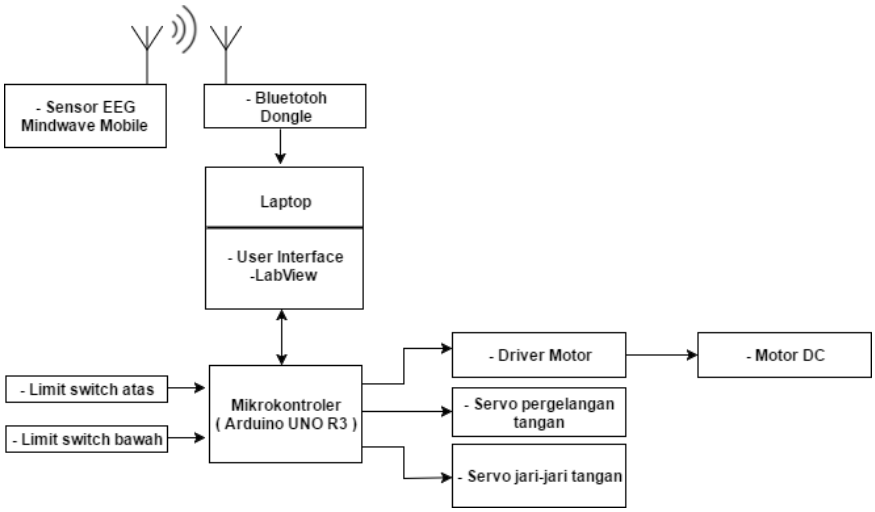
BAB III

PERANCANGAN ALAT

Perancangan yang baik dan dilakukan secara sistematik akan memberikan kemudahan dalam proses pembuatan alat serta dapat mempermudah dalam proses analisis dari alat yang dibuat. Pada bab ini akan dijelaskan tentang perancangan sistem baik *hardware* maupaun *software* beserta alasan pemilihan komponen yang digunakan.

3.1 Perancangan Sistem

Pada perancangan sistem Lengan robot empat pergerakan berdasarkan aktivitas gelombang otak, secara umum terdapat tiga bagaian utama yaitu bagian masukan (input), pemroses (process), dan keluaran (output). Setiap bagian sistem mempunyai fungsi masing-masing yang akan saling berkaitan dalam sistem Lengan robot empat pergerakan berdasarkan aktivitas gelombang otak, seperti terlihat pada gambar 3.1 dibawah.



Gambar 3. 1 Blok Diagram Sistem Lengan Robot Empat Pergerakan Berdasarkan Aktivitas Gelombang Otak.

Berdasarkan blok diagram diatas, secara umum cara kerja dari Lengan robot empat pergerakan berdasarkan aktivitas gelombang otak adalah ketika sensor EEG *mindwave mobile* dipasangkan pada kepala pasien/penderita, sensor akan melakukan kalibrasi dengan ditandai jumlah bar sinyal yang muncul pada layar monitor, apabila gelombang sinyal telah muncul maka hal selanjutnya memilih mode pergerakan Lengan robot dengan cara mengedipkan mata sebanyak dua kali, ketika mode pergerakan lengan robot telah sesuai maka pasien/penderita mulai berpikir untuk dapat menggerakan lengan robot dengan cara berkonsentrasi secara penuh, Lengan robot dapat bergerak pada saat nilai *attention* pasien/penderita memenuhi *set point* yang telah ditentukan. Apabila pergerakan pada lengan robot telah selesai dilakukan maka lengan robot akan diam dan menunggu pergerakan selanjutnya.

Agar lebih jelas mengenai bagian-bagian dari blok diagram di atas, berikut uraian singkat mengenai fungsi dari masing-masing bagian utama pada blok diagram sistem lengan robot empat pergerakan berdasarkan aktivitas gelombang otak

3.2.1 Bagian masukan (input)

Pada bagian input terdiri dari sensor EEG *mindwave mobile* dan limit switch atas dan bawah, sensor EEG *mindwave mobile* yang berfungsi memberikan informasi untuk memutuskan pergerakan apa yang harus dilakukan pada Lengan robot. Sensor EEG *mindwave mobile* ini akan bekerja dengan cara mendeteksi aktivitas gelombang otak pada pasien/penderita, aktivitas gelombang otak yang sedang terjadi akan diteruskan dan diterjemahkan oleh laptop (LabVIEW) dan itu

dapat dilihat pada layar *interface*. *Limit switch* atas dan bawah, *limit switch* adalah sensor peraba yang bersifat mekanis dan mendeteksi sesuatu setelah terjadi kontak fisik. Pada Lengan robot empat pergerakan berdasarkan aktivitas gelombang otak yang dirancang dalam tugas akhir ini *limit switch* atas berfungsi sebagai batas atas pergerakan lengan robot, *limit switch* bawah berfungsi sebagai batas bawah pergerakan lengan robot.

