

**PERANCANGAN SISTEM IDENTIFIKASI DAN
REKAM NOMOR KENDARAAN OTOMATIS
BERBASIS *OBJECT DETECTION AND
RECOGNITION* DI UNIVERSITAS X**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat guna mencapai gelar
Sarjana dalam bidang ilmu Teknik Industri

Disusun oleh :
Nama : Leonard
NPM : 6131801206



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
2022**

DESIGN OF AUTOMATIC VEHICLE NUMBER IDENTIFICATION AND RECORDING SYSTEM BASED ON OBJECT DETECTION AND RECOGNITION AT UNIVERSITY X

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat guna mencapai gelar
Sarjana dalam bidang ilmu Teknik Industri

Disusun oleh :
Nama : Leonard
NPM : 6131801206



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
2022**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG**



Nama : Leonard
NPM : 6131801206
Jurusan : Teknik Industri
Judul Skripsi : PERANCANGAN SISTEM IDENTIFIKASI DAN REKAM NOMOR
KENDARAAN OTOMATIS BERBASIS *OBJECT DETECTION AND
RECOGNITION* DI UNIVERSITAS X

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Bandung, Agustus 2022
**Ketua Program Studi Sarjana
Teknik Industri**

Dr. Ceicalia Tesavrita, S.T., M.T.

Pembimbing Pertama

Pembimbing Kedua

Dedy Suryadi, S.T., M.S., Ph.D.

Romy Loice, S.T., M.T.



PERNYATAAN TIDAK MENCONTEK ATAU MELAKUKAN PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Leonard

NPM : 6131801206

dengan ini menyatakan bahwa Skripsi dengan Judul:
PERANCANGAN SISTEM IDENTIFIKASI DAN REKAM NOMOR KENDARAAN
OTOMATIS BERBASIS OBJECT DETECTION AND RECOGNITION DI
UNIVERSITAS X

adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat atau materi dari sumber
lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak
sesuai dengan kenyataan, maka saya bersedia menanggung sanksi yang akan
dikenakan kepada saya.

Jakarta, 21 Agustus 2022

Leonard

NPM : 6131801206

ABSTRAK

Dalam upaya mengurangi limbah dari sistem parkir, Universitas X telah menerapkan kartu yang dapat digunakan untuk masuk keluar kendaraan. Namun, setiap akhir tahun, manajemen fasilitas parkir harus mencatat secara manual plat kendaraan setiap pegawai universitas, sehingga tugas ini cenderung memberatkan. Adapun dari data yang dicatat, data plat ini tidak digunakan dalam operasional buka *gate* parkir di Universitas X. Sehingga *gate* parkir Universitas X saat ini dapat dibuka tanpa pengecekan plat apa pun. Hal ini dapat mengurangi tingkat keamanan dari fasilitas parkir Universitas X. Untuk menangani masalah tersebut, akan dibentuk algoritma pencatatan dari plat kendaraan yang masuk guna menyelesaikan masalah pada Universitas X.

Algoritma pencatatan yang dirancang akan menerima *input* gambar kendaraan masuk dan mengidentifikasi nomor plat dari kendaraan tersebut. Metode yang digunakan untuk membuat algoritma pencatatan ini terbagi menjadi dua kelompok. Kelompok pertama yaitu pembuatan model *machine learning* menggunakan modul *TensorFlow Object Detection* API. Tujuan dari algoritma *object detection* ini adalah untuk mendeteksi lokasi plat pada gambar yang diterima. Secara keseluruhan terdapat 9 arsitektur model *machine learning* berbeda yang diuji untuk mengetahui model mana yang memiliki performa yang optimal. Rancangan kedua adalah penggunaan algoritma *Optical Character Recognition* (OCR). Algoritma ini ditujukan untuk membaca konten dari plat mobil tersebut. Dalam uji algoritma OCR, terdapat uji coba konfigurasi parameter seperti *Page Segmentation Modes* (PSM) serta modifikasi data seperti *color inversion* yang dilakukan untuk mencapai tingkat bacaan terbaik yang diukur menggunakan rasio kemiripan. Rangkaian *development* dari algoritma rekam nomor kendaraan ini dibentuk menggunakan bahasa pemrograman *Python* pada *Google Collaboratory* IDE.

Dari pengujian yang dilakukan, didapatkan model *Faster R-CNN ResNet50 V1 640x640* dengan *mean Average Precision* (mAP) sebesar 0,5124 dan tingkat kepercayaan 100% sebagai model terbaik. Sedangkan untuk algoritma OCR dengan menggunakan modul *Tesseract OCR*, ditemukan bahwa PSM 13 dengan modifikasi data dapat menghasilkan tingkat rasio kemiripan 90%. Adapun beberapa usulan yang dapat diterapkan adalah meningkatkan performansi dari OCR serta waktu proses pembacaan keseluruhan.

Kata Kunci: Algoritma Pencatatan, *Machine Learning*, *TensorFlow Object Detection* API, *Tesseract OCR*, *Python*, *Google Colaboratory*

ABSTRACT

To reduce waste generated by paper-based parking system, X University has implemented a card that can be used to open or close the parking gate. However, at the end of each year, the parking management have to manually account all license plate of each and every individual of university's employees, this task was found to be a hassle. Moreover, the plates that were recorded were not used in the operational of the parking gates at X University. Therefore, the parking gate at X University can be opened without any plate checking whatsoever. This could lead to a security issue of X University's parking facility. To mitigate this issue, an algorithm will be made to record the license plate of vehicles that enter X University's parking facility.

The recording algorithm that will be made will receive an input of an image of a vehicle and will identify the license plate of that vehicle. The method that is used to create this recording algorithm is divided into two major group. The first group is creating a machine learning model using the TensorFlow Object Detection API. The purpose of this object detection algorithm is to detect the location of the plate in the image that was received. Overall, there were 9 model architectures that were tested to determine which model has the optimum performance. The second design of the algorithm is the use of Optical Character Recognition (OCR). This algorithm is made to read the content of the license plate. In the testing process, there was an attempt to try out different parameters such as Page Segmentation Modes (PSM) and data modification using color inversion that was done to achieve a better reading result that was measured using a similarity ratio. The overall development of the recording algorithm was made using Python programming language on Google Collaboratory IDE.

After testing process was done, it was found that *Faster R-CNN ResNet50 V1 640x640* model had a mean Average Precision (mAP) value of 0.5124 and confidence score of 100% as the best-chosen model. Whereas for the OCR algorithm, using the Tesseract OCR, it was found that using PSM 13 and data modification could achieve a similarity ratio of 90%. As for the recommendation, the OCR performance, and the time it takes to run the overall algorithm could be improved

Key Words: *Recording Algorithm, Machine Learning, TensorFlow Object Detection API, Tesseract OCR, Python, Google Collaboratory*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis sampaikan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas keberhasilan penulis dalam menyusun penelitian dan laporan akhir dengan judul “Perancangan Sistem Identifikasi dan Rekam Nomor Kendaraan Otomatis Berbasis *Object Detection and Recognition* di Universitas X”. Adapun penulisan penelitian ini dilakukan sebagai tugas akhir dalam rangka memenuhi syarat kelulusan program studi Teknik Industri Universitas X.

Dalam rangkaian proses penelitian serta perancangan laporan yang dilakukan, penulis telah mendapat banyak bantuan baik dari sisi materi, dorongan, dan doa. Adapun bantuan tersebut telah sangat membantu penulis dan oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dedy Suryadi, S.T., M.S., Ph.D. dan Romy Loice, S.T., M.T. sebagai dosen pembimbing yang senantiasa membantu dan mengarahkan proses penelitian yang berlangsung serta memberikan bantuan materi yang memungkinkan penulis menyelesaikan penelitian ini.
2. Dr. Sugih Sudharma Tjandra, S.T., M.Si. dan Hanky Fransiscus, S.T., M.T. sebagai dosen penguji yang telah memberikan masukan, komentar, dan rekomendasi terhadap penelitian sehingga memungkinkan penulis untuk meningkatkan kualitas dari laporan penelitian ini.
3. Orang tua dari penulis yang telah memberikan bantuan moral dalam bentuk doa dan dukungan penuh kepada penulis selama proses pengerjaan penelitian.
4. Teman-teman dari penulis yang telah membantu penulis dari sisi moral maupun materi sebagai teman diskusi selama perjalanan penulisan penelitian ini.

