

PENGERAK ROBOT BERODA MENGGUNAKAN SENSOR

EMG SECARA NIRKABEL

SKRIPSI

untuk memenuhi salah satu persyaratan
mencapai derajat Sarjana S1



Disusun oleh:

Andika Yudha Pratama

14524058

**Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta**

2020

LEMBAR PENGESAHAN

PENGGERAK ROBOT BERODA MENGGUNAKAN SENSOR EMG SECARA NIRKABEL

TUGAS AKHIR



Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh

Gelar Sarjana Teknik

pada Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Disusun oleh:

Andika Yudha Pratama
14524058

Yogyakarta, 19 Agustus 2020

Menyetujui,

Pembimbing 1



Sisdarmanto Adinandra, S.T., M.Sc., Ph.D.
025240101

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

PENGGERAK ROBOT BERODA MENGGUNAKAN SENSOR EMG SECARA NIRKABEL

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Andika Yudha Pratama

14524058

Telah dipertahankan di depan dewan penguji

Pada tanggal: 19 Agustus 2020

Susunan dewan penguji

Ketua Penguji : Sisdarmanto Adinandra, S.T., M.Sc., Ph.D.

Anggota Penguji 1: Almira Budiyanto, S.Si, M.Eng.

Anggota Penguji 2: Dr. Eng. Hendra Setiawan, S.T., M.T.

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana

Tanggal: 19 Agustus 2020

Ketua Program Studi Teknik Elektro

Yusuf Aziz Amrullah, S.T., M.Eng., Ph.D.

045240101

PERNYATAAN

Dengan ini Saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan Saya juga tidak mengandung karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Informasi dan materi Skripsi yang terkait hak milik, hak intelektual, dan paten merupakan milik bersama antara tiga pihak yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal penggunaan informasi dan materi Skripsi terkait paten maka akan diskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut diatas.



KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr.Wb

Puji syukur penyusun panjatkan atas kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Sholawat beserta salam senantiasa penyusun haturkan kepada junjungan kita Nabi besar Muhammad SAW yang telah membimbing umat dari zaman kegelapan menuju zaman yang sesuai dengan ketentuan Allah SWT. Selama pelaksanaan tugas akhir penyusun banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak, untuk itu dengan kerendahan hati, penyusun ingin berterima kasih kepada :

1. Allah Subhanahu wa Ta'ala, atas semua karunia dan nikmat yang tak henti-hentinya selalu membimbing gerak langkah saya sehingga saya dapat menyelesaikan laporan ini.
2. Kedua Orang Tua dan Keluarga, terima kasih atas doa, motivasi, dan dukungan untuk saya, baik moral maupun finansial yang selalu diberikan.
3. Bapak Yusuf Aziz Amrullah, S.T., M.Sc., Ph.D, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Medilla Kusriyanto, S.T., M.Eng, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia
5. Bapak Sisdarmanto Adinandra, S.T., M.Sc. Ph.D, selaku dosen pembimbing skripsi yang telah membimbing dan mendampingi serta memberikan berbagai masukan dalam penulisan laporan ini.

Saya menyadari sepenuhnya bahwa dalam pelaksanaan tugas akhir ini banyak kekeliruan dan kekurangan, untuk itu saya mohon maaf sebesar-besarnya semoga hasil dari tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan di masa yang akan datang, Amin.

Yogyakarta, 19 Agustus 2020

A handwritten signature in black ink, consisting of several fluid, overlapping strokes that form a stylized representation of the name.

(Andika Yudha Pratama)

ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

<i>Singkatan</i>	<i>Arti Singkatan</i>
<i>ADC</i>	<i>Analog to Digital Converter</i>
<i>A</i>	<i>Amplitudo</i>
<i>RF</i>	<i>Radio Frequency</i>
<i>Ghz</i>	<i>GigaHertz</i>
<i>V</i>	<i>Volt</i>
<i>Kg</i>	<i>Kilograms</i>
<i>s</i>	<i>Seconds</i>
<i>m</i>	<i>Meters</i>

ABSTRAK

Ada berbagai macam jenis-jenis robot seperti robot *mobile*, *manipulator*, *animaloid*, dan *humanoid*. Robot pada dasarnya memiliki otak pemrosesan yang dapat mengolah program yang telah didefinisikan terlebih dahulu agar dapat melakukan fungsi berdasarkan kebutuhan manusia. Robot memiliki dua metode pengendalian yaitu secara manual dan otomatis. Pada penelitian kali ini telah dirancang pengendali yang dapat mengendalikan pergerakan sebuah robot dengan memanfaatkan kontraksi pada otot-otot, sehingga manusia dapat mengendalikan pergerakan robot yang otomatis secara manual. Untuk mewujudkan hal ini maka akan digunakan sensor *electromiography* (EMG), sensor EMG adalah sebuah sensor yang dapat mengkonversi biosignal menjadi sinyal analog yang kemudian akan dibaca dan diolah oleh mikrokontroler arduino menjadi sinyal digital yang berupa 0 dan 1 menggunakan ADC dan dikirim secara nirkabel menggunakan *transceiver* nRF24L01. Sehingga dapat menggerakkan motor robot sesuai dengan kontraksi otot yang diberikan. Jarak antara *transmitter* dan *receiver* dapat berkomunikasi adalah 0–30m. Kekurangan pada penelitian ini yaitu tingkat presisi rangka robot pada saat perakitan dan resistansi kulit menyebabkan pergerakan robot kurang sempurna.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	vii
ABSTRAK.....	viii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Studi Literatur	3
2.2 Tinjauan Teori	3
2.2.1 Arduino	3
2.2.2 Motor Servo	4
2.2.3 <i>Electromyograph</i>	4
2.2.4 Robot	5
2.2.5 Modul <i>Wireless</i> nRF24L01	6
2.3 Pembangkitan Sinyal Listrik Otot	6
2.4 Karakteristik Sinyal EMG.....	7
2.5 Akuisisi Sinyal EMG	7

2.6 Spesifikasi Robot Caesar TSD300.....	8
BAB 3 DESAIN SISTEM	10
3.1 Perancangan Perangkat Keras (Hardware).....	10
3.2 Perancangan Transmitter Robot.....	11
3.3 Perancangan Receiver Robot.....	12
3.4 Perancangan Perangkat Lunak	14
3.5 Program Transmitter Robot.....	14
3.6 Program Receiver Robot	15
3.7 Pengujian Alat	15
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1 Pengujian EMG Sensor Terhadap Gerakan Tangan.....	16
4.2 Pengujian Serial Komunikasi.....	16
4.3 Pengujian Robot.....	17
4.4 Pengujian Pergerakan Robot Menggunakan EMG Sensor	18
4.5 Analisis	18
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	20
5.1 Kesimpulan	20
5.2 Saran.....	20
DAFTAR PUSTAKA	21
LAMPIRAN.....	23

