

Pendeteksi Posisi Keberadaan Manusia dalam Ruangan Menggunakan Metode Perbedaan Citra dengan Sensor Webcam

Human Position Detection in the Room Based on Image Difference Method Using Webcam Sensor

Yockie Andika Mulyono^{1*}, Daniel Setiadikarunia²

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro, Universitas Kristen Maranatha

Jl. Suria Sumantri 65 Bandung 40164

yockieandika@gmail.com^{1*}, blessed_dsk@yahoo.com²

Abstrak – Dalam artikel ini disajikan perancangan dan realisasi sistem pendeteksi posisi keberadaan manusia dalam ruangan menggunakan sensor webcam. Sistem ini dapat diterapkan pada robot, sehingga robot mempunyai kemampuan untuk mendeteksi posisi manusia. Untuk mengetahui ada atau tidak ada manusia digunakan deteksi gerak. Metode deteksi gerak yang digunakan adalah metode perbedaan citra terhadap dua citra berurutan dari video yang ditangkap oleh webcam. Bila terdapat perbedaan citra yang melebihi nilai tertentu, maka terdeteksi adanya gerakan dan dianggap ada manusia dalam ruangan. Posisi keberadaan manusia diperoleh dengan menggabungkan hasil deteksi gerak dengan informasi sudut/arrah webcam saat terdeteksi adanya gerakan. Dari hasil pengujian diperoleh pendeteksi yang direalisasikan memiliki tingkat keberhasilan sebesar 100% dalam mendeteksi posisi keberadaan manusia untuk kondisi yang telah ditentukan, yaitu nilai Delta_piksel (banyaknya piksel yang berbeda) 500 dan delay 0,05 detik. Sistem ini dapat melakukan pendeteksian posisi objek dengan rata-rata kecepatan gerak objek sampai 0,5 m/s.

Kata Kunci: deteksi gerak, deteksi posisi, metode perbedaan citra, webcam

Abstract – In this article, the design and realization of a detection system for position of human existence within a room using a webcam sensor is presented. This system can be applied to robots, so robots have the ability to detect human position. Motion detection is used to find out whether or not there is human. The motion detection method used is the image difference method of two consecutive images from the video captured by the webcam. If there are differences in the image that exceeds a certain value, then a movement is detected and is considered to be a human in the room. The position of human existence is obtained by combining the results of motion detection with information on the webcam angle/direction when a motion is detected. From the test results obtained that the realized detector has a success rate of 100% in detecting the position of human existence for predetermined conditions, namely the value of Delta_piksel (the number of different pixels) 500 and a delay of 0.05 seconds. This system can detect object position with an average velocity of objects up to 0.5 m/s.

Keywords: motion detection, position detection, image difference method, webcam

1. Pendahuluan

Kemampuan robot terus dikembangkan, agar robot mempunyai kemampuan seperti manusia. Robot dapat dijadikan sebagai robot penyapa dan pemberi informasi pada tamu yang hadir dalam suatu ruangan. Untuk itu robot harus mempunyai kemampuan untuk mengetahui posisi keberadaan manusia, kemudian menghampiri manusia tersebut dan menyapanya. Robot dapat mengetahui posisi keberadaan manusia jika robot mempunyai sensor yang berfungsi untuk mendeteksi keberadaan manusia. Salah satu sensor yang dapat digunakan adalah kamera. Kamera dapat difungsikan sebagai indera penglihatan bagi robot. Akan tetapi kamera hanya dapat menangkap gambar, tidak mampu memberikan informasi apakah ada manusia atau tidak dan di mana posisi keberadaan manusia tersebut jika ada. Oleh karena itu muncul dua permasalahan yang harus dicari solusinya. Pertama, bagaimana robot dapat mendeteksi ada manusia atau tidak dalam suatu ruangan berdasarkan citra hasil tangkapan kamera. Permasalahan kedua adalah bagaimana robot mengetahui posisi keberadaan manusia berdasarkan citra hasil tangkapan kamera. Salah satu cara untuk mendeteksi ada manusia atau tidak adalah dengan mendeteksi apakah ada pergerakan objek atau tidak. Bila ada pergerakan objek, maka dapat dianggap ada manusia. Untuk mendeteksi adanya pergerakan objek menggunakan sensor kamera adalah dengan membandingkan citra-citra yang ditangkap kamera secara berurutan [1]. Deteksi gerak dengan teknik ini dikenal sebagai metode perbedaan temporal atau metode perbedaan *frame*.

Bila ada perbedaan antara citra yang ditangkap kamera secara berurutan, maka dianggap ada pergerakan objek. Dengan menggabungkan deteksi gerak dan arah dari kamera ketika terdeteksi adanya gerakan objek, maka posisi atau arah keberadaan manusia dalam ruangan dapat diketahui.

Dalam literatur diketahui terdapat beberapa pendekatan untuk deteksi gerak. Menurut Mishra dkk. [2], terdapat tiga metode yang banyak digunakan untuk deteksi gerak, yaitu pengurangan latar-belakang, aliran optik, dan perbedaan temporal. Zheng dkk. [3], menggunakan metode perbedaan *frame* dengan penentuan batas ambang secara otomatis berdasarkan informasi statistik untuk mendapatkan piksel-piksel yang berubah dari *frame-frame* video. Untuk mendapatkan area-area yang berubah atau bergerak digunakan operasi morfologi. Yong dkk. [4], melakukan penelitian empat metode deteksi gerak, yaitu perbedaan *frame* (membandingkan *frame* sekarang dengan *frame* sebelumnya dari video), pengurangan latar-belakang (membandingkan *frame* sekarang dengan *frame* pertama video), filter *pixellate* (mengganti piksel-piksel dalam beberapa area rektanguler dengan nilai rata-ratanya), dan *blob counter* (mengubah piksel-piksel citra menjadi kumpulan dari piksel-piksel super, yaitu menggabungkan kumpulan piksel-piksel yang masuk dalam rentang warna tertentu). Zhang dkk. [5] mengusulkan metode deteksi target bergerak dalam *frame-frame* video yang banyak noisennya. Metode yang diusulkan terdiri dari dua tahap deteksi. Pada tahap pertama, digunakan metode pengurangan latar-belakang dan metode morfologi untuk deteksi area perkiraan dari target. Pada tahap kedua, digunakan metode SUSAN (*Smallest Univalve Segment Assimilating Nucleus*) yang dimodifikasi untuk mendeteksi tepi yang akurat dari target dalam area perkiraan.

