

**SKRIPSI**

**PROTOTIPE SISTEM DETEKSI PELAT KENDARAAN OTOMATIS  
BERBASIS *YOLO* DAN *TESSERACT OCR* UNTUK STIMULASI BUKA-  
TUTUP *PARKING GATE***

**Disusun dan diajukan oleh:**

**ANDI ARYAWIJAYA TAUFIQ MAPPELLAWA**

**D041191117**



**PROGRAM STUDI SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**2023**

## HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

**PROTOTIPE SISTEM DETEKSI PELAT KENDARAAN OTOMATIS BERBASIS  
YOLO DAN TESSERACT OCR UNTUK STIMULASI BUKA-TUTUP PARKING GATE**

**Disusun dan diajukan oleh :**

**ANDI ARYAWIJAYA TAUFIQ MAPPELLAWA**


**D041191117**


Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Pada tanggal 13 Oktober 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

  
Muh. Anshar, S.T., M.Sc (Research), Ph.D.  
NIP 19770817200501003

  
Ida Rachmaniar Sahali, S.T., M.T.  
NIP 198206302012122001



Program Studi  
Dewiani, M.T.  
NIP 196910261994122001

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Andi Aryawijaya Taufiq Mappellawa

NIM : D041191117

Program Studi : Teknik Elektro

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

**PROTOTIPE SISTEM DETEKSI PELAT KENDARAAN OTOMATIS  
BERBASIS *YOLO* DAN *TESSERACT OCR* UNTUK STIMULASI BUKA-  
TUTUP *PARKING GATE***

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut

Gowa, 8 September 2023

Yang Menyatakan



Andi Aryawijaya Taufiq Mappellawa

## ABSTRAK

**Andi Aryawijaya Taufiq Mappellawa.** *Prototipe Sistem Deteksi Pelat Kendaraan Otomatis Berbasis YOLO Dan Tesseract OCR Untuk Stimulasi Buka-Tutup Parking Gate* (dibimbing oleh Muh. Anshar dan Ida Rachmaniar Sahali)

*Automatic License Plate Recognition* (ALPR) adalah ekstraksi informasi pelat nomor kendaraan dari suatu gambar atau citra. Di Indonesia sendiri terdapat beberapa jenis pelat kendaraan dengan warna tulisan dan warna *base* yang beragam, sehingga diperlukan pengembangan fungsionalitas dari sistem ALPR yang telah ada untuk dapat memperluas cakupan pendeteksiannya. Salah satu metode pengolahan citra yang diimplentasikan pada tugas akhir ini adalah dengan menggunakan arsitektur *YOLO* (*You Only Look Once*) untuk deteksi objek dan juga *Tesseract OCR* yang berfungsi menerjemahkan *image character* untuk diubah menjadi bentuk teks. Pengujian yang dilakukan pada tugas akhir ini dilakukan melalui beberapa tahapan; pengujian berdasarkan jenis warna pelat kendaraan, pengujian berdasarkan waktu pengambilan data, dan pengujian pada pelat kendaraan dengan adanya karakter atau objek tambahan. Pada pengujian berdasarkan jenis warna pelat berbeda, rata-rata waktu respon yang dibutuhkan oleh sistem adalah 5.76 detik dengan akurasi yang didapatkan sebesar 100%. Pada pengujian berdasarkan waktu pengambilan data yang berbeda, didapatkan rata-rata waktu respon yang dibutuhkan oleh sistem adalah sebagai berikut, pagi hari (5.756 s); siang hari (5.766 s); sore hari (5,764 s) dengan akurasi yang didapatkan sebesar 100%. Pada pengujian pelat kendaraan dengan objek atau karakter tambahan, rata-rata waktu respon yang dibutuhkan oleh sistem adalah 5.8 detik dengan akurasi yang didapatkan sebesar 100%.

**Kata kunci:** ALPR, YOLO, Tesseract OCR, Pengolahan Citra

## ***ABSTRACT***

**Andi Aryawijaya Taufiq Mappellawa.** *Prototype of Automatic Vehicle License Plate Detection System Based on YOLO and Tesseract OCR for Parking Gate Opening-Closing Stimulation* (supervised by Muh. Anshar and Ida Rachmaniar Sahali)

Automatic License Plate Recognition (ALPR) is the extraction of vehicle number plate information from an image or image. In Indonesia itself, there are several types of vehicle plates with various writing colors and base colors, so it is necessary to develop the functionality of the existing ALPR system to expand its detection coverage. One of the image processing methods implemented in this final project is to use the YOLO (You Only Look Once) architecture for object detection and also Tesseract OCR which functions to translate image characters to be converted into text. The testing carried out in this final project was carried out through several stages; testing based on the type of vehicle plate color, testing based on the time of data collection, and testing on vehicle plates with additional characters or objects. In testing based on different types of plate colors, the average response time required by the system was 5.76 seconds with an accuracy of 100%. In testing based on different data collection times, it was found that the average response time required by the system was as follows, morning (5,756 s); daytime (5,766 s); afternoon (5,764 s) with an accuracy of 100%. When testing vehicle plates with additional objects or characters, the average response time required by the system was 5.8 seconds with an accuracy of 100%.

