

**SISTEM MONITOR KETERSEDIAAN JUMLAH PARKIR MOBIL
MENGUNAKAN RASPBERRY PI DI KAMPUS UKDW**

Skripsi



Diajukan oleh:

YUDHA SATRIA KURNIAWAN

71130100

PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
YOGYAKARTA

2017

**SISTEM MONITOR KETERSEDIAAN JUMLAH PARKIR MOBIL
MENGUNAKAN RASPBERRY PI DI KAMPUS UKDW**

Skripsi



Diajukan kepada Fakultas Teknologi Informasi Program Studi Informatika
Universitas Kristen Duta Wacana
Sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Komputer

Diajukan oleh:

YUDHA SATRIA KURNIAWAN

71130100

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
YOGYAKARTA**

2017

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

SISTEM MONITOR KETERSEDIAAN JUMLAH PARKIR MOBIL MENGUNAKAN RASPBERRY PI DI KAMPUS UKDW

yang saya kerjakan untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Komputer pada pendidikan Sarjana Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana, bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi kesarjanaan di lingkungan Universitas Kristen Duta Wacana maupun di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Jika dikemudian hari didapati bahwa hasil skripsi ini adalah hasil plagiasi atau tiruan dari skripsi lain, saya bersedia dikenai sanksi yakni pencabutan gelar kesarjanaan saya.

Yogyakarta, 20 Oktober 2017




YUDHA SATRIA KURNIAWAN
71130100

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : SISTEM MONITOR KETERSEDIAAN JUMLAH
PARKIR MOBIL MENGGUNAKAN RASPBERRY
PI DI KAMPUS UKDW
Nama Mahasiswa : YUDHA SATRIA KURNIAWAN
N I M : 71130100
Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)
Kode : TIW276
Semester : Gasal
Tahun Akademik : 2017/2018

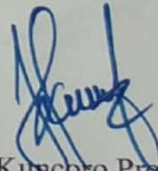
Telah diperiksa dan disetujui di
Yogyakarta,
Pada tanggal 20 Oktober 2017

Dosen Pembimbing I



Kristian Adi Nugraha, S.Kom., M.T.

Dosen Pembimbing II



Laurentius Kusgoro Probo Saputra,
S.T., M.Eng.

HALAMAN PENGESAHAN

SISTEM MONITOR KETERSEDIAAN JUMLAH PARKIR MOBIL MENGUNAKAN RASPBERRY PI DI KAMPUS UKDW

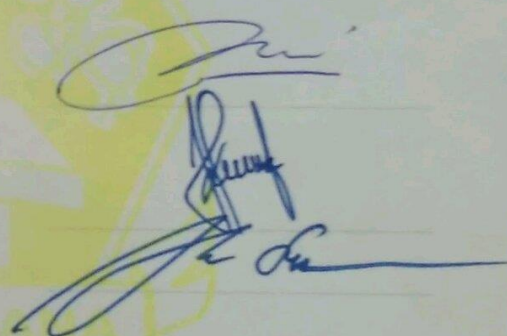
Oleh: YUDHA SATRIA KURNIAWAN / 71130100

Dipertahankan di depan Dewan Penguji Skripsi
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana - Yogyakarta
Dan dinyatakan diterima untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Komputer
pada tanggal 19 Oktober 2017

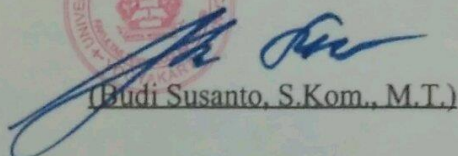
Yogyakarta, 20 Oktober 2017
Mengesahkan,

Dewan Penguji:

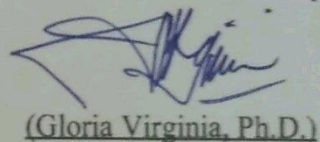
1. Kristian Adi Nugraha, S.Kom., M.T.
2. Laurentius Kuncoro Probo Saputra, S.T.,
M.Eng.
3. Budi Susanto, SKom.,M.T.



