

# Pengendalian Kendaraan menggunakan Sarung Tangan Elektronik berbasis Kendali *Fuzzy Logic*

Hilman Wahyu C.A.<sup>1</sup>, Noor Cholis Basjaruddin<sup>2</sup>, Dr.Ir. Ediana Sutjiredjeki, M.Sc<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

<sup>1</sup>E-mail: hilman.wahyu@gmail.com

<sup>2</sup>E-mail: cs\_ppm@yahoo.com

<sup>3</sup>E-mail: e\_sutjiredjeki@yahoo.com

## ABSTRAK

Sarung tangan elektronik merupakan salah satu perangkat yang digunakan untuk menggantikan fungsi *remote control*. Sarung tangan elektronik adalah sarung tangan yang dilengkapi sensor untuk mendeteksi perubahan gerak atau tekukan jari tangan. Pada penelitian ini, direalisasikan sebuah sarung tangan yang dilengkapi dengan *flex sensor* di setiap jarinya untuk mendeteksi tekukan jari tangan dan direalisasikan sebuah *mobile robot* yang digunakan sebagai kendalian dari sarung tangan (*glove controller*). Sistem bekerja dengan mendeteksi tekukan jari tangan kanan dan mengolahnya menjadi perintah yaitu diam, maju, mundur, belok kiri dan belok kanan. Nilai tekukan jari tangan juga diolah menggunakan *fuzzy logic* sebagai masukan yang menghasilkan keluaran berupa kecepatan laju *mobile robot*. Nilai kecepatan paling rendah *mobile robot* adalah 0,75 m/s dengan kecepatan maksimum 2,167 m/s. *Mobile robot* juga dilengkapi dengan sensor PING untuk meminimalisasi terjadinya tabrakan depan, karena perintah pengereman diberikan saat jarak pembacaan PING < 30 cm. Perintah dari *glove controller* dikirimkan pada *mobile robot* secara *wireless* menggunakan nRF24101. Jarak maksimum antara *glove controller* dan *mobile robot* adalah 200 m dengan kondisi ketinggian sama dan tidak ada penghalang. Nilai pembacaan jari tangan, perintah, jarak pembacaan PING, kecepatan motor kiri dan kanan disimpan sebagai data dalam SD card. Berdasarkan percobaan, hasil eksekusi perintah 100 % sesuai perancangan dan perbandingan antara penggunaan *fuzzy* dengan tanpa *fuzzy* terlihat dari interval waktu 49 hingga 169 yang merupakan kondisi antara sedang dan cepat, tidak ada perubahan kecepatan padahal kondisi tekukan berubah, berbeda dengan *fuzzy* yang membuat setiap perubahan tekukan diiringi dengan perubahan kecepatan atau sistem menjadi lebih halus.

### Kata Kunci

*glove controller, mobile robot, remote control, fuzzy logic, flex sensor, wireless, jari tangan, obstacle.*

## 1. PENDAHULUAN

Sarung tangan elektronik merupakan sebuah sarung tangan yang dilengkapi dengan sensor untuk mendeteksi gerak jari atau posisi tangan [1]. Sensor yang dapat dipakai untuk mendeteksi pergerakan tersebut diantaranya yaitu *flex sensor*, *accelerometer* atau kamera. Teknologi sarung tangan elektronik ini dapat dimanfaatkan untuk penyandang disabilitas dalam mengendalikan sebuah kendalian elektronik [1].

Pada penelitian ini dirancang sebuah alat berupa sarung tangan yang dilengkapi dengan *flex sensor* di setiap jarinya untuk mendeteksi tekukan jari. Tekukan jari tersebut akan dibuat kombinasinya untuk menggerakkan sebuah *plant* berupa *mobile robot* yang pergerakan majunya diatur

menggunakan metoda *fuzzy logic* karena pada prinsipnya yang dijadikan beban untuk *mobile robot* nanti adalah *mobile robot*. *Mobile robot* pun dilengkapi dengan sensor ultrasonik sebagai fitur kemanan untuk meminimalisasi terjadinya tabrakan.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian mengenai pengendalian sebuah kendalian menggunakan prinsip *remote control* telah dilakukan dalam kurun empat tahun terakhir. Penelitian tersebut mayoritas memang menggunakan *flex sensor* akan tetapi terdapat juga yang menggunakan sensor *accelerometer* dalam mendeteksi perubahan dari tangan. Kesamaan dari penelitian – penelitian tersebut adalah untuk menciptakan sebuah *remote control*

yang digunakan menggunakan satu tangan dengan prinsipnya yang dipakai adalah pendeteksian gerakan jari, tangan atau lengan.

