

**RANCANG BANGUN MODUL SISTEM KENDALI PADA KURSI  
RODA PENYANDANG CACAT MENGGUNAKAN  
JOYSTICK DAN ANDROID**

**PROYEK AKHIR**

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan  
Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Diusulkan Oleh :

Ego	NIM: 0031837
Fasaluna Bawanda	NIM: 0021840
Wahyu Ri Yadi	NIM: 0031858

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI  
BANGKA BELITUNG  
TAHUN 2021**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**RANCANG BANGUN MODUL SISTEM KENDALI PADA KURSI  
RODA PENYANDANG CACAT MENGGUNAKAN  
JOYSTICK DAN ANDROID**

Oleh:

EGO/0031837

FASALUNA BAWANDA/0021840

WAHYU RI YADI/0031858

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan  
Program Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

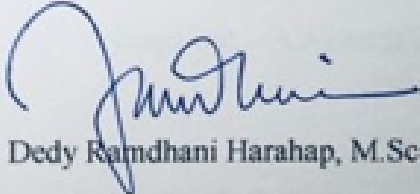
Menyetujui,

Pembimbing 1




Aan Febriansyah, M.T.

Pembimbing 2



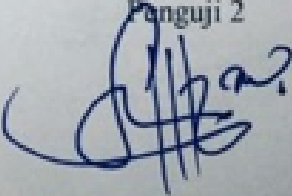
Dedy Ramdhani Harahap, M.Sc.

Penguji 1



Indra Dwisaputra, M.T.

Penguji 2



Subkhan, M.T.

## PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa 1	: Ego	NIM :	0031837
Nama Mahasiswa 2	: Fasaluna Bawanda	NIM :	0021840
Nama Mahasiswa 3	: Wahyu Ri Yadi	NIM :	0031858

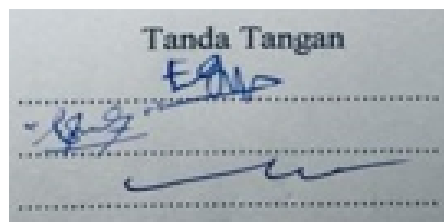
Dengan Judul : Rancang Bangun Modul Sistem Kendali Pada Kursi Roda  
Penyandang Cacat Menggunakan Joystick Dan Android

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja penulis sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini penulis buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, penulis bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 4 Agustus 2021

Nama Mahasiswa

1. Ego
2. Fasaluna Bawanda
3. Wahyu Ri Yadi



Tanda Tangan

The image shows a document with the title "Tanda Tangan" (Signatures) at the top. Below the title, there are three handwritten signatures in blue ink, each on a line of a dotted signature strip. The signatures are written over the dotted lines.

## **ABSTRAK**

*Kursi roda merupakan alat bantu yang diperuntukkan bagi orang yang tidak mampu berjalan ataupun kesulitan dalam berjalan. Pada teknologi sekarang ini, perkembangan pergerakan kursi roda bisa menggunakan manual maupun menggunakan pergerakan otomatis. Mahalnya harga kursi roda otomatis membuat jarang orang menggunakannya, terutama di wilayah Bangka Belitung. Berdasarkan kebutuhan tersebut, maka dibuat rancangan modul kursi roda elektrik dengan harga yang terjangkau yang bisa dikontrol melalui joystick atau android. Perancangan kursi roda elektrik ini mengacu pada metodologi perancangan VDI 2222 yang memiliki empat tahapan, yaitu merencana, mengkonsep, merancang dan penyelesaian. Kursi roda elektrik ini diprogram menggunakan mikrokontroler Arduino Mega dan bluetooth hc-05. Selain kursi roda bisa digerakkan menggunakan joystick atau android terdapat juga beberapa penambahan fitur, yaitu sandaran kepala dan sandaran kaki.*

Kata kunci : *kursi roda, kursi roda elektrik, Arduino, Bluetooth hc-05, motor DC*

## ***ABSTRACT***

*A wheelchair is a tool intended for people who are unable to walk or have difficulty walking. The development of wheelchair movement can use manual or automatic movement. The high price of automatic wheelchairs make it rare for people to use them, especially in Bangka Belitung area. Base on these needs, an affordable elektrik wheelchair module was designed that can be controlled via joystick or android. The design of this electric wheelchair refers to the VDI 2222 design methodology which has four stages, namely planning, conceptualizing, design and completing. This electric wheelchair is programmed using Arduino Mega microcontroller and bluetooth hc-05. Wheelchair can be moved using joystick or android, there are also several additional features, namely headrest and footrest.*

*Keywords: wheelchair, electric wheelchair, Arduino, Bluetooth hc-05 and DC motor*

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur bagi Allah atas ridhonya penulis dapat menyelesaikan laporan proyek akhir ini dengan baik. Laporan proyek akhir ini ditujukan untuk memenuhi syarat dan kewajiban mahasiswa untuk menyelesaikan kurikulum program pendidikan Diploma III di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Penulis memahami tanpa bantuan, doa, dan bimbingan dari semua orang terdekat akan sangat sulit untuk menyelesaikan laporan proyek akhir ini. Maka dari itu penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya atas dukungan dan kontribusi kepada;

1. Kedua orang tua yang tidak pernah berhenti memberi dukungan, materi, dan moral.
2. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng. Ph.D selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
3. Bapak Pristiansyah, M.Eng. selaku Kepala Jurusan Teknik Mesin.
4. Bapak M. Haritsah Amrullah, M.Eng. selaku Kepala Prodi perancangan mekanik.
5. Bapak M. Iqbal Nugraha, M.Eng. selaku Kepala Jurusan Teknik Elektronika dan Informatika.
6. Bapak Ocsirendi, M.T. selaku Kepala Prodi Teknik elektronika.
7. Bapak Aan Febriansyah, M.T. selaku pembimbing 1 dari program studi teknik elektronika.
8. Bapak Dedy Ramdhani Harahap, M.Sc. selaku pembimbing 2 dari program studi Perancangan Mekanik.
9. Dewan penguji atas kontribusinya untuk menyempurnakan makalah ini.

10. Seluruh dosen pengajar di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah banyak membantu dalam penyelesaian proyek akhir ini.
11. Rekan-rekan mahasiswa yang telah banyak membantu dalam penyelesaian proyek akhir ini.
12. Pihak-pihak lain yang telah memberikan bantuan secara langsung maupun tidak langsung dalam pembuatan proyek akhir yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa laporan proyek akhir ini masih jauh dari sempurna terutama dari segi isi maupun rancangan karena keterbatasan waktu dan hambatan yang penulis hadapi. Oleh sebab itu penulis mengharapkan masukan dari pembaca agar dapat menjadi bahan pertimbangan penulis untuk menyempurnakan laporan proyek akhir ini.

Semoga laporan proyek akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan juga pembaca. Terima kasih

Sungailiat, 4 Agustus 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT.....	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan dan Batasan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Proyek Akhir .....	3
BAB II LANDASAN TEORI.....	4
2.1 Kursi Roda .....	4
2.2 Metodologi Perancangan VDI 2222 .....	4
2.3 Komponen Elektronik .....	6
2.3.1 Arduino Mega .....	6
2.3.2 Motor DC .....	6
2.3.3 Bluetooth .....	7
2.3.3.1 Bluetooth HC - 05 .....	7



2.3.4 Joystick .....	9
2.3.5 Driver Motor IBT - 02 .....	9
2.4 Elemen Mesin .....	10
2.4.1 Elemen Transmisi .....	10
2.4.1.1 Rantai-Sprocket .....	10
2.4.2 Elemen Pengikat .....	10
2.4.2.1 Baut dan Mur .....	10
2.5 Perhitungan Elemen Mesin .....	11
2.5.1 Perhitungan Daya Motor .....	11
2.5.2 Perhitungan Reduksi Putaran .....	11
2.5.3 Perhitungan Daya Rencana (Pd) .....	11
2.5.4 Perhitungan Momen Rencana .....	12
2.5.5 Perhitungan Bahan Poros .....	12
2.5.6 Perhitungan Diameter Poros .....	12
2.5.7 Perhitungan Sprocket Besar .....	12
2.5.8 Perhitungan Kecepatan Rantai .....	13
2.5.9 Perhitungan Panjang Rantai .....	13
2.5.10 Perhitungan Jarak Sumbu Poros .....	13
BAB III METODE PELAKSANAAN .....	14
3.1 Diagram Alir Pembuatan Alat .....	14
3.2 Tahapan Penelitian .....	15

3.2.1 Pengumpulan Data .....	15
3.2.2 Perancangan Kursi Roda .....	15
3.2.2.1 Perancangan Kursi Roda .....	15
3.2.2.2 Perancangan Sistem Kontrol .....	15
3.2.3 Pembuatan Alat .....	15
3.2.4 Perakitan Alat .....	16
3.2.5 Uji Coba .....	16
3.2.6 Kesimpulan .....	16
<b>BAB IV PEMBAHASAN .....</b>	<b>17</b>
4.1 Pendahuluan .....	17
4.2 Menganalisis .....	17
4.2.1 Analisa Pengembangan Awal .....	17
4.2.2 Pengumpulan Data .....	17
4.3 Mengkonsep .....	18
4.3.1 Daftar Tuntutan .....	18
4.3.2 Metode Penguraian Fungsi .....	19
4.3.2.1 Black box .....	19
4.3.2.2 Tuntutan Fungsi Bagian .....	20
4.3.3 Alternatif Fungsi Bagian .....	21
4.3.4 Pembuatan Alternatif Keseluruhan .....	26
4.3.5 Varian Konsep .....	27

4.3.6 Penilaian Varian Konsep .....	30
4.3.6.1 Kriteria Penilaian .....	30
4.3.6.2 Penilaian Aspek Teknis .....	31
4.3.6.3 Penilaian Aspek Ekonomis .....	31
4.3.7 Keputusan .....	31
4.3.8 Diagram Blok Hardware .....	32
4.4 Perancangan Alat .....	33
4.4.1 Perancangan Kontrol Elektronik .....	33
4.4.1.1 Flowchart Pergerakan Motor DC Menggunakan Joystick .....	34
4.4.1.2 Flowchart Pergerakan Motor DC Menggunakan Android .....	35
4.5 Perakitan Alat .....	36
4.6 Analisa Perhitungan .....	39
4.6.1 Perhitungan Daya Motor .....	39
4.6.2 Perhitungan Daya Rencana .....	39
4.6.3 Perhitungan Momen Rencana .....	40
4.6.4 Perhitungan Bahan Poros .....	40
4.6.5 Perhitungan Diameter Poros .....	41
4.6.6 Pemilihan Sementara Rantai .....	41
4.6.7 Perhitungan Jarak Bagi dan Diameter Luar Sprocket .....	42
4.6.8 Pemeriksaan Bahan Poros .....	42
4.6.9 Perhitungan Kecepatan Rantai .....	42

4.6.10 Daerah Kecepatan Rantai .....	43
4.6.11 Penentuan Nomor Rantai dan Perhitungan Panjang Rantai .....	43
4.6.12 Perhitungan Jarak Sumbu Poros .....	44
4.6.13 Perhitungan Beban Pada Sandaran Kepala .....	44
4.6.14 Perhitungan Torsi Yang Dibutuhkan Kursi Roda .....	45
4.7 Uji Coba .....	47
4.7.1 Uji Coba Fungsionalitas Sistem Kendali Joystick .....	47
4.7.2 Uji Coba Fungsionalitas Sistem Kendali Bluetooth .....	48
4.7.3 Uji Coba Kemampuan Membawa Beban Pada Motor .....	49
4.7.4 Uji Coba Jangkauan Konektivitas Bluetooth .....	50
4.7.5 Uji Coba Kecepatan Motor Terhadap PWM .....	50
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	52
5.1 Kesimpulan .....	52
5.2 Saran .....	52
DAFTAR PUSTAKA.....	53

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Daftar Tuntutan dan Keinginan .....	18
Tabel 4.2 Deskripsi Fungsi Bagian .....	20
Tabel 4.3 Alternatif Fungsi Sandaran Kepala .....	21
Tabel 4.4 Alternatif Fungsi Sandaran Kaki .....	22
Tabel 4.5 Alternatif Fungsi Bracket Motor .....	23
Tabel 4.6 Alternatif Fungsi Power Storage .....	24
Tabel 4.7 Alternatif Fungsi Bracket Joystick.....	25
Tabel 4.8 Kotak Morfologi .....	26
Tabel 4.9 Skala Penilaian Konsep .....	30
Tabel 4.10 Kriteria Penilaian Teknis .....	31
Tabel 4.11 Kriteria Penilaian Ekonomis .....	31
Tabel 4.12 Perakitan Alat .....	36
Tabel 4.13 Uji Coba Sistem Kendali Joystick .....	47
Tabel 4.14 Uji Coba Sistem Kendali Android (Bluetooth) .....	48
Tabel 4.15 Uji Coba Pembebanan Pada Motor .....	49
Tabel 4.16 Uji Coba Jangkauan Konektivitas Bluetooth .....	50
Tabel 4.17 Uji Coba Kecepatan Motor Terhadap PWM .....	51

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kursi Roda Manual .....	1
Gambar 2.1 Arduino Mega .....	6
Gambar 2.2 Motor DC .....	7
Gambar 2.3 <i>Bluetooth</i> HC - 05 .....	9
Gambar 2.4 <i>Joystick</i> .....	9
Gambar 2.5 <i>Driver</i> Motor .....	9
Gambar 2.6 Rantai-Sprocket .....	10
Gambar 2.7 Jenis Baut .....	10
Gambar 2.7 Jenis Mur .....	11
Gambar 3. 1 Diagram Skema Metode Pelaksanaan .....	14
Gambar 4. 1 Diagram Blackbox Kursi Roda Elektrik .....	19
Gambar 4.2 Skematika Perancangan Kursi Roda Elektrik .....	19
Gambar 4. 3 Diagram Fungsi Bagian .....	20
Gambar 4. 4 Varian Konsep 1 .....	28
Gambar 4. 5 Varian Konsep 2 .....	29
Gambar 4. 6 Varian Konsep 3 .....	30
Gambar 4. 7 Diagram Penilaian Varian Konsep .....	32
Gambar 4. 8 Diagram Rangkaian Kontrol .....	32
Gambar 4. 9 Flowchart Pergerakan Motor DC Menggunakan <i>Joystick</i> .....	34

Gambar 4. 10 Flowchart Pergerakan Motor DC Menggunakan Android .....	35
Gambar 4. 11 Simulasi Pembebanan .....	45
Gambar 4. 12 Uji Coba Sistem Kendali Joystick .....	48
Gambar 4. 13 Uji Coba Sistem Kendali Bluetooth .....	49
Gambar 4. 14 Uji Coba Kecepatan Motor Terhadap PWM .....	51

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup .....
Lampiran 2 Faktor Penilaian .....
Lampiran 3 Referensi Perhitungan Rantai Sprocket .....
Lampiran 4 Rangkaian Listrik .....
Lampiran 5 Program Joystick dan Android .....
Lampiran 6 Gambar Kerja .....



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kursi roda merupakan alat bantu yang diperuntukkan bagi orang yang tidak mampu berjalan ataupun kesulitan dalam berjalan. Terdapat banyak kasus penyebab seseorang menggunakan kursi roda. Contohnya, kursi roda digunakan oleh orang yang mengalami cedera kaki sehingga kesulitan untuk berjalan, maka kursi roda hanya akan digunakan sampai cedera kaki orang tersebut sembuh. Pada kasus selanjutnya, kursi roda yang digunakan oleh lansia yang kekuatan fisiknya mulai menurun, sehingga kursi roda hanya akan digunakan sebagai alat bantu mobilitas. Kasus lainnya adalah, kursi roda digunakan oleh penyandang cacat sehingga kursi roda akan selalu digunakan dalam kesehariannya.



Gambar 1.1 Kursi Roda Manual

Pada perkembangan teknologi sekarang ini, pergerakan kursi roda telah dikembangkan dengan menggunakan penggerak manual dan otomatis. Contoh pergerakan otomatis adalah dengan menggunakan *joystick* dan *android*.

Berdasarkan penelusuran diatas, maka perlu dibuat kursi roda yang cocok untuk digunakan di wilayah Bangka Belitung. Dimana kondisi masyarakat di Bangka Belitung rata-rata berada di kalangan menengah kebawah. Harga yang cukup mahal menjadi salah satu alasan mengapa tidak ada keluarga atau orang yang menggunakan kursi roda otomatis. Hal ini menjadi tantangan bagi peneliti untuk menyediakan kursi roda yang mampu dibeli oleh para keluarga yang ada di Bangka Belitung dengan harga yang terjangkau. Namun tidak mengurangi kualitas dari kursi roda yang dapat digunakan secara otomatis dengan sistem *joystick* dan *android*.

Kursi roda yang akan dirancang nantinya akan dilengkapi dengan sistem kendali menggunakan joystick dan android sebagai penggerak dengan biaya yang lebih murah dibandingkan dengan kursi roda otomatis yang ada dipasaran tanpa mengubah konstruksi rangka dari kursi roda standar. Disamping itu, pemasangan dan pembongkaran modul yang mudah, serta bisa dilakukan pemasangan tanpa menggunakan alat bantu khusus menjadi salah satu keunggulan dari kursi roda ini. Penambahan fitur-fitur lainnya seperti sandaran kepala dan sandaran kaki yang dapat diatur membuat kursi roda ini semakin nyaman digunakan oleh banyak pengguna yang membutuhkannya.

## **1.2 Rumusan dan Batasan Masalah**

Berikut ini adalah rumusan yang menjadi permasalahan dalam proyek akhir ini:

1. Bagaimana merancang kursi roda dengan pergerakan otomatis tanpa mengubah konstruksi rangka standar dari kursi roda.
2. Bagaimana merancang dan membuat modul sistem kendali menggunakan *joystick* dan *android*.
3. Bagaimana merakit dan mengkonstruksikan modul sistem kendali menggunakan *joystick* dan *android* pada konstruksi rangka standar kursi roda.

Adapun batasan dalam permasalahan pada proyek akhir ini diantaranya adalah kursi roda yang dirancang nantinya akan dikhususkan untuk

penyandang disabilitas yang tangannya masih bisa digerakkan dengan baik. Kecepatan kursi roda dapat diatur hingga maksimal 20 Km/jam. Disamping itu, modul sistem kendali yang dibuat hanya dapat dipasang pada 1 jenis konstruksi rangka kursi roda yang sama.

### **1.3 Tujuan Proyek Akhir**

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam proyek akhir “Rancang Bangun Modul Sistem Kendali Pada Kursi Roda Penyandang Cacat Menggunakan Joystick dan Android”, adalah:

1. Merancang kursi roda dengan pergerakan otomatis tanpa merubah konstruksi rangka standar kursi roda dengan menerapkan metode perancangan VDI 2222.
2. Merancang dan membuat modul sistem kendali menggunakan *joystick* dan *android*.
3. Merakit dan mengkonstruksikan modul sistem kendali menggunakan *joystick* dan *android* pada konstruksi rangka standar kursi roda.

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 Kursi Roda**

Kursi roda adalah alat bantu yang digunakan oleh orang yang mengalami kesulitan berjalan baik dikarenakan oleh penyakit, cedera, maupun cacat. Alat ini bisa digerakkan dengan didorong oleh pihak lain, bisa juga digerakkan menggunakan tangan, atau dengan pergerakan otomatis.

Kursi roda elektrik ini menggunakan sistem kendali *joystick* dan android yang bisa digerakkan oleh orang lain. Kontrol gerak motor oleh *joystick* dan android menggunakan *microcontroller*.

#### **2.2 Metodologi Perancangan VDI 2222**

Metode perancangan *Verein Deutsche Ingenieuer* (VDI 2222) adalah metode yang disusun oleh persatuan insinyur jerman. Berikut ini 4 (empat) tahapan perancangan dengan menggunakan metode VDI 2222.

##### **1. Merencana / menganalisa**

Adalah kegiatan pertama dari tahapan perancangan dengan metode VDI 2222. Tahapan ini bertujuan untuk mendefinisikan pekerjaan yang akan dilakukan dengan mengetahui lebih jauh mengenai permasalahan pada produk, memudahkan desainer untuk mencapai tujuan desain, dengan mengumpulkan data pendukung, seperti wawancara, penelusuran di internet, jurnal, dan lainnya.

##### **2. Mengkonsep**

Pada tahap ini dikembangkan beberapa konsep produk yang dapat memenuhi persyaratan yang sesuai dengan daftar tuntutan. Konsep produk ini menunjukkan bentuk dasar dan ukuran produk, tetapi tidak diperlukan nilai pengukuran yang detail.

a. Daftar Tuntutan

Daftar ini berisi persyaratan yang harus dipenuhi oleh rancangan. Daftar tuntutan dibagi menjadi tiga, yaitu tuntutan utama, sekunder dan keinginan.

b. Menguraikan Fungsi

Hal yang didapatkan untuk hal ini adalah uraian fungsi bagian mesin. Langkah awal yang dapat dilakukan adalah membuat analisa *blackbox* dan dilanjutkan dengan membuat ruang lingkup perancangan dan diagram fungsi bagian.

c. Membuat alternatif fungsi bagian

Pada tahap ini, desainer membuat desain alternatif konsep untuk setiap fungsi bagian yang telah ditentukan sebelumnya. Pada alternatif konsep ini diperlukan hanya ukuran dasar dan bentuknya saja, tidak perlu mencantumkan ukuran detail. Minimal harus ada 3 (tiga) alternatif konsep untuk melakukan penilaian konsep.

d. Membuat varian Konsep

Pada tahap ini, dibuat sebuah rancangan sesuai dengan masing-masing alternatif fungsi bagian yang telah dipasangkan sebelumnya.

e. Penilaian varian konsep

Pada tahap ini, penilaian varian konsep dilakukan dengan mempertimbangkan aspek teknis serta aspek ekonomi dari setiap konsep/ untuk mempermudah proses penilaian maka perlu menentukan bobot kebutuhan dari masing-masing fungsi bagian.

3. Merancang

Merancang adalah tahap penggambaran benda berdasarkan hasil dari penilaian konsep rancangan. Hal yang perlu diperhatikan dalam merancang adalah aspek-aspek ekonomis, elemen mesin, material, ergonomi dan aspek lainnya. Pada tahap ini, akan dilakukan optimasi rancangan secara menyeluruh pada varian konsep yang terpilih. Optimasi yang dilakukan

dapat berupa merancang komponen pelengkap produk, ataupun melakukan perbaikan rancangan. Hasil akhir dari tahap ini adalah berupa rancangan yang lengkap dan siap dituangkan kedalam gambar kerja.

#### 4. Penyelesaian Rancangan

Pada tahap ini, akan dilakukan pembuatan gambar kerja dan gambar susunan produk. Kemudian akan dilanjutkan dengan penyelesaian dokumen seperti etiket, penunjukan khusus, nomor bagian, daftar bagian dan lainnya.

### 2.3 Komponen Elektronik

#### 2.3.1 Arduino Mega

Arduino adalah mikrokontroler atau pengendali mikro papan tunggal yang bersifat open source. Arduino merupakan platform komputasi open source yang berdasarkan papan I/O sederhana dan lingkungan pengembangan yang mengimplementasikan bahasa pemrosesan (Arduino, 2007).



Gambar 2.1 Arduino Mega

#### 2.3.2 Motor DC

Motor dc adalah salah satu jenis motor listrik yang mengubah energi listrik arus searah menjadi energi mekanis. Prinsip kerja motor DC didasarkan pada interaksi antara dua *fluks* magnetik atau juga bisa disebut dengan kumparan medan.

Motor DC adalah alat yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi mekanik yaitu putaran. Energi listrik yang digunakan oleh motor DC adalah energi listrik dengan arus searah atau disebut juga dengan nama listrik DC. Putaran motor DC akan menghasilkan RPM (*Revolution Per*

*Minute*). Motor DC dapat berputar searah jarum jam (*Clockwise*) maupun berlawanan arah jarum jam (*Counter Clockwise*).



Gambar 2.2 Motor DC

### **2.3.3 Bluetooth**

*Bluetooth* adalah teknologi yang memungkinkan dua perangkat yang kompatibel, seperti telepon dan PC untuk berkomunikasi tanpa kabel (*wireless*) dan tidak memerlukan koneksi saluran yang terlihat. *Bluetooth* beroperasi dalam pita frekuensi 2,4 GHz (2.402 Hz sampai 2.480 Hz) yang mampu menyediakan layanan komunikasi data dan suara secara *real-time* antara *host bluetooth* dengan jarak jangkauan layanan yang terbatas.

*Bluetooth* dapat berupa kartu yang bentuk dan fungsinya hampir sama dengan kartu yang digunakan untuk *wireless local area network* (WLAN), dimana menggunakan frekuensi radio standar IEEE 802.11, hanya saja pada *bluetooth* mempunyai jangkauan jarak layanan yang lebih pendek dan kemampuan transfer data yang lebih rendah dibandingkan dengan WLAN.

#### **2.3.3.1 Bluetooth HC-05**

*Serial Port Protocol (SPP)* Modul *Bluetooth HC-05* digunakan untuk mengkonversikan *port serial* yang berinterface dengan menggunakan kabel menjadi komunikasi serial dengan teknologi *wireless*. *Bluetooth HC-05* menggunakan *BlueCore 4-External chip* yang merupakan *single chip radio and baseband IC* untuk *Bluetooth 2.4GHz*

yang mengadopsi sistem *enhanced data rates* (EDR) dan memiliki kecepatan transfer data mencapai 3 Mbps.

