

Pengendalian Manipulator Robot Wayang Menggunakan Kinect dan LabVIEW

Ahmad Iqbal¹, Sis Darmanto Adinandra²

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Islam Indonesia
Jl Kaliurang KM 14.5 Yogyakarta, Indonesia

¹15524040@students.uii.ac.id

²s.adinandra@uii.ac.id

Abstrak—Penegndalian jarak jauh sudah berkembang dalam implementasi robotika. Salah satu sensor yang digunakan adalah sensor kinect. Pengidentifikasian gerakan kinect dilakukan dengan cara menangkap obyek dihadapannya. Obyek tersebut harus berada pada jangkauan kinect agar dapat ditangkap secara simultan. Pengidentifikasian tersebut disebut dengan istilah *skeletal tracking*. Kinect dapat mengidentifikasi bagian tubuh berdasarkan kerangka tubuh manusia. Pengendalian robot dapat dilakukan secara 2D dan 3D. Sebagai pengembangan dari penelitian sebelumnya, Penelitian ini menggunakan kinect sebagai input pengendalian manipulator robot wayang secara 3D. Pengendalian robot wayang menggunakan lengan kanan. Titik sendi yang digunakan adalah titik bahu, siku, dan pergelangan tangan. sistem terbagi menjadi dua bagian. Proses pengidentifikasian kerangka tubuh dan proses perhitungan sudut sebagai input robot wayang. LabVIEW sebagai antarmuka pengendalian robot wayang dan perhitungan sudut robot kemudian dikirimkan ke *joint* robot wayang menggunakan arduino. Dari hasil pengujian, respon robot wayang sudah *real-time*. Jarak yang ideal antara pengguna dan kinect 1.5 m. Ketinggian kinect yang digunakan 7 m dan tilt 0°. Sudut yang ditampilkan pada *skeletal tracking* stabil tidak banyak mengalami perubahan pada setiap *joint* dengan hanya 0.089% rata-rata data error. Respon robot wayang sudah *real-time*.

Kata kunci— *kinect, LabVIEW, Skeletal Tracking, pengendalian jarak jauh*

I. PENDAHULUAN

Manusia dapat berkembang melalui pengalaman. Pada kehidupan sehari-hari manusia dapat meniru perilaku yang ada disekitarnya sesuai kebutuhan. Hal tersebut tidak mudah untuk diterapkan pada robot, dikarenakan robot memiliki bahasa yang berbeda dengan makhluk hidup. Perkembangan teknologi saat ini dapat mempermudah interaksi antara manusia dan robot[1]. Interaksi tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan *joystick*, kamera, sensor dan lain-lain. Salah satu bagian robot yang terinspirasi dari manusia adalah lengan robot[2]. Standar lengan robot sendiri terdiri dari *base* dan *link* yang menghubungkan antara satu *joint* dan yang lainnya. Agar lengan robot dapat meniru gerakan manusia, maka dibutuhkan perancangan pergerakan lengan manusia dengan akurat. Namun, untuk dapat mengikuti pergerakan manusia tidaklah mudah. Karena robot membutuhkan torsi untuk menangani beberapa *degree of freedom* (DOFs) secara terus-menerus[3].

Pengendalian robot dapat dilakukan secara 2D dan 3D. Sebagai pengembangan dari penelitian sebelumnya, penelitian

ini menggunakan kinect sebagai input pengendalian manipulator robot wayang secara 3D. Pengendalian 3D membutuhkan joint base yang berputar 180° dan terhubung dengan joint lainnya. Manipulator robot wayang dapat dikendalikan secara 3D menggunakan kamera kinect.

