

LAPORAN TUGAS AKHIR 2

Sistem Parkir Cerdas Berbasis Multi-Lane Free Flow dengan Sistem Aplikasi Web Progresif



Penyusun:

Haikal Rivaldi Primayoga (20524003)

Muhammad Aviv Sabilal Mujtahid (20524153)

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta

2024

HALAMAN PENGESAHAN

Sistem Parkir Cerdas Berbasis Multi-Lane Free Flow dengan Sistem Aplikasi Web Progresif

Penyusun:

Haikal Rivaldi Primayoga (20524003)

Muhammad Aviv Sabilal Mujtahid (20524153)

Yogyakarta, 09 Juli 2024

Dosen Pembimbing 1



Suatmi Murnani, S.T., M.Eng.

NIK. 205241301

Dosen Pembimbing 2



Sisdarmanto Adinandra, S.T., M.Sc., Ph.D.

NIK. 025240101

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta

2024

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**Sistem Parkir Cerdas Berbasis Multi-Lane Free Flow dengan Sistem Aplikasi
Web Progresif**

Disusun oleh:

Haikal Rivaldi Primayoga 20524003

Muhammad Aviv Sabilal Mujtahid 20524153

Telah dipertahankan di depan dewan penguji
pada tanggal: 25 Juli 2024

Susunan Dewan Penguji

Ketua Penguji

: Suatmi Murnani, S.T., M.Eng.

Anggota Penguji 1

: Dr. Eng. Hendra Setiawan, S.T., M.T.

Anggota Penguji 2

: PM. IR. DR. Nasrul Humaimi Bin Mahmood

Tugas akhir ini telah disahkan sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal: 6 Agustus 2024

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Dwi Ana Ratna Wati, S.T., M.Eng.

035240102

PERNYATAAN

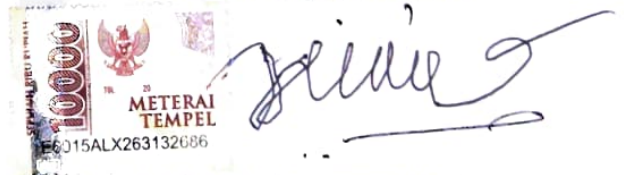
Dengan ini kami menyatakan bahwa:

1. Tugas Akhir ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi lainnya, dan sepanjang pengetahuan kami juga tidak mengandung karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Informasi dan materi Tugas Akhir yang terkait hak milik, hak intelektual, dan paten merupakan milik bersama antara tiga pihak, yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal ini, penggunaan informasi dan materi Tugas Akhir terkait paten maka akan didiskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut di atas.

Yogyakarta, 2 Agustus 2024



Haikal Rivaldi Primayoga (20524003)



Muhammad Aviv Sabibal Mujtahid (20524153)

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
PERNYATAAN	iii
DAFTAR ISI	iv
RINGKASAN	vi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang dan Identifikasi Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Batasan Realistis Aspek Keteknikan	4
BAB 2. IDENTIFIKASI KEBUTUHAN SISTEM	6
2.1 Studi Literatur dan Observasi	6
2.2 Dasar Teori	9
2.3 Analisis Stakeholder	18
2.4 Analisis Aspek yang Mempengaruhi Sistem	19
2.5 Spesifikasi Sistem	19
BAB 3. USULAN SOLUSI	21
3.1 Usulan Solusi 1	21
3.1.1 Desain Sistem 1	21
3.1.2 Rencana Anggaran Desain Sistem 1	24
3.1.3 Analisis Risiko Desain 1	25
3.1.4 Pengukuran Performa Desain 1	25
3.2 Usulan Solusi 2	26
3.2.1 Desain Sistem 2	27
3.2.2 Rencana Anggaran Desain 2	30
3.2.3 Analisis Risiko Desain 2	31
3.2.4 Pengukuran Performa Desain 2	31
3.3 Analisis dan Penentuan Usulan Solusi/Desain Terbaik	32
3.4 Gantt Chart	34
3.5 Realisasi Pelaksanaan Tugas Akhir 1	35
BAB 4. HASIL RANCANGAN DAN METODE PENGUKURAN	39
4.1 Hasil Rancangan Sistem	39
4.1.1 Desain Sistem Parkir Secara Umum	39

4.1.2	Sistem perangkat keras	40
4.1.2.1	Skematik elektrik dan desain PCB	40
4.1.3	Sistem perangkat lunak	43
4.1.3.1	Desain user interfaces website dan mobile apps	43
4.1.3.2	Algoritma pada sistem software	44
A4.2	Metode pengukuran kinerja hasil perancangan	44
BAB 5. HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS		47
5.1.	Analisis hasil	47
5.1.1	Hasil dan analisis pengujian indikator	47
5.1.2	Pemenuhan spesifikasi sistem	57
5.1.3	Pengalaman pengguna	58
5.1.4	Kesesuaian perencanaan dalam manajemen tim dan realisasinya	59
5.2	Dampak implementasi sistem	62
5.2.1	Dampak sosial	62
5.2.2	Dampak ekonomi	62
BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN		64
6.1	Kesimpulan	64
6.2	Saran	64
DAFTAR PUSTAKA		66
LAMPIRAN – LAMPIRAN		68

RINGKASAN

Peningkatan jumlah kendaraan bermotor di Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) antara tahun 2017 hingga 2020 mencapai 245.680 unit. Hal ini menyebabkan kesulitan mencari tempat parkir yang memadai, menimbulkan kemacetan dan kerugian waktu.

Masalah utama yang diangkat adalah bagaimana cara membuat sistem yang mampu meningkatkan efisiensi waktu dan aksesibilitas dalam mencari tempat parkir.

Solusi yang diusulkan adalah sistem parkir cerdas berbasis aplikasi dan hardware. Aplikasi digunakan untuk melihat informasi ketersediaan tempat parkir secara real-time, sementara sistem hardware menggunakan sensor, mikrokontroler, dan database. Sensor mendeteksi keberadaan kendaraan, mikrokontroler mengendalikan sistem, dan data disimpan di database. Sistem ini dirancang untuk hemat biaya dan mudah diimplementasikan.

Pengujian performa dilakukan dengan membandingkan waktu yang dibutuhkan untuk menemukan tempat parkir dengan dan tanpa sistem parkir cerdas. Pengukuran dilakukan mulai dari gerbang masuk UII hingga area parkir, serta memantau waktu pembaruan informasi tempat parkir yang kosong terhadap ketersediaan di lapangan.

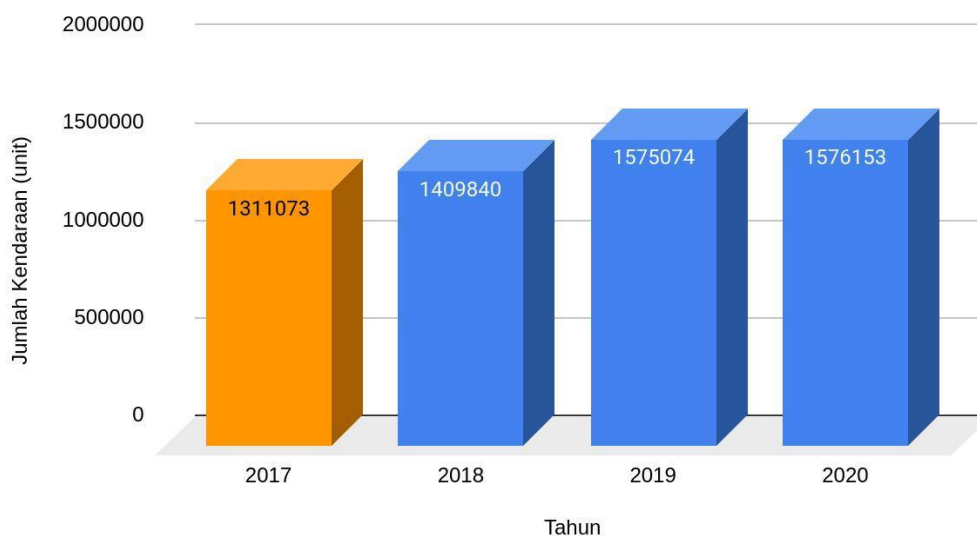
Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan sistem parkir cerdas secara signifikan mengurangi waktu pencarian tempat parkir dibandingkan dengan metode konvensional. Seluruh skenario pengujian memperlihatkan pengaruh positif dari sistem parkir cerdas, dengan pengukuran yang dilakukan dalam 10 skenario dan 40 kali pengambilan sampel data. Pada tabel pengujian, responden pertama membutuhkan waktu 1834 detik untuk menemukan parkir tanpa sistem cerdas, sedangkan dengan sistem cerdas hanya membutuhkan 258 detik, menghasilkan selisih 1576 detik. Responden kedua membutuhkan waktu 1752 detik tanpa sistem cerdas dan 361 detik dengan sistem cerdas, dengan selisih 1391 detik. Responden ketiga menunjukkan selisih 879 detik, dan responden keempat menunjukkan selisih 1420 detik. Analisis statistik juga mengkonfirmasi bahwa sistem parkir cerdas memberikan dampak yang signifikan terhadap efisiensi pencarian tempat parkir

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang dan Identifikasi Masalah

Data dari Badan Pusat Statistik (BPS) Daerah DIY menyebutkan bahwa terdapat peningkatan yang signifikan pada tahun 2017 hingga tahun 2020. Pada tahun 2017 sendiri terdapat 1.331.073 unit kendaraan bermotor hingga tahun 2020 mencapai 1.576.153 peningkatan dari kurun waktu 4 tahun terakhir lumayan besar hingga mencapai 245.680 unit sesuai gambar 1.1 [1]. Dari data Jumlah kendaraan yang meningkat jika tidak diimbangi dengan sistem parkir yang memadai menyebabkan kesulitan dalam mencari tempat parkir lebih lama, yang mengakibatkan kemacetan, dan kerugian waktu.

Grafik Jumlah Kenaikan Kendaraan terhadap Tahun



Gambar 1.1. Jumlah Peningkatan Kendaraan Mobil Penumpang di Daerah Istimewa Yogyakarta (bps.go.id)

Di masa sekarang sistem parkir yang ada di Indonesia mencakup berbagai jenis, termasuk parkir di tempat umum, parkir di gedung, dan parkir di jalan. Parkir di tempat umum biasanya dikelola oleh pemerintah daerah atau pihak swasta dengan biaya berdasarkan waktu parkir atau jumlah kendaraan yang diparkir. Sistem ini memerlukan tiket parkir dan pembayaran di lokasi

parkir atau melalui mesin pembayaran. Parkir di gedung, yang umumnya ditemukan di pusat perbelanjaan dan kawasan komersial, mengharuskan pengguna membayar berdasarkan jam atau tarif per hari dengan pengontrolan akses menggunakan kartu akses atau nomor plat kendaraan. Di sisi lain, parkir di jalan seringkali menjadi masalah di beberapa kota besar, dengan pelanggaran peraturan parkir yang umum terjadi. Secara umum sistem parkir yang diaplikasikan pada mall yang ada di Yogyakarta merupakan sistem parkir yang digunakan hanya sebatas pengaman untuk keluar masuknya kendaraan seperti mobil, tidak adanya pengaplikasian pengarahannya lahan parkir sehingga membuat para pengguna lahan parkir akan mencari lahan parkir mereka sendiri.

Sistem parkir otomatis merupakan sistem parkir yang umum digunakan di beberapa area di Yogyakarta yaitu menggunakan sensor dan perangkat lunak untuk mendeteksi kendaraan saat masuk dan keluar. Pengendara akan mendapatkan karcis setelah menekan tombol agar palang terbuka, lalu mencari tempat parkir kosong sendiri. Namun, sistem ini masih memiliki masalah yaitu ketika pengendara mencari tempat parkir tetapi tempat sudah penuh dikarenakan parkir yang tidak teratur, pengendara akan mengalami kesulitan dalam mencari tempat parkir. Beberapa Inovasi tentang *Smart Parking System* yang telah dilakukan sebelumnya dengan membuat sistem parkir cerdas yang menggunakan sensor *infrared* untuk memberikan informasi tempat parkir kosong[2]. Kemudian inovasi lainnya dengan mengembangkan sistem aplikasi *booking* parkir dengan sensor *infrared* berbasis *Internet of Things* yang lebih efisien dan *responsive* dengan menggunakan MQTT sebagai servernya[3].

Inovasi yang dilakukan menunjukkan adanya kekurangan dalam sistem parkir yang ada, seperti ketidaksesuaian tempat parkir yang diboeking dengan denah parkir yang nyata dan ketidakvalidan data terkait keberadaan kendaraan pada sistem *infrared*. Oleh karena itu, pengusul menawarkan sistem parkir baru yang menggunakan konsep *Multi Lane Free Flow* sebagai proses autentifikasi pengguna dan tempat parkir. Sistem keamanan yang digunakan juga lebih baik, dengan peringatan berupa alarm dan notifikasi peringatan jika terjadi ketidaksesuaian. Diharapkan sistem parkir baru ini dapat meningkatkan efisiensi, keamanan, dan kemudahan bagi pengguna. Sistem yang kami tawarkan juga dapat diakses di web *browser* dan aplikasi yang memudahkan pengguna dalam mengaksesnya.

Tabel 1. Hasil survei antara pengembang dan pengguna

Pertanyaan	Jawaban/tanggapan
Apakah pernah mengalami kesusahan saat melakukan pencarian lahan parkir ketika memasuki mall ?	Beberapa kali pernah mengalami kesusahan dalam mencari lahan parkir, dan bahkan tidak jarang para pengguna tidak mendapatkan lahan parkir
Apakah sistem parkir yang terdapat di mall sekarang sudah cukup untuk mengatasi kesusahan dalam mencari parkir?	Untuk sistem yang disediakan di mall sekarang masih belum bisa mengatasinya, mengingat sistem parkir di mall hanya sebatas keamanan dan bukan penyedia layanan pencarian parkir
Apakah diperlukan sebuah sistem yang dapat menunjang para pengguna parkir untuk dapat mencari tempat parkir dengan mudah ?	Sangat diperlukan, mengingat beberapa kali terkendala terkait pencarian tempat parkir karena harus memutar area parkir agar mendapatkan tempat kosong.
Sistem seperti apa yang nantinya dapat mempermudah untuk melakukan pencarian parkir pada mall ?	Sistem yang mudah digunakan dan dapat mempermudah untuk mengetahui bagian mana saja tempat parkir yang masih kosong.
Apakah diperlukan sistem yang mampu diakses menggunakan platform seperti smartphone ataupun desktop?	Mengingat sistem harus dapat menunjang para pengguna maka diperlukan sistem yang mampu digunakan melalui device smartphone ataupun desktop
Untuk sistem yang dirancang apabila diaplikasikan sistem boking jarak jauh apakah akan efektif ?	Jika menggunakan sistem booking mungkin bisa diaplikasikan, namun dengan beberapa standarisasi dan regulasi yang sesuai agar nantinya para pengguna lahan parkir lebih nyaman dalam mendapatkan tempat parkir.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang yang telah didapatkan maka dapat dibuat sebuah rumusan masalah yaitu bagaimana cara membuat sebuah sistem yang mampu untuk memberikan efisiensi waktu dan aksesibilitas untuk mencari tempat parkir ?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang sudah dituliskan maka tujuan yang akan dihasilkan dari tugas akhir ini adalah :

1. Mengembangkan sebuah sistem yang membantu para pengguna parkir untuk dapat melakukan akses lahan parkir menjadi lebih mudah.
2. Mengurangi waktu pengguna parkir untuk mencari parkir.

1.4 Batasan Masalah

Batasan ini dibuat untuk menghindari penyimpangan atau pelebaran pokok masalah yang akan diangkat, adapun batasan masalah adalah sebagai berikut :

1. Fokus pada pengembangan sistem parkir cerdas untuk kendaraan bermotor roda empat, dengan jenis kendaraan memiliki panjang jarak dari bagian belakang mobil ke ban belakang (*rear overhang*) untuk mobil penumpang berkisar antara 50 cm hingga 100 cm.
2. Tempat parkir yang digunakan nantinya menggunakan tempat parkir yang mampu mengisi 10 mobil dengan ukuran satu buah parkiran mobil sebesar 2,5 m x 5 m dengan kemiringan 90 derajat.
3. Jenis tempat parkir yang digunakan adalah tempat parkir dengan 1 arah yang memiliki jalur masuk dan keluar satu arah.
4. Tempat parkir harus tercover dengan wifi dan jaringan internet.
5. Sistem parkir hanya bisa di akses melalui internet.

1.5 Batasan Realistis Aspek Keteknikan

Dalam Tugas Akhir ini terdapat beberapa batasan dari aspek keteknikan yang perlu diperhatikan, yaitu diantaranya :

1. Sistem yang nantinya dibuat memungkinkan adanya keterlibatan manusia dalam pengoprasian sistemnya, seperti manajemen administrasi aplikasi parkir pada penyedia jasa parkir dan proses penertiban proses parkir apabila terjadi kesalahan pada saat proses parkir.
2. Sistem Parkir yang nantinya akan diimplementasikan menyesuaikan dengan regulasi sistem parkir baik dari jalan masuk menuju tempat parkir, bentuk susunan parkir, dan juga ukuran umum tempat parkir yang digunakan untuk kendaraan roda 4 yang sesuai

dengan regulasi pedoman teknis penyelenggaraan tempat parkir dari Departemen Perhubungan Darat.

BAB 2. IDENTIFIKASI KEBUTUHAN SISTEM

2.1 Studi Literatur dan Observasi

Sistem parkir otomatis di Indonesia kebanyakan telah menjadi solusi umum untuk meningkatkan efisiensi dan kenyamanan pencarian tempat parkir. Dengan menggunakan sensor dan perangkat lunak, sistem ini dapat mendeteksi kedatangan serta keberangkatan kendaraan, menyediakan karcis, dan memberikan kemandirian kepada pengendara. Meskipun memberikan kontribusi positif, tantangan utama yang dihadapi adalah ketidakterediaan tempat parkir akibat parkir yang tidak teratur. Beberapa penelitian sebelumnya telah mencoba mengatasi masalah ini, seperti menggunakan sensor infrared untuk memberikan informasi tentang ketersediaan tempat parkir.

Sebagai contoh, penelitian sistem parkir yang diujikan menggunakan sensor infrared memiliki hasil yang bagus, namun sistem ini masih diimplementasikan pada skala kecil dan hanya pada tahap prototype bukan diimplementasikan secara langsung. Meskipun demikian, kejelasan mengenai bagaimana solusi ini dapat mengatasi ketidakteraturan parkir masih memerlukan pemahaman lebih lanjut[2]. Kemudian pada penelitian lain lebih fokus pada pengembangan sistem aplikasi booking parkir berbasis Internet of Things (IoT)[3]. Langkah-langkah inovatif seperti ini menunjukkan evolusi positif dalam manajemen parkir, tetapi pertanyaan terkait efektivitas solusi terhadap ketidakterediaan dan ketidakteraturan tempat parkir tetap menjadi perhatian utama dan masih belum terselesaikan. Oleh karena itu, pemahaman lebih komprehensif terhadap dinamika dan tantangan dalam konteks parkir otomatis dapat membuka peluang untuk penelitian lanjutan yang memberikan sumbangan nyata terhadap pengembangan sistem parkir yang lebih efisien dan responsif. Kemudian dari beberapa studi literatur yang telah dianalisis dan ditinjau maka dilakukan inovasi untuk membuat sebuah sistem yang mampu mendukung sistem parkir dengan menerapkan *Multi Lane Free Flow*.

