

**PENDETEKSIAN PARKIR KENDARAAN DI LUAR SLOT TERSEDIA
MENGUNAKAN METODE *VIOLA-JONES***

SKRIPSI

T. RYAN MUNANDAR

131402007



**PROGRAM STUDI S1 TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA**

MEDAN

2018

**PENDETEKSIAN PARKIR KENDARAAN DI LUAR SLOT TERSEDIA
MENGUNAKAN METODE *VIOLA-JONES***

SKRIPSI

Diajukan untuk melengkapi tugas dan memenuhi syarat memperoleh ijazah
Sarjana Teknologi Informasi

T. RYAN MUNANDAR

131402007



**PROGRAM STUDI S1 TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA**

MEDAN

2018

PERSETUJUAN

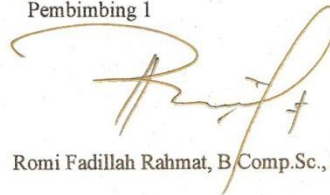
Judul : Pendeteksian Parkir Kendaraan Di Luar Slot Tersedia
Dengan Menggunakan Metode *Viola-Jones*
Kategori : *Image Processing*
Nama : T. Ryan Munandar
Nomor Induk Mahasiswa : 131402007
Program Studi : Teknologi Informasi
Fakultas : Fakultas Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi
Ketua Pembimbing :

Pembimbing 2



Sarah Purnamawati, ST., M.Sc.

Pembimbing 1

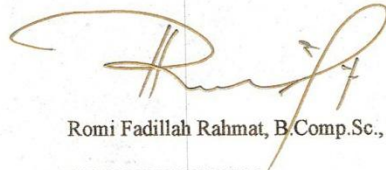


Romi Fadillah Rahmat, B.Comp.Sc., M.Sc.

Diketahui/disetujui oleh

Teknologi Informasi

Ketua,



Romi Fadillah Rahmat, B.Comp.Sc., M.Sc.

198603032010121004

PERNYATAAN

PENDETEKSIAN PARKIR KENDARAAN DI LUAR SLOT TERSEDIA DENGAN
MENGUNAKAN METODE *VIOLA-JONES*

SKRIPSI

Saya mengakui bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing telah disebutkan sumbernya.

Medan, 01 Mei 2018

T. Ryan Munandar

131402007

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT, atas berkat rahmat dan karunia-Nya penulis diberikan kemudahan, kekuatan, serta kesehatan baik jasmani maupun rohani sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.

Adapun penulisan skripsi ini diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer, pada Program Studi S1 Teknologi Informasi, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Sumatera Utara. Dalam penulisan skripsi ini, penulis menyadari bahwa hasil yang diperoleh pada skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis akan menerima kritik dan saran yang membantu demi kesempurnaan skripsi ini.

Demi terwujudnya penyelesaian penulisan skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak dalam memberikan bimbingan, dukungan serta bantuan untuk melengkapi bahan dan hasil yang diperlukan dalam penulisan skripsi ini.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-sebesar-nya kepada:

1. Bapak Prof. Runtung Sitepu, SH., M.Hum., selaku Rektor Universitas Sumatera Utara.
2. Bapak Prof. Dr. Opim Salim Sitompul, selaku Dekan Fasilkom-TI Universitas Sumatera Utara.
3. Bapak Romi Fadillah Rahmat, B.Comp.Sc., M.Sc., selaku Ketua Program Studi S1 Teknologi Informasi USU dan Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan saran kepada penulis.
4. Ibu Sarah Purnamawati, ST., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan saran kepada penulis.
5. Bapak Dedy Arisandi, ST., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan kritik dan saran dalam penyempurnaan skripsi ini.
6. Bapak Ivan Jaya, S.Si., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan kritik dan saran dalam penyempurnaan skripsi ini.
7. Seluruh dosen dan Staf Pengajar yang telah membimbing penulis selama menempuh pendidikan di Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi.

8. Ayahanda Ir. T. Iskandar Mahmud dan Ibunda Julidar, A.Md., adinda Cut Firhatun Amalia Faradiba, ananda T. M. Alif Daffa, beserta seluruh keluarga besar Ben Ali yang selalu memberikan doa, nasehat, dukungan, serta kasih sayang kepada saya sebagai penulis.
9. Sahabat-sahabat dan teman-teman seperjuanganselama masa perkuliahan, yaitu Nandar Cholid Siregar, S.Kom., Zulfadli Fajar Lubis, S.Kom., Ahmadi Irmansyah Lubis, S.Kom., Risky Syahputra, S.Kom., Livia Fyoni Kemit, S.Kom., Radea Shiddiq, S.Kom., Muhammad Yusuf Sahril, S.Kom., Muhammad Ilham Syahputra, S.Kom., William Cristanto, S.Kom., Ali Nidal, SH., Ade Ramlan Rambe, S.IP., dan Saleh Afiff Harahap, S.IP., dan yang selalu menampung segala cerita, suka-duka cita, serta memberikan semangat dan dukungan kepada penulis.
10. Teman-teman kost yang sudah tinggal bersama yaitu Hasanul Qodri, S.KM., Baskoro, S.Kom., Andika, S.Ked., Risky Dia, ST., serta teman-teman yang terdahulu yaitu Etra Arbas, SH., abangda Badrut Sani, S.Kom., abangda Rifnal Hanifi, S.KM., dan abangda Andre, S.Psi.
11. Teman-teman Kom A,teman-teman Teknologi Informasi khusus angkatan 2013 serta abangda dan kakanda angkatan 2012 yang telah memberikan semangat dan dukungan kepada penulis.
12. Semua pihak yang terlibat langsung maupun tidak langsung tidak dapat penulis ucapkan satu per satu yang telah membantu penyelesaian skripsi ini.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih banyak atas dukungan yang penuh tulus dan ikhlas. Dan terima kasih kepada orang tua penulis, Ayahanda Ir. T. Iskandar Mahmud dan Ibunda Julidar, A.Md., berkat doa, nasehat, bimbingan serta kasih sayang dan pengorbanan yang tak terhingga sehingga membangkitkan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, hanya Allah SWT yang dapat membalas budi baik mereka. Semoga Allah SWT melimpahkan berkah kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan kepada penulisdalam menyelesaikan skripsi ini.

Medan, Juni 2018

Penulis

ABSTRAK

Seiring berjalannya waktu, pada zaman modern ini tentunya pasti tidak lepas dari istilah teknologi. Sampai sekarang ini, perkembangan teknologi telah menjadi peranan yang begitu penting seperti yang dapat diterapkan pada suatu sistem yang dapat digunakan oleh pengguna untuk mengelola sejumlah fasilitas umum yang ada disekitarnya. Seperti pada pemanfaatan suatu sistem aplikasi untuk mendeteksi keberadaan obyek kendaraan yang diluar area parkir yang disediakan. Aplikasi ini dibangun bertujuan untuk mendeteksi obyek kendaraan yang parkir secara paralel melalui sejumlah data citra yang diambil dari kamera *smartphone* sebagai data *input*. Data citra ini mendukung ekstensi .bmp, .jpg, dan .png, serta berbentuk *portrait*. Untuk mengoperasikan aplikasi ini, user harus memasukkan data citra serta melakukan proses bertahap secara manual hingga diproses menjadi data citra deteksi sebagai hasil *output* dari pengujian deteksi. Adapun beberapa proses yang digunakan pada sistem ini mulai dari tahap *pre-processing*, segmentasi, serta metode *Viola-Jones* yang digunakan agar mampu mendeteksi obyek kendaraan dengan baik. Sistem ini dibangun dengan sebuah aplikasi khusus *Image Processing*, MATLAB. Adapun dari hasil keseluruhan data yang diperoleh dari sistem ini memiliki tingkat keakuratan yang mencapai 86% dengan kondisi pencahayaan yang cukup. Kemudian hasil data yang telah dideteksi dapat disimpan ke halaman Log dalam bentuk tabel.

Kata kunci: *Image Processing, Pre-Processing, Viola-Jones*.

CAR PARK DETECTION BEYOND THE AVAILABLE SLOT USING METHOD VIOLA-JONES

ABSTRACT

Over time, in modern times this must not be separated from the term technology. Until now, technology has evolved into a component that allows systems that can be used by many people. As in the application system applications to detect objects that exist outside the available parking area. This app is built to detect parallel parking-object paths through a number of data retrieved from smartphone cameras as input data. This imagery data supports .bmp, .jpg, and .png extensions, and uses portraits. For this application, the user must input image data and manually process the data until it becomes detected data as the output of the detection test. Some processes are currently in the process of pre-processing, segmentation, and Viola-Jones methods in order to properly detect vehicle objects. The system is built with a special Image Processing application, MATLAB. From the overall data obtained from this system has a level of accuracy of 86% with sufficient lighting conditions. Then the results of data that have been detected can be saved to the Log page in tabular form.

Keywords: *Image Processing, Pre-Processing, Viola-Jones.*

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Persetujuan	ii
Pernyataan	iii
Ucapan Terima Kasih	iv
Abstrak	vi
Abstract	vii
Daftar Isi	viii
Daftar Tabel	xi
Daftar Gambar	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Metode Penelitian	4
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB 2 LANDASAN TEORI	6
2.1 Computer Vision	6
2.2 Citra Digital	7
2.3 Pengolahan Citra	8
2.4 <i>Pre-Processing</i>	9
2.5 <i>Grayscale</i>	9
2.6 <i>Adaptive Threshold</i>	9
2.7 <i>Thresholding</i>	10
2.8 <i>Feature Extraction</i>	10
2.9 <i>Viola-Jones</i>	10
2.10 Penelitian Terdahulu	14

BAB 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM	17
3.1 Data yang Digunakan	17
3.2 Arsitektur Umum	17
3.2.1 Input Citra	18
3.2.2 <i>Pre-Processing</i>	19
3.2.3 <i>Grayscale</i>	19
3.2.4 <i>Adaptive Threshold</i>	20
3.2.5 <i>Thresholding</i>	21
3.2.6 <i>Segmentation</i>	21
3.2.7 <i>Edge Detection</i>	21
3.2.8 <i>Feature Extraction</i>	22
3.2.9 <i>Viola-Jones</i>	22
3.3 Diagram Aktivitas	22
3.3.1 Diagram Aktivitas Deteksi	22
3.3.2 Diagram Aktivitas Log	24
3.3.3 Diagram Aktivitas Bantuan	25
3.3.4 Diagram Aktivitas Tentang	25
3.4 Perancangan Antarmuka	26
3.4.1 Antarmuka Halaman Utama	26
3.4.2 Antarmuka Halaman Deteksi	27
3.4.3 Antarmuka Halaman Log	28
3.4.4 Antarmuka Halaman Bantuan	29
3.4.5 Antarmuka Halaman Tentang	30
BAB 4 IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM	31
4.1 Implementasi Sistem	31
4.1.1 Perangkat Keras	31
4.1.2 Perangkat Lunak	32
4.2 Antarmuka Aplikasi	32
4.2.1 Halaman Utama	32
4.2.2 Deteksi	33

4.2.3 Log	34
4.2.4 Bantuan	35
4.2.5 Tentang	35
4.3 Pengujian Sistem	36
4.3.1 Input Citra	36
4.3.2 <i>Grayscale</i>	37
4.3.3 <i>Adaptive Threshold</i>	38
4.3.4 Proses	38
4.4 Pengujian Hasil Deteksi Citra	39
4.5 Precision dan Recall	49
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	51
5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh <i>Haar Like Feature</i>	11
Gambar 2.2 <i>Integral image (x,y)</i>	11
Gambar 2.3 Perhitungan Nilai Fitur	12
Gambar 2.4 <i>Cascade Clasifier</i>	13
Gambar 3.1 Gambaran aritektur umum	18
Gambar 3.2 Citra <i>input</i>	19
Gambar 3.3 Citra <i>Grayscale</i>	20
Gambar 3.4 Citra <i>Adaptive Threshold</i>	20
Gambar 3.5 Citra Biner	21
Gambar 3.6 Diagram aktivitas yang menunjukkan proses deteksi obyek citra	23
Gambar 3.7 Diagram aktivitas untuk mengakses halaman Log	24
Gambar 3.8 Diagram aktivitas untuk membuka halaman Bantuan	25
Gambar 3.9 Diagram aktivitas untuk mengakses halaman Tentang	26
Gambar 3.10 Rancangan bagian Halaman Utama	27
Gambar 3.11 Rancangan pada halaman Deteksi	28
Gambar 3.12 Rancangan pada halaman Log	29
Gambar 3.13 Rancangan pada halaman Bantuan	29
Gambar 3.14 Rancangan pada halaman Tentang	30
Gambar 4.1 Tampilan antarmuka pada halaman utama	33
Gambar 4.2 Tampilan halaman Deteksi	34
Gambar 4.3 Tampilan halaman Log	34
Gambar 4.4 Tampilan halaman Bantuan	35
Gambar 4.5 Tampilan halaman Tentang	36
Gambar 4.6 Gambar yang muncul sebagai citra asli	37
Gambar 4.7 Hasil perubahan citra asli menjadi citra <i>grayscale</i>	37
Gambar 4.8 Hasil perubahan citra <i>grayscale</i> menjadi citra <i>adaptive threshold</i>	38
Gambar 4.9 Hasil perubahan citra <i>adaptive threshold</i> menjadi citra biner disertai dengan hasil deteksi objek	38

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	16
Tabel 4.1 Perangkat keras yang digunakan pada <i>notebook</i>	31
Tabel 4.2 Perangkat lunak yang digunakan pada sistem	32
Tabel 4.3 Tampak perbandingan antara hasil deteksi mobil dari citra asli	39
Tabel 4.4 Nilai Precision dan Recall	50

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Area parkir merupakan salah satu fasilitas umum yang dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar untuk menempatkan suatu kendaraan secara sementara pada daerah yang sesuai lokasi yang telah ditentukan. Fasilitas ini tentunya sering kita jumpai pada tempat-tempat umum yang khususnya di beberapa kota besar, seperti di lingkungan transportasi, perkantoran, pusat perbelanjaan, restoran, tempat ibadah, taman nasional, dan sebagainya. Seperti biasanya, area parkir ini diperlukan keamanan dan pengawasan yang sesuai dengan aturan parkir yang ditentukan dan ditangani oleh petugas parkir setempat untuk mengatur dan mengawasi keberadaan kendaraan serta menjaga ketertiban parkir. Selain itu, petugas juga harus menunjukkan lokasi pemarkiran kepada pemilik kendaraan supaya tidak membuat pemilik kendaraan ragu dimana ia harus memarkirkan kendaraan dengan baik dan benar. Jika tidak melakukan hal tersebut, tentunya pengemudi akan memarkirkan kendaraan yang tidak sesuai tempat dan aturan yang ada tanpa sepengetahuan pihak keamanan yang berwajib setempat sehingga keadaan area parkir tersebut menjadi tidak teratur dan tidak tertib.