Dalam artikel ini, untuk mengetahui posisi keberadaan manusia dalam ruangan dengan sensor *webcam*, digunakan deteksi gerak dengan metode perbedaan *frame/citra* yang digabungkan dengan informasi arah dari *webcam* ketika terdeteksi adanya gerakan.

2. Metode Penelitian

Salah satu metode untuk deteksi gerak adalah metode perbedaan temporal atau metode perbedaan citra (*frame*). Metode perbedaan citra yang paling sederhana adalah dengan menentukan perbedaan absolut antara dua citra (*frame*) video yang berurutan. Fungsi perbedaan absolut piksel, $\Delta(i, j)$ antara dua citra berurutan diekspresikan oleh Persamaan 1 [1],

$$\Delta(i, j) = |I_n(i, j) - I_{n-1}(i, j)| \quad (1)$$

dengan $\Delta(i, j)$ merupakan hasil perbedaan absolut nilai piksel (i, j) antara dua citra berurutan. $I_n(i, j)$ dan $I_{n-1}(i, j)$ berturut-turut merupakan nilai piksel (i, j) citra *grayscale* ke- n dan citra *grayscale* ke- $(n-1)$.

Algoritma deteksi gerak menggunakan metode perbedaan citra yang diimplementasikan dalam artikel ini dapat dideskripsikan sebagai berikut:

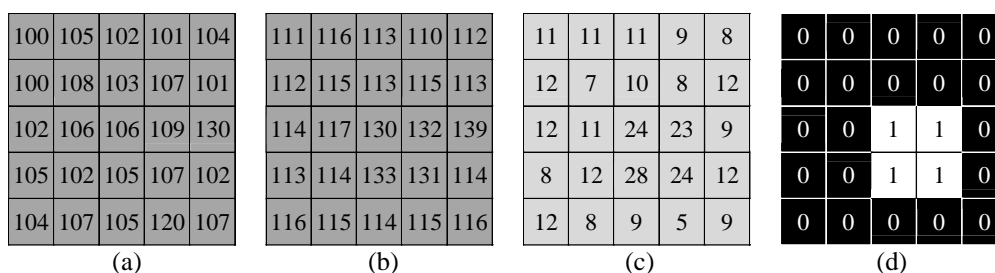
- a. Ambil dua citra berurutan yang diperoleh dari *webcam*, yaitu I_n dan I_{n-1}
- b. Jika citra yang diperoleh adalah citra RGB, maka diubah dulu menjadi citra *Grayscale*
- c. Hitung $\Delta(i, j)$ dan bentuk citra/frame baru berupa citra hitam-putih berdasarkan nilai $\Delta(i, j)$ yang diperoleh, yaitu jika $\Delta(i, j) \geq Threshold$, maka piksel (i, j) pada citra baru dibuat jadi piksel putih, sedangkan jika $\Delta(i, j) < Threshold$, maka piksel (i, j) pada citra baru dibuat jadi piksel hitam.
 Contoh: Gambar 1a dan 1b, merupakan contoh dua buah citra berurutan dengan ukuran 5x5 piksel. Hasil perbedaan absolut piksel antara kedua citra berurutan, $\Delta(i, j)$ ditunjukkan pada Gambar 1c. Gambar 1d, merupakan citra baru, citra hitam-putih yang diperoleh menggunakan nilai $Threshold = 20$.
- d. Dari citra hitam-putih baru yang diperoleh, hitung banyaknya piksel yang berwarna putih yang berdekatan. Jika banyaknya piksel putih lebih besar dari suatu nilai tertentu, maka dianggap ada pergerakan dalam citra yang dibandingkan.

3. Hasil dan Pembahasan

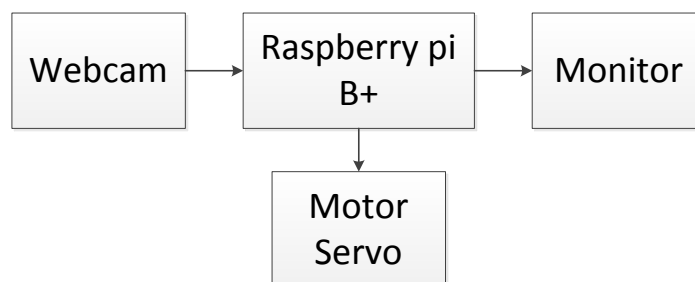
3.1. Perancangan Sistem

Diagram blok sistem pendeteksi posisi keberadaan manusia dalam ruangan menggunakan metode perbedaan citra dengan sensor *webcam* ditunjukkan dalam Gambar 2.

Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa sistem yang dirancang ini, secara garis besar terdiri dari *webcam* dengan motor servo sebagai penggerak *webcam*, Raspberry PI, dan monitor. *Webcam* akan bergerak dengan rentang 180 derajat untuk mengambil gambar, kemudian gambar ini selanjutnya digunakan sebagai masukan yang akan diproses di dalam Raspberry PI. Pada Raspberry PI, gambar-gambar akan diproses, sehingga dapat diketahui ada atau tidaknya pergerakan di dalam suatu ruangan. Berdasarkan hasil deteksi pergerakan yang diperoleh, dapat ditentukan posisi manusia dalam ruangan.



Gambar 1. Contoh hasil metode perbedaan citra. a. citra *grayscale*, I_n b. citra *grayscale*, I_{n-1} c. hasil perbedaan citra, $\Delta(i, j)$ d. citra hitam-putih baru (untuk nilai $Threshold = 20$).



