT
I_R Static Reverse Current	$V_R = \text{Rated } V_R, T_A = 25^\circ\text{C}$	10	μA
	$V_R = \text{Rated } V_R, T_A = 100^\circ\text{C}$	50	μA
$I_{R(av)}$ Average Reverse Current	$V_{RM} = \text{Rated } V_{RM}, I_O = 1 \text{ A}, f = 60 \text{ Hz}, T_A = 75^\circ\text{C}$	30	μA
V_F Static Forward Voltage	$I_F = 1 \text{ A}, T_A = 25^\circ\text{C to } 75^\circ\text{C}$	1.1	V
$V_{F(av)}$ Average Forward Voltage	$V_{RM} = \text{Rated } V_{RM}, I_O = 1 \text{ A}, f = 60 \text{ Hz}, T_A = 25^\circ\text{C to } 75^\circ\text{C}$	0.8	V
V_{FM} Peak Forward Voltage	$V_{RM} = \text{Rated } V_{RM}, I_O = 1 \text{ A}, f = 60 \text{ Hz}, T_A = 25^\circ\text{C to } 75^\circ\text{C}$	1.6	V

*JEDEC registered data

THERMAL INFORMATION

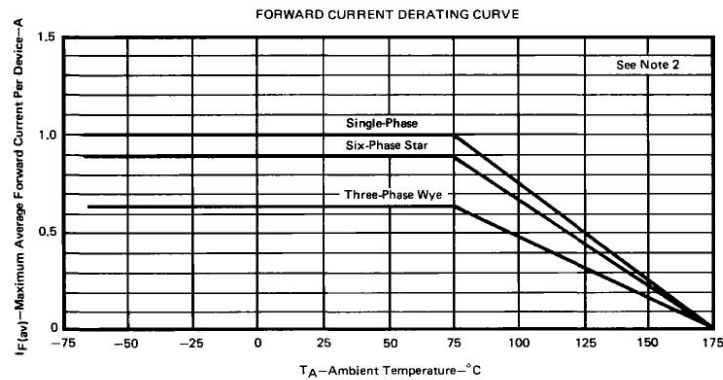


FIGURE 1

NOTE 2: This rectifier is a lead-conduction-cooled device. At (or above) ambient temperatures of 75°C , the lead temperature 3/8 inch from case must be no higher than 5°C above the ambient temperature for these ratings to apply.

†The ambient temperature is measured at a point 2 inches below the device. Natural air cooling is used.

1172 PRINTED IN U.S.A.

TEXAS INSTRUMENTS
INCORPORATED
POST OFFICE BOX 5012 • DALLAS, TEXAS 75222

10-33

TEXAS INSTRUMENTS RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES AT ANY TIME IN ORDER TO IMPROVE DESIGN AND TO SUPPLY THE BEST PRODUCT POSSIBLE.

- 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



LM340, LM340A, LM7805, LM7812, LM7815
SNOSBT0K – FEBRUARY 2000 – REVISED JULY 2016

LM340, LM340A and LM78xx Wide V_{IN} 1.5-A Fixed Voltage Regulators

1 Features

- Output Current up to 1.5 A
- Available in Fixed 5-V, 12-V, and 15-V Options
- Output Voltage Tolerances of $\pm 2\%$ at $T_J = 25^\circ\text{C}$ (LM340A)
- Line Regulation of 0.01% / V of at 1-A Load (LM340A)
- Load Regulation of 0.3% / A (LM340A)
- Internal Thermal Overload, Short-Circuit and SOA Protection
- Available in Space-Saving SOT-223 Package
- Output Capacitance Not Required for Stability

2 Applications

- Industrial Power Supplies
- SMPS Post Regulation
- HVAC Systems
- White Goods

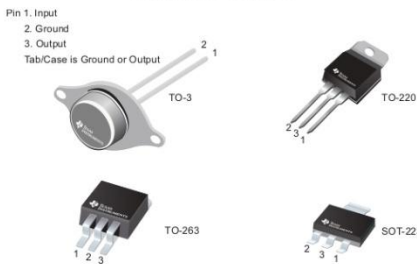
3 Description

The LM340 and LM78xx monolithic 3-terminal positive voltage regulators employ internal current-limiting, thermal shutdown and safe-area compensation, making them essentially indestructible. If adequate heat sinking is provided, they can deliver over 1.5-A output current. They are intended as fixed voltage regulators in a wide range of applications including local (on-card) regulation for elimination of noise and distribution problems associated with single-point regulation. In addition to use as fixed voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable output voltages and currents.