3.2.2 Bagian pemroses (proses)

Proses dilakukan oleh mikrokontroler dan LabVIEW pada laptop. Kedua komponen ini memiliki keterkaitan yang cukup erat karena untuk dapat memproses data yang didapatkan dari input sensor, keduanya akan saling bertukar data yang dimilikinya masing-masing. Untuk mikrokontroler sendiri akan memberikan data kepada LabVIEW untuk ditampilkan pada layar interface sebagai proses monitoring aktivitas gelombang otak, dan sebaliknya LabVIEW pun memberi masukan untuk ditampung di mikrokontroler sebagai pempertimbangan keputusan pergerakan Lengan robot. Proses pertukaran data tersebut dilakukan melalui jalur komunikasi serial yang dimiliki mikrokontroler (dalam hal ini Arduino uno) serta penghubung antara LabVIEW dengan arduino agar dapat berkomunikasi satu sama lain menggunakan MakerHub LINX.

3.2.3 Bagian keluaran (output)

Output dihasilkan dari proses mengolah data yang didapatkan dari sensor yang diproses sedemikian rupa sehingga menghasilkan suatu perintah. Perintah yang dihasilkan tersebut berupa pergerakan Lengan robot (flexi, ektensi,

pronasi/supinasi dan elevasi/depresi). Seperti pada blok diagram di atas, output terdiri dari servo pergelangan lengan, servo jari-jari tangan dan motor dc sebagai penggerak lengan naik dan turun. Kemudian pada bagian monitoringnya akan menampilkan informasi proses-proses yang sedang terjadi pada aktivitas otak mulai dari menampilkan panjangnya gelombang dan mode pergerakan Lengan robot.

3.2 Pemilihan Komponen

Pemilihan komponen merupakan suatu proses awal untuk mengetahui komponen yang akan digunakan pada sistem elektroniknya. Dengan topik bahasan mengenai komponen-komponen yang digunakan, studi komponen, rincian biaya pembuatan dan perancangan sistem.

3.2.1 Pemilihan Sensor EEG

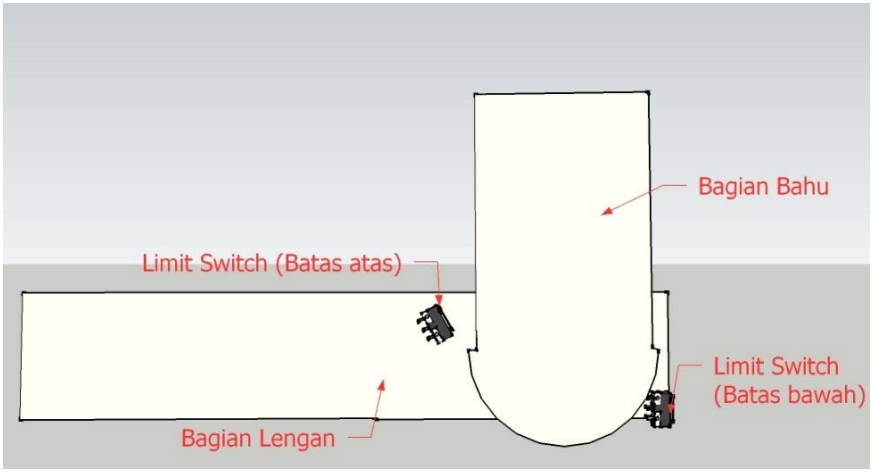
Dalam tugas akhir ini saya memilih sensor EEG *mindwave mobile neurosky* dengan alasan-alasan yang mendasar, berikut adalah alasan memilih *mindwave mobile neurosky* sebagai sensor gelombang otak yang akan digunakan untuk menditeksi sinyal.