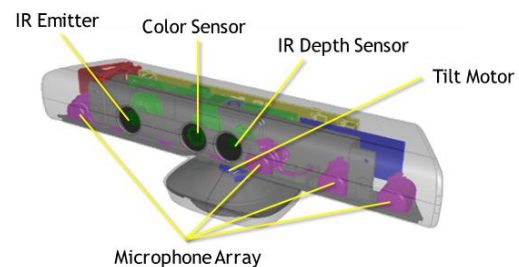
Sensor *Microsoft Kinect* dapat mengidentifikasi pola gerakan manusia dengan cara menangkap gambar secara terus-menerus dari obyek yang ditangkapnya, identifikasi pola dapat disebut dengan istilah *Skeletal Tracking* yang dapat menangkap seluruh tubuh manusia berdasarkan kerangka tubuh. *Microsoft kinect* memiliki beberapa fitur seperti mikrofon, kamera RGB (*Red, Green, Blue*) dan sensor kedalaman atau *Depth Sensor*. Setiap fitur yang dimiliki *Microsoft Kinect* memiliki fungsinya masing-masing. Dengan mengekstraksi informasi kerangka tubuh manusia dengan menggunakan fitur yang dimiliki oleh *Microsoft Kinect* dan diproses melalui pemrograman[3].

Penggunaan kinect dengan menghadapkan tubuh manusia menuju kinect dan proses tersebut diimplementasikan kepada lengan robot. Data kerangka tubuh kemudian dikonversi menjadi sudut robot. Menggunakan Software LabVIEW dapat membantu untuk mendapatkan hasil yang *Real-Time*. LabVIEW digunakan sebagai *Graphical User Interface* (GUI) untuk menampilkan data kerangka tubuh.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sensor Kinect

Kinect merupakan kamera microsoft yang dipergunakan untuk *gaming* dengan memperkenalkan fitur motion gaming sebagai fitur utama. *Motion gaming* sendiri bertujuan untuk membuat pemain berinteraksi tanpa menggunakan *game controller*. Dengan menggunakan kinect, pengguna hanya perlu menggerakkan tubuh[4].



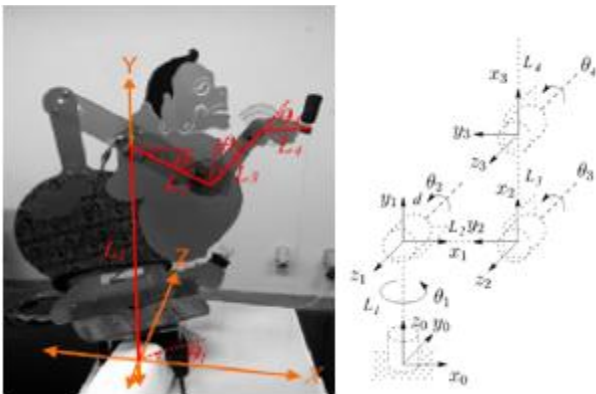
Gambar 1. Sensor Kinect

Dengan menggunakan sensor kinect untuk mendapatkan gambar tubuh manusia, kinect akan memproses data dan memabagi tubuh menjadi beberapa bagian seperti : tangan, jari, kepala, dll. Ketika kinect memproses tubuh manusia dapat dikirim. Robot dapat melakukan pergerakan sesuai tubuh manusia setelah menerima kiriman data tersebut.

Kinect tidak hanya digunakan untuk bermain game, tetapi juga dapat membantu dalam bidang rehabilitasi stroke[5], sistem navigasi, dan lain-lain. Kinect memiliki kamera warna dan sensor kedalaman yang pada umumnya digunakan untuk mengkap pergerakan manusia. Prinsip dasar dari sensor kedalaman adalah memancarkan cahaya infra merah dan mengkalkulasi kedalaman dari pantulan cahaya pada posisi yang berbeda. Dengan proses tersebut, sendi manusia dapat teridentifikasi dan dapat digunakan sesuai kebutuhan. Skeletal tracking adalah fitur kinect dengan menangkap kerangka manusia yang bergerak dalam jangkauan sensor kinect. Sehingga dapat memudahkan dalam membuat program yang berbasis gerakan. Dengan fitur ini kinect dapat menangkap sendi-sendi pada tubuh manusia.

