

**Pengembangan Konsep Desain Kursi Roda Manual dengan Fitur
Berdiri**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin**



Disusun Oleh :

Nama : Fahron Ramdhani Iskandar

No. Mahasiswa : 18525069

NIRM : 2018040887

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2024

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa karya tulis ilmiah yang saya buat merupakan karya sendiri bukan hasil plagiarisme dari karya tulis yang dibuat oleh orang lain. Semua referensi dan kutipan yang saya tulis pada karya tulis ini saya cantumkan sitasi dan sumber pustakanya. Apabila dikemudian hari saya dianggap melakukan pelanggaran hak kekayaan intelektual dan yang saya tulis pada karya ilmiah ini tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi dan hukuman yang berlaku.

Yogyakarta, Desember 2024



Fahron Ramdhani Iskandar

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

Pengembangan Konsep Desain Kursi Roda Manual dengan Fitur Berdiri

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

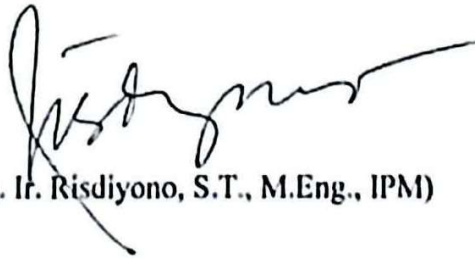
Nama : Fahron Ramdhani Iskandar

No. Mahasiswa : 18525069

NIRM : 2018040887

Yogyakarta, November 2024

Pembimbing I,



(Dr. Eng. Ir. Risdiyono, S.T., M.Eng., IPM)

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

Pengembangan Konsep Desain Kursi Roda Manual dengan Fitur Berdiri

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Fahron Ramdhani Iskandar

No. Mahasiswa : 18525069

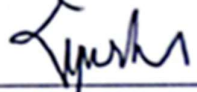
NIRM : 2018040887

Tim Penguji

Dr. Eng. Ir. Risdiyono, S.T., M.Eng., IPM
Ketua


Tanggal : 5 Desember 2024

Yustiasih Purwaningrum, S.T., M.T.
Anggota I


Tanggal : 5 Desember 2024

Purtojo, Ir., S.T., M.Sc.
Anggota II


Tanggal : 03 Desember 2024

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin





Muhammad Khafidh, S.T., M.T., IPP)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Laporan Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada:

1. Kakek dan nenek saya yang senantiasa memberikan dukungan berupa semangat, motivasi, pengertian serta do'a kepada saya hingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dan membesarkan saya dari kecil hingga dewasa.
2. Bapak dan mamah saya yang senantiasa sabar dan memberikan dukungan berupa biaya kuliah, pengertian, semangat serta do'a kepada saya hingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Kakak dan adik saya yang sudah memberikan dukungannya.
4. Dosen pembimbing saya, Bapak Dr. Eng. Ir. Risdiyono, S.T, M.Eng., IPP yang sudah memberikan banyak sekali ilmu dan masukannya berupa nasehat, saran serta kritik, motivasi, semangat, kesabaran sehingga saya bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Kepada rekan seperjuangan saya Nugroho Priyotomo yang sudah menemani saya selama proses pengerjaan Tugas Akhir dari awal hingga akhir.
6. Teman-teman, sahabat dan saudara yang sudah memberikan dukungan berupa masukan yang membangun.

HALAMAN MOTTO

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(Qs. Al-Baqarah: 286)

“The price of greatness is responsibility”

(Winston S. Churchill)

“Nikmatin aja prosesnya!”