***Keywords:*** ALPR, YOLO, Tesseract OCR, Image Processing

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	ii
ABSTRAK.....	iii
<i>ABSTRACT</i> .....	iv
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR LAMPIRAN .....	ix
KATA PENGANTAR.....	x
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Pelat Kendaraan bermotor di Indonesia.....	5
2.2 <i>Automatic License Plate Recognition (ALPR)</i> .....	6
2.2.1 Deteksi Objek.....	6
2.2.2 <i>YOLO-Fastest</i> .....	7
2.2.3 <i>Tesseract OCR</i> .....	7
2.2.4 <i>OpenCV</i> .....	9
2.3 Penelitian Terkait.....	12
BAB III METODE PENELITIAN .....	16
3.1 Rancangan Umum.....	16
3.2. Perancangan Perangkat Keras Sistem.....	17
3.2.1 <i>IP Camera</i> .....	18
3.2.2 <i>Real-time streaming protocol (RTSP)</i> .....	19
3.2.3 Raspberry Pi 4.....	20
3.2.4 Arduino Mega 2560.....	21
3.2.5 Sensor Ultrasonik JSN-SR04T .....	22
3.2.6 Kendali motor penggerak Parking Gate.....	23
3.2.7 2-Channel Relay Module.....	24
3.2.8. Perancangan Sistem Elektronik .....	26

3.3. Perancangan Perangkat Lunak Sistem.....	27
3.3.1. Pembangunan Dataset .....	28
3.3.2. Pelatihan Arsitektur Deteksi Objek .....	29
3.3.3. Pemrograman Komponen Elektronik Sistem.....	29
3.3.4. Penyatuan Seluruh Proses Menjadi Satu Sistem .....	31
3.4. Perancangan Pengujian .....	32
3.5. Lokasi Penelitian.....	33
<b>BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>34</b>
4.1 Pengujian berdasarkan jenis warna pelat kendaraan.....	35
4.2 Pengujian pada pelat kendaraan berdasarkan waktu pengambilan data .....	35
4.2.1 Pengujian pada pagi hari .....	36
4.2.2 Pengujian pada siang hari.....	37
4.2.3 Pengujian pada sore hari.....	38
4.2 Pengujian pada pelat kendaraan dengan objek atau karakter tambahan.....	39
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>40</b>
5.1 Kesimpulan .....	40
5.2 Saran .....	40
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>41</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Pelat Kendaraan bermotor di Indonesia .....	5
Gambar 2 Arsitektur Tesseract OCR.....	9
Gambar 3 Blok Diagram Pengenalan Kata .....	9
Gambar 4 Bardi IP Camera .....	18
Gambar 5 Raspberry Pi .....	20
Gambar 6 Arduino Mega 2560.....	22
Gambar 7 Sensor Ultrasonik JSN-SR04T.....	22
Gambar 8 Parking Gate.....	24
Gambar 9 2-Channel Relay Module .....	24
Gambar 10 Blok Diagram Smart gate.....	16
Gambar 11 Skematik Rangkaian Smart Gate.....	26
Gambar 12 Diagram Alir Sistem Smart Gate.....	27
Gambar 13 Rancangan Pengujian Sistem; (a) tampak depan dan (b) tampak atas .....	32
Gambar 14 Ilustrasi data hasil pengujian .....	34



## DAFTAR TABEL

Tabel 1 Spesifikasi Raspberry Pi 4 Model B .....	21
Tabel 2 Penelitian terkait.....	12
Tabel 3 Komponen Smart Gate .....	17
Tabel 4 Hasil Pengujian berdasarkan jenis warna pelat kendaraan.....	35
Tabel 5 Hasil Pengujian pada pagi hari, dengan cuaca mendung .....	36
Tabel 6 Hasil pengujian pada siang hari, kondisi cuaca cerah.....	37
Tabel 7 Hasil pengujian sore hari, kondisi cuaca cerah .....	38
Tabel 8 Hasil pengujian pada pelat dengan objek atau karakter tambahan.....	39

**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian .....	47
Lampiran 2 Kode Pemrograman .....	52

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmanirrohim.* Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah *Subhanahu Wata'ala* atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Prototipe Sistem Deteksi Pelat Kendaraan Otomatis Berbasis *YOLO* Dan *Tesseract OCR* Untuk Stimulasi Buka-Tutup *Parking Gate*”, serta sholawat dan salam penulis haturkan kepada Nabi Muhammad *sallallahu 'alaihi wasallam*. Penyelesaian skripsi ini merupakan upaya penulis dalam memenuhi salah satu syarat kelulusan pada Pendidikan Strata Satu (S1) guna memperoleh gelar Sarjana Teknik di Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Skripsi yang sederhana ini diharapkan mampu memberikan kontribusi dalam bidang riset ke depannya sehingga dapat mendukung terciptanya berbagai inovasi teknologi khususnya pada bidang *Machine Learning*. Penyusunan skripsi ini juga tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak yang dengan tulus telah memberikan motivasi, semangat, nasehat, dorongan dan doa kepada penulis. Sehubungan dengan hal tersebut, maka penulis hendak menyampaikan rasa terimakasih kepada:

1. Kedua Orang tua, saudara serta keluarga penulis yang senantiasa memberikan dukungan, bantuan, dan doanya.
2. Ibu Dr.Eng.Ir. Dewiani, M.T., selaku Ketua Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Bapak Muh. Anshar, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing I, Ibu Ida Rachmaniar Sahali, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II, Prof. Dr.-Ing. Faizal Arya Samman, S.T.,M.T. selaku dosen penguji I, dan Dr.A. Ejah Umraeni Salam, S.T, M.T. selaku dosen penguji II, terimakasih telah tulus memberikan arahan, bimbingan dan semua ilmu yang penulis peroleh selama proses perkuliahan maupun dalam pengerjaan skripsi ini.
4. Seluruh dosen dan staf pengajar, serta pegawai Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah memberikan ilmu, bantuan dan kemudahan selama selama penulis menempuh proses perkuliahan

5. Teman-teman TR19GER yang telah menjadi rekan seperjuangan dari awal kita berproses hingga *till the end* di Kampus Merah tercinta.
6. Teman-teman riset di Laboratorium *Cognitive Social Robotics and Advanced Artificial Intelligence Research Centre* (CSR-2AIR) yang telah menjadi rekan seperjuangan, memberikan banyak pengalaman bersama, selalu berbagi kebahagiaan, berbagi waktu, dan selalu memberikan dukungan satu sama lain.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan yang terdapat dalam skripsi ini, oleh karena itu diharapkan saran dan kritik yang membangun dari semua pihak.

Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat diterima sebagai kontribusi pikiran penulis yang mendatangkan manfaat baik bagi penulis maupun pembacanya.

Gowa, 9 September 2023

Andi Aryawijaya Taufiq Mappellawa

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Salah satu fasilitas penunjang di tempat publik adalah fasilitas lahan parkir. Lahan parkir yang luas dan nyaman adalah kebutuhan utama bagi pengunjung yang menggunakan kendaraan. Akan tetapi, minimnya pengawasan serta kurang tertibnya akses pada lahan parkir menyebabkan lahan parkir kurang tertata dan meningkatkan potensi terjadinya pencurian kendaraan. Berbagai upaya telah dilakukan untuk meminimalisir potensi kejahatan ini, termasuk juga di lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Solusi yang dilakukan dari pihak kampus adalah dengan melakukan pemeriksaan identitas pengguna kendaraan oleh bagian satuan keamanan (satpam) kampus ketika hendak keluar masuk area kampus. Hal ini mempersulit akses orang dari luar kampus yang tidak memiliki identitas resmi dari kampus dan menekan potensi terjadinya pencurian kendaraan. Akan tetapi pengecekan identitas pengguna kendaraan yang dilakukan oleh satpam kampus (sistem konvensional) dirasa masih kurang efisien. Pemeriksaan yang dilakukan oleh satpam membutuhkan waktu untuk melakukan verifikasi identitas dari pengguna kendaraan sehingga menyebabkan menumpuknya antrian kendaraan yang ingin keluar masuk area kampus. Penempatan manusia dalam tugas yang berulang seperti ini juga berpotensi untuk menyebabkan terjadinya human error sehingga pemeriksaan yang dilakukan kurang maksimal (Dewiani dkk,2021).

Salah satu bagian dari sebuah lahan parkir adalah sistem penghalang, yang biasa disebut sebagai *parking gate*, *boom gate* atau *boom barrier* yang berfungsi sebagai pengendali perpindahan dan pengaman kendaraan yang keluar dan masuk dari lahan parkir tersebut. Sistem penghalang pada sebuah lahan parkir dapat dibangun untuk dioperasikan secara manual (membutuhkan tenaga manusia) atau otomatis (menggunakan bantuan komputer atau mikrokontroler). Sistem penghalang pada lahan parkir gedung Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, dilakukan secara otomatis; dua pembaca RFID – satu untuk masuk, dan yang lainnya untuk keluar – terhubung melalui komputer Raspberry Pi yang mengontrol mekanisme palang. Pada sistem palang saat ini, secara default

penghalang berada dalam posisi horizontal, sehingga menutup pintu masuk tempat parkir. Pembaca RFID secara aktif menunggu untuk membaca kartu RFID. Ketika kartu dibaca, identitas (ID) diperiksa terhadap *database* yang disimpan di penyimpanan komputer. Jika ID cocok dengan entri dalam *database*, penghalang dinaikkan, memungkinkan kendaraan untuk melewatinya. Jika tidak, penghalang akan tetap dalam posisi horizontal (Bramasta dkk, 2022).

*Optical Character Recognition* (OCR) adalah konversi gambar teks yang dipindai atau dicetak, termasuk teks tulisan tangan, menjadi teks yang dapat diolah untuk proses lebih lanjut. Teknologi ini memungkinkan mesin untuk secara otomatis mengenali teks tersebut. Hal ini serupa dengan kombinasi mata dan pikiran pada tubuh manusia. Mata dapat melihat teks dari gambar, tetapi sebenarnya otak yang memproses dan mengartikan teks yang diekstraksi yang dibaca oleh mata. Dalam pengembangan sistem OCR komputer, beberapa masalah dapat muncul. Pertama: terdapat sedikit perbedaan yang terlihat antara beberapa huruf dan angka sehingga sulit bagi komputer untuk memahaminya. Misalnya, komputer mungkin kesulitan membedakan antara angka "0" dan huruf "o". Kedua: Sulit untuk mengekstrak teks yang tertanam di latar belakang yang sangat gelap atau dicetak di atas kata-kata atau grafik lain (Chirag et.al., 2012).

Salah satu metode *image processing* atau pengolahan citra digital yang diimplementasikan pada tugas akhir ini adalah dengan menggunakan arsitektur *YOLO* (*You Only Look Once*) untuk deteksi objek dan juga *Tesseract OCR* yang berfungsi menerjemahkan *image character* untuk diubah menjadi bentuk teks.

Pada penelitian sebelumnya (Bramasta dkk, 2022); tentang perancangan prototipe sistem deteksi pelat kendaraan berbasis *YOLO*, jenis pelat kendaraan yang dapat dideteksi terbatas hanya pada pelat kendaraan dengan *base* hitam tulisan putih. Di Indonesia sendiri terdapat beberapa jenis warna pelat kendaraan dan juga mengacu pada regulasi terbaru terkait pemberlakuan pelat kendaraan dengan *base* putih tulisan hitam yang tertuang pada Peraturan Kepolisian No. 7 Tahun 2021 tentang Registrasi dan Identifikasi Kendaraan Bermotor pasal 45, maka diperlukan pengembangan fungsionalitas dari sistem yang telah ada untuk dapat memperluas cakupan pendeteksiannya (*universal*) dan meningkatkan akurasi pembacaan pelat.