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arduino Uno	4
Gambar 2.2 Motor Servo	4
Gambar 2.3 Sensor EMG	5
Gambar 2.4 Robot	6
Gambar 2.5 <i>Module Wireless nRF24L01</i>	6
Gambar 2.6 Caesar TSD300	8
Gambar 3.1 <i>Flow Proses Sistem</i>	10
Gambar 3.2 Blok Diagram <i>Transmitter Robot</i>	11
Gambar 3.3 Skematik <i>Transmitter Robot</i>	12
Gambar 3.4 Blok Diagram <i>Receiver Robot</i>	12
Gambar 3.5 Skematik <i>Receiver Robot</i>	13
Gambar 3.6 <i>Flowchart Transmitter Robot</i>	14
Gambar 3.7 <i>Flowchart Receiver Robot</i>	15

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Robot Caesar TSD300.....	9
Tabel 4.1 Pengujian EMG Sensor Terhadap Gerakan Tangan	16
Tabel 4.2 Jarak Komunikasi Alat.....	17
Tabel 4.3 Pengujian Robot Menggunakan Pengendali Manual	17
Tabel 4.4 Pengujian Pergerakan Robot Menggunakan EMG Sensor	18

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini ada berbagai macam jenis-jenis robot seperti robot *mobile*, *manipulator*, *animaloid*, dan *humanoid*. Robot *humanoid* yaitu robot yang menampilkan keseluruhannya terinspirasi dari tubuh manusia. Mengingat betapa luasnya cakupan dari robot ini maka masing- masing bagian dari manusia menjadi bidang-bidang penelitian tersendiri.

Di beberapa kasus kombinasi antara robot dan manusia menjadi solusi untuk permasalahan dalam bidang keamanan. Sebagai contoh, mengingat keberadaan bom biasanya terdapat ditengah-tengah keramaian maka robot dapat digunakan oleh para anggota pasukan Gegana untuk menjinakkan sebuah bom sehingga mengurangi resiko yang akan dihadapi oleh manusia. Selain itu juga dapat digunakan pada pekerjaan yang memiliki batasan jarak antara manusia itu sendiri terhadap obyek yang akan dikerjakan.

Namun kali ini akan dirancang sebuah pengendali yang dapat mengendalikan pergerakan sebuah robot dengan memanfaatkan kontraksi pada otot-otot, sehingga manusia dapat mengendalikan pergerakan robot yang otomatis secara manual. Untuk mewujudkan hal ini maka akan digunakan sensor *electromiography* (EMG), sensor EMG adalah sebuah sensor yang dapat mengkonversi biosignal menjadi sinyal impulse yang kemudian dapat digunakan sebagai frekuensi untuk mengendalikan dan mengirim perintah-perintah masukan kepada robot.

Keluaran dari sensor EMG didapatkan bahwa dari 5 otot menunjukkan perubahan tegangan yang berbeda-beda tergantung jari mana yang digerakan namun memiliki suatu karakteristik yang sama yaitu minimum perubahan tegangan yang dihasilkan adalah 1 Volt. Nilai minimum tersebut kemudian dijadikan nilai threshold. Di mikrokontroler lalu memproses dari hasil sensor tersebut mana jari yang akan kontraksi ataupun relaksasi sesuai karakteristik titik sadap mana yang melebihi nilai threshold [1].

Untuk mengirimkan perintah masukan antara device *remote control* dan robot akan menggunakan *radio frequency identification* (RFID) pada modul nRFL. Kelebihan memakai RFID adalah didapatnya jangkauan yang cukup luas dan kestabilan sinyal yang baik. RFID digunakan juga karena perangkat ini mudah untuk didapatkan.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana merancang robot yang dapat dikontrol secara wireless menggunakan EMG sensor sebagai pengendali.

1.3 Tujuan Penelitian

Berikut adalah tujuan dari penelitian yang ingin dicapai sebagai berikut :

1. Merancang pengendali yang dapat menggerakkan robot secara otomatis.
2. Merancang sebuah pengendali yang berbasis Arduino dan menggunakan sensor EMG.
3. Merancang pengendali yang menggunakan sensor EMG sebagai perintah masukan dan menggunakan modul nRF24L01 agar dapat dikontrol secara *wireless*.
4. Pengendali dapat mengontrol pergerakan robot sehingga dapat bergerak sesuai keinginan.
5. Mengembangkan perangkat pengendalian robot dengan menggunakan sensor EMG.

1.4 Manfaat Penelitian

Mengurangi resiko yang akan diterima oleh manusia terhadap bidang pekerjaan yang membutuhkan batasan jarak antara manusia itu sendiri terhadap obyek yang akan dikerjakan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Literatur

Penelitian tentang sensor EMG sebagai sensor untuk memberikan masukan kepada robot pernah dilakukan oleh Fitriani [1], penelitiannya menggunakan sensor EMG dengan mengklasifikasi sinyal dengan tujuan untuk menggerakkan lengan robot sesuai gerakan yang diuji. Sebelumnya kontrol lengan robot dengan menggunakan PWM telah berhasil dilakukan dengan memberikan delay yang sesuai sehingga diperoleh putaran motor yang sesuai

Lalu penelitian serupa juga pernah dilakukan oleh Ezra Meliora [2], penelitiannya tentang tangan robot yang digunakan sebagai alat bantu pada orang yang memiliki cacat pada bagian tangan lengan robot ini menggunakan EMG sensor dan menggunakan metode *fuzzy logic* untuk mengolah sinyal yang dihasilkan oleh sensor.

Elektromiogram dikuatkan sebesar 500 kali. Nilai ADC yang dihasilkan sudah dapat sesuai dengan yang diharapkan sehingga dapat diolah oleh mikrokontroler untuk menggerakkan motor servo. Perbedaan gerakan dan kekuatan menghasilkan nilai ADC berkisar dari 500–800. Tangan robot sudah dapat bergerak dengan sesuai pe gerakan tangan dengan tingkat akurasi 80%.

2.2 Tinjauan Teori

2.2.1 Arduino

Arduino adalah sebuah platform yang bersifat open source, yang memiliki komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler. Mikrokontroler adalah suatu alat elektronika yang memiliki nilai input dan menghasilkan nilai output sesuai yang diinginkan. Arduino dapat digunakan sebagai penghubung antara hardware dengan komputer, dan juga telah mendukung beberapa bahasa pemrograman [3].

Secara singkat prinsip kerja dari arduino adalah sebuah mikrokontroler yang didalamnya terdapat inti prosesor, memori, *RAM*, memori program dan mikrokontroler. Fungsi mikrokontroler ini sendiri adalah untuk membaca dan menulis data yang bertujuan untuk mengefisienkan pekerjaan dan mengurangi pembiayaan yang diperlukan.



Gambar 2.1 Arduino

Sumber: <https://commons.wikimedia.org>, 2011

2.2.2 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah akuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik *close loop*, sehingga dapat diatur untuk menentukan posisi sudut dari poros *output* motor. Motor servo terdiri dari motor DC, serangkaian *gear*, rangkaian kontrol, dan potensiometer. Serangkaian *gear* tersebut melekat pada poros motor DC yang akan menurunkan kecepatan perputaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo. Motor servo juga dilengkapi dengan kontroler dan sensor posisi sehingga dapat memiliki putaran 0° , 90° , 180° , 360° [4].