Tabel 2.1 Hasil Studi Literatur Solusi Sejenis

Judul	Usulan solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
-------	---------------	--

<p>SISTEM PARKIR CERDAS SEDERHANA BERBASIS ARDUINO MEGA 2560 Rev3</p>	<p>Solusi yang ditawarkan peneliti berupa sistem parkir dengan menggunakan <i>microcontroller</i> Arduino Mega 2560 dengan menggunakan sensor LDR, dan sensor Ultrasonic.</p>	<p>Hasil yang didapatkan dari penelitian ini berupa rancangan sistem yang diuji coba pada miniatur lahan parkir dengan menggunakan sistem sensor infra merah.</p> <p>Kemudian dari hasil penelitian sistem dapat berjalan dengan optimal serta memiliki respon cepat pada saat diuji coba.</p> <p>Tetapi dari sistem yang diimplementasikan hanya berjalan pada simulasi skala kecil, artinya belum ada implementasi sistem pada lahan parkir yang sebenarnya[4].</p>
<p>Sistem parkir dengan palang pintu dan tiket yang sudah digunakan di banyak tempat.</p>	<p>Sistem Parkir konvensional dengan menggunakan palang pintu yang terintegrasi dengan sistem tiket</p>	<p>Hasil dari sistem ini sudah diimplementasikan di lahan parkir dan sudah dilakukan pemasaran sehingga sudah banyak digunakan di media parkir yang beragam.</p> <p>Kelebihan dari sistem ini karena sudah diimplementasikan maka sudah teruji sistem integrasi terhadap metode parkir palang pintu yang terintegrasi dengan sistem RFID.</p> <p>Tetapi sistem masih belum mengaplikasikan sistem booking yang dapat mempermudah user</p>

		untuk mendapatkan parkir dengan cepat.[5]
SISTEM PARKIR CERDAS MENGGUNAKAN TEKNOLOGI BIOMETRIKA DAN OPTICAL CHARACTER RECOGNITION	Solusi yang ditawarkan berupa sistem parkir dengan menggunakan image processing dan sensor biometrika jari tangan serta output berupa servo dengan sistem booking.	Hasil Rancangan sistem sudah diuji coba dan dapat berjalan dengan baik. Beberapa parameter yang diujikan seperti sensor sidik jari dan pembacaan plat mobil. Sistem yang telah dikembangkan ini memiliki kelebihan dengan menggunakan sistem tanpa palang pintu sehingga sistem mampu mengaplikasikan sistem booking. Namun dari hasil perancangan sistem masih memiliki kekurangan berupa penggunaan <i>image processing</i> yang terbatas dalam uji coba skala kecil sehingga tidak memungkinkan untuk implementasi skala besar dan harus diuji coba kembali[6].
Smart Vehicle Parking Management System using Image Processing	Sistem Parkir yang dikembangkan dengan menggunakan image processing dengan kamera sebagai sensor penangkap lahan parkir secara <i>real-time</i> .	Hasil dari sistem ini berupa sistem parkir yang terintegrasi dengan pengaplikasian <i>image processing</i> yang digunakan pada lahan parkir skala besar yang ada di luar ruangan. Sistem yang dikembangkan memiliki aplikasi yang dapat mendisplay keadaan parkir yang

		<p>nantinya mengetahui ada dan tidaknya ketersediaan parkir.</p> <p>Sistem ini juga memiliki kekurangan dimana dikarenakan jangkauan yang terbatas pada tangkapan kamera sehingga sistem hanya terbatas pada spesifikasi kamera itu sendiri. Diperlukan kamera dengan skala penangkapan yang luas untuk parkir yang luas juga[7].</p>
--	--	---

2.2 Dasar Teori

Parkir adalah keadaan tidak bergerak dari suatu kendaraan yang bersifat sementara. Lalu lintas berjalan menuju suatu tempat tujuan dan setelah mencapai tempat tersebut kendaraan membutuhkan suatu tempat pemberhentian. Tempat pemberhentian tersebut kemudian disebut sebagai ruang parkir. Agar sistem transportasi menjadi lebih efisien maka pada tempat-tempat yang dianggap dapat membangkitkan pergerakan perjalanan harus menyediakan fasilitas pelayanan yang memadai.

Bertambahnya jumlah penduduk dan semakin meningkatnya kepemilikan kendaraan akan menimbulkan meningkatnya permintaan jalan untuk menampung kegiatan lalu lintas. Penyediaan tempat-tempat parkir di pinggir jalan pada lokasi jalan tertentu baik di badan jalan maupun dengan menggunakan sebagian dari perkerasan jalan mengakibatkan turunnya kapasitas jalan, terhambatnya arus lalu lintas, dan penggunaan jalan menjadi tidak efektif.

Penyediaan fasilitas parkir juga dapat berfungsi sebagai salah satu alat pengendali lalu lintas. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut maka pada kawasan-kawasan tertentu dapat disediakan fasilitas parkir untuk umum yang diusahakan sebagai suatu kegiatan yang berdiri sendiri dengan memungut bayaran ataupun tidak dipungut bayaran. Fasilitas tersebut dapat berupa taman parkir dan/atau gedung parkir. Penyediaan fasilitas parkir ini dapat pula merupakan

kegiatan ataupun bagian yang tidak terpisahkan dari kegiatan pokok misalnya gedung pertokoan, gedung perkantoran, ataupun gedung sekolahan.[10]

2.2.1 Jenis Parkir

A. On Street Parking

Parkir di jalan umum adalah jenis parkir yang penempatannya di sepanjang tepi badan jalan dengan ataupun tidak melebarkan badan jalan itu sendiri bagi fasilitas parkir. Parkir seperti ini menguntungkan bagi pengunjung yang menginginkan parkir dekat dengan tempat tujuan. Tempat parkir seperti ini dapat ditemui di kawasan permukiman berkepadatan cukup tinggi serta pada kawasan pusat perdagangan dan perkantoran yang umumnya tidak siap untuk menampung pertambahan jumlah kendaraan yang parkir. Kerugian parkir jenis ini dapat mengurangi kapasitas jalur lalu lintas.[10]

B. Off Street Parking

Untuk menghindari terjadinya hambatan akibat parkir kendaraan di jalan maka parkir di luar jalan/off street parking menjadi pilihan yang terbaik. Terdapat dua jenis parkir di luar jalan, yaitu:

- 1) Pelataran Parkir Pelataran parkir di daerah pusat kota sebenarnya merupakan suatu bentuk yang tidak ekonomis. Karena itu di daerah pusat kota seharusnya jarang terdapat pelataran parkir yang dibangun oleh gedung-gedung yang berkepentingan, dimana masalah keuntungan ekonomi dari parkir bukan lagi merupakan suatu hal yang penting.
- 2) Gedung Parkir Bertingkat Saat ini bentuk yang sering dipakai adalah gedung parkir bertingkat, terdapat dua parkir alternatif biaya parkir yang akan diterima pemakai kendaraan, tergantung pada pihak pengelola parkir, yaitu pihak pemerintah setempat menerapkan biaya nominal atau pemerintah setempat menyerahkan pada pihak operator komersial yang menggunakan biaya structural. Biasanya pemerintah lokal mengatasi deficit parkir di luar jalan tadi dengan Dana Pajak (Rate Fund) atau dari surplus parkir meter.[10]

2.2.2 Satuan Ruang Parkir

Satuan Ruang Parkir (SRP) adalah tempat parkir untuk satu kendaraan. Pada tempat dimana parkir dikendalikan, maka tempat parkir harus diberi marka pada permukaan jalan. Tempat tambahan diperlukan bagi kendaraan untuk melakukan alih gerak, dimana hal tersebut tergantung dari sudut parkirnya. Sudut parkir dipilih atas dasar pertimbangan sebagai berikut.[10]

A. Keselamatan, Ketertiban, dan Kelancaran Lalu Lintas

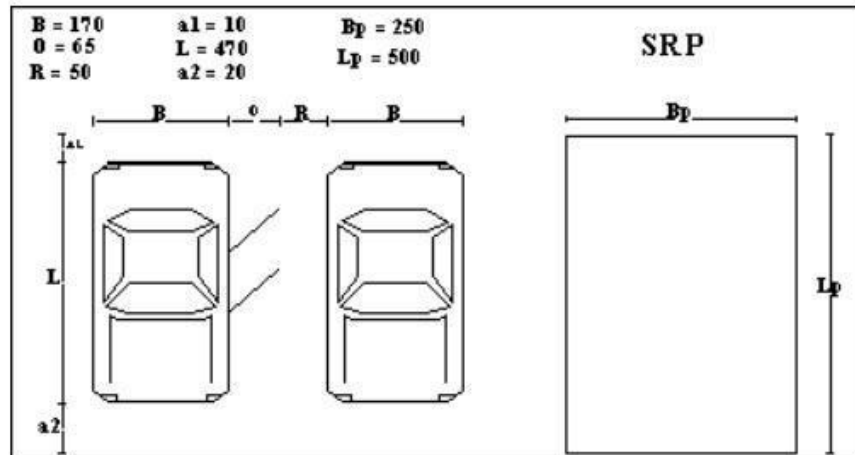
Pada jalan-jalan yang lebarnya kurang, hanya parkir sejajar saja yang dapat digunakan, karena parkir bersudut kurang aman jika dibandingkan dengan penggunaan parkir sejajar untuk suatu daerah kecepatan kendaraan yang tinggi. Parkir bersudut hanya diperbolehkan pada jalan-jalan kolektor dan lokal yang lebar kapasitasnya mencukupi.[10]

B. Kondisi Jalan dan Lingkungan

Makin besar sudut yang digunakan maka semakin kecil luas daerah masing-masing tempat parkirnya, akan tetapi semakin lebar pula lebar jalan yang diperlukan untuk membuat lingkaran membelok bagi kendaraan yang memasuki tempat parkir. Penentuan Satuan Parkir (SRP) dibagi atas tiga jenis kendaraan dan berdasarkan penentuan SRP diklasifikasikan menjadi tiga, seperti terlihat pada Tabel berikut:[10]

Tabel 2.2 Penetapan Satuan Parkir SRP

No	Jenis Kendaraan	Satuan Ruang Parkir (m)
1	a. Mobil penumpang golongan I	2,30 × 5,00
	b. Mobil penumpang golongan II	2,50 × 5,00
	c. Mobil penumpang golongan III	3,00 × 5,00
2	Bus/Truck	3,40 × 12,50
3	Sepeda Motor	0,75 × 2,00



Gambar 2.1 Ilustrasi Penentuan satuan parkir SRP dalam centimeter.

Keterangan :

B = Lebar total kendaraan

L = Panjang total kendaraan

O = Lebar bukaan pintu

a1, a2 = Jarak bebas arah longitudinal

R = jarak bebas arah lateral

Tabel 2.3 Tabel Golongan untuk menentukan SRP

Gol I	$B = 170$ $C = 55$ $R = 5$	$a1 = 10$ $L = 470$ $a2 = 20$	$Bp = 230 = B + O + R$ $Lp = 500 = L + a1 + a2$
Gol II	$B = 170$ $O = 75$ $R = 5$	$a1 = 10$ $L = 470$ $a2 = 20$	$Bp = 250 = B + O + R$ $Lp = 500 = L + a1 + a2$
Gol III	$B = 170$ $O = 80$ $R = 50$	$a1 = 10$ $L = 470$ $a2 = 20$	$Bp = 250 = B + O + R$ $Lp = 500 = L + a1 + a2$

2.2.3 Akumulasi Parkir

Informasi ini sangat dibutuhkan untuk mengetahui jumlah kendaraan yang parkir pada lahan yang tersedia dengan selang waktu tertentu. Data ini dapat diperoleh dengan cara menghitung kendaraan yang telah menggunakan lahan parkir ditambah dengan kendaraan yang

masuk dan dikurangi dengan kendaraan yang keluar. Perhitungan akumulasi parkir dapat menggunakan persamaan seperti di bawah ini.[11]

$$Akumulasi = X + E_i - E_x \tag{2.1}$$

dengan:

E_i = Entry (jumlah kendaraan yang masuk pada lokasi parkir)

E_x = Exit (kendaraan yang keluar pada lokasi parkir)

X = Jumlah kendaraan yang ada sebelumnya.

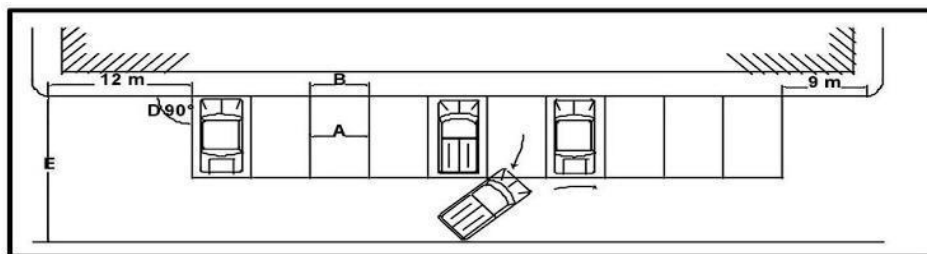
2.2.3 Konfigurasi Parkir

Konfigurasi adalah pengendalian susunan kendaraan yang melakukan parkir.

A. Parkir kendaraan dua sisi

1. Membentuk Sudut 90 derajat

Pola parkir ini memiliki daya tampung lebih banyak, tetapi kemudahan dan kenyamanan pengemudi melakukan manuver masuk dan keluar ke ruangan parkir lebih sedikit jika dibandingkan dengan pola parkir sudut yang lebih kecil dari 90.



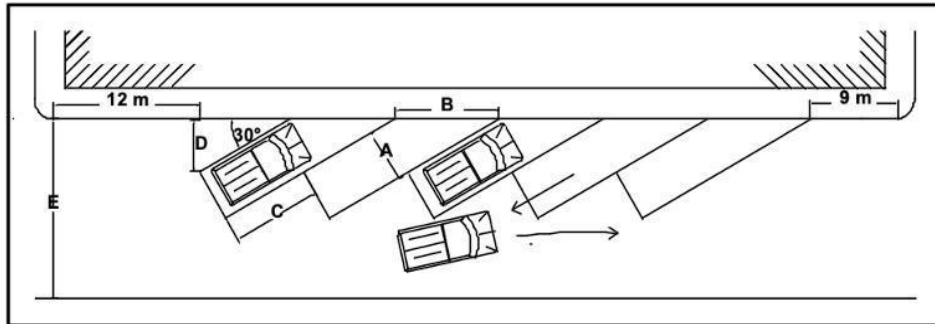
Gambar 2.2 Ilustrasi Parkir kendaraan dengan bentuk 90 derajat.

Tabel 2.4 Ukuran parkir 90 derajat tiap golongan

Type	A	B	C	D	E
Golongan I	2,3	2,3	-	5,4	11,2
Golongan II	2,5	2,5	-	5,4	11,2
Golongan III	3,0	3,0	-	5,4	11,2

2. Membentuk sudut 30 , 45 , dan 60

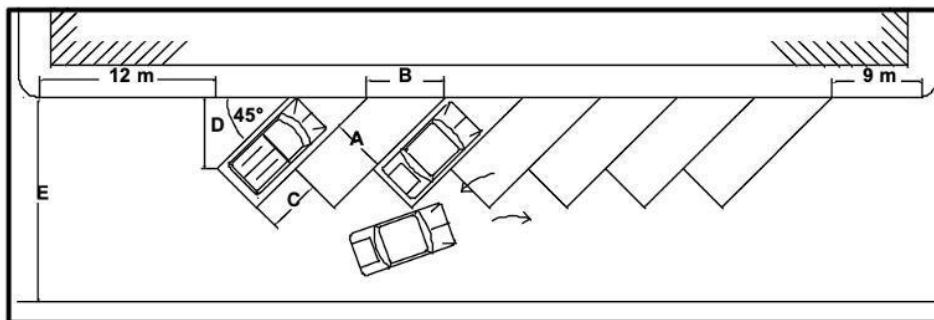
Pola parkir ini memiliki daya tampung lebih sedikit, kemudahan dan kenyamanan pengemudi melakukan manuver masuk dan keluar ke ruangan parkir lebih besar jika dibandingkan dengan pola parkir dengan sudut 90 .



Gambar 2.3 Parkir kendaraan dengan bentuk 30 derajat.

Table 2.5 Ukuran parkir 30 derajat tiap golongan

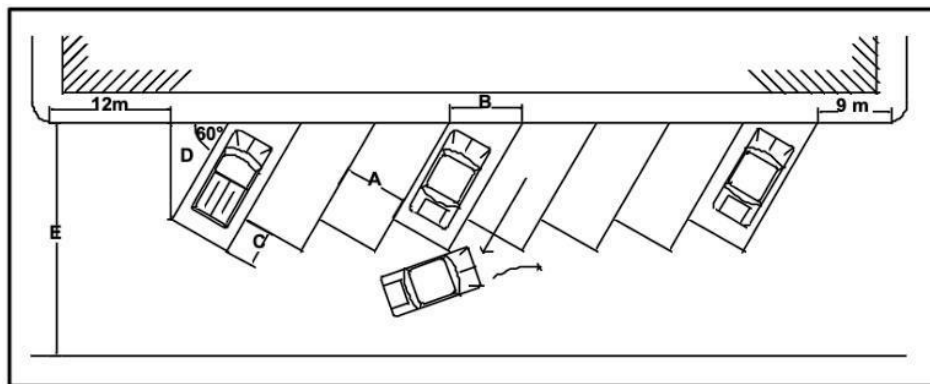
Type	A	B	C	D	E
Golongan I	2,3 m	4,6 m	3,45 m	4,70 m	7,6 m
Golongan II	2,5 m	5,0 m	4,30 m	4,85 m	7,75 m
Golongan III	3,0 m	6,0 m	5,35 m	5,0 m	7,9 m



Gambar 2.4 Parkir kendaraan dengan bentuk 45 derajat.

Table 2.6 Ukuran parkir 45 derajat tiap golongan

Tipe	A	B	C	D	E
Golongan I	2,3 m	3,5 m	2,5 m	5,6 m	9,3 m
Golongan II	2,5 m	3,7 m	2,6 m	5,65 m	9,35 m
Golongan III	3,0 m	4,5 m	3,2 m	5,75 m	9,45 m



Gambar 2.5 Parkir kendaraan dengan bentuk 60 derajat.

Table 2.7 Ukuran parkir 60 derajat tiap golongan

Tipe	A	B	C	D	E
Golongan I	2,3 m	2,9 m	1,45 m	5,95 m	10,55 m
Golongan II	2,5 m	3,0 m	1,5 m	5,95 m	10,55 m
Golongan III	3,0 m	3,7 m	1,85 m	6,0 m	10,6 m

Keterangan

- A = Lebar ruang parkir
- B = Lebar kaki ruang parkir
- C = Selisih panjang ruang parkir
- D = Ruang parkir efektif

M = Ruang manuver

E = Ruang parkir efektif ditambah ruang manuver

2.2.4 Kapasitas Ruang Parkir

Kapasitas ruang parkir adalah daya tampung kendaraan yang parkir di areal parkir yang tersedia[11]. kapasitas ruang parkir dapat dihitung dengan rumus:

$$KRP = \frac{\text{Luas Parkir}}{\text{Satuan Ruang Parkir}} \quad (2.2)$$

2.2.5 Volume Ruang Parkir

Volume parkir adalah jumlah kendaraan yang menggunakan ruang parkir pada suatu lahan parkir tertentu. Volume parkir dapat dihitung dengan menjumlahkan kendaraan yang menggunakan areal parkir dalam waktu tertentu[11].

$$\text{Volume} = E_i + X \quad (2.3)$$

Keterangan :

E_i = Entry (Jumlah kendaraan yang masuk)

X = Kendaraan yang sudah ada.

2.2.6 Tingkat Penggantian (Turn Over)

Tingkat turnover adalah laju pergantian ruang parkir pada periode tertentu yang diperoleh dengan rumus :

$$\text{Turn Over} = \frac{\text{Volume Parkir}}{\text{Kapasitas Ruang Parkir}} \quad (2.4)$$

2.2.7 Indeks Parkir

Indeks Parkir adalah persentase dari jumlah kendaraan yang parkir di areal parkir dengan jumlah parkir yang tersedia[11]. Indeks parkir dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Indeks Parkir} = \frac{\text{Akumulasi Parkir Maksimum}}{\text{Kapasitas Ruang Parkir yang Tersedia}} \times 100\% \quad (2.5)$$

2.2.8 Durasi Parkir

Durasi parkir, adalah rentang waktu sebuah kendaraan parkir di suatu tempat (dalam satuan menit atau jam)[11]. Nilai durasi parkir diperoleh dengan persamaan :

$$Durasi = Extime - Entime \quad (2.6)$$

Keterangan :

Extime = Waktu kendaraan keluar dari parkiran

Entime = Waktu kendaraan masuk dalam parkiran

2.2.9 Kebutuhan ruang parkir

Kebutuhan ruang parkir adalah luas area yang dibutuhkan untuk jumlah kendaraan yang menggunakan parkir[11]. Kebutuhan ruang parkir kendaraan dan kebutuhan ruang manuver dapat dihitung melalui persamaan sebagai berikut :

A. Kebutuhan ruang parkir yang efektif

Kebutuhan ruang parkir efektif merupakan luas area yang dibutuhkan berdasarkan akumulasi kendaraan tertinggi. Kebutuhan ruang parkir efektif dapat dihitung dengan rumus:

$$KRP_{Efektif} = VP \times SRP \quad (2.7)$$

Keterangan :

$KRP_{Efektif}$ = Kebutuhan ruang parkir efektif (petak)

VP = Akumulasi maksimum

SRP = Satuan ruang parkir kendaraan

B. Kebutuhan ruang Manuver

Kebutuhan ruang manuver adalah ruang bebas kendaraan untuk melakukan putaran agar mudah untuk masuk dan keluar dari areal parkir [11]. Kebutuhan ruang manuver dapat dihitung dengan rumus :

$$KRM = KRP_{Efektif} \times \text{Ruang manuver \%} \quad (2.8)$$

Keterangan :

KRM = Kebutuhan ruang manuver

$KRP_{Efektif}$ = Kebutuhan ruang parkir efektif

40% = Ruang manuver untuk sepeda motor

$$\text{Luas Area Parkir} = KRP + KRM \quad (2.9)$$

2.2.10 Headway

Headway adalah selang waktu kedatangan kendaraan dengan interval waktu tertentu[11]. Jika interval waktu digunakan 15 menit, maka dapat diperoleh dengan rumus:

$$\text{Headway} = \frac{15 \text{ menit}}{\Sigma \text{Kendaraan yang masuk}} \quad (2.10)$$

2.3 Analisis Stakeholder

1. Pengguna Akhir Tempat Parkir

Pengendara kendaraan mobil yang menggunakan sistem parkir otomatis. Pengguna akan menggunakan aplikasi berbasis web yang nantinya dapat mengetahui ketersediaan tempat parkir. Saat tiba di lokasi, aplikasi akan terhubung secara otomatis dengan perangkat mikrokontroler, memudahkan proses verifikasi dan otentikasi, serta memberikan indikasi visual melalui indikator parkir.

2. Pihak Manajemen Parkir

Pemilik atau pengelola tempat parkir yang mengadopsi sistem baru. Pihak manajemen parkir dapat mengakses data dan laporan dari sistem melalui antarmuka web browser. Mereka dapat memantau keberlanjutan operasional, melacak penggunaan tempat parkir, dan mengelola reservasi, dan juga melakukan monitor keamanan serta ketertiban di tempat parkir.

