

**IMPLEMENTASI KENDALI LEGO NXT BERBASIS
POSISI DAN BENTUK TANGAN DENGAN METODE
CONVEX HULL**

Skripsi



oleh

FELIX ANGGA ERLANDHITA

71110063

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
2015

**IMPLEMENTASI KENDALI LEGO NXT BERBASIS
POSISI DAN BENTUK TANGAN DENGAN METODE
CONVEX HULL**

Skripsi



Diajukan kepada Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana
Sebagai Salah Satu Syarat dalam Memperoleh Gelar
Sarjana Komputer

Disusun oleh

FELIX ANGGA ERLANDHITA
71110063

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
2015

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

IMPLEMENTASI KENDALI LEGO NXT BERBASIS POSISI DAN BENTUK TANGAN DENGAN METODE CONVEX HULL

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

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

Yogyakarta, 21 Mei 2015



FELIX ANGGA ERLANDHITA

71110063

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : IMPLEMENTASI KENDALI LEGO NXT
BERBASIS POSISI DAN BENTUK TANGAN
DENGAN METODE CONVEX HULL

Nama Mahasiswa : FELIX ANGGA ERLANDHITA

N I M : 71110063

Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)

Kode : TIW276

Semester : Genap

Tahun Akademik : 2014/2015

Telah diperiksa dan disetujui di
Yogyakarta,
Pada tanggal 21 Mei 2015

Dosen Pembimbing I



Yuan Lukito, S.Kom., M.Cs.

Dosen Pembimbing II



Hendro Setiadi, M.Eng

HALAMAN PENGESAHAN

IMPLEMENTASI KENDALI LEGO NXT BERBASIS POSISI DAN BENTUK TANGAN DENGAN METODE CONVEX HULL

Oleh: FELIX ANGGA ERLANDHITA / 71110063

Dipertahankan di depan Dewan Penguji Skripsi
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana - Yogyakarta
Dan dinyatakan diterima untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Komputer
pada tanggal 17 Juni 2015

Yogyakarta, 23 Juni 2015
Mengesahkan,

Dewan Penguji:


1. Yuan Lukito, S.Kom., M.Cs.
2. Hendro Setiadi, M.Eng
3. Willy Sudiarto Raharjo, S.Kom.,M.Cs.
4. Ignatia Dhian E K R, S.Kom, M.Eng



Handwritten signatures of the exam board members, including a signature that appears to be 'Karinna'.


Dekan

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

Ketua Program Studi

(Gloria Virginia, Ph.D.)

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan anugerah sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul Implementasi Kendali LEGO NXT Berbasis Posisi Dan Bentuk Tangan Dengan Metode Convex Hull.

Penulisan laporan ini merupakan kelengkapan dan pemenuhan dari salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Komputer. Selain itu bertujuan melatih mahasiswa untuk dapat menghasilkan suatu karya yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah, sehingga dapat bermanfaat bagi penggunaannya.

Dalam menyelesaikan pembuatan program dan laporan Tugas Akhir ini, penulis telah banyak menerima bimbingan, saran, dan masukan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Untuk itu dengan segala kerendahan hati, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima-kasih kepada:

1. Bpk. Yuan Lukito, S.Kom., M.Cs. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dengan sabar dan baik kepada penulis, juga kepada
2. Bpk. Hendro Setiadi ST.,MM.,Meng Sc selaku dosen pembimbing II atas bimbingan, petunjuk, dan saran yang diberikan selama pengerjaan Tugas Akhir ini sejak awal hingga akhir, juga kepada
3. Dosen-dosen Universitas Kristen Duta Wacana yang telah membantu memberikan pengarahan dan masukan kepada penulis.
4. Keluarga tercinta yang setia memberikan dukungan, doa, dan semangat.

