



Buku Tugas Akhir

Perancangan Sistem Parkir dengan Pengenalan Plat Nomor Kendaraan Berdasarkan *Optical Character Recognition*

Armando Luis Widyasacca

2016630004

Pembimbing:

Nico Saputro, S.T., M.T., Ph.D

Levin Halim, S.T., M.T.

Diajukan untuk memenuhi salah satu
syarat mendapatkan gelar Sarjana
Teknik

September 2021

Perancangan Sistem Parkir dengan Pengenalan Plat Nomor Kendaraan Berbasis *Optical Character Recognition*

Armando Luis WIDYASACCA
2016630004

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Program Studi , Universitas Katolik Parahyangan.

Panitia Penguji :

Nico Saputro, S.T., M.T., Ph.D, Pembimbing 1

Levin Halim, S.T., M.T., Pembimbing 2

Dr. Ali Sadiyoko, S.T., M.T. , Penguji 1

Triana Mugia Rahayu, S.T., M.Sc., Penguji 2

© 2021, Program Studi Sarjana Teknik Elektro (Konsentrasi Mekatronika)– Fakultas Teknologi Industri
Universitas Katolik Parahyangan, Jl. Ciumbuleuit no 94, Bandung 40141, INDONESIA.

Dokumen ini dilindungi oleh undang-undang. Tidak diperkenankan mereproduksi seluruh ataupun sebagian isi dokumen ini dalam bentuk apa pun, baik secara cetak, photoprint, mikrofilm, elektronik, atau cara lainnya tanpa izin tertulis dari Program Studi Sarjana Teknik Elektro (Konsentrasi Mekatronika), Universitas Katolik Parahyangan.

All rights reserved. No part of the publication may be reproduced in any form by print, photoprint, microfilm, electronic or any other means without written permission from the Department of Electrical Engineering (Mechatronics), Parahyangan Catholic University.

Lembar Persetujuan Selesai



Tugas Akhir berjudul:

Perancangan Sistem Parkir dengan Pengenalan Plat Nomor Kendaraan Berbasis *Optical Character Recognition*

oleh:

Armando Luis Widyasacca
NPM : 2016630004

ini telah diujikan pada Sidang Tugas Akhir 2 (IME 184500) di Program Studi Sarjana Teknik Elektro (Konsentrasi Mekatronika), Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan serta dinyatakan SELESAI.

TANDA PERSETUJUAN SELESAI,

Bandung, September 2021

Ketua Program Studi Sarjana
Teknik Elektro (Konsentrasi Mekatronika)

Dr. Ali Sadiyoko, S.T., M.T

Pembimbing Pertama,



Pembimbing Kedua,

Nico Saputro, S.T., M.T., Ph.D

Levin Halim, S.T., M.T.

PERNYATAAN TIDAK MENCONTEK ATAU MELAKUKAN TINDAKAN PLAGIAT

Saya yang bertandatangan dibawah ini,

ARMANDO LUIS WIDYASACCA

Dengan ini menyatakan bahwa Buku Tugas Akhir dengan judul:

"PERANCANGAN SISTEM PARKIR DENGAN PENGENALAN PLAT NOMOR
KENDARAAN BERBASIS *OPTICAL CHARACTER RECOGNITION*"

adalah hasil pekerjaan Saya. 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.

Bandung, 9 September 2021



Armando Luis Widyasacca

NPM: 2016630004

Lembar Persembahan

Tugas Akhir ini dipersembahkan untuk
almamater tercinta,
bangsa dan negara.

Pedoman Penggunaan Buku Tugas Akhir

Buku Tugas Akhir yang tidak dipublikasikan, terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Katolik Parahyangan, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis dengan mengikuti aturan HaKI yang berlaku di Universitas Katolik Parahyangan. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai dengan kaidah ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh Buku Tugas Akhir haruslah seizin Ketua Jurusan Teknik Elektro (Konsentrasi Mekatronika), Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan.

Staf dosen dan mahasiswa Jurusan Teknik Elektro (Konsentrasi Mekatronika), Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan dapat menggunakan Buku Tugas Akhir ini sebagai rujukan pada penelitian-penelitian yang akan dilakukan sesuai dengan rekomendasi yang dikeluarkan oleh Koordinator Tugas Akhir dan/atau Tim Dosen Pembimbing.