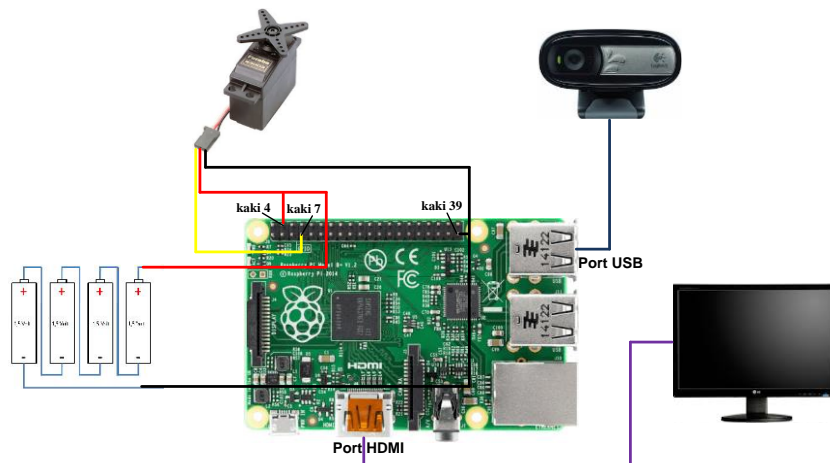
Gambar 2. Diagram blok sistem yang dirancang.

Rancangan sistem ini dibagi menjadi beberapa bagian. Bagian pertama merupakan masukan untuk Raspberry PI, bagian kedua merupakan proses pendeteksian gerakan berdasarkan perubahan nilai piksel pada *frame* gambar. Bagian ketiga merupakan proses menggerakkan servo. Bagian keempat merupakan proses akhir sistem ini, yaitu menampilkan gambar ruangan dan posisi berupa sudut jika ada pergerakan manusia yang terdeteksi.

Koneksi masing-masing perangkat pada sistem yang dirancang ditunjukkan pada Gambar 3. Sinyal pengendali motor servo berupa sinyal PWM yang berasal dari kaki 7 GPIO (*General Purpose Input Output*) Raspberry PI. Untuk menggerakkan motor servo, digunakan empat buah baterai AA, kutub positif baterai akan dihubungkan dengan terminal positif dari motor servo yang selanjutnya dihubungkan dengan kaki 4 pada GPIO, sedangkan kutub negatif dari baterai dan terminal negatif motor servo dihubungkan pada kaki 39 GPIO. *Webcam* yang digunakan untuk mengambil gambar dihubungkan pada Raspberry PI melalui salah satu *USB ports* yang tersedia. Monitor digunakan sebagai *output* untuk menampilkan gambar, dihubungkan dengan *port* HDMI.

Kamera (*webcam*) dipasang pada motor servo agar dapat bergerak sesuai dengan pergerakan motor servo. Hasil realisasi sistem pendeteksi posisi keberadaan manusia dalam ruangan dengan perangkat penggerak *webcam* ditunjukkan pada Gambar 4.

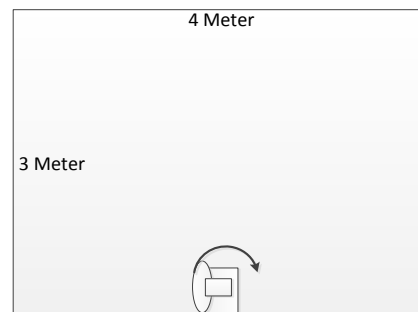
Webcam diletakkan pada salah satu sisi dinding ruangan seperti diilustrasikan pada Gambar 5. *Webcam* tersebut bergerak memutar dari arah kiri ke arah kanan. Besarnya sudut pergerakan (rotasi) sesuai dengan rotasi motor servo yang telah ditentukan, yaitu dari 0° sampai 180° dengan interval 10° untuk setiap pergerakannya.



Gambar 3. Koneksi masing-masing perangkat pada sistem yang dirancang.



Gambar 4. Hasil realisasi sistem.



Gambar 5. Posisi *webcam* dalam ruangan.

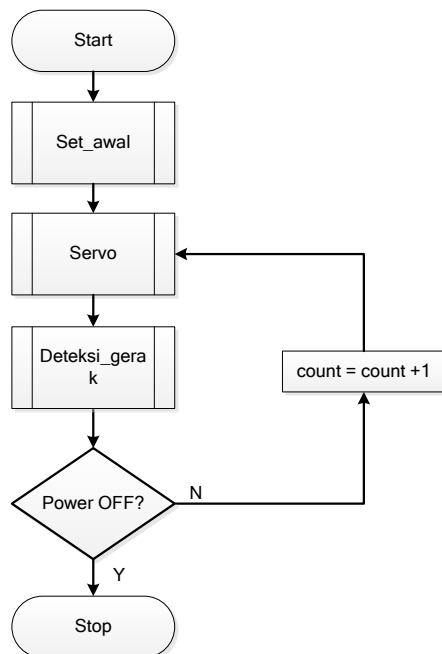
3.1.1. Algoritma Sistem Pendeteksi Posisi Manusia dalam Ruangan

Algoritma sistem pendeteksi posisi keberadaan manusia dalam ruangan ditunjukkan dengan diagram alir seperti pada Gambar 6.

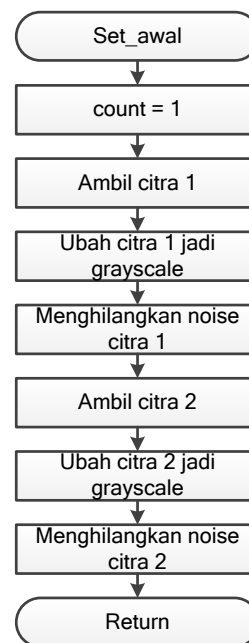
- Pertama subprogram *Set_awal* dijalankan untuk mendapatkan dua citra awal pada posisi sudut/arah *webcam* 0° . Pada tahap ini dilakukan juga pemrosesan awal pada *frame* citra.
- Kemudian subprogram *Servo* akan menggerakkan *webcam* pada arah/sudut yang diinginkan, yaitu dari sudut 0° sampai 180° dengan interval 10° .
- Selanjutnya pada subprogram *Deteksi_gerak* dilakukan perbandingan antara kedua citra, yaitu citra 1 dengan citra 2. Bila perbedaan citra yang dihasilkan lebih besar dari batas tertentu, dianggap ada pergerakan, berarti ada manusia pada posisi sesuai dengan sudut/arah *webcam*. Sudut/arahnya akan disimpan dan ditampilkan pada layar monitor. Apabila tidak terdeteksi ada pergerakan, maka lanjut ke proses berikutnya.
- Kemudian proses selanjutnya kembali ke langkah 2 dan nilai *count* bertambah sebanyak 1. Sudut/arah *webcam* akan berubah setiap ada penambahan nilai *count* sebanyak 50. Jadi pada setiap sudut/arah *webcam*, dilakukan perbandingan citra terhadap sebanyak 50 citra. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan keberhasilan proses deteksi pergerakan.
- Program akan berjalan terus sampai dihentikan (*power off*).