5. Teman – teman H.O.P Crew yang senantiasa menghibur, memberikan dukungan dan semangat
6. Tyfons IT Solution yang memberikan dukungan dan masukan kepada penulis
7. Pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik

Penulis menyadari bahwa program dan laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca sekalian. Sehingga suatu saat penulis dapat memberikan karya yang lebih baik lagi. Akhir kata penulis ingin meminta maaf bila ada kesalahan baik dalam penyusunan laporan maupun yang pernah penulis lakukan sewaktu membuat program Tugas Akhir. Sekali lagi penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya.

Yogyakarta, 27 Mei 2015

Penulis

INTISARI

Implementasi Kendali LEGO NXT Berbasis Posisi Dan Bentuk Tangan Dengan Metode Convex Hull

Seiring perkembangan teknologi yang semakin maju, teknologi robot merupakan alat yang digunakan sebagai alat bantu yang memudahkan pekerjaan manusia. Robot dapat bergerak dengan sendirinya maupun dengan kontrol dari manusia. Dengan perkembangan teknologi interaksi manusia dengan komputer yang semakin berkembang pesat, penggunaan interaksi langsung sebagai pengendali robot semakin menarik dan semakin realistis.

Melihat kasus diatas, penulis mencoba memodelkan sebuah sistem yang digunakan sebagai kendali robot dengan interaksi langsung. Interaksi langsung disini adalah pembacaan posisi dan bentuk tangan manusia untuk mengendalikan robot. Pada penelitian ini, penulis akan menguji seberapa keberhasilan sistem dalam mencapai tujuan.

Hasil dari pengujian diperoleh dari responden yang telah dipilih. Hasil dari pengujian ini menunjukkan bahwa sistem dapat berjalan dengan baik dengan keberhasilan sebesar 98% untuk pendeteksian posisi tangan dan 84,36% keberhasilan pada pendeteksian bentuk tangan.

Kata kunci : Hand gesture, Convex Hull, Graham Scan, LEGO NXT controller

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
UCAPAN TERIMAKASIH	1
INTISARI	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Metode Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Landasan Teori	6
2.2.1 LEGO Mindstorms NXT	6
2.2.2 Warna.....	9
2.2.3 Segmentasi Citra	11
2.2.4 Segmentasi Warna HSV	11
2.2.5 Thresholding	14
2.2.6 Noise Removal	15
2.2.7 Pendeteksian Kontur.....	17

2.2.8	<i>Convex Hull</i>	18
2.2.9	<i>Convexity Defects</i>	20
BAB III	ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM	22
3.1	Kebutuhan Sistem	22
3.1.1	Kebutuhan <i>Hardware</i>	22
3.1.2	Kebutuhan <i>Software</i>	23
3.2	Rancangan Sistem	23
3.2.1	Use Case Diagram	23
3.2.2	Flowchart	24
3.3	Rancangan Mobil NXT LEGO	38
3.3.1	Rancangan Input	40
3.3.2	Rancangan Output	41
3.4	Rancangan Evaluasi Sistem	41
3.5	Rancangan Antar Muka	42
BAB IV	IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM	44
4.1	Implementasi Sistem	44
4.1.1	Konfigurasi Awal	44
4.1.2	Implementasi User Interface	45
4.1.3	Implementasi Pemodelan Alat	48
4.2	Implementasi Kode	49
4.2.1	Implementasi konektivitas <i>Bluetooth</i>	49
4.2.2	Implementasi <i>Preprocessing</i>	50
4.2.3	Implementasi Convex Hull	53
4.2.4	Implementasi Pencarian Posisi dan Bentuk Tangan	58
4.2.5	Implementasi Penerima dan Kendali LEGO	60
4.3	Analisa Sistem	63
4.3.1	Evaluasi Posisi Tangan	63
4.3.2	Evaluasi Waktu Tempuh	67

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	73
5.1 Kesimpulan	73
5.2 Saran.....	74
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN	