Abstrak

Sistem parkir konvensional atau yang ada pada umumnya sudah dilengkapi oleh kamera di setiap pintu masuk dan keluar namun hanya digunakan untuk mengambil gambar kendaraan. Sistem parkir konvensional juga masih menggunakan karcis sebagai metode pendataan kendaraan. Oleh karena itu pada tugas akhir ini dirancang sistem parkir dengan fitur pengenalan plat nomor berbasis OCR yang diharapkan dapat mengoptimalkan fungsi kamera dan menggantikan fungsi pendataan menggunakan karcis pada sistem parkir konvensional. Selanjutnya kinerja sistem parkir rancangan berbasis OCR ini dievaluasi dan dibandingkan dengan sistem parkir konvensional. Hasil pengujian menunjukkan penempatan kamera optimal terhadap plat berada pada jarak samping 80 cm dan tegak lurus 140 cm. Sistem mampu menghasilkan akurasi sebesar 85% (pintu masuk) dan 80% (pintu keluar) terhadap 20 sampel plat nomor standar Indonesia. Perbandingan waktu pemrosesan di pintu masuk lebih lama dibandingkan sistem parkir konvensional namun lebih cepat pada pintu keluar.

Kata kunci:

sistem parkir, plat nomor, image processing, OCR

Abstrak

Conventional or existing parking systems are generally equipped with cameras at each entrance and exit but are only used to take pictures of vehicles. Conventional parking systems also still use tickets as a vehicle data collection method. Therefore, in this final project, a parking system is designed with an OCR-based number plate recognition feature which is expected to optimize the camera function and replace the data collection function using a ticket on conventional parking system. Furthermore, the performance of this OCR-based design parking system is evaluated and compared with conventional parking systems. The test results show that the optimal camera placement against the plate is at a side distance of 80 cm and perpendicular to 140 cm. The system is able to produce an accuracy of 85% (entrance gate) and 80% (exit gate) from 20 samples of Indonesian standard number plates. Comparison of processing time at the entrance is longer than conventional parking systems but faster at the exit.

Kata kunci:

image processing, number plate, database, OCR

Kata Pengantar

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas kasih sayang, kesehatan, dan penyertaan yang diberikan-Nya mulai dari awal dimulainya pengerjaan di semester 7 hingga saat ini di semester 8 dengan judul "Perancangan Sistem Parkir dengan Pengenalan Plat Nomor Kendaraan Berbasis *Optical Character Recognition*". ini dibuat sebagai syarat untuk mengikuti Sidang Proposal pada mata kuliah Tugas Akhir II pada Program Studi Sarjana Teknik Elektro (Konsentrasi Mekatronika) Universitas Katolik Parahyangan. Tentu saja penulisan ini dapat terselesaikan berkat bimbingan dan dorongan dari banyak pihak, dimulai dari:

- Nico Saputro, S.T., M.T., Ph.D dan Levin Halim, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir di Program Studi Sarjana Teknik Elektro (Konsentrasi Mekatronika) Universitas Katolik Parahyangan.
- Orangtua penulis yang telah memberikan dukungan mental selama pengerjaan ini.
- Teman-teman dan sahabat yang telah memberikan masukan serta diskusi yang sangat bermanfaat saat mengerjakan Tugas Akhir ini.
- Juga pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

ini telah dikerjakan penulis dengan semampunya dan sebaik-baiknya. Penulis juga menyadari bahwa Proposal ini masih jauh dari sempurna, dan terdapat banyak kekurangan dan kesalahan dalam penulisannya. Sekali lagi penulis mengucapkan terima kasih.

