

SKRIPSI

**KONSTRUKSI ALGORITMA DETEKSI PELAT MOBIL
DENGAN PENEKANAN MATEMATIKA MORFOLOGI PADA
PRAPROSES CITRA**



ABEL ANGELO

NPM: 6161901120

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2023**

FINAL PROJECT

**CONSTRUCTION OF LICENSE PLATE DETECTION
ALGORITHM WITH EMPHASIS ON MATHEMATICAL
MORPHOLOGY IN IMAGE PREPROCESSING**



ABEL ANGELO

NPM: 6161901120

**DEPARTMENT OF MATHEMATICS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

KONSTRUKSI ALGORITMA DETEKSI PELAT MOBIL DENGAN PENEKANAN MATEMATIKA MORFOLOGI PADA PRAPROSES CITRA

Abel Angelo

NPM: 6161901120

Bandung, 16 Agustus 2023

Menyetujui,

Pembimbing 1



Liem Chin, M.Si.

Pembimbing 2



Maria Anestasia, M.Si., M.Act.Sc.

Ketua Penguji



Farah Kristiani, Ph.D.

Anggota Penguji



Dr. Andreas Parama Wijaya

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Dr. Livia Owen

PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

KONSTRUKSI ALGORITMA DETEKSI PELAT MOBIL DENGAN PENEKANAN MATEMATIKA MORFOLOGI PADA PRAPROSES CITRA

adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya, apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non-formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini.

Dinyatakan di Bandung,
16 Agustus 2023



Abel Angelo
NPM: 6161901120

ABSTRAK

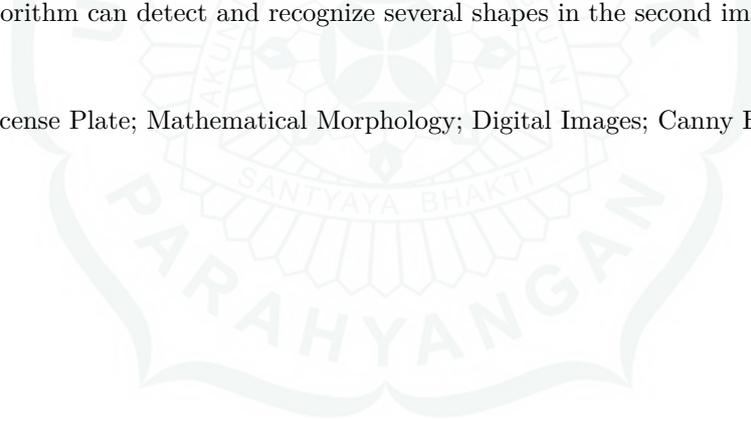
Pelat mobil telah menjadi bagian dari sistem identifikasi kendaraan. Namun, dengan pertumbuhan jumlah kendaraan yang semakin pesat, efisiensi dalam mengidentifikasi pelat mobil semakin menurun. Untuk mengatasi masalah ini, penggunaan citra digital dapat menjadi solusi yang efektif. Terdapat berbagai metode yang dapat digunakan untuk mendeteksi pelat mobil. Namun, dalam skripsi ini, akan dikonstruksi sebuah algoritma sederhana untuk mendeteksi pelat mobil dengan pendekatan matematis. Tujuan utama dari sistem ini adalah untuk menunjukkan proses matematis dalam pengolahan citra digital untuk mendeteksi pelat mobil. Algoritma diawali dengan melakukan praproses citra, di mana matematika morfologi akan menjadi metode utama dalam proses ini. Setelah praproses citra selesai, akan dilakukan penerapan metode deteksi tepi Canny untuk mendapatkan tepi dari nomor pelat mobil yang terdapat dalam citra digital. Dengan menerapkan rangkaian sistem ini, nomor pelat mobil dapat diidentifikasi dan diekstraksi ke dalam sistem. Pengujian dilakukan terhadap dua citra yang memiliki karakteristik yang berbeda, di mana *structuring element* yang digunakan memiliki ukuran dan jumlah penerapan operasi yang berbeda. Citra pertama menunjukkan bahwa algoritma yang dikonstruksi dapat mendeteksi dan mengenali nomor pelat dengan akurasi yang cukup baik. Sebaliknya, citra kedua menghasilkan akurasi yang buruk, meskipun algoritma yang dikonstruksi dapat mendeteksi dan mengenali beberapa bentuk pada citra kedua.

Kata-kata kunci: Pelat Mobil; Matematika Morfologi; Citra Digital; Deteksi Tepi Canny.