©UKDW

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 NXT Brick	7
Gambar 2.2 NXT Motor	8
Gambar 2.3 NXT Wheel.....	8
Gambar 2.4. Sistem Ruang Warna RGB (Castleman, 1996).....	9
Gambar 2.5 Silinder Warna HSV (Castleman, 1996)	10
Gambar 2.6. Lingkaran elemen warna Hue.....	12
Gambar 2.7. Proses Dilasi.....	15
Gambar 2.8. Proses Erosi.....	16
Gambar 2.9. Proses <i>Opening</i>	16
Gambar 2.10. Proses <i>Closing</i>	17
Gambar 3.1 Use Case diagram	24
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> sistem keseluruhan.....	24
Gambar 3.3 <i>Flowchart preprocessing</i> citra.....	25
Gambar 3.4 <i>Flowchart</i> kalibrasi warna	26
Gambar 3.5. <i>Flowchart</i> segmentasi warna.....	27
Gambar 3.6. <i>Flowchart</i> pencarian kontur.....	28
Gambar 3.7. <i>Flowchart</i> proses sistem	29
Gambar 3.8 <i>Flowchart</i> algoritma Convex Hull	30
Gambar 3.9 Contoh kasus bentuk awal.....	31
Gambar 3.10 Convex Hull yang terbentuk	32
Gambar 3.11 <i>Flowchart</i> Convexity Defects	33
Gambar 3.12 Hasil pencarian defects	36
Gambar 3.13 <i>Flowchart</i> perhitungan jari	37
Gambar 3.14. <i>Flowchart</i> kendali robot	38
Gambar 3.15 Contoh bentuk mobil robot	39

Gambar 3.16 Bentuk gesture sebagai input.....	40
Gambar 3.17 Ilustrasi posisi kedua tangan ketika belok	40
Gambar 3.18 Lintasan pengujian.....	41
Gambar 3.19 Rancangan Antar Muka.....	43
Gambar 4.1 Halaman Utama Sistem	45
Gambar 4.2 Tampilan kalibrasi warna	46
Gambar 4.3 Halaman utama sistem yang berjalan	47
Gambar 4.4 Tampilan sistem ketika mengenali perintah STOP	47
Gambar 4.5 Model LEGO NXT berbentuk mobil.....	48
Gambar 4.6 Potongan kode menampilkan daftar port Bluetooth	49
Gambar 4.7 Proses membuka koneksi Bluetooth.....	50
Gambar 4.8 Proses pengiriman data dengan Bluetooth	50
Gambar 4.9 Potongan kode kalibrasi warna.....	51
Gambar 4.10 Segmentasi citra dengan rentang HSV.....	51
Gambar 4.11 Citra Hasil Segmentasi Warna.....	52
Gambar 4.12 Morphology untuk memperjelas citra	52
Gambar 4.13 Citra Hasil Morphology	52
Gambar 4.14 Proses pencarian kontur	53
Gambar 4.15 Cctra Hasil Pencarian Kontur	53
Gambar 4.16 Pencarian Orientasi Titik.....	54
Gambar 4.17 Sorting Titik	54
Gambar 4.18 Pencarian Convex Hull dengan Graham Scan.....	55
Gambar 4.19 Citra Hasil Pencarian Convex Hull.....	56
Gambar 4.20 Pencarian Convexity Defect.....	57
Gambar 4.21 Citra Hasil Pencarian Convexity Defects.....	57
Gambar 4.22 Filter titik defect	58
Gambar 4.23 Proses mendapatkan lokasi tangan	59
Gambar 4.24 Titik tengah tangan	59

Gambar 4.25 Perhitungan sudut kedua tangan	60
Gambar 4.26 Proses menghitung jumlah jari	60
Gambar 4.27 Menunggu koneksi Bluetooth	61
Gambar 4.28 Penerimaan data dengan Bluetooth.....	61
Gambar 4.29 Thread pengaman	61
Gambar 4.30 Parsing dan penggerak motor	62
Gambar 4.31 Grafik pengujian posisi tangan	66
Gambar 4.32 Grafik hasil pengujian posisi tangan	67
Gambar 4.33 Grafik waktu tempuh	68
Gambar 4.34 Grafik keberhasilan deteksi tangan.....	71

