



© 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 *PROTOTYPE* SISTEM *MONITORING*  
*SMART PARKING* MENGGUNAKAN ANTENA MIKROSTRIP  
915 MHz UNTUK LoRa BERBASIS ANDROID**

**“Perancangan Antena Mikrostrip Rectangular Patch 915 MHz  
Menggunakan Metode Pheriperal Slit”**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Diploma Tiga**

**Christopher Daniel Prastyanto**

**220333207**

**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 mengumumkan 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 : Christopher Daniel Prastyanto**

**NIM : 2203332078**

**Tanda Tangan :**

**Tanggal : 15 Desember 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 : Christopher Daniel Prastyanto  
NIM : 2203332078  
Program Studi : Telekomunikasi  
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Sistem Monitoring Smart Parking  
Menggunakan Antena Mikrostrip 915 MHz Untuk  
LoRa Berbasis Aplikasi Android

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada 30 Juli 2025 dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing I : Dr. Yenniwarti Rafsyam, SST., MT.  
NIP. 196806271993032002

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**  
Depok, 15 Desember 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 Sistem Monitoring *Smart Parking* Menggunakan Antena Mikrostrip 915 MHz Untuk LoRa Berbasis Aplikasi Android”. dengan berfokus pada “Perancangan Antena Mikrostrip *Rectangular Patch* 915 MHz Dengan Metode *Peripheral Slit*”. 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 Dr. Yenniwarti Rafsyam, SST., MT., 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, 15 Desember 2025

Christopher Daniel Prastyanto



## RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* SISTEM MONITORING SMART PARKING MENGGUNAKAN ANTENA MIKROSTRIP 915 MHz UNTUK LoRa BERBASIS ANDROID

### “Perancangan Antena Mikrostrip Rectangular Patch 915 MHz Menggunakan Metode Pheriperal Slit”

#### ABSTRAK

Permasalahan keterbatasan lahan parkir dan efisiensi pemantauan kendaraan mendorong pengembangan sistem parkir cerdas (*smart parking*). Penelitian ini merancang dan membangun sebuah *prototype* sistem monitoring smart parking yang mengintegrasikan komunikasi LoRa (Long Range) menggunakan antena mikrostrip 915 MHz, untuk mengirimkan data jarak jauh dengan daya rendah. Sistem terdiri dari beberapa node pengirim berbasis Arduino yang mendeteksi keberadaan kendaraan melalui sensor RFID, serta satu node penerima yang meneruskan data ke aplikasi Android melalui komunikasi nirkabel. Antena mikrostrip dirancang untuk mendukung performa transmisi LoRa pada frekuensi 915 MHz guna memastikan jangkauan dan stabilitas komunikasi. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu mendeteksi, mengirim, dan menampilkan status parkir secara real-time melalui aplikasi Android dengan tingkat akurasi sebesar 98% dan waktu respons rata-rata 0,8 detik, yang menunjukkan kinerja sistem yang akurat dan efisien. Sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi awal dalam pengembangan infrastruktur parkir pintar yang hemat energi dan mudah diimplementasikan.

**Kata kunci:** Antena Mikrostrip 915 MHz, Aplikasi Android, LoRa, Smart Parking

#### 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

**DESIGN OF SMART PARKING MONITORING SYSTEM PROTOTYPE  
USING 915 MHz MICROSTRIP ANTENNA FOR ANDROID BASED LoRa**

**“DESIGN OF 915 MHz RECTANGULAR PATCH MICROSTRIP ANTENNA  
WITH PERIPHERAL SLIT METHOD”**

**ABSTRACT**

*The issue of limited parking space and the need for efficient vehicle monitoring has driven the development of smart parking systems. This study designs and builds a prototype of a smart parking monitoring system that integrates LoRa (Long Range) communication using a 915 MHz microstrip antenna to transmit data over long distances with low power consumption. The system consists of several Arduino-based transmitter nodes that detect vehicle presence using RFID sensors, and one receiver node that forwards the data to an Android application via wireless communication. The microstrip antenna is designed to support LoRa transmission performance at the 915 MHz frequency to ensure communication range and stability. Testing results show that the system is capable of detecting, transmitting, and displaying parking status in real time through the Android application, with an accuracy rate of 98% and an average response time of 0.8 seconds, demonstrating accurate and efficient system performance. This system is expected to serve as an initial solution in the development of energy-efficient and easy-to-implement smart parking infrastructure.*