*Bluetooth* HC-05 memiliki dua mode kerja yaitu *communication mode* dan *at mode*. *Communication mode* adalah mode yang digunakan pada kondisi ketika *bluetooth* HC-05 siap untuk berkomunikasi dengan perangkat bluetooth lain baik sebagai *master* ataupun sebagai *slave*. Bluetooth sebagai *master* adalah kondisi dimana bluetooth tersebut difungsikan sebagai pengontrol komunikasi dan juga bertugas untuk mencari perangkat bluetooth yang terdapat disekitarnya dan mengirim permintaan komunikasi kepada perangkat bluetooth yang ditemukan. Sedangkan *slave* adalah kondisi dimana perangkat bluetooth menunggu datangnya permintaan untuk melakukan komunikasi.

Berdasarkan mode komunikasinya (*communication mode*) *bluetooth* hc- 05 memiliki dua mode kerja, yakni *order-response work mode* dan *automatic connection work mode*. Untuk *order-response work mode* adalah komunikasi yang dijalin antar perangkat *bluetooth* dilakukan secara manual. Bisa dikatakan untuk mengkoneksikan dua buah *bluetooth* menggunakan bantuan operator. Sedangkan untuk *automatic connection work mode*, komunikasi yang dijalin antar perangkat *bluetooth* dilakukan secara otomatis ketika kedua bluetooth dalam kondisi aktif. Pada saat kedua bluetooth diberikan power maka *bluetooth Master* akan secara otomatis mencari *bluetooth Slave* yang memiliki alamat tertentu dan kemudian akan mengirimkan permintaan komunikasi. *Bluetooth Slave* akan merespon permintaan komunikasi tersebut jika syarat yang diperlukan telah terpenuhi.

*At mode* adalah *Bluetooth* yang masuk ke dalam *bluetooth mode* khusus yang digunakan untuk pengaturan parameter, dimana parameter yang diatur tersebut digunakan untuk menentukan cara *bluetooth* beroperasi, seperti *bluetooth* sebagai *Master* atau *Slave*, kecepatan komunikasi bluetooth, mengatur nama *bluetooth* dan lainnya.

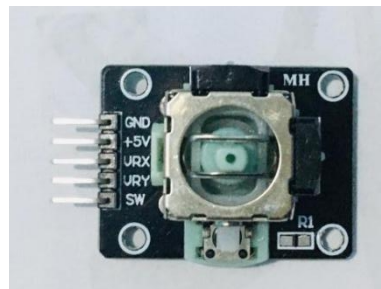




Gambar 2.3 *Bluetooth* HC-05

### 2.3.4 *Joystick*

*Joystick* adalah alat masukan (input) komputer yang berbentuk tuas. Terdapat beberapa jenis joystick berdasarkan pergerakannya, yaitu joystick yang dapat bergerak ke segala arah, joystick dengan gerakan 4 arah dan joystick yang hanya dapat bergerak maju dan mundur.



Gambar 2.4 *Joystick*

### 2.3.5 *Driver Motor* IBT-02

*Driver* motor adalah sebuah rangkaian yang tersusun dari transistor yang berguna untuk menggerakkan motor DC.



Gambar 2.5 *Driver Motor*

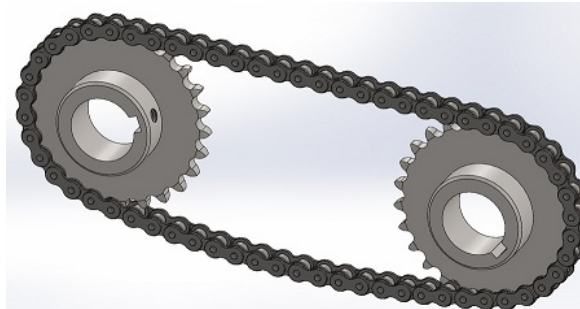
## 2.4 Elemen Mesin

Berikut ini adalah elemen mesin yang digunakan dalam rancang bangun kursi roda elektrik ini:

### 2.4.1 Elemen Transmisi

#### 2.4.1.1 Rantai-Sprocket

Merupakan salah satu jenis elemen transmisi. Rantai-*sprocket* berfungsi untuk meneruskan daya dari poros satu ke poros lainnya.



Gambar 2.6 Rantai-Sprocket

### 2.4.2 Elemen Pengikat

#### 2.4.2.1 Baut dan Mur

Baut dan mur adalah salah satu jenis elemen pengikat yang terdapat di dalam sebuah mesin. Baut dan mur adalah elemen pengikatan non permanen yang bisa dibongkar pasang. Terdapat berbagai macam bentuk, jenis dan ukuran pada baut dan mur sehingga penggunaannya disesuaikan dengan kebutuhan.



Gambar 2.7 Jenis Baut



Gambar 2.8 Jenis Mur

## 2.5 Perhitungan Elemen Mesin

Elemen-elemen mesin yang dihitung adalah sebagai berikut:

### 2.5.1 Perhitungan Daya Motor

$$P = V \times A$$

$$P = \text{Watt}$$

$$P = 1000 \text{ watt}$$

$$P = 1 \text{ Kw}$$

Diketahui:

$$P = \text{Daya Motor}$$

$$V = \text{Voltase Motor}$$

$$A = \text{Amper Motor}$$

### 2.5.2 Perhitungan Reduksi Putaran

$$i = n_1 / n_2 \text{ (Sularso, 2004)}$$

Diketahui:

$$i = \text{Reduksi Putaran}$$

$$n_1 = \text{Rpm Motor}$$

$$n_2 = \text{Rpm yang akan ditransmisikan}$$

### 2.5.3 Perhitungan Daya Rencana (Pd)

$$Pd = F_c \times P \text{ (Sularso, 2004)}$$

Diketahui:

$$Pd = \text{Daya rencana motor (Kw)}$$

Fc = Faktor koreksi

P = Daya motor (Kw)

#### 2.5.4 Perhitungan Momen Rencana

$$T = 9,74 \times 10^5 (Pd / n) \text{ (Sularso, 2004)}$$

Keterangan:

T = Momen rencana

Pd = Daya rencana motor (Kw)

n = Putaran motor (rpm)

#### 2.5.5 Perhitungan Bahan Poros

$$\tau_a = \sigma_B / (Sf1 \times Sf2) \text{ (Sularso, 2004)}$$

Diketahui:

$\tau_a$  = Tegangan geser izin

$\sigma_B$  = Kekuatan material

Sf1 = Safety faktor 1

Sf2 = Safety faktor 2

#### 2.5.6 Perhitungan Diameter Poros

$$d_s = \sqrt[3]{5.1/\tau_a \times K_t \times C_b \times T} \text{ (Sularso, 2004)}$$

Keterangan:

$d_s$  = Diameter poros

$\tau_a$  = Tegangan geser ijin

T = Momen Rencana

$K_t$  = Tumbukan

$C_b$  = Pembebanan lentur

#### 2.5.7 Perhitungan Sprocket Besar

$$Z2 = Z1 \times n1 / n2 \text{ (Sularso, 2004)}$$

Diketahui:

Z1 = Jumlah gigi sprocket kecil

$n_1$  = Putaran motor

$n_2$  = Putaran motor yang diinginkan

### 2.5.8 Perhitungan Kecepatan Rantai

$$V = \frac{p \times Z_1 \times n_1}{1000 \times 60} \quad (\text{Sularso, 2004})$$

Keterangan:

$Z_1$  = Jumlah gigi sprocket kecil

$n_1$  = Putaran motor (rpm)

### 2.5.9 Perhitungan Panjang Rantai

$$L_p = \frac{Z_1 + Z_2}{2} + 2C_p + \frac{[(Z_2 - Z_1) / 6.28]^2}{C_p} \quad (\text{Sularso, 2004})$$

Keterangan:

$L_p$  = Panjang rantai

$Z_1$  = Jumlah gigi sprocket kecil

$Z_2$  = Jumlah gigi sprocket besar

$C$  = Jarak sumbu poros

Jika hasil dari  $L_p$  merupakan bilangan pecahan, maka perlu dibulatkan keatas untuk mendapatkan bilangan bulat, yang selanjutnya akan disebut  $L$ .  
(Sularso, 2004)

### 2.5.10 Perhitungan Jarak Sumbu Poros

Untuk menghitung jarak sumbu poros dapat menggunakan rumus berikut:

$$C_p = \frac{1}{4} \left\{ \left( L - \frac{Z_1 + Z_2}{2} \right) + \sqrt{\left( L - \frac{Z_1 + Z_2}{2} \right)^2 - \frac{2}{9.86} (Z_2 - Z_1)^2} \right\}$$

Keterangan:

$C_p$  = Jarak sumbu poros

$L$  = Panjang rantai

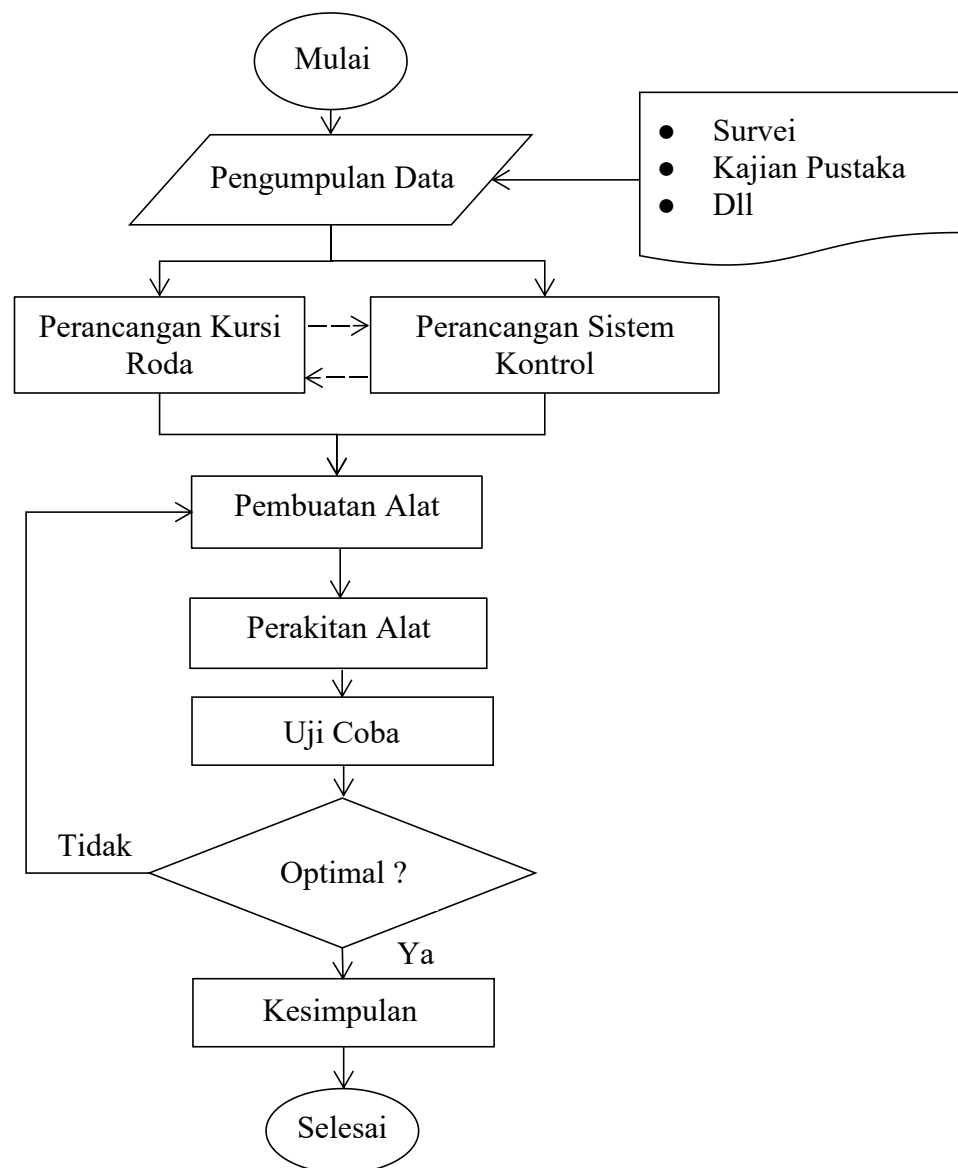
$Z_1$  = Jumlah gigi sprocket kecil

$Z_2$  = Jumlah gigi sprocket besar

### BAB III METODE PELAKSANAAN

#### 3.1 Diagram Alir Pembuatan Alat

Pada bab ini, akan dijelaskan diagram skema metode pelaksanaan tugas akhir. Tujuan dari skema metode pelaksanaan ini agar tindakan dan kegiatan proyek akhir yang dilakukan lebih terarah dan terjadwal dengan baik. Metode pelaksanaan akan dijelaskan melalui diagram alir di bawah ini :



Gambar 3.1 Diagram Skema Metode Pelaksanaan

## **3.2 Tahapan Penelitian**

### **3.2.1 Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan beberapa metode, diantaranya melakukan survei langsung ke lokasi penjualan kursi roda untuk mengetahui jenis-jenis kursi roda serta harganya. Pengumpulan data dapat juga diperoleh melalui kajian pustaka dari berbagai makalah ataupun jurnal nasional dan internasional yang relevan dengan topik proyek akhir. Penelusuran melalui sosial media, internet juga dilakukan untuk memperkaya referensi terkait topik proyek akhir.

### **3.2.2 Perancangan Kursi Roda**

Pada tahap ini, kegiatan perancangan dibagi menjadi 2 kegiatan yaitu perancangan kursi roda dan perancangan sistem kontrol.

#### **3.2.2.1 Perancangan Kursi Roda**

Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini adalah perancangan kursi roda dengan pergerakan otomatis yang dapat diaplikasikan kepada konstruksi rangka standar kursi roda. Disamping itu, penambahan fitur-fitur lainnya juga akan dilakukan di tahap ini.

#### **3.2.2.2 Perancangan Sistem Kontrol**

Perancangan sistem kontrol merupakan tahapan dimana kontrol untuk membuat kursi roda dapat digerakkan secara otomatis dirancang. Bagian-bagian yang nantinya akan dibahas pada tahap ini adalah rancangan desain rangkaian listrik untuk sistem kontrol serta pembuatan program menggunakan *software* Arduino dan juga pembuatan aplikasi android menggunakan MIT *App Inventor*.

### **3.2.3 Pembuatan Alat**

Setelah proses perancangan selesai dilakukan, gambar kerja yang sudah disepakati kemudian dibuat komponennya sesuai dengan

ketentuan-ketentuan yang terdapat di gambar kerja. Mesin-mesin yang digunakan untuk pembuatan komponen adalah mesin-mesin konvensional dan juga alat pendukung lainnya.

#### **3.2.4 Perakitan Alat**

Pada tahap ini akan dilakukan perakitan alat dan komponen-komponen sesuai dengan desain yang telah ditentukan.

#### **3.2.5 Uji Coba**

Pada tahap ini, uji coba yang dilakukan adalah uji coba fungsionalitas sistem kendali joystick, uji coba fungsionalitas sistem kendali bluetooth dan uji coba pembebanan pada motor, serta uji coba jangkauan konektivitas bluetooth.

#### **3.2.6 Kesimpulan**

Setelah melalui tahap uji coba dan hasil pengujian telah dinyatakan berhasil, maka selanjutnya akan dibuatkan laporan proyek akhir.



## **BAB IV**

### **PEMBAHASAN**

#### **4.1 Pendahuluan**

Pada bab ini akan akan diuraikan langkah-langkah yang dilakukan dalam penyelesaian rancangan kursi roda elektrik. Metodologi perancangan yang digunakan adalah VDI (*Verein Deutche Enginieuer*) 2222. VDI 2222 adalah tahapan perancangan yang berasal dari persatuan Insinyur Jerman.

#### **4.2 Menganalisis**

##### **4.2.1 Analisa Pengembangan Awal**

Pergerakan maju, mundur, belok kiri dan belok kanan menggunakan *joystick* atau juga bisa menggunakan *android*. Dengan adanya sistem otomatis pada kursi roda ini diharapkan dapat membantu orang-orang yang kesulitan dalam berjalan.

##### **4.2.2 Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dilakukan dengan survei dan wawancara dengan apotek-apotek yang terdapat di Sungailiat dan juga dengan melakukan survei melalui *google form* yang kemudian disebarakan ke masyarakat, serta juga melalui studi literatur berupa jurnal maupun tulisan lainnya yang mendukung penelitian.

Dari hasil survei dan wawancara di apotek-apotek terdekat, kursi roda elektrik sangat jarang ditemui dan juga harganya yang mahal serta harga kursi roda manual sekitar Rp. 1.150.000,00.

Dari hasil studi literatur, yaitu mekanisme penggerak roda menggunakan motor DC, untuk sistem transmisi bisa menggunakan *pulley* atau rantai, program pengatur pergerakan motor kursi roda menggunakan arduino.

### 4.3 Mengkonsep

#### 4.3.1 Daftar Tuntutan

Berikut ini adalah beberapa tuntutan yang ingin diterapkan pada kursi roda elektrik ini. Daftar tuntutan ini dikelompokkan kedalam 3 kelompok.

Tabel 4.1 Daftar Tuntutan dan keinginan

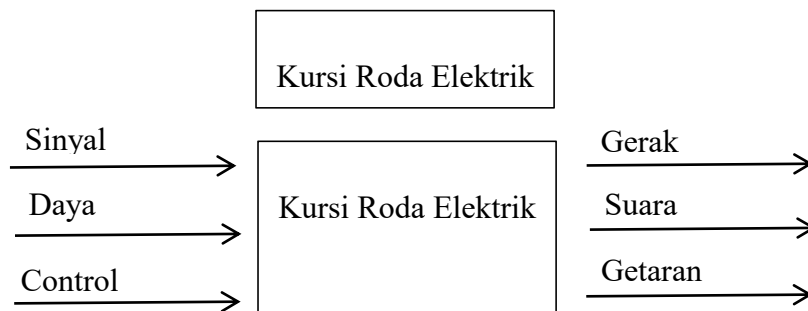
No	Tuntutan Utama	Deskripsi
1	Motor penggerak	Motor DC 24 V 3300 Rpm
2	Sistem kontrol elektronik	Arduino Mega
5	Sumber tenaga	2 buah baterai 12 v
6	Kursi roda bisa dilipat	Minimal 30 %
7	Kecepatan kursi roda	Maksimal 20 Km/jam
8	Kursi roda yang digunakan	Kursi roda standar dengan panjang 95 cm, lebar 67 cm, dan tinggi 90 cm
No	Tuntutan Kedua	Deskripsi
1	Sistem kendali	Tidak dapat digunakan secara bersamaan (non <i>hybrid</i> ). <i>Joystick</i> untuk pengguna atau <i>android</i> untuk orang lain.
2	Kecepatan kursi roda	Dapat diatur melalui <i>joystick</i> dan maksimal 20 Km/jam
3	Sistem kontrol mekanik	Kecepatan stabil di tanjakan dan turunan
4	Sistem peringatan	Buzzer
No	Keinginan	
1	Tidak merubah rangka	
2	Kursi roda masih bisa dilipat	
3	Rapih	
4	Kursi roda masih bisa digerakkan secara manual	

### 4.3.2 Metode Penguraian Fungsi

Di tahapan ini, dilakukan proses pemecahan masalah dengan menggunakan teknik *blackbox* yang bertujuan untuk menentukan fungsi bagian pada kursi roda elektrik.

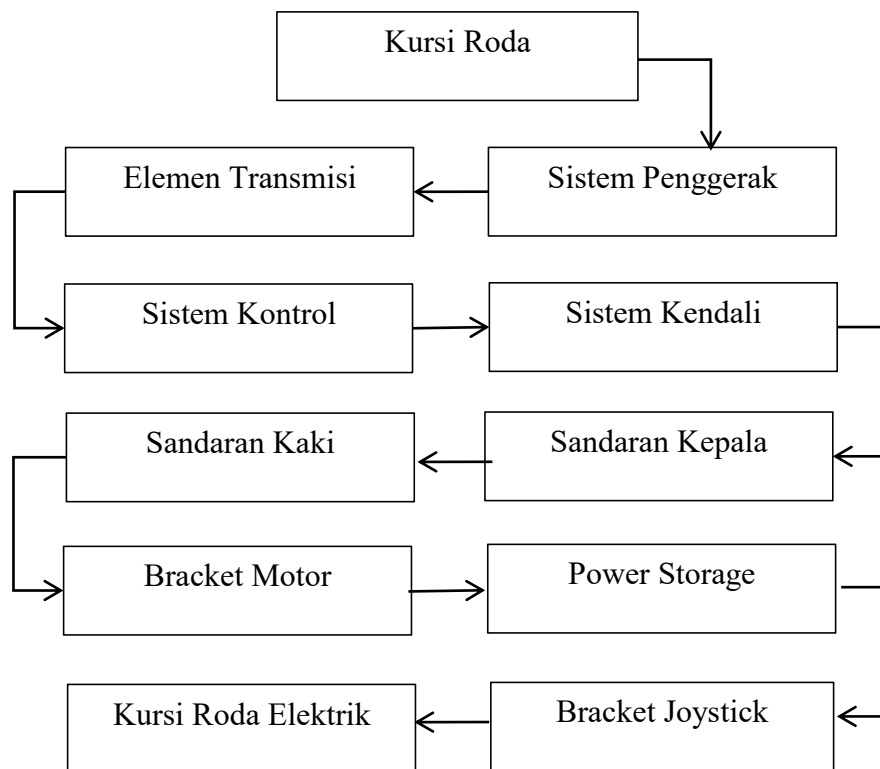
#### 4.3.2.1 Black Box

Dibawah ini adalah analisa *blackbox* pada kursi roda elektrik.



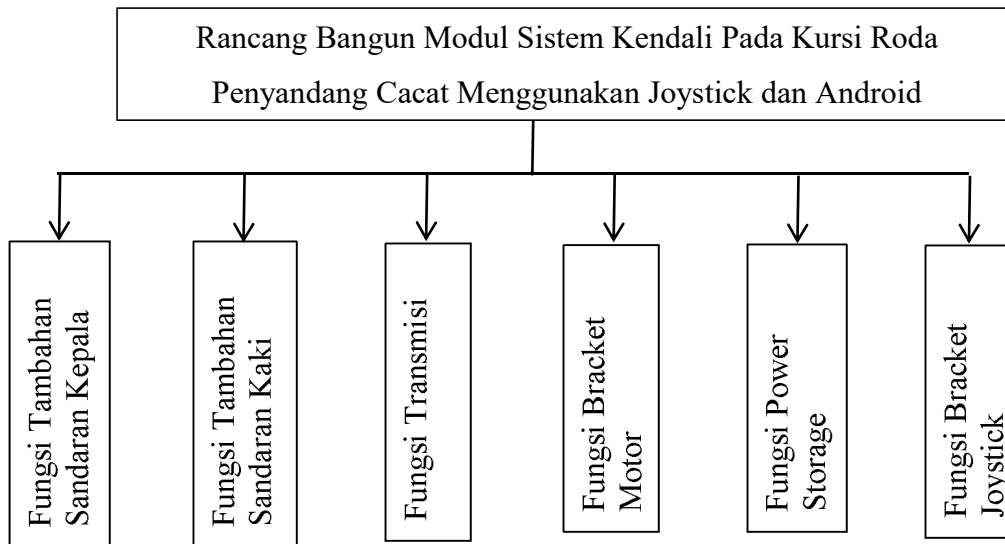
Gambar 4.1 Diagram *Blackbox* Kursi Roda Elektrik

Berikut adalah ruang lingkup perancangan pada kursi roda elektrik.



Gambar 4.2 Skematika Perancangan Kursi Roda Elektrik

Berdasarkan skematika perancangan kursi roda elektrik diatas, maka dibuatkan diagram fungsi bagian:



Gambar 4.3 Diagram Fungsi Bagian

#### 4.3.2.2 Tuntutan Fungsi Bagian

Pada tahap ini, akan dideskripsikan tuntutan yang diinginkan dari masing-masing fungsi bagian. Berikut ini adalah deskripsi fungsi bagian kursi roda elektrik.

Tabel 4.2 Deskripsi Fungsi Bagian

No	Fungsi Bagian	Deskripsi
1	Sandaran kepala	Fungsi tambahan untuk kenyamanan pengguna yang berfungsi sebagai sandaran/penyangga kepala pengguna kursi roda
2	Sandaran kaki	Fungsi tambahan selain dudukan kaki yang berfungsi untuk mengistirahatkan kaki pengguna di kursi roda
3	Bracket motor	Berfungsi sebagai dudukan motor dc.
4	Power storage	Digunakan untuk menyimpan modul sumber

		power , <i>microcontroller</i> dan lainnya yang terletak di bagian roda belakang kursi roda.
5	Bracket Joystick	Sebagai tempat dudukan sistem kendali, yakni <i>joystick</i> yang terletak di sandaran tangan kanan.

### 4.3.3 Alternatif Fungsi Bagian

Pada tahap ini, akan disusun alternatif fungsi bagian dari kursi roda elektrik.. Penyusunan alternatif fungsi bagian hanya untuk fungsi sandaran kepala, fungsi sandaran kaki, *bracket motor*, *power storage* dan *bracket joystick*. Pengelompokan disesuaikan dengan deskripsi fungsi bagian dan dilengkapi dengan gambar rancangan serta dilengkapi juga dengan kelebihan dan kerugian.

