SISTEM INTERAKSI ROBOT MENGGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA DETEKSI WAJAH MANUSIA *REAL TIME* DENGAN METODE *HAAR CASCADE CLASSIFIER* UNTUK *SALES PROMOTION ROBOT* BERBASIS RASPBERRY PI

ROBOT INTERACTION SYSTEM USING IMAGE PROCESSING FACE DETECTION WITH HAAR CASCADE CLASSIFIER METHOD ON REAL TIME FACE DETECTION FOR SALES PROMOTION ROBOT BASED ON RASPBERY PI

Evander Alfa Bahana, Angga Rusdinar, Ph.d., Favian Dewanta,ST.,M.Eng.

Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
Evander@students.telkomuniversity.ac.id,

Abstrak

Sales promotion adalah segala kegiatan pemasaran selain personal selling, advertensi, dan publicity untuk merangsang pembelian barang perusahaan. Promosi ini lebih fleksibel karena dapat dilakukan setiap saat dengan biaya yang tersedia, bersifat jangka pendek, dan bertujuan untuk mendorong lebih kuat serta mempercepat respons pasar yang ditargetkan. Berikut alat-alat yang digunakan dalam sales promotion.

Namun semakin banyaknya orang orang yang menjadi sales promotion maka para agent sales promotion pun tidak terlihat terlalu menarik lagi di mata konsumen oleh karena itu Seiring dengan berkembangnya teknologi, praktik promosi justru lebih menarik menggunakan hal hal baru yaitu Robot, karena hal baru akan menunjukan kesan yang unik dan lebih menarik perhatian.

membuat robot dapat berinteraksi kepada manusia layaknya seorang sales promotion, dibutuhkan sebuah sistem Human Robot Interaction (HRI) yang dapat membuat robot melakukan interaksi kepada manusia. Untuk itu dibutuhkan pengelihatan pada robot yang disebut robot vision. Dimana robot vision ini membutuhkan sensor berbasis pengelihatan (visual based sensor) yang merupakan salah satu komponen penting bagi robot pada saat ini termasuk pada sales promotion robot. Maka dari itu digunakan sebuah kamera untuk alternatif indera pengelihatan (mata) pada robot. Adanya sensor berbasis pengelihatan dapat memperluas fungsi statis dari sebuah *raspberry pi Camera* menjadi representasi dari indera pengelihatan yang dapat mengenali berbagai bentuk informasi seperti objek, pergerakan, warna, jarak dan lain-lain. Dengan adanya sensor berbasis pengelihatan, keterbatasan pada sensor-sensor non visual yang ada sebelumnya dapat diatasi.

Dalam hal marketing tentu sangat diperhatikan hal hal yang sensitive seperti modal dan untung rugi perusahaan dalam melakukan pemasaran produk . yang membuat penggunaan robot dalam hal sales promotion robot sangat diperhitungkan dalam segi pembuatan dan perawatannya

Dalam versi sebelumnya sudah dibuat sales promotion robot dengan memanfaatkan face detection dari sebuah sistem webcamera dan sebuah laptop hal ini tentu saja menambah biaya produksi, resiko dan maintenance pada saat penggunaan dilapangan

Oleh karena itu dalam Tugas akhir ini akan dibuat versi pembaharuan sistem dimana pada versi sebelumnya robot hanya mengikuti pergerakan wajah (objek) dan menggunakan laptop maka pada sistem saat ini sudah berbasis mini PC raspberry pi 2 dan Pi Camera dan dapat memberikan estimasi jarak interaksi dan sudut pergerakan robot sehingga dapat mengurangi anggaran produksi, lebih ringkas dan memberikan perhitungan yang lebih rinci terhadap robot sehingga membuat pergerakan akan lebih terlihat rapi

Abstract

Sales promotion is any marketing activities other than personal selling, advertisement and publicity to stimulate the purchase of goods company. This promotion is more flexible because it can be done at any time with the available budget, short-term nature, and aims to encourage a stronger and accelerated response to the targeted market. The following tools are used in sales promotion.