**Keywords:** Smart Parking , LoRa , 915 MHz Microstrip Antenna , Android Application

**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 .....                             | xiii      |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                          | xiv       |
| <b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>                 | <b>1</b>  |
| 1.1 Latar Belakang .....                       | 1         |
| 1.2 Perumusan Masalah .....                    | 2         |
| 1.3 Tujuan .....                               | 2         |
| 1.4 Luaran .....                               | 2         |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>           | <b>3</b>  |
| 2.1 Antena .....                               | 3         |
| 2.1.1 <i>Return Loss</i> .....                 | 3         |
| 2.1.2 <i>Voltage Wave Standing Ratio</i> ..... | 3         |
| 2.1.3 <i>Bandwidth</i> .....                   | 4         |
| 2.1.4 <i>Gain</i> .....                        | 4         |
| 2.1.5 <i>Polarisasi</i> .....                  | 5         |
| 2.1.6 <i>Pola Radiasi</i> .....                | 5         |
| 2.2 Antena Mikrostrip .....                    | 5         |
| 2.3 <i>LoRa</i> .....                          | 6         |
| 2.4 <i>Antena Patch Rectangular</i> .....      | 8         |
| 2.5 Impedansi .....                            | 9         |
| 2.6 CST Studio 2019 .....                      | 9         |
| 2.7 <i>Pheriperal Slit</i> .....               | 9         |
| <b>BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI .....</b> | <b>11</b> |
| 3.1 Perancangan Alat .....                     | 11        |

### Hak Cipta :

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



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

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

|                                                                                 |           |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.1.1 Deskripsi Alat .....                                                      | 11        |
| 3.1.2 Cara Kerja .....                                                          | 11        |
| 3.1.3 Spesifikasi Alat.....                                                     | 12        |
| 3.1.4 <i>Flowchart</i> .....                                                    | 13        |
| 3.1.5 Perencanaan <i>Prototype</i> Sistem <i>Monitoring Smart Parking</i> ..... | 16        |
| 3.1.6 Ilustrasi Alat .....                                                      | 16        |
| 3.1.7 Perancangan Antena .....                                                  | 17        |
| 3.1.8 Perhitungan Dimensi Antena.....                                           | 17        |
| 3.2 Perencanaan Antena .....                                                    | 18        |
| 3.2.1 Simulasi Antena.....                                                      | 18        |
| 3.2.1.1 Optimasi Antena .....                                                   | 24        |
| 3.3 Fabrikasi Antena.....                                                       | 27        |
| 3.3.1 Mengubah Format Data Simulasi Antena ke <i>Microsoft Visio</i> .....      | 27        |
| 3.3.2 Realisasi Antena .....                                                    | 28        |
| 3.4 Realisasi Alat.....                                                         | 29        |
| 3.4.1 Diagram Blok Sistem .....                                                 | 29        |
| 3.4.2 Realisasi Slot Parkir .....                                               | 30        |
| 3.4.2.1 Pengujian Slot Parkir.....                                              | 31        |
| 3.4.3 Realisasi Tampilan Slot Parkir Pada LCD I2C 20x4.....                     | 33        |
| 3.4.3.1 Pengujian Tampilan Slot Parkir Pada LCD I2C 20x4 .....                  | 34        |
| 3.4.4 Realisasi RFID Masuk dan Keluar.....                                      | 36        |
| 3.4.4.1 Pengujian RFID Bagian Masuk dan Keluar.....                             | 37        |
| 3.4.5 <i>Sketch Code Arduino Uno 1</i> .....                                    | 39        |
| 3.4.6 <i>Sketch Code Arduino Mega</i> .....                                     | 41        |
| 3.4.7 <i>Sketch Code Arduino Uno 2</i> .....                                    | 44        |
| <b>BAB IV PEMBAHASAN .....</b>                                                  | <b>47</b> |
| 4.1 Pengujian Parameter <i>Return Loss</i> dan <i>VSWR</i> Antena .....         | 47        |
| 4.1.1 Deskripsi Pengujian.....                                                  | 47        |
| 4.1.2 Prosedur Pengujian.....                                                   | 48        |
| 4.1.3 Data Hasil Pengujian .....                                                | 49        |
| 4.1.4 Analisis Data / Evaluasi.....                                             | 50        |
| 4.2 Pengujian Sistem .....                                                      | 51        |
| 4.2.1 Deskripsi Pengujian.....                                                  | 51        |
| 4.2.2 Set-Up Alat .....                                                         | 51        |



## © 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

|                                     |           |
|-------------------------------------|-----------|
| 4.2.3 Prosedur Pengujian.....       | 51        |
| 4.2.4 Data Hasil Pengujian .....    | 52        |
| 4.2.5 Analisis Data / Evaluasi..... | 53        |
| <b>BAB V PENUTUP .....</b>          | <b>54</b> |
| 5.1 Kesimpulan.....                 | 54        |
| 5.2 Saran.....                      | 54        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>          | <b>55</b> |
| <b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP .....</b>   | <b>57</b> |
| <b>LAMPIRAN .....</b>               | <b>58</b> |



