



**RANCANG BANGUN SISTEM ELEKTRONIK ROBOT
TANGAN UNTUK Mendukung PEMULIHAN
PENYANDANG DISABILITAS TANGAN BERBASIS
GENUINO 101**

TUGAS AKHIR

Oleh

**Rifqi Afkar
NIM 151903102015**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2018**



**RANCANG BANGUN SISTEM ELEKTRONIK ROBOT
TANGAN UNTUK Mendukung PEMULIHAN
PENYANDANG DISABILITAS TANGAN BERBASIS
GENUINO 101**

TUGAS AKHIR

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Diploma 3 Jurusan Teknik Elektro
dan mencapai gelar Ahli Madya teknik

Oleh

**Rifqi Afkar
NIM 151903102015**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2018**

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat, hidayah dan ridhoNYA atas terselesaikannya tugas akhir ini. Tak lupa sholawat serta salam kepada baginda Rasulullah Muhammad SAW. Semoga bekal ilmu yang penulis dapatkan bisa bermanfaat bagi penulis maupun bagi yang membaca kelak. Dengan segala rendah hati, Sebagai tanda bukti hormat dan rasa terimakasih yang tiada terhingga atas kasih sayang dan segala dukungannya penulis persembahkan karya kecil ini kepada:

1. Ibunda Siti Khodijah dan Ayahanda Saiful Rahman yang telah memberikan, mendukung dan melakukan segalanya untuk saya;
2. Adikku tersayang Alyssa Qotrunnada;
3. Guru-guruku sejak sekolah dasar sampai dengan perguruan tinggi;
4. Bapak Khairul Anam, S.T., M.T., Ph.D. Bapak Ali Rizal Chaidir, S.T., M.T. selaku pembimbing dalam penyusunan tugas akhir ini;
5. Almamater Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember
6. Dulur-Dulur D15TORSI dan Seniman Listrik'15 yang selalu menemani dan memberi semangat kepada penulis selama masa perkuliahan ini karena tanpa kalian penulis tidak akan bisa apa-apa;
7. Kawan-kawan dari UKM ROBOTIKA, HME dna BPM Fakultas Teknik yang memberikan begitu banyak pengalaman dan ilmu berharga;
8. Seluruh anggota Laboratorium Telekomunikasi Dan Terapan yang juga memberikan banyak kenangan didalamnya;
9. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.

MOTTO

“..... Dan aku belum pernah kecewa dalam berdoa kepada Engkau, ya Tuhanku.”

(Terjemahan QS. Maryam: 4)

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.”

(Terjemahan QS. Al-Insyirah: 6-7)

“*if you dont give up, you still have a chance. Giving up is the greatest failure.*”

(Jack Ma)

“Apapun keadaan yang menimpa hidupmu, tetap tegar, hadapi dan jangan lupa untuk *stay cool*”

(Rifqi Afkar)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rifqi Afkar

NIM : 151903102015

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Elektronik Robot Tangan Untuk Mendukung Pemulihan Penyandang Disabilitas Tangan Berbasis Genuino 101” adalah benar – benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan subtransi disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 18 Juli 2018

Yang menyatakan,

Rifqi Afkar
NIM 151903102015

TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN SISTEM ELEKTRONIK ROBOT
TANGAN UNTUK MENDUKUNG PEMULIHAN PENYANDANG
DISABILITAS TANGAN BERBASIS GENUINO 101**

Oleh

Rifqi Afkar

NIM 151903102015

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Khairul Anam, S.T., M.T., Ph.D.

Dosen Pembimbing Anggota : Ali Rizal Chaidir, S.T., M.T.

PENGESAHAN

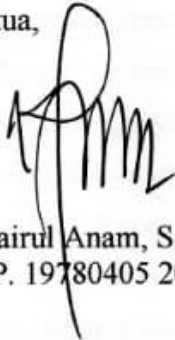
Tugas Akhir dengan judul “Rancang Bangun Sistem Elektronik Robot Tangan Untuk Mendukung Pemulihan Penyandang Disabilitas Berbasis Genuino 101” karya Rifqi Afkar telah diuji dan disahkan pada :

Hari, Tanggal : Selasa, 18 Juli 2018

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,



Khairul Anam, S.T., M.T., Ph.D., IPM
NIP. 19780405 200501 1 002

Anggota I,



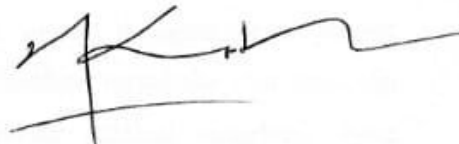
Ali Rizal Chaidir, S.T., M.T.
NRP. 760015754

Anggota II,



Sumardi, S.T., M.T.
NIP. 19670113 199802 1 001

Anggota III,



Ike Fibriani, S.T., M.T.
NIP. 19800207 2015042 001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik,

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM.
NIP. 19661215 199503 2 001

RINGKASAN

Rancang Bangun Sistem Elektronik Robot Tangan Untuk Mendukung Pemulihan Penyandang Disabilitas Tangan Berbasis Genuino 101; Rifqi Afkar, 151903102015; 2018.

Saat ini penggunaan robot yang digunakan untuk membantu manusia dalam bidang kesehatan sangat banyak penggunaannya. Contohnya untuk membantu kinerja dokter dalam hal ini mulai dari proses operasi hingga proses pemulihan kesehatan dari pasien contohnya untuk operasi bedah, operasi jantung, operasi mata, operasi otak dan juga sebagai terapi penyakit. Akan tetapi, semua robot-robot tersebut harganya sangat mahal bagi sebagian besar masyarakat Indonesia. Selanjutnya jika dilihat pada fakta bahwa 2,5% masyarakat Indonesia merupakan penyandang disabilitas, sebuah robot terapi akan sangat berguna bagi masyarakat penyandang disabilitas tersebut contohnya robot tangan sebagai alat terapi untuk penyandang disabilitas tangan.

Robot tangan ini dikendalikan oleh Genuino 101 sebagai mikrokontroler yang berguna sebagai pemroses data masukan dan perintah. Robot ini terdiri dari 5 buah motor linear sebagai penggerak setiap jari pada robot tangan untuk bergerak membuka ataupun menutup dan didukung oleh sistem engsel berlawanan pada mekanik robot tangan yang berguna untuk menggerakkan tangan penggunanya untuk membuka atau menutup. Gerakan membuka dan menutup tangan digunakan karena gerakan ini merupakan gerakan sederhana yang diharapkan agar proses pemulihan pasien berjalan dengan nyaman dan santai sehingga tidak menimbulkan cedera otot pada pasien penggunanya.

Pada penelitian ini diharapkan dapat membantu penyandang disabilitas tangan dalam proses terapi kesembuhannya dan juga membuat robot tangan dengan harga yang dapat dijangkau oleh sebagian masyarakat Indonesia.

SUMMARY

Design Prototype Electronic System Robot Hand For Support Recovering Disability People Using Genuino 101; Rifqi Afkar, 151903102015; 2018

Nowadays, many function of robot can supporting human works in health sector. Robot can help the doctor in surgery including to support recovering patient, the example are for surgery, heart surgery, eyes surgery, brain surgery and can be support recovering from disease. But, all the robots are such expensive for partially Indonesian people. So next, if we saw in fact that 2,5% Indoesian people are disabiliter, a terapy robot can so much usefully for them as terapy device.

This robot hand controlled by Genuino 101 as main microcontroller function as procesing input data and command. This robot using 5 linear motors as actuator in every finger of hand so the hand could to open or close and supported by opposit hinge at the mechanic robot hand that use to moving people hand to open or close. Open dan close hand moving used because this is basic moving of human so expected for the terapy could comfortable and relaxable so could not make an injury to patient.

In research expected helping people with disability to recovering and also make cheap robots hand so many Indonesian People can buy it.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang maha kuasa atas segalanya, karena dengan ridho, hidayah dan petunjukNya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Selama penyusunan tugas akhir ini penulis mendapat bantuan berbagai pihak yang turut memberikan motivasi, inspirasi, bimbingan, doa, fasilitas dan dukungan lainnya yang membantu memperlancar pengerjaan tugas akhir ini. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Ibu Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Bapak Dr. Bambang Srikaloko, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember.
3. Bapak Khairul Anam, S.T., M.T., Ph.D selaku dosen pembimbing utama yang selalu sabar dan memberikan arahan yang tepat dalam pembuatan skripsi ini.
4. Bapak Ali Rizal Chaidir, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing anggota yang telah memberikan arahan sebaik-baiknya dalam perancangan alat skripsi ini.
5. Bapak Sumardi, S.T., M.T. selaku dosen penguji utama dan Ibu Ike Fibriani, S.T., M.T., selaku dosen penguji anggota yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun sehingga sangat membantu terhadap penyempurnaan skripsi ini.
6. Dosen-dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember yang juga telah membantu dalam proses penyelesaian laporan tugas akhir ini.
7. Para teknisi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah membantu dalam proses penyelesaian proyek akhir ini.
8. Kepada orang tua Saiful Rahman dan Siti Khodijah yang telah memberikan segalanya dan membesarkan saya dengan baik, serta adik tersayang Alyssa Qotrunnada.
9. Kepada saudara-saudara saya “ D15TORSI” Teknik Elektro 2015. “Kasoon tretan, bennyak ceretanna bik been kabbih”.

10. Kepada semua kawan-kawan D3 Teknik Elektro saya ucapkan terimakasih sebanyak-banyaknya karena telah berjuang bersama-sama mulai dari semester 1 sampai sekarang.
11. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah mendukung dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dalam mengembangkan ilmu pengetahuan khususnya untuk disiplin ilmu teknik elektro. Kritik dan saran yang membangun diharapkan terus mengalir untuk lebih menyempurnakan tugas akhir ini dan dapat dikembangkan untuk penelitian selanjutnya.

Jember, 18 Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY.....	viii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Robot Tangan Hand Of Hope	4
2.1.1 Dasar-Dasar Robot Hand Of Hope	5
2.1.2 Cara Kerja Hand Of Hope	7
2.2 Genuino 101.....	8
2.3 Motor Linear L12	9

2.4 EMS 2 A Dual H-Bridge.....	10
2.3.1 Keterangan <i>Interface</i> EMS 2 A Dual H-Bridge	11
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	14
3.1 Tempat Penelitian	14
3.2 Alat dan Bahan.....	14
3.2.1 <i>Hardware</i>	15
3.2.2 <i>Software</i>	15
3.3 Rancangan Sistem.....	14
3.3.1 Diagram Blok Sistem	15
3.3.2 Diagram Blok Membuka Dan Menutup Robot Tangan	15
3.3.3 Desain Mekanik Robot Tangan	16
3.3.4 Robot Tangan Jadi.....	23
3.3.5 Desain Elektronika	24
3.4 Flowchart Sistem Keseluruhan.....	25
3.5.1 <i>Flowchart</i> Robot Tangan Menutup.....	26
3.5.2 <i>Flowchart</i> Robot Tangan Membuka.....	27
3.5 Rencana Pengujian	28
BAB IV. METODOLOGI PENELITIAN	29
4.1 Hasil Sistem Mekanik.....	29
4.2 Pengujian Motor Linear L12.....	30
4.2.1 Pengujian <i>Driver</i> Motor EMS 2 A H-Bridge.....	31
4.2.2 Pengujian Panjang Dan Kecepatan Motor Linear L12 .	33
4.3 Pengujian Mekanik Robot Tangan Saat Dipasang Motor Linear L12	36
4.3.1 Pengujian Robot Tangan Menutup Dan Membuka	37
4.3.2 Pengujian Derajat Sudut Mekanik Robot Tangan	38

4.4 Pengujian Mekanik Robot Tangan Dengan <i>Game</i>	38
4.4.1 Pengujian Tombol.....	39
4.4.2 Pengujian Keseluruhan	40
4.4.3 Pengujian Keseluruhan Berdasarkan Kuisisioner	43
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	46
5.1 Kesimpulan.....	46
5.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN.....	48

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Bentuk Fisik Robot Tangan Hand Of Hope.....	5
2.2 Cara Kerja Robot Tangan Hand Of Hope	7
2.3 Bentuk Fisik Genuino 101	9
2.4 Bentuk Fisik Motor Linear L12	10
2.5 Bentuk Fisik EMS 2 A <i>Dual H-Bridge</i>	13
3.1 Diagram Blok Sistem	15
3.2 Diagram Blok Membuka Dan Menutup Robot Tangan.....	15
3.3 Desain Jari-jari Robot Tangan	16
3.4 Rancangan Robot Tangan Secara Keseluruhan	17
3.5 Desain Mekanik Robot Tampak Atas	18
3.6 Desain Mekanik Robot Tampak Belakang	18
3.7 Desain Mekanik Robot Tampak Depan	19
3.8 Desain Mekanik Robot Tampak Samping	20
3.10 Desain Mekanik Bagian Telapak Tangan	20
3.11 Desain Mekanik Bagian Ibu Jari	21
3.12 Desain Mekanik Bagian Jari Telunjuk	21
3.13 Desain Mekanik Bagian Jari Tengah	22
3.14 Desain Mekanik Bagian Jari Manis	22
3.15 Desain Mekanik Bagian Jari Kelingking	23
3.16 Robot Tangan Jadi Tampak Samping	23
3.17 Robot Tangan Jadi Tampak Atas	24
3.18 Gambar Rangkaian Elektronika Robot Tangan	24
3.19 <i>Flowchart</i> Sistem Keseluruhan	26
3.20 <i>Flowchart</i> Robot Tangan Menutup	27
3.21 <i>Flowchart</i> Robot Tangan Membuka	28