- Terdapat dua sensor elektroda yakni dipasang pada bagian dahi dan kuping.
- Sensor elektroda kering yang berfungsi membaca aktivitas listrik sinyal otak.
- Pengiriman data melalui *Bluetooth.*
- Perangkat lunak dan perangkat keras *built in* yang mampu mengurangi dan memfilter setiap *electrical noise*.

- *ThinkGear Chip* yang berfungsi sebagai sirkuit pemroses sinyal dan penghasil output.

3.2.2 *Limit Switch*

Untuk menggerakan pergelangan Lengan robot naik dan turun (elevasi/depresi) perlu adanya sebuah sensor untuk kebutuhan akurasi. *Limit switch* akan mengindikasikan kapan motor harus berhenti ketika sudah sampai pada posisi yang dikehendaki, sehingga kesalahan pergesaran posisi motor bisa dikurangi. Penempatan limit switch pada alat disesuaikan dengan sistem mekanik lengan robot yang dibuat, seperti yang ditunjukan pada gambar 3.3.



Gambar 3. 2 Penempatan Limit Switch

3.2.3 Pemilihan Tipe Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan sebuah chip yang dapat diprogram untuk menghasilkan keluaran yang diinginkan dengan memasukkan program yang digunakan di dalam chip tersebut. Arduino Uno adalah mikrokontroler yang menggunakan *chip* berjenis AVR atmega 328 yang diproduksi oleh perusahaan

atmel, dalam penggunaannya arduino ini mudah digunakan dikarenakan sudah terdapat *bootloader* untuk menangani proses upload program dari komputer.

Tabel 3. 1 Perbandingan Tipe Mikrokontroler

Tipe	Arduino Uno 328	Arduino Mega 2560	Arduino Duemelanove 168
Tegangan	7-12V	7-12V	7-12V
Jumlah pin I/O	14	54	14
Pin Analog	6	16	6
RAM	2 Kb	8 Kb	1 Kb
Prosesor	16 MHz	16 MHz	16 MHz
EEPROM	1 Kb	4 Kb	512 bytes
Kapasitas Arus	40 mA	40 mA	40 mA
Harga	Rp 140.000, 00	Rp 220.000, 00	Rp 350.000, 00

Berdasarkan data perbandingan pada Tabel 3.1 diatas, mikrokontroler arduino uno dipilih karena dalam penggunaannya tidak banyak membutuhkan pin I/O dan memiliki kapasitas memori yang cukup sesuai dengan kebutuhan dan harga yang lebih murah dan terjangkau.

3.2.4 Pemilihan Tipe Motor Servo

Berikut adalah perbandingan beberapa tipe motor servo yang akan digunakan untuk perancangan mekanik Lengan robot.

Tabel 3. 2 Perbandingan Tipe Motor Servo

Tipe	SG-90	MG-995	DSS-M15
Berat	9 g	56 g	48 g
Torsi	1,6 kg/cm	9 kg/cm	10 kg/cm
Kecepatan	0,12 s/60deg	0,17 s/60deg	0,17 s/60deg
Tegangan Kerja	3,0 V-6,0 V	3,5 V-7,2 V	4,8 V-7,2V
Harga	Rp 50.000, 00	Rp 130.000, 00	Rp 265.000, 00

Berdasarkan tabel perbandingan tipe motor servo SG-90 dipilih sebagai aktuator penggerak jari-jari tangan robot karena lebih cepat (0,12 s/60degree), harga yang lebih murah (Rp 55.000,00), beratnya yang ringan (9 g) dan operating voltage yang lebih lebar. Dan untuk bagian lengan robot digunakan motor servo DSS-M15 yang memiliki torsi yang cukup besar, yaitu 10 kg/cm, motor servo ini dipilih juga karena menggunakan bahan metal gear yang dalam rancangan akan digunakan sebagai penggerak putaran Lengan (pronasi dan supinasi).