Considerable effort was expended to make the entire series of regulators easy to use and minimize the number of external components. It is not necessary to bypass the output, although this does improve transient response. Input bypassing is needed only if the regulator is located far from the filter capacitor of the power supply.

LM7805 is also available in a higher accuracy and better performance version (LM340A). Refer to LM340A specifications in the [LM340A Electrical Characteristics](#) table.

Available Packages

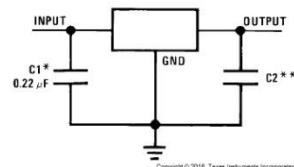


Device Information⁽¹⁾

PART NUMBER	PACKAGE	BODY SIZE (NOM)
LM340x	DDPAK/TO-263 (3)	10.18 mm × 8.41 mm
	SOT-23 (4)	6.50 mm × 3.50 mm
LM78xx	TO-220 (3)	14.986 mm × 10.16 mm
	TO-3 (2)	38.94 mm × 25.40 mm

(1) For all available packages, see the orderable addendum at the end of the data sheet.

Fixed Output Voltage Regulator



*Required if the regulator is located far from the power supply filter.

**Although no output capacitor is needed for stability, it does help transient response. (If needed, use 0.1-µF, ceramic disc).

 An IMPORTANT NOTICE at the end of this data sheet addresses availability, warranty, changes, use in safety-critical applications, intellectual property matters and other important disclaimers. PRODUCTION DATA.

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



TIP41C TIP42C

Complementary power transistors

Features

- Complementary PNP-NPN devices
- New enhanced series
- High switching speed
- h_{FE} grouping
- h_{FE} improved linearity

Applications

- General purpose circuits
- Audio amplifier
- Power linear and switching

Description

The TIP41C is a base island technology NPN power transistor in TO-220 plastic package that make this device suitable for audio, power linear and switching applications. The complementary PNP type is TIP42C

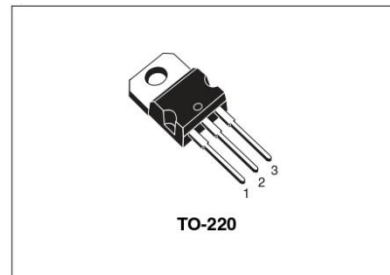


Figure 1. Internal schematic diagram

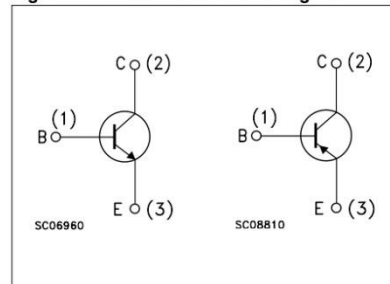


Table 1. Device summary

Order code	Marking	Package	Packaging
TIP41C (Note 1 on page 4)	TIP41C R TIP41C O TIP41C Y	TO-220	Tube
TIP42C (Note 1 on page 4)	TIP42C R TIP42C O TIP42C Y	TO-220	Tube

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



Handson Technology

User Guide

HC-SR04 Ultrasonic Sensor Module

HC-SR04 Ultrasonic Sensor is a very affordable proximity/distance sensor that has been used mainly for object avoidance in various robotics projects. It has also been used in turret applications, water level sensing, and even as a parking sensor.

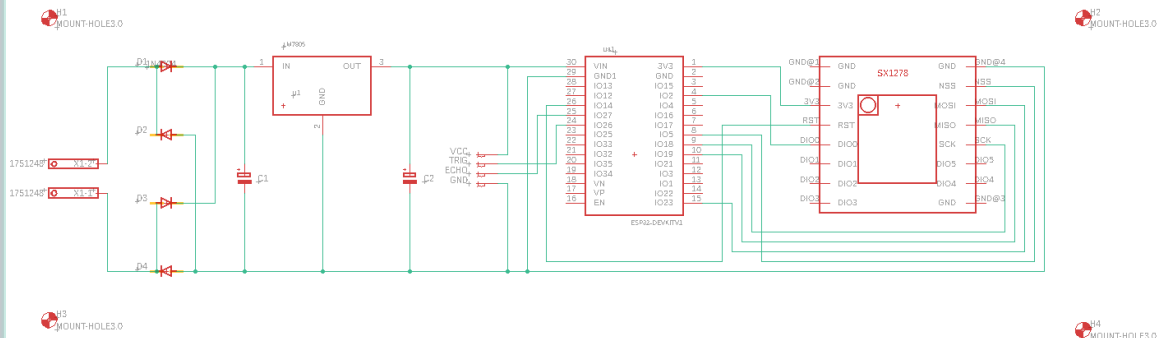


SKU: [SSR1012](#)

Brief Data:

- Power Supply: 3.3~5 VDC
- Quiescent Current : <2mA
- Working Current: 2.8mA @ 5V
- Effective Angle: <15°
- Ranging Distance : 2cm - 400 cm or 1" - 13ft
- Connector: 4-pins header with 2.54mm pitch.
- Dimension: 45mm x 20mm x 15mm
- Weight 8.5g.