A. Algoritma *Set_awal*

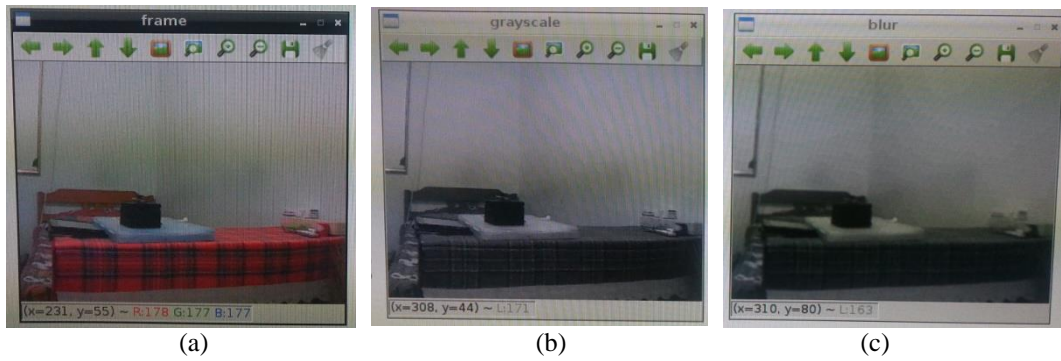
Subprogram *Set_awal* ini merupakan inisialisasi untuk mempersiapkan data yang akan diproses pada program berikutnya. Diagram alir subprogram *Set_awal* ini ditunjukkan pada Gambar 7. Pada *Set_awal* ini, *count* ditentukan bernilai satu. *Webcam* diatur pada resolusi 320×240 . Contoh citra 1 dengan format RGB yang diambil oleh *webcam* ditunjukkan pada Gambar 8a. Kemudian citra 1 tersebut diubah menjadi *grayscale* dan selanjutnya dilakukan proses *blurring* untuk mengurangi *noise*. Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 8b dan Gambar 8c. Proses yang sama akan dilakukan pada citra 2 yang diambil setelah proses *blurring* citra 1 selesai.



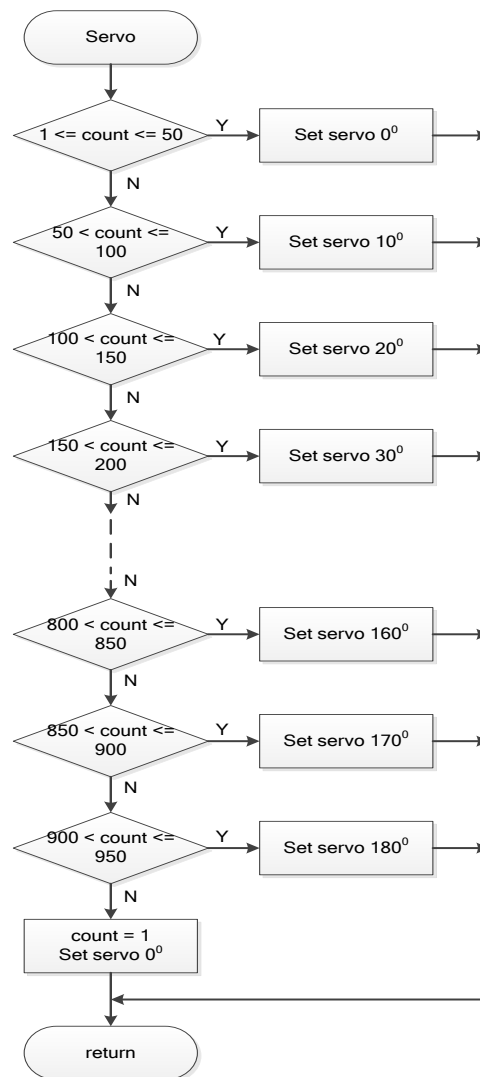
Gambar 6. Diagram alir sistem pendeteksi posisi.



Gambar 7. Diagram alir *set_awal*.



Gambar 8. Contoh citra 1. a. Citra RGB. b. Citra grayscale. c. Citra hasil blurring.



Gambar 9. Diagram alir servo.

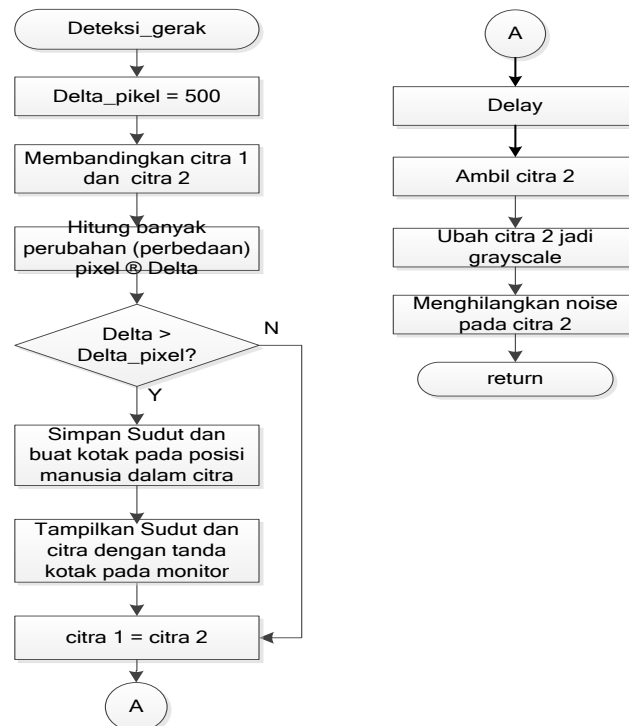
B. Algoritma Pergerakan Webcam

Diagram alir subprogram Servo yang ditunjukkan pada Gambar 9 merupakan proses untuk menentukan arah webcam. Proses ini dimulai dengan mengecek nilai count. Nilai count ini akan menentukan besarnya lebar pulsa yang akan diberikan pada motor servo. Bila nilai count masuk

dalam batas yang ditentukan, maka program akan mengirimkan masukan sinyal dengan lebar pulsa yang sesuai melalui GPIO pada motor servo untuk menggerakkan *webcam* pada sudut tertentu, kemudian berlanjut pada program berikutnya.