3.2.5 Pemilihan Tipe Penguat *Step Up*

Step up digunakan untuk menaikan tegangan. Penguat *step up* yang dipakai dalam sistem ini adalah jenis 150W *Boost Converter* DC-DC 10-32V *to* 12-35V *Step Up*. Dalam perancangan ini step up diperlukan untuk menaikan tegangan 12 DCV aki menjadi 20 DCV, Karena dalam perancangannya hanya menggunakan daya 12VDC sedangkan yang dibutuhkan lebih dari sumber yang ada, alasan memilih penguat 150W *Boost Converter* DC-DC 10-32V *to* 12-35V *Step Up* diantaranya:

- tegangan Input : 10-32 V
- tegangan Output : 12-35 V (adjustable)
- Output : 6A (MAX)
- Input Current : 10A (MAX)

3.2.6 Pemilihan Tipe Motor DC dan *Gearbox*

Motor dc berfungsi sebagai penggerak lengan dengan gerakan naik dan turun (elevasi/depresi), *gearbox* yang digunakan harus memiliki torsi yang besar, sehingga putaran motor dan *gearbox* tersebut mampu melakukan gerakan

(elevasi/depresi) ketika dalam keadaan membawa beban ataupun tanpa membawa beban pada Lengan robot.

3.2.7 Pemilihan Tipe Ic *Driver* Motor

Driver motor berfungsi untuk mengendalikan arah putaran motor DC dan juga kecepatan motor DC tersebut. Motor yang akan dikendalikan memiliki arus yang cukup kecil, sehingga *driver* motor yang digunakan harus mampu mengalirkan arus pada motor tersebut.

Tabel 3. 3 Perbanding Tipe Ic *Driver* Motor

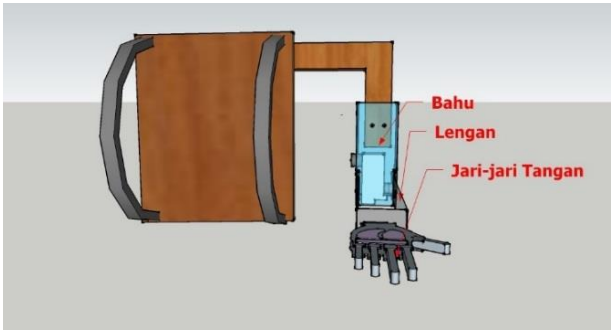
Tipe Ic	IC L293D	IC L298N
Arus Maksimal	1 A	4 A
Harga	Rp 18.000	Rp 23.000

Pada perancangan sistem Lengan robot empat pergerakan berdasarkan aktivitas gelombang otak ini, *driver* motor yang digunakan adalah IC L293D. Pemilihan tersebut berdasarkan nilai arus maksimum yang dapat dialirkan oleh IC L293D. Selain itu harga dari IC L293D yang relatif lebih murah

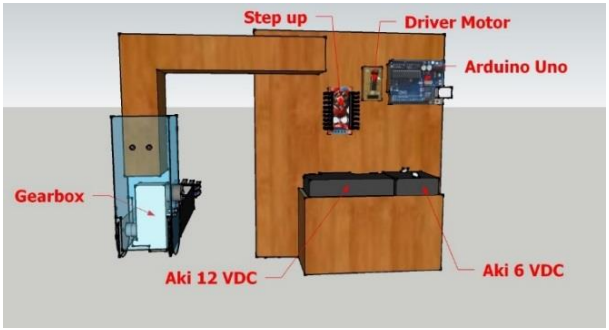
3.3 Perancangan Kontruksi Alat dan Tata Letak Komponen

Dalam perancangan Lengan robot empat pergerakan berdasarkan aktivitas gelombang otak, Lengan robot dirancang menyerupai Lengan manusia, namun pergerakan Lengan robot dibatasi hanya dengan empat pergerakan (flexi, ektensi, pronasi/supinasi dan elevasi/depresi), Lengan robot dirancang dengan ukuran menyerupai lengan manusia dewasa dengan skala 1:1 namun dalam perancangan lengan robot memiliki bagian tambahan yakni tas gendong sebagai tempat lengan robot dan sebagai tempat peletakan komponen. Pada Lengan robot ini, dibagian