Melihat potensi efektifitas dan efisiensi yang dapat ditingkatkan pada sistem deteksi pelat kendaraan untuk mekanisme buka-tutup palang parkir gedung Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin dengan menambahkan beberapa kebaruan pada sistemnya, peneliti mengajukan penelitian dengan judul “Prototipe Sistem Deteksi Pelat Kendaraan Otomatis Berbasis *YOLO* dan *Tesseract OCR* untuk Stimulasi Buka-Tutup *Parking Gate*”.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengintegrasikan deteksi pelat nomor kendaraan ke dalam mekanisme sistem buka-tutup palang parkir?
2. Bagaimana pengaruh kondisi lingkungan terhadap kemampuan deteksi pelat kendaraan?
3. Bagaimana kinerja mekanisme sistem buka tutup palang parkir berbasis sistem deteksi pelat?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini:

1. Mengembangkan prototipe sistem deteksi pelat nomor kendaraan bermotor untuk stimulasi buka-tutup palang parkir.
2. Mengimplementasikan metode *YOLO* dan *Tesseract OCR* untuk mendeteksi pelat nomor kendaraan bermotor.
3. Menguji kinerja sistem yang telah dirancang.

## **1.4 Batasan Masalah**

1. Sistem yang dibangun bersifat prototipe.
2. Pelat kendaraan yang dideteksi dalam kondisi baik (dapat terbaca dengan jelas).

3. Proses pengambilan data dan pengujian dilakukan di depan palang pada waktu pagi, siang, dan sore hari di area masuk parkir gedung elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. Jenis pelat kendaraan yang dijadikan data pengujian adalah; pelat dengan *base* hitam tulisan putih, *base* putih tulisan hitam, dan *base* merah tulisan putih.
5. Sudut kemiringan yang diterapkan pada IP *Camera* adalah sebesar 45 derajat terhadap bagian depan kendaraan pada jalur masuk area parkir.

### **1.5. Sistematika Penulisan**

Penyusunan tugas akhir ini memiliki sistematika penulisan sebagai berikut:

#### **BAB I – PENDAHULUAN**

Bab ini berisi uraian tentang latar belakang alasan penelitian ini dilakukan, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penelitian yang digunakan pada penelitian.

#### **BAB II – TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi teori dasar dan penelitian lain yang terkait pada penelitian yang dilakukan. Terdapat definisi atau penjelasan tentang sistem deteksi pelat kendaraan serta pengaplikasiannya pada sistem perparkiran.

#### **BAB III – PERANCANGAN SISTEM**

Bab ini membahas tentang metode penelitian yang digunakan. Pertama terdapat penjelasan tentang rancangan umum untuk penelitian, lalu lokasi dan tahapan penelitian yang dilakukan. Pada tahapan penelitian ini akan dijelaskan desain perangkat keras (*hardware*), desain perangkat lunak (*software*) serta desain pengujian yang digunakan pada penelitian.

#### **BAB IV – HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini akan dibahas hasil uji coba yang dilakukan. Pada bab ini pula akan ditunjukkan beberapa tabel hasil uji coba pengambilan data pada prototipe.

#### **BAB V – PENUTUP**

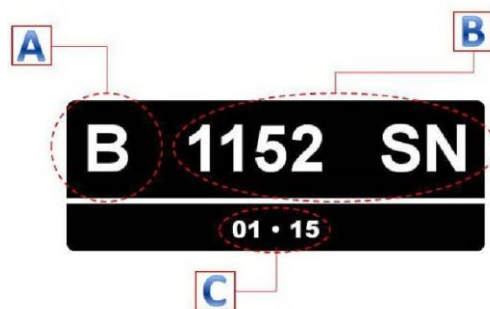
Bab ini berisi kesimpulan dari pembahasan permasalahan dan saran-saran untuk perbaikan dan penyempurnaan tugas akhir ini.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pelat Kendaraan bermotor di Indonesia

Indonesia memiliki aturan dalam penilaian pelat nomor kendaraan. Seperti pada nomor teknis pelat, perbedaan setiap warna pada pelat nomor, dan urutan huruf, angka, serta identitas kota; Pelat nomor memiliki peran penting bagi kendaraan di Indonesia karena pelat nomor adalah identitas kendaraan itu sendiri. Tanda nomor kendaraan berupa pelat aluminium dengan dua baris. Baris pertama adalah kode wilayah (huruf), nomor polisi (angka), dan kode/seri akhir (huruf). Baris kedua menampilkan bulan dan tahun kadaluwarsa atau batas berlaku dari pelat. Bahan baku pelat nomor kendaraan adalah aluminium dengan ketebalan 1 mm. Ukuran pelat nomor untuk kendaraan roda 2 dan 3 adalah 250 \* 105 mm, sedangkan untuk kendaraan roda 4 atau lebih adalah 395 \* 135 mm. Terdapat garis batas lurus sepanjang 5 mm antara ruang nomor polisi dan ruang nomor kadaluwarsa (Imaduddin, Anwar et al., 2018). Ilustrasi pelat kendaraan bermotor di Indonesia ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1 Pelat Kendaraan bermotor di Indonesia

(Sumber: <https://jurnalbikers.com/55-kode-plat-nomor-kendaraan-bermotor-di-seluruh-indonesia/>)

