

# RANCANG BANGUN SISTEM INSTRUKSI MENGGUNAKAN GESTUR TANGAN PADA ROBOT HUMANOID

Ridwan Herdian Hidayat<sup>1</sup>, Aris Budiarto<sup>2</sup>, Wahyudi Purnomo<sup>3</sup>

Politeknik Manufaktur Negeri Bandung  
 Jl Kanayakan No. 21 – Dago, Bandung - 40135  
 Phone/Fax : 022. 250 0241 / 250 2649  
 Email: [ridwanherdian17@gmail.com](mailto:ridwanherdian17@gmail.com)

## ABSTRAK

Dalam beberapa tahun terakhir, upaya penelitian yang dilakukan untuk mendapatkan sistem instruksi yang natural antara manusia dan robot semakin gencar dilakukan. Sebuah sistem instruksi robot yang perseptif sangat dibutuhkan oleh pengguna untuk berinteraksi dengan robot secara natural. Sistem instruksi menggunakan gestur tangan merupakan salah satu cara yang sangat alami untuk berkomunikasi dengan robot. Ada banyak teknologi gestur tangan yang tersedia saat ini, tetapi salah satu yang paling natural adalah teknologi gestur tangan berbasis visual. Dalam penelitian ini OpenCV digunakan sebagai pengembang algoritma pengolahan citra, menggunakan bahasa pemrograman Python, dan kamera digital untuk menangkap citra gestur tangan. Terdapat serangkaian langkah yang digunakan untuk mengolah citra menjadi data yang dapat diolah untuk menggerakkan robot, yaitu *capturing and convert to greyscale, blurring image, thresholding, drawing contours*, dan *convex hull and convexity defects*. Keluaran dari data tersebut digunakan untuk memanggil *subprogram* berupa *procedure* untuk menghasilkan gerakan seperti gerak maju, gerak mundur, berputar ke kanan dan berputar ke kiri. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem instruksi yang telah dibangun dapat menggerakkan robot humanoid sesuai dengan instruksi gestur tangan. Sistem instruksi ini dapat digunakan untuk berinteraksi dengan robot secara efektif dengan cara yang mudah dipahami.

**Kata kunci:** *Teknologi gestur tangan berbasis visi, openCV, python, image processing.*

## 1. Pendahuluan

Robot *humanoid* merupakan robot yang berbasis atas struktur umum manusia, seperti memiliki sepasang kaki atau tangan. Robot *humanoid* tidak serta merta sangat menyerupai manusia, tetapi bisa hanya memiliki fungsi fisiologis manusia seperti berdiri atau berjalan dengan dua kaki saja. Saat ini robot *humanoid* banyak digunakan sebagai bahan penelitian yang terus berkembang. Robot *humanoid* diharapkan suatu saat nanti dapat digunakan untuk membantu dan memudahkan manusia dalam bekerja atau dalam melakukan aktivitas sehari-hari.

Untuk mengoperasikan robot *humanoid* agar dapat bergerak seperti yang diinginkan maka diperlukan suatu sistem instruksi yang dapat dimengerti oleh robot dan diterjemahkan dalam bentuk keluaran seperti pergerakan berjalan maju, mundur, berputar ke kiri atau ke

kanan. Pada umumnya sistem instruksi tersebut berupa kode-kode pemrograman yang dimasukan melalui perangkat komputer dan terintegrasi dengan *user interface* seperti *remote control*. Tetapi sistem instruksi tersebut dirasakan memiliki kekurangan pada bagian *interface*-nya bagi manusia sebagai *operator* dari segi kenyamanan dan kepraktisan dalam menggunakannya, selain itu seiring dengan pesatnya perkembangan zaman sebuah sistem instruksi yang perseptif sangat dibutuhkan oleh pengguna untuk berinteraksi dengan robot humanoid secara natural.

Teknologi gestur tangan menjadi solusi alternatif untuk permasalahan tersebut, dengan teknologi ini pengendalian gerakan robot *humanoid* bisa menjadi lebih praktis, nyaman dan lebih natural karena pengguna hanya perlu menggerakkan tangannya dengan bentuk isyarat tangan. Beberapa metode telah dikembangkan untuk mengaplikasikan teknologi isyarat tangan,

diantara lain adalah pendekatan berbasis visi dan pendekatan sarung tangan *instrumented* (*sensor accelerometer*).