**Hak Cipta :**

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

**DAFTAR GAMBAR**

|                                                                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2. 1 Tampilan Halaman Awal CST Studio Suite 2019 .....                                                           | 10 |
| Gambar 3. 1 Diagram Alir Mekanisme Kendaraan Masuk dan Keluar .....                                                     | 13 |
| Gambar 3. 2 Diagram Alir Pembuatan Antena.....                                                                          | 15 |
| Gambar 3. 3 Ilustrasi <i>Prototype</i> Sistem <i>Monitoring Smart Parking</i> .....                                     | 16 |
| Gambar 3. 4 Tampilan <i>Software CST Studio Suite 2019</i> di Laptop.....                                               | 19 |
| Gambar 3. 5 Tampilan Awal <i>Software CST Studio Suite 2019</i> .....                                                   | 19 |
| Gambar 3. 6 Tampilan <i>Menu</i> Pilihan Pada <i>Project Template</i> .....                                             | 20 |
| Gambar 3. 7 Tampilan <i>Workflow</i> .....                                                                              | 20 |
| Gambar 3. 8 Tampilan Pilihan <i>Solvers</i> Pada <i>Project Template</i> .....                                          | 21 |
| Gambar 3. 9 Tampilan Memilih <i>Units</i> Pada <i>Project Template</i> .....                                            | 21 |
| Gambar 3. 10 Tampilan <i>Settings</i> Pada <i>Project Template</i> .....                                                | 22 |
| Gambar 3. 11 Tampilan Bagian <i>Summary</i> .....                                                                       | 22 |
| Gambar 3. 12 Tampilan Awal <i>Menu Modelling</i> Pada CST 2019.....                                                     | 23 |
| Gambar 3. 13 Desain Awal Antena .....                                                                                   | 23 |
| Gambar 3. 14 Hasil Simulasi Parameter <i>Return Loss</i> .....                                                          | 24 |
| Gambar 3. 15 Hasil Simulasi Parameter <i>VSWR</i> .....                                                                 | 24 |
| Gambar 3. 16 Hasil Simulasi Parameter <i>Gain</i> .....                                                                 | 24 |
| Gambar 3. 17 <i>Return Loss</i> Setelah Optimasi .....                                                                  | 25 |
| Gambar 3. 18 <i>VSWR</i> Setelah Optimasi.....                                                                          | 26 |
| Gambar 3. 19 <i>Gain</i> Setelah Optimasi .....                                                                         | 26 |
| Gambar 3. 20 Desain Akhir Antena .....                                                                                  | 27 |
| Gambar 3. 21 Hasil Konversi Desain Antena ke <i>Microsoft Visio</i> .....                                               | 27 |
| Gambar 3. 22 Hasil Fabrikasi Antena .....                                                                               | 29 |
| Gambar 3. 23 Diagram Blok Sistem.....                                                                                   | 30 |
| Gambar 3. 24 Posisi Penempatan Slot Parkir Pada <i>Prototype Sistem Monitoring Smart Parking</i> .....                  | 31 |
| Gambar 3. 25 Pengujian Slot Parkir Pada Jarak 1 cm.....                                                                 | 31 |
| Gambar 3. 26 Pengujian Slot Parkir Pada Jarak 2 cm.....                                                                 | 32 |
| Gambar 3. 27 Pengujian Slot Parkir Pada Jarak 3 cm.....                                                                 | 32 |
| Gambar 3. 28 Posisi Penempatan LCD I2C 20x4 Pada <i>Prototype Sistem Monitoring Smart Parking</i> .....                 | 33 |
| Gambar 3. 29 Tampilan Awal LCD I2C 20x4.....                                                                            | 34 |
| Gambar 3. 30 Tampilan LCD I2C 20x4 Saat Slot 1 Terisi.....                                                              | 35 |
| Gambar 3. 31 Tampilan LCD I2C 20x4 Saat Slot 2 Terisi.....                                                              | 35 |
| Gambar 3. 32 Tampilan LCD I2C 20x4 Saat Slot 3 Terisi.....                                                              | 36 |
| Gambar 3. 33 Tampilan LCD I2C 20x4 Saat Slot 4 Terisi.....                                                              | 36 |
| Gambar 3. 34 Tampilan LCD I2C 20x4 Saat Slot 5 Terisi.....                                                              | 36 |
| Gambar 3. 35 Posisi Penempatan LCD I2C 20x4 Pada <i>Prototype Sistem Monitoring Smart Parking</i> .....                 | 37 |
| Gambar 3. 36 Hasil Pembacaan UID Pada Bagian Masuk dan Keluar .....                                                     | 38 |
| Gambar 3. 37 Hasil Pembacaan UID Saat Menempelkan Kartu Yang Sama di <i>Reader</i> Bagian Masuk.....                    | 38 |
| Gambar 3. 38 Hasil Pembacaan UID Saat Menempelkan Kartu di <i>Reader</i> Bagian Keluar Tanpa Melewati Bagian Masuk..... | 38 |
| Gambar 4. 1 Setup Pengukuran <i>Return Loss</i> dan <i>VSWR</i> Menggunakan <i>Vector Network Analyzer</i> .....        | 32 |
| Gambar 4. 2 Hasil Pengukuran <i>Return Loss</i> Menggunakan <i>Vector Network Analyzer</i> ....                         | 52 |



## © 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

|                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 4. 3 Hasil Pengukuran VSWR Menggunakan <i>Vector Network Analyzer</i> ..... | 52 |
| Gambar 4. 4 Posisi Penempatan Antena Untuk Pengujian Sistem .....                  | 55 |