But the more people who become sales promotion then the agent sales promotion did not look too appealing in the eyes of consumers therefore As the technology advances, the practice of promotion is even more interesting to use new things that Robot, because new things will show impression unique and more attractive.

make the robot can interact to humans like a sales promotion, it needs a system Human Robot Interaction (HRI) which can make the robot perform to human interaction. That requires a vision on a robot called robot vision. Where robot vision-based sensor requires vision (visual-based sensor) which is one of the important components of the robot at this time including the sales promotion robot. Therefore use a camera to sense alternative vision (eye) on the robot. Their vision-based sensor can expand the static function of a raspberry pi Camera be a representation of the senses of vision that can recognize different forms of information such as an object, movement, color, distance and others. With the vision-based sensors, limitations on non-visual sensors that existed previously insurmountable.

In terms of marketing is certainly very concerned in sensitive things like capital, profit and loss the company in marketing the product. which makes use of robots in terms of sales promotion robot is calculated in terms of manufacture and maintenance.

Therefore in this final project will be made version of the renewal of the system where the previous version only robot follow the movement of the face (object) and using a laptop, the system is now based on mini PC raspberry pi 2 and Pi Camera, and can provide an estimate of the distance interaction and angle movement of the robot so as to reduce the production budget, more concise and provide more detailed calculation of the robot it will make the robots movement looks more neat

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Pada tahun 2011 di jepang telah dilakukan verifikasi bahwa praktik promosi dengan robot memiliki keuntungan dan keunikan tersendiri serta dapat menarik perhatian pelanggan atau pengunjung sebesar 21,8% [1], hal ini menunjukan orang yang sudah mulai jenuh dengan praktik promosi oleh sales promotion agent dan semakin terlihat biasa saja seiring banyak nya agen agen sales promotion

Namun agar dapat membuat robot yang dapat berinteraksi dengan manusia layaknya sales promotion agent dibutuhkan sebuah sistem interaksi yang berdasarkan pengelihatan (Vision Based Sensor) agar robot dapat mengenali manusia dan objek objek lainnya yang ditujukan, dalam kasus kali ini wajah manusia adalah hal yang paling menunjukan ciri utama manusia

membuat robot dapat berinteraksi kepada manusia layaknya seorang sales promotion, dibutuhkan sebuah sistem Human Robot Interaction (HRI) yang dapat membuat robot melakukan interaksi kepada manusia. Untuk itu dibutuhkan pengelihatan pada robot yang disebut robot vision. Dimana robot vision ini membutuhkan sensor berbasis pengelihatan (visual based sensor) yang merupakan salah satu komponen penting bagi robot pada saat ini termasuk pada sales promotion robot. Maka dari itu digunakan sebuah kamera untuk alternatif indera pengelihatan (mata) pada robot. Adanya sensor berbasis pengelihatan dapat memperluas fungsi statis dari sebuah webcam menjadi representasi dari indera pengelihatan yang dapat mengenali berbagai bentuk informasi seperti objek, pergerakan, warna, jarak dan lain-lain. Dengan adanya sensor berbasis pengelihatan, keterbatasan pada sensor-sensor non visual yang ada sebelumnya dapat diatasi. Maka dari itu digunakan Raspberry Pi Camera sebagai alternatif indera penglihatan pada (mata) robot (vision based sensor)

2. Dasar Teori

2.1. Pengertian Citra

Kata citra atau yang lebih dikenal secara umum dengan kata “gambar” dapat didefinisikan sebagai fungsi dua dimensi (2D), $f(x, y)$, dimana x dan y adalah koordinat spasial, dan amplituda dari f pada setiap kombinasi atau pasangan koordinat (x, y) merupakan tingkat kecerahan dari sebuah citra pada pada titik tersebut. Sebuah objek dapat ditangkap oleh mata manusia karena adanya sumber cahaya yang menerangi objek, lalu objek tersebut memantulkan kembali berkas cahaya tersebut kepada mata manusia, cahaya yang ditangkap akan disajikan dalam bentuk persepsi citra. Proses yang sama juga terjadi pada alat-alat lain seperti kamera, *scanner*, dan alat-alat optik lainnya.[2]