3. Pengembang atau Tim IT

Tim yang bertanggung jawab atas pengembangan dan pemeliharaan perangkat lunak sistem. Tim IT akan terlibat dalam pengembangan, pemeliharaan, dan pembaruan perangkat lunak sistem. Mereka dapat memonitor kinerja sistem, merespons umpan balik pengguna, dan memperbarui aplikasi secara berkala.

4. Konsultan Teknik Sipil

Konsultan teknik sipil bertanggung jawab atas penataan manajemen parkir dan penempatan perangkat parkir untuk menentukan ukuran tempat parkir yang sesuai dengan ukuran tempat parkir melalui pedoman teknis Direktorat Jenderal Perhubungan Darat.

2.4 Analisis Aspek yang Mempengaruhi Sistem

1. Aspek Teknologi

Perkembangan teknologi terutama dalam hal konektivitas dan keamanan, dapat mempengaruhi desain dan fungsionalitas sistem. Pemilihan teknologi harus sejalan dengan perkembangan terkini dan memastikan keberlanjutan serta optimalisasi sistem.

2. Aspek Ekonomi

Implementasi sistem parkir memerlukan perhitungan terkait kebutuhan komponen pendukung dengan harga yang sesuai, maka penyesuaian harga komponen diperlukan untuk mendapatkan performa sistem yang baik dengan harga yang terjangkau. Pemilihan komponen yang sesuai dengan spesifikasi dan penentuan harga yang lebih baik akan mendukung keberlangsungan kinerja sistem secara optimal.

2.5 Spesifikasi Sistem

1. Sistem ini terintegrasi dengan dua perangkat, yaitu berupa software dan juga hardware.
2. Sistem hardware akan bekerja untuk satu buah mobil.
3. Sistem ini membutuhkan data pengguna untuk proses autentikasi.
4. Sistem parkir dapat menunjukkan berapa kapasitas tempat kosong parkir.
5. Informasi ketersediaan lokasi parkir kosong akan terupdate maksimal 1 menit.

6. Aplikasi hanya mampu diakses dengan menggunakan google chrome atau web browser sejenis yang mendukung Progressive Web Application.

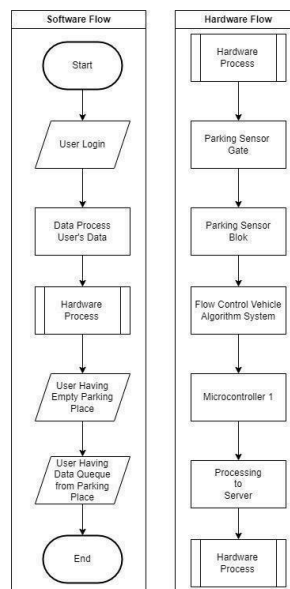
BAB 3. USULAN SOLUSI

3.1 Usulan Solusi 1

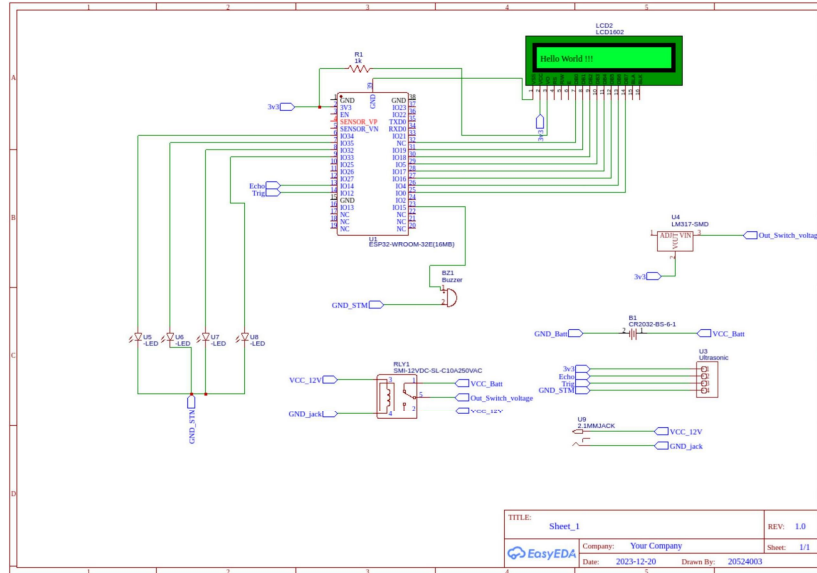
Usulan solusi 1 sistem parkir cerdas terdiri dari dua perangkat yang saling terhubung, yaitu aplikasi dan sistem hardware. Aplikasi digunakan oleh pengguna untuk melihat informasi ketersediaan tempat parkir secara real-time. Sistem hardware terdiri dari sensor, mikrokontroler, dan database lokal. Sensor digunakan untuk mendeteksi keberadaan kendaraan di tempat parkir. Mikrokontroler digunakan untuk mengendalikan operasi sistem, termasuk pengelolaan data, interaksi dengan pengguna, dan pengiriman data ke database. Database lokal digunakan untuk menyimpan data parkir.

Sistem ini dirancang agar dapat digunakan di lahan yang tertutup dengan beberapa penyesuaian, salah satunya penggunaan sensor ultrasonik yang memiliki jarak jangkauan yang lebih pendek untuk mengurangi kemungkinan terjadinya false alarm. Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan *User Interface* untuk memberikan informasi kepada pengguna terkait ketersediaan tempat parkir. Keunggulan usulan solusi 1 adalah memiliki mekanisme kerja yang sederhana, sehingga lebih mudah untuk diimplementasikan dan dikelola. Selain itu, sistem ini juga hemat biaya.

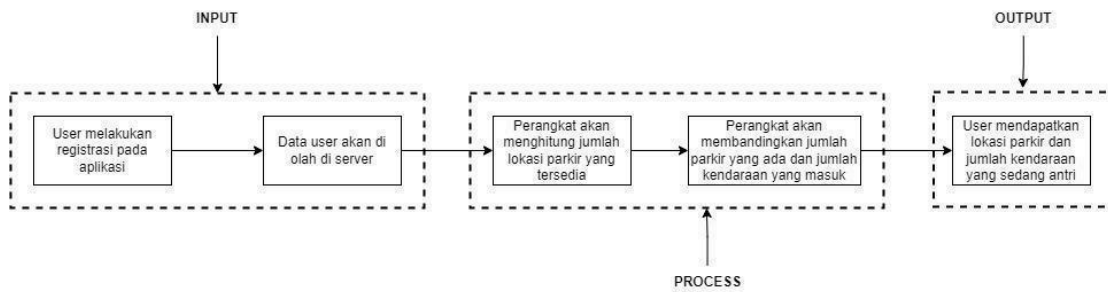
3.1.1 Desain Sistem 1



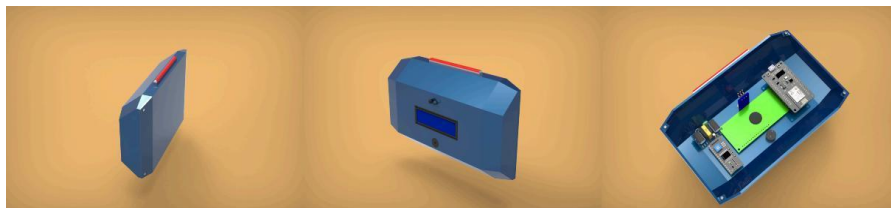
Gambar 3.1. Sistem kerja pada usulan solusi pertama.



Gambar 3.2. Skematik elektrik pada usulan solusi pertama.



Gambar 3.3. Diagram blok input proses output.



Gambar 3.4 Desain hardware yang digunakan.

Dari diagram alir yang telah dibuat sistem akan menggunakan aplikasi dengan sistem penyimpanan yang memanfaatkan server, kemudian terdapat sistem hardware untuk melakukan deteksi dan display token yang nantinya digunakan untuk mendeteksi adanya mobil yang akan

melakukan parkir. Sistem parkir ini memanfaatkan sistem *hardware* dan *software* yang bekerja secara sekuensial dan hirarkikal dimana aplikasi bertindak sebagai sistem yang mampu memperlihatkan tempat yang masih kosong, dengan mengedepankan sistem monitoring untuk mengetahui tempat parkir yang masih kosong. Sistem ini akan menyimpan user yang telah melakukan pendaftaran dan akan disimpan melalui database.

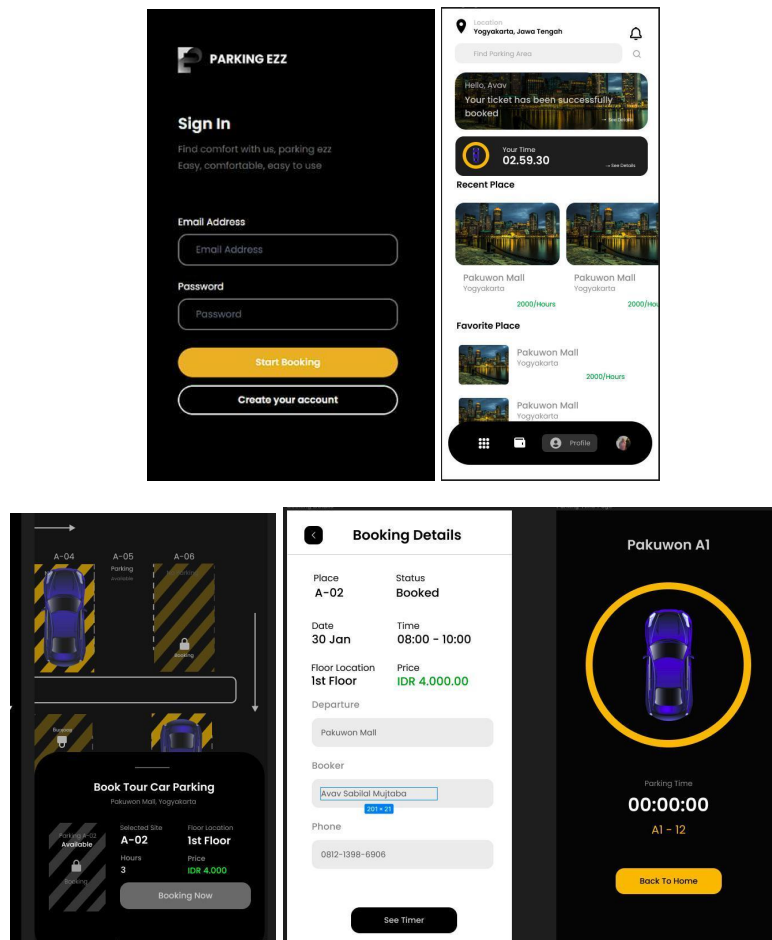
Untuk dapat memenuhi usulan sistem tersebut, maka diperlukan inventarisasi kebutuhan sistem perangkat keras. Tabel 3.1. memperlihatkan kebutuhan sistem sesuai usulan dan spesifikasi yang dibutuhkan.

Tabel 3.1 Inventarisasi kebutuhan usulan sistem perangkat keras

No	Nama Alat	Keterangan
1	Device Hardware	Device yang ada di setiap blok parkir untuk satu buah kendaraan mobil dengan desain cover menutupi sistem elektronis. Untuk design sendiri digunakan pencetakan dengan 3D Printing yang menggunakan tipe filament ABS.
2	Mikrokontroler	Penggunaan Mikrokontroler ini karena sistem elektronis yang digunakan akan mengambil data dari firebase yang nantinya akan mengirimkan kode token yang sudah di <i>generate</i> dan menjadi input untuk aplikasi pada pihak user.
3	Baterai	Baterai digunakan sebagai cadangan apabila terdapat pemadaman listrik, untuk desain sistem baterai yang digunakan adalah dengan menggunakan baterai Lithium Ion dengan beberapa rangkaian agar menyesuaikan dengan kebutuhan.
4	Router Wifi	Router yang memiliki koneksi internet dan dapat memancarkan sinyal wifi untuk dapat mengirimkan data yang bersumber dari device hardware yang ada di parkir mobil.

Dikarenakan sistem ini tidak hanya menggunakan sistem perangkat keras, namun juga perangkat lunak, maka dalam usulan perancangan ini, kami juga melakukan usulan sistem aplikasi yang digunakan. Aplikasi monitoring tempat parkir ini didesain untuk dapat diakses dengan menggunakan perangkat android maupun IOS sehingga dapat digunakan dengan sistem

operasi apapun. Penyesuaian perangkat aplikasi ini diperlukan karena mengingat user yang tidak hanya menggunakan smartphone dengan sistem operasi android maupun IOS saja.



Gambar 3.5. Usulan rancangan aplikasi untuk pengguna pada menu login

3.1.2 Rencana Anggaran Desain Sistem 1

Jika Rancangan anggaran pada desain 1, 2 dan 3 memiliki perbedaan yang signifikan dan menjadi pertimbangan yang krusial, rancangan anggaran dapat disertakan di sub bab ini. Contoh rencana anggaran seperti pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Rencana anggaran pengembangan sistem Parking Ezz

No.	Item	Satuan	Harga Satuan	Jumlah	Harga Total
1	Modul Sensor Ultrasonic	Pcs	Rp145.000	1	Rp145.000
2	ESP32-WROOM-32D	Pcs	Rp75.000	1	Rp75.000
3	Baterai Li-Ion	Pcs	Rp70.000	2	Rp140.000

No.	Item	Satuan	Harga Satuan	Jumlah	Harga Total
4	LM2596 DC-DC	Pcs	Rp7.000	1	Rp7.000
5	LCD 20x4	Pcs	Rp75.000	1	Rp75.000
6	Jasa Cetak 3D Cover	Pcs	Rp300.000	1	Rp300.000
7	Adaptor 8 V	Pcs	Rp15.900	1	Rp15.900
Total Belanja					Rp757,900

3.1.3 Analisis Risiko Desain 1

Dalam usulan pertama yang mengusulkan penggunaan satu buah mikrokontroler dalam sistem parkir cerdas, terdapat beberapa risiko yang perlu diperhatikan. Berikut adalah beberapa analisis risiko yang mungkin timbul :

1. Kegagalan Koneksi, Risiko kegagalan koneksi antara mikrokontroller dengan cloud server bisa terjadi karena sistem hanya menggunakan satu buah mikrokontroler yang bertugas sebagai pengolah data input sensor sekaligus pengiriman data menuju server, yang mengakibatkan kesulitan dalam pengiriman data atau pemantauan real-time. Gangguan jaringan atau masalah teknis lainnya bisa menjadi penyebabnya.
2. Kelebihan memori pada mikrokontroler, jika memakai hanya satu mikrokontroler maka proses komputasi yang terjadi untuk sistem parkir akan diproses terlalu banyak pada mikrokontroler sehingga proses komputasi akan cukup lama dan bisa terjadi kelebihan memori pada mikrokontroler dan mengganggu kinerja dari mikrokontroler tersebut.

Untuk mengurangi dampak dari risiko-risiko ini, perlu dilakukan pengujian menyeluruh sebelum implementasi penuh sistem, pemilihan teknologi yang tepat dengan perhatian pada kompatibilitas, serta perencanaan yang matang untuk manajemen risiko dan pemeliharaan sistem.

3.1.4 Pengukuran Performa Desain 1

Untuk mengukur performa dari desain usulan pertama yang melibatkan aplikasi software, sistem penyimpanan server, dan perangkat keras IoT (Internet of Things) dalam sistem parkir

cerdas, beberapa parameter kunci yang dapat digunakan untuk mengevaluasi performa dari solusi ini adalah sebagai berikut:

1. Perbandingan antara sistem parkir cerdas yang baru dibuat dengan sistem parkir cerdas berpaling pintu yang telah ada, bertujuan untuk mengukur efisiensi waktu dalam proses pencarian tempat parkir. Pengukuran dilakukan mulai dari gerbang masuk UII hingga area uji coba parkir. Tujuan dari perbandingan ini adalah untuk menganalisis kinerja dari sistem parkir cerdas yang baru dikembangkan.
2. Penilaian kinerja sistem parkir cerdas dilakukan dengan memantau waktu pembaruan informasi pemesanan tempat parkir terhadap ketersediaan tempat parkir yang sesungguhnya di lapangan. Hal ini bertujuan untuk mengevaluasi seberapa efisien waktu yang dibutuhkan oleh pengguna dalam mendapatkan informasi mengenai ketersediaan parkir dan tingkat keramaian di area parkir.
3. Penilaian performa sistem parkir cerdas dilakukan pada tahap autentikasi pengguna dengan perangkat. Evaluasi ini bertujuan untuk mengukur seberapa efisien sistem parkir cerdas dalam menangani perbaikan dari masalah yang ada pada sistem parkir cerdas saat ini.

Dengan memonitor dan mengevaluasi parameter-parameter di atas, akan memungkinkan untuk membuat penilaian yang lebih baik tentang performa dari desain usulan pertama. Performa yang optimal pada parameter-parameter ini akan menunjukkan bahwa solusi tersebut memiliki kemampuan untuk diimplementasikan dengan baik dalam sistem parkir cerdas.

3.2 Usulan Solusi 2

Usulan kedua dalam pengembangan sistem parkir cerdas adalah mengintegrasikan dua mikrokontroler yang berbeda, yaitu Mikrokontroler Pertama dan Microcontroller Kedua. Pemilihan ini didasarkan pada kebutuhan akan optimalisasi fungsionalitas sistem dalam mengelola proses parkir dengan lebih efisien dan efektif.

Pertama-tama, penggunaan Mikrokontroler pertama diusulkan untuk mengelola keseluruhan fungsionalitas sistem. Arduino diprogram untuk mengontrol operasi-operasi utama yang terkait dengan manajemen parkir, termasuk pengelolaan data, pengaturan sistem, dan

interaksi dengan pengguna melalui layar LCD. Dengan demikian, mikrokontroler pertama bertindak sebagai otak utama dari sistem ini, memastikan pengoperasian yang lancar dan terintegrasi.

Selanjutnya, mikrokontroler kedua dipilih untuk menangani pengiriman data ke cloud server dari hasil pembacaan yang dilakukan oleh mikrokontroler pertama. Mikrokontroler kedua diprogram untuk menerima data dari mikrokontroler pertama melalui koneksi serial antara kedua mikrokontroler ini. Setelah itu, mikrokontroler kedua menggunakan kemampuan koneksi internetnya untuk mengirim data tersebut ke cloud server. Hal ini memungkinkan pemantauan real-time atas status parkir, analisis data, dan penyimpanan informasi yang terkait dengan aktivitas parkir.

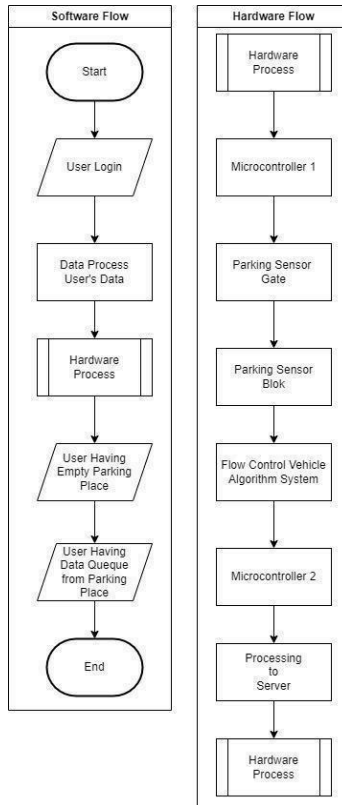
Pilihan kedua ini diambil dengan pertimbangan beberapa faktor penting. Integrasi dua mikrokontroler memungkinkan pembagian tugas yang jelas dan optimal dalam sistem. Mikrokontroler pertama mengurus operasi internal sistem, sementara mikrokontroler kedua bertanggung jawab untuk mengirimkan data ke cloud server, memastikan ketersediaan informasi yang diperlukan untuk analisis dan manajemen jangka panjang.

Dalam perbandingan dengan usulan pertama yang mengadopsi konsep integrasi antara sistem software (aplikasi) dan hardware dengan IoT, usulan kedua menawarkan keunggulan dalam hal spesifikasi teknis dan tugas yang terbagi dengan jelas antara mikrokontroler. Kedua usulan memiliki fokus pada konektivitas dan manajemen data, namun usulan kedua menonjol dengan pemisahan tugas yang lebih spesifik dan mendalam antara mikrokontroler pertama dan mikrokontroler kedua, memastikan kinerja sistem yang lebih teroptimasi dalam pengelolaan parkir.

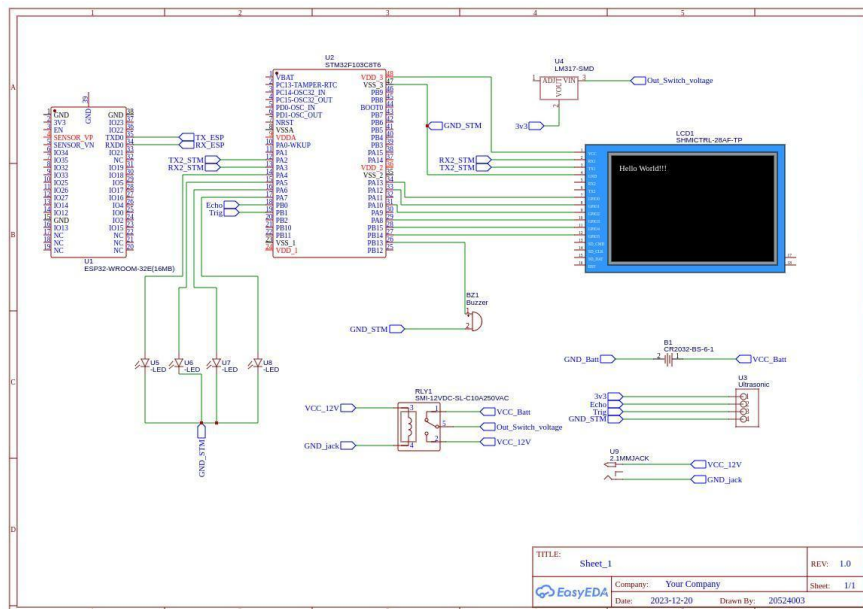
Dengan demikian, usulan kedua dengan penggunaan mikrokontroler pertama dan mikrokontroler kedua sebagai inti dari sistem parkir cerdas ini dipilih untuk memberikan kinerja yang lebih unggul dalam hal efisiensi, pengelolaan data, dan ketersediaan informasi real-time yang diperlukan dalam konteks multi lane free flow pada sistem parkir cerdas yang diusulkan.