**Hak Cipta :**

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

**DAFTAR TABEL**

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 3. 1 Spesifikasi Alat .....                                             | 12 |
| Tabel 3. 2 Spesifikasi Antena.....                                            | 16 |
| Tabel 3. 3 Spesifikasi Substrat Antena.....                                   | 16 |
| Tabel 3. 4 Perbandingan Parameter Antena Awal Dengan Hasil Optimasi .....     | 24 |
| Tabel 3. 5 Data Hasil Pembacaan Slot Parkir.....                              | 33 |
| Tabel 4. 2 Pengukuran Transmisi Data Menggunakan Antena Bawaan .....          | 56 |
| Tabel 4. 3 Pengukuran Transmisi Data Menggunakan Antena Hasil Fabrikasi ..... | 56 |





**Hak Cipta :**

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

**DAFTAR LAMPIRAN**

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| L - 1 <i>Sketch Code</i> .....    | 58 |
| L - 2 Diagram Skematik Alat ..... | 64 |
| L - 3 Dokumentasi Pengujian ..... | 66 |





**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 I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi *Internet of Things (IoT)* telah mendorong lahirnya berbagai solusi inovatif dalam kehidupan sehari-hari, salah satunya adalah sistem *smart parking* yang mampu memantau ketersediaan lahan parkir secara *real-time*. Masalah utama yang sering dihadapi di area perkotaan adalah keterbatasan ruang parkir dan kurangnya informasi mengenai ketersediaan slot parkir, yang sering menyebabkan kemacetan dan pemborosan waktu serta bahan bakar. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem monitoring parkir yang efisien, andal, dan hemat energi.

Teknologi *Long Range (LoRa)* menjadi salah satu pilihan yang ideal dalam pengembangan sistem komunikasi jarak jauh berdaya rendah pada sistem *smart parking*, terutama pada frekuensi 915 MHz yang sesuai dengan regulasi komunikasi nirkabel di Indonesia. Untuk mendukung performa transmisi *LoRa* secara optimal, dibutuhkan antena mikrostrip yang mampu bekerja secara efisien pada frekuensi tersebut dan memiliki karakteristik radiasi yang stabil dalam berbagai kondisi lingkungan.

Dalam tugas akhir ini, difokuskan pada perancangan antena mikrostrip *rectangular patch* pada frekuensi 915 MHz dengan menerapkan metode *peripheral slit*, yang bertujuan untuk meningkatkan parameter kinerja antena seperti *bandwidth*, *gain*, dan efisiensi radiasi. Antena ini akan digunakan sebagai bagian integral dari sistem *monitoring smart parking* berbasis *Android*, yang memungkinkan pengguna untuk memperoleh informasi parkir secara langsung melalui perangkat seluler mereka. Dengan perancangan antena yang tepat, diharapkan sistem yang dibangun mampu bekerja secara optimal dalam mendukung komunikasi *LoRa* dan memberikan solusi nyata terhadap permasalahan parkir di lingkungan perkotaan. Selain itu, implementasi sistem ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengembangan teknologi *IoT* lainnya yang memerlukan komunikasi jarak jauh dengan efisiensi energi yang tinggi.



## © 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

### 1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas pada tugas akhir ini adalah:

- a. Bagaimana cara merancang antenna mikrostrip *rectangular patch* yang bekerja pada frekuensi 915 MHz?
- b. Bagaimana cara mengaplikasikan antenna mikrostrip *rectangular patch* 915 MHz pada *LoRa* untuk Sistem *Smart Parking*?
- c. Bagaimana cara menguji Sistem *Smart Parking*?

### 1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam pembuatan tugas akhir ini adalah:

- a. Merancang antenna mikrostrip *rectangular patch* 915 MHz menggunakan *software CST Studio Suite 2019*.
- b. Merealisasikan antenna mikrostrip *rectangular patch* 915 MHz yang sudah dirancang.
- c. Merealisasikan Sistem *Smart Parking*.
- d. Menguji antenna mikrostrip *rectangular patch* 915 MHz yang sudah direalisasi pada Sistem *Smart Parking*.

### 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. *Prototype Sistem Monitoring Smart Parking*.

**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 Antena Mikrostrip Rectangular Patch 915 MHz telah berhasil dilakukan dengan menggunakan *software* CST Studio Suite 2019 dan didapatkan hasil simulasi dengan parameter *Return Loss* sebesar -72.53 dB, dan VSWR sebesar 1.004.
- b Realisasi Antena Mikrostrip Rectangular Patch 915 MHz telah berhasil dilakukan dengan hasil pengukuran menggunakan alat *Vector Network Analyzer* dan didapatkan nilai parameter *Return Loss* sebesar -20.783 dB dan VSWR sebesar 1.0527
- c Realisasi Sistem *Smart Parking* telah berhasil dilakukan dengan hasil konektivitas antar modul dimana sistem telah berhasil menghubungkan ketiga modul, yaitu: Arduino Uno, Arduino Mega, dan ESP32 menggunakan komunikasi LoRa dengan frekuensi 915 MHz.
- d Pengujian Antena Mikrostrip Rectangular Patch 915 MHz yang sudah direalisasi pada Sistem *Smart Parking* telah berhasil dilakukan dan didapatkan hasil bahwa komunikasi LoRa menggunakan antena mikrostrip hasil fabrikasi dapat berjalan dengan baik dalam jarak 20m-200m, meskipun terdapat beberapa kendala pada kondisi *non-line of sight*, dan koneksi *internet* yang lambat.