(Penulis)

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

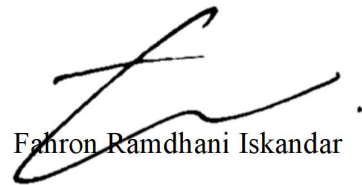
Alhamdulillah Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, yang telah memberikan rahmat serta nikmat-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pengembangan Konsep Desain Kursi Roda Manual dengan Fitur Berdiri” dengan baik. Saya ucapkan terima kasih kepada:

1. Keluarga tersayang Kakek, Nenek, Bapak, Mamah dan saudara saya yang selalu memberikan do'a serta dukungannya dalam segala urusan.
2. Bapak Dr. Eng. Ir. Risdiyono, S.T, M.Eng., IPP selaku pembimbing yang telah membantu serta membimbing saya dalam melakukan perancangan dan menyelesaikan laporan Tugas Akhir.
3. Seluruh Dosen Teknik Mesin FTI UII yang telah membagi ilmunya dan pengalamannya kepad saya dengan sepenuh hati.
4. Rekan seperjuangan saya Nugroho Priyotomo yang sudah menemani saya dari awal hingga akhir.
5. Nabila Chairunnisa yang sudah memberikan semangat, dukungan dan berbagai bantuan dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
6. Seluruh mahasiswa teknik mesin FTI UII yang sudah memberikan dukungan dan masukan dalam menyelesaikan Tugas Akhir.

Akhirnya dengan selesainya penyusunan laporan ini, semoga dapat diterima dan menjadi sebuah karya yang dapat bermanfaat bagi yang berkepentingan. Aamiin.

Wassalamua 'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, 8 November 2024



Fahron Ramdhani Iskandar

ABSTRAK

Dengan meningkatnya jumlah individu yang mengalami gangguan mobilitas, permintaan untuk peningkatan fungsi kursi roda dengan fitur yang mendukung gaya hidup juga semakin meningkat. Kursi roda umumnya diperuntukkan bagi individu yang rentan terhadap gangguan mobilitas, seperti lansia, pasien rumah sakit, dan penyandang disabilitas. Salah satu ide untuk meningkatkan fungsi kursi roda adalah dengan menambahkan fitur berdiri, yang memungkinkan perubahan posisi dari duduk ke berdiri dan sebaliknya. Berdasarkan kebutuhan untuk meningkatkan fungsi kursi roda, penelitian ini berfokus pada pengembangan konsep desain kursi roda yang mengutamakan fungsionalitas dengan menerapkan fitur berdiri manual yang dilengkapi dengan pelana sebagai inovasi alat bantu penopang saat berdiri, serta pembuatan purwarupa pelana.

Proses pemodelan kursi roda mencakup pembuatan model kerangka dasar, lengan atas dan bawah, kerangka sandaran, dan pijakan. Selanjutnya, proses pembuatan purwarupa pelana mencakup pemodelan pelana, pencetakan 3D, pembuatan dasar pelana dengan komposit, serta penempatan busa dan pelapisan kulit sintetis. Hasil dari penelitian berupa konsep desain kursi roda beserta mekanisme fitur berdiri manual dan purwarupa pelana dengan menerapkan data antropometri sebagai acuan dasar dalam penentuan dimensi produk.

Kesimpulan dari penelitian berupa konsep desain kursi roda dengan fitur berdiri manual yang menawarkan kesederhanaan, kemudahan perawatan dan kenyamanan dan purwarupa pelana.

Kata Kunci: kursi roda, pelana, gangguan mobilitas, antropometri, purwarupa

ABSTRACT

With the increasing number of individuals experiencing mobility impairments, the demand for enhancing the functionality of wheelchairs with lifestyle-supporting features is also growing. Wheelchairs are generally intended for individuals vulnerable to mobility issues, such as the elderly, hospital patients, and people with disabilities. One proposed idea to improve wheelchair functionality is the addition of a standing feature, enabling the transition between sitting and standing positions. Based on the need to enhance wheelchair functionality, this research focuses on developing a wheelchair design model that prioritizes functionality by incorporating a manual standing feature, equipped with a saddle as an innovative support tool during the standing position, along with the development of a saddle prototype.

