



© 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 PARKIR PADA GEDUNG
PERKANTORAN DENGAN METODE PENGENALAN PLAT NOMOR
BERBASIS ANDROID**

**“Perancangan Alat Sistem Parkir Gedung Perkantoran dengan Pengenalan
Plat Nomor Kendaraan”**

TUGAS AKHIR

Alfrida Naila Darmawan
2203332042

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

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 : Alfrida Naila Darmawan

NIM : 2203332042

Tanda Tangan : 

Tanggal : 24 Juni 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 mengumumkan 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 : Alfrida Naila Darmawan
NIM : 2203332042
Program Studi : Teknik Telekomunikasi
Judul Tugas Akhir : Perancangan Alat Sistem Parkir Gedung Perkantoran dengan Pengenalan Plat Nomor Kendaraan

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada 2 Juli 2025
dan dinyatakan LULUS/~~TIDAK LULUS~~.

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

()

Depok, 23 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.

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. Shita Fitria Nurjihan, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing, mengarahkan, dan memberikan masukan berharga selama proses penyusunan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua tercinta atas doa, kasih sayang, dan dukungan yang tiada henti, baik secara moral maupun material.
3. Teman-teman Angketa yang telah memberikan semangat, dukungan, serta kebersamaan selama masa perkuliahan hingga penyusunan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa mendatang. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca serta menjadi referensi yang berguna bagi pengembangan sistem serupa di kemudian hari.

Depok, 23 Juni 2025
Penulis

Alfrida Naila Darmawan



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 PARKIR PADA GEDUNG PERKANTORAN DENGAN METODE PENGENALAN PLAT NOMOR BERBASIS ANDROID

Perancangan Alat Sistem Parkir Gedung Perkantoran dengan Pengenalan Plat
Nomor Kendaraan

Abstrak

Kebutuhan akan sistem parkir yang efisien dan akurat semakin meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah kendaraan, terutama di area perkantoran yang memiliki intensitas tinggi. Sistem parkir manual kerap menimbulkan kendala seperti antrean panjang, kesalahan pencatatan, dan ketergantungan pada petugas. Untuk mengatasi hal tersebut, dirancang sistem parkir otomatis berbasis pengenalan plat nomor yang mengintegrasikan Raspberry Pi sebagai pusat pemrosesan dan ESP32 sebagai pengendali perangkat, dengan komunikasi nirkabel melalui modul LoRa. Kamera USB digunakan untuk menangkap citra plat nomor yang kemudian diproses dengan metode OCR dan diverifikasi melalui database Firebase. Status kendaraan sebagai member atau non-member digunakan untuk menampilkan informasi pada LCD dan membuka palang secara otomatis, sehingga proses parkir dapat berlangsung lebih cepat, efisien, dan minim kesalahan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengenali plat nomor secara real-time dengan waktu respon 1–2 detik pada jarak 70–120 cm. Untuk jarak 150–200 cm, waktu respon meningkat hingga 3–4 detik, khususnya untuk plat merah dan hitam, sedangkan plat putih tetap terbaca dalam waktu maksimal 2 detik. LoRa RFM95 mampu mentransmisikan data hingga 200 meter dengan nilai RSSI terendah sebesar -118 dBm tanpa kehilangan data. Sistem juga menunjukkan kestabilan suplai daya 5V dan kinerja komponen berjalan normal selama pengujian.

Kata kunci: ESP32, Firebase, LoRa, Plat Nomor, Raspberry Pi, Sistem Parkir Otomatis



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 OF A PARKING SYSTEM FOR OFFICE BUILDINGS USING AN ANDROID-BASED LICENSE PLATE RECOGNITION METHOD

Design of Parking System Equipment for Office Buildings with License Plate Recognition

Abstract

The demand for efficient and accurate parking systems is driven by the increasing number of vehicles, especially in office areas with high activity levels. Manual parking systems often cause problems such as long queues, recording errors, and dependence on human operators. To address these issues, an automated parking system based on license plate recognition was developed by integrating a Raspberry Pi as the central processing unit and an ESP32 as the device controller, with wireless communication using LoRa modules. A USB camera captures license plate images, which are processed using Optical Character Recognition (OCR) and verified through a Firebase database. The vehicle's status as a member or non-member is used to display information on an LCD and to automatically control the gate, allowing the parking process to proceed more quickly, efficiently, and with minimal errors. Testing results show that the system can recognize license plates in real time with a response time of 1–2 seconds at distances of 70–120 cm. At distances of 150–200 cm, the response time increases to 3–4 seconds, particularly for red and black plates, while white plates remain detectable within 2 seconds. The LoRa RFM95 module is capable of transmitting data up to 200 meters with a minimum RSSI value of -118 dBm, without any data loss. The system also maintained stable 5V power supply and component performance during testing.

Keywords: Automatic Parking System, ESP32, Firebase, License Plate, LoRa, Raspberry Pi



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	1
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Luaran.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Parkir	3
2.2 Plat Nomor Kendaraan.....	3
2.2.1 Plat Nomor Kendaraan Hitam.....	3
2.2.2 Plat Nomor Kendaraan Putih	3
2.2.3 Plat Nomor Kendaraan Merah	3
2.3 Raspberry Pi 4 Model B+	4
2.4 Kamera USB Raspberry Pi.....	5
2.5 Sensor Ultrasonik HC-SR04	5
2.6 Motor Servo SG90	6
2.7 TFT LCD	7
2.8 LCD I2C.....	8
2.9 Power Supply.....	9
2.9.1 Proses Kerja Power Supply	10
2.9.2 Power Supply pada Sistem.....	10
2.10 Long Range (LoRa).....	11
2.11 Firebase	13
2.12 You Only Look Once (YOLO).....	13
2.13 Optical Character Recognition (OCR).....	14
2.14 Bahasa Pemrograman Python.....	16
2.15 Bahasa Pemrograman C++	17
BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI.....	19
3.1 Rancangan Alat	19
3.1.1 Deskripsi Alat	19
3.1.2 Cara Kerja Alat	21
3.1.3 Spesifikasi Alat	23
3.1.4 Diagram Blok Sistem	24
3.2 Realisasi Alat.....	25
3.2.1 Realisasi Rangkaian Kamera USB.....	25

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

3.2.2 Realisasi Rangkaian Sensor HC-SR04	26
3.2.3 Realisasi Rangkaian Modul LoRa RFM95	28
3.2.4 Realisasi Rangkaian Servo	30
3.2.5 Realisasi Rangkaian TFT LCD ILI9341	32
3.2.6 Realisasi Rangkaian LCD I2C	33
3.2.7 Realisasi Rangkaian <i>Power Supply</i>	33
3.2.8 Realisasi OCR	35
3.2.9 Realisasi Pemrograman Raspberry Pi	36
3.2.10 Realisasi Pemrograman ESP32	45
BAB IV PEMBAHASAN	53
4.1 Pengujian <i>Power Supply</i> untuk Raspberry Pi	53
4.1.1 Deskripsi Pengujian <i>Power Supply</i> untuk Raspberry Pi	53
4.1.2 Prosedur Pengujian <i>Power Supply</i> untuk Raspberry Pi	53
4.1.3 Data Hasil Pengujian <i>Power Supply</i> untuk Raspberry Pi	53
4.1.4 Analisis Data Pengujian <i>Power Supply</i> untuk Raspberry Pi	54
4.2 Pengujian <i>Power Supply</i> untuk ESP32	54
4.2.1 Deskripsi Pengujian <i>Power Supply</i> untuk ESP32	54
4.2.2 Prosedur Pengujian <i>Power Supply</i> untuk ESP32	54
4.2.3 Data Hasil Pengujian <i>Power Supply</i> untuk ESP32	55
4.2.4 Analisis Data Pengujian <i>Power Supply</i> untuk ESP32	55
4.3 Pengujian OCR	55
4.3.1 Deskripsi Pengujian OCR	56
4.3.2 Prosedur Pengujian OCR	56
4.3.3 Data Hasil Pengujian OCR	56
4.3.4 Analisis Data Pengujian OCR	58
4.4 Pengujian Waktu Respon OCR	58
4.4.1 Deskripsi Pengujian Waktu Respon OCR	58
4.4.2 Prosedur Pengujian Waktu Respon OCR	59
4.4.3 Data Hasil Pengujian Waktu Respon OCR	59
4.4.4 Analisis Data Pengujian Waktu Respon OCR	64
4.5 Pengujian Pengaruh Cahaya Terhadap Pengenalan Plat Nomor	65
4.5.1 Deskripsi Pengujian Pengaruh Cahaya Terhadap Pengenalan Plat Nomor	65
4.5.2 Prosedur Pengujian Pengaruh Cahaya Terhadap Pengenalan Plat Nomor	65
4.5.3 Data Hasil Pengujian Pengaruh Cahaya Terhadap Pengenalan Plat Nomor	66
4.5.4 Analisis Pengujian Pengaruh Cahaya Terhadap Pengenalan Plat Nomor	66
4.6 Pengujian Verifikasi Plat Nomor	66
4.6.1 Deskripsi Pengujian Verifikasi Plat Nomor	67
4.6.2 Prosedur Pengujian Verifikasi Plat Nomor	67
4.6.3 Data Hasil Pengujian Verifikasi Plat Nomor	67
4.6.4 Analisis Data Pengujian Verifikasi Plat Nomor	68
4.7 Pengujian Sensor HC-SR04	69
4.7.1 Deskripsi Pengujian Sensor HC-SR04	69
4.7.2 Prosedur Pengujian Sensor HC-SR04	69
4.7.3 Data Hasil Pengujian Sensor HC-SR04	70