Daftar Isi

Abstrak	ix
Abstrak	xi
Kata Pengantar	xiii
Daftar Isi	xv
Daftar Tabel	xix
Daftar Gambar	xxi
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah.	2
1.3 Batasan Masalah dan Asumsi	2
1.4 Tujuan Tugas Akhir	3
1.5 Manfaat Tugas Akhir	3
1.6 Metodologi Tugas Akhir	4
1.7 Sistematika Penulisan	5
2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Gambar Digital	6
2.1.1 Jenis Gambar (Citra) Digital	7
2.1.2 Resolusi Gambar	9
2.1.3 Derau (<i>Noise</i>)	10
2.1.4 Gambar Digital pada <i>Python</i>	11
2.2 <i>OpenCV</i>	11
2.3 Pengolahan Gambar (Citra) Digital	12
2.3.1 Akuisisi Gambar (<i>Image Acquisition</i>)	13
2.3.2 <i>Crop & Resize</i> Gambar	15

2.3.3	<i>Image Grayscale Conversion</i>	17
2.3.4	<i>Image Binarization</i>	19
2.3.5	<i>Find Contour</i>	23
2.4	<i>Machine Learning</i>	27
2.4.1	Dataset	28
2.4.2	<i>Supervised Machine Learning</i>	29
2.5	<i>Optical Character Recognition (OCR)</i>	32
2.6	Perangkat Lunak OCR yang Digunakan: <i>Tesseract</i>	33
2.7	Python NumPy	34
2.8	<i>Database</i>	35
2.8.1	<i>Database Table Generator: MariaDB</i>	35
2.8.2	<i>API (Application Programming Interface)</i>	36
2.8.3	<i>Application Server & API Generator: Node-RED</i>	37
2.9	<i>Raspberry Pi</i>	37
2.10	Motor Servo	39
2.11	Sensor Ultrasonik	40
2.12	Tinjauan Literatur	41
3	PERANCANGAN SISTEM	47
3.1	Cara Kerja Sistem	47
3.1.1	Proses Kendaraan Masuk dan Keluar	50
3.1.2	Proses Penyimpanan ke <i>Database</i>	50
3.2	Struktur Sistem dan Arsitektur Perangkat Keras	51
3.3	Desain <i>Dashboard</i>	53
3.4	<i>Image Processing & OCR</i>	55
3.4.1	Akuisisi Gambar	56
3.4.2	<i>Preprocessing</i>	57
3.4.3	Mendapatkan dan <i>Filter</i> Kontur	60
3.4.4	Mendapatkan Koordinat Plat Nomor dalam Gambar	62
3.5	Filter Karakter Serupa Namun Bukan Merupakan Karakter Plat Nomor	69
3.5.1	Ekstraksi Karakter Plat Nomor (OCR)	71
3.5.2	Menghitung Lokasi Plat Nomor pada Gambar Akuisisi	72
3.6	Membuat <i>Frame</i> Plat Nomor Beserta Ekstraksi Karakter pada Gambar	
Akuisisi		74
3.7	Proses Buka/Tutup Portal	77
3.7.1	Aktuasi Portal	77
3.7.2	Deteksi Keberadaan Kendaraan	78
3.8	Rencana Pengujian	80
4	PENGUJIAN DAN ANALISA DATA	81
4.1	Asumsi pada Pengujian	81
4.2	Pengujian Jarak dan Sudut Penempatan Kamera yang Optimal	
terhadap Plat		83

4.2.1	Pengujian dengan Menggunakan Jarak Samping Pasti	84
4.2.2	Pengujian dengan Menggunakan Jarak Tegak Lurus Pasti . .	87
4.3	Pengujian Performa dan Waktu Pemrosesan Sistem	91
4.3.1	Analisa Pengujian Performa dan Waktu Pemrosesan Kamera-1 (Pintu Masuk)	94
4.3.2	Analisa Pengujian Performa dan Waktu Pemrosesan Kamera-2 (Pintu Keluar)	97
4.3.3	Peningkatan Performa dan Waktu Pemrosesan Sistem	99
5	KESIMPULAN DAN SARAN	101
5.1	Kesimpulan	101
5.2	Saran	102
	Daftar Pustaka	105