Gambar 2.2 Motor Servo

Sumber: <http://cncindonesia.net>

2.2.3 Electromyograph

Electromyograph (EMG) merupakan salah satu dari sinyal biologis yang pada umumnya digunakan sebagai sinyal input kontroler berbagai aplikasi. Electromyogram merupakan metode yang digunakan untuk merekam dan menganalisis sinyal myoelectric. Selain sebagai sinyal input pada suatu kontroler, EMG juga digunakan sebagai terapi kelumpuhan, fisioterapi, penelitian medis dan pengukuran aktifitas otot olahragawa [5].



Gambar 2.3 Sensor EMG

Sumber: <https://www.sparkfun.com>

2.2.4 Robot

Perkembangan teknologi saat ini mulai bergeser kearah otomatisasi robot yang memiliki kecerdasan tinggi dengan campur tangan manusia yang semakin kecil. Untuk dapat bekerja secara otomatis maka suatu robot harus mempunyai 3 buah komponen yaitu input (data masukan yang akan diolah), kecerdasan (suatu algoritma yang menangani pengambilan keputusan yang didasarkan pada masukan) dan output (keputusan yang akan diambil) [6].

Penggunaan Robot dalam kehidupan sehari-hari terus meningkat karena robot memiliki banyak keunggulan. Robot memiliki tingkat ketelitian dan produktivitas kerja yang tinggi sehingga dapat meningkatkan volume produksi di suatu industri. Robot mampu bekerja dalam operasi-operasi yang dianggap berisiko tinggi terhadap manusia. Selain itu, robot mampu mengerjakan proses secara terus-menerus yang tidak mampu dilakukan oleh manusia. [7]

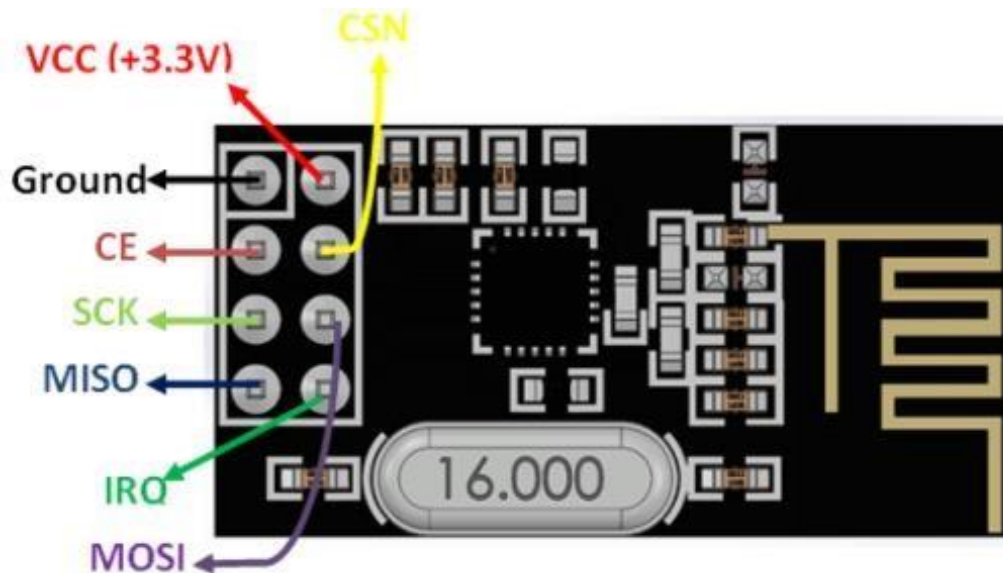


Gambar 2.4 Robot

Sumber: Andika, 2020

2.2.5 Modul *Wireless* nRF24L01

Sebuah modul komunikasi jarak jauh yang memanfaatkan pita gelombang RF 2.4GHz, modul ini menggunakan antarmuka SPI (Serial Peripheral Interface) yang di mana merupakan salah satu mode komunikasi serial synchronous kecepatan tinggi yang dimiliki oleh Atmega [8].



Gambar 2.5 *Module Wireless* nRF24L01

Sumber: <https://components101.com>

2.3 Pembangkitan Sinyal Listrik Otot

Mekanisme pembangkitan sinyal listrik di dalam otot sangat terkait dengan konsep motor unit atau unit motorik. Sistem saraf pusat tersusun atas tingkatan-tingkatan. Bagian *korteks* mengirimkan sinyal ke *spinal cord (medula spinalis)*. *Spinal cord* kemudian meneruskan sinyal tersebut ke *motorneuron* (sel saraf motorik) yang ada di otot. Perlu diketahui bahwa *motorneuron* bersama-sama dengan serat-serat otot akan membentuk *motor unit* (MU). Oleh karena itu, ketika *motorneuron* diaktifkan oleh sinyal dari *spinal cord*, serat-serat otot akan diaktifkan pula untuk menghasilkan gerakan yang sesuai dengan perintah otak.

Jumlah MU dalam sebuah otot berbeda-beda berkisar dari 100 sampai 1000 buah. Selain itu, gaya yang dihasilkan oleh setiap MU juga bervariasi dan berbeda satu sama lain. Bahkan, perbedaannya bisa mencapai 100 kali lipat atau lebih [9]. Sumber dari sinyal EMG adalah potensial aksi dari MU yang dikenal dengan *motor unit action potensial* (MUAP), yang dibangkitkan selama kontraksi otot. Jumlah MUAP yang diaktifkan terjadi tidak serempak. MUAP inilah yang ditangkap oleh elektrode-elektrode yang diletakkan pada permukaan kulit untuk menangkap sinyal EMG [10]

2.4 Karakteristik Sinyal EMG

Sinyal EMG adalah sinyal acak atau stokastik yang amplitudonya berkisar dari 0 sampai 1,5 mV (rms = root mean square) atau 0 ke 10 mV (puncak ke puncak) dengan rentang frekuensi antara 0 – 500 Hz. Yang perlu diperhatikan dalam sinyal EMG adalah kehadiran *noise* yang berada pada rentang frekuensi 50 – 150 Hz [13]. *Noise* bisa muncul dari berbagai sumber seperti *noise* internal dari komponen listrik, pergerakan artefak, ketidakstabilan sinyal, dan *noise* lingkungan sekitar.

2.5 Akuisisi Sinyal EMG

Sinyal EMG bisa diperoleh dengan dua cara, melalui penanaman elektrode dan tanpa penanaman elektrode di dalam tubuh pasien. Elektrode yang ditanam memberikan sinyal yang lebih baik dan langsung dari sumber otot yang diinginkan. Namun proses pemasangannya harus melalui operasi bedah sehingga kurang disukai dan dihindari. Elektrode yang tidak ditanam atau diletakkan di permukaan lebih banyak digunakan. Untuk mendapatkan sinyal EMG, memerlukan desain yang tepat untuk mengurangi *noise* yang didapatkan.

Satu hal yang bisa dilakukan untuk mengatasi *noise*, khususnya dari radiasi listrik pada frekuensi 50 atau 60 Hz, adalah menggunakan *differential amplifier*, hal ini dilakukan dengan

menggunakan dua elektrode dari dua lokasi yang berbeda [11]. Prinsip kerja ini digunakan untuk membuang sinyal yang sama dari dua elektrode dan menguatkan beda sinyal dari keduanya. Sehingga *noise* akan dibuang dan sinyal EMG akan dominan.