©UKDW

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Tabel parameter perintah ke robot	30
Tabel 3.2	Tabel perhitungan Convex Hull.....	32
Tabel 3.3	Tabel defectStart dan defectEnd	34
Tabel 3.4	Pencarian terduga defect	35
Tabel 3.5	Tabel perhitungan Convexity Defects.....	36
Tabel 3.6	Komponen perancangan LEGO NXT	38
Tabel 4.1	Hasil Evaluasi Posisi Tangan Responden	63
Tabel 4.2	Hasil pengujian posisi tangan.....	66
Tabel 4.3	Rata - rata waktu tempuh percobaan	67
Tabel 4.4	Tabel data waktu pengujian	68
Tabel 4.5	Hasil pengujian bentuk tangan responden	69
Tabel 4.6	Tabel rata – rata keberhasilan deteksi bentuk tangan.....	70
Tabel 4.7	Tabel hasil deteksi tangan terbuka	72
Tabel 4.8	Tabel hasil deteksi tangan menggenggam	72

INTISARI

Implementasi Kendali LEGO NXT Berbasis Posisi Dan Bentuk Tangan Dengan Metode Convex Hull

Seiring perkembangan teknologi yang semakin maju, teknologi robot merupakan alat yang digunakan sebagai alat bantu yang memudahkan pekerjaan manusia. Robot dapat bergerak dengan sendirinya maupun dengan kontrol dari manusia. Dengan perkembangan teknologi interaksi manusia dengan komputer yang semakin berkembang pesat, penggunaan interaksi langsung sebagai pengendali robot semakin menarik dan semakin realistis.

Melihat kasus diatas, penulis mencoba memodelkan sebuah sistem yang digunakan sebagai kendali robot dengan interaksi langsung. Interaksi langsung disini adalah pembacaan posisi dan bentuk tangan manusia untuk mengendalikan robot. Pada penelitian ini, penulis akan menguji seberapa keberhasilan sistem dalam mencapai tujuan.

Hasil dari pengujian diperoleh dari responden yang telah dipilih. Hasil dari pengujian ini menunjukkan bahwa sistem dapat berjalan dengan baik dengan keberhasilan sebesar 98% untuk pendeteksian posisi tangan dan 84,36% keberhasilan pada pendeteksian bentuk tangan.

Kata kunci : Hand gesture, Convex Hull, Graham Scan, LEGO NXT controller

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring perkembangan teknologi yang semakin maju, teknologi robot merupakan alat yang digunakan sebagai alat bantu yang memudahkan pekerjaan manusia, selain itu juga untuk mengurangi resiko pekerjaan yang berbahaya jika dikerjakan langsung oleh manusia. Robot dapat bergerak dengan sendirinya maupun dengan kontrol dari manusia. Pengendalian robot yang dikendalikan manusia pada umumnya dilakukan dengan menggunakan perangkat *remote* yang berbentuk tombol atau *joystick*. Dengan perkembangan teknologi interaksi manusia dengan komputer yang semakin berkembang pesat, penggunaan interaksi langsung sebagai pengendali robot semakin menarik dan semakin realistis. Interaksi langsung ini biasanya menggunakan sensor yang digunakan sebagai indra oleh komputer untuk mengenali gerak pengguna. Pengenalan gerakan tangan atau biasa disebut dengan *gesture recognition* merupakan interaksi langsung yang sering digunakan sehingga pengguna dapat merasakan interaksi yang lebih nyata terhadap komputer.

Penelitian tentang *gesture-based* yang digunakan sebagai *controller* sudah pernah dilakukan. Salah satunya adalah penggunaan *gesture-based* sebagai pengendali robot mobil dengan menggunakan *microcontroller Arduino*. Penelitian tersebut menggunakan metode *Convex Hull* untuk mendeteksi jumlah jari pengguna dan posisi telapak tangan yang kemudian diterjemahkan sebagai *input* untuk mengendalikan robot (Kaura, Honrao, Patil, & Shetty, 2013).

