

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI TRACKING OBYEK MANUSIA UNTUK AUTONOMOUS CAR

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF HUMAN OBJECT TRACKING FOR AUTONOMOUS CAR

Neina Oktavia Sariningsih¹, Dr.-Ing Fiky Yosef S. S.T., M.T.², Ig. Prasetya Dwi W., S.T., M.Eng.³

^{1,2}Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

³Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

neinaoktavia@students.telkomuniversity.ac.id, fikyosefs@telkomuniversity.ac.id, prasdwiwawa@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Semakin tingginya kebutuhan manusia terhadap sistem keamanan berbasis tracking yang dapat bekerja secara otomatis, membuat bermunculan metode dan teknik baru guna memenuhi kebutuhan tersebut. Sebagai contohnya adalah bermunculan berbagai macam metode dalam hal ekstraksi ciri. Pada object tracking, ekstraksi ciri menjadi salah satu tugas utama dalam melacak sebuah objek dimana ciri yang digunakan harus tahan terhadap berbagai kondisi karena objek selalu bergerak bebas dalam video. Pelacakan suatu objek bergerak sangat berguna untuk membantu tugas penting dalam aplikasi komputer vision seperti: pengenalan gerakan, pelacakan kendaraan, penghitungan jumlah kendaraan, *augmented reality* dan video kompresi.

Sehingga pada tugas akhir ini, dirancang sebuah sistem *multiple object tracking* dengan metode *image processing*. Dengan memanfaatkan teknologi tersebut, akan di buat perancangan dan implementasi pendeteksi manusia untuk sebuah *autonomous car*. Dengan menggunakan sebuah kamera untuk mendeteksi manusia yang nantinya akan di proses oleh *Raspberry Pi 2 model B*. Kamera tersebut akan mengikuti pergerakan manusia dengan bantuan motor servo. Apabila kamera mendeteksi manusia yang berada di depan *autonomous car* saat sedang melaju, raspberry akan mengirimkan data bahwa ada manusia yang terdeteksi di depan maupun menuju mobil tersebut.

Hasil dari proyek ini di harapkan dapat memberikan keselamatan bagi para pengguna *autonomous car* maupun semua pejalan kaki serta dapat mengurangi tingkat kemungkinan kecelakaan dari *autonomous car*.

Kata kunci : *Image Processing, Autonomous Car, Raspberry Pi 2 model B*

Abstract

Increasing human needs for security-based tracking system that can work automatically, making popping new methods and techniques to meet these needs. As an example of this is popping a variety of methods in terms of extraction characteristics. In the object tracking, feature extraction becomes one of the main tasks in tracking an object in which the characteristics used must be resistant to a variety of conditions because the object is always to move freely in the video. Tracking a moving object is very useful to help an important task in computer vision applications such as gesture recognition, vehicle tracking, counting the number of vehicles, augmented reality and video compression.

So in this final project, designed a system of multiple object tracking with image processing method. By utilizing these technologies, will create the design and implementation of human detector for an autonomous car. By using a camera to detect the human being which will be processed by Pi Raspbeery 2 Model B. The camera will follow the movement of people with the help of a servo motor. When the camera detects people who are in front of autonomous car while driving, rasperry will transmit data that no human being is detected in the front or toward the car.

Results from this project is expected to provide safety for the users autonomous car and all pedestrians and reduce the probability of accidents of the autonomous car.

Keywords: Image Processing, Autonomous Car, 2 Raspberry Pi model B

1. Pendahuluan

Computer vision adalah ilmu dan metode aplikasi dalam menggunakan komputer untuk memahami isi citra (*image content*). Area permasalahan dalam *computer vision* adalah pengukuran dan pemrosesan, yang dapat dilakukan dengan berbagai metode. Dari perkembangan *Computer Vision* inilah, memberikan kami ide untuk membuat sebuah

alat pendeteksi dan mengikuti warna atau biasa kita sebut *Tracking Object*. *Tracking object* bisa dipahami sebagai sebuah contoh kasus yang cukup istimewa dari sekian banyak permasalahan umum yang dipelajari dalam bidang *computer vision*. Tingginya perkembangan kemampuan dari suatu komputer saat ini dan meningkatnya kebutuhan akan analisa video dilakukan secara otomatis yang telah banyak sekali menghasilkan sesuatu yang hebat dan menarik dalam algoritma *tracking object*.