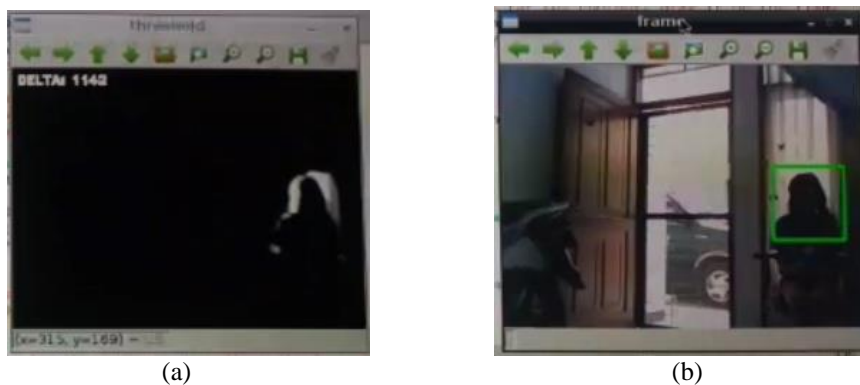
C. Algoritma Deteksi Gerak

Subprogram *Deteksi_gerak* yang ditunjukkan pada Gambar 10 merupakan proses untuk membandingkan citra 1 dan citra 2 yang telah didapat menggunakan metode perbedaan citra. Proses ini dimulai dengan menentukan nilai *Delta_piksel* yaitu banyaknya piksel yang berbeda antara kedua citra yang dibandingkan. *Delta_piksel* ini merupakan nilai ambang batas untuk menentukan adanya pergerakan dalam citra yang dibandingkan.



Gambar 10. Diagram alir deteksi_gerak.

Hasil perbandingan antara kedua citra adalah citra baru yang nilai piksel-pikselya sama dengan perbedaan antara nilai piksel-piksel dari kedua citra yang dibandingkan. Bila nilai piksel citra baru hasil perbandingan lebih besar dari batas (*threshold*) yang ditentukan, maka piksel tersebut diubah menjadi warna putih, sedangkan bila lebih kecil diubah menjadi warna hitam. Contoh citra baru hasil perbandingan ditunjukkan pada Gambar 11a.



Gambar 11. a. Contoh citra hasil perbandingan. b. Tampilan hasil *Deteksi_gerak*.

Selanjutnya, program akan menghitung nilai Delta, yaitu banyaknya piksel yang berwarna putih yang berdekatan pada citra baru hasil perbandingan. Kemudian nilai Delta ini dibandingkan dengan nilai Delta_piksel yang telah ditentukan. Jika nilai Delta lebih besar dari nilai Delta_piksel yang ditentukan, maka program akan menyimpan informasi sudut *webcam* dan membuat kotak di posisi piksel-piksel yang berwarna putih tersebut. Kemudian informasi sudut dan citra dengan tanda kotak akan ditampilkan pada monitor seperti ditunjukkan pada Gambar 11b. Jika nilai Delta lebih kecil dari nilai Delta_piksel, maka akan diabaikan dan lanjut ke tahap berikutnya.

Selanjutnya, citra 2 yang sudah dipakai sebelumnya akan diubah menjadi citra 1, lalu diberi *delay* tertentu, kemudian program akan mengambil citra 2 yang baru dan diproses seperti sebelumnya yaitu mengubah ruang warna citra dari RGB menjadi *grayscale*, lalu akan dilakukan proses *blurring* untuk mengurangi *noise* dari citra, kemudian berlanjut ke program selanjutnya.

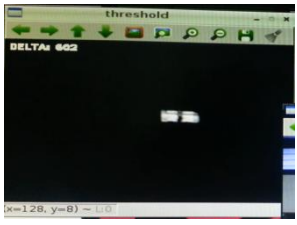
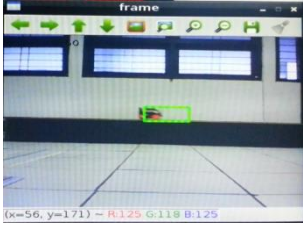
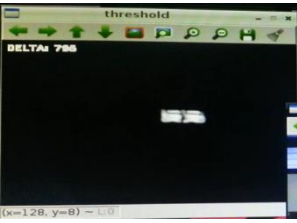

3.2. Hasil Pengujian dan Pembahasan

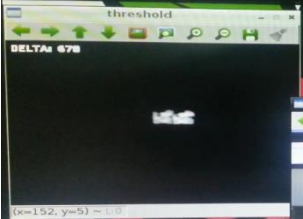

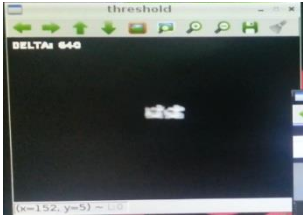
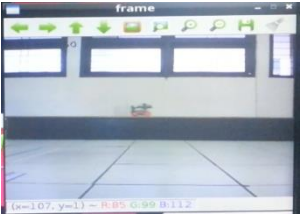
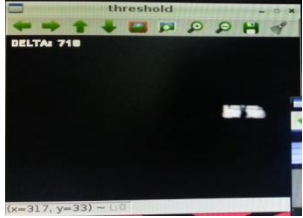

