



SEMINAR PROPOSAL PROYEK AKHIR

**SISTEM KENDALI
ARM ROBOT LENGAN
MENGUNAKAN SINYAL ELEKTROMIOGRAF (EMG)**

**CONTROL SYSTEM ROBOT ARM
USING ELECTROMYOGRAPHY SIGNALS (EMG)**

Oleh:

FARIS ARDIANSYAH PUTRA

NRP. 2120500017

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRONIKA
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK ELEKTRONIKA NEGERI SURABAYA**

2022



SEMINAR PROPOSAL PROYEK AKHIR

Judul :

**SISTEM KENDALI
ARM ROBOT LENGAN
MENGUNAKAN SINYAL ELEKTROMIOGRAF (EMG)**

Oleh :

FARIS ARDIANSYAH PUTRA

NRP. 2120500017

**Telah diseminarkan dan disahkan menjadi Proyek Akhir (PA)
di
Program Studi D3 Teknik Elektronika, Departemen Teknik Elektro,
Politeknik Elektronika Negeri Surabaya,
pada tanggal 21 Desember 2022**

Disetujui Oleh:

Dosen Penguji :

1.

**Rika Rokhana, Ir., M.T., Dr.
NIP. 196909051998022001**

2.

**Agrippina Waya R.G, M.T.
NIP. 199409072022032012**

Dosen Pembimbing :

1.

**Paulus Susetyo W., S.ST., MT.
NIP. 197004101996031002**

2.

**Firman Isma S., S.T., M.Sc.
NIP. 199211282022031004**

Mengetahui

Ketua Program Studi D3 Teknik Elektronika

**Dr. Alrijadjis. Dipl, Eng, M.T.
NIP. 197206301999031003**

RINGKASAN

Electromyography merupakan teknik untuk merekam aktivitas listrik yang dihasilkan oleh otot rangka. EMG dilakukan dengan menggunakan instrumen yang disebut electromyograph untuk menghasilkan rekaman sinyal yang disebut electromyogram (EMG). Teknik ini, dapat dimanfaatkan untuk menggerakkan arm robot lengan. Sehingga dapat membantu memudahkan pekerjaan manusia. Pada tugas akhir ini, dirancang alat bantu pergerakan tangan untuk membantu orang dalam mengambil barang ataupun memindahkan barang, dengan memanfaatkan EMG. Sinyal otot tangan (biceps) direkam oleh elektroda kemudian diamplifikasi dan difilter pada modul EMG. Hasil sinyal tersebut menjadi masukan untuk mikrokontroler. Kemudian mikrokontroler menggerakkan motor servo sesuai kondisi input yang diberikan. Ketika kondisi tangan fleksor (membengkok) dan berkontraksi, maka arm lengan robot mengikuti gerakan ke atas. Sedangkan ketika kondisi tangan ekstensor (meluruskan), maka arm lengan robot bergerak ke bawah. Lalu untuk pergerakan arm ke kanan dan ke kiri yaitu menggunakan otot pergelangan tangan, jika pergelangan tangan fleksor (membengkok) ke kanan maka arm lengan robot mengikuti gerakan ke kanan. Sedangkan pergelangan tangan fleksor (membengkok) ke kiri maka arm lengan robot mengikuti gerakan ke kiri. Dengan sistem yang telah dijelaskan diatas, alat ini dapat bekerja sesuai masukan yang diberikan dan dapat memberikan keluaran berupa gerakan arm lengan robot yang sesuai dengan tangan pengguna.

Kata Kunci: Arm Lengan Robot, Electromyography, Amplifikasi, Filter, Mikrokontroler.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
RINGKASAN.....	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL	vi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Program	2
1.4 Luaran yang Diharapkan	2
1.5 Manfaat Program	2
1.6 Batasan Masalah.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Electromyograph (EMG).....	4
2.2 Otot Bisep dan Trisep.....	6
2.3 Arm Robot Lengan	8
2.4 Arduino Uno	11
2.5 Motor Servo.....	13
2.6 Penelitian Terdahulu.....	15
BAB 3 METODE YANG DIGUNAKAN	17
3.1 Tahapan Pra Proposal	17
3.2 Tahapan Pasca Proposal	17
BAB 4 BIAYA DAN JADWAL KEGIATAN	21
4.1 Anggaran Biaya	21
4.2 Jadwal Kegiatan.....	21
DAFTAR PUSTAKA.....	22
LAMPIRAN	23

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Sinyal EMG beserta Nilai RMS	4
Gambar 2.2. EMG Shield	5
Gambar 2.3. Ilustrasi Otot Bisep dan Trisep	6
Gambar 2.4. Arm Robot Lengan	8
Gambar 2.5. Arduino Uno	11
Gambar 2.6. Skema Struktur Arduino Uno	12
Gambar 2.7. Motor Servo	13
Gambar 2.8. Prinsip Kerja Motor Servo	14
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem	18
Gambar 3.2 Flowchart Kerja Sistem	19

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Ringkasan Anggaran Biaya	21
Tabel 2. Jadwal Kegiatan.....	21

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengembangan Teknologi Instrumentasi Biomedik sampai saat ini berkembang semakin pesat dan salah satunya pada bidang rehabilitasi medik. Salah satu juga sudah dilakukan pada tahun 2014 oleh Palkuntwar, yaitu pergerakan Lower Limb manusia dalam menganalisa pola berjalan manusia. Palkuntwa telah berhasil mengembangkan sistem pengukuran gaya berjalan wearable berdasarkan Accelerometer dan Electromyograph. Sistem kerja Instrumentasi ini dikendalikan oleh mikro ARM 7 yang memainkan peran penting dalam komunikasi serial untuk akuisisi datanya. Palkuntwar mengembangkan Instrumentasi sistem pengukuran gaya berjalan yang portabel, wearable dan diharapkan tidak mengganggu pola gaya berjalan alami subjek. Sistem yang dikembangkan mampu mengukur sudut kaki pasien terhadap tanah saat pasien berjalan, dan gaya reaksi tanah (tekanan plantar) yang dihasilkan sehingga dapat menganalisa pola irama berjalan normal manusia maupun gerakan tangan yang dilakukan.

Beberapa sistem robot pembantu kekuatan bagian tubuh dapat dikontrol berdasarkan Sinyal Electromyograph (EMG) dari otot-otot bagian tubuh pengguna, karena Sinyal Electromyograph secara langsung mencerminkan tingkat aktivitas otot. Sinyal EMG memberikan informasi penting untuk sistem robot pembantu kekuatan bagian tubuh dalam memahami maksud gerakan pengguna. Oleh karena itu, penting untuk menganalisis hubungan antara gerakan bagian atas anggota badan dengan kegiatan otot yang terkait untuk membantu memberikan kekuatan pada tubuh bagian atas. Dalam penelitian Gil Coury et al pada tahun 1998, sebuah studi Electromyograph juga telah dilakukan untuk anggota tubuh bagian atas, berbagai bahu dan siku. Sedangkan penelitian Kronberg et al (Kronberg et al., 1990) telah mempelajari tentang aktivitas otot dan koordinasi di bahu normal dengan bantuan sinyal Electromyograph.

Oleh sebab itu dalam Proyek Akhir ini penulis akan melakukan pekerjaan pendahuluan pendeteksian sinyal Electromyograph (EMG) pada lengan tangan untuk menggerakkan Arm Robot Lengan. Bagian ini memerlukan informasi penting seperti pengambilan data pada otot tertentu yang dominan bekerja pada bagian lengan tangan, dan pengetahuan rangkaian elektronik untuk mendisain rangkaian instrumentasi EMG. Penelitian difokuskan pada lengan tangan karena merupakan bagian organ tubuh yang lebih banyak memberikan kontribusi bagi kemudahan pekerjaan manusia.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah disampaikan, maka rumusan masalah yang akan dibahas dalam proyek akhir sebagai berikut:

- a) Bagaimana Perancangan Instrumentasi Electromyograph (EMG).
- b) Bagaimana Perancangan Arm Robot Lengan yang sederhana dan murah.
- c) Bagaimana melakukan pembacaan sinyal otot menggunakan sistem Electromyograph (EMG).
- d) Bagaimana cara menerjemahkan sinyal otot menjadi sebuah perintah gerakan.