### 5.2 Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan agar dilakukan beberapa perbaikan dan inovasi. Pertama, optimasi antena mikrostrip 915 MHz dengan variasi gain dan struktur groundplane untuk mendapatkan performa transmisi LoRa yang lebih baik. Kedua, disarankan menggunakan modul yang teruji kualitasnya agar tidak terjadi penurunan daya.



**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**

- Bertha,A., (2019) Desain dan Analisis Antena Mikrostrip Berbasis Pheriperal Slits Patch Segiempat Pada Frekuensi Kerja 2,4 GHz, Universitas Sriwijaya
- Surjati, I., (2010) Antena Mikrostrip: Konsep dan Aplikasinya. Universitas Trisakti, Jakarta.
- Hamimi, H., Jamaludin, M., & Kurniawan, T. (2021). Rancang bangun sistem monitoring multi nodes arus dan tegangan menggunakan transeiver LoRa SX1278 secara real time. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, \*3\*(1), 23–31.
- Kamal, Firdayanti, Ulfa Mahanin Tyas, Andi Apri Buckhari, dan Pattasang. 2023. "Implementasi Aplikasi Arduino IDE pada Mata Kuliah Sistem Digital." *Volume 1, Nomor 1, April 2023*. E-ISSN 2987-257X.
- Rayhan Al Hayubi, Salsabila Aulia, Dafairro Abbil Gunawan, Syarif Hidayatullah, & Didik Aribowo. (2023). Implementasi sistem penggerak servo SG90 berbasis Arduino Uno dengan kontrol sudut dinamis. *Universitas Sultan Ageng Tirtayasa*.
- Alamullah Istiqlal , Mohammad Taufan Asri Zaen , Walidi Wahyu Pratama. 2023. "Prototype Smart Parking Berbasis IoT. *Volume 5, Nomor 2 ,Juli 2023. Jurnal JURTIE*.
- Alam, S., Lydia, S., Surjati, I., Onasie, N. (2021). Miniaturisasi Antena Mikrostrip Pencatu Ganda Menggunakan Metode Peripheral Slit. *Jurnal Rekayasa Elekrika*,17(1)
- Iqbal, M., Soim, S., Rose, M.M. (2023). Optimasi Antena Mikrostrip 915 MHz Substrat Jeans Patch Slot Persegi Menggunakan CST Studio. *Bulletin of Computer Science Research*, 3(5), 327–335.
- Surjati, S., Ningsih, K.Y., Alam, S. (2017). Peripheral Slits Microstrip Antenna Using Log Periodic Technique for Digital Television Broadcasting. *TELKOMNIKA*,15(2)
- Hilmani, A., Maizate, A., & Hassouni, L. (2018). Designing and Managing a Smart Parking System Using Wireless Sensor Networks. *J. Sens. Actuator Netw.*, 7(2), 24.



**Hak Cipta :**

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

H. Arijuddin, A. Bhawiyuga, K. Amron, Pengembangan sistem perantara pengiriman data menggunakan modul komunikasi LoRa dan protokol MQTT pada wireless sensor network, *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 4, no. 10, 2019, pp. 964X.

Pradana, A.B., Ma'rifadiyah, C., Jatinugroho, D., Abidin, F.Z., Perancangan Sistem Perparkiran Rendah Biaya Berbasis Ponsel Cerdas Android, *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 11, no. 1, 2022

Suryani, T.A., Lindawati, Fadhli, M., Pengembangan Prototipe Sistem Smart Parking dengan Integrasi Parking Lock berbasis Internet of Things, *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, vol. 12, no. 3, 2023.

Sayudin, Pengembangan Sistem Smart Parking Berbasis Sensor Ultrasonik Dan Aplikasi Android Pada Kawasan Perkotaan, *Jurnal Teknik Indonesia*, vol. 3, no. 4 (2024).

Bahri, S., Hutagalung, D.,D., Sistem Parkir Cerdas Berbasis Internet Of Things, *OKTAL: Jurnal Ilmu Komputer dan Sains*, vol. 2, no. 11 (2023), pp. 2928–2938,

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**



**Hak Cipta :**

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



**DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

Lulus dari SD PSKD VIII Depok pada tahun 2016, SMPN 19 Depok tahun 2019, dan SMA Mardi Yuana Depok pada tahun 2022. Gelar diploma tiga (D3) diperoleh pada tahun 2025 dari Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Telekomunikasi, Politeknik Negeri Jakarta.