Pada tugas akhir ini peneliti akan membuat sistem yang bertujuan untuk melakukan tracking / pelacakan seorang manusia yang sedang menyebrang di depan kendaraan pada jarak yang bisa berubah-ubah sehingga tidak akan terjadi kecelakaan. Motivasi pada aplikasi khusus ini dikembangkan sebagai solusi dan perilaku yang baru untuk sebuah lingkup *autonomous car*. Dalam sistem ini kami menggunakan kamera sebagai sensor mata dari kendaraan tersebut. Setiap prosedur *tracking* dibagi dalam dua blok utama yang berperan dalam mencari objek dan mengikutinya. Yang pertama adalah permasalahan deteksi objek yang bisa diselesaikan melalui pemrosesan data sensor (kamera). Sedangkan untuk tugas yang kedua adalah mengenai pengendalian.

2. Dasar Teori

2.1. Autonomous Car

Kendaraan *autonomous* merupakan teknologi baru yang berpotensi untuk mengubah pola hidup masyarakat, untuk lebih spesifiknya, mengubah sistem transportasi yang menggerakkan masyarakat sehari-hari. Dengan diciptakannya kendaraan *autonomous*, diharapkan jaringan transportasi kedepannya bisa lebih aman. Kendaraan *autonomous* adalah kendaraan yang dapat beroperasi dengan aman dan efektif tanpa perlu dikendalikan oleh manusia. Kendaraan ini terdiri atas kumpulan sistem-sistem yang saling bekerja sama untuk memungkinkan kendaraan tersebut melintasi lingkungannya. Salah satu sistem yang paling penting adalah sensor. Contoh sensor yang umum digunakan antara lain: *Global Positioning System*, kamera video, LIDAR, dan RADAR. Kendaraan *autonomous* menggunakan sebuah komputer pusat untuk memproses data-data yang diterima oleh sensor. Dengan menggunakan algoritma yang berbeda-beda, komputer dapat menentukan jalur mana harus diambil. Baru kemudian komputer pusat memerintahkan mobil untuk melakukan tindakan yang sesuai.

2.2 Raspberry Pi

Raspberry Pi adalah salah satu single board computer atau mini computer yang paling populer di dunia. Raspberry Pi ini memiliki RAM sebesar 1GB. Bentuknya yang simpel serta dukungan komunitas dari seluruh dunia membuat Raspberry Pi menjadi mini computer yang paling banyak digunakan dan dibicarakan di seluruh dunia. Fitur pada Raspberry Pi ada HDMI untuk display nya, ada port USB, dan Port Ethernet untuk transfer data ke Raspberry Pi. Untuk catu dayanya, Raspberry Pi membutuhkan tegangan sebesar 5V.

2.3 Citra Digital

Citra sebagai keluaran suatu sistem perekaman data dapat bersifat optik berupa foto, bersifat analog berupa sinyal-sinyal video seperti gambar pada monitor televisi, atau bersifat digital yang dapat langsung disimpan pada suatu pita magnetik. Citra digital merupakan suatu larik dua dimensi atau suatu matriks yang elemen-elemennya menyatakan tingkat keabuan dari elemen gambar. Jadi informasi yang terkandung bersifat diskret. Citra digital tidak selalu merupakan hasil langsung data rekaman suatu sistem. Kadang-kadang hasil rekaman data bersifat kontinu seperti gambar pada monitor televisi, foto sinar-X, dan lain sebagainya. Dengan demikian untuk mendapatkan suatu citra digital diperlukan suatu proses konversi, sehingga citra tersebut selanjutnya dapat diproses dengan komputer.

2.4 Histogram of Oriented Gradient

Histogram of Oriented Gradient (HOG) adalah metode yang digunakan untuk deteksi obyek, histogram berisi channel-channel arah/orientasi gradient dari piksel-piksel pada gambar, dimana penampilan serta bentuk obyek dapat diketahui melalui hasil komputasi gradient dari citra. Tahap awal dari metode ini adalah dengan melakukan normalisasi gamma pada citra. Kemudian menghitung gradient dari setiap piksel citra, pembagian citra ke dalam cell, membentuk histogram dari masing-masing cell, membentuk blok dari setiap histogram dan terakhir melakukan normalisasi dari setiap block. Pada metode ini, fitur HOG dapat diperoleh dari membagi gambar ke dalam sel-sel berukuran $n \times n$, lalu dikelompokkan ke dalam blok-blok berukuran $2n \times 2n$ yang saling beririsan satu sama lain. Dari tiap sel masing-masing blok, di hitung magnitude dan orientasi gradient-nya. Nilai orientasi ini dihitung dengan menghitung konvolusi dengan matriks $\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ dan $\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}$ terlebih dahulu. Kemudian nilai orientasi tiap pikselnya dikuantisasi kedalam 9 kanal, yaitu $10^\circ, 30^\circ, 50^\circ, 70^\circ, 90^\circ, 110^\circ, 130^\circ, 150^\circ$, dan 170° menggunakan histogram. Kontribusi piksel terhadap tiap kanal bergantung pada nilai gradient magnitude-nya. Nilai-nilai dari seluruh kanal dari tiap sel

