

Implementasi *Automatic License Plate Recognition* untuk mengurangi pelanggaran lalu lintas berbasis *Artificial Intelligence*

Wahyu Purwanto ¹, Minda Septiani ^{2,*}

¹ Teknologi Informasi; Universitas Bina Sarana Informatika; Jl. Kramat Raya No.98, Kwitang, Senen, Jakarta Pusat (021) 21231170; e-mail: 17190218@bsi.ac.id

² Teknologi Komputer; Universitas Bina Sarana Informatika; Jl. Kramat Raya No.98, Kwitang, Senen, Jakarta Pusat (021) 21231170; minda.mdt@bsi.ac.id

* Korespondensi: e-mail: minda.mdt@bsi.ac.id

Diterima: 4 September 2023 ; Review: 15 November 2023; Disetujui: 12 Desember 2023

Cara sitasi: Purwanto W, Septiani M. 2023. Implementasi *Automatic License Plate Recognition* untuk mengurangi pelanggaran lalu lintas berbasis *Artificial Intelligence*. Informatics for Educators and Professionals : Journal of informatics. Vol.8 (2) : 148 - 157.

Abstrak: Indonesia merupakan negara dengan jumlah kendaraan yang terus meningkat dari tahun ke tahun. Namun, dengan semakin padatnya lalu lintas di perkotaan, pelanggaran lalu lintas seperti melanggar rambu-rambu lalu lintas dan mengemudi di atas batas kecepatan sering terjadi. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan sistem *Automatic License Plate Recognition* (ALPR) menggunakan algoritma *K-Nearest Neighbors* (KNN) dalam memprediksi dan mengenali plat nomor kendaraan pada citra plat nomor. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengevaluasi tingkat akurasi sistem ALPR yang diimplementasikan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah KNN yang merupakan salah satu metode dalam *machine learning* untuk klasifikasi. Data latih yang digunakan adalah kumpulan citra plat nomor kendaraan yang telah diolah sebelumnya. Setelah melalui proses pelatihan, sistem dapat mengenali dan memprediksi plat nomor kendaraan pada citra plat nomor baru. Penelitian ini memiliki implikasi penting dalam pengembangan sistem ALPR yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti pengawasan lalu lintas, keamanan, dan penegakan hukum. Subjek yang terlibat dalam penelitian ini adalah para pengguna kendaraan bermotor. Dalam Teknik pengumpulan data dilakukan menggunakan dua tahap yaitu pengumpulan data primer menggunakan kamera smartphone dan data sekunder menggunakan dataset. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ALPR yang diimplementasikan menggunakan algoritma KNN mampu mencapai tingkat akurasi sebesar 93% dalam mengenali plat nomor kendaraan. Keberhasilan ini menunjukkan bahwa KNN adalah algoritma yang efektif dalam pengenalan plat nomor kendaraan pada citra plat nomor.

Kata kunci: *Automatic License Plate Recognition* (ALPR), *K-Nearest Neighbors* (KNN), Akurasi

Abstract - Indonesia is a country where the number of vehicles continues to increase from year to year. However, with the increasing density of traffic in urban areas, traffic violations such as violating traffic signs and driving above the speed limit often occur. This research aims to implement an *Automatic License Plate Recognition* (ALPR) system using the *K-Nearest Neighbors* (KNN) algorithm in predicting and recognizing vehicle license plates in license plate images. This research also aims to evaluate the accuracy of the implemented ALPR system. The method used in this research is KNN which is one of the methods in machine learning for classification. The training data used is a collection of pre-processed vehicle license plate images. After going through the training process, the system can recognize and predict the vehicle number plate in the new license plate image. This research has important implications in the development of ALPR systems that can be used for various purposes such as traffic surveillance, security, and law enforcement. The subjects involved in this research are motor vehicle users. The data

collection technique is carried out using two stages, namely primary data collection using a smartphone camera and secondary data using datasets. The results showed that the ALPR system implemented using the KNN algorithm was able to achieve an accuracy rate of 93% in recognizing vehicle license plates. This success shows that KNN is an effective algorithm in recognizing vehicle license plates on license plate images.