Oleh karena itu, penulis akan melakukan sebuah penelitian yang mengenai permasalahan yang berkaitan dengan sistem pendeteksi parkir dengan mengumpulkan beberapa data yang berupa citra parkir sebagai data citra *input* yang diambil melalui perangkat kamera *smartphone* sebagai *input device*, yang kemudian pengguna memanfaatkan data *input* untuk diproses, diolah, mengekstrak fitur yang ada pada citra tersebut, sehingga menunjukkan sebuah citra hasil deteksi sebagai tahap akhirnya. Pada penelitian ini, penulis mengusulkan metode yang akan digunakan pada sistem ini yaitu *Viola Jones*, yang merupakan salah satu algoritma yang digunakan untuk klarifikasi hasil data citra yang mampu mendeteksi keberadaan obyek kendaraan yang parkir di tempat tertentu.

Beberapa penelitian yang mengenai sistem pendeteksian parkir tersebut semakin berkembang seiring berjalannya waktu. Telah berbagai metode atau algoritma yang digunakan pada setiap penelitian tersebut, dimulai dari penggunaan perangkat sensorik, pengolahan citra, jaringan saraf, dan sebagainya. Hal ini membuat kemajuan teknologi sistem pendeteksian yang semakin berkembang sehingga menjadi peranan yang begitu penting khususnya sistem parkir yang ada sampai sekarang ini. Seperti yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti yang sebelumnya pada penelitian yang pertama berjudul *Available car parking space detection from webcam by using adaptive mixing features* (Choeychuen, 2012), pada penelitian ini membahas tentang ketersediaan atau tidaknya lahan parkir kosong dengan menggunakan proses deteksi berdasarkan warna gradien yang bertujuan untuk membedakan warna obyek kendaraan dengan warna *background*. Kemudian pada penelitian yang berikutnya yang dilakukan oleh Aalsalem & Khan (2016) yang berjudul *A Smart Vehicle Parking Monitoring and Management System using ANPR Cameras and Android Phones*, dalam penelitian ini menggunakan alat bantu kamera ANPR (*Automatic Number Plate Recognition*) yang bertujuan untuk mendeteksi nomor plat setiap kendaraan yang ada pada lokasi parkir dengan cara mengenali *vector* yang dominan pada plat tersebut sebagai pengenalan nomor plat yang kemudian dibaca oleh kamera yang dilengkapi fitur ANPR, lalu data nomor plat yang sudah dibaca oleh kamera tersebut akan dikirim dan disimpan secara otomatis ke *smartphone* sebagai perangkat pengelola sistem parkir yang berbasis *Android*.

Maka dari pada itu, penulis membangun sebuah aplikasi pendeteksian parkir berbasis *desktop* ini sebagai pengenalan obyek kendaraan yang parkir pada area tertentu melalui sebuah citra input hasil dari kamera *smartphone*, penulis juga mengusulkan sebuah metode yang mampu mendeteksi kendaraan yang parkir diluar area dengan menggunakan metode *Viola-Jones*. Dari latar belakang ini, maka penulis mengajukan sebuah tugas akhir yang berjudul “Pendeteksian Parkir Kendaraan Di Luar Slot Tersedia Menggunakan Metode *Viola-Jones*”.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini yaitu mengenai keberadaan obyek kendaraan dalam kondisi parkir pada tempat tidak sesuai dengan yang telah ditentukan, sehingga menimbulkan ketidakteraturan dan mengganggu ketertiban pada tempat tersebut. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem untuk mendeteksi kendaraan di luar slot parkir yang disediakan dengan menggunakan metode *Viola-Jones*.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini antara lain:

1. Pendeteksian ini dilakukan pada area parkir khusus roda empat.
2. Perangkat kamera yang digunakan adalah kamera *smartphone*.
3. Data citra *input* yang diambil berbentuk citra *portrait* (360 x 640).
4. Sudut pengambilan gambar pada bagian balkon gedung Teknologi Informasi Lantai 2.
5. Data citra yang dapat digunakan berformat .bmp, .jpg, atau .png.
6. Pengambilan dilakukan pada kondisi pencahayaan yang cukup.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menerapkan metode *Viola-Jones* pada sistem untuk mendeteksi obyek kendaraan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk:

1. Membantu sistem untuk mengenali obyek kendaraan yang terdeteksi pada data citra input.
2. Mengetahui keakuratan penggunaan metode *Viola-Jones* terhadap sistem pendeteksian parkir.
3. Memberikan wawasan dan pengetahuan untuk pembaca yang ingin mengembangkan penelitian ini.

1.6 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahap, yaitu sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Pada tahap ini penulis melakukan pencarian, dan mengumpulkan berbagai informasi dari sejumlah referensi yang diperlukan untuk melakukan penelitian. Referensi ini dapat diperoleh melalui media cetak dan media elektronik seperti buku, jurnal, artikel maupun situs internet yang berkaitan dengan penelitian penelitian secara lebih lanjut.

2. Pengumpulan dan Analisis Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang akan digunakan sebagai bahan penelitian yang diuji oleh sistem.

3. Perancangan Sistem

Pada tahap ini dilakukan perancangan sistem yang sesuai rencana yang ditentukan yang terdiri dari arsitektur umum, diagram aktivitas, dan perancangan antarmuka.

4. Implementasi Sistem

Pada tahap ini membahas sejumlah implementasi yang dibutuhkan oleh sistem yang telah dirancang kemudian akan menguji keseluruhan data agar membuat sistem dapat berjalan dengan baik.

5. Pengujian Sistem

Pada tahap ini dilakukan pengujian sebuah sistem yang telah dibuat baik fungsi, cara kerja, dan hasil kerja agar dapat mengetahui bahwa sistem ini mampu beroperasi dengan sepenuhnya.

6. Dokumentasi Sistem

Pada tahap ini melakukan dokumentasi hasil dari tahap awal analisis, pengumpulan data dan literatur, implementasi serta hasil pengujian yang kemudian akan dikumpulkan dalam bentuk laporan penelitian (skripsi).

1.7 Sistematika Penulisan

Agar pembahasan yang lebih sistematis, maka tulisan ini dibuat dalam lima bab, yaitu:

BAB 1 Pendahuluan

Bab ini akan menjelaskan mengenai latar belakang penelitian dengan judul skripsi "Pendeteksian Parkir Kendaraan Di Luar Slot Tersedia Dengan Menggunakan Metode *Viola-Jones*". Pada bab ini juga menjelaskan rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2 Landasan Teori

Bab ini membahas tentang beberapa teori yang mendukung penelitian ini, pada bab ini akan menjelaskan beberapa proses yang dilakukan pada sebuah aplikasi, metode yang digunakan, serta penelitian terdahulu.

BAB 3 Analisis Dan Perancangan Sistem

Bab ini membahas tentang analisis sistem, yang meliputi penggunaan data, arsitektur umum, serta perancangan sistem yang meliputi diagram aktivitas dan perancangan antarmuka sistem.

BAB 4 Implementasi Dan Pengujian Sistem

Bab ini menjelaskan tentang sejumlah implementasi yang digunakan agar dapat menjalankan sebuah aplikasi, tampilan antarmuka, disertai dengan hasil data setelah menjalankan sebuah aplikasi.

BAB 5 Kesimpulan Dan Saran

Bab ini akan memuat kesimpulan dari keseluruhan dari bab-bab yang telah dibahas sebelumnya baik dari penggunaan aplikasi maupun hasil akurasi data. Dan sejumlah saran dari penulis untuk penelitian selanjutnya agar dikembangkan dengan lebih baik.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Computer Vision

Computer vision adalah antar cabang ilmu pengetahuan yang berhubungan dengan sebuah komputer mampu melakukan pengenalan terhadap gambar digital. *Computer vision* ini terdiri atas metode yang digunakan untuk memperoleh, mengolah, menganalisis, dan memahami data visual seperti gambar dan video. Tujuan utama dari *Computer Vision* adalah membantu komputer dapat mengenali suatu objek layaknya mata manusia dan otak, serta dapat mengunggulinya untuk suatu tujuan tertentu (Sonka et al., 2008).

Computer Vision merupakan gabungan antara pengolahan citra (*image processing*) dan pengenalan citra (*pattern recognition*). Pengolahan citra (*image processing*) merupakan bidang yang berkaitan dengan proses pengolahan citra/gambar (*image*). Proses ini berguna untuk mendapatkan kualitas gambar yang lebih baik. Sedangkan pengenalan citra (*pattern recognition*), bidang ini berhubungan dengan proses identifikasi obyek pada suatu citra. Proses ini bertujuan untuk mengumpulkan informasi/pesan yang disampaikan oleh gambar/citra.

Adapun bidang yang berhubungan dengan *computer vision* adalah *image processing* dan *machine vision*. *Image processing* mencakup teknologi utama untuk menganalisis citra secara otomatis yang digunakan dalam bidang lain. Sedangkan *machine vision* biasanya berperan pada proses mengkombinasikan analisis citra otomatis dengan menggunakan metode lain.

2.2 Citra Digital

Citra digital merupakan bentuk representatif dari citra yang diambil dari komputer dengan pendekatan berdasarkan dari hasil segi *sampling* dan kuantisasi dari citra fisik. Dari segi *sampling* menyatakan besarnya kotak-kotak yang disusun dalam baris dan kolom atau dengan kata lain besar kecilnya ukuran piksel pada citra. Sedangkan segi kuantisasi menyatakan besarnya nilai tingkat kecerahan yang dinyatakan dalam nilai tingkat gelap terangnya warna sesuai dengan jumlah bit biner yang digunakan oleh komputer atau dengan kata lain kuantisasi pada citra menyatakan jumlah warna yang ada pada citra. (Basuki, 2005).

Suatu citra dapat didefinisikan sebagai fungsi $f(x,y)$, berukuran M baris dalam N kolom, dimana x dan y adalah koordinat spasial dari citra, sedangkan $f(x,y)$ merupakan intensitas atau tingkat keabuan pada titik tersebut. Apabila nilai x , y , dan f secara keseluruhan memiliki nilai yang berhingga dan bernilai diskrit, maka citra tersebut disebut dengan citra digital (Putra, 2010).

Beberapa jenis citra digital yang sering digunakan adalah citra biner, citra *grayscale* dan citra warna (Sutoyo, 2009).

1. Citra Biner. Citra yang memiliki dua warna, yaitu hitam dan putih, yang mewakili bit 0 dan bit 1. Dibutuhkan 1 bit di memori untuk menyimpan kedua warna ini.
2. Citra *Grayscale* (Skala keabuan). Banyaknya warna tergantung pada jumlah bit yang disediakan di memori untuk menampung kebutuhan warna ini. Citra 2 bit mewakili 4 warna, citra 3 bit mewakili 8 warna, dan seterusnya. Semakin besar jumlah bit warna yang disediakan di memori, semakin halus gradasi warna yang terbentuk.
3. Citra Warna (*True Color*). Setiap piksel pada citra warna mewakili warna yang merupakan kombinasi dari tiga warna dasar ($RGB = Red\ Green\ Blue$). Setiap warna dasar menggunakan penyimpanan 8 bit = 1 byte, yang berarti setiap warna mempunyai gradasi sebanyak 255 warna. Berarti setiap piksel mempunyai kombinasi warna sebanyak $255^3 = 16$ juta warna lebih.

2.3 Pengolahan Citra

Pengolahan citra adalah bentuk pengolahan sinyal dimana input adalah gambar, seperti foto atau video bingkai, kemudian hasil output dari pengolahan gambar dapat berupa gambar atau sejumlah perincian atau parameter yang berkaitan dengan gambar. Umumnya teknik pengolahan gambar tersebut memerlukan gambar sebagai citra dua dimensi dan menerapkan teknik standar pemrosesan citra, biasanya hal tersebut dapat berhubungan pada pengolahan gambar digital, bahkan dapat digunakan juga untuk pengolahan gambar analog. Akuisisi gambar atau yang menghasilkan gambar input di tempat pertama disebut sebagai pencitraan.

Pengolahan citra merupakan proses pengolahan dan analisis citra yang banyak melibatkan persepsi visual. Proses ini mempunyai ciri data masukan dan informasi keluaran yang berbentuk citra. Istilah pengolahan citra digital secara umum didefinisikan sebagai pemrosesan citra dua dimensi dengan komputer. Dalam definisi yang lebih luas, pengolahan citra digital juga mencakup semua data dua dimensi. Citra digital adalah barisan bilangan nyata maupun kompleks yang diwakili oleh bit-bit tertentu.

Umumnya citra digital berbentuk persegi panjang atau bujur sangkar yang memiliki lebar dan tinggi tertentu. Ukuran ini biasanya dinyatakan dalam banyaknya titik atau piksel sehingga ukuran citra selalu bernilai bulat. Setiap titik memiliki koordinat sesuai posisinya dalam citra. Koordinat ini biasanya dinyatakan dalam bilangan bulat positif yang dapat dimulai dari 0 atau 1 tergantung pada sistem yang digunakan. Setiap titik juga memiliki nilai berupa angka digital yang merepresentasikan informasi yang diwakili oleh titik tersebut.

Data citra digital berhubungan erat dengan piksel, resolusi, dan warna sebagai atributnya. Pada sejumlah kasus, terutama untuk keperluan penampilan secara visual, nilai data digital merepresentasikan warna dari citra yang diolah. Format citra digital yang banyak dipakai adalah citra biner, citra skala keabuan, citra warna, dan citra warna berindeks.

2.4 Pre-Processing

Tahap *pre-processing* merupakan tahap awal dalam proses pengolahan citra terutama dalam suatu pendeteksian yang bertujuan untuk memudahkan proses pengolahan citra selanjutnya mendeteksi obyek citra tertentu. Tahap *pre-processing* yang dipakai pada penelitian ini terdiri dari proses *grayscale*, *adaptive threshold*, dan *threshold*.

2.5 Grayscale

Grayscale adalah suatu citra yang hanya memiliki warna tingkat keabuan. Penggunaan citra *grayscale* membutuhkan informasi yang diberikan pada tiap piksel dibandingkan dengan citra berwarna. Warna abu-abu pada citra *grayscale* adalah warna R (Red), G (Green), B (Blue) yang memiliki intensitas yang sama. Sehingga dalam *grayscale* image hanya membutuhkan nilai intensitas tunggal dibandingkan dengan citra berwarna membutuhkan tiga intensitas untuk tiap pikselnya. Intensitas dari citra *grayscale* disimpan dalam 8 bit integer yang memberikan 256 kemungkinan yang mana dimulai dari level 0 sampai dengan 255, 0 untuk hitam dan 255 untuk putih dan nilai diantaranya adalah derajat keabuan).

2.6 Adaptive Threshold

Adaptive Threshold adalah metode yang digunakan untuk menentukan nilai ambang batas yang digunakan sebagai penunjukkan besarnya nilai keabuan yang muncul pada citra.