2.2. Ruang Warna (Color Space)

ruang warna adalah model matematis abstrak yang menggambarkan cara agar suatu warna dapat direpresentasikan sebagai baris angka biasanya dengan nilai-nilai dari tiga atau empat buah warna atau komponen. contohnya adalah ruang warna RGB, ruang warna CMY/CMYK, ruang warna YIQ, ruang warna YCbCr, ruang warna HSI, HSL, HSV, ruang warna CIELAB.

2.3. Wajah Manusia

Wajah Manusia merupakan tempat dimana pusat indera manusia yang merupakan media untuk manusia melakukan interaksi, oleh karena itu selain wajah manusia merupakan ciri utama manusia, wajah manusia juga merupakan target yang baik untuk manusia mengajak manusia melakukan interaksi

2.4. Face Detection

Face detection adalah salah satu bidang kajian dalam ilmu computer vision yang bertujuan untuk mendeteksi ada atau tidaknya wajah didalam sebuah cakupan frame citra. Face detection merupakan langkah awal dari pengenalan sebuah wajah yaitu face recognition. Pengolahan citra wajah belakangan telah banyak dijadikan studi, dengan maksud menawarkan service kepada manusia. Pengolahan citra wajah kemudian diterapkan pada robot untuk membangun sistem

Face detection pada OpenCV menggunakan sebuah tipe detector bernama Haar Cascade Classifier yang akan menunjukkan sebuah gambar dengan sebuah tanda apabila terdeteksi wajah. Jika ada sebuah citra dinamis diakses maka face detector akan menguji ke setiap lokasi citra dan mengklasifikasikannya sebagai "wajah" atau "bukan wajah". Klasifikasi ini dimisalkan dengan sebuah skala tetap untuk wajah, misal 50x50 piksel. Jika wajah pada citra lebih besar atau lebih kecil dari piksel tersebut, maka classifier akan terus menerus jalan beberapa kali untuk mencari wajah pada gambar tersebut.

2.5. ROI (Region of Interest)

Segmentasi adalah salah satu proses dalam pengolahan citra yang memiliki peranan penting jika kita ingin melakukan pengolahan citra hanya pada sebuah bagian citra yang dianggap penting dan mengabaikan bagian citra yang tidak akan diolah. Sub citra hasil dari citra yang telah di segmentasi disebut ROI (Region of Interest). Sebuah citra bisa dibagi menjadi beberapa ROI sesuai yang kita inginkan. ROI merupakan salah satu teknik yang dapat membuat kontradiksi antara kualitas dari resolusi citra dan rate kompresi dapat diatasi[9]. Kompresi citra bertujuan meminimalkan kebutuhan memori saat proses pengolahan.

2.6. Komunikasi Data

terdapat dua jenis dalam komunikasi data, yaitu komunikasi data secara parallel dan komunikasi data secara serial. Komunikasi parallel merupakan jenis komunikasi yang melakukan pengiriman data secara bersamaan dalam satu waktu, sedangkan komunikasi serial adalah jenis komunikasi yang mengirimkan data secara berurutan (satu per satu) dalam suatu waktu.