Daftar Tabel

4.1	Hasil Pengujian Jarak Samping Pasti.	86
4.2	Hasil Pengujian Jarak Tegak Lurus Pasti Kamera 1.	88
4.3	Hasil Pengujian Jarak Tegak Lurus Pasti Kamera 2.	89
4.4	Waktu pemrosesan sistem parkir konvensional.	92
4.5	Pengujian Akurasi OCR pada Pintu Masuk (Kamera-1).	93
4.6	Waktu Pemrosesan kamera-1 (Pintu Masuk).	95
4.7	Pengujian Akurasi OCR pada Pintu Keluar (Kamera-2).	96
4.8	Waktu Pemrosesan Kamera-2 (Pintu Keluar).	98
4.9	Pengujian Lama Pemrosesan setiap Tahap Pengenalan.	99
5.1	Pengambilan data waktu pemrosesan pada sistem parkir konvensional.	112

Daftar Gambar

1.1	Metodologi Penelitian.	4
2.1	Gambar (citra) digital. [1]	7
2.2	Gambar RGB [2]	7
2.3	<i>Layer</i> merah. [2]	7
2.4	<i>Layer</i> hijau. [2]	8
2.5	<i>Layer</i> biru. [2]	8
2.6	<i>RGB Colorspace Cube</i> . [3]	8
2.7	Gambar RGB. [2]	9
2.8	Gambar <i>grayscale</i> . [2]	9
2.9	Gambar RGB. [2]	9
2.10	Gambar biner. [2]	9
2.11	<i>Ukuran (pixel) gambar digital</i> . [4]	10
2.12	<i>Koordinat pixel gambar digital</i> . [5]	10
2.13	Contoh gambar berderau. [6]	11
2.14	OpenCV [7]	12
2.15	Gambar Original	15
2.16	Gambar Hasil Crop	15
2.17	Gambar Original <i>512x512 Pixel</i>	16
2.18	Gambar Hasil <i>Resize 320x120 pixel</i>	16
2.19	ROI Gambar (Citra) Digital.	16
2.20	Intensitas keabuan Gambar (citra) digital 8 bit. [8]	18
2.21	Ilustrasi operasi binarisasi. [9]	19
2.22	Aplikasi binarisasi pada gambar digital. [10]	20
2.23	Contoh histogram pada gambar <i>grayscale</i> 6x6. [11]	21
2.24	Menentukan nilai <i>threshold</i> wajar pada kurva histogram <i>pixel</i> gelap dan terang.	22
2.25	<i>4-connected</i> . [12]	23
2.26	<i>8-connected</i> . [12]	23
2.27	<i>Contour Hierarchy</i> . [13]	24
2.28	Hasil <i>Bounding Rectangle</i> pada Plat Nomor.	26
2.29	<i>Cropped Bounding Rectangle</i>	26
2.30	<i>Machine Learning</i> . [14]	27

2.31	Dataset dalam Bentuk Tabel. [15]	28
2.32	Proporsi Dataset. [16]	29
2.33	Dua Jenis Pembelajaran SML. [17]	30
2.34	<i>Hyperplane</i> pada SVM. [18]	31
2.35	<i>Support Vectors</i> . [19]	31
2.36	<i>Google Tesseract</i> [7]	33
2.37	<i>Array</i> atau larik. [20]	35
2.38	MariaDB. [21]	35
2.39	<i>Application Programming Interface</i> (API). [22]	36
2.40	Node-Red. [23]	37
2.41	<i>Drag & drop browser-based Flow Editor: Node-RED</i> . [24]	37
2.42	<i>Raspberry Pi 4 Model B</i> [25]	38
2.43	<i>Raspberry Pi Specifications</i> [26]	38
2.44	Motor servo [27]	39
2.45	Ilustrasi cara kerja Sensor Ultrasonik. [28]	40
3.1	Diagram alir inialisasi <i>client</i> .	48
3.2	Diagram alir sistem.	49
3.3	Struktur Sistem.	52
3.4	Realisasi Arsitektur Perangkat Keras Sistem.	53
3.5	Desain <i>Dashboard</i> Sistem.	54
3.6	Diagram Blok <i>Image Processing & OCR</i> .	56
3.7	Diagram Alir Proses Akuisisi Gambar.	56
3.8	Diagram Alir <i>Preprocessing</i> .	58
3.9	ROI yang didapatkan.	59
3.10	Diagram Alir Proses Mendapatkan dan Memfilter Kontur.	60
3.11	Diagram Alir Proses Mendapatkan Empat Koordinat Plat Nomor.	63
3.12	Perbedaan cv2.minAreaRect dan cv2.boundingRectangle .	64
3.13	Mendapatkan empat nilai titik koordinat karakter.	64
3.14	Karakter paling kiri dan kanan pada plat nomor.	65
3.15	Mendapatkan empat nilai titik koordinat plat nomor.	65
3.16	Diagram Alir Proses Pengurutan Kontur Karakter Plat Nomor.	66
3.17	Diagram alir proses penentuan empat koordinat masing-masing karakter.	67
3.18	Ilustrasi nilai maksimum dan minimum <i>s</i> dan <i>diff</i> .	69
3.19	Diagram Alir Proses Filter Karakter yang Bukan Plat Nomor.	70
3.20	Proses OCR.	72
3.21	Proses menghitung lokasi plat nomor pada gambar asli (akuisisi).	73
3.22	Sebelum dan sesudah proses get_box_original() .	74
3.23	Membuat <i>frame</i> beserta hasil ekstraksi plat nomor.	75
3.24	Hasil membuat <i>frame</i> plat nomor dan <i>text</i> ekstraksi plat.	77
3.25	Spesifikasi Motor Servo SG90 [29]	78
3.26	Sensor Ultrasonik HC-SR04. [28]	79
3.27	<i>Wiring Diagram</i> Raspberry Pi <i>Client</i> .	80