Pada kondisi dimana pencahayaan yang berada pada ruang dan waktu yang berbeda-beda, mampu beradaptasi dengan kondisi kecerahan dengan membandingkan intensitas relatif dari masing-masing piksel dengan intensitas piksel tetangganya. Untuk setiap piksel, angka yang mengelilingi piksel yang dipilih dan setiap algoritma *threshold* secara otomatis dapat digunakan untuk menentukan nilai *threshold* yang tepat.

Nilai *threshold* dapat mempengaruhi kejelasan objek citra sehingga objek tersebut dapat diproses lebih lanjut. Maka, nilai *threshold* harus ditentukan supaya citra dapat menghasilkan objek citra yang dapat diproses secara optimal.

2.7 Thresholding

Thresholding merupakan salah satu metode untuk citra yang memisahkan antara objek dengan background dalam suatu citra berdasarkan pada perbedaan tingkat kecerahannya atau gelap terang nya. Bagian citra yang cenderung gelap akan dibuat semakin gelap (hitam sempurna dengan nilai intensitas sebesar 0), sedangkan bagian citra yang cenderung terang akan dibuat semakin terang (putih sempurna dengan nilai intensitas sebesar 1). Oleh karena itu, keluaran dari proses segmentasi dengan metode *thresholding* adalah berupa citra biner dengan nilai intensitas piksel sebesar 0 atau 1. Setelah citra sudah tersegmentasi atau sudah berhasil dipisahkan objeknya dengan background, maka citra biner yang diperoleh dapat dijadikan sebagai masking untuk melakukan proses cropping sehingga diperoleh tampilan citra asli tanpa background atau dengan background yang dapat diubah-ubah.

2.8 Feature Extraction

Feature Extraction atau ekstraksi fitur merupakan suatu pengambilan ciri / fitur dari suatu bentuk yang kemudian nilai yang didapatkan akan dianalisis untuk proses selanjutnya. *Feature extraction* dilakukan dengan cara menghitung jumlah titik atau pixels yang ditemui dalam setiap pengecekan, dimana pengecekan dilakukan dalam berbagai arah tracing pengecekan pada koordinat kartesian dari citra digital yang dianalisis, yaitu vertikal, horizontal, diagonal kanan, dan diagonal kiri.

Fitur merupakan karakteristik unik dari suatu objek. Fitur dibedakan menjadi dua yaitu fitur “alami” merupakan bagian dari gambar, misalnya kecerahan dan tepi objek. Sedangkan fitur “buatan” merupakan fitur yang diperoleh dengan operasi tertentu pada gambar, misalnya histogram tingkat keabuan (Gualtieri et al, 1985). Sehingga ekstraksi fitur adalah proses untuk mendapatkan ciri-ciri pembeda yang membedakan suatu objek dari objek yang lain (Putra, 2010).

2.9 Viola-Jones

Metode *Viola-Jones* merupakan salah satu metode pendeteksian objek yang cukup populer, yang dapat memberikan hasil dengan tingkat keakuratan yang cukup tinggi dan dengan kecepatan yang sangat tinggi. Metode *Viola-Jones* juga merupakan metode pendeteksian objek yang memiliki tingkat keakuratan yang cukup tinggi yaitu sekitar 93,7 % dengan kecepatan 15 kali lebih cepat daripada detektor Rowley Baluja-Kanade dan kurang lebih 600 kali lebih cepat daripada detektor Schneiderman-Kanade. Metode ini, diusulkan oleh Paul Viola dan Michael Jones pada tahun 2001 (Viola & Jones, 2001). Metode *Viola-Jones* menggabungkan empat kunci utama yaitu *Haar Like Feature*, *Integral Image*, *Adaboost learning* dan *Cascade classifier*. *Haar Like Feature* yaitu selisih dari jumlah piksel dari daerah di dalam persegi panjang.

Contoh *Haar Like Feature* disajikan dalam Gambar 2.1



Gambar 2.1 Contoh *Haar Like Feature*

Nilai *Haar Like Feature* diperoleh dari selisih jumlah nilai piksel daerah gelap dengan jumlah nilai piksel daerah terang:

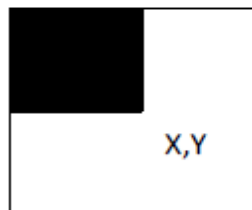
$$F_{Harr} = \sum F_{white} - \sum F_{Black} \dots \dots \dots (1)$$

F_{Harr} = Nilai fitur total

$\sum F_{white}$ = Nilai fitur pada daerah terang

$\sum F_{Black}$ = Nilai fitur pada daerah gelap

Integral Image yaitu suatu teknik untuk menghitung nilai fitur secara cepat dengan mengubah nilai dari setiap piksel menjadi suatu representasi citra baru, sebagaimana disajikan dalam Gambar 2.



Gambar 2.2 *Integral image (x,y)*

Berdasarkan Gambar 2, citra integral pada titik (x,y) ($ii(x,y)$) dapat dicarimenggunakan persamaan (2):

$$ii(x,y) = \sum_{x' \leq x, y' \leq y} i(x',y') \dots \dots \dots (2)$$

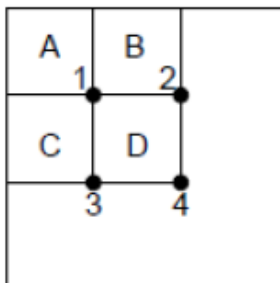
Keterangan:

$ii(x,y)$ = Citra integral pada lokasi x,y

$i(x',y')$ = nilai piksel pada citra asli

X,Y

Perhitungan nilai dari suatu fitur dapat dilakukan secara cepat denganmenghitung nilai citra integral pada empat buah titik sebagaimana disajikan dalamGambar 3.



Gambar 2.3 Perhitungan Nilai Fitur

Jika nilai *integral image* titik 1 adalah A, titik 2 adalah A+B, titik 3 adalah A+C, dandi titiki 4 adalah A+B+C+D, maka jumlah piksel di daerah D dapat diketahui dengancara $4+1 - (2+3)$. Algoritma *Adaboost learning*, digunakan untuk meningkatkankinerja klasifikasi dengan pembelajaran sederhana untuk menggabungkan banyak *classifier* lemah menjadi satu *classifier* kuat. *Classifier* lemah adalah suatu jawaban benar dengan tingkat kebenaran yang kurang akurat (Viola & Jones, 2001). Sebuah *classifier* lemah dinyatakan:

$$h_j(x) = \{1, 0, \text{jika } p_j f_j(x) < p_j f_j(x) \text{ lainnya} \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan :

$H_j(x)$ = adalah klasifikasi lemah

p_j = adalah *parity* ke j

q_j = adalah *threshold* ke j

x = adalah dimensi *sub image* misalnya 24x24

Langkah-langkah untuk mendapatkan sebuah *classifier* kuat dinyatakan dalam suatu algoritma sebagai berikut:

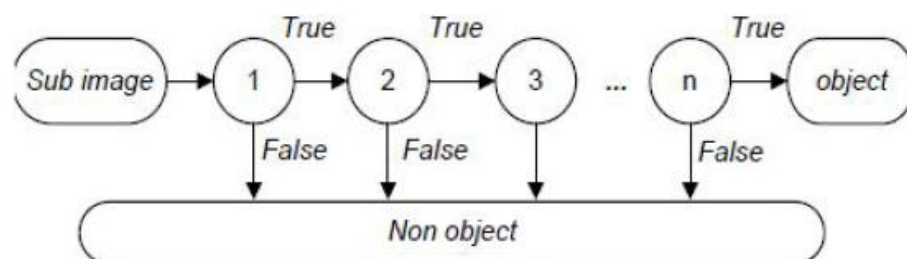
1. Diberikan contoh gambar $(x_1, y_1), \dots (x_n, y_n)$ dimana $y_i = 0$ untuk contoh positif dan $y_i = 1$ untuk contoh negatif

2. Inisialisasi bobot $y_i, 1 = 1/m' \cdot 1/2l \dots \dots \dots (4)$

Dimana m dan l adalah jumlah negatif dan positif

Pilih *classifier* h_t dengan error terkecil dimana $e_i = 0$ untuk x_i adalah klasifikasi benar, dan $e_i = 1$ untuk yang lain.

Cascade classifier adalah sebuah metode untuk mengkombinasikan *classifier* yang kompleks dalam sebuah struktur bertingkat yang dapat meningkatkan kecepatan pendeteksian obyek dengan memfokuskan pada daerah citra yang berpeluang saja. Struktur *cascade classifier* disajikan Gambar 4.



Gambar 2.4 Cascade Clasifier

Gambar 4 menjelaskan proses penyeleksian keberadaan obyek. Di asumsikan suatu *sub image* di evaluasi oleh *classifier* pertama dan berhasil melewati *classifier* tersebut, hal ini mengindikasikan *sub image* berpotensi terkandung obyek dan dilanjutkan

pada *classifier* ke dua sampai dengan ke-n, jika berhasil melewati keseluruhan *classifier*, maka disimpulkan terdapat obyek yang dideteksi. Jika tidak, proses evaluasi tidak dilanjutkan ke *classifier* berikutnya dan disimpulkan tidak terdapat obyek.

2.10 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian yang mengenai sistem pendeteksian parkir tersebut semakin berkembang seiring berjalannya waktu. Telah berbagai metode atau algoritma yang digunakan pada penelitian sebelumnya, dimulai dari penggunaan perangkat sensorik, pengolahan citra, jaringan saraf, dan sebagainya. Hal ini membuat kemajuan teknologi sistem pendeteksian yang semakin berkembang sehingga menjadi peranan yang begitu penting khususnya sistem parkir yang ada sampai sekarang ini.

Seperti yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti yang sebelumnya pada penelitian yang pertama berjudul *Real Time Car Parking System Using Image Processing* yang dilakukan oleh Sayanti, dkk. (2011), pada penelitian ini menggunakan *edge detection* dan *image matching*. Dimulai dari konversi citra menjadi *grayscale* yang kemudian memberikan kontras dan koreksi *gamma* yang sebagai proses awal yang disebut dengan *image enhancements*. Lalu pada proses *edge detection* dan *image matching*, membantu untuk menentukan piksel pada citra untuk mendeteksi obyek yang terlihat pada citra. Hasilnya muncullah citra dengan piksel yang mewakili tepi obyek.

Selanjutnya pada penelitian yang berjudul *A Multi-Classifer Image Based Vacant Parking Detection System* (Junzhao, et al., 2013) dilakukan pendeteksian parkir dengan proses deteksi tepi yang berdasarkan penghitungan piksel tepi dan obyek. Dimulai penggunaan deteksi tepi dengan operator *Prewitt*. Setelah menerapkan operator tersebut, lalu menggunakan *filter* parkir kosong yang berguna mengumpulkan informasi untuk tiap parkir kosong dan menghitung jumlah tepi. Lalu pada proses penghitungan objek, peneliti menghitung total jumlah obyek pada setiap slot parkir.

Kemudian pada penelitian yang berjudul *Available Car Parking Space Detection From Webcam By Using Adaptive Mixing Features* (Choeychuen, 2012), pada

penelitian ini membahas tentang ketersediaan atau tidaknya lahan parkir kosong dengan menggunakan perangkat *webcam*, adapun proses yang dipakai penelitian ini terdiri dari *object detection*, *background subtraction*, yang bertujuan untuk membedakan antara obyek kendaraan dengan *background*.

Kemudian pada penelitian yang dilakukan oleh Paulo Almeida, dkk. pada tahun 2013, yang berjudul *Parking Space Detection using Textural Descriptors*, penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi ketersediaan parkir tersedia dengan metode *Local Binary Patterns* dan *Local Phase Quantization*, yang berfungsi sebagai deteksi obyek serta penentuan jumlah obyek dengan pola biner.

Yang terakhir, pada penelitian yang berikutnya yang dilakukan oleh Aalsalem & Khan (2016) yang berjudul *A Smart Vehicle Parking Monitoring and Management System using ANPR Cameras and Android Phones*, dalam penelitian ini menggunakan alat bantu kamera *ANPR (Automatic Number Plate Recognition)* yang bertujuan untuk pendataan nomor plat setiap kendaraan yang ada pada lokasi parkir dengan cara mengikuti *vector* yang dominan pada plat tersebut sebagai pengenalan nomor plat yang kemudian dibaca oleh kamera yang dilengkapi fitur *ANPR*, lalu data nomor plat yang sudah dibaca oleh kamera tersebut akan dikirim dan disimpan secara otomatis ke perangkat *smartphone* sebagai perangkat pengelola sistem parkir yang berbasis *Android*.

Maka dari itu, penulis akan mengajukan penelitian dengan metode *Viola-Jones*, yang merupakan metode yang mampu mendeteksi obyek berdasarkan bentuk sebuah obyek. Yang menjadi perbedaan antara penelitian ini dengan penelitian yang terdahulu yaitu cara penginputan data citra dan proses pengolahan citra yang dilakukan secara manual, jadi gambar yang diperoleh dari kamera *smartphone* sebagai data citra input, serta proses pengolahan citra juga dilakukan oleh peneliti, sebagai pengujian sistem untuk mengenali dan menandai suatu obyek kendaraan yang diperoleh sebagai hasil pendeteksian obyek kendaraan dalam bentuk data citra. Berbeda dengan penelitian yang sebelumnya yang menggunakan perangkat *CCTV* dan *webcam* untuk merekam citra dan mengolah citra secara otomatis.