Dekan


(Budi Susanto, S.Kom., M.T.)

Ketua Program Studi


(Gloria Virginia, Ph.D.)

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena telah melimpahkan rahmat dan kasih karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi ini yang berjudul “Sistem Monitor Ketersediaan Jumlah Parkir Mobil menggunakan Raspberry Pi di Kampus UKDW” dengan lancar.

Penulis menyusun skripsi ini dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan untuk mencapai gelar sarjana (S1) pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta.

Dalam menyelesaikan program skripsi ini, penulis telah banyak mendapatkan bimbingan, saran, serta dukungan dari berbagai pihak. Maka dari itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak **Kristian Adi Nugraha, S.Kom.,M.T.** selaku dosen pembimbing I, yang telah banyak memberikan bimbingan selama penyusunan dan penulisan Skripsi ini.
2. Bapak **Laurentius Kuncoro Probo Saputra, S.Kom.,M.Eng.** selaku dosen pembimbing II yang juga telah banyak memberikan masukan dan arahan selama pembuatan skripsi.
3. Bapak **Antonius Rachmat C., S.Kom., M.Cs.** selaku Koordinator Skripsi.
4. Bapak **Budi Susanto, S.Kom., M.T.** selaku Dekan Fakultas Teknologi Informasi.
5. Ibu **Gloria Virginia, S.Kom.,MAI, Ph.D.** selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika.
6. Keluarga yang selalu setia mendukung, menyayangi, dan mendoakan selalu Bapak Agustinus Tuntun Edi Nugroho, Ibu Yuli Mulatsih dan Adik Tiara Edita Kurniasari.
7. Teman-teman seperjuangan Niken, Adit, Ester, Stevanus, Yosafat yang telah memberikan bantuan berupa dukungan, semangat, yang selalu siap sedia menemani mengerjakan skripsi dan menjadi tempat berkeluh kesah selama

proses penelitian ini.

8. Teman-teman seperjuangan Skripsi Buntoro dan Billy yang telah memberikan bantuan berupa dukungan dan pencerahan yang selalu siap saat berdiskusi tentang skripsi dan menjadi tempat berkeluh kesah selama proses penelitian ini.
9. Teman-teman jurusan Teknik Informatika UKDW terutama angkatan 2013, yang senantiasa ada untuk memberikan dukungan, dan sama-sama berjuang untuk menyelesaikan Skripsi.
10. Terakhir, penulis hendak menyapa setiap nama yang tidak dapat penulis cantumkan satu per satu, terima kasih atas doa yang senantiasa mengalir tanpa sepengetahuan penulis.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, tentunya penulis masih memiliki banyak kekurangan pada topik dalam Skripsi ini dan masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan Skripsi ini.

Oleh karena itu, penulis sangat menghargai dan menerima jika ada berbagai masukan dari para pembaca baik berupa kritik maupun saran yang sifatnya membangun demi penyempurnaan penulisan-penulisan Skripsi di masa yang akan datang. Akhir kata penulis ingin meminta maaf apabila terdapat kesalahan dalam penyusunan laporan maupun yang pernah penulis lakukan sewaktu pelaksanaan skripsi.

Yogyakarta, 1 September 2017

Penulis

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa karena telah melimpahkan rahmat dan kasih karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini yang berjudul “Sistem Monitor Ketersediaan Jumlah Parkir Mobil menggunakan Raspberry Pi di Kampus UKDW” dengan lancar.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, penulis telah banyak menerima bantuan berupa motivasi, bimbingan dan saran dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.

Penulisan Tugas Akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Komputer. Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat menghargai dan menerima masukan dan kritik yang membangun dari pembaca.

Akhir kata penulis memohon maaf apabila ada kata-kata yang kurang berkenan dan kesalahan selama penyusunan Tugas Akhir. Penulis berharap Tugas Akhir yang telah disusun oleh penulis dapat bermanfaat bagi kita semua.