ABSTRACT

License plates have become a part of the vehicle identification system. However, with the rapid growth in the number of vehicles, the efficiency of license plate identification has decreased. To overcome this issue, the use of digital images can be an effective solution. There are various methods that can be used to detect license plates. However, in this thesis, a simple algorithm will be constructed to detect license plates using a mathematical approach. The main objective of this system is to demonstrate the mathematical process used in digital image processing to detect license plates. The algorithm begins by preprocessing the image, where morphological mathematics will be the main method in this process. After the image preprocessing is completed, the Canny edge detection method will be applied to obtain the edges of the digital image. By implementing this series of steps, the license plate numbers can be identified and extracted into the system. Tests were carried out on two images that have distinctive characteristics, using various sizes of structuring elements and applying different numbers of operation. The first image shows that the constructed algorithm can detect and recognize plate numbers with fairly good accuracy. On the other hand, the second image produces poor accuracy, even though the constructed algorithm can detect and recognize several shapes in the second image.

Keywords: License Plate; Mathematical Morphology; Digital Images; Canny Edge Detection.



*Hidup adalah berkat yang Tuhan berikan kepadaku dan kamu.
Jangan sia-siakan*



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena oleh berkat dan rahmatnya penulis dapat diberi kesempatan untuk berproses dalam menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini berjudul “Konstruksi Algoritma Deteksi Pelat Mobil Dengan Penekanan Matematika Morfologi pada Praproses Citra” disusun sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan Strata-1 Program Studi Matematika di Fakultas Teknologi Informasi dan Sains, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.

Selama masa penulisan skripsi, penulis mendapatkan bantuan dan dukungan dari beberapa pihak, sehingga penulis berhasil menyelesaikan penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tulus kepada:

- Keluarga yang selalu senantiasa memberikan dukungan, doa, dan semangat dalam proses penyusunan skripsi.
- Bapak Liem Chin, M. Si. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan waktu, ilmu, semangat, saran, dan arahan dalam proses penyusunan skripsi.
- Ibu Maria Anestasia, M. Si., MActSc. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan waktu, ilmu, semangat, saran, dan arahan dalam proses penyusunan skripsi.
- Ibu Farah Kristiani, Ph. D. selaku dosen penguji yang telah memberikan waktu, saran, kritik, dan semangat dalam pengembangan skripsi.
- Bapak Dr. Andreas Parama Wijaya selaku dosen penguji yang telah memberikan waktu, saran, referensi, kritik, dan ilmu dalam pengembangan skripsi.
- Bapak Dr. Daniel Salim selaku koordinator skripsi yang telah memberikan arahan dalam proses penyusunan skripsi.
- Seluruh dosen FTIS, khususnya dosen Program Studi Matematika yang telah memberikan ilmu dan wawasan selama masa perkuliahan.
- Seluruh staf Tata Usaha FTIS yang telah memberikan bantuan administrasi selama masa perkuliahan.
- Kirana Wardhani selaku pacar penulis yang selalu memberikan dukungan secara emosional serta dengan sabar mendengar keluh kesah penulis selama proses penyusunan skripsi hingga selesai.
- Stephanie Stella Chrisdiannata dan Alexander S sebagai teman yang memberikan dukungan dan saran dalam pengembangan skripsi.
- Verra Andriani, Reynaldi Anggara, dan Aspira Rahmadini sebagai teman yang memberikan dukungan serta informasi dalam penyusunan skripsi.
- Kenny Joses selaku saudara sepupu yang memberikan dukungan dan bantuan berupa data dalam uji skripsi yang dilakukan.
- Semua pihak lain ataupun teman-teman yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan dukungan, doa, hiburan, dan membantu dalam proses penyusunan skripsi.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna karena keterbatasan ilmu dan pengalaman yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis menerima berbagai kritik dan saran yang membangun untuk dapat menyempurnakan skripsi ini. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi siapa saja yang membacanya.