Berikut adalah beberapa penelitian terdahulu yang dapat dilihat Tabel 2.1:

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Judul	Peneliti	Tahun	Metode
1	<i>Real Time Car Parking System Using Image Processing</i>	SayantiBanerjee, et al	2011	Image Enhancement, Edge Detection and Image Matching
2	<i>A Multi-Classfier Image Based Vacant Parking Detection System</i>	Junzhao Liu, et al.	2013	Detection by Edge Pixel and Object Counting
3	<i>Available car parking space detection from webcam by using adaptive mixing features</i>	KairoekChoechuen	2012	Object Detection, Adaptive Mixing Features
4	<i>Parking Space Detection using Textural Descriptors</i>	Paulo Almeida, et al.	2013	Local Binary Patterns, Local Phase Quantization
5	<i>A Smart Vehicle Parking Monitoring and Management System using ANPR Cameras and Android Phones</i>	Mohammed Y Aalsalem, et al.	2016	CampusSense

BAB 3

ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

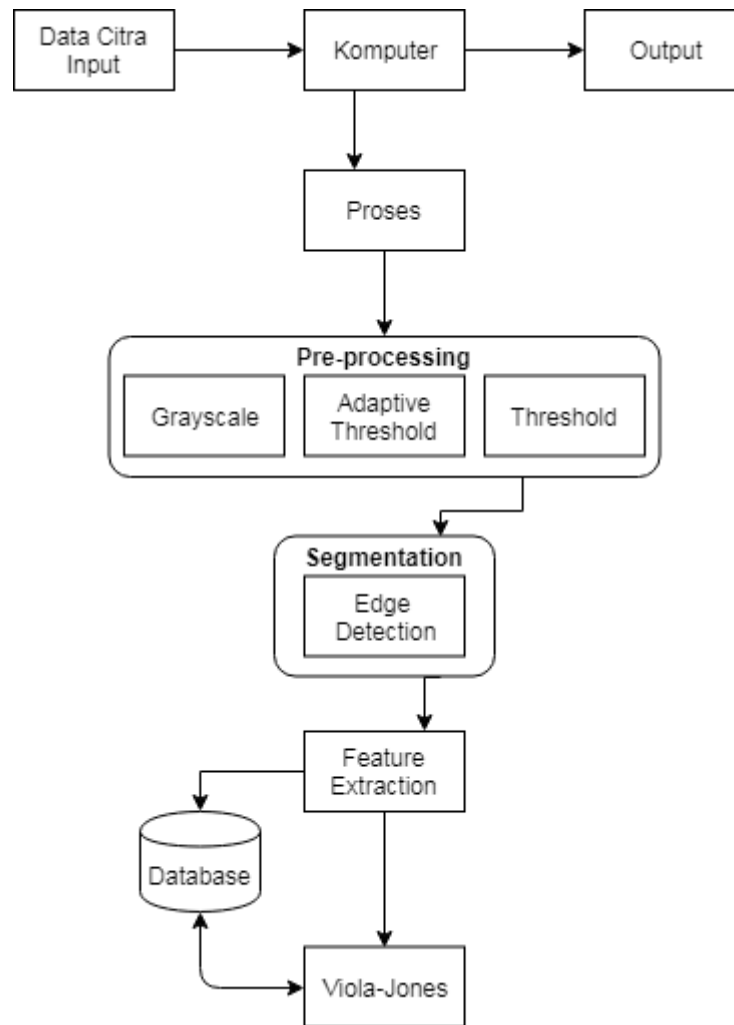
Pada bab ini akan membahas mengenai alur-alur proses dalam sistem pendeteksian parkir kendaraan. Terdapat dua hal yang akan dibahas yaitu analisis dan perancangan sistem.

3.1 Data yang Digunakan

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah berupa data citra area parkir kendaraan roda empat. Tempat yang diambil merupakan area yang diapit antara bagian depan area parkir yang tersedia dengan gedung Teknologi Informasi USU. Tempat ini menampung beberapa kendaraan yang parkir dengan posisi parkir sejajar. Data tersebut diambil dari kamera *smartphone* dengan berbentuk *portrait* (360 x 640), berformat citra .bmp, .jpg, atau .png, sudut pengambilan gambar diambil dari teras lantai 2 gedung Teknologi Informasi, serta diambil pada saat kondisi pencahayaan yang cukup.

3.2 Arsitektur Umum

Pada bagian ini, peneliti membahas metode yang dipakai dan alur-alur kerja sistem untuk mendeteksi kendaraan. Berikut metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *Viola Jones* dan tahap-tahap yang akan dilakukan sistem pada penelitian ini meliputi *pre-processing*, *segmentation*, serta *feature extraction*. Adapun arsitektur umum penelitian ini dapat dijabarkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Gambaran arsitektur umum untuk sistem pendeteksian kendaraan

Pada gambar 3.1 menunjukkan proses untuk pendeteksian parkir yang dimulai dari tahap pengambilan input data citra, proses pengolahan citra, sampai output/data hasil pendeteksian. Beberapa tahap tersebut yang akan dijelaskan secara lanjut.

3.2.1 *Input Citra*

Pada tahap ini merupakan langkah awal untuk proses pendeteksian dengan memasukkan citra input yang akan diuji. Sebagai contoh, citra asli dapat dilihat pada Gambar 3.2:



Gambar 3.2 Citra *input*

3.2.2 Pre-processing

Pre-processing adalah sebuah tahap awal dalam proses penelitian ini yang digunakan untuk menerapkan beberapa efek yang akan diolah agar dapat melanjutkan tahap selanjutnya. Adapun proses yang dipakai pada tahap ini yaitu *grayscale*, *adaptive threshold*, dan *threshold*.

3.2.3 Grayscale

Grayscale adalah proses yang menerapkan citra input dari citra warna (RGB) menjadi citra abu-abu. Melalui proses ini akan dilanjutkan tahap berikutnya yaitu *Adaptive Threshold*. Berikut contoh citra *grayscale* dapat dilihat pada gambar 3.3:



Gambar 3.3 Citra *Grayscale*

3.2.4 Adaptive Threshold

Adaptive Threshold adalah sebuah proses untuk mentransformasi citra *grayscale* menjadi citra deteksi tepi (*edge detection*). Berikut adalah contoh hasil citra *adaptive threshold* dapat dilihat pada Gambar 3.4:



Gambar 3.4 Citra *Adaptive Threshold*

3.2.5 Thresholding

Thresholding adalah sebuah proses untuk menerapkan citra *grayscale* menjadi citra ambang/biner. Pada citra ini, bagian warna abu-abu yang mendekati hitam (0-127) akan berubah menjadi hitam, sedangkan warna abu-abu yang mendekati putih (128-255) akan berubah menjadi putih. Citra *threshold* dapat dilihat pada gambar 3.5:



Gambar 3.5 Citra *Threshold*

3.2.6 Segmentation

Segmentasi citra merupakan bagian dari proses pengolahan citra. Proses segmentasi citra ini dapat membuat suatu citra menjadi terpisah berdasarkan kriteria keserupaan tertentu, misalnya memisahkan objek citra antara tingkat keabu-abuan suatu piksel dengan tingkat keabu-abuan piksel tetangganya, lalu hasil dari proses segmentasi citra akan dilakukan melalui tingkat tinggi secara lanjut pada citra yang sudah diolah, misalnya proses klasifikasi citra dan proses identifikasi objek.

3.2.7 Edge Detection

Pendeteksian tepi suatu objek merupakan salah satu wilayah pengolahan citra digital yang paling banyak digunakan terutama untuk penelitian. Proses ini lebih sering digunakan sebagai langkah awal untuk proses segmentasi citra dalam suatu sistem. Proses ini bertujuan untuk mengenali suatu objek tertentu yang terdapat dalam citra dengan cara memisahkan objek dengan latar dalam sebuah citra.

3.2.8 *Feature Extraction*

Feature Extraction merupakan bagian dari tahap pengolahan citra yang bertujuan untuk mengambil ciri atau informasi yang diperoleh dalam sebuah citra yang ingin dibedakan dengan objek yang lainnya.

3.2.9 *Viola-Jones*

Metode Viola-Jones merupakan salah satu metode yang sering digunakan dalam pendeteksian objek dalam suatu citra, karena metode ini dapat memberikan hasil dengan tingkat keakuratan serta kecepatan yang cukup tinggi. Metode ini diusulkan oleh Paul Viola dan Michael Jones pada tahun 2001, dengan memberikan empat kunci utama untuk mendeteksi suatu objek, yaitu:

1. Fitur persegi sederhana, yang disebut fitur Haar.
2. Integral image untuk pendeteksian fitur dengan cepat.
3. Metode AdaBoost machine-learning.
4. Cascade classifier untuk mengkombinasikan banyak fitur.

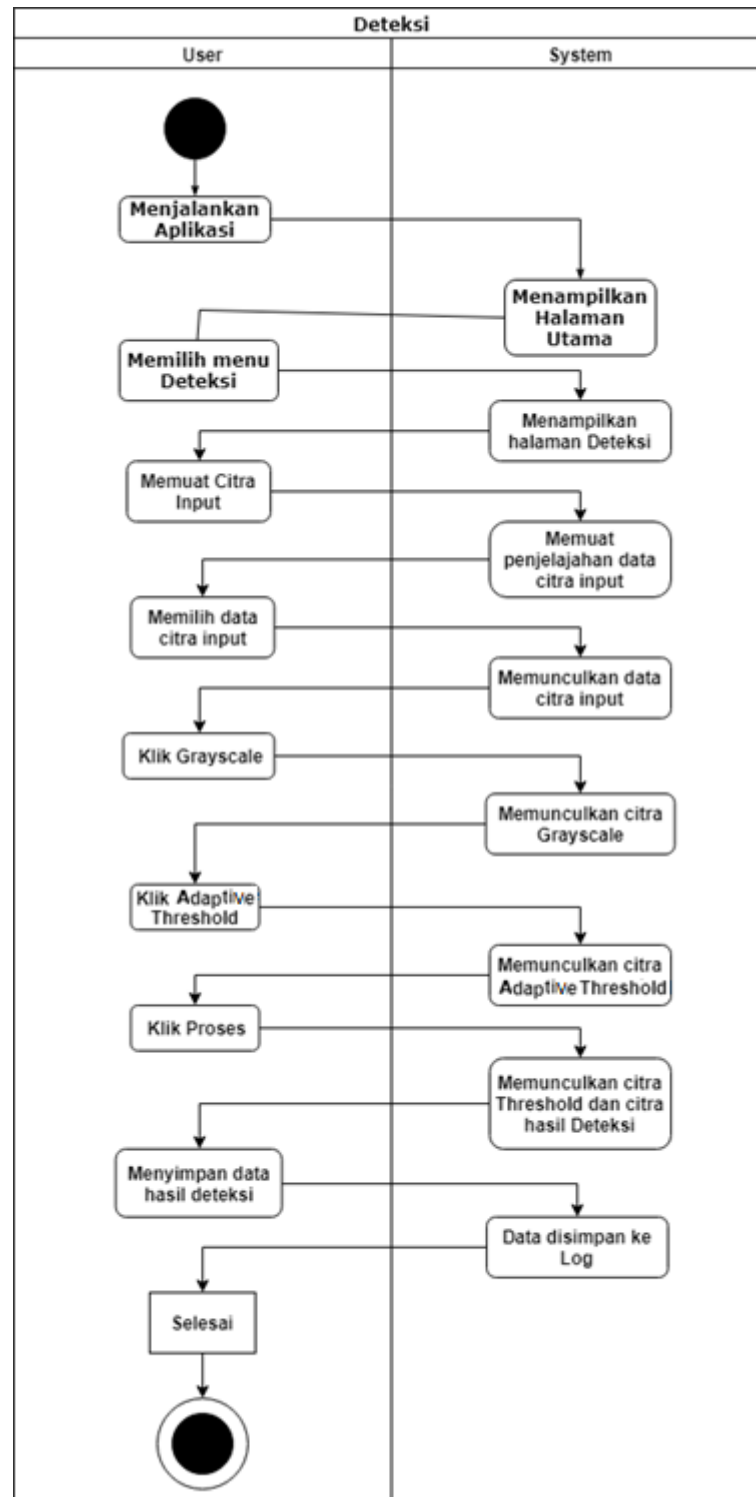
Fitur yang digunakan dalam metode Viola-Jones adalah fitur Haar yang didasari oleh Haar Wavelets. Haar Wavelets adalah satu gelombang panjang yang berupa gelombang persegi (satu interval rendah dan satu interval tinggi). Dalam dua dimensi, gelombang persegi ini digambarkan dengan sepasang persegi yang berdekatan antara satu terang dan satu gelap.

3.3 **Diagram Aktivitas**

Diagram aktivitas merupakan diagram yang menjabarkan beberapa aktivitas saat menggunakan aplikasi tersebut. Diagram aktivitas ini menunjukkan bagaimana alur proses dari sejumlah aktivitas mulai dari tahap awal sampai akhir dari sebuah aplikasi yang dioperasikan oleh user dan sistem.

3.3.1 *Diagram Aktivitas Deteksi*

Bagian ini menunjukkan sebuah diagram aktivitas untuk proses mendeteksi objek citra. Berikut adalah diagram aktivitas yang dapat dilihat pada Gambar 3.6:



Gambar 3.6 Diagram aktivitas yang menunjukkan proses deteksi objek citra

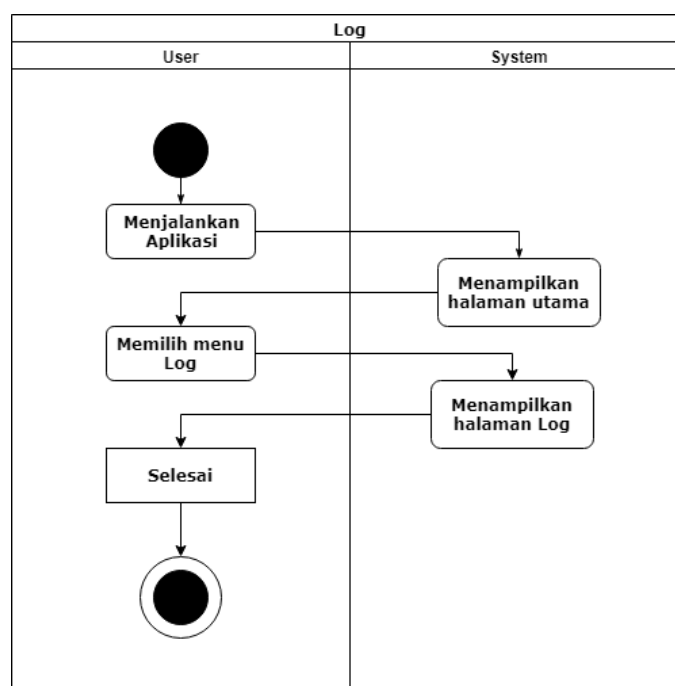
Berdasarkan pada gambar 3.6, untuk melakukan proses pendeteksian citra dimulai dengan menjalankan aplikasinya, lalu pilih menu Deteksi. Ketika halaman deteksi sudah muncul, pengguna dipersilahkan untuk memuat citra input dengan klik tombol

Telusuri. Halaman penjelajahanya muncul, pilihlah data citra input yang ingin diuji, lalu klik Open. Lalu tunggu hingga citra muncul.

Setelah citra input muncul, klik tombol *Grayscale* untuk mengubah citra input dan menjadi citra *Grayscale*, hingga muncul citra *grayscale* lalu klik tombol *Adaptive Threshold* untuk mengubah citra *grayscale* menjadi citra *adaptive threshold*. Begitu citra *adaptive threshold* muncul, lalu klik tombol Proses untuk menampilkan citra *Threshold* dan muncul halaman baru yang menampilkan citra hasil deteksinya. Lalu tutup halaman tersebut, lalu klik tombol Simpan untuk menyimpan data hasil deteksi. Data disimpan ke dalam Log.