Yogyakarta, 1 September 2017

Penulis

INTISARI

SISTEM MONITOR KETERSEDIAAN JUMLAH PARKIR MOBIL MENGUNAKAN RASPBERRY PI DI KAMPUS UKDW

Tidak adanya sistem informasi yang memberikan informasi ketersediaan jumlah slot parkir di Universitas Kristen Duta Wacana menyebabkan pengendara mobil tidak tahu apakah slot parkir sudah penuh atau belum. Sistem informasi ketersediaan jumlah parkir dapat menjadikan pengguna mobil lebih bijaksana apakah akan menggunakan mobil atau tidak dengan mempertimbangkan jumlah slot parkir yang tersedia saat akan berangkat.

Dengan perkembangan teknologi komputer untuk *computer vision*, maka metode *Background Substraction* dan *Euclidean Distance* dapat diterapkan untuk menyelesaikan permasalahan ini. Sistem akan memantau *traffic* kendaraan yang masuk atau keluar dari area Universitas untuk diketahui jumlah kendaraan yang masuk dan keluar.

Penelitian ini akan membuat aplikasi untuk mengolah video dari keadaan pintu masuk dan pintu keluar Universitas Kristen Duta Wacana menggunakan metode *Background Substraction* dan *Euclidean Distance* untuk mendeteksi mobil yang masuk dan keluar sehingga didapatkan jumlah slot parkir yang masih tersedia. Berdasarkan pengujian dan analisis, sistem informasi ketersediaan parkir mobil dengan menggunakan 120 data video menghasilkan tingkat akurasi sebesar 97,75%, tingkat *precision* sebesar 86,30% dan *recall* sebesar 96,69% di pintu masuk. Di pintu keluar sistem dapat menghitung mobil yang keluar dengan tingkat akurasi sebesar 93,28%, tingkat *precision* sebesar 73,75% dan *recall* sebesar 87,13%..

Kata Kunci: *Background Substraction, Object Tracking, Euclidean Distance, Pengolahan Citra, Raspberry Pi, Computer Vision*

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
KATA PENGANTAR	viii
INTISARI	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Metode Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB 2 LANDASAN TEORI.....	6
2.1 Tinjauan Pustaka.....	6
2.2 Landasan Teori.....	7
2.2.1. Raspberry Pi.....	7
2.2.2 Internet of Things.....	8
2.2.3 Pengolahan Citra.....	9
2.2.4 Substraksi Background (Background Substraction)	13
2.2.5 Running Average Background Substraction.....	14
2.2.6 Contour dan Hierarchy.....	15
2.2.7 Run-Data-Based Contour Finding	16
2.2.8 Bounding Box	17

2.2.9 Euclidean Distance.....	17
2.2.10 REST (Representational State Transfer).....	18
2.2.11 Confusion Matrix	19
BAB 3 PERANCANGAN SISTEM.....	21
3.1 Analisis Kebutuhan Sistem	21
3.1.1 Kebutuhan Perangkat Keras.....	21
3.1.3 Kebutuhan Perangkat Lunak.....	21
3.1.4 Kebutuhan Data	22
3.2 Rancangan Sistem	23
3.2.1 Blok Diagram Sistem.....	23
3.2.2 Rancangan Proses	24
3.2.3 Rancangan Antarmuka Pengguna.....	29
3.3 Rancangan Basis Data.....	30
3.4 Rancangan Mekanisme Pengumpulan Data dan Pengujian Data	30
3.4.1 Mekanisme Pengumpulan Data	30
3.4.2 Mekanisme Pengujian.....	31
3.4.3 Metode Evaluasi.....	32
BAB 4 IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM	34
4.1 Implementasi Sistem.....	34
4.1.1 Implementasi Inisialisasi Background dan ROI	34
4.1.2 Implementasi Background Substraction	35
4.1.3 Implementasi Deteksi Objek Mobil	37
4.1.4 Implementasi Penghitungan Mobil	38
4.1.5 Implementasi Halaman Website	39
4.2 Pengujian dan Analisis Sistem.....	40
4.2.1 Pengujian Akurasi Sistem	40
4.2.2 Analisis Sistem.....	53
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	59
5.1 Kesimpulan	59

