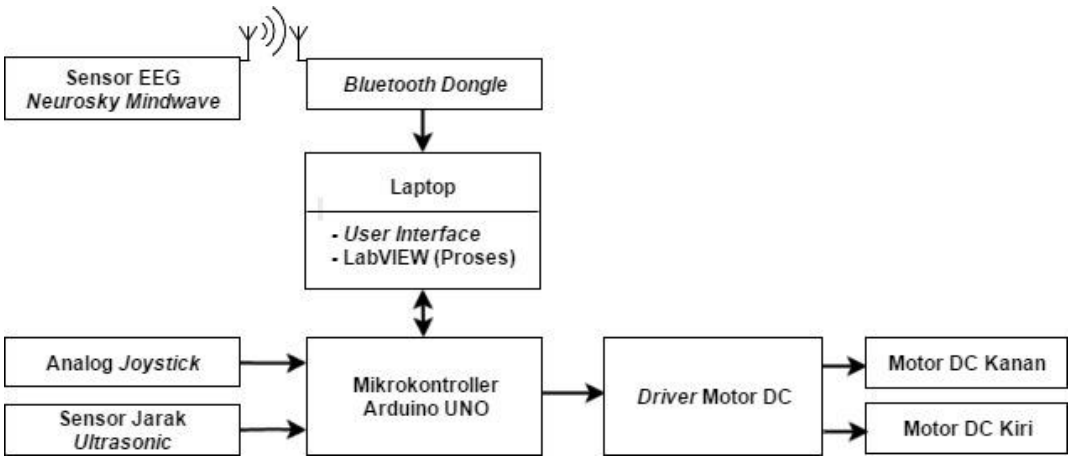
BAB III

PERANCANGAN ALAT

Perancangan merupakan tahapan-tahapan penting dalam penelitian ini, berupa serangkaian kegiatan guna merealisasikan suatu sistem yang dapat bekerja dengan baik dan sistematik, pada bab ini juga dijelaskan mengenai perancangan *hardware* dan *software* beserta alasan dalam pemilihan komponen yang sesuai dengan penelitian ini.

3.1 Perancangan Sistem

Awal dari suatu perancangan sistem adalah menetapkan blok diagram sistem yang akan dibangun, pada umumnya suatu blok diagram terdiri dari bagian masukan (*input*), proses dan bagian keluaran (*output*) dari sistem pengendalian kursi elektrik berdasarkan spektrum gelombang otak sensor EEG (Elektroensefalogram), yang ditunjukkan pada **Gambar 3.1** dibawah ini.



Gambar 3. 1 Blok Diagram Sistem

Pada **Gambar 3.1** di atas terdapat tiga bagian utama sistem, bagian masukan terdiri dari sensor EEG sebagai sensor pendeteksi gelombang otak, Analog *Joystick* sebagai kendali secara manual, dan sensor jarak *ultrasonic*. Selanjutnya adalah bagian proses yang dihubungkan melalui konektivitas *wireless* melalui bluetooth dengan sensor EEG, terdiri dari *personal computer* selaku perangkat yang mengeksekusi program LabVIEW sebagai pemroses data dari komponen-komponen masukan (*input*) dan diteruskan ke sistem mikrokontroler sebagai jembatan ke kendali keluaran (*output)* berupa *driver motor* dan dua buah aktuator motor DC.

Berikut adalah fungsi dan penjelasan dari masing-masing bagian utama blok diagram sistem pengendalian kursi elektrik berdasarkan spektrum gelombang otak sensor EEG (elektroensefalogram):

3.1.1 Bagian Masukan (*Input)*

1. Sensor EEG *Neurosky Mindwave*

Sensor EEG merupakan sensor yang dapat mendeteksi gelombang otak berupa gejala elektris disekitar dahi dan daun telinga yang diterima oleh elektroda, Sinyal otak yang terbaca oleh sensor ini sangatlah kecil, yaitu dalam satuan mikro *Volt*. Jenis sensor EEG yang digunakan pada penelitian ini menggunakan EEG buatan *NeuroSky Mindwave* dimana jumlah elektroda yang disediakan berjumlah 2 elektroda yakni di bagian dahi dan daun telinga pengguna.



Gambar 3. 2 Bentuk Fisik Sensor EEG *NeuroSky*

Cara pemasangan perangkat *headset* mobile EEG ini yakni menempatkan salah satu sensor elektrode bagian atas ke dahi sebelah kiri dan elektrode lainnya dijepit ke daun telinga pengguna. Adapun data yang dikeluarkan oleh Sensor EEG ini adalah suatu besaran sinyal disaat pengguna dalam keadaan *attention, meditation* dan berkedip yang kemudian besaran ini diperoses lebih lanjut sebagai sistem pengendali.

2. Analog *Joystick*

Pengontrol ini berfungsi sebagai kendali secara manual menggunakan tangan agar dapat menggerakkan kursi roda dengan mudah ketika sensor EEG sedang tidak digunakan dan difungsikan pula sebagai pembanding dalam melakukan analisis lebih lanjut terhadap pengendalian menggunakan sensor EEG.

Komponen yang digunakan pada penelitian ini yakni *module Joystick* dual axis yang terdiri dari 2 potensiometer sumbu x secara horizontal dan sumbu y secara vertikal yang diimplementasikan untuk merubah arah gerak kursi roda baik maju, mundur, belok kiri/kanan.

3. Sensor Jarak *Ultrasonic*

Komponen masukan sensor jarak *ultrasonic* yang digunakkan pada penelitian ini berfungsi sebagai pengaman untuk menghentikan laju kursi roda ketika ada penghalang benda padat yang terdeteksi oleh sensor ≤ 50 cm terhadap kursi roda, sensor ini dapat difungsikan agar terus aktif selama sistem sedang berjalan supaya subjek merasa aman dalam mengoprasikan sistem.