3.3.2 Diagram Aktivitas Log

Bagian ini menunjukkan sebuah diagram aktivitas untuk mengakses halaman Log. Berikut adalah diagram aktivitas yang dapat dilihat pada Gambar 3.7:



Gambar 3.7 Diagram aktivitas untuk mengakses halaman Log

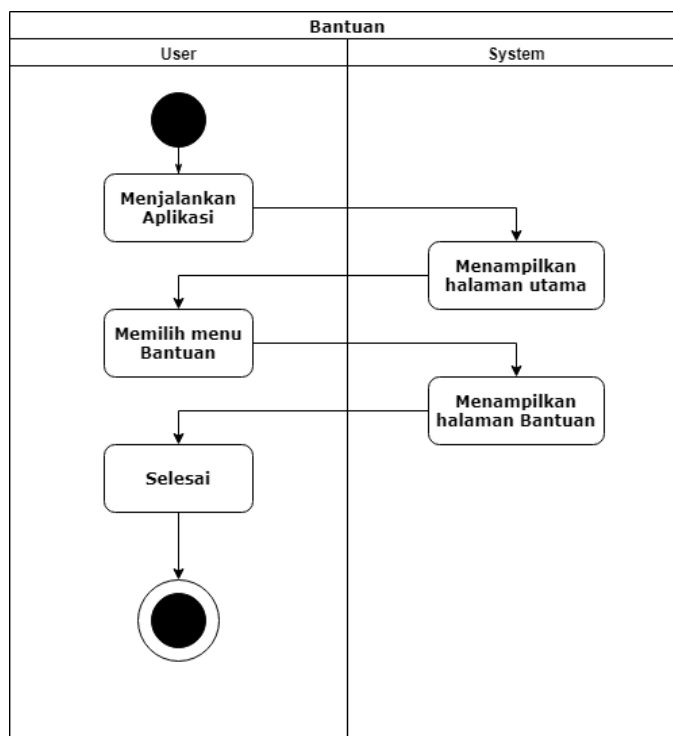
Berdasarkan pada Gambar 3.7, menunjukkan proses untuk mengakses halaman Log, terlebih dulu pengguna menjalankan aplikasi. Jika muncul halaman utama, pilih menu

Log. Pada halaman Log, pengguna dapat melihat beberapa data hasil deteksi yang tersimpan setelah melakukan pendeteksian.

3.3.3 Diagram Aktivitas Bantuan

Bagian ini menunjukkan sebuah diagram aktivitas untuk membuka halaman Bantuan.

Berikut adalah diagram aktivitas yang dapat dilihat pada Gambar 3.8:



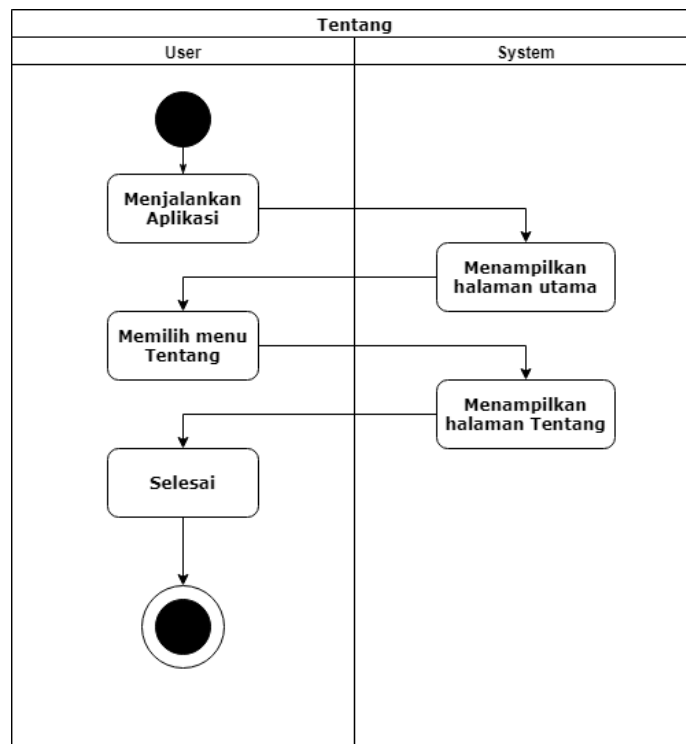
Gambar 3.8 Diagram aktivitas untuk membuka halaman Bantuan

Berdasarkan pada Gambar 3.8, menunjukkan proses untuk mengakses halaman Bantuan, pengguna menjalankan aplikasi tersebut. Setelah halaman utama muncul, lalu pilih menu Bantuan.

3.3.4 Diagram Aktivitas Tentang

Bagian ini menunjukkan sebuah diagram aktivitas untuk membuka halaman Bantuan.

Berikut adalah diagram aktivitas yang dapat dilihat pada Gambar 3.9:



Gambar 3.9 Diagram aktivitas untuk mengakses halaman Tentang

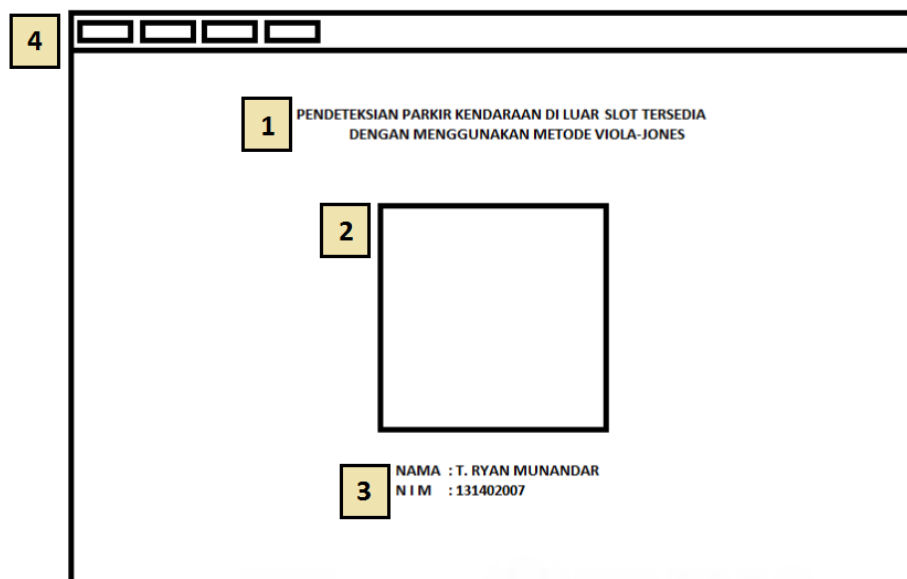
Berdasarkan pada Gambar 3.9, menunjukkan proses untuk mengakses halaman Tentang, pengguna menjalankan aplikasi. Hingga muncul halaman utama, lalu pilih menu Tentang. Pada halaman Tentang menampilkan teks judul aplikasi, nama dan NIM perancang aplikasi, beserta nama dosen pembimbing.

3.4 Perancangan Antarmuka

Bagian ini membahas beberapa perancangan antarmuka dalam aplikasi pendeteksian parkir kendaraan. Antarmuka aplikasi ini dirancang secara sederhana supaya pengguna mudah dan nyaman dalam berinteraksi dengan aplikasi ini. Adapun beberapa rancangan aplikasi ini adalah sebagai berikut:

3.4.1 Antarmuka Halaman Utama

Rancangan pada halaman utama aplikasi ini terdapat sejumlah komponen berupa teks judul aplikasi, sebuah logo fakultas, nama dan NIM perancang aplikasi serta terdapat menu yang dapat dipilih sesuai kebutuhan pengguna pada bagian sudut kiri atas. Berikut adalah rancangan halaman utama yang dapat dilihat pada Gambar 3.10:



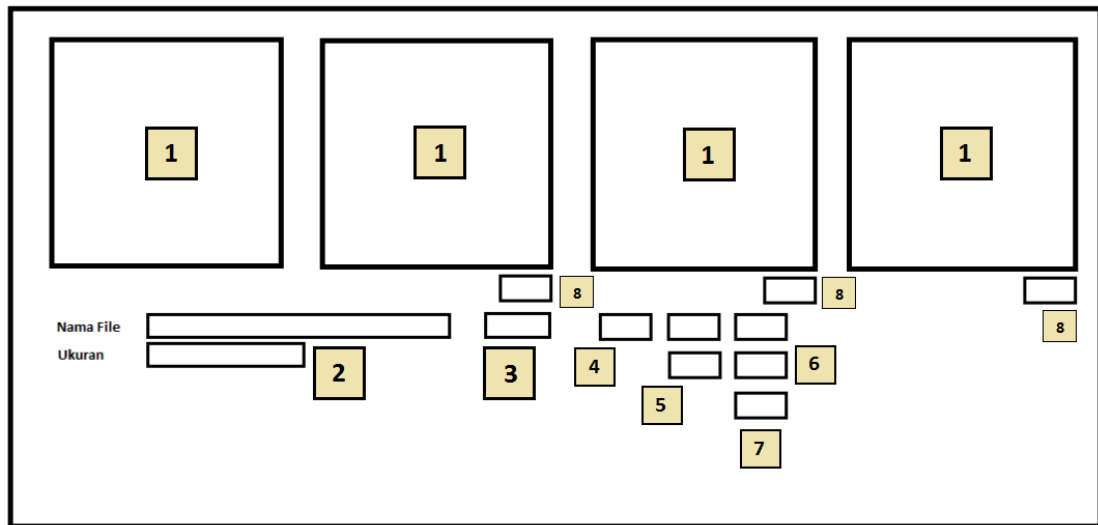
Gambar 3.10 Rancangan bagian Halaman Utama

Keterangan :

1. Judul Aplikasi
2. Logo fakultas
3. Nama dan NIM
4. Menu, yang terdiri dari:
 - Deteksi
 - Log
 - Bantuan
 - Tentang
 - Keluar

3.4.2 Antarmuka Halaman Deteksi

Pada bagian ini menampilkan halaman menu deteksi yang terdapat 4 kolom gambar kosong untuk memuat beberapa citra, form nama file dan ukuran yang akan muncul secara otomatis pada saat citra asli telah ditambahkan, tombol Telusuri untuk menjelajahi dan memuat citra asli, tombol deteksi seperti *Grayscale*, *Adaptive Threshold*, dan Proses, tombol Simpan untuk menyimpan data citra ke dalam Log, tombol Bersihkan untuk membersihkan seluruh citra yang muncul pada kolom-kolom gambar, serta tombol Tutup untuk mengakhiri halaman deteksi. Berikut adalah rancangan menu Deteksi yang dapat dilihat pada Gambar 3.11:



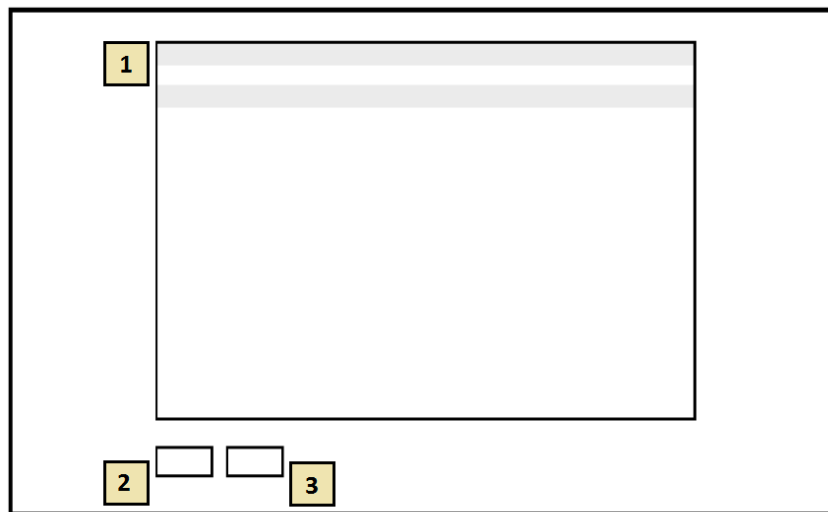
Gambar 3.11 Rancangan pada halaman Deteksi

Keterangan :

1. Kolom gambar
2. Form, yang terdiri atas Nama File dan Ukuran
3. Tombol Telusuri
4. Tombol *Grayscale*, *Adaptive Threshold*, dan Proses
5. Tombol Simpan
6. Tombol Bersihkan
7. Tombol Tutup
8. Tombol Save Image

3.4.3 Antarmuka Halaman Log

Bagian ini menampilkan sebuah rancangan halaman Log yang menampilkan sebuah tabel yang memuat seluruh data citra yang disimpan setelah dilakukan pendeteksian. Data dalam tabel tersebut memiliki beberapa atribut, yaitu: Tanggal, Nama File, Ukuran, dan Status. Kemudian terdapat tombol Refresh untuk menyegarkan tabel dan tombol Tutup untuk menutup halaman Log. Berikut adalah rancangan halaman Log yang dapat dilihat pada Gambar 3.12:



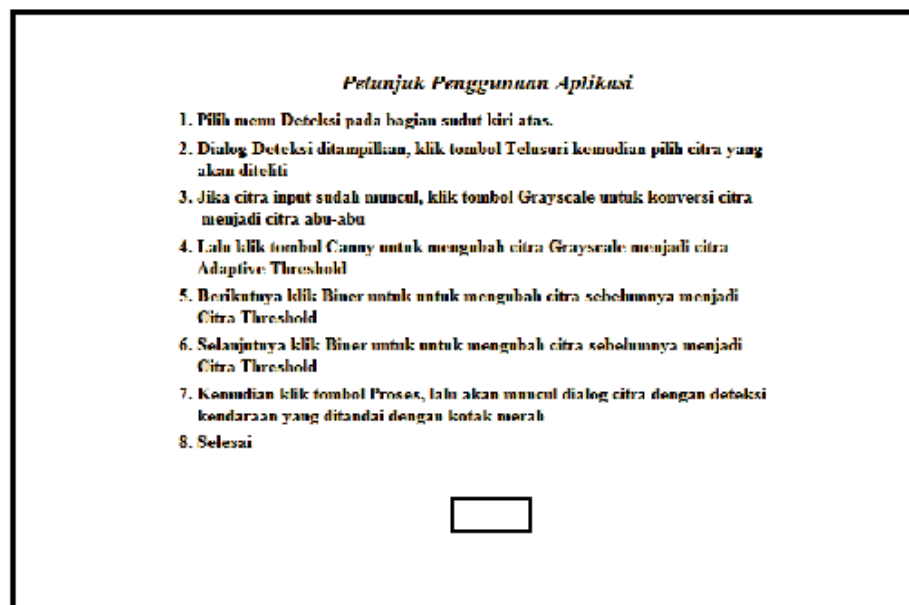
Gambar 3.12 Rancangan pada halaman Log

Keterangan :