The wheelchair modeling process includes the creation of a basic frame model, upper and lower arms, backrest frame, and footrest. Additionally, the saddle prototype development process involves saddle modeling, 3D printing, the creation of the saddle base using composite materials, as well as foam placement and synthetic leather covering. The outcome of this research is a wheelchair design model along with a manual standing mechanism and a saddle prototype, using anthropometric data as the fundamental reference for determining product dimensions.

The conclusion of this research is a wheelchair design concept with a manual standing feature that offers simplicity, ease of maintenance, and comfort, along with a saddle prototype..

Keywords: wheelchair, saddle, mobility issues, anthropometry, prototype

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Pernyataan Keaslian	ii
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing	iii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji	iv
Halaman Persembahan	v
Halaman Motto	vi
Kata Pengantar	vii
Abstrak	viii
<i>Abstract</i>	ix
Daftar Isi	x
Daftar Tabel	xii
Daftar Gambar	xiii
Bab 1 Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan	3
1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
Bab 2 Tinjauan Pustaka	4
2.1 Kajian Pustaka	4
2.2 Dasar Teori	5
2.2.1 Desain	5
2.2.2 Kursi Roda	6
2.2.3 Antropometri	8
2.2.4 3D Printer	9
2.2.5 Komposit	10
Bab 3 Metode Penelitian	11
3.1 Alur Penelitian	11
3.2 Identifikasi Masalah	12

3.3	Penentuan Kriteria Desain dan Pabrikasi.....	13
3.4	Referensi Desain	15
3.5	Proses Desain	16
3.6	Pembuatan Purwarupa	18
3.7	Peralatan dan Bahan.....	18
3.7.1	Peralatan dan <i>Software</i>	18
3.7.2	Bahan Habis Pakai.....	19
Bab 4 Hasil dan Pembahasan		20
4.1	Hasil Pemodelan <i>Frame</i> Kursi Roda	20
4.1.1	Penetapan Dimensi Kursi Roda.....	20
4.1.2	Pemodelan <i>Frame</i> Utama	21
4.1.3	Pemodelan Lengan Bawah dan Atas serta <i>Frame</i> Sandaran	23
4.1.4	Pemodelan <i>Frame</i> Pijakan.....	26
4.1.5	Pemodelan <i>Frame</i> Sandaran Tangan.....	29
4.1.6	Penyatuan Komponen <i>Frame</i> Kursi Roda.....	31
4.1.7	Pabrikasi <i>Frame</i> Kursi Roda	31
4.2	Pengembangan Model Pelana	32
4.2.1	Observasi dan Identifikasi Masalah.....	32
4.2.2	Pembuatan Sketsa Dasar Pelana	32
4.2.3	Pemodelan pelana	33
4.2.4	Pencetakan Pelana	36
4.2.5	Pabrikasi Pelana.....	40
4.3	Analisis dan Pembahasan.....	44
4.3.1	Hasil Pengembangan	44
4.3.2	Mekanisme Kerja Alat.....	47
4.3.3	Penerapan Pelana.....	50
Bab 5 Penutup.....		53
5.1	Kesimpulan	53
5.2	Saran	53
Daftar Pustaka		54

DAFTAR TABEL

Tabel 3- 1 Data Antropometri	13
Tabel 3- 2 Kriteria Desain Kursi Roda dan Pelana	14
Tabel 3- 3 Kriteria Pabrikasi Pelana.....	14
Tabel 3- 4 Referensi Produk.....	15
Tabel 3- 5 Peralatan.....	18
Tabel 3- 6 Bahan Habis Pakai	19