Pengenalan gestur tangan berbasis visi menjadi alat yang alami untuk mendukung intuitif interaksi antara manusia dan robot karena gerakan tangan manusia tidak dibebani dengan perangkat keras tambahan seperti sensor yang melekat pada tangan. Pengenalan gestur tangan (*hand gesture recognition*) digunakan untuk mengenali makna dari citra ekspresi gerakan tangan manusia yang ditangkap oleh kamera. Serta pengenalan gestur tangan menambah variasi interaksi yang diinginkan manusia untuk mengendalikan pergerakan robot.

Pada tugas akhir ini metode gestur tangan yang akan digunakan adalah pendekatan berbasis visi dengan pertimbangan metode ini lebih natural dan efisien dibanding metoda pendekatan gestur tangan yang lainnya karena tidak membutuhkan media sarung tangan. Pada tugas akhir ini juga digunakan bahasa pemrograman *python* yang dilengkapi dengan *openCV* untuk mengolah sinyal citra yang diambil melalui kamera digital, kemudian sinyal tersebut akan diterjemahkan kedalam bentuk sistem instruksi yang dapat dipahami oleh robot *humanoid*.

Dalam karya ilmiah ini digunakan sebuah robot *humanoid lynxmotion biped BRAT* (*Bipedal Robotic Arculatic Transport*) dengan servo controller *SSC-32* menggunakan IC *ATMEGA8-16PU*. Pengambilan citra gestur tangan cukup menggunakan kamera digital.

**Tabel 1.** Spesifikasi Robot *Humanoid Lynxmotion Biped BRAT*

<b>Servo Controller</b>	SSC – 32 (ATMEGA8 – 16PU)
<b>Aktuator</b>	Motor Servo HS-422
<b>Jumlah DoF (Degree of Freedom) / kaki</b>	3
<b>Kendali gerakan motor servo</b>	<i>Local Closed Loop</i>
<b>Tinggi</b>	8.5"
<b>Lebar</b>	6.0"
<b>Berat</b>	22.2 oz

<b>Range of motion / axis</b>	180°
<b>Accuracy of motion / axis</b>	0.09°
<b>Tegangan masukan motor servo</b>	6 VDC

## 2. Penelitian Terdahulu Tentang Teknik Pengenalan Gestur Tangan

Penelitian mengenai implementasi pengenalan gestur tangan pada sistem instruksi robot sudah banyak dilakukan. Pada umumnya teknologi yang digunakan pada pengendalian robot berbasis gestur tangan masih menggunakan sarung tangan, yaitu pada pendekatan dengan teknologi penanda warna dan sarung tangan *instrumented* (*sensor accelerometer*).

Adapun selain itu, para peneliti juga sudah banyak melakukan penelitian pengenalan gestur tangan tanpa menggunakan sarung tangan yang pendekatannya dengan teknologi berbasis visi. Tetapi penelitian-penelitian tersebut hanya sebatas interaksi manusia dengan komputer. Maka dari itu penulis menerapkan pengenalan gestur tangan dengan pendekatan teknologi berbasis visi untuk menggerakkan motor-motor servo pada sebuah robot *humanoid lynxmotion*. Sebelum membahas bagaimana menerapkannya, akan dibahas hasil penelitian terdahulu mengenai pengenalan gestur tangan berbasis visi.

Kajian mengenai pengenalan gestur tangan antara lain dilakukan oleh Nayana PB dan Sanjeev Kubakaddi. Dalam jurnalnya yang berjudul "*Implentation of Hand Gesture Recognition Technique for HCI Using OpenCV*", telah berhasil membuat sistem pengenalan gestur tangan yang diaplikasikan sebagai HCI untuk berkomunikasi dengan komputer. Dengan algoritma yang terdiri dari tiga bagian utama, yaitu *preprocessing*, *segmentation*, dan *feature extraction*.

### a. Preprocessing

Tahap ini dikenal bisa diartikan dengan tahap peningkatan kualitas citra. Tahap ini dilakukan untuk meningkatkan kemungkinan dalam tahap pengolahan citra digital berikutnya. Tahap ini

biasanya terdiri dari peningkatan kualitas (kontras, *brightness*, dll.), menghilangkan *noise*, perbaikan citra, dll.