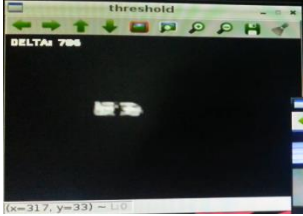

Pengujian dilakukan dalam suatu ruangan dengan ukuran 3x4 meter, *webcam* akan mengambil citra dengan ukuran 320x240 piksel. Objek yang digunakan dalam pengujian ini berupa robot mobil. Pengujian pertama akan dilakukan dengan tiga nilai Delta_piksel yang berbeda yaitu 500, 1000, dan 2000. Pengujian kedua akan dilakukan dengan menggunakan tiga tingkat kecepatan rata-rata pergerakan objek yaitu 0,5 m/s, 0,416 m/s, dan 0,33 m/s. Pengujian kedua ini dilakukan untuk menguji sampai kecepatan gerak objek berapa sistem pendeteksi posisi masih dapat mendeteksi posisi objek dengan tepat. Pengujian ketiga akan menggunakan tiga nilai *delay* yaitu 1 detik, 0,5 detik, dan 0,05 detik. *Delay* ini adalah selang waktu yang diberikan untuk program mengambil citra baru yang akan dibandingkan kemudian dalam proses deteksi gerak. Dari ketiga pengujian tersebut, akan dibandingkan dan ditentukan nilai terbaik yang akan digunakan.

3.2.1. Pengaruh Nilai Delta_piksel Terhadap Deteksi Posisi

Pengujian pertama dilakukan untuk mengetahui pengaruh nilai Delta_piksel terhadap hasil deteksi posisi untuk kecepatan gerak objek dan *delay* yang sama. Pada pengujian ini, digunakan rata-rata kecepatan objek 0,33 m/s dan *delay* 0,05 detik. Hasil pengujian ini ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengujian sistem dengan variasi delta_piksel.

Delta_piksel	Citra hasil perbandingan	Tampilan hasil deteksi posisi	Keterangan
500			Sistem berhasil mendeteksi posisi objek yang bergerak, ditunjukkan dengan gambar kotak pada objek
			Sistem berhasil mendeteksi posisi objek yang bergerak, ditunjukkan dengan gambar kotak pada objek

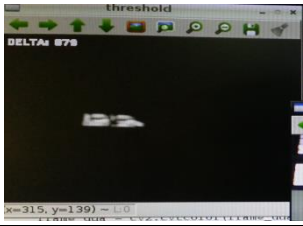
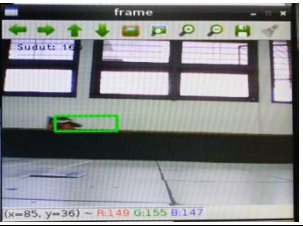
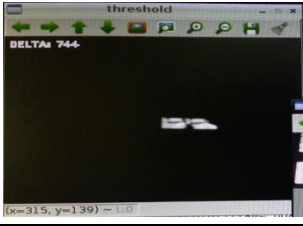

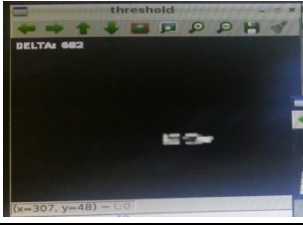
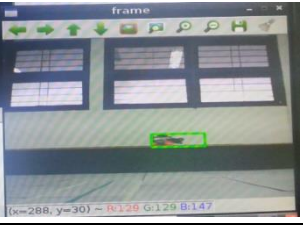
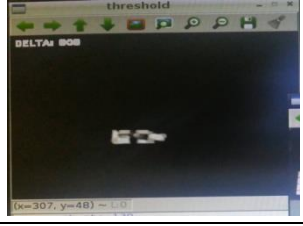

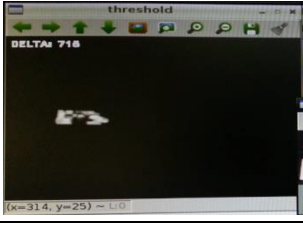

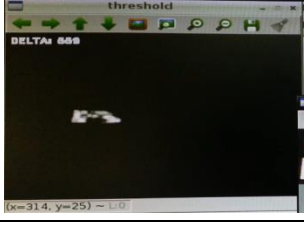
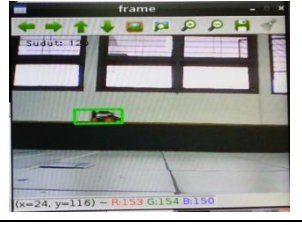
Delta_piksel	Citra hasil perbandingan	Tampilan hasil deteksi posisi	Keterangan
1000			Sistem tidak berhasil mendeteksi posisi objek yang bergerak
			Sistem tidak berhasil mendeteksi posisi objek yang bergerak
2000			Sistem tidak berhasil mendeteksi posisi objek yang bergerak
			Sistem tidak berhasil mendeteksi posisi objek yang bergerak

Berdasarkan hasil pengujian yang ditunjukkan pada Tabel 1, sistem dengan nilai Delta_piksel 500 berhasil mendeteksi objek yang bergerak dengan kecepatan rata-rata 0,33 m/s dan *delay* 0,05 detik. Pada pengujian dengan nilai Delta_piksel 1000 dan Delta_piksel 2000 sebenarnya mampu mendeteksi perubahan piksel pada citra, namun karena nilai Delta yang didapat lebih kecil dari nilai Delta_piksel yang ditentukan, maka sistem mengabaikan perubahan piksel tersebut.

3.2.2. Pengaruh Kecepatan Gerak Objek Terhadap Deteksi Posisi

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh kecepatan gerak objek terhadap keberhasilan deteksi posisi untuk Delta_piksel dan *delay* yang sama. Pada pengujian ini, digunakan Delta_piksel 500 dan *delay* 0,05 detik untuk tiga kecepatan gerak objek yang berbeda. Hasil pengujian ini ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian sistem dengan variasi kecepatan gerak objek.