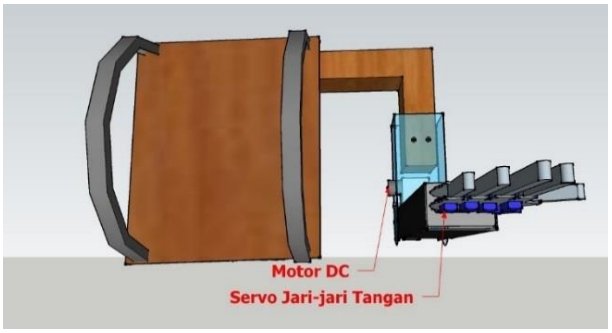
bawah telapak tangan terdapan 5 buas servo yang berfungsi untuk menggerakan ke lima jari yakni menggenggam dan membuka (flexi dan ektensi), serta pada bagian lengan bawah lengan robot terdapat satu buah servo yang berfungsi untuk menggerakan pergelangan lengan (pronasi dan supinasi). Pada bagian lengan atas robot terdapat *gearbox* beserta motor dc yang fungsinya untuk melakukan gerakan naik dan turun bagian lengan (elevasi dan depresi). Pada bagian lengan robot terdapat dua buah *limit switch* berfungsi sebagai batas atas dan bawah pergerakan lengan robot. Pada bagian belakang tas gendong lengan robot terdapat empat komponen utama yakni Arduino Uno, *driver* motor *gearbox*, penguat *step up* dan dua buah baterai 12 VDC dan 6 VDC sebagai sumber penggerak Lengan robot.



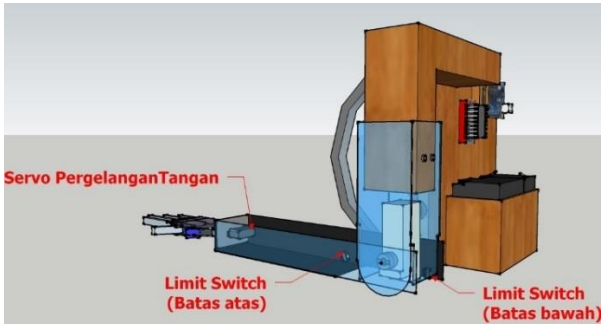
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 3. 3 Bentuk Mekanik Lengan Robot

Keterangan:

Gambar 3.7 (a) : dimensi tampak depan dan bagian bagian lengan robot.

Gambar 3.7 (b) : dimensi tampak belakang dan tata letak komponen

Gambar 3.7 (c) : dimensi tampak depan bagian bawah dan tata letak komponen penggerak jari dan bahu lengan robot

Gambar 3.7 (d) : dimensi tampak samping dan tata letak komponen

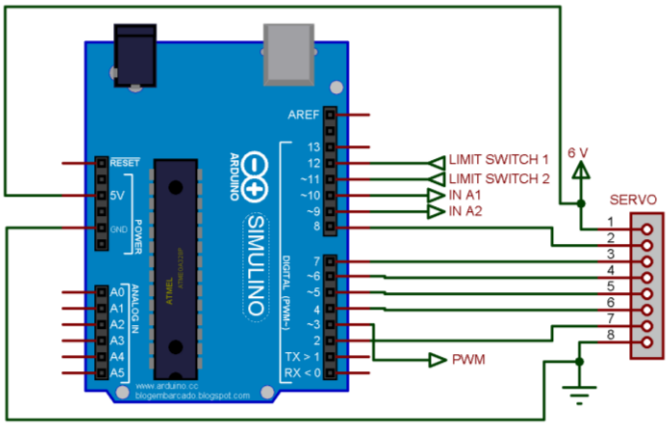
Lengan robot ini dirancang dengan beberapa bagian yakni jari-jari tangan, telapak tangan, lengan, bahu, tempat peletakan komponen dan tempat peletakan Lengan robot. Bagian jari-jari tangan terbuat dari *cable tie* yang terdiri dari ibu jari

(9 cm), jari telunjuk (15 cm), jari tengah (16,5 cm), jari manis (13,5 cm) dan kelingking (10 cm) dengan dilapisi dengan lem lilin agar menyerupai jari-jari tangan. Pada bagian telapak Lengan terbuat dari akrilik tebal 2 mm, panjang 11 cm dan lebar 15 akrilik dipilih Karena mudah dalam pembuatan bentuk lengan. Pada bagian lengan terbuat dari akrilik tebal 2 mm, agar lebih ringan dan mudah dalam pembentukan dengan ukuran panjang 17 cm dan lebar 8 cm. Bahu terbuat dari akrilik 3 mm ketebalan dipilih agar lebih kuat karena bagian ini menopang seluruh bagian lengan robot dengan panjang 20 cm dan lebar 4,5 cm.