3.2.1 Desain Sistem 2

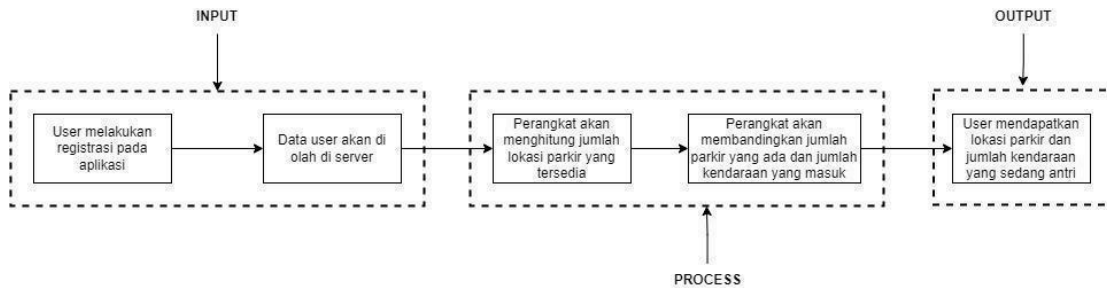
Pada perancangan Desain sistem 2 terdapat sistem kerja sesuai dengan diagram alir pada gambar 3.6, rangkaian elektrik pada gambar 3.7, dan sistem data input-proses-output pada gambar 3.8.



Gambar 3.6 Diagram alir pada desain sistem kedua



Gambar 3.7 Skematik elektrik dari desain 2



Gambar 3.8 Diagram blok input proses output

Untuk usulan kedua dalam pengembangan sistem parkir cerdas dengan penggunaan mikrokontroler pertama dan mikrokontroler kedua sebagai inti sistem.

Diagram alir untuk usulan kedua menyoroti integrasi antara dua mikrokontroler yang berperan penting dalam pengelolaan sistem parkir cerdas. Proses dimulai dengan mikrokontroler pertama sebagai otak utama sistem yang mengontrol keseluruhan fungsionalitas. Mikrokontroler pertama bertanggung jawab atas manajemen data parkir pada pembacaan sensor.

Kemudian, hasil pembacaan dan data yang diolah oleh mikrokontroler pertama dikirimkan ke mikrokontroler kedua melalui koneksi serial. Mikrokontroler kedua berperan sebagai perangkat yang bertugas mengirimkan data yang telah dikumpulkan ke cloud server. Proses ini memungkinkan informasi terkait parkir, seperti status tempat parkir, ketersediaan, dan aktivitas pengguna, untuk diakses secara real-time melalui cloud server.

Sistem ini mengusung konsep kolaborasi antara mikrokontroler pertama dan mikrokontroler kedua, memungkinkan pengelolaan yang terstruktur dan terkoordinasi dari mulai pengumpulan data internal hingga penyimpanan dan analisis data secara eksternal di cloud server. Integrasi kedua mikrokontroler ini memungkinkan sistem untuk memberikan informasi yang lebih akurat dan *up-to-date* kepada pengguna, serta memudahkan manajemen parkir secara keseluruhan.

Dengan demikian, diagram alir untuk usulan kedua menunjukkan proses yang terintegrasi antara mikrokontroler pertama dan mikrokontroler kedua dalam mengelola dan mengirimkan data secara efisien, yang pada akhirnya memberikan kemampuan sistem yang lebih canggih dalam mengatur dan memantau parkir, serta memberikan akses informasi yang lebih lengkap dan real-time kepada pengguna.

Untuk dapat memenuhi usulan sistem tersebut, maka diperlukan inventarisasi kebutuhan sistem perangkat keras. Tabel 3.3. memperlihatkan kebutuhan sistem sesuai usulan dan spesifikasi yang dibutuhkan.

Tabel 3.3 Inventarisasi kebutuhan usulan sistem perangkat keras

No	Nama Alat	Keterangan
1	Device Hardware	Device yang ada di setiap blok parkir untuk satu buah kendaraan mobil dengan desain cover menutupi sistem elektronis. Untuk design sendiri digunakan pencetakan dengan 3D Printing yang menggunakan tipe filament ABS.
2	Mikrokontroler	Penggunaan Mikrokontroler ini karena sistem elektronis yang digunakan akan mengambil data dari firebase yang nantinya akan mengirimkan kode token yang sudah di <i>generate</i> dan menjadi input untuk aplikasi pada pihak user.
3	Baterai	Baterai digunakan sebagai cadangan apabila terdapat pemadaman listrik, untuk desain sistem baterai yang digunakan adalah dengan menggunakan baterai Lithium Ion dengan beberapa rangkaian agar menyesuaikan dengan kebutuhan.
4	Router Wifi	Router yang memiliki koneksi internet dan dapat memancarkan sinyal wifi untuk dapat mengirimkan data yang bersumber dari device hardware yang ada di parkir mobil.

3.2.2 Rencana Anggaran Desain 2

Tabel 3.3 Rancangan Anggaran Desain 2

No.	Item	Satuan	Harga Satuan	Jumlah	Harga Total
1	Modul Sensor Ultrasonic	Pes	Rp53,000	10	Rp530,000
2	ESP32-WROOM-32D	Pes	Rp75,000	10	Rp750,000
3	Baterai Li-Ion	Pes	Rp70,000	20	Rp700,000
4	LM2596 DC-DC	Pes	Rp7,000	10	Rp70,000
5	LCD 20x4	Pes	Rp75,000	10	Rp75,000
6	Jasa Cetak 3D Cover	Pes	Rp300,000	1	Rp300,000
7	Adaptor 12 V	Pes	Rp15,900	10	Rp159,000

No.	Item	Satuan	Harga Satuan	Jumlah	Harga Total
8	Arduino Nano	Pcs	Rp33,500	10	Rp335,000
9	Nextion NX4832T035 3,5 Inch	Pcs	Rp800,000	1	Rp800,000
10	BMS 3S	Pcs	Rp15,000	10	Rp150,000
Total Belanja					Rp4,544,000

3.2.3 Analisis Risiko Desain 2

Dalam usulan kedua yang mengusulkan penggunaan Mikrokontroler pertama dan Mikrokontroler kedua dalam sistem parkir cerdas, terdapat beberapa risiko yang perlu diperhatikan. Berikut adalah beberapa analisis risiko yang mungkin timbul :

1. Kesulitan Integrasi, Terdapat risiko kesulitan dalam mengintegrasikan dua mikrokontroller, mikrokontroler pertama dan mikrokontroler kedua, terutama dalam hal kompatibilitas dan pengiriman data antara keduanya. Hal ini dapat menyebabkan penundaan dalam pengembangan sistem atau bahkan kegagalan integrasi jika tidak ditangani dengan baik.
2. Harga Lebih Mahal, Usulan risiko dua memakan biaya yang lebih mahal, dikarenakan pada usulan kedua menggunakan beberapa komponen tambahan dan dua mikrokontroller.

Untuk mengurangi dampak dari risiko-risiko ini, perlu dilakukan pengujian menyeluruh sebelum implementasi penuh sistem, pemilihan teknologi yang tepat dengan perhatian pada kompatibilitas, serta perencanaan yang matang untuk manajemen risiko dan pemeliharaan sistem.

3.2.4 Pengukuran Performa Desain 2

Untuk mengukur performa dari desain usulan kedua dalam sistem parkir cerdas, ada beberapa parameter kunci yang bisa digunakan sebagai indikator kinerja. Berikut adalah beberapa parameter yang dapat digunakan untuk mengukur performa dari solusi ini:

1. Perbandingan antara sistem parkir cerdas yang baru dibuat dengan sistem parkir cerdas berpalang pintu yang telah ada, bertujuan untuk mengukur efisiensi waktu dalam proses pencarian tempat parkir. Pengukuran dilakukan mulai dari gerbang masuk UII hingga

area uji coba parkir. Tujuan dari perbandingan ini adalah untuk menganalisis kinerja dari sistem parkir cerdas yang baru dikembangkan.

2. Penilaian kinerja sistem parkir cerdas dilakukan dengan memantau waktu pembaruan informasi pemesanan tempat parkir terhadap ketersediaan tempat parkir yang sesungguhnya di lapangan. Hal ini bertujuan untuk mengevaluasi seberapa efisien waktu yang dibutuhkan oleh pengguna dalam mendapatkan informasi mengenai ketersediaan parkir dan tingkat keramaian di area parkir.
3. Penilaian performa sistem parkir cerdas dilakukan pada tahap autentikasi pengguna dengan perangkat. Evaluasi ini bertujuan untuk mengukur seberapa efisien sistem parkir cerdas dalam menangani perbaikan dari masalah yang ada pada sistem parkir cerdas saat ini.

3.3 Analisis dan Penentuan Usulan Solusi/Desain Terbaik

Untuk menentukan usulan desain terbaik kami menggunakan *decision matrix* sebagai acuan untuk melakukan implementasi pada desain atau tidak. Pada tabel 3.4 dapat terlihat beberapa parameter untuk pengambilan keputusan dari desain 1 atau desain 2 yang nantinya akan diimplementasi.

Table 3.3 *Decision Matrix* untuk mengambil keputusan implementasi desain 1 dan desain 2.

Parameter Penentuan Desain	Bobot Nilai	Desain 1	Desain 2
		Rating	Rating
Waktu komputasi data pada untuk mengetahui lahan yang kosong	50	2	5
Kompleksitas sistem yang digunakan pada bagian <i>hardware</i>	30	4	2
Harga <i>device</i> untuk penunjang sistem parkir diluar dari harga <i>software development</i>	20	4	1
Total	100	300	330

Usulan terbaik yang diajukan adalah usulan kedua yang melibatkan penggunaan mikrokontroler tambahan yang terintegrasi dengan mikrokontroler 1 dalam desain sistem parkir

cerdas. Alasan pendukung lainnya mengapa usulan kedua dianggap sebagai pilihan terbaik antara kedua usulan adalah sebagai berikut:

1. Kinerja yang Terintegrasi, Usulan kedua menawarkan integrasi yang kuat antara mikrokontroler pertama dan mikrokontroler kedua. Penggunaan dua mikrokontroller ini memungkinkan pemisahan tugas yang jelas dan optimal dalam pengelolaan sistem. Dengan mikrokontroler pertama mengontrol operasi-inti dan mikrokontroler kedua bertanggung jawab atas pengiriman data ke cloud server, sistem dapat berjalan secara efisien dan terintegrasi.
2. Konektivitas yang Kuat, Dengan mikrokontroler kedua yang dirancang untuk mengirimkan data ke cloud server, sistem ini menawarkan koneksi yang kuat dan memungkinkan akses informasi secara real-time. Hal ini memperluas jangkauan dan kegunaan sistem dalam memantau status parkir.
3. Dukungan Terhadap Analisis Data, Melalui pengiriman data ke cloud server, sistem ini memfasilitasi analisis data yang lebih mendalam dan pemantauan yang akurat terhadap aktivitas parkir. Ini memberikan keunggulan dalam pengambilan keputusan berdasarkan data yang relevan.
4. Skalabilitas, Dengan desain yang terintegrasi, usulan kedua memiliki potensi untuk dapat diperluas dan disesuaikan dengan kebutuhan yang lebih besar. Kemampuan untuk meningkatkan kapasitas dan area cakupan parkir adalah keunggulan tambahan dari solusi ini.
5. Pemisahan Tugas yang Jelas, mikrokontroler pertama sebagai otak utama sistem dengan fokus pada manajemen internal dan interaksi dengan pengguna, sementara mikrokontroler kedua mengelola pengiriman data ke cloud server. Pemisahan tugas yang jelas ini memungkinkan fokus yang lebih baik pada tugas masing-masing komponen.

Oleh karena itu, usulan kedua dianggap sebagai pilihan terbaik karena kemampuan integrasi yang kuat, konektivitas yang handal, dukungan analisis data yang lebih baik, serta potensi skalabilitas yang diberikannya. Usulan ini memberikan fondasi yang solid untuk pengembangan sistem parkir cerdas yang efisien, andal, dan mampu bersaing dengan kebutuhan yang ada.

3.4 Gantt Chart

Tabel 3.4 Gantt chart pelaksanaan Capstone Project sistem SOSIMON

No.	Kegiatan/Capaian	Bulan ke -									
		2023				2024					
		Sep	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun
1	Identifikasi dan survei terkait masalah	H	H								
2	Mencari literatur dan informasi untuk kebutuhan dan spesifikasi sistem	A	A	A							
3	Mengumpulkan seluruh ide solusi dan finalisasi usulan perancangan sistem serta melakukan manajemen dan rancangan belanja			A,H	A,H						
4	Pengumpulan proposal Tugas Akhir 1/Capstone Project dan seminar				A,H						
5	Pembelian alat dan bahan untuk perancangan sistem parkir					A,H					
6	Finalisasi Desain PCB untuk implementasi di device pada sistem parkir					A,H	A,H				
7	Perancangan sistem dan perakitan komponen						A,H	A,H			

No.	Kegiatan/Capaian	Bulan ke -									
		2023				2024					
		Sep	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun
8	Perancangan <i>coding</i> dan beberapa logika pemrograman untuk sistem parkir pada mikrokontroler						A,H	A,H			
9	Pengembangan <i>Interface</i> untuk aplikasi sistem parkir						A,H	A,H	A,H		
10	Testing, Validasi sistem, dan <i>debugging</i> sistem								A,H	A,H	
11	Expo dan pengumpulan laporan akhir										A,H

Ket. : PIC – *Person in Charge* (Pihak yang bertanggung untuk kegiatan tersebut) A : Aviv , H : Haikal

3.5 Realisasi Pelaksanaan Tugas Akhir 1

Tuliskan aktivitas secara detail dan pelaksanaan dalam pembuatan laporan TA 1 ini berdasarkan *timeline* pada *Gantt chart* beserta peran dari masing-masing anggota seperti contoh pada Tabel 3.5. Tuliskan kendala yang dihadapi dalam pengerjaan TA 1 di sub bab ini.

Tabel 3.5 Realisasi aktivitas pelaksanaan tugas akhir 1

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
1	Jumat 01 September 2023 - Jumat 08 September 2023, 1 minggu	Penyusunan Ide dan Brainstorming dengan dosen pembimbing	Haikal Rivaldi Aviv Sabilal

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
2	Jumat 08 September 2023 - Jumat 15 September 2023, 1 minggu	Brainstorming ide ke stakeholder	Haikal Rivaldi Aviv Sabilal
3	Jumat 08 September 2023 - Jumat 15 September 2023, 1 minggu	Perumusan Masalah dan Pemecahan Solusi	Haikal Rivaldi Aviv Sabilal
4	Jumat 15 September 2023 - Jumat 22 September 2023, 1 minggu	Survei Lokasi	Haikal Rivaldi Aviv Sabilal
5	Jumat 22 September 2023 - Jumat 29 September 2023, 1 minggu	Penyusunan Pendahuluan	Haikal Rivaldi Aviv Sabilal
6	Jumat 29 September 2023 - Jumat 06 Oktober 2023, 1 minggu	Penyusunan Rumusan Masalah dan Batasan Masalah	Haikal Rivaldi Aviv Sabilal
7	Jumat 06 Oktober 2023 - Jumat 13 Oktober 2023, 1 minggu	Penyusunan Tujuan	Haikal Rivaldi Aviv Sabilal
8	Jumat 06 Oktober 2023 - Jumat 20 Oktober 2023, 1 minggu	Penyusunan Studi Literatur	Haikal Rivaldi Aviv Sabilal
9	Jumat 20 Oktober 2023 - Jumat 27 Oktober 2023, 1 minggu	Penyusunan Analisa kebutuhan Stakeholder	Haikal Rivaldi Aviv Sabilal

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
10	Jumat 27 Oktober 2023 - Jumat 03 November 2023, 1 minggu	Penyusunan Spesifikasi Sistem	Haikal Rivaldi Aviv Sabilal
11	Jumat 03 November 2023 - Jumat 10 November 2023, 1 minggu	Perancangan Mekanisme Kerja Alat	Haikal Rivaldi Aviv Sabilal
12	Jumat 03 November 2023 - Jumat 10 November 2023, 1 minggu	Pembuatan Desain Diagram Alir Desain Sistem 1 dan Desain Sistem 2	Haikal Rivaldi Aviv Sabilal
13	Jumat 10 November 2023 - Jumat 17 November 2023, 1 minggu	Pembuatan Desain Diagram Blok Mekanisme Kerja Desain Sistem 1 dan Desain Sistem 2	Haikal Rivaldi Aviv Sabilal
14	Jumat 17 November 2023 - Jumat 24 November 2023, 1 minggu	Penyusunan Desain Sistem Alat 1 dan Desain Sistem Alat 2	Haikal Rivaldi Aviv Sabilal
15	Jumat 24 November 2023 - Jumat 01 Desember 2023, 1 minggu	Penyusunan Analisa Risiko Desain 1 dan Desain 2	Haikal Rivaldi Aviv Sabilal
16	Jumat 01 Desember 2023 - Jumat 08 Desember 2023, 1 minggu	Penyusunan Performa Desain Sistem 1 dan Desain 2	Haikal Rivaldi Aviv Sabilal
17	Jumat 08 Desember 2023 - Jumat 15 Desember 2023, 1 minggu	Penyusunan Uji Performa Desain Sistem Alat 1 dan Desain Sistem Alat 2	Haikal Rivaldi Aviv Sabilal

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
18	Jumat 15 Desember 2023 - Jumat 22 Desember 2023, 1 minggu	Revisi dan Finalisasi Proposal Tugas Akhir 1	Haikal Rivaldi Aviv Sabilal

BAB 4. HASIL RANCANGAN DAN METODE PENGUKURAN

4.1 Hasil Rancangan Sistem

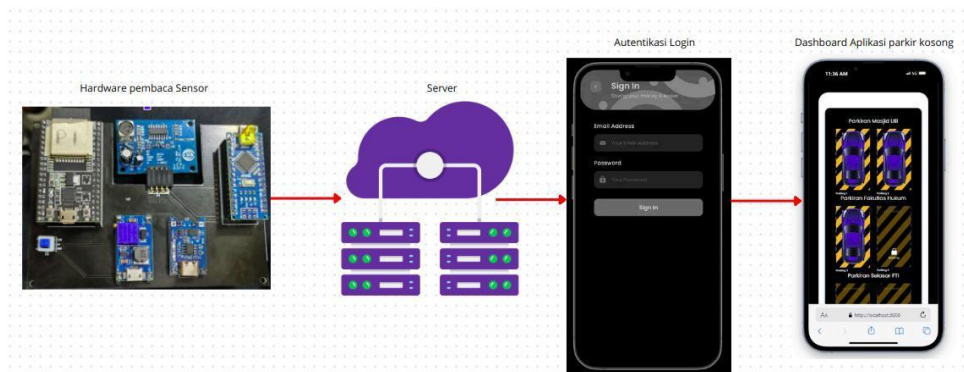
Hasil Rancangan pada sistem parkir cerdas adalah menggunakan 2 jenis sistem yaitu sistem *Hardware* dan juga *interface* berbasis website yang dapat diakses oleh user untuk mencari tempat parkir.

4.1.1 Desain Sistem Parkir Secara Umum

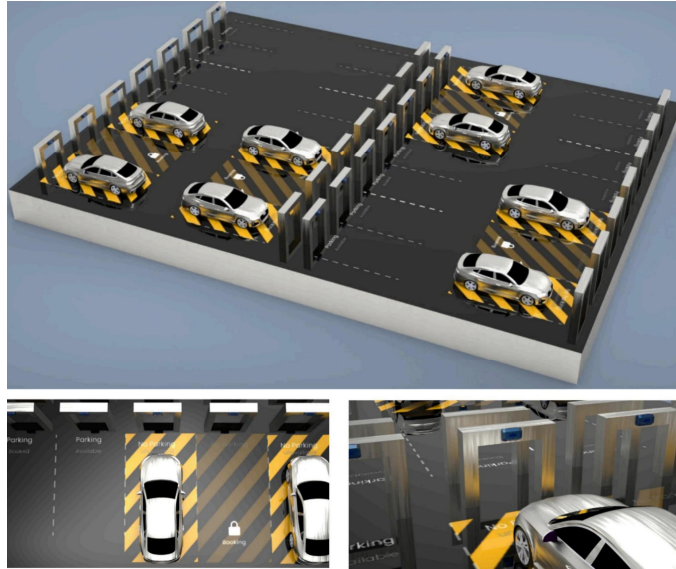


Gambar 4.1 Blok diagram dari sistem parkir cerdas secara umum.