Bandung, 16 Agustus 2023

Penulis



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 <i>State of the Art</i>	3
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Sistematika Pembahasan	4
2 LANDASAN TEORI	5
2.1 Piksel	5
2.2 Matematika Morfologi	6
2.2.1 Matematika Morfologi <i>Greyscale</i>	11
2.3 Deteksi Tepi Canny	12
2.3.1 Pengurangan <i>Noise</i>	13
2.3.2 Perbedaan Intensitas	13
2.3.3 <i>Non-Maximum Suppresion</i>	14
2.3.4 Ambang Batas <i>Hysteresis</i>	15
3 ALGORITMA DETEKSI PELAT MOBIL	17
4 HASIL DAN ANALISIS PENGUJIAN ALGORITMA	24
4.1 Citra dan <i>Structuring Element</i> untuk Penerapan Algoritma	24
4.2 Hasil Tahapan Algoritma	25
5 KESIMPULAN DAN SARAN	33
5.1 Kesimpulan	33
5.2 Saran	33
DAFTAR REFERENSI	35
A PERBANDINGAN VALUE DAN HASIL	36
B PERBANDINGAN HASIL AMBANG BATAS	38

DAFTAR GAMBAR

2.1	Layar Biner	6
2.2	Layar abu-abu	6
2.3	Morfologi 1	7
2.4	Morfologi 2	8
2.5	Morfologi 3	8
2.6	Erosi	9
2.7	Morfologi 4	10
2.8	Erosi	10
2.9	Operator Sobel 3×3	14
3.1	<i>Flowchart</i>	17
3.2	Konversi Layar abu-abu	18
3.3	Konversi Layar abu-abu	19
3.4	Konvolusi	20
3.5	Perbedaan Intensitas	21
3.6	Proses <i>Non-Maximum Suppresion</i>	21
3.7	<i>Non-Maximum Suppresion</i>	21
3.8	<i>Proses Hysteresis</i>	22
3.9	ambang batas <i>Hysteresis</i>	22
4.1	Citra Digital yang Diuji	24
A.1	RGB Citra pertama	36
A.2	<i>Greyscale value</i> Citra pertama	36
A.3	RGB citra kedua	37
A.4	<i>Greyscale value</i> Citra kedua	37
B.1	Ambang Batas pertama	38
B.2	Ambang Batas kedua	38

DAFTAR TABEL

4.1	Konversi Layar Abu-Abu Citra Digital	25
4.2	Hasil Penerapan Operasi Morfologi pada Citra Pertama	26
4.3	Hasil Penerapan Deteksi Tepi Canny pada Citra Pertama	27
4.4	Hasil OCR Citra Pertama pada Metode Dilasi dan Erosi	28
4.5	Hasil Penerapan Operasi Morfologi pada Citra Kedua	29
4.6	Hasil Penerapan Deteksi Tepi Canny pada Citra Kedua	30
4.7	Hasil OCR Citra kedua pada Metode Dilasi dan <i>Closing</i>	32



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transportasi adalah sarana yang membantu manusia dalam berpindah dari satu tempat ke tempat lain. Penggunaan transportasi, termasuk mobil, telah menjadi bagian integral kehidupan manusia. Menurut data dari Korlantas Polri pada awal Oktober 2022, terdapat lebih dari 150 juta unit kendaraan bermotor yang beredar di Indonesia di mana jumlah unit mobil pribadi mencapai 20 juta unit¹, dan jumlah tersebut terus meningkat setiap tahunnya. Keberadaan mobil tidak terlepas dari adanya sistem identifikasi kepemilikan, yaitu pelat mobil. Pelat mobil digunakan sebagai identitas kendaraan yang memungkinkan pemilik atau pihak berwenang untuk mengenali dan membedakan antara satu mobil dengan mobil lainnya.

Namun, seiring bertambahnya jumlah mobil, sistem identifikasi pelat mobil secara langsung atau manual semakin tidak efisien. Hal ini menyebabkan kesulitan dalam mengidentifikasi pelat mobil pada beberapa kasus permasalahan, seperti banyaknya pelat nomor palsu, pelanggaran lalu lintas, dan jika terjadinya insiden (kecelakaan/pencurian), yang otomatis menjadikan pendeteksian semakin lebih penting. Sehingga diperlukan solusi untuk memudahkan proses identifikasi pelat mobil.

Salah satu solusi yang telah diterapkan adalah menggunakan proses citra digital. Proses citra digital digunakan untuk mengekstrak informasi pelat mobil dari gambar atau video dengan bantuan sistem komputer. Salah satu aplikasi dari proses citra digital ini adalah tilang elektronik, di mana pelanggaran dapat diidentifikasi secara otomatis oleh sistem tanpa perlu campur tangan manusia. Sistem tilang elektronik mampu mengenali pelat mobil secara langsung saat terjadi pelanggaran, sehingga meningkatkan efisiensi dalam mendeteksi dan menindak pelanggaran lalu lintas. Keuntungan lainnya adalah sistem tilang elektronik dapat bekerja secara terus menerus selama 24 jam, berbeda dengan manusia yang memiliki keterbatasan waktu dalam melakukan pengawasan. Hal ini menunjukkan tingkat efektivitas yang tinggi dengan adanya sistem tilang elektronik.