2.6 Spesifikasi Robot Caesar TSD300

Pada tahun 1920 robot mulai berkembang dari disiplin ilmu elektronika, lebih spesifiknya pada cabang kajian disiplin ilmu elektronika yaitu teknik kontrol otomatis, tetapi pada masa-masa itu komputer yang merupakan komponen utama pada sebuah robot yang digunakan untuk pengolahan data masukan. Desdari sensor dan kendali aktuator belum memiliki kemampuan komputasi yang cepat selain ukuran fisik komputer pada masa itu masih cukup besar. Robot-robot cerdas mulai berkembang pesat seiring berkembangnya komputer pada sekitar tahun 1950-an. Robot jenis teleoperasi ini bergerak berdasarkan perintah-perintah yang dikirimkan secara manual, baik tanpa kabel atau wireless (*remote control*) atau dengan kabel (joystick) [12].

Caesar TSD300 adalah seri dari sebuah robot yang berbentuk tank dengan material dasar berupa logam. Logam yang digunakan untuk membuat Caesar TSD300 diproses dengan baik melalui tahapan *sanblasting* kemudian dioksidasi sehingga memiliki warna keperakan. Caesar TSD300 juga dilengkapi dengan *double shock* yang berfungsi untuk menyerap getaran seperti gambar 2.6.



Gambar 2.6 Caesar TSD300

Sumber: Andika, 2020

Caesar TSD300 memiliki konstruksi rangka dasar berbahan logam yang berfungsi agar robot lebih stabil dan kuat. Caesar TSD300 ini menggunakan modul pelindung ESP-12 DEV KIT. ESP-12DEV KIT ini dilengkapi port *output* yang memungkinkan agar robot dapat dikembangkan dengan: SPI, UART, GPIO, AI dan *interface* daya 3.3V.

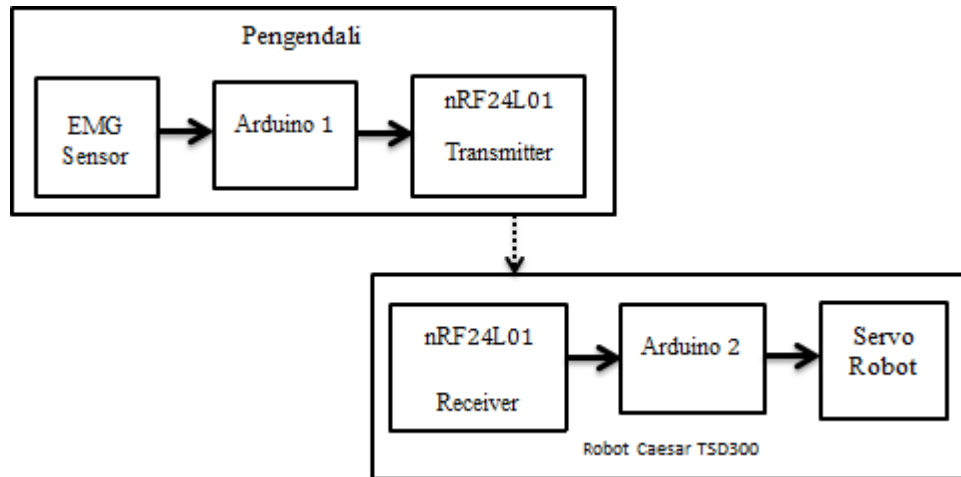
Tabel 2.1 Spesifikasi Robot Caesar TSD300

No	Spesifikasi	Nilai
1	<i>Surface treatment</i>	<i>Sandblasting oxidation</i>
2	<i>Track</i>	<i>Engineering plastic</i>
3	<i>Size</i>	290 × 270×100mm/11,42×10,63×3,94 inch
4	<i>Weight</i>	1,65kg
5	<i>Load</i>	5kg
6	<i>Motor parameters</i>	12V 330rpm DC Motor
7	<i>Voltage</i>	12V DC
8	RPM	330RPM
9	<i>Current</i>	0,55A
10	<i>Diameter</i>	25mm
11	<i>Height</i>	68mm
12	<i>Shaft length</i>	9,5mm
13	<i>Shaft diameter</i>	4mm
14	<i>Torque</i>	13kg.cm
15	<i>Max effective point</i>	<i>load</i> 4,0kg.cm/235rpm/2,5W/0,58A
16	<i>Max power</i>	<i>load</i> 7kg.cm/215rpm/3,1w/0,65A

BAB 3

DESAIN SISTEM

3.1 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

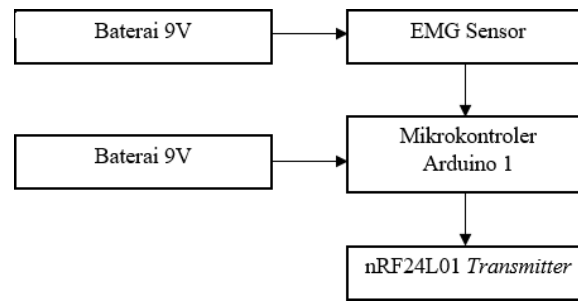


Gambar 3.1 *Flow* Proses Sistem

Blok diagram sistem dapat dilihat pada Gambar 3.1. Perangkat keras terdiri dari 6 bagian yaitu EMG sensor, Arduino 1, modul *wireless* nRF24L01 (*transmitter*), modul *wireless* nRF24L01 (*receiver*), Arduino 2, dan motor servo. Pada pengendali terdapat komponen EMG sensor, Arduino 1, dan modul *wireless* nRF24L01 yang berperan sebagai *transmitter*. Sedangkan pada bagian robot Caesar TSD300 yaitu modul *wireless* nRF24L01 yang berperan sebagai *receiver*, Arduino 2, dan motor servo. Sensor tersebut diaplikasikan pada otot lengan menggunakan media elektroda yang ditempelkan pada kulit.

Keluaran dari EMG sensor berupa sinyal analog, kemudian sinyal ini diproses oleh Arduino 1 menjadi sinyal digital melalui proses ADC. Keluaran dari Arduino 1 dikirimkan ke *receiver* melalui *transmitter* nRF24L01. Keluaran dari *transmitter* yang diterima oleh *receiver* nRF24L01 berupa sinyal digital, kemudian sinyal digital ini diproses oleh Arduino 2 dan diteruskan ke servo robot sehingga berubah menjadi gaya gerak.