4.1	Ilustrasi pengujian jarak dan sudut optimal antara kamera dan plat nomor.	84
4.2	Plat nomor yang digunakan dalam pengujian pertama.	84
4.3	Ilustrasi pengujian jarak dan sudut optimal dengan nilai sisi samping pasti.	85
4.4	Ilustrasi pengujian jarak dan sudut optimal dengan nilai sisi tegak lurus pasti.	87
4.5	Ilustrasi Jarak Samping dan Tegak Lurus yang Digunakan.	90
4.6	Realisasi Penempatan Kamera Terhadap Plat pada Sistem.	90
4.7	<i>Confusion Matrix</i> Kamera-1.	94
4.8	<i>Confusion Matrix</i> Kamera-2.	97

Bab 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pada umumnya sistem parkir konvensional masih menggunakan karcis untuk pendataan kendaraan. Karcis berisikan *barcode* yang unik untuk setiap kendaraan dan sebuah *timestamp* menandakan waktu masuk ke lahan parkir. Ketika kendaraan keluar, karcis akan kembali dipindai oleh operator untuk mengetahui lama waktu parkir dan menghasilkan biaya jasa layanan parkir. Selain karcis, berdasarkan pengamatan dan wawancara tidak resmi seorang petugas parkir didapatkan pada setiap pintu parkir konvensional sudah dilengkapi kamera namun hanya digunakan untuk mengambil gambar kendaraan. Maka dari itu, perlu dirancang sebuah sistem parkir yang dapat mengoptimalkan fungsi kerja dari kamera yaitu dengan menerapkan fitur pengenalan plat nomor berbasis OCR.

Berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan, telah ditemukan beberapa penelitian yang mengusulkan metode pemanfaatan kamera sistem parkir berbasis pengenalan karakter plat nomor. Namun penelitian tersebut masih memiliki beberapa keterbatasan. Literatur [30] merancang sistem parkir berbasis OCR namun masih menggunakan pintu masuk dan keluar parkir yang sama. Pada penelitian [31] melakukan pengenalan plat nomor dengan metoda lokalisasi plat *template matching* menggunakan MATLAB namun menghasilkan akurasi 43%. Pada penelitian [32] dilakukan perbandingan antara dua metode pengenalan berbasis *neural network Back Propagation* (BP) dan *Learning Vector Quantization* (LVQ). Hasil akurasi yang didapatkan adalah BP 66.67% dan LVQ 94.44%.