Pada tahun 2012, penelitian Abidhusain Syed, Zamrud Taj H. Agasbal, Thimmannagouday Melligeri dan Bheemesh Gudur yang berjudul “Flex Sensor Based Robotic Arm Controller Using Micro Controller” membuat sebuah lengan robot yang dikendalikan oleh perpaduan flex sensor dan accelerometer. Kelemahan dari penelitian ini adalah sistem yang dibuat masih berbentuk wired sehingga terbatas tidak bisa jarak jauh, flex sensor yang digunakan hanya mendeteksi perubahan satu jari sehingga tidak bisa dilakukan kombinasi, pergerakan plant yang dibuat pun dalam logic sehingga kurang halus[2].

Pada tahun 2016, penelitian Hilman Wahyu Caesar Akbar dkk. yang berjudul “Wireless Glove Controlled Robot” membuat sebuah glove controller dengan satu buah flex sensor di setiap jari untuk mengendalikan sebuah mobile robot berdasarkan kombinasi pergerakan jari tangan. Kelemahan dari penelitian ini adalah pergerakan mobile robot yang masih logic sehingga terlihat kaku padahal ketika beban yang diberikan manusia tentu akan menimbulkan ketidaknyamanan. Pada mobile robot pun tidak dilengkapi dengan fitur keselamatan, sehingga ketika diberikan perintah maju walaupun di depan mobile robot terdapat objek, maka akan terjadi tabrakan [1].

## 2.1 Hand Motion Control

Penelitian ini memanfaatkan teknologi *Hand Motion Control* karena penggunaan sarung tangan sebagai *controller*-nya. *Hand Motion Control* atau pengendalian menggunakan gerakan tangan merupakan hasil inovasi dari pengimplementasian *flex sensor* yang ditempatkan di jari – jari tangan untuk mengendalikan sebuah alat atau kendalian[5]. Alat atau kendalian yang dapat dibuat untuk *Hand Motion Control* yaitu berupa tangan bionik, *quadcopter* dan *mobile robot* [2]. Bila ditambahkan modul *wireless* pada alat *Hand Motion Control* maka akan didapatkan sebuah alat berupa sarung tangan yang dapat mengendalikan alat lain atau kendalian dengan jarak tertentu tanpa terhubung dengan kabel. Gambar II.1 menunjukkan prinsip hand motion control dari titik ungu yang merupakan bagian yang berubah ketika melakukan pergerakan jari.

Pemanfaatan teknologi Hand Motion Control dalam mengendalikan sebuah alat atau kendalian dapat memudahkan manusia dalam bekerja

dengan cepat dan fleksibel [2]. Walaupun teknologi ini telah ada yang melakukan penelitian, akan tetapi mayoritas terfokus pada tangan bionik yang dapat menirukan gerak manusia padahal dalam aplikasinya bisa digunakan untuk teknologi mobile robot, quadcopter, pendidikan, industri bahkan untuk militer sekalipun.

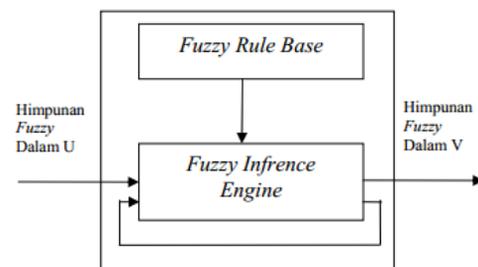


Gambar 1 Ilustrasi prinsip *hand motion control* [16]

## 2.2 Fuzzy Logic

Kendali *fuzzy logic* merupakan kendali paling tepat digunakan karena pada penelitian ini lebih difokuskan pada glove controller dan pada glove controller tersebut terdapat lima buah flex sensor yang lebih mudah digunakan bila menggunakan kendali *fuzzy logic* karena dapat dilakukan pemberian rentang pembacaan dan dimasukkan dalam sebuah himpunan, berbeda dengan penggunaan PID karena memerlukan umpan balik dan lebih tepat bila yang dikendalikannya adalah plant sistem atau mobile robot.