## LAMPIRAN

### L - 1 Sketch Code

```
#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>
#include <EEPROM.h>
#include <Servo.h>

#define SS_PIN 8
#define RST_PIN 7
MFRC522 mfrc522(SS_PIN, RST_PIN);

Servo gateServo;
#define SERVO_PIN 3
#define SERVO_OPEN_ANGLE 0
#define SERVO_CLOSED_ANGLE 90

#define SERVO_DURATION_ADDR 700
const int maxCards = 10;
const int uidLength = 7;
const int recordSize = 1 + uidLength;

unsigned int servoOpenDuration = 3000;
int operationMode = 0;

// Untuk kontrol servo non-blocking
bool gateOpen = false;
unsigned long gateOpenTime = 0;

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  SPI.begin();
  mfrc522.PCD_Init();

  gateServo.attach(SERVO_PIN);
  gateServo.write(SERVO_CLOSED_ANGLE);

  Serial.println("Sistem RFID aktif");
}

void loop() {
  unsigned long now = millis();

  // ----- SERVO CONTROL (non-blocking) -----
  if (gateOpen && now - gateOpenTime >= servoOpenDuration) {
```

#### 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 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

```
gateServo.write(SERVO_CLOSED_ANGLE);
gateOpen = false;
}

// ----- RFID CHECK -----
if (mfrc522.PICC_IsNewCardPresent() &&
mfrc522.PICC_ReadCardSerial()) {
    byte* uid = mfrc522.uid.uidByte;
    byte len = mfrc522.uid.size;

    String uidStr = "UID:";
    for (int i = 0; i < len; i++) {
        if (uid[i] < 0x10) uidStr += "0";
        uidStr += String(uid[i], HEX);
    }
    uidStr.toUpperCase();

    Serial.println(uidStr); // Kirim ke Uno 2

    if (isRegistered(uid, len)) openGate(now);

    mfrc522.PICC_HaltA();
}

bool isRegistered(byte *uid, byte length) {
    for (int i = 0; i < maxCards; i++) {
        int addr = i * recordSize;
        if (EEPROM.read(addr) != 0x01) continue;
        bool match = true;
        for (int j = 0; j < length; j++) {
            if (EEPROM.read(addr + 1 + j) != uid[j]) {
                match = false;
                break;
            }
        }
        if (match) return true;
    }
    return false;
}

void openGate(unsigned long now) {
    gateServo.write(SERVO_OPEN_ANGLE);
    gateOpenTime = now;
    gateOpen = true;
}
```



## © 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

```
#include <Servo.h>
#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>
#include <EEPROM.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

// Servo
Servo servoBack;

// IR Sensor
#define ir_car1 5
#define ir_car2 6
#define ir_car3 7
#define ir_car4 8
#define ir_car5 9

// RFID
#define SS_PIN 53
#define RST_PIN 49
MFRC522 mfrc522(SS_PIN, RST_PIN);

// LCD
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);

// Slot status
bool currentSlotStatus[5] = {false, false, false, false, false};

// Waktu
unsigned long lastSendTime = 0;
unsigned long lastLCDUpdate = 0;
const unsigned long sendInterval = 2000;

// Servo logic
bool gateOpen = false;
unsigned long gateOpenTime = 0;
const unsigned long gateOpenDuration = 5000;

// UID buffer
String pendingUID = "";
bool uidReadyToSend = false;

void setup() {
    Serial.begin(115200);
    Serial1.begin(115200);
```



## © 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

```
delay(1000);

servoBack.attach(3);
servoBack.write(90);

SPI.begin();
mfrc522.PCD_Init();

lcd.init();
lcd.backlight();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print(" Sistem Parkir Siap ");
delay(1500);
lcd.clear();

pinMode(ir_car1, INPUT);
pinMode(ir_car2, INPUT);
pinMode(ir_car3, INPUT);
pinMode(ir_car4, INPUT);
pinMode(ir_car5, INPUT);
}

// Panggil sekali saja di awal loop
void loop() {
    getOccupiedSlots();

    updateGate();

    if (millis() - lastLCDUpdate >= 1000) {
        updateLCD();
        lastLCDUpdate = millis();
    }

    // RFID card read
    if (mfrc522.PICC_IsNewCardPresent() &&
        mfrc522.PICC_ReadCardSerial()) {
        byte *uid = mfrc522.uid.uidByte;
        byte len = mfrc522.uid.size;
        String uidStr = uidToString(uid, len);

        Serial.println(">> UID Terdeteksi: " + uidStr);
        pendingUID = "UID:" + uidStr;
        uidReadyToSend = true;
        gateOpen = true;
        gateOpenTime = millis();

        mfrc522.PICC_HaltA();
```