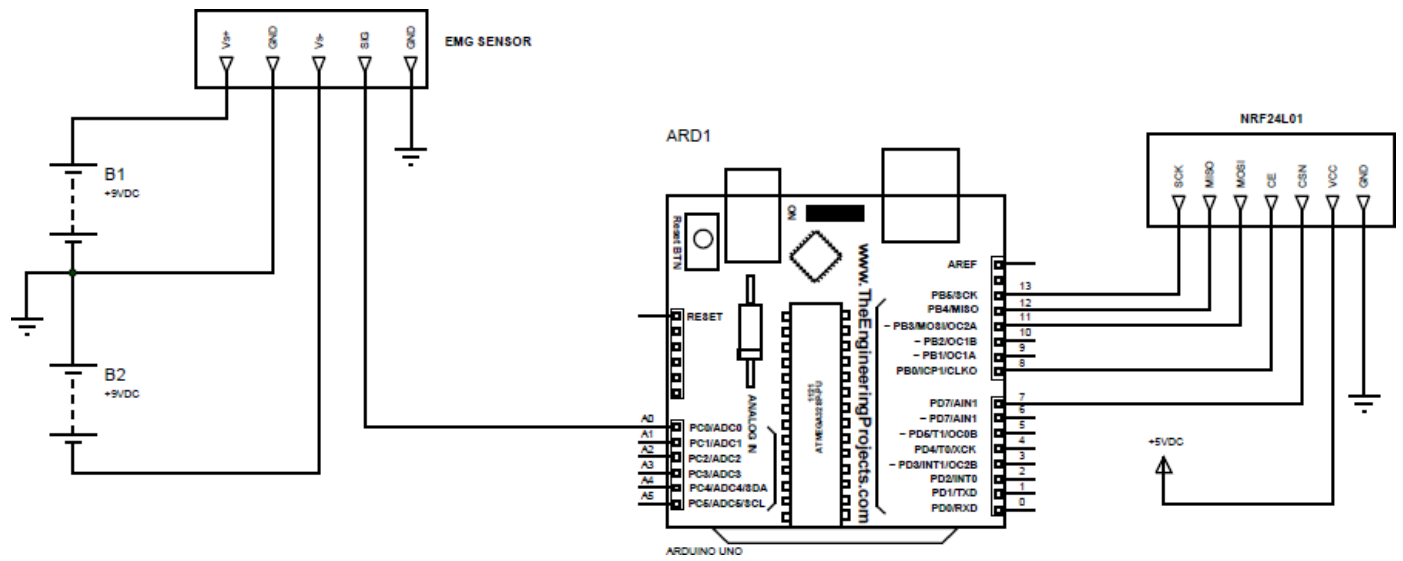
3.2 Perancangan *Transmitter* Robot



Gambar 3.2 Blok Diagram *Transmitter* Robot

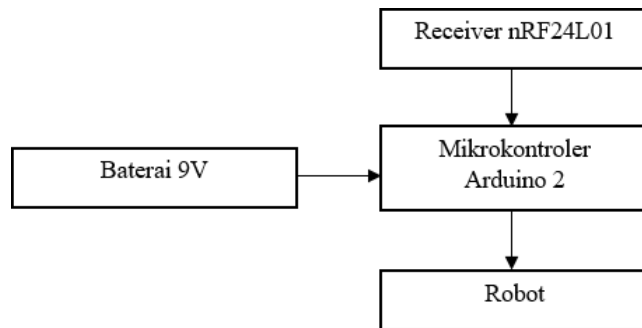
Blok diagram pengendali dapat dilihat pada Gambar 3.2. EMG sensor dan Arduino 1. EMG sensor akan dipasang media elektroda yang ditempelkan pada kulit. Ketika diberikan input berupa kontraksi otot maka sensor akan membaca inputan tersebut berupa sinyal impuls. Sinyal impuls tersebut diolah oleh mikrokontroler Arduino 1 menjadi sinyal digital dan dikirimkan ke mikrokontroler Arduino 2 menggunakan modul *wireless* nRF24L01 yang berperan sebagai *transmitter*.

Perancangan *transmitter* pengendali robot menggunakan 2 buah baterai 9V sehingga sumber tegangan antara sensor dan Arduino 1 terpisah. Sedangkan untuk serial komunikasi menggunakan sumber tegangan 5V yang terhubung dengan Arduino 1. Keluaran dari EMG sensor tersebut dihubungkan ke *port analog input* pada mikrokontroler Arduino 1. Skematik rangkaian *transmitter* robot dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Skematik *Transmitter Robot*

3.3 Perancangan *Receiver Robot*

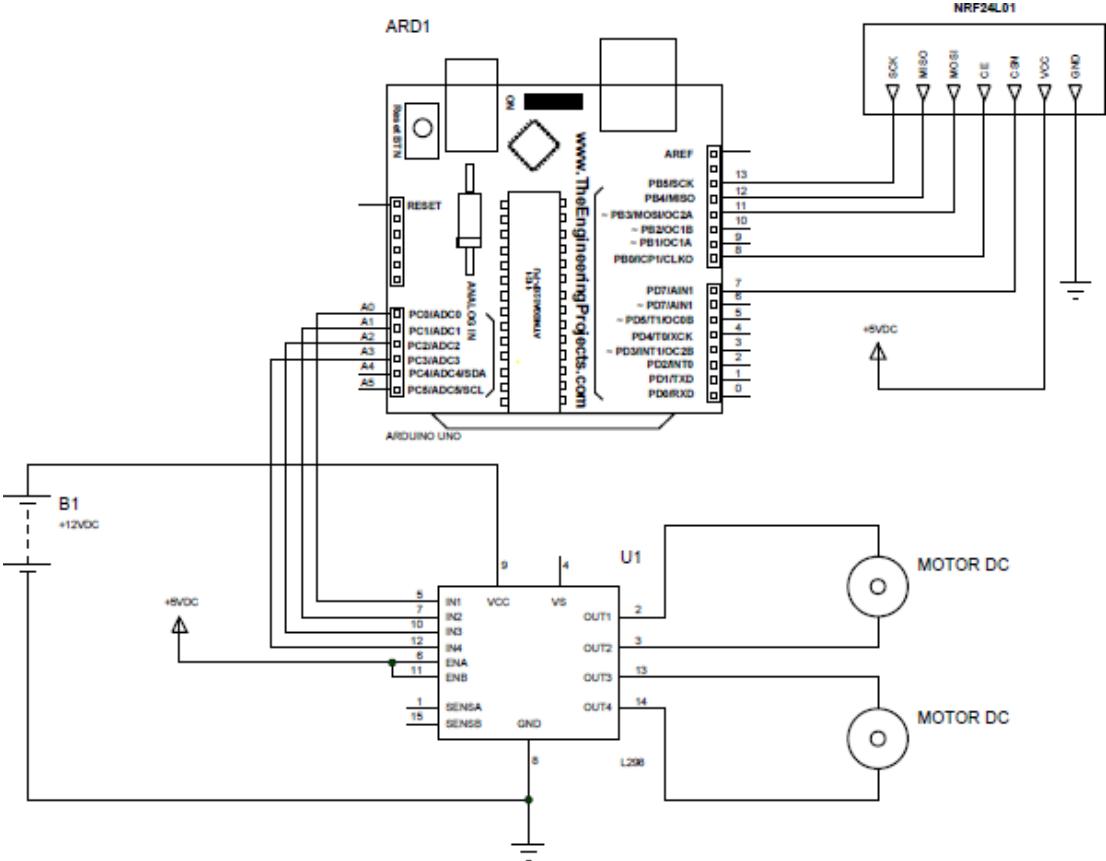


Gambar 3.4 Blok Diagram *Receiver Robot*

Blok diagram robot dapat dilihat pada Gambar 3.4. Prinsip kerja robot Caesar TSD300 ini adalah menggerakkan roda-roda robot menggunakan motor servo berdasarkan keluaran dari EMG sensor. Data dari pengendali diterima oleh modul *wireless* nRF24L01 yang berperan sebagai *receiver* pada robot Caesar TSD300. Data tersebut dibaca dan diolah oleh mikrokontroler Arduino 2 untuk menggerakkan motor servo sehingga roda robot dapat bergerak sesuai keinginan.