Keywords: Automatic License Plate Recognition (ALPR), K-Nearest Neighbors (KNN), accuracy

1. Pendahuluan

Indonesia adalah negara dengan jumlah kendaraan yang setiap tahunnya meningkat. Dengan semakin padatnya lalu lintas di perkotaan, tingginya pelanggaran terhadap peraturan lalu lintas di jalan raya dan keterbatasan waktu para petugas untuk mengawasi pelanggaran lalu lintas dapat menimbulkan berbagai macam masalah seperti kecelakaan lalu lintas. Data BPS menunjukkan peningkatan yang cukup signifikan tentang semakin banyaknya pengendara bermotor dari tahun ke tahun terutama di daerah DKI Jakarta yaitu, Pada tahun 2020 sebanyak 16.141.380 unit, pada tahun 2021 sebanyak 16.711.638 unit, pada tahun 2022 17.304.447 unit

Banyaknya pengendara dapat mempengaruhi terjadinya kecelakaan lalu lintas. Semakin banyak pengendara yang berada di jalan, semakin besar pula kemungkinan terjadinya laka lantas. Hal ini berhubungan dengan konsep keramaian atau "crowding", di mana semakin banyak orang yang berada dalam suatu ruang atau lingkungan, semakin besar pula kemungkinan terjadinya konflik dan interaksi antara mereka yang dapat berpotensi mengakibatkan pelanggaran lalu lintas. Tilang elektronik yang biasa disebut E-tilang adalah digitalisasi proses tilang, dengan memanfaatkan teknologi informasi diharapkan keseluruhan proses tilang menjadi inovasi yang dapat membantu pihak kepolisian dalam manajemen penindakan serta pembayaran denda pelanggaran lalu lintas. Dengan sistem E-tilang, pelanggar hanya membayar denda pada pasal yang dilanggar melalui rekening Bank milik pelanggar [1].

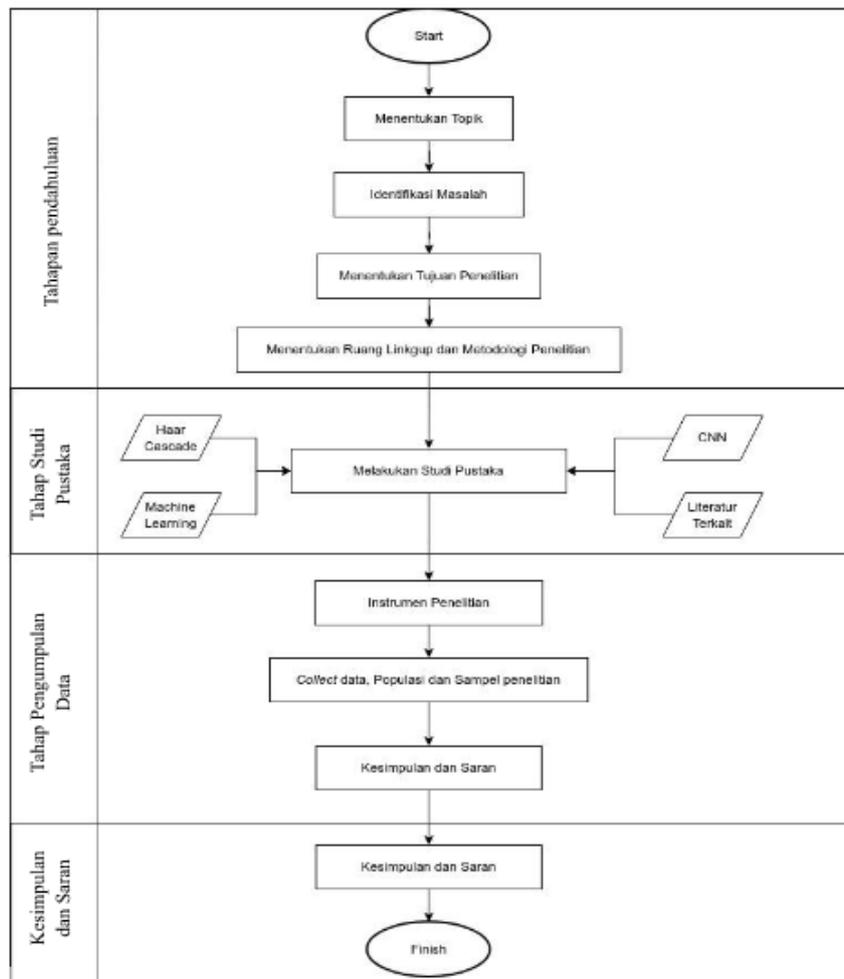
Machine Learning atau Kecerdasan Buatan merupakan salah satu disiplin ilmu komputer yang bertujuan untuk mengembangkan perangkat lunak dan perangkat keras yang mampu meniru kemampuan berpikir manusia. Dengan memahami mekanisme penalaran manusia, harapannya adalah komputer dapat menjadi alat yang efektif dalam memecahkan masalah yang membutuhkan kemampuan berpikir [2]. Seiring waktu berjalan, kecerdasan buatan atau mesin cerdas secara perlahan akan mengambil alih dan meningkatkan kemampuan manusia dalam berbagai bidang [3]. *Machine Learning (ML)* adalah bidang studi yang difokuskan pada desain dan analisis algoritma untuk memungkinkan komputer belajar dari data. ML melibatkan penggunaan algoritma yang bersifat generik atau umum, yang mampu menghasilkan hasil yang menarik atau bermanfaat dari data tanpa memerlukan penulisan kode yang spesifik. Intinya, algoritma generik tersebut dapat membangun aturan, model, atau inferensi dari data yang diberikan. Sebagai contoh, algoritma yang digunakan untuk mengenali tulisan tangan dapat juga digunakan untuk mendeteksi email spam atau non-spam tanpa perlu mengubah kode tersebut. Selain itu, ketika diberikan set data pelatihan yang berbeda, algoritma yang sama dapat menghasilkan logika klasifikasi yang berbeda pula. *Machine Learning* juga dapat diartikan sebuah computer yang memiliki kemampuan belajar tanpa deprogram secara eksplisit. Progeam tersebut memanfaatkan data untuk membangun model dan mengambil keputusan berdasarkan model yang telah dibangun [4]. *Machine Learning* sebagai bidang studi yang memberikan kemampuan kepada komputer untuk belajar tanpa perlu diprogram secara eksplisit [5]