#### 1. Fungsi Sandaran Kepala

Tabel 4.3 Alternatif fungsi sandaran kepala

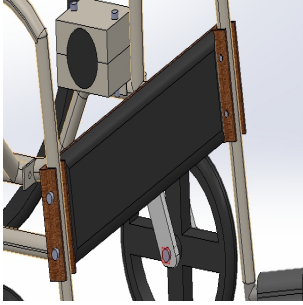
No	Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
A.1	 Sandaran kepala dengan base kayu	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Kokoh</li> <li>-Assembly dan pembongkaraan mudah</li> <li>-Material mudah didapat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Tidak bisa mengatur ketinggian sandaran</li> <li>-Komponen yang digunakan cukup banyak</li> </ul>
A.2	 Sandaran kepala dengan base plastik	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Bisa diputar tanpa perlu dibongkar</li> <li>-Pembuatan part mudah</li> <li>-Mudah diassembly</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Konstruksi kurang kokoh</li> <li>- Ketinggian sandaran tidak bisa diatur</li> </ul>

A.3	 <p data-bbox="395 689 657 775">Sandaran Kepala dengan base plastik</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Kokoh</li> <li>-Pembuatan part mudah</li> <li>-Ketinggian sandaran bisa diatur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Pembuatan komponen menggunakan mesin khusus</li> </ul>
-----	--	---	--

## 2. Sandaran Kaki

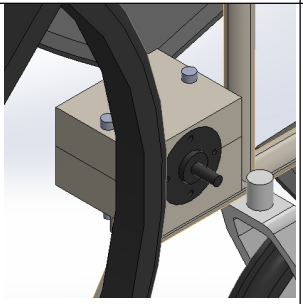
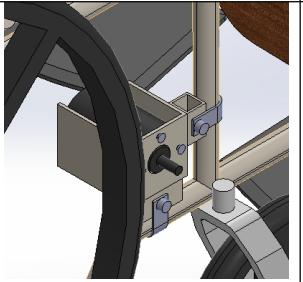
Tabel 4.4 Alternatif fungsi sandaran kaki

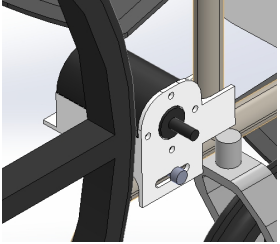
No	Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
B.1	 <p data-bbox="395 1397 657 1536">Sandaran kaki dengan base menggunakan bahan plastik</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Bisa diputar sehingga kursi roda masih bisa dilipat</li> <li>-Konstruksi sederhana</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Dibuat menggunakan mesin khusus</li> <li>-Komponen yang digunakan cukup banyak</li> </ul>
B.2	 <p data-bbox="395 1901 657 1973">Sandaran kaki dengan menggunakan kayu</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Assembly dan pembongkaran mudah</li> <li>-Dapat diputar sehingga kursi roda bisa dilipat</li> <li>-Komponen yang digunakan sedikit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Pembuatan part susah</li> <li>-Pembuatan part harus presisi</li> </ul>

B.3	 <p>Sandaran kaki dengan menggunakan kayu</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Mudah assembly</li> <li>-Bahan mudah didapat</li> <li>-Konstruksi sederhana</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Merubah rangka kursi roda</li> <li>-Kursi roda tidak bisa dilipat</li> </ul>
-----	--	--	--

### 3. Fungsi *Bracket* Motor

Tabel 4.5 Alternatif fungsi bracket motor

No	Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
C.1	 <p>Bracket motor dengan pengelasan pada rangka</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Pencengkaman terhadap motor kuat</li> <li>-Assembly motor mudah</li> <li>-Pencengkaman motor kuat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Pembuatan part susah</li> <li>-Assembly bracket susah</li> <li>-Tidak bisa dibongkar pasang</li> </ul>
C.2	 <p>Bracket motor menggunakan pelat besi</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Pencengkaman kuat</li> <li>-Kokoh</li> <li>-Bahan mudah didapat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Pembuatan part susah</li> <li>-Bracket tidak bisa digeser</li> </ul>

C.3	 <p data-bbox="384 566 655 656">Bracket motor dengan bahan plastik</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Mudah assembly</li> <li>-Pencengkaman kuat</li> <li>-Motor bisa dipindahkan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Pembuatan menggunakan mesin khusus</li> <li>-Melubangi rangka kursi roda</li> <li>-Kurang kokoh</li> </ul>
-----	---	--	--

#### 4. Fungsi *Power Storage*

Tabel 4.6 Alternatif fungsi power storage

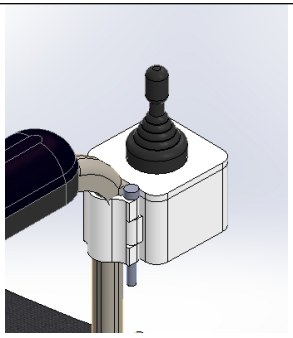
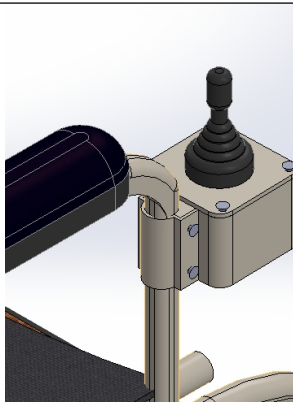
No	Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
D.1	 <p data-bbox="384 1283 655 1480">Power storage dengan bahan <i>acrylic</i> dan <i>clamp</i> ke rangka kursi roda</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Kursi roda masih bisa dilipat</li> <li>-Bahan ringan</li> <li>-Bahan <i>acrylic</i> mudah didapat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Assembly susah</li> <li>-Proses pembuatan part <i>clamp</i> menggunakan mesin khusus</li> </ul>
D.2	 <p data-bbox="384 1738 655 1872">Power base dengan bahan kayu dengan sistem engsel</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Bahan ringan</li> <li>-Bahan baku yang mudah didapat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Pembuatan part susah</li> <li>-Kursi roda tidak bisa dilipat jika terpasang modul sistem</li> </ul>

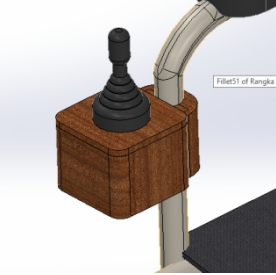


D.3	 <p>Power base dengan bahan besi hollow</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Kokoh</li> <li>-Bahan mudah didapatkan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Komponen yang digunakan banyak</li> <li>-Assembly susah</li> <li>-Pembuatan part susah</li> </ul>
-----	--	---	---

### 5. Fungsi *Bracket Joystick*

Tabel 4.7 Alternatif fungsi bracket joystick

No	Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
E.1	 <p>Bracket joystick dengan menggunakan bahan plastik</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Mudah diassembly</li> <li>-Mudah dalam pembuatan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Menggunakan mesin khusus</li> <li>-Pencengkaman kurang kuat</li> </ul>
E.2	 <p>Bracket joystick dengan menggunakan bahan besi</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Konstruksi kokoh</li> <li>-Pencengkaman kuat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Assembly dan pembongkaran susah</li> <li>-Pembuatan part susah</li> </ul>

E.3	 <p data-bbox="411 600 624 689">Bracket Joystick berbahan kayu</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Mudah dalam assembly dan pembongkaran</li> <li>-Bahan mudah didapat</li> <li>-Pencengkaman kuat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Pembuatan part susah</li> <li>-Pembuatan part harus presisi</li> </ul>
-----	---	--	--

#### 4.3.4 Pembuatan Alternatif Keseluruhan

Pada tahap ini, alternatif fungsi bagian akan dipilih dan digabungkan sehingga menjadi sebuah varian konsep kursi roda elektrik dengan jumlah varian minimal 3 jenis varian konsep. Hal ini dilakukan agar proses pemilihan terdapat pembandingan dan dapat dipilih varian konsep yang memenuhi daftari tuntutan.

Tabel 4.8 Kotak Morfologi

No	Fungsi Bagian	Varian Konsep (V)		
		Alternatif Fungsi Bagian		
1	Fungsi sandaran kepala	A.1	A.2	A.3
2	Fungsi sandaran kaki	B.1	B.2	B.3
3	Fungsi bracket motor	C.1	C.2	C.3
4	Fungsi power storage	D.1	D.2	D.3
5	Fungsi bracket joystick	E.1	E.2	E.3
		V.I	V.II	V.III

Alternatif fungsi bagian akan dikumpulkan dan dikombinasikan menjadi alternatif fungsi secara keseluruhan dengan menggunakan kotak morfologi. Untuk memudahkan dalam penamaan varian konsep yang disusun maka akan disimbolkan dengan huruf “V” yang berarti varian.

#### 4.3.5 Varian Konsep

Berdasarkan tabel kotak morfologi, maka didapat 3 varian konsep dalam model 3D. Berikut ini adalah 3 varian konsep kursi roda elektrik yang telah dikombinasikan.

##### 1. Varian Konsep 1

Pada varian konsep 1, sandaran kepala berbahan plastik yang dibuat menggunakan mesin 3D printer dan menggunakan sistem pengikatan baut dan mur. Sandaran kaki dengan sistem penguncian clamp dibantu dengan baut.

Kemudian *bracket* motor yang terletak diatas roda depan yang menggunakan sistem penguncian baut dan mur. *Power storage* dengan bahan kayu yang digunakan sebagai tempat dudukan modul yang terletak diantara roda belakang dengan sistem pengikatan clamp terhadap rangka kursi roda.

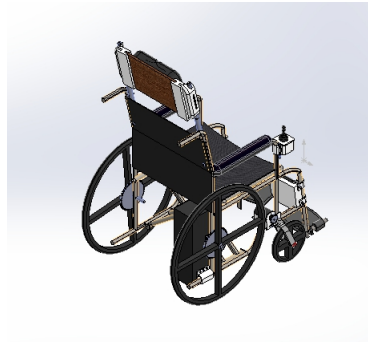
Keuntungan:

- Kursi roda bisa dilipat hingga lebih dari 30%
- Proses perakitan dan pembongkaran yang mudah

Kerugian:

- Pembuatan menggunakan mesin khusus
- Melubangi rangka kursi roda





Gambar 4.4 Varian Konsep 1

## 2. Varian Konsep 2

Pada varian konsep 2, sandaran kepala masih berbahan plastik akan tetapi hanya menggunakan 1 tiang penahan. Sandaran kaki yang berbahan kayu dengan penguncian baut. Kemudian *bracket* motor berbahan besi yang menggunakan sistem penguncian baut.

Bracket motor terbuat dari bahan besi dan menggunakan penguncian pengelasan ke rangka kursi roda. Serta *power storage* berbahan besi dengan sistem sliding. Kemudian bracket joystick menggunakan sistem penguncian baut.

Keuntungan:

- Bahan mudah didapat
- Konstruksi kokoh

Kerugian:

- Pembuatan susah dikarenakan terdapat pengelasan
- Agar kursi roda bisa dilipat, harus terlebih dahulu melepas sandaran kaki
- Merubah bentuk rangka kursi roda
- Berat



Gambar 4.5 Varian Konsep 2

### 3. Varian Konsep 3

Pada varian konsep 3, sandaran kepala menggunakan bahan kayu dengan 2 tiang penyangga dan diikat menggunakan clamp. Kemudian untuk sandaran kaki juga menggunakan bahan kayu dan sistem pengikatannya menggunakan sliding serta *bracket* motor dari pelat besi yang dibuat dengan cara pengelasan dan diikat ke rangka kursi roda menggunakan *clamp* serta baut dan mur. Untuk *power storage*, sistemnya menggunakan sistem engsel yang mengharuskan modul untuk dipindahkan terlebih dahulu supaya kursi roda bisa dilipat. *Bracket joystick* terbuat dari bahan kayu dengan menggunakan sistem sliding.

Keuntungan:

- Bahan baku mudah didapat
- Kursi roda masih bisa dilipat

Kerugian:

- Untuk melipat kursi roda, harus terlebih dahulu melepas sandaran kepala dan melepas modul elektronik.



Gambar 4.6 Varian Konsep 3

#### 4.3.6 Penilaian Varian Konsep

##### 4.3.6.1 Kriteria Penilaian

Setelah melalui tahapan alternatif fungsi, maka selanjutnya adalah penilaian variasi konsep untuk memutuskan alternatif mana yang akan dilanjutkan ke proses optimasi dan pembuatan draft. Kriteria penilaian dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu penilaian aspek teknis dan aspek ekonomis. Dibawah ini adalah skala penilaian yang akan diberikan untuk menilai setiap varian konsep .

Tabel 4.9 Skala Penilaian Konsep

4	3	2	1
Sangat Baik	Baik	Cukup Baik	Kurang Baik

#### 4.3.6.2 Penilaian Aspek Teknis

Berikut ini adalah penilain dari aspek teknis kursi roda elektrik.

Tabel 4.10 Kriteria Penilaian Teknis

No	Kriteria Penilaian	Bobot	Total Nilai		V.I		V.II		V.III	
			4	16						
1	Pembuatan	4	4	16	3	12	2	8	2	8
2	Komponen Standar	4	3	12	2	8	2	8	2	8
3	Perakitan	4	4	16	3	12	1	4	3	12
4	Perawatan	4	3	12	3	12	3	12	3	12
5	Keamanan	4	4	16	2	8	2	8	2	8
6	Ergonomis	4	4	16	2	8	1	4	2	8
	Total			88		60		44		56
	% Nilai			100%		75%		55%		70%

#### 4.3.6.3 Penilaian Aspek Ekonomis

Berikut ini adalah kriteria penilaian dari aspek ekonomis kursi roda elektrik.

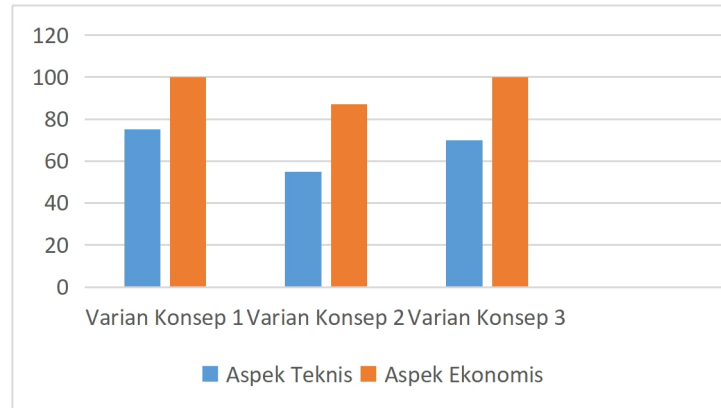
Tabel 4.11 Kriteria Penilaian Ekonomis

No	Kriteria Penilaian	Bobot	Total Nilai		V.I		V.II		V.III	
			4	16						
1	Biaya pembuatan	4	4	16	4	16	3	12	4	16
2	Biaya perawatan	4	4	16	4	16	4	16	4	16
	Total			32		32		28		32
	% Nilai			100%		100%		87%		100%

#### 4.3.7 Keputusan

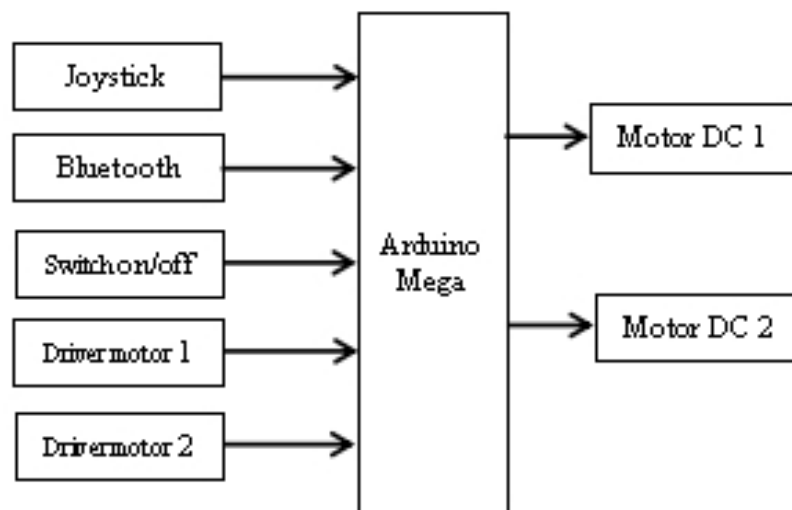
Berdasarkan hasil penilaian dalam aspek teknis dan aspek ekonomis diatas, varian konsep yang dipilih adalah varian konsep yang nilainya paling besar dan mendekati 100 persen. Varian konsep yang dipilih adalah

varian konsep 1 dengan nilai sebesar 75 % untuk aspek teknis dan 100 % untuk aspek ekonomis.



Gambar 4.7 Diagram Penilaian Varian Konsep

#### 4.3.8 Diagram Blok Hardware



Gambar 4.8 Diagram Rangkaian Kontrol

*Joystick* digunakan sebagai sistem kendali pada kursi roda elektrik yang terhubung ke Arduino Mega, Arduino Mega berperan sebagai pengolah sinyal *joystick* yang kemudian sinyal tersebut dikirimkan melalui kabel lalu masuk ke motor driver 1 dan driver motor 2, kemudian untuk sumber input pada kedua motor driver tersebut diambil dari baterai 12 volt sebagai penggerak pada kursi roda tersebut. Selanjutnya, keluaran



atau output dari motor *driver* tersebut akan menuju ke bagian motor DC 24 volt, motor dc yang digunakan ada 2 buah, motor DC kanan dan motor DC kiri. Dimana motor DC ini berfungsi sebagai componen penggerak pada kursi roda elektrik.

Android digunakan sebagai sistem kendali pada kursi roda elektrik yang terhubung ke Arduino Mega, Arduino Mega berperan sebagai pengolah sinyal android yang kemudian sinyal tersebut dikirimkan secara nirkabel melalui *bluetooth* HC-05. *Bluetooth* HC-05 diatur sebagai transceiver dimana pada bagian sistem kendali android ini di-*set* sebagai *master* melalui AT Mode Command. Kemudian dari sinyal *bluetooth* dikirimkan ke motor driver 1 dan driver motor 2, kemudian untuk sumber input pada kedua motor driver tersebut diambil dari baterai 12 volt sebagai sumber penggerak pada kursi roda, selanjutnya keluaran dari motor driver tersebut akan menuju ke bagian motor DC 24 volt, motor DC yang digunakan ada 2 buah, Motor DC sebelah kanan dan motor DC sebelah kiri. Dimana motor DC ini berfungsi sebagai componen penggerak pada kursi roda elektrik.

Terdapat juga componen tambahan tombol *switch* yang berfungsi sebagai pemutus dan penghubung salah satu sistem kendali yang aktif pada kursi roda tersebut. Jika tombol switch di ON kan maka sistem kendali yang aktif itu hanya yang menggunakan *joystick* saja sedangkan sistem kendali android mati atau tidak berfungsi dan sebaliknya, jika tombol *switch* di OFF kan maka sistem kendali yang aktif itu hanya *bluetooth*, sedangkan sistem kendali *joystick* tidak berfungsi.

#### **4.4 Perancangan Alat**

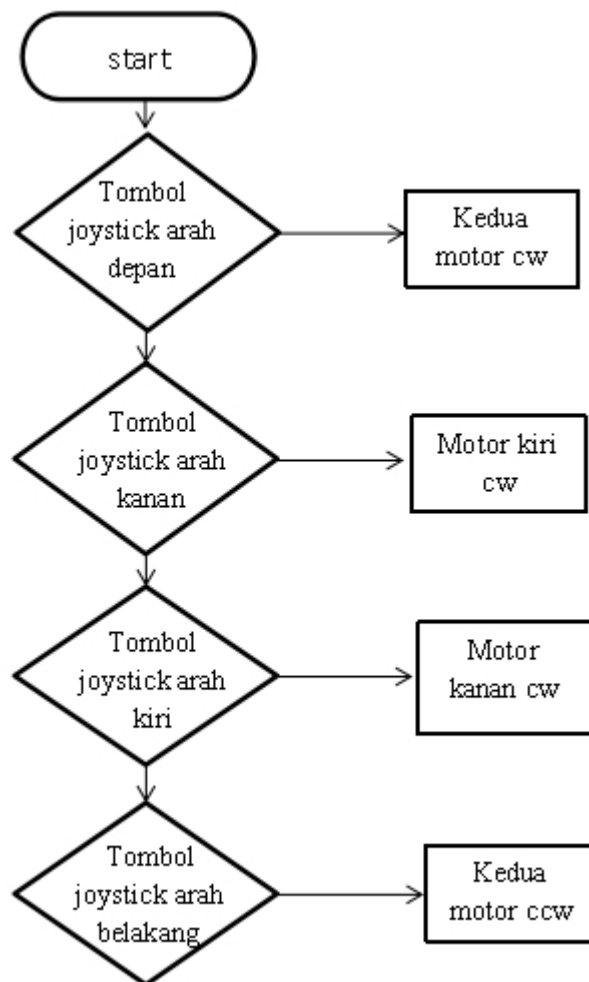
Tahapan perancangan alat dibagi menjadi dua, yaitu merancang alat dan merancang kontrol elektronik.

##### **4.4.1 Perancangan Kontrol Elektronik**

Untuk kontrol elektronik, terdapat beberapa *flowchart*, diantaranya adalah:

#### 4.4.1.1 Flowchart Pergerakan Motor DC Menggunakan Joystick

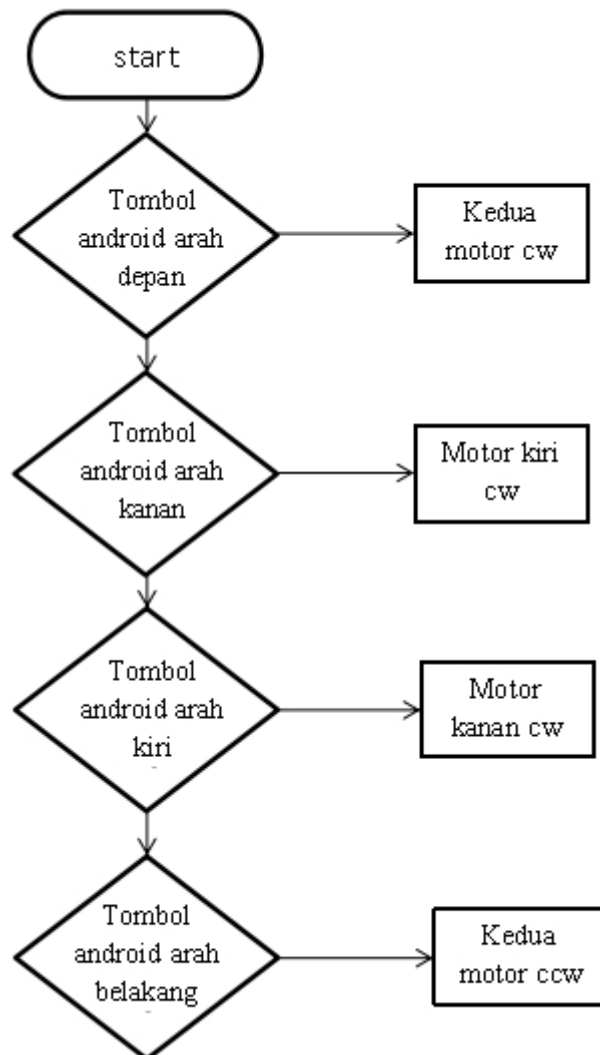
Untuk pergerakan maju kursi roda, dengan menekan tuas maju pada joystick dan motor 1 dan 2 akan berputar searah jarum jam CW (*clockwise*). Kemudian ketika menekan tuas ke arah kanan, maka motor 2 akan *standby* dan motor 1 akan berputar searah jarum jam. Jika menekan tuas ke arah kiri, maka motor 1 akan *standby* dan motor 2 akan berputar searah jarum jam. Kemudian ketika menekan tuas mundur, maka motor 1 dan 2 akan berputar berlawanan arah jarum jam atau ccw (*counter clockwise*). Berikut ini adalah flowchart perintah pergerakan motor dc menggunakan joystick.