Adapun tentunya terdapat banyak pihak lainnya yang telah memberikan kontribusi kecil maupun besar yang tidak dapat dituliskan namanya satu per satu pada bagian ini. Namun, penulis berterima kasih terhadap pihak tersebut atas bantuannya terhadap keseluruhan rangkaian pengerjaan penelitian ini.

Terakhir, penulis menyadari adanya kesalahan dan kekurangan yang ada pada tulisan laporan akhir yang dibuat oleh penulis. Oleh karena itu, penulis ingin

menyampaikan permintaan maaf terhadap hal tersebut dan berharap tulisan yang telah dibuat oleh penulis dapat bermanfaat baik bagi penulis itu sendiri, pembaca tulisan ini, dan masyarakat luas lainnya.

Jakarta, 24 Juli 2022

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	I-1
I.1 Latar Belakang Masalah	I-1
I.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah.....	I-2
I.3 Pembatasan Masalah dan Asumsi Penelitian.....	I-15
I.4 Tujuan Penelitian	I-16
I.5 Manfaat Penelitian	I-16
I.6 Metodologi Penelitian.....	I-17
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
II.1 Algoritma <i>Artificial Intelligence</i>	II-1
II.2 Algoritma <i>Machine Learning</i>	II-3
II.2.1 Algoritma <i>Computer Vision Object Detection</i>	II-4
II.2.2 Metode <i>Transfer Learning</i>	II-5
II.3 Metrik Performansi Model <i>Machine Learning</i>	II-6
II.3.1 <i>Mean Average Precision (mAP)</i>	II-7
II.3.2 <i>Total Loss Function</i>	II-10
II.4 <i>Optical Character Recognition (OCR)</i>	II-11
II.4.1 Perbandingan Hasil OCR Menggunakan Rasio <i>Sequence Matcher</i>	II-13
BAB III PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	III-1
III.1 Persiapan Data Untuk Pemodelan Algoritma <i>Object Detection</i>	III-1
III.1.1 Pengumpulan Data Gambar Plat Mobil	III-1
III.1.2 Anotasi Data Plat Mobil	III-3
III.2 Pemilihan Bahasa Pemrograman Serta <i>Development Environment</i>	III-5
III.3 Proses Penggunaan <i>TensorFlow Object Detection API</i> untuk Pemodelan <i>Object Detection</i>	III-7

III.3.1	Pemilihan <i>Pre-Trained</i> Model	III-7
III.3.2	Persiapan Training Menggunakan <i>Pre-Trained</i> Model.....	III-10
III.4	Proses <i>Training TensorFlow Object Detection Model</i>	III-13
III.5	Hasil <i>Training TensorFlow Object Detection Model</i>	III-14
III.6	Penggunaan Algoritma <i>Optical Character Recognition</i> (OCR) untuk Membaca Plat Mobil	III-17
III.6.1	Perbandingan Hasil Akurasi OCR Dengan Konfigurasi Parameter	III-18
III.6.2	Uji Coba Algoritma OCR dengan Proses Modifikasi Data.....	III-23
III.7	Penggabungan Sistem <i>Object Detection</i> dan <i>Optical Character Recognition</i> (OCR).....	III-27
BAB IV	ANALISIS DAN USULAN PERBAIKAN	IV-1
IV.1	Analisis Proses Persiapan <i>Input</i> dari Model <i>Object Detection</i>	IV-1
IV.1.1	Analisis Sumber Data Plat Mobil	IV-1
IV.1.2	Analisis Terkait Proses Anotasi Plat Mobil.....	IV-2
IV.2	Analisis Proses Penggunaan <i>TensorFlow Object Detection API</i> untuk Pemodelan <i>Object Detection</i>	IV-4
IV.2.1	Analisis Pemilihan <i>Pre-Trained</i> Model.....	IV-4
IV.2.2	Analisis Persiapan Training Menggunakan <i>Pre-Trained</i> Model...IV-5	
IV.3	Analisis Proses <i>Training Model Object Detection</i>	IV-5
IV.4	Analisis Hasil <i>Training TensorFlow Object Detection Model</i>	IV-8
IV.5	Analisis Penggunaan Algoritma <i>Optical Character Recognition</i> (OCR) untuk Membaca Plat Mobil	IV-11
IV.5.1	Analisis Perbandingan Hasil Akurasi OCR Dengan Konfigurasi Parameter.....	IV-11
IV.5.2	Analisis Uji Coba Algoritma OCR dengan Proses Modifikasi Data.....	IV-12
IV.5.3	Analisis Terhadap Pembacaan OCR yang Tidak Berhasil	IV-13
IV.6	Analisis Penggabungan Sistem <i>Object Detection</i> dan OCR.....	IV-16
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	V-1
V.1	Kesimpulan	V-1
V.2	Saran	V-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

RIWAYAT HIDUP PENULIS

DAFTAR TABEL

Tabel I.1	Pertanyaan Kuesioner Pendahuluan.....	I-3
Tabel I.2	Perilaku Responden Pada Tiket Masuk Parkir	I-5
Tabel I.3	Perilaku Responden Terkait Membawa Tiket Parkir Saat Beraktivitas	I-6
Tabel I.4	Perilaku Responden Pada Tiket Keluar Parkir.....	I-6
Tabel I.5	Perilaku Responden Terkait Kertas Tiket Keluar	I-7
Tabel I.6	Informasi Penting yang Dibaca Responden Pada Tiket Keluar Parkir.....	I-7
Tabel I.7	Alasan Mengapa Kertas Parkir tersebut Penting Bagi Responden	I-8
Tabel I.8	Perbandingan Kelebihan dan Kekurangan Sistem Parkir	I-12
Tabel III.1	<i>TensorFlow Object Detection API Model Zoo</i>	III-8
Tabel III.2	Model <i>Pre-Trained TensorFlow</i> yang akan Diuji.....	III-9
Tabel III.3	Hasil <i>Training Model Object Detection</i>	III-14
Tabel III.4	Konfigurasi <i>Page Segmentation Modes Tesseract OCR</i>	III-19
Tabel III.5	Hasil Penganalan dari Algoritma <i>Tesseract OCR</i> dengan Berbagai Konfigurasi.....	III-20
Tabel III.6	Contoh Perhitungan Rasio Kemiripan dengan Modul <i>Sequence Matcher</i>	III-21
Tabel III.7	Hasil Perhitungan Rasio Untuk Algoritma <i>Tesseract OCR</i>	III-21
Tabel III.8	Hasil Perhitungan Skor Per Algoritma <i>Tesseract OCR</i>	III-22
Tabel III.9	Hasil Skor Pembacaan <i>Tesseract OCR</i> Data Tanpa dan Dengan Modifikasi	III-26
Tabel III.10	Perbandingan Skor Akhir untuk Data Tanpa dan Dengan Modifikasi.....	III-27
Tabel III.11	Contoh Tabel Parkir Selesai Dengan Biaya Per Kendaraan...	III-30
Tabel IV.1	Variasi Model <i>EfficientDet</i> dan <i>Baseline Performance</i> dari Model.....	IV-7