Pada penelitian ini akan dirancang sebuah sistem parkir dengan fitur pengenalan plat nomor berbasis OCR. Pemilihan fokus penelitian dikarenakan pada dasarnya setiap kendaraan juga memiliki keunikan dibandingkan yang lainnya yaitu pada plat nomor. Fitur pengenalan plat nomor sebagai metode pendataan dapat menggantikan fungsi karcis dan menghilangkan beberapa aktivitas, seperti: menekan tombol mesin karcis,

pencarian karcis yang hilang, dan mengotomasi proses pemindaian operator di pintu keluar. Proses pengenalan plat nomor akan dibagi menjadi dua yaitu lokalisasi plat nomor pada gambar dan ekstraksi karakter plat (OCR). Akan digunakan perangkat lunak *OpenCV* sebagai *library* dari *image processing* dan *OCR engine Tesseract* untuk ekstraksi karakter plat nomor. Konfigurasi sistem rancangan adalah satu prosesor *server* sebagai *database* dan dua prosesor *client* sebagai pintu masuk dan keluar. Pengujian akan menentukan jarak optimal penempatan kamera terhadap plat dan performa kinerja sistem dengan target keakuratan minimum yang diinginkan adalah 80%. Hasil dari pengujian akan dibandingkan dengan sistem parkir konvensional untuk mengetahui perbandingan kinerja dari keduanya.

1.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah.

Berdasarkan latar belakang dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Sistem parkir konvensional menggunakan karcis memiliki kelemahan, seperti: kehilangan atau kerusakan karcis dan perlunya proses pemindaian oleh operator di pintu keluar.
2. Sistem parkir konvensional sudah menggunakan kamera namun belum digunakan secara maksimal.

Sehingga dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara untuk mengoptimalkan penggunaan kamera sehingga dapat menggantikan fungsi karcis?
2. Apakah sistem parkir berbasis pengenalan plat nomor memiliki kinerja lebih baik dibandingkan sistem parkir konvensional?

1.3 Batasan Masalah dan Asumsi

Batasan masalah dalam pembuatan sistem ini adalah:

1. Untuk evaluasi kinerja sistem akan diukur dua jenis waktu tunggu. Waktu tunggu adalah sejak kendaraan berhenti di gardu parkir sampai portal terbuka.
2. Kamera tidak digunakan untuk fungsi keamanan yaitu tidak digunakan untuk melakukan identifikasi apakah pengendara mobil di pintu masuk sama dengan pengendara di pintu keluar.

Asumsi dalam pembuatan sistem ini adalah:

1. Tarif jasa layanan parkir sama kepada seluruh jenis mobil.
2. Lokalisasi plat nomor menggunakan proses penentuan ROI (*Region of Interest*) secara statis atau sama kepada setiap kendaraan. Arah / sudut pengambilan

gambar oleh kamera diasumsikan akan selalu menghasilkan plat nomor terkandung di dalam ROI.

3. Penempatan kamera terhadap plat nomor adalah dengan ketinggian yang sama karena dianggap akan menghasilkan pengenalan terbaik.
4. Kondisi lingkungan saat pengujian diasumsikan selalu sama. Pengujian dilakukan pada malam hari dengan intensitas cahaya yang selalu konstan.

1.4 Tujuan Tugas Akhir

Berdasarkan masalah yang telah dirumuskan sebelumnya, tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merancang sebuah sistem parkir yang mengoptimalkan penggunaan kamera di pintu parkir dengan fitur pengenalan plat nomor berbasis OCR.
2. Merancang sebuah sistem yang dapat menggantikan fungsi pendataan karcis sehingga memangkas beberapa aktivitas di sistem parkir konvensional, seperti: menekan tombol mesin karcis di pintu masuk, penyerahan karcis di pintu keluar, dan pemindaian karcis oleh operator.
3. Melakukan pengujian apakah sistem parkir berbasis pengenalan plat nomor memiliki kinerja lebih baik dibandingkan sistem parkir konvensional.