dimasukkan kedalam vektor.

2.5 Support Vector Machine

Support Vector Machine adalah metode learning machine yang bekerja atas prinsip *Structural Risk Minimization* (SRM) dengan tujuan menemukan hyperplane terbaik yang memisahkan dua buah class pada input space. Prinsip dasar dari SVM adalah linear classifier dan selanjutnya dikembangkan agar dapat bekerja pada problem non-linear dengan cara memasukkan konsep kernel trick pada ruang kerja berdimensi tinggi. SVM melakukan ini dengan memetakan data training positif dan negatif ke dalam high-dimensional feature space berdasarkan fitur-fitur yang terkandung di dalam data tersebut. Setelah seluruh data training dipetakan, kemudian dihitung garis pemisah (hyperplane) diantara dua kelompok data tersebut yang memiliki margin paling besar ke vektor data latih positif dan negatif yang terdekat. Penentuan margin vektor-vektor data latih inilah yang disebut dengan support vector.

2.6 Computer vision

Computer vision adalah ilmu dan metode aplikasi dalam menggunakan komputer untuk memahami isi citra (*image content*). Area permasalahan dalam *computer vision* adalah pengukuran dan pemrosesan, yang dapat dilakukan dengan berbagai metode. Beberapa area permasalahan *computer vision* adalah sebagai berikut:

- *Recognition/Pengenalan* bertujuan mengenali objek data citra, aplikasinya seperti *Content Based Image Retrieval* (CBIR), *Optical Character Recognition* (OCR).
- *Motion/gerakan* bertujuan mengenali data citra bergerak. Aplikasinya seperti Egomotion yang membagi gerakan 3D dari kamera, Tracking yang memperkirakan satu atau beberapa objek dalam citra bergerak
- *Restorasi citra*, bertujuan untuk mendapatkan data citra, citra bergerak atau objek 3D tanpa *noise*.

2.7 OpenCV

Dalam pengerjaan tugas akhir ini, peneliti menggunakan salah satu software untuk mengolah citra yaitu OpenCV. OpenCV (*Open Source Computer Vision Library*) adalah sebuah pustaka perangkat lunak yang ditujukan untuk pengolahan citra dinamis secara real-time, yang dibuat oleh Intel, dan sekarang didukung oleh Willow Garage dan Itseez. Program ini bebas dan berada dalam naungan sumber terbuka dari lisensi BSD. Pustaka ini merupakan pustaka lintas platform. Program ini didedikasikan sebageian besar untuk pengolahan citra secara real-time. Jika pustaka ini menemukan pustaka *Integrated Performance Primitives* dari intel dalam sistem komputer, maka program ini akan menggunakan rutin ini untuk mempercepat proses kerja program ini secara otomatis.

2.8 Kamera Web

Kamera web atau kamera ramatraya adalah sebutan bagi kamera waktu-nyata (bermakna keadaan pada saat ini juga) yang gambarnya bisa dilihat melalui program pengolah pesan cepat, atau aplikasi pemanggilan video. Istilah kamera ramatraya merujuk pada teknologi secara umumnya, sehingga kata ramatraya kadang-kadang diganti dengan kata lain yang memberikan pemandangan yang ditampilkan di kamera, misalnya *StreetCam* yang memperlihatkan pemandangan jalan. *Frame rate* mengindikasikan jumlah gambar sebuah software dapat ambil dan transfer dalam satu detik. Untuk streaming video, dibutuhkan minimal 15 frame per second (fps) atau idealnya 30 fps. Untuk mendapatkan frame rate yang tinggi, dibutuhkan koneksi internet yang tinggi kecepatannya. Sebuah web camera tidak harus selalu terhubung dengan komputer, ada web camera yang memiliki software webcam dan web server *bulit-in*, sehingga yang diperlukan hanyalah koneksi internet. Web camera seperti ini dinamakan "*network camera*". Kita juga bisa menghindari penggunaan kabel dengan menggunakan hubungan radio, koneksi Ethernet ataupun WiFi.