1. Tabel Log
2. Tombol Refresh
3. Tombol Tutup

3.4.4 Antarmuka Halaman Bantuan

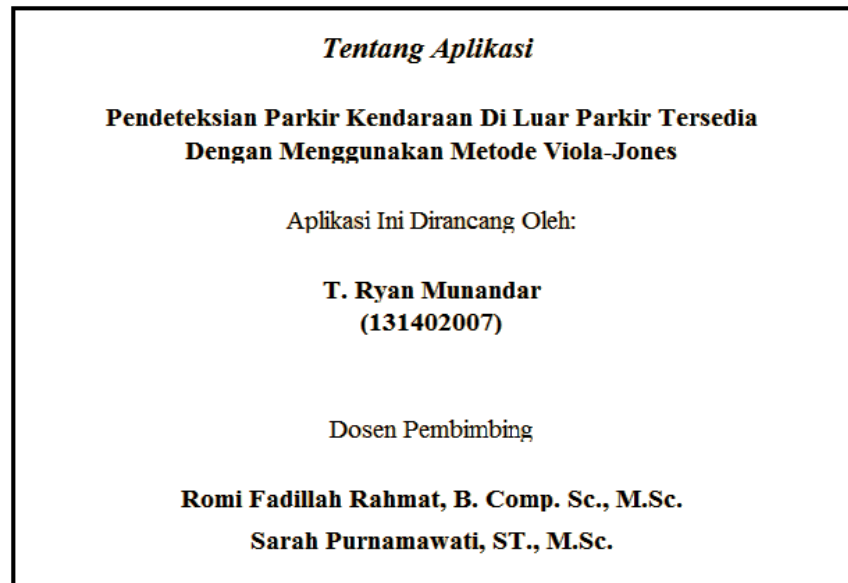
Bagian ini menampilkan rancangan halaman Bantuan, terdapat sejumlah teks yang berisi beberapa petunjuk penggunaan aplikasi ini. Berikut adalah rancangan halaman Bantuan dapat dilihat pada Gambar 3.13:



Gambar 3.13 Rancangan pada halaman Bantuan

3.4.5 Antarmuka Halaman Tentang

Bagian ini menampilkan rancangan halaman Tentang, terdapat sejumlah teks yang berisi judul aplikasi, nama dan NIM perancang aplikasi beserta nama dosen pembimbing. Berikut adalah rancangan halaman Tentang yang dapat dilihat pada Gambar 3.14:



Gambar 3.14 Rancangan pada halaman Tentang

BAB 4

IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM

Pada bab ini membahas mengenai implementasi yang digunakan pada sistem, tampilan antarmuka aplikasi dan penggunaannya, serta hasil yang diperoleh dari pengujian sistem pendeteksian parkir kendaraan diluar area parkir yang sesuai dengan analisis dan perancangan yang telah dibahas pada Bab 3.

4.1 Implementasi Sistem

Pada bagian ini membahas beberapa implementasi yang dibutuhkan untuk penelitian sistem aplikasi pendeteksian parkir menggunakan aplikasi MATLAB berbasis *desktop*. Implementasi sistem yang digunakan oleh peneliti harus membutuhkan performa perangkat yang cukup serta aplikasi atau program yang mendukung agar peneliti dapat menjalankan setiap proses yang ada dalam suatu aplikasi serta mendapatkan hasil akhir dengan baik. Berikut adalah beberapa implementasi sistem yang digunakan adalah sebagai berikut:

4.1.1 Perangkat Keras

Komponen perangkat keras yang digunakan pada penelitian ini dijabarkan pada Tabel 4.1.:

Tabel 4.1 Perangkat keras yang digunakan pada *notebook*

No.	Jenis Perangkat	Tipe yang digunakan
1.	<i>Processor</i>	<i>Intel Pentium B960 2.20 GHz</i>
2.	<i>Storage</i>	<i>320 GB</i>
3.	Memori	<i>2,00 GB</i>
4.	Ukuran Layar	<i>14"</i>
5.	Resolusi Layar	<i>1366 x 768</i>

4.1.2 Perangkat Lunak

Beberapa perangkat lunak yang digunakan pada penelitian sistem ini dijabarkan pada Tabel 4.2.:

Tabel 4.2 Perangkat lunak yang digunakan pada sistem

No.	Jenis Software	Software yang digunakan
1.	Sistem Operasi	<i>Windows 7 Ultimate 32-bit</i>
2.	<i>Server</i>	<i>XAMPP v3.2.1</i>
3.	Aplikasi	<i>MATLAB R2015a (8.5.0.197613)</i>
4.	<i>Driver</i>	<u><i>mysql-connector-java-3.1.12-bin.jar</i></u>

Adapun *driver* yang tertera pada Tabel 4.2 dan No. 4 digunakan untuk menghubungkan sistem pada aplikasi MATLAB ke *MySQL*. *Driver* ini dapat diunduh melalui situs <http://mvnrepository.com/artifact/mysql/mysql-connector-java/3.1.12>.

4.2 Antarmuka Aplikasi

Bagian ini menampilkan antarmuka aplikasi yang digunakan sesuai dengan perancangan antarmuka aplikasi yang telah dibahas pada Bab 3. Berikut adalah berikut tampilan antarmuka yang digunakan pada aplikasi ini beserta penggunaannya.

4.2.1 Halaman Utama

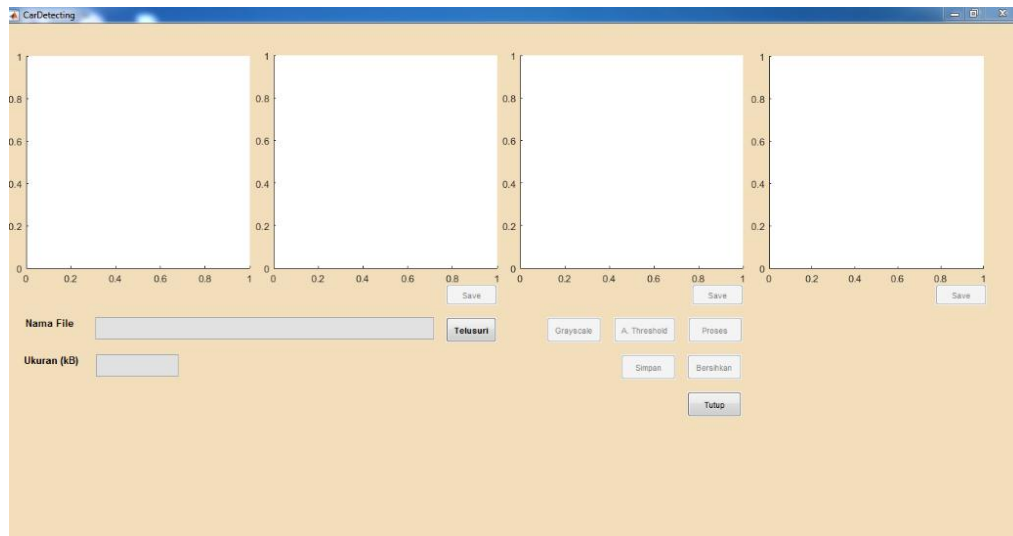
Pada halaman utama menampilkan judul penelitian aplikasi beserta logo fakultas USU dan nama dan NIM peneliti. Pada halaman ini juga terdapat beberapa pilihan menu yang meliputi menu Deteksi, yang bertujuan untuk mendeteksi objek dalam sebuah citra; lalu menu Log, untuk melihat data-data citra hasil deteksi yang disimpan dalam bentuk tabel; lalu menu Help, yang berisi petunjuk penggunaan aplikasi secara bertahap; lalu menu Tentang, yang berisi profil singkat perancang aplikasi; dan menu Quit, untuk keluar dari aplikasi. Adapun tampilan halaman utama dapat dilihat pada Gambar 4.1:



Gambar 4.1 Tampilan antarmuka pada halaman utama

4.2.2 Deteksi

Pada halaman deteksi ini merupakan bagian inti dari sistem aplikasi ini. Bagian halaman ini dilengkapi 4 kolom gambar kosong yang berfungsi untuk menampilkan keempat citra yang di-input, *grayscale*, *adaptive threshold*, dan *threshold* secara berurut. Di bawah kolom gambar tersebut terdapat form nama file dan form ukuran yang berfungsi menampilkan direktori nama file beserta ukurannya yang muncul otomatis setelah menambahkan citra yang akan dideteksi. Lalu tombol Telusuri yang berfungsi untuk memuat data citra. Tombol *grayscale*, *adaptive threshold*, dan *proses* digunakan sebagai tahap-tahap konversi citra yang bertujuan untuk memudahkan sistem untuk mendeteksi objek, lalu tombol Simpan berfungsi untuk menyimpan data hasil deteksi ke dalam tabel Log, tombol Bersih digunakan untuk membersihkan citra pada setiap kolom gambar, dan tombol Tutup untuk menutup jendela Deteksi. Adapun tampilan halaman deteksi dapat dilihat pada Gambar 4.2:



Gambar 4.2 Tampilan halaman Deteksi

4.2.3 Log

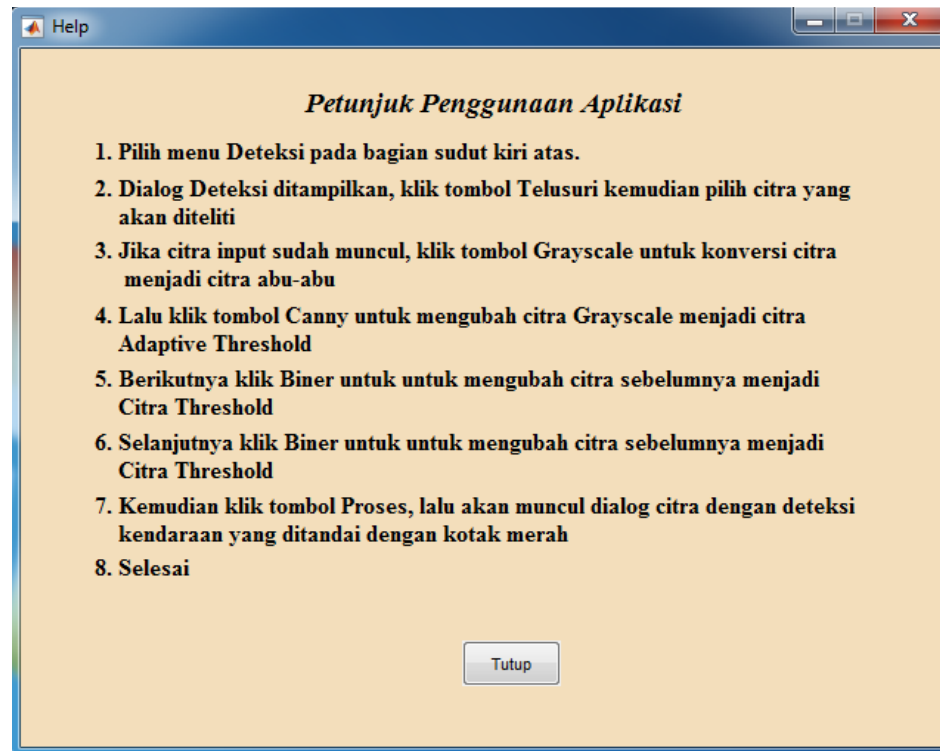
Pada halaman Log ini memuat sejumlah data yang disimpan setelah pendeteksian objek citra. Halaman ini terdapat sebuah tabel yang menampilkan data hasil deteksi terdiri dari 4 atribut data, yaitu tanggal simpan, nama file, ukuran, dan status; disertai tombol Refresh untuk menyegarkan tabel dan tombol Tutup untuk menutup halaman Log. Adapun tampilan halaman Log dapat dilihat pada Gambar 4.3:

No.	Tanggal	Nama File	Ukuran (kB)	Status
1	2017-12-20 12:49:02.0	D:TA-USU-2017FAJARParkir Fajarenar1.jpg	55	Train
2	2017-12-20 12:57:09.0	D:TA-USU-2017RIANParkir RyanPark1.jpg	51	Parkir Salah
3	2017-12-20 14:28:11.0	D:TA-USU-2017RIANParkir RyanPark3.jpg	52	Parkir Benar
4	2017-12-20 14:42:01.0	D:TA-USU-2017RIANParkir RyanPark7.jpg	53	Parkir Benar
5	2017-12-21 14:03:13.0	D:TA-USU-2017RIANParkir RyanPark6.jpg	51	Parkir Benar
6	2017-12-21 14:03:50.0	D:TA-USU-2017RIANParkir RyanPark4.jpg	50	Parkir Salah
7	2017-12-21 14:09:57.0	D:TA-USU-2017RIANParkir RyanPark6.jpg	51	Parkiran Aman
8	2017-12-21 14:12:16.0	D:TA-USU-2017RIANParkir RyanPark2.jpg	52	Terdeteksi Parkir Luar
9	2017-12-21 14:20:38.0	D:TA-USU-2017RIANParkir RyanPark6.jpg	51	Parkiran Aman
10	2017-12-21 14:22:29.0	D:TA-USU-2017RIANParkir RyanPark6.jpg	51	Parkiran Aman
11	2017-12-21 14:24:39.0	D:TA-USU-2017RIANParkir RyanPark3.jpg	52	Parkiran Aman
12	2017-12-21 14:27:40.0	D:TA-USU-2017RIANParkir RyanPark3.jpg	52	Parkiran Aman
13	2017-12-21 14:28:26.0	D:TA-USU-2017RIANParkir RyanPark1.jpg	51	Terdeteksi Parkir Luar
14	2017-12-21 14:29:39.0	D:TA-USU-2017RIANParkir RyanPark1.jpg	51	Terdeteksi Parkir Luar
15	2017-12-21 14:29:55.0	D:TA-USU-2017RIANParkir RyanPark4.jpg	50	Terdeteksi Parkir Luar
16	2017-12-21 14:30:11.0	D:TA-USU-2017RIANParkir RyanPark5.jpg	50	Parkiran Aman
17	2017-12-28 10:26:30.0	D:TA-USU-2017RIANParkir RyanPark6.jpg	51	Parkiran Aman
18	2017-12-28 10:26:48.0	D:TA-USU-2017RIANParkir RyanPark2.jpg	52	Terdeteksi Parkir Luar
19	2017-12-28 10:30:28.0	D:TA-USU-2017RIANParkir RyanPark4.jpg	50	Terdeteksi Parkir Luar
20	2017-12-28 10:31:57.0	D:TA-USU-2017RIANParkir RyanPark4.jpg	50	Terdeteksi Parkir Luar
21	2018-01-05 18:51:25.0	D:TA-USU-2017RIANParkir RyanPark5.jpg	50	Parkiran Aman