Kecepatan Gerak (m/s)	Citra hasil perbandingan	Tampilan hasil deteksi posisi	Keterangan
0,5			Sistem berhasil mendeteksi posisi objek yang bergerak, ukuran kotak lebih besar dari objek
			Sistem berhasil mendeteksi posisi objek yang bergerak, ukuran kotak lebih besar dari objek
0,416			Sistem berhasil mendeteksi posisi objek yang bergerak, ukuran kotak lebih besar dari objek
			Sistem berhasil mendeteksi posisi objek yang bergerak, ukuran kotak lebih besar dari objek
0,33			Sistem berhasil mendeteksi posisi objek yang bergerak, ukuran kotak lebih besar dari objek
			Sistem berhasil mendeteksi posisi objek yang bergerak, ukuran kotak lebih besar dari objek

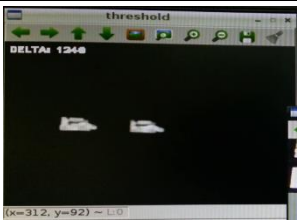
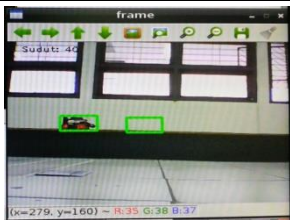


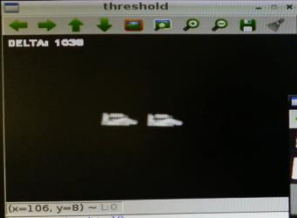
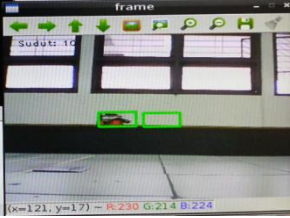
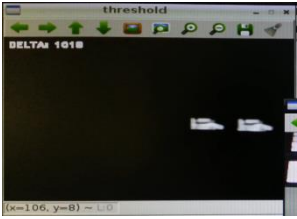

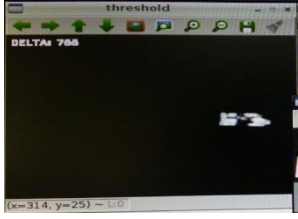
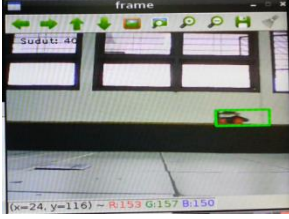
Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 2, untuk semua tingkat kecepatan gerak objek, sistem mampu mendeteksi adanya pergerakan objek, namun ada perbedaan pada ukuran kotak yang dihasilkan. Dari hasil pengujian, semua tingkat kecepatan yang diuji menghasilkan ukuran kotak yang lebih besar dibandingkan dengan ukuran objek yang bergerak. Pengujian dengan kecepatan 0,33 m/s, ukuran kotak yang dihasilkan lebih besar dibandingkan ukuran objek asli yang bergerak, namun hasil yang didapat lebih baik dibandingkan dengan dua kecepatan lainnya.

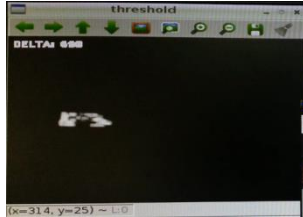
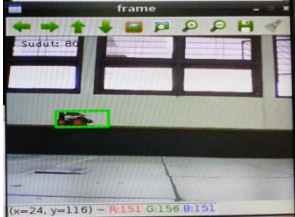
3.2.3. Pengaruh Delay Terhadap Deteksi Posisi

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh besarnya *delay* terhadap keberhasilan deteksi posisi untuk kecepatan gerak objek dan Delta_piksel yang sama. Pada pengujian ini, digunakan kecepatan gerak objek 0,33 m/s dan Delta_piksel 500 untuk tiga nilai *delay* yang berbeda. Hasil pengujian ini ditunjukkan pada Tabel 3.

Dari hasil pengujian pada Tabel 3, sistem mampu mendeteksi adanya pergerakan, namun pada pengujian dengan *delay* 1 detik dan 0,5 detik, program menghasilkan dua kotak pada citra di posisi yang berbeda. Hal ini disebabkan karena dengan *delay* waktu tersebut posisi objek pada citra 1 dan citra 2 yang dibandingkan sudah tidak berada pada posisi yang sama, sehingga program membuat kotak pada dua posisi yang berbeda. Program dengan *delay* 0,05 detik, mampu membuat satu kotak tepat pada posisi objek yang bergerak.

Tabel 3. Hasil pengujian sistem dengan variasi *delay*.

Delay (detik)	Citra hasil perbandingan	Tampilan hasil deteksi posisi	Keterangan
1,0			Deteksi berhasil, menampilkan dua kotak pada posisi yang berbeda
			Deteksi berhasil, menampilkan dua kotak pada posisi yang berbeda
0,5			Deteksi berhasil, menampilkan dua kotak pada posisi yang berbeda
			Deteksi berhasil, menampilkan dua kotak pada posisi yang berbeda
0,05			Sistem berhasil mendeteksi posisi objek yang bergerak. Posisi kotak tepat pada objek yang bergerak

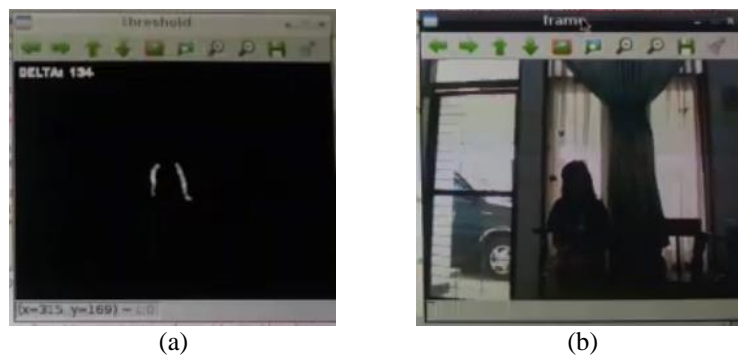
Delay (detik)	Citra hasil perbandingan	Tampilan hasil deteksi posisi	Keterangan
			Sistem berhasil mendeteksi posisi objek yang bergerak. Posisi kotak tepat pada objek yang bergerak

3.2.4. Pengujian Deteksi Posisi Keberadaan Manusia Dalam Ruangan

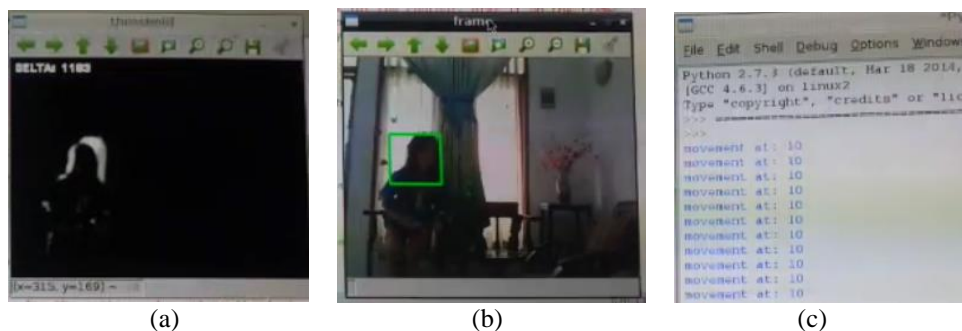
Pengujian ini dilakukan menggunakan Delta_piksel 500 dan delay 0,05 detik, karena nilai-nilai ini memberikan hasil yang paling baik dalam pengujian deteksi posisi yang telah dilakukan sebelumnya.