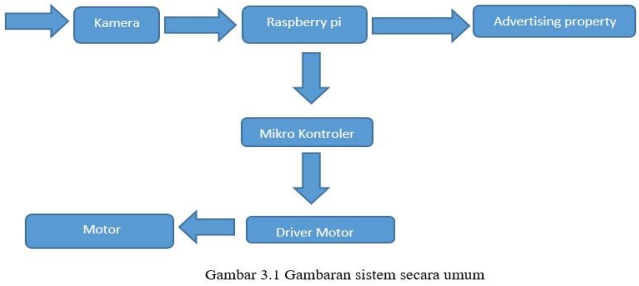
Telkom University

3. Perancangan Sistem

3.1 Analisis Kebutuhan Sistem

Pada tugas akhir ini akan dibuat sebuah sistem HRI (Human Robot Interaction) yang akan diimplementasikan pada sebuah robot line follower. Sistem dibuat dengan pengolahan citra yang dibuat untuk mendeteksi wajah manusia (face detection), deteksi wajah bertujuan agar robot dapat melakukan interaksi non-verbal dengan mengestimasi jarak dan sudut objek

Sistem HRI ini terbagi menjadi beberapa tahap, yaitu tahap akuisisi citra, pembagian ROI (Region of Interest), face detection, kalkulasi jarak dan komunikasi serial ke mikrokontroler untuk menggerakan motor. Pembagian ROI ini digunakan agar pada tahap face detection dapat diketahui disebelah mana sebuah wajah terdeteksi, apakah pada ROI bagian kiri, tengah atau kanan. Sedangkan komunikasi serial berguna untuk mengirimkan data kepada mikrokontroler setiap terjadi perubahan. Perubahan yang dimaksud adalah perubahan dari adanya wajah yang terdeteksi menjadi tidak ada wajah yang terdeteksi, perubahan dari adanya wajah yang tadinya terdapat pada ROI bagian kiri menjadi ada di ROI bagian kanan. Arsitekstur dari sistem yang dibuat adalah sebagai berikut :



Gambar 3.1 Gambaran sistem secara umum

16

Gambar 3.1 Gambaran sistem secara umum

3.2. Spesifikasi Perangkat Keras

Dibawah ini merupakan beberapa perangkat keras yang digunakan untuk membangun sistem HRI pada tugas akhir ini :

3.2.1 Raspberry Pi Camera

Raspberry Pi Camera sebagai *visual based sensor* berperan untuk merepresentasikan lingkungan sekitar menjadi sebuah citra yang nantinya akan diolah lebih oleh raspberry pi2

3.2.2 Raspberry pi

Pada sistem yang akan dibangun,Raspberry pi mini pc merupakan tempat untuk proses pengolahan citra dan kemudian mengirimkan data serial ke mikrokontroler. Sistem HRI dengan pengolahan citra membutuhkan *frame rate* yang tinggi untuk menjaga agar citra yang diolah tetap *up to date*[11]. Untuk itu dibutuhkan perangkat yang memiliki spesifikasi yang cukup untuk pengolahan citra.

3.2.3 Mikrokontroler

Suatu rangkaian yang dirancang dengan menggunakan komponen-komponen seminimum mungkin untuk mendukung kerja mikrokontroler sesuai yang kita inginkan.mikrokontroler akan menerima input serial hasil olah citra pada raspberry pi, dan akan menjalankan perintah sesuai dengan input serial yang diterima.

3.3 Spesifikasi Perangkat Lunak

Berikut ini merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk membangun sistem:

a. *OpenCV* (terintegrasi dengan Raspbian wheezy)
b. *Raspbian wheezy*

3.4 Perancangan Sistem

Sistem HRI yang di bangun memiliki beberapa tahap, yaitu akuisisi citra, pengolahan citra. Berikut merupakan blok diagram dari sistem yang akan dibangun:

Gambar 3.2 Diagram blok sistem

4. PENGUJIAN DAN ANALISA

. Pengujian Tingkat Akurasi Deteksi Citra Wajah

Hasil Pengujian dan Analisa

Tabel 4. 1 .tabel perbandingan panjang real dan pixel

Jarak kamera dan objek	Panjang real objek (cm)	Panjang pada kamera (pixel)	Perbandingan
40 cm	14.5	120	29/240
50cm	14.5	100	29/200
60cm	14.5	85	29/170

Dari pengujian diatas , pada setiap jarak yang diterapkan sangat berpengaruh terhadap perubahan ukuran objek pada kamera