© 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

4.7.4 Analisis Data Pengujian Sensor HC-SR04	70
4.8 Pengujian Modul LoRa RFM95	71
4.8.1 Deskripsi Pengujian LoRa RFM95	71
4.8.2 Prosedur Pengujian LoRa RFM95	71
4.8.3 Data Hasil Pengujian LoRa RFM95	72
4.8.4 Analisis Data Pengujian LoRa RFM95.....	72
4.9 Pengujian Servo	73
4.9.1 Deskripsi Pengujian Servo	73
4.9.2 Prosedur Pengujian Servo	74
4.9.3 Data Hasil Pengujian Servo	74
4.9.4 Analisis Data Pengujian Servo.....	75
4.10 Pengujian LCD I2C.....	75
4.10.1 Deskripsi Pengujian LCD I2C	75
4.10.2 Prosedur Pengujian LCD I2C	75
4.10.3 Data Hasil Pengujian LCD I2C.....	76
4.10.4 Analisis Data Pengujian LCD I2C.....	76
4.11 Pengujian TFT LCD ILI9341.....	77
4.11.1 Deskripsi Pengujian TFT LCD ILI9341.....	77
4.11.2 Prosedur Pengujian TFT LCD ILI9341	77
4.11.3 Data Hasil Pengujian TFT LCD ILI9341	78
4.11.4 Analisis Data Pengujian TFT LCD ILI9341.....	79
BAB V PENUTUP	80
5.1 Kesimpulan.....	80
5.2 Saran.....	80
DAFTAR PUSTAKA	81
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	83
LAMPIRAN.....	84

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Raspberry Pi 4B+	4
Gambar 2.2	Kamera USB Raspberry Pi.....	5
Gambar 2.3	Sensor Ultrasonik HC-SR04	6
Gambar 2.4	Servo SG90.....	7
Gambar 2.5	TFT LCD ILI9341.....	8
Gambar 2.6	LCD I2C.....	9
Gambar 2.7	Rangkaian <i>Power Supply</i>	10
Gambar 2.8	LoRa	12
Gambar 3.1	Ilustrasi Pintu Masuk Parkir	20
Gambar 3.2	Ilustrasi Pintu Keluar Parkir	20
Gambar 3.3	<i>Flowchart</i> Cara Kerja Alat	22
Gambar 3.4	<i>Flowchart</i> Pemrograman (a) Pemrograman pada Raspberry Pi (b) Pemrograman pada ESP32.....	23
Gambar 3.5	Diagram Blok Sistem Parkir pada Gedung Perkantoran dengan Metode Pengenalan Plat Nomor Berbasis Android.....	25
Gambar 3.6	Rangkaian Sensor Ultrasonik Pintu Masuk.....	26
Gambar 3.7	Rangkaian Sensor Ultrasonik Pintu Keluar.....	27
Gambar 3.8	Rangkaian LoRa <i>Transmitter</i>	28
Gambar 3.9	Rangkaian LoRa <i>Receiver</i>	29
Gambar 3.10	Rangkaian Servo Pintu Masuk	30
Gambar 3.11	Rangkaian Servo Pintu Keluar	31
Gambar 3.12	Rangkaian TFT LCD ILI9341.....	32
Gambar 3.13	Rangkaian LCD I2C.....	33
Gambar 3.14	Rangkaian <i>Power Supply</i> 5V DC	34
Gambar 3.15	Tampilan Fisik Rangkaian PCB PSU.....	34

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



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Spesifikasi Alat	24
Tabel 3.2	Rangkaian Kamera USB	26
Tabel 3.3	Penggunaan Pin Sensor Ultrasonik Pintu Masuk	27
Tabel 3.4	Penggunaan Pin Sensor Ultrasonik Pintu Keluar	28
Tabel 3.5	Penggunaan Pin LoRa <i>Transmitter</i>	29
Tabel 3.6	Penggunaan Pin LoRa <i>Receiver</i>	30
Tabel 3.7	Penggunaan Pin Servo Pintu Masuk	31
Tabel 3.8	Penggunaan Pin Servo Pintu Keluar	31
Tabel 3.9	Penggunaan Pin TFT LCD ILI9341	32
Tabel 3.10	Penggunaan Pin LCD I2C	33
Tabel 4.1	Hasil Pengujian <i>Power Supply</i> Raspberry Pi	53
Tabel 4.2	Hasil Pengujian <i>Power Supply</i> ESP32	55
Tabel 4.3	Hasil Pengujian OCR	56
Tabel 4.4	Hasil Pengujian Waktu Respon OCR Plat Merah	59
Tabel 4.5	Hasil Pengujian Waktu Respon OCR Plat Putih	61
Tabel 4.6	Hasil Pengujian Waktu Respon OCR Plat Hitam	63
Tabel 4.7	Hasil Pengujian Pengaruh Cahaya Terhadap Pengenalan Plat Nomor Kendaraan	66
Tabel 4.8	Hasil Pengujian Verifikasi Plat Nomor	67
Tabel 4.9	Hasil Pengujian Sensor HC-SR04 pada Pintu Masuk	70
Tabel 4.10	Hasil Pengujian Sensor HC-SR04 pada Pintu Keluar	70
Tabel 4.11	Hasil Pengujian LoRa RFM95 Kondisi <i>LoS</i>	72
Tabel 4.12	Hasil Pengujian LoRa RFM95 Kondisi <i>Obstacle</i>	72
Tabel 4.13	Hasil Pengujian Servo pada Pintu Masuk	74
Tabel 4.14	Hasil Pengujian Servo pada Pintu Keluar	74
Tabel 4.15	Hasil Pengujian LCD I2C	76
Tabel 4.16	Hasil Pengujian TFT LCD ILI9341	78

Hak Cipta :

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



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Realisasi Alat	84
Lampiran 2. Desain Box Alat.....	86
Lampiran 3. Diagram Skematik Alat	88
Lampiran 4. <i>Source Code</i> Pemrograman Raspberry Pi.....	90
Lampiran 5. <i>Source Code</i> Pemrograman ESP32	95
Lampiran 6. <i>Datasheet</i> Raspberry Pi 4B.....	101
Lampiran 7. <i>Datasheet</i> ESP32	102
Lampiran 8. <i>Datasheet</i> Sensor HC-SR04	103
Lampiran 9. <i>Datasheet</i> LCD I2C	104
Lampiran 10. <i>Datasheet</i> TFT LCD ILI9341.....	105
Lampiran 11. <i>Datasheet</i> Servo SG90.....	106
Lampiran 12. <i>Datasheet</i> LoRa RFM95W	107

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

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

Setiap kendaraan bermotor yang digunakan di jalan harus memiliki plat nomor sebagai identitas resmi. Plat nomor ini penting karena menjadi penanda unik untuk tiap kendaraan, dan biasa digunakan dalam berbagai keperluan seperti registrasi, pajak, hingga pengawasan lalu lintas.

Namun, pada kenyataannya, sistem parkir di banyak tempat masih dilakukan secara manual. Petugas parkir mencatat plat nomor secara langsung dan mengatur akses kendaraan secara konvensional. Sistem ini rentan terhadap kesalahan pencatatan, antrean panjang, serta celah keamanan yang dapat dimanfaatkan oleh oknum tidak bertanggung jawab. Selain itu, proses manual juga memerlukan keterlibatan sumber daya manusia yang terus-menerus, yang tidak selalu efisien dan rentan terhadap kelelahan.