4.1 Bagian-Bagian Sistem.....	30
4.2 Grafik Tegangan Output Driver Motor 1	32
4.3 Grafik Tegangan Output Driver Motor 2	32
4.4 Grafik Tegangan Output Driver Motor 3	32
4.5 Panjang poros motor saat PWM 200 dan <i>delay</i> 0	33
4.6 Panjang poros motor saat PWM 200 dan <i>delay</i> 100	34
4.7 Panjang poros motor saat PWM 200 dan <i>delay</i> 200	34
4.8 Panjang poros motor saat PWM 200 dan <i>delay</i> 300	34
4.9 Panjang poros motor saat PWM 200 dan <i>delay</i> 400	34
4.10 Panjang poros motor saat PWM 200 dan <i>delay</i> 500	34
4.11 Panjang poros motor saat PWM 200 dan <i>delay</i> 600	35
4.12 Panjang poros motor saat PWM 200 dan <i>delay</i> 700	35
4.13 Panjang poros motor saat PWM 200 dan <i>delay</i> 800	35
4.14 Grafik Kecepatan Motor Linear	36
4.15 Robot Tangan Menutup saat PWM 200 dan <i>delay input</i> 2 detik	37
4.16 Robot Tangan Membuka saat PWM 200 dan <i>delay input</i> 2 detik	37
4.17 Bentuk Fisik Tombol	39
4.18 Penggunaan Ke-1 Belum Menekan Tombol	41
4.19 Penggunaan Ke-1 Sudah Menekan Tombol.....	41
4.20 Penggunaan Ke-2 Belum Menekan Tombol	42
4.21 Penggunaan Ke-2 Sudah Menekan Tombol.....	42
4.22 Penggunaan Ke-3 Belum Menekan Tombol	42
4.23 Penggunaan Ke-3 Sudah Menekan Tombol.....	43
4.24 Hasil Kuisisioner	44

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Spesifikasi dan Fitur Genuino 101	8
2.2 Spesifikasi Motor Linear L12	9
2.3 Spesifikasi <i>Driver</i> Motor EMS <i>Dual</i> H-Bridge	10
2.4 Konfigurasi Pin <i>Header</i> 1	11
2.5 Konfigurasi Pin <i>Header</i> 2	11
2.6 Konfigurasi Pin <i>Power</i> dan Motor <i>Control</i>	12
4.1 Pengujian Tegangan Keluaran <i>Driver</i> Motor EMS 2 A H-Bridge	31
4.2 Pengujian Panjang Motor Linear L12 Berdasarkan <i>Input Delay</i>	33
4.3 Pengujian Kecepatan Motor Linear L12 Berdasarkan <i>Input</i> PWM	35
4.4 Pengujian Mekanik Robot Tangan Menutup Dan Membuka	37
4.5 Pengujian Sudut Derajat Mekanik Robot Tangan.....	38
4.6 Pengujian Tombol	39
4.7 Subjek Pengguna.....	40
4.8 Pengujian Robot Tangan Dengan Game	41
4.9 Tabel Kuisisioner	43

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Difabel atau disabilitas adalah istilah yang meliputi gangguan, keterbatasan aktivitas, dan pembatasan partisipasi. Gangguan adalah sebuah masalah pada fungsi tubuh atau strukturnya; suatu pembatasan kegiatan adalah kesulitan yang dihadapi oleh individu dalam melaksanakan tugas atau tindakan, sedangkan pembatasan partisipasi merupakan masalah yang dialami oleh individu dalam keterlibatan dalam situasi kehidupan. Jadi disabilitas adalah sebuah fenomena kompleks, yang mencerminkan interaksi antara ciri dari tubuh seseorang dan ciri-ciri dari masyarakat tempat dia tinggal. (<https://id.wikipedia.org/wiki/difabel>). Lalu, Robot merupakan teknologi yang sampai saat ini masih berkembang pesat, dan inovasi terhadap robot pun tidak akan pernah mati. Pada saat ini robot telah mencakup berbagai bidang untuk membantu manusia. Salah satunya robot dipergunakan untuk membantu dalam bidang kesehatan. Banyak sekali kegunaan robot dalam bidang kesehatan contohnya untuk membantu kinerja dari dokter dalam hal ini mulai dari proses operasi hingga proses pemulihan kesehatan dari pasien itu sendiri. Mulai diterapkan juga di rumah sakit di dunia bahkan ada juga di Indonesia pemanfaatan robot untuk membantu melakukan bedah medis contohnya untuk operasi bedah jantung, operasi mata, operasi otak dan lain-lain meskipun dalam pengendalian robotnya masih dalam kendali petugas medis atau dokter.

Dalam bidang kesehatan selain untuk pembedahan robot juga digunakan untuk membantu pemulihan pasien. Pemanfaatan robot juga bisa digunakan sebagai alat untuk mendukung terapi manusia dalam memulihkan penyakit yang diderita oleh pasien, contohnya bagi penderita disabilitas tangan. Banyak orang di Indonesia yang menyandang disabilitas tangan entah itu disebabkan oleh penyakit dari lahir ataupun disebabkan oleh kecelakaan. Berdasarkan data dari Kementerian Sosial banyaknya jumlah penderita disabilitas yang ada di Indonesia ini sebanyak 2,5% dari total jumlah seluruh penduduk Indonesia (Nur Khalifah, 2016). Contoh robot yang saat ini sudah dibuat dan dipergunakan untuk terapi stroke maupun

disabilitas telah dikembangkan di Shanghai, China yaitu Robot “Hand of Hope” (Rehab,-robotics, 2016). Robot tangan ini bekerja dengan menggunakan sensor otot dengan mendeteksi sinyal otot atau electromyography (EMG). Pembuatan robot ini terinspirasi dari robot tangan Hand Of Hope yang sudah dikembangkan tetapi dengan sistem kendali yang sedikit berbeda karena hanya difungsikan untuk gerakan membuka dan menutup tangan. Gerakan membuka dan menutup tangan digunakan karena gerakan ini merupakan gerakan sederhana yang diharapkan agar proses pemulihan pasien berjalan dengan nyaman dan santai sehingga tidak menimbulkan cedera otot pada pasien.

Dari penelitian ini mengusulkan perancangan robot tangan beserta sistem elektroniknya dengan bahan baku lebih murah tetapi dibekali dengan fitur yang tidak jauh berbeda dengan yang sudah dikembangkan. Hal ini dikarenakan agar robot tangan yang telah dibuat dapat diproduksi massal di Indonesia dan membantu para penyandang disabilitas tangan untuk proses terapi dan juga sekaligus menggantikan peran dari tangan dalam kehidupan sehari-hari.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, dapat dirumuskan beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem elektronik robot tangan berbasis Genuino 101?
2. Bagaimana cara mengatur pergerakan robot tangan yang dapat dipergunakan untuk mendukung proses terapi bagi penyandang disabilitas tangan?

1.3 Batasan Masalah

Beberapa batasan masalah yang diangkat dalam tugas akhir adalah sebagai berikut:

1. Mikrokontroler yang digunakan adalah Genuino 101.
2. Menggunakan motor linear L12 sebanyak 5 buah untuk menggerakkan masing-masing jari.
3. Target dari penelitian ini adalah gerakan membuka dan menutup tangan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang robot tangan yang dipergunakan untuk mendukung terapi pemulihan bagi penyandang disabilitas tangan.
2. Merancang robot tangan yang mampu membuat gerakan menutup dan membuka tangan agar proses pemulihan dapat berjalan lebih nyaman dan tidak sampai menimbulkan cedera otot pada pasien yang menggunakannya.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian dari pembuatan tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Untuk menggantikan saraf-saraf pada telapak tangan kanan penyandang disabilitas tangan yang kaku.
2. Untuk menggantikan peran dari tangan dalam mencengkeram atau menggenggam suatu barang.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dijelaskan secara mendalam beberapa teori-teori pendukung yang digunakan pada penelitian kali ini. Setiap teori tersebut akan dijelaskan karakteristik, cara kerja serta perannya dalam sistem kendali yang digunakan pada alat ini. Seperti yang diketahui alat ini menggunakan *driver* motor untuk menggerakkan motor linear L12.

2.1 Robot Tangan Hand Of Hope

Hand of Hope (HOH) adalah perangkat terapi yang digunakan untuk rehabilitasi neuromuskular pada tangan dan lengan bawah yang dapat membantu pasien mendapatkan kembali mobilitas tangan melalui pembelajaran ulang motor. HOH berfungsi sebagai perangkat *biofeedback* dimana sensor *surface electromyography* (sEMG) menggunakan sinyal otot pasien sendiri untuk mengaktifkan keinginan mereka untuk menggerakkan tangan mereka. Sinyal ini diproses dan disederhanakan dan dapat dilihat melalui umpan balik visual yang mengharuskan pasien untuk secara aktif terlibat selama sesi terapi.

Oleh karena itu dengan kerusakan stroke atau cedera otak keterbatasan fungsional dan gangguan gerakan disengaja dapat disajikan dan dimanfaatkan sebagai proses visual. Perhatian pasien tertarik pada sinyal EMG yang ditampilkan secara visual dan akibatnya dapat digunakan untuk memulai tugas gerakan. *Biofeedback* ini ditunjukkan kepada pasien membantu mempromosikan pembelajaran motor melalui penggunaan interaktif.

Stroke adalah salah satu penyebab utama kecacatan orang dewasa dan rehabilitasi tangan setelah stroke merupakan bagian yang sangat menantang dari pemulihan pasien setelahnya. Namun, sudah diketahui dengan pasti bahwa sinyal sensorik seperti input sensorik visual mencapai bagian otak yang memodulasi fungsi dan rangsangan, dan karena ini dapat memperbaiki kemampuan belajar motor pasien.

Karena partisipasi aktif dan inisiasi gerakan adalah kunci sukses, dengan menggunakan sistem biofeedback, HOH membantu memotivasi pasien untuk berinteraksi dengan sistem selama rezim pelatihan terkait tugas EMG yang dikendalikan. Untuk menikmati segala kemudahan dan kegunaan dari robot ini, Hand Of Hope dapat dipesan dengan harga 40000 \$ per unit.



Gambar 2.1 Bentuk Fisik Robot Tangan Hand Of Hope
(Sumber : Rehab-Robotics, 2016)

2.1.1 Dasar-Dasar Robot Hand Of Hope

Penahan tangan dikenakan di sisi dorsal dari tangan yang terganggu dengan 2 sensor permukaan yang menempel pada otot ekstensor dan otot flexor untuk mendeteksi sinyal sEMG untuk partisipasi aktif selama latihan. Sinyal sinyal tersebut diproses sehingga pasien dapat memvisualisasikan pergerakan aktif otot dimana elektroda sEMG diposisikan. Tidak ada arus listrik yang diaplikasikan pada pasien.

a. Penggunaan

Perangkat terapi Hand of Hope ini dimaksudkan untuk digunakan pada pasien yang memerlukan rehabilitasi tangan dan lengan bawah. Tujuan potensial untuk penggunaan HOH bisa jadi, namun tidak terbatas pada hal berikut:

1. Belajar motor melalui penggunaan sistem biofeedback secara interaktif

2. Bantu inisiasi kontraksi otot sukarela dan gerakan sukarela
3. Pertahankan kontraksi otot sukarela dan gerakan sukarela
4. Meningkatkan partisipasi sukarela dalam lingkungan rehabilitasi

b. Indikasi

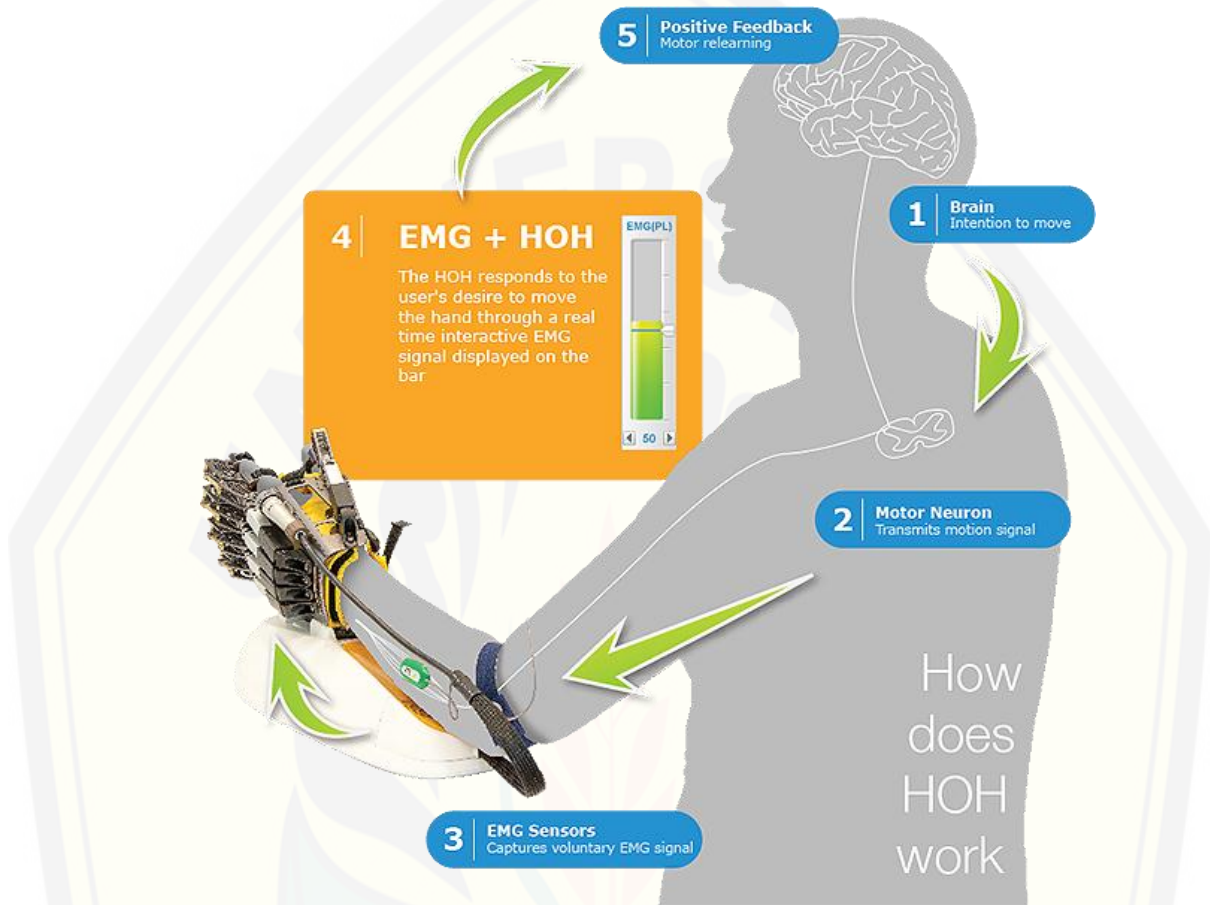
Adapun indikasi untuk penggunaan Hand Of Hope antara lain :

1. Berkurangnya aktivitas otot setelah troke, cedera *spinal cord*, cedera tangan / jari
2. Kesulitan untuk memulai sendiri, mengendalikan atau mempertahankan gerakan otot sukarela
3. Gangguan koordinasi pergerakan sukarela pada ekstremitas atas

Hand Of Hope digunakan untuk memudahkan yaitu antara lain :

1. Inisiasi kontraksi otot sukarela
2. Kontrol dan koordinasi motorik
3. Relaksasi otot
4. Motivasi
5. Pengendalian aktivitas otot abnormal
6. Penguatan respon yang terus menerus terus menerus

2.1.2 Cara Kerja Hand Of Hope



Gambar 2.2 Cara Kerja Robot Tangan Hand Of Hope
(Sumber : Rehab-Robotics, 2016)

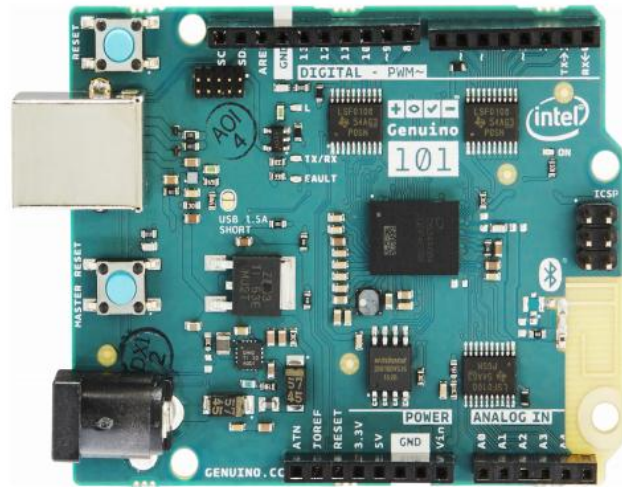
Adapun cara kerja dari robot tangan Hand Of Hope ini yaitu pertama, Hand of Hope mendeteksi niat pengguna, yang dipancarkan dari otak ke forearm dalam bentuk sinyal EMG sukarela. Kedua, Perangkat memproses dan mengirimkan sinyal EMG ke penjepit tangan. Ketiga, Penjepit tangan membantu pengguna dengan mengaktifkan gerakan tangan yang diinginkan. Keempat, Pengguna kembali belajar fungsi tangan melalui pengulangan dan umpan balik. Kelima, Permainan interaktif real-time secara aktif melibatkan pengguna dan meningkatkan hasil pelatihan.

2.2 Genuino 101

Genuino 101 merupakan kit mikrokontroler sama seperti halnya Arduino. Salah satu kelebihan dari Genuino 101 dari Arduino UNO misalnya yaitu kapasitas memori yang lebih besar dan dibekali dua buah *core* 32-bit Intel*Quark™SE. Genuino 101 memiliki beberapa fitur tambahan seperti *onboard Bluetooth LE* dan *6-axis-acceleometer / gyro*. Genuino 101 dilengkapi dengan 14 pin digital input / output (4 pin digunakan sebagai output PWM), 6 input analog dan konektor USB. Spesifikasi dan fitur Genuino 101 dapat dilihat pada tabel 2.2 dibawah ini,

Tabel 2.1 Spesifikasi dan Fitur Genuino 101

Spesifikasi	
• Mikrokontroler	32-bit Intel*Quark™SE
• Tegangan Operasi	7 – 12 VDC
• <i>Digital I/O Pins</i>	14
• <i>PWM Digital I/O Pins</i>	4
• <i>Analog Input Pins</i>	6
• Arus DC	20 mA
• <i>Flash Memory</i>	196 kB
• <i>SRAM</i>	24 kB
• <i>Clock Speed</i>	32 MHz
Fitur	
• <i>Bluetooth LE</i>	
• <i>6-axis acceleometer/gyro</i>	



Gambar 2.3 Bentuk Fisik Genuino 101

(Sumber : Banzi, 2015)

2.3 Motor Linier L12

Motor linier merupakan motor listrik yang menghasilkan gerakan linier. Motor Linier L12 merupakan salah satu motor linier seri-L yang diproduksi oleh Actuonix. Motor seri L12 ini sangat *compatible* dengan Arduino karena dapat dikendalikan dengan sinyal PWM (Actuonix, 2016). Spesifikasi dari Motor Linear L12 dapat dilihat pada tabel 2.3 dibawah ini,

Tabel 2.2 Spesifikasi Motor Linier L12

Gearing Option	50:1	100:1	210:1
<i>Peak Power Point</i>	17N @ 14mm/s	31N @ 7mm/s	62N@3,2mm/s
<i>Peak Efficiency Point</i>	10N @ 19mm/s	17N @ 10mm/s	36N@4,5mm/s
<i>Max Speed (no load)</i>	25mm/s	13mm/s	6,5mm/s
<i>Max Force (lifted)</i>	22N	42N	80N
Voltage Option	6 VDC	12 VDC	
<i>Max Input Voltage</i>	7,5V	13,5V	
<i>Stall Current</i>	460mA	185mA	
<i>Standby Current</i>	7,2mA	3,3mA	
<i>Operating Temperature</i>	-10 ⁰ C to +50 ⁰ C		

<i>Potentiometer Linearity</i>	Less than 2,00%
<i>Max Duty Cycle</i>	20%
<i>Audible Noise</i>	5,5dB @ 45cm
<i>Ingress Protection</i>	IP-54



Gambar 2.4 Bentuk Fisik Motor Linear L12
(Sumber : Actuonix, 2016)

2.4 EMS 2 A Dual H-Bridge

Embedded Module Series (EMS) 2 A Dual H-Bridge merupakan driver *H-Bridge* yang didesain untuk menghasilkan *drive* 2 arah dengan arus kontinyu sampai dengan 2 A pada tegangan 4,8 V sampai 46 V. Tiap *H-Bridge* dilengkapi dengan sensor arus beban yang dapat digunakan sebagai umpan balik ke pengendali. Modul ini mampu men-*drive* beban-beban induktif seperti relay, solenoida, motor DC, motor stepper, dan berbagai macam beban lainnya.

Tabel 2.3 Spesifikasi *Driver* Motor EMS 2 A *Dual H-Bridge*

Spesifikasi	
• IC Driver	Terdiri dari 2 IC <i>driver full H-Bridge</i> yang dapat diparalel
• Arus DC	2 A dan 4 A (jika paralel)
• Tegangan DC Output	4,8 V – 46 V
• Input	TTL dan CMOS
• Supply	VCC terpisah dengan V Mot

2.3.1 Keterangan *Interface EMS 2 A Dual H-Bridge*

Modul *H-Bridge* memiliki 2 buah *header* (*interface header 1* dan *interface header 2*) dan 1 set konektor (*Power & Motor Con*). Pada bagian ini akan dijelaskan deskripsi dan fungsi dari masing-masing *header* dan konektor tersebut.

Interface header 1 (J3) berfungsi sebagai *input* dan *output* untuk mengendalikan sepasang *driver H-Bridge* yang pertama. Berikut deskripsi dari masing-masing pin pada *interface header 1*.

Tabel 2.4 Konfigurasi Pin *Header 1*

No. Pin	Nama	I/O	Fungsi
1	M1IN1	I	Pin <i>input</i> untuk menentukan <i>output</i> M1OUT1
2	M1IN2	I	Pin <i>input</i> untuk menentukan <i>output</i> M1OUT2
3	M1CD	O	<i>Output</i> tegangan analog sensor arus dari <i>H-Bridge M1</i> (Range output 0 - 0,3 V)
4	M1EN	I	Pin <i>enable</i> untuk pasangan <i>output M1</i> (M1OUT1 dan M1OUT2)
5	VCC	-	Terhubung ke catu daya untuk <i>input</i> (5 V)
6	PGND	-	Titik referensi untuk catu daya <i>input</i>

Interface header 2 (J1) berfungsi sebagai *input* dan *output* untuk mengendalikan sepasang *driver H-Bridge* yang kedua. Berikut deskripsi dari masing-masing pin pada *interace header 2* :

Tabel 2.5 Konfigurasi Pin *Header 2*

No. Pin	Nama	I/O	Fungsi
1	M2IN1	I	Pin <i>input</i> untuk menentukan <i>output</i>

M1OUT1			
2	M2IN2	I	Pin <i>input</i> untuk menentukan <i>output</i> M1OUT2
3	M2CD	O	<i>Output</i> tegangan analog sensor arus dari <i>H-Bridge</i> M1 (Range output 0 - 0,3 V)
4	M2EN	I	Pin <i>enable</i> untuk pasangan <i>output</i> M1 (M1OUT1 dan M1OUT2)
5	VCC	-	Terhubung ke catu daya untuk <i>input</i> (5 V)
6	PGND	-	Titik referensi untuk catu daya <i>input</i>

Power & Motor Con (J2) berfungsi sebagai konektor untuk catu daya dan beban. Berikut deskripsi dari masing-masing terminal pada *Power & Motor Con* :

Tabel 2.6 Konfigurasi Pin *Power & Motor Control*

Nama	Fungsi
PGND	Titik referensi untuk catu daya <i>input</i>
VCC	Terhubung ke catu daya untuk <i>input</i> (5 V)
MGND	Titik referensi untuk catu daya <i>output</i> ke beban
V MOT	Terhubung ke catu daya untuk <i>output</i> ke beban
M2OUT2	<i>Output</i> ke beban dari <i>half H-Bridge</i> ke-2 pada pasangan <i>H-Bridge</i> M2
M2OUT1	<i>Output</i> ke beban dari <i>half H-Bridge</i> ke-1 pada pasangan <i>H-Bridge</i> M2
M1OUT2	<i>Output</i> ke beban dari <i>half H-Bridge</i> ke-2 pada pasangan <i>H-Bridge</i> M1
M1OUT1	<i>Output</i> ke beban dari <i>half H-Bridge</i> ke-1 pada pasangan <i>H-Bridge</i> M1



Gambar 2.5 Bentuk Fisik EMS 2 A Dual H-Bridge

(Sumber: Innovative Electronics, 2007)

BAB 3. METODE PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan beberapa hal pokok yaitu objek penelitian, tahap penelitian, tempat dan waktu penelitian, alat dan bahan yang digunakan serta mekanisme perancangan sistem yang meliputi perancangan elektronika, desain mekanik dan desain sistem kendali. Pada desain mekanik deskripsi desain dilengkapi dengan sketsa gambar manual dan gambar dari *software* Solidwork 2016. Pada subbab desain elektronika dijelaskan fungsi-fungsi setiap komponen pada sistem.