General design dari system parking meliputi 3 proses utama yaitu input data, processing dan output sesuai dengan gambar 4.1 . Proses ini melibatkan masukan data dari sensor kemudian data tersebut akan di proses di dalam mikrokontroler. Setelah pemrosesan terjadi maka data akan di kirim ke firebase server. Selanjutnya setelah data berhasil dikirim, data akan diambil oleh *mobile app* atau *website* untuk ditampilkan pada *user interface*. Dari rancangan proses telah tervisualisasi pada gambar 4.2 untuk memperjelas proses kerja sistem. Untuk *layout* peletakan perangkat *Hardware* nantinya akan diletakan di setiap tempat parkir untuk masing-masing satu buah kendaraan mobil sesuai gambar 4.3.



Gambar 4.2 Cara Kerja Sistem

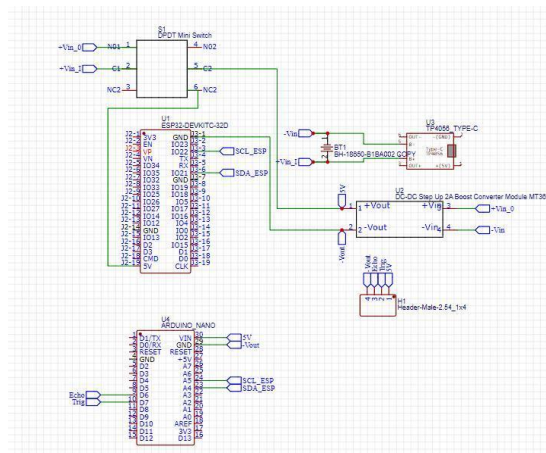


Gambar 4.3 Layout Parkir untuk peletakan sistem

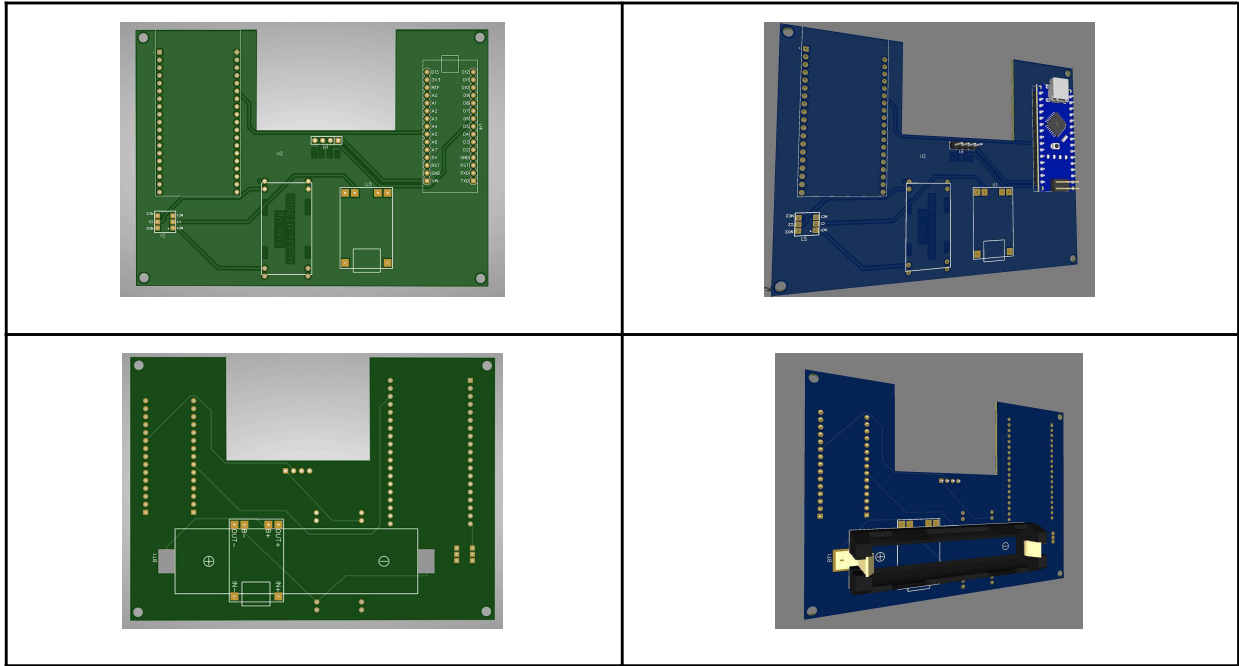
4.1.2 Sistem perangkat keras

4.1.2.1 Skematik elektrik dan desain PCB

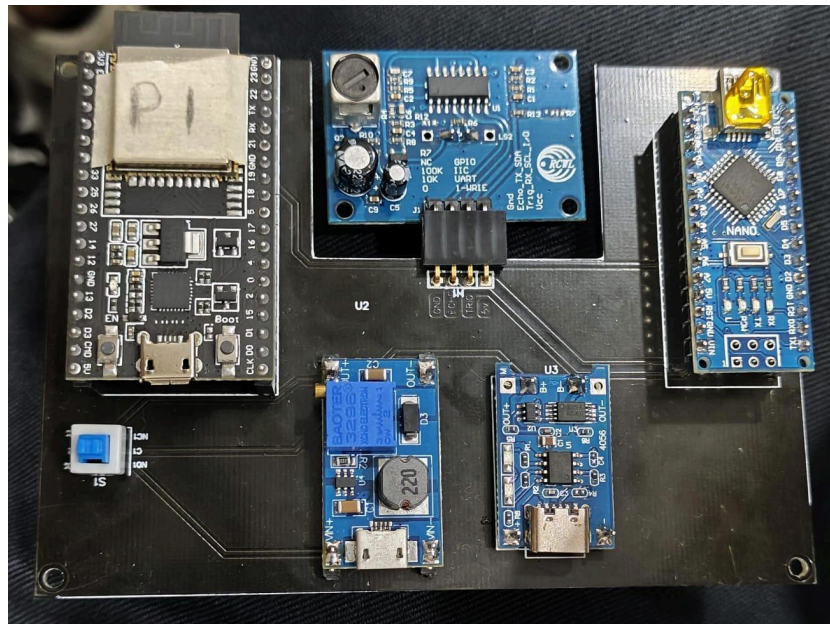
Pada desain perangkat keras terancang sesuai dengan skematik pada gambar 4.4. Kemudian untuk bentuk PCB dapat dilihat pada gambar 4.5. Untuk sistem parkir memiliki 3 komponen utama, yaitu mikrokontroler untuk pemrosesan data sensor, kedua mikrokontroler untuk menangani sistem pengiriman data ke server dan komponen terakhir adalah modul power sistem sebagai power supply pada perangkat sesuai dengan Gambar 4.6.



Gambar 4.4 Skematik sistem *hardware* parkir cerdas.

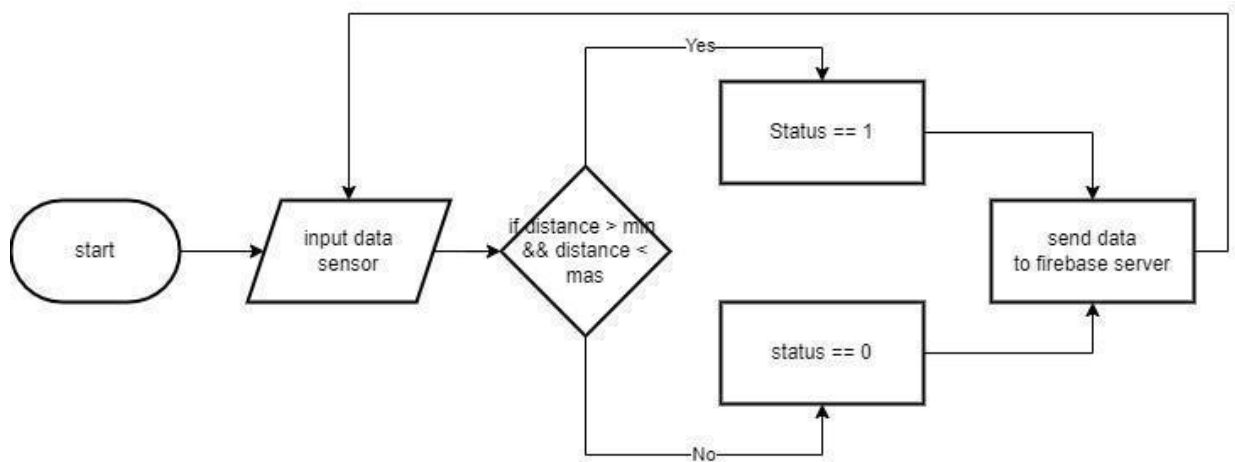


Gambar 4.5 PCB sistem parkir cerdas.



Gambar 4.6 Hasil implementasi rancangan PCB untuk 10 hardware.

4.1.2.2 Algoritma sistem perangkat keras

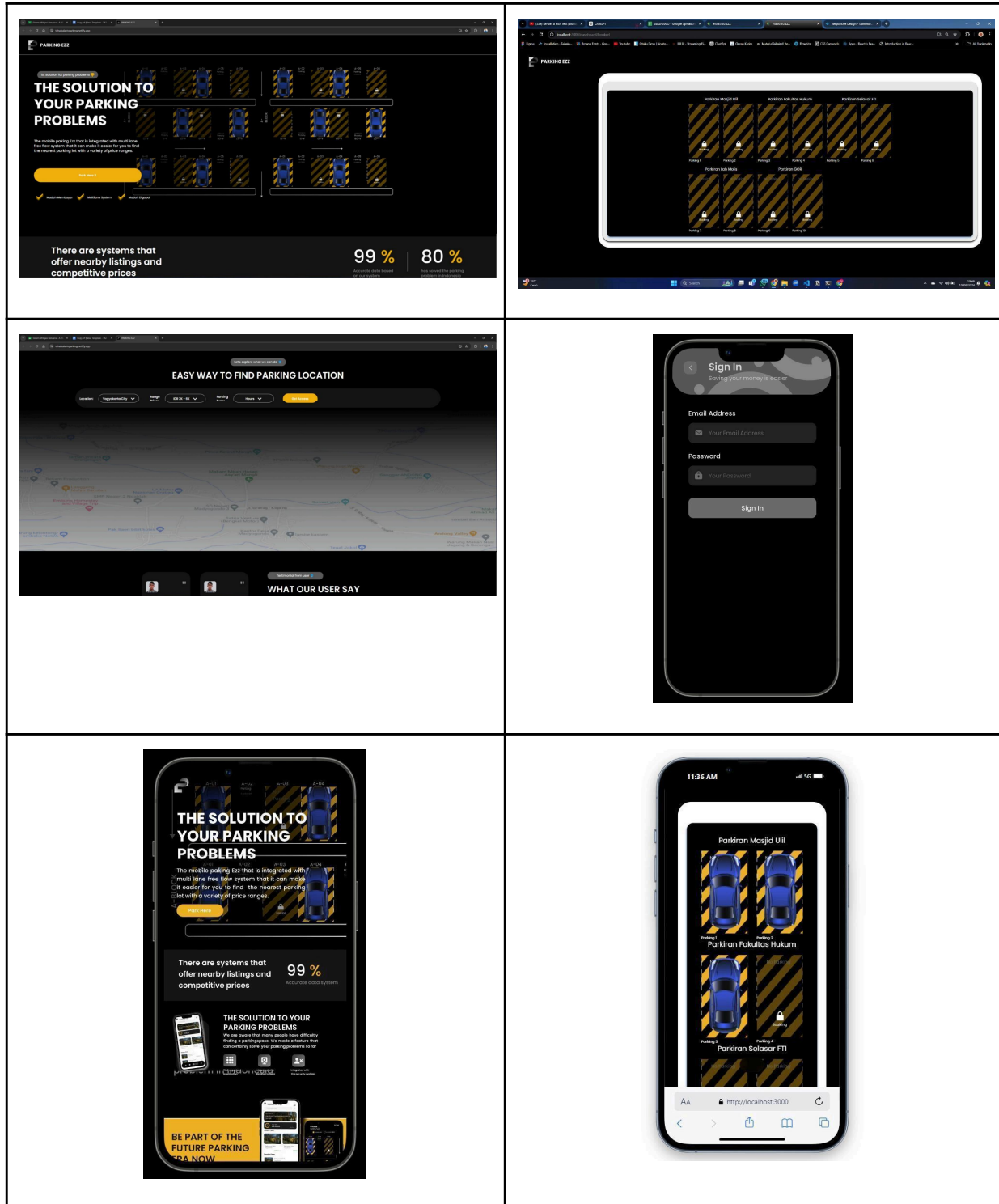


Gambar 4.7 Flowchart algoritma sistem perangkat keras

Pada algoritma di sisi perangkat keras pada gambar 4.7 memiliki beberapa proses, sensor *ultrasonic* yang digunakan akan dibaca oleh mikrokontroler untuk mendapatkan jarak dari sensor ke pada mobil yang dideteksi, kemudian setelah data itu didapatkan maka data itu diproses menjadi status. Status 1 menandakan terdeteksinya mobil pada sensor dan status 0 menandakan tidak terdeteksinya mobil oleh sensor. Setelah pengolahan logika tersebut, maka data tersebut akan dikirim kepada mikrokontroler ESP32 menggunakan protocol *wire I2C* . Data yang didapatkan dari mikrokontroler arduino nano akan dikirimkan ke firebase server menggunakan protokol *HTTPS*.

4.1.3 Sistem perangkat lunak

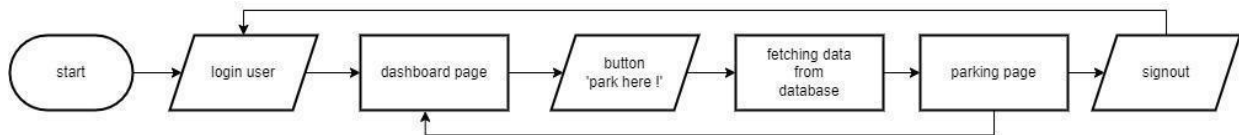
4.1.3.1 Desain user interfaces website dan mobile apps



Gambar 4.8 User Interface yang ada pada website

Desain website aplikasi dapat terlihat pada gambar 4.8 yang mempunyai 3 fungsi utama yaitu halaman login dan logout, halaman dashboard dan halaman informasi parkir. Pada desain dan implementasi kode, sistem parkir ini menggunakan beberapa tools. Tools untuk desain sistem menggunakan figma, kemudian untuk pemrograman bagian *frontend*, sistem menggunakan *framework reactjs* dan untuk *backend* menggunakan *framework node js*.

4.1.3.2 Algoritma pada sistem *software*

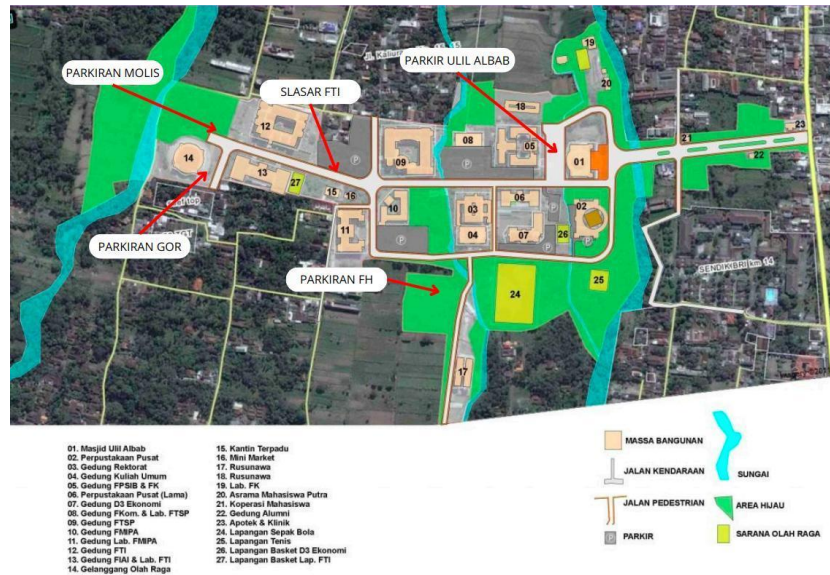


Gambar 4.9 *Flowchart* algoritma sistem perangkat lunak.

Pada sistem parkir untuk alur kerja sistem terdapat pada *Flowchart* pada gambar 4.9, pertama pengguna akan mengakses halaman login, kemudian ketika berhasil maka pengguna akan diarahkan ke halaman home, setelah itu pengguna bisa akses informasi tempat parkir dengan mengakses tombol bertulisan “park here !”.

A4.2 Metode pengukuran kinerja hasil perancangan

Metode pengujian dan pengukuran untuk memverifikasi kinerja dari perancangan alat kami adalah dengan menguji coba alat tersebut di keadaan nyata, dimana uji coba tersebut kami melakukannya dengan beberapa skenario parkir agar alat tersebut dapat merepresentasikan membenahi permasalahan yang sudah ada. Tahap pengujian dibagi menjadi 10 skenario dengan 40 kali pengambilan sampel data dengan orang yang berbeda-beda serta jenis skenario yang berbeda. Berikut adalah hasil mapping skenario yang telah kami buat. Kemudian akan terdapat 4 partisipan untuk menguji 10 skenario yang berbeda, dengan menguji partisipan untuk mencari tempat parkir dengan menggunakan sistem parkir cerdas dan mencari tempat parkir tanpa menggunakan sistem parkir cerdas.



Gambar 4.10 Peta Pengujian di UII

Tabel 4.1 Skenario Pengujian yang dibagi kedalam 5 tempat

Tempat Parkir		Parkir Masjid Ulil		Parkiran FH		Selasar FTI		Lab Molis		Parkir GOR	
No Skenario	Skenario	Parkir 1	Parkir 2	Parkir 3	Parkir 4	Parkir 5	Parkir 6	Parkir 7	Parkir 8	Parkir 9	Parkir 10
1	Parkiran sisa 1	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
2	Parkiran sisa 2	Red	Red	Green	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
3	Parkiran sisa 3	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
4	Parkiran sisa 4	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
5	Parkiran sisa 5	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
6	Parkiran sisa 6	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
7	Parkiran sisa 7	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
8	Parkiran sisa 8	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
9	Parkiran sisa 9	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
10	Parkir Kosong Seluruhnya	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green

Pada tabel 4.1 dapat dilihat bahwasannya kolom dengan warna merah adalah representasi dari parkiran yang penuh atau slot parkir penuh dan kolom yang berwarna hijau adalah representasi dari parkiran yang kosong atau tidak ada kendaraan. Skenario yang kami buat adalah menempatkan beberapa titik jenis parkir yang nantinya akan dijadikan objek pengujian, objek lahan parkir yang kami tuju adalah lahan parkir di lima titik yaitu parkiran masjid ulil, parkiran belakang fakultas hukum, parkiran selasar fakultas teknologi industri, parkiran lab mobil listrik

uii dan parkir an GOR sesuai dengan peta pengujian yang ada pada gambar 4.10 . Skema pengujian yaitu dengan menempatkan 2 alat di setiap tempat dengan konfigurasi perubahan status alat sesuai dengan skenario.

Dari skenario diatas yang kami buat, pengujian tersebut berbasis *blind test*, yaitu dengan pengujian random dengan subjek *random*, jadi nantinya pengguna akan diuji dengan dua skenario utama yaitu skenario pengguna dengan aplikasi dan skenario pengguna tanpa aplikasi, dari sini kita akan mengukur seberapa cepat dan efisien aplikasi atau alat kami untuk mengurangi waktu dalam pencarian parkir oleh pengguna.

Data yang diperoleh dari proses pengujian beberapa skenario akan diproses dengan menggunakan metode *Shapiro-Wilk* untuk menguji normalitas apakah data tersebut terdistribusi secara merata atau tidak. Setelah data itu diuji dengan normalitas maka data akan di uji dengan metode non parametrik dengan uji *Wilcoxon* jika data berdistribusi normal dan uji parametrik dengan menggunakan uji *Paired T Test* jika data terdistribusi normal. Pengujian dengan metode ini ditujukan agar penguji dapat melihat apakah usulan solusi dapat memberikan dampak signifikan dalam menyelesaikan masalah.