4.2.**Pengujian tingkat akurasi perhitungan jarak**

Hasil pengujian dan analisa

A. Pengujian tingkat akurasi pengolahan citra deteksi wajah terhadap jarak

Jarak (cm)	Waktu (s)	Waktu interaksi (s)	Tingkat akurasi
200	10	5	50%
150	10	8	80%
100	10	10	100%
60	10	10	100%
30	10	8	80%
20	10	7	70%

Pada pengujian diatas menunjukan range untuk mendeteksi wajah yang baik adalah 100cm hingga 60cm

A. pengujian perbandingan panjang pada pixel dan panjang asli dari objek dengan pada jarak yang sudah ditentukan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan panjang asli objek dengan panjang pixel dari objek yang tertangkap di cakupan frame citra

Tujuan Pengujian

Untuk mengetahui ukuran perbandingan pada pixel dengan panjang asli dari objek.

Peralatan Pengujian

- *Raspberry pi camera*
- Raspberry pi

Cara Pengujian

Langkah awal yaitu mengatur jarak objek terhadap kamera kemudian mengukur lebar objek yang akan dijadikan acuan dan membandingkan dengan panjang pixel yang terdeteksi pada hasil kamera.

Hasil Pengujian dan Analisa

Tabel 4. 2 .tabel perbandingan panjang real dan pixel

Jarak kamera dan objek	Panjang real objek (cm)	Panjang pada kamera (pixel)	Perbandingan
40 cm	14.5	120	29/240
50cm	14.5	100	29/200
60cm	14.5	85	29/170

Dari pengujian diatas , pada setiap jarak yang diterapkan sangat berpengaruh terhadap perubahan ukuran objek pada kamera

B. Pengujian tingkat akurasi pengolahan citra deteksi wajah terhadap jarak

Pengenalan objek yang dilakukan melalui pengenalan bentuk wajah oleh library (lbpface) Akan diuji tingkat keakurasian deteksi citra wajah dengan lama nya pendeteksian wajah yang dapat dilakukan terhadap jarak tertentu

Tujuan Pengujian

Untuk mengetahui tingkat akurasi deteksi wajah terhadap jarak.

Peralatan Pengujian

- *Raspberry pi camera*
- Alat ukur (cm)

Cara Pengujian

Atur jarak objek dengan robot dengan keadaan objek diam dalam waktu 10 detik catat waktu robot menangkap objek sebagai waktu interaksi.

Hasil pengujian dan analisa

Tabel 4. 3. Tingkat akurasi pengolahan citra deteksi wajah manusia terhadap jarak

Jarak (cm)	Waktu (s)	Waktu interaksi (s)	Tingkat akurasi
200	10	5	50%
150	10	8	80%
100	10	10	100%
60	10	10	100%
30	10	8	80%
20	10	7	70%

Pada pengujian diatas menunjukan range untuk mendeteksi wajah yang baik adalah 100cm hingga 60cm

4.1. Pengujian tingkat akurasi perhitungan jarak

pengujian ini berguna untuk mengetahui tingkat akurasi jarak object dengan robot yang dihasilkan oleh pada sistem pada pengolah citra terhadap jarak real yang dihasilkan objek meliputi pengujian rumus kalibrasi pada sistem.

A. kalibrasi dengan rumus F = P x D /W

Kalibrasi dilakukan dengan cara membandingkan besaran benda dengan besaran benda yang didapat pada layar dengan jarak yang ditetapkan sebagai titik focus kamera (f).

- F = Focal length (titik focus)
- P = nilai pixel yang didapat pada saat kalibrasi
- W = besar benda real kaliibrasi
- D = jarak kalibrasi benda

Tujuan Pengujian

Mendapatkan nilai besaran objek pada gambar dengan kamera yang kemudian akan dijadikan sebagai titik focus kamera yang kemudaian akan digunakan untuk mencari titik 0 pada jarak yang akan dihitung.