Di era digital seperti saat ini, perkembangan teknologi memberikan peluang untuk menghadirkan sistem parkir otomatis yang lebih efisien. Salah satunya adalah dengan menerapkan teknologi pengenalan plat nomor kendaraan secara otomatis menggunakan kamera yang mampu membaca plat nomor kendaraan secara otomatis melalui teknologi *Optical Character Recognition* (OCR). Dengan bantuan perangkat seperti Raspberry Pi, sistem dapat mengenali plat nomor kendaraan secara *real-time*, mencocokkannya dengan data yang tersimpan dalam server, serta mengatur akses masuk dan keluar kendaraan tanpa intervensi manusia.

Berdasarkan hal tersebut, pada tugas akhir ini dirancang sebuah sistem “Rancang Bangun Sistem Parkir pada Gedung Perkantoran dengan Metode Pengenalan Plat Nomor Berbasis Android” yang bertujuan untuk memberikan solusi parkir otomatis berbasis identifikasi plat nomor kendaraan sehingga dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan efisiensi dan keamanan dalam pengelolaan area parkir.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah:



© 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

1. Bagaimana merancang dan membuat sistem parkir berbasis pengenalan plat nomor di area perkantoran secara otomatis menggunakan LoRa?
2. Bagaimana melakukan pengujian pada pengenalan plat nomor di area perkantoran secara otomatis?
3. Bagaimana melakukan pengujian pada sistem parkir berbasis pengenalan plat nomor di area perkantoran menggunakan LoRa?

1.3 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah:

1. Merancang dan membuat sistem parkir otomatis berbasis pengenalan plat nomor kendaraan di area perkantoran dengan menggunakan modul LoRa sebagai media komunikasi antar perangkat.
2. Menguji kemampuan sistem dalam mendeteksi dan mengenali plat nomor kendaraan secara otomatis pada lingkungan perkantoran.
3. Menguji kinerja sistem parkir otomatis dalam mengirim dan menerima data hasil pengenalan plat nomor melalui komunikasi nirkabel menggunakan LoRa.

1.4 Luaran

Adapun luaran dari tugas akhir ini adalah:

1. Sebuah prototipe alat sistem parkir otomatis berbasis perangkat keras yang mampu membaca dan memproses plat nomor kendaraan.
2. Laporan Tugas Akhir
3. Artikel Ilmiah
4. Poster

Hak Cipta :

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

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perancangan dan hasil pengujian dari alat tugas akhir yang telah dibuat, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem parkir dengan metode pengenalan plat nomor berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan integrasi Raspberry Pi, ESP32, dan komunikasi LoRa, serta berfungsi otomatis pada pintu masuk dan keluar.
2. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengenali plat nomor secara otomatis dan real-time dengan waktu deteksi rata-rata 1–2 detik pada jarak 70–120 cm. Pada jarak 150–200 cm, respon meningkat menjadi 2–4 detik, terutama untuk plat merah dan hitam. Plat putih tetap terbaca maksimal dalam 2 detik di seluruh jarak. Performa sistem dipengaruhi oleh jarak, warna plat, serta intensitas pencahayaan. Deteksi optimal terjadi pada pencahayaan 50–500 lux, sedangkan di bawah 50 lux citra cenderung gelap dan di atas 1.000 lux citra *overexposed*. Oleh karena itu, sistem memerlukan pencahayaan tambahan pada keadaan gelap dan pengaturan kamera saat cahaya berlebih.
3. Modul LoRa RFM95 mampu melakukan komunikasi data secara stabil hingga jarak 200 meter dalam kondisi LoS maupun *obstacle* dengan nilai RSSI berkisar antara -69 dBm hingga -118 dBm. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem tetap dapat beroperasi dengan andal meskipun terdapat hambatan fisik, sehingga modul LoRa layak digunakan sebagai media komunikasi nirkabel pada implementasi sistem parkir otomatis.

5.2 Saran

Sistem parkir otomatis yang telah dirancang ini masih memiliki potensi pengembangan lebih lanjut, baik dari segi performa maupun keandalan. Ke depannya, diharapkan sistem dapat disempurnakan dengan penggunaan komponen yang lebih presisi serta optimasi algoritma agar mampu bekerja lebih cepat dan akurat dalam berbagai kondisi lingkungan.

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 PUSTAKA

- Burhanudin, A., Mukhtar, A., Ma'mun, H., & Hermana, R. (2023). *Arduino untuk Pemula: Memahami Dasar-Dasar Pemrograman dan Menguasai Robotika*. Jawa Barat: Widina Media Utama.
- Fadilah, M. D., Firdaus, H., & Riyyan, M. (2023). Implementasi Monero Mining pada Raspberry Pi 4 Model B. 13-23.
- Hanif, A. R., Nasrullah, E., & Setyawan, F. (2023). Deteksi Karakter Plat Nomor Kendaraan dengan Menggunakan Metode Optical Character Recognition (OCR). *JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan)*, 109-117.
- Ihsan Ahmad Kamal, F. A., Lasidi, F. M., Priharti, W., & Cahyadi, W. A. (2024). Implementasi Sistem Gerbang Otomatis dengan Perpaduan Teknologi Pengenalan Pelat Nomor Kendaraan dan Pengenalan Wajah. *JSE (Jurnal Serambi Engineering)*, 10479-10486.
- Khairunnas, Yuniarno, E. M., & Zaini, A. (2021). Pembuatan Modul Deteksi Objek Manusia Menggunakan Metode YOLO untuk Mobile Robot. *JURNAL TEKNIK ITS*, 50-55.
- Numberi, A. P., Bahtiar, P., & Numberi, J. J. (2021). Analisis Karakteristik Parkir terhadap Kebutuhan Ruang Parkir di Pasar Central Hamadi Kota Jayapura. *Jurnal Asimetrik: Jurnal Ilmiah Rekayasa Dan Inovasi*, 57-70.
- Prayoga, D. Y., & Nuralam. (2022). Pemodelan Akuisisi Data Sistem Monitoring Kualitas Air Budidaya Pembenihan Ikan Kerapu. *Jurnal Arus Elektro Indonesia (JAEI)*.
- Prayudi, R. (2022). Pemanfaatan Teknologi OCR (Optical Character Recognition) dalam Pembuatan Aplikasi Kalkulator Tulisan Tangan Sederhana.
- Purnomo, R. F., Purbo, O. W., & Aziz, R. A. (2020). *Firestore: Membangun Aplikasi Berbasis Android*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Rizakir, F., & Soekarno, S. A. (2025). Sistem Kunci Otomatis pada Casing Rokok Berbasis Arduino Nano dengan LCD I2C. *JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan)*.
- Santosa, S. P., & Nugroho, R. M. (2021). Rancang Bangun Alat Pintu Geser Otomatis Menggunakan Motor DC 24 V. *Jurnal Ilmiah Elektrokrisna*, 38-44.
- Sari, D. N. (2023). Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Pelat Nomor Kendaraan pada Palang Pintu Parkir Berbasis Android. Politeknik Negeri Jakarta.
- Satriani, Y. D., & Yuhendri, M. (2023). Kontrol Posisi Motor Servo Berbasis Human Machine Interface dan Internet of Things. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 949-956.



© 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

Saukani, I., & Triturani, R. (2022). Pengujian power supply switching komputer 12 Volt di laboratorium Teknik Elektronika Politeknik Negeri Malang. *JURNAL ELTEK*, 69-74.

Siregar, K. K., Tarigan, M. F., & Muhammad Rusdi, S. (2022). Penerapan Komunikasi LoRa untuk Sistem Peringatan Dini Gempa dengan Sensor Accelerometer Berbasis NodeMCU ESP8266. 709-718.

Suharto, A. (2023). Fundamental Bahasa Pemrograman Python. Jawa Tengah: Eureka Media Aksara.

Yanto, FaruqAziz, & Irmawati. (2023). YoLo-V8 Peningkatan Algoritma untuk Deteksi Pemakaian Masker Wajah. *JATI(Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 1437-1444.

Yudha, P. S., & Sani, R. A. (2022). Implementasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 sebagai Sensor Parkir Mobil Berbasis Arduino. *JURNAL EINSTEIN*, 19-26.



DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Alfrida Naila Darmawan

Lahir di Tangerang, Banten 25 Januari 2004. Lulus dari SDN Parigi 03 tahun 2016, SMPN 6 Tangerang Selatan tahun 2019, dan SMAN 5 Tangerang Selatan tahun 2022. Gelar Diploma Tiga (D3) diperoleh pada tahun 2025 dari Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

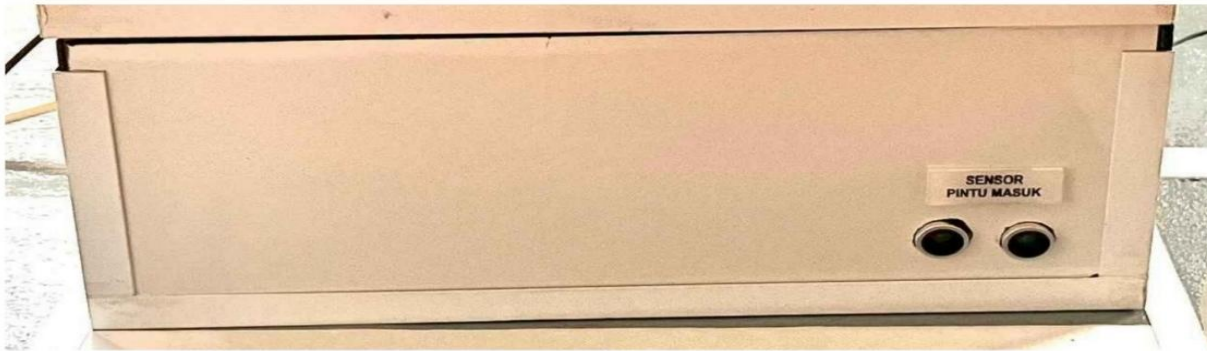
© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta



LAMPIRAN

Lampiran 1. Realisasi Alat

TAMPAK DEPAN



TAMPAK BELAKANG



01

REALISASI BOX TRANSMITTER



PROGRAM STUDI TELEKOMUNIKASI
 JURUSAN TEKNIK ELEKTRO - POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

Digambar

Alfrida Naila Darmawan

Diperiksa

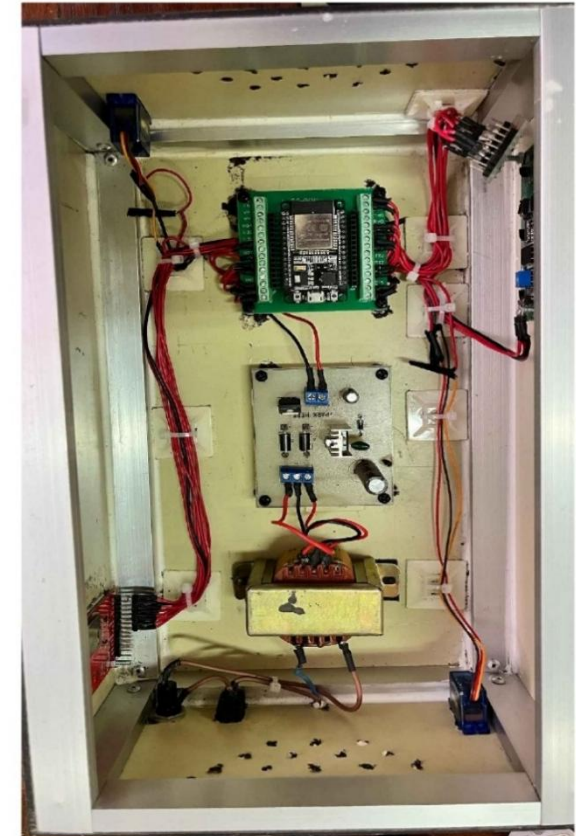
Shita Fitria Nurjihan, S.T., M.T.

Tanggal

TAMPAK DEPAN



TAMPAK BELAKANG



02

REALISASI BOX RECEIVER



PROGRAM STUDI TELEKOMUNIKASI
 JURUSAN TEKNIK ELEKTRO - POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

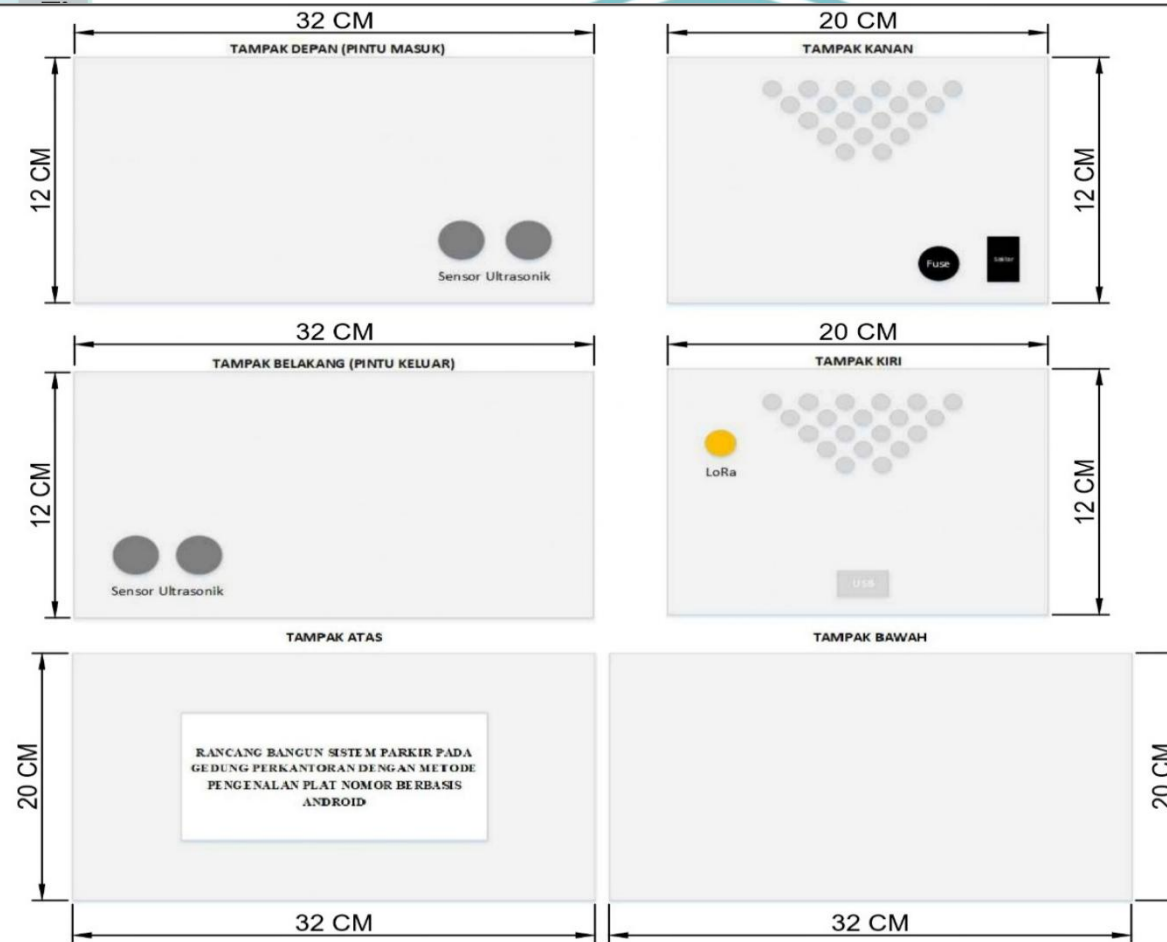
Digambar

Alfrida Naila Darmawan

Diperiksa

Shita Fitria Nurjihan, S.T., M.T.

