

## SISTEM PENGHITUNG DAN IDENTIFIKASI WAJAH MANUSIA DENGAN METODE BACKGROUND SUBTRACTION DAN HAAR CASCADE

### PEOPLE COUNTER AND FACE IDENTIFICATION SYSTEM WITH BACKGROUND SUBTRACTION AND HAAR CASCADE METHOD

Ijon Posmarohatta Sinaga<sup>1</sup>, Ig. Prasetya Dwi Wibawa ST., MT.<sup>2</sup>, Ekki Kuniawan, ST., MT.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Prodi S1 Tenik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>2</sup>Prodi S1 Tenik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>3</sup>Prodi S1 Tenik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>ijonsinaga@telkomuniversity.ac.id, <sup>2</sup>prasdwiwawa@telkomuniversity.ac.id,

<sup>3</sup>ekkekuniawan@telkomuniversity.ac.id

#### Abstrak

Dewasa ini kebutuhan teknologi semakin meningkat di berbagai bidang seperti keamanan, kesehatan, militer dan lain sebagainya. Kurangnya tingkat keamanan menyebabkan tindakan kriminalitas sehingga diperlukan sebuah solusi mengurangi tindakan tersebut. Tindakan ini sering terjadi di sebuah jalan setapak kecil, tempat, ruangan, instansi atau sebuah bangunan yang penting. Dalam tugas akhir ini ruang lingkupnya dibatasi yaitu dalam jalan atau lorong sebuah bangunan yang memiliki penerangan. Maka diperlukannya sistem pemantauan berteknologi dengan antarmuka yang relatif lebih baik.

Metode yang dapat digunakan untuk sistem pemantauan jalan berteknologi berbasis pengolahan citra adalah dengan algoritma *Background Subtraction* dan metode *Haar Cascade*. Algoritma *Background Subtraction* digunakan untuk memisahkan antar objek dengan *background* sehingga sistem dapat menjalankan *People Counter*. Metode *Haar Cascade* yaitu mendeteksi wajah dan menyesuaikan dengan *database* yang disimpan menampilkan informasi nama.

Dalam tugas akhir ini dibuat sebuah sistem pemantauan yang diharapkan dapat menjadi relatif lebih baik. Sistem ini akan menghitung jumlah orang yang melintas masuk dan keluar dalam jarak jangkauan kamera. Jarak yang digunakan adalah 50 cm, 100 cm, 150 cm dan 200 cm dan menggunakan nilai pembagi *area Threshold* yaitu sebesar 10, 250, 350 dan 500. Hasil yang diperoleh dari analisa dan pengujian bahwa nilai pembagi yang optimum adalah 250. Sistem ini juga akan mengenali wajah yang sudah tersimpan di *database* dan menampilkan informasi berupa nama. Dalam bagian ini jarak maksimal yang dapat terdeteksi adalah  $\pm 100$ cm dengan menggunakan resolusi maksimal kamera yaitu 1024x768 dan memiliki nilai FPR sebesar 100%. Dalam sistem ini dipantau juga penggunaan daya oleh sistem dalam 24 jam dibagi menjadi 2 bagian yaitu 12 jam pertama dan 12 jam kedua dengan jangka waktu 30 menit. Dalam 12 jam pertama yaitu 06.00-18.00 rata-rata daya yang digunakan adalah 6,98 watt dan pada 12 jam kedua yaitu 06.00-18.00 dengan rata-rata 7,01 watt.

**Kata kunci:** *Background Subtraction*, *Haar Cascade*, *Tracking*, Pengolahan Citra, Sensor Pendeteksi, Krimintalitas.

## Abstract

Nowadays technological needs are increasing in various fields such as security, health, military and so on. Lack of security level leads to crime so a solution is needed to reduce the action. This action often occurs in a small path, place, room, agency or an important building. In this final project the scope is limited in the way or the hallway of a building that has lighting. The need for a technological monitoring system with a relatively better interface.

The method that can be used for technological road monitoring system based on image processing is with Background Subtraction algorithm and Haar Cascade method. Background Subtraction Algorithm is used to separate objects between backgrounds so that the system can run the People Counter. Haar Cascade's method of detecting faces and customizing them with stored and customized databases if the faces of people detected will display the name information.