Tempat peletakan komponen terbuat dari triplek tebal agar memudahkan dalam peletakan komponen. Pada bagian peletakan lengan robot terbuat dari kayu balok, material ini dipilih karena kuat, bentuknya yang menyerupai lengan manusia, dan ukurannya sama persis dengan desain lengan yang dibuat sehingga mempermudah dalam peletakan Lengan robot.

3.4 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

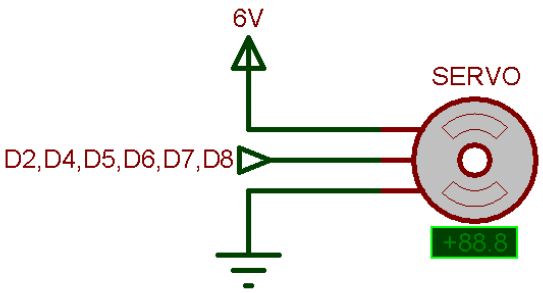
Pada perancangan perangkat keras (*hardware*) lengan robot empat pergerakan berdasarkan aktivitas gelombang otak ini, dilakukan perancangan terhadap sistem kontrol elektronik yang meliputi pembuatan rangkaian-rangkaian elektronik yang saling terintegrasi membentuk suatu sistem kendali dengan tujuan mengendalikan sistem kerja lengan robot yang dirancang agar dapat bekerja berdasarkan aktivitas gelombang otak.



Gambar 3. 4 Skematik Keseluruhan Rangkaian

3.4.1 Motor Servo

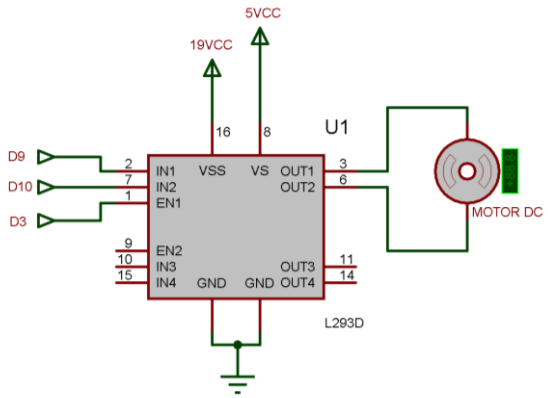
Dalam perancangan lengan robot emapat pergerakan berdasarkan aktivitas gelombang otak pada tugas akhir ini, digunakan motor servo sebagai penggerak jari-jari tangan dan pergelangan lengan untuk melakukan gerakan (flexi, ektensi, pronasi, dan supinasi). Motor servo yang digunakan adalah motor servo standard. Motor servo jenis ini hanya mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) dengan defleksi masing-masing sudut mencapai 90° sehingga total defleksi sudut dari kanan – tengah – kiri adalah 180°. Servo analog dan digital memiliki tiga kabel. Satu kabel untuk catu positif, biasanya DC 5-6 Volt. Kabel kedua untuk ground, dan kabel ketiga merupakan kabel sinyal. Mikrokontroler berkomunikasi dengan motor servo melalui kabel ini, yang mengirimkan sinyal berupa pulsa. Rangkaian dari motor servo ini dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3. 5 Rangkaian Motor Servo

3.4.2 *Driver* Motor

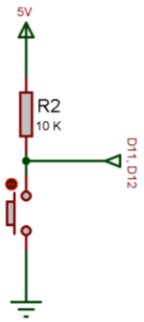
Pada rangkaian lengan robot empat pergerakan berdasarkan aktivitas gelombang otak, untuk rangkaian *driver* motor menggunakan IC L293D yang didalamnya terdapat dua kanal rangkaian H-bridge. Komponen ini bisa mengendalikan dua buah motor DC mulai dari mengatur kecepatan dan juga arah putaran motor DC. Dalam rangkaian tugas akhir ini hanya menggunakan rangkaian satu buah H-bridge untuk dapat menggendalikan satu motor. Selain itu IC L293D mampu mengalirkan tegangan sampai 36 VDC dengan arus sebesar 1,2A untuk tiap kanal. Rangkaian *driver* motor L293D dapat dilihat pada Gambar 3.6