ALPR atau Pengenalan Plat Nomor Otomatis adalah teknologi yang menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak tertentu agar dapat secara otomatis mendeteksi, mengenali, dan mencatat nomor plat kendaraan melalui pengolahan citra. Sistem ALPR dapat mengidentifikasi nomor plat kendaraan dalam waktu nyata dan memberikan informasi penting seperti data kendaraan, pemilik kendaraan, dan status hukum terkait. ALPR digunakan dalam berbagai bidang seperti pengembangan sistem parkir, sistem deteksi lalu lintas kendaraan, sistem pembayaran tol berbasis kendaraan, dan bidang lainnya. Penelitian tentang ALPR merupakan kombinasi dari penelitian tentang pemrosesan gambar digital, kecerdasan buatan, dan pembelajaran mesin [6]. *Automatic License Plate Recognition (ALPR)* menggunakan sistem yang terdiri dari 5 komponen berbeda untuk pengenalan citra: 1. akuisisi citra, 2. pra-pemrosesan, 3. lokalisasi plat nomor, 4. segmentasi citra, dan 5. modul pengenalan karakter [7]. *Automatic License Plate Recognition (ALPR)* biasanya terdiri dari dua bagian: lokalisasi

plat nomor dan pengenalan karakter. Pada tahap lokalisasi, plat nomor terdeteksi dan dipotong dari bingkai untuk pengenalan karakter. Pada tahap berikutnya, plat nomor yang dipotong tersebut diproses dan diberikan sebagai input ke mesin pengenalan karakter [8]. Pada penelitian terkait sebelumnya pendeteksian plat kendaraan menggunakan teknik OCR memiliki 5 hal yang menjadi acuan antara lain 1) Jenis Font, menggunakan *license plate* sebagai *template* karna *font* tersebut sangat mirip dengan jenis *font* yang digunakan dalam pelat nomor Indonesia. 2) dimensi plat, 3) derau, plat kendaraan di Indonesia kebanyakan menggunakan sekrap yang posisinya dipasang pada huruf/nomor plat kendaraan. 4) Kemiringan karakter pada citra, beberapa sampel memiliki teks yang miring karena posisi kamera tidak 100% tegak lurus dengan plat kendaraan. 5) Pengecatan plat nomor, Indonesia menggunakan plat timbul yang terkadang membuat cat nomor plat tidak merata [9]. Algoritma Modified Yolo (MYolo) dapat mengidentifikasi jumlah mobil secara akurat dengan melihat hasil akurasi 100% saat menjalankan program yang menampilkan estimasi nilai untuk setiap objek yang terdeteksi sebagai mobil di dalam slot parkir. Hasil pengujian menunjukkan bahwa saat program dijalankan menggunakan GPU dan CPU, waktu kompilasi pada GPU lebih cepat daripada CPU dengan perbedaan waktu rata-rata sebesar 0,179 detik [10].

2. Metode Penelitian

Alur diagram tahapan penelitian ini atau langkah yang dilakukan pada penelitian ini dipaparkan melalui Gambar 1.



Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Gambar 1. Kerangka Penelitian

Tahapan penelitian yang dibuat adalah sebagai berikut:

Tahapan Pendahuluan

Tahapan ini dijalankan dalam penelitian, yaitu melakukan studi pustaka dan penelitian lapangan. Studi pustaka dilakukan untuk mendalami secara teoritis dan menentukan metode yang akan digunakan dalam penelitian. Sementara itu, penelitian lapangan dilakukan untuk mempelajari hubungan antara metode penelitian dengan objek penelitian.

Tahapan Studi Pustaka

Peneliti melakukan eksplorasi terhadap referensi penelitian sebelumnya yang memiliki relevansi dengan tujuan penelitian, dengan tujuan untuk memahami kontribusi yang telah diberikan oleh penelitian-penelitian tersebut. dan melakukan literatur yang digunakan sebagai kajian teori dalam penelitian ini.