B. Manipulator Robot Wayang

Manipulator robot wayang digunakan sebagai aktuator dan dirancang menyerupai lengan manusia dengan memiliki *base* yang dapat berputar. Robot wayang memiliki 4 *degree of freedom*. Semua *joint* yang ada pada robot wayang akan digunakan. robot wayang dapat diakses menggunakan arduino sebagai penghubung dan aplikasi program LabVIEW digunakan untuk mengendalikan robot wayang.

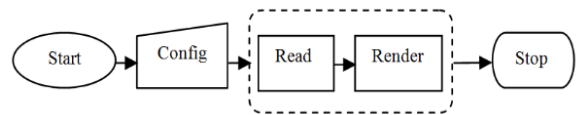


Gambar 2. Manipulator Robot Wayang

Joint bahu, siku, pergelangan tangan memiliki 2 koordinat x, y . Semua *joint* dapat berputar 180° . Koordinat sistem menjadi patokan untuk pemrograman robot wayang. Robot wayang memiliki tegangan suplai 12 V untuk membantu menggerakkan seluruh servo motor dan inverter untuk mengatur masukan dan keluaran tegangan.

C. Kinesthesia Toolkit

Kinesthesia toolkit merupakan *toolkit* yang membantu LabVIEW untuk berinteraksi dengan kinect. Menggunakan *kinesthesia toolkit* memungkinkan pengguna untuk mengakses kinect dan menutup aksesnya. Fitur kinect yang dapat diakses menggunakan *kinesthesia toolkit* adalah fitur kamera RGB, sensor kedalaman, *skeletal tracking*.



Gambar 3. Alur Pembacaan Kinect

Gambar 2.7 menunjukkan *block diagram* pada *kinesthesia toolkit* yang dapat memberikan akses ke kinect. *Toolkit* memiliki fitur inialisasi yang dapat mendeteksi jumlah kinect yang akan digunakan, konfigurasi dapat memberikan akses ke kinect untuk memilih opsi yang tersedia dan fitur yang terakhir adalah *read* yang berfungsi untuk membaca seluruh datanya.

Kinesthesia toolkit pada dasarnya dikembangkan untuk rehabilitasi dan membantu medis akan tetapi peneliti di penjuru dunia menggunakan menggunakan *kinesthesia toolkit* untuk berbagai macam penelitian. Kekurangan dari *kinesthesia toolkit* adalah tidak akurat dan tidak presisi sehingga dibutuhkan sebuah filter atau smoothing.

III. METODE PENELITIAN

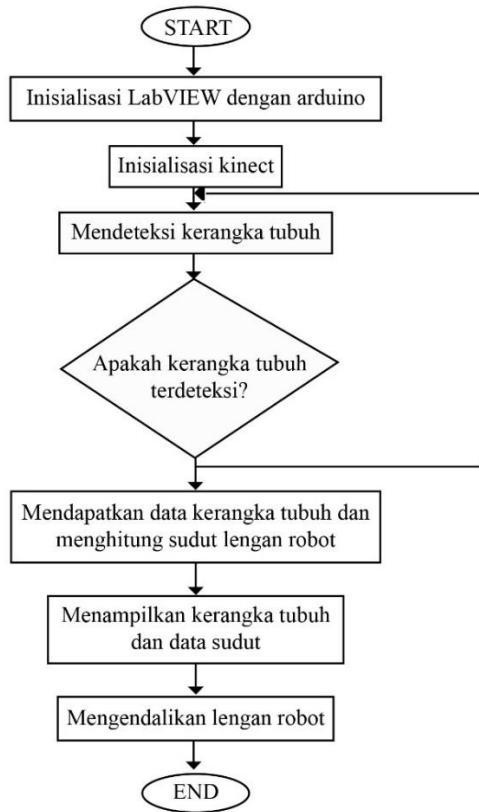
Sistem akan terbagi menjadi dua bagian, proses identifikasi kerangka tubuh menggunakan kinect pada obyek yang ada dihadapannya. Hasil dari identifikasi dijadikan sebagai masukan pada lengan robot. Proses kedua adalah pengendalian lengan robot agar sesuai yang diperintahkan.