Aturan warna untuk kendaraan Non-Publik dan kendaraan sewa: Warna dasar hitam dengan tulisan putih. Kendaraan Umum: Warna dasar kuning dengan tulisan hitam. Kendaraan Pemerintah: Warna dasar merah dengan tulisan putih. Kendaraan Korps Diplomatik Asing: Warna dasar putih dengan tulisan hitam. Kendaraan Staf Operasional Korps Diplomatik Asing: Warna dasar hitam dengan tulisan putih dan terdiri dari lima digit, dan nomor kode negara yang dicetak lebih kecil dengan

format sub-bagian. Kendaraan untuk transportasi dealer (pengiriman dari pabrik ke dealer, atau dealer ke dealer): Warna dasar putih dengan tulisan merah (Imaduddin, Anwar et al., 2018).

## **2.2 Automatic License Plate Recognition (ALPR)**

*Automatic License Plate Recognition* (ALPR) adalah ekstraksi informasi pelat nomor kendaraan dari gambar atau urutan gambar. Informasi yang diekstraksi dapat digunakan dengan atau tanpa database dalam berbagai aplikasi, seperti sistem pembayaran elektronik (pembayaran tol, pembayaran biaya parkir), dan sistem pemantauan jalan tol dan jalan arteri untuk pengawasan lalu lintas. ALPR menggunakan kamera berwarna, hitam-putih, atau inframerah untuk mengambil gambar. Kualitas gambar yang dihasilkan merupakan faktor utama dalam keberhasilan ALPR (Du, Ibrahim et al., 2013).

Sebagai aplikasi dalam kehidupan nyata, ALPR harus dapat dengan cepat dan berhasil memproses pelat nomor dalam berbagai kondisi lingkungan, seperti dalam ruangan, di luar ruangan, siang atau malam hari. Ini juga harus dapat digeneralisasi untuk memproses pelat nomor dari berbagai negara, provinsi, atau negara bagian. Pelat-pelat ini biasanya memiliki warna yang berbeda, ditulis dalam bahasa yang berbeda, dan menggunakan jenis huruf yang berbeda; beberapa pelat mungkin memiliki latar belakang berwarna tunggal dan yang lain memiliki gambar latar belakang. Pelat nomor dapat sebagian tertutupi oleh kotoran, pencahayaan, dan aksesoris pada mobil (Du, Ibrahim et al., 2013).

### **2.2.1 Deteksi Objek**

Deteksi objek adalah penerapan bidang pembelajaran mesin (machine learning) untuk tujuan *computer vision* (penglihatan computer), di mana deteksi objek yang memiliki kelas-kelas (classes) tertentu (misalnya manusia, bangunan, kendaraan) dilakukan. Dalam deteksi objek, algoritme ditugaskan untuk menghasilkan keluaran berupa daftar objek yang terdeteksi pada suatu citra. Posisi dan skala objek yang terdeteksi oleh algoritme kemudian ditunjukkan dengan menggambar kotak pembatas (bounding boxes) ke masing-masing objek yang terdeteksi (O.Russakovsky et al., 2015) dalam (Bramasta dkk, 2022).

Arsitektur deteksi objek umumnya terdiri dari tiga bagian: backbone, neck, dan head. Backbone detektor objek berfungsi sebagai bagian yang mengekstrak fitur-fitur yang dimiliki oleh citra (Yan, B et al., 2021) dalam (Bramasta dkk, 2022); neck menggabungkan fitur yang diekstraksi di lapisan sebelumnya; dan head melakukan prediksi kelas objek yang terdeteksi dan kotak pembatas (Bochkovski, A) dalam (Bramasta dkk, 2022). Sebagian besar metode statistika yang digunakan untuk fungsi deteksi pelat nomor telah digantikan oleh pengaplikasian deep learning karena tingkat akurasi yang tinggi dalam memecahkan masalah deteksi objek. Segmentasi karakter juga dapat digunakan menggunakan deep learning, namun banyak proses ALPR tidak melalui proses segmentasi karakter secara eksplisit, dan lebih memilih segmentasi karakter secara implisit pada tahap selanjutnya, sehingga mengurangi jumlah parameter dan biaya komputasi yang diperlukan. Penggunaan *deep learning* memungkinkan *neural network* untuk langsung diberikan data piksel mentah dan menghasilkan keluaran sebagai mendeteksi ciri-ciri khas citra masukan dan sebagai *classifier* citra. Salah satu contoh sistem ALPR seperti ini adalah yang menggunakan metode deteksi objek *You Only Look Once (YOLO)* untuk kepentingan segmentasi dan pengenalan karakter (J. Shashirangana, H, 2021) dalam (Bramasta dkk, 2022).

### **2.2.2 YOLO-Fastest**

*YOLO-Fastest (You Only Look Once – Fastest)* (dog-qiuqiu,2021) dalam (Bramasta dkk, 2022) adalah arsitektur jaringan saraf konvolusional yang dikembangkan untuk tujuan deteksi objek. *YOLO-Fastest* (Ma, N, 2018) dalam (Bramasta dkk, 2022) menggunakan *ShuffleNet v2* sebagai *backbonenya*, sedangkan *neck* serta *head*-nya diambil dari *YOLOv3*, dengan modifikasi pada bagian *head*, di mana *head* dibuat agar tidak perlu mendeteksi objek-objek yang sangat kecil pada citra yang diolah (qiuqiuqiu, 2023) dalam (Bramasta dkk, 2022)

### **2.2.3 Tesseract OCR**

*Optical Character Recognition (OCR)* adalah konversi elektronik dari gambar teks yang diketik, ditulis tangan, atau dicetak menjadi teks yang dienkrpsi oleh mesin. Ini adalah metode paling mudah untuk mendigitalkan teks yang dicetak dan tulisan tangan sehingga dapat dengan mudah dicari, disimpan dengan bersama,

ditampilkan dan diedit secara daring, serta digunakan dalam berbagai tugas pemrosesan lain seperti terjemahan dan penggalian informasi teks (S, Akhil, 2016).