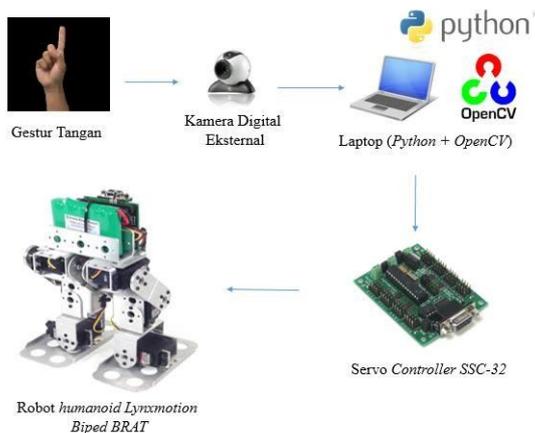
b. *Segmentation*

Pada tahap ini citra gestur tangan dibagi menjadi bagian-bagian pokok yang mengandung informasi yang penting. Memisahkan antara *background* dan citra gestur tangan yang kemudian akan diolah pada proses berikutnya.

c. *Feature Extraction*

Tahap ini merupakan tahap akhir dari pengolahan citra. Pada tahap ini didapat informasi-informasi penting dari citra yang diambil yang kemudian hasil keluarannya diterjemahkan menjadi nilai keluaran yang diharapkan oleh *user*. Tahap ini terdiri dari *convex hull* dan *convexity defects*.

### 3. Metodologi



**Gambar 1.** Gambaran Umum Sistem

Sistem instruksi menggunakan gestur tangan pada robot *humanoid lynxmotion* dimulai dengan pengambilan citra statis gestur tangan dengan kamera digital yang kemudian akan diolah menggunakan perangkat lunak openCV dengan pemrograman python, hasil olahan sinyal tersebut akan digunakan untuk memanggil *subprogram* pergerakan robot *humanoid lynxmotion*. *Subprogram* tersebut terdiri dari program sekuensial untuk

menggerakkan motor-motor servo. Sebelumnya untuk menggerakkan motor-motor servo, sinyal keluaran data keluaran harus dikirimkan ke Rangkaian Servo *Controller SSC-32* melalui modul komunikasi *serial RS232*. Kemudian tegangan masukan yang dibutuhkan oleh motor servo HS-422 akan didapatkan dari keluaran rangkaian Servo *Controller SSC-32*.

### Proses Pengolahan Citra

Proses pengolahan citra gestur tangan dilakukan menggunakan *openCV* yang merupakan *library* untuk mengolah citra. Bahasa pemrograman *python* dipilih dengan pertimbangan kemudahan untuk dipelajari dan memiliki level efisiensi struktur data yang cukup tinggi, sederhana dan efektif untuk pemrograman berorientasi objek.

Adapun tahapan pengolahan citra untuk menerjemahkan citra gestur tangan adalah, sbb:

1. *Convert image to greyscale*

Pada tahap ini citra gestur tangan yang ditangkap oleh kamera di konversi kedalam bentuk *greyscale*. Proses ini dilakukan untuk memudahkan konversi gambar kedalam bentuk binari.



**Gambar 2.** Konversi ke *Greyscale*

2. *Blurring Image*

Kemudian dilakukan proses *blurring image* pada citra gestur tangan untuk membersihkan citra gestur tangan dari *noise*.



**Gambar 3.** Citra gestur tangan setelah di *bluring*

### 3. *Thresholding*

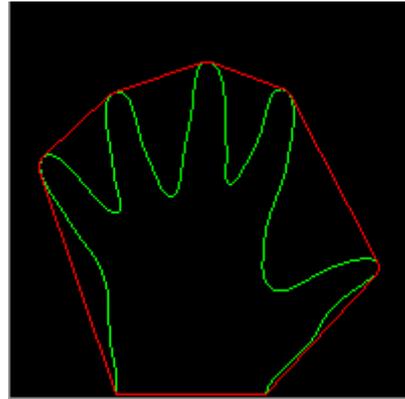
Kemudian dilakukan proses *thresholding*, secara sederhana gambar yang didapatkan akan dirubah menjadi bentuk binari, yaitu hitam dan putih dengan cara menyaring rentang warna tertentu menjadi putih dan warna lainnya menjadi hitam. Proses ini akan memisahkan *background* dari ROI. Sehingga didapat ROI (*Region of Interest*) berupa gestur tangan.



**Gambar 4.** Citra gestur tangan setelah di *thresholding*

### 4. *Draw Contours*

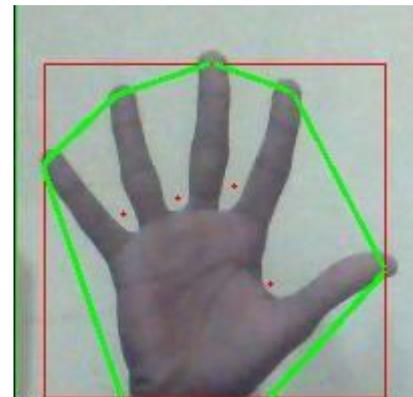
*Contour* dapat diartikan secara sederhana sebagai lengkungan yang menghubungkan seluruh titik-titik yang berhubungan, yang memiliki warna atau intensitas yang sama. *Contour* merupakan *tool* yang sangat berguna untuk mendeteksi dan mengenali objek.