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2- 1 Kursi Roda Manual	6
Gambar 2- 2 Kursi Roda Elektrik.....	7
Gambar 2- 3 Kursi Roda Olahraga.....	7
Gambar 2- 4 Kursi Roda dengan Fitur Berdiri.....	8
Gambar 2- 5 Postur Tubuh	9
Gambar 3- 1 Alur Penelitian.....	11
Gambar 3- 2 Produk Tugas Akhir Terdahulu.....	12
Gambar 3- 3 Sketsa Mekanisme.....	16
Gambar 3- 4 Kursi Pelana	17
Gambar 3- 5 Perbandingan Postur Duduk.....	17
Gambar 4- 1 Grafik Six Sigma Distribusi Normal.....	20
Gambar 4- 2 Frame Kursi Roda Lipat.....	21
Gambar 4- 3 <i>Frame</i> Utama.....	22
Gambar 4- 4 Dimensi <i>Frame</i> Utama	22
Gambar 4- 5 <i>Bracket</i> Lengan 1.....	23
Gambar 4- 6 Lengan Bawah.....	24
Gambar 4- 7 Dimensi Lengan Bawah	24
Gambar 4- 8 Lengan Atas.....	25
Gambar 4- 9 Dimensi Lengan Atas	25
Gambar 4- 10 <i>Frame</i> Sandaran	26
Gambar 4- 11 Dimensi <i>Frame</i> Sandaran.....	26
Gambar 4- 12 <i>Frame</i> Pijakan dan Komponen Penghubung.....	27
Gambar 4- 13 Dimensi <i>Frame</i> Pijakan.....	27
Gambar 4- 14 Dimensi Lengan Penghubung 1	28
Gambar 4- 15 Dimensi Lengan Penghubung 2	28
Gambar 4- 16 Dimensi <i>Adjustable Connecting Rod</i>	29
Gambar 4- 17 <i>Frame</i> Sandaran Tangan	30
Gambar 4- 18 Dimensi <i>Frame</i> Sandaran Tangan.....	30
Gambar 4- 19 Model <i>Assembly</i>	31
Gambar 4- 20 Model Pelana Terdahulu	32

Gambar 4- 21 Sketsa Dasar Pelana.....	33
Gambar 4- 22 Model 3D Pelana.....	33
Gambar 4- 23 2D <i>Drawing</i> Pelana	34
Gambar 4- 24 Model <i>Assembly</i> Pelana.....	35
Gambar 4- 25 Dimensi Umum Posisi Duduk dan Berdiri dalam Bentuk Potongan	35
Gambar 4- 26 Potongan Depan	36
Gambar 4- 27 Potongan Kanan	37
Gambar 4- 28 Potongan Kiri	37
Gambar 4- 29 <i>Slicing</i> Potongan Depan	38
Gambar 4- 30 <i>Slicing</i> Potongan Kanan	38
Gambar 4- 31 <i>Slicing</i> Potongan Kiri	39
Gambar 4- 32 Proses Pencetakan Model.....	39
Gambar 4- 33 Hasil Pencetakan	40
Gambar 4- 34 Proses Perataan Sambungan.....	40
Gambar 4- 35 Pembuatan Tulangan	41
Gambar 4- 36 Pelapisan <i>Gelcoat</i>	41
Gambar 4- 37 Pengaplikasian <i>Fiberglass</i>	42
Gambar 4- 38 Peletakan Tulangan	42
Gambar 4- 39 Perataan Serabut <i>Fiberglass</i>	42
Gambar 4- 40 Pelepasan Dasaran Pelana	43
Gambar 4- 41 Perapihan Dasaran Pelana	43
Gambar 4- 42 Hasil Akhir Pelana	44
Gambar 4- 43 Komparasi Produk Terdahulu dengan Terbaru	45
Gambar 4- 44 Penambahan Fitur Pijakan.....	46
Gambar 4- 45 Komparasi Pelana Terdahulu dengan Terbaru	47
Gambar 4- 46 <i>Gas Spring</i>	48
Gambar 4- 47 Rangkaian Penghubung.....	48
Gambar 4- 48 Pengoperasian Fitur Berdiri	49
Gambar 4- 49 Perbandingan Model Desain dengan Hasil Akhir.....	50
Gambar 4- 50 Pengujian Pelana	51

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan meningkatnya jumlah individu yang mengalami gangguan mobilitas, permintaan peningkatan fungsi kursi roda berupa fitur yang dapat menunjang gaya hidup juga meningkat. Kursi roda secara umum diperuntukkan kepada individu yang rentan terhadap gangguan mobilitas, seperti lansia, pasien rumah sakit dan penyandang disabilitas (Batan, 2006).