Tahapan Pengumpulan Data

Penulis melakukan pengumpulan data yang dibutuhkan sebagai bahan untuk menyelesaikan masalah.

Kesimpulan dan Saran

Pada tahapan ini, penulis mendapatkan kesimpulan terhadap hasil penelitian yang telah dilakukan berlandaskan perolehan dan pemrosesan data. Kesimpulan ini berupa pernyataan yang diambil dari hasil penelitian yang ada. Berlandaskan kesimpulan tersebut, penulis mengusulkan saran yang signifikan untuk keperluan terkait dengan tujuan penelitian dengan harapan dapat menghasilkan hasil yang lebih optimal untuk penelitian selanjutnya.

3. Hasil dan Pembahasan

Data Preparation

Langkah ini, data yang telah dikumpulkan akan diproses menggunakan ALPR *Dataset* didapatkan oleh peneliti dari penelitian terdahulu yang dilakukan oleh [6]. *Dataset* tersebut dibagi menjadi 36 folder masing-masing folder berupa angka 1-9 dan huruf alfabet A sampai dengan huruf Z sebanyak 36 karakter. Semua diantaranya disimpan dalam folder yang berbeda sesuai jenis karakter huruf alfabet atau angkanya. Jumlah semua *dataset* yang digunakan adalah 360 gambar. *Dataset* karakter ditunjukkan pada gambar 2.



Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Gambar 2. Contoh *Dataset* Alfanumerik untuk pengenalan karakter

Data Preprocessing

Data Preprocessing adalah beberapa proses untuk persiapan data sebelum dilakukannya proses latih untuk pembuatan model. berikut ini beberapa *data preprocessing* yang dilakukan dalam penelitian ini.

Data Selection

Tahap ini dilakukan untuk menganalisis data yang relevan dari *database* karena sering dijumpai bahwa semua data tidak dibutuhkan dalam proses *Machine Learning*. Data dipilih dan di seleksi dari *database* untuk analisis. Data yang digunakan yaitu alfanumerik, Informasi ini dijadikan sebagai indikator penelitian.

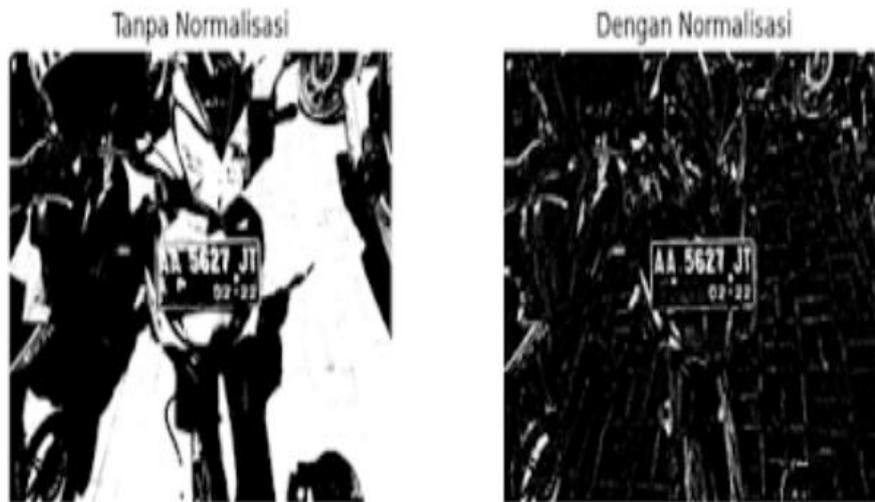
Data Cleaning

Setelah melakukan pengumpulan data dan melakukan *data selection*, maka tahap selanjutnya yaitu *data cleaning*. Ini dilakukan supaya tidak ada data yang duplikat agar data itu dapat diolah dan dilakukan pembuatan model *Machine Learning*. Setelah semua data yang dibutuhkan telah melalui tahap *cleaning data*, penulis mendapatkan sebanyak 360 gambar yang akan diolah

menjadi 36 bagian yaitu berupa angka 0 sampai dengan angka 9 dan juga alfabet A sampai dengan Z sebanyak 10 gambar masing-masing karakternya.

Normalisasi

Selanjutnya proses normalisasi karakter, Normalisasi karakter adalah tahap penting dalam sistem pengenalan plat nomor kendaraan yang bertujuan untuk mengubah karakter-karakter yang tersegmentasi menjadi bentuk standar yang seragam. Pada tahap ini, karakter-karakter yang tersegmentasi akan disesuaikan dengan ukuran, orientasi, dan penempatan yang konsisten. Pertama, dilakukan normalisasi ukuran karakter agar memiliki dimensi yang seragam, menggunakan teknik *resizing* atau *scaling*. Selanjutnya, dilakukan normalisasi orientasi karakter untuk memastikan bahwa karakter-karakter berada dalam orientasi yang sama, misalnya dengan melakukan rotasi atau transformasi geometri. Terakhir, dilakukan normalisasi penempatan karakter untuk memastikan jarak dan posisi relatif antar karakter konsisten. Hal ini dapat mencakup pengaturan interkarakter spacing dan penyesuaian posisi karakter yang mungkin terdistorsi selama proses segmentasi. Proses normalisasi karakter ini bertujuan untuk menciptakan representasi karakter yang seragam dan dapat diandalkan dalam tahap pengenalan karakter selanjutnya.