3.1.2 Bagian Proses

Pada bagian proses di penelitian ini menggunakan Laptop dan Mikrokontroler Arduino, kedua perangkat ini sangat penting dan saling berkaitan dimana perangkat laptop berfungsi untuk melakukan pemrosesan sinyal data *RAW* yang dikirim oleh perangkat sensor EEG melalui komunikasi *serial bluetooth* yang tertanam di *NeuroSky* EEG sebagai *transmitter* dengan *bluetooth dongle* sebagai *receiver* yang dipasangkan di PC. Hasil pemrosesan sinyal digital tersebut diakuisisi oleh pemrograman kendali kursi roda yang telah dirancang pada LabVIEW dan melakukan tugas untuk mengendalikan kursi roda. Data dari pemrograman LabVIEW kemudian dikirim melalui komunikasi serial USB ke Arduino yang difungsikan sebagai jembatan dengan bantuan program interaksi Makerhub LINX untuk meneruskan informasi antara data masukan (pin digital & analog Arduino) ke LabVIEW dan keluaran (pin digital & PWM Arduino) dari LabVIEW.

3.1.3 Bagian Keluaran (*Output)*

Bagian keluaran (*output*) terdiri dari driver motor yang berfungsi untuk men-*drive* sebuah motor DC dan motor DC sebagai aktuator. Berikut masing-masing penjelasannya:

1. *Driver* Motor DC

Driver motor berfungsi meneruskan perintah yang diterima mikrokontroler ke motor DC. Perintah tersebut dapat berupa arah putaran motor (searah/berlawanan arah jarum jam) dan kecepatan yang telah diatur oleh PWM, driver motor juga berperan menyalurkan daya dari baterai ke Motor DC sesuai dengan kebutuhan beban.

2. Motor DC Kanan/Kiri

Motor DC berfungsi sebagai penggerak arah dari kursi roda ini baik maju, mundur dan berbelok ke kanan/kiri, motor DC yang digunakan pada penelitian ini berjumlah 2 yang diletakkan di bagian kiri dan kanan kursi roda yang kemudian dihubungkan pada gear roda belakang dengan rantai.

3.2 Pemilihan Komponen

Pemilihan jenis komponen dalam perancangan dan pembuatan sebuah penelitian mutlak dilakukan karena berdampak langsung pada tingkat efisiensi dan efektifitas perangkat yang dibuat. Beberapa hal yang perlu diperhatikan diantaranya kualitas bahan, kesesuaian, tingkat kecepatan saat komponen bekerja, bentuk serta ukuran dimensi komponen yang digunakan.

3.2.1 Pemilihan Sensor EEG

Sensor EEG digunakan sebagai instrumentasi untuk mengendalikan sistem kendali kursi roda elektrik, yakni dengan mendeteksi gelaja elektris di bagian kepala, pada penelitian ini sensor EEG yang digunakan adalah sensor EEG buatan *NeuroSky*, yakni *Mindwave Mobile NeuroSky* perangkat instrumentasi ini dipilih karena sistem EEG yang sudah *built-in* adapun kelebihan dari perangkat ini diantaranya:

1. Hanya menggunakan 2 buah elektroda sebagai sensor yang diletakkan di dahi dan di daun telinga.
2. Data *raw* yang dihasilkan oleh sensor ini cukup akurat walau hanya mengandalkan 2 buah sensor elektroda.
3. Perangkat yang sudah dilengkapi bagian penguat dan *filter* untuk memperoleh data *raw*.
4. Kemudahan dalam konektivitas secara *wireless* ke sistem pemrosesan, karena telah terintegrasi dengan *module bluetooth*.

3.2.2 Pemilihan Komponen Sensor Jarak *Ultrasonic*

Penelitian ini membutuhkan komponen sensor jarak *ultrasonic* yang difungsikan sebagai pengaman terhadap halangan di dekat kursi roda, sensor yang dibutuhkan berjumlah 2 ditempatkan dibagian depan dan belakang, ketika ada halangan dinding didepan maka yang mendeteksi sensor jarak bagian depan begitupun sebaliknya terhadap sensor bagian belakang. Berikut ini adalah tabel perbandingan jenis sensor jarak yang akan dipilih untuk digunakan pada penelitian ini.

Tabel 3. 1 Perbandingan Sensor Jarak *Ultrasonic*

Spesifikasi	**Tipe Sensor Jarak**	
	HCSR-04	**HY-SRF05**
Arus	2 mA	2 mA
Tegangan Kerja	5 VDC	5 VDC
Sudut Deteksi	15 *Degree*	15 *Degree*
Jarak Deteksi	2 cm – 450 cm	2 cm – 450 cm
Tingkat Presisi	3 mm	5 mm
Jumlah Pin	4 (VCC, Echo, Trigger, GND)	5 (VCC, Echo, Trigger, OUT, GND)

Dilihat berdasarkan **Tabel 3.1** perbandingan antara kedua sensor jarak tersebut memiliki perbedaan tidak terpaut jauh, masing-masing memiliki sudut dan jarak deteksi yang sama, perbedaannya hanya pada tingkat presisi dan jumlah pin yang digunakan. Berdasarkan uraian tabel diatas, dipilih sensor jarak HCSR-05 dikarenakan memiliki tingkat hingga 3mm dan hanya membutuhkan 4 pin saja untuk menghemat penggunaan pin pada arduino.