5.2 Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN.....	64

©UKDW

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Raspberry pi 3 dengan penjelasan komponennya	8
Gambar 2.2 (a)citra warna, (b) citra grayscale.....	10
Gambar 2.3 Contoh operasi dilasi.....	11
Gambar 2.4 Contoh operasi erosi.....	12
Gambar 2.5. Contoh operasi Closing.....	13
Gambar 2.6. Contoh penerapan background subtraction	14
Gambar 2.7 (a) Gambar asli, (b) background dengan alpha 0,1, (c) background dengan alpha 0.01	15
Gambar 2.8. Run-Based-Data Contour Finding	16
Gambar 2.9. Ilustrasi Bounding Box	17
Gambar 2.10 Euclidean distance pada bidang 2 dimensi.....	18
Gambar 3.1. Block Diagram Sistem	24
Gambar 3.2. Flowchart sistem monitor parkir kampus UKDW secara umum.....	24
Gambar 3.3 Flowchart inialisasi ROI.....	25
Gambar 3.4 Flowchart deteksi objek mobil.....	26
Gambar 3.5. Flowchart kalkulasi mobil.....	28
Gambar 3.6. Flowchart proses website	29
Gambar 3.7 Rancangan tampilan website Sistem Informasi Ketersediaan Parkir Mobil di UKDW	29
Gambar 3.8 Rancangan tampilan pada Raspberry pi Sistem Informasi Ketersediaan Parkir Mobil di UKDW.....	30
Gambar 3.9 Rancangan basis data	30
Gambar 3.10 Lokasi penempatan alat.....	31
Gambar 4.1. (a) window tampilan input video (b) window keterangan perintah pintu masuk.....	34
Gambar 4.2. (a) window tampilan input video (b) window keterangan perintah pintu keluar	34
Gambar 4.3. (a) gui inialisasi ROI (b) perintah inialisasi ROI pintu masuk ...	35

Gambar 4.4. (a) gui inialisasi ROI (b) perintah inialisasi ROI pintu keluar....	35
Gambar 4.5. (a) input video atau frame saat ini, (b) background, (c) hasil background subtraction.	35
Gambar 4.6. (a) frame input, (b) background, (c) hasil background subtraction dengan alpha 0,05 pada pintu masuk	36
Gambar 4.7. (a) frame input, (b) background, (c) hasil background subtraction dengan alpha 0,01 pada pintu masuk	36
Gambar 4.8. (a) frame input, (b) background, (c) hasil background subtraction dengan alpha 0,01 pada pintu keluar.....	37
Gambar 4.9. (a) frame input, (b) background, (c) hasil background subtraction dengan alpha 0,001 pada pintu keluar.....	37
Gambar 4.10. Hasil Deteksi mobil pada pintu masuk	38
Gambar 4.11. Hasil Deteksi mobil pada pintu keluar	38
Gambar 4.12. (a) tracking sebelum terhitung, (b) setelah terhitung	39
Gambar 4.13. Antar muka website	39
Gambar 4.14. (a) hasil binerisasi (b) input video.....	54
Gambar 4.15. (a) hasil binerisasi tidak tampak adanya objek mobil (b) input video.....	55
Gambar 4.16. (a) hasil binerisasi tampak adanya objek mobil, (b) input video ...	55
Gambar 4.17. mobil terdeteksi benar dan objek lain tidak terdeteksi.....	56
Gambar 4.18. (a) hasil binerisasi foreground, (b) input video terdeteksi ada objek	56
Gambar 4.19. (a) citra biner 1 (b) centroid berpindah kebawah (c) citra biner 2 (d) centroid berpindah keatas lagi	57
Gambar 4.20. (a) background, (b) citra biner, (c) input video.....	58