In this final project, a monitoring system is expected to be relatively better. This system will count the number of people passing in and out within camera range. The distance used is 50 cm, 100 cm, 150 cm and 200 cm and uses the division value of the Threshold area of 10, 250, 350 and 500. Results obtained from the analysis and testing that the optimum divisor value is 250. The system will also Recognize faces already stored in the database and display name information. In this section the maximum detectable distance is  $\pm 100\text{cm}$  using the camera's maximum resolution of  $1024 \times 768$  and has a 100% FPR value. In this system is monitored also the power usage by the system in 24 hours divided into 2 parts ie the first 12 hours and the second 12 hours with a period of 30 minutes. In the first 12 hours of 6:00 to 18:00 the average power used is 6.98 watts and at 12 hours both of 6.00-18.00 with an average of 7.01 watts.

Keywords: Background Subtraction, Haar Cascade, Tracking, Image Processing, Motion sensor, Crimes.

## 1. Pendahuluan

### 1.1. Latar Belakang

Pada dewasa ini semakin meningkatnya tingkat kriminalitas di Indonesia khususnya di tempat tertentu seperti di instansi pendidikan, jalan setapak, ruangan tertentu dan lain sebagainya menjadi alasan dasar dibutuhkan peningkatan sistem pemantauan yang bersangkutan di lingkungan umum. Sistem pemantauan tidak selalu dapat dilakukan dengan cara manual atau oleh manusia karena jika selalu mengandalkan tenaga manusia akan ada faktor kelalaian akibat *human error*. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem pemantauan yang lebih baik yang dapat digunakan dengan sedikit tenaga manusia yaitu sebuah sistem pemantauan yang dipasang sensor pendeteksi di jalanan untuk mendeteksi keberadaan objek yang bergerak dan terintegrasi kamera dengan pengolahan citra bertujuan dapat mendeteksi yang objek yang melintas. Untuk mewujudkan sistem pemantauan yang sangat teliti, maka diimplementasikan dari Sistem Pengolahan Citra (SPC). Dalam bekerjanya sistem ini terdapat sebuah personal computer untuk memonitor setiap kejadian yang berlangsung[1].

Sistem pemantauan ini merupakan perkembangan dari sistem pemantauan yang hanya menggunakan kamera *cctv* untuk merekam setiap kejadian selama 24 jam penuh setiap harinya yang kurang efektif dan harus selalu di pantau oleh manusia melalui monitor. Sehingga dengan adanya sistem ini dapat menjadikan sistem pemantauan menjadi lebih efisien dan efektif. Karena sistem pemantauan ini terdapat sensor yang dapat mendeteksi keberadaan suatu benda dan langsung terintegrasi dengan kamera. Kamera akan melakukan proses pengolahan citra untuk memperoleh informasi akan benda yang melintas tersebut.

Pada penelitian ini, media komunikasi yang digunakan yaitu dengan jenis komunikasi serial. Diharapkan dengan diimplementasikannya tugas akhir ini dapat meningkatkan keamanan suatu tempat seperti instansi pendidikan, ruangan, jalan kecil, ruangan khusus dan lain sebagainya.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 *Smart Building*

Pada zaman ini kenyamanan dan pemantauan adalah hal utama yang sangat diperlukan dalam kehidupan. Sehingga dibutuhkan suatu sistem yang terhubung dengan beberapa alat sehingga menghasilkan suatu kinerja lebih optimal yang dapat dikendalikan dengan mudah. *Smart Building* harus cerdas dalam dan luar. Cara *Smart Building* saling berhubungan dengan peralatan lainnya menyangkut hal berikut : koneksi ke barang, jasa, sumber daya, dan infrastruktur, sistem yang operasi, dan dampaknya terhadap lingkungan dan masyarakat[2].

### 2.2. *Single Board Computer*

*Single Board Computer (SBC)* merupakan perangkat komputer yang dikemas dalam satu papan PCB yang berisi mikroprosesor, *memory*, dan antar muka I/O[3]. Idealnya SBC mempunyai suatu kemampuan yang sama dengan komputer pada umumnya, hanya saja ukurannya diperkecil sehingga dapat lebih memudahkan penggunaan dan perakitannya. Pada awal pembuatannya, SBC difungsikan untuk keperluan demonstrasi suatu sistem, pendidikan, dan suatu kontroler khusus.