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1	Distribusi Kendaraan yang Digunakan Responden	I-5
Gambar I.2	Pendapat Responden Terkait Pentingnya Kerlas Parkir.....	I-8
Gambar I.3	Pendapat Responden Terhadap Kemungkinan Menggunakan Sistem Alternatif	I-9
Gambar I.4	Data Jumlah Kendaraan yang Masuk ke Lingkungan Universitas X 2017-2020	I-10
Gambar I.5	Kartu Parkir yang digunakan Universitas X	I-11
Gambar I.6	Contoh Plat Mobil di Indonesia, Amerika Serikat, dan Uni Eropa.....	I-14
Gambar I.7	Metodologi Penelitian yang Akan Digunakan	I-18
Gambar II.1	Cabang dari <i>Artificial Intelligence</i>	II-2
Gambar II.2	Contoh dari <i>Framework</i> Metode <i>Transfer Learning</i>	II-8
Gambar II.3	Contoh Daerah IoU dan Perhitungan Nilai IoU.....	II-8
Gambar II.4	Contoh Kurva <i>Precision-Recall</i> Untuk Mencari <i>Average Precision</i>	II-10
Gambar II.5	<i>Character Binarization Process</i>	II-12
Gambar III.1	Contoh Data Plat Mobil yang Dikumpulkan untuk Pemodelan..	III-2
Gambar III.2	Proses Anotasi Menggunakan Modul <i>Labelimg</i> pada <i>Python</i> ...	III-3
Gambar III.3	Cuplikan Dokumen XML Anotasi Gambar yang Dihasilkan	III-4
Gambar III.4	Penjelasan <i>Bounding Box</i> dari Proses Anotasi.....	III-4
Gambar III.5	Perbandingan Rating Bahasa Pemrograman Berdasarkan TIOBE Index.	III-5
Gambar III.6	<i>Directory Structure</i> Pemodelan <i>Object Detection</i>	III-11
Gambar III.7	Contoh Konfigurasi <i>Pipeline</i> yang Perlu Diatur sebelum Setiap Training.....	III-11
Gambar III.8	Visualisasi <i>Metric Performansi Model</i> saat Proses <i>Training</i> Melalui <i>TensorBoard</i>	III-13
Gambar III.9	Hasil Prediksi Model <i>CenterNet Resnet50 V1 FPN 512x512</i> ..	III-15
Gambar III.10	Hasil Prediksi Model <i>Faster R-CNN ResNet50 V1 640x640</i> ...	III-16
Gambar III.11	Hasil Contoh arsitektur <i>Faster R-CNN ResNet</i>	III-17

Gambar III.12 Contoh Hasil Prediksi dan <i>Output</i> Gambar Plat Hasil Pemotongan.....	III-24
Gambar III.13 Contoh Hasil Modifikasi <i>Input</i> untuk Proses <i>OCR</i>	III-25
Gambar III.14 Kombinasi <i>Building Blocks</i> dari Sistem Deteksi dan Pengenalan Plat.....	III-28
Gambar III.15 <i>Logic Flow</i> Untuk Pencatatan Plat Kendaraan dan Perhitungan Biaya.....	III-29
Gambar IV.1 Relasi <i>Batch Size</i> dan Memori Komputasi.....	IV-8
Gambar IV.2 Relasi <i>Batch Size</i> dan Memori Komputasi.....	IV-9
Gambar IV.3 Contoh Gambar Gagal Baca Tanpa Modifikasi <i>Otsu Thresholding</i>	IV-14
Gambar IV.4 Kegagalan Modifikasi Akibat Aksesoris Lampu pada Plat	IV-15
Gambar IV.5 Contoh Hasil Modifikasi <i>Otsu</i> Pada Plat Dengan Karakter yang Tidak Tebal	IV-16

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A PERSIAPAN DATA DAN <i>TRAINING</i> MODEL	A-1
LAMPIRAN B MODEL EVALUATION SCRIPT	B-1
LAMPIRAN C <i>OCR BENCHMARK</i>	C-1
LAMPIRAN D KOMBINASI HASIL PROTOTIPE ALGORITMA PEMBACAAN	D-1

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bagian ini, akan dijelaskan mengenai latar belakang dan pendahuluan dari proses penelitian yang dilakukan. Latar belakang ini akan menjelaskan terkait alasan mengapa proses penelitian ini dilakukan. Selain itu, terdapat pembahasan penting seperti identifikasi dan rumusan masalah, pembatasan serta asumsi, manfaat penelitian, kerangka teoritis, dan metodologi penelitian yang akan digunakan pada proses penelitian ini. Berikut adalah bagian pendahuluan dari proses penelitian Perancangan Sistem Identifikasi dan Rekam Nomor Kendaraan Otomatis Berbasis *Object Detection and Recognition* di Universitas X .

I.1 Latar Belakang Masalah

Pada tahun 2021, tercatat Negara Republik Indonesia memiliki penduduk sebanyak 272.229.372 jiwa. Selain menyandang status sebagai salah satu negara dengan penduduk terbanyak, Indonesia juga menempati posisi kelima sebagai negara dengan luas terbesar di benua Asia. Dengan ukuran daerah sebesar 1.904.066,02 km², banyak dari penduduk warga negara Indonesia yang memilih untuk menggunakan kendaraan bermotor untuk beraktivitas. Hal ini dilakukan untuk mempermudah masyarakat dalam bepergian ke tempat yang jauh. Tercatat pada tahun 2019, Indonesia memiliki 25.410 ribu kendaraan yang aktif digunakan oleh penduduk Indonesia, angka ini menempatkan Indonesia pada negara ke-14 dengan kendaraan aktif terbanyak di dunia.

Dengan banyaknya penduduk yang tinggal di Indonesia, hal ini menjadikan Indonesia salah satu negara produsen limbah terbanyak di Asia. Berdasarkan laporan *Waste Management in Asean Countries* dari United Nations, Indonesia merupakan negara dengan kuantitas sampah kota atau *municipal waste* tertinggi di Asia Tenggara, dengan kuantitas sebesar 64 juta ton setiap tahunnya (United Nations Environment Programme, 2017). Menurut United States *Environmental Protection Agency*, sampah kota yang dimaksud umumnya terdiri dari benda-benda yang umumnya dibuang setiap harinya seperti bungkus produk, baju, perkakas, botol, makanan sisa, koran, baterai, dan sampah buangan

lainnya dari perumahan, bisnis, sekolah, dan rumah sakit. Melihat pada salah satu komponen *municipal waste*, yaitu kertas, per tahun 2019, konsumsi kertas per kapita di Indonesia adalah 30 kg/orang/tahun dengan jumlah sampah kertas di Indonesia per hari mencapai 17 ribu ton.

Salah satu sumber sampah kertas adalah tempat parkir, sistem yang saat ini berlaku adalah penggunaan kertas untuk menyimpan informasi berupa *barcode* yang berfungsi sebagai tiket dari suatu kendaraan saat parkir. Selain itu, satu kertas lagi digunakan sebagai bukti atau tiket keluar suatu kendaraan dari tempat parkir. Kedua kertas ini kemudian menjadi sampah karena tidak memiliki nilai tambah lagi bagi pemilik kendaraan ataupun pengelola tempat parkir.

Menurut *Onondaga Resource Recovery Center*, pengurangan sebesar satu ton sampah kertas dapat menghemat air sebanyak 7.000 galon air, 628,5 barel bahan bakar, dan sekitar 400 Kwh listrik. Selain itu, menurut *Purdue Research Foundation and US Environmental Protection Agency* pada tahun 1996, pengurangan sampah kertas sebanyak satu ton dapat menyelamatkan 17 batang pohon. Oleh karena itu, adanya *improvement* terhadap sistem tempat parkir di Indonesia perlu dilakukan guna mencapai penghematan energi serta pengurangan sumber daya yang tidak perlu.

I.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah

Berdasarkan latar permasalahan yang telah dijabarkan pada bagian latar belakang masalah, dilakukan penelusuran lebih lanjut terhadap masalah yang ada pada sistem parkir saat ini. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan pada berbagai tempat parkir yang berada di tempat umum di Jakarta, saat ini prosedur pembayaran biaya parkir adalah sebagai berikut.

1. Pengemudi masuk ke tempat parkir lalu berhenti di depan pos masuk tempat parkir.
2. Pengemudi mengambil kertas yang berisikan *barcode* atau *QR code* yang memiliki informasi tentang kendaraan tersebut.
3. Pengemudi meninggalkan kendaraan di tempat parkir.
4. Saat ingin keluar, pengemudi menuju ke pos keluar daerah parkir.
5. Pengemudi melakukan *scan* tiket masuk ke mesin yang ada atau menyerahkan tiket masuk ke petugas parkir yang berada di pos.

6. Pengemudi melakukan pembayaran dan menerima kertas tanda keluar atau *invoice* bukti pembayaran parkir.
7. Pengemudi keluar dari tempat parkir.

Adapun dari proses yang diamati tersebut, didapatkan terdapat dua kertas yang akan diterima oleh pemilik kendaraan saat ingin melakukan parkir di suatu tempat umum. Dengan banyaknya jumlah kendaraan yang masuk ke dalam tempat parkir, jumlah kertas yang perlu disediakan dan digunakan oleh pengelola parkir akan menjadi sangat signifikan.