Gambar 4. Diagram Alir

Kinect memiliki dua kamera dan satu IR *emitter*. Satu kamera mengambil warna sekitar dan yang lainnya mengkalkulasi kedalaman citra (*Depth Image*). IR *emitter* mengirim laser kepada obyek yang ada dihadapannya, dimana laser tersebut akan terpantul kembali ke kamera IR. Kinect mengambil 30 frame per detik dengan resolusi 640x480 dan dapat menjalankan dua fungsi kamera warna dan *depth image* secara bersamaan. Untuk dapat menjalankan fungsi *tracking*, obyek yang akan diidentifikasi oleh kinect harus berada pada jarak dan ketinggian yang tetap agar kinect dapat memproses warna RGB dan juga *depth image* secara terus-menerus. Kerangka tubuh dapat diidentifikasi dengan mudah akan tetapi tingkat presisinya masih rendah karena memproses beberapa *joint* secara bersamaan menggunakan perangkat lunak yang telah disediakan oleh *Microsoft SDK*. Untuk mendapatkan kerangka tubuh manusia dibutuhkan LabVIEW sebagai GUI (*Graphical User Interface*). Program yang akan digunakan adalah *kinesthesia toolkit* yang dikembangkan oleh *University of Leeds*. *Toolkit* tersebut dapat membantu untuk menginsialisasi, menconfigurasi dan memproses data-data yang lain.

Skeletal tracking akan dijadikan masukan untuk robot wayang. Data masukan dari Kinect kemudian diproses oleh komputer. Keluaran data yang telah diproses pada komputer kemudian akan dikirim ke mikrokontroler arduino. Saat data telah diterima arduino, maka kemudian aktuator yang berupa manipulator robot wayang akan meniru pergerakan.



Gambar 5. Flowchart pemrograman LabVIEW

Software LabVIEW digunakan untuk mengelola data kerangka tubuh dari kinect. Driver kinect dan arduino perlu dipasang terlebih dahulu agar kinect dan arduino dapat dikenali. Driver kinect berupa SDK (software kit development). Program kinect menggunakan program yang dikembangkan oleh *university of leeds* berupa *toolkit* yang membantu untuk mendapatkan kerangka tubuh disebut dengan *kinesthesia toolkit*. Setelah kinect dapat beroperasi, maka proses selanjutnya dapat dilakukan.

Ketika kerangka tubuh terdeteksi, proses menghitung sudut pada seluruh joint terjadi. Perhitung sudut joint menggunakan persamaan.

$$\cos \theta = \frac{\vec{ab} \cdot \vec{ac}}{|\vec{ab}| \cdot |\vec{ac}|} \quad ; 0 \leq \theta \leq 180^\circ \quad (1)$$

Persamaan 1 dapat digunakan untuk menghitung sudut dalam ruang 2D maupun 3D.

IV. HASIL DAN ANALISIS

Jarak antara pengguna dan kinect memiliki pengaruh yang besar terhadap pendeteksian *skeleton tracking*. Pengendalian robot dapat dipengaruhi dengan jarak antara pengguna dan kinect dan mempengaruhi kinerja dari *skeleton tracking*. Kinect tidak akan bisa mendeteksi pengguna jika pengguna berada terlalu dekat dengan kinect atau terlalu jauh dari kinect. Seluruh

pengendalian dapat dipengaruhi oleh jarak antara pengguna dan kinect. Pengujian dilakukan dengan jarak yang berbeda antara pengguna dan kinect. Pengukuran digunakan menggunakan meteran dengan ketelitian meter.

Percobaan pengujian dilakukan 3 kali untuk masing-masing jarak. jarak yang ideal digunakan adalah antara 1.5 m sampai 2 m. Pengujian gestur lengan kanan dapat dilakukan pada 1.5 m – 2.5 m karena jika kurang dari jarak tersebut kinect tidak bisa mendeteksi kerangka tubuh. gestur lengan kanan dilakukan secara acak dan tidak melakukan gestur tertentu.