Hasil pengujian 1 pada Gambar 12 menunjukkan bahwa sistem sebenarnya mendeteksi adanya pergerakan objek manusia, namun nilai Delta yang didapat hanya 134 lebih kecil dari batas yang ditentukan yaitu 500, maka program tidak membuat kotak dan menganggap tidak ada pergerakan objek.

Hasil pengujian 2 pada Gambar 13 menunjukkan bahwa sistem berhasil mendeteksi posisi keberadaan manusia. Nilai Delta didapat dari hasil perbandingan citra adalah 1183 seperti ditunjukkan pada Gambar 13a. Nilai ini lebih besar dari Delta_piksel yang ditentukan yaitu 500, sehingga program menganggap ada gerakan objek, maka program membuat kotak tepat pada objek yang bergerak (Gambar 13b) dan menampilkan sudut/arah webcam yang bersesuaian dengan arah posisi keberadaan manusia dalam ruangan (Gambar 13c).



Gambar 12. Hasil pengujian 1 deteksi posisi manusia a. Citra hasil perbandingan. b. Tampilan hasil deteksi posisi.



Gambar 13. Hasil pengujian 2 deteksi posisi manusia. a. Citra hasil perbandingan. b. Tampilan hasil deteksi posisi. c. Sudut/arah posisi manusia.

Data yang ditampilkan pada Tabel 10, Tabel 11, Tabel 13, merupakan hasil dari pengujian deteksi posisi manusia dengan nilai kondisi yang telah ditentukan yaitu nilai Delta_piksel 500 dan delay 0,05 detik untuk beberapa posisi manusia dalam ruangan.

Tabel 10. Hasil pengujian sistem deteksi posisi manusia yang berada pada sudut 40°.

Sudut	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Percobaan 4	Percobaan 5
0°	-	-	-	-	-
10°	-	-	-	-	-
20°	-	-	-	-	-
30°	-	-	-	-	-
40°	✓	✓	✓	✓	✓
50°	-	-	-	-	-
:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:
180°	-	-	-	-	-

Tabel 11. Hasil pengujian sistem deteksi posisi manusia yang berada pada sudut 90°.

Sudut	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Percobaan 4	Percobaan 5
0°	-	-	-	-	-
10°	-	-	-	-	-
:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:
80°	-	-	-	-	-
90°	✓	✓	✓	✓	✓
100°	-	-	-	-	-
:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:
170°	-	-	-	-	-
180°	-	-	-	-	-

Tabel 13. Hasil pengujian sistem deteksi posisi manusia yang berada pada sudut 160°.

Sudut	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Percobaan 4	Percobaan 5
0°	-	-	-	-	-
10°	-	-	-	-	-
20°	-	-	-	-	-
:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:
150°	-	-	-	-	-
160°	✓	✓	✓	✓	✓
170°	-	-	-	-	-
180°	-	-	-	-	-

Tanda “-” menunjukkan jika tidak ada pergerakan, sudut/arah *webcam* tidak akan ditampilkan pada monitor, sedangkan tanda “✓” jika ada pergerakan pada sudut tersebut, maka program akan membuat kotak pada citra tepat pada objek yang bergerak dan sudut/arah *webcam* yang bersesuaian dengan arah posisi manusia akan ditampilkan pada layar monitor.

Hasil pengujian pada Tabel 10, Tabel 11, Tabel 13, menunjukkan bahwa sistem dapat mendeteksi posisi manusia dalam ruangan dengan tingkat ketepatan penentuan posisi 100% untuk posisi-posisi manusia yang diuji.

4. Kesimpulan

Pendeteksi posisi keberadaan manusia dalam suatu ruangan menggunakan metode perbedaan citra dengan sensor *webcam* berhasil dibuat dan berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Pendeteksi ini memiliki tingkat keberhasilan sebesar 100% dalam mendeteksi posisi keberadaan manusia untuk kondisi yang telah ditentukan, yaitu nilai *Delta_piksel* 500 dan *delay* 0,05 detik. Dari hasil pengujian yang didapat, sistem pendeteksi yang dibuat ini dapat melakukan pendeteksian posisi objek dengan rata-rata kecepatan gerak objek sampai 0,5 m/s.

Referensi

- [1] Lipton A, Fujiyoshi H, Patil R, "Moving Target Classification and Tracking from Real-Time Video," IEEE Workshop on Applications of Computer Vision. Princeton. USA: 8-14, 1998.
- [2] Mishra S, Mishra P, Chaudhary N, Asthana P, "A Novel Comprehensive Method for Real Time Video Motion Detection Surveillance," International Journal of Scientific & Engineering Research, 2(4), 2011.
- [3] Zheng X, Zhao Y, Li N, Wu H, "An Automatic Moving Object Detection Algorithm for Video Surveillance Applications," International Conference on Embedded Software and Systems, Hangzhou. China: 541-543, 2009.
- [4] Yong YC, Sudirman R, Kim MC, "Motion Detection and Analysis with Four Different Detectors," Third International Conference on Computational Intelligence, Modelling and Simulation, Langkawi: 46-50, 2011.
- [5] Zhang J, Xu S, Huang K, Luo T, "Accurate Moving Target Detection Based on Background Subtraction and SUSAN," International Journal of Computer and Electrical Engineering, 4(4), 436-439, 2012.