3. Perancangan Sistem

3.1 Diagram Blok Sistem

Sistem kontrol yang akan dirancang pada tugas akhir ini akan diilustrasikan pada diagram berikut:



Gambar 1. Diagram perancangan sistem

Komponen dari Gambar 1 di atas, yaitu :

1. Kamera Web
2. Raspberry Pi 2 Model B
3. Autonomous Car

Perancangan sistem di atas adalah sistem pengenalan manusia menggunakan metode *image processing* yaitu dengan teknik *object tracking*. Setelah mengetahui posisi objek melalui kamera lalu diproses oleh raspberry pi 2 model b.

Berdasarkan gambar 3.1 *Input* dari kamera yang ditangkap berbentuk citra digital. Citra digital berupa matrix $m \times n$, lalu citra tersebut diproses menggunakan metode *coloring filter*, untuk mendapatkan warna pada gambar. Setelah warna telah didapat maka proses selanjutnya adalah pemisahan warna dengan latarnya yaitu dengan proses segmentasi warna. Tahap selanjutnya yaitu tahap *thresholding* untuk mengubah citra menjadi 2 warna saja. Lalu proses selanjutnya yaitu erosi dan dilasi, dan yang terakhir yaitu citra tersebut. Lalu selanjutnya akan diproses menggunakan metode *Histogram of Oriented Gradient* dan *Support Vector Machine*.

3.2 Perancangan Pengolah Citra

Pada perancangan pengolah citra ini akan dirancang pendeteksi objek berupa manusia dengan menggunakan OpenCV. Pengolah citra ini akan mendeteksi objek manusia yang diproses menggunakan metode Histogram of Oriented Gradient (HOG) dan Support Vector Machine (SVM) dalam real time dan akan memberikan koordinat pixel sumbu x objek tersebut dalam frame. Nilai koordinat ini akan dijadikan nilai masukan sensor pada pengendali. Kamera yang digunakan menggunakan usb cam. Format resolusi yang digunakan yaitu 160x120 pixel.

3.2.1 Blob Analysis

Untuk membuat bbox, penentuan titik centroid atau titik tengah objek yang terdeteksi menggunakan metode blob Analysis. Blob Analysis adalah metode untuk menghitung statistik untuk daerah yang berlabel atau daerah yang saling terkoneksi dalam satu region. Pada penelitian ini, fitur dari pendekatan letak atau posisi objek menggunakan properti BoundingBox dan properti Centroid dari fungsi *regionprops*. Yang mana fungsi BoundingBox adalah fungsi untuk membuat persegi panjang yang memuat region atau objek-objek yang terdeteksi sebagai manusia, dan fungsi centroid adalah fungsi untuk menentukan titik tengah (pusat) dari region atau objek yang terdeteksi sebagai manusia.

3.2.2 Region Props

Region properties (regionprops) adalah sebuah fungsi yang dimiliki matlab untuk mengukur sekumpulan properti-properti dari setiap region yang telah dilabeli dalam matriks label L. Bilangan integer positif yang merupakan elemen dari L berkorespondensi dengan region yang bersesuaian. Area, panjang major axis, dan panjang minor axis yang digunakan merupakan sebagian dari properti yang dihasilkan fungsi *regionprops*. Berikut algoritma dari *regionprops* :

3.2.3 Bounding Box

BoundingBox adalah persegi panjang yang memuat semua region. Sedangkan properti centroid didefinisikan sebagai titik tengah atau pusat dari region. Elemen pertama dari centroid adalah koordinat horizontal ("X" koordinat) dari objek, dan elemen kedua dari centroid adalah koordinat vertikal ("Y" koordinat) dari objek. Berikut algoritma dari bounding box :

3.3 Perancangan Raspberry Pi

Raspberry adalah board mini pc/single board computer yang bisa di program sesuai keinginan user. Disebut mini pc karena Raspberry memiliki spesifikasi seperti komputer pada umumnya yaitu, HDMI, Port USB, Konektor LAN, Konektor kamera dan pin-pin lainnya. Selain itu Raspberry juga mempunyai jenis RAM yang sebesar 1Gigabytes. Sebelum menggunakannya, Biasanya Raspberry Pi harus di install dengan OS resmi dari Raspberry Pi, Raspbian. Namun penulis menggunakan OS Ubuntu Mate.