Pembuatan *controller* ini merupakan pemanfaatan dari penggunaan *hand gesture recognition* atau pengenalan dan pembacaan gerakan tangan menggunakan citra yang ditangkap dari sensor. Pada pengaplikasiannya, citra yang diambil dari perangkat *input* akan melalui proses *preprocessing* yang kemudian gambar akan dikenali dan dibaca posisi tangan yang berada didepan sensor *input*,

selanjutnya akan diterjemahkan sebagai *input* pada sebuah perangkat robot LEGO NXT.

Dalam penelitian ini, algoritma *Convex Hull* digunakan untuk mendeteksi posisi tangan dan juga sebagai cara untuk mendapatkan bentuk tangan sebagai pengendali robot LEGO NXT. Penggunaan *Convex Hull* diharapkan memiliki keberhasilan tinggi untuk mendeteksi bentuk tangan primitif pada penelitian ini.

1.2 Perumusan Masalah

Pada penelitian ini, yang menjadi fokus permasalahan pada proyek tugas akhir ini meliputi :

- Seberapa besar prosentase tingkat keberhasilan sistem dalam mendapatkan posisi dan bentuk tangan dalam mengendalikan mobil NXT.

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah di atas, memiliki batasan masalah sebagai berikut :

- a. Sistem berjalan dalam bentuk aplikasi *Desktop* dengan menggunakan perangkat *webcam* yang memiliki resolusi minimal 640x480
- b. Kit Robotik yang digunakan menggunakan LEGO NXT
- c. Gerakan tangan yang dikenali diantaranya adalah gerakan tangan belok kiri, gerakan tangan belok kanan, gerakan tangan untuk melakukan rem
- d. Kondisi latar belakang tidak ada yang menyamai warna kulit tangan manusia
- e. Pembuatan sistem menggunakan *library* EmguCV

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan suatu sistem *controlling* untuk robot mobil NXT LEGO dengan memanfaatkan *gesture* dari pengguna dengan menggunakan algoritma *Convex Hull*.

1.5 Metode Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan terdiri dari beberapa langkah yang nantinya digunakan untuk membantu perancangan dan implementasi tugas akhir ini. Metode yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan melalui buku, jurnal penelitian, artikel ilmiah maupun sumber – sumber lain yang mendukung metode yang digunakan pada penelitian ini.

2. Perancangan Sistem

Perancangan sistem akan dilakukan dengan penerapan metode – metode *preprocessing* yang kemudian dilanjutkan dengan algoritma *Convex Hull* dan *Convexity Defects* sebagai pendeteksi dan pembaca gerakan tangan. Perancangan dan pembuatan sistem juga akan dilakukan pada tahap ini.

3. Implementasi dan Testing

Pada tahap ini, dilakukan pengujian terhadap sistem dengan melakukan pengujian terhadap sistem. Pengujian dilakukan oleh responden yang berjumlah 5 orang dan dilakukan sebanyak 4 kali pada ruangan yang sama.

4. Analisis Hasil Percobaan dan Evaluasi

Pada tahap ini, hasil percobaan dapat diambil kesimpulan yang kemudian dapat dievaluasi apakah sudah sesuai dengan tujuan penelitian

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini dibagi menjadi 5 bab. Berikut merupakan penjelasan dari masing – masing bab tersebut.