Peralatan Pengujian

- *Raspberry pi camera*
- Alat ukur (cm)
- Raspberry pi

Cara Pengujian

Ambil Sampel gambar menggunakan kamera dengan object yang sudah diukur panjang / lebar nya kemudian di lakukan pemfilteran oleh sistem dan membuang (threshold) object2 yang tidak diperlukan pada gambar yang diambil kemudian diukur besar pixel benda pada hasil tangkapan layar yang akan dimasukan kedalam rumus F = P x D /W.

Hasil pengujian dan analisa

Tabel 4. 4. kalibrasi objek

Jarak (D)	Panjang objek pada layar(P)	Panjang real objek(W)	FocalLength(F)
60cm	82pixel	14.5cm	339.310345mm

Dari hasil kalibrasi yang dilakukan pada jarak 60cm dengan panjang real objek 14.5cm didapatkan panjang objek pada layar adalah 82 pixel dan titik focus 339.310345mm.

B. pengujian pengukuran jarak robot dengan objek

Pengujian ini berguna untuk mengetahui tingkat akurasi perhitungan jarak robot dengan objek terhadap jarak sebenarnya.

Tujuan Pengujian

Mengetahui tingkat akurasi perhitungan jarak oleh robot dengan jarak yang sebenarnya.

Peralatan Pengujian

- *Raspberry pi camera*
- Alat ukur (cm)
- Raspberry pi

Cara Pengujian

Pengujian dilakukan dengan cara pengambilan beberapa sampel contoh pada gamba yang diambil dengan beberapa jarak yg sudah di tetapkan sehingga dapat ditetapkan jarak dengan rumus D' = (Wx F) / P:

- D = jarak yang akan dicari
- W = panjang real objek
- P = panjang benda saat ini

Jarak 40 cm	Simpang Error(cm)	Jarak 60 cm	Simpang Error(cm)	Jarak 90 cm	Simpang Error(cm)	Jarak 150 cm	Simpang Error(cm)	Jarak 200 cm	Simpang Error(cm)
43.928	3.928	60	0	86.315	3.685	146.111	3.889	189.23	10.77
41	1	62.222	2.222	87.857	2.143	145.332	4.668	189.23	10.77
42.313	2.313	62.65	2.65	94.615	4.615	147.512	2.488	189.23	10.77
44.112	4.112	61.431	1.431	89.454545	0.545455	151.223	1.223	182.22	10.78
41.23	1.23	61.7905	1.7905	92.4	2.4	148.112	1.888	175	25
42.298	2.298	61.567	1.567	91.667	1.677	146.412	3.588	196	4
Rata-rata Error		Rata-rata Error		Rata-rata Error		Rata-rata Error		Rata – rata Error	
2.480167		1.61008		2.51090		1.971555		12.015	
Tingkat Akurasi (%)		Tingkat Akurasi (%)		Tingkat Akurasi (%)		Tingkat Akurasi (%)		Tingkat Akurasi (%)	
93.7995%		97.3165%		95.8151667%		98%		93.9925%	

Hasil pengujian dan analisa

Tabel 4. 5.pengujian pengukuran jarak robot dengan objek

Dari jarak tersebut dapat diketahui jarak yang baik untuk sistem dalam deteksi wajah adalah dari jarak 60cm hingga 200cm

C. pengujian pengukuran jarak objek dengan garis edar robot

Pengujian ini dilakukan untuk mengukur tingkat akurasi perhitungan robot dalam perhitungan garis edar.

Tujuan Pengujian

Mengetahui tingkat kesalahan dan akurasi robot dalam perhitungan jarak objek dengan garis edar robot.