Berdasarkan asumsi awal ini, dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap pengguna kendaraan bermotor atau mobil. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perilaku mereka terhadap penggunaan kertas tiket masuk dan tiket keluar dalam suatu tempat parkir. Adapun penelitian yang dilakukan berbentuk dalam kuesioner yang disebarakan dengan beberapa butir pertanyaan yang dapat ditemukan pada Tabel I.1.

Tabel I.1 Pertanyaan Kuesioner Pendahuluan

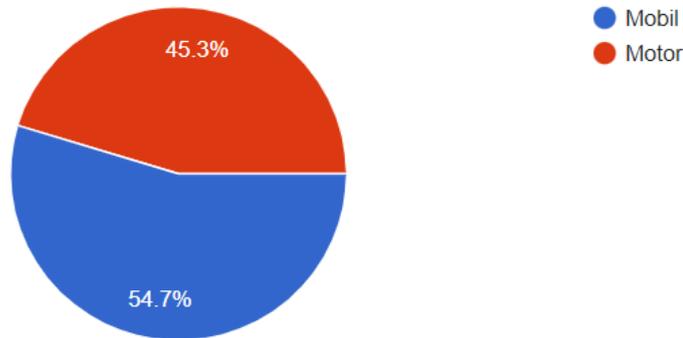
No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1	Kendaraan pribadi apa yang paling sering Anda gunakan dalam beraktivitas?	a. Mobil b. Motor
2	(SAAT PARKIR) Apakah Anda membawa tiket masuk parkir tersebut dengan Anda saat beraktivitas di tempat publik yang Anda kunjungi?	a. Ya (Tiket masuk dibawa bersamaan dengan Anda) b. Tidak (Tiket masuk ditinggalkan di kendaraan)
3	Jika iya, mengapa Anda melakukan hal tersebut?	(Jawaban dapat lebih dari satu) a. Takut kehilangan kertas tiket masuk tersebut b. Tidak ada tempat pada kendaraan c. Sudah terbiasa membawa kertas tiket masuk tersebut bersamaan dengan Anda
4	(SETELAH KELUAR DARI TEMPAT PARKIR) Apakah Anda menyimpan tiket keluar parkir tersebut?	a. Ya (Tiket keluar tidak dibuang atau disimpan) b. Tidak (Tiket keluar tidak diambil dari loket pembayaran atau dibuang)

(lanjut)

Tabel I.1 Pertanyaan Kuesioner Pendahuluan (Lanjutan)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
5	Jika iya, mengapa Anda menyimpan tiket keluar parkir tersebut?	(Jawaban dapat lebih dari satu) a. Disimpan sementara untuk dibuang setelah sampai di destinasi selanjutnya b. Disimpan sebagai informasi lama waktu parkir mobil c. Untuk kebutuhan pencatatan pengeluaran di akhir bulan
6	Informasi penting yang Anda lihat saat membaca tiket keluar parkir?	(Jawaban dapat lebih dari satu) a. Waktu Masuk dan Waktu Keluar b. Durasi Parkir c. Informasi Metode Pembayaran (e-Money/Flazz/OVO/dkk) d. Detail Pembayaran (Uang diberikan dan Kembalian atau sisa uang yang ada pada e-Money) e. Nominal yang Dibayarkan f. Lainnya
7	Apabila Anda tidak menyimpan kertas tersebut, maka kemungkinan besar kertas tersebut akan menjadi sampah. Menurut Anda, apakah kertas ini penting?	a. Ya, kertas tersebut penting b. Tidak, kertas tersebut tidak penting
8	Mengapa Kertas Parkir Tersebut Menurut Anda Penting	(Dapat diisi secara bebas)
9	Apabila terdapat metode lain yang dapat membuat Anda tidak perlu menggunakan kertas parkir, apakah Anda akan menggunakan metode tersebut?	a. Ya b. Tidak c. Mungkin

Adapun dari kuesioner yang disebar, didapatkan sebanyak 66 responden yang akan digunakan sebagai sumber data pendukung untuk mengetahui perilaku para pengemudi kendaraan bermotor dan mobil terhadap tiket parkir. Penjabaran jawaban dari pertanyaan pertama dapat ditemukan pada Gambar I.1, yang merupakan distribusi penggunaan kendaraan dari responden, baik mobil ataupun motor.



Gambar I.1 Distribusi Kendaraan yang Digunakan Responden

Dari Gambar I.1, didapatkan bahwa sebagian besar dari responden membawa kendaraan mobil. Pada pertanyaan selanjutnya, dilakukan penelitian apakah responden membawa tiket parkir yang didapatkan saat masuk ke lahan parkir, pada saat beraktivitas di tempat umum atau meninggalkan kertas tersebut di kendaraannya. Adapun rekapitulasi dari jawaban yang didapatkan dari responden dapat ditemukan pada Tabel I.2.

Tabel I.2 Perilaku Responden Pada Tiket Masuk Parkir

Kendaraan	Dibawa (Tiket masuk dibawa bersamaan dengan Responden)	Tidak Dibawa (Tiket masuk ditinggalkan di kendaraan)
Mobil	13	24
Motor	26	3
Total	39	27

Pada Tabel I.2, didapatkan jawaban dari responden terkait perilaku para responden saat menyimpan kertas tiket masuk parkir. Sebanyak 39 responden menjawab dengan menyimpan kertas tersebut atau dibawa saat beraktivitas sedangkan 27 responden lainnya menjawab ditinggalkan di kendaraannya. Adapun temuan yang didapatkan dari pertanyaan ini adalah untuk kendaraan mobil, mayoritas meninggalkan kertas tersebut di kendaraan mereka, sedangkan untuk kendaraan motor, hanya 3 responden yang menjawab meninggalkan kertas tersebut di motor mereka. Dari para responden yang menjawab dengan membawa kertas tersebut, dilakukan penelitian lebih lanjut akan mengapa mereka melakukan hal tersebut.

Tabel I.3 Perilaku Responden Terkait Membawa Tiket Parkir Saat Beraktivitas

No	Alasan responden tidak meninggalkan tiket parkir di kendaraan	Jumlah
1	Takut Kehilangan Kertas Tiket Masuk Tersebut	36
2	Sudah Terbiasa Membawa Kertas Tiket Masuk Tersebut Bersamaan Dengan Anda	23
3	Tidak Ada Tempat Pada Kendaraan	5
4	Karena Merasa Mobil Sudah Aman Sehingga Di Tinggal Saja Di Kendaraan	1
5	Lebih Aman	1
6	Untuk Menjaga ² Agar Jika Skenario Terburuk Mobil Saya Dicuri, Saya Masih Memiliki Bukti Atas Kepemilikan Mobil Saya Tersebut Yaitu Tiket Parkir Salah Satunya.	1
7	Jika Tiket Ditinggal Di Kendaraan Saat Motor Dicuri, Motor Bisa Keluar Dari Parkiran. Tapi, Jika Tiket Dibawa Oleh Saya, Pencuri Motor Akan Kesusahaan Untuk Keluar Dari Tempat Parkiran Karena Tidak Ada Tiket Parkir	1
8	Mempersulit Maling yang Ingin Mencuri Kendaraan	1

Pada Tabel I.3, diketahui bahwa sebagian besar dari responden membawa kertas tersebut dikarenakan takut kehilangan, sudah terbiasa, dan tidak ada tempat pada kendaraan mereka. Setelah itu, dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap tiket keluar parkir dan perilaku para responden terhadap tiket tersebut. Hasil yang didapatkan dari pertanyaan yang diberikan dapat ditemukan pada Tabel I.4.

Tabel I.4 Perilaku Responden Pada Tiket Keluar Parkir

Kendaraan	Tidak (Tiket keluar tidak diambil dari loket pembayaran atau dibuang)	Ya (Tiket keluar tidak dibuang atau disimpan)
Mobil	33	4
Motor	23	6
Total	56	10

Dari Tabel I.4, didapatkan bahwa sebanyak 56 responden tidak mengambil tiket keluar parkir dan 10 responden menyimpan tiket keluar tersebut. Adapun penelitian lebih lanjut dilakukan terhadap pertanyaan tersebut untuk mengetahui alasan dari perilaku para responden yang menyimpan kertas tiket keluar dan tidak membuang kertas tersebut. Hasil dari penelitian lebih lanjut tersebut dapat ditemukan pada Tabel I.5.