1.3 Tujuan Program

Tujuan pembuatan penelitian ini antara lain:

- a) Pembuatan instrumentasi Electromyograph (EMG).
- b) Pembuatan Arm Robot Lengan buatan yang sederhana.
- c) Menghasilkan Arm Robot Lengan sebagai pemindah barang secara otomatis
- d) Mengkoordinasikan sinyal hasil instrumentasi Electromyograph (EMG) sebagai Inputan dalam menggerakkan Arm Robot Lengan.

1.4 Luaran yang Diharapkan

Luaran yang diharapkan dalam penelitian ini adalah terciptanya sebuah alat berupa instrumentasi Electromyograph (EMG) untuk menggerakkan Arm Robot Lengan sehingga dapat membantu pekerjaan manusia agar lebih mudah ketika memindahkan barang atau lainnya.

1.5 Manfaat Program

Beberapa manfaat yang dapat di peroleh dari program ini adalah:

1. Dapat membuat Arm Robot Lengan yang murah dan terjangkau.
2. Terciptanya sistem kontrol Arm Lengan Robot yang intuitif dan mudah digunakan menggunakan kendali otot.
3. Dapat memudahkan pekerjaan manusia baik dari segi efisiensi waktu, tenaga, kualitas dan hasil yang didapat.

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah untuk alat yang akan dibuat adalah:

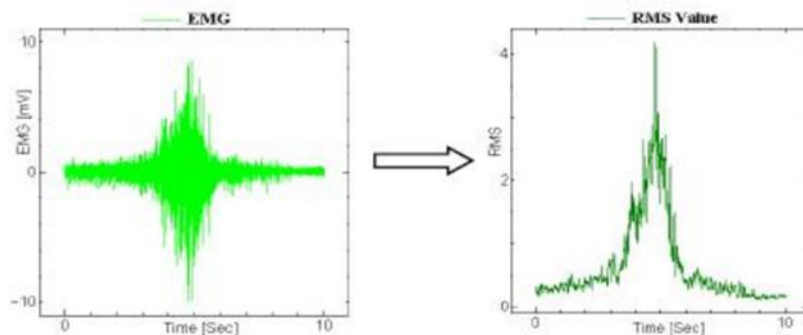
1. Robot manipulator yang digunakan adalah arm robot lengan.
2. Motor yang digunakan pada arm robot lengan adalah motor servo.
3. Robot manipulator hanya memiliki 2 derajat kebebasan.
4. Pengontrolan hanya dilakukan pada bagian lengan tangan.
5. Mikrokontroller yang digunakan adalah Arduino Uno.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Electromyograph (EMG)

Electromyography pada otot berfungsi untuk mendeteksi adanya potensial listrik yang dihasilkan otot saat kontraksi dan relaksasi sehingga dapat digunakan untuk mengendalikan suatu sistem. Pengolahan sinyal elektromiografi dilakukan dalam sisi hardware yaitu dengan menggunakan rangkaian comparator, rangkaian one shoot multivibrator, dan rangkaian logika. (Safarudin et al, 2010).

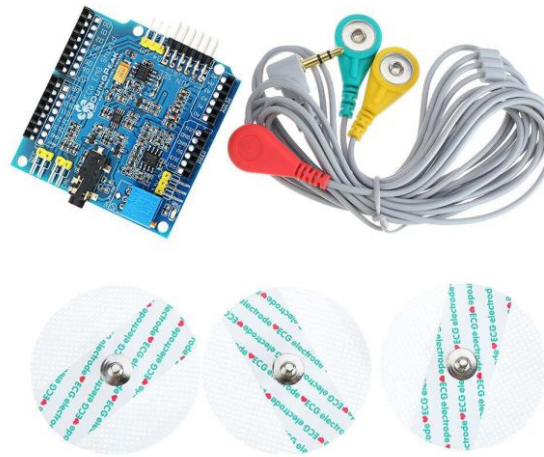


Gambar 2.1. Sinyal EMG beserta Nilai RMS

Sumber: https://pkm.umsida.ac.id/file_lolos/141020100033_TEGAR%20DINI%20PUTRANTO.pdf

Penelitian yang sudah dilakukan Karlik tahun 2011 dalam mengklasifikasikan sinyal EMG digunakan untuk kontrol perangkat prosthetic multifunction, dengan Metode pengenalan pola sinyal EMG yang dilakukan dengan 3 layer Back Propagation Neural Network (BPNN). Sebagai data input pengenalan polanya adalah hasil dari segmentasi sinyal EMG menggunakan Auto Regressive (AR). Penelitian ini mempunyai tingkat akurasi rata-rata 97,6% untuk kategori 6 pola gerakan yang diantaranya adalah gerakan resting dan flexion.

Perekaman sinyal EMG dilakukan secara langsung pada pasien menggunakan elektrode tempel yang terhubung ke Instrumentasi Diferensial Amplifier dan pengkondisian sinyal berupa Low Pass Filter (LPF) Analog orde 4 dengan frekuensi cutoff 400 Hz dan High Pass filter analog orde 4 dengan frekuensi cutoff 20 Hz serta Notch Filter untuk menghilangkan noise jala-jala 50 Hz pada alat ukur (Suprayitno et al, 2012). Instrumentasi EMG tidak jauh berbeda dengan Istrumentasi Phonocardiography (PCG), yang membedakan hanya pada instrumentasi penguat depan dan pengkondisian sinyal berupa Low Pass Filter (LPF) Analog orde 4. Untuk EMG menggunakan instrumentasi penguat depan Diferensial Amplifier dan LPF frekuensi cutoff 400 Hz sedangkan PCG menggunakan instrumentasi penguat depan Pre Amplifier dan LPF frekuensi cutoff 100 Hz.



Gambar 2.2. EMG Shield

Sumber: <https://images.app.goo.gl/XZSeiPHQPgDP6wcQ6>

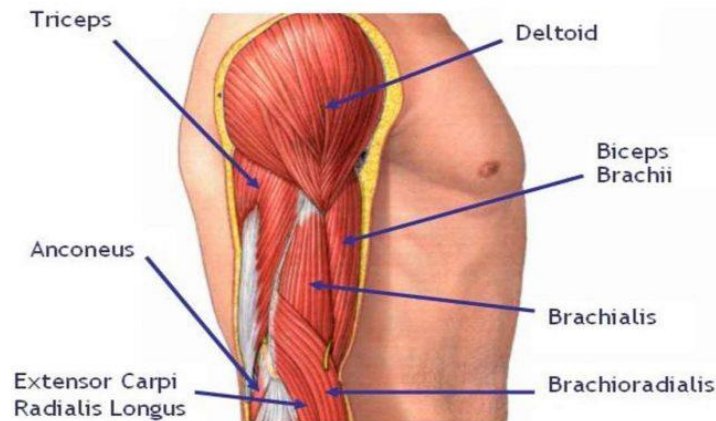
EMG Shield adalah instrumentasi pencatat bioelektrik yang berfungsi untuk mengetahui sinyal yang disebabkan oleh aktifitas otot gerak. Otot gerak merupakan organ tubuh manusia yang berfungsi menggerakkan rangka. Otot gerak merupakan otot lurik, dimana memiliki sifat sadar, tidak sadar, tidak teratur karena aktifitasnya bergantung pada kehendak pelaku. Rangsangan berasal dari otak dan disalurkan melalui syaraf. Untuk mengetahui sinyal EMG diletakkan elektroda sebagai media interaksinya.

Peletakkan elektroda biasanya diletakkan langsung pada otot yang akan diamati dengan cara menempelkan pada permukaan kulit sebagai pendeteksi sinyal dari pergerakan otot. Sinyal yang ditangkap meliputi daerah yang diberikan elektroda. Akibatnya sinyal yang diperoleh merupakan penjumlahan seluruh sinyal yang ada. Karena proses kontraksi dan relaksasi tiap-tiap otot gerak pada daerah tersebut tidak bersamaan, maka sinyal yang didapat terkesan seperti sinyal acak.