3.1 Tempat Penelitian

Pelaksanaan pembuatan alat dan pengambilan data ini dilakukan di Laboratorium ISR(Intelligent System and Robotics), CDAST (*Center for Development of Advance Science and Technology*) Universitas Jember.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan robot tangan ini yaitu terdiri dari :

3.2.1 Hardware

1. Genuino 101
2. Motor *Linear* L12
3. EMS 2 A *Dual H-Bridge*
4. Akrilik

3.2.2 Software

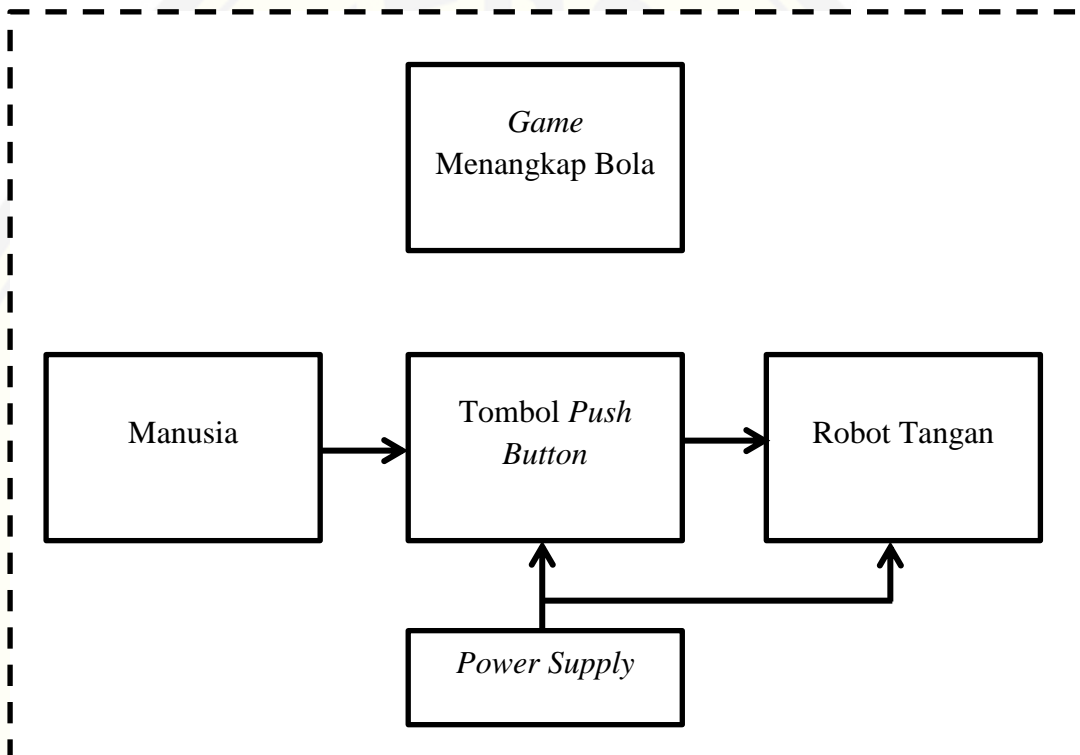
1. Arduino IDE
2. Solidwork 2016

3.3 Rancangan Sistem

Rancangan dari “Rancang Bangun Sistem Elektronik Robot Tangan Untuk Mendukung Pemulihan Penyandang Disabilitas Tangan Berbasis Genuino 101”

tersusun atas blok diagram *hardware*, *flowchart* sistem, desain mekanik, desain elektronika dan desain sistem kendali.

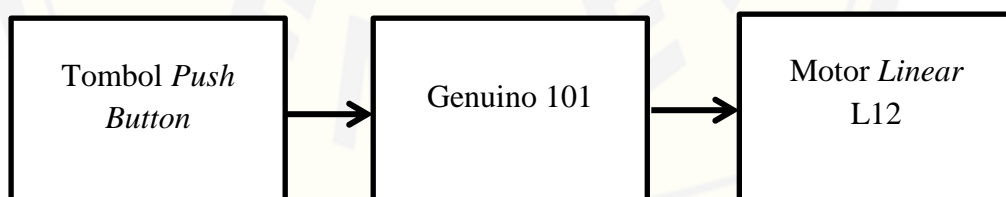
3.3.1 Diagram Blok Sistem



Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem

Pada diagram blok sistem diatas dapat diketahui bahwa alat atau robot tangan ini nantinya akan digunakan bersamaan dengan *game* menangkap bola. Ketika *game* tersebut berjalan, manusia akan menekan atau melepas tombol *Push Button* agar robot tangan dapat menutup atau membuka.

3.3.2 Diagram Blok Membuka Dan Menutup Robot Tangan

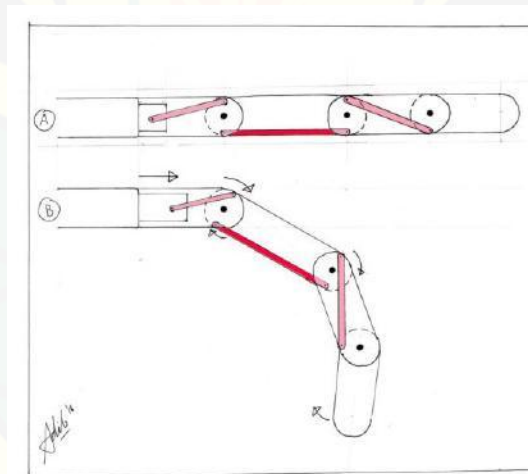


Gambar 3.2 Diagram Blok Membuka Dan Menutup Robot Tangan

Pada diagram blok diatas diketahui jika robot tangan digerakkan oleh motor *linear* L12 pada setiap jari, sedangkan motor *linear* tersebut dikendalikan oleh Genuino 101 berdasarkan perlakuan pada tombol *push button*.

3.3.3 Desain Mekanik Robot Tangan

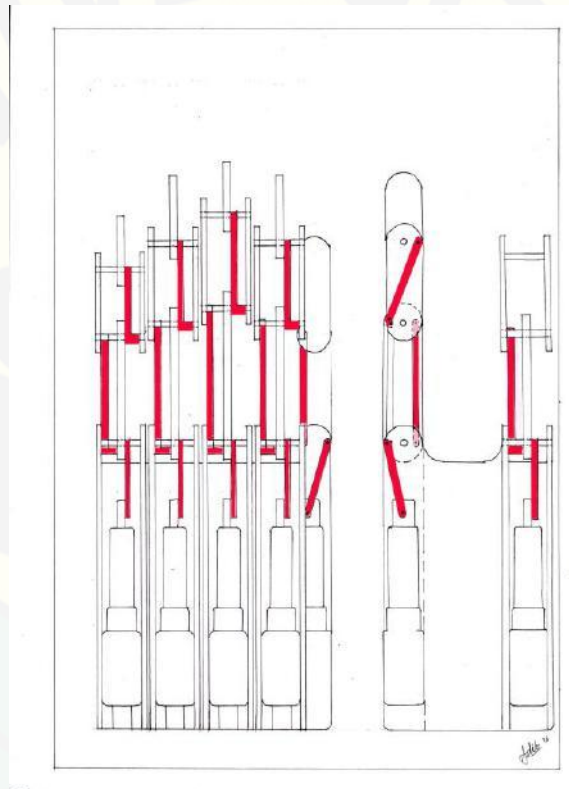
Rancangan persendian Jari-jari Tangan Robot pada penelitian ini menggunakan sistem engsel berlawanan. Sistem ini dipilih karena hanya menggunakan sedikit komponen sehingga memiliki kelemahan pada keterbatasan gerakan. Namun pada tangan robot ini tidak memerlukan gerakan yang bervariasi karena tujuan dari pembuatan tangan robot ini hanya sebagai terapi pada penderita stroke. Gambar 3.3 menunjukkan mekanisme kerja engsel berlawanan. Kondisi A menunjukkan sistem dalam keadaan diam dan kondisi B menunjukkan sistem jari-jari pada keadaan bergerak. Tanda panah menunjukkan gerakan sendi-sendi pada tangan robot.



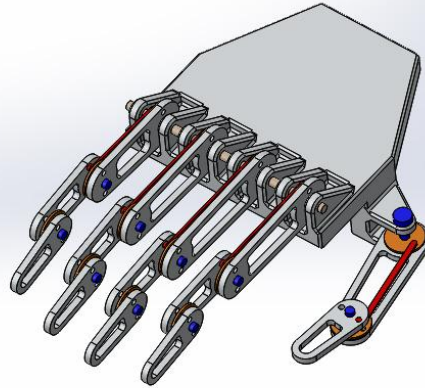
Gambar 3.3 Desain Jari-jari Robot Tangan

Pada gambar B saat aktuator bergerak maju maka engsel pertama berputar sehingga ruas pertama bergerak ke dalam. Pada saat tuas pertama (pink) mendorong maju ruas pertama, tuas kedua (merah) otomatis mundur dan menarik ruas kedua. Pada saat itu juga tuas ketiga (pink panjang) bergerak mundur akibat sendi kedua ditarik oleh tuas kedua. Tuas ketiga tersebut menarik ruas jari ketiga

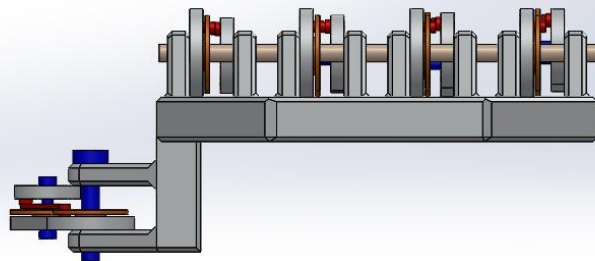
kedalam. Pada rancangan prototype ini menggunakan bahan utama akrilik transparan untuk kemudahan pengamatan alat dan ringan serta mudah dibentuk. Rancangan robot secara keseluruhan ditunjukkan oleh Gambar 3.4. Dalam proses mendesain mekanik robot, menggunakan aplikasi *Solidworks*.



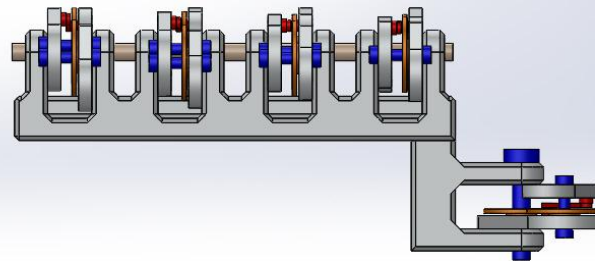
Gambar 3.4 Rancangan Robot Tangan Secara Keseluruhan



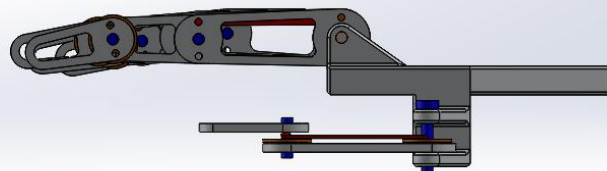
Gambar 3.5 Desain Mekanik Robot Tampak Atas



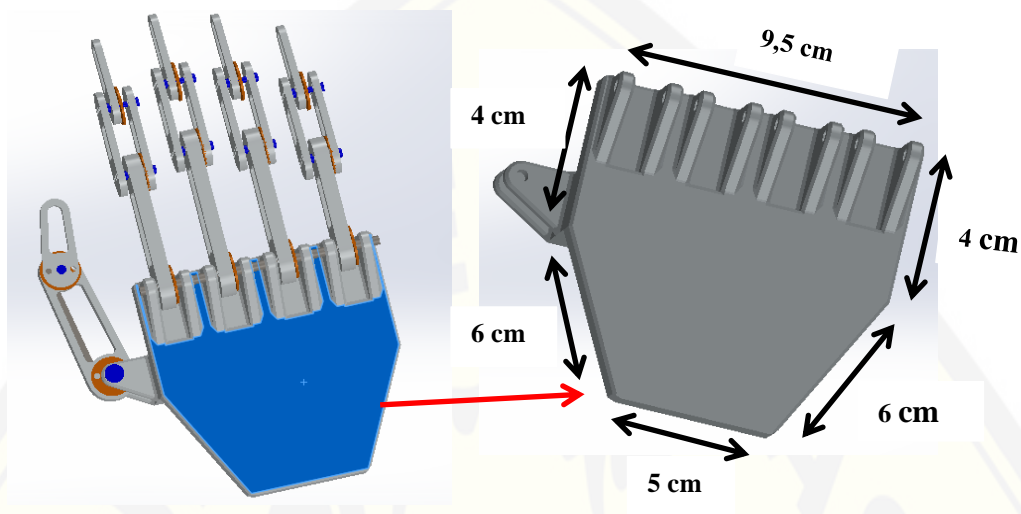
Gambar 3.6 Desain Mekanik Robot Tampak Belakang