*Tesseract* awalnya dikembangkan di Laboratorium Hewlett-Packard Bristol UK dan di Hewlett-Packard Co, Greeley Colorado, AS antara tahun 1985 dan 1994, dengan beberapa perubahan lebih lanjut dilakukan pada tahun 1996 untuk dipindahkan ke Windows, dan beberapa perubahan menjadi C++ pada tahun 1998. Pada tahun 2005, *Tesseract* dibuka sebagai sumber terbuka oleh HP. Dari tahun 2006 hingga November 2018, *Tesseract* dikembangkan oleh Google (zdenop, 2023)

*Tesseract* memiliki dukungan unicode (UTF-8), dan dapat mengenali lebih dari 100 bahasa secara default. *Tesseract* mendukung berbagai format gambar termasuk PNG, JPEG, dan TIFF. *Tesseract* mendukung berbagai format output: teks biasa, Hocr (HTML), PDF, *invisible-text-only* PDF, TSV, dan ALTO (yang terakhir – sejak versi 4.1.0) (zdenop, 2023)

### **2.2.3.1 Arsitektur Tesseract OCR**

Tahapan dari *Tesseract* OCR dijelaskan dalam gambar 2. Langkah pertama adalah *Adaptive Thresholding*, yang mengubah gambar menjadi versi biner menggunakan metode Otsu. Otsu *threshold* digunakan karena nilai ambang akan diubah otomatis, yaitu dengan mengubah citra *grayscale* menjadi hitam putih berdasarkan perbandingan nilai ambang dengan nilai warna piksel citra digital. Langkah berikutnya adalah analisis tata letak halaman, yang digunakan untuk mengekstrak blok teks dalam dokumen. Pada tahap selanjutnya, garis dasar dari setiap baris terdeteksi dan teks dibagi menjadi kata-kata menggunakan spasi yang pasti dan spasi samar (S, akhil, 2016)..

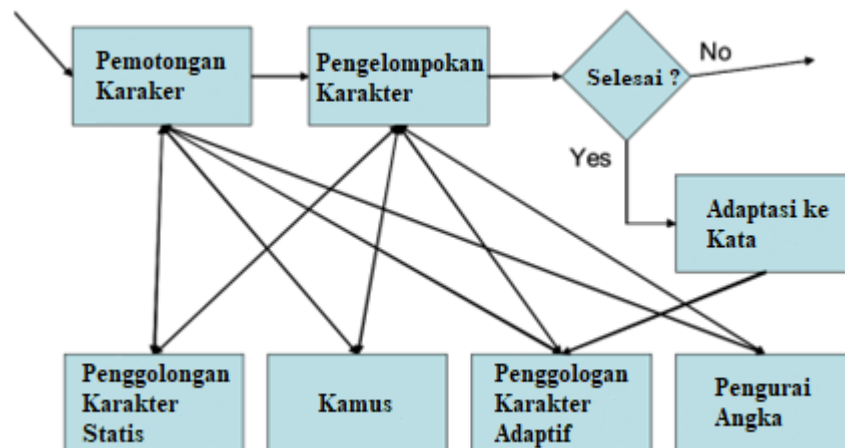
Dalam langkah berikutnya, garis luar karakter diekstraksi dari kata-kata tersebut. Pengenalan teks kemudian dimulai sebagai proses dua tahap. Pada tahap pertama, pengenalan kata dilakukan menggunakan klasifikasi statis. Setiap kata yang terdeteksi dengan baik diteruskan ke pengklasifikasi adaptif sebagai data *training*. Tahap kedua dijalankan pada halaman tersebut, menggunakan pengklasifikasi adaptif yang baru di mana kata-kata yang tidak dikenali dengan cukup baik dikenali kembali (S, akhil, 2016)..



Gambar 2 Arsitektur Tesseract OCR

### 2.2.3.2 Pengenalan Kata pada Tesseract OCR

Pada bagian pengenalan kata, kata-kata yang terdeteksi dipecah menjadi karakter. *Tesseract* menguji baris teks untuk menentukan apakah mereka memiliki jarak tetap (memiliki jarak yang konstan antara kata dan karakter) selama langkah deteksi kata. Untuk teks dengan jarak tetap, *Tesseract* memotong kata-kata menjadi karakter menggunakan jarak tersebut. Langkah pengenalan kata lainnya hanya berlaku untuk teks tanpa jarak tetap. Gambar 3 adalah diagram blok pengenalan kata (S,akhil, 2016).



Gambar 3 Blok Diagram Pengenalan Kata

Pengenalan kata pertama-tama mengklasifikasikan setiap gumpalan kata (*blob*), dan menyajikan hasilnya untuk pencarian pada kamus untuk menemukan kombinasi kata pada setiap *blob* nya. Ketika hasil kata tidak memuaskan, *Tesseract* memotong gumpalan (*blob*) dengan tingkat *confidence* terendah dari klasifikasi karakter (S,akhil, 2016).