**Gambar 5.** Gambar *Contours* (garis hijau)

### 5. *Convex Hull* dan *Convexity Defacts*

*Convex Hull* mirip dengan *contour* hanya saja *convex hull* tidak mengitari bentuk gestur tangan secara sempurna tetapi hanya mengitari dibagian luarnya saja, cenderung flat dan mengikuti titik-titik terluar. *Convexity defacts* didapat dari deviasi tertinggi antar garis *contours* dan *convex hull*.



**Gambar 6.** *Convexity Defacts*

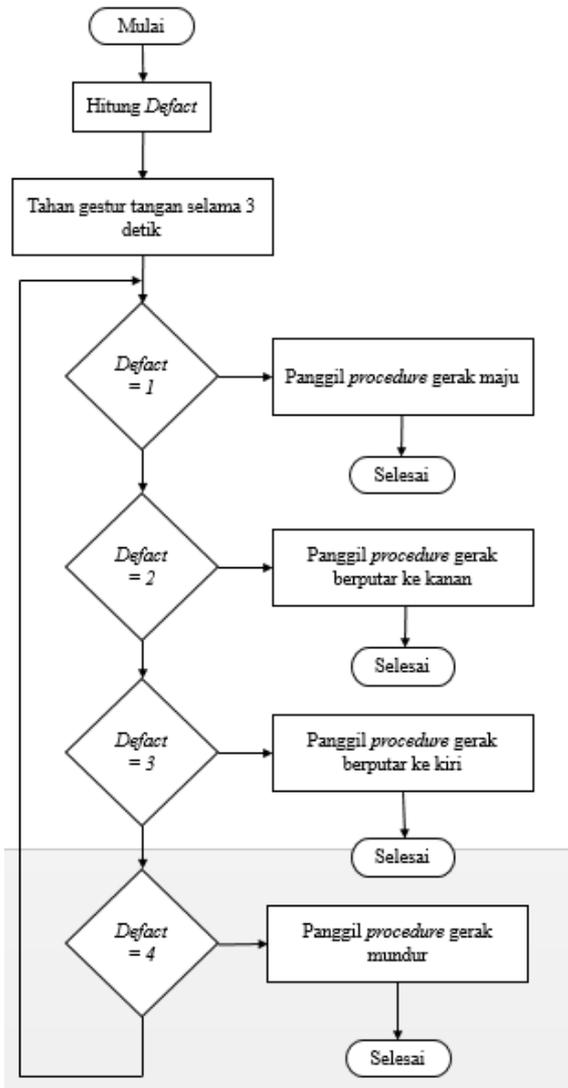
Perubahan bentuk gestur tangan akan mempengaruhi jumlah *defacts* yang muncul. Dengan memanfaatkan *convexity defacts* ini maka teknik pengenalan gestur tangan dapat dilakukan.

### ***Subprogram/Procedure Pergerakan Robot***

*Procedure* pergerakan robot berfungsi untuk menggerakkan robot kedalam gerakan yang dikehendaki. Pada karya ilmiah ini terdapat lima *procedure* pergerakan robot, yang dipanggil berdasarkan jumlah *defact* yang muncul.

- a. *Defact 1* (Simbol angka 2) untuk

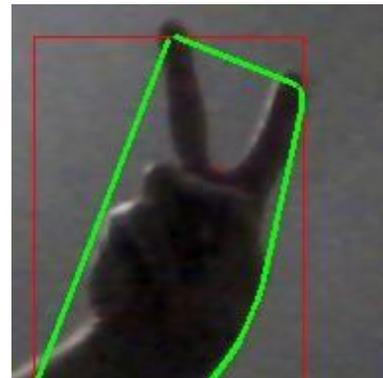
- b. Defact 2 (Simbol angka 3) untuk memanggil *procedure* gerak berputar ke kanan.
- c. Defact 3 (Simbol angka 4) untuk memanggil *procedure* gerak berputar ke kiri.
- d. Defact 4 (Simbol angka 5) untuk memanggil *procedure* gerak mundur.