### 2.3. *Computer Vision*

Computer Vision adalah teknologi yang dapat membuat mesin dapat melihat objek disekelilingnya[4]. Computer Vision dalam hal ini menggunakan prinsip *Image Processing* atau pencitraan untuk dapat mengenali objek disekitar dan menggunakan bantuan kamera sebagai mata untuk melihat. *Computer Vision* berkaitan

dengan teori, perancangan dan implementasi dari algoritma yang dapat secara otomatis mengenali, melacak, memperbaiki bentuk dan tata ruang objek yang berada dalam jarak tangkap kamera. Analisis *Image processing* dengan memanfaatkan teknologi *Computer Vision* dibagi ke dalam beberapa prinsip oleh Amar Mitichie dan J.K. Anggarwal dalam yaitu[4] :

1. *Image Motion Processing In Visual Function*
2. *Background Preliminaries*
3. *Optical Flow Estimation*
4. *Motion Detection*
5. *Tracking*
6. *Optical Three-Dimensional Interpretation*

Metode satu sampai tiga merupakan metode yang diterapkan untuk hasil yang sudah ditangkap oleh kamera, karena metode tersebut hanya bisa digunakan untuk 2D[7]. Metode keempat dan kelima merupakan metode yang dapat mendeteksi pergerakan benda dan hasil pergerakan tersebut digunakan untuk masukan kepada sistem sehingga kamera dapat mengikuti pergerakan dari objek yang terdeteksi. Perbedaan dari metode keempat dan kelima adalah metode keempat mendeteksi dengan cara mengubah hasil video rekaman kedalam bentuk gambar terlebih dahulu sedangkan metode kelima mendeteksi objek langsung dengan hasil masukan video rekaman. Metode keenam merupakan metode untuk mendeteksi semua objek yang berada di ruang lingkup deteksi yang berbentuk 3D[4]. Pada saat ini penerapana *Computer Vision* sudah diterapkan di berbagai bidang seperti keamanan, militer, medis, pendidikan dan lain sebagainya. Pengaplikasian dari *Computer Vision* pada saat ini sudah banyak seperti *agriculture, augmented reality, autonomous vehicles, face recognition, gesture analysis, security and surveillance, transport* dan masih banyak lainnya.

#### **2.4. Background Subtraction**

Background subtraction banyak digunakan pada proyek-proyek berbasis pengolahan citra. Salah satu aplikasi yang sering menggunakan fungsi dari background subtraction ini adalah aplikasi penghitung jumlah pengunjung yang memasuki maupun meninggalkan ruangan ataupun kendaraan yang melewati suatu jalur dalam sistem informasi lalu lintas[20]. Metode ini memisahkan manusia atau kendaraan dengan cara pembedaan latar belakang (background) dan manusia atau kendaraan (foreground) yang bergerak. Jika kondisi yang akan diamati oleh background subtraction hanya berupa latar belakang dan objek bergerak yang akan diamati, hal tersebut sangat mudah. Namun, ketika terdapat objek lain yang juga berpindah dari titik satu ke titik yang lain misalnya bayangan dari objek tersebut hal ini akan diproses juga sebagai foreground atau masuk ke dalam objek yang diklasifikasikan. Ide dasar dari Background subtraction adalah  $|frame(n) - background| > threshold$ [12], bila piksel ke n memenuhi persamaan tersebut, maka piksel tersebut digolongkan berikut merupakan tahap untuk menggunakan metode Background Subtraction dalam **Deteksi Obyek Bergerak dengan Background Subtraction**

1. Tangkap citra referensi (background)
2. Tangkap citra (foreground)
3. Membandingkan citra referensi dengan foreground
4. Menentukan hitam (0) atau putih(1) dari citra hasil background subtraction
5. Menentukan titik pusat obyek

kedalam kelompok piksel objek dan selain itu adalah latar.

$$S(n) = |F(n) - B| > T \quad (2)$$

Pada Persamaan (2),  $F(n)$  merupakan frame ke- $n$  dari video masukan,  $B$  merupakan citra background dan  $S(n)$  adalah citra selisih ken. dan  $T$  adalah Threshold.