Gambar 4.9 Flowchart pergerakan motor dc menggunakan joystick

#### 4.4.1.2 Flowchart Pergerakan Motor DC Menggunakan Android

Untuk menggerakkan motor DC menggunakan android, dapat dilakukan dengan menekan tombol navigasi di android. Jika menekan tombol navigasi maju, maka kedua motor dc akan berputar searah jarum jam (*clockwise*). Ketika menekan tombol kanan, motor dc 1 *standby* dan motor dc 2 berputar searah jarum jam. Dan jika menekan tombol navigasi kiti, motor dc 2 akan *standby* dan motor dc 1 akan berputar searah jarum jam. Selanjutnya ketika kita menekan tombol navigasi mundur, maka kedua motor dc berputar berlawanan arah jarum jam (*counter clockwise*). Berikut adalah perintah pergerakan motor dc menggunakan android:


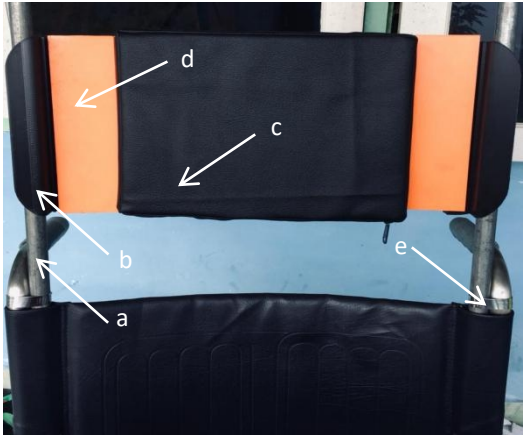



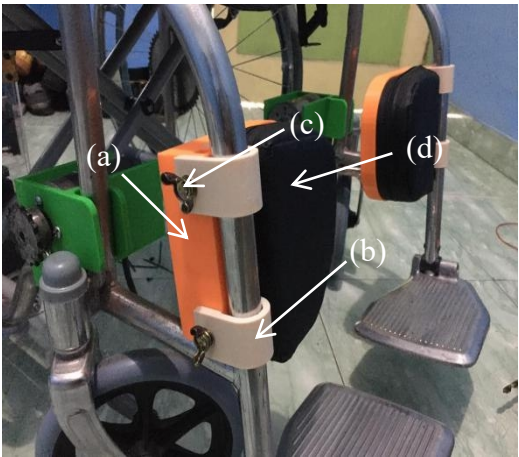

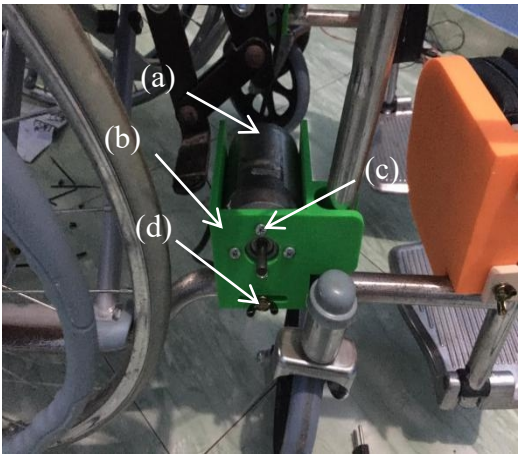
Gambar 4.10 Flowchart pergerakan motor dc menggunakan android


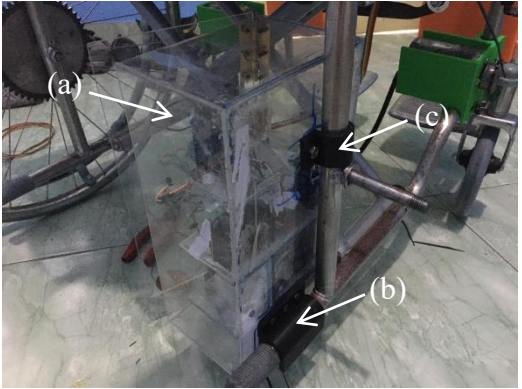

#### 4.5 Perakitan Alat

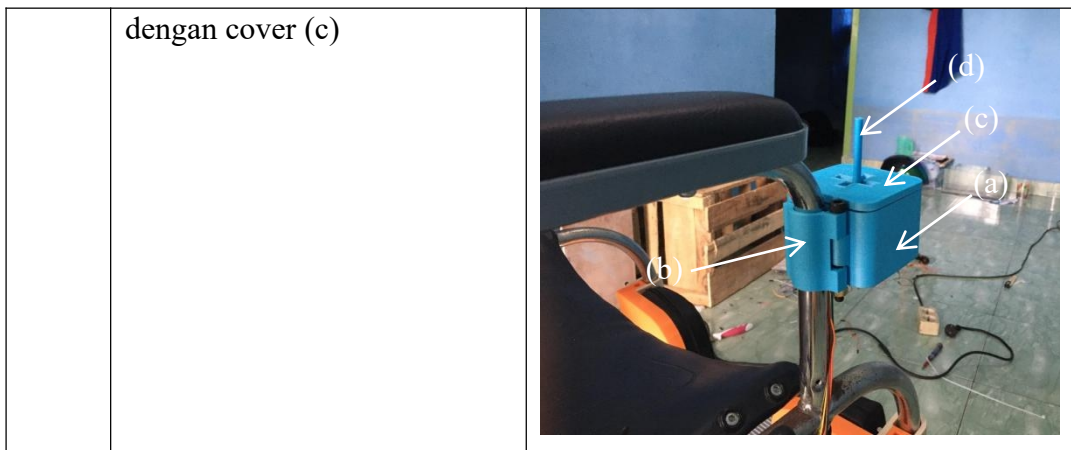
Pada tahapan ini dilakukan perakitan yang sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Berikut ini adalah tabel perakitan alat:

Tabel 4.12 Perakitan Alat

No	Tahapan Perakitan	Gambar
1	<p>Perakitan sandaran kepala</p> <p>Cara:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Masukkan pipa (a) kedalam kain sandaran badan dan kemudian kunci dengan clamp (e).</li> <li>-Masukkan Base tiang (b) ke pipa (a) yang telah diclamp pada rangka kursi roda.</li> <li>-Kemudian rekatkan pillow (c) dengan sandaran kepala. Masukkan ke slot base support sandaran (d)</li> </ul>	<p>Sebelum perakitan:</p>  <p>Sesudah perakitan:</p> 
2	<p>Perakitan sandaran kaki</p> <p>Cara:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Masukkan clamp (b) ke dalam rangka kursi roda</li> <li>-Kemudian masukkan base (a) ke dalam clamp (b)</li> <li>-Masukkan baut (c) ke dalam</li> </ul>	<p>Sebelum perakitan:</p> 

	<p>lubang clamp (b) dan base (a) tadi</p> <p>-Terakhir, letakkan bantal (d) ke dalam base (a)</p>	<p>Sesudah perakitan:</p> 
<p>3</p>	<p>Perakitan bracket motor</p> <p>Cara:</p> <p>-Masukkan motor (a) kedalam base (b)</p> <p>-Kemudian kunci motor (a) dengan baut (c)</p> <p>-Setelah itu, kunci base (b) ke rangka kursi roda menggunakan baut kuping (d)</p>	<p>Sebelum perakitan:</p>  <p>Sesudah perakitan:</p> 
<p>4</p>	<p>Merakit power storage</p> <p>Cara:</p>	<p>Sebelum perakitan:</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Clamp bawah (b) dipasang dan dikunci ke base modul (a) menggunakan baut flat head</li> <li>-Masukkan clamp (b) ke rangka kursi roda</li> <li>-Kemudian letakkan clamp atas (c) ke rangka kursi roda dan base modul (a), kunci menggunakan baut hexagon</li> </ul>	 <p>Sesudah perakitan:</p> 
5	<p>Merakit bracket joystick</p> <p>Cara:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Kunci menggunakan baut inbus antara base (a) dengan clamp (b)</li> <li>-Kemudian letakkan base (a) di rangka kanan kursi roda, dan kemudian kunci clamp (b) dengan cara ditekan kearah dalam</li> <li>-Letakkan modul joystick ke joystick handle (d) dan masukkan ke dalam base (a)</li> <li>-Setelah itu, tutup base (a)</li> </ul>	<p>Sebelum perakitan:</p>  <p>Sesudah perakitan:</p>



## 4.6 Analisa Perhitungan

### 4.6.1 Perhitungan Daya Motor

Daya motor DC adalah sebesar 24 Volt dengan arus sebesar 0.24 Amper dan rpm motor adalah 3300.

### 4.6.2 Perhitungan Daya Rencana

Untuk mencari daya motor yang akan ditransmisikan dapat menggunakan rumus dibawah ini:

$$P = V \times A$$

$$P = 24 \times 2.7$$

$$P = 64.8 \text{ Watt}$$

$$P = \mathbf{0,0648 \text{ Kw}}$$

Keterangan:

P = Daya Rencana Motor

$$V = 24$$

$$A = 2,7$$

Kemudian untuk mencari reduksi putaran dapat menggunakan rumus dibawah ini:

$$i = n1 / n2$$

$$i = 3300 / 1000$$

$$i = \mathbf{3,3}$$

Untuk mencari daya rencana ( $P_d$ ) dapat menggunakan rumus berikut:

$$P_d = F_c \times P$$

$$Pd = 1,0 \times 0,648$$

$$Pd = \mathbf{0,0648 \text{ Kw}}$$

#### 4.6.3 Perhitungan Momen Rencana

Untuk mendapatkan momen rencana dapat menggunakan rumus dibawah ini:

Diketahui:

$$n1 = 3300$$

$$n2 = 1000$$

$$Pd = 0,0648 \text{ Kw}$$

Sehingga:

$$T = 9,74 \times 10^5 (Pd / n)$$

$$T1 = 9,74 \times 10^5 (0,0648 / 3300)$$

$$T1 = \mathbf{18,506 \text{ kg.mm}}$$

$$T2 = 9,74 \times 10^5 (0,0648 / 1000)$$

$$T2 = \mathbf{63,1152 \text{ kg.mm}}$$

#### 4.6.4 Perhitungan Bahan Poros

Diketahui:

Bahan Poros = St 37

$$\sigma_B = 37$$

$$Sf1 = 6$$

$$Sf2 = 2$$

Penyelesaian:

$$\tau_a = \sigma_B / (Sf1 \times Sf2)$$

$$\tau_a = 37 / (6 \times 2)$$

$$\tau_a = \mathbf{3,083 \text{ kg/mm}^2}$$



#### 4.6.5 Perhitungan Diameter Poros

Diketahui:

$$K_t = 1,2$$

$$C_b = 1,2$$

$$\tau_a = 3,083 \text{ kg/mm}^2$$

$$T1 = 18,506 \text{ kg.mm}$$

$$T2 = 63,1152 \text{ kg.mm}$$

Untuk menghitung diameter poros menggunakan rumus:

$$d_s = \sqrt[3]{5.1/\tau_a \times K_t \times C_b \times T}$$

$$d_{s1} = \sqrt[3]{5.1/3,083 \times 1,2 \times 1,2 \times 18,506}$$

$$d_{s1} = \mathbf{3,52} \text{ (diameter minimum poros)}$$

$$d_{s2} = \sqrt[3]{5.1/3,083 \times 1,2 \times 1,2 \times 63,1152}$$

$$d_{s2} = \mathbf{5,31} \text{ (diameter minimum poros)}$$

Diameter poros yang diambil untuk poros 1 adalah 8 mm dan untuk poros 2 adalah 12 mm.

#### 4.6.6 Pemilihan Sementara Rantai

Nomor rantai 50, rangkaian tunggal untuk sementara diambil

$$P = 15,875$$

$$F_b = 3200 \text{ kg}$$

$$F_o = 520 \text{ kg}$$

$$Z1 = 15 \text{ buah, sedikit lebih besar dari } Z_{tmin} = 13$$

Untuk mencari jumlah gigi sprocket besar menggunakan rumus dibawah ini :

$$Z2 = Z1 \times n1 / n2$$

$$Z2 = 15 \times 3300 / 1000$$

$$Z2 = \mathbf{49,5} , \text{ diambil 49 buah gigi sprocket besar}$$

#### 4.6.7 Perhitungan Jarak Bagi dan Diameter Luar Sprocket

Untuk mencari diameter jarak bagi sprocket kecil adalah:

$$d_p = 15,875 / \sin (180^\circ \times 15)$$

$$d_p = \mathbf{76,354 \text{ mm}}$$

Kemudian untuk mencari diameter jarak bagi sprocket besar adalah:

$$D_p = 15.875 / \sin (180^\circ \times 49)$$

$$D_p = \mathbf{247,72 \text{ mm}}$$

Selanjutnya adalah mencari diameter luar sprocket kecil:

$$d_k = (0.6 + \cot (180^\circ \times 15)) \times 15.875$$

$$d_k = \mathbf{84,211 \text{ mm}}$$

Untuk mencari diameter luar sprocket besar dapat menggunakan rumus :

$$D_k = (0,6 + \cot (180^\circ \times 49)) \times 15,875$$

$$D_k = \mathbf{256,79}$$

Mencari diameter naf maksimum sprocket kecil dan besar menggunakan rumus berikut:

$$d_{Bmax} = 15.875 (\cot (180^\circ / 15) - 1) - 0,76$$

$$d_{Bmax} = 58,05 \text{ mm}$$

$$D_{Bmax} = 15,875 (\cot (180^\circ / 49) - 1) - 0,76$$

$$D_{Bmax} = \mathbf{230,63 \text{ mm}}$$

#### 4.6.8 Pemeriksaan Bahan Poros

Pemeriksaan bahan poros jika bahan poros diganti.

#### 4.6.9 Perhitungan Kecepatan Rantai

Untuk mengitung kecepatan poros dapat menggunakan rumus:

$$V = \frac{15,875 \times 15 \times 3300}{60 \times 1000}$$

$$V = \mathbf{13,09 \text{ m/s}}$$

#### 4.6.10 Daerah Kecepatan Rantai

Daerah kecepatan rantai adalah 4 - 10 m/s

$$13,09 > 4-10 \text{ m/s}$$

Kemudian

$$350 - \frac{84,211 + 256,79}{2} = 170,50$$

Untuk mengitung beban yang bekerja pada rantai dapat dihitung dengan:

$$F = \frac{102 \times P}{v}$$

$$F = \frac{102 \times 0.0648}{13.09}$$

$$F = \mathbf{0,504 \text{ kg}}$$

$$Sf = 3200 / F$$

$$Sf = 3200 / 0,504$$

$$Sf = \mathbf{6349,2}$$

$$6 < 6349,2, \text{ baik}$$

$$0,504 \text{ kg} < 520 \text{ kg}, \text{ baik}$$

#### 4.6.11 Penentuan Nomor Rantai dan Perhitungan Panjang Rantai

Akhirnya dipilih rantai nomor 50 dengan rangkaian tunggal. Untuk menghitung panjang rantai dapat menggunakan rumus berikut:

$$L_p = \frac{Z1 + Z2}{2} + 2C_p + \frac{[(Z2 - Z1) / 6.28]^2}{C_p}$$

$$L_p = \frac{15 + 49}{2} + 2 \times \frac{350}{15,875} + \frac{[(49 - 15) / 6.28]^2}{(350 / 15,875)}$$

$$L_p = 32 + 2 \times 22 + \frac{(5,41)^2}{22,04}$$

$$L_p = 32 + 44 + \frac{40}{22,04}$$

$$L_p = 76 + 1,81$$

$$L_p = 77,81$$

$$L_p = \mathbf{78}$$

#### 4.6.12 Perhitungan Jarak Sumbu Poros

$$C_p = \frac{1}{4} \left\{ \left( 78 - \frac{15+49}{2} \right) + \sqrt{\left( 78 - \frac{15+49}{2} \right)^2 - \frac{2}{9,86} (49 - 15)^2} \right\}$$

$$C_p = \frac{1}{4} (46 + \sqrt{2116 - 234,48})$$

$$C_p = \frac{1}{4} (46 + 43,37)$$

$$C_p = 22,3425$$

Jadi, jarak sumbu poros adalah:

$$C = 22,3425 \times 15,875$$

$$C = \mathbf{354,68 \text{ mm}}$$

#### 4.6.13 Perhitungan Beban Pada Sandaran Kepala

Berikut ini adalah perhitungan pembebanan pada sandaran kepala:

$$w = m \times g$$

$$w = 3.5 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}$$

$$w = \mathbf{35 \text{ Newton}}$$

$$F = \mathbf{35 \text{ Newton}}$$

Keterangan:

m = massa benda (kg)

g = gravitasi (m/s)

Untuk menghitung tegangan pada sandaran kepala dapat dicari dengan rumus:

$$\sigma = \frac{F}{A} \leq \sigma$$

Diketahui:

Material benda = Polylatic Acid (PLA)

$\sigma$  (tegangan tarik) = 80.17 N/mm<sup>2</sup>

F = 35 N

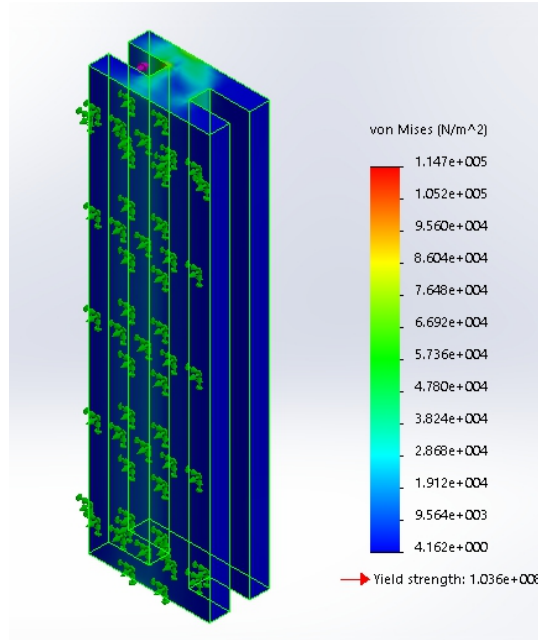
Penyelesaian:

$$\frac{F}{A} \leq \sigma$$

$$\frac{35 \text{ N}}{210 \times 20} \leq 80.17 \text{ N/mm}^2$$

$$8.3 \times 10^{-5} \leq 80.17 \text{ N/mm}^2$$

Dibawah ini merupakan simulasi pembebanan untuk sandaran kepala:



Gambar 4.11 Simulasi Pembebanan

Setelah dilakukan perhitungan baik dari manual maupun software, maka dapat disimpulkan bahwa jika sandaran kepala akan aman diberikan gaya sebesar 35 N.

#### 4.6.14 Perhitungan Torsi Yang Dibutuhkan Kursi Roda

Untuk menghitung torsi yang dibutuhkan maka terlebih dahulu menghitung massa total kursi roda:

M total = berat kursi roda + berat modul + berat pengguna

M total = 19.6 kg + 10.32 kg + 60 kg

M total = **89.92 kg**

Kemudian diubah satuan kg menjadi Newton dengan rumus:

$W = M \text{ total} \times g$

Diketahui:

M total = Berat total kursi roda

g = Gravitasi

Penyelesaian:

$$W = 82.92 \text{ kg} \times 9.8$$

$$W = \mathbf{881.216 \text{ N}}$$

Selanjutnya adalah mencari gaya normal ( $F_n$ ) dengan rumus:

$$F_n = M \text{ total} \times g$$

$$F_n = 82.92 \text{ kg} \times 9.8$$

$$F_n = \mathbf{881.216 \text{ N}}$$

Langkah selanjutnya adalah mencari gaya gesek statis ( $F_s$ ) yang terjadi pada kursi roda.

$$F_s = F_n \times \mu_s$$

Diketahui:

$F_s$  = Gaya gesek statis

$F_n$  = Gaya normal

$\mu_s$  = Koefisien gesek statis karet dengan lantai

Penyelesaian:

$$F_s = 881.216 \text{ N} \times 1.00$$

$$F_s = \mathbf{881.216 \text{ N}}$$

Untuk mencari gaya gesek kinetik dapat menggunakan rumus dibawah ini:

$$F_k = F_n \times \mu_k$$

Keterangan:

$F_k$  = Gaya gesek kinetik

$\mu_k$  = Koefisien gesek kinetik (0.8)

Penyelesaian:

$$F_k = 881.216 \text{ N} \times 0.8$$

$$F_k = \mathbf{704.97 \text{ N}}$$

Kemudian untuk menentukan torsi yang dibutuhkan agar dapat menggerakkan kursi roda adalah:

$$T = F_s \times r$$

Diketahui:

$T$  = Torsi

$F_s$  = Gaya gesek statis

$r$  = Jari-jari roda kursi roda (28.5 cm)

Penyelesaian:

$T = 881.216 \text{ N} \times 0.285 \text{ m}$

$T = 215.146 \text{ Nm}$

$T = 25.60 \text{ Kgf.m}$

Jadi, torsi yang dibutuhkan kursi roda dengan berat total kursi roda dan berat pengguna adalah 89.92 Kg adalah sebesar 215.146 Nm atau sama dengan 25.60 Kgf.m.

## 4.7 Uji Coba

### 4.7.1 Uji Coba Fungsionalitas Sistem Kendali Joystick

Berikut ini adalah hasil uji coba fungsionalitas gerakan kursi roda dengan menggunakan sistem kendali joystick:

Tabel 4.13 Uji Coba Sistem Kendali Joystick

No	Input Kendali Joystick	Motor Kanan	Motor Kiri
1	Maju	√	√
2	Mundur	√	√
3	Kanan	-	√
4	Kiri	√	-

Berdasarkan hasil uji coba sistem kendali joystick diatas, dimana tanda (√) menunjukkan bahwa motor berputar, uji coba dinyatakan berhasil karena motor telah berputar sesuai dengan input kendali dari joystick.

Dimana jika input dari android maju, maka motor kanan dan kiri akan berputar bersamaan (*clockwise*), jika input mundur maka motor akan berputar bersamaan (*counter clockwise*). Sedangkan jika input kanan, maka motor kiri yang akan berputar dan motor kanan *standby* dan sebaliknya jika input android ke arah kiri, maka motor kanan akan berputar dan motor kiri *standby*.



Gambar 4.12 Uji Coba Sistem Kendali Joystick

#### 4.7.2 Uji Coba Fungsionalitas Sistem Kendali Bluetooth

Berikut ini adalah hasil uji coba fungsionalitas dengan menggunakan sistem kendali bluetooth:

Tabel 4.14 Uji Coba Sistem Kendali *Android (Bluetooth)*

No	Input Kendali <i>Bluetooth</i>	Motor Kanan	Motor Kiri
1	Maju	√	√
2	Mundur	√	√
3	Kanan	-	√
4	Kiri	√	-

Berdasarkan hasil uji coba sistem kendali android (*bluetooth*) diatas, dimana tanda (√) menunjukkan bahwa motor berputar, uji coba dinyatakan berhasil karena motor telah berputar sesuai dengan input kendali dari android. Dimana jika input dari android maju, maka motor kanan dan kiri akan berputar bersamaan (*clockwise*), jika input mundur maka motor akan berputar bersamaan (*counter clockwise*). Sedangkan jika input kanan, maka motor kiri yang akan berputar dan motor kanan *standby* dan sebaliknya jika input android ke arah kiri, maka motor kanan akan berputar dan motor kiri *standby*.





Gambar 4.13 Uji Coba Sistem Kendali Bluetooth

### 4.7.3 Uji Coba Kemampuan Membawa Beban Pada Motor

Berikut ini adalah hasil uji coba pembebanan pada motor.

Tabel 4.15 Uji Coba Pembebanan Pada Motor

No	Beban	Maju	Mundur
1	2 kg	√	√
2	5 kg	√	√
3	8 kg	√	√
4	10 kg	√	√
5	13 kg	√	√
6	15 kg	√	√
7	18 kg	-	-

Berdasarkan hasil uji coba yang telah dilakukan, motor dc hanya kuat untuk membawa beban hingga 15 kg yang hanya bisa bergerak maju dan mundur.

Motor DC hanya kuat membawa beban 15 kg dikarenakan motor DC yang sekarang tidak sesuai dengan kebutuhan yang dibutuhkan. Motor DC yang dibutuhkan adalah motor DC dengan torsi minimal 215.146 Nm, sedangkan torsi motor DC yang sekarang adalah 14 Ncm yang

menyebabkan motor tidak mampu mengangkat beban kursi roda dan beban pengguna kursi roda.

#### 4.7.4 Uji Coba Jangkauan Konektivitas Bluetooth

Berikut ini adalah hasil uji coba jarak jangkauan konektivitas *bluetooth* ke kursi roda.

Tabel 4.16 Uji Coba Jangkauan Konektivitas Bluetooth

No	Kondisi	Jarak	Terkirim	Tidak Terkirim
1	Tanpa Penghalang	1 - 5 meter	√	-
		5 - 10 meter	√	-
		10 - 20 meter	√	-
		20 - 30 meter	√	-
		40 meter	-	√
2	Dengan Penghalang	1 - 5 meter	√	-
		5 - 10 meter	√	-
		10 - 20 meter	√	-
		22 meter	-	√

Berdasarkan hasil uji coba diatas, jangkauan konektivitas *bluetooth* ke kursi roda diluar ruangan dan tanpa penghalang adalah maksimal 39 meter. Sedangkan jangkauan *bluetooth* ke kursi roda didalam ruangan dengan penghalang adalah maksimal 21 meter.

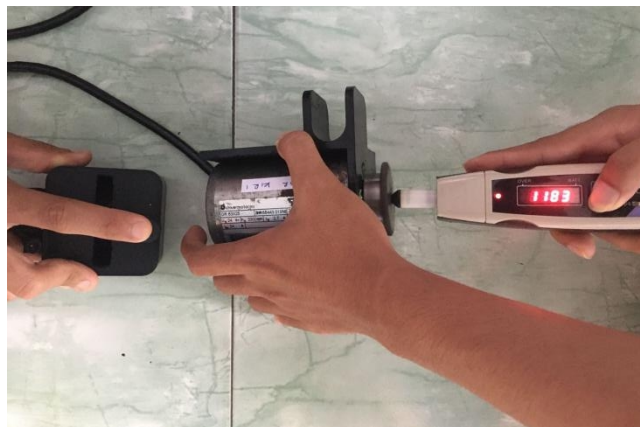
#### 4.7.5 Uji Coba Kecepatan Motor Terhadap PWM

Berikut ini adalah hasil uji coba kecepatan motor terhadap PWM yang terdapat di sistem kendali joystick:

Tabel 4.17 Uji Coba Kecepatan Motor Terhadap PWM

No	PWM	RPM
1	0	0
2	120	436
3	150	797
4	200	944
5	255	1064

Berdasarkan hasil uji coba kecepatan motor terhadap PWM yang telah dilakukan, kecepatan minimum dan maksimum yang didapat dengan pergerakan joystick adalah 120 pada PWM mendapatkan kecepatan sebesar 436 rpm sedangkan untuk kecepatan maksimal adalah 255 pada PWM mendapatkan kecepatan 1064 rpm pada motor.