Terdapat banyak metode untuk deteksi pelat mobil, contohnya metode *template matching* [1] dan metode *haar-like* [2]. Metode *template matching* adalah metode yang mencari kemiripan dengan membandingkan plat mobil dalam citra dengan pola yang telah ditentukan. Sementara itu, metode *haar-like* melakukan deteksi dengan mengidentifikasi pola-pola khas dalam citra. Kedua metode memiliki fokus dalam mencari dan mengenali suatu pola dari pada objek dalam citra yang umum

¹<https://otomotif.kompas.com/read/2022/10/04/170100915/jumlah-kendaraan-bermotor-di-indonesia-tembus-150-7-juta-unit>

digunakan dalam mendeteksi pelat mobil.

Pada skripsi ini, dikonstruksi sebuah algoritma sederhana untuk mendeteksi pelat mobil yang berfokus pada sisi matematis, yaitu menggunakan matematika morfologi [3]. Matematika morfologi adalah cabang matematika yang digunakan untuk menganalisis dan mengolah bentuk atau struktur objek dalam citra. Prinsip dasarnya adalah menggunakan operasi matematika pada himpunan piksel (elemen gambar) untuk mengubah bentuk, ukuran, dan karakteristik lain dari objek yang direpresentasikan dalam citra tersebut. Dalam konteks pengolahan citra, matematika morfologi sering digunakan untuk tujuan pengenalan pola, segmentasi gambar, dan analisis struktur objek. Beberapa operasi dasar yang digunakan dalam matematika morfologi yaitu dilasi, erosi, *opening*, dan *closing* yang dapat memanipulasi karakteristik objek dalam praproses citra.

Dalam algoritma yang dikonstruksi, matematika morfologi akan digabungkan dengan beberapa metode lain, termasuk deteksi tepi Canny [4]. Deteksi tepi Canny merupakan langkah dalam proses citra digital yang mengidentifikasi tepi dalam citra dengan mendeteksi perubahan tajam dalam intensitas warna atau kecerahan antara piksel-piksel yang berdekatan. Teknik ini didesain untuk mengenali tepi dengan tingkat akurasi yang tinggi dan merespons hanya terhadap tepi yang memang tajam, sehingga menghindari tanggapan berlebihan terhadap gangguan atau perubahan kecil dalam citra.

Untuk memastikan bahwa algoritma yang dikonstruksi mampu mendeteksi pelat nomor mobil dalam suatu citra, maka akan digunakan dua citra yang menampilkan nomor pelat mobil dengan karakteristik citra yang berbeda. Citra pertama memiliki ciri khas intensitas cahaya yang lebih gelap, sementara citra kedua memiliki perubahan intensitas cahaya yang lebih tajam. Dengan menggabungkan deteksi tepi Canny dan metode matematika morfologi, diharapkan hasil praproses kedua citra akan lebih mudah dikenali atau terdeteksi dalam algoritma yang telah dikonstruksi.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian skripsi ini yaitu:

1. Bagaimana penerapan matematika morfologi dan deteksi tepi Canny dalam memproses suatu citra digital?
2. Bagaimana proses algoritma deteksi pelat mobil dapat dilakukan dengan pendekatan yang matematis?
3. Bagaimana pengaruh karakteristik citra terhadap hasil proses algoritma?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian skripsi ini yaitu:

1. Mengintegrasikan konsep matematika morfologi dan deteksi tepi Canny dalam proses citra digital, serta mengkaji dampak esensi dari kedua pendekatan tersebut terhadap citra.
2. Mengkonstruksi sebuah kerangka algoritma sederhana yang mewakili tahapan-tahapan matematis dalam proses identifikasi pelat mobil.

3. Evaluasi dampak variasi karakteristik citra terhadap respons algoritma yang dihasilkan.

1.4 *State of the Art*

Terdapat banyak metode untuk deteksi pelat mobil, seperti metode *haar-like* [2] dan metode *template matching* [1]. Metode *template matching* adalah teknik dalam pengolahan citra yang digunakan untuk mencari dan mengidentifikasi objek atau pola tertentu dalam sebuah citra berdasarkan pola atau *template* yang telah ditentukan sebelumnya. Prinsip dasar metode ini adalah membandingkan piksel-piksel dalam citra dengan piksel-piksel dalam *template* untuk mencari kecocokan terbaik. Hasil dari metode *template matching* berupa koordinat atau posisi di mana objek atau pola yang sesuai dengan *template* ditemukan dalam citra. Jika terdapat lebih dari satu kemungkinan objek yang sesuai, metode ini akan mengidentifikasi beberapa posisi yang memiliki tingkat kesamaan yang tinggi.