### 2.5. Haar Cascade

Pada penelitian ini dibuat sebuah detektor wajah berdasarkan haar cascade classifier yang terdapat di dalam OpenCV. Jika terdeteksi adanya wajah maka bagian yang dianggap wajah tersebut akan ditandai biasanya dengan bentuk kotak atau lingkaran. Haar cascade melakukan beberapa tahapan yaitu : Fitur Haar Wavelet Haar adalah gelombang tunggal bujur sangkar (satu interval tinggi dan satu rendah)[17]. Untuk dua dimensi, satu terang dan satu gelap. Selanjutnya kombinasi-kombinasi kotak yang digunakan untuk pendeteksian objek visual lebih dikenal dengan nama fitur Haar. Setiap gambar sebenarnya terdiri atas ratusan fitur haar yang memiliki nilai tertentu di setiap fiturnya[17].

### 2.6. Face Detection

Pendeteksian wajah atau *face detection* merupakan suatu kegiatan yang umum dilakukan manusia dalam kesehariannya. Dengannya pula manusia dapat mengenal manusia yang satu dengan manusia yang lain. Seiring dengan perkembangan teknologi, pendeteksian wajah tidak hanya dapat dilakukan oleh manusia tapi juga dapat dilakukan oleh komputer[7]. Pendeteksian wajah pada citra digital adalah sebuah proses untuk menentukan ada tidaknya wajah manusia pada media digital. Dalam penelitian ini benda yang di deteksi lebih fokus adalah wajah manusia.

Adapun faktor yang dapat mempengaruhi deteksi wajah, antara lain:

- a. Pose Bagian wajah yang terlihat pada citra bisa bervariasi (bagian depan terlihat jelas, bagian wajah ada yang tidak terlihat).
- b. Komponen Struktural Fitur pada wajah seperti kumis, jenggot, kacamata dan beberapa komponen yang bisa membuat wajah berbeda dari satu dengan yang lain. Seperti bentuk wajah, warna kulit, dan ukuran.
- c. Ekspresi Wajah Ekspresi wajah yang ada pada citra.
- d. Orientasi Citra Pengambilan gambar pada objek citra

### 2.7. Face Recognition

Pengenalan Wajah atau *Face Recognition* merupakan Pengenalan wajah menghadirkan sebuah masalah yang menantang di Bidang analisis citra dan visi komputer[15]. Keamanan dari Informasi menjadi sangat signifikan dan sulit. Keamanan Kamera saat ini umum di bandara, Kantor, Universitas, ATM, Bank dan di lokasi manapun dengan sistem keamanan. Menghadapi Pengakuan adalah sistem biometrik yang digunakan untuk mengidentifikasi atau memverifikasi Orang dari citra digital Sistem Face Recognition digunakan di keamanan. Sistem pengenalan wajah harus bisa otomatis Mendeteksi wajah dalam gambar Ini melibatkan ekstrak fitur dan Kemudian mengenalinya, terlepas dari pencahayaan, ekspresi, penerangan, Penuaan, transformasi (translate, rotate and scale image) dan Pose, yang merupakan tugas yang sulit.