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Keterangan data uji	22
Tabel 3.2 Confussion Matrix	32
Tabel 4.1. Daftar rata-rata luas objek mobil dalam piksel	37
Tabel 4.2. Pengujian Akurasi sistem di pintu masuk pada waktu pagi hari	40
Tabel 4.3. Pengujian Akurasi sistem pada pintu masuk pada waktu siang hari ...	42
Tabel 4.4. Pengujian Akurasi sistem pada pintu masuk pada waktu sore hari	44
Tabel 4.5. Pengujian Akurasi sistem pada pintu keluar pada waktu pagi hari	46
Tabel 4.6. Pengujian Akurasi sistem pada pintu keluar pada waktu siang hari ...	48
Tabel 4.7. Pengujian Akurasi sistem pada pintu keluar pada waktu sore hari.....	50

©UKDWN

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Semakin kurangnya lahan parkir yang ada di Yogyakarta dikarenakan semakin banyaknya sarana transportasi pribadi. Hal ini juga terjadi di Universitas Kristen Duta Wacana (UKDW) yang merupakan salah satu universitas yang terletak ditengah kota Yogyakarta. Semakin banyak pegawai dan mahasiswa Universitas Kristen Duta Wacana yang pergi ke kampus dengan menggunakan kendaraan roda 4 menyebabkan banyak pengguna mobil kesulitan untuk mendapatkan slot parkir dikarenakan sudah penuh. Seringkali pegawai maupun mahasiswa UKDW yang menggunakan mobil tidak mendapatkan tempat parkir, sehingga harus parkir di luar kampus UKDW.

Menurut Choudekar (2011) Tempat parkir mobil adalah objek penting bagi pengendara dan lalu lintas. Dengan masalah kemacetan lalu lintas kota dan semakin berkurangnya tempat, tempat parkir perlu dilengkapi dengan informasi parkir otomatis dan sistem panduan parkir. Dewasa ini sistem informasi parkir sudah banyak digunakan di berbagai tempat, misalnya mall, rumah sakit, dan kampus. Beberapa sistem parkir tersebut antara lain menggunakan sistem palang pintu dan memisahkan antara mobil dan motor pada palang yang berbeda, kemudian menggunakan sistem karcis otomatis maupun manual. Tidak semua sistem parkir dapat digunakan di UKDW, misalnya untuk sistem penghitung jumlah mobil yang menggunakan palang. Sistem ini tidak bisa di implementasikan karena area parkir mobil tersebar dan tidak terpusat pada area tertentu saja. Sistem pencacah mobil keluar dan masuk dengan menggunakan sensor juga tidak dapat digunakan karena pintu masuk antara mobil dan motor sama. Hal ini mengakibatkan motor yang lewat akan ikut di hitung. Oleh karena itu untuk memonitor jumlah ketersediaan tempat parkir mobil di UKDW membutuhkan

sistem yang dapat melakukan kalkulasi mobil yang masuk dan keluar secara visual. Penghitungan hanya mengenali objek mobil tanpa mengikutsertakan penghitungan objek motor.

Saat ini sedang berkembang teknologi *Internet of Things* (IoT) yang berguna untuk mengontrol atau berinteraksi dengan peralatan elektronik dari jarak jauh menggunakan internet. Sehingga dapat diketahui bahwa IoT pada dasarnya menghubungkan *Embedded System* ke Internet (Sulistyanto, 2015). Salah satu *Embedded System* yang dapat diaplikasikan untuk IoT adalah Raspberry Pi, yang merupakan sebuah komputer mini yang dapat ditambahkan berbagai modul dan dapat terkoneksi ke internet sebagai sebuah IoT.