BAB 5. HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS

5.1. Analisis hasil

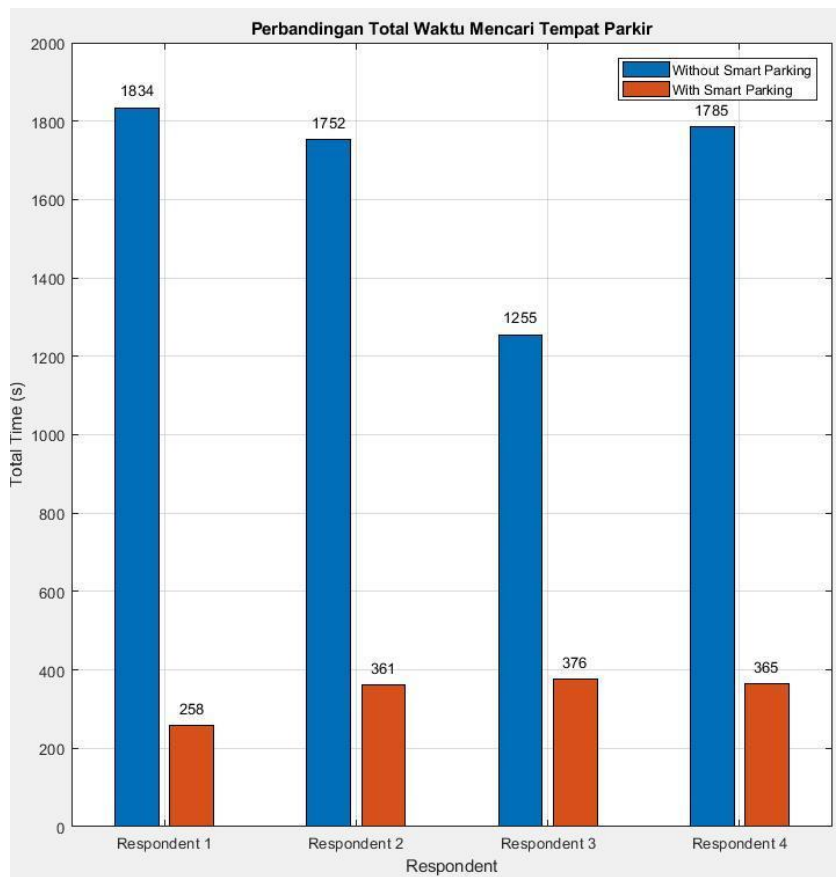
5.1.1 Hasil dan analisis pengujian indikator

Pengujian Indikator dilakukan dengan menggunakan perbandingan antara *user* yang mencari tempat parkir menggunakan sistem parkir cerdas yang telah di desain sebelumnya dan tanpa menggunakan cara konvensional (Pencarian tempat parkir secara mandiri). Data waktu yang sudah didapatkan selanjutnya akan ditulis ke dalam Tabel 5.1 yang berisi data waktu yang menggunakan sistem parkir yang telah dirancang dengan data waktu tanpa menggunakan sistem parkir yang telah dirancang. Proses pengambilan data dilakukan selama 40 kali dengan masing masing 4 responden yang berbeda. Untuk menghindari adanya *learning effect* maka pada setiap percobaan akan dilakukan secara acak di setiap skenario pengujian.

Tabel 5.1 Data perbandingan waktu pencarian tempat parkir

Responden	Skenario	Times(s) Tanpa Sistem Parkir Cerdas	Times(s) Dengan Sistem Parkir Cerdas	Selisih Waktu	Responden	Skenario	Times(s) Tanpa Sistem Parkir Cerdas	Times(s) Dengan Sistem Parkir Cerdas	Selisih Waktu
Responden 1	1	317	22	295	Responden 2	1	325	27	298
	2	239	35	204		2	226	40	186
	3	234	37	197		3	260	40	220
	4	138	23	115		4	183	32	151
	5	273	22	251		5	150	25	125
	6	206	25	181		6	182	30	152
	7	179	25	154		7	104	26	78
	8	95	23	72		8	100	80	20
	9	43	23	20		9	132	32	100
	10	110	23	87		10	90	29	61
Total		1834	258	1576	Total		1752	361	1391
Responden 3	1	142	20	122	Responden 4	1	283	21	262
	2	187	40	147		2	192	53	139
	3	207	43	164		3	410	53	357
	4	161	49	112		4	181	49	132
	5	128	24	104		5	50	23	27
	6	52	28	24		6	182	27	155

Responden	Skenario	Times(s) Tanpa Sistem Parkir Cerdas	Times(s) Dengan Sistem Parkir Cerdas	Selisih Waktu	Responden	Skenario	Times(s) Tanpa Sistem Parkir Cerdas	Times(s) Dengan Sistem Parkir Cerdas	Selisih Waktu
Responden 3	7	77	28	49	Responden 4	7	98	30	68
	8	111	98	13		8	100	60	40
	9	114	23	91		9	141	26	115
	10	76	23	53		10	148	23	125
Total		1255	376	879	Total		1785	365	1420



Gambar 5.1 Grafik Perbandingan waktu dengan menggunakan aplikasi parkir cerdas dan tanpa aplikasi parkir cerdas.

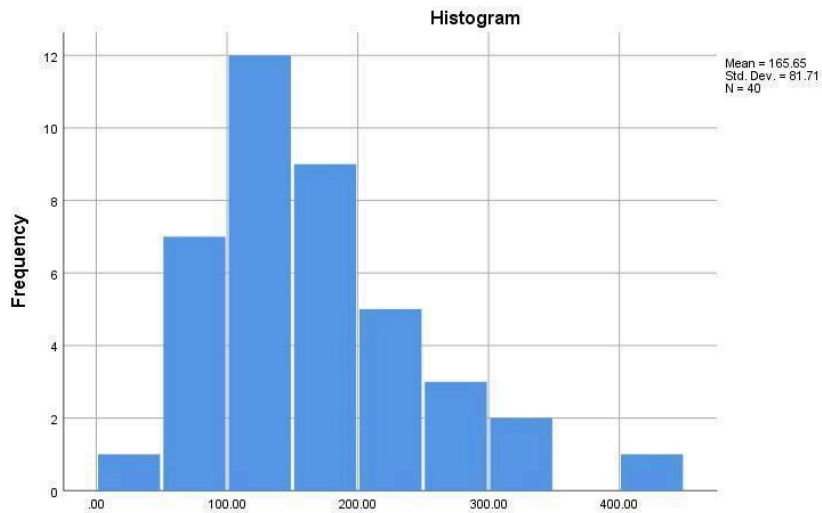
Dari hasil pengujian didapatkan bahwa waktu antar pengguna yang menggunakan sistem parkir yang telah dibuat dan tanpa menggunakan sistem parkir memiliki selisih yang cukup

besar. Terlihat pada responden Daffis total data waktu tanpa menggunakan sistem parkir sebesar 1834 detik, sedangkan data yang menggunakan sistem parkir yang telah dibuat adalah 258 detik. Dari total data waktu memiliki selisih yang cukup besar yaitu 1576 detik pada responden Daffis. Kemudian pada data responden Dimas total data waktu yang menggunakan sistem parkir sebesar 1255 detik, sedangkan data yang menggunakan sistem parkir yang telah dibuat adalah 376 detik. Dari total data waktu pada responden Dimas memiliki selisih 879 detik. Begitupun dengan kedua responden lainnya, yaitu responden Aviv memiliki selisih data waktu sebesar 1420 detik dan responden Haikal sebesar 1391 detik. Hal ini menunjukkan adanya perbedaan waktu yang cukup signifikan sesuai dengan gambar 5.1 . Berdasarkan tabel juga selisih antara skenario dari keempat responden memiliki selisih yang besar. Terdapat juga selisih yang tidak begitu besar pada skenario ke delapan yang ada pada responden dimas, hal ini terjadi karena pada saat pengambilan data yang menggunakan sistem parkir yang telah dibuat terdapat mobil lain sehingga mengakibatkan selisih yang cukup kecil. Tetapi secara umum data yang diambil menyesuaikan dengan keadaan asli pada saat mencari parkir.

Kemudian dilakukan juga pengujian data dengan menggunakan analisis statistik. Analisis data dilakukan dengan menggunakan uji normalitas terlebih dahulu dengan menggunakan Shapiro-Wilk menggunakan aplikasi SPSS. Dari hasil yang didapat pada tabel 5.2 terlihat bahwa nilai signifikansi pada data penggunaan pencarian tempat parkir tanpa menggunakan sistem parkir cerdas lebih dari 0.05, hal ini menunjukkan bahwa data terdistribusi secara normal. Hasil luaran grafik histogram pada Gambar 5.2 juga menampilkan bentuk distribusi data yang terdistribusi secara normal.

Tabel 5.2 Hasil uji normalitas data tanpa menggunakan sistem parkir cerdas

Shapiro-Wilk		
Statistic	df	Sig.
0.946	40	0.055

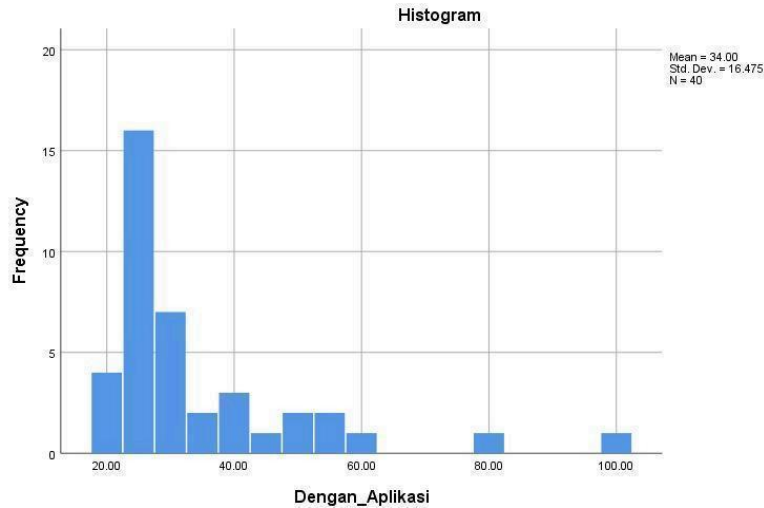


Gambar 5.2 Grafik histogram pada SPSS uji normalitas tanpa menggunakan sistem parkir.

Selanjutnya dilakukan uji normalitas pada data *user* yang menggunakan sistem parkir cerdas untuk mencari tempat parkir. Dari hasil pengujian normalitas pada tabel 5.3 didapatkan bahwa nilai signifikansi kurang dari 0.05 sehingga dapat disimpulkan bahwa data tidak terdistribusi secara normal. Dapat terlihat juga persebaran data yang terlihat pada grafik histogram Gambar 5.3 bahwa data tidak tersebar secara normal dan lebih condong ke arah kiri.

Tabel 5.3 Hasil Uji normalitas data tanpa menggunakan sistem parkir

Shapiro-Wilk		
Statistic	df	Sig.
0.733	40	0.000



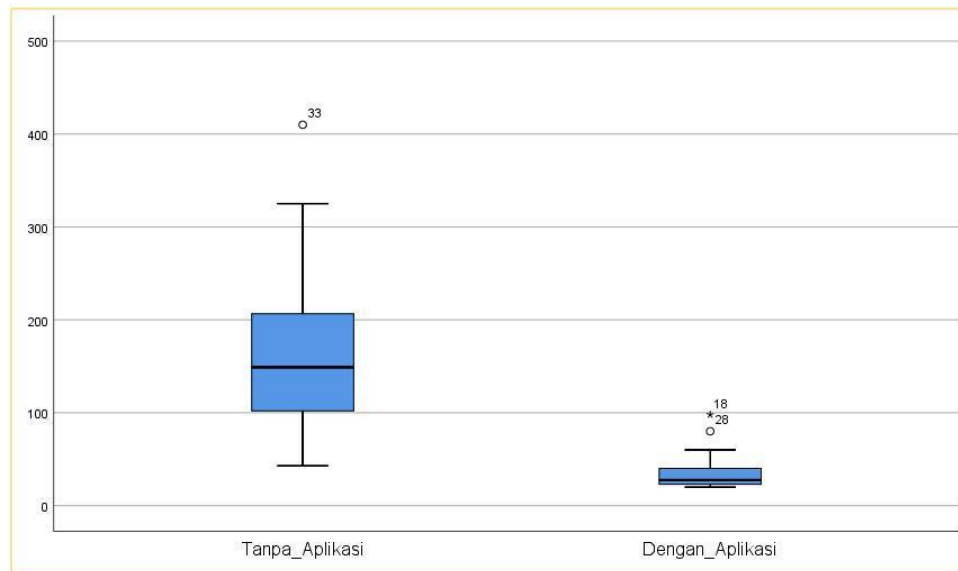
Gambar 5.3 Grafik Histogram pada SPSS uji Normalitas dengan menggunakan sistem parkir cerdas.

Dari hasil pengujian normalitas pada data waktu pencarian tempat parkir tanpa sistem parkir yang dibuat dengan menggunakan sistem parkir yang telah dibuat didapatkan bahwa terdapat data yang tidak terdistribusi secara normal yaitu data waktu pencarian tempat parkir dengan menggunakan sistem parkir sesuai dengan Tabel 5.3 karena signifikansi kurang dari 0,05. Dari gambar 5.3 juga menjelaskan bahwa persebaran data ke arah sebelah kiri yang menunjukkan tidak terdistribusi secara normal. Maka dari hasil yang didapatkan untuk melanjutkan analisis statistik perlu digunakan uji non parametrik dengan menggunakan Uji *wilcoxon* untuk menguji data yang tidak terdistribusi secara normal.

Selanjutnya dengan menggunakan Uji *Wilcoxon* didapatkan bahwa nilai Signifikansi pada perbandingan 2 data sebelumnya adalah 0.000 sesuai dengan Tabel 5.4, yang dapat diambil kesimpulan bahwa sistem yang diuji memiliki dampak yang cukup signifikan karena nilai signifikansi kurang dari 0,05. Gambar 5.4 menunjukkan *box plot* persebaran data dari hasil pengujian yang memberikan kesimpulan bahwa sistem parkir yang telah dikembangkan dapat memberikan kemudahan karena mempersingkat waktu untuk mencari tempat parkir.

Tabel 5.4 Hasil uji *wilcoxon* Dari 2 Data.

	Dengan Aplikasi - Tanpa Aplikasi
Z	-5.511
Asymp. Sig (2-tailed)	0.000



Gambar 5.4 Hasil luaran grafik dari perbandingan persebaran data antara parkir menggunakan sistem parkir cerdas dan menggunakan sistem tanpa parkir cerdas.

Box plot pada gambar 5.4 menggambarkan perbandingan antara sistem parkir cerdas dengan aplikasi dan tanpa menggunakan aplikasi. Pada sumbu vertikal, kita melihat waktu yang diperlukan oleh kendaraan untuk menemukan tempat parkir dalam satuan detik. Sumbu horizontal memisahkan dua kondisi "Tanpa_Aplikasi" dan "Dengan_Aplikasi."

Box plot di bagian kiri mewakili kondisi "Tanpa_Aplikasi." Median waktu yang diperlukan untuk menemukan tempat parkir dalam kondisi ini adalah sekitar 150 detik, yang ditunjukkan oleh garis tebal di dalam kotak. Rentang interkuartil (IQR) menunjukkan distribusi tengah 50% dari data, yang berada antara sekitar 75 detik hingga 225 detik. Whiskers atau garis yang memanjang dari kotak menunjukkan rentang total data yang lebih rendah dari sekitar 25 detik hingga 300 detik. Ada satu outlier pada kondisi ini, yaitu data yang terletak jauh di atas rentang normal, yaitu sekitar 450 detik.

Box plot di bagian kanan mewakili kondisi "Dengan_Aplikasi" Median waktu yang diperlukan untuk menemukan tempat parkir dalam kondisi ini jauh lebih rendah, yaitu sekitar 20 detik. IQR untuk kondisi ini sangat sempit, menunjukkan bahwa 50% dari data terdistribusi antara sekitar 10 detik hingga 30 detik. Whiskers menunjukkan rentang total data dari sekitar 5 detik hingga 50 detik. Terdapat beberapa outlier, tetapi waktu yang diperlukan masih jauh lebih rendah dibandingkan dengan kondisi tanpa aplikasi.

Dari perbandingan ini, terlihat jelas bahwa penggunaan aplikasi dalam sistem parkir cerdas secara signifikan mengurangi waktu yang diperlukan untuk menemukan tempat parkir. Median waktu berkurang drastis dari sekitar 150 detik menjadi hanya 20 detik. Selain itu, distribusi waktu dalam kondisi dengan aplikasi juga lebih konsisten dan sempit, menunjukkan efisiensi yang lebih tinggi dan variabilitas yang lebih rendah dibandingkan tanpa aplikasi. Hal ini menunjukkan bahwa sistem parkir cerdas dengan aplikasi memberikan keuntungan yang besar dalam hal efisiensi dan penghematan waktu bagi pengguna.

Pada Tabel 5.5 menampilkan keluaran dari monitor serial pada ESP32 yang mencatat waktu data setiap 5 detik dan Gambar 5.5 merupakan sampel data yang didapatkan dari luaran *serial monitor* pada ESP32. Data yang tercatat ini menunjukkan bahwa sistem yang telah dibuat berfungsi secara konsisten dengan melakukan pembaruan data secara berkala. Setiap baris dalam tabel merepresentasikan satu pembacaan data yang diambil oleh ESP32 pada interval waktu yang tetap, yaitu setiap 5 detik.

Kolom pertama dan ketiga dalam tabel menunjukkan nomor urut dari setiap pembacaan data, sementara kolom kedua dan keempat menunjukkan cap waktu (timestamp) dari masing-masing pembacaan tersebut. Misalnya, baris pertama menunjukkan data dicatat pada pukul 8:53:15, dan baris kedua menunjukkan data dicatat pada pukul 8:53:20, yaitu 5 detik setelah pembacaan pertama. Pola ini terus berlanjut hingga pembacaan terakhir pada baris ke-40 yang tercatat pada pukul 8:56:30.

Dengan melihat pola ini, kita dapat menyimpulkan bahwa ESP32 melakukan pencatatan data setiap 5 detik secara konsisten tanpa ada jeda atau keterlambatan. Hal ini menunjukkan bahwa sistem monitoring yang Anda buat dapat melakukan pembaruan data secara periodik dan real-time dengan interval waktu yang konsisten. Data yang telah tercatat oleh ESP32 tersebut juga telah terverifikasi dan diperbarui ke server setiap 5 detik, memastikan bahwa informasi yang dikumpulkan selalu up-to-date dan akurat.

Tabel 5.5 Luaran *serial monitor* dari ESP32 saat pengiriman data menuju server.

No	Data Time Stamp	No	Data Time Stamp
1	8:53:15	21	8:54:55
2	8:53:20	22	8:55:00
3	8:53:25	23	8:55:05
4	8:53:30	24	8:55:10

No	Data Time Stamp	No	Data Time Stamp
5	8:53:35	25	8:55:15
6	8:53:40	26	8:55:20
7	8:53:45	27	8:55:25
8	8:53:50	28	8:55:30
9	8:53:55	29	8:55:35
10	8:54:00	30	8:55:40
11	8:54:05	31	8:55:45
12	8:54:10	32	8:55:50
13	8:54:15	33	8:55:55
14	8:54:20	34	8:56:00
15	8:54:25	35	8:56:05
16	8:54:30	36	8:56:10
17	8:54:35	37	8:56:15
18	8:54:40	38	8:56:20
19	8:54:45	39	8:56:25
20	8:54:50	40	8:56:30

<pre> Time Info : Thursday, 27 June 2024, 08:53 Set json... ok Distance received: 82 Distance received: 82 Distance received: 82 time: 1719453195 Thursday, June 27 2024 01:53:15 Day of week: Thursday Month: June Day of Month: 27 Year: 2024 Hour: 01 Hour (12 hour format): 01 Minute: 53 Second: 15 Time variables 01 Thursday 2024 June 27 53 </pre>	<pre> Time Info : Thursday, 27 June 2024, 08:53 Set json... ok Distance received: 82 Distance received: 82 time: 1719453200 Thursday, June 27 2024 01:53:20 Day of week: Thursday Month: June Day of Month: 27 Year: 2024 Hour: 01 Hour (12 hour format): 01 Minute: 53 Second: 20 Time variables 01 Thursday 2024 June 27 53 </pre>
--	--

Gambar 5.5 Luaran *Serial Monitor* pada ESP32 saat pengiriman data menuju server

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan selanjutnya dapat dibandingkan antara sistem yang telah dirancang sebelumnya dengan sistem parkir yang umumnya digunakan pada parkir

yang ada di bandara. Penggunaan sistem yang ada di bandara secara umum dibuat berdasarkan pembacaan sensor ketika mobil masuk dan mobil keluar, tidak ada penampilan tempat parkir yang kosong pada setiap blok parkir untuk setiap satu buah mobil. Sehingga dilakukan perbandingan antara sistem yang sudah ada dengan sistem yang telah dibuat sebelumnya dengan menggunakan *hardware* dan juga *software*.

Kemudian dilakukan uji maksimal dan minimal pengukuran yang dapat dilakukan oleh sensor ultrasonik dengan menggunakan pengujian langsung. Dari hasil pengujian didapatkan luaran berupa tabel 5.6. Sensor yang digunakan mampu mendeteksi mobil dengan jarak minimal sebesar 20 cm dan jarak maksimal 380 cm, jika lebih dari jarak 400 cm sensor akan sulit untuk mendeteksi mobil. Sensor ini memiliki spesifikasi secara umum dimana pembacaannya memiliki rentang diantara 20 cm hingga 400 cm dari luaran pada tabel 5.6 sensor. Sehingga untuk jarak minimal untuk sensor dapat mendeteksi kendaraan dengan jarak aman adalah sebesar 60 cm untuk jarak minimal dan 300 cm untuk jarak maksimal.

Gambar 5.6 Hasil Pengujian pengukuran maksimal dari sensor Ultrasonik dengan tipe JSN-SR04T

No.	Jarak Ukur (cm)	Luaran Serial Monitor (cm)
1	Kurang dari 20	20
2	20	19
3	40	44
4	60	61
5	80	81
6	100	102
7	120	126
8	140	144
9	160	163
10	180	186
11	200	206
12	220	222
13	240	248
14	260	265

No.	Jarak Ukur (cm)	Luaran Serial Monitor (cm)
15	280	282
16	300	304
17	320	319
18	340	346
19	360	366
20	380	398
21	400	820

Berikut merupakan perbandingan performa antara sistem yang telah dibuat dengan sistem lainnya pada tabel 5.7 .