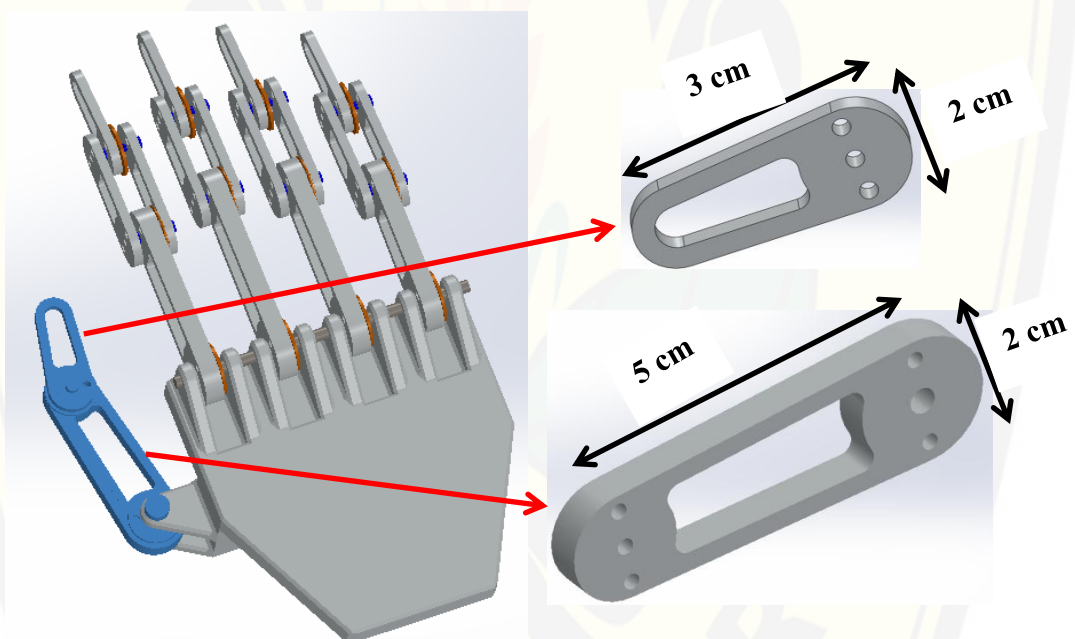
Gambar 3.7 Desain Mekanik Robot Tampak Depan



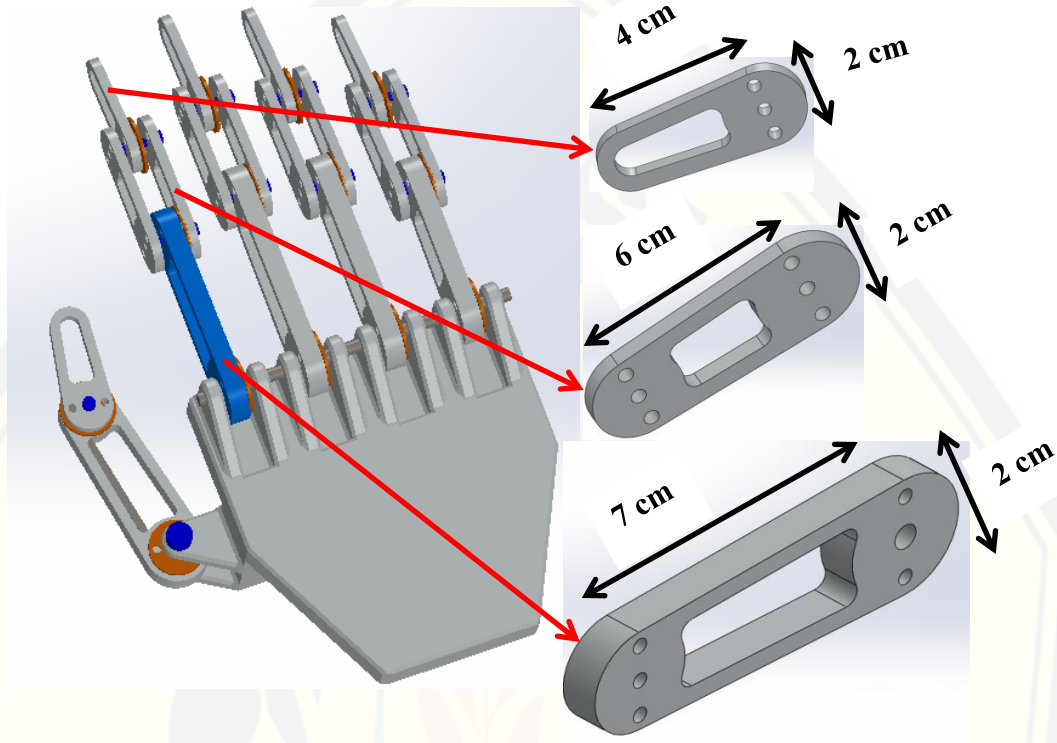
Gambar 3.8 Desain Mekanik Robot Tampak Samping



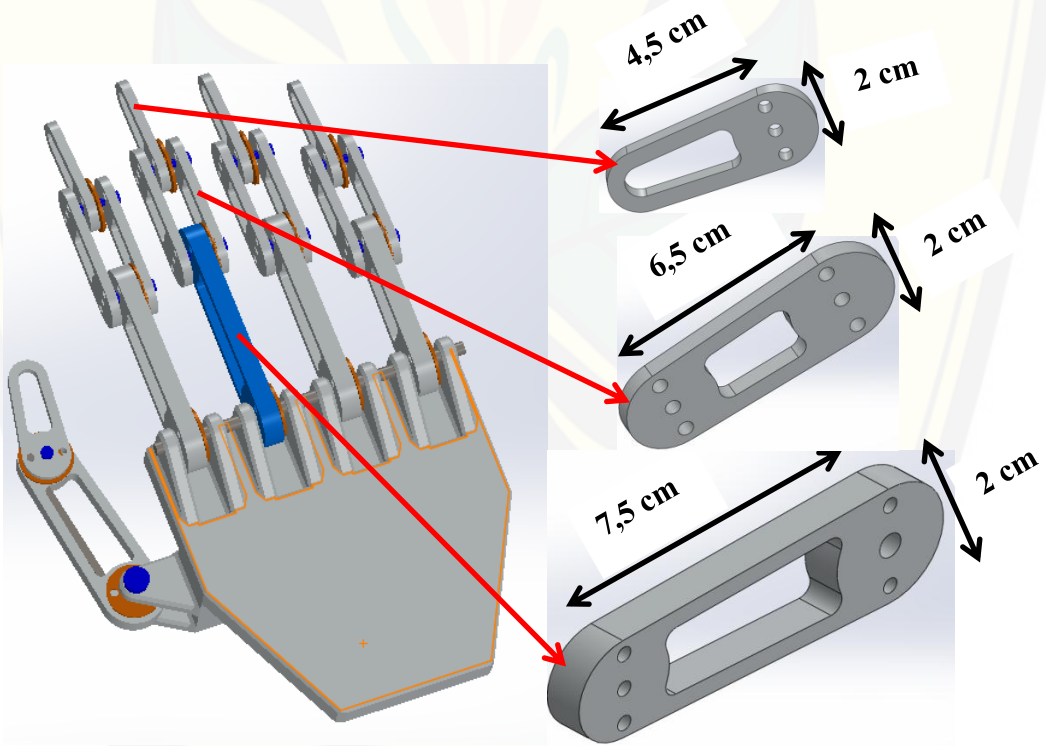
Gambar 3.9 Desain Mekanik Bagian Telapak Tangan



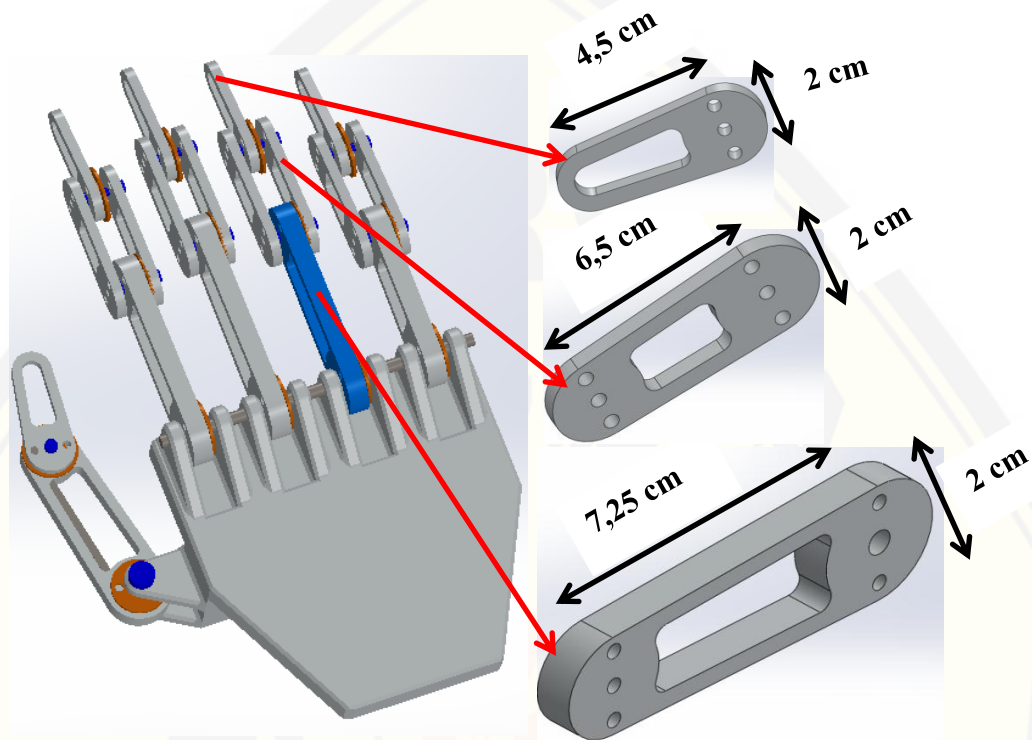
Gambar 3.10 Desain Mekanik Bagian Ibu Jari



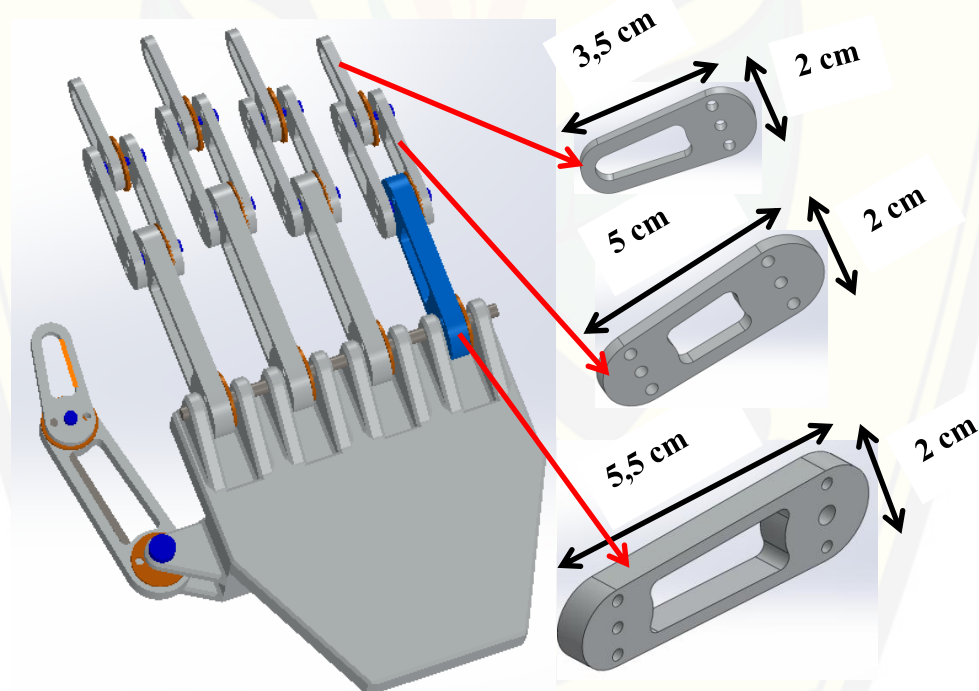
Gambar 3.11 Desain Mekanik Bagian Jari Telunjuk



Gambar 3.12 Desain Mekanik Bagian Jari Tengah



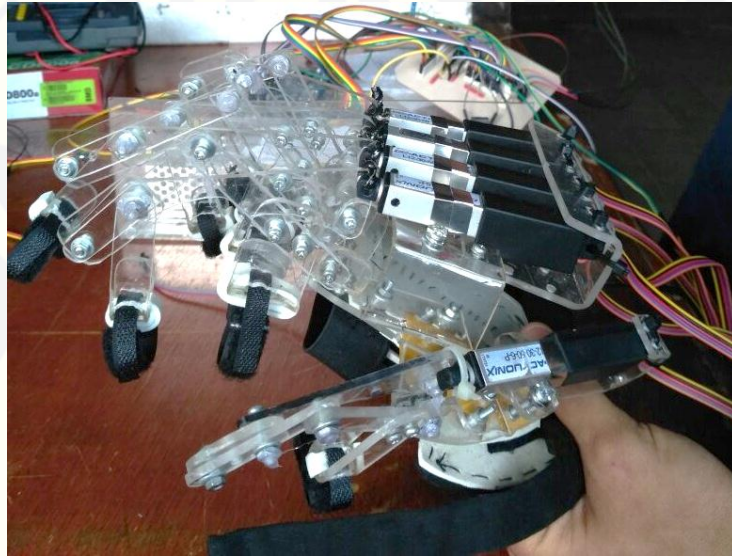
Gambar 3.13 Desain Mekanik Bagian Jari Manis



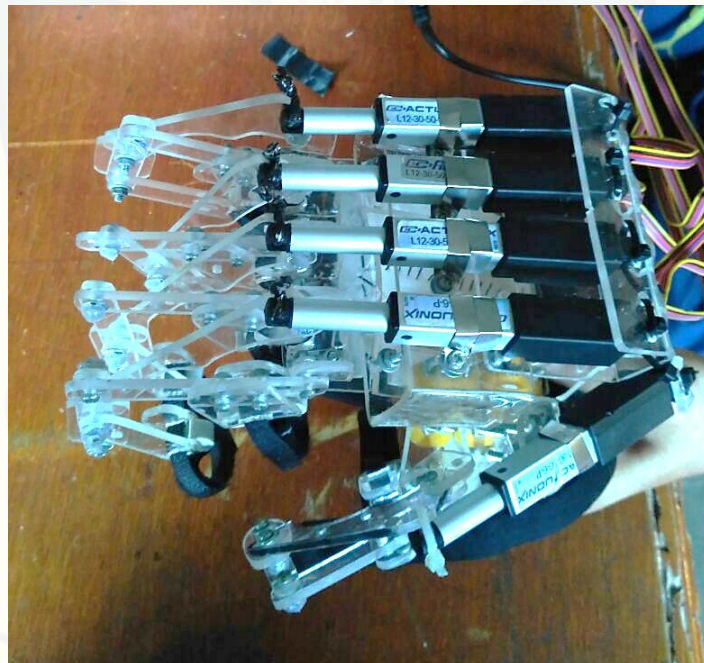
Gambar 3.14 Desain Mekanik Bagian Jari Kelingking

3.3.4 Robot Tangan Jadi

Dibawah ini merupakan robot tangan yang sudah dibuat, dengan bahan dasar akrilik lalu didesain sedemikian rupa agar menyerupai robot tangan yang telah didesain menggunakan *software*.