Skematik robot Caesar TSD300 dapat dilihat pada Gambar 3.5. Pada penelitian ini menggunakan 2 buah motor servo untuk menggerakkan roda-roda robot. Sumber tegangan pada

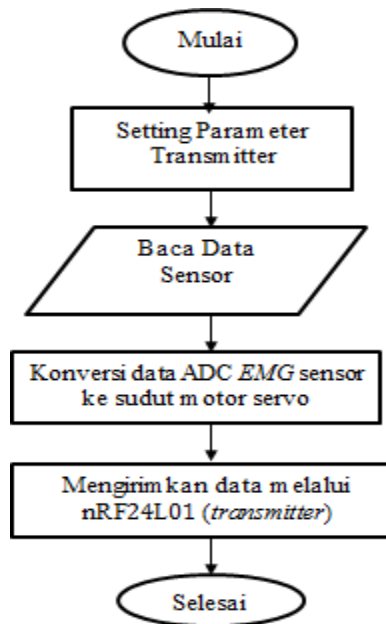
motor servo menggunakan 3 buah baterai 3,7V yang tidak terhubung dengan Arduino. Sehingga Arduino dan motor servo memiliki sumber tegangan yang berbeda. Pengaplikasian motor servo menggunakan modul drive motor DC yang difungsikan untuk mengontrol kecepatan serta arah perputaran robot.



Gambar 3.5 Skematik Receiver Robot

3.4 Perancangan Perangkat Lunak

a) Program *Transmitter* Robot

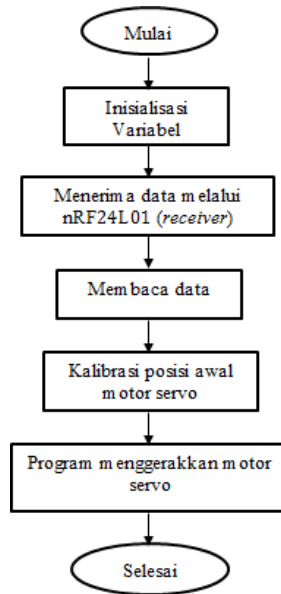


Gambar 3.6 *Flowchart Transmitter* Robot

Flowchart program *transmitter* robot yang digunakan pada otot manusia dapat dilihat pada Gambar 3.6. Pada program ini keluaran dari EMG sensor merupakan data analog yang dirubah menjadi data digital menggunakan ADC pada arduino. Data tersebut dikirim secara nirkabel menggunakan modul *wireless* nRF24L01 dan data tersebut menjadi acuan untuk menggerakkan motor servo.

Tujuan pada program ini adalah memberi perintah untuk menggerakkan motor servo dengan menggunakan keluaran data ADC yang dihasilkan EMG sensor berupa amplitudo. Nilai keluaran ADC didapat berdasarkan kontraksi otot yang diberikan ke EMG sensor, *range* amplitudo yang dikeluarkan akan menjadi parameter pergerakan robot.

3.5 Program Receiver Robot



Gambar 3.7 Flowchart Receiver Robot

Flowchart program receiver robot dapat dilihat pada Gambar 3.7. Program ini bertujuan untuk menerima data ADC dari transmitter melalui modul wireless nRF24L01 (receiver) dan mengendalikan pergerakan pulley motor servo. Data ADC dari transmitter berupa sinyal digital akan dikirimkan ke motor servo oleh Arduino sehingga dapat mengendalikan pergerakan pulley motor servo berdasarkan range amplitudo yang dihasilkan oleh EMG sensor.

3.6 Pengujian Alat

Indikator pengujian alat meliputi:

1. Pengujian EMG sensor terhadap gerakan tangan.
2. Pengujian serial komunikasi.
3. Pengujian robot.
4. Pengujian pergerakan robot menggunakan EMG sensor

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian EMG Sensor Terhadap Gerakan Tangan

Pengujian EMG sensor terhadap gerakan tangan dapat dilihat pada Tabel 4.1. Kontraksi otot yang dihasilkan dari pergerakan tangan memberikan *range* nilai amplitudo yang berbeda, *range* nilai amplitudo ini akan digunakan untuk menggerakkan servo robot. Pada Tabel 4.1 ketika pergelangan tangan menekuk kebawah *range* amplitudo yang dihasilkan adalah < 100 . Pada Tabel 4.1 ketika pergelangan tangan menekuk keatas *range* amplitudo yang dihasilkan adalah $100 < A < 200$.

Tabel 4.1 Pengujian EMG Sensor Terhadap Gerakan Tangan

Gerakan Pergelangan Tangan	<i>Range</i> Amplitudo
Kebawah	< 100
Keatas	$100 < A < 200$

4.2 Pengujian Serial Komunikasi

Pengujian ini dilakukan agar mengetahui apakah serial komunikasi yang difungsikan sebagai *transmitter* dapat bekerja sesuai keinginan. Pada pengujian ini rangkaian *transmitter* dipasang dengan 4 buah *push button* yang bertujuan untuk mengirimkan dan mengendalikan robot secara manual.

Pengujian ini dilakukan secara *real*. Pada pengujian ini tidak dilakukan pengukuran *delay*. Pengukuran jarak komunikasi antara *transmitter* robot dan *receiver* robot menggunakan *roll* meter. Jarak ideal antara *transmitter* robot dan *receiver* robot dapat berkomunikasi menggunakan modul *wireless* nRF24L01 yaitu 0 – 20m karena pada saat pengujian secara langsung terlihat jarak antara 0 – 20m *delay* yang terjadi sangat kecil. Hasil dari pengujian jarak antara *receiver* robot dan *transmitter* robot dapat dilihat pada tabel.

Tabel 4.2 Jarak Komunikasi Alat

Percobaan Ke-	Jarak (m)	Hasil
1	1	Bergerak
2	10	Bergerak
3	20	Bergerak
4	30	Bergerak
5	40	Tidak Bergerak

4.3 Pengujian Robot

Pengujian pada Tabel 4.3 ini dilakukan untuk mengetahui nilai presisi konstruksi rangka robot apakah mempengaruhi pergerakan robot atau tidak. Pengujian ini dilakukan juga agar melihat apakah *receiver* robot dapat menerima data yang diberikan oleh *transmitter* manual dan menghasilkan gerak sesuai keinginan dapat dilihat pada Tabel.