Tanggal



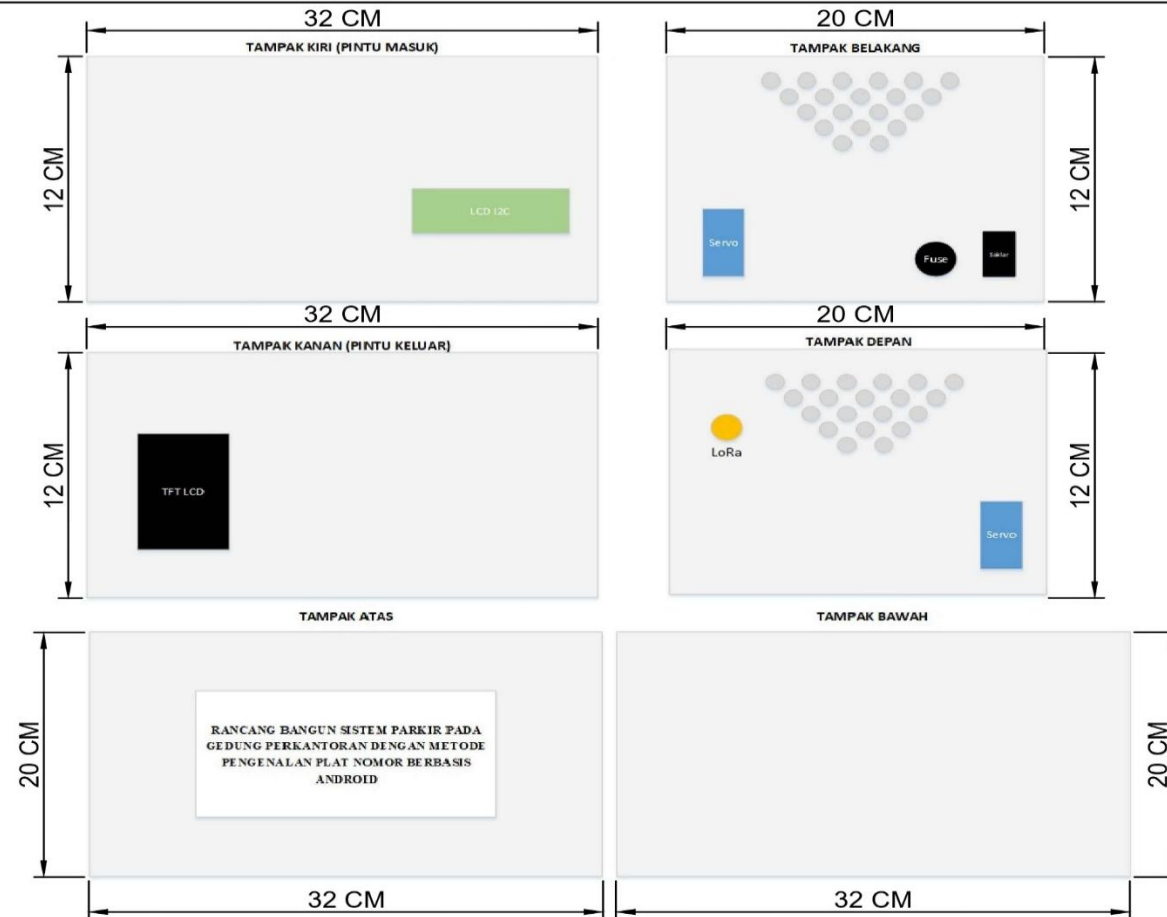
03

DESAIN BOX TRANSMITTER



PROGRAM STUDI TELEKOMUNIKASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO - POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

Digambar	Alfrida Naila Darmawan
Diperiksa	Shita Fitria Nurjihan, S.T., M.T.
Tanggal	



04

DESAIN BOX RECEIVER



PROGRAM STUDI TELEKOMUNIKASI
 JURUSAN TEKNIK ELEKTRO - POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

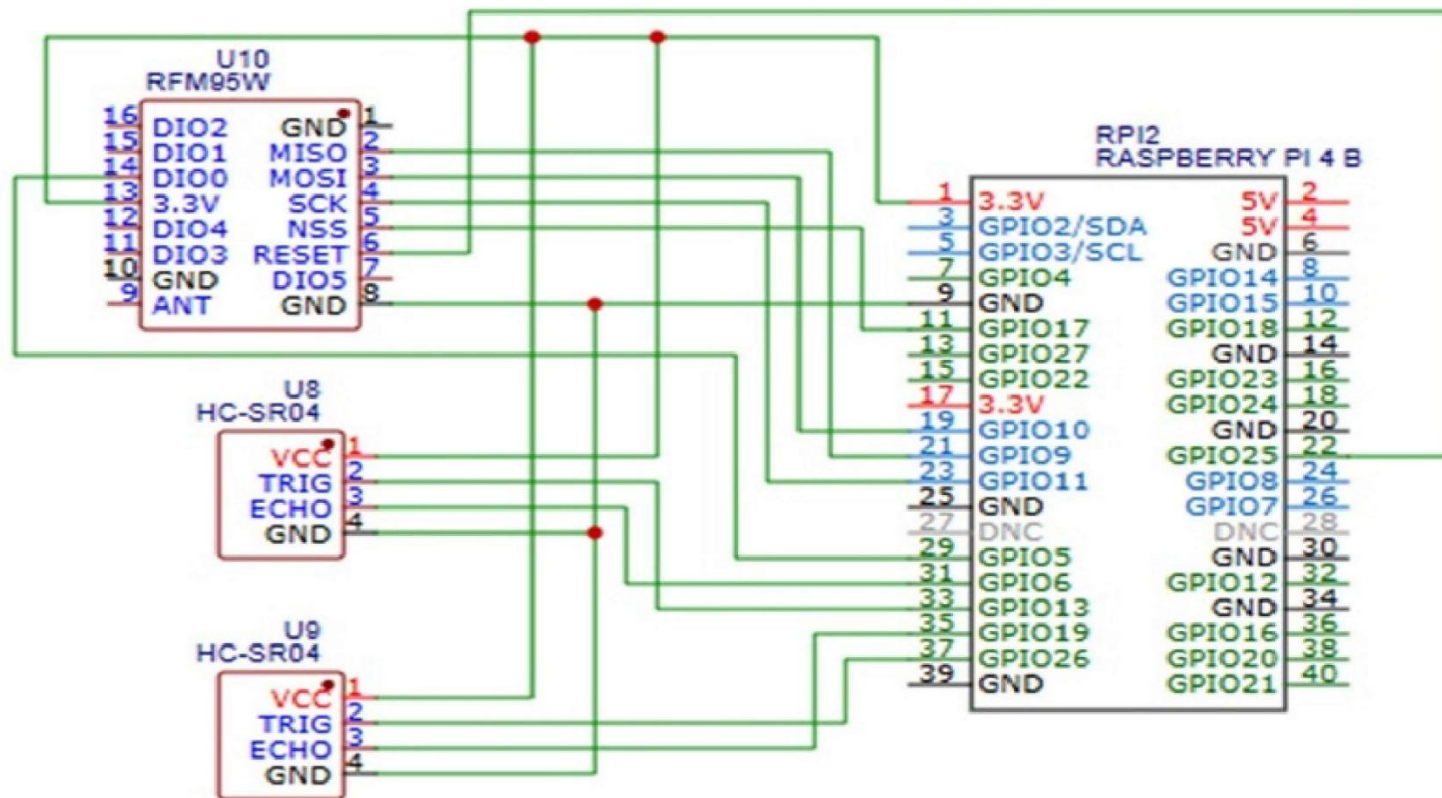
Digambar

Alfrida Naila Darmawan

Diperiksa

Shita Fitria Nurjihan, S.T., M.T.

Tanggal



05

DIAGRAM SKEMATIK TRANSMITTER



PROGRAM STUDI TELEKOMUNIKASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO - POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