Tabel I.5 Perilaku Responden Terkait Kertas Tiket Keluar

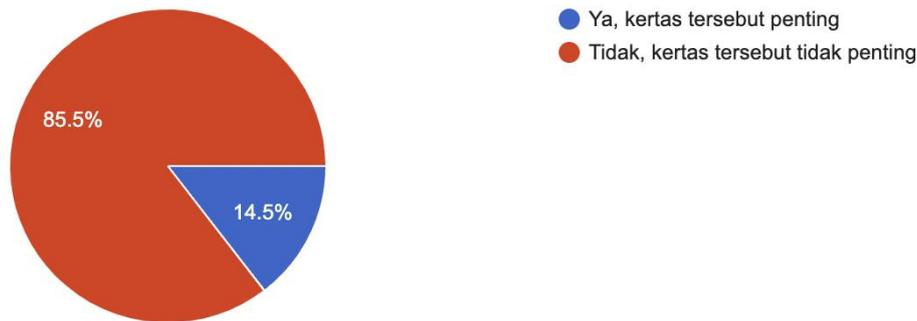
No	Alasan Responden Menyimpan Tiket Keluar	Jumlah
1	Disimpan Sementara Untuk Dibuang Setelah Sampai di Destinasi Selanjutnya	9
2	Disimpan Sebagai Informasi Lama Waktu Parkir Mobil	2
3	Untuk Kebutuhan Pencatatan Pengeluaran Di Akhir Bulan	4
4	Di Buang Karena Akan Jarang Ke Tempat Yang Membutuhkan Tiket Parkir Lagi	1
5	Kebiasaan Langsung Buang	1

Pada Tabel I.5, didapatkan sebagian besar responden yang tidak membuang kertas tiket keluar tersebut menyimpan kertas tersebut untuk kemudian dibuang pada destinasi selanjutnya. Terdapat juga beberapa responden yang menyimpan kertas tersebut untuk kepentingan pencatatan. Pada bagian selanjutnya, dilakukan penelitian terhadap informasi apa yang menurut para responden penting ada pada tiket keluar parkir.

Tabel I.6 Informasi Penting yang Dibaca Responden Pada Tiket Keluar Parkir

No	Informasi Penting Yang Dibaca Pada Tiket Keluar Parkir	Jumlah
1	Waktu Masuk Dan Waktu Keluar	25
2	Durasi Parkir	35
3	Informasi Metode Pembayaran(E-Money/Flazz/OVO/Dkk)	7
4	Detail Pembayaran (Uang Diberikan Dan Kembalian Atau Sisa Uang Yang Ada Pada E-Money)	24
5	Nominal Yang Dibayarkan	50
6	Total Nominal Yang Harus Dibayarkan	1

Adapun pada Tabel I.6, diketahui bahwa informasi terpenting yang dibaca oleh para responden adalah nominal yang dibayarkan, dengan 50 orang memilih informasi tersebut. Selain itu, sebanyak 35 orang menjawab durasi parkir sebagai informasi penting yang perlu dibaca. Pada bagian selanjutnya, dilakukan penelitian terhadap pendapat para responden akan pentingnya kertas parkir tersebut bagi mereka.



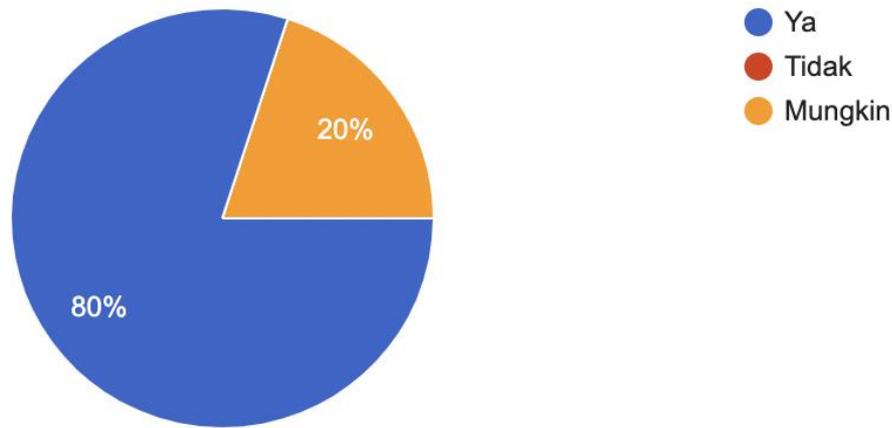
Gambar I.2 Pendapat Responden Terkait Pentingnya Kertas Parkir

Pada Gambar I.2, didapatkan jawaban sebagai berikut, sebanyak 14,5% dari responden menjawab kertas tersebut penting, sedangkan 85,5% menjawab kertas parkir tersebut tidak penting. Adapun dari hasil ini, dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap para responden yang menjawab kertas tersebut penting untuk mengetahui mengapa mereka mengatakan kertas tersebut sebagai penting. Hasil dari penelitian lebih lanjut tersebut dapat ditemukan pada Tabel I.7.

Tabel I.7 Alasan Mengapa Kertas Parkir Tersebut Penting Bagi Responden

No	Jawaban dari Responden
1	Karena terdapat informasi mengenai waktu masuk sehingga dapat memperkirakan biaya yang perlu dikeluarkan saat pembayaran.
2	Menyimpan data pengeluaran
3	kita bisa melihat berapa lama kita parkir
4	dapat digunakan sebagai bukti transaksi yang sah apabila dipakai sebagai kendaraan perusahaan
5	Kadang kala dibutuhkan entah untuk sekedar informasi, untuk pencatatan, hingga untuk kebutuhan klaim uang parkir ke kantor
6	Salah satunya memastikan pembayarannya telah benar dan kadang kadang bisa jadi bukti kalo pergi kesuatu tempat untuk kepentingan belanja
7	Sebagai bukti pembayaran, seperti nota dll
8	sebagai laporan berapa lama kita berada di tempat yang dikunjungi dan nominal harga yang dikeluarkan

Adapun pada Tabel I.7, dapat disimpulkan dari 8 responden yang menjawab kertas tersebut penting, alasan para responden tersebut menjawab kertas tersebut penting adalah terdapat informasi yang ingin mereka simpan seperti bukti pembayaran, waktu parkir, data pengeluaran, atau hal lainnya. Adapun pada bagian akhir, dilakukan penelitian terhadap kesediaan para responden menggunakan sistem alternatif untuk menghilangkan komponen kertas tersebut.



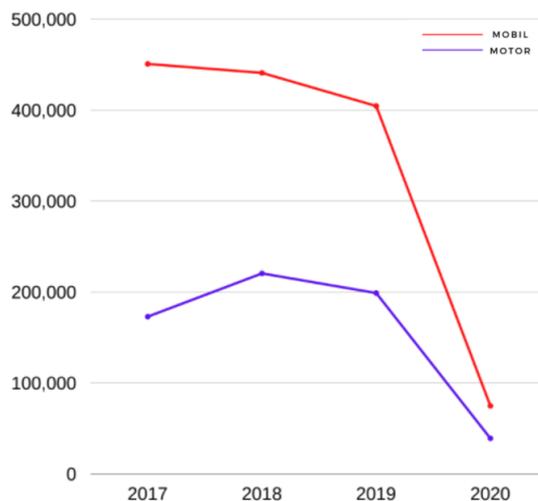
Gambar 1.3 Pendapat Responden Terhadap Kemungkinan Menggunakan Sistem Alternatif

Pada Gambar 1.3, didapatkan hasil dari pendapat dari para responden terhadap penggunaan sistem alternatif yang memungkinkan para responden untuk tidak menggunakan kertas saat parkir. Adapun sebanyak 80% dari responden menjawab mereka akan menggunakan sistem tersebut, sedangkan 20% menjawab mungkin akan menggunakan sistem tersebut, dan tidak ada responden atau sebanyak 0% yang menjawab mereka tidak akan menggunakan sistem tersebut. Sehingga dapat dikatakan bahwa tanggapan pengguna secara umum terhadap perbaikan sistem parkir adalah baik. Sebagai kesimpulan dari *preliminary study* yang dilakukan pada perilaku pengendara terhadap tiket parkir, didapatkan temuan sebagai berikut.