### 2.2.4 OpenCV

OpenCV (*Open Source Computer Vision Library*) adalah perangkat lunak *open-source* untuk pengolahan citra dan pembelajaran mesin. OpenCV dibangun untuk menyediakan infrastruktur umum bagi aplikasi pengolahan citra dan untuk

mempercepat penggunaan persepsi mesin dalam produk komersial. Sebagai produk berlisensi Apache 2, OpenCV memudahkan bisnis untuk menggunakan dan memodifikasi kode (OpenCV.org, 2023).

Perpustakaan ini memiliki lebih dari 2500 algoritma yang dioptimalkan, termasuk seperangkat komprehensif algoritma pengolahan citra klasik dan canggih. Algoritma-algoritma ini dapat digunakan untuk mendeteksi dan mengenali wajah, mengidentifikasi objek, mengklasifikasikan manusia dalam video, melacak pergerakan kamera, melacak objek bergerak, mengekstrak model 3D objek, menghasilkan awan titik 3D dari kamera stereo, mengolah gambar untuk menghasilkan gambar resolusi tinggi dari seluruh adegan, mencari gambar serupa dari basis data gambar, menghilangkan mata merah dari gambar yang diambil menggunakan lampu kilat, mengikuti mata, mengenali pemandangan, dan menetapkan penanda untuk tindih dengan *augmented reality*, dll. OpenCV memiliki lebih dari 47 ribu anggota komunitas pengguna dan perkiraan jumlah unduhan melebihi 18 juta. Perpustakaan ini digunakan secara luas di kelompok penelitian, dan oleh pemerintah (OpenCV.org, 2023).

Bersama dengan perusahaan-perusahaan ternama seperti Google, Yahoo, Microsoft, Intel, IBM, Sony, Honda, Toyota yang menggunakan perpustakaan ini, ada banyak startup seperti Applied Minds, VideoSurf, dan Zeitera yang menggunakan OpenCV secara ekstensif. Penggunaan OpenCV meliputi menjahit gambar Street View, mendeteksi intrusi dalam video pengawasan di Israel, memantau peralatan tambang di Cina, membantu robot dalam navigasi dan mengambil objek di Willow Garage, mendeteksi kecelakaan tenggelam di kolam renang di Eropa, menjalankan seni interaktif di Spanyol dan New York, memeriksa landasan pacu bandara dari puing di Turki, memeriksa label produk di pabrik di seluruh dunia hingga deteksi wajah cepat di Jepang (OpenCV.org, 2023).

OpenCV memiliki antarmuka C++, Python, Java, dan MATLAB, serta mendukung Windows, Linux, Android, dan Mac OS. OpenCV lebih cenderung digunakan untuk aplikasi pengolahan citra waktu nyata dan memanfaatkan instruksi MMX dan SSE jika tersedia. Antarmuka CUDA dan OpenCL yang lengkap sedang aktif dikembangkan saat ini. Terdapat lebih dari 500 algoritma dan sekitar 10 kali

lipat lebih banyak fungsi yang menyusun atau mendukung algoritma-algoritma tersebut. OpenCV ditulis dalam bahasa C++ secara asli dan memiliki antarmuka *temPlate* yang berfungsi dengan lancar dengan kontainer STL (OpenCV.org, 2023).

OpenCV memiliki struktur modular, yang berarti bahwa paket ini mencakup beberapa pustaka bersama atau statis. Modul-modul tersebut adalah sebagai berikut:

- Fungsionalitas Inti (*core*) – modul yang mendefinisikan struktur data dasar, termasuk matriks multidimensi padat Mat dan fungsi dasar yang digunakan oleh semua modul lainnya.
- Pengolahan Citra (*imgproc*) – modul pengolahan citra yang mencakup penyaringan citra linier dan non-linier, transformasi citra geometris (*resize*, perataan afinitas dan perspektif, pemetaan tabel umum), konversi ruang warna, histogram, dan lainnya.
- Analisis Video (*video*) – modul analisis video yang mencakup algoritma estimasi pergerakan, pengurangan latar belakang, dan pelacakan objek.
- Kalibrasi Kamera dan Rekonstruksi 3D (*calib3d*) – algoritma geometri pandangan ganda dasar, kalibrasi kamera tunggal dan stereo, estimasi pose objek, algoritma korespondensi stereo, dan unsur-unsur rekonstruksi 3D.
- Kerangka Fitur 2D (*features2d*) – detektor fitur menonjol, deskriptor, dan pencocokan deskriptor.
- Deteksi Objek (*objdetect*) – deteksi objek dan instansi dari kelas-kelas pradefinisi (misalnya, wajah, mata, cangkir, orang, mobil, dan lainnya).
- Antarmuka GUI Tingkat Tinggi (*highgui*) – antarmuka yang mudah digunakan untuk kemampuan antarmuka pengguna yang sederhana.
- Input/Output Video (*videoio*) – antarmuka yang mudah digunakan untuk pemanggilan video dan kodek video.
- ... beberapa modul bantuan lainnya, seperti *FLANN*, *Google test wrappers*, *Python bindings*, dan lain-lain (OpenCV.org, 2023).