Digambar

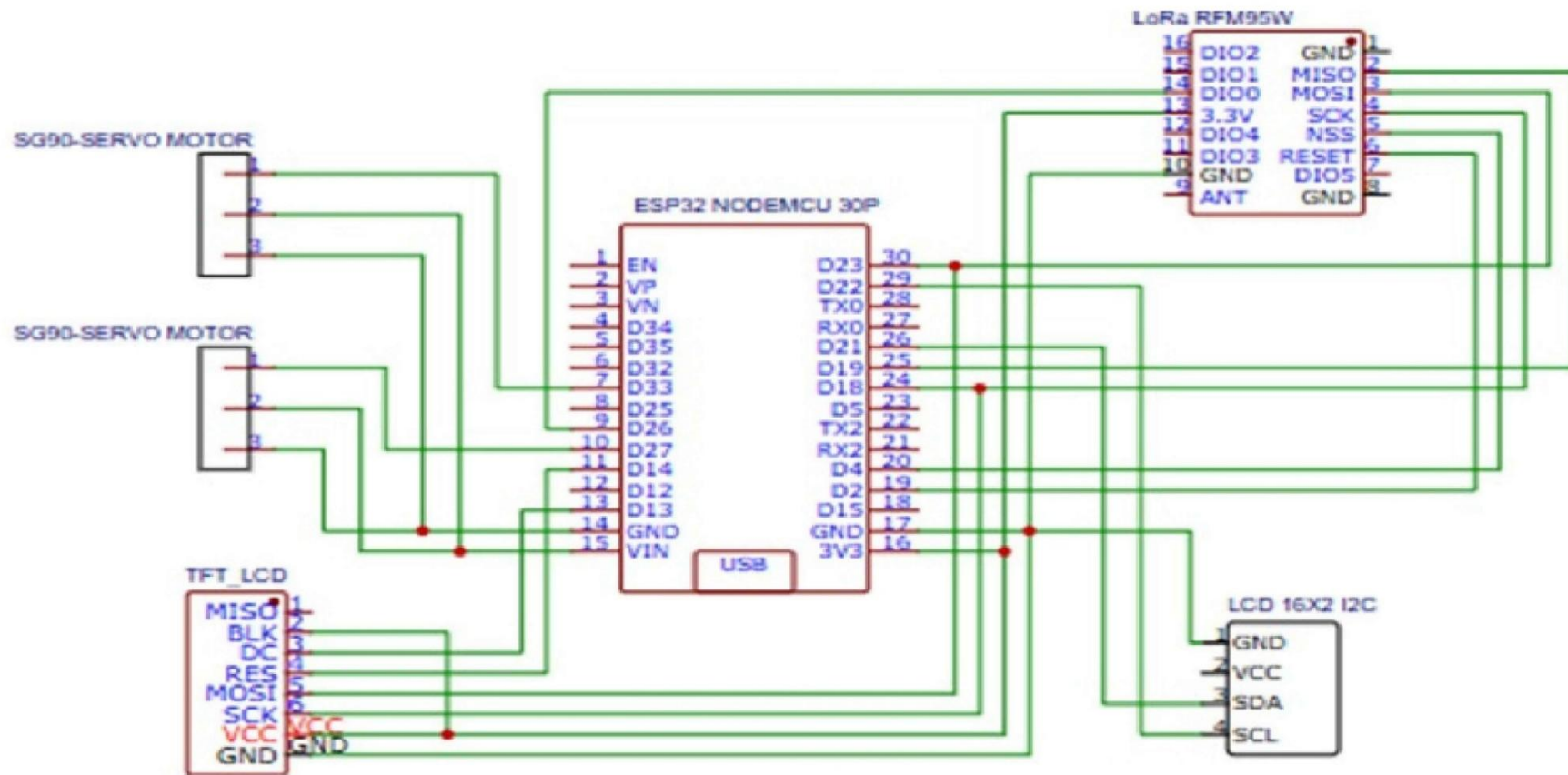
Alfrida Naila Darmawan

Diperiksa

Shita Fitria Nurjihan, S.T., M.T.

Tanggal

Lampiran 3. Diagram Skematik Alat



06

DIAGRAM SKEMATIK RECEIVER



PROGRAM STUDI TELEKOMUNIKASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO - POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

Digambar	Alfrida Naila Darmawan
Diperiksa	Shita Fitria Nurjihan, S.T., M.T.
Tanggal	



```
import os
import time
import json
import board
import busio
import cv2
import pandas as pd
from datetime import datetime
from ultralytics import YOLO
from paddleocr import PaddleOCR
import cvzone
from gpiozero import DistanceSensor
import adafruit_rfm9x
import digitalio
import firebase_admin
from firebase_admin import credentials, db
import re

# LoRa PIN SETUP
CS = digitalio.DigitalInOut(board.D17) # GPIO17
RESET = digitalio.DigitalInOut(board.D25) # GPIO25
spi = busio.SPI(board.SCK, MOSI=board.MOSI, MISO=board.MISO)
time.sleep(5)
rfm9x = adafruit_rfm9x.RFM9x(spi, CS, RESET, 915.0)

# LOAD DATA MEMBER OFFLINE
with open("/home/tugasakhir/rpi-cam-numberplate-main/data_member_offline.json", "r") as f:
    data_member = json.load(f)

# INIT FIREBASE
if not firebase_admin._apps:
    cred = credentials.Certificate("/home/tugasakhir/rpi-cam-numberplate-main/autentikasi_firebase_raspi.json")
    firebase_admin.initialize_app(cred, {
        "databaseURL": "https://sistem-alpr-tugasakhir-default-rtdb.asia-southeast1.firebaseio.com"
    })

# PARAMETERS
TRIGGER_DISTANCE = 0.10
IMG_W, IMG_H = 1020, 500
YOLO_IMGSZ = 480
CROPS_MASUK = "/home/tugasakhir/rpi-cam-numberplate-main/masuk"
CROPS_KELUAR = "/home/tugasakhir/rpi-cam-numberplate-main/keluar"
os.makedirs(CROPS_MASUK, exist_ok=True)
os.makedirs(CROPS_KELUAR, exist_ok=True)
```

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 4. Source Code Pemrograman Raspberry Pi

```
# SENSORS SETUP
sensor_masuk = DistanceSensor(echo=19, trigger=26)
sensor_keluar = DistanceSensor(echo=6, trigger=13)

# CAMERA SETUP
cap_masuk = cv2.VideoCapture(2)
cap_keluar = cv2.VideoCapture(0)
cap_masuk.set(cv2.CAP_PROP_FRAME_WIDTH, IMG_W)
cap_masuk.set(cv2.CAP_PROP_FRAME_HEIGHT, IMG_H)
cap_keluar.set(cv2.CAP_PROP_FRAME_WIDTH, IMG_W)
cap_keluar.set(cv2.CAP_PROP_FRAME_HEIGHT, IMG_H)

# MODEL SETUP
yolo = YOLO("best_float32_real_256.tflite")
ocr = PaddleOCR(use_angle_cls=False, lang='en')

# FUNCTIONS
def cek_member(plat):
    try:
        ref = db.reference("members")
        return ref.child(plat).get() is not None
    except Exception as e:
        print(f"Error cek member Firebase: {e}")
        return False

def verifikasi_member(plat):
    if plat in data_member:
        return True
    return cek_member(plat)

def perform_ocr(img):
    res = ocr.ocr(img, rec=True)
    if not res or not res[0] or len(res[0]) == 0:
        return ""
    first_line_text = res[0][0][1][0]
    filtered = re.sub(r'^A-Z0-9', '',
first_line_text.upper())
    return filtered

def kirim_log_ke_firebase(plat, waktu, status, jenis):
    plat = plat.strip().upper()
    ref = db.reference("log_" + jenis)
    if status == "member":
        data = data_member.get(plat)
        nama = data["fullName"] if data and "fullName" in data
    else "unknown"

    ref.child("member").child(nama).child(plat).child(waktu).set(True)
```

Hak Cipta :

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

Hak Cipta :

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

Lampiran 4. Source Code Pemrograman Raspberry Pi

```

else:

ref.child("nonmember").child(plat).child(waktu).set(True)
print(f"Log {status} | {plat} | {waktu} | jenis {jenis}")

def kirim_lora(status, jenis):
    try:
        pesan = f"{jenis.upper()}: {status.upper()}"
        rfm9x.send(bytes(pesan, "utf-8"))
        print("LoRa kirim:", pesan)
    except Exception as e:
        print("LoRa gagal kirim:", e)

def process_frame(frame, fid, jenis):
    results = yolo.predict(frame, imgsz=YOLO_IMGSZ)
    boxes = pd.DataFrame(results[0].boxes.data).astype(float)
    for idx, (x1,y1,x2,y2,_,_) in boxes.iterrows():
        pad = 10
        x1,y1,x2,y2 = map(int, [x1-pad, y1-pad, x2+pad, y2+pad])
        x1,y1 = max(0,x1), max(0,y1)
        x2,y2 = min(frame.shape[1], x2), min(frame.shape[0],
y2)

        crop = frame[y1:y2, x1:x2]
        if crop.size == 0:
            continue
        crop_r = cv2.resize(crop, (220, 140))
        text = perform_ocr(crop_r)
        if len(text) < 6:
            continue
        waktu = datetime.now().strftime("%Y-%m-%d %H:%M:%S")
        status = "member" if verifikasi_member(text) else
"nonmember"
        kirim_lora(status, jenis)
        kirim_log_ke_firebase(text, waktu, status, jenis)
        folder = CROPS_MASUK if jenis == "masuk" else
CROPS_KELUAR
        cv2.imwrite(f"{folder}/{waktu.replace(':', '-')
'})_f{fid}_o{idx}.jpg", crop_r)
        cv2.rectangle(frame, (x1,y1), (x2,y2), (0,255,0), 2)
        cvzone.putTextRect(frame, text, (x1, y1-30), 1, 1)
        return frame, True
    return frame, False

# MAIN LOOP
def main():
    print("Sistem Gabungan Masuk & Keluar Aktif")
    triggered_masuk = False
    triggered_keluar = False
    scan_masuk = 0