Gambar 4.14 Uji Coba Kecepatan Motor Terhadap PWM

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Merancang kursi roda dengan pergerakan otomatis tanpa merubah konstruksi rangka standar dengan menggunakan metodologi perancangan VDI 2222. Dari hasil uji coba yang telah dilakukan, sistem kendali dengan joystick dan android telah bekerja secara maksimal. Dan juga batas konektivitas bluetooth antara android dengan sistem bluetooth kursi roda elektrik adalah 30 meter tanpa adanya penghalang dan 22 meter jika terhalang.

#### **5.2 Saran**

Berikut beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk pengembangan selanjutnya kursi roda elektrik:

1. Fungsi tambahan seperti sandaran kepala dan sandaran kaki bisa dibuat lebih mudah lagi sistem penguncian dan pelepasannya.
2. Sistem kendali android bisa ditambahkan fitur baru lainnya, misalnya fitur GPS.



**LAMPIRAN 1**  
**(Daftar Riwayat Hidup)**

## Daftar Riwayat Hidup

### Data Pribadi

Nama Lengkap : Fasaluna Bawanda  
Tempat, Tanggal Lahir : Banjarnegara, 14 Mei 2000  
Alamat Rumah : Jl.Yos Sudarso, Padang Lalang  
Kecamatan Belinyu  
Kabupaten Bangka  
Telepon : -  
Hp : 0822 8118 8507  
Email : nellielbawa@gmail.com  
Jenis Kelamin : Laki-Laki  
Agama : Islam



### Riwayat Pendidikan

SDN Badakarya 2006-2012  
SMP IT PH 2012-2015  
SMK YPN Belinyu 2015-2018  
Polman Babel 2018-2021

### Pengalaman Kerja

Praktik kerja lapangan di PT TDK Indonesia dari tanggal 5 November 2020  
- 5 Februari 2021

Sungailiat, 4 Agustus 2021

Fasaluna

## Daftar Riwayat Hidup

### Data Pribadi

Nama Lengkap : Ego  
Tempat, Tanggal Lahir : Ranggas, 27 Juli 1999  
Alamat Rumah : Ranggas  
Kecamatan Kecamatan  
Kabupaten Bangka Selatan  
Telepon : -  
Hp : 0831 5797 1681  
Email : egodapitra@gmail.com  
Jenis Kelamin : Laki-Laki  
Agama : Islam



### Riwayat Pendidikan

SDN 7 Ranggas 2006-2012  
SMPN 3 Airgegas 2012-2015  
SMKN 2 Koba 2015-2018  
Polman Babel 2018-2021

### Pengalaman Kerja

Praktik kerja lapangan di PT Babel Media dari tanggal 5 Oktober 2020 - 5 Februari 2021

Sungailiat, 4 Agustus 2021

Ego

## Daftar Riwayat Hidup

### Data Pribadi

Nama Lengkap : Wahyu Ri Yadi  
Tempat, Tanggal Lahir : Labuhan Haji, 18 Oktober 2000  
Alamat Rumah : Jl.Yos Sudarso, Padang Lalang  
Kecamatan Belinyu  
Kabupaten Bangka  
Telepon : -  
Hp : 0812 78843587  
Email : whyrydi11@gmail.com  
Jenis Kelamin : Laki-Laki  
Agama : Islam



### Riwayat Pendidikan

SDN 6 Belinyu 2006-2012  
SMPN 1 Belinyu 2012-2015  
SMK YPN Belinyu 2015-2018  
Polman Babel 2018-2021

### Pengalaman Kerja

Praktik kerja lapangan di PT Hanabe dari tanggal 5 Oktober 2020 - 5 Februari 2021

Sungailiat, 4 Agustus 2021

Wahyu Ri Yadi





**LAMPIRAN 2**  
**(Faktor Penilaian)**



### **LAMPIRAN 3**

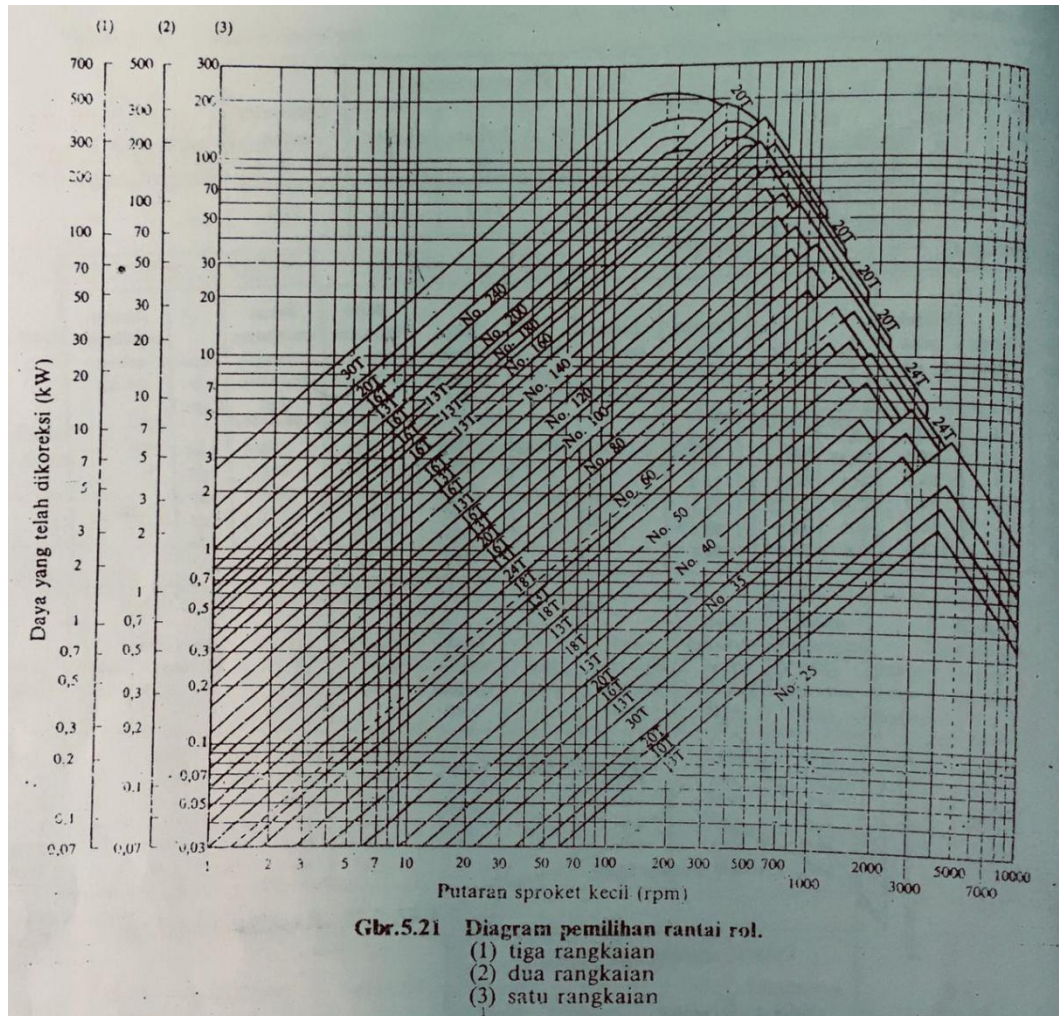
**(Referensi Perhitungan Rantai - Sprocket)**

## Tabel Faktor Koreksi

Tabel 5.17 Faktor koreksi  $f_c$ .

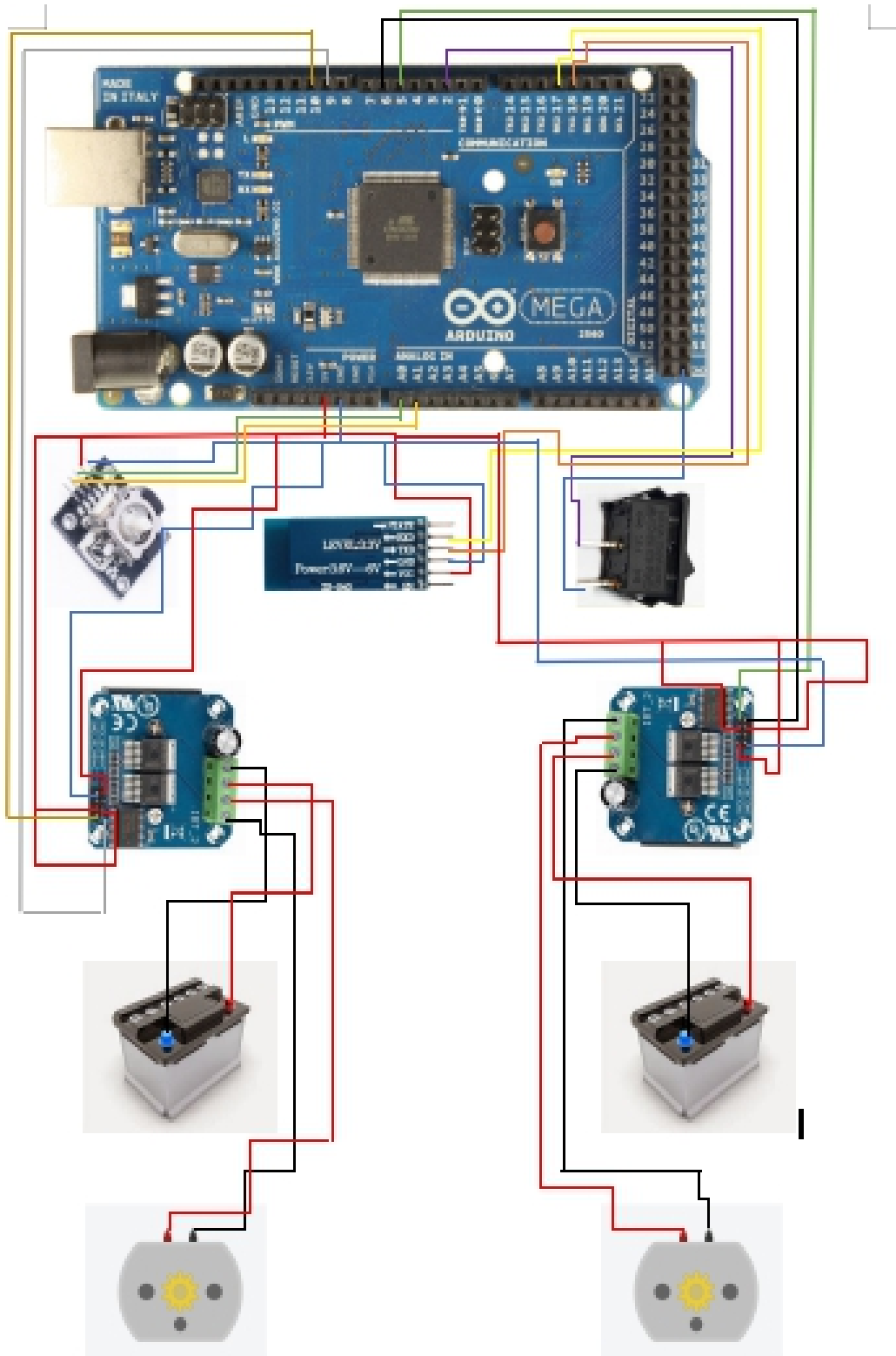
Tumbukan	Pengerak Pemakaian	Motor listrik atau turbin	Motor terak	
			Dengan transmisi hidrolik	Tanpa transmisi hidrolik
Transmisi halus	Konveyor sabuk dan rantai dengan variasi beban kecil, pompa sentrifugal dan blower, mesin tekstil umum, mesin industri umum dengan variasi beban kecil	1,0	1,0	1,2
Tumbukan sedang	Kompresor sentrifugal, propeler, konveyor dengan sedikit variasi beban, tanur otomatis, pengering, penghancur, mesin perkakas umum, alat-alat besar umum, mesin kertas umum	1,3	1,2	1,4
Tumbukan berat	Pres, penghancur, mesin pertambangan, bor minyak bumi, pencampur karet, rol, mesin penggetar, mesin-mesin umum dengan putaran dapat dibalik atau beban tumbukan	1,5	1,4	1,7

## Diagram Pemilihan Rantai-Rol





**LAMPIRAN 4**  
**(Rangkaian Listrik)**





**LAMPIRAN 5**  
**(Program Joystick dan Android)**

## Program Joystick dan Android

```
char data;
```

```
int Buzzer = 8; //BUZZER
```

```
//motor kanan
```

```
int pinpwma = 9; //RPWM
```

```
int pinpwmb = 10; //LPWM
```

```
//motor kiri
```

```
int pinpwmc = 5; //RPWM
```

```
int pinpwmd = 6; //LPWM
```

```
int speedx;
```

```
int speedx1;
```

```
int dataadc1;
```

```
int dataadc2;
```

```
int saklar;
```

```
void setup() {
```



```
pinMode(Buzzer, OUTPUT); //BUZZER

Serial.begin(9600);

Serial1.begin(9600);

pinMode(pinpwma, OUTPUT); //RPWM

pinMode(pinpwmb, OUTPUT); //LPWM

pinMode(pinpwmc, OUTPUT); //RPWM

pinMode(pinpwmd, OUTPUT); //LPWM

pinMode(2, INPUT_PULLUP);

}

void loop()

{

saklar = digitalRead(2);

Serial.print("Status saklar = ");

Serial.println(saklar);

if(saklar == HIGH)

{

if(Serial1.available())

{
```

```
    data=Serial1.read();

    Serial.write(data);

    Serial.println(data);
}

if(Serial.available())
{
    data=Serial.read();

    Serial1.write(data);
}

if(speedx1 > 255)
{
    speedx1 = 255;
}

if(data=='F'){forward();}

else if(data=='B'){backward();}

else if(data=='L'){left();}

else if(data=='R'){right();}

else if(data=='S'){stop();}

else if(data=='E'){emergency();}
```

```
}  
  
else  
  
{  
  
    dataadc1 = analogRead(A0);  
  
    dataadc2 = analogRead(A1);  
  
    Serial.print(dataadc1);  
  
    Serial.print(" ");  
  
    Serial.println(dataadc2);  
  
    speedx = map(dataadc1,450,900,0,255);  
  
    speedx1 = map(dataadc2,450,900,0,255);  
  
    if(speedx > 255){speedx = 255;}  
  
    if(speedx1 > 255){speedx1 = 255;}  
  
    //maju  
  
    if(speedx1 > 50)  
  
    {  
  
        Serial.println("maju");  
  
        speedx1 = speedx1 * 1;  
  
        analogWrite(pinpwma,speedx);  
  
        analogWrite(pinpwmb,speedx1);  
  
        analogWrite(pinpwmc,speedx1);  
  
        analogWrite(pinpwmd,speedx);  
  
    }  
  
}
```

```
}  
  
//mundur  
  
if(speedx1 < 0)  
{  
  
    Serial.println("mundur");  
  
    speedx1 = speedx1 * -1;  
  
    analogWrite(pinpwma,speedx1);  
  
    analogWrite(pinpwmb,speedx);  
  
    analogWrite(pinpwmc,speedx);  
  
    analogWrite(pinpwmd,speedx1);  
  
}  
  
if(speedx > 50)  
{  
  
    Serial.println("kiri");  
  
    analogWrite(pinpwma,0);  
  
    analogWrite(pinpwmb,0);  
  
    analogWrite(pinpwmc,speedx);  
  
    analogWrite(pinpwmd,0);  
  
}  
  
if(speedx < 0)  
{
```

```
Serial.println("kanan");

speedx = speedx * -1;

analogWrite(pinpwma,0);

analogWrite(pinpwmb,speedx);

analogWrite(pinpwmc,0);

analogWrite(pinpwmd,0);

}

if((speedx > 0)&&(speedx < 50)&&(speedx1 > 0)&&(speedx1 < 50))

{

    analogWrite(pinpwma,0);

    analogWrite(pinpwmb,0);

    analogWrite(pinpwmc,0);

    analogWrite(pinpwmd,0);

}

Serial.print(speedx);

Serial.print(" ");

Serial.println(speedx1);

}

}

void forward(){
```

```
Serial.println("forward");

analogWrite(pinpwma,0);

analogWrite(pinpwmb,255);

analogWrite(pinpwmc,255);

analogWrite(pinpwmd,0);

}

void backward(){

Serial.println("backward");

analogWrite(pinpwma,255);

analogWrite(pinpwmb,0);

analogWrite(pinpwmc,0);

analogWrite(pinpwmd,255);

}

void left(){

Serial.println("left");

analogWrite(pinpwma,0);

analogWrite(pinpwmb,255);

analogWrite(pinpwmc,0);

analogWrite(pinpwmd,0);

}

void right(){
```

```
Serial.println("right");

analogWrite(pinpwma,0);

analogWrite(pinpwmb,0);

analogWrite(pinpwmc,255);

analogWrite(pinpwmd,0);

}

void stop(){

    analogWrite(pinpwma,0);

    analogWrite(pinpwmb,0);

    analogWrite(pinpwmc,0);

    analogWrite(pinpwmd,0);

}

void emergency(){

    digitalWrite(Buzzer, HIGH);delay(1000);

    digitalWrite(Buzzer, LOW);delay(500);

}
```

# Program Android

```
when ListPicker1 - BeforePicking
do set ListPicker1 - Elements - to BluetoothClient1 - AddressesAndNames

when ListPicker1 - AfterPicking
do set ListPicker1 - Selection - to call BluetoothClient1 - Connect
address ListPicker1 - Selection

when Button1 - Click
do call BluetoothClient1 - SendText
text " F "

when Button2 - Click
do call BluetoothClient1 - SendText
text " S "

when Button3 - Click
do call BluetoothClient1 - SendText
text " B "

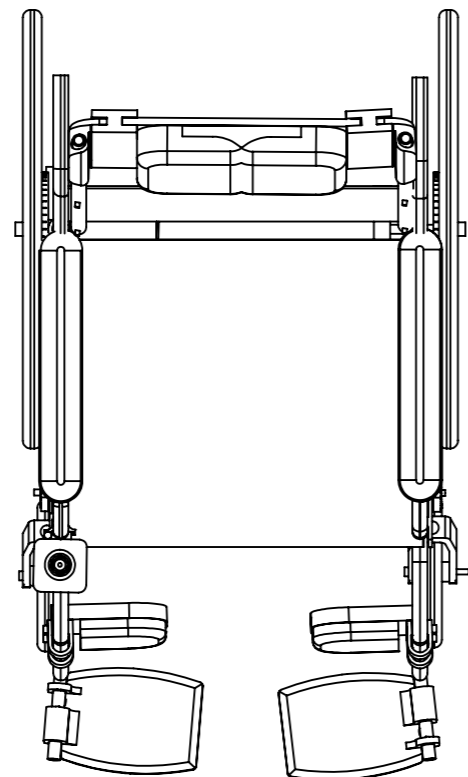
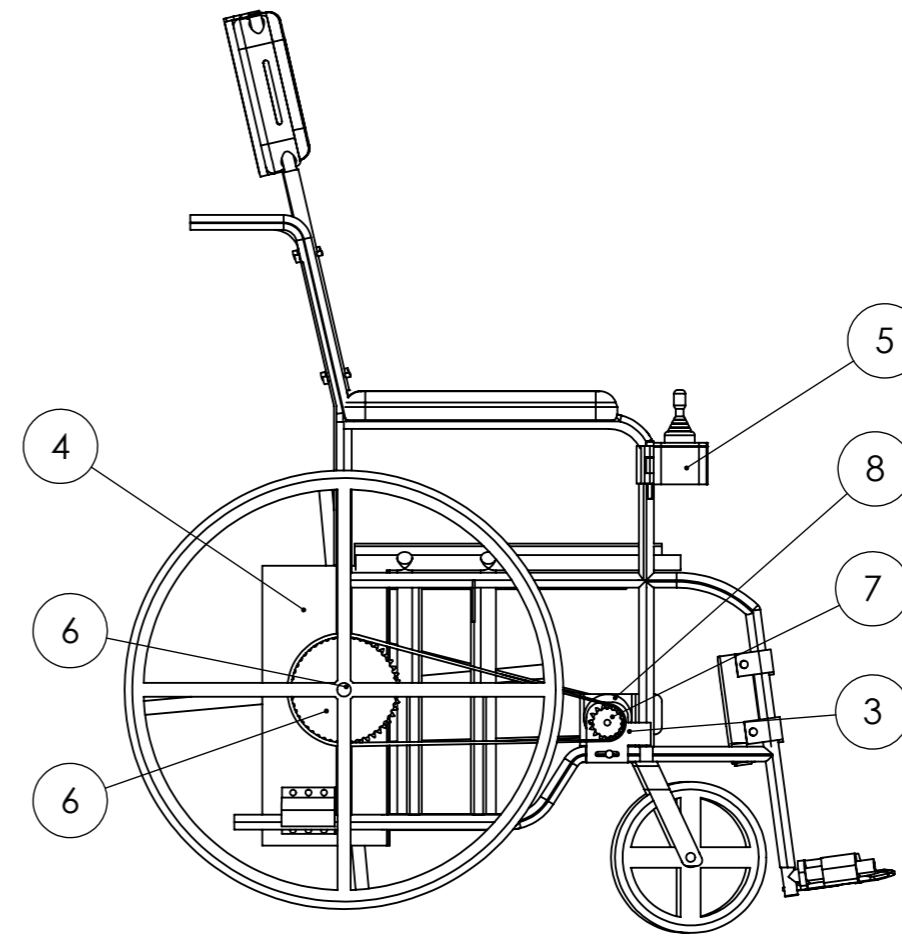
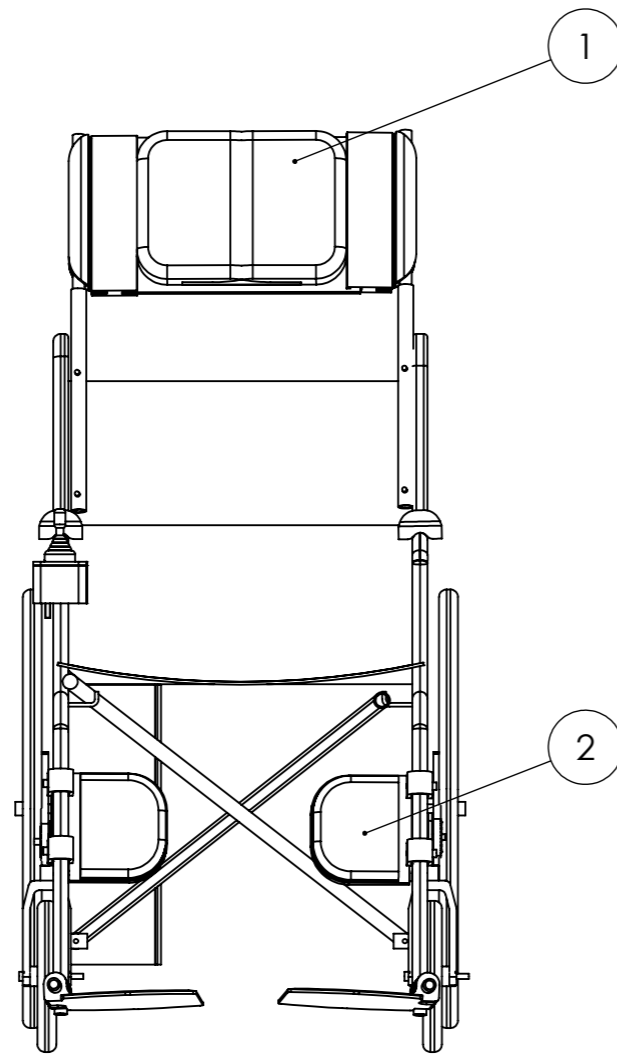
when Button4 - Click
do call BluetoothClient1 - SendText
text " L "

when Button5 - Click
do call BluetoothClient1 - SendText
text " R "
```