1. Bab pertama merupakan bab pendahuluan yang digunakan sebagai gambaran tentang penelitian yang akan dilakukan, diantaranya berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metode penelitian dan sistematika penulisan.
2. Bab kedua merupakan tinjauan pustaka yang berisi tentang teori yang menjadi landasan dalam pembuatan penelitian ini. Teori yang berhubungan dengan proses pengenalan gerakan tangan serta teori mengenai *preprocessing*. Teori – teori tersebut akan penulis ambil dari jurnal penelitian, maupun sumber – sumber lain yang mendukung penelitian ini.
3. Bab ketiga merupakan analisis dan rancangan sistem serta kebutuhan sistem yang akan dibuat. Pada bab ini akan dijelaskan bahan dan materi yang dibutuhkan untuk merancang sistem yang akan dibuat.
4. Bab keempat merupakan Implementasi dan analisis sistem dimana dalam bab ini akan menjelaskan tentang penjelasan hasil yang diperoleh yang kemudian dianalisis berkaitan dengan rumusan masalah yang ada.
5. Bab kelima yang merupakan bab terakhir merupakan kesimpulan dari bab – bab sebelumnya. Selain berisi kesimpulan, pada bab ini juga disertakan saran dan pengembangan sistem untuk penelitian selanjutnya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi dan analisis sistem, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil segmentasi warna untuk mengenali warna kulit tangan pada *preprocessing* akan sangat menentukan keberhasilan sistem ini berjalan.
2. Hasil pengujian dari posisi tangan dan diperoleh hasil nilai keberhasilan sebesar 98% dan *error* sebesar 2%. Sedangkan didapatkan hasil pengujian bentuk tangan dan diperoleh hasil keberhasilan sebesar 84.36% dan nilai *error* sebesar 15.36%. Dengan kedua hasil ini dapat disimpulkan bahwa sistem dapat bekerja dengan baik dengan hasil diatas 80%.
3. Sistem dengan baik melakukan pendeteksian bentuk tangan terbuka untuk menghentikan robot, namun sistem kurang begitu baik untuk melakukan pendeteksian terhadap bentuk tangan mengepal. Semakin banyak titik *defects* yang terdeteksi, akan membantu pembentukan *bounding box* yang semakin akurat, sehingga perhitungan jari akan semakin akurat pula.

5.2 Saran

Saran untuk pengembangan dan perbaikan sistem adalah dengan beberapa poin berikut

1. Pendeteksian bentuk tangan dapat ditambahkan dengan metode klasifikasi, sehingga pengenalan bentuk tangan bisa lebih bervariasi dan lebih akurat.
2. Bentuk robot dan perintah untuk menggerakkan robot dapat dibuat lebih bervariasi tidak hanya berjalan dan berhenti.

©UKDW

DAFTAR PUSTAKA

- Adikara, P. P., Rahman, M. A., & Santosa, E. (2014). Pencarian Ruang Warna Kulit Manusia Berdasarkan Karakteristik Matrik Window Citra. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*, 29-33.
- Azeredo, T. R., Matias, I. O., & Oliveira, W. M. (2012). Development of a Virtual Input Device Using Stereoscopic Computer Vision to Control a Vehicle in a Racing Game. *ICCGI 2012: The Seventh International Multi-Conference on Computing in the Global Information Technology*, 121-126.
- Bishnoi, A. (2014). Noise Removal with Morphological Operations Opening and Closing Using Erosion and Dilation. *International Journal of Modern Engineering Research (IJMER)*.
- Castleman, K. (1996). *Digital Image Processing*. Prentice Hall.
- Dey, S. K., & Anand, S. (2014). Algorithm For Multi-Hand Finger Counting: An Easy Approach. *Advances in Vision Computing: An International Journal (AVC)*, 11-18.
- Gasperi, M. L., & Hurbain, P. P. (2009). *Extreme NXT: Extending the LEGO MINDSTORMS NXT to the Next Level, Second Edition*. Apress.
- Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2002). *Digital Image Processing. Second Edition*. New Jersey: Prentice Hall.
- Graham, R. L. (1972). An Efficient Algorithm For Determining The Convex Hull of A Finite Planar Set. *Information Processing Letters 1* (pp. 132-133). New Jersey : North Holland Publishing Company.
- Graham, R. L., & Yao, F. F. (1983). Finding the Convex Hull of a Simple Polygon. *Journal Of Algorithms*, 324-331.

Kaura, H. K., Honrao, V., Patil, S., & Shetty, P. (2013). Gesture Controlled Robot using Image Processing. *International Journal of Advanced Research in Artificial Intelligence*, 69-77.

Nagarajan, S., Subashini, S., & Ramalingam, V. (2012). Vision Based Real Time Finger Counter for Hand Gesture Recognition. *CPMR-IJT: Interation Journal of Technology*.

Suzuki, S., & Abe, K. (1985). Topological Structural Analysis of Digitized Binary Images by Border Following. *Computer Vision. Graphics, And Image Processing*, 32-46.

©UKDWN