Sumber: <https://www.kangghani.com/2021/02/deteksi-dan-membaca-plat-kendaraan-otomatis-python.html>

Gambar 3. Tanpa Normalisasi vs Normalisasi

Segmentasi Karakter

Proses segmentasi karakter merupakan langkah penting dalam sistem pengenalan plat nomor kendaraan. Pada tahap ini, gambar plat nomor diolah untuk memisahkan setiap karakter secara individual. Pertama, gambar plat nomor diubah ke dalam bentuk skala abu-abu dan diterapkan proses *thresholding* untuk memisahkan karakter dari latar belakang. Selanjutnya, dilakukan operasi pemrosesan citra seperti *penghalusan* dan *penipisan* untuk meningkatkan kualitas karakter yang tersegmentasi. Setelah itu, karakter-karakter yang terpisah akan diidentifikasi dan diurutkan berdasarkan ukuran dan posisi relatif mereka. Proses segmentasi ini bertujuan untuk mendapatkan karakter-karakter yang jelas dan terisolasi, yang akan menjadi masukan bagi tahap pengenalan karakter selanjutnya. Dari penjelasan diatas dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Gambar 4. Gambar segmentasi karakter pada plat kendaraan

Klasifikasi dengan Algoritma KNN

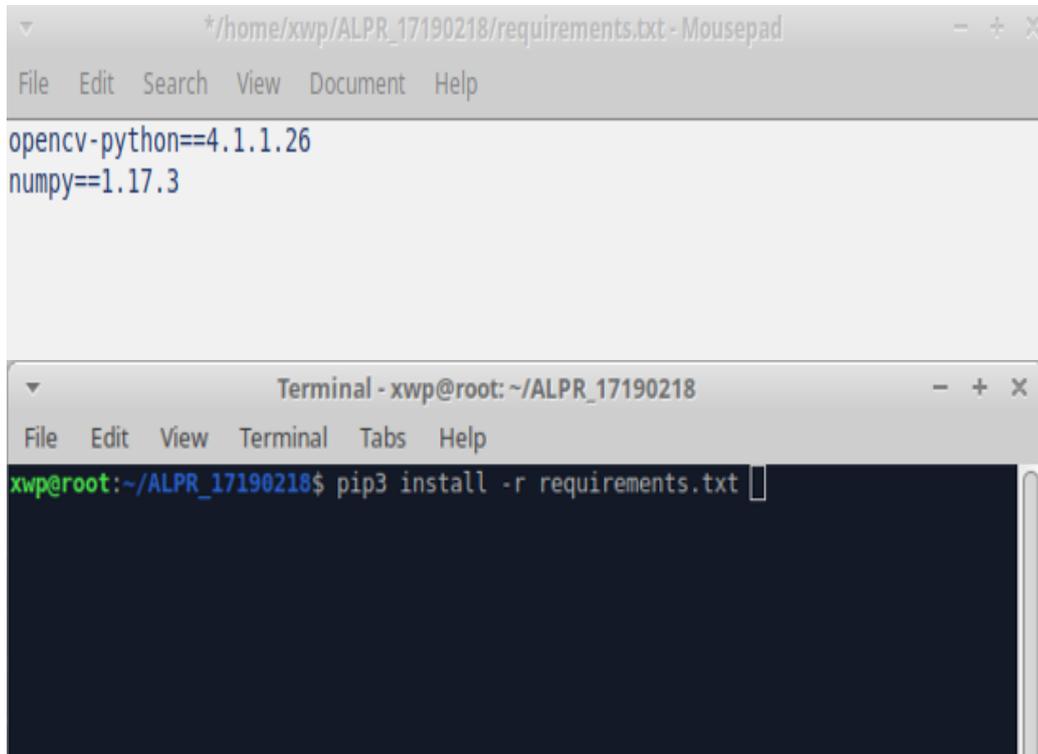
Dalam penelitian ini, K-Nearest Neighbors (KNN) digunakan sebagai algoritma klasifikasi untuk pengenalan plat nomor kendaraan. KNN adalah algoritma yang sederhana tetapi efektif dalam pengenalan pola dan klasifikasi. Berikut adalah langkah-langkah cara kerja KNN dalam penelitian ini:

1. Persiapan Data: Data latihan yang telah melalui tahap preprocessing, seperti segmentasi dan normalisasi, digunakan untuk melatih model KNN. Data latihan terdiri dari contoh-contoh plat nomor beserta label kelasnya (misalnya, nomor plat nomor kendaraan dan kelas kendaraan).
2. Menentukan Jumlah Tetangga Terdekat (K): Langkah ini melibatkan pemilihan jumlah tetangga terdekat yang akan digunakan untuk membuat prediksi. Jumlah tetangga ini harus ditentukan sebelumnya dan dapat dipilih melalui validasi silang atau metode lain yang relevan.
3. Menghitung Jarak: Untuk setiap contoh plat nomor dalam data uji, jaraknya dihitung terhadap semua contoh plat nomor dalam data latihan. Jarak ini dapat dihitung menggunakan metrik jarak seperti Euclidean, Manhattan, atau metrik jarak lainnya yang sesuai dengan kasus Anda.
4. Memilih Tetangga Terdekat: KNN memilih K tetangga terdekat (berdasarkan jarak terendah) dari data latihan yang memiliki karakteristik paling mirip dengan contoh plat nomor dalam data uji.
5. Menentukan Kelas Mayoritas: Setelah K tetangga terdekat dipilih, label kelas mayoritas dari tetangga-tetangga ini ditentukan. Misalnya, jika sebagian besar tetangga termasuk dalam kelas "Kendaraan A", maka contoh plat nomor dalam data uji akan diklasifikasikan sebagai "Kendaraan A".
6. Melakukan Prediksi: Setelah kelas mayoritas ditentukan, prediksi akhir dibuat untuk contoh plat nomor dalam data uji. Prediksi ini mewakili kelas yang diberikan kepada plat nomor tersebut.
7. Evaluasi Model: Setelah semua contoh plat nomor dalam data uji diklasifikasikan, performa model KNN dievaluasi menggunakan metrik evaluasi seperti akurasi, presisi, recall, atau metrik lain yang relevan. Evaluasi ini membantu dalam menilai sejauh mana model mampu mengenali plat nomor dengan benar.

Cara kerja KNN dalam penelitian ini didasarkan pada ide bahwa contoh-contoh plat nomor yang memiliki karakteristik serupa cenderung berada dalam kelas yang sama. Dengan menggunakan KNN, model dapat mengenali pola dan klasifikasi yang mirip dalam data latihan untuk membuat prediksi yang akurat pada data uji. Namun, penting untuk dicatat bahwa performa KNN sangat dipengaruhi oleh pemilihan jumlah tetangga terdekat (K) dan metrik jarak yang digunakan.

3.8 Requirement Python Packages

Di lingkungan pemrograman python terdapat beragam *package* yang tersedia. Dalam konteks pembuatan sistem *Machine Learning* diperlukan sejumlah *package* spesifik agar sistem tersebut dapat beroperasi dengan optimal. Oleh karena itu, dalam penelitian ini berikut adalah daftar *package Machine Learning* yang diperlukan



Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Gambar 5. *Package* yang digunakan

Tujuan dari pembuatan daftar *requirement* dalam format.txt adalah untuk memfasilitasi proses instalasi python *packages*. Setelah itu, langkah berikutnya adalah melaksanakan instalasi python *packages* yang tercantum dalam file *requirement.txt* tersebut dengan *terminal*.

Flowchart Pembuatan Model *Machine Learning*

Untuk memfasilitasi proses pembuatan model *Machine Learning*, penulis menyusun sebuah diagram *Flowchart* dengan penjelasan sebagai berikut :

Mulai: Langkah awal dari proses pengenalan plat nomor kendaraan menggunakan sistem ALPR.

Input: Tahap di mana gambar dari kamera atau sumber gambar lainnya dimasukkan ke dalam sistem untuk diolah lebih lanjut.

Thresholding: Proses mengubah citra ke dalam citra biner dengan menetapkan ambang tertentu (threshold). Tujuannya adalah untuk memisahkan bagian yang penting dari latar belakang.