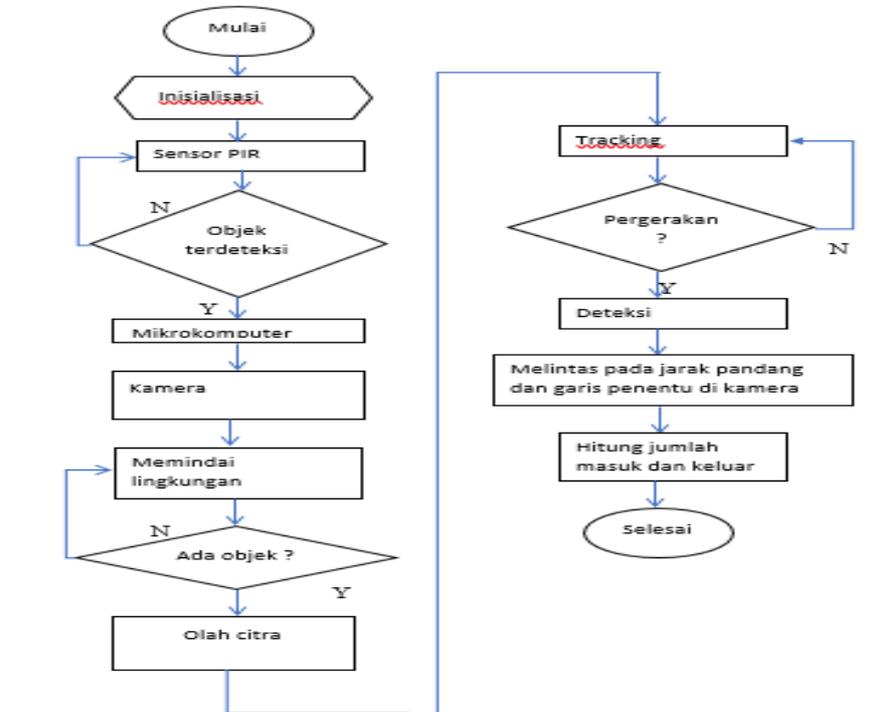
### 2.8 Camera

Dalam penelitian ini menggunakan dua buah kamera khusus yaitu Raspberry Pi Camera dan USB Kamera. Dalam penggunaan dua buah kamera yaitu untuk fungsi yang berbeda yaitu *People Counter* dan *Face Recognition* karena memiliki Modul kamera yang kompatibel dengan Raspberry Pi model A dan model B[4]. Menyediakan sensitivitas tinggi, crosstalk rendah Dan pengambilan gambar noise rendah dalam ultra kecil dan

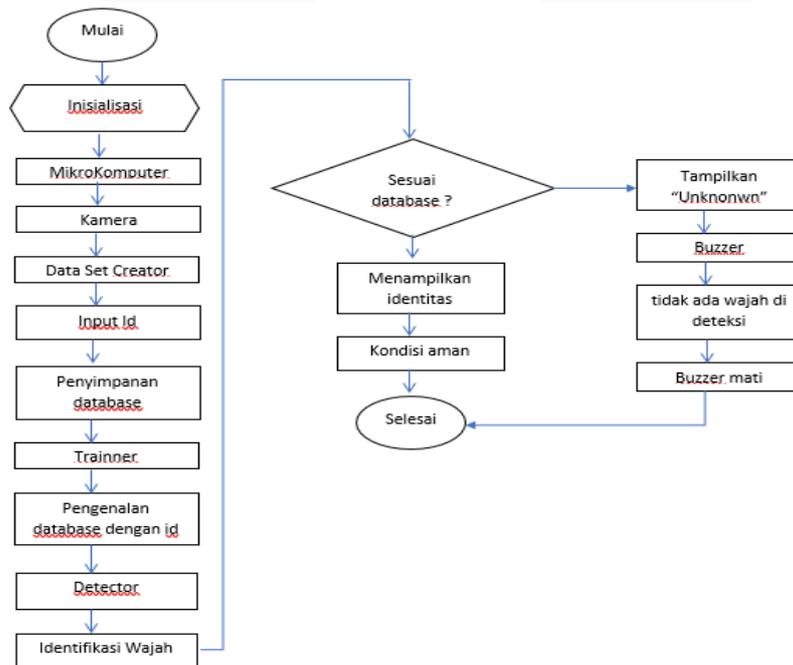
ringan Desain. Modul kamera terhubung ke Raspberry Pi papan melalui konektor CSI yang dirancang khusus untuk Berinteraksi dengan kamera Bus CSI mampu sangat Kecepatan data yang tinggi, dan secara eksklusif membawa data piksel ke Prosesor BCM2835.

## 2.9 Flowchart Sistem

### 1. Flowchart Sistem *Pople Counter*



### 2. Flowchart Sistem *Face Recognition*



### 3. Pembahasan

#### 3.1. Desain Sistem

Pada tugas akhir ini dirancang sebuah sistem pemantauan untuk di jalanan berbasis *image processing* dan terintegrasi dengan sensor pendeteksi manusia. Sistem ini dirancang untuk mendeteksi pergerakan manusia dengan sebuah sensor pendeteksi yang terhubung dengan kamera[10,18]. Pada desain sistem ini dirancang sehingga dapat mempermudah pemakainya dan memberikan pemantauan bagi pengguna jalan kecil, ruangan atau bangunan. Sistem pemantauan ini dapat menghitung jumlah manusia yang keluar dan masuk jika terdeteksi oleh kamera sehingga dapat memberikan informasi mengenai keadaan suatu ruangan yang sedang dipantau[11]. Sistem ini juga dilengkapi dengan pengenalan wajah setiap manusia yang terdeteksi sesuai dengan *database* yang disimpan dan akan disesuaikan dengan wajah yang terdeteksi[12,16].