### 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

```
mfr522.PCD_StopCrypto1();
delay(50); // Lebih responsif
}

if (uidReadyToSend) {
    Serial1.println(pendingUID);
    Serial.println(">> UID dikirim ke Uno 2: " + pendingUID);
    uidReadyToSend = false;
}

if (millis() - lastSendTime >= sendInterval) {
    lastSendTime = millis();

    String slotMsg = "SLOT_DETAIL:";
    for (int i = 0; i < 5; i++) {
        slotMsg += "SLOT " + String(i + 1) + " = ";
        slotMsg += currentSlotStatus[i] ? "TERISI" : "KOSONG";
        if (i < 4) slotMsg += " , ";
    }

    Serial1.println(slotMsg);
    Serial.println(">> SLOT DETAIL dikirim ke Uno 2: " + slotMsg);
}

void getOccupiedSlots() {
    currentSlotStatus[0] = (digitalRead(ir_car1) == LOW);
    currentSlotStatus[1] = (digitalRead(ir_car2) == LOW);
    currentSlotStatus[2] = (digitalRead(ir_car3) == LOW);
    currentSlotStatus[3] = (digitalRead(ir_car4) == LOW);
    currentSlotStatus[4] = (digitalRead(ir_car5) == LOW);
}

int getFreeSlots() {
    int free = 0;
    for (int i = 0; i < 5; i++) {
        if (!currentSlotStatus[i]) free++;
    }
    return free;
}

void updateLCD() {
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Slot Tersedia: ");
    lcd.print(getFreeSlots());
    lcd.print("    ");
}
```



## © 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

```
for (int i = 0; i < 3; i++) {
    lcd.setCursor(0, i + 1);
    lcd.print("S");
    lcd.print(i + 1);
    lcd.print(":");
    lcd.print(currentSlotStatus[i] ? "Terisi" : "Kosong");
    lcd.print("  ");

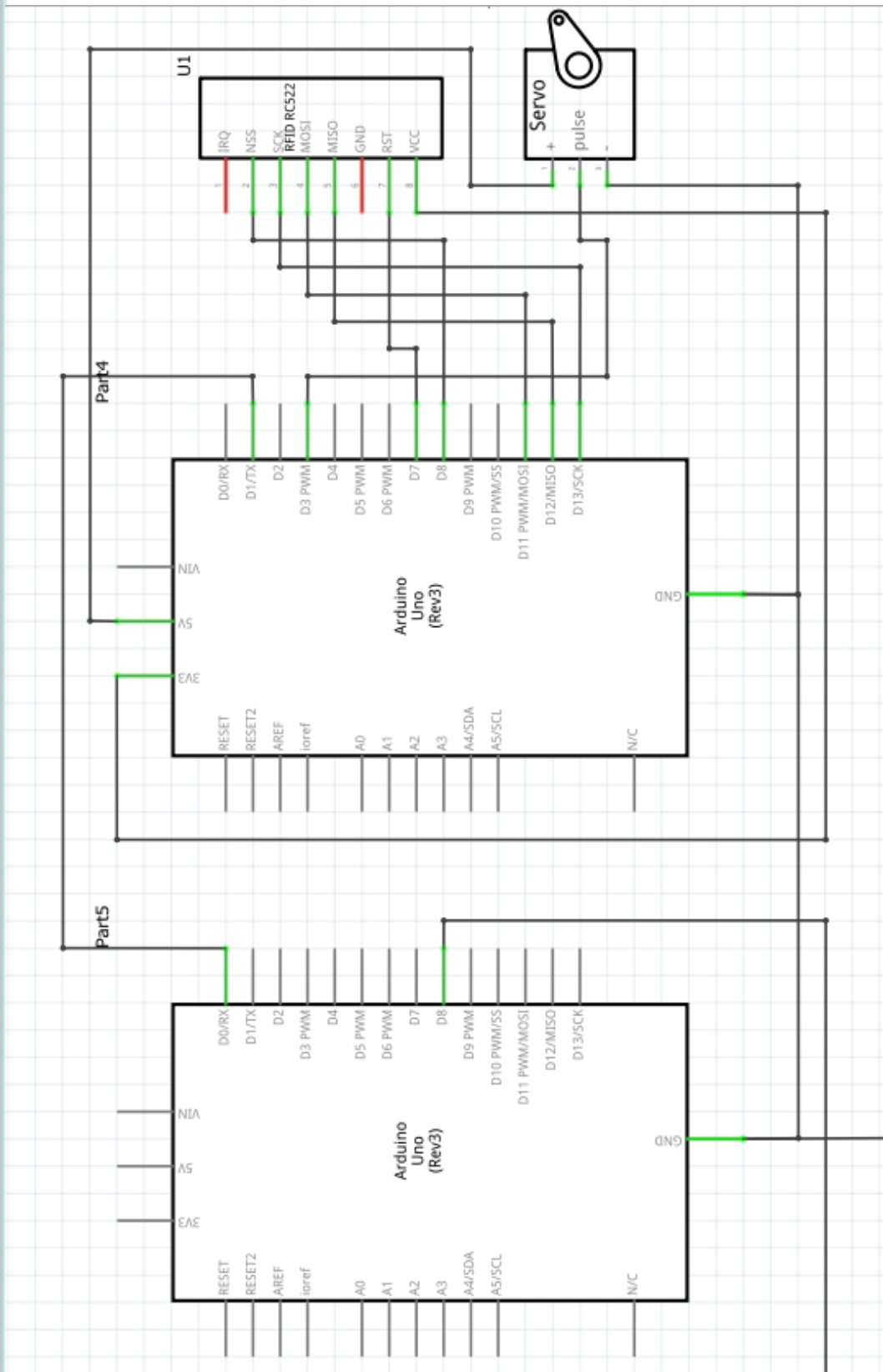
    int j = i + 3;
    if (j < 5) {
        lcd.print("S");
        lcd.print(j + 1);
        lcd.print(":");
        lcd.print(currentSlotStatus[j] ? "Terisi" : "Kosong");
    }
}

void updateGate() {
    if (gateOpen && millis() - gateOpenTime < gateOpenDuration) {
        servoBack.write(0);
    } else {
        servoBack.write(90);
        gateOpen = false;
    }
}

String uidToString(byte *uid, byte length) {
    String uidStr = "";
    for (byte i = 0; i < length; i++) {
        if (uid[i] < 0x10) uidStr += "0";
        uidStr += String(uid[i], HEX);
    }
    uidStr.toUpperCase();
    return uidStr;
}
```