```

- 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 4. Source Code Pemrograman Raspberry Pi

```

scan_keluar = 0
fid_masuk = 0
fid_keluar = 0
SCAN_TIMEOUT = 6

try:
    while True:
        ret_masuk, frame_masuk = cap_masuk.read()
        ret_keluar, frame_keluar = cap_keluar.read()
        if not ret_masuk or not ret_keluar:
            print("Error dapatkan frame kamera")
            time.sleep(1)
            continue

        frame_masuk = cv2.flip(frame_masuk, -1)
        frame_keluar = cv2.flip(frame_keluar, -1)
        fid_masuk += 1
        fid_keluar += 1

        try:
            if sensor_masuk.distance < TRIGGER_DISTANCE
and not triggered_masuk:
                triggered_masuk = True
                scan_masuk = time.time()
                print("Deteksi kendaraan pintu masuk...")
            except Exception as e:
                print(f"Error sensor pintu masuk: {e}")

            if triggered_masuk:
                frame_masuk, ok = process_frame(frame_masuk,
fid_masuk, "masuk")
                if ok or (time.time() - scan_masuk) >
SCAN_TIMEOUT:
                    triggered_masuk = False

        try:
            if sensor_keluar.distance < TRIGGER_DISTANCE
and not triggered_keluar:
                triggered_keluar = True
                scan_keluar = time.time()
                print("Deteksi kendaraan pintu keluar...")
            except Exception as e:
                print(f"Error sensor pintu keluar: {e}")

            if triggered_keluar:
                frame_keluar, ok = process_frame(frame_keluar,
fid_keluar, "keluar")
                if ok or (time.time() - scan_keluar) >
SCAN_TIMEOUT:

```



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 4. *Source Code* Pemrograman Raspberry Pi

```
        triggered_keluar = False

        cv2.imshow("Pintu Masuk", frame_masuk)
        cv2.imshow("Pintu Keluar", frame_keluar)
        if cv2.waitKey(1) == ord('q'):
            break

        time.sleep(0.05)

except KeyboardInterrupt:
    print("Program dihentikan user")
except Exception as e:
    print(f"Error utama: {e}")
finally:
    print("Bersihkan resource")
    sensor_masuk.close()
    sensor_keluar.close()
    cap_masuk.release()
    cap_keluar.release()
    cv2.destroyAllWindows()

if __name__ == "__main__":
    main()
```

**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

```
#include <SPI.h>
#include <RH_RF95.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <ESP32Servo.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_ILI9341.h>
#include "frame.h" // Bitmap QR Code untuk non-member

// ===== LoRa Setup =====
#define RFM95_CS 4
#define RFM95_RST 2
#define RFM95_INT 26
#define RF95_FREQ 915.0
RH_RF95 rf95(RFM95_CS, RFM95_INT);

// ===== Servo Setup =====
#define SERVO_MASUK 27
#define SERVO_KELUAR 33
Servo servoMasuk, servoKeluar;
const int SERVO_TUTUP = 0;
const int SERVO_BUKA = 90;

// ===== LCD I2C (Masuk) =====
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

// ===== TFT ILI9341 (Keluar) =====
#define TFT_CS 5
#define TFT_DC 13
#define TFT_RST 14
Adafruit_ILI9341 tft = Adafruit_ILI9341(TFT_CS, TFT_DC,
TFT_RST);

// ===== Timing & State =====
const unsigned long TIMEOUT_TUTUP = 5000;
const unsigned long DELAY_NONMEMBER = 15000;

unsigned long lastMasukMillis = 0;
unsigned long lastKeluarMillis = 0;
unsigned long nonMemberTimer = 0;

bool palangMasukTerbuka = false;
bool palangKeluarTerbuka = false;
bool menungguBukaNonMember = false;
bool nonMemberSedangKeluar = false;
```



```
bool lcdSudahTampilParkHere = false;

// ===== Fungsi Servo Masuk =====
void bukaPalangMasuk(const String& status) {
    if (!palangMasukTerbuka) {
        servoMasuk.write(SERVO_BUKA);
        palangMasukTerbuka = true;
    }
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Status:");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print(status);
    lcdSudahTampilParkHere = false;
    lastMasukMillis = millis();
}

void tutupPalangMasuk() {
    if (palangMasukTerbuka) {
        servoMasuk.write(SERVO_TUTUP);
        palangMasukTerbuka = false;
        lcd.clear();
        lcdPrintCenter(0, "PARK HERE");
        lcdSudahTampilParkHere = true;
    }
}

// ===== Fungsi Servo Keluar & Tampilan TFT =====
void tampilkanStatusKeluar(const String& status) {
    if (status == " MEMBER") {
        if (!palangKeluarTerbuka) {
            servoKeluar.write(SERVO_BUKA);
            palangKeluarTerbuka = true;
        }

        tft.fillScreen(ILI9341_GREEN);
        tft.setTextColor(ILI9341_BLACK);
        tft.setTextSize(4);
        tft.setCursor((240 - 6 * 24) / 2, 90); // "MEMBER"
        tft.println("MEMBER");

        tft.setTextSize(2);
        tft.setCursor((240 - 14 * 12) / 2, 140); // "Silakan
        keluar"
```

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



```
tft.println("Silakan keluar");

menungguBukaNonMember = false;

nonMemberSedangKeluar = false;
lastKeluarMillis = millis();

} else if (status == "NONMEMBER") {
    if (!nonMemberSedangKeluar) {
        tft.fillScreen(ILI9341_BLACK);
        tft.setTextColor(ILI9341_WHITE, ILI9341_BLACK);
        tft.setTextSize(3);
        tft.setCursor((240 - 10 * 18) / 2, 10); // "Non-Member"
        tft.println("Non-Member");

        tft.setTextSize(2);
        tft.setCursor((240 - 9 * 12) / 2, 40); // "Scan QR:"
        tft.println("Scan QR:");

        tft.drawBitmap(0, 70, epd_bitmap_frame, 240, 240,
            ILI9341_WHITE);

        // Set timer dan status hanya sekali
        nonMemberTimer = millis();
        menungguBukaNonMember = true;
        nonMemberSedangKeluar = true;
    }
}

void bukaPalangKeluarNonMemberJikaSiap() {
    if (menungguBukaNonMember && millis() - nonMemberTimer >=
        DELAY_NONMEMBER) {
        if (!palangKeluarTerbuka) {
            servoKeluar.write(SERVO_BUKA);
            palangKeluarTerbuka = true;
            lastKeluarMillis = millis();
        }
        menungguBukaNonMember = false;
    }
}

void tutupPalangKeluar() {
    if (palangKeluarTerbuka) {
```

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

```
servoKeluar.write(SERVO_TUTUP);
palangKeluarTerbuka = false;
}
menungguBukaNonMember = false;

nonMemberSedangKeluar = false;
tft.fillScreen(ILI9341_WHITE);
tft.setTextColor(ILI9341_BLACK);
tft.setTextSize(3);
int16_t x = (240 - 9 * 18) / 2;
int16_t y = (320 - 24) / 2;
tft.setCursor(x, y);
tft.println("Park Here");
}

// ===== Inisialisasi =====
void lcdPrintCenter(int row, const String& text) {
    int spaces = (16 - text.length()) / 2;
    if (spaces < 0) spaces = 0;
    lcd.setCursor(spaces, row);
    lcd.print(text);
}

void setup() {
    Serial.begin(115200);
    delay(100);

    lcd.init();
    lcd.backlight();
    lcd.print("Init...");

    servoMasuk.attach(SERVO_MASUK);
    servoMasuk.write(SERVO_TUTUP);
    servoKeluar.attach(SERVO_KELUAR);
    servoKeluar.write(SERVO_TUTUP);

    tft.begin();
    tft.setRotation(0);
    tutupPalangKeluar();

    pinMode(RFM95_RST, OUTPUT);
    digitalWrite(RFM95_RST, HIGH);
    delay(10);
    digitalWrite(RFM95_RST, 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
delay(10);
digitalWrite(RFM95_RST, HIGH);
delay(10);

if (!rf95.init()) {

    lcd.clear();
    lcd.print("LoRa FAIL");
    while (true)
        ;
}
rf95.setFrequency(RF95_FREQ);
rf95.setTxPower(13, false);
lcd.clear();
lcd.print("LoRa READY");
delay(1000); // opsional jeda
lcd.clear();
lcdPrintCenter(0, "PARK HERE");
lcdSudahTampilParkHere = true;
}

// ===== Loop Utama =====
void loop() {
    // Terima data dari LoRa
    if (rf95.available()) {
        uint8_t buf[RH_RF95_MAX_MESSAGE_LEN];
        uint8_t len = sizeof(buf);
        if (rf95.recv(buf, &len)) {
            String data = "";
            for (uint8_t i = 0; i < len; i++) data += (char)buf[i];
            data.trim();
            Serial.println("RX: " + data);

            int idx = data.indexOf(':');
            if (idx != -1) {
                String arah = data.substring(0, idx);
                String status = data.substring(idx + 1);
                arah.toUpperCase();
                status.toUpperCase();

                if (arah == "MASUK") {
                    bukaPalangMasuk(status);
                } else if (arah == "KELUAR") {
                    tampilkanStatusKeluar(status);
                }
            }
        }
    }
}
```