1. Terhadap kertas parkir masuk, sekitar 60% dari responden membawa kertas masuk tersebut dengan alasan takut kehilangan kertas tersebut, sudah terbiasa, ataupun tidak ada tempat pada kendaraan.
2. Terhadap kertas parkir keluar, hanya 15% dari responden yang menyimpan kertas tersebut, di mana responden lainnya menjawab dengan membuang kertas tersebut. Alasan yang didapatkan dari para responden yang menyimpan kertas tersebut adalah untuk kebutuhan pencatatan.
3. Responden cenderung terbuka terhadap sistem alternatif yang memungkinkan mereka untuk tidak menggunakan kertas parkir sebagai sarana identifikasi kendaraan mereka di tempat parkir.

Dari sisi makro, berbagai usaha telah dilakukan untuk mengurangi *municipal waste*, khususnya sampah kertas yang dihasilkan suatu kota dengan bantuan perkembangan teknologi. Perpindahan alur informasi dan adopsi teknologi dalam menggantikan aspek seperti dokumen kertas menjadi dokumen elektronik telah dilakukan oleh berbagai institusi. Hal ini diperkuat oleh efek pandemi COVID-19 yang menghambat aktivitas secara langsung. Berdasarkan laporan yang dirilis oleh McKinsey & Company pada tahun 2020, pandemi COVID-19 telah mempercepat adopsi teknologi di dunia. Sebagai contoh, dalam konteks bisnis, transisi *user interaction* dalam menggunakan teknologi telah dipercepat sebanyak 3 tahun dari laju sebelumnya.

Dikarenakan keterbatasan sumber daya yang ada, objek penelitian yang menjadi fokus penelitian kali ini adalah Universitas X dan sistem parkir yang berada di Universitas ini. Saat ini, Universitas X bekerja sama dengan pihak ketiga untuk mengurus keseluruhan sistem parkir di Universitas X yang mencakup perancangan *pedestrian*, pengelolaan dan perancangan tempat parkir, dan aspek lainnya yang berhubungan dengan tempat parkir di Universitas X.



Gambar I.4 Data Jumlah Kendaraan yang Masuk ke Lingkungan Universitas X 2017-2020
(Sumber: Biro Teknik Universitas X, 2021)

Pada Gambar I.4, terdapat data kendaraan yang masuk ke dalam lingkungan Universitas X yang terdiri dari mobil dan motor. Tanpa mempertimbangkan data pada tahun 2020 akibat dari pandemi, dapat dilihat bahwa terdapat sekitar 450.000 mobil dan 200.000 motor yang masuk ke

lingkungan Universitas X setiap tahunnya. Adapun dalam rangka mengurangi limbah kertas, Universitas X telah menerapkan penggunaan kartu pintar. Pada saat ini, kartu tersebut hanya diberikan oleh pihak dosen dan pegawai universitas.



Gambar 1.5 Kartu Parkir yang digunakan Universitas X

Kartu yang terdapat pada Gambar 1.5 merupakan kartu yang saat ini digunakan oleh Universitas X. Sejatinya, kartu ini berfungsi sebagai media yang digunakan oleh dosen atau pegawai dalam membuka gerbang parkir masuk atau keluar dari lingkungan universitas. Sedangkan untuk mahasiswa, dalam masa transisi dari pandemi, sistem kertas tidak diberlakukan kembali untuk sementara. Sehingga belum ada metode pencatatan waktu masuk atau keluar apa pun yang diterapkan bagi mahasiswa dan pembayaran pun juga di berikan kepada pihak tertentu, yang menyebabkan harga parkir untuk mahasiswa saat ini tidak memiliki standar yang jelas. Meskipun alternatif ini dapat mengeliminasi elemen kertas dari sistem parkir saat ini, terdapat masalah lain yang muncul dari penggunaan kartu pintar ini. Berdasarkan wawancara yang dilakukan dengan pihak pengelola tempat parkir yang juga merupakan pengguna kartu pintar, terdapat masalah sebagai berikut.

Dari sisi pengelola parkir, perlu dilakukan pendataan plat mobil dari para dosen dan pegawai universitas setiap 31 Desember atau akhir tahun. Pendataan ini mencakup informasi data plat mobil untuk setiap dosen atau pegawai (maksimal 4 plat). Pada tahun selanjutnya, pendataan kembali dilakukan untuk melakukan pengecekan apakah data dari plat untuk dosen tersebut masih sama atau tidak. Adapun berdasarkan wawancara yang telah dilakukan, didapatkan bahwa proses ini masih dilakukan dengan manual sehingga sangat memberatkan pengelola parkir. Di sisi lain, permasalahan kedua dirasakan oleh pengguna kartu ini. Walaupun telah dilakukan pencatatan plat untuk setiap dosen, pada

operasionalnya, kartu pintar ini dapat digunakan untuk kendaraan dengan plat apapun. Berdasarkan pengujian yang dilakukan oleh pihak pengelola parkir, dengan kartu yang sama dan plat yang tidak terdaftar, palang pintu parkir tetap dapat dibuka. Adapun hal ini dapat menjadi permasalahan keamanan tersendiri dan merupakan *loophole* dari sistem yang digunakan oleh pihak Universitas X saat ini.

Dari sistem parkir alternatif yang tersedia saat ini, terdapat kelebihan dan kekurangan dari masing-masing sistem parkir yang umumnya digunakan saat ini. Untuk keperluan perbandingan, sistem kartu pintar didefinisikan sebagai sistem yang menggunakan kartu sebagai media penangkap detail kendaraan masuk, contoh dari kartu pintar ini adalah *Flazz*, *E-Money*, atau kartu sejenisnya. Sistem aplikasi parkir yang dimaksud merupakan menggunakan aplikasi yang tertanam pada perangkat pribadi yang dapat digunakan untuk masuk dan keluar dari suatu tempat parkir serta melakukan pembayaran untuk parkir tersebut. Sedangkan sistem *Automatic License Plate Recognition (ALPR)* merupakan sistem yang menggunakan kamera untuk dapat mengenali dan mencatat plat secara otomatis, sehingga informasi ini kemudian dapat diintegrasikan dengan metode pembayaran menggunakan aplikasi ataupun metode pasca bayar lainnya. Berikut adalah perbandingan sistem tradisional dan alternatif.

Tabel I.8 Perbandingan Kelebihan dan Kekurangan Sistem Parkir

	Kelebihan	Kekurangan
Sistem Kertas	- Sistem yang <i>robust</i> , karena menggunakan media tiket fisik sebagai tiket utama.	- Memiliki residu berupa dua kertas, kertas masuk dan keluar.
Kartu Pintar Terintegrasi dengan Pembayaran	- Relatif mudah digunakan, karena hanya menggunakan kartu untuk masuk, keluar, dan pembayaran.	- Apabila menjadi media pembayaran satu-satunya, dapat memberikan masalah apabila saldo dalam kartu tersebut tidak cukup.

(lanjut)

Tabel I.8 Perbandingan Kelebihan dan Kekurangan Sistem Parkir (Lanjutan)

	Kelebihan	Kekurangan
Aplikasi Parkir	<ul style="list-style-type: none"> - Dapat diintegrasikan dengan media pembayaran elektronik sehingga mempermudah pengemudi. - Informasi dapat diakses dengan mudah oleh pengemudi pada aplikasi. 	<ul style="list-style-type: none"> - Memerlukan perangkat telepon genggam pengemudi. - Dapat memperlambat laju masuk ke dalam tempat parkir karena waktu yang dibutuhkan oleh penggunaan aplikasi.
Sistem ALPR	<ul style="list-style-type: none"> - Dapat mencatat nomor kendaraan ke sistem. - Pada saat masuk, dapat memudahkan <i>user</i> karena tidak perlu melakukan apa pun, plat dideteksi dan dibaca otomatis. 	<ul style="list-style-type: none"> - Dapat membutuhkan waktu lebih lama dalam pemrosesan sistem. - Dapat gagal mengenali plat, terlebih plat yang kotor.