Tabel 1 Hasil Pengujian Gestur

Jarak	Gestur Lengan Kanan
0.5	Gagal
1	Gagal
1.5	Berhasil
2	Berhasil
2.5	Gagal
3	Gagal

Pengujian dilakukan untuk mendapatkan hasil yang akurat dari pengendalian manipulator robot wayang. Pengujian respon manipulator robot wayang dilakukan dengan menguji akurasi gerakan lengan kanan dengan respon manipulator robot wayang. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah sistem pengendalian sudah sesuai perancangan yang diinginkan dan memberikan respon yang tepat. Tingkat akurasi respon manipulator robot wayang dilakukan dengan menghitung selisih data error dengan data input. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali untuk setiap sudut. Pengujian setiap joint dilakukan dengan memberikan masukan sudut 30°,45°,90°,120°.

Tabel 2 Respon Joint Base

Masukan Sudut	Percobaan ke-					Error
	1.	2.	3.	4.	5.	
30°	25	32	30	30	32	0.033%
45°	40	47	40	46	47	0.111%
90°	90	90	90	90	89	0.011%
120°	127	122	121	118	121	0.075%
Rata-Rata Error						0.251%

Tabel 2 merupakan hasil percobaan respon *joint base*. Pada tabel tersebut dapat dilihat bahwa nilai rata-rata error 0.251%. Nilai error disebabkan karena pembacaan kinect yang kurang sempurna meskipun sudah di filter. Error yang lain disebabkan ketika kinect tidak dapat membaca *joint* yang berada pada satu garis lurus. Terkadang respon dari manipulator robot wayang keluar dari sudut yang diberikan. Error tersebut menyebabkan

respon menjadi tidak sesuai. Karakteristik *joint base* bergerak secara horisontal. *Joint base* dapat mengikuti gestur pengguna dengan *error* yang sedikit. Respon *joint* berada pada jangkauan 25-32 masukan sudut 30° dan begitupun pada masukan sudut yang lainnya.

Tabel 3 Respon *Joint* Bahu

Masukan Sudut	Percobaan ke-					<i>Error</i>
	1.	2.	3.	4.	5.	
30°	33	31	32	27	31	0.133%
45°	45	46	44	42	45	0.066%
90°	90	87	90	90	90	0.033%
120°	122	120	119	125	127	0.108%
Rata-Rata <i>Error</i>						0.085%

Respon dari *joint* bahu memiliki *error* lebih sedikit dari *joint base*. *Error* terjadi disebabkan pembacaan kinect yang sensitif. Pengguna memiliki kesulitan untuk tetap diam pada saat pengujian. *Joint* bahu, siku, pergelangan tangan bergerak secara vertikal. Respon *joint* berada pada jangkauan 27-33 pada masukan sudut 30°.

Tabel 4 Respon *Joint* Siku

Masukan Sudut	Percobaan ke-					<i>Error</i>
	1.	2.	3.	4.	5.	
45°	48	47	49	46	45	0.22%
90°	90	90	90	90	90	0%
120°	123	122	122	121	120	0.066%
Rata-Rata <i>Error</i>						0.095%

Joint siku tidak diberikan masukan sudut 30° disebabkan pengguna memiliki kendala untuk mensimulasikan sudut tersebut. Pergerakan *joint* siku terjadi ketika siku lengan kanan pengguna bergerak dari atas kebawah atau sebaliknya. Perhitungan sudut *joint* siku menggunakan persamaan 3.1 seperti *joint* yang lain. Tetapi ada perbedaan pada *joint* siku. Hasil dari persamaan 3.1 dikurangi 180 dan di *absolute* untuk mendapatkan sudut positif. Jika tidak dilakukan pengurangan tersebut maka respon dari *joint* siku akan terbalik. Hal tersebut dikarenakan motor servo yang memiliki keterbatasan. *Joint* siku dan bahu adalah *joint* yang stabil pada saat pengujian dan tidak memiliki banyak *error*.