Gambar 4.3 Tampilan halaman Log

4.2.4 Bantuan

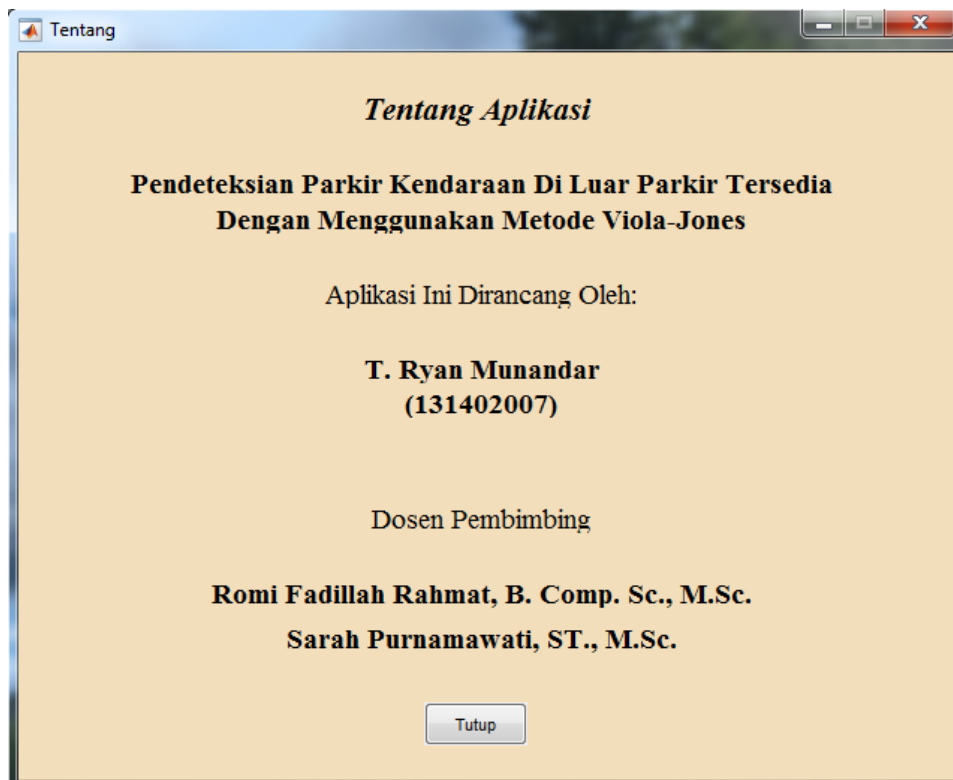
Pada bagian ini menunjukkan halaman Bantuan yang menampilkan beberapa langkah-langkah penggunaan aplikasi pendeteksian objek parkir yang tampil secara berurutan. Adapun tampilan halaman Bantuan dapat dilihat pada Gambar 4.4:



Gambar 4.4 Tampilan halaman Help.

4.2.5 Tentang

Pada bagian ini menunjukkan sebuah halaman Tentang yang menampilkan sejumlah teks yang berupa judul aplikasi, nama dan NIM perancang, disertai dengan nama-nama dosen pembimbing. Berikut contoh tampilan halaman Tentang dapat dilihat pada Gambar 4.5:



Gambar 4.5 Tampilan halaman Tentang

4.3 Pengujian Sistem

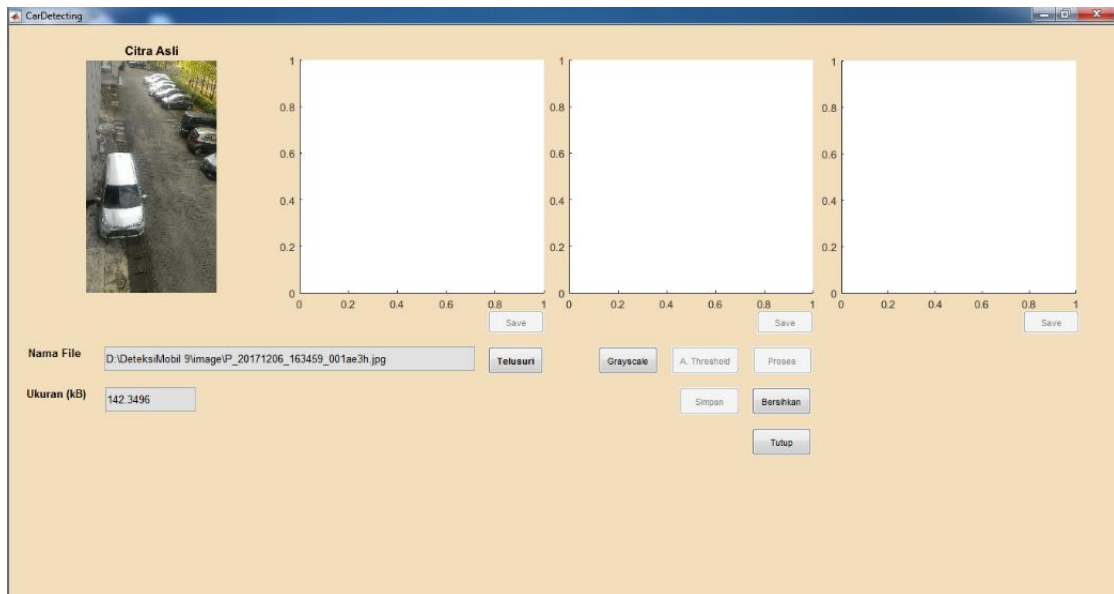
Pada bagian ini membahas beberapa prosedur untuk melakukan pendeteksian objek parkir, dimulai dari *input* citra, tahap *grayscale*, tahap *adaptive threshold*, sampaidengan tahap proses hasil deteksi seperti yang telah dijelaskan sebelumnya pada Gambar 3.1. Tahap-tahapnya adalah sebagai berikut:

4.3.1 Input Citra

Pertama-tama, pengguna menjalankan aplikasi terlebih dulu. Pada halaman utama yang muncul, pilih menu Deteksi. Tunggulah hingga halaman Deteksi muncul.

Pada halaman Deteksi, untuk memuat data citra input silahkan klik tombol Telusuri. Pilihlah salah satu gambar yang ingin diujikan, lalu klik Open. Citra *input* akan muncul di kolom gambar pertama.

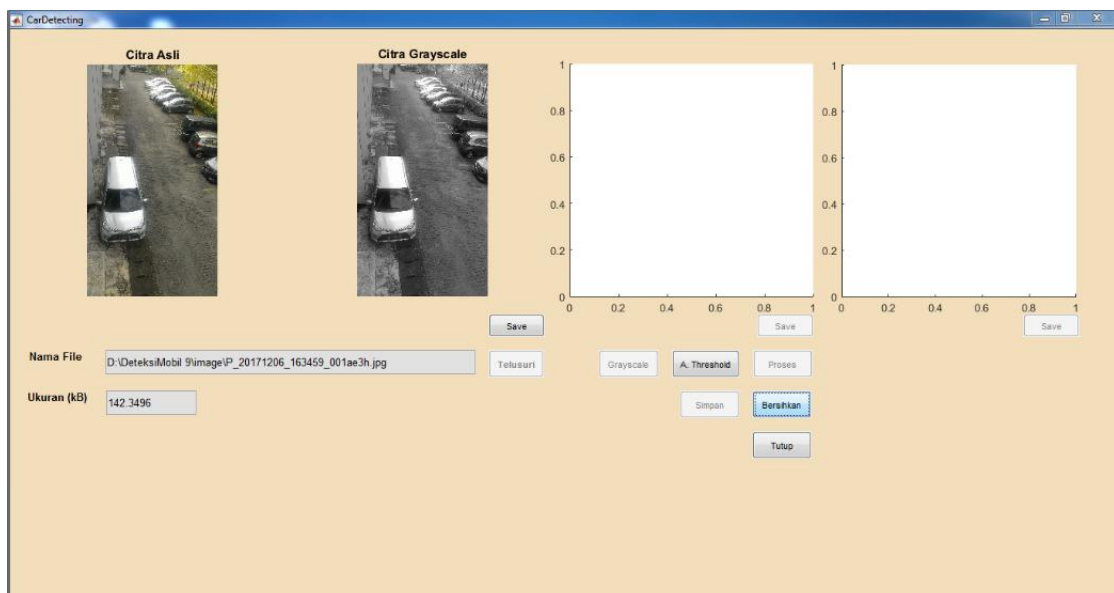
Berikut adalah proses *input* citra dapat dilihat pada Gambar 4.6:



Gambar 4.6 Gambar yang muncul sebagai citra asli

4.3.2 *Grayscale*

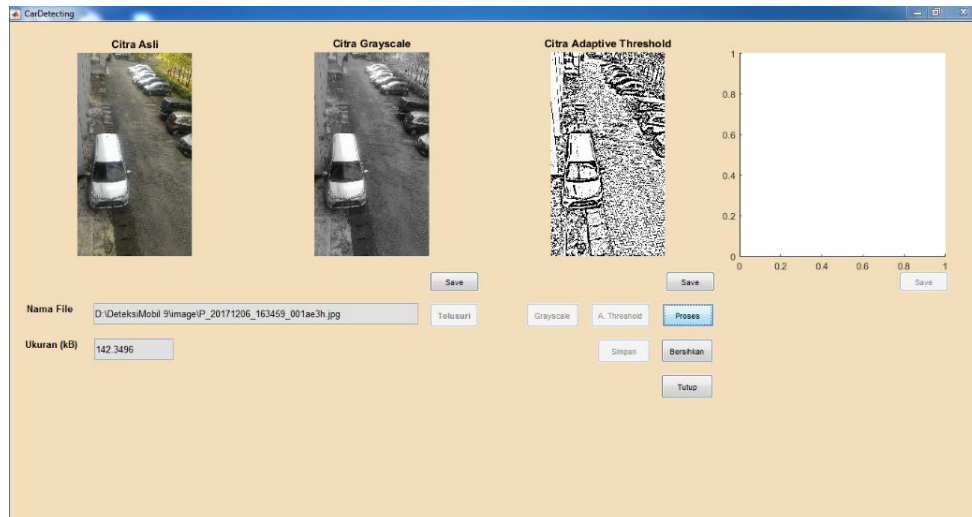
Tahap ini adalah tahap awal dari proses *pre-processing*. Berfungsi untuk mengubah citra berwarna menjadi citra *grayscale* (keabu-abuan). Contohnya dapat dilihat pada Gambar 4.7:



Gambar 4.7 Hasil perubahan citra asli menjadi citra *grayscale*

4.3.3 Adaptive Threshold

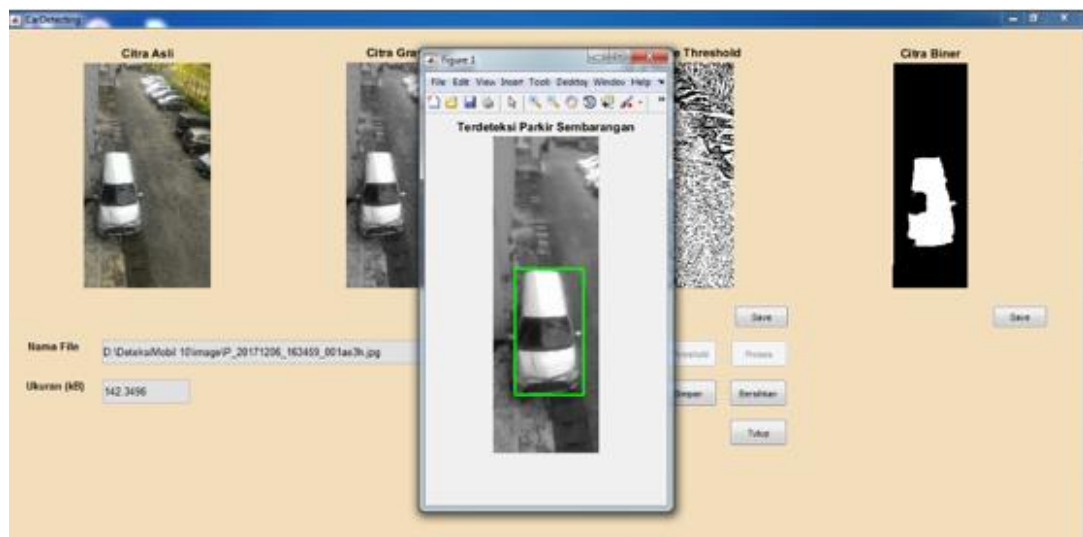
Tahap ini berfungsi untuk mengubah citra *grayscale* menjadi citra *adaptive threshold*. Contohnya dapat dilihat pada gambar 4.8:



Gambar 4.8 Hasil perubahan citra *grayscale* menjadi citra *adaptive threshold*.

4.3.4 Proses

Pada tahap ini berfungsi untuk mengubah citra *adaptive threshold* menjadi citra *threshold* (hitam-putih). Lalu muncul halaman baru untuk menampilkan citra hasil deteksi disertai dengan suatu objek yang ditandai dengan kotak hijau. Berikut hasil proses deteksi citra dapat dilihat pada Gambar 4.9:


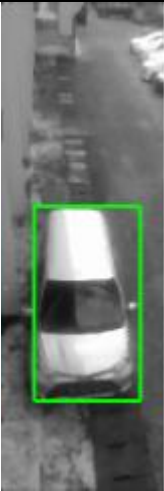

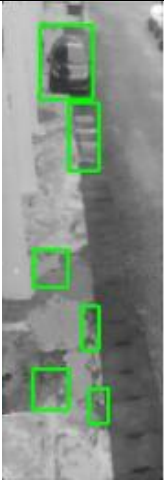








Gambar 4.9 Hasil perubahan citra *adaptive threshold* menjadi citra *threshold* disertai dengan hasil deteksi objek







4.4 Pengujian Hasil Deteksi Citra




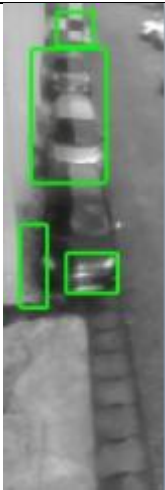


Dalam pengujian ini dilakukan terhadap beberapa data yang telah diuji. Berikut ini menampilkan beberapa data citra hasil pendeteksian objek parkir di luar slot, sebagai berikut:


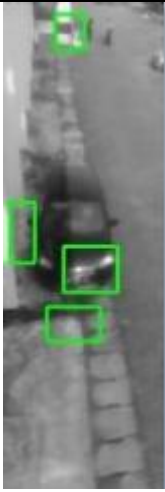




Tabel 4.3 Tampak perbandingan antara hasil deteksi mobil dari citra yang asli


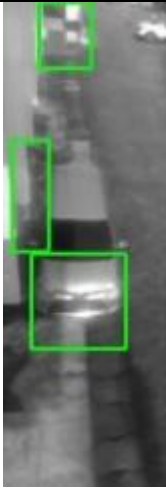




No	Citra Asli	Citra Hasil Deteksi	Keterangan
1			Terdeteksi (True Positive)
2			Terdeteksi (True Positive)