**LAMPIRAN 6**  
**(Gambar Kerja)**



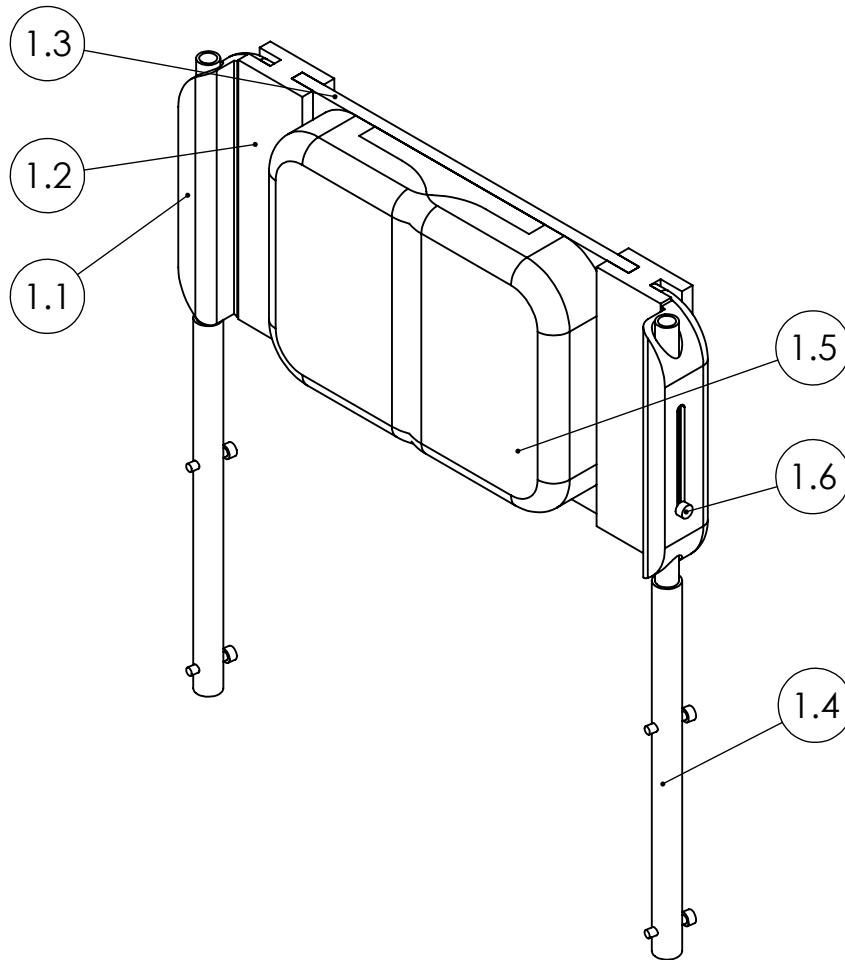
	2	Motor	8	Standard	φ 63x95	Standard
	2	Sprocket Kecil	7	Carbon Steel	φ 50x15	Standard
	2	Sprocket Besar	6	Carbon Steel	φ 140x14	Standard
	1	Bracket Joystick	5	PLA	80x70x50	-
	1	Power Storage	4	PMMA	370x165x118	-
	2	Bracket Motor	3	PLA	108x103x90	-
	2	Sandaran Kaki	2	PLA	153x143x40	-
	1	Sandaran Kepala	1	PLA	455x210x56	-
	Jumlah	Nama Bagian	No Bag	Bahan	Ukuran	ket
		Perubahan	c	f	i	Pemesanan
		a	d	g	j	
		b	e	h	k	
					Pengganti dari :	
					Diganti dengan :	
					Skala	Digambar
					1:10	05-07-21
						Fasa
						Dilihat

## KURSI RODA ELEKTRIK

POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG

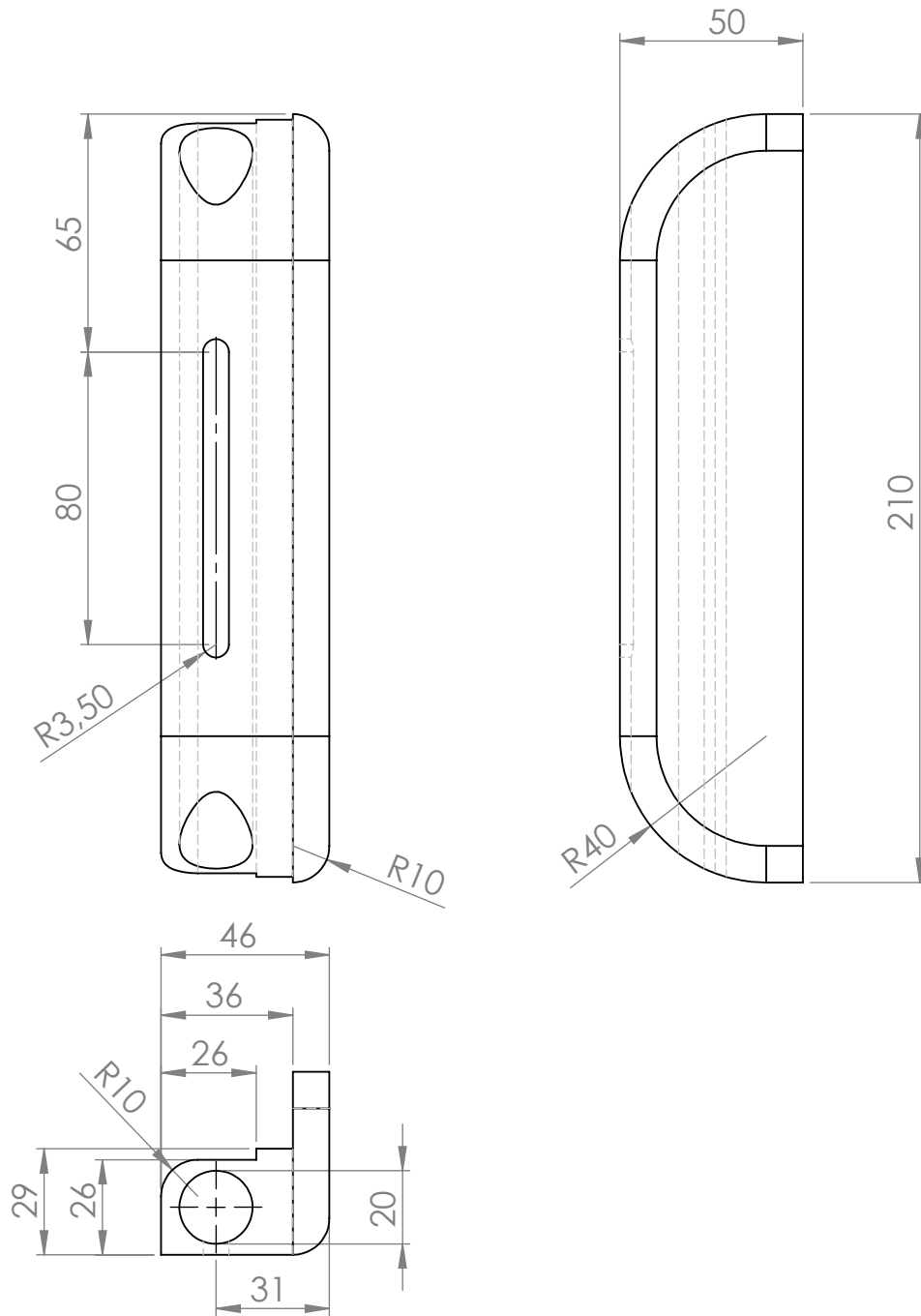
PA21/A3/1/K.Roda

1 ✓  
Tol. Sedang



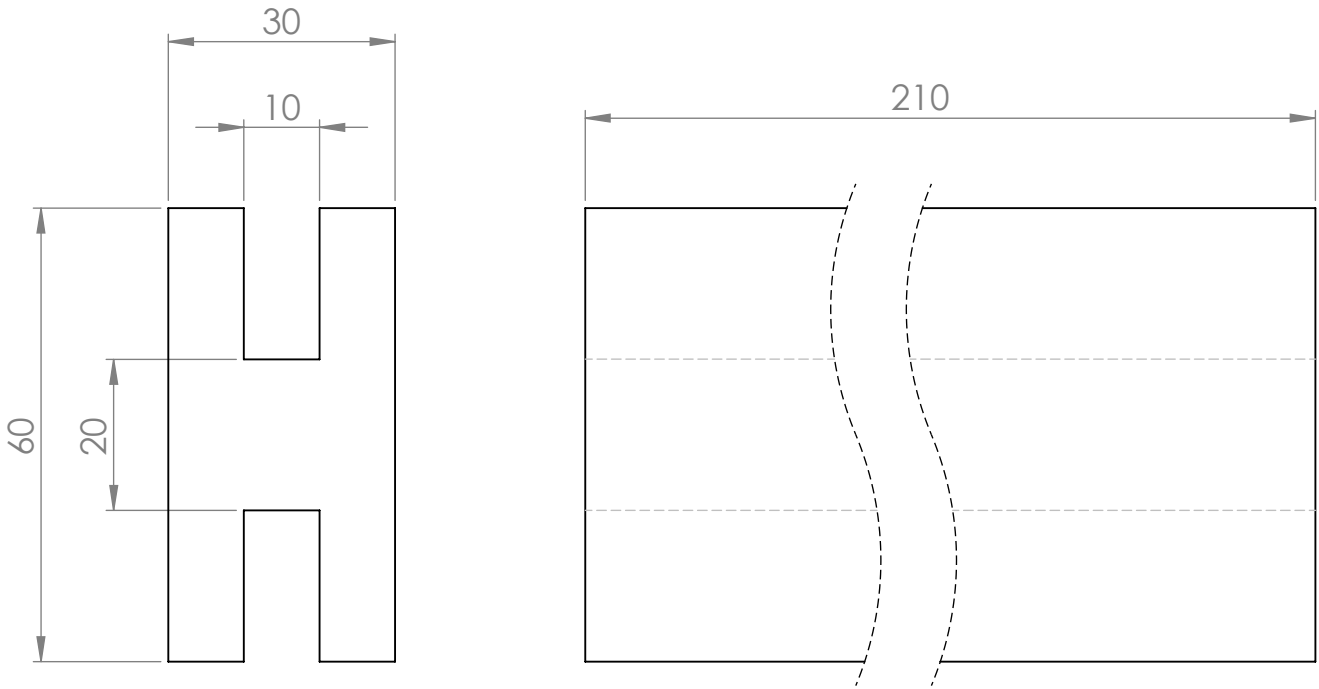
	6	Wing Bolt	1.6	St 37	M4 x 30			
	2	Pillow	1.5	Busa	210 x 275 x 40			
	2	Tiang Sandaran	1.4	Galvanis	∅ 19 x 571			
	1	Sandaran Kepala	1.3	Wood	65 x 30 x 28			
	2	Base Support Sandaran	1.2	PLA	210 x 60 x 30			
	2	Base Tiang	1.1	PLA	210 x 50 x 46			
Jumlah	Nama Bagian		No.bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
	Perubahan	c	f	i	Pemesan	Pengganti dari: Diganti dengan:		
	a	d	g	j				
	b	e	h	k				
<b>Kursi Roda Elektrik</b>					Skala	Digambar	25.6.21	Fasa
					1 : 5	Diperiksa		
						Dilihat		
<b>POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG</b>					<b>PA21/A4/2/K.Roda</b>			

1.1 ✓  
Tol. Sedang



	2	Base Tiang			1.1	PLA	210 x 50 x 46			
Jumlah		Nama Bagian			No.bag	Bahan	Ukuran		Keterangan	
		Perubahan	c	f	i	Pemesan	Pengganti dari:			
		a	d	g	j		Diganti dengan:			
		b	e	h	k					
<b>Kursi Roda Elektrik</b>							Skala	Digambar	25.6.21	Fasa
							1 : 2	Diperiksa		
							Dilihat			
<b>POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG</b>							<b>PA21/A4/3/K.Roda</b>			

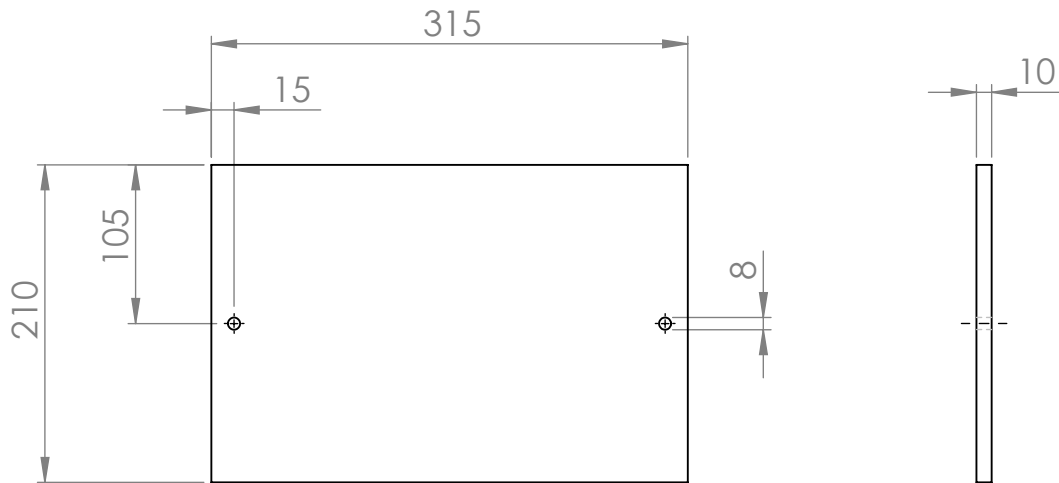
1.2 ✓  
Tol. Sedang



	2	Base Support Sandaran			1.2	PLA	210 x 60 x 30			
Jumlah		Nama Bagian			No.bag	Bahan	Ukuran		Keterangan	
		Perubahan	c	f	i	Pemesan	Pengganti dari:			
		a	d	g	j		Diganti dengan:			
		b	e	h	k					
<b>Kursi Roda Elektrik</b>							Skala 1:1	Digambar	25.6.21	Fasa
								Diperiksa		
								Dilihat		
<b>POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG</b>							<b>PA21/A4/4/K.Roda</b>			

# 1.3 ✓

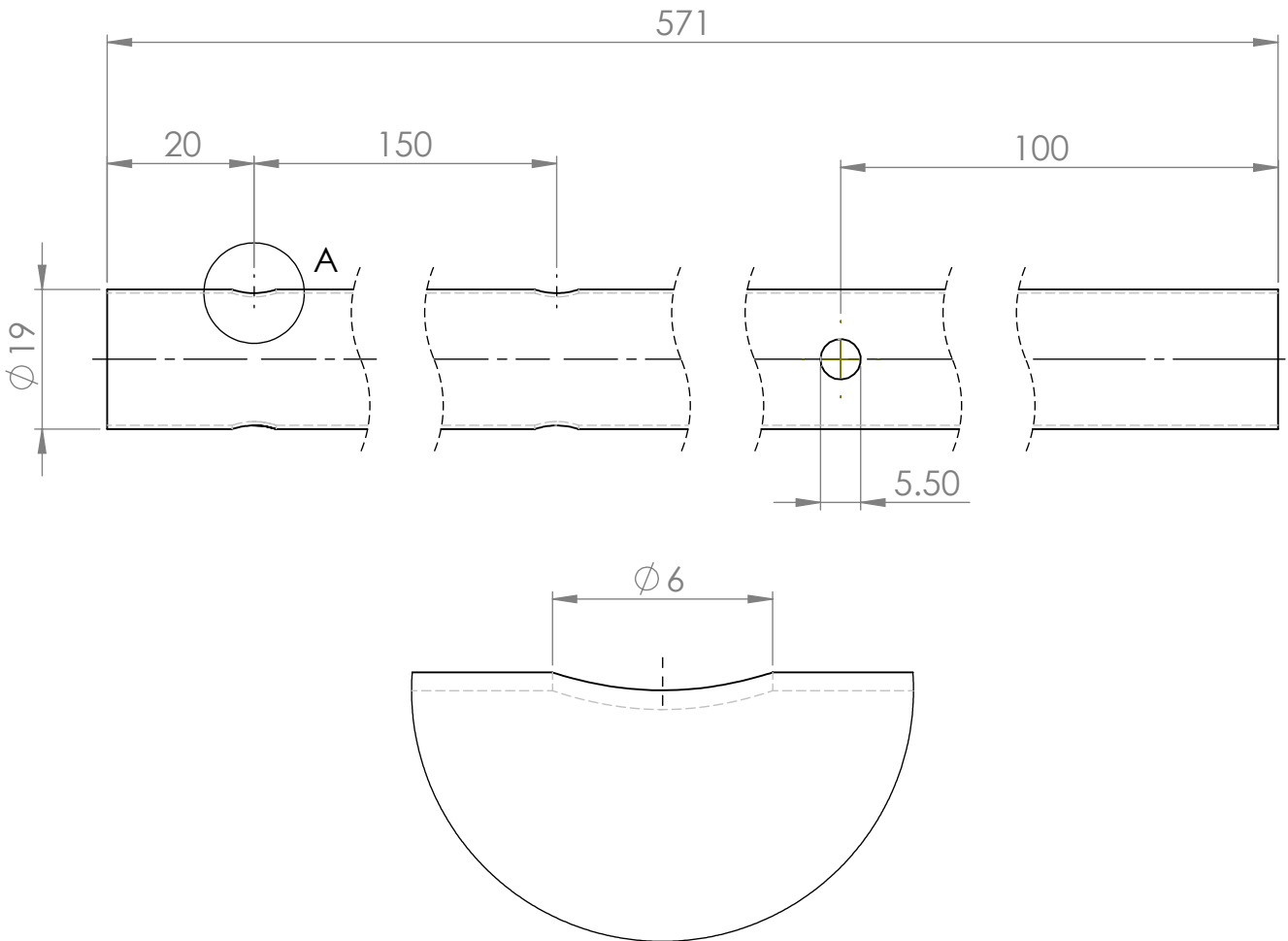
Tol. Sedang



	1	<i>Sandaran Kepala</i>			1.3	<i>Wood</i>	<i>315 x 210 x 10</i>			
<i>Jumlah</i>		<i>Nama Bagian</i>			<i>No.bag</i>	<i>Bahan</i>	<i>Ukuran</i>		<i>Keterangan</i>	
		<i>Perubahan</i>	<i>c</i>	<i>f</i>	<i>i</i>	<i>Pemesan</i>	<i>Pengganti dari:</i> <i>Diganti dengan:</i>			
		<i>a</i>	<i>d</i>	<i>g</i>	<i>j</i>					
		<i>b</i>	<i>e</i>	<i>h</i>	<i>k</i>					
<b><i>Kursi Roda Elektrik</i></b>							<i>Skala</i> <i>1 : 5</i>	<i>Digambar</i>	<i>25.6.21</i>	<i>Fasa</i>
								<i>Diperiksa</i>		
								<i>Dilihat</i>		
<b><i>POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG</i></b>							<b><i>PA21/A4/5/K.Roda</i></b>			

1.4  $\frac{N8}{\nabla}$

Tol. Sedang

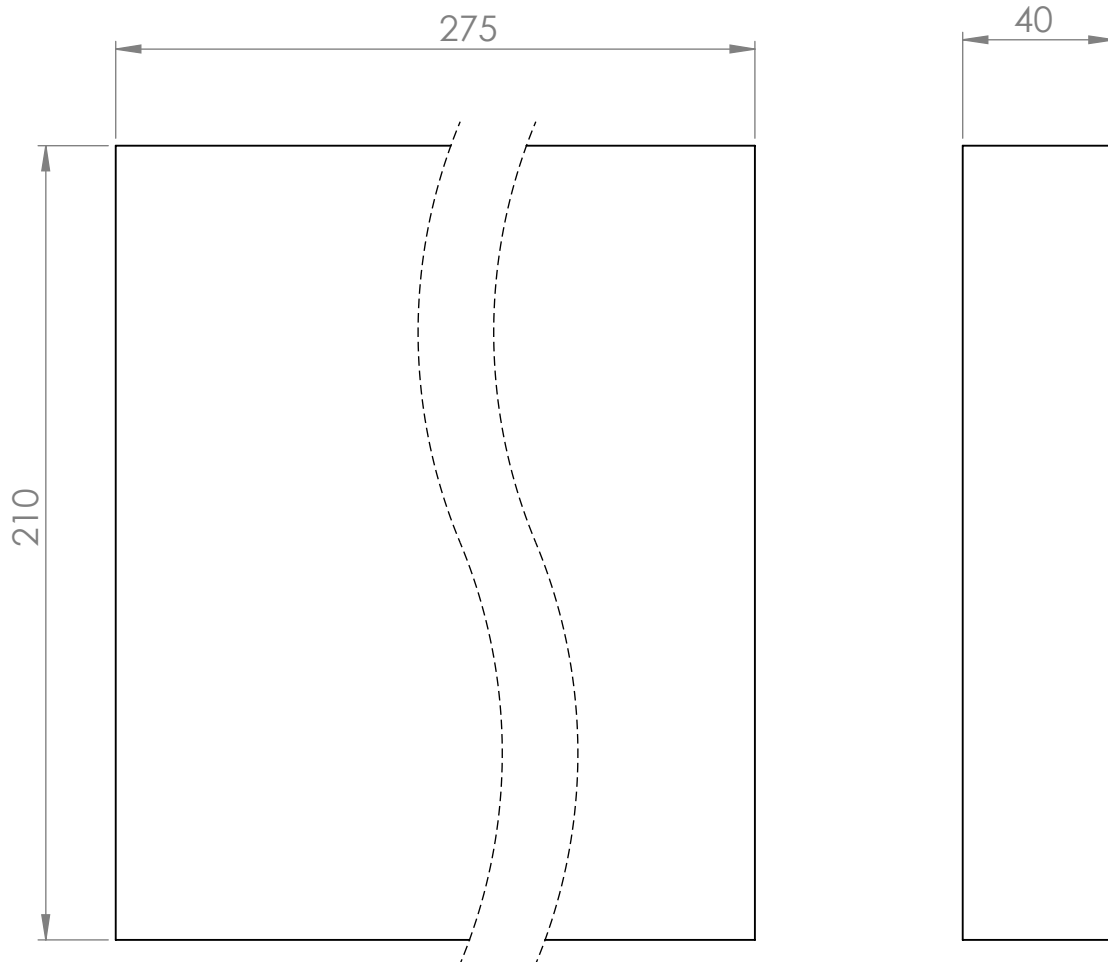


DETAIL A  
SCALE 5 : 1

	2	Tiang Sandaran			1.4	Galvanis	$\phi$ 19 x 571			
Jumlah		Nama Bagian			No.bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
		Perubahan	c	f	i	Pemesan	Pengganti dari:			
		a	d	g	j		Diganti dengan:			
		b	e	h	k					
<b>Kursi Roda Elektrik</b>							Skala	Digambar	25.6.21	Fasa
							1 : 1	Diperiksa		
								Dilihat		
<b>POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG</b>							<b>PA21/A4/6/K.Roda</b>			

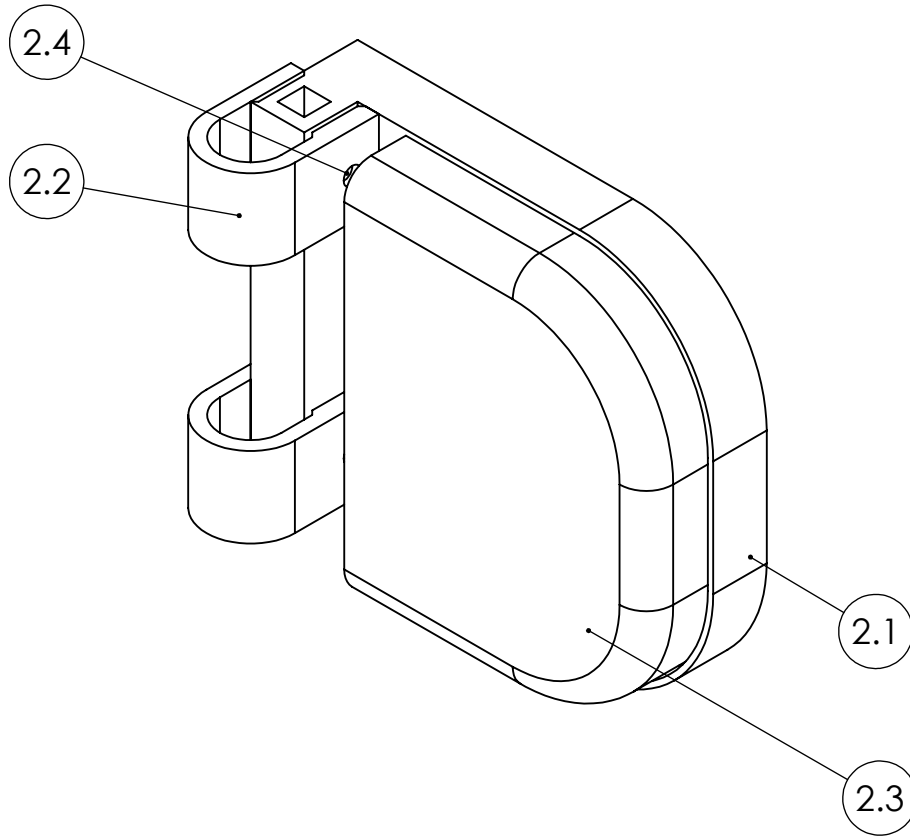
1.5 ✓

Tol. Sedang




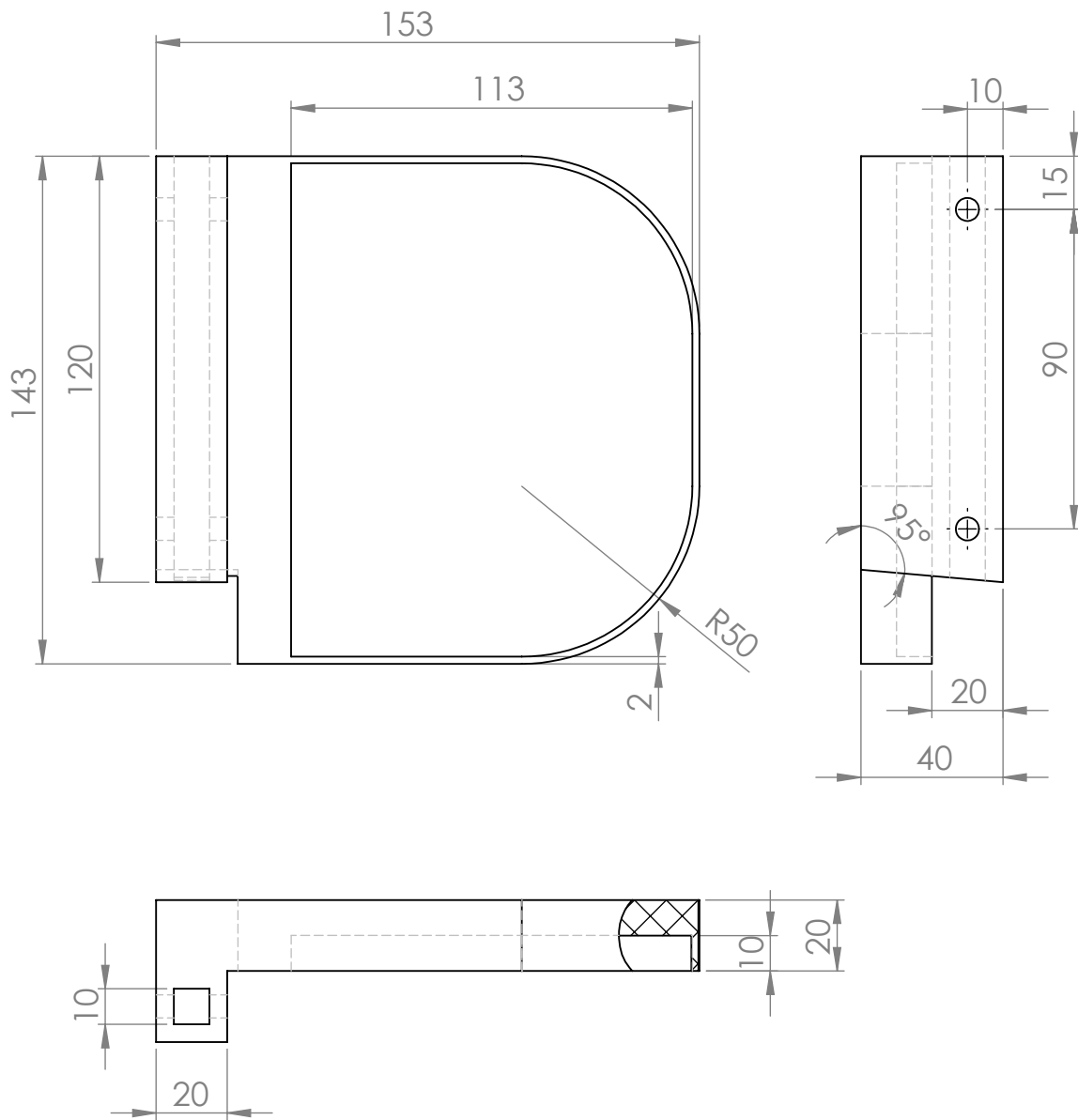
	1	<i>Pillow</i>			1.5	<i>Busa</i>	<i>275x210x40</i>		<i>Order</i>	
<i>Jumlah</i>		<i>Nama Bagian</i>			<i>No.bag</i>	<i>Bahan</i>	<i>Ukuran</i>		<i>Keterangan</i>	
		<i>Perubahan</i>	<i>c</i>	<i>f</i>	<i>i</i>	<i>Pemesan</i>	<i>Pengganti dari:</i> <i>Diganti dengan:</i>			
		<i>a</i>	<i>d</i>	<i>g</i>	<i>j</i>					
		<i>b</i>	<i>e</i>	<i>h</i>	<i>k</i>					
<b><i>Kursi Roda Elektrik</i></b>							<i>Skala</i>	<i>Digambar</i>	<i>25.6.21</i>	<i>Fasa</i>
							<i>1 : 2</i>	<i>Diperiksa</i>		
							<i>Dilihat</i>			
<b><i>POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG</i></b>							<b><i>PA21/A4/7/K.Roda</i></b>			