3.2.3 Pemilihan Komponen Mikrokontroler

Komponen mikrokontroler digunakan untuk mengeksekusi data dari PC yang kemudian digunakan untuk mengendalikan Motor DC melalui *driver* motor, kemudian menerima data dari sensor jarak dan *Joystick* yang merupakan salah satu masukan selain sensor EEG yang diproses oleh pemrograman LabVIEW. Pada penelitian ini jenis mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino karena memiliki fitur yang lengkap dan lebih efektif dibandingkan mikrokontroler konvensional yang perlu ditambahkan rangkaian pendukung secara terpisah, adapun berbagai jenis Arduino yang ditemui dipasaran memiliki spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 3. 2 Perbandingan Jenis Arduino

Spesifikasi	**Tipe Arduino**	
	Uno	**Mega 2560**
Digital I/O Pins	14 (6 PWM)	54 (16 PWM)
Analog Input Pins	6	16
Clock Speed	16 MHz	16 MHz
Flash Memory	32 kb	256 kb
SRAM	2 kb	8 kb
EEPROM	1 kb	4 kb
Dimension	68.6 mm x 53.4 mm	101.52 mm x 53.3 mm

Berdasarkan data spesifikasi yang ditampilkan pada **Tabel 3.2**, pada perancangan alat ini, jumlah pin digital yang dibutuhkan untuk motor *driver*

adalah 6 buah termasuk 2 pin untuk PWM, dan 2 buah pin analog sebagai masukan untuk *module Joystick dual axis*, dari kebutuhan *port* yang tidak terlalu banyak dan flash memory untuk *script* program tidak menghabiskan kapasitas yang besar, maka pemilihan tipe arduino yang dipilih adalah Arduino UNO karena dari segi kinerja kecepatan *clock speed* antara arduino UNO dengan Arduino MEGA adalah sama yakni 16 MHz dan dari segi efisiensi ukuran dimensi Arduino UNO lebih kecil namun tidak ringkih sehingga tidak menghabiskan *space* saat penerapan di kusi roda.

3.2.4 Pemilihan Komponen Driver Motor

Rangkaian *driver* motor yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *H-Bridge*, *H-Bridge* adalah sistem kontrol motor DC dengan metode jembatan (*Bridge*). Pada rangkaian ini membutuhkan komponen berupa transistor MOSFET, komponen ini dipilih karena memiliki keunggulan dibandingkan IC Driver atau komponen yang lain karena sanggup melewati arus beban yang besar, dan dapat juga berfungsi sebagai pengatur PWM pada kecepatan putaran motor DC.

Tabel 3. 3 Perbandingan Jenis Komponen Driver Motor

Spesifikasi	**MOSFET N-Channel**		
	L298	**Relay**	**MOSFET**
Tegangan Maksimal	46 V	30 V	55 V
Arus Maksimal	4 A	10 A	49 A

Pada **Tabel 3.3** diatas terlihat terlihat perbedaan spesifikasi berdasarkan tegangan kerja dan arus yang mampu dilewati, dalam hal ini arus yang harus diperhatikan karena tegangan yang dibutuhkan konstan, yakni 12 V DC. Komponen driver menggunakan MOSFET dipilih karena mampu melewati arus yang besar agar Motor DC dapat bekerja sesuai dengan kebutuhan daya tanpa

harus terjadi *over heat* karena melebihi beban kerja maksimum pada komponen MOSFET.

3.2.5 Pemilihan Motor DC

Motor DC digunakan sebagai aktuator untuk menggerakkan arah kursi roda. Dalam sistem ini menggunakan 2 buah motor DC yang ditempatkan di bagian kiri dan kanan kursi roda yang dihubungkan dengan poros *gear* roda lalu dihubungkan dengan rantai. Adapun tujuan utama pemilihan Motor DC untuk penelitian ini yakni mampu membawa beban pengguna kursi roda, yang memiliki *Gearbox* dengan torsi cukup besar, dan sudah dilengkapi dengan sistem pengereman *Internal* oleh mekanisme *Gearbox* ketika Motor DC tidak di berikan daya. Spesifikasi Motor DC yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Tegangan Kerja : 12 V DC
2. Arus Kerja : 3.3 A
3. *Working Torque* : 5N.m
4. *Working Speed* : 30 rpm

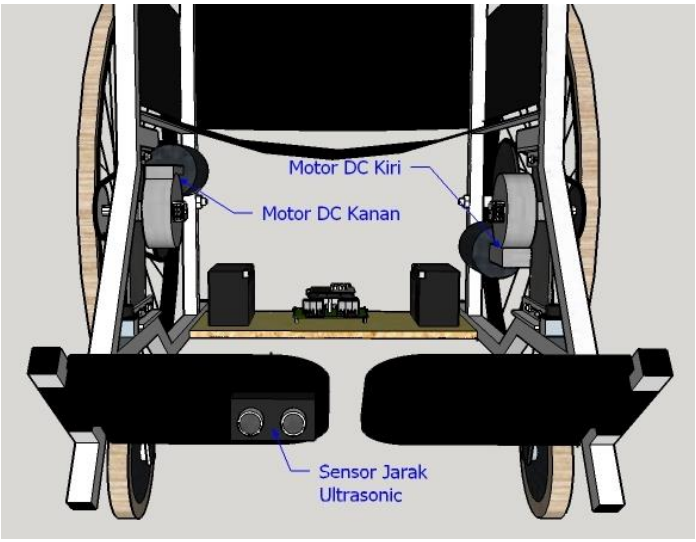
3.2.6 Pemilihan Komponen Baterai

Komponen baterai merupakan sumber catu daya untuk menggerakkan aktuator pada kursi roda ini, Pemilihan baterai akumulator dipilih karena baterai jenis ini mampu memberikan *supply* arus yang lebih besar dibandingkan dengan baterai biasa, hingga saat ini banyak beragam jenis baterai akumulator yang beredar di pasaran, diantaranya akumulator kering atau basah. keduanya merupakan jenis baterai akumulator yang dapat diisi ulang kembali (*rechargeable*).