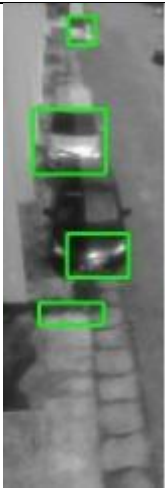


3			Terdeteksi (True Negative)
4			Terdeteksi (True Positive)
5			Terdeteksi (True Positive)




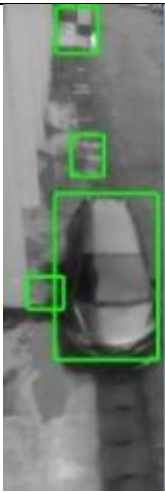


6			Terdeteksi (True Positive)
7			Terdeteksi (True Positive)
8			Terdeteksi (True Positive)


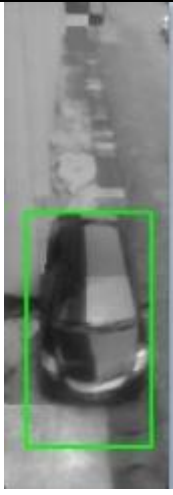

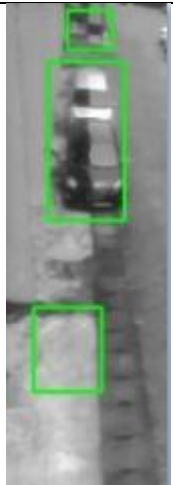

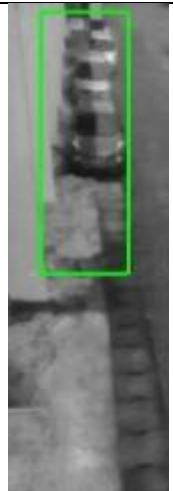
9			Terdeteksi (True Positive)
10			Terdeteksi (True Positive)
11			Terdeteksi (True Positive)


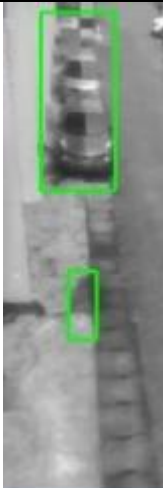
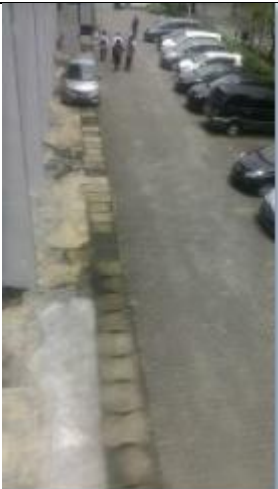

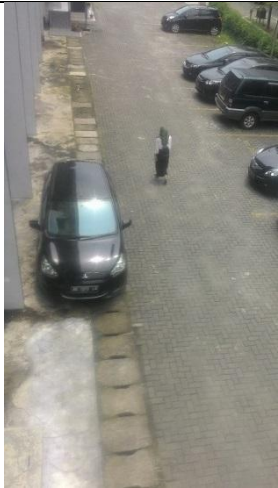

12			Terdeteksi (True Negative)
13			Terdeteksi (True Positive)
14			Terdeteksi (True Positive)

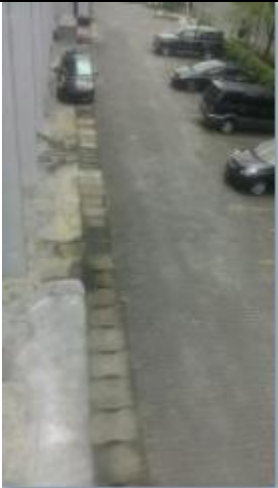
15			Terdeteksi (True Negative)
16			Terdeteksi (True Positive)
17			Terdeteksi (True Positive)

18			Terdeteksi (True Positive)
19			Terdeteksi (True Negative)
20			Terdeteksi (True Positive)

21			Terdeteksi (True Positive)
22			Terdeteksi (True Positive)
23			Terdeteksi (True Positive)

24			Terdeteksi (True Positive)
25			Terdeteksi (True Positive)
26			Terdeteksi (True Positive)

27			Terdeteksi (True Positive)
28			Terdeteksi (True Positive)
29			Terdeteksi (True Positive)

30			Terdeteksi (True Positive)
----	---	---	----------------------------

Berdasarkan pada tabel 4.3, menunjukkan bahwa sistem ini dengan sepenuhnya dapat mendeteksi hampir seluruh obyek kendaraan pada sebagian banyak citra. Namun juga terdapat masalah yang ditimbulkan pada sistem ini, yaitu warna *background* yang tidak rata yang menyebabkan sistem ini mendeteksi warna tepi yang mencolok pada *background* terutama di sekitar obyek kendaraan. Selain itu, terdapat sebagian citra dengan obyek kendaraan yang kurang terdeteksi secara keseluruhan, dikarenakan obyek kendaraan yang terpantul oleh sinar matahari sehingga sistem hanya dapat mendeteksi bagian pantulan sinar matahari.

Berikut adalah hasil keakuratan pendeteksian dari pengujian setiap citra dengan menghitung jumlah obyek yang terdeteksi dibagi dengan jumlah obyek yang ada pada setiap citra dan dikalikan dengan 100% :

$$\frac{\text{Jumlah obyek terdeteksi}}{\text{Jumlah keseluruhan obyek setiap citra}} \times 100\% = \frac{26}{30} \times 100\% = 86\%$$

4.5 Precision dan Recall

Precision adalah tingkat ketepatan antara informasi yang diminta oleh pengguna dengan jawaban yang diberikan oleh sistem. Sedangkan *recall* adalah tingkat keberhasilan sistem dalam menemukan kembali sebuah informasi.

Perhitungan *precision* dan *recall* ini digunakan analisis hasil dari pengujian setiap citra dalam pendeteksian obyek kendaraan. Dalam perhitungan ini, pengujian data citra yang dilakukan sebanyak 22 citra, dimana obyek terdiri atas 19 obyek yang terdeteksi dan 3 obyek yang tak terdeteksi.

Berikut adalah hasil perhitungan *Precision* dan *Recall* ditunjukkan pada tabel 4.4:

Tabel 4.4 Nilai *Precision* dan *Recall*

Relevansi (a)	Tidak relevansi (b)	Total (a+b)	Tidak ditemukan (c)	Total (a+c)	Nilai <i>Precision</i> [$a/(a+b)$]	Nilai <i>Recall</i> [$a/(a+c)$]
26	4	30	0	26	86%	100%

Berdasarkan pada tabel 4.4, nilai *precision* yang diperoleh mencapai 86%, sedangkan nilai *recall* yang diperoleh mencapai 100%. Jadi, tingkat keefektifan pada sistem pendeteksian parkir kendaraan ini dikatakan efektif, dengan nilai *precision* dan *recall* yang diperoleh mencapai lebih dari 80%.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini membahas mengenai beberapa kesimpulan dari penelitian aplikasi pendeteksian parkir kendaraan di luar slot tersedia, beserta dengan saran-saran yang diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

5.1 Kesimpulan

Berikut ini kesimpulan yang didapatkan setelah melakukan penelitian terhadap sistem ini antara lain:

1. Aplikasi ini mampu mendeteksi obyek kendaraan menggunakan metode *Viola-Jones* walaupun hanya sebagian obyek saja. Namun terdapat bagian *background* yang mencolok karena warna *background* yang tidak homogen sehingga bagian tersebut ikut terdeteksi.
2. Saat menjalankan aplikasi ini terjadi sedikit lambat, dikarenakan performa perangkat yang dipakai dengan kondisi minimum.
3. Tingkat akurasi pendeteksian terhadap beberapa data yang diperoleh saat menggunakan sistem ini mencapai 86%.

5.2 Saran

Berikut ini saran yang diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya, antara lain:

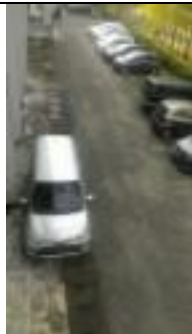
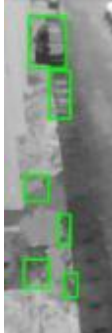
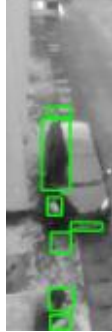
1. Mengambil data citra parkir dengan memanfaatkan gambar rekaman CCTV.
2. Mengembangkan aplikasi pendeteksian yang dapat mengolah data citra secara otomatis.



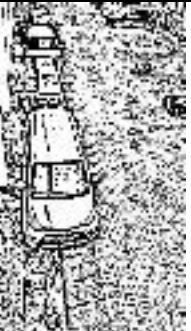
















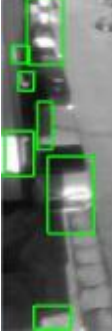




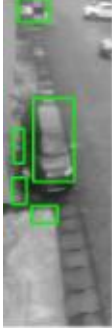
DAFTAR PUSTAKA




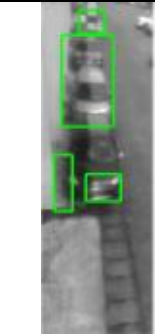




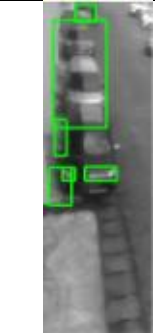




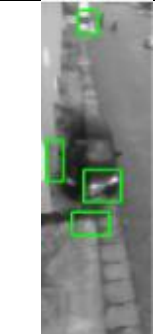




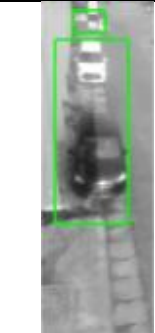





- Aalsalem, M.Y. & Khan, W.Z. 2016. A Smart Vehicle Parking Monitoring and Management System using ANPR Cameras and Android Phones. *Farasan Networking Res. Lab, Faculty of Computer Science & Information System, Jazan University, Kingdom of Saudi Arabia*. 5(2): 809-815.
- Almeida, P., Oliveira, L.S., Silva Jr., E., Britto Jr., A., & Koerich, A. 2013. Parking Space Detection using Textural Descriptors. *IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics*. 3603-3608.
- Banerjee, S., Choudekar, P. & Muju, M.K. 2011. Real Time Car Parking System Using Image Processing. *Garg Engineering College, Department of electrical and electronics engineering Ghaziabad, UP, India*. 99-103
- Basuki, A. 2005. *Metode Numerik dan Algoritma Komputasi*. Andi: Yogyakarta.
- Basuki, A. 2005. *Pengolahan Citra Digital Menggunakan Visual Basic*. Graha Ilmu: Yogyakarta.
- Choeychuen, K. 2012. Available car parking space detection from webcam by using adaptive mixing features. *Ninth International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering (JCSSE)*. 12-16.
- Liu, J., Mohandes, M., & Deriche, M. 2013. A Multi-Classifer Image Based Vacant Parking Detection System. *King Fahd University of Petroleum and Minerals, Saudi Arabia*. 933-936.
- Putra, D. 2010. *Pengolahan Citra Digital*. Andi: Yogyakarta.
- Sonka, M., Hlavac, V. & Boyle, R. 2008. *Image Processing, Analysis, and Machine Vision*. Thomson.
- Sutoyo, T., Mulyanto, E., Suhartono, V., Nurhayati, D. & Wijanarto, O. 2009. *Teori Pengolahan Citra Digital*. Andi: Yogyakarta dan UDINUS: Semarang.


Viola, P & Jones M. 2001. *Robust Real-time Object Detection*. IJCV, Vancouver, Canada.




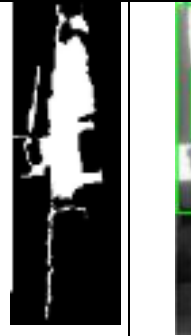









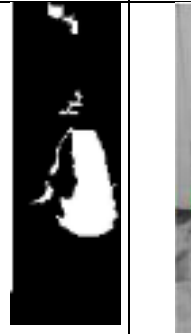
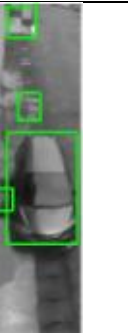
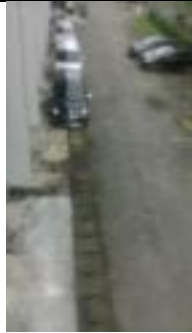


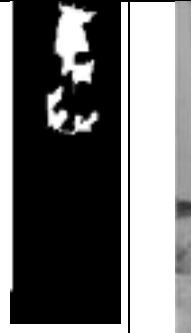
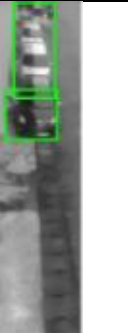



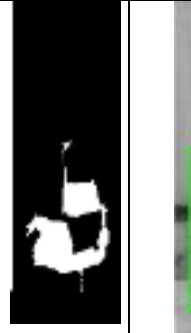
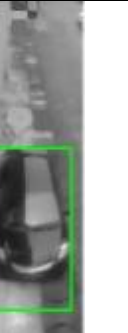
LAMPIRAN




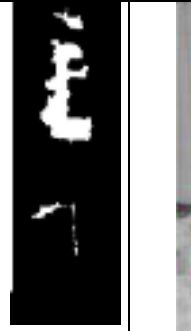




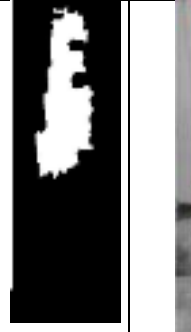
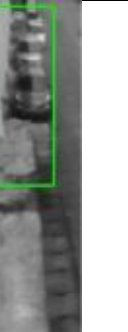



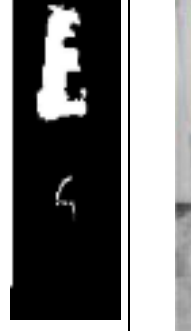
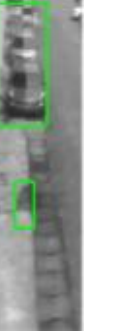



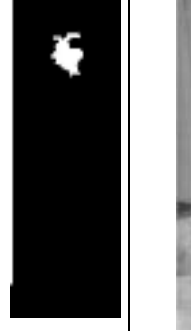

Nama File	Citra Input	Citra Grayscale	Citra Adaptive Threshold	Citra Biner	Hasil Deteksi
P_20171206_163459_001					
P_20171211_093003_001					
P_20171212_151618_001					
P_20171212_155404_001					

P_20171214_092638_001					
P_20171215_131850_001					
P_20171219_130418_001					
P_20180402_083040_001					
P_20180404_081403_001					

P_20180404_083531_001					
P_20180404_084004_001					
P_20180405_082616_001					
P_20180405_085932_001					
P_20180405_090613_001					

P_20180406_081420_001					
P_20180406_083207_001					
P_20180406_090422_001					
P_20180411_075147_001					
P_20180411_093135_001					

P_20180417_082355_001					
P_20180417_141443_001					
P_20180418_081107_001					
P_20180418_085040_001					
P_20180418_105651_001					

P_20180418_114423_001					
P_20180419_091428_001					
P_20180419_100114_001					
P_20180419_115713_027					
P_20180419_131225_023	