Dengan kondisi area parkir UKDW yang terbatas, kebutuhan monitoring kendaraan secara visual serta trend *Internet of Things* maka dibutuhkan sebuah *embedded system* yang dapat mengakomodasi kebutuhan sistem tersebut. *Raspberry Pi* dapat mengakomodasi kebutuhan sistem yang ditentukan di atas. Selain bersifat portable dan ringkas, *Raspberry pi* juga berdaya rendah. *Raspberry pi* dapat digabungkan dengan modul kamera *Pi Camera* sehingga dapat digunakan untuk sistem monitor parkir secara *realtime*, dengan melakukan *tracking* terhadap objek mobil. Hal tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan teknologi *computer vision*. Salah satu teknologi *computer vision* yang dapat digunakan untuk mendeteksi objek bergerak adalah metode *background subtraction*, yaitu dengan menggunakan perbandingan gambar background yang statis dan *frame* gambar terkini, untuk mengetahui adanya sebuah objek yang ada pada area tersebut. Setelah itu, dilakukan penghilangan objek kecil, sehingga hanya mobil yang terdeteksi.

Selain teknologi IoT, dewasa ini penggunaan *website* semakin populer untuk masyarakat. Penggunaan *website* hanya memerlukan sebuah *web browser* untuk mengaksesnya menjadikannya mudah untuk digunakan dan dapat diakses dari perangkat apapun yang memiliki *web browser*. Sehingga dengan menggabungkan *Embedded System* dengan *website* dapat menjadi sebuah teknologi IoT yang mudah untuk digunakan oleh pengguna.

Pada tugas akhir ini akan menggunakan Raspberry Pi untuk membuat sistem yang dapat memonitor jumlah ketersediaan tempat parkir mobil di UKDW dengan menggunakan metode *Background Substraction*, dan menggunakan *website* sebagai media interaksi dengan pengguna, sehingga pengguna nantinya dapat memperoleh informasi secara *up to date* melalui halaman *website* tentang ketersediaan parkir mobil di UKDW.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana implementasi sistem informasi ketersediaan jumlah parkir dengan menggunakan metode *Background Substraction* dan tingkat Akurasi, *Precision* dan *Recall* sistem untuk menghitung jumlah parkir yang tersedia di Universitas Kristen Duta Wacana.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Pintu masuk dan pintu keluar terpisah.
2. Algoritma yang digunakan untuk pendeteksian dan tracking adalah *Background Substraction* dan *Euclidean Distance*.
3. *Device* diletakkan di pintu masuk dan pintu keluar.
4. Sistem tidak melakukan klasifikasi jenis mobil dalam kalkulasi dan tidak mendeteksi objek selain mobil.
5. Penelitian ini dibatasi pada implementasi algoritma penghitungan mobil masuk dan keluar dengan menggunakan file video yang diambil dengan menggunakan *Raspberry Pi* dan *Pi Camera*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Menghasilkan sistem untuk monitoring jumlah ketersediaan tempat parkir mobil di UKDW menggunakan metode *Background Substraction* pada sebuah *Embedded System Raspberry pi*.
2. Melakukan Uji Akurasi, *Precision* dan *Recall* Algoritma Pendeteksian dan Penghitungan mobil yang diterapkan.

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan untuk membantu penelitian tugas akhir ini sehingga mendapat hasil sistematis dan terarah adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi Masalah

Masalah pada penelitian ini ditemukan dan diidentifikasi dengan diskusi bersama salah satu dosen.

2. Studi Literatur

Studi Literatur dilakukan untuk mencari referensi teori tentang Pengolahan Citra Digital dan *Computer Vision*. Referensi didapat dari buku, jurnal, artikel laporan penelitian, dan *website*.

3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara memasang *Raspberry Pi* di pintu masuk dan keluar pada tempat yang telah ditentukan. *Raspberry Pi* akan mengambil video pintu masuk dan pintu keluar yang akan digunakan untuk penelitian ini.

4. Perancangan dan Implementasi Sistem

Tahap ini dilakukan perancangan sistem untuk memenuhi kebutuhan sistem dari hasil pengumpulan data yang sudah dilakukan sebelumnya. Pembuatan sistem akan dikerjakan dengan menggunakan bahasa pemrograman python dan php. Program akan diimplementasikan pada *Raspberry Pi* dan pada *Web Server*.