Gambar 2 Konfigurasi dasar sistem logika fuzzy

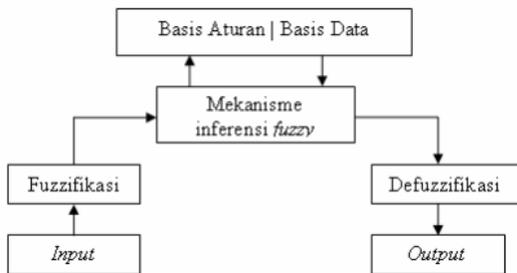


[6]

Perancangan kendali logika *fuzzy* merupakan pengabungan aspek pendefinisian himpunan *fuzzy* dengan logika *fuzzy*, dimana controller logika *fuzzy* mampu mengakomodasi informasi numerik dengan sistem pengukuran dan informasi linguistik yang diperoleh dari diskripsi operator yang berpengalaman. Dengan kedua informasi ini memungkinkan efektifitas pendekatan secara

*engineering sense* dengan menyelesaikan suatu masalah sistem kendali.[6]

Kendali logika *fuzzy* dengan menggunakan basis pengetahuan dan ungkapan linguistik mampu merepresentasikan cara kerja seorang operator yang berpengalaman. Aturan pada kontroller logika *fuzzy* adalah himpunan aturan-aturan kontrol linguistik yang diturun kan secara *heuristic* berdasarkan karakteristik proses dan pengalaman operator. Dengan kata lain kendali logika *fuzzy* merupakan suatu kendali yang pada prinsipnya mengubah strategi kontrol linguistik ke dalam strategi kontrol otomatis.[6]



Gambar 3 Struktur dasar logika fuzzy [6]

Sistem logika *fuzzy* murni membentuk bagian paling esensi dari suatu sistem logika *fuzzy*. Sistem ini merupakan kerangka dasar yang umum dimana informasi dari pakar dikuantitasikan, dan prinsip-prinsip logika *fuzzy* diterapkan secara sistematis menggunakan informasi linguistik. Kelemahan dari sistem logika *fuzzy* ini adalah masukan dan keluaran berupa himpunan *fuzzy*, sementara dalam kebanyakan sistem rekayasa masukan dan kelurannya adalah variabel yang berharga bilangan riil.[6]

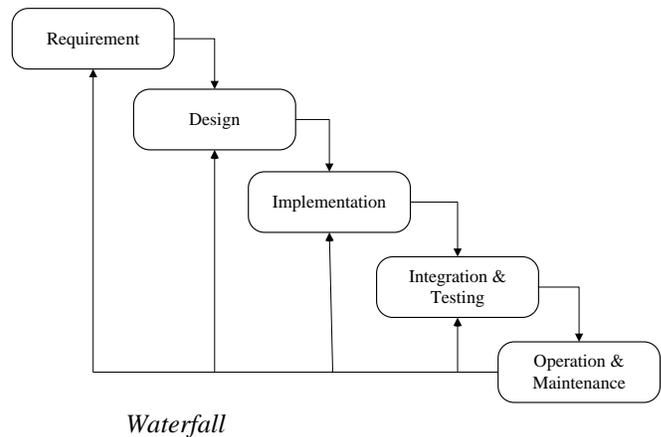
Secara umum kontroler logika *fuzzy* dapat dipandang sebagai sistem kontroler *loop* tertutup yang memiliki 4 bagian pokok seperti yang ditunjukkan oleh Gambar II.4 keempat bagian tersebut adalah: unit fuzzifikasi, unit basis pengetahuan yang terdiri dari basis data dan basis aturan, unit inferensi *fuzzy* dan unit defuzzifikasi.