	4	<i>Wing Bolt</i>			2.4	<i>St 37</i>	<i>M6 x 40</i>					
	2	<i>Pillow</i>			2.3	<i>Busa</i>	<i>139x113x30</i>					
	4	<i>Clamp</i>			2.2	<i>PLA</i>	<i>48 x 33 x 30</i>					
	2	<i>Base Sandaran Kaki</i>			2.1	<i>PLA</i>	<i>153x143x40</i>					
<i>Jumlah</i>		<i>Nama Bagian</i>			<i>No.bag</i>	<i>Bahan</i>	<i>Ukuran</i>	<i>Keterangan</i>				
		<i>Perubahan</i>	<i>c</i>	<i>f</i>	<i>i</i>	<i>Pemesan</i>	<i>Pengganti dari:</i>					
		<i>a</i>	<i>d</i>	<i>g</i>	<i>j</i>		<i>Diganti dengan:</i>					
		<i>b</i>	<i>e</i>	<i>h</i>	<i>k</i>							
		<b><i>Kursi Roda Elektrik</i></b>					<i>Skala</i>	<i>Digambar</i>	<i>25.6.21</i>	<i>Fasa</i>		
								<i>1 : 2</i>	<i>Diperiksa</i>			
									<i>Dilihat</i>			
<b><i>POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG</i></b>							<b><i>PA21/A4/8/K.Roda</i></b>					

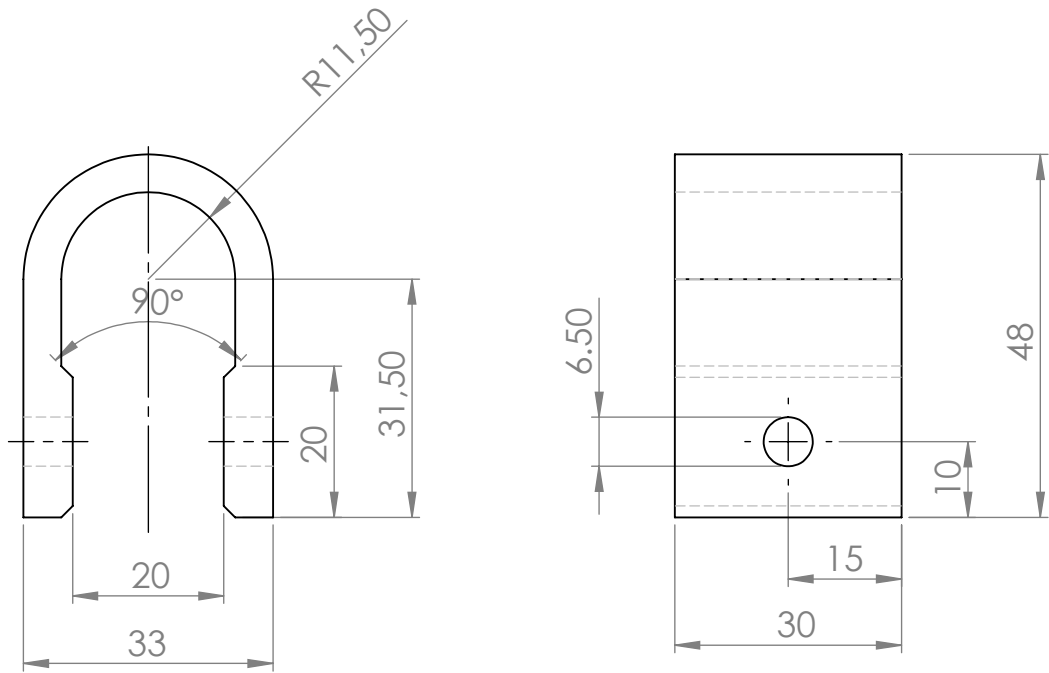
**2.1**   
Tol. Sedang



	2	Base Sandaran Kaki			2.1	PLA	153x143x40			
Jumlah		Nama Bagian			No.bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
		Perubahan	c	f	i	Pemesan	Pengganti dari:			
		a	d	g	j		Diganti dengan:			
		b	e	h	k					
<b>Kursi Roda Elektrik</b>							Skala	Digambar	25.6.21	Fasa
							1 : 2	Diperiksa		
								Dilihat		
<b>POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG</b>							<b>PA21/A4/9/K.Roda</b>			

2.2

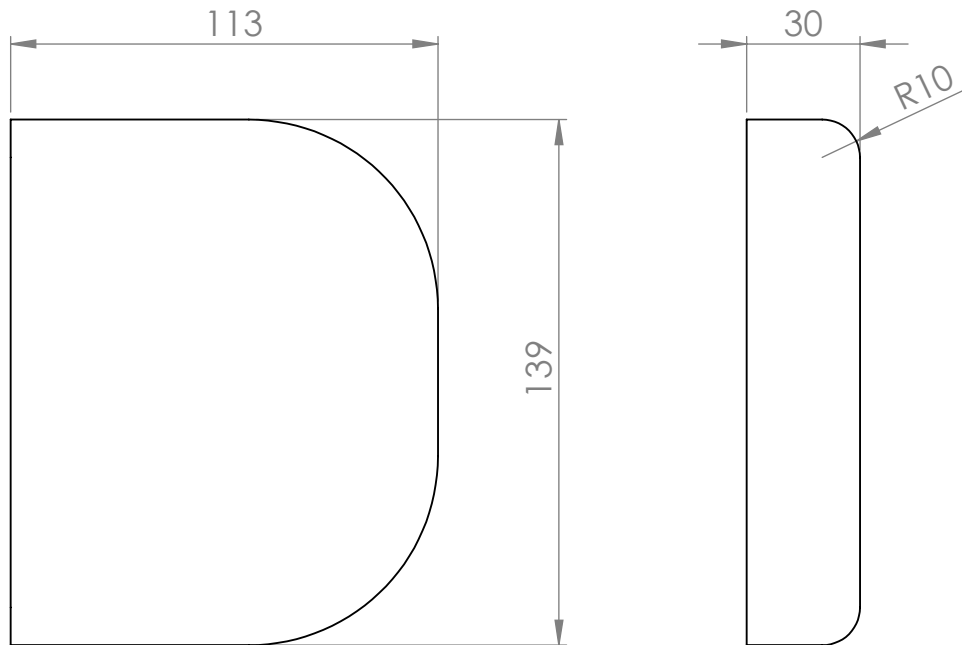
Tol. Sedang



	4	Clamp			2.2	PLA	48x33x30			
Jumlah		Nama Bagian			No.bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
		Perubahan	c	f	i	Pemesan	Pengganti dari:			
		a	d	g	j		Diganti dengan:			
		b	e	h	k					
<h1>Kursi Roda Elektrik</h1>							Skala	Digambar	25.6.21	Fasa
							1:1	Diperiksa		
								Dilihat		
<p><b>POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG</b></p>							<p><b>PA21/A4/10/K.Roda</b></p>			

# 2.3 ✓

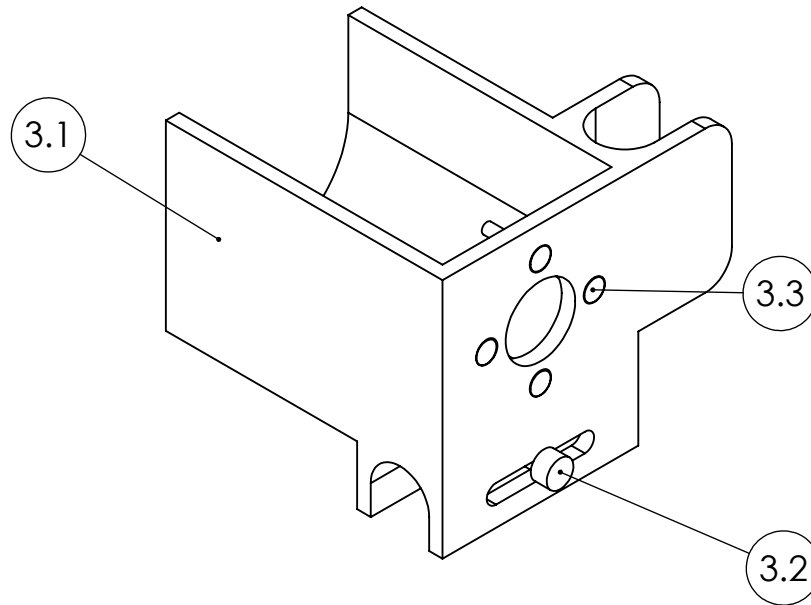
Tol. Sedang



	2	Pillow			2.3	Busa	139 x 113 x 30	Order		
Jumlah		Nama Bagian			No.bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
		Perubahan	c	f	i	Pemesan	Pengganti dari:			
		a	d	g	j		Diganti dengan:			
		b	e	h	k					
<b>Kursi Roda Elektrik</b>							Skala	Digambar	25.6.21	Fasa
							1 : 2	Diperiksa		
							Dilihat			
<b>POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG</b>							<b>PA21/A4/11/K.Roda</b>			

3 ✓

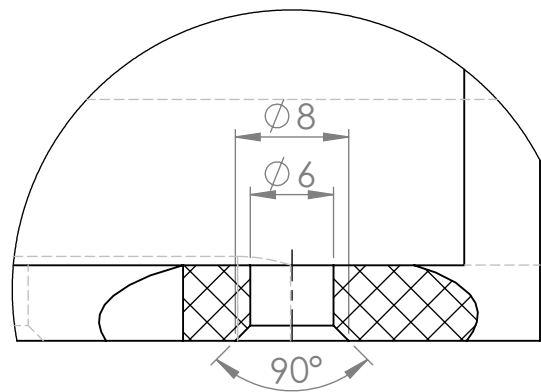
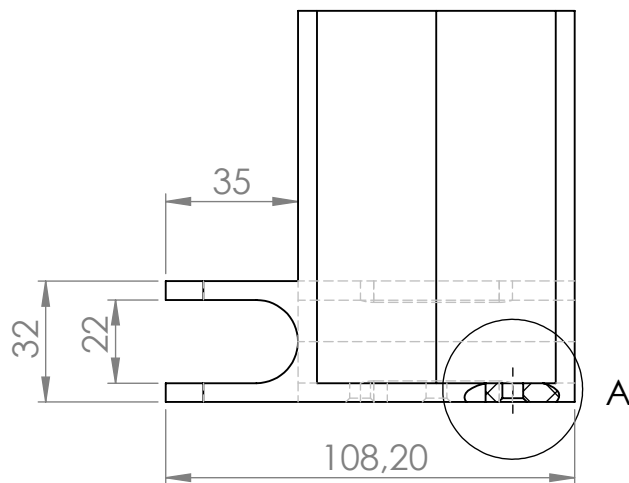
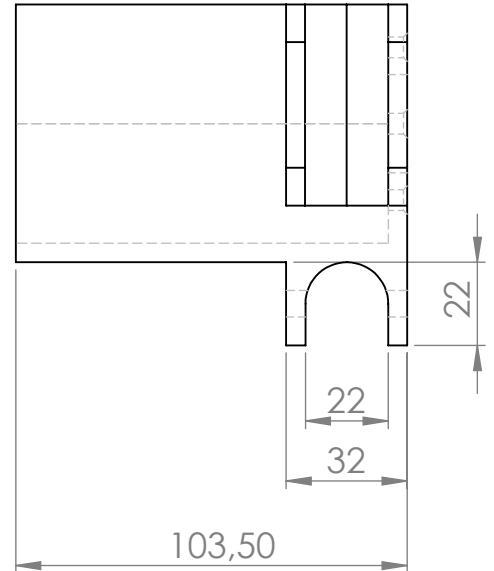
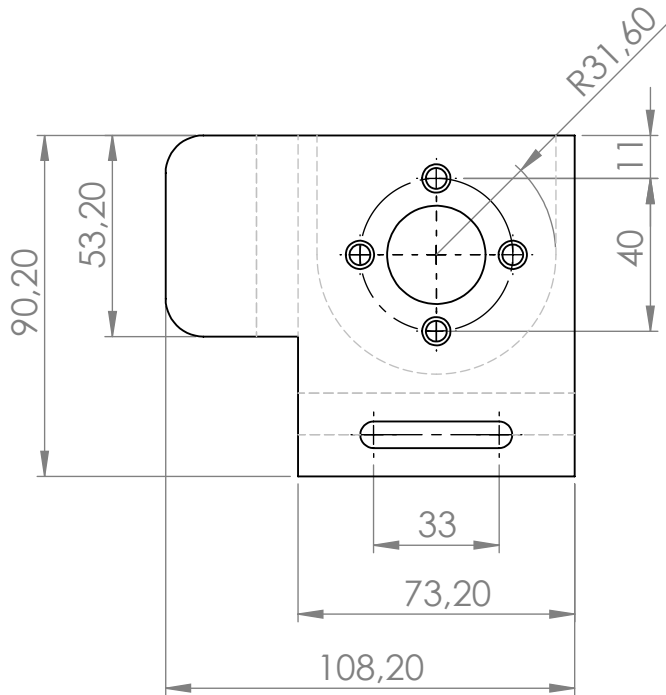
Tol. Sedang



	8	Flat Head Screw			3.3	St 37	M4 x 10			
	2	Wing Bolt			3.2	St 37	M6 x 30			
	2	Bracket Motor			3.1	PLA	108.2x103.5x90.2	Mirrored		
Jumlah		Nama Bagian			No.bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
		Perubahan	c	f	i	Pemesan		Pengganti dari:		
		a	d	g	j			Diganti dengan:		
		b	e	h	k					
<b>Kursi Roda Elektrik</b>							Skala	Digambar	25.6.21	Fasa
							1 : 2	Diperiksa		
								Dilihat		
<b>POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG</b>							<b>PA21/A4/12/K.Roda</b>			

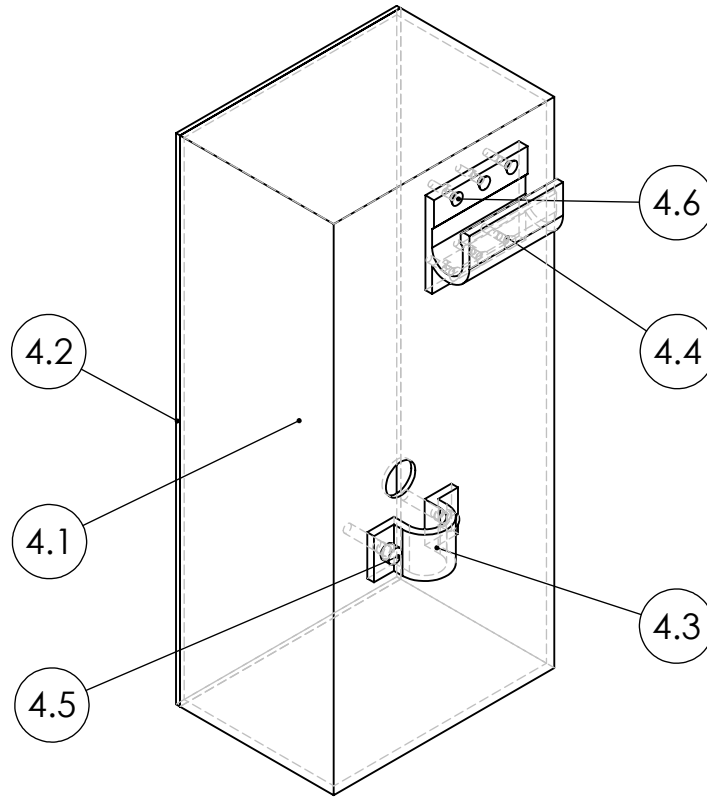
# 3.1

Tol. Sedang




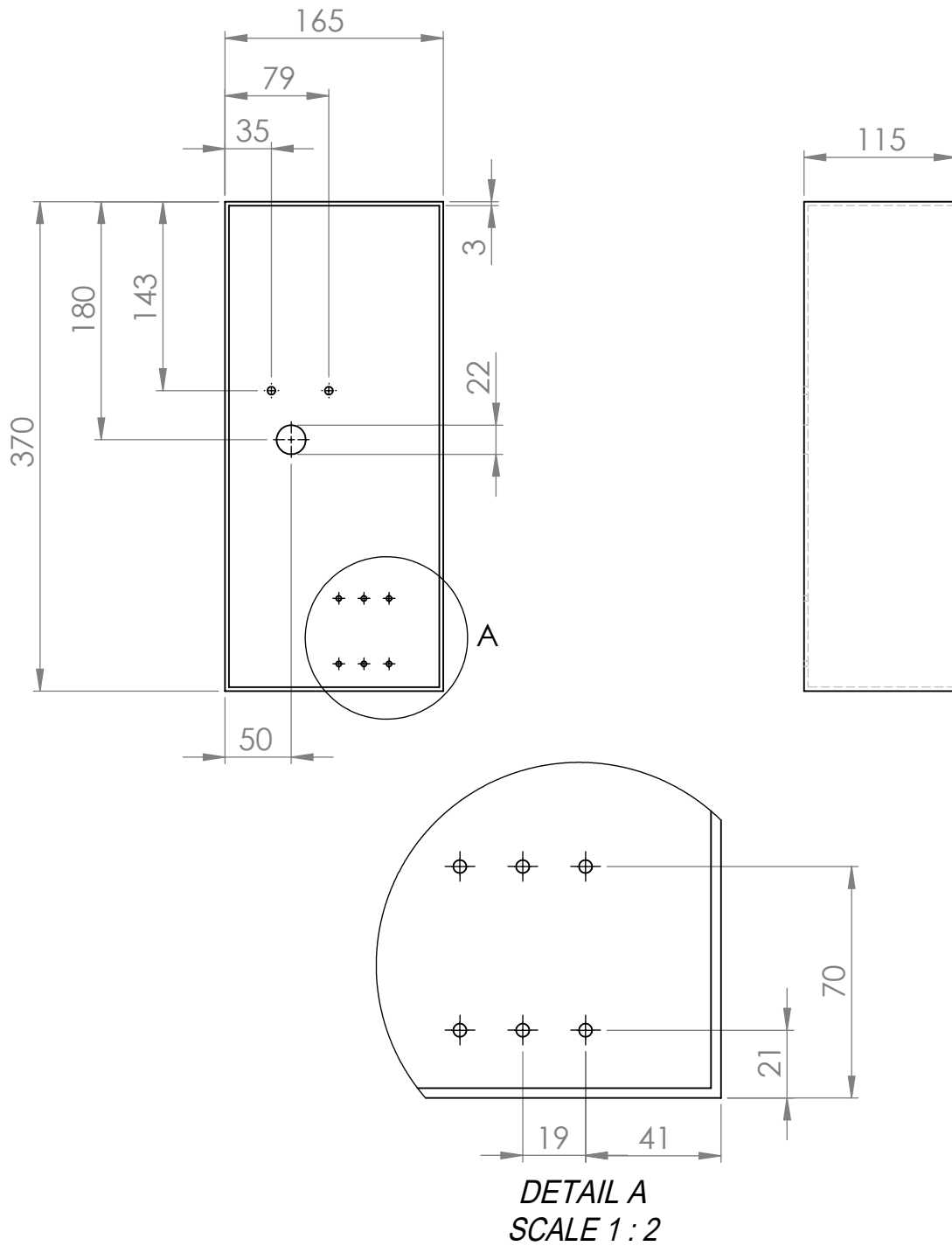
DETAIL A  
SCALE 2 : 1

	2	Bracket Motor			3.1	PLA	108.2x103.5x90.2	Mirrored		
Jumlah	Nama Bagian				No.bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
	Perubahan	c	f	i	Pemesan		Pengganti dari: Diganti dengan:			
	a	d	g	j						
	b	e	h	k						
<h2>Kursi Roda Elektrik</h2>							Skala	Digambar	25.6.21	Fasa
							1 : 2	Diperiksa		
								Dilihat		
<b>POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG</b>							<b>PA21/A4/13/K.Roda</b>			



	6	Flat Head Screw	4.6	St 37	M4 x 15			
	2	Baut Hexagon	4.5	St 37	M6 x 15			
	1	Clamp Bawah	4.4	PLA	70 x 62 x 33			
	1	Clamp	4.3	PLA	65 x 30 x 28			
	1	Cover Modul	4.2	PMMA	370 x 16 x 3			
	1	Base Modul	4.1	PMMA	370x165x115			
<b>Jumlah</b>	<b>Nama Bagian</b>		<b>No.bag</b>	<b>Bahan</b>	<b>Ukuran</b>	<b>Keterangan</b>		
	Perubahan	c	f	i	Pemesan	Pengganti dari:		
	a	d	g	j				
	b	e	h	k				
<b>Kursi Roda Elektrik</b>					Skala	Digambar	25.6.21	Fasa
					1 : 5	Diperiksa		
						Dilihat		
<b>POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG</b>					<b>PA21/A4/14/K.Roda</b>			