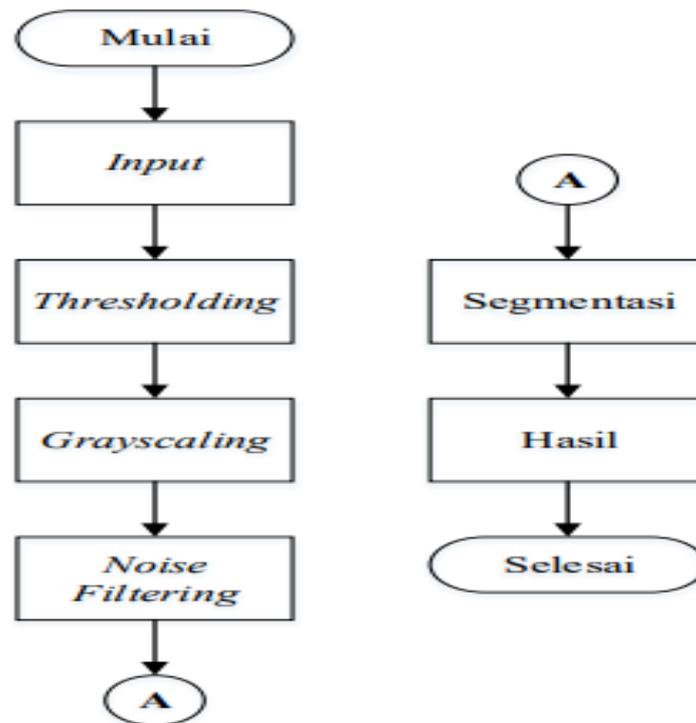
Grayscaleing: Konversi gambar ke skala abu-abu untuk mengurangi kompleksitas warna dan meringankan beban komputasi selanjutnya. Citra dalam skala abu-abu akan mempertahankan informasi tentang kecerahan tetapi tanpa warna.

Noise Filtering: Tahap ini bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan noise (gangguan atau detail yang tidak diinginkan) dari citra. Metode yang umum digunakan adalah teknik penghalusan atau filter untuk meningkatkan kualitas citra dan mengurangi distorsi.

Segmentasi: Proses membagi citra menjadi beberapa bagian atau region berdasarkan ciri-ciri tertentu seperti tepi atau kontras. Dalam konteks ALPR, ini dapat digunakan untuk mengisolasi plat nomor kendaraan dari latar belakang atau bagian lainnya dalam gambar.

Hasil: Tahap di mana hasil akhir dari proses pengenalan plat nomor kendaraan diperoleh. Ini bisa berupa citra plat nomor yang terisolasi atau hasil identifikasi plat nomor dalam bentuk teks.

Selesai: Langkah akhir dari proses ALPR setelah citra plat nomor kendaraan diidentifikasi dan diekstraksi.



Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Gambar 6. Diagram *flowchart plate detector*

3.10 Pengujian Model

Data yang diperoleh dalam bentuk tabel melalui pengujian segmentasi Plat dan Pengujian Karakter. Terdapat tiga kriteria penilaian hasil pengenalan karakter, yaitu "Cocok" jika program dapat menghasilkan data teks yang sesuai dengan karakter dalam plat nomor yang diuji, "Kurang" jika program dapat menghasilkan data teks yang sesuai dengan sebagian karakter dalam plat nomor namun masih terdapat beberapa karakter lain yang terdeteksi karena nilai diagonal yang hampir sama, dan "Gagal" jika program tidak dapat menghasilkan data teks karakter dalam plat nomor yang diuji secara benar.

Tabel 1. Hasil pengujian plat

No	Nomor plat	Deteksi Plat
1	B3687UNS	SUKSES
2	B5492TFA	SUKSES
3	N4206ABH	SUKSES
4	B4010SFV	SUKSES
5	B4915TPY	SUKSES
6	B3510KOH	SUKSES
7	B4531SHN	SUKSES
8	B4568TFQ	SUKSES
9	B4179FDA	SUKSES
10	B3848ULJ	SUKSES
11	B4476BBF	SUKSES
12	B3379UGH	SUKSES
13	B3507UAI	SUKSES
14	B3355UFS	SUKSES
15	B6607KTQ	SUKSES
16	B3748UTM	SUKSES
17	B3810UPY	SUKSES
18	B3097UOO	SUKSES
19	E3957NL	SUKSES

No	Nomor plat	Deteksi Plat
20	B3972UKW	SUKSES
21	B3105ULO	SUKSES
22	B3516UAF	SUKSES
23	B3215UFF	SUKSES
24	B4695BL	SUKSES
25	B6262UFH	SUKSES
26	B6238UVM	SUKSES
27	B4275KSN	SUKSES
28	B6534EZY	GAGAL
29	B3779BHN	GAGAL
30	B4223KAB	SUKSES

Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Tabel 2. Hasil pengujian karakter