### 3. METODE

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode kuantitatif dengan skala pengujian lab. Perancangan alat mengadaptasi salah satu metode pengembangan perangkat lunak yaitu metode air terjun atau metode *waterfall*. Metode *waterfall* dapat pula dinamakan siklus hidup klasik (*classic life cycle*) yaitu menggambarkan pendekatan yang sistematis dan juga berurutan pada perancangan alat, dimulai dengan spesifikasi kebutuhan pengguna lalu berlanjut melalui tahapan – tahapan perencanaan

(*planning*), permodelan (*modeling*), konstruksi (*construction*) dan diakhiri dengan (*deployment*) atau penyerahan sistem / alat yang sebelumnya telah melalui proses pengujian.

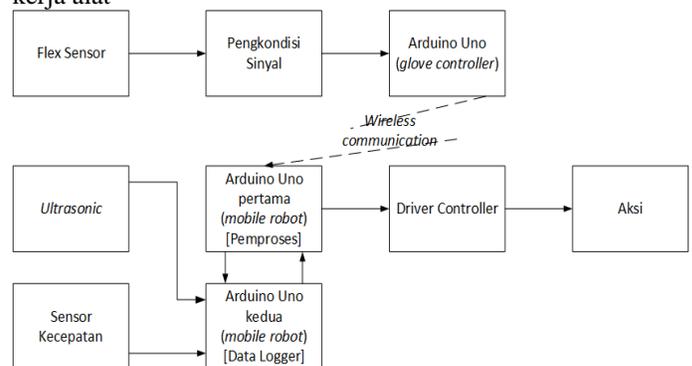
Gambar 6 Metode Air Terjun atau Metoda



Perancangan alat mengadaptasi salah satu metode pengembangan perangkat lunak yaitu metode air terjun atau metode *waterfall*. Metode *waterfall* dapat pula dinamakan siklus hidup klasik (*classic life cycle*) yaitu menggambarkan pendekatan yang sistematis dan juga berurutan pada perancangan alat, dimulai dengan spesifikasi kebutuhan pengguna lalu berlanjut melalui tahapan – tahapan perencanaan (*planning*), permodelan (*modeling*), konstruksi (*construction*) dan diakhiri dengan (*deployment*) atau penyerahan sistem / alat yang sebelumnya telah melalui proses pengujian.

### 3.1 Blok Diagram Sistem

Gambar 6 ini menunjukkan blok diagram sistem secara keseluruhan. Blok diagram ini digunakan untuk memudahkan dalam memahami prinsip kerja alat



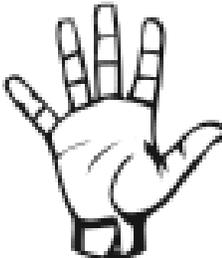
Gambar 6 Blok diagram sistem

### 3.4 Konfigurasi Gerak Jari

Perancangan konfigurasi gerak jari diperlukan untuk menentukan lima gerakan kombinasi jari yang menjadi perintah bagi *mobile robot* yaitu perintah maju, mundur, belok kiri, belok kanan dan diam. Belum terdapat penelitian yang mematenkan atau menjadi acuan dalam konfigurasi gerak jari tangan. Oleh karena itu pada penelitian ini, konfigurasi gerak jari tangan mengadaptasi bahasa isyarat Amerika (*American Sign Language*) karena pergerakannya yang mudah dan cukup dikenali sebab telah menjadi bahasa isyarat internasional.

*American Sign Language* membantu dalam hal mengingat perintah *mobile robot* karena dalam perancangan, jari – jari diibaratkan seperti kendali dalam kendaraan mobil. Jari manis dan tengah diibaratkan sebagai gas, jari kelingking diibaratkan sebagai gerak setir mobil kanan, jari telunjuk diibaratkan sebagai gerak setir kiri dan ibu jari diibaratkan sebagai persneling untuk mundur. Untuk lebih jelasnya berikut adalah konfigurasi pergerakan jari dengan lima perintah *mobile robot*