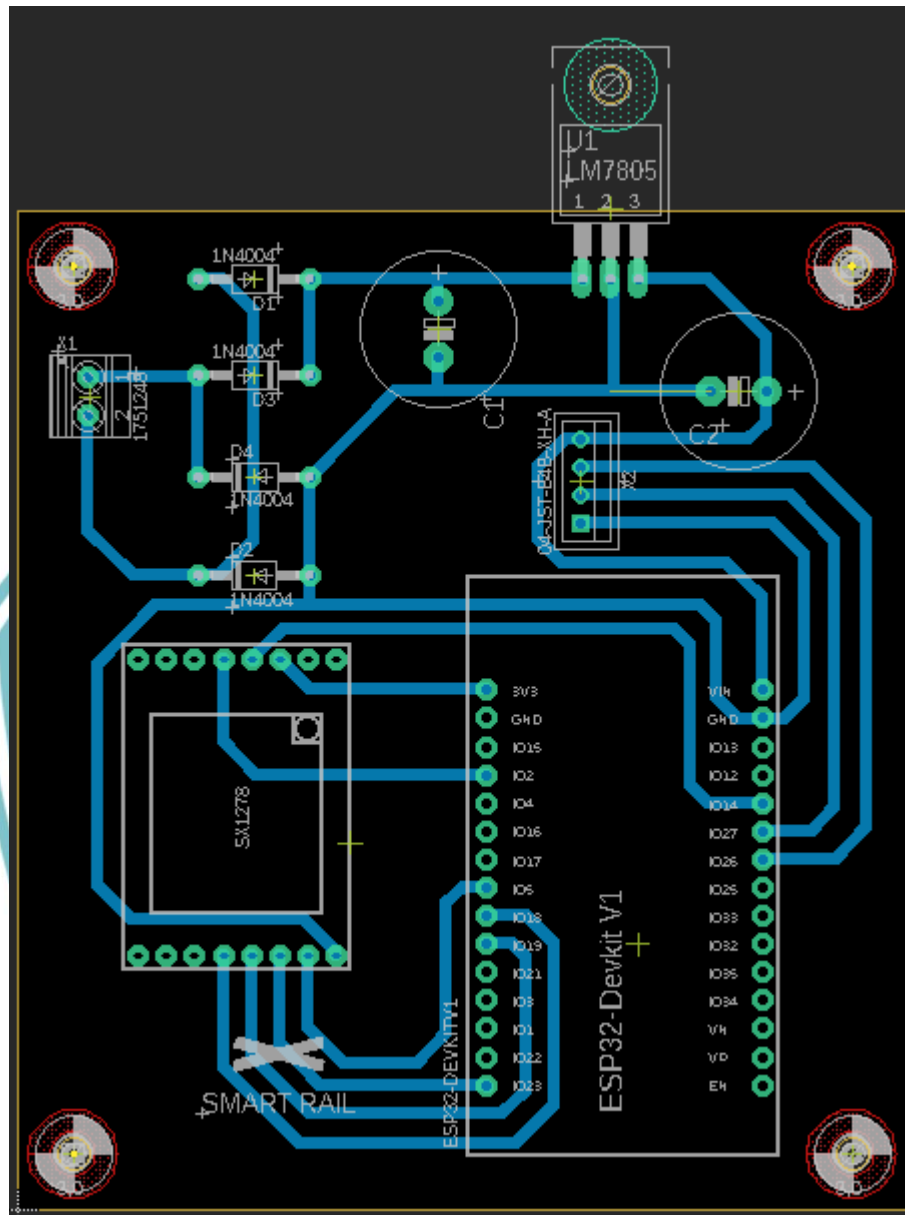
L - 2 Skematik Power supply dan Perlitasan



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 Layout PCB power supply dan Perlintasan