Elektroda juga berfungsi sebagai grounding yang ditempelkan pada daerah yang memiliki resistansi tubuh yang kecil, contohnya pada kaki atau telinga. Karakteristik dari sinyal otot EMG yang umumnya dianalisa mempunyai range frekuensi antara 20 Hz sampai 500 Hz dan range tegangan antara 0,4 volt sampai 5 volt. Terdapat amplitudo yang tinggi lagi apabila terjadi kontraksi.

2.2 Otot Bisep dan Trisep

Otot Bisep dan Trisep merupakan dua otot yang saling berhubungan. Keduanya bisa menggerakkan lengan untuk membuka dan menutup. Sehingga manusia bisa bergerak dengan bebas sesuai kebutuhan. Mengutip Wikipedia, otot merupakan sekumpulan sel otot yang bisa membentuk jaringan. Hal ini membuat otot sebagai alat penggerak tulang. Jaringan otot memiliki sebutan sebagai alat gerak aktif pada sistem gerak manusia. Selain itu, kedua otot tersebut memiliki berbagai peranan dalam proses gerak tubuh. Bahkan cara kerja masing-masing otot hanya berkebalikan.



Gambar 2.3. Ilustrasi Otot Bisep dan Trisep

Sumber: <https://www.harapanrakyat.com/wp-content/uploads/2021/03/Otot-Bisep-dan-Trisep-dan-Cara-Kerjanya-Dalam-Menggerakkan-Lengan.jpg>

Otot Bisep dan Trisep Manusia serta Cara Kerjanya

Perlu diketahui bahwa otot merupakan alat gerak aktif yang memungkinkan seseorang bisa melakukan aktivitas harian. Baik itu berjalan, memegang, berlari, dan lain sebagainya. Cara kerja otot terbagi atas dua bagian yaitu, sinergis dan antagonis. Bisep dan trisep adalah contoh cara kerja yang antagonis. Artinya, saling berlawanan dalam melakukan perannya. Sehingga menghasilkan gerakan yang berbeda.

Otot Bisep

Pengertian otot bisep adalah otot yang terletak paling dekat dengan kulit. Otot ini bisa terlihat oleh mata seseorang terutama ketika mereka melakukan latihan beban rutin. Otot bisep dan trisep selalu melakukan aksinya dengan berlawanan agar tangan seseorang bisa bergerak. Bisep adalah otot yang memiliki dua kepala atau caput. Anda bisa melihat otot ini pada area lengan sebelah atas. Terlebih ketika tangan sedang dalam keadaan menekuk. Contoh otot bisep yang terlihat pada bagian tangan dari ujung telapak tangan hingga pangkal tangan. Otot ini akan terlihat walaupun dalam keadaan lurus.

Otot Trisep

Memang otot bisep dan trisep memiliki perbedaan dalam bentuk. Otot trisep biasanya lebih susah untuk menemukannya. Kepala otot ini besar dengan caput dengan jumlah tiga buah. Ketiga caput tersebut adalah longum, medial, dan lateralis. Trisep berfungsi untuk menahan beban lengan pada bahu dan ekstensi siku. Berbeda dengan caput logam dalam melakukan adduksi dan gerakan sendi bahu.

Cara Kerja Saat Mengangkat Lengan Bawah

Otot bicep dan tricep bisa mengangkat lengan bawah dengan gerakan yang antagonis. Pada saat mengangkat lengan bawah otot bicep akan berkontraksi. Sedangkan, otot tricep akan relaksasi karena gerakan keduanya saling berlawanan. Dua gerakan inilah yang termasuk antagonis. Dalam hal ini lengan akan mengangkat dengan maksimal. Tentunya berkat kerja dua otot yang saling berlawanan. Sehingga, gerakan lengan bawah yang terangkat akan menekuk dengan maksimal.

Cara Kerja Otot Saat Meluruskan Lengan Bawah

Setelah mengetahui cara kerja otot bicep dan tricep saat mengangkat lengan bawah, kini kebalikannya. Letak otot tricep berada pada bagian belakang lengan bawah saat terangkat. Kemudian, untuk meluruskan lengan bawah tentunya juga akan menjalankan gerakan antagonis. Sehingga tetap membuat pergerakan yang maksimal. Lalu, saat meluruskan lengan bawah maka otot bicep akan bekerja dengan relaksasi. Begitupun sebaliknya, otot tricep akan berjalan secara kontraksi saat meluruskan lengan bawah.

Latihan Otot

Selanjutnya, agar otot bicep dan tricep bisa bekerja dengan maksimal perlu beberapa langkah untuk menjangkaunya. Caranya dengan rutin melakukan latihan agar membentuk kedua otot tersebut. Latihan yang harus dilakukan tidaklah sulit. Sehingga bisa bekerja lebih maksimal dan kuat. Seseorang bisa melakukan aktivitas berat dengan kekuatan yang lebih dari sebelumnya. Salah satu hal yang paling mudah adalah melakukan push up secara rutin. Lama kelamaan otot akan terbentuk dan bekerja dengan penuh semangat.

Kemudian, otot bicep dan tricep juga bisa terbentuk jika seseorang mau melakukan olahraga gym. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal maka seseorang harus bisa membakar lemak dengan kapasitas yang banyak. Selain melakukan aktivitas olahraga, harus mengimbangi dengan asupan makanan yang sehat. Pilihan makanan yang sehat harus mengandung protein tinggi, lemak sehat dan karbohidrat kompleks.

Tak hanya itu saja, minum air putih yang banyak juga bisa meningkatkan fungsi kerja otot. Jangan sampai mengalami dehidrasi selama menjalani latihan dan olahraga. Agar lebih maksimal, alangkah baiknya juga meminta bantuan dari personal trainer. Sehingga bisa membantu latihan dengan maksimal agar terhindar dari cedera atau kesalahan. Nah, itulah cara kerja otot bicep dan tricep yang bekerja dengan gerakan antagonis. Membentuk otot memang sangat perlu untuk mendukung aktivitas sehari-hari.

2.3 Arm Robot Lengan

Lengan Robot atau biasa disebut Robotic Arm adalah jenis lengan mekanik yang kemudian di program dengan fungsi mirip dengan lengan manusia. Lengan merupakan jumlah total mekanisme atau bagian dari robot yang lebih kompleks. Robot lengan terdiri dari tiga bagian yaitu struktur mekanik (manipulator), penggerak dan sistem kontrol. Manipulator adalah susunan rigid bodies (benda-benda kaku) dan link (lengan) yang satu sama lain terhubung oleh joint (sendi). Pangkal lengan dapat dipasang pada kerangka dasar. Sedangkan end-effector (ujung lengan) dapat dihubungkan dengan alat tertentu sesuai dengan fungsi robot lengan.



Gambar 2.4. Arm Robot Lengan

Sumber: <https://images.app.goo.gl/fCvsFZSgrQ4usJNj8>

Robot lengan dapat dikontrol dengan menggunakan sensor dan aktuator. Ada beberapa jenis aktuator yaitu aktuator listrik, hidrolik, pneumatik dan piezoelektrik. Masing-masing jenis aktuator memiliki tingkat kendali yang berbeda. Contohnya, aktuator listrik lebih mudah dikendalikan. Aktuator listrik memiliki beberapa kelebihan yaitu akurasi tinggi, torsi yang ideal untuk pergerakan dan tingkat efisiensi yang tinggi.

Derajat kebebasan (Degree of Freedom) adalah sambungan pada lengan, dapat dibengkokkan, diputar, maupun digeser. Derajat kebebasan digunakan untuk mengetahui cara robot bergerak, tingkat kerumitan algoritma kendali dan jumlah motor lengan robot yang digunakan. Penentuan jumlah DOF dilakukan berdasarkan jumlah gerakan yang dapat dilakukan oleh atau jumlah aktuator lengan robot.

Kemajuan signifikan dalam *encoder* dan motor, serta kerangka kerja pemrograman yang disederhanakan, memungkinkan pengguna untuk melakukan manuver yang cepat. Berikut manfaat dan aplikasi lengan robot.