## 2.3 Penelitian Terkait

Tabel 1 Penelitian terkait

Deskripsi Penelitian	Pembahasan
<p><b>Judul :</b> Prototipe Sistem Pengenalan Pelat Kendaraan Otomatis Berbasis <i>YOLO</i> pada Mekanisme Pintu Masuk Departemen Elektro UNHAS</p> <p><b>Tahun :</b> 2022</p> <p><b>Penulis:</b> M. Nur Bramasta Muh. Anshar Ingrid Nurtanio</p>	<p>Pada penelitian ini dipresentasikan implementasi sistem ALPR menggunakan algoritme deteksi objek <i>YOLO</i>-Fastest dan <i>YOLOv5</i>, di mana karakter pelat nomor yang dikenali diperiksa terhadap pelat nomor yang berada di database sistem. Hasilnya kemudian digunakan untuk menentukan apakah gerbang tetap tertutup atau terbuka. Sedangkan pada penelitian tugas akhir yang saya lakukan dikembangkan cakupan jenis pelat kendaraan yang dapat terdeteksi serta penambahan arsitektur pengenalan teks untuk mengenali karakter pada pelat kendaraan yaitu Tesseract OCR.</p>
<p><b>Judul :</b> Sosialisasi Penggunaan Parkir Cerdas Pada Departemen Teknik Elektro</p> <p><b>Tahun :</b> 2021</p> <p><b>Penulis:</b> Dewiani, dkk</p>	<p>Penelitian ini menjelaskan sistem palang yang saat ini digunakan di Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin. Pengabdian ini bertujuan untuk mengimplementasikan sistem identifikasi pengguna kendaraan berbasis kartu RFID untuk membuat dosen, staf dan mahasiswa lebih teratur dalam parkir. Sistem ini dipasang pada lahan parkir Departemen Teknik</p>



Deskripsi Penelitian	Pembahasan
	<p>Elektro yang terdiri dari sebuah <i>barrier gate</i> dengan lengan sepanjang 4 m, sebuah <i>controller</i>, serta dua buah <i>card reader</i> sebagai akses untuk keluar masuk lahan parkir. Untuk dapat keluar/masuk lahan parkir pengguna kendaraan harus terlebih dahulu menempelkan kartu pada <i>card reader</i> yang ada di jalur keluar/masuk lahan parkir. Sedangkan, pada prototipe sistem yang dibangun di tugas akhir ini, stimulus yang digunakan untuk buka-tutup <i>parking gate</i> menggunakan citra pelat kendaraan yang diambil melalui <i>IP camera</i>.</p>
<p><b>Judul :</b> <i>Indonesian Vehicle License Plate Number Detection using Deep Learning Convolutional Neural Network</i></p> <p><b>Tahun :</b> 2021</p> <p><b>Penulis:</b> Hasan Imaduddin Muhamad Khoirul Anwar Ilham Perdana Indra Adji Sulistijono Anhar Risnumawan</p>	<p>Memaparkan terkait alur pendeteksian pelat nomor kendaraan dengan menerapkan kecerdasan buatan terbaru yaitu deep learning, salah satunya <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i> yang sangat baik pada klasifikasi. Sistem akan secara otomatis mendeteksi nomor pelat setiap kendaraan, ketika pengendara memasuki area <i>zebra cross</i>, maka pelat nomornya akan terdeteksi dan disimpan. Selain itu sistem juga dapat mendeteksi pelat pada kendaraan yang mempunyai kecepatan berlebihan, dengan menghitung pada <i>counter</i></p>

Deskripsi Penelitian	Pembahasan
	<p><i>timer</i>, dan bila ada kendaraan yang melebihi batas kecepatan maka akan mendeteksi pelat nomor tersebut. Adapun hasil yang diperoleh dari penelitian di atas terbatas pada lokalisasi pelat kendaraan, sistem yang dibangun belum dapat membaca karakter pada pelat tersebut. Sedangkan pada prototipe sistem yang saya bangun sudah dapat mengenali deretan karakter pada citra pelat kendaraan.</p>
<p><b>Judul :</b>  <i>The Use of Tesseract OCR Number Recognition for Food Tracking and Tracing</i></p> <p><b>Tahun :</b>            2020</p> <p><b>Penulis:</b>            Stevan Čakić            Tomo Popović            Stevan Šandi            Srđan Krčo            Anita Gazivoda</p>	<p>Penelitian ini berfokus pada penggunaan visi komputer untuk membaca nomor seri dari label <i>wine</i> (anggur) untuk mengaktifkan aplikasi berdasarkan pelacakan dan penelusuran setiap botol anggur. Setelah bereksperimen dengan beberapa alat OCR, perangkat lunak sumber terbuka yang disebut mesin Tesseract OCR dipilih sebagai solusi percontohan. Penelitian ini membahas implementasi dan pemrosesan gambar yang meningkatkan akurasi deteksi. Pengkodean dilakukan dengan bahasa pemrograman Python. Sistem diuji menggunakan gambar nomor seri anggur di kehidupan nyata. Selain itu, alat evaluasi berbasis web yang dibuat</p>

Deskripsi Penelitian	Pembahasan
	<p>khusus digunakan untuk evaluasi sistem secara interaktif. Sedangkan, pada penelitian tugas akhir ini, objektif yang dicapai adalah implementasi Tesseract OCR untuk pengenalan karakter pada citra pelat kendaraan.</p>
<p><b>Judul :</b> <i>An overview of Tesseract OCR Engine</i></p> <p><b>Tahun :</b> 2016</p> <p><b>Penulis:</b> S, Akhil</p>	<p><i>Paper</i> ini menyajikan perangkat lunak Pengenalan Karakter Optik <i>open source</i> Google, Tesseract. Diberikan pula gambaran umum tentang algoritme yang digunakan dalam berbagai tahapan dalam <i>pipeline</i> Tesseract. Terfokus pada aspek-aspek yang baru atau dan perbandingan antara Tesseract dengan mesin OCR lainnya. Dijelaskan pula terkait pengenalan, sejarah, arsitektur, dan pengimplementasian <i>Tesseract</i> sebagai metode <i>Optical Character Recognition (OCR)</i>.</p>