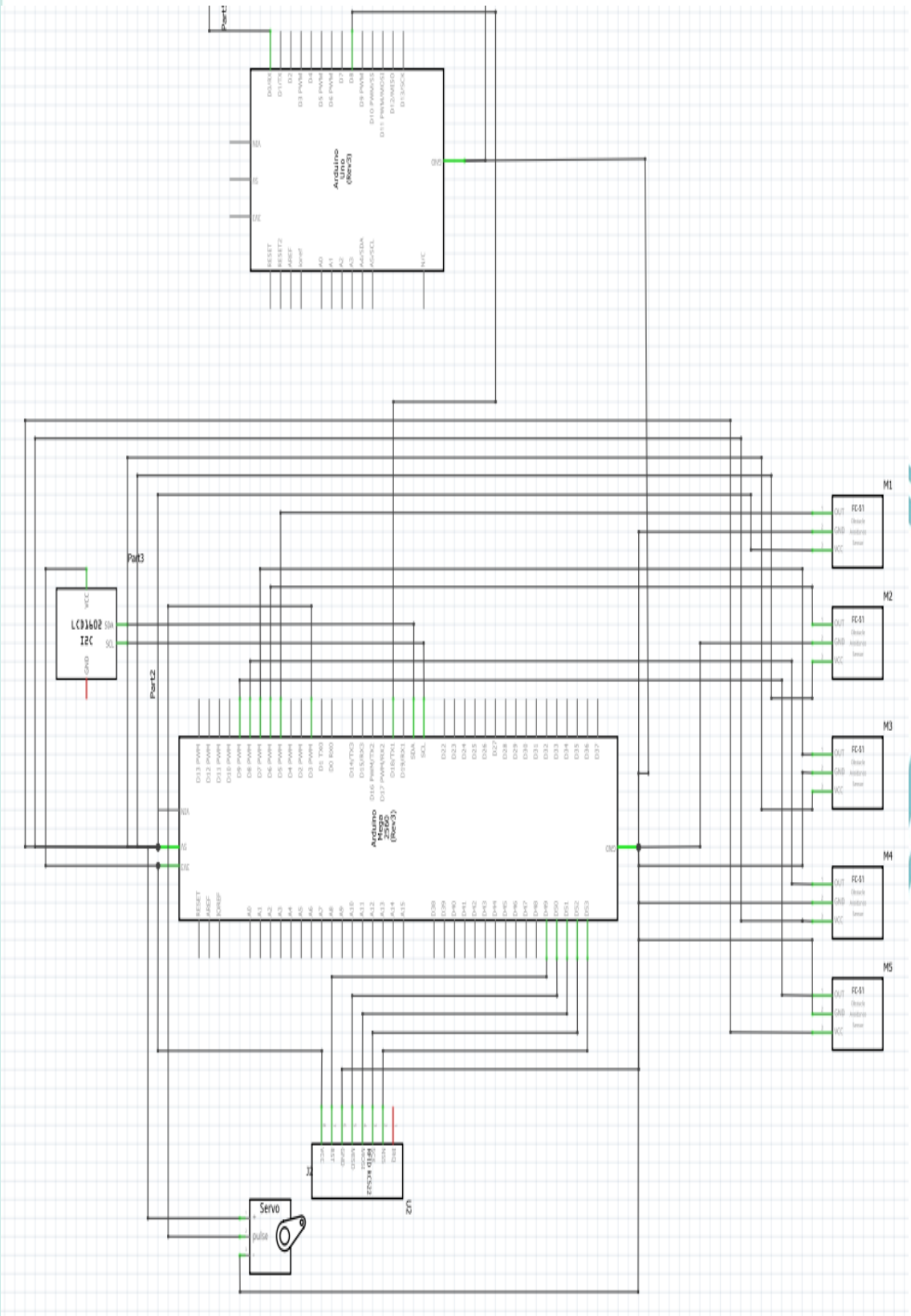
**Hak Cipta :**

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



**Hak Cipta :**

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

L - 3 Dokumentasi pengujian