Manfaat Lengan Robot

- **Produktivitas dan efisiensi yang lebih tinggi:** Lengan robot dapat terus beroperasi selama 24 jam penuh, tujuh hari seminggu, tanpa merasa lelah, sehingga bisa membuat pabrik untuk meningkatkan output dengan terus menjalankan produksi, inspeksi, atau operasi lainnya;
- **Peningkatan akurasi:** Lengan robot dapat bekerja lebih konsisten dan benar dibandingkan dengan yang dilakukan manusia saat melakukan aktivitas yang membutuhkan akurasi atau konsistensi luar biasa;

- **Peningkatan kemampuan beradaptasi dan fleksibilitas:** Seiring dengan pergeseran tujuan perusahaan, lengan robot bisa melakukan dengan mudah dan cepat untuk tugas-tugas baru. Termasuk untuk mengintegrasikannya dengan berbagai platform dan perangkat lain;
- **Peningkatan keselamatan:** Lengan robot berkontribusi pada keselamatan pekerja dengan melakukan tugasnya di area yang berbahaya dan yang berisiko tinggi pada manusia.

Aplikasi Lengan Robot

Lengan robot berguna untuk melakukan tugas-tugas yang biasanya dilakukan oleh lengan manusia dalam bentuk paling dasar. Meskipun di masa lalu hanya industri manufaktur yang mengandalkan penggunaan robot tradisional, penggunaan cobot memudahkan UKM kecil, rumah tangga, hotel, kesehatan, dan industri ritel untuk mendapatkan manfaat lengan robot yang mirip manusia.

Salah satu manfaat signifikan dari lengan robot industri adalah kemampuan beradaptasinya dalam beragam penggunaan. Lengan robot cukup fleksibel untuk beradaptasi dengan tugas paling sederhana dan paling kompleks dengan risiko paling kecil hingga pengaturan yang paling keras. Menggunakan lengan robot untuk aplikasi ini membebaskan pekerja manusia dari potensi bahaya dan memungkinkan mereka melakukan tugas bernilai lebih tinggi seperti interaksi pelanggan.

Berikut adalah beberapa manfaat paling umum dari lengan robot.

1. Pengelasan

Pengelasan adalah keterampilan yang membutuhkan pengetahuan dan keterampilan tingkat tinggi. Sayangnya, jumlah tukang las yang terampil tidak mencukupi untuk memenuhi kebutuhan industri. Pengelasan cocok untuk otomatisasi dan lengan robot dengan visi dan pengembangan AI untuk kontrol kualitas *inline*. Dalam pengaturan industri modern seperti sektor mobil, pengelasan adalah tugas yang dapat dilakukan robot tanpa mengkhawatirkan kekurangan tenaga kerja.

2. Untuk Fungsi Mengambil dan Meletakkan

Pick and drop adalah proses berulang dan melelahkan yang menghabiskan banyak tenaga manusia. Ini juga merupakan salah satu aplikasi paling umum di sebagian besar industri. Tugas ini membutuhkan konsentrasi dan presisi untuk menjaga akurasi. Lengan robot sangat berguna untuk tugas yang membosankan dan berulang seperti memetik dan menempatkan. Mereka gesit, konsisten, dan mereka melakukan segalanya dengan sangat presisi.

Lengan robot memiliki sistem pengenalan objek (penglihatan) terbaru yang memungkinkan mereka mengenali objek dengan cepat dan efektif, menggenggamnya, dan memindahkannya dari satu area ke area lain, meningkatkan efektivitas dan kecepatan produksi dan distribusi.

3. Membuat Palet

Aplikasi populer lainnya di banyak industri, terutama yang berhubungan dengan pengemasan, adalah pembuatan palet. Ini juga merupakan operasi berulang bagi manusia. Sangat mudah untuk mengotomatisasi prosedur pemuatan produk ke palet dengan memanfaatkan lengan robot.

Pembuatan palet menjadi lebih efisien, hemat biaya, dan dapat diandalkan karena otomatisasi proses. Penggunaan senjata robot juga membebaskan pekerja manusia dari beban melakukan pekerjaan yang berpotensi berbahaya bagi kesehatan mereka.

4. Penanganan Material

Mengotomatiskan operasi penanganan material dapat membantu percepatan pengiriman barang ke klien, pencegahan kecelakaan kerja, dan peningkatan efisiensi fasilitas secara keseluruhan.

Menggunakan lengan robot untuk semua operasi penanganan material memastikan penyimpanan yang tepat, aksesibilitas yang mudah, dan transportasi yang tepat. Lengan robot meningkatkan kepuasan pelanggan karena pengiriman barang yang cepat, meningkatkan keselamatan dan efisiensi tempat kerja.

5. Inspeksi

Merupakan kebiasaan untuk melakukan inspeksi kualitas menjelang akhir jalur produksi. Menggunakan manusia untuk mengambil alih tugas inspeksi dapat menunda deteksi masalah kualitas manufaktur. Namun, menggunakan lengan robot dengan AI dan sistem penglihatan menguntungkan bisnis yang berbeda dengan inspeksi waktu yang nyata, secara signifikan mengurangi waktu henti, kesalahan, dan pemborosan.

6. Penyemprotan, Perekatan, dan Penyegekan

Lengan robot menjadi sangat berguna dan populer dalam aplikasi penyegekan. Lengan robot *sealer* memiliki konfigurasi *built-in* yang memungkinkan aplikasi perekat mudah hampir semua produk.

Mereka melakukan ini dengan intervensi manusia yang minimal dan dengan presisi dan konsistensi yang tinggi. Keuntungan utama menggunakan lengan robot untuk aplikasi ini adalah hasil akhir akan lebih berkualitas, pengiriman akan konsisten dan lebih cepat, dan produksi keseluruhan akan meningkat.

7. Asisten Bedah

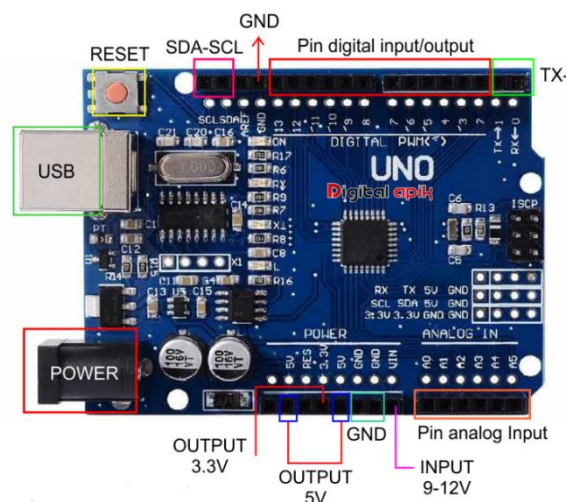
Robot bedah bukanlah hal baru di bidang kedokteran. Pada tahun-tahun sebelumnya, ahli bedah menggunakan robot dalam prosedur kompleks seperti pengangkatan kanker prostat dan payudara. Pengenalan lengan robot yang lebih canggih yang dipersenjatai dengan sensor dan sistem penglihatan membuat operasi lebih aman dan lebih cepat dengan waktu pemulihan pasien yang minimal.

Selain itu, lengan robot juga memungkinkan untuk memperluas area terapeutik ke kedokteran gigi, urologi, dan kardiologi. Dengan lengan robot, ahli bedah dapat melakukan prosedur invasif yang menghasilkan lebih sedikit trauma pada pasien.

2.4 Arduino Uno

Arduino adalah sebuah platform open-source (sumber terbuka) yang digunakan untuk membuat proyek-proyek elektronika. Arduino terdiri dari dua bagian utama yaitu sebuah papan sirkuit fisik (sering disebut juga dengan mikrokontroler) dan sebuah perangkat lunak atau IDE (Integrated Development Environment) yang berjalan pada komputer. Perangkat lunak ini sering disebut Arduino IDE yang digunakan untuk menulis dan meng-upload kode dari komputer ke papan fisik (hardware) Arduino. Ketika membicarakan Arduino maka ada dua hal yang terlintas dalam pikiran para penggunanya, yaitu hardware dan software. Dua bagian ini seakan satu kesatuan utuh yang tidak bisa di pisahkan.