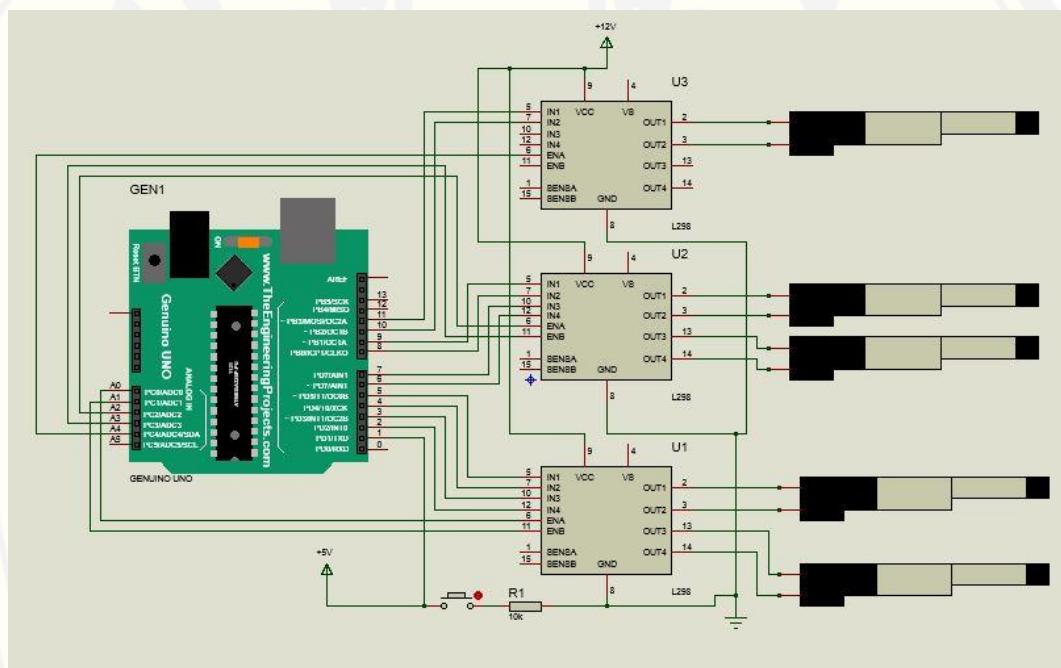
Gambar 3.15 Robot Tangan Jadi Tampak Samping



Gambar 3.16 Robot Tangan Jadi Tampak Atas

Engsel-engsel pada setiap jari disambungkan dengan menggunakan mur dan baut agar bisa bekerja sesuai sistem mekanik engsel berlawanan. Jadi ketika motor linear maju maka engsel akan terdorong kebawah yang menyebabkan jari tertutup, lalu ketika motor linear mundur maka akan menarik engsel ke atas yang menyebabkan jari terbuka.

3.3.5 Desain Elektronika

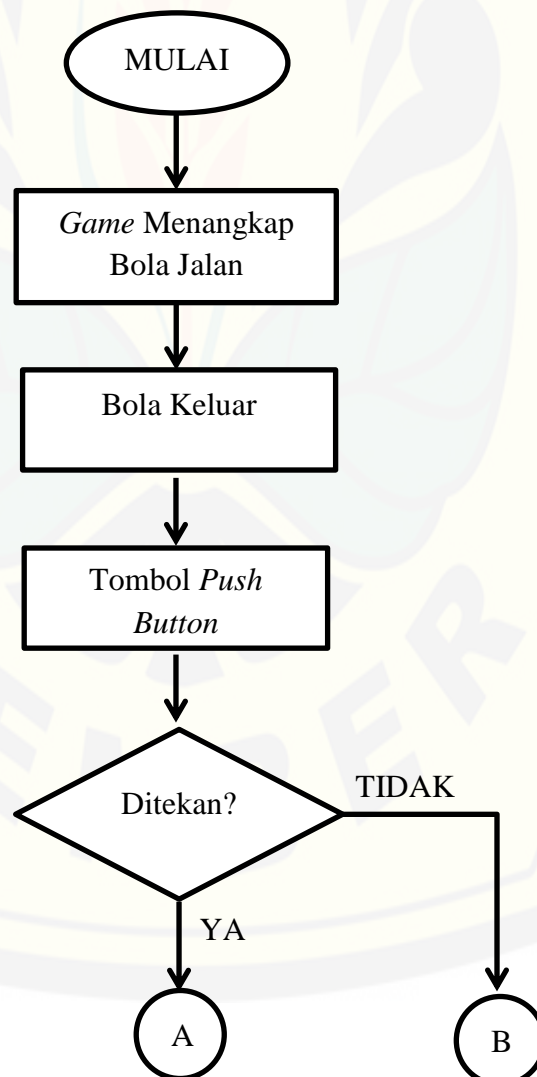


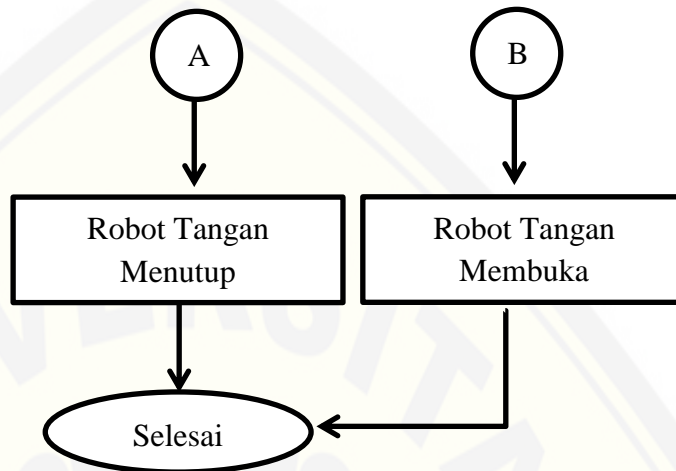
Gambar 3.17 Gambar Rangkaian Elektronika Robot Tangan

Pada gambar rangkaian tersebut diketahui bahwa pin-pin Genuino 101 yang digunakan untuk motor linear yaitu pin 2 dan 3 masuk pada *input driver* motor untuk mengendalikan maju dan mundur motor linear 1 dan pin A0 masuk pada *enable driver* motor untuk pwm motor linear 1. motor linear yaitu pin 2 dan 3 masuk pada *input driver* motor untuk mengendalikan maju dan mundur motor linear 1 dan pin A0 masuk pada *enable driver* motor untuk pwm motor linear 1. Lalu, pin 4 dan 5 masuk pada *input driver* motor untuk mengendalikan maju dan

mundur motor linear 2 dan pin A1 masuk pada *enable driver* motor untuk pwm motor linear 2. Lalu, pin 6 dan 7 masuk pada *input driver* motor untuk mengendalikan maju dan mundur motor linear 3 dan pin A2 masuk pada *enable driver* motor untuk pwm motor linear 3. Lalu, pin 8 dan 9 masuk pada *input driver* motor untuk mengendalikan maju dan mundur motor linear 4 dan pin A3 masuk pada *enable driver* motor untuk pwm motor linear 4. Lalu, pin 10 dan 11 masuk pada *input driver* motor untuk mengendalikan maju dan mundur motor linear 5 dan pin A4 masuk pada *enable driver* motor untuk pwm motor linear 5. Fungsi tombol *push button* yang nantinya akan digunakan sebagai perintah untuk membuka dan menutup robot tangan diletakkan di pin 1 digital dan di-*input pulldown*-kan.

3.4 Flowchart Sistem Keseluruhan

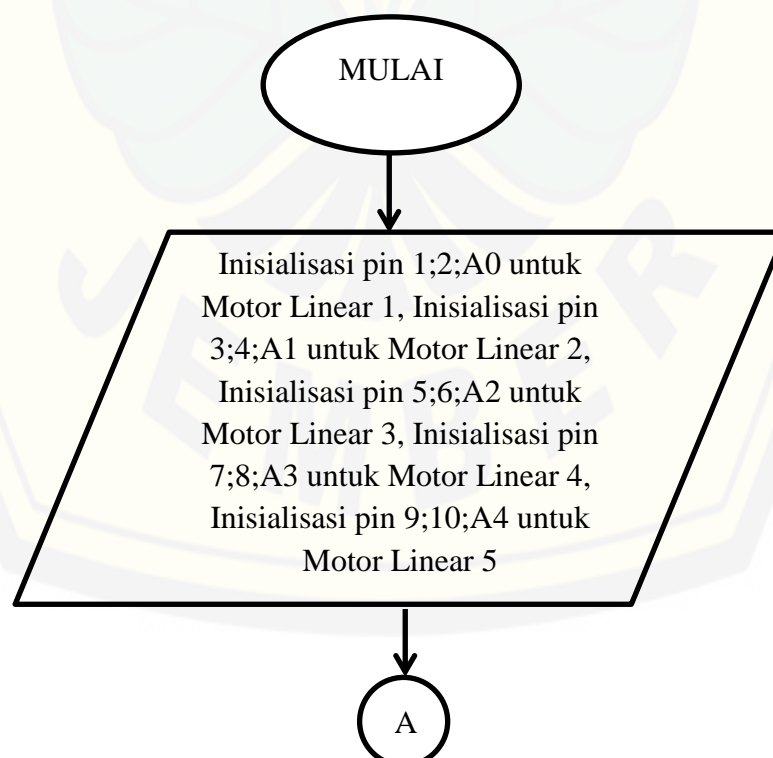


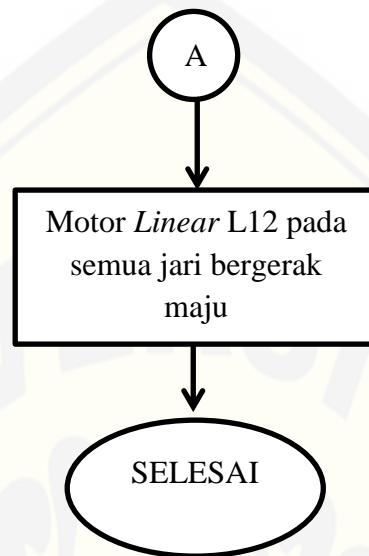


Gambar 3.18 *Flowchart* Sistem Keseluruhan

Pada *Flowchart* diatas dapat diketahui bahwa proses keseluruhan dari alat ini adalah pertama dengan menjalankan *game* menangkap bola terlebih dahulu, ketika *game* berjalan maka akan men-stimulan pikiran manusia untuk seolah-olah akan menangkap bola yang keluar di dalam *game* tersebut dengan cara menekan tombol. Lalu, ketika manusia tersebut telah menekan tombol *push button* maka akan membuat robot tangan akan menutup. Sedangkan ketika manusia tersebut melepas tombol maka akan membuat robot tangan membuka.