Salah satu ide permintaan untuk meningkatkan fungsi kursi roda adalah dengan menambahkan fitur berdiri dalam arti mampu mengubah posisi dari duduk ke berdiri dan sebaliknya. Posisi berdiri telah terbukti dapat memberikan manfaat bagi individu yang mengalami gangguan mobilitas terkhususnya pada penyandang disabilitas. Secara umum, posisi berdiri dapat membantu menjaga kekuatan tulang dan otot kaki, serta mampu meningkatkan fungsi pada organ dalam perut dan sirkulasi cairan tubuh (Churchward, 1985). Selain itu, posisi berdiri dapat memfasilitasi aktifitas sehari-hari seperti menggapai area yang lebih tinggi. Inilah yang mendorong konsep kursi roda yang dilengkapi dengan fitur berdiri (*standing wheelchair*) menjadi ide yang menarik untuk dikembangkan (Madanhire, 2021).

Bedasarkan kebutuhan yang sudah dijabarkan, Surya Alhadi pada tahun 2018 mencoba memulai penelitian mengenai kursi roda elektrik dengan fitur berdiri berupa teori pembuatan kursi roda berdiri. Pada tahun berikutnya 2019, Faqi Huddin meneruskan penelitian tersebut hingga terciptanya purwarupa kursi roda elektrik dengan fitur berdiri. Pada purwarupa tersebut terdapat beberapa kekurangan pada desain maupun sistem kendali. Penelitian ini berlanjut pada tahun 2020 oleh Azrul Kifrun bersama dengan rekannya dengan mengembangkan model desain baru dari segi mekanik maupun elektrik serta menambahkan fitur pelana guna meningkatkan kenyamanan pengguna pada saat posisi berdiri.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Azrul Kifrun dan rekannya, ditemukan beberapa kekurangan pada model pelana yang digunakan. Pelana yang diterapkan berbentuk pendek dan meruncing, seperti pelana sepeda balap, dengan

bantalan busa yang tipis. Hal ini menyebabkan pengguna merasa kurang mendapatkan penopangan yang baik dan mengalami ketidaknyamanan di daerah selangkangan.

Kursi roda dengan fitur berdiri elektrik kini telah banyak dikembangkan dan tersedia di pasaran. Pengembangan kursi roda ini memerlukan biaya yang signifikan terkait harga baterai, motor listrik dan perangkat pendukung lainnya. Selain itu, perawatan komponen tersebut juga tidak sederhana.

Oleh karena itu penulis mencoba memperbaiki model pelana serupa guna meningkatkan kenyamanan pengguna serta mengembangkan konsep desain baru kursi roda dengan fitur berdiri yang sederhana (manual) tanpa komponen elektrik guna meningkatkan fungsionalitas.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, maka perlu dirumuskan masalah-masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara membuat konsep desain kursi roda yang dilengkapi mekanisme fitur berdiri sederhana dan mengutamakan fungsionalitas?
2. Bagaimana cara meningkatkan kenyamanan pengguna?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perancangan ini dikerjakan secara berkelompok yaitu penulis bersama rekan penulis Nugroho Priyotomo dengan masing-masing berfokus pada segi pemodelan dan pabrikan.
2. Pembahasan hanya berfokus pada pembuatan konsep desain mekanisme fitur berdiri manual dan pengembangan model pelana hingga pembuatan purwarupa pelana.
3. Proses pemodelan *frame* utama dilakukan dengan memodifikasi dan mengkonversi *frame* kursi roda lipat.