Dalam perancangan ini, Raspberry Pi akan mengirimkan data posisi objek melalui LCD (*Liquid Crystal Display*) sehingga kita dapat melihat titik koordinat dari objek tersebut melalui LCD.

3.3.1 *Liquid Crystal Display (LCD)*

LCD sebuah *liquid crystal display* atau perangkat elektronik yang dapat digunakan untuk menampilkan angka atau teks. Ada dua jenis utama layar LCD yang dapat menampilkan numerik (digunakan dalam jam tangan, kalkulator dll) dan menampilkan teks alfanumerik (sering digunakan pada mesin foto kopi dan telepon genggam). Dalam menampilkan numerik ini kristal yang dibentuk menjadi bar, dan dalam menampilkan alfanumerik kristal hanya diatur kedalam pola titik. Setiap kristal memiliki sambungan listrik individu sehingga dapat dikontrol secara independen. Ketika kristal off (yakni tidak ada arus yang melalui kristal) cahaya kristal terlihat sama dengan bahan latar belakangnya, sehingga kristal tidak dapat terlihat. Namun ketika arus listrik melewati kristal, itu akan merubah bentuk dan menyerap lebih banyak cahaya. Hal ini membuat kristal terlihat lebih gelap dari penglihatan mata manusia sehingga bentuk titik atau bar dapat dilihat dari perbedaan latar belakang. Sangat penting untuk menyadari perbedaan antara layar LCD dan layar LED.

1. Pembahasan

4.1 Pengujian estimasi jarak

Untuk mengetahui berapa estimasi jarak objek yang terdeteksi dengan kamera.

Pengujian objek berjarak 3 meter

Frame ke	Koordinat X (pixel)	Sudut (derajat)	Estimasi Jarak (cm)	Error (cm)
1	195	23.58036987	278.1166	21.8834
2	192	24.25561713	316.7739	16.7739
3	192	24.36278036	322.9089	22.9089
4	185	23.95478927	299.5518	0.4482
5	188	24.05630524	305.3635	5.3635
6	191	24.27957348	318.1454	18.1454
7	225	21.05438563	284.0333	15.9667
8	224	20.6015084	301.3179	1.3179
9	171	20.64646458	299.6021	0.3979
10	162	20.48898035	305.6126	5.6126

Pengujian objek berjarak 4 meter

Frame ke	Koordinat X (pixel)	Sudut (derajat)	Estimasi Jarak (cm)	Error (cm)
1	147	17.82341482	407.3469	7.3469
2	148	17.54748357	417.8781	17.8781
3	147	17.15316713	432.9276	32.9276
4	153	18.07001249	397.9352	2.0648
5	151	17.88755357	404.8989	4.8989

6	151	17.85920249	405.981	5.981
7	151	17.79135454	408.5705	8.5705
8	150	17.37490414	424.4648	24.4648
9	150	17.39695458	423.6232	23.6232
10	227	18.29976686	389.1664	10.8336

Pengujian objek berjarak 5 meter

Frame ke	Koordinat X (pixel)	Sudut (derajat)	Estimasi Jarak (cm)	Error (cm)
1	183	15.8717677	481.8336	18.1664
2	181	14.63145253	529.1716	29.1716
3	171	15.31701387	503.0064	3.0064
4	169	15.50622153	495.7851	4.2149
5	158	15.45549012	497.7213	2.2787
6	159	15.86421171	482.122	17.878
7	164	15.83659893	483.1759	16.8241
8	155	15.83248437	483.3329	16.6671
9	166	15.81223334	484.1058	15.8942
10	169	15.35872759	501.4144	1.4144

Dari tabel di atas terlihat masih terdapat error yang terjadi dengan rata-rata nilai error 13.5849, 15.61537, 13.7107. Tetapi ini terjadi karena berpindahnya objek dari set point, sehingga terjadinya perbedaan estimasi jarak pada penelitian ini.

Dari semua pengujian di atas dapat kita ketahui bahwa estimasi jarak sudah termasuk berhasil namun belum presisi dengan jarak sebenarnya. Di karenakan objek bergerak dari setpointnya. Dan dapat kita lihat semakin kecil sudut yang di hasilkan, maka jarak objek semakin jauh dari titik sumber (kamera).