Tabel 4.3 Pengujian Robot Menggunakan Pengendali Manual

	Maju	Mundur	Kiri	Kanan
Push Button 1	√	-	-	-
Push Button 2	-	√	-	-
Push Button 3	-	-	√	-
Push Button 4	-	-	-	√

4.4 Pengujian Pergerakan Robot Menggunakan EMG Sensor

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui presentase keakuratan antara pergerakan robot terhadap amplitudo yang dihasilkan oleh EMG sensor berdasarkan kontraksi otot yang diberikan. Saat kontraksi otot diberikan maka EMG sensor akan membaca sinyal impuls sebagai analog dan dirubah menjadi amplitudo oleh arduino, saat *range* amplitudo menghasilkan nilai posisi maka robot akan menunjukkan hasil pergerakannya. Pengujian ini dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Pengujian Pergerakan Robot Menggunakan EMG Sensor

	<i>Range</i> Amlitudo	Maju	Mundur
Pergelangan tangan menekuk kebawah	<100	√	-
Pergelangan tangan menekuk keatas	100<A<200	-	√

4.5 Analisis

Berdasarkan hasil di atas bahwa alat sudah mampu menerima data dari *transmitter* dan menghasilkan gerak berdasarkan kontraksi otot yang diberikan. Akan tetapi target jarak komunikasi antara *transmitter* dan *receiver* tidak tercapai 100m. Begitu pula kemampuan gerak robot masih belum sempurna. Beberapa faktor yang mempengaruhi tidak tercapainya jarak komunikasi dan kemampuan gerak robot.

Pada pengujian gerak robot dilakukan secara *real time* baik itu dari percobaan gerak maju maupun mundur, pengukuran jarak menggunakan *roll* meter. Pada percobaan jarak maksimal alat dapat berkomunikasi yang dapat ditempuh yaitu 40 m, namun pada *datasheet* modul *wireless* nRF24L01 jarak maksimal hingga 100 m. Beberapa kemungkinan yang mengakibatkan jarak maksimal tidak tercapai.

Kemungkinan pertama adalah masalah pada sumber tegangan robot. Saat robot menggunakan 2 buah baterai 3,7V jarak yang ditempuh adalah 0-20 m. Selanjutnya dilakukan pemasangan 3 buah baterai 3,7V jarak yang ditempuh adalah 0-40 m. Kemungkinan kedua, kualitas produk nRF24L01

yang kurang baik mengingat dari segi harga yang relatif murah.

EMG sensor memiliki keluaran sinyal impuls yang beresilasi dan kulit manusia memiliki nilai resistansi tertentu sehingga *noise* yang diterima juga cukup besar. Pemasangan elektroda juga mempengaruhi nilai amplitudo yang dibaca oleh arduino, titik pemasangan elektroda juga mempengaruhi nilai ADC yang dihasilkan.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian dan analisa di atas dapat disimpulkan:

1. Terciptanya sebuah robot tank yang dapat bergerak berdasarkan kontraksi otot manusia secara *wireless* dengan menggunakan EMG sensor sebagai pengendali.
2. Berdasarkan pengukuran menggunakan *roll* meter. Jarak maksimal antara *transmitter* dan *receiver* dapat berkomunikasi sejauh 0 – 40m.
3. Tingkat presisi rangka robot pada saat perakitan dan resistansi kulit menyebabkan pergerakan robot kurang sempurna.
4. Robot bergerak maju pada saat *range* amplitudo <100 dan posisi pergelangan tangan menekuk kebawah.
5. Robot bergerak maju pada saat *range* $100 > A > 200$ dan posisi pergelangan tangan menekuk keatas.

5.2 Saran

Saran untuk pengendali maupun robot yaitu:

1. Mengembangkan *filter* frekuensi yang dapat meredam *noise* yang disebabkan oleh kulit manusia maupun rangkaian pengendali itu sendiri.
2. Menggunakan sumber tegangan yang lebih banyak sehingga robot dapat bekerja dengan waktu yang lebih lama.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pratama, A.Y., 2019. *Penggerak Lima Jari Robot Lengan Menggunakan ELECTROMYOGRAM (EMG) Pada Lengan Bawah Anterior* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- [2] Yulia Nur Fitriani, "Sistem Kontrol Lengan Robot Menggunakan Sinyal EMG Berbasis Mikrokontroler *H8/3069F*", Mei. 2012.
- [3] Ezra Meliora, "Perancangan dan Implementasi Lengan Robot Menggunakan Sensor Elektromiogram", 2015.
- [4] Djuandi, "Pengenalan Arduino", Jul. 2011.
- [5] Syahrul, "Karakteristik Dan Pengontrolan Servo Motor", vol.8, Nov. 2006.
- [6] Dwi, Taufik Septian Suyadhi "Robot Teleoperasi dan Otomatis". .2010 : 3
- [7] R.C. Gonzalez & G.S.G. Lee. K.S. Fu, Robotics "Control, Sensing, Vision, and Intelligenc" .Singapore: McGraw-Hill Book Co, 1988.
- [8] Ahmad, Mubdi, "Rancang Bangun Prototipe Kursi Roda Menggunakan Sensor Elektromiograf", Bandung: Universitas Telkom. 2014.
- [9] Shobrina, Primananda and Maulana, "Analisis Kinerja Pengiriman Data Modul Transceiver NRF24L01, Xbee dan Wifi ESP8266 Pada Wireless Sensor Network", vol.2, Apr. 2016
- [10] De Luca, C. J. "Surface Electromyography: Detection and Recording". DelSys Incorporation, 10, 2011.
- [11] De Luca, C. " Electromyography Encyclopedia Of Medical Device and Instrumentation". Jhon Willey & Sons, Inc, 2002.
- [12] . Criswell, E. "Cram's Introduction To Surface Electromyography". 2nd ed: Jones & Barlett Publisher, 2010.

- [13] Moritani, T., Stegemen, D., & Merletti, R. "Basic Physiology and Biophysics of EMG Signal Generation Electromyography". (pp. 1-25): John Wiley & Sons, Inc, 2005

LAMPIRAN

Program Test *Transmitter* Robot

```
#include <SPI.h>

#include <nRF24L01.h>

#include <RF24.h>

RF24 radio(8, 7); // CE, CSN

const byte address[6] = "00001";

int text[2];

int val = 1000;

int val2 = 500;

void setup() {
  radio.begin();

  radio.openWritingPipe(address);

  radio.setPALevel(RF24_PA_MIN);

  radio.stopListening();
}

void loop() {
  text[0] = val;

  text[1] = val2;

  //const char text[] = "Hello World";

  radio.write(&text, sizeof(text));
}
```

Program Test *Receiver* Robot

```
#include <SPI.h>

#include <nRF24L01.h>

#include <RF24.h>

RF24 radio(8, 7); // CE, CSN

const byte address[6] = "00001";

int text[2];

void setup() {
  Serial.begin(9600);

  radio.begin();

  radio.openReadingPipe(0, address);

  radio.setPALevel(RF24_PA_MIN);

  radio.startListening();
}

void loop() {
  if (radio.available()) {
    //char text[32] = "";

    radio.read(&text, sizeof(text));

    Serial.println(text[0]);

    delay(1000);
  }
}
```

Program *Transmitter Robot*

```
#include <SPI.h>
#include <nRF24L01.h>
#include <RF24.h>

RF24 radio(8, 7); // CE, CSN

const byte address[6] = "00001";

int msg[2];
//int msg[4];
//int data,data1,data2,data3;

int data;
int data2 = 0;

void setup()
{
  //pinMode(6,INPUT);
  //pinMode(5,INPUT);
  //pinMode(A1,INPUT);
  pinMode(A0,INPUT);
  radio.begin();
  radio.openWritingPipe(address);
  radio.setPALevel(RF24_PA_MIN);
  radio.stopListening();
}

void loop()
{
  data = analogRead(A0);
```

```
msg[0]=data;
msg[1]=data2;
/*
data = digitalRead(A0);
data1 = digitalRead(A1);
data2 = digitalRead(5);
data3 = digitalRead(6);

msg[0] = data;
msg[1] = data1;
msg[2] = data2;
msg[3] = data3;
*/
radio.write(&msg, sizeof(msg));
}
```