#### 3.2. Desain Perangkat Lunak

3.2.1. perangkat lunak yang digunakan pada Raspberry Pi 3 untuk membuat sistem yaitu :

1. OS Rasbian Jessie
2. Python 2
3. OpenCV

3.2.2. perangkat lunak yang digunakan pada PC (Personal Computer) untuk membuat sistem sehingga jalur komunikasi wireless yaitu :

1. OS Windows 10
2. VNC Viewer
3. Putty

#### 3.3. Spesifikasi Sub Sistem

##### 3.3.1. Sub Sistem Sensor

Pada bagian sub sistem sensor merupakan indikator awal untuk pengaktifan sistem keamanan ini, karena keluaran dari sensor ini akan menjadi masukan untuk sub sistem selanjutnya yaitu sub sistem pengolahan citra. Sub sistem ini adalah sub sistem yang akan selalu aktif dibandingkan sub sistem lainnya karena masukan dari sistem keamanan ini berada pada sub sistem sensor sebagai pendeteksi objek sehingga sub sistem ini jika sistem keamanan mulai diaktifkan akan selalu menyala. Dalam subsistem ini juga terdapat sensor cahaya yang berfungsi untuk menentukan kondisi pencahayaan lingkungan terpenuhi untuk dilakukan pengolahan citra atau tidak

##### 3.3.2. Sub Sistem Pengolahan Citra

Pada sub sistem pengolahan citra merupakan sub sistem yang melakukan pengolahan citra terhadap objek yang terdeteksi, melakukan analisis terhadap gerakan-gerakan objek yang terdeteksi dan menampilkan hasil rekamannya juga ke monitor komputer. Adapun flowchar sub sistem pengolahan citra sebagai berikut.

##### 3.3.3. Sub Sistem Konsumsi Daya

Pada sub sistem ini berfungsi untuk memonitoring konsumsi daya yang dipakai oleh sistem. Pada sistem ini penulis hanya memonitoring konsumsi daya yang digunakan yaitu sensor PIR, LDR, USB Kamera, sedangkan Raspberry Pi Camera dianggap default yaitu dengan tegangan 5V dan arus 2A.

### 4. Kesimpulan

Kesimpulan yang di dapat dari analisa dan pengujian pada tugas akhir ini adalah

1. Nilai Threshold 500 relatif lebih baik digunakan dalam penelitian people counter di tugas akhir ini.
2. Setiap jarak yang berbeda memiliki nilai Threshold yang berbeda sehingga hasil yang didapatkan menjadi relatif lebih baik.
3. Dalam proses display pada people counter membutuhkan waktu delay sekitar 1-3 detik.
4. Manusia dapat terdeteksi dengan delay sekitar 1-2 detik di lintasan kamera.
5. Dari hasil pengujian dan analisa jarak maksimal untuk face recognition adalah 1 meter sehingga wajah yang sudah ada di dalam database tetap dapat dikenali dan menampilkan informasi berupa nama.
6. Dalam proses display pada face recognition membutuhkan waktu delay sekitar 5-10 detik.
7. Monitorng konsumsi daya relatif setabil setiap jangka waktu yang digunakan sebagai data penelitian yaitu 5 menit sebesar 27,73 watt

8. Nilai sensor cahaya relatif stabil dan mendapatkan nilai sebesar dibawah 700. Nilai yang cukup baik untuk melakukan proses pengolahan citra karena intensitas cahaya sangat berpengaruh untuk pendeteksian pergerakan ataupun wajah.