Gambar 3. 6 Rangkaian *Driver* Motor Menggunakan L293D

3.4.3 *Pull Up Limit Switch*

Pada perancangan Lengan robot empat pergerakan berdasarkan aktivitas gelombang otak limit switch digunakan sebagai pembatas gerakan lengan robot. Limit switch atas digunakan untuk pembatas saat lengan robot bergerak keatas (elevasi), limit switch bawah digunakan untuk pembatas saat lengan bergerak kebawah (depresi), rangkaian *pull up* digunakan untuk mendapat kondisi nilai satu ketika *limit switch* tidak terhubung pada *ground*. Rangkain *pull up limit switch* dapat dilihat pada gambar 3.7

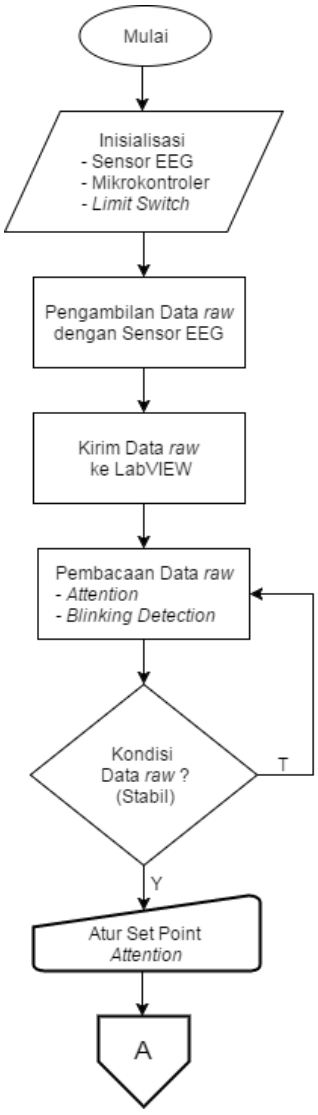


Gambar 3. 7 Rangkaian *Pull Up Limit Switch*

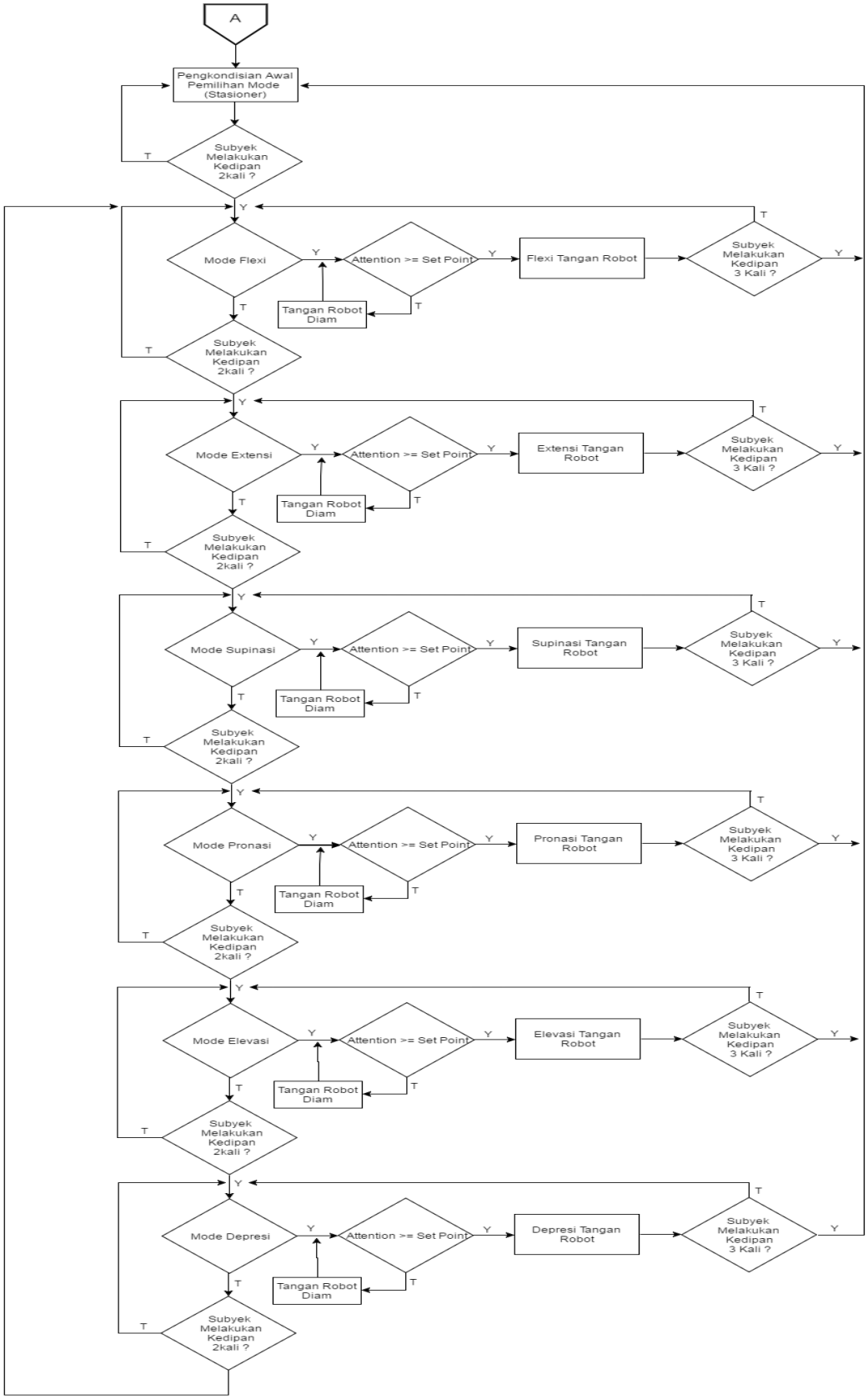
3.5 Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Pada perancangan perangkat lunak (*software*) ini akan menjelaskan semua fungsi dari aplikasi yang akan dibuat dan digunakan. kegiatan perancangan perangkat lunak (*software*) diperlukan perangkat yang secara cerdas dapat memproses data yang didapatkan dari sensor yang dijadikan sebagai input, sehingga menghasilkan suatu output sebagai hasil akhir dari rancangan alat yang dibuat. Perangkat lunak (*software*) yang akan digunakan dalam perancangan *software* adalah LabVIEW 2015. Dalam perancangan software ini terbagi menjadi beberapa bagian, yaitu langkah-langkah yang dilakukan dimulai dari inisialisasi