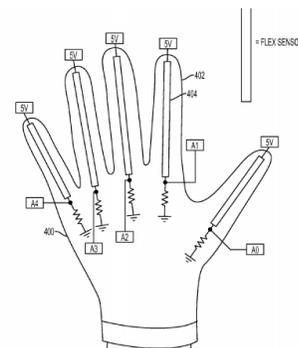
Tabel 1 : Konfigurasi Gerak Jari

No	Konfigurasi Gerak Jari	Perintah <i>Mobile Robot</i>
1.	 Gambar 9 Perintah Diam	Diam atau berhenti
2.	 Gambar 10 Perintah Maju Lurus	Maju Lurus

3.	 Gambar 11 Perintah Mundur Lurus	Mundur Lurus
4.	 Gambar 12 Perintah Maju Kiri	Maju Kiri
5.	 Gambar 13 Perintah Maju Kanan	Maju Kanan

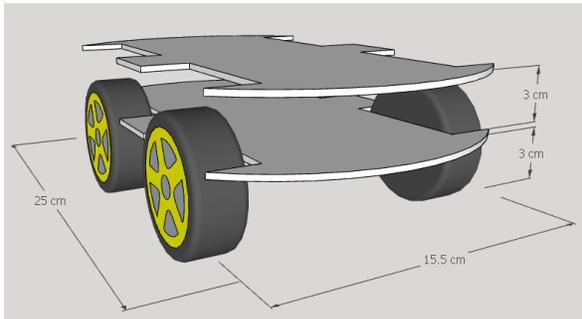
### 3.5 Desain Perangkat Keras

Mekanik *glove controller* dibuat sederhana, yaitu memanfaatkan sarung tangan kendaraan bermotor yang dipasangi *flex sensor* di tiap ruas jarinya. Sistem elektronika dipasang di bagian punggung tangan. Berikut adalah gambar desain mekanik *glove controller*.



Gambar 14 Desain *glove controller*

Mekanik *mobile robot* pada penelitian ini terbuat dari bahan acrylic dengan ketebalan 3 mm. Gambar 15 menunjukkan perancangan mekanik *mobile robot*.



Gambar 15 Desain *mobile robot*

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Pengujian *Flex Sensor*

No.	Jari Tangan	Resistansi (K Ohm)	Analog Read	Tegangan terdeteksi (V)
1.	Ibu jari	25,5	735	3.59
2.	Telunjuk	29,6	780	3.81
3.	Tengah	27,2	720	3.51
4.	Manis	27,3	745	3.64
5.	Kelingking	27,9	751	3.67

Tabel 2: *Flex sensor* kondisi normal

Pada tabel 2 ditunjukkan nilai resistansi, pembacaan analog dan tegangan terdeteksi dari kondisi tangan kanan saat tidak ditekuk

##### 4.3 Pengujian Pengujian Jarak Transmisi

Tabel 3: Pengujian jarak transmisi

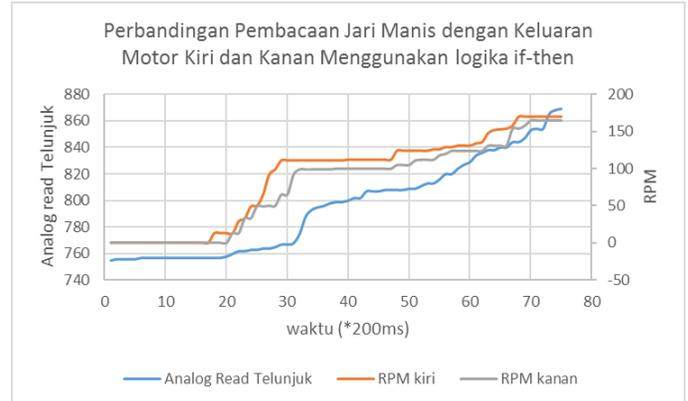
No.	Nomor Pengujian	Jarak	Kondisi
1	Pengujian ke-1	10 m	Ok
2	Pengujian ke-2	20 m	Ok
3	Pengujian ke-5	50 m	Ok
4	Pengujian ke-10	100 m	Ok
5	Pengujian ke-20	200 m	Ok
6	Pengujian ke-21	210 m	Loss

Pada tabel 3 terlihat bahwa maksimum jarak transmisi nRF24101 adalah 200 meter

##### 4.4 Pengujian Gerak Tanpa *Fuzz Logic*

Pengujian gerak tanpa *fuzzy logic controller* dilakukan dengan menggunakan algoritma if-else pada *mobile robot* untuk penentuan gerakannya.