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

```
// detektor 1

#include <SPI.h>
#include <LoRa.h>

#define SS 5
#define RST 14
#define DIO0 2
#define TRIG_PIN 26
#define ECHO_PIN 27
#define TIMEOUT 30000

byte LocalAddress = 0x01;
byte Destination_ESP32_2 = 0x02;
bool canSend = true;
unsigned long stopTime = 0;
unsigned long lastSentTime = 0;

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  pinMode(TRIG_PIN, OUTPUT);
  pinMode(ECHO_PIN, INPUT);

  LoRa.setPins(SS, RST, DIO0);
  if (!LoRa.begin(433E6)) {
    Serial.println("LoRa init failed!");
    while (true);
  }
}

void loop() {
  checkForLoRaMessage();

  if (!canSend && millis() - stopTime < 5000) return;
  canSend = true;

  float distance = getDistance();

  if (distance < 5 && millis() - lastSentTime > 200) {
    sendMessage("D1", Destination_ESP32_2);
    Serial.println("Kereta terdeteksi, mengirim pesan ke Modul 2.");
    lastSentTime = millis();
  }
}

float getDistance() {
  float totalDistance = 0;
  int validReadings = 0;

  for (int i = 0; i < 3; i++) {
    digitalWrite(TRIG_PIN, LOW);
    delayMicroseconds(2);
    digitalWrite(TRIG_PIN, HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(TRIG_PIN, LOW);
  }
}
```

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

```

long duration = pulseIn(ECHO_PIN, HIGH, TIMEOUT);
float distance = (duration > 0) ? (duration * 0.034 / 2) : -1;

if (distance > 0) {
    totalDistance += distance;
    validReadings++;
}
delay(10);
}

return (validReadings > 0) ? totalDistance / validReadings : 0;
}

void checkForLoRaMessage() {
    int snr = LoRa.packetSnr();
    int rssi = LoRa.packetRssi();
    int packetSize = LoRa.parsePacket();
    if (packetSize == 0) return;

    int recipient = LoRa.read();
    byte sender = LoRa.read();
    byte incomingLength = LoRa.read();
    String Incoming;

    while (LoRa.available()) Incoming += (char)LoRa.read();
    if (incomingLength != Incoming.length() || recipient !=
        LocalAddress) return;

    Serial.println("Received: " + Incoming);

    if (Incoming == "STOP1") {
        canSend = false;
        stopTime = millis();
        Serial.print("RSSI: ");
        Serial.print(rssi);
        Serial.println(" dBm");
        Serial.print("SNR: ");
        Serial.print(snr);
        Serial.println(" dBm");
        Serial.println("Modul 1 berhenti mengirim data selama 5
detik.");
    }
}

void sendMessage(String Outgoing, byte Destination) {
    LoRa.beginPacket();
    LoRa.write(Destination);
    LoRa.write(LocalAddress);
    LoRa.write(Outgoing.length());
    LoRa.print(Outgoing);
    LoRa.endPacket();
}

```

```

//Detektor 2

#include <SPI.h>

```

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

```
#include <LoRa.h>

#define SS 5
#define RST 14
#define DIO0 2
#define TRIG_PIN 26
#define ECHO_PIN 27
#define TIMEOUT 30000 // Timeout pulseIn dalam mikrodetik (~30ms)

byte LocalAddress = 0x03;
byte Destination_ESP32_2 = 0x02;
bool canSend = true;
unsigned long stopTime = 0;
unsigned long lastSentTime = 0;

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  pinMode(TRIG_PIN, OUTPUT);
  pinMode(ECHO_PIN, INPUT);

  LoRa.setPins(SS, RST, DIO0);
  if (!LoRa.begin(433E6)) {
    Serial.println("LoRa init failed!");
    while (true);
  }
}

void loop() {
  checkForLoRaMessage();

  if (!canSend && millis() - stopTime < 5000) return; // Tunggu 5
  detik jika STOP1 diterima
  canSend = true;

  float distance = getDistance();

  if (distance < 5 && millis() - lastSentTime > 200) {
    sendMessage("D2", Destination_ESP32_2);
    Serial.println("Kereta terdeteksi, mengirim pesan ke Modul 2.");
    lastSentTime = millis();
  }
}

float getDistance() {
  float totalDistance = 0;
  int validReadings = 0;

  for (int i = 0; i < 3; i++) { // Ambil 3 sampel untuk kestabilan
    digitalWrite(TRIG_PIN, LOW);
    delayMicroseconds(2);
    digitalWrite(TRIG_PIN, HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(TRIG_PIN, LOW);

    long duration = pulseIn(ECHO_PIN, HIGH, TIMEOUT);
    float distance = (duration > 0) ? (duration * 0.034 / 2) : -1;
    // -1 jika timeout

    if (distance > 0) {
```