Pada penelitian ini menggunakan baterai akumulator kering hal ini dikarenakan baterai jenis ini bebas pe*raw*atan dibandingkan dengan yang basah karena harus memerhatikan volume dari cairan elektrolit didalamnya. Selain itu dari segi kapasitas baterai antara akumulator motor dan mobil berbeda, dimana akumulator mobil kapasitasnya lebih besar dan bobotnya akan lebih besar dibandingkan motor, pada penelitian ini menggunakan akumulator motor karena bobotnya yang ringan agar tidak menambah beban kinerja motor DC.

3.3 Perancangan Konstruksi dan Tata Letak Komponen Kursi Roda

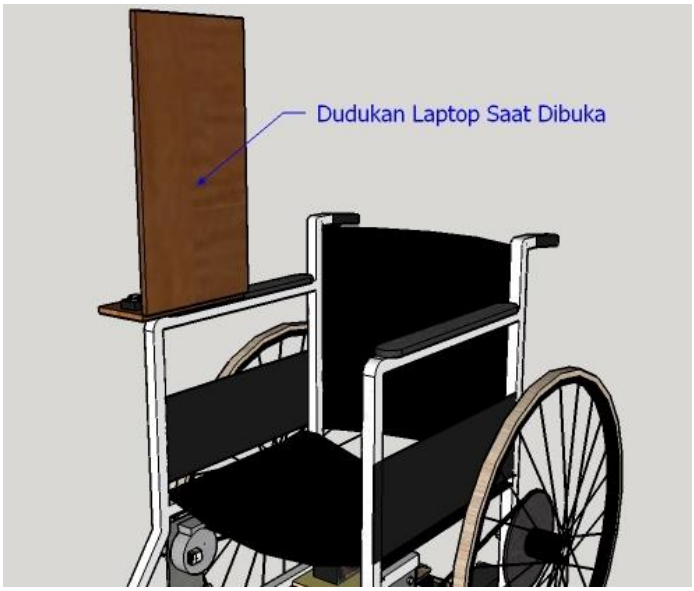
Dalam penelitian ini rancangan konstruksi kursi roda dibangun dengan memanfaatkan kursi roda konvensional yang dipilih karena memiliki konstruksi kuat, mudah didapat dengan harga terjangkau dan tentu saja diharapkan mampu digunakan oleh subjek penderita difabel. Pada kursi roda ini juga ditambahkan beberapa komponen utama agar dapat dioperasikan secara elektris.



Gambar 3. 3 Dimensi Bagian Depan Tampak Bawah Kursi Roda



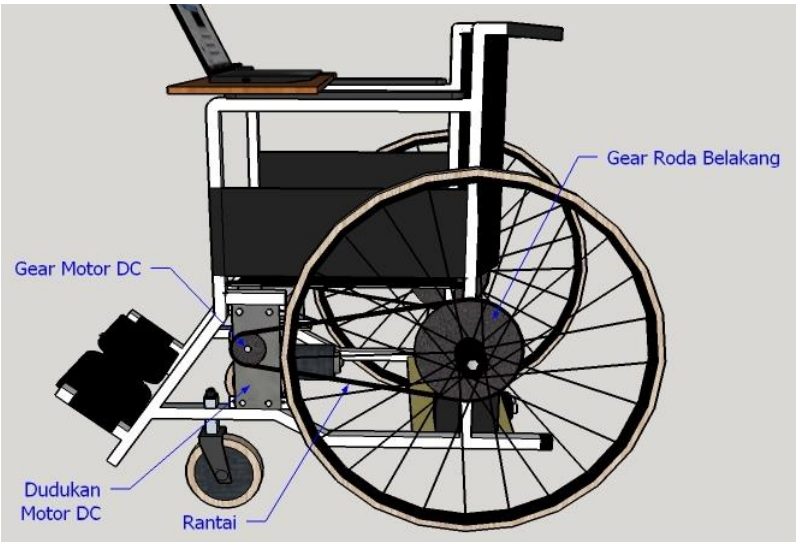
Gambar 3. 4 Dimensi Keseluruhan Bagian Depan Kursi Roda



Gambar 3. 5 Dimensi Bagian Depan Saat Dudukan Laptop Dibuka

Pada bagian depan kursi roda terlihat pada **Gambar 3.3** terdapat komponen sensor jarak *ultrasonic* untuk mendeteksi halangan didepan, juga 2 buah motor DC yang ditempatkan dibawah jok kursi roda pada bagian kiri maupun kanan, dilihat dari **Gambar 3.4** yang menunjukkan bahwa tepat di hadapan subjek pengguna terdapat laptop sebagai pusat pengendalian dan juga analog *Joystick*

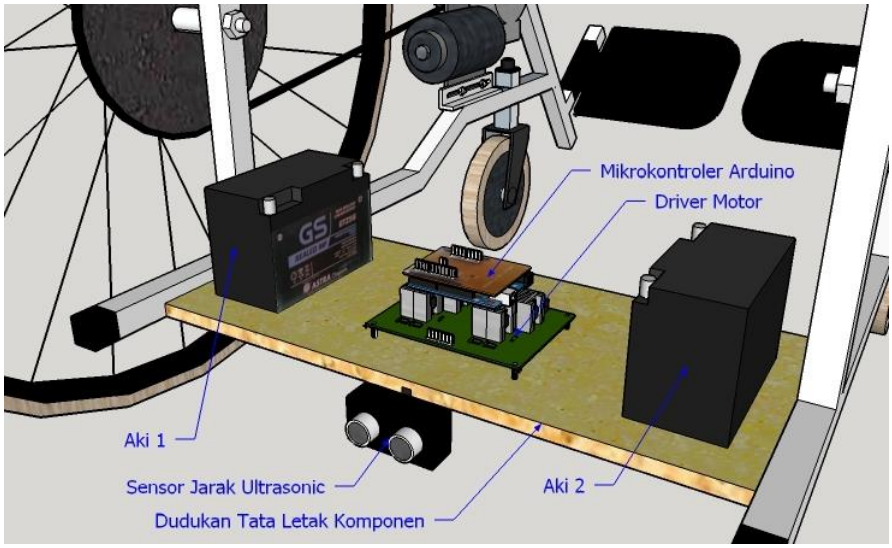
untuk menggerakkan kursi roda secara manual, kedua komponen ini ditempatkan disebuah papan sebagai dudukan yang dapat dibuka dengan cara melipat keatas supaya subjek pengguna mudah untuk duduk di kursi roda seperti terlihat pada **Gambar 3.5**.