No	Nomor Plat	KNN Ekstrasi	Karakter hilang	Karakter tepat	Karakter tidak tepat
1	B3687UNS	B3687UNS	-	B3687UNS	-
2	B5492TFA	B5492TFA	-	B5492TFA	-
3	N4206ABH	N4206ABH	-	N4206ABH	-
4	B4010SFV	B4010SFV	-	B4010SFV	-
5	B4915TPY	B4915TPY	-	B4915TPY	-
6	B3510KOH	B3510KOH	-	B3510KOH	-
7	B4531SHN	B4531SHN	-	B4531SHN	-
8	B4568TFQ	B4568TFQ	-	B4568TFQ	-
9	B4179FDA	B4179FDA	-	B4179FDA	-
10	B3848ULJ	B3848ULJ	-	B3848ULJ	-
11	B4476BBF	B4476BBF	-	B4476BBF	-
12	B3379UGH	B3379UGH	-	B3379UGH	-
13	B3507UAI	B3507UAI	-	B3507UAI	-
14	B3355UFS	B3355UFS	-	B3355UFS	-
15	B6607KTQ	B6607KTQ	-	B6607KTQ	-
16	B3748UTM	B3748UTM	-	B3748UTM	-
17	B3810UPY	B3810UPY	-	B3810UPY	-
18	B3097UOO	B3097UOO	-	B3097UOO	-
19	E3957NL	E3957NL	-	E3957NL	-
20	B3972UKW	B3972UKW	-	B3972UKW	-
21	B3105ULO	B3105ULO	-	B3105ULO	-
22	B3516UAF	B3516UAF	-	B3516UAF	-
23	B3215UFF	B3215UFF	-	B3215UFF	-
24	B4695BL	B4695BL	-	B4695BL	-
25	B6262UFH	B6262UFH	-	B6262UFH	-
26	B6238UVM	B6238UVM	-	B6238UVM	-
27	B4275KSN	B4275KSN	-	B4275KSN	-
28	B6534EZY	B6534EZ1	-	B6534EZ	1
29	B3779BHN	827Z8UA	-	7	8,7,Z,8,U,A
30	B4223KAB	B4223KAB	-	B4223KAB	-

4. Kesimpulan

Data preprocessing berperan penting sebelum melakukan proses pembuatan Model Machine Learning. Model Machine Learning dari algoritma KNN dapat berjalan tanpa GPU. *Dataset Training* berjalan dengan baik bila digunakan untuk mengklasifikasikan karakter plat kendaraan secara realtime. Kualitas pengambilan gambar, kemiringan posisi plat, bentuk plat, derau dan intensitas cahaya menjadi faktor krusial dalam proses pendeteksian. Dari 30 gambar plat kendaraan bermotor 2 diantaranya mendapatkan hasil yang tidak memuaskan dan model *Machine Learning* dari algoritma KNN mendapatkan hasil akurasi sebesar 93%. *Automatic License Plate Recognition* Mampu mendeteksi plat kendaraan yang melakukan pelanggaran lalu lintas sehingga Pihak Berwajib dapat memberi sanksi yang berlaku pada pemilik plat kendaraan yang melanggar tersebut. Dalam penelitian selanjutnya perlu dilakukan pelatihan dan pengujian dengan menggunakan *driver hardware* yang sangat memadai agar algoritma KNN dapat berjalan dengan sangat optimal sehingga didapatkan hasil yang cepat, akurat serta dapat diterapkan pada kasus lain yang kompleks.

Referensi

- [1] Setiyanto, Gunarto, and S. E. Wahyuningsih, "Efektivitas Penerapan Sanksi Denda E-Tilang Bagi Pelanggar Lalu Lintas Berdasarkan Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan (Studi Di Polres Rembang)," *J. Huk. Khaira Ummah*, vol. Vol 12, No, 2017.
- [2] A. Sunarya, S. Santoso, and W. Sentanu, "SISTEM PAKAR UNTUK MENDIAGNOSA GANGGUAN JARINGAN LAN," vol. Vol 8, 2015.
- [3] A. Nayak and K. Dutta, *Impacts of Machine Learning and Artificial Intelligence on Mankind*. 2017.
- [4] I. Daqiqil, *Machine Learning: Teori, Studi Kasus dan Implementasi Menggunakan Python (1st ed.)*. 2021.
- [5] I. . Naqa and M. . Murphy, *Machine Learning in Radiation Oncology. Spring International*. 2015.
- [6] A. Budiando, "Automatic License Plate Recognition: A Review with Indonesian Case Study.," *Sci. J. Informatics*, vol. Vol 5, No., 2018.
- [7] S. . Wicaksono, I. Waseem, M. Usman Bilal, and M. Khalid, "Automatic Number Plate Recognition (ANPR) and Automatic License Plate Recognition (ALPR) System using ANN."
- [8] P. Batra *et al.*, "A Novel Memory and Time-Efficient ALPR System Based on YOLOv5. Sensors," vol. 22 No. 14, 2022.
- [9] P. Hidayatullah, "PENGOLAHAN CITRA DIGITAL: TEORI DAN APLIKASI NYATA," *Informatika*, vol. 1.
- [10] S. Jupiyandi, F. Rizqullah Saniputra, Y. Pratama, M. Robby Dharmawan, and I. Cholissodin, "PENGEMBANGAN DETEKSI CITRA MOBIL UNTUK MENGETAHUI JUMLAH TEMPAT PARKIR MENGGUNAKAN CUDA DAN MODIFIED YOLO," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. Vol 6, No., 2018.