4.2 Pengujian pengaruh intensitas cahaya dalam mendeteksi objek

Untuk mengetahui bagaimana pengaruh intensitas cahaya pada saat mendeteksi objek.

Pengujian dalam keadaan terang

Frame ke	Koordinat X (pixel)	Koordinat Y (pixel)	Detik ke
1	166	102	4
2	160	107	7
3	41	117	11
4	129	76	13
5	167	77	17

Pengujian dalam keadaan gelap

Frame ke	Koordinat X (pixel)	Koordinat Y (pixel)	Detik ke
1	36	105	105
2	36	107	110
3	34	103	113
4	42	113	127
5	34	120	133

Dari percobaan di atas dapat kita ketahui bahwa intensitas cahaya sangat berpengaruh pada saat mendeteksi objek. Saat lampu menyala atau terang maka pendeteksian akan lebih mudah dan mendapat hasil yang banyak. Apabila dalam keadaan lampu mati atau gelap, pendeteksian sangat susah dan yang tertangkap saat deteksi hanya yang sedikit terkena cahaya.

Kesimpulan

Berdasarkan dari penelitian yang di lakukan dapat di simpulkan bahwa:

1. Mendeteksi objek manusia dapat di lakukan menggunakan metode Histogram of Oriented Gradient (HOG) dan Support Vector Machine (SVM)
2. Apabila menggunakan Raspberry Pi terjadi delay saat mendeteksi objek
3. Estimasi jarak pada alat ini hanya mampu mengestimasi jarak mulai dari 3 meter.
4. Intensitas cahaya sangat berpengaruh dalam mendeteksi citra, sehingga pada saat keadaan terang, kerja alat berfungsi dengan baik dan apabila dalam keadaan gelap hanya mampu mendeteksi beberapa kali saja.
5. Keseluruhan sistem berhasil seperti apa yang di harapkan karena dapat mendeteksi objek manusia dengan baik dan mengetahui titik koordinatnya.

Saran

Saran yang dapat di ambil dari pengujian di atas adalah :

1. Sebaiknya processor yang di pakai mempunyai kapasitas yang lebih agar tidak terjadi delay dalam membaca citra.
2. Kamera yang di gunakan, kamera inframerah agar dapat mendeteksi saat keadaan gelap.
3. Alat ini dapat di kembangkan lagi dan langsung dihubungkan dengan autonomous car.
4. Gunakan operating sistem selain Ubuntu, karena masih banyak kekurangannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] O. Sidla, Y. Lypetsky, N. Brandle, and S. Seer. *Pedestrian detection and tracking for counting applications in crowded situations*. In IEEE International Conference on Video and Signal Based Surveillance, 2006.
- [2] P. Viola, M.J. Jones, and D. Snow. *Detecting pedestrians using patterns of motion and appearance*. 2005.
- [3] Bradsky, G., & Kaehler, A. 2008. *Learning OpenCV Computer Vision with the OpenCV Library*. O'Reilly Media.
- [4] C. Zeng and H. Ma, "Robust head-shoulder detection by pcabasedmultilevel hog-lbp detector for people counting," in Pattern Recognition(ICPR), 2010 20th International Conference on. IEEE, 2010, pp. 2069–2072.
- [5] Dalal, N., Triggs, B.: Histograms of oriented gradients for human detection. In: IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. Volume 1. (2005) 886–89
- [6] T. Ojala, M. Pietikäinen and T. Mäenpää. Multiresolution gray scale and rotation invariant texture analysis with local binary patterns. In PAMI, 2002.

- [7] T u. Jinhui, Zhang Cao and Hao Pengwei. Robust Real-Time Attention-Based Head-Shoulder Detection For Video Surveillance. Beijing: Peking University
- [8] X . Y. Wang, X. Han and S. C. Yan. An HOG-LBP human detector with partial occlusion handling. In ICCV, 2009.
- [9] Y .Takayanagi and J. Katto, "Human body de-tection using HOG with additional color fea-tures, International Workshop on Advanced Im-age Technology, 2010.
- [10] Hadiana, Dian. Analisis dan Implementasi Deteksi Kepala-Bahu untuk People Counting dengan Multilevel HOG Detector.
- [11] Ilmi, Reza. Perancangan dan Implementasi Histogram of Oriented Gradients dan Support Vector Machines (HOG+SVM) untuk Mendeteksi Objek Pejalan Kaki Pada Aplikasi Mobile Berbasis Android.