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

```
    }
  } else {
    lcd.clear();
    lcd.print("Data:");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print(data);
  }
}
}

bukaPalangKeluarNonMemberJikaSiap();

if (palangMasukTerbuka && (millis() - lastMasukMillis >
TIMEOUT_TUTUP)) {
  if (!rf95.available()) {
    tutupPalangMasuk();
  }
}

if (palangKeluarTerbuka && (millis() - lastKeluarMillis >
TIMEOUT_TUTUP)) {
  if (!rf95.available()) {
    tutupPalangKeluar();
  }
}
}
```

JAKARTA



Parameter	Spesifikasi
Processor	Broadcom BCM2711, quad-core Cortex-A72 (ARM v8) 64-bit SoC @ 1.8GHz
Memory	1GB, 2GB, 4GB, atau 8GB LPDDR4 (tergantung model) dengan on-die ECC
Connectivity	- 2.4 GHz dan 5.0 GHz IEEE 802.11b/g/n/ac wireless LAN- Bluetooth 5.0, BLE- Gigabit Ethernet- 2 × USB 3.0- 2 × USB 2.0
GPIO	40-pin GPIO header (kompatibel dengan board Raspberry Pi sebelumnya)
Video & Sound	- 2 × micro HDMI (hingga 4Kp60)- 2-lane MIPI DSI display port- 2-lane MIPI CSI camera port- 4-pole stereo audio dan composite video
Multimedia	- H.265 (4Kp60 decode)- H.264 (1080p60 decode, 1080p30 encode)- OpenGL ES 3.0 graphics
SD Card Support	Slot microSD untuk sistem operasi dan penyimpanan data
Input Power	- 5V DC via USB-C (min 3A)- 5V DC via GPIO header (min 3A)- Power over Ethernet (PoE) – butuh PoE HAT
Environment	Suhu operasi: 0–50 °C
MTBF	211.000 jam (Ground Benign)
Production Lifetime	Diproduksi hingga setidaknya Januari 2034

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

Kategori	Spesifikasi
Wi-Fi	- 802.11 b/g/n (2.4 GHz), hingga 150 Mbps- WMM, A-MPDU, A-MSDU- Beacon monitoring (hardware TSF)- 4 virtual interfaces- Mode Station, SoftAP, Promiscuous
Bluetooth	- Bluetooth v4.2 BR/EDR & BLE- Class 1, 2, 3 tanpa amplifier eksternal- +9 dBm TX power, -94 dBm RX sensitivity- Dual mode controller- BLE scanning & advertising
CPU	- Xtensa® 32-bit LX6 single/dual-core @ 240 MHz- CoreMark: 1 core: 539.98; 2 cores: 1079.96
Memori	- 448 KB ROM- 520 KB SRAM- 16 KB SRAM in RTC- QSPI support flash/PSRAM
GPIO & Peripheral	- 34 GPIO, termasuk touch (10x), ADC (18-ch), DAC (2x), PWM, RMT- 3 UART, 2 I2C, 4 SPI, 2 I2S- CAN, SDIO host/slave, Ethernet MAC (IEEE 1588)
Timer & Clock	- 2 × 64-bit general timers, RTC timer, watchdog- Internal 8 MHz & RC oscillator- External crystal 2–60 MHz, 32 kHz (RTC)
Power Management	- Mode: Active, Modem-sleep, Light-sleep, Deep-sleep, Hibernation- Konsumsi Deep-sleep: 10 µA- ULP coprocessor
Security	- Secure Boot, Flash Encryption- Hardware crypto: AES, SHA-2, RSA, ECC, RNG- 1024-bit OTP
Aplikasi Umum	- Smart Home, Industrial Automation, Smart Agriculture, POS, Robot, Audio Devices, IoT Sensor Hubs, Video Streaming, Speech/Image Recognition

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



Parameter	Spesifikasi
Working Voltage	DC 5 V
Working Current	15 mA
Working Frequency	40 Hz
Max Range	4 m
Min Range	2 cm
Measuring Angle	15°
Trigger Input Signal	10 μ s TTL pulse
Echo Output Signal	Input TTL level signal and the range in proportion
Dimension	45 $\times$ 20 $\times$ 15 mm

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

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Parameter	Spesifikasi
Karakter	16 × 2 garis
Antarmuka	I2C (chip AiP31068L atau setara) pada papan adapter I2C
Tegangan Operasi	3.0 – 5.2 V (umum 5 V)
Arus Operasi	~0.55 mA (VDD = 5 V, internal oscillator)
Antarmuka I2C	SDA, SCL, GND, VCC (3.3 V–5 V)
Alamat I2C (default)	0x27 atau 0x3F (tergantung modul)
Dimensi Modul	87.0 × 32.0 × 13.0 mm (maks.)
Area Tampilan	64.5 × 16.0 mm
Temperatur Operasi	–20 °C to +70 °C
Backlight	LED putih, kontras dapat diatur dengan potensiometer
Clock I2C Maksimum	400 kHz
Timing AC	$t_{LOW} \geq 1.3 \mu s$, $t_{HIGH} \geq 0.6 \mu s$, $t_{SU/HD} \geq 0.6-1.3 \mu s$
LCD Bias & Duty	1/16 duty, 1/5 bias (digunakan AiP31068L)
Input Voltage TTL	$V_{IH} \geq 2.5 V$; $V_{IL} \leq 0.6 V$

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



Name	Parameter
Display Color	RGB 65K color
SKU	have touch screen: MSP2402 have no touch screen: MSP2401
Screen Size	2.4(inch)
Type	TFT
Driver IC	ILI9341
Resolution	320*240 (Pixel)
Module Interface	4-wire SPI interface
Active Area (AA area)	36.72x48.96(mm)
Module PCB Size	77.18x42.72(mm)
Operating Temperature	-20°C~60°C
Storage Temperature	-30°C~70°C
VCC power voltage	3.3V~5V
Logic IO port voltage	3.3V(TTL)

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

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Parameter	Spesifikasi
Model	TowerPro SG90 (9 g micro servo)
Dimension	~22 × 12 × 29 mm (variasi hingga 31 mm tinggi)
Operating Voltage	~9 g (tanpa kabel: ~9 g; total ~10.6 g dengan kabel)
Stall Torque	4.8 V (typical) — rentang 4.0–6.6 V (beberapa sumber: 3.5–6 V)
Speed (no-load)	~1.8 kg·cm @4.8 V; hingga 2.4 kg·cm @6 V
Rotation Range	~0.10 s/60° @4.8 V; ~0.09 s/60° @6 V; variabel (0.12 s/60° di beberapa sumber)
Pulse Control	Sekitar 150–180° total (±90° dari tengah)
Deadband	50 Hz PWM (20 ms period), 1 ms = -90°, 1.5 ms = 0°, 2 ms = +90°
Current Draw	~5–10 μs
Gear Material	Idle ~10 mA; saat bergerak 100–250 mA; stall <600 mA (beberapa sumber ~360 mA)
Temperature Range	Plastik (nylon)
Connector & Wiring	0–55 °C (beberapa: -10–50 °C)

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

Parameter	Spesifikasi
Fungsi Utama	LoRa™ (SX1276), juga mendukung FSK, GFSK, MSK, GMSK, OOK
Rentang Frekuensi	RFM95W: 868/915 MHz; RFM96W/RFM98W: 433/470 MHz
Spreading Factor (LoRa)	SF = 6–12 (untuk RFM95W), SF = 6–9 (RFM97W)
Bandwidth (LoRa)	7.8–500 kHz
Bit Rate	LoRa: 0.018–37.5 kbps (RFM95W); FSK: hingga 300 kbps
Sensitivity (LoRa)	–111 hingga –148 dBm (hingga –144 dBm)
Output Power	+14 dBm (efisien); hingga +20 dBm melalui pin PA_BOOST (tergantung tegangan)
Link Budget	Maksimal hingga 164 dB
Konsumsi Arus	RX: ~10 mA; TX +20 dBm: ~100 mA
SPI Interface	SPI (NSS, MISO, MOSI, SCK), pin DIO0–DIO5 untuk interrupt/status
Regulasi Tegangan	1.8–3.7 V; +20 dBm output memerlukan minimal 2.4 V
ESD & Thermal	ESD: JEDEC Class 2 (HBM) & Class III (CDM); Suhu operasi: –20 °C hingga +70 °C
Ukuran Modul	16 × 16 mm SMD
Fitur Tambahan	IIP3 –12.5 dBm; sintesis frekuensi 61 Hz; RSSI dynamic 127 dB; CAD, AFC, CRC hardware; serta detektor baterai rendah

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