Tabel 5 Respon *Joint* Pergelangan Tangan

Masukan Sudut	Percobaan ke-					<i>Error</i>
	1.	2.	3.	4.	5.	
120°	118	119	121	117	122	0.25%
150°	153	148	152	152	153	0.053%

180°	180	180	180	180	180	0%
Rata-Rata <i>Error</i>						0.151%

Masukan sudut pada *joint* pergelangan tangan berada pada jangkauan 120°, 150°, 180°. Hal tersebut disebabkan pembacaan dari kinect yang kurang sempurna. Pengguna tidak bisa mensimulasikan gerakan kurang dari 120° karena keterbatasan *joint* pergelangan tangan pengguna. Disisi lain perubahan pergerakan pada kinect tidak signifikan.

Akurasi pergerakan manipulator robot wayang ditentukan apakah robot dapat mengikuti pergerakan lengan kanan yang dilakukan oleh pengguna. *Error* terjadi ketika kinect tidak dapat mendeteksi secara sempurna *joint* lengan kanan. Terutama ketika *joint* berada pada satu garis lurus sehingga menyebabkan respon robot diluar pergerakan pengguna.

V. KESIMPULAN

Dari hasil percobaan dan analisa yang dilakukan dapat disimpulkan beberapa hal:

1. Gestur lengan kanan dapat mengendalikan robot wayang secara 2D maupun 3D.
2. Jarak ideal dalam pengendalian robot wayang menggunakan kinect pada saat pengguna berada sejauh 1.5 m dari kinect.
3. Respon robot wayang tidak berbeda secara signifikan antara simulasi dan real-time.
4. Pergerakan lengan robot wayang sangat bergantung pada perancangan robot wayang, sehingga respon memiliki keterbatasan pada pergerakan robot wayang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Rosado, F. Silva, dan V. Santos, "Using Kinect for Robot Gesture Imitation," *Procedia Technol.*, vol. 17, pp. 423–430, 2014.
- [2] G. Du dan P. Zhang, "Markerless Human-Robot Interface for Dual Robot Manipulators Using Kinect Sensor," *Robot. Comput. Integr. Manuf.*, vol. 30, no. 2, pp. 150–159, 2014.
- [3] I. Ntroduction, "Imitation of Human Arm Movements by a Robotic Arm Through Vision," vol. 9, no. 4, pp. 208–211, 2018.
- [4] B. B. I. of T. MA, W. B. J. U. XU, and S. B. J. U. WANG, "A Robot Control System Based on Gesture Recognition Using Kinect," *TELKOMNIKA Indones. J. Electr. Eng.*, vol. 11, no. 5, pp. 2605–2611, 2013.
- [5] M. A. Hussein, A. S. Ali, F. A. Elmisery, and R. Mostafa, "Motion Control of Robot by Using Kinect Sensor," *Res. J. Appl. Sci. Eng. Technol.*, vol. 8, no. 11, pp. 1384–1388, 2014.
- [6] G. A. Rathy, T. Nadu, A. Balaji, B. E. Chennai, and T. Nadu, "Arduino Based 6 DOF Robot Using LabVIEW," vol. 4, no. 1, pp. 354–358.
- [7] R. Aisuwarya, M. Prilisia, and W. Kasoep,

- “Implementasi Kinect Body Tracking Pada Sistem Pemindai,” no. November, pp. 1–7, 2016.
- [8] W. K. Ratna Asiuwarya, Gilang Pratama Putra, “Implementasi Skeletal Tracking Pada Prototipe Lengan Robot Menggunakan Sensor Kinect,” *J. Amplif.*, vol. 6, no. p. 13, 2016.
- [9] K. Tripathi, “Kinesthesia-A Kinect Based Rehab & Surgical Analysis System,” Web, 2012. [Online]. Available: <http://biomedikal.in/2012/04/kinesthesia-a-kinect-based-rehab-surgical-analysis-system/>.
- [10] A. Fatan, “Kendali Robot Wayang 4-DOF dengan Modul Robotic LabVIEW,” Islamic University of Indonesia, 2016.