Program Receiver Robot

```
#include <SPI.h>
#include <nRF24L01.h>
#include <RF24.h>

#define in1 A0
#define in2 A1
#define in3 A2
#define in4 A3

RF24 radio(8, 7); // CE, CSN
const byte address[6] = "00001";
//int msg[4];
int msg[2];
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(in1,OUTPUT);
  pinMode(in2,OUTPUT);
  pinMode(in3,OUTPUT);
  pinMode(in4,OUTPUT);
  radio.begin();
  radio.openReadingPipe(0, address);
  radio.setPALevel(RF24_PA_MIN);
  radio.startListening();
```

```
}
void loop()
{
  if (radio.available())
  {
    radio.read(&msg, sizeof(msg));
    /*Serial.print(msg[3]);
    Serial.print(",");
    Serial.print(msg[2]);
    Serial.print(",");
    Serial.print(msg[0]);
    Serial.print(",");
    Serial.println(msg[1]);*/

    if(msg[0]<200)
    {
      motor_mundur();
    }
    else if(msg[0]>200 && msg[0]<1000)
    {
      motor_maju();
    }
    else if(msg[0]>1000)
    {
      motor_stop();
    }
    else
```

```

{
    motor_stop();
}
Serial.println(msg[0]);

/*
    if((msg[0]==1) && (msg[1]==1) && (msg[2]==1)
    && (msg[3]==0))
    {
        motor_maju();
    }

    else if((msg[0]==1) && (msg[1]==1) &&
    (msg[2]==0) && (msg[3]==1))
    {
        motor_mundur();
    }

    else if((msg[0]==1) && (msg[1]==0) &&
    (msg[2]==1) && (msg[3]==1))
    {
        motor_putar_kanan();
    }

    else if((msg[0]==0) && (msg[1]==1) &&
    (msg[2]==1) && (msg[3]==1))
    {
        motor_putar_kiri();
    }

    else if((msg[0]==1) && (msg[1]==0) &&
    (msg[2]==1) && (msg[3]==0))
    {
        motor_maju_kanan();
    }

    else if((msg[0]==0) && (msg[1]==1) &&
    (msg[2]==1) && (msg[3]==0))
    {
        motor_maju_kiri();
    }

    else if((msg[0]==1) && (msg[1]==0) &&
    (msg[2]==0) && (msg[3]==1))
    {
        motor_mundur_kanan();
    }

    else if((msg[0]==0) && (msg[1]==1) &&
    (msg[2]==0) && (msg[3]==1))
    {
        motor_mundur_kiri();
    }

    else if((msg[0]==1) && (msg[1]==1) &&
    (msg[2]==1) && (msg[3]==1))
    {
        motor_stop();
    }

    else
    {
        motor_stop();
    }
}*/
}
}

```

```

void motor_maju()
{
    digitalWrite(in1,HIGH);
    digitalWrite(in2,LOW);
    digitalWrite(in3,LOW);
    digitalWrite(in4,HIGH);
}

void motor_mundur()
{
    digitalWrite(in1,LOW);
    digitalWrite(in2,HIGH);
    digitalWrite(in3,HIGH);
    digitalWrite(in4,LOW);
}

void motor_stop()
{
    digitalWrite(in1,LOW);
    digitalWrite(in2,LOW);
    digitalWrite(in3,LOW);
    digitalWrite(in4,LOW);
}

void motor_putar_kanan()
{
    digitalWrite(in1,LOW);
}

void motor_maju_kanan()
{
    digitalWrite(in1,LOW);
    digitalWrite(in2,LOW);
    digitalWrite(in3,LOW);
    digitalWrite(in4,HIGH);
}

void motor_maju_kiri()
{
    digitalWrite(in1,HIGH);
    digitalWrite(in2,LOW);
    digitalWrite(in3,LOW);
    digitalWrite(in4,LOW);
}

void motor_putar_kiri()
{
    digitalWrite(in1,HIGH);
    digitalWrite(in2,LOW);
    digitalWrite(in3,HIGH);
    digitalWrite(in4,LOW);
}

void motor_mundur_kiri()
{
    digitalWrite(in1,HIGH);
    digitalWrite(in2,HIGH);
    digitalWrite(in3,LOW);
    digitalWrite(in4,HIGH);
}

```

```
}
```

```
void motor_mundur_kanan()
```

```
{
```

```
digitalWrite(in1,LOW);
```

```
digitalWrite(in2,LOW);
```

```
digitalWrite(in3,HIGH);
```

```
digitalWrite(in4,LOW);
```

```
}
```

```
void motor_mundur_kiri()
```

```
{
```

```
digitalWrite(in1,LOW);
```

```
digitalWrite(in2,HIGH);
```

```
digitalWrite(in3,LOW);
```

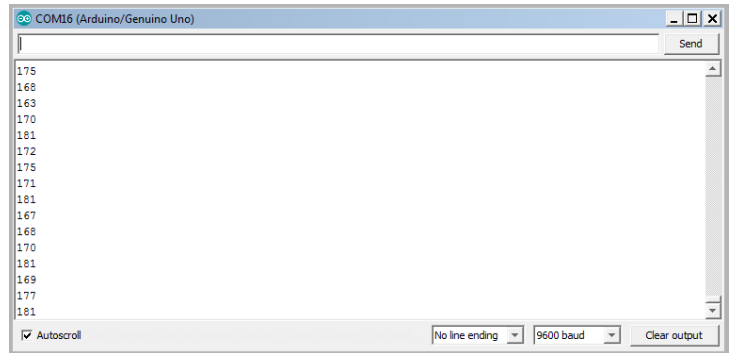
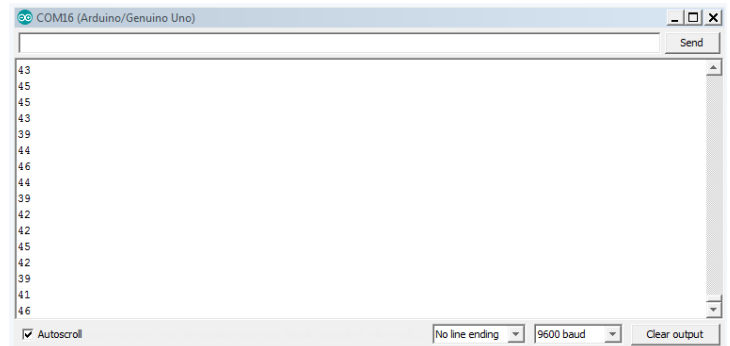
```
digitalWrite(in4,LOW);
```

```
}
```


Posisi Pergerakan Tangan



Data ADC Keluaran Pada Serial Monitor



Data ADC Keluaran Pada Serial *Plotter*