Tabel 5.7 Perbandingan performa antara sistem yang dibuat dengan sistem lain

No	Fitur/Komponen	Sistem yang dibuat	Sistem Parkir Bandara
1	Kompleksitas Sistem	Sistem lebih rumit karena harus ada <i>hardware</i> di setiap blok parkir	Sistem lebih sederhana karena hanya memerlukan pembacaan sensor pada saat masuk dan keluar di parkir bandara
2	Keinformatifan Sistem	Sistem Lebih Informatif karena terdapat <i>User Interface</i> untuk melihat tempat parkir yang masih kosong dengan lebih spesifik.	Sistem hanya memberikan informasi berapa jumlah kendaraan yang masuk dan keluar di tempat parkir
3	Harga Sistem	Harga sistem jauh lebih mahal dikarenakan sistem akan selalu membutuhkan <i>Hardware</i> di setiap blok parkir	Harga sistem lebih murah karena hanya dipasangkan sensor untuk pendeteksi kendaraan masuk dan keluar.

5.1.2 Pemenuhan spesifikasi sistem

Pada bagian Tabel 5.8 dilakukan perbandingan antara rancangan sistem berdasarkan usulan dan juga realisasi dari hasil perancangan. Tujuan dilakukannya perbandingan ini adalah untuk menjawab spesifikasi yang telah diusulkan telah sesuai.

Tabel 5.8 Perbandingan usulan dan hasil perancangan sistem

No	Spesifikasi	Usulan	Realisasi
1	Sistem Smart Parking	Terdiri dari <i>Software</i> dan <i>Hardware</i> .	Terdiri dari <i>Software</i> dan <i>Hardware</i> .
2	Sistem <i>hardware</i> bekerja pada satu buah mobil	Pada perancangan sistem <i>Hardware</i> di desain untuk satu buah kendaraan mobil untuk satu tempat parkir	Pada perancangan sistem <i>Hardware</i> di desain untuk satu buah kendaraan mobil untuk satu tempat parkir
3	<i>User Interface</i> untuk mengetahui Ketersediaan Tempat Parkir yang masih kosong.	Terdiri dari login page, visualisasi tempat parkir tersedia atau masih kosong.	Terdiri dari login page, visualisasi tempat parkir tersedia atau masih kosong.
4	Aplikasi berbasis Web	Diakses Melalui Browser dalam bentuk <i>Desktop</i> maupun <i>Mobile</i>	Diakses Melalui Browser dalam bentuk <i>Desktop</i> maupun <i>Mobile</i>
5	Kecepatan Interval Pengiriman Data	Pengiriman data kurang dari 1 menit	Data terkirim ke server setiap interval 5 detik

No	Spesifikasi	Usulan	Realisasi
6	Sistem autentikasi pengguna	Sistem membutuhkan login agar dapat mengakses aplikasi parkir	Sistem membutuhkan login agar dapat mengakses aplikasi parkir

5.1.3 Pengalaman pengguna

Berikut merupakan beberapa evaluasi terkait sistem parkir cerdas setelah dilakukan uji coba pada beberapa *User* pada tabel 5.9 .

Tabel 5.9 Pengalaman Pengguna

No	Fitur/Komponen	Capaian	Aksi/Perbaikan
1	Fungsi	Fungsi sistem sebagai pemberi informasi terkait parkir yang ditampilkan melalui aplikasi sudah berjalan dengan baik.	Dipertahankan
2	Kemudahan	Pengoperasian <i>apps</i> dapat diakses melalui <i>Web Browser</i> yang dapat digunakan dalam bentuk tampilan <i>desktop</i> ataupun <i>mobile phone</i> .	Dipertahankan
3	Keamanan	Keamanan data sudah cukup baik karena perlu <i>login</i> sebelum melihat data.	Dipertahankan
4	Desain <i>Hardware</i>	Masih dalam tahap <i>Prototype</i> dan belum dapat digunakan pada tempat parkir dengan <i>layout</i> atau bentuk tanpa adanya penahan sensor ultrasonic.	Perlu adanya perencanaan ulang agar dapat digunakan di berbagai kondisi <i>layout</i> tempat parkir.
5	Desain <i>Software</i>	Masih belum adanya fitur untuk penambahan layout tempat parkir yang ada di aplikasi agar dapat	Perlu adanya penambahan secara mudah agar dapat menambah <i>layout</i> tempat parkir.

No	Fitur/Komponen	Capaian	Aksi/Perbaikan
		diimplementasikan pada skala besar.	

5.1.4 Kesesuaian perencanaan dalam manajemen tim dan realisasinya

Dari hasil perancangan dalam manajemen tim dan realisasinya ada beberapa *timeline* yang masih berbeda dari usulan waktu yang telah direncanakan seperti pada tabel 5.10 . Terlihat pada tabel 5.5 bahwa pembelian alat pelaksanaan ada pada minggu ke-2 sampai minggu ke-1 dikarenakan pembelian alat dan bahan kebanyakan masih online. Selanjutnya pada perancangan algoritma pengiriman data antar mikrokontroler tertunda sampai 1 minggu hingga minggu ke-4 bulan april, terjadinya penundaan ini karena masih diperlukan sinkronisasi data agar dapat terkirim ke server. Kemudian terdapat kemunduran realisasi *timeline* untuk sistem hardware dan software karena perlu adanya *debugging* pada *user interface* untuk menyesuaikan dengan spesifikasi yang dijanjikan.

Tabel 5.10 Kesesuaian antara usulan dan realisasi *timeline* pengerjaan Tugas Akhir 2

No	Kegiatan	Usulan waktu	Realisasi Pelaksanaan
1	Pembelian alat dan bahan	Januari	Januari minggu ke-2 – Februari minggu ke-1
2	Perancangan sistem Hardware	Maret minggu ke-1	Maret minggu ke-1
3	Perancangan sistem transfer data dari Hardware menuju <i>Database</i>	Maret minggu ke-1 - Maret minggu ke-2	Maret minggu ke-1 - Maret minggu ke-2
4	Perancangan algoritma pengiriman data antar mikrokontroler dan sinkronisasi data ke aplikasi	April minggu ke-2 - April minggu ke-3	April minggu ke-2 - April minggu ke-4

No	Kegiatan	Usulan waktu	Realisasi Pelaksanaan
5	Perakitan 10 <i>hardware</i>	Mei minggu ke-1 - Mei minggu ke-3	Mei minggu ke-1 - Mei minggu ke-3
6	Pengujian <i>Hardware</i> dan <i>Software</i>	Juni minggu ke-1	Juni minggu ke-1
7	Finalisasi sistem <i>hardware</i> dan <i>software</i>	Juni minggu ke-4 - Juli minggu ke-1	Juni minggu ke-4 - Juli minggu ke-2
7	Finalisasi Laporan dan analisis data sesuai <i>template</i> Laporan TA 2	Juli minggu ke-1	Juli minggu ke-1 - Juli minggu ke-2
8	Pengumpulan Laporan TA 2, Sidang dan <i>Expo</i>	Juli minggu ke-3	Juli minggu ke-3

Berikut untuk kesesuaian RAB tugas akhir antara usulan dan juga realisasinya pada tabel 5.11.

Tabel 5.11 Kesesuaian RAB tugas akhir antara usulan dan realisasi

No	Jenis Pengeluaran	Usulan Biaya		Realisasi Biaya	
		Kuantitas	Total Harga	Kuantitas	Total Harga
1	Modul Sensor Ultrasonic	10 Pcs	Rp335,000	10 Pcs	Rp530,000
2	ESP32-WROOM-32D	10 Pcs	Rp800,000	10 Pcs	Rp620,000
3	Baterai Li-Ion	10 Pcs	Rp150,000	10 Pcs	Rp600,000
4	LM2596 DC-DC	10 Pcs	Rp335,000	-	-
5	LCD 20x4	10 Pcs	Rp800,000	-	-

No	Jenis Pengeluaran	Usulan Biaya		Realisasi Biaya	
		Kuantitas	Total Harga	Kuantitas	Total Harga
6	Jasa Cetak 3D Cover	1 Pcs	Rp150,000	-	
7	Adaptor 12 V	10 Pcs	Rp335,000	-	-
8	Arduino Nano	10 Pcs	Rp400,000	10 Pcs	Rp390,000
9	BMS 3S	1 Pcs	Rp150,000	-	-
10	Module Charger Type C	-	-	10 Pcs	Rp25,000
11	DC-DC Step Up 2A MT3608	-	-	10 Pcs	Rp75,000
12	PCB Dot Matrix	10 Pcs	Rp120,000	10 Pcs	Rp120,000
Total		Rp 3,575,000		Rp 2,360,000	

Untuk Realisasi Aktivitas yang akan dilakukan pada pelaksanaan tugas akhir 2 telah tersusun sesuai dengan tabel 5.12.

Tabel 5.12 Realisasi aktivitas pelaksanaan tugas akhir 2

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
1	Senin, 22 Januari 2024, 7 Hari	Pembelian alat dan bahan	Haikal
2	Senin, 4 Maret 2024, 6 Hari	Perancangan sistem Hardware	Haikal
3	Rabu, 6 Maret 2024, 2 Hari	Perancangan sistem transfer data dari Hardware menuju <i>Database</i>	Aviv

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
4	Selasa, 9 April 2024, 7 Hari	Perancangan algoritma pengiriman data antar mikrokontroler dan sinkronisasi data ke aplikasi	Aviv dan Haikal
5	Kamis, 2 Mei 2024, 8 Hari	Perakitan 10 <i>hardware</i>	Haikal
6	Sabtu, 8 Juni 2024, 2 Hari	Pengujian <i>Hardware</i> dan <i>Software</i>	Haikal dan Aviv
7	Kamis, 27 Juni 2024, 6 Hari	Finalisasi sistem <i>hardware</i> dan <i>software</i>	Haikal dan Aviv
8	Jumat, 5 Juli 2024, 6 Hari	Finalisasi Laporan dan analisis data sesuai <i>template</i> Laporan TA 2	Haikal dan Aviv

5.2 Dampak implementasi sistem

Dari hasil perancangan sistem parkir cerdas yang telah dibuat terdapat 2 dampak dari hasil implementasi sistem, yaitu dampak sosial dan juga dampak ekonomi.

5.2.1 Dampak sosial

1. Pengguna dapat dengan mudah menemukan tempat parkir yang kosong, mengurangi waktu yang dihabiskan untuk mencari parkir.
2. Mengurangi kebingungan dan stres pengguna saat mencari tempat parkir, yang dapat mengurangi risiko kecelakaan di area parkir.

5.2.2 Dampak ekonomi

1. Sistem ini mengurangi kebutuhan akan tenaga kerja untuk mengatur parkir dan mengoptimalkan penggunaan lahan parkir, mengurangi biaya operasional.

2. Dengan efisiensi yang lebih tinggi, tempat parkir dapat menampung lebih banyak kendaraan, meningkatkan pendapatan bagi pengelola parkir.
3. Mengurangi waktu mencari parkir berarti mengurangi konsumsi bahan bakar kendaraan, yang pada akhirnya mengurangi biaya operasional kendaraan.

BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan proses perancangan dan implementasi sistem parkir cerdas, beberapa kesimpulan yang dapat diambil adalah :

1. Alat yang dibuat sesuai dengan spesifikasi yang diusulkan. Sistem ini terdiri dari hardware dan software yang bekerja bersama untuk menyediakan informasi parkir yang akurat dan real-time.
2. Tujuan proyek untuk mengurangi waktu pencarian parkir dan meningkatkan efisiensi parkir tercapai. Pengujian menunjukkan bahwa sistem parkir cerdas dapat mengurangi waktu pencarian parkir secara signifikan dibandingkan metode konvensional.
3. Hasil uji menunjukkan bahwa sistem memiliki dampak yang signifikan dalam mempersingkat waktu pencarian parkir, meningkatkan kenyamanan dan efisiensi bagi pengguna.
4. Kendala yang dihadapi selama proyek sebagian besar terkait dengan agar dapat diimplementasikan pada skala besar.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil pelaksanaan tugas akhir dan rencana pengembangan ke depan, beberapa saran yang dapat diberikan adalah:

1. Melakukan perbaikan desain hardware agar lebih fleksibel dan dapat digunakan pada berbagai kondisi layout tempat parkir.
2. Menambahkan fitur untuk penambahan layout tempat parkir secara mudah pada aplikasi agar dapat diimplementasikan pada skala besar.
3. Meningkatkan fitur keamanan data pada aplikasi untuk melindungi informasi pengguna.
4. Mengintegrasikan sistem parkir cerdas dengan sistem manajemen lalu lintas kota untuk memberikan informasi yang lebih komprehensif kepada pengguna.
5. Mengembangkan fitur tambahan seperti reservasi tempat parkir, pembayaran otomatis, dan integrasi dengan sistem navigasi kendaraan.

6. Melakukan penelitian lebih lanjut untuk mengoptimalkan algoritma pengolahan data sensor dan pengiriman data untuk meningkatkan akurasi dan kecepatan sistem.
7. Perlu perancangan ulang sistem *Hardware* agar sistem dapat digunakan di dalam tempat parkir yang ada seperti tempat parkir yang ada di Mall atau lingkungan parkir tertutup.

Dengan perbaikan dan pengembangan yang berkelanjutan, sistem parkir cerdas ini dapat memberikan manfaat yang lebih besar dan meningkatkan kualitas layanan parkir di berbagai lokasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik DIY, Transportasi Dalam Angka tahun 2021, Dinas Perhubungan Daerah Istimewa Yogyakarta, pp No.18, 2021.
- [2] Gunawan, M.A., Mulyana, A., and Aulia, S. 2019. Rancangan Sistem Parkir Cerdas Berbasis Android Design Of Smart Parking System Based On Android. E-Proceeding Appl.Sci., vol. 5, no. 3, pp. 1-8.
- [3] Anas, M.K., dan Sakti, D.V.S.Y. 2020. Perancangan Sistem Aplikasi Booking Parkir Menggunakan Sensor Infrared Berbasis Internet Of Things. Konferensi Nasional Ilmu Komputer. 2338-2899.
- [4] Alimudin. 2018. Sistem Parkir Cerdas Sederhana Berbasis Arduino Mega 2560 Rev3. Politeknik Katolik Saint Paul Sorong. Jurnal Electro Luceat Vol. 4 No. 1, Juli 2018.
- [5] Jasa Pasang Palang Parkir Otomatis, Manfaat Pasang Portal Otomatis Untuk Keluar Masuk Kendaraan Perumahan, March. 2022, *accessed on* : Dec. 2, 2023. [Online].
Available: <https://www.pasangpalangparkir.com/artikcl>.
- [6] Sunanto, Rizki Y., Fatma Y., 2020. Sistem Parkir Cerdas Menggunakan Teknologi Biometrika dan Optical Character Recognition. Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Muhammadiyah Riau. Journal of Information Technology and Computer Science (INTECOMS), Volume 3 No 2, Desember 2020.
- [7] Waqas M., Iftikhar U., Safwan M., Abidin Z., Saud A., 2021. Smart Vehicle Parking Management System using Image Processing. Department of Computer and Information Systems Engineering, NED University of Engineering and Technology, Karachi 75270, Pakistan. International Journal of Computer Science and Network Security, VOL.21 No.8, August 2021.
- [8] Eunike E., Sanjaya R., Widiatoro A.D., 2023. Application of Progressive Web Apps (PWA) on PT SKA's ECommerce Website. Department of Information Systems, Computer Science Faculty Soegijapranata Catholic University, Jl. Pawiyatan Luhur IV No.1, Bendan Duwur, Kota Semarang, Jawa Tengah 50234. Journal of Business and Technology Vol. 3, No. 1, Th.2023.

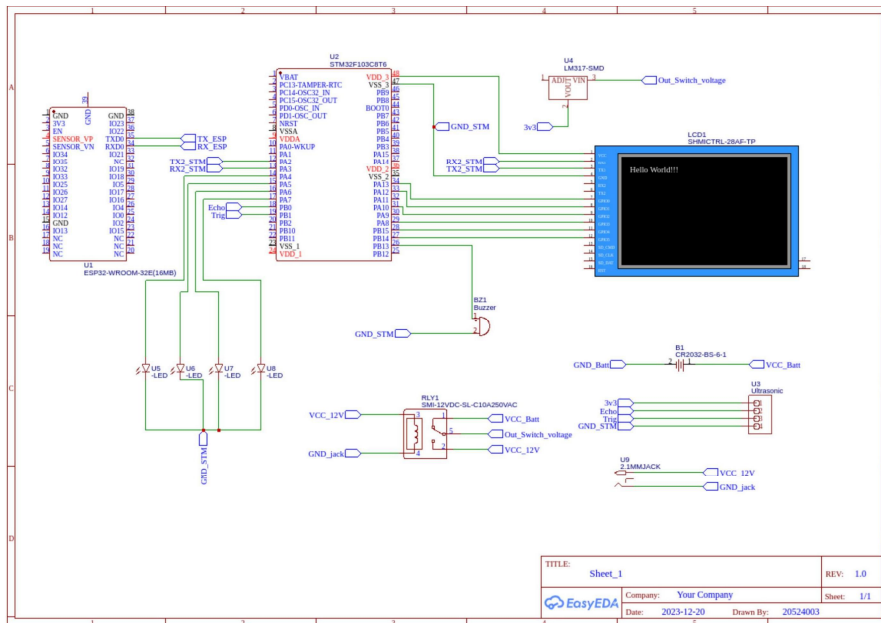
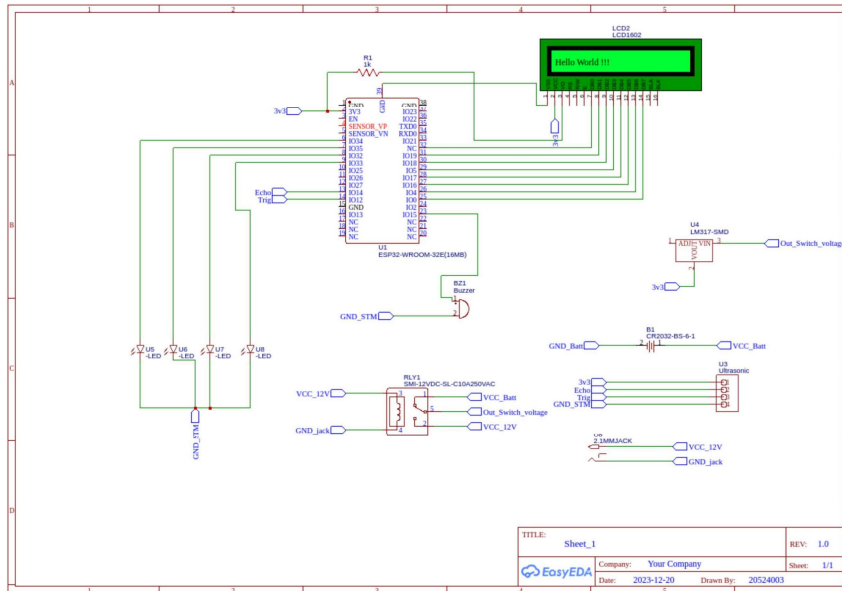
[9] Budiharjo A., Margarine S.R., 2020. Kajian Penerapan *Multi Lane Free Flow* (MLFF) di Jalan Tol Indonesia. Program Studi Manajemen Keselamatan Transportasi Jalan, Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan Jalan Semeru No.3 Kota Tegal, Jawa Tengah 52125, May 2020.

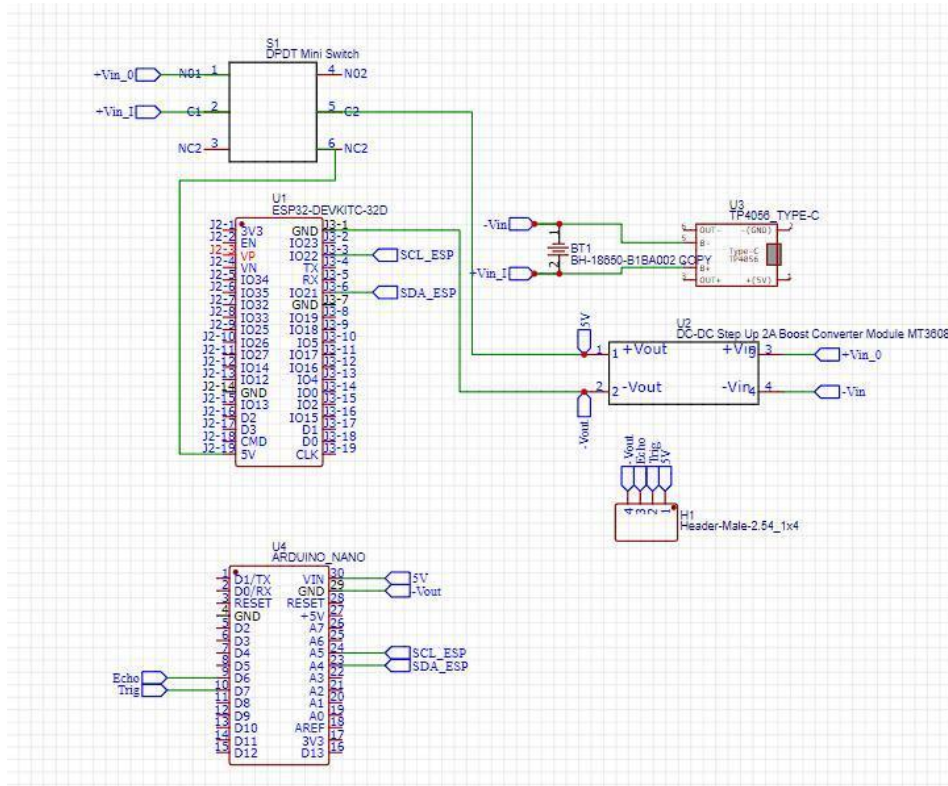
[10] Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, “Pedoman Teknis Penyelenggaraan Fasilitas Parkir,” *Direktorat Jenderal Perhub. Darat*, vol. 1, no. 1, p. 41, 1996.