Dari alternatif sistem ini beserta perbandingannya yang dijelaskan pada Tabel I.8, terdapat satu permasalahan utama yang dihadapi oleh Universitas X, yaitu sistem kartu yang digunakan belum mengintegrasikan tahapan pengenalan tertentu untuk informasi kendaraan, sehingga kartu tersebut hanya berfungsi serupa dengan kunci untuk *gate* parkir Universitas X. Maka dari itu, penelitian kali ini akan menambahkan satu elemen baru ke sistem yang saat ini ada, yaitu untuk pengenalan dan pencatatan data plat kendaraan yang masuk ke Universitas X. Hal ini dapat menyelesaikan masalah manajemen parkir Universitas X dengan memberikan satu *layer* keamanan tambahan sembari melakukan pencatatan untuk kemudian di proses oleh pihak manajemen.

Sistem ALPR merupakan pengaplikasian dari bidang *Artificial Intelligence Computer Vision*, yaitu kemampuan komputer untuk mengenali objek kompleks dengan media gambar pada dunia nyata. Salah satu permasalahan yang ditemukan pada sistem ALPR saat ini adalah minimnya penelitian yang dilakukan pada bidang deteksi dan pengenalan plat mobil Indonesia. Dikarenakan teknologi AI masih cukup baru, maka pengujian saat ini masih baru banyak terjadi menggunakan data plat mobil negara maju seperti negara Amerika Serikat atau Eropa, dimana plat pada negara ini memiliki karakteristik yang berbeda dari plat negara Indonesia seperti pada contoh Gambar I.6 berikut.



Gambar I.6 Contoh Plat Mobil di Indonesia, Amerika Serikat, dan Uni Eropa
(Sumber: Google Images, 2022)

Dapat dilihat pada Gambar I.6, karakter seperti warna latar belakang dan jenis tulisan atau *font* yang digunakan dari masing-masing plat cukup berbeda, sehingga metode optimal yang dapat bekerja pada plat tersebut pun belum tentu dapat bekerja pada plat Indonesia yang memiliki karakteristik tersendiri. Pada umumnya, model ALPR terdiri dari *object detection* dan *Optical Character Recognition* (OCR). Pada sistem ALPR, Model *object detection* berfungsi untuk mendeteksi karakteristik dan menunjukkan lokasi dari plat mobil pada gambar, sedangkan algoritma OCR digunakan untuk membaca konten dari plat tersebut.

Adapun teknologi yang digunakan dalam membentuk sistem deteksi plat secara otomatis ini masih banyak dalam pengembangan. Di Indonesia sendiri, terdapat beberapa pendekatan yang sudah diuji melalui beberapa penelitian sebelumnya. Pada penelitian tersebut, terdapat pendekatan yang menggunakan *sliding windows*, ada juga yang menggunakan model *machine learning* berbasis *Convolutional Neural Network* dan membuat model deteksi secara *custom*. Pada penelitian kali ini, perbedaan utama terdapat pada proses deteksi plat, dimana akan digunakan TensorFlow Object Detection API, modul yang relatif baru dalam ranah *machine learning* dan memiliki kelebihan yang akan dibahas lebih lanjut pada bagian selanjutnya. Selain itu, dari sisi pengenalan menggunakan OCR, juga

akan dilakukan optimasi yang diharapkan dapat menjadi pengetahuan tambahan juga dalam ranah penelitian pengembangan sistem ALPR di Indonesia.

Maka dari itu, penelitian ini akan ditujukan untuk melakukan pemodelan lebih lanjut guna mendapatkan perbandingan model *machine learning* yang ada pada *TensorFlow Object Detection API*, mengimplementasikan dan mengoptimalkan performansi OCR, serta merancang prototipe dari sistem ALPR tersebut. Hal ini dilakukan untuk menyelesaikan masalah yang terdapat pada sistem parkir di Universitas X. Hasil perbandingan ini juga menjadi kontribusi penelitian terhadap bidang ini dengan harapan dapat menambah referensi untuk penggunaan ALPR di Indonesia.

Adapun dari rangkaian identifikasi dan perumusan masalah yang dilakukan, didapatkan pernyataan sebagai berikut yang menjadi perumusan masalah dari penelitian ini.

1. Bagaimana perbandingan performansi model *object detection* yang tersedia saat ini untuk mendeteksi lokasi dari plat mobil Indonesia?
2. Bagaimana perbandingan performansi konfigurasi algoritma OCR untuk mengenali plat mobil Indonesia yang akan masuk ke tempat parkir?
3. Bagaimana penerapan kombinasi dari algoritma *object detection* dan OCR dalam pembuatan algoritma rekam nomor kendaraan yang dapat diterapkan di tempat umum seperti Universitas X?

I.3 Pembatasan Masalah dan Asumsi Penelitian

Dalam penelitian Perancangan Sistem Identifikasi dan Rekam Nomor Kendaraan Otomatis Berbasis *Object Detection and Recognition* di Universitas X, terdapat beberapa pembatasan masalah dan asumsi penelitian yang akan digunakan. Berikut adalah asumsi yang digunakan dalam proses penelitian yang dilakukan.

1. Pada penggunaan sistem alternatif yang dirancang, data gambar yang akan diambil diasumsikan berasal dari kamera yang terpasang pada tempat parkir yang berada pada posisi tertentu sehingga data gambar memiliki kualitas yang baik dan dapat diolah dengan benar
2. Pada plat mobil kendaraan pengguna, tidak terdapat komponen pengganggu seperti stiker, cat, ataupun hal lainnya yang dapat membuat proses *object recognition* menjadi keliru.

Selain itu, terdapat pembatasan yang digunakan dalam proses penelitian yang dilakukan. Berikut adalah batasan dari penelitian Perancangan Sistem Identifikasi dan Rekam Nomor Kendaraan Otomatis Berbasis *Object Detection and Recognition* di Universitas X.

1. Perancangan yang dimaksud dibatasi sampai implementasi dimana algoritma akan menerima gambar sebagai *input*. Hal ini berarti integrasi terhadap perangkat kamera parkir tidak dilakukan.
2. Plat kendaraan yang digunakan sebagai *dataset* dalam perancangan mobil adalah plat kendaraan standar dengan dasar hitam dan tulisan putih. Adapun plat ini digunakan untuk kendaraan bermotor perseorangan dan sewa. Adapun pada penelitian kali ini, data dibatasi hanya menggunakan plat jenis ini.

I.4 Tujuan Penelitian

Terdapat beberapa tujuan penelitian yang ingin dicapai dengan adanya perancangan yang dilakukan. Pada bagian ini, akan dibahas mengenai tujuan yang ingin dicapai dengan adanya rancangan pencatatan otomatis. Adapun tujuan penelitian ini, berlandaskan pada permasalahan yang ditemukan pada bagian identifikasi dan perumusan masalah.

1. Mengetahui perbandingan model *object detection* yang ada guna mendapatkan performansi yang cukup untuk mendeteksi lokasi dari plat mobil Indonesia.
2. Menerapkan algoritma OCR untuk mengenali plat mobil Indonesia yang akan masuk ke tempat parkir.
3. Menerapkan kombinasi algoritma *object detection* dan OCR untuk membuat algoritma rekam nomor kendaraan.

I.5 Manfaat Penelitian

Dari penelitian Perancangan Sistem Identifikasi dan Rekam Nomor Kendaraan Otomatis Berbasis *Object Detection and Recognition* di Universitas X, diharapkan terdapat beberapa manfaat yang dapat dirasakan oleh Universitas X. Berikut adalah manfaat dari penelitian perancangan sistem identifikasi yang dimaksud bagi Universitas X:

1. Mendapatkan rancangan alternatif untuk dapat menyelesaikan masalah keamanan dari sistem parkir Universitas X saat ini.
2. Mendapatkan sebuah metode untuk mendokumentasikan data plat kendaraan yang masuk ke lingkungan Universitas X.