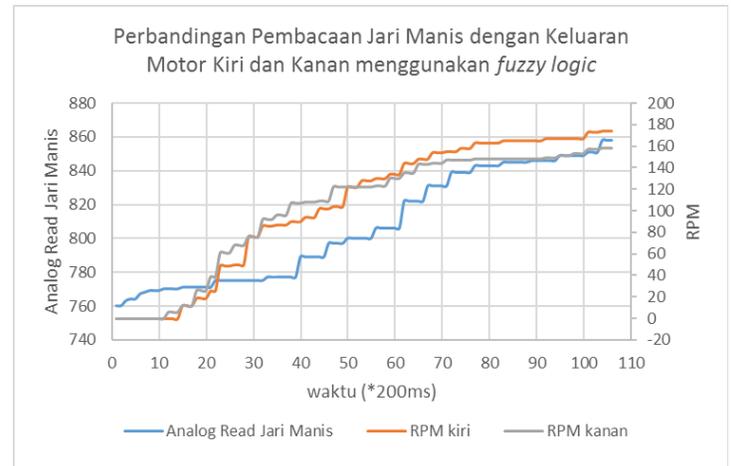
Algoritma if-else menggunakan batas / *threshold* dalam penentuan gerakannya.



Gambar 16 Hasil pengujian gerak *mobile robot* dengan logika if-then

##### 4.5 Pengujian Gerak dengan *Fuzz Logic*

Pengujian gerak *fuzzy logic controller* dilakukan menggunakan menggunakan algoritma *fuzzy logic controller* untuk penentuan gerakannya.



Gambar 17 Hasil pengujian gerak dengan logika fuzzy

Gambar IV.17 menunjukkan hubungan antara kecepatan motor kiri dan motor kanan dengan tekukan jari manis dalam interval waktu 200 ms. Dari data gambar IV.17 menunjukkan bahwa dengan aplikasi *fuzzy logic controller*, *mobile robot* mampu mencapai lebih banyak nilai RPM.

Perubahan resistansi jari manis diikuti dengan perubahan kecepatan *mobile robot*. Terlihat dari interval waktu 1 hingga 10, dilakukan penekukan jari manis secara signifikan. Nilai perubahan tekukan itu kemudian diikuti dengan perubahan kecepatan *mobile robot*. Berbeda dengan gambar IV.16 yang menerapkan logika if-then, terdapat *threshold* yang membuat terdapat nilai kecepatan

*mobile robot* yang konstan walaupun terjadi perubahan tekukan jari tangan. Sehingga, dengan aplikasi *fuzzy logic controller* maka variasi nilai antara *threshold* kecepatan menengah (150) dan *threshold* kecepatan maksimum akan menampilkan keluaran yang bervariasi atau gerak *mobile robot* menjadi lebih halus.