© 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

```
        totalDistance += distance;
        validReadings++;
    }
    delay(10);
}

return (validReadings > 0) ? totalDistance / validReadings : 0;
// Return rata-rata atau 0 jika error
}

void checkForLoRaMessage() {
    int snr = LoRa.packetSnr();
    int rssi = LoRa.packetRssi();
    int packetSize = LoRa.parsePacket();
    if (packetSize == 0) return;

    int recipient = LoRa.read();
    byte sender = LoRa.read();
    byte incomingLength = LoRa.read();
    String Incoming;

    while (LoRa.available()) Incoming += (char)LoRa.read();
    if (incomingLength != Incoming.length() || recipient !=
LocalAddress) return;

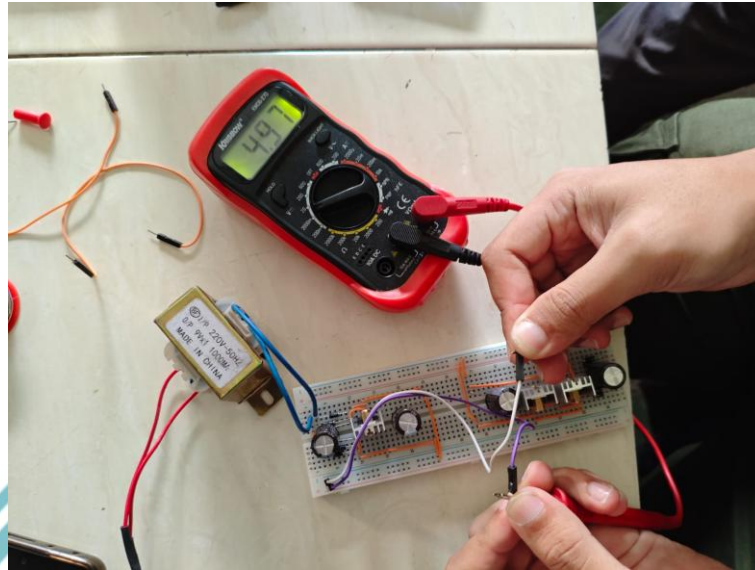
    Serial.println("Received: " + Incoming);

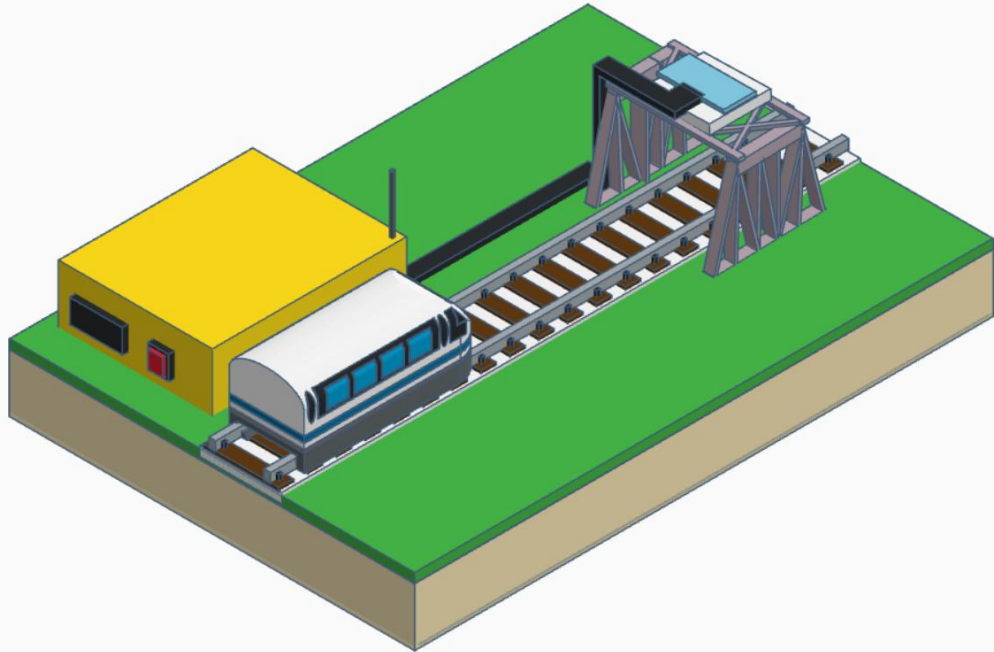
    if (Incoming == "STOP2") {
        canSend = false;
        stopTime = millis();
        Serial.print("RSSI: ");
        Serial.print(rssi);
        Serial.println(" dBm");
        Serial.print("SNR: ");
        Serial.print(snr);
        Serial.println(" dBm");
        Serial.println("Modul 3 berhenti mengirim data selama 5
detik.");
    }
}

void sendMessage(String Outgoing, byte Destination) {
    LoRa.beginPacket();
    LoRa.write(Destination);
    LoRa.write(LocalAddress);
    LoRa.write(Outgoing.length());
    LoRa.print(Outgoing);
    LoRa.endPacket();
}
```