Arduino Uno adalah salah satu development kit mikrokontroler yang berbasis pada ATmega28. Arduino Uno merupakan salah satu board dari family Arduino. Ada beberapa macam arduino bard seperti Arduino Nano, Arduino Pro Mini, Arduino Mega, Arduino Yun, dll. Namun yang paling populer adalah Arduino Uno. Arduino Uno R3 adalah seri terakhir dan terbaru dari seri Arduino USB. Modul ini sudah dilengkapi dengan berbagai hal yang dibutuhkan untuk mendukung mikrokontroler untuk bekerja, tinggal colokkan ke power suply atau sambungkan melalui kabel USB ke PC, Arduino Uno ini sudah siap bekerja.



Gambar 2.5. Arduino Uno

Sumber: <https://pintarelektro.com/wp-content/uploads/2020/07/pin-pin-dalam-arduino.png>

Umumnya Arduino memiliki 14 pin input/output yang terdiri dari:

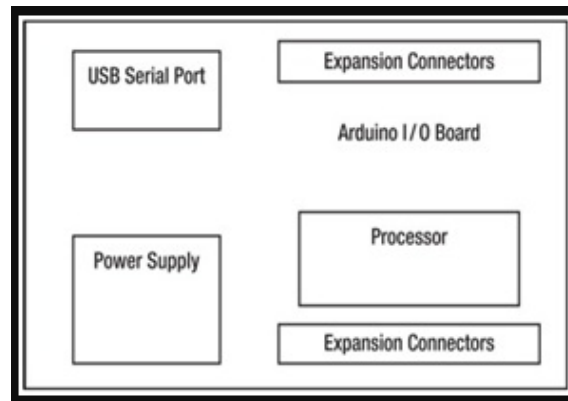
- 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM
- 6 pin sebagai analog input
- Osilator Kristal 16 MHz
- Sebuah koneksi USB
- Sebuah Power Jack
- Sebuah ICSP Header
- Dan tombol reset

Oleh karena itu arduino uno mampu mensupport mikrokontroller secara mudah terhubung dengan kabel power USB atau kabel power supply adaptor AC ke DC maupun dengan batteray. Sehingga untuk mendukung mikrokontroller tersebut bekerja, cukup sambungkan ke powes supply atau hubungkan melalui kabel USB ke PC, maka Arduino Uno telah siap bekerja.

Arduino Uno berbeda dengan semua jenis arduino sebelumnya, dimana dalam hal koneksi USB to serial menggunakan fitur **IC Atmega8U2**, sementara pada board sebelumnya menggunakan **chip FDTI driver USB to serial**. Arduino Uno R3 merupakan seri terakhir dan terbaru dari seri arduino USB.

Fungsi Arduino Uno

Secara umum, arduino dengan sebuah mikrokontroller ini mampu menciptakan suatu program yang dapat digunakan untuk mengendalikan berbagai komponen elektronika.



Gambar 2.6. Skema Struktur Arduino Uno

Sumber: <https://pintarelektro.com/wp-content/uploads/2020/07/skema-struktur-arduino-uno.png/>

Sehingga cukup jelas, bila fungsi yang dimiliki arduino uno adalah untuk memudahkan pengguna dalam melakukan prototyping, memprogram mikrokontroller serta menciptakan berbagai alat canggih berbasis mikrokontroler.

Beberapa alat yang biasa dibuat dengan arduino uno adalah sebagai berikut:

- Lampu Flip Flop, Lampu Lalu Lintas
- Robotik: Line Follower, Maze Solver, Pencari Api, dll.
- Pengontrol motor Stepper
- Detector Suhu dan Mengatur suhu ruangan
- Jam digital
- Timer Alarm

Power

Uno Arduino dalam dijalankan melalui koneksi USB atau dengan power supply eksternal secara otomatis. Untuk eksternal (Non USB) dapat menggunakan adaptor AC ke DC atau baterai dengan konektor plug ukuran 2,1 mm polaritas positif di tengah ke jack power di board. Bila menggunakan baterai dapat disematkan pada pin GND dan Vin pada bagian power konektor. Biasanya board arduino dapat disupply dengan tegangan 6 hingga 12 Volt. Bila catu daya di bawah standar atau 5 Volt, maka board tidak stabil. Dan bila dipaksakan ke tegangan lebih dari 12 Volt maka kemungkinan besar board akan cepat panas dan rusak. Untuk itu disarankan dengan tegangan 7 – 12 Volt.

2.5 Motor Servo

Servo motor atau motor servo adalah perangkat elektromekanis yang dirancang menggunakan sistem kontrol jenis loop tertutup (servo) sebagai penggerak dalam sebuah rangkaian yang menghasilkan torsi dan kecepatan yang berdasarkan arus listrik dan tegangan yang ada.



Gambar 2.7. Motor Servo

Sumber: <https://www.phippselectronics.com/wp-content/uploads/2019/07/01-13.jpg>

Ketika Sederhananya motor servo ini perangkat listrik mandiri yang dapat mendorong, memutar objek dengan presisi tinggi. Jika ingin memutar suatu objek pada beberapa sudut atau jarak tertentu, maka bisa menggunakan motor servo.

Servo motor merupakan perangkat yang terdiri atas komponen motor dan juga sensor. Gabungan kedua perangkat ini memungkinkan pengguna untuk mengatur beberapa komponen proses industri seperti mengatur kecepatan laju mesin, kemiringan, sudut, dan lain sebagainya. Terlebih semua ini dapat dilakukan secara presisi sehingga pengguna tidak perlu khawatir akan adanya kesalahan atau *error*. Selain penjelasan umum yang telah disebutkan, informasi mengenai servo motor seperti halnya komponen atau fitur hingga fungsinya bisa kamu dapatkan pada artikel ini. Berikut penjelasannya!

Komponen Servo Motor

Berikut beberapa dasar komponen servo motor itu sendiri.

Encoder

Komponen ini terletak di bagian belakang mesin poros motor. Sebagai perangkat elektromekanis, fungsi encoder dalam motor servo yaitu untuk melakukan pengaturan kecepatan, mendeteksi kecepatan dan juga mendeteksi posisi rotor. Adanya encoder membuat motor bisa menghasilkan resolusi tinggi dan juga respon yang cepat.

Rotor

Komponen Rotor terletak di antara bagian poros motor dan tempatnya diantara dua bantalan. Komponen ini bertugas untuk melakukan pergerakan. Ketika mendapatkan tegangan, maka rotor akan bergerak dan melakukan perputaran. Rotor termasuk perangkat yang bisa mengubah energi listrik menjadi kinetik.

Winding

Lilitan atau coil pada motor servo ini bisa jadi menjadi stator yang bekerja dengan rotor. Jika winding ini membuat stator (yang diam) memberikan energi listrik maka pada rotor menghasilkan energi kinetik untuk berputar.

Shaft/ Poros

Shaft ialah inti motor untuk meneruskan energi ke beban. Pada komponen ini, bila poros/ shaft ditambahkan baling-baling maka komponen lengkap dari semua fungsi servo motor akan membuat baling-baling berputar.

Fungsi Servo Motor

Berikut beberapa fungsi atau aplikasi servo motor dalam kehidupan sehari-hari.

Menjalankan *robotic arm*

Kamu mungkin sudah tidak asing lagi dengan perangkat satu ini. *Robotic arm* memang dirancang untuk meniru dan mempermudah pekerjaan manusia.