[11] N. Bloom and J. Van Reenen, “Human Resource Management and Productivity”. NBER Work. Pap., p. 89, 2013, [Online]. Available: <http://www.nber.org/papers/w16019>.

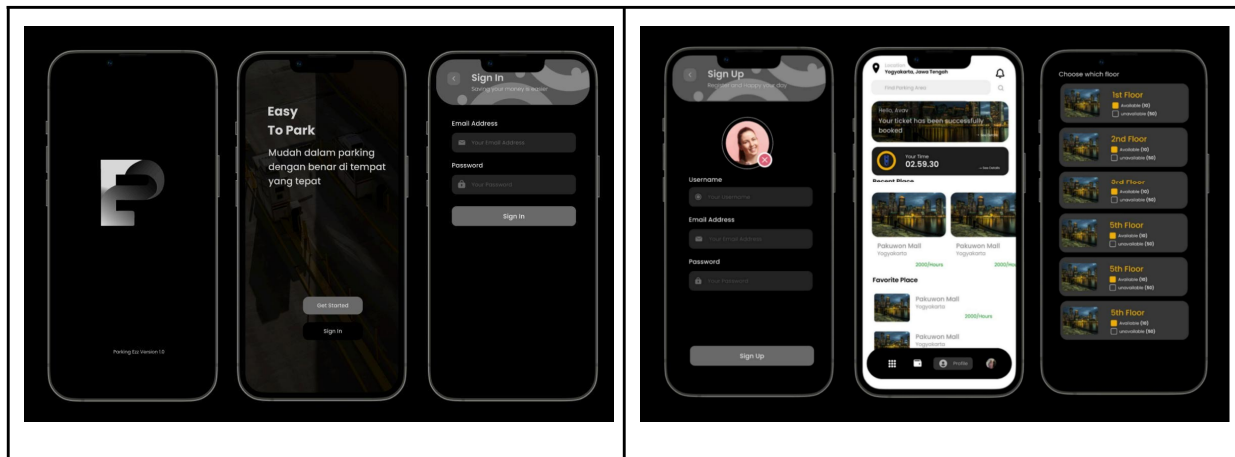
LAMPIRAN – LAMPIRAN

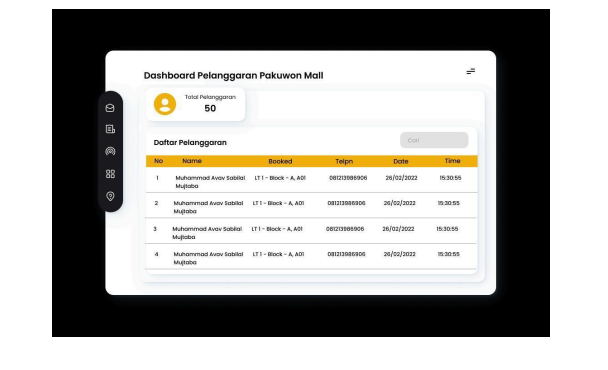
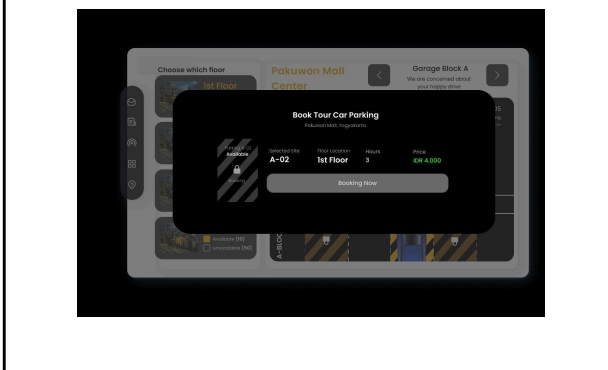
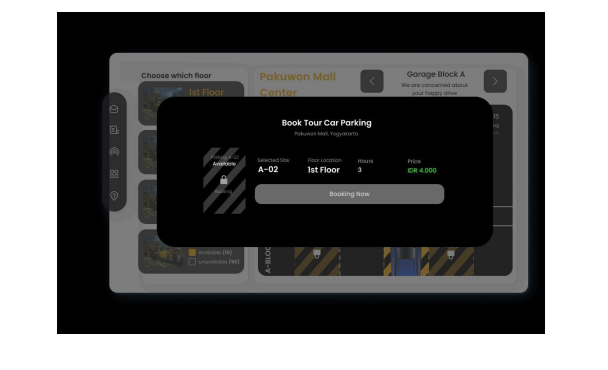
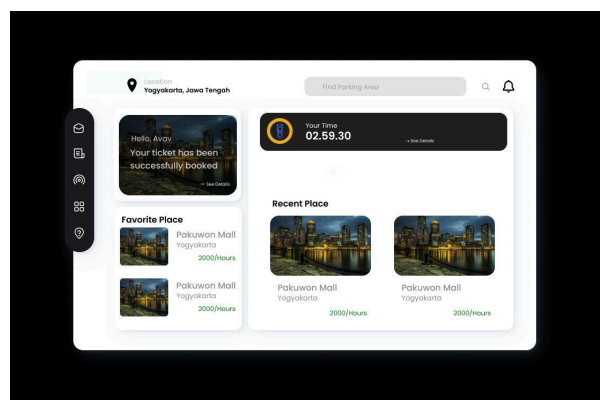
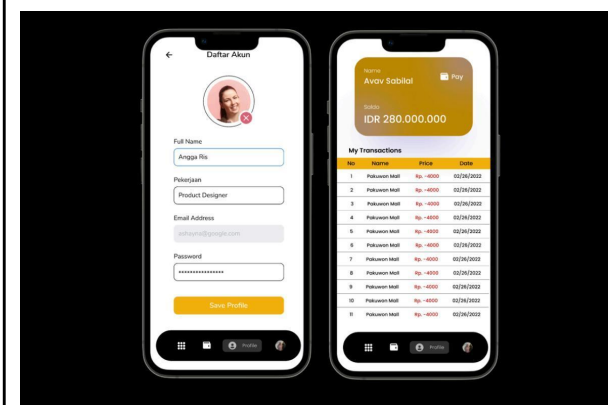
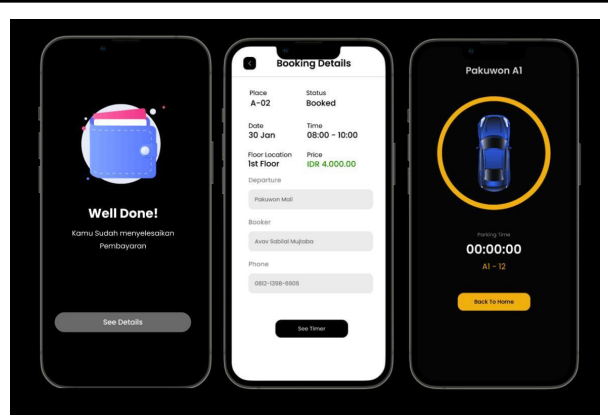
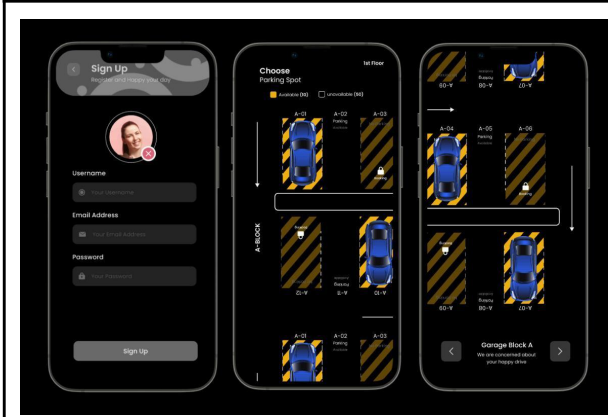
Skematik elektrik untuk desain 1, desain 2, dan desain yang terrealisasikan



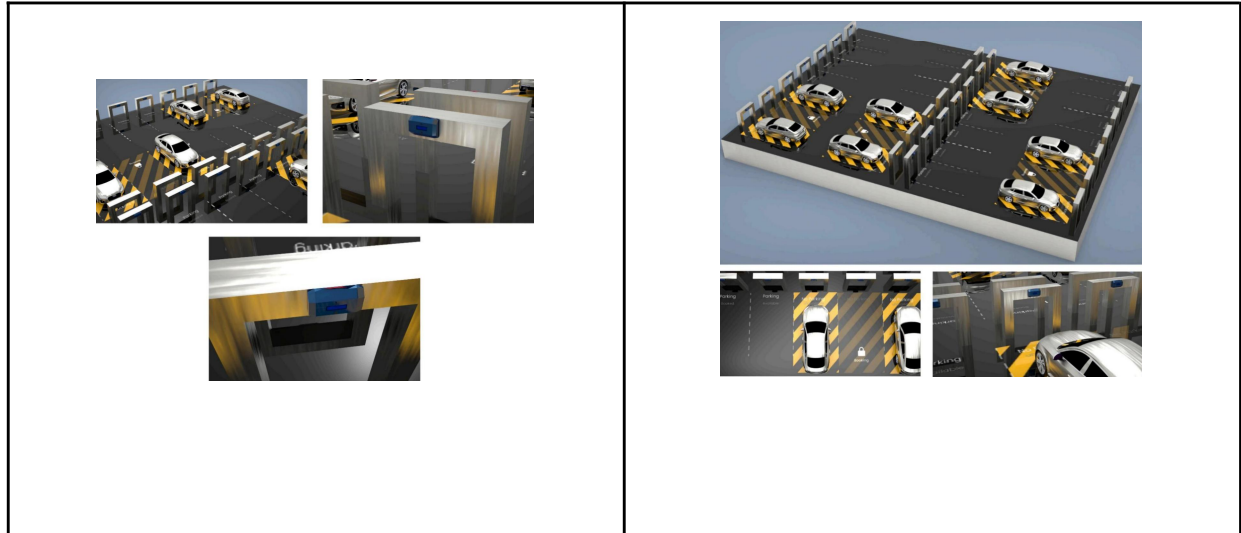


Gambaran Konsep *User Interface* yang akan dirancang

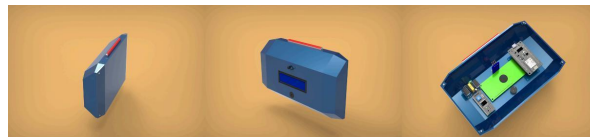




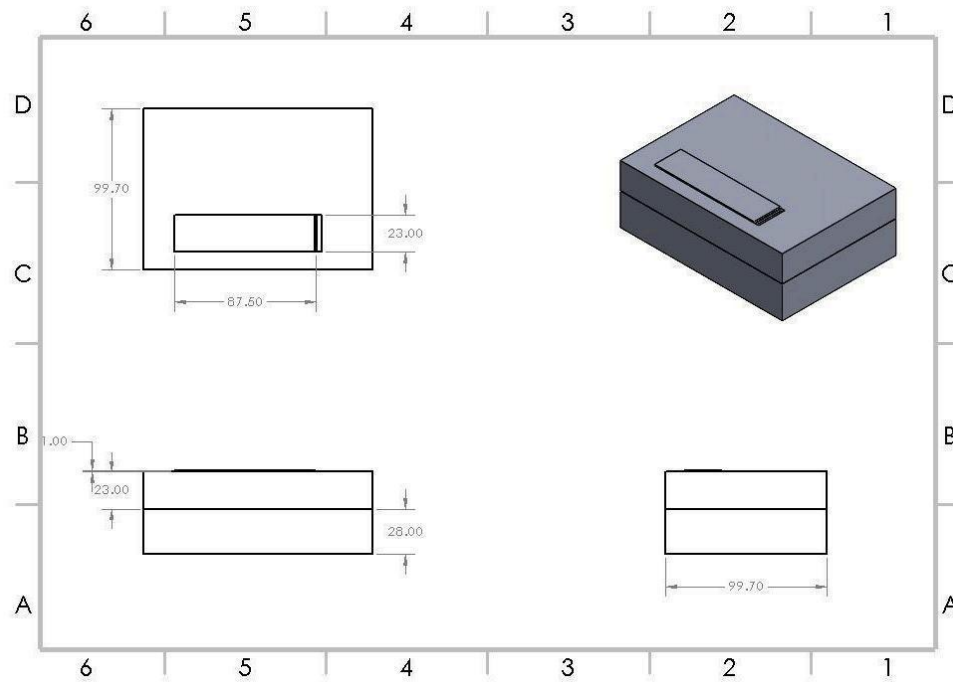
Desain Layout Parkir dengan sistem parkir cerdas



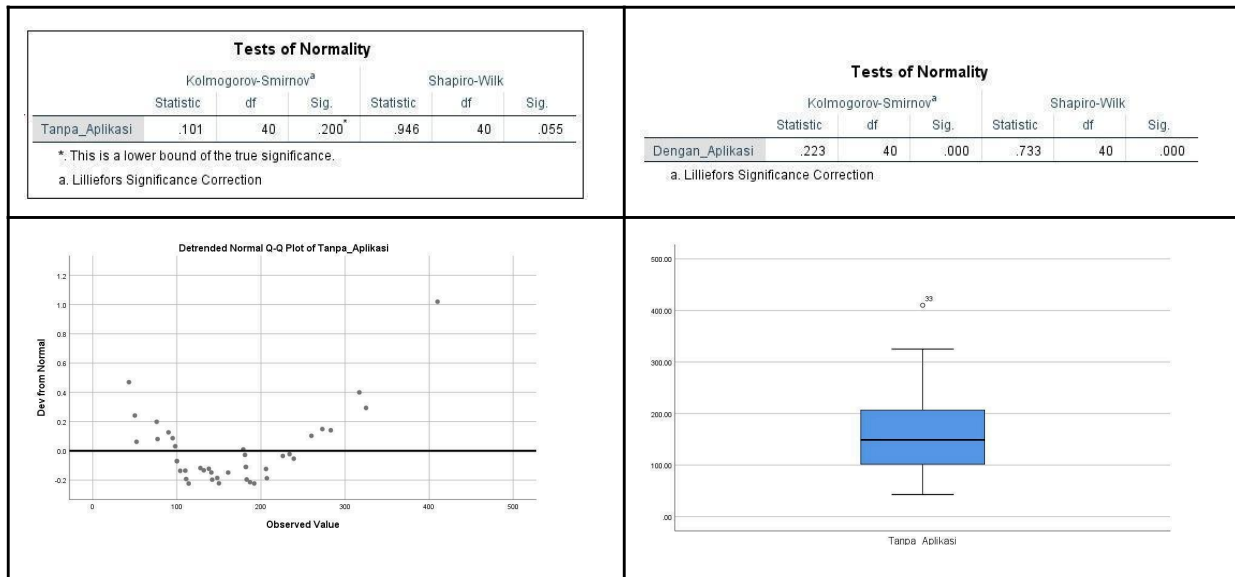
Konsep Desain 3D



Hasil Rancangan Desain 3D



Luaran Analisis SPSS



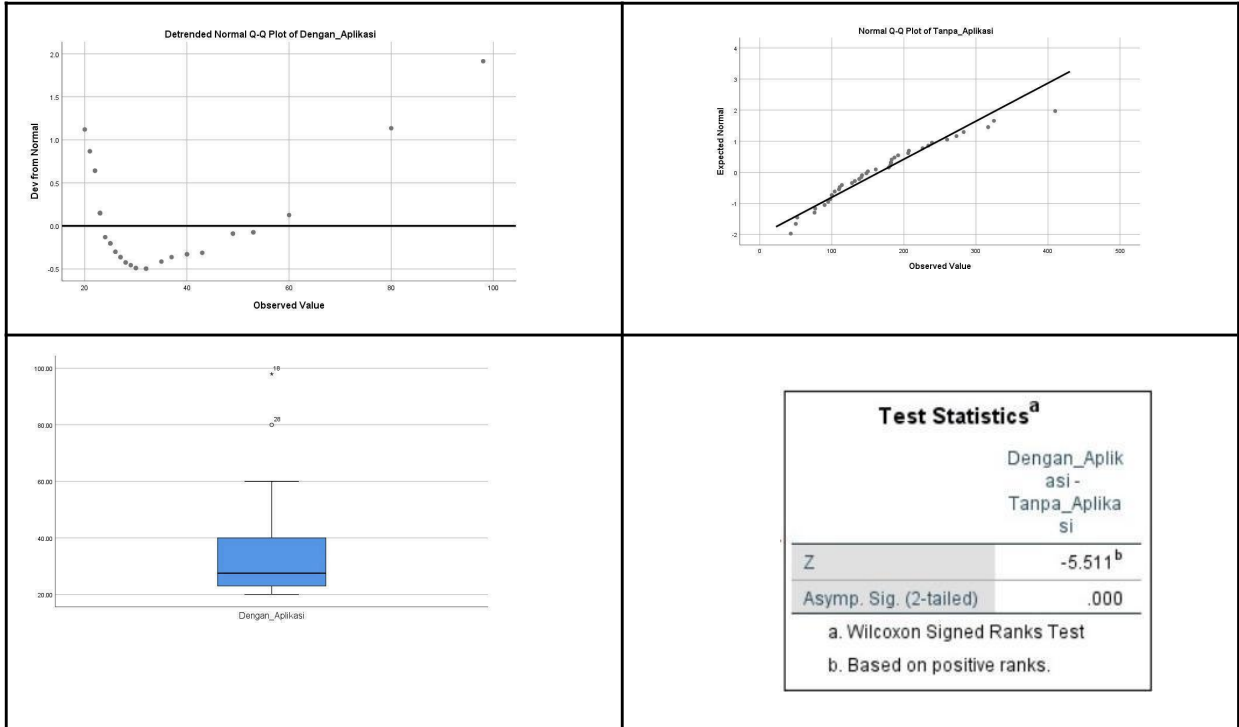
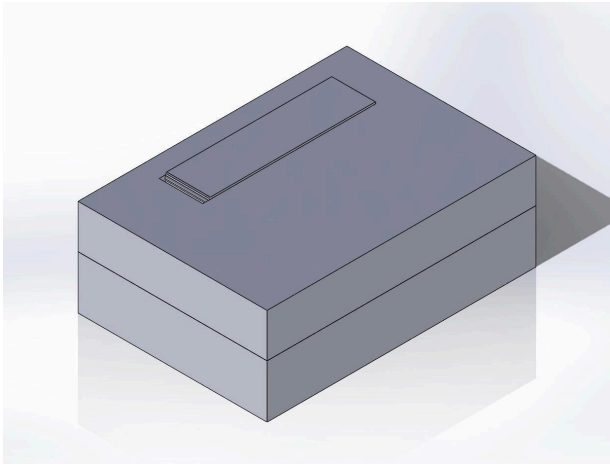


Foto Hardware






TABEL PERBAIKAN LAPORAN AKHIR CAPSTONE

MAHASISWA #1 : 20524003 Haikal Rivaldi Primayoga
MAHASISWA #2 : 20524153 Muhammad Aviv Sabibal Mujtahid
JUDUL/TOPIK : Sistem Parkir Cerdas Berbasis Multi-Lane Free Flow dengan Sistem Aplikasi Web Progresif

No	Saran penguji	Perbaikan oleh mahasiswa	Halaman
1	penulisan sub bab, sub sub bab dan uraian di bawahnya jangan semakin menjorok ke kanan. Cek template	Sudah dilakukan perbaikan terkait penulisan Bab dan Sub Bab	9 - 19
2	perkalian gunakan simbol perkalian jangan menggunakan huruf "ex"	Sudah dilakukan perbaikan dengan menggunakan simbol "X"	10 - 16
3	Pengujian jarak min dan max kendaraan dari sensor belum diuji	Sudah dilakukan penambahan pengujian pada sensor untuk minimal dan maksimal kendaraan untuk dapat terdeteksi	55
4	spesifikasi kendaraan yang dapat mengguna sistem ini belum masuk ke laporan	Sudah Dilakukan penambahan pada bagian batasan masalah terkait spesifikasi kendaraan yang dapat menggunakan sistem parkir cerdas	4
5	Diagram alir diperbaiki	Sudah dilakukan perbaikan terkait flowchart hardware design dan software design	41 dan 43
6	perbaikan penulisan contoh sub bab 3.1.3 hal 24. Cek semua agar sesuai dengan template	Sudah dilakukan perbaikan dari beberapa sub bab yang belum sesuai template	24 - 60
7	Semua gambar dan tabel harus pernah disebut di uraian sebelum munculnya tabel dan gambar tersebut	Seluruh gambar sudah disebut dan diuraikan sebelum munculnya tabel	38- 60
8	Gambar dan judul gambar, atau tabel dan judul tabel usahakan satu halaman	untuk beberapa tabel dikarenakan terdapat isi visualisasi data yang cukup banyak digunakan <i>Repeat Header</i> agar lebih mudah dipahami	46-60
9	Cek penulisan daftar pustaka agar sesuai dengan standar IEEE, contoh yang kurang sesuai ref [11]	Sudah dilakukan perubahan pada penulisan daftar pustaka sesuai dengan standar IEEE pada <i>reference</i> [11]	60

Yogyakarta, 26 Juli 2024

Menyetujui,
Penguji



(Dr. Eng. Hendra Setiawan, S.T., M.T.)