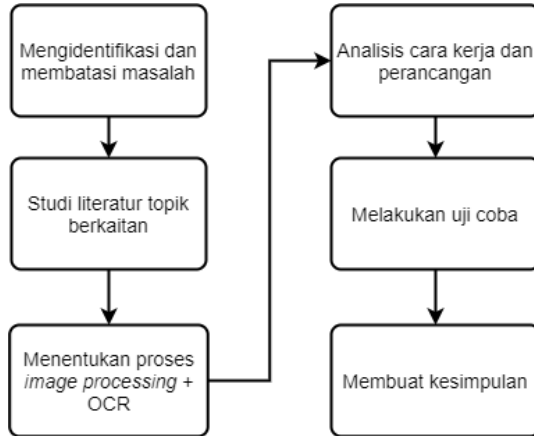
1.5 Manfaat Tugas Akhir

Manfaat yang didapatkan dari penelitian ini adalah:

1. Bagi peneliti, mampu membuat implementasi sistem parkir berbasis pengenalan plat nomor dan seluruh ilmu yang digunakan di dalamnya.
2. Terhadap pengembangan sistem parkir konvensional, penerapan fitur pengenalan plat nomor pada penelitian ini diharapkan dapat menggantikan fungsi karcis sebagai media pendataan kendaraan.
3. Bagi pengendara, penerapan fitur ini diharapkan dapat menghilangkan beberapa aktivitas seperti menekan tombol karcis dan pencarian karcis untuk pemindaian di pintu keluar.
4. Bagi mahasiswa Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika UNPAR, penelitian ini dapat digunakan sebagai sarana pembelajaran dan referensi terkait tentang cara kerja *image processing* dan *Optical Character Recognition (OCR)*.

1.6 Metodologi Tugas Akhir

Metodologi dalam pembuatan Proposal Tugas Akhir ini ditampilkan pada diagram blok **Gambar 1.1**.



Gambar 1.1 Metodologi Penelitian.

1. Mengidentifikasi dan membatasi topik bahasan. Identifikasi dilakukan untuk mencari fokus bahasan dalam pengembangan sistem parkir konvensional. Batasan dilakukan agar bahasan topik tidak menjadi terlalu luas.
2. Melakukan studi literatur terhadap buku dan jurnal untuk mengetahui ilmu yang digunakan dalam pengolahan gambar digital. Studi literatur juga dilakukan untuk membandingkan metode atau mencari masalah yang belum terbahas sebelumnya.
3. Menentukan proses dan teori yang akan digunakan dalam perancangan sistem. Melakukan studi literatur sebagai panduan dalam menulis teori dari proses yang digunakan.
4. Menganalisis cara kerja dan perancangan sistem. Menentukan alat dan bahan yang diperlukan dan hubungan topologi agar sistem bisa bekerja dengan baik.
5. Melakukan uji coba untuk mengetahui batasan masalah yang dihadapi dan *error* yang didapatkan dari sistem yang sudah dibuat. Dari pengujian juga akan diketahui performa sistem rancangan dibandingkan sistem parkir konvensional.
6. Membuat kesimpulan dari hasil uji coba dan analisa yang telah dibuat. Memberikan saran dan masukan untuk pengembangan dan perbaikan sistem.

1.7 Sistematika Penulisan

Laporan penelitian ini dibagi menjadi 3 bab, yakni sebagai berikut:

1. **Bab 1 Pendahuluan.** Dalam bab ini dijelaskan mengenai latar belakang masalah, identifikasi dan perumusan masalah, batasan masalah dan asumsi, tujuan Tugas Akhir, manfaat Tugas Akhir, metodologi Tugas Akhir serta sistematika penulisan Penelitian.
2. **Bab 2 Tinjauan Pustaka.** Bab ini berisi teori-teori yang berhubungan dengan pemecahan masalah dan dibutuhkan dalam pengolahan data serta analisis. Teori-teori dasar ini diperoleh melalui proses telaah pustaka yang intensif pada sejumlah pustaka yang direkomendasikan oleh dosen pembimbing, seperti misalnya: teori *image processing*, teori perangkat-perangkat lunak yang digunakan, teori tentang prosesor yang digunakan (*Rasperry Pi*), dan teori kamera dan aktuator yang digunakan.
3. **Bab 3 Perancangan Sistem.** Dalam bab ini dipaparkan antara lain:
 - (a) Kriteria/ spesifikasi produk/sistem yang diusulkan.
 - (b) Cara kerja sistem.
 - (c) Rincian desain dari sistem.