Digunakan untuk mesin

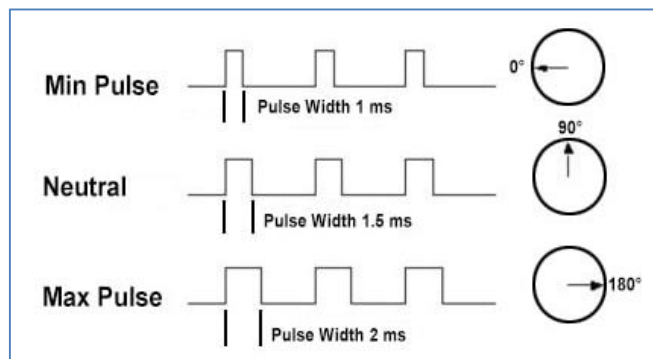
Selain *robotic arm*, dalam dunia industri tentu sudah tidak asing lagi dengan penggunaan mesin yang seluruhnya otomatis dan teratur.

Penggunaan untuk *printing* dan *packaging*

Pemberian label pada kemasan juga membutuhkan kecepatan dan sudut tertentu agar bisa dilakukan secara tepat. Sama halnya dengan pengemasan barang.

Prinsip Kerja Motor Servo

Pada dasarnya, motor servo dapat berfungsi berdasarkan lebar sinyal modulasi (*Pulse Wide Modulation* – PWM) yang menggunakan sistem kontrol. Lebar sinyal yang diberikan ini akan menentukan posisi sudut putaran pada poros motor servo. Supaya lebih memahaminya, mari kita lihat gambar dibawah ini:



Gambar 2.8. Prinsip Kerja Motor Servo

Sumber: <https://sinaupedia.com/wp-content/uploads/2020/01/sinyal-PWM.jpg>

Pada gambar diatas, lebar sinyal dengan waktu 1,5 ms akan segera memutar poros motor servo ke posisi sudut 90°. Selain itu sistem kontrol akan mendeteksinya. Jika sinyal lebar kurang dari 1,5 ms maka porosnya akan berputar ke arah 0° atau kekiri (berlawanan arah jarum jam). Sedangkan jika sinyal lebih lama dari 1,5 ms maka porosnya akan berputar ke arah posisi 180° atau kekanan (searah dengan jarum jam). Ketika sinyal lebar telah diberikan, maka poros pada motor servo akan bergerak dan bertahan sesuai dengan posisi yang sudah ditargetkan. Jika ada *input* eksternal yang ingin memutar atau mengubah posisinya, maka sistem *closed loop* akan langsung bekerja dengan menahannya. Namun, posisi motor servo tidak mampu bertahan selamanya. Sinyal PWM harus diulang setiap 20ms agar posisi poros motor servo dapat selalu menahannya. Dengan memanfaatkan sistem *closed loop*, maka poros motor servo akan tetap diposisi idealnya secara otomatis.

2.6 Penelitian Terdahulu

Rancang Bangun Electromyography Controlled Prosthetic Hand Menggunakan Arduino Uno R3. (Final Project by R Aditya Brahmana, ITS, Surabaya, 2016)

Pada penelitian ini, dilakukan perancangan tangan buatan, pembacaan sinyal otot menggunakan sistem EMG, serta penerjemahan sinyal otot menjadi sebuah perintah gerakan. Dari hasil perancangan dan pengujian, perangkat keras dan perangkat lunak yang dibangun dapat mendeteksi sinyal pada otot menggunakan mekanisme Surface EMG, aplikasi telah dapat menampilkan pembacaan sinyal otot dan mengategorikannya berdasarkan jari mana yang bergerak, perangkat keras dan perangkat lunak yang dibangun mampu meniru gerakan tangan pengguna, serta perangkat keras dan perangkat lunak masih sulit untuk 100% membedakan jari mana yang bergerak dikarenakan adanya noise dari bagian otot lain pada lengan.

Rancang Bangun Instrumentasi Electromyograph (EMG) dalam mendeteksi Sinyal Otot Lengan untuk menggerakkan Lengan Robot Buatan dalam membantu Pasien yang Amputie. (PKM Proposal by Tegar Dini, Tri Hamdani, M Rizal, Syahrul C, and Ahmad A, UMSIDA, Sidoarjo, 2015)

Pada penelitian ini, penulis akan melakukan pekerjaan pendahuluan pendeteksian sinyal Electromyograph (EMG) pada lengan tangan dengan membuat instrumentasi Electromyograph dan melakukan analisa pengenalan pola sinyal Electromyograph (EMG) dengan metode Neural Network (NN). Berikutnya akan dibuat lengan robot buatan, yang Bergeraknya di kontrol berdasarkan input polas sinyal gerakan lengan obyek hasil pola sinyal EMG. Pengenalan pola sinyal dari pola gerakan lengan yang sudah dianalisa dengan metode Neural Network digunakan sebagai inputan bagi kontrol pola gerakan robot tangan.

Perancangan dan Implementasi Kendali Robot Lengan dengan Sensor Electromyograph (EMG). (International Journal by Suyatmadi, Ferry Hadary, F. Trias Pontia W, Universitas Tanjungpura, Pontianak, 2017)

Pada penelitian ini, sensor EMG digunakan untuk mendeteksi otot pada bagian lengan dan otot bisep. Ada tiga kondisi pergerakan yang akan dianalisis yaitu (1) kondisi otot lengan dengan telapak tangan terbuka, (2) kondisi otot lengan dengan telapak tangan mengepal dan (3) kondisi otot bisep dengan lengan diangkat. Pergerakan robot lengan sudah dapat mengikuti pergerakan lengan manusia, namun ada delay waktu selama 2 detik yang disebabkan keterbatasan clock speed yang terdapat pada mikrokontroler Arduino, karena masih dalam batas toleransi yang telah ditentukan, sehingga penelitian ini dikatakan cukup berhasil

Desain Dan Implementasi Lengan Robot Berbasis Electromyogram Untuk Orang Berkebutuhan Khusus. (International Journal by Ardhan Dwi Meirika Surachman, Mohammad Ramdhani, Ramdhan Nugraha Universitas Telkom, Bandung, 2017)

Pada penelitian ini, dirancang alat bantu pergerakan tangan untuk membantu orang yang berkebutuhan khusus pada bagian tangan khususnya, dengan memanfaatkan EMG. Sinyal otot tangan (biceps) direkam oleh elektroda kemudian diamplifikasi dan difilter pada modul EMG. Hasil sinyal tersebut menjadi masukan untuk mikrokontroler. Kemudian mikrokontroler menggerakkan motor servo sesuai kondisi input yang diberikan. Ketika kondisi tangan fleksor (membengkok) dan berkontraksi, maka lengan robot mengikuti

gerakan mengangkat. Sedangkan ketika kondisi tangan ekstensor (meluruskan), maka lengan robot juga bergerak lurus sesuai keadaan tangan

Human Computer Interface Berbasis Elektromiografi. (Final Project by Firman Isma Serdana, Universitas Airlangga, Surabaya, 2015)

Pada referensi alat diatas yaitu merupakan mekanisme interaksi antar manusia dengan komputer menggunakan Human Interface Device. Salah satu contoh interaksi ini menggunakan tangan manusia untuk menggerakkan pointer pada komputer. Pergerakan tangan manusia tersebut membangkitkan sinyal elektromiografi yang memiliki karakteristik tersendiri pada tiap gerakan dasar yaitu atas, bawah, kanan dan kiri. Penelitian ini menggunakan jaringan saraf tiruan (dengan struktur: tujuh input, sepuluh node pada hidden layer dan empat output), yang mengklasifikasi sinyal dari sadapan elektromiografi oleh Olimex EMG Shield pada otot brachioradialis dan flexor carpum ulnaris menjadi empat gerakan dasar yang dimasukkan ke dalam Arduino Uno. Pelatihan jaringan saraf tiruan tersebut Halaman 3 dari 6 dilakukan secara offline pada mesin yang memiliki kapabilitas tinggi untuk efisiensi waktu, hal ini dilakukan karena Arduino Uno memiliki kapabilitas processing yang secara signifikan terlalu rendah untuk komputasi jaringan saraf tiruan yang kompleks.

Pada penelitian sebelumnya kebanyakan lengan robot yang dibuat adalah berbasis humanoid yang digunakan untuk membantu orang yang berkebutuhan khusus. Penulis berharap dapat membuat lengan robot berbasis industry sehingga dapat digunakan untuk memudahkan pekerjaan manusia baik dari segi efisiensi waktu, tenaga, kualitas dan hasil yang didapat.