Sementara itu, metode *haar-like* adalah teknik yang digunakan dalam pengolahan citra dan pengenalan pola untuk mendeteksi fitur atau pola tertentu dalam citra. Prinsip dasar metode Haar-like adalah dengan menggunakan berbagai jenis filter atau kernel yang dikenal sebagai *Haar-like features*. Filter ini adalah pola piksel yang diterapkan pada citra untuk mengukur perbedaan intensitas di antara piksel-piksel tertentu dalam suatu wilayah. Proses ini menghasilkan *response map* yang menunjukkan lokasi dan ukuran di mana fitur-fitur tersebut cocok dengan citra. Dengan menganalisis *response map*, lokasi fitur-fitur yang cocok dengan citra dapat diidentifikasi dan dapat digunakan untuk mendeteksi objek atau pola tertentu.

Namun, pada skripsi ini dikonstruksi algoritma deteksi pelat mobil yang menggunakan metode matematika morfologi [3] sehingga proses matematis pada praproses citra dapat lebih mudah dijelaskan. Matematika morfologi adalah cabang matematika yang digunakan untuk menganalisis dan mengolah bentuk atau struktur objek dalam citra. Prinsip dasarnya adalah menggunakan operasi matematika pada himpunan piksel (elemen gambar) untuk mengubah bentuk, ukuran, dan karakteristik lain dari objek yang direpresentasikan dalam citra tersebut. Dalam konteks pengolahan citra, matematika morfologi sering digunakan untuk tujuan pengenalan pola, segmentasi gambar, dan analisis struktur objek. Beberapa operasi dasar yang digunakan dalam matematika morfologi yaitu dilasi, erosi, *opening*, dan *closing* yang dapat memanipulasi karakteristik objek dalam praproses citra.

Dalam algoritma yang dikonstruksi, matematika morfologi akan digabungkan dengan beberapa metode lain, termasuk deteksi tepi Canny [4]. Deteksi tepi Canny merupakan langkah dalam proses citra digital yang mengidentifikasi tepi dalam citra dengan mendeteksi perubahan tajam dalam intensitas warna atau kecerahan antara piksel-piksel yang berdekatan. Teknik ini didesain untuk mengenali tepi dengan tingkat akurasi yang tinggi dan merespons hanya terhadap tepi yang memang tajam, sehingga menghindari tanggapan berlebihan terhadap gangguan atau perubahan kecil dalam citra. Dengan menggabungkan deteksi tepi Canny dan metode matematika morfologi, diharapkan hasil praproses citra akan lebih mudah dikenali atau terdeteksi dalam algoritma yang telah dikonstruksi.

1.5 Batasan Masalah

Berikut batasan masalah dari skripsi ini:

1. Objek pada citra yang dibahas dalam skripsi ini adalah karakter berupa angka dan huruf dalam pelat nomor kendaraan tanpa adanya objek lain, hal ini dikarenakan fokus skripsi ini adalah mendeteksi nomor pelat mobil.
2. Metode yang akan dieksplorasi dalam skripsi ini adalah matematika morfologi dan deteksi tepi Canny.

1.6 Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan pada skripsi ini terdiri dari 5 bab, yaitu:

Bab 1 : Pendahuluan

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan, *State of the Art*, penulisan, batasan masalah, dan sistematika pembahasan.

Bab 2 : Landasan Teori

Bab ini berisi tentang teori-teori yang mendukung penulisan skripsi, yaitu, piksel, matematika morfologi, dan deteksi tepi Canny.

Bab 3 : Algoritma Deteksi Pelat Mobil

Bab ini membahas dan menjelaskan langkah-langkah yang terdapat dalam algoritma deteksi pelat mobil yang dikonstruksi.

Bab 4 : Hasil dan Analisis Pengujian Algoritma

Bab ini membahas hasil dan analisis dari langkah-langkah dalam algoritma deteksi pelat mobil. Analisis hasil dilakukan terhadap citra digital yang diimplementasikan ke dalam algoritma yang dikonstruksi.

Bab 5 : Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi kesimpulan dari pembahasan bab sebelumnya dan saran untuk penelitian lebih lanjut.