3.4.1 *Flowchart* Robot Tangan Menutup

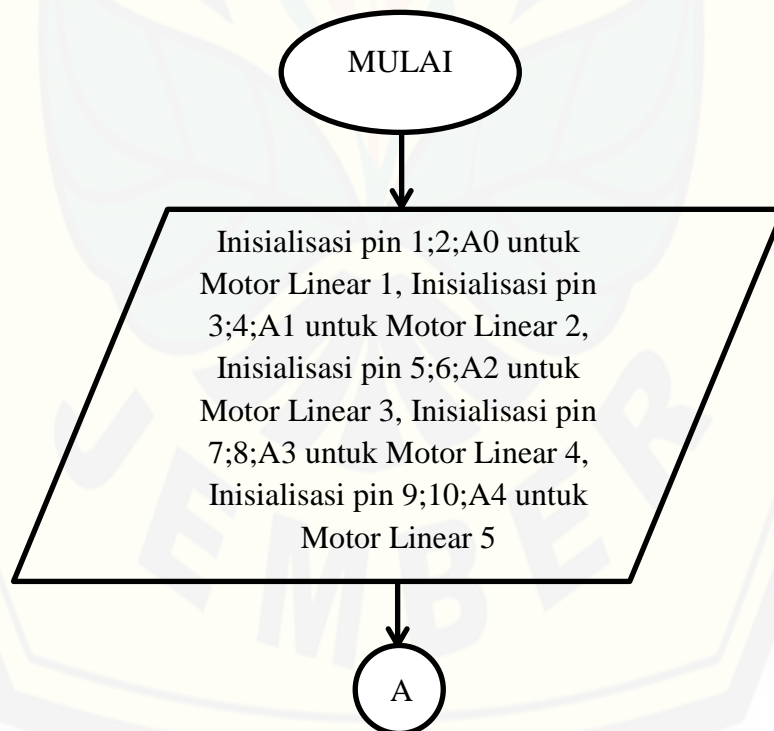


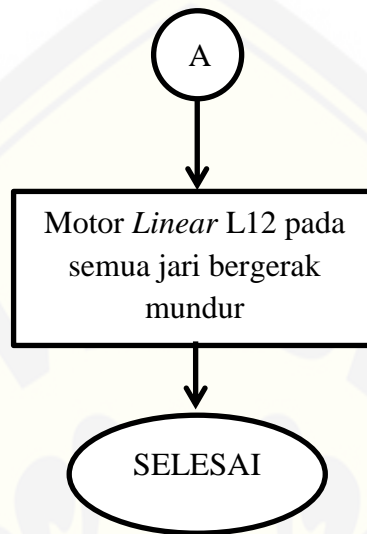


Gambar 3.19 *Flowchart* Robot Tangan Menutup

Pada *flowchart* diatas dapat diketahui bahwa untuk gerakan menutup dari robot tangan ini sendiri yaitu dengan cara memerintahkan motor *linear* pada semua jari untuk bergerak kedepan, maka dengan begitu mekanik robot akan otomatis membuat pola seperti tangan menutup.

3.4.2 *Flowchart* Robot Tangan Membuka





Gambar 3.20 *Flowchart* Robot Tangan Membuka

Pada *flowchart* diatas dapat diketahui bahwa untuk gerakan membuka dari robot tangan ini sendiri yaitu dengan cara memerintahkan motor *linear* pada semua jari untuk bergerak kebelakang, maka dengan begitu mekanik robot akan otomatis membuat pola seperti tangan menutup.

3.5 Rencana Pengujian

Pada rencana pengujian akan menjelaskan bagaimana nantinya robot tangan ini akan diuji untuk diambil data-datanya yang akan digunakan. Ada 3 hal yang nantinya akan diuji pada robot ini yaitu pertama akan diuji bagaimana gerakan motor *linear* pada setiap jari, kedua yaitu diuji bagaimana gerakan motor *linear* ketika sudah dipasang pada mekanik robot, dan ketiga yaitu gerakan robot tangan ketika tombol *push button* ditekan dan dilepas.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun beberapa kesimpulan yang didapat dari proyek akhir yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Elektronik Robot Tangan Untuk Mendukung Pemulihan Penyandang Disabilitas Tangan Berbasis Genuino 101” yaitu antara lain :

1. Rancangan robot tangan ini sudah sesuai dengan ekspektasi, hal ini dapat dilihat pada tabel 4.7 dimana ketika tombol ditekan robot tangan sudah bisa menggerakkan tangan untuk menutup dengan besar sudut 45° derajat pada mekanik tangan sedangkan ketika tombol tidak ditekan robot tangan pun sudah bisa menggerakkan tangan membuka dengan sudut sebesar 18° derajat.
2. Mengatur pergerakan robot tangan yang dapat dipergunakan untuk mendukung proses terapi dilakukan dengan cara mengatur PWM seperti pada tabel 4.3 dimana *input* maksimal PWM sebesar 255 dan minimal sebesar 50 pada mikrokontroler dengan cara menyambungkan pin analog Genuino 101 dengan pin Enable dari *driver* motor.

5.2 Saran

Dari tugas akhir ini tentunya perlu ada perbaikan karena masih ada kekurangan didalamnya agar robot bisa optimal penggunaannya, berikut beberapa saran untuk penelitian selanjutnya :

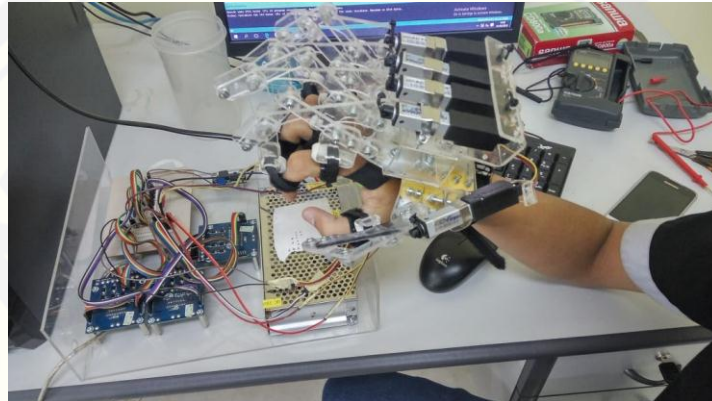
1. Diperlukan kontrol PID pada robot tangan ini dikarenakan agar robot tangan dapat membuka dan menutup lebih maksimal.
2. Gerakan yang bisa dilakukan pada robot tangan lebih baik diperbanyak tidak hanya membuka dan menutup saja.

DAFTAR PUSTAKA

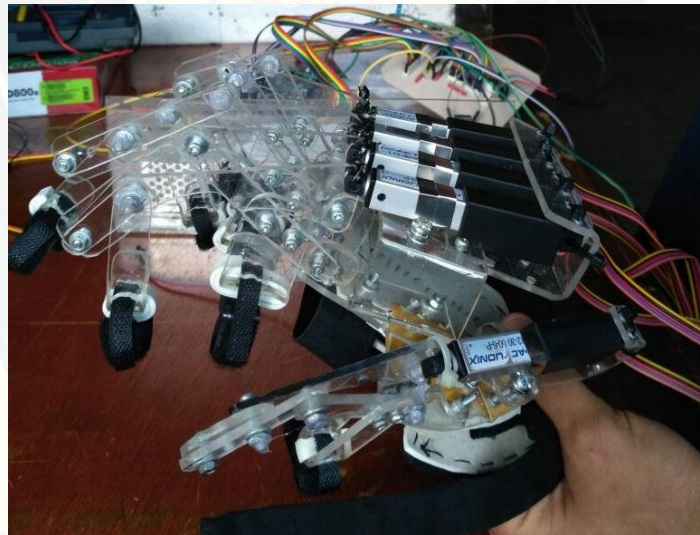
- Anam, khairul dan Adel Al-Jumaily. (2014). *Swarm-wavelet based Extreme Learning Machine for Finger Movement Classifications on Transradial Amputees*. Jurnal IEEE
- Khalifah, Nur. (2016). *Kemenkos Sediakan Program Khusus Untuk Ratusan Ribu Difabel*. Retrived from <https://news.detik.com/berita/3184438/kemensos-sediakan-program-khusus-untuk-ratusan-ribu-difabel>
- Rehab-robotics. (2016). *Hand of Hope*. Retrieved from <http://www.rehab-robotics.com/>
- Innovative Electronics. (2007). *EMS 2 A Dual H-Bridge*. Retrieved from www.innovativeelectronics.com/
- Rehab-robotics. (2016). *Hand of Hope*. Retrieved from <http://rehab-robotics.com/hoh/index.html>
- Rehab-robotics. (2016). *Hand of Hope*. Retrieved from http://rehab-robotics.com/hoh/hoh_basic.html

LAMPIRAN

A. Dokumentasi Foto Robot Tangan



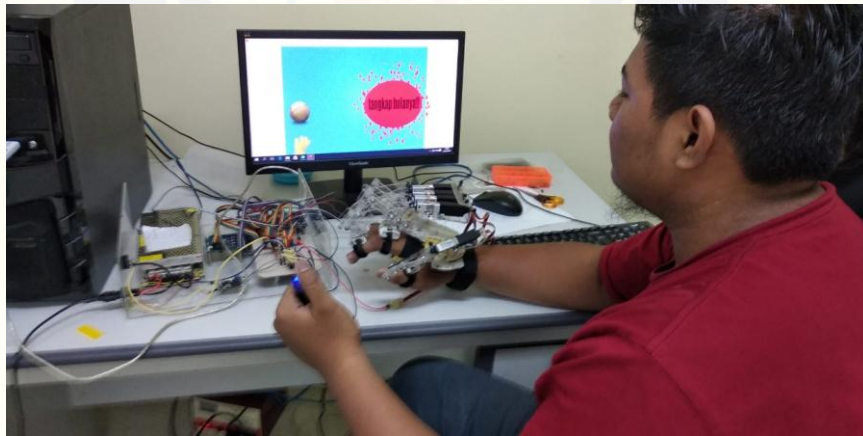
Gambar 1. Robot Tangan Beserta Sistem Elektronik



Gambar 2. Robot Tangan Tampak Samping

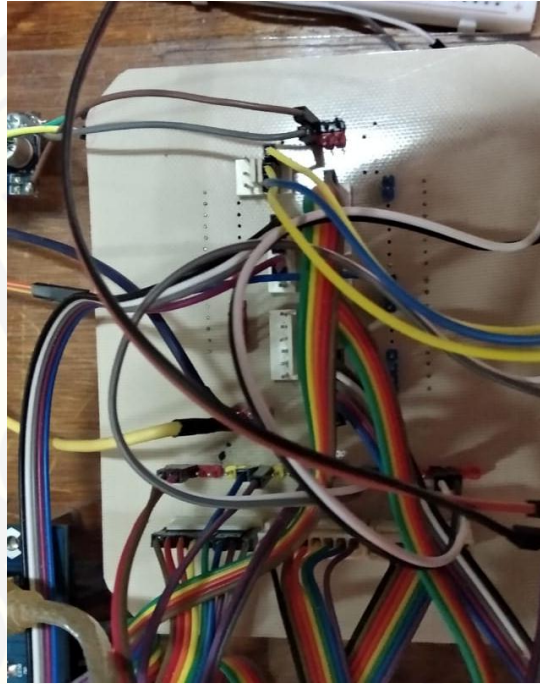


Gambar 3. Robot Tangan Tampak Atas



Gambar 3. Proses Pengujian Robot Tangan

B. Gambar Komponen



Gambar 4. Shield Genuino 101



Gambar 5. Bentuk *Driver* Motor EMS 2 A Dual H-Bridge

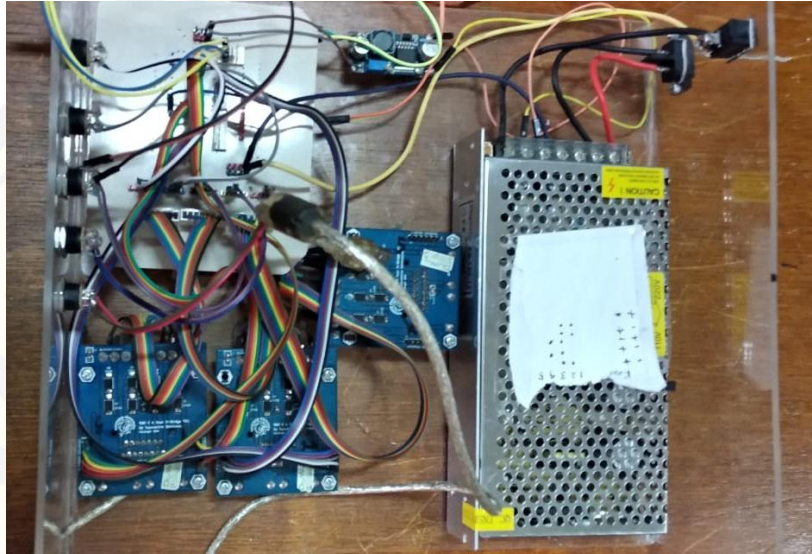


Gambar 6. IC Regulator



Gambar 7. Power Supply DC 12V

C. Gambar Rangkaian Komponen Elektronika



Gambar 8. Sistem Elektronik

D. Kuisiонер

KUESIONER PENELITIAN

Perkenalkan, nama saya Rifqi Afkar, mahasiswa tahun ketiga di Program Studi Diploma 3 Teknik Elektro Universitas Jember. Kuisiонер ini saya buat dalam rangka mengumpulkan data untuk kepentingan tugas akhir, yakni untuk mengukur tingkat kepuasan responden terhadap pemakaian alat saya yang berjudul "Rancang Bangun Robot Tangan Untuk Mendukung Proses Terapi Penyandang Disabilitas Berbasis Genuino 101".