BAB 3

METODE PELAKSANAAN

Pada bagian ini akan disampaikan mengenai tahapan pengerjaan proyek akhir, yaitu tahapan pra proposal dan pasca proposal. Pembuatan alat baik sebelum maupun sesudah proposal telah disetujui dan mempunyai tahapan kegiatan untuk mencapai hasil yang direncanakan dan diharapkan.

3.1 Tahapan Pra Proposal

3.1.1 Pengumpulan data dan informasi

Menjadi tahapan awal yang dilakukan untuk mengumpulkan sebanyak-banyaknya referensi agar alat yang diciptakan bisa bermanfaat dan memenuhi kriteria kelulusan yang telah ditetapkan oleh PENS. Melalui kegiatan ini diharapkan penulis bisa menemukan berbagai sudut pandang dan permasalahan yang ada di lingkungan masyarakat.

3.1.2 Identifikasi dan perumusan masalah

Kegiatan mengidentifikasi dan merumuskan masalah bertujuan untuk menemukan dasar terjadinya suatu permasalahan sehingga bisa dengan tepat membuat alat yang bisa menjawab permasalahan tersebut.

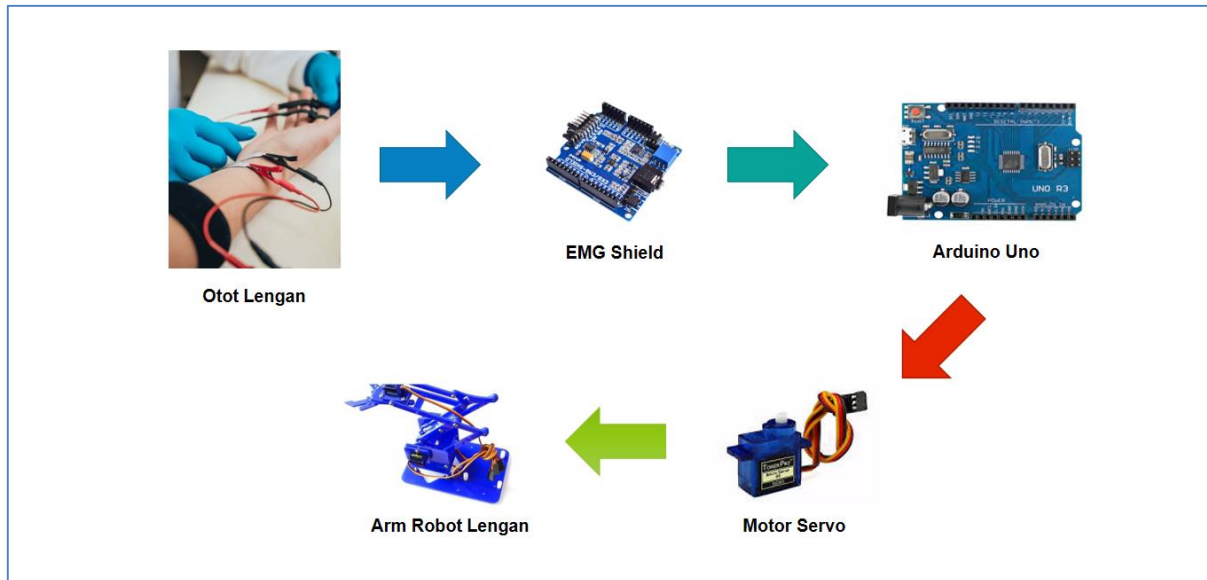
3.2 Tahapan Pasca Proposal

3.2.1 Rencana tahapan kerja

Pada tahap ini dilakukan penyusunan kerangka kerja yang akan dilakukan ketika masuk ke dalam tahapan pengerjaan proyek akhir. Tujuan dari tahap ini adalah agar proses pengerjaan proyek akhir bisa terlaksana secara runtut dan teratur.

3.2.2 Perancangan Hardware dan Mekanik Mesin

Dalam tahapan ini dilakukan penyusunan mekanik dan hardware sesuai dengan desain. Berdasarkan dari tinjauan pustaka yang telah dibuat maka rancangan blok diagram sistem yang mewakili alat tersebut adalah sebagai berikut:

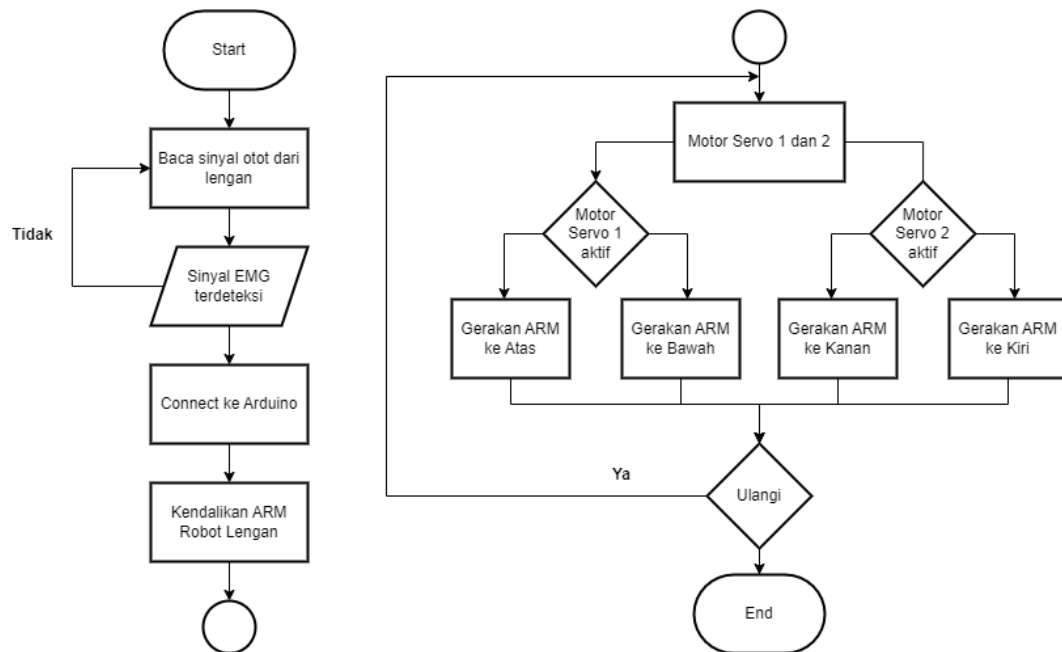


Gambar 3.1. Digram Blok Sistem

Sinyal Pada blok diagram diatas sinyal EMG yang dihasilkan oleh kontraksi otot dari lengan direkam oleh elektroda dari EMG Shield. Sinyal EMG tersebut dikuatkan pada rangkaian Differensial Amplifier untuk memperoleh beda tegangan pada setiap kontraksi. Kemudian sinyal EMG diproses pada bagian Instrumentasi pengkondisian sinyal untuk diperoleh data yang diinginkan dan menghilangkan artefak pada sinyal. Setelah itu, hasil sinyal EMG tersebut dikuatkan kembali pada rangkaian amplifier agar dapat terbaca oleh ADC mikrokontroler. Input sinyal tersebut diproses pada mikrokontroler Arduino Uno sehingga dapat menggerakkan motor servo sesuai yang diinginkan. Sehingga Arm Robot Lengan dapat bergerak sesuai dengan gerakan motor servo.