4. Pengembangan konsep desain kursi roda manual dengan fitur berdiri dan pelana berdasarkan dari evaluasi purwarupa penelitian tugas akhir sebelumnya.

1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan, tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Merancang konsep desain kursi roda manual dengan mekanisme fitur berdiri sederhana yang mengutamakan fungsionalitas.
2. Merancang serta membuat model pelana yang mampu meningkatkan kenyamanan pengguna.

1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan

Penelitian ini diharapkan nantinya dapat digunakan oleh individu yang mengalami gangguan mobilitas serta dapat dijadikan sebagai referensi untuk ide pengembangan model kursi roda dengan fitur berdiri baru selanjutnya.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam tugas akhir ini terdiri dari lima bab yang diuraikan secara berurutan seperti penjabaran berikut:

1. BAB 1. Pendahuluan
Menguraikan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.
2. BAB 2. Tinjauan Pustaka
Membahas tentang kajian pustaka dan dasar teori.
3. BAB 3. Metodologi
Menguraikan metodologi yang dilakukan dan alur penelitian.
4. BAB 4. Hasil dan Pembahasan
Membahas tentang hasil yang diperoleh dari penelitian.
5. BAB 5. Penutup
Membahas tentang kesimpulan yang disertai saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Penelitian terkait pengembangan kursi roda dengan penambahan fitur yang disesuaikan pada individu tertentu yang mengalami gangguan sudah pernah ada yang mencoba melakukannya sebelumnya. Beberapa penelitian sebelumnya mencoba mengembangkan fitur tersebut menggunakan komponen elektrik yang bertujuan untuk membantu penggunaanya dalam mengoperasikan fitur tersebut secara mandiri, dan beberapa diantaranya ada yang mencoba mengedepankan kesederhanaan dan fungsionalitas.

Pada tahun 2014, terdapat penelitian yang berfokus pada perancangan sistem mekanisme kursi roda berdiri yang aman, struktur sederhana, hemat daya serta lebih ekonomis. Salah satu hasil penelitian ini berupa sistem pegas dalam bentuk jajar genjang dapat memberikan daya yang cukup untuk membantu individu disabilitas saat berdiri (Tianxiang Mo, 2014).

Pada tahun 2018, terdapat penelitian yang berhasil mengembangkan desain kursi roda elektrik dengan fitur berdiri yang sesuai dengan kebutuhan tubuh masyarakat Indonesia. Desain yang sederhana membuat proses pembuatannya memungkinkan untuk dikerjakan di bengkel sederhana karena penggunaan dimensi dan material yang sesuai dengan standar yang diterapkan di Indonesia (Surya Alhadi, 2018).

Pada tahun 2020, terdapat penelitian yang mencoba mengembangkan kinerja dan kenyamanan yang lebih baik dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Surya Alhadi tahun 2018. Adanya penambahan fitur baru berupa pelana serta sabuk pengaman bertujuan untuk menahan tubuh pada saat posisi berdiri. Hasil dari penelitian berupa sebuah purwarupa yang dinilai memiliki kinerja dan kenyamanan yang lebih baik dari purwarupa sebelumnya sehingga diharapkan mampu membantu penyandang disabilitas dalam beraktifitas (Fikri Hanif, 2020).

Pada tahun 2006, sebuah penelitian menguraikan metode pengembangan kursi roda yang didasarkan pada pendekatan terintegrasi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kursi roda yang dirancang dapat diterapkan dan dikembangkan sebagai sarana transportasi yang aman serta dapat dioperasikan oleh individu penyandang disabilitas untuk aktifitas sehari-hari, baik di dalam maupun luar ruangan. Didukung simulasi tegangan material rangka dan *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) menunjukkan bahwa kursi roda ini mampu menahan beban statis hingga 150kg dan menawarkan kenyamanan optimal, sesuai dengan kebutuhan dan permintaan pengguna (Batan, 2006)

Dalam artikel ilmiah yang diterbitkan pada tahun 2018, Gouvea