**Gambar 7.** Flowchart subprogram/procedure pergerakan Robot Humanoid Lynxmotion

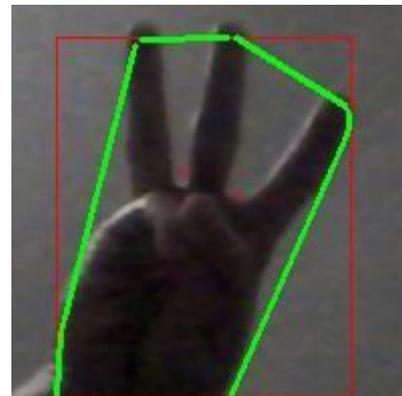
Pada *flowchart* diatas terdapat proses untut menahan gestur tangan selama 3 detik. Dengan tujuan untuk menghindari kesalahan pembacaan yang terjadi secara tiba-tiba. Durasi waktu untuk menahan dapat dirubah sesuai dengan kebutuhan/keinginan.

**4. Hasil**



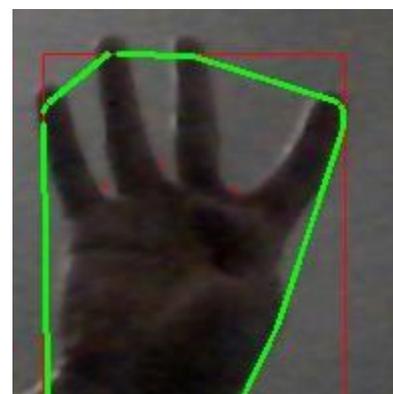
**Gambar 8.** Percobaan 1

Hitung Defact = 1  
Output = Robot bergerak maju



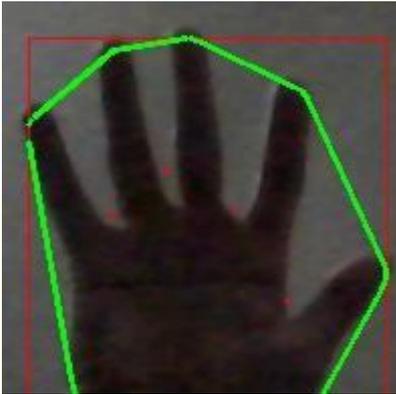
**Gambar 9.** Percobaan 2

Hitung Defact = 2  
Output = Robot bergerak berputar ke kanan



**Gambar 10.** Percobaan 3

Hitung Defact = 3  
Output = Robot bergerak berputar ke kiri



**Gambar 11.** Percobaan 4

Hitung Defact = 4

Output = Robot bergerak mundur

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan terhadap sistem instruksi yang dibangun dan hasil, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Proses pengolahan citra mampu mendeteksi gestur tangan yang telah ditentukan berdasarkan *convexity defact* yang muncul.
2. Sistem instruksi menggunakan gestur tangan pada robot humanoid berhasil dilakukan, dan menghasilkan sistem instruksi yang efisien dan lebih natural dibanding sistem instruksi konvensional (*keyboard/remote*).
3. Keluaran berupa pergerakan robot akan dihasilkan sesuai dengan gestur tangan masukannya secara akurat selama *background* masih bersih dari obyek-

- obyek yang menginterfensi citra gestur
4. tangan.

## 6. Daftar Pustaka

- Sajjad Ur Rahman. 2014, "Hand Gesture Recognition Technique For Human Computer Interaction Using OpenCV". *International Journal of Scientific and Research Publications: Dhaka, Bangladesh*.
- Hashith C. 2010, "Survey On Various Gesture Recognition Techniques For Interfacing Machines Based On Ambient Intelligence". *International Journal of Computer Science & Engineering Survey: Coimbatore*.
- Behnke Sven, Mu'ller Ju'rgen, and Schreiber Michael, 2005, "Using Handheld Computers to Control Humanoid Robots", *In Proceedings of 1st International Conference on Dexterous Autonomous Robots and Humanoids (darh2005) Yverdon-les-Bains - Switzerland, paper nr. 3.2*
- Sunyoto, Andi dan Agus Harjoko, 2014, "Review Teknik, Teknologi, Metodologi dan Implementasi Pengenalan Gestur Tangan Berbasis Visi", Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI), ISSN: 1907 – 5022.
- Fauzi, Ahmad 'Athif Mohd, 2012, "Real-time Hand Gestures System for Mobile Robots Control", *Science Direct (Elsevier)*, doi: 10.1016/j.proeng.2012.07.246