Gambar 3. 6 Dimensi Tampak Samping Kursi Roda

Pada bagian samping kursi roda yang ditunjukkan pada **Gambar 3.6** baik bagian kiri ataupun kanan terdapat *sprocket gear* Motor DC dan *Sprocket Gear* roda belakang yang dihubungkan dengan rantai, kelebihan menggunakan penghubung rantai karena dapat digunakan untuk menyalurkan daya yang lebih besar, transmisi tanpa slip dan keausan kecil pada bantalan. Penempatan motor DC berada di depan putaran poros roda utama, diprioritaskan agar posisi rantai dapat sejajar antar *gear* depan dan belakang. Selain itu penempatan motor DC bagian kiri dan kanan diletakkan di bawah jok kursi roda ini agar motor dapat ditempel dengan mudah pada rangka kursi roda konvensional, disisi lain penempatan ini aman bagi pengguna maupun sistem penggerak itu sendiri saat kursi roda beroperasi. Penempatan *gear* pada Motor DC haruslah sejajar dengan

gear belakang agar transmisi tenaga dapat terdistribusi dengan baik ke roda belakang, dudukan Motor DC terbuat dari plat besi yang rigid agar *gear* tidak terjadi gerak tambahan selain gerak berputar pada porosnya, fungsi lain dudukan motor DC ini adalah dapat mengatur jarak antara titik poros *gear* depan dan belakang supaya rantai bisa diatur tingkat fleksibilitasnya.



Gambar 3. 7 Dimensi Bagian Belakang dan Tata Letak Komponen

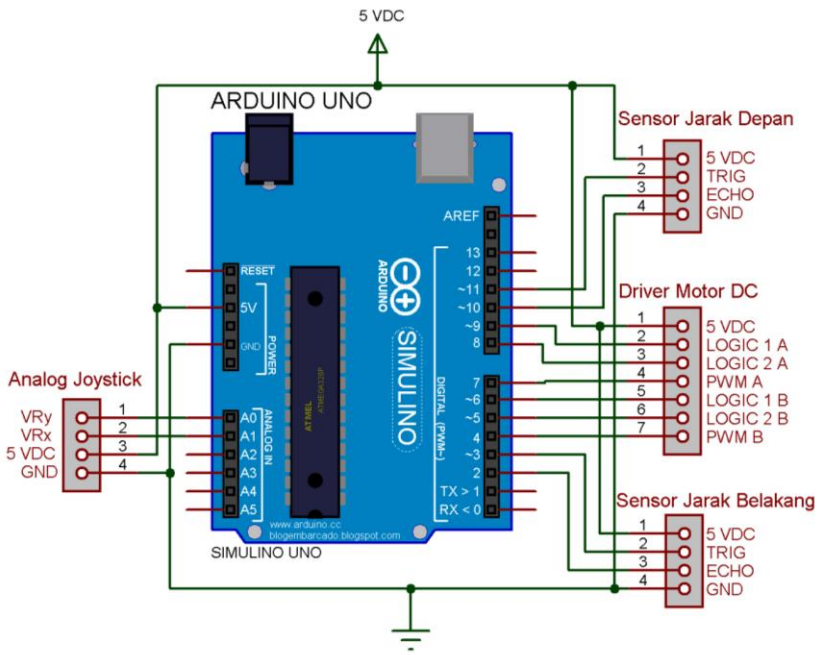
Penempatan komponen-komponen pada konstruksi kursi roda sangat perlu dipertimbangkan agar sistem dapat bekerja dengan baik tanpa terganggu oleh keberadaan komponen itu sendiri. Pada dimensi bagian belakang kursi roda ini, komponen yang diletakkan pada konstruksi kursi roda antara lain, dua buah aki, motor *driver*, mikrokontroler dan sensor jarak *ultrasonic*. Penempatan beberapa komponen yang ada pada kursi roda ini berada sejajar dengan poros sumbu roda belakang, hal ini supaya beban berat yang dimiliki oleh masing-masing komponen dapat didistribusikan langsung oleh ban belakang agar tetap seimbang.

3.4 Perancangan *Hardware*

Pada perancangan *hardware* untuk penelitian ini, dilakukan beberapa perancangan sistem kendali yang terdiri dari pembuatan rangkaian-rangkaian elektronik yang saling terintegrasi membentuk sistem kendali dengan tujuan mengendalikan kursi roda berdasarkan masukan dari sensor EEG.

3.4.1 Rangkaian Keseluruhan Sistem Mikrokontroler

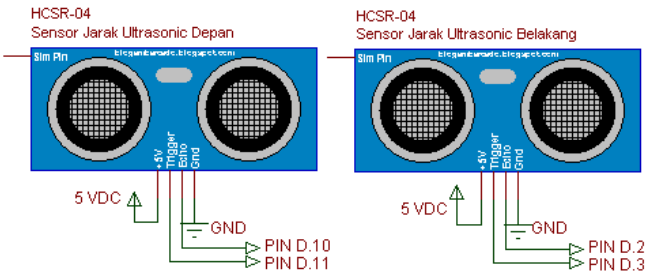
Rangkaian sistem mikrokontroler pada penelitian ini difungsikan sebagai perantara komunikasi yang dihubungkan melalui kabel data serial antara *hardware* dengan pusat kendali pada pemrograman kendali pada LabVIEW. Mikrokontroler ini menggunakan Arduino yang memiliki port I/O baik digital maupun analog yang berfungsi untuk menerima masukan (*input*) seperti masukan dari sensor jarak *ultrasonic*, analog *Joystick* dan keluaran (*output*) ke *driver* motor DC. **Gambar 3.8** Berikut adalah rangkaian keseluruhan sistem dari mikrokontroler.



Gambar 3. 8 Skematik Rangkaian Keseluruhan Sistem Mikrokontroler

3.4.2 Sensor Jarak *Ultrasonic*

Pada penelitian ini sensor jarak *ultrasonic* pada perancangan kursi roda digunakan sebagai pendeteksi penghalang tembok. Pada perancangan ini digunakan dua buah sensor jarak ultrasonic, dimana ultrasonic 1 ditempatkan dibagian depan dan ultrasonic 2 ditempatkan dibagian belakang. Berikut adalah skematik dari masing-masing sensor yang ditunjukkan pada **Gambar 3.8**.

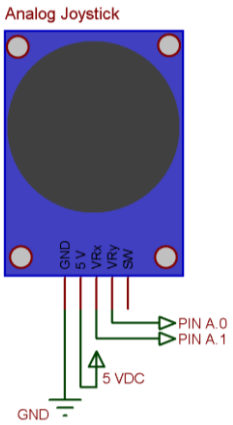


Gambar 3. 9 Skematik Sensor Jarak *Ultrasonic*

Sensor Ultrasonic HCSR-04 ini memiliki 4 buah pin yakni Echo, Trigger, dua diantaranya adalah pin daya 5 VDC dan GND yang diambil dari Arduino yang menyediakan pin daya sebesar 5V, Hasil output dari sensor *Ultrasonic* berupa sinyal digital sehingga dapat langsung diproses oleh mikrokontroler.

3.4.3 Analog *Joystick*

Modul analog *Joystick* pada penelitian ini adalah sebuah komponen masukan yang difungsikan untuk mengendalikan arah kursi roda, baik maju belok kiri/kanan dan mundur, tersusun dari dua buah potensiometer sumbu vertikal dan horizontal, keluaran dari komponen ini berupa besaran sinyal analog yang akan dibaca oleh mikrokontroler sebagai kendali kursi roda.



Gambar 3. 10 Skematik Analog *Joystick*

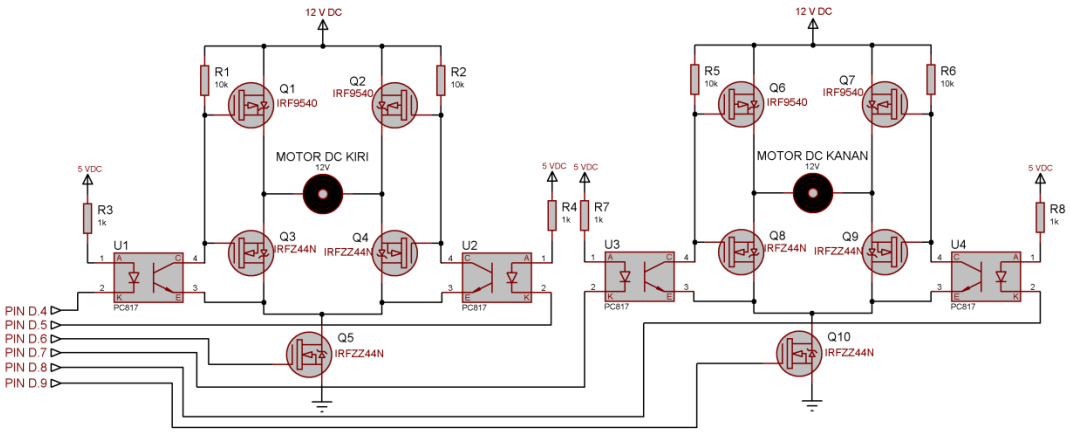
Pada **Gambar 3.10** menunjukkan skematik Analog *Joystick* yang merupakan koneksi dengan mikrokontroler arduino sebagai input, dimana output dari pin VRx terhubung ke pin analog 1 pada arduino untuk membaca gerakkan horizontal *Joystick* sedangkan output dari VRy terhubung ke pin analog 0 pada arduino untuk membaca gerakkan vertikal *Joystick*.

3.4.4 *Driver* Motor DC

Rangkaian driver motor DC yang dirancang pada penelitian ini berdasarkan metode *H-Bridge* (Jembatan), driver *H-Bridge* pada dasarnya menggunakan *power driver transistor*, rangkaian ini dapat mengendalikan arah putaran maksimal pada motor DC dalam 2 kondisi baik searah jarum jam atau berlawanan arah jarum jam dengan memberikan *input* berupa logika *High* atau *Low* maupun kendali kecepatannya menggunakan metode PWM.

Driver motor DC *H-Bridge* ini dapat juga dibangun menggunakan 4 buah transistor yang berfungsi layaknya sebuah *switch* untuk mengendalikan arah putar sebuah motor DC. Dalam penelitian ini menggunakan sistem *driver* MOSFET *Dual H-bridge*, hal ini karena dirancang menggunakan metode *H-Bridge* dengan transistor MOSFET (*Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor*) yang

dapat mengendalikan dua buah motor DC, penerapan menggunakan transistor MOSFET karena transistor jenis ini mampu dilewati arus yang besar saat berfungsi sebagai switch pada rangkaian *H-Bridge*. Rancangan skematik *driver Dual H-Bridge* yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada **Gambar 3.11** sebagai berikut:

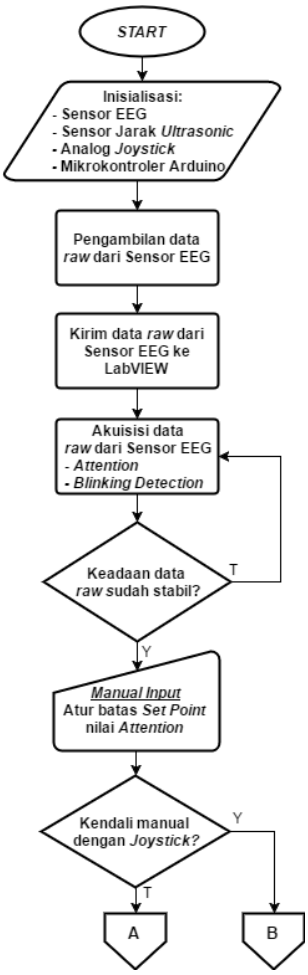


Gambar 3.11 Rangkaian Driver Motor *H-Bridge* dengan MOSFET.

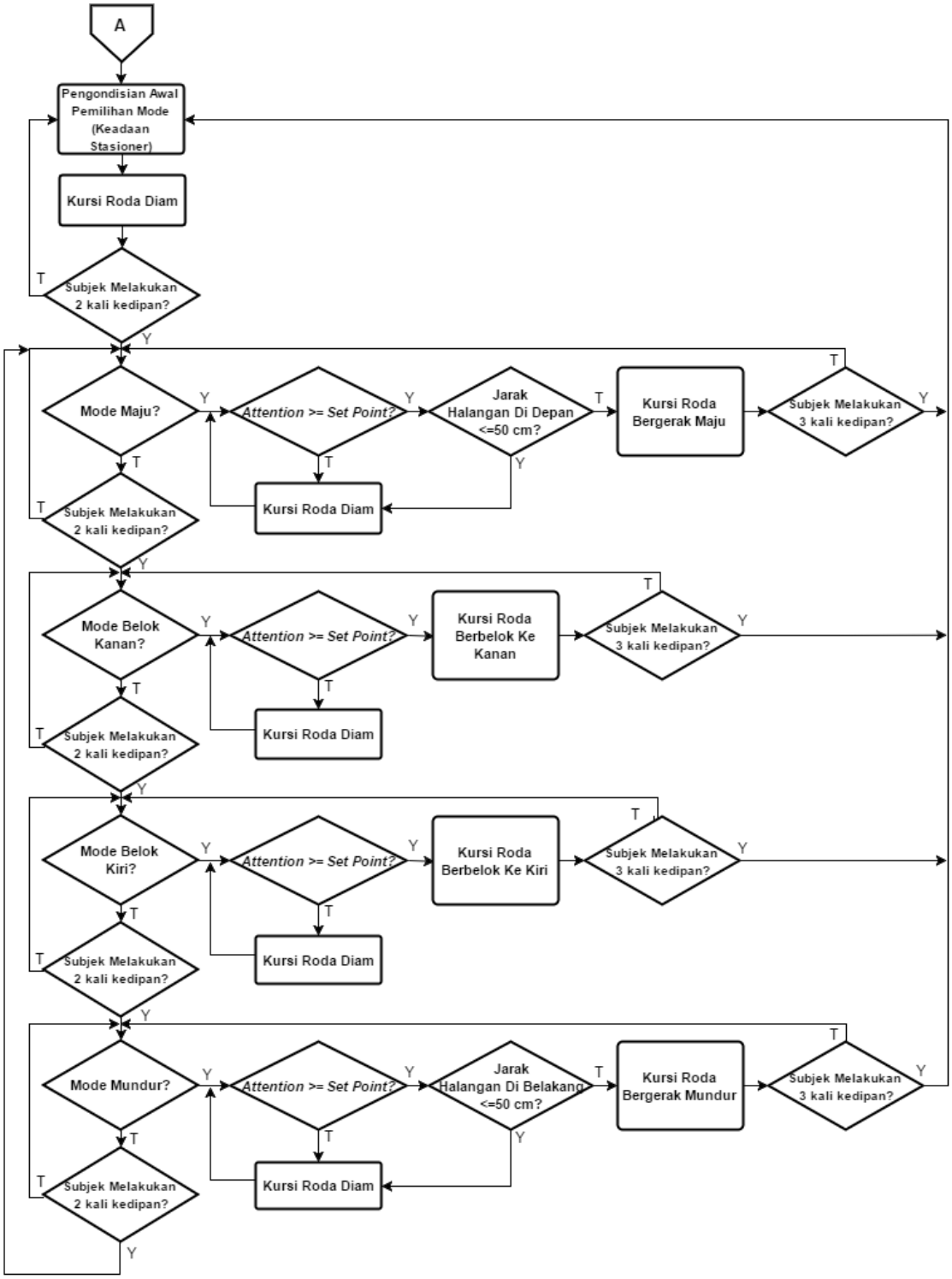
MOSFET yang digunakan adalah jenis IRF9540 (*P-Channel*) dan IRFZ44N (*N-Channel*). Diketahui MOSFET jenis ini memliki 3 pin yaitu *Gate*, *Drain*, dan *Source*. Secara garis besar, MOSFET mengalirkan arus dari pin *drain* ke pin *source* sehingga arus aktif MOSFET biasa diketahui yakni Arus *Drain-Source* (IDS), sehingga memungkinkan adanya IDS negatif. MOSFET *N-Channel* dan *P-Channel* memiliki kinerja yang komplemen. MOSFET N akan aktif jika Tegangan pada *Gate-Source* tidak sama dengan nol atau sebesar 10V untuk jenis MOSFET IRF9540 sedangkan untuk MOSFET *P-Channel* aktif saat Tegangan pada Gate-Source sama dengan -10V karena IDS *P-Channel* diketahui Negatif. Sistem kinerja ini yang berfungsi layaknya switch pada rangkaian *H-Bridge* untuk mengerakkan arah putar motor DC baik searah/berlawanan arah jarum jam.

3.5 Perancangan *Software*

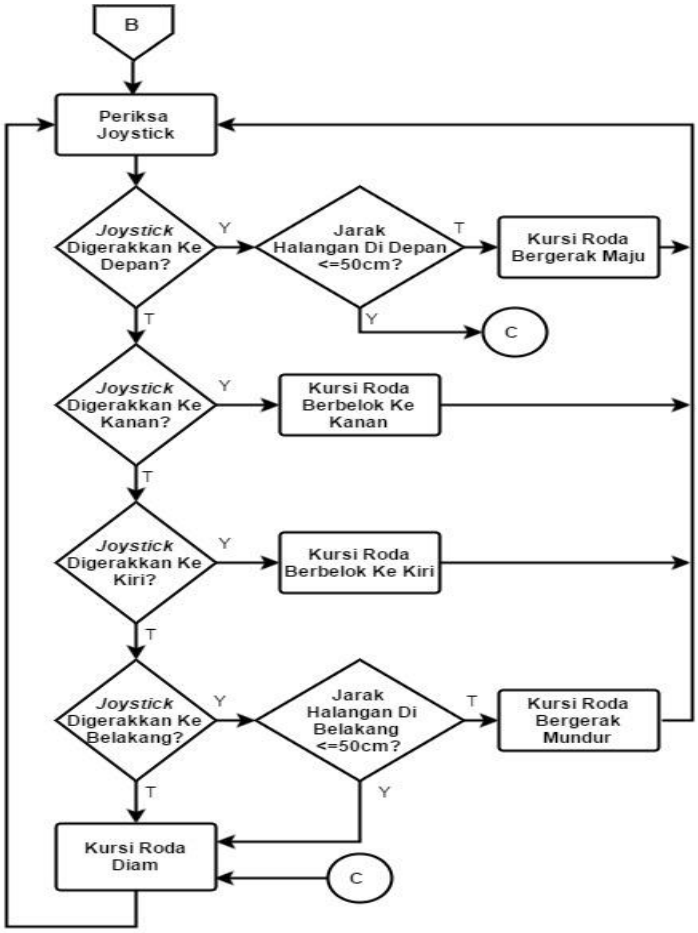
Dalam pembuatan program sebagai kendali pergerakkan kursi roda elektrik yang dirancang, dibutuhkan sebuah alur penyelesaian masalah melalui pembuatan algoritma dalam bentuk diagram alir (*flowchart*) untuk menganalisis respon pergerakkan arah kursi roda terhadap masukan pengendalian. Setiap masukan akan diterima oleh *software* LabVIEW yang kemudian diproses, dan akan menentukan keluaran dari sistem. *Flowchart* ini dirancang menggunakan aplikasi Draw.io, yang mengacu pada referensi standar ISO untuk semua komponen *flowchart*-nya. Berikut adalah susunan diagram alir pengendalian kursi roda.



Gambar 3. 12 *Flowchart* Awal Prosedur Pengendalian Kursi Roda.



Gambar 3. 13 *Flowchart* Pengendalian Kursi Roda dengan Sensor EEG.



Gambar 3. 14 *Flowchart* Pengendalian Kursi Roda dengan *Joystick.*

Gambar-gambar diatas adalah diagram alir (*flowchart*) yang merupakan proses dari kerja sistem pengendalian kursi roda. Untuk diagram alir yang dijabarkan pada **Gambar 3.12** merupakan langkah-langkah awal yang dilakukan, dimulai dari inisialisasi dari beberapa data masukan seperti sensor EEG, sensor jarak *ultrasonic dan* analog *Joystick*, yang kemudian data masukan tersebut akan diproses pada pemrograman LabVIEW dan Mikrokontroler Arduino. Kemudian dilanjutkan dengan pengambilan data *raw* sensor EEG hingga diperoleh beberapa data, data yang dipilih hanya mengacu pada 2 parameter, yakni nilai *Attention* dan data kedipan dari subjek pengguna, lalu kedua data tersebut dikirim ke pemrograman LabVIEW dan diakuisisi menjadi data numerik, tujuan data tersebut

diakuisisi adalah agar dapat diproses dan dimanipulasi oleh pemrograman komputer sebagai kendali gerakkan kursi roda, dalam langkah awal ini juga perlu dimasukan batas *Set Point* nilai *Attention* secara manual oleh pengguna berdasarkan parameter nilai *Attention* yang terbaca oleh sensor EEG. Sistem kendali ini dibagi menjadi dua bagian dapat dikendalikan dengan sensor EEG atau dengan Analog *Joystick*.

Pada Diagram Alir yang dijabarkan di **Gambar 3.13** merupakan kendali kursi roda berdasarkan spektrum gelombang otak yang dideteksi oleh sensor EEG, terdiri dari pemilihan mode dari keadaan awal mode stasioner (kursi roda dalam keadaan diam), mode untuk maju, mode berbelok ke kanan/kiri dan mode mundur, mode ini dipilih ketika subjek pengguna berkedip sebanyak dua kali, dan untuk kembali ke mode stasioner agar kursi roda tidak bergerak, maka subjek harus berkedip sebanyak tiga kali, jika subjek melakukan jumlah kedipan selain itu, maka sistem tidak akan memindah mode. Setelah memilih mode pergerakkan, untuk menggerakkan kursi roda, akan bergerak apabila nilai *attention* melebihi atau sama dengan nilai dari *Set Point* yang ditentukan, khusus untuk bergerak maju/mundur jika ada halangan yang terdeteksi oleh sensor *Ultrasonic* bagian depan/belakang yang berjarak <= 50 cm dari kursi roda, maka kursi roda akan berhenti.

Diagram Alir pada **Gambar 3.14** adalah prosedur untuk menggerakkan arah kursi roda berdasarkan dari masukan modul analog *Joystick*, dimana arah pergerakkan kursi roda sesuai dengan arah tuas *Joystick* jika subjek pengguna memilih opsi kendali manual pada perograman LabVIEW.