mikrokontroler dan sensor, kemudian proses pendeteksian data raw sensor EEG dilanjutkan dengan pengiriman data menuju LabVIEW untuk diproses agar dapat mengetahui gerakan apa yang harus dilakukan.



Gambar 3. 8 Diagram Alir Awal Pergerakan Lengan Robot Berdasarkan Aktivitas Gelombang Otak.



Gambar 3. 9 Diagram Alir Pergerakan Lengan Robot.

Pada gambar 3.8 merupakan diagram alir awal pada sistem Lengan robot empat pergerakan berdasarkan aktivitas gelombang otak. Diagram di atas menjelaskan secara singkat langkah-langkah yang dilakukan dimulai dari inisialisasi mikrokontroler dan sensor, pengambilan data raw dengan sensor EEG dilanjutkan dengan pengiriman data menuju LabVIEW untuk diproses agar dapat melakukan pembacaan data raw (*attention* dan *blinking detection*) sehingga dapat diketahui kondisi data raw (stabil) dan selanjutnya mengatur nilai *attention*.

Pada gambar 3.9 merupakan diagram alir pergerakan lengan robot empat pergerakan berdasarkan aktivitas gelombang otak, pertama yaitu pemilihan mode pergerakan Lengan robot dengan melakukan 2 kali kedipan, untuk memilih gerakan apa yang akan dilakukan (fleki, ektensi, pronasi/supinasi dan elevasi/depresi), ketika pemilihan gerakan sudah dilakukan maka selanjutnya berkonsentrasi (*attention*) agar dapat memenuhi nilai *set point* yang telah ditentukan, maka lengan robot akan bergerak sesuai dengan mode yang telah dipilih dan selanjutnya melakukan kedipan dua kali untuh pemilihan mode pergerakan atau tiga kali untuk kembali pada kondisi awal pemilihan mode.