## 5.KESIMPULAN

1. Sarung tangan elektronik berbasis kendali *fuzzy logic* untuk pengendalian kendaraan berfungsi dengan baik karena memiliki kemampuan keluaran *fuzzy logic*. Keluaran dari motor kiri dan motor kanan dapat mencapai rpm di antara 0 – 150 dan 150 – 210.
2. Sensor ultrasonik PING dapat meminimalisasi terjadinya tabrakan depan antara *mobile robot* dengan *obstacle* yang terdeteksi pada jarak kurang dari 35 cm.
3. *Flex sensor* mampu memberikan variasi nilai di antara kondisi normal yaitu 27,2 K Ohm hingga kondisi maksimum 46K Ohm, sehingga dapat dijadikan nilai *membership function* variabel masukan *fuzzy logic*.
4. Transmisi data antara *glove controller* dengan *mobile robot* memiliki jarak efektif hingga 200 meter. Lebih dari 200 meter memiliki kemungkinan terjadinya *request timed out*. Transmisi efektif bila tidak ada benda atau bangunan yang menghalangi antara *glove controller* dan *mobile robot* serta harus berada dalam 1 ketinggian yang sama karena bentuk pancaran nRF24101 yang horizontal.
5. Tingkat keberhasilan perintah yang diberikan dengan gerakan yang dihasilkan *mobile robot* adalah 100 % artinya tidak ada kesalahan gerak dari perintah yang diberikan.
6. Proses penyimpanan data menggunakan modul SD Card berhasil dilakukan dengan data yang disimpan berupa kecepatan motor kiri, kecepatan motor kanan, jarak yang dibaca sensor ultrasonik PING dan perintah yang diberikan pada *mobile robot*.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada, Dr. Ir. Noor Cholis Basjaruddin, MT. selaku pembimbing I, Dr. Ir. Ediana Sutjiredjeki M.Sc. selaku pembimbing II rekan – rekan kelas D4 – Teknik Elektronika Politeknik Negeri Bandung

2013 dan seluruh pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan makalah ilmiah ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] *Flex Sensor Based Robotic Arm Controller Using MicroController*. Syed, Abidhusain, et al. India : Journal of Software Engineering and Applications, 2012, Vol. 5
- [2] *HAND MOTION CONTROL UNTUK MENGGERAKKAN QUADCOPTER ROBOT DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR ACCELEROMETER ADXL335 DAN WIRELESS XBee-PRO Series 1 60 mW BERBASIS MIKROKONTROLLER ATmega32*. Swamardika, Ida Bagus Alit. Bali : Jurnal Ilmiah Mikrotek, 2014, Vol. 1.
- [3] *Implementasi Sistem Bluetooth menggunakan Android dan Arduino untuk Kendali Peralatan Elektronik*. RAHMIATI, PAULINE, FIRDAUS, GINANJAR dan FATHORRAHMAN, NUGRAHA. Bandung : Jurnal ELKOMIKA, 2014, Vol. 2.
- [4] *Komunikasi Antar Robot Menggunakan RF Xbee dan Arduino Microcontroller*. Yuliza. s.l. : Jurnal Telekomunikasi dan Komputer. 2013, Vol. 4.
- [5] *Kontrol Wireless Bionik Robot Jari Tangan Menggunakan Arduino*. Padillah, Heru Andra, Gunawan, Arif dan Khabzli, Wahyuni. Riau : Jurnal Teknik Elektro dan Komputer, 2013, Vol. 1.
- [6] *Teknologi Bluetooth Dan Aplikasinya Terhadap Jaringan Komputer*. Sukanto, Victorio. s.l. : Majalah Ilmiah INFORMATIKA, 2011, Vol. 2.
- [7] **Widmer, Andre**. *Design of Wireless Modules and Construction of a Mobile Robot*. Swiss : s.n., 2012.
- [8] *Wireless Communication for Mobile Robots Using Commercial System*. Mansor, Humairah, Adom, Abdul Hamid dan Rahim, Norasmadi Abdul. Ulu Pauh : International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology, 2012, Vol. 2. ISSN: 2088-5334.
- [9] *WIRELESS GESTURE CONTROL ROBOT: AN ANALYSIS*. Jain, Monika, et al. 10, India : International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering, 2012, Vol. 1. ISSN : 2278-1021.
- [10] *Wireless Network for Mobile Robot Applications*. R. Kazala, et al. Bulgaria : IFAC-PapersOnLine, 2015.
- [11] *IMPLEMENTASI INVERS KINEMATICS PADA SISTEM PERGERAKAN MOBILE ROBOT RODA MEKANUM*. Hendrayawan, Veri, Sulistiyanto, Nanang and Maulana, Eka. Malang : Universitas Brawijaya, 2014. ISSN.
- [12] <http://mechanismsrobotics.asmedigitalcollection.asme.org/>, diakses 11 November
- [13] <http://www.neoseeker.com/news/10918-peregrine-a-interface-glove-for-your-computer/>, diakses 1 November