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



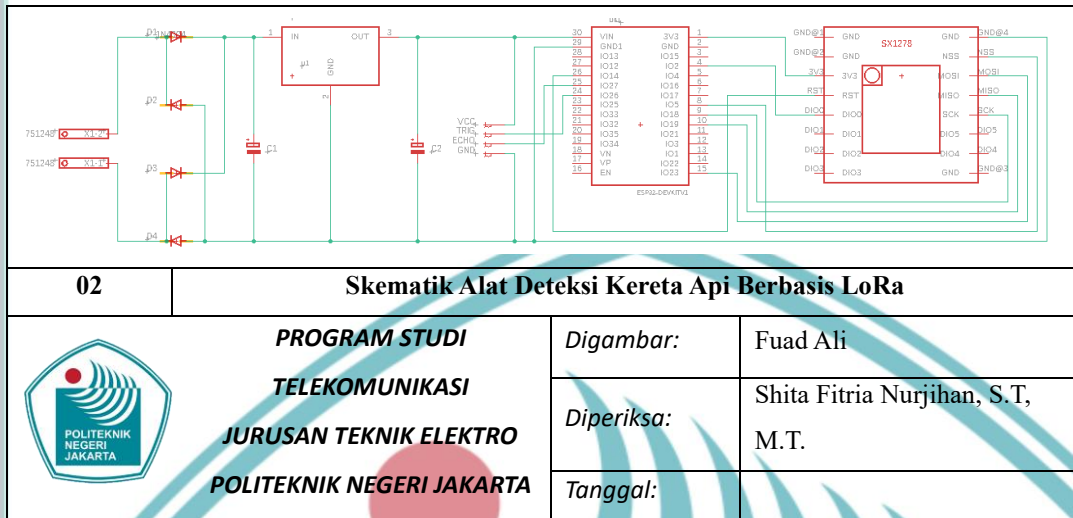


01	Ilustrasi Alat Deteksi Kereta Api Berbasis LoRa		
 PROGRAM STUDI TELEKOMUNIKASI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO POLITEKNIK NEGERI JAKARTA	Digambar :	Fuad Ali	
	Diperiksa :	Shita Fitria Nurjihan, S.T, M.T.	
	Tanggal:		

**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



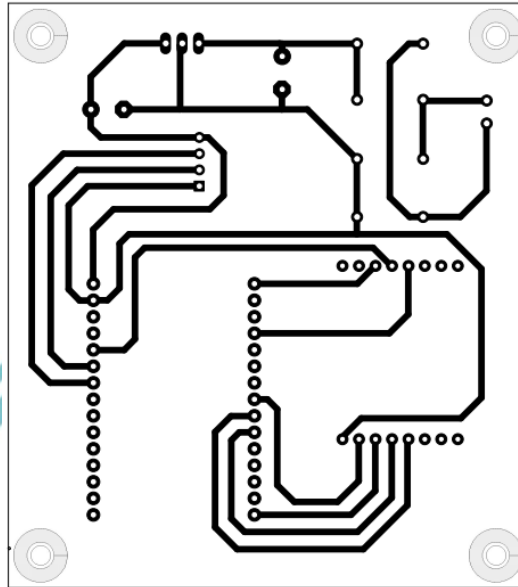
Hak Cipta :

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

**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



03	Layout PCB Alat Deteksi Kereta Api Berbasis LoRa		
	PROGRAM STUDI	Digambar:	Fuad Ali
	TELEKOMUNIKASI	Diperiksa:	Shita Fitria Nurjihan, S.T, M.T.
	JURUSAN TEKNIK ELEKTRO POLITEKNIK NEGERI JAKARTA	Tanggal:	

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**