IDENTITAS RESPONDEN

Nama : Muhammad Iman Farah
 Umur : 21
 Jenis Kelamin : Laki-laki
 Kondisi Kesehatan : Sehat

• Ada lima alternatif jawaban yang dapat saudara pilih, yaitu:
 1 = Tidak Setuju
 2 = Netral
 3 = Setuju
 4 = Sangat Setuju

NO	PERTANYAAN	NILAI			
		1	2	3	4
1.	Alat Nyaman Digunakan?			✓	
2.	Alat Ini Dapat Menimbulkan Cedera Otot?	✓			
3.	Alat Ini Dapat Mendukung Proses Terapi?				✓

SARAN (Opsional) :

Gambar 9. Kuisiонер 1

KUESIONER PENELITIAN

Perkenalkan, nama saya Rifqi Afkar, mahasiswa tahun ketiga di Program Studi Diploma 3 Teknik Elektro Universitas Jember. Kuisiонер ini saya buat dalam rangka mengumpulkan data untuk kepentingan tugas akhir, yakni untuk mengukur tingkat kepuasan responden terhadap pemakaian alat saya yang berjudul "Rancang Bangun Robot Tangan Untuk Mendukung Proses Terapi Penyandang Disabilitas Berbasis Genuino 101".

IDENTITAS RESPONDEN

Nama : Dhafa Duhwahyu K.
 Umur : 21 thn
 Jenis Kelamin : Laki-laki
 Kondisi Kesehatan : Sehat

• Ada lima alternatif jawaban yang dapat saudara pilih, yaitu:
 1 = Tidak Setuju
 2 = Netral
 3 = Setuju
 4 = Sangat Setuju

NO	PERTANYAAN	NILAI			
		1	2	3	4
1.	Alat Nyaman Digunakan?				✓
2.	Alat Ini Dapat Menimbulkan Cedera Otot?	✓			
3.	Alat Ini Dapat Mendukung Proses Terapi?				✓

SARAN (Opsional) :

Gambar 10. Kuisiонер 2

KUESIONER PENELITIAN

Perkenalkan, nama saya Rifqi Afkar, mahasiswa tahun ketiga di Program Studi Diploma 3 Teknik Elektro Universitas Jember. Kuesioner ini saya buat dalam rangka mengumpulkan data untuk kepentingan tugas akhir, yakni untuk mengukur tingkat kepuasan responden terhadap pemakaian alat saya yang berjudul "Rancang Bangun Robot Tangan Untuk Mendukung Proses Terapi Penyandang Disabilitas Berbasis Genuino 101".

IDENTITAS RESPONDEN

Nama : Moch. Usman Bohler
 Umur : 21
 Jenis Kelamin : Laki-laki
 Kondisi Kesehatan : Sehat

• Ada lima alternatif jawaban yang dapat saudara pilih, yaitu:
 1 = Tidak Setuju
 2 = Netral
 3 = Setuju
 4 = Sangat Setuju

NO	PERTANYAAN	NILAI			
		1	2	3	4
1.	Alat Nyaman Digunakan?			✓	
2.	Alat Ini Dapat Menimbulkan Cidera Otot?	✓			
3.	Alat Ini Dapat Mendukung Proses Terapi?				✓

SARAN (Opsional) :

[Signature]
(Moch. Usman Bohler)

Gambar 11. Kuisisioner 3

KUESIONER PENELITIAN

Perkenalkan, nama saya Rifqi Afkar, mahasiswa tahun ketiga di Program Studi Diploma 3 Teknik Elektro Universitas Jember. Kuesioner ini saya buat dalam rangka mengumpulkan data untuk kepentingan tugas akhir, yakni untuk mengukur tingkat kepuasan responden terhadap pemakaian alat saya yang berjudul "Rancang Bangun Robot Tangan Untuk Mendukung Proses Terapi Penyandang Disabilitas Berbasis Genuino 101".

IDENTITAS RESPONDEN

Nama : Putera Suci Damayanti
 Umur : 22
 Jenis Kelamin : Laki-laki
 Kondisi Kesehatan : Baik

• Ada lima alternatif jawaban yang dapat saudara pilih, yaitu:
 1 = Tidak Setuju
 2 = Netral
 3 = Setuju
 4 = Sangat Setuju

NO	PERTANYAAN	NILAI			
		1	2	3	4
1.	Alat Nyaman Digunakan?		✓		
2.	Alat Ini Dapat Menimbulkan Cidera Otot?		✓		
3.	Alat Ini Dapat Mendukung Proses Terapi?			✓	

SARAN (Opsional) :

[Signature]

Gambar 12. Kuisisioner 4

KUESIONER PENELITIAN

Perkenalkan, nama saya Rifqi Afkar, mahasiswa tahun ketiga di Program Studi Diploma 3 Teknik Elektro Universitas Jember. Kuesioner ini saya buat dalam rangka mengumpulkan data untuk kepentingan tugas akhir, yakni untuk mengukur tingkat kepuasan responden terhadap pemakaian alat saya yang berjudul "Rancang Bangun Robot Tangan Untuk Mendukung Proses Terapi Penyandang Disabilitas Berbasis Genuino 101".

IDENTITAS RESPONDEN

Nama : *Uggidillah Aviriz*
 Umur : *22 tahun*
 Jenis Kelamin : *Laki-laki*
 Kondisi Kesehatan : *Sehat*

• Ada lima alternatif jawaban yang dapat saudara pilih, yaitu:
 1 = Tidak Setuju
 2 = Netral
 3 = Setuju
 4 = Sangat Setuju

NO	PERTANYAAN	NILAI			
		1	2	3	4
1.	Alat Nyaman Digunakan?			✓	
2.	Alat Ini Dapat Menimbulkan Cidera Otot?	✓			
3.	Alat Ini Dapat Mendukung Proses Terapi?				✓

SARAN (Opsional) :

Ug

Gambar 13. Kuisisioner 5

KUESIONER PENELITIAN

Perkenalkan, nama saya Rifqi Afkar, mahasiswa tahun ketiga di Program Studi Diploma 3 Teknik Elektro Universitas Jember. Kuesioner ini saya buat dalam rangka mengumpulkan data untuk kepentingan tugas akhir, yakni untuk mengukur tingkat kepuasan responden terhadap pemakaian alat saya yang berjudul "Rancang Bangun Robot Tangan Untuk Mendukung Proses Terapi Penyandang Disabilitas Berbasis Genuino 101".

IDENTITAS RESPONDEN

Nama : *Fitria*
 Umur : *22*
 Jenis Kelamin : *Perempuan*
 Kondisi Kesehatan : *Sehat*

• Ada lima alternatif jawaban yang dapat saudara pilih, yaitu:
 1 = Tidak Setuju
 2 = Netral
 3 = Setuju
 4 = Sangat Setuju

NO	PERTANYAAN	NILAI			
		1	2	3	4
1.	Alat Nyaman Digunakan?		✓		
2.	Alat Ini Dapat Menimbulkan Cidera Otot?		✓		
3.	Alat Ini Dapat Mendukung Proses Terapi?				✓

SARAN (Opsional) :

Fitria

Gambar 14. Kuisisioner 6

KUESIONER PENELITIAN

Perkenalkan, nama saya Rifqi Afkar, mahasiswa tahun ketiga di Program Studi Diploma 3 Teknik Elektro Universitas Jember. Kuesioner ini saya buat dalam rangka mengumpulkan data untuk kepentingan tugas akhir, yakni untuk mengukur tingkat kepuasan responden terhadap pemakaian alat saya yang berjudul "Rancang Bangun Robot Tangan Untuk Mendukung Proses Terapi Penyandang Disabilitas Berbasis Genuino 101".

IDENTITAS RESPONDEN

Nama : *Arif*
 Umur : *13 th*
 Jenis Kelamin : *Perempuan*
 Kondisi Kesehatan : *baik*

• Ada lima alternatif jawaban yang dapat saudara pilih, yaitu:
 1 = Tidak Setuju
 2 = Netral
 3 = Setuju
 4 = Sangat Setuju

NO	PERTANYAAN	NILAI			
		1	2	3	4
1.	Alat Nyaman Digunakan?			✓	
2.	Alat Ini Dapat Menimbulkan Cidera Otot?	✓			
3.	Alat Ini Dapat Mendukung Proses Terapi?			✓	

SARAN (Opsional) :

Gambar 15. Kuisisioner 7

KUESIONER PENELITIAN

Perkenalkan, nama saya Rifqi Afkar, mahasiswa tahun ketiga di Program Studi Diploma 3 Teknik Elektro Universitas Jember. Kuesioner ini saya buat dalam rangka mengumpulkan data untuk kepentingan tugas akhir, yakni untuk mengukur tingkat kepuasan responden terhadap pemakaian alat saya yang berjudul "Rancang Bangun Robot Tangan Untuk Mendukung Proses Terapi Penyandang Disabilitas Berbasis Genuino 101".

IDENTITAS RESPONDEN

Nama : *Dhomas Agung Prihadi*
 Umur : *23*
 Jenis Kelamin : *Laki-laki*
 Kondisi Kesehatan : *Sebaik*

• Ada lima alternatif jawaban yang dapat saudara pilih, yaitu:
 1 = Tidak Setuju
 2 = Netral
 3 = Setuju
 4 = Sangat Setuju

NO	PERTANYAAN	NILAI			
		1	2	3	4
1.	Alat Nyaman Digunakan?				✓
2.	Alat Ini Dapat Menimbulkan Cidera Otot?	✓			
3.	Alat Ini Dapat Mendukung Proses Terapi?				✓

SARAN (Opsional) :

Gambar 16. Kuisisioner 8

D. Listing Program

```
int motor1a = A0;
int motor1b = A1;
int pwmmotor1 = 10;
int motor2a = A2;
int motor2b = A3;
int pwmmotor2 = 9;
int motor3a = 12;
int motor3b = 13;
int pwmmotor3 = 11;
int motor4a = 4;
int motor4b = 7;
int pwmmotor4 = 6;
int motor5a = 3;
int motor5b = 2;
int pwmmotor5 = 5;
int pb = 1;
int baca;
int tunda = 200;
int pwm = 225;
int baca_prev = LOW;

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin(9600);
  pinMode(motor1a, OUTPUT);
  pinMode(motor1b, OUTPUT);
  pinMode(pwmmotor1, OUTPUT);
```



```
pinMode(motor2a, OUTPUT);
pinMode(motor2b, OUTPUT);
pinMode(pwmmotor2, OUTPUT);
pinMode(motor3a, OUTPUT);
pinMode(motor3b, OUTPUT);
pinMode(pwmmotor3, OUTPUT);
pinMode(motor4a, OUTPUT);
pinMode(motor4b, OUTPUT);
pinMode(pwmmotor4, OUTPUT);
pinMode(motor5a, OUTPUT);
pinMode(motor5b, OUTPUT);
pinMode(pwmmotor5, OUTPUT);
pinMode(pb, INPUT_PULLUP);

}

void loop() {

  tombol();

}

void maju() {

  digitalWrite(motor1a, HIGH); digitalWrite(motor1b,
LOW); digitalWrite(pwmmotor1, 200);
  digitalWrite(motor2a, HIGH); digitalWrite(motor2b,
LOW); digitalWrite(pwmmotor2, 200);
```

```
    digitalWrite(motor3a, HIGH); digitalWrite(motor3b,  
LOW); digitalWrite(pwmmotor3, 200);  
    digitalWrite(motor4a, HIGH); digitalWrite(motor4b,  
LOW); digitalWrite(pwmmotor4, 200);  
    digitalWrite(motor5a, HIGH); digitalWrite(motor5b,  
LOW); digitalWrite(pwmmotor5, 200);  
    delay(250);  
}  
  
void mundur() {  
  
    digitalWrite(motor1a, LOW); digitalWrite(motor1b,  
HIGH); digitalWrite(pwmmotor1, 200);  
    digitalWrite(motor2a, LOW); digitalWrite(motor2b,  
HIGH); digitalWrite(pwmmotor2, 200);  
    digitalWrite(motor3a, LOW); digitalWrite(motor3b,  
HIGH); digitalWrite(pwmmotor3, 200);  
    digitalWrite(motor4a, LOW); digitalWrite(motor4b,  
HIGH); digitalWrite(pwmmotor4, 200);  
    digitalWrite(motor5a, LOW); digitalWrite(motor5b,  
HIGH); digitalWrite(pwmmotor5, 200);  
    delay(250);  
}  
  
void mandek() {  
    digitalWrite(motor1a, LOW); digitalWrite(motor1b, LOW);  
digitalWrite(pwmmotor1, 0);  
    digitalWrite(motor2a, LOW); digitalWrite(motor2b, LOW);  
digitalWrite(pwmmotor2, 0);
```

```
digitalWrite(motor3a, LOW); digitalWrite(motor3b, LOW);
digitalWrite(pwmmotor3, 0);
digitalWrite(motor4a, LOW); digitalWrite(motor4b, LOW);
digitalWrite(pwmmotor4, 0);
digitalWrite(motor5a, LOW); digitalWrite(motor5b, LOW);
digitalWrite(pwmmotor5, 0);
delay(2000);
}
void tombol() {
  //mandek();

  int baca = digitalRead(pb);
  if (baca == HIGH) {
    if (baca != baca_prev) {
      maju();
    }
    Serial.println("HIGH");
  }

  if (baca == LOW) {
    if (baca != baca_prev) {
      mundur();
    }
    Serial.println("LOW");
  }
  baca_prev = baca;
}
```