3.2.3 Pembuatan Teknologi

Merupakan kegiatan penggabungan antara perangkat keras sistem dan perangkat lunak sistem yang bertujuan untuk menghasilkan alat yang bisa bekerja sesuai dengan blok diagram. Berikut merupakan Flowchart Kerja Sistem secara garis besar:



Gambar 3.2. Flowchart Kerja Sistem

Flowchart diatas menggambarkan pengaplikasian Instrumentasi Electromyograph pada ARM Robot Lengan. Instrumentasi Electromyograph membutuhkan rangkaian Diferensial Amplifier sebagai penguat depan yang terhubung pada elektrode tempel untuk merekam sinyal otot. Otot-otot yang digunakan adalah 4 macam otot yaitu otot bisep dan otot trisep dari tangan kanan dan kiri. Sinyal Otot yang sudah terekam akan di teruskan ke bagian Instrumentasi pengkondisian signal, diantaranya yaitu Low Pass Filter (LPF) orde 4 dengan frekuensi cut off 400 Hz untuk meloloskan frekuensi dibawah 400 Hz dan menghilangkan frekuensi diatas 400 Hz. Output sinyal hasil LPF akan di teruskan ke Instrumentasi High Pass Filter (HPF) orde 4 dengan frekuensi cut off 20 Hz untuk meloloskan frekuensi sinyal diatas 20 Hz dan menghilangkan frekuensi sinyal dibawah 20 Hz. Dengan demikian Instrumentasi Pengkondisian signal akan bekerja pada rentang frekuensi 20 Hz sampai 400 Hz, sesuai literature kinerja frekuensi sinyal Otot. Agar didapatkan tampilan sinyal yang halus dan bagus maka keluaran sinyal dari pongkondisian sinyal harus di teruskan ke Instrumentasi Notch Filter untuk menghilangkan nois frekuensi jala-jala PLN 50 Hz. Setelah itu, hasil sinyal EMG tersebut dikuatkan kembali pada rangkaian amplifier agar dapat terbaca oleh ADC mikrokontroler. Lalu input sinyal itu akan di teruskan untuk menggerakkan Arm Robot Lengan dengan cara mengubah data emg menjadi data digital dengan 4 logic yang berbeda agar tercipta 4 gerakan yang berbeda. Terdapat 2 Motor Servo yang diaktifkan untuk melakukan 4 gerakan Arm Robot Lengan, untuk Motor Servo yang pertama untuk gerakan ke atas dan ke bawah menggunakan sinyal otot bisep dan trisep dari tangan kanan sedangkan untuk Motor Servo yang kedua untuk gerakan ke kanan dan ke kiri menggunakan sinyal otot bisep dan trisep dari tangan kiri.

3.2.4 Pengujian Alat

Kegiatan pengujian alat dilakukan guna mengetahui apakah alat yang dibuat sesuai dengan yang diharapkan. Hal ini juga bermaksud untuk menyempurnakan alat baik dari sisi efektivitas maupun efisiensi sehingga diharapkan melalui tahap ini, diperoleh alat yang sesuai dengan rumusan masalah. Hal yang perlu diuji dari alat ini nantinya adalah gerakan motor servo pada arm robot lengan kemudian di implementasikan pada EMG

3.2.5 Analisa dan Kesimpulan

Setelah pembuatan alat dan pengujian selesai, langkah selanjutnya adalah menganalisis data yang didapatkan dari pengujian alat tersebut. Proses analisis dari pengujian alat ini untuk mengetahui karakteristik dan tingkat keberhasilan system yang telah dibuat. Lalu membuat kesimpulan dari analisis yang didapatkan.

3.2.6 Pembuatan Laporan

Pembuatan laporan dilakukan berdasarkan data yang didapatkan dari hasil pengujian system yang telah dibuat. Kemudian data dianalisis untuk mendapatkan kesimpulan dan saran penelitian selanjutnya.

No	Kegiatan	Bulan ke-																			
		I				II				III				IV				V			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Studi literatur dan pengamatan																				
2.	Perencanaan sistem dan desain																				
4	Pembuatan alat dan program																				
5	Pengujian alat dan analisis hasil																				
6	Penyusunan laporan akhir																				

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suyatmadi, Ferry Hadary, dan F. Trias Pontia W. “Perancangan dan Implementasi Kendali Robot Lengan dengan Sensor Electromyograph (EMG).” Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura, (2019).

- [2] Surachman, Ardhan Dwi Meirika, Mohammad Ramdhani, dan Ramdhan Nugraha. “Desain Dan Implementasi Lengan Robot Berbasis Electromyogram Untuk Orang Berkebutuhan Khusus.” Jurnal Seminar Nasional Teknoka Ke 2, Vol. 2 (2017): ISSN No. 2502-8782.

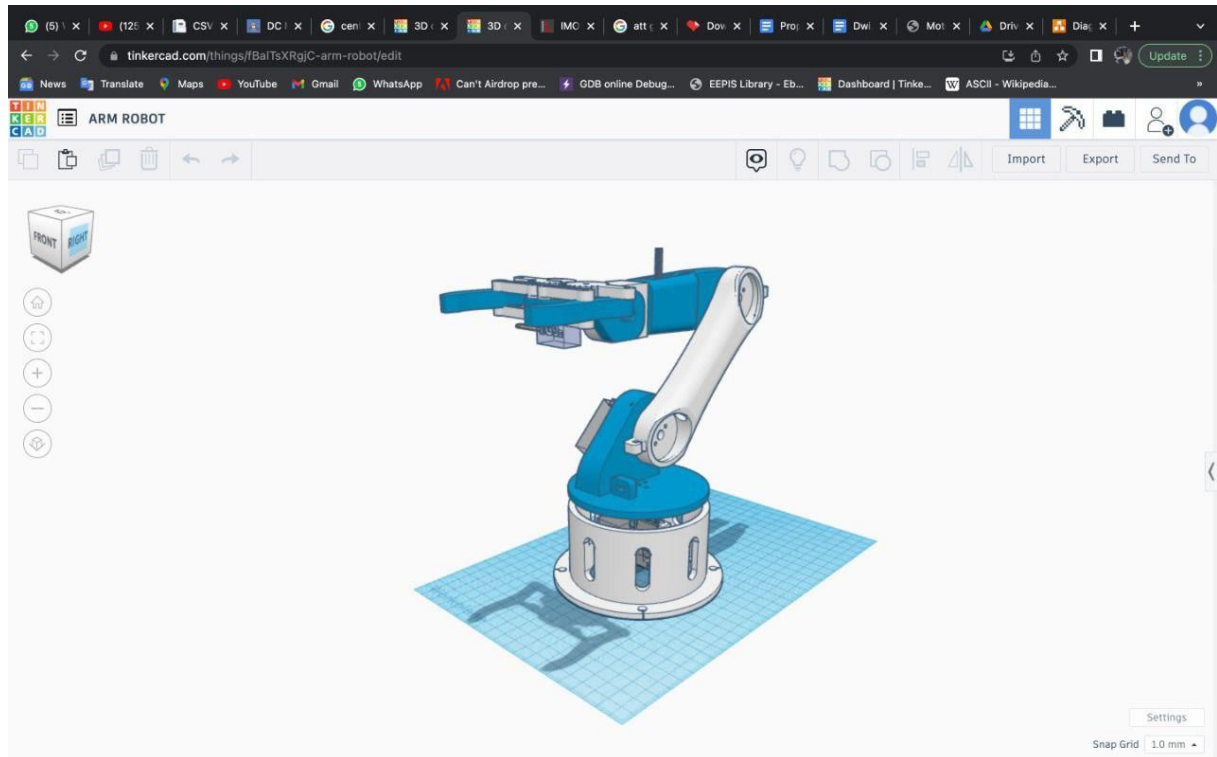
- [3] Brahmana, R Aditya. “Rancang Bangun Electromyography Controlled Prosthetic Hand Menggunakan Arduino Uno R3.” Skripsi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2016.

- [4] Arismarjito, Rio “Robot Lengan Otomatis Sebagai Pemisah Barang Berdasarkan Warna Dengan Menggunakan ATmega8535.” Skripsi, Universitas Sanata Dharma Yogyakarta, 2011.

- [5] Putranto, Tegar Dini, Tri Hamdani Agung Cahyono, Mochammad Rizal Marlianto, Syahrul Chuzaeni, dan Ahmad Alfian Effendi, “Rancang Bangun Instrumentasi Electromyograph (EMG) dalam mendeteksi Sinyal Otot Lengan untuk menggerakkan Lengan Robot Buatan dalam membantu Pasien yang Amputie.” Proposal PKM, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, 2015.

LAMPIRAN

Desain 3D Robot Arm



Desain Hardware Robot Arm