Adapun selain manfaat penelitian yang dapat dirasakan oleh pihak Universitas X, terdapat beberapa manfaat yang harapannya dapat dirasakan bagi pihak peneliti. Berikut adalah manfaat yang akan didapatkan oleh peneliti dalam penelitian yang dilakukan:

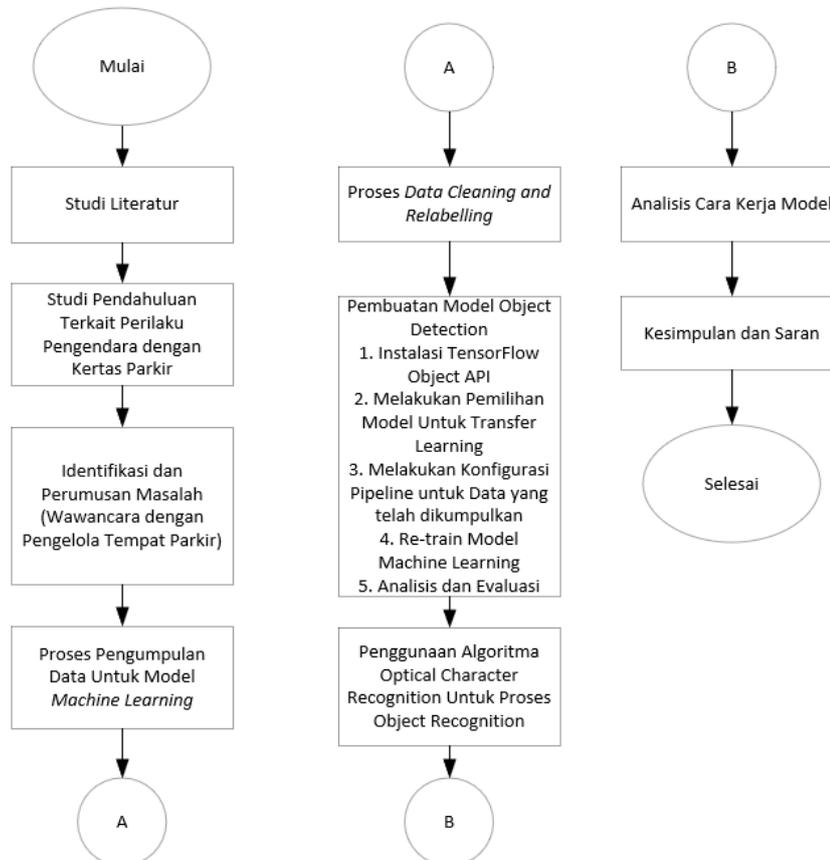
1. Menambah keilmuan di bidang *machine learning* terutama penerapan algoritma *object detection* dan OCR.
2. Dapat menerapkan bidang keilmuan yang telah dipelajari sebelumnya dalam penyelesaian suatu masalah.

Terakhir, terdapat beberapa manfaat yang juga ditujukan bagi masyarakat umum atau pembaca secara luas. Berikut adalah manfaat yang dimaksud dan ditujukan bagi masyarakat umum:

1. Menambah wawasan dan pengetahuan terkait cara penerapan algoritma *machine learning* dalam penyelesaian suatu masalah.
2. Menambah referensi terkait hasil pemodelan yang telah dilakukan oleh peneliti. Harapannya, hasil ini dapat menjadi referensi bagi para pembaca apabila ingin melakukan penelitian di bidang yang serupa.

I.6 Metodologi Penelitian

Adapun dalam penelitian yang dilakukan, Perancangan Sistem Identifikasi dan Rekam Nomor Kendaraan Otomatis Berbasis *Object Detection and Recognition* di Universitas X, terdapat metodologi penelitian yang akan digunakan sebagai rangkaian metode yang akan digunakan guna mencapai tujuan penelitian. Metodologi penelitian tersebut dapat ditemukan pada Gambar I.7.



Gambar I.7 Metodologi Penelitian yang Akan Digunakan

Pada Gambar I.7, dijabarkan mengenai rangkaian atau *flow* dari metodologi penelitian yang akan digunakan pada penelitian Perancangan Sistem Identifikasi dan Rekam Nomor Kendaraan Otomatis Berbasis *Object Detection and Recognition* di Universitas X. Adapun penjelasan lebih lanjut dari metodologi penelitian yang ada pada Gambar I.7 adalah sebagai berikut.

1. Studi Literatur

Pada bagian awal, akan dilakukan studi literatur terhadap bidang keilmuan yang akan digunakan dalam penelitian terkait. Adapun tujuan dari studi literatur ini adalah untuk mendapatkan referensi dalam implementasi bidang keilmuan yang akan digunakan. Literatur yang dimaksud mencakup karya ilmiah, jurnal, buku, dan sumber-sumber lainnya.

2. Studi Pendahuluan atau *Preliminary Study*

Pada bagian kedua, akan dilakukan proses studi pendahuluan awal. Adapun studi pendahuluan awal yang dilakukan ini mencakup pencarian terhadap perilaku para pengguna sistem parkir terhadap kertas parkir yang ada. Penelitian

ini dilakukan untuk mengetahui seberapa relevan permasalahan yang diangkat serta ingin mengetahui apakah solusi yang dibawakan dapat digunakan nantinya.

3. Proses Pengumpulan Data

Proses selanjutnya yang akan dilakukan adalah proses pengumpulan data. Adapun proses ini mencakup pencarian data seperti gambar mobil dengan plat yang kemudian akan digunakan pada proses pemodelan *object detection* dan *object recognition*. Data dapat didapatkan melalui berbagai media seperti *Kaggle Dataset*, *University of California, Irvine Repository*, *Google Images*, dan media lainnya. Terdapat dua informasi penting yang dicari, yaitu gambar dari mobil itu sendiri serta *annotations* atau lokasi koordinat dari plat mobil untuk setiap gambar tersebut.

4. *Data Cleaning and Relabelling*

Pada bagian ini, akan dilakukan proses *preprocessing* terhadap data yang ada. Tahapan ini mencakup analisis terhadap data yang telah ditemukan, lalu ditentukan apakah data sesuai untuk digunakan dalam proses pembentukan model. Adapun apabila data gambar serta *label* yang ada kurang baik, maka dilakukan proses *relabelling* untuk data tersebut yang mencakup anotasi sehingga dihasilkan data yang lebih sesuai untuk proses pemodelan.

5. *Object Detection Modelling*

Pada bagian ini, akan dilakukan keseluruhan proses yang dibutuhkan dalam proses pembuatan model pendeteksi plat mobil. Algoritma yang digunakan adalah *transfer learning*. Pada algoritma ini, digunakan *pre-trained model* atau model yang sebelumnya telah dilatih dengan data yang lebih besar untuk dilatih kembali dengan *custom dataset*, yaitu data plat mobil. Akan dilakukan proses komparasi terhadap model yang dapat digunakan serta pemilihan terhadap model terbaik.

6. Penggunaan Model OCR

Pada bagian ini, akan dilakukan pengaturan yang diperlukan untuk menggunakan algoritma OCR pada gambar plat yang telah berhasil dideteksi oleh model *object detection*. Adapun pada bagian ini, *input* yang diterima adalah gambar plat mobil dari pemodelan sebelumnya dan *output* yang dihasilkan adalah karakter yang ada pada gambar tersebut. Karakter ini akan disimpan dan dijadikan referensi untuk sistem parkir yang dirancang.

7. Analisis Cara Kerja Model

Pada bagian ini, akan dilakukan analisis terhadap proses cara kerja model yang telah dirancang. Adapun analisis yang dilakukan juga akan mencakup rangkaian proses pemodelan serta proses pembuatan sistem secara keseluruhan. Akan dilakukan analisis terhadap kelebihan serta kekurangan dari sistem, bagaimana cara kerja sistem dapat mengurangi kertas yang digunakan pada sistem parkir saat ini, dan analisis terhadap aspek lainnya.

8. Kesimpulan dan Saran

Pada bagian akhir, akan dilakukan pengambilan kesimpulan terhadap rangkaian penelitian yang telah dilakukan. Kesimpulan mencakup rangkuman terhadap capaian serta keseluruhan proses yang telah dilakukan untuk menjawab tujuan penelitian yang ada. Di sisi lain, saran merupakan kumpulan rekomendasi yang akan diberikan guna memperbaiki kesalahan atau masalah yang ditemukan pada rangkaian proses penelitian sehingga dapat mencapai hasil yang lebih baik.