5. Analisis Sistem dan Pembuatan Laporan

Program yang sudah jadi diujicoba dengan menggunakan video yang diambil dengan menggunakan *Raspberry Pi* pada lokasi yang sudah ditentukan, kemudian di analisis dan dilakukan penarikan kesimpulan dari penelitian ini. Saran untuk penelitian selanjutnya juga diberikan berdasarkan hasil analisis keseluruhan penelitian dari awal sampai akhir dan juga berdasarkan hasil evaluasi sistem.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB 1 PENDAHULUAN membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metode penelitian serta sistematika penulisan penelitian ini.

BAB 2 LANDASAN TEORI. Membahas tinjauan pustaka yang berisi referensi mengenai *object tracking* dan landasan teori yang menjadi dasar penelitian ini. Pada bab ini dijelaskan secara detail seluruh informasi dan studi pustaka yang diperoleh oleh peneliti berkaitan dengan *object tracking*. Bab ini akan menjadi acuan peneliti untuk melakukan tahapan penelitian.

BAB 3 PERANCANGAN SISTEM. Berisi rancangan sistem *monitoring* ketersediaan jumlah parkir mobil, alur kerja sistem, hardware dan software yang dibutuhkan untuk mendukung penelitian, dan metode pengujian untuk penelitian ini.

BAB 4 IMPLEMENTASI SISTEM DAN ANALISIS SISTEM. Berisi uraian detail implementasi sistem dan uraian detail hasil analisis sistem yang didapatkan dari hasil uji coba yang dilakukan.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN. Berisi kesimpulan dari hasil analisis yang didapat, saran dan rekomendasi yang dapat dilakukan untuk penelitian lebih lanjut.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil pengujian dan analisis sistem dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem berhasil mengimplementasikan *Adaptive Background Substraction* dengan metode *Running Average* dan *Euclidean Distance* untuk penghitungan jumlah mobil yang masuk dan keluar area Universitas Kristen Duta Wacana. Nilai *alpha* untuk metode *running average* yang digunakan adalah 0,01 pada pintu masuk dan 0,001 pada pintu keluar.
2. Sistem dapat menghitung mobil yang masuk dengan tingkat akurasi sebesar 97,75%, tingkat *precision* sebesar 86,30% dan *recall* sebesar 96,69% di pintu masuk. Di pintu keluar sistem dapat menghitung mobil yang keluar dengan tingkat akurasi sebesar 93,28%, tingkat *precision* sebesar 73,75% dan *recall* sebesar 87,13%.
3. Metode *tracking* objek dengan menggunakan metode *Euclidean Distance* berhasil diimplementasikan dengan baik karena dapat melakukan *tracking* dengan akurasi yang baik dengan kondisi objek berhasil dideteksi dengan baik oleh sistem.
4. Metode pengenalan objek mobil dengan menggunakan ambang batas luasan pixel memiliki kelemahan, yaitu harus mengetahui luasan pixel dari objek mobil yang masuk ke frame, luasan maksimal dari objek saat berada didalam frame. Oleh sebab itu, metode ini kurang bisa adaptif jika digunakan pada beberapa kondisi pemasangan kamera berbeda. Selain itu, dengan metode ini sistem tidak dapat mengenali apakah objek dengan ambang batas tertentu adalah mobil atau benda yang lain.

5.2 Saran

Sistem monitor slot parkir ini masih dapat dilakukan pengembangan lebih lanjut dengan saran sebagai berikut:

1. Penyempurnaan metode *preprocessing* untuk normalisasi *foreground* pada kondisi banyak *noise* dan bayangan objek bukan mobil, seperti halnya bayangan pohon pada saat siang hari.
2. Penyempurnaan metode deteksi objek mobil dengan menggunakan metode selain menggunakan luasan objek, sehingga deteksi mobil menjadi lebih bagus serta bus dapat terdeteksi oleh sistem.
3. Penambahan metode *tracking* dengan menggunakan perbandingan vector arah jalur mobil, sehingga *tracking* mobil dapat lebih bagus misalnya ada mobil keluar dari pintu masuk tetap akan terhitung sebagai mobil keluar.
4. Penambahan metode *multiple object tracking* sehingga ketika ada beberapa objek yang masuk secara bersamaan dapat dilakukan *tracking* dengan lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Rahman, F., Hussain, A., Wan Zaki, W., Badioze Zaman, H., & Md Tahir, N. (2013). Enhancement of Background Subtraction Techniques Using a Second Derivative in Gradient Direction Filter. *Journal Of Electrical And Computer Engineering*, 2013, 1-12. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/598708>
- Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The internet of things: A survey. *Comput. Netw.*, 54(15), 2787–2805.
- Bellavista, P., Cardone, G., Corradi, A., & Foschini, L. (2013). Convergence of MANET and WSN in IoT urban scenarios. *IEEE Sens. J.*, 13(10), 3558–3567.
- Choudekar, M. P. (2011). Implementation of Image Processing in Real Time Traffic Light Control. *Image (Rochester, N.Y.)*, 2(1), 94–98. <http://doi.org/10.1109/ICECTECH.2011.5941662>
- Jori, Tejas., Kulkarni, Vaidehi., Panchakshari, Kalyani., Tipre, Amey., Patil, S.P. (2016). Real Time Traffic Analyzer. *International Engineering Research Journal (IERJ)*, 2(2), 656-659.
- Kadir, A., & Susanto, A. (2013). *Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra* (pp. 527-528). Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Lijing, Zhang, & Yingli, Liang. (2010). Motion human detection based on background Subtraction. *Second International Workshop on Education Technology and Computer Science*, 284-287
- Meshram, S. & Malviya, A. (2016). Traffic Surveillance by Counting and Classification of Vehicles from Video using Image Processing. *International Journal Of Advance Research In Computer Science And Management Studies*, 1(6). Retrieved from <http://www.ijarcsms.com/>

- Muzaqi, Lutfi. (2016). Kalkulasi Objek Secara Real-time Berbasis Object Tracking dengan Metode Frame Differencing. *Tesis Under Graduate: Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor*.
- Pawaskar, Mahesh C., Narkhede N. S., Athalye, Saurabh S. (2014). Detection Of Moving Object Based On Background Subtraction. *International Journal of Emerging Trends & Technology in Computer Science (IJETTCS)*, 3(3).
- Putra, D. 2010. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Santra, A. K., & Christy, C. J. (2012). Genetic Algorithm and Confusion Matrix for Document Clustering 1, 9(1), 322–328.
- Seo, J., Chae, S., Shim, J., Kim, D., Cheong, C., & Han, T. (2016). Fast Contour-Tracing Algorithm Based on a Pixel-Following Method for Image Sensors. *Sensors*, 16(3), 353. <http://dx.doi.org/10.3390/s16030353>
- Sulistiyanto, M., Nugraha, d., Sari, N., Karima, N., & Asrori, W. (2017). Implementasi IoT (Internet of Things) dalam pembelajaran di Universitas Kanjuruhan Malang. *SMARTICS Journal*, 1(1). Retrieved from <http://ejournal.unikama.ac.id/index.php/jst/article/view/842/730>
- Tripathi, J., Chaudhary, K., Joshia, A., & Jawaleb, P. (2015). Automatic Vehicle Counting and Classification. *International Journal Of Innovative And Emerging Research In Engineering*, 2(4). Retrieved from <http://www.ijiere.com>
- Vinay, D. R., & Kumar, N Lohitesh. (2015). Object Tracking Using Background Subtraction Algorithm. *International Journal of Engineering Research and General Science*, 3(1), 237 -243.
- Webber, J., Parastatidis, S., & Robinson, I. (2010). *REST in practice*. [Place of publication not identified]: O'Reilly Media.

Yang, K., Cai, Z., & Zhao, L. (2013). Algorithm Research on Moving Object Detection of Surveillance Video Sequence. *Optics And Photonics Journal*, 03(02), 308-312. <http://dx.doi.org/10.4236/opj.2013.32b072>.

©UKDW