#### Daftar Pustaka

- [1] W. K. Pratt, *Digital Image Processing - Part II*. 1978.
- [2] A. Ahuja, "Integration of nature and technology for smart cities," *Integr. Nat. Technol. Smart Cities*, pp. 1–404, 2016.
- [3] A. Lady, "Introducing the Raspberry Pi 2 - Model B," pp. 1–34, 2015.
- [4] A. Mitiche and J. Aggarwal, *Computer Vision Analysis of Image Motion by Variational Methods*. 2013.
- [5] T. Agus, S. Wibawa, and A. Saleh, "Aplikasi Pengolahan Citra Berbasis Gerakan Tangan Untuk Pengendali Robot Soccer Wireless," *Eepis-Its*, pp. 1–8, 2012.
- [6] E. Berbasis, R. Pi, R. V. Cahyadi, J. T. Elektro, F. Teknik, and U. K. Maranatha, "DESIGN OF WEBCAM MOVEMENT USING FACE POSITION CHANGES WITH EIGENFACE METHOD BASED ON," no. 1122003.
- [7] A. Ahuja, "Integration of nature and technology for smart cities," *Integr. Nat. Technol. Smart Cities*, pp. 1–404, 2016.
- [8] C. M. C. C. M. Bishop, "Pattern Recognition and Machine Learning," *Pattern Recognit.*, vol. 4, no. 4, p. 738, 2006.
- [9] C. C. J. C. Burges, "A Tutorial on Support Vector Machines for Pattern Recognition," *Data Min. Knowl. Discov.*, vol. 2, no. 2, pp. 121–167, 1998.
- [10] H. Mulyawan, M. Z. H. Samson, and Setiawardhana, "Identifikasi Dan Tracking Objek Berbasis Image," pp. 1–5, 2011.
- [11] C. M. Bishop, *Pattern Recognition and Machine Learning*, vol. 4, no. 4. 2006.
- [12] D. S. Suresh and M. P. Lavanya, "Motion Detection and Tracking using Background Subtraction and Consecutive Frames Difference Method," vol. 1, no. 5, pp. 16–22, 2014.
- [13] D. N. Parmar and B. B. Mehta, "Face Recognition Methods & Applications," *Int. J. Comput. Technol. Appl.*, vol. 4, no. 1, pp. 84–86, 2013.
- [14] B. Permana, A. Rusdinar, F. T. Elektro, and U. Telkom, "Wajah Real Time Dengan Metode Haar Cascade Classifier Untuk Human-Robot Interaction Using Real Time Face Detection With Haar Cascade," vol. 2, no. 2, pp. 2206–2213, 2015.
- [15] H. Santoso and A. Harjoko, "Haar Cascade Classifier dan Algoritma Adaboost untuk Deteksi Banyak Wajah dalam Ruang Kelas," *Jurnal Teknologi AKPRIND*, vol. 6, no. 2. pp. 108–115, 2013.
- [16] A. Hofhauser, A. Hofhauser, C. Steger, C. Steger, N. Navab, and N. Navab, *Computer Vision and Computer Graphics. Theory and Applications*, vol. 24. 2009.
- [17] A. Solichin and A. Harjoko, "Metode Background Subtraction untuk Deteksi Obyek Pejalan Kaki pada Lingkungan Statis," *Jur. Ilmu Komput. dan Elektron. Fak. MIPA, Univ. Gajah Mada, Yogyakarta*, pp. 1–6, 2013.
- [18] E. Guillen-Garcia, A. Zorita-Lamadrid, O. Duque-Perez, L. Morales-Velazquez, R. Osornio-Rios, and R. Romero-Troncoso, "Power Consumption Analysis of Electrical Installations at Healthcare Facility," *Energies*, vol. 10, no. 1, p. 64, 2017.
- [19] P. Chodon, D. M. Adhikari, R. Biswa, and S. Gyeltshen, "Passive Infrared ( PIR ) Sensor Based Security System," no. June, pp. 2–6, 2013.
- [20] A. Solichin and A. Harjoko, "Metode Background Subtraction untuk Deteksi Obyek Pejalan Kaki pada Lingkungan Statis," *Jur. Ilmu Komput. dan Elektron. Fak. MIPA, Univ. Gajah Mada, Yogyakarta*, pp. 1–6, 2013.
- [21] D. F. Akbar, "Object Tracking Berbasis Background Subtraction dan Kalman Filter."
- [22] E. Ardianto and W. Hadikurniawati, "Implementasi Metode Image Subtracting dan Metode Regionprops untuk Mendeteksi Jumlah Objek Berwarna RGB pada File Video," *J. Teknol. Inf. Din.*, vol. 18, no. 2, pp. 91–100, 2013.
- [23] R. E. Binarahandra, W. Hapsari, and J. K. T, "Substraksi Background Dan Deteksi Bayangan," no. 1, pp. 1–15.
- [24] J. T. Informatika, S. Tinggi, and T. Telkom, "Pemanfaatan operasi morfologi untuk proses pendeteksian sisi pada pengolahan citra digital," *Pattern Recognit.*, pp. 106–113, 2006.
- [25] B. S. Morse, "Lecture 4: Thresholding," *Reading*, pp. 1998–2000, 2000.
- [26] E. Wahyudi and H. Kusuma, "Teknik Pengenalan Wajah Berbasis Fitur Local Binary Pattern ( Lbp )," pp. 1–6, 2012