Peralatan Pengujian

- *Raspberry pi camera*
- Alat ukur (cm)

- Raspberry pi

Cara Pengujian

Pengujian dilakukan dengan jarak robot dan objek yang sudah ditentukan geser wajah manusia yang terdeteksi sebagai objek kekanan maupun kekiri garis edar sejauh jarak yang diinginkan lalu hitung jarak real posisi objek dari garis edar robot dan bandingkan dengan jarak yang ditampilkan robot dalam 5 kali percobaan kemudian dihitung simpang error dan tingkat akurasi pengukuran

Hasil pengujian dan analisa

Tabel 4. 6.pengujian pengukuran jarak objek dengan garis edar robot

set posisi objek	posisi(centrex)	Posisi yang didapatkan	Simpang Error (cm)	Tingkat Akurasi (%)
20cm	115	(-)21.516	1.516	92%
30cm	65	(-)28.6979	2.6979	95%
40cm	44	(-)38.3777	1.6223	96%
60cm	36	(-)56.18	3.82	93%

Berdasarkan hasil diatas maka posisi yang baik yang dapat dideteksi robot adalah pada jarak 30-60 cm dari garis edar robot

D. Pengujian pengukuran sudut

pengujian ini berguna untuk mengetahui tingkat akurasi sudut hadap robot terhadap wajah manusia yang terdeteksi sebagai objek dengan robot yang dihasilkan oleh sistem dengan sudut yang sudah ditetapkan

Tujuan Pengujian

Mengetahui tingkat kesalahan dan akurasi robot dalam perhitungan sudut objek oleh robot

Peralatan Pengujian

- *Raspberry pi camera*
- Alat ukur (cm)
- Raspberry pi
- Busur

Cara Pengujian

Pengujian dilakukan dengan jarak robot dan jarak objek dari garis edar robot yang sudah ditentukan dapat dihitung sudut robot secara real dan dibandingkan dengan hasil perhitungan robot

Hasil Pengujian dan analisa

Tabel 4. 7.pengujian pengukuran sudut hadap robot terhadap wajah yang terdeteksi

set sudut	Depan	samping	depan yg didapatkan	samping yg didapatkan	sudut yg didapatkan	Simpang Error (derajat)	Akurasi
21.801	60	150	153.75	56.18	20.0774	1.7236	92%
17.54	40	130	129.473	41.592	17.89	0.35	98%
16.69	30	100	98	28.6979	16.231	0.459	97%
18.43	20	60	61.431	21.516	19.302	0.872	95%

Dari hasil pengujian diatas hasil sudut yang ditampilkan sudah memiliki tingkat akurasi yang baik namun bergantung terhadap perhitungan sisi depan dan samping yang didapatkan

E. Tingkat akurasi terhadap sudut hadap wajah manusia terhadap objek

Pengujian ini berguna untuk mengetahui tingkat akurasi deteksi wajah manusia terhadap sudut hadap wajah manusia terhadap kamera.

Tujuan Pengujian

Mengetahui tingkat kesalahan dan akurasi robot dalam perhitungan sudut objek oleh robot

Peralatan Pengujian

- *Raspberry pi camera*
- Busur
- Raspberry pi

Cara Pengujian

Pengujian dilakukan dengan menolehkan wajah dengan jarak derajat yang sudah diketahui terhadap kamera lalu dalam 6 kali percobaan tangkapan hitung banyaknya wajah manusia yang terdeteksi oleh sistem

Hasil Pengujian dan analisa

Tabel 4. 8.Tingkat akurasi terhadap sudut hadap wajah manusia terhadap objek

20 derajat	40 derajat	60 derajat	90 derajat
6	6	2	0
5	4	1	0
5	5	3	0
6	4	2	1
6	3	1	0
5	5	2	0
Rata-Rata	Rata-Rata	Rata-Rata	Rata-Rata
5.5	4.5	1.83333	0.16666
Tingkat Akurasi	Tingkat akurasi	Tingkat Akurasi	Tingkat Akurasi
91.666%	75%	30.555%	2.7776%

Dari hasil percobaan diatas maka diketahui sudut hadap yang baik
Agar terdeteksi sebagai objek oleh kamera adalah 0 hingga 40 derajat

Telkom University