4.1   
Tol. Sedang

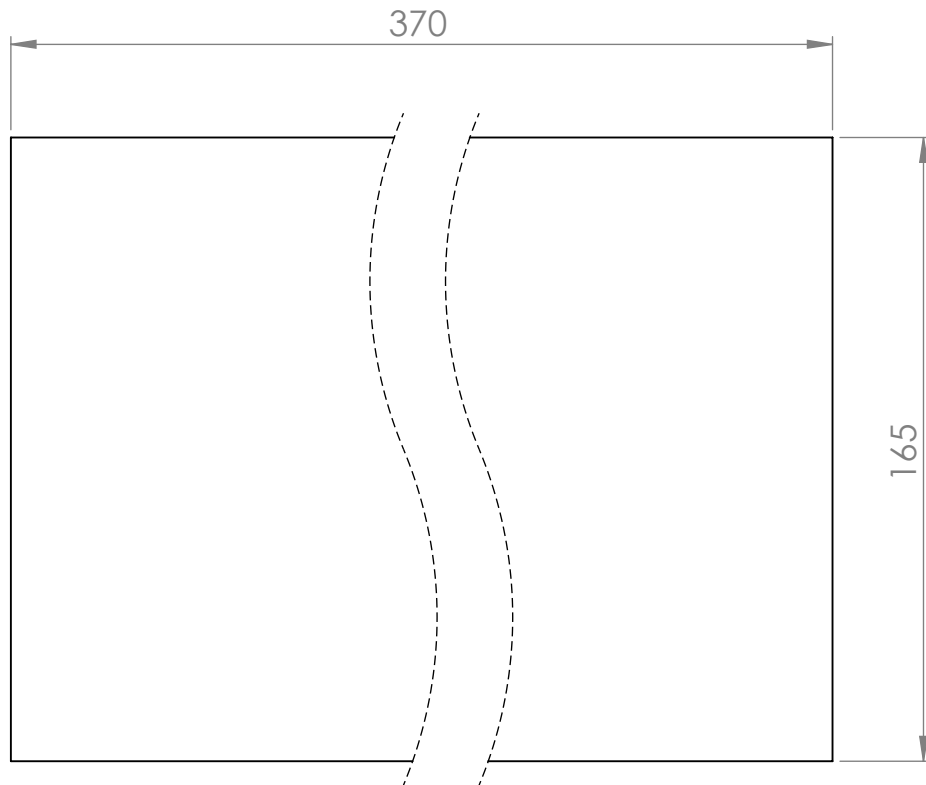


1	Base Modul	4.1	PMMA	370 x 165 x 115			
Jumlah	Nama Bagian	No.bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
	Perubahan	c	f	i	Pemesan		
	a	d	g	j			
	b	e	h	k			
<b>Kursi Roda Elektrik</b>				Skala	Pengganti dari:		
				1 : 5	Digambar	25.6.21	Fasa
					Diperiksa		
					Dilihat		
<b>POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG</b>				<b>PA21/A4/15/K.Roda</b>			



# 4.2

Tol. Sedang

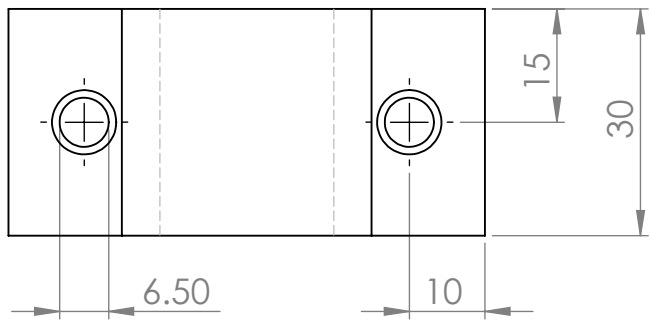
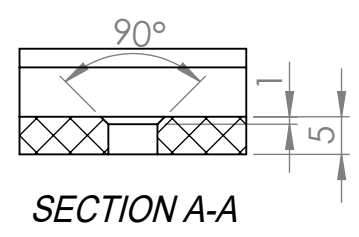
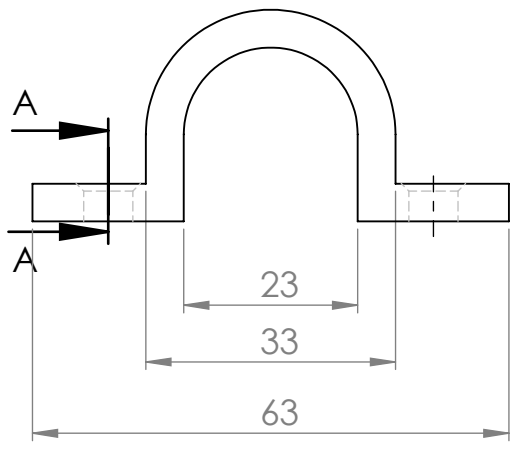


Keterangan: Tebal 3 mm

	1	Cover Modul	4.2	PMMA	370 x 165 x 3		
Jumlah		Nama Bagian	No.bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
		Perubahan	c	f	i	Pemesan	
		a	d	g	j		Pengganti dari:
		b	e	h	k		Diganti dengan:
<b>Kursi Roda Elektrik</b>				Skala	Digambar	25.6.21	Fasa
				1 : 2	Diperiksa		
				Dilihat			
<b>POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG</b>					<b>PA21/A4/16/K.Roda</b>		

# 4.3

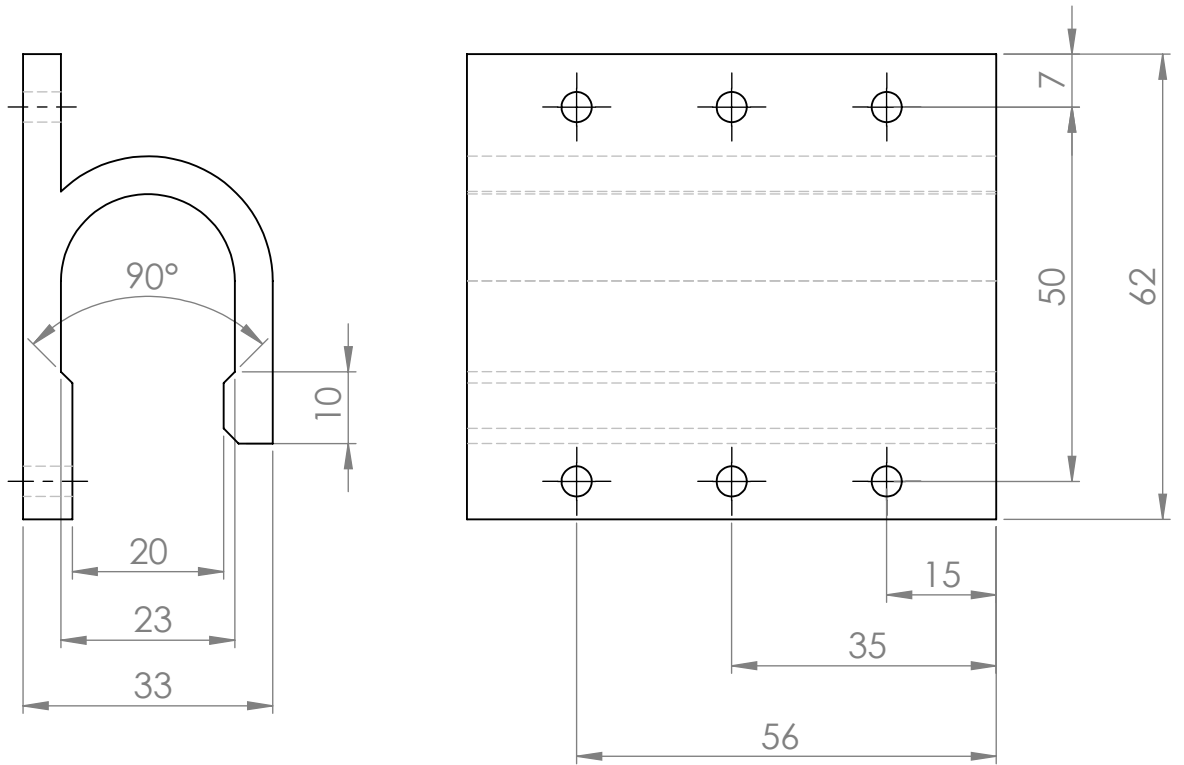
Tol. Sedang



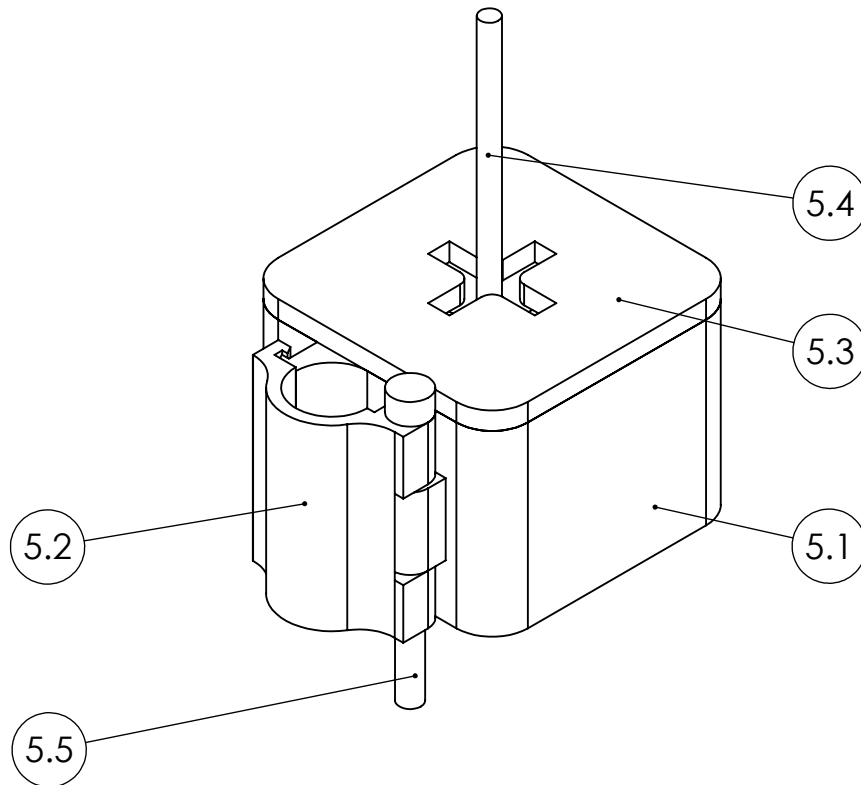
	1	Clamp	4.3	PLA	63 x 30 x 28			
Jumlah	Nama Bagian		No.bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
	Perubahan	c	f	i	Pemesan	Pengganti dari:		
	a	d	g	j		Diganti dengan:		
	b	e	h	k				
<b>Kursi Roda Elektrik</b>					Skala	Digambar	25.6.21	Fasa
					1 : 1	Diperiksa		
						Dilihat		
POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG					PA21/A4/17/K.Roda			

# 4.4 ✓

Tol. Sedang



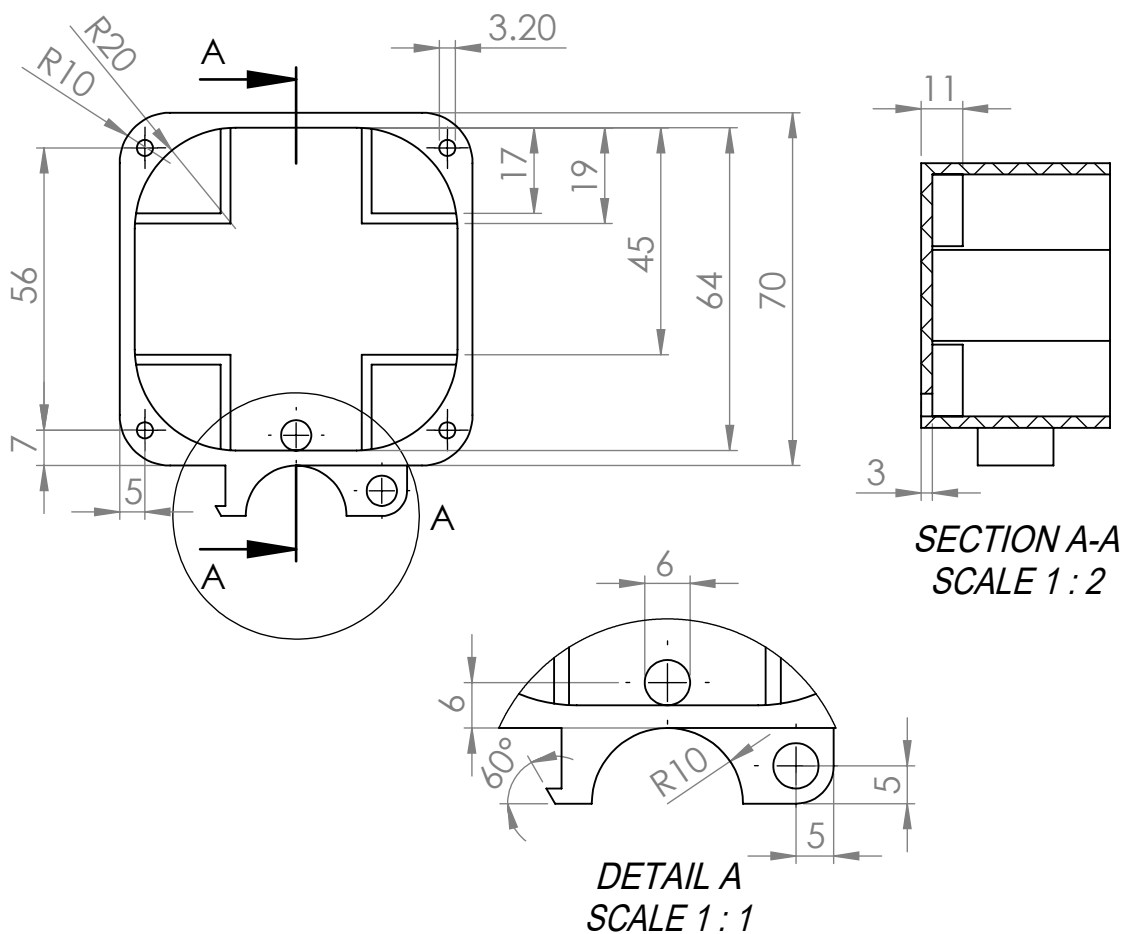
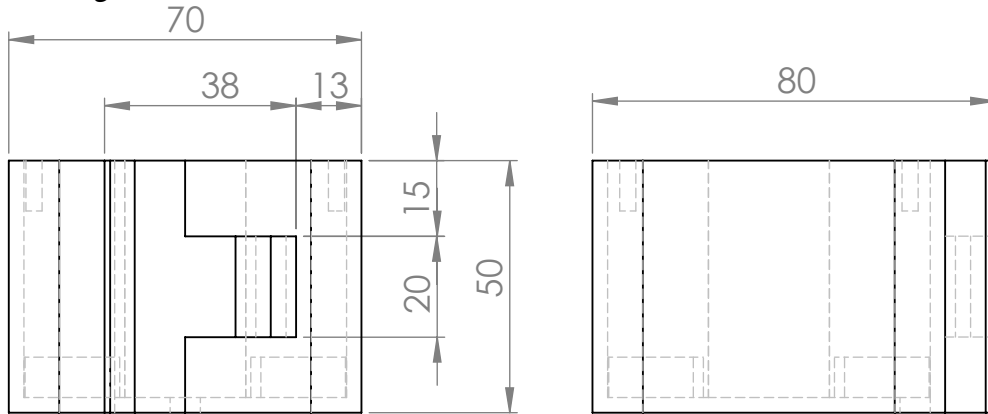
	1	Clamp Bawah			4.4	PLA	70 X 62 X33			
Jumlah		Nama Bagian			No.bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
		Perubahan	c	f	i	Pemesan	Pengganti dari:			
		a	d	g	j		Diganti dengan:			
		b	e	h	k					
<b>Kursi Roda Elektrik</b>							Skala	Digambar	25.6.21	Fasa
							1 : 5	Diperiksa		
							Dilihat			
<b>POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG</b>							<b>PA21/A4/18/K.Roda</b>			



	1	Baut Inbus	5.5	St 37	M6 x 60			
	1	Joystick Handle	5.4	PLA	95 x 30 x30			
	1	Cover Base Joystick	5.3	PLA	70 x 70 x 10			
	1	Clamp Base Joystick	5.2	PLA	50 x 41 x 23			
	1	Base Joystick	5.1	PLA	80 x 70 x 50			
Jumlah		Nama Bagian	No.bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
		Perubahan	c	f	i	Pemesan		
		a	d	g	j		Pengganti dari:	
		b	e	h	k		Diganti dengan:	
<b>Kursi Roda Elektrik</b>					Skala	Digambar	25.6.21	Fasa
					1 : 2	Diperiksa		
						Dilihat		
<b>POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG</b>					<b>PA21/A4/19/K.Roda</b>			

# 5.1

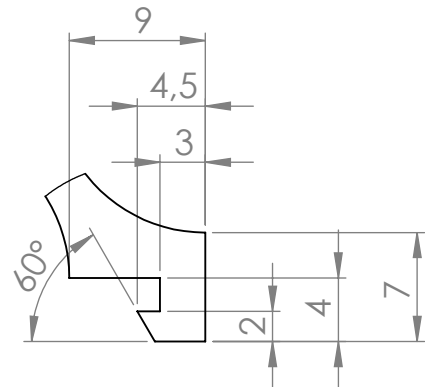
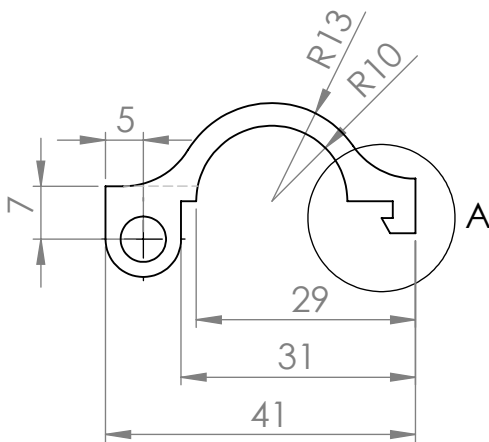
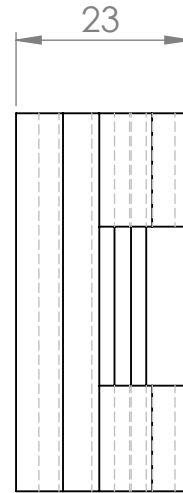
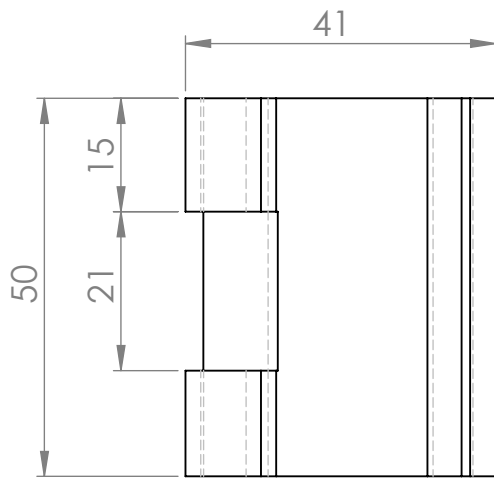
Tol. Sedang



1	Base Joystick			5.1	PLA	80x70x50			
Jumlah	Nama Bagian			No.bag	Bahan	Ukuran		Keterangan	
	Perubahan	c	f	i	Pemesan		Pengganti dari: Diganti dengan:		
	a	d	g	j					
	b	e	h	k					
<h2>Kursi Roda Elektrik</h2>						Skala	Digambar	25.6.21	Fasa
						1 : 2	Diperiksa		
						Dilihat			
<b>POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG</b>						<b>PA21/A4/20/K.Roda</b>			

# 5.2

Tol. Sedang

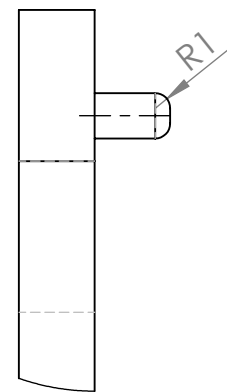
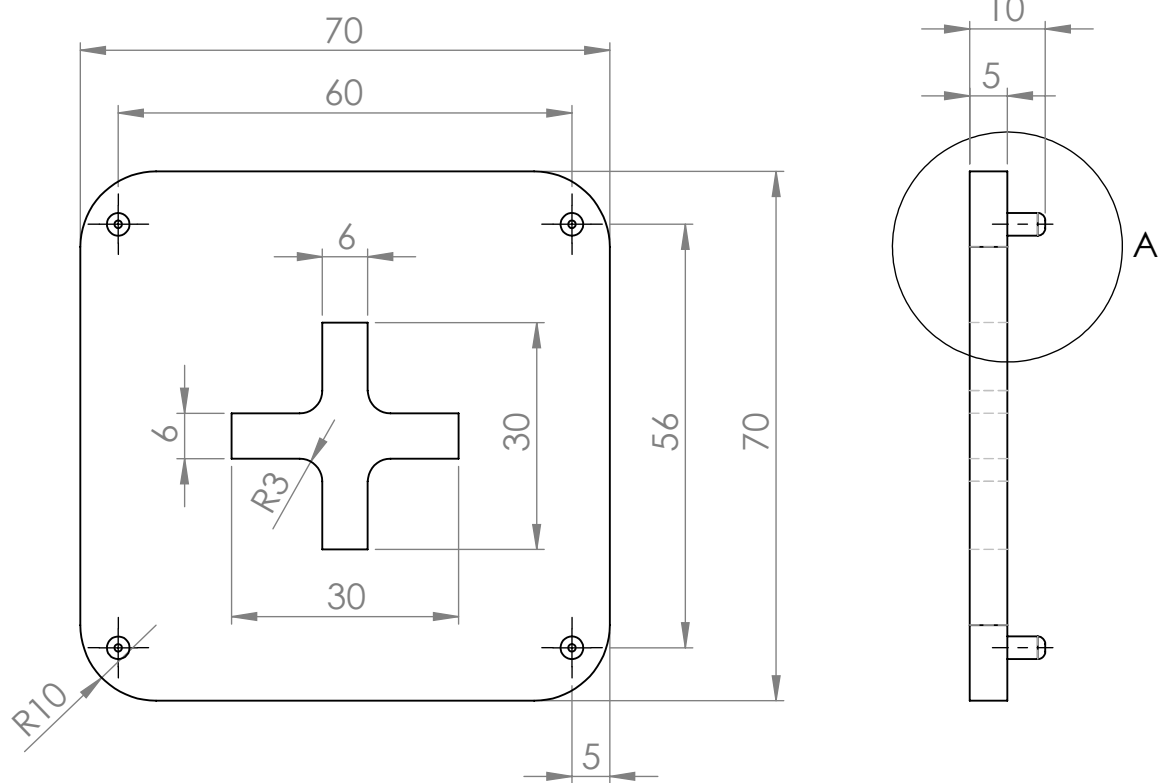


DETAIL A  
SCALE 2 : 1

1	Clamp Base Joystick			5.2	PLA	50 x 41 x 23			
Jumlah	Nama Bagian			No.bag	Bahan	Ukuran		Keterangan	
	Perubahan	c	f	i	Pemesan		Pengganti dari: Diganti dengan:		
	a	d	g	j					
	b	e	h	k					
<h2>Kursi Roda Elektrik</h2>						Skala	Digambar	25.6.21	Fasa
						1 : 1	Diperiksa		
							Dilihat		
<b>POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG</b>						<b>PA21/A4/21/K.Roda</b>			

# 5.3

Tol. Sedang

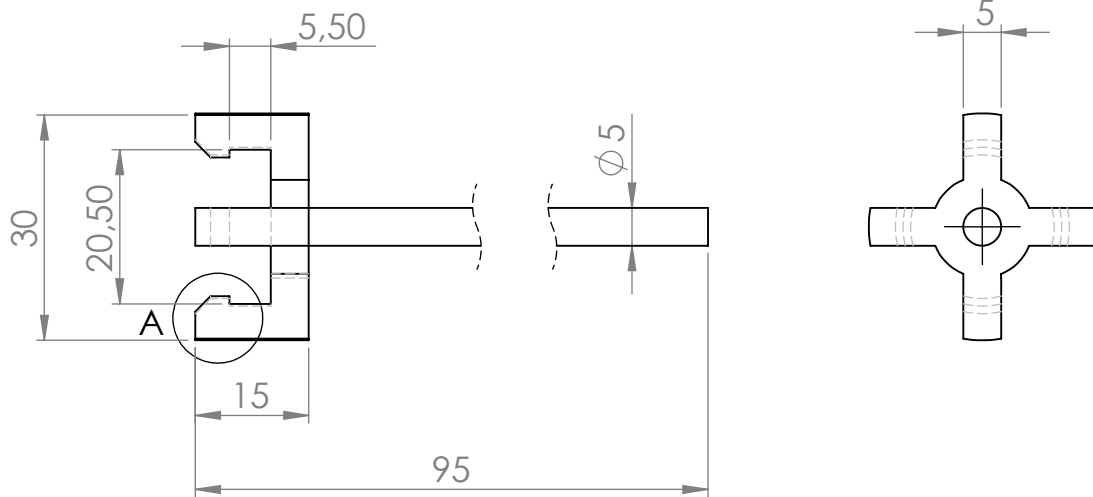


DETAIL A  
SCALE 2 : 1

1	<i>Cover Base Joystick</i>	5.3	PLA	70 x 70 x 10			
Jumlah	Nama Bagian	No.bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
	Perubahan	c	f	i	Pemesan		
	a	d	g	j			
	b	e	h	k			
<b>Kursi Roda Elektrik</b>				Skala	Pengganti dari:		
				1 : 1	Digambar	25.6.21	Fasa
					Diperiksa		
					Dilihat		
<b>POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG</b>				<b>PA21/A4/22/K.Roda</b>			

# 5.4

Tol. Sedang



DETAIL A  
SCALE 5 : 1

	1	Joystick Handle			5.4	PLA	95 x 30 x 30			
Jumlah		Nama Bagian			No.bag	Bahan	Ukuran		Keterangan	
		Perubahan	c	f	i	Pemesan	Pengganti dari:			
		a	d	g	j		Diganti dengan:			
		b	e	h	k					
<b>Kursi Roda Elektrik</b>							Skala	Digambar	25.6.21	Fasa
							1 : 1	Diperiksa		
								Dilihat		
<b>POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG</b>							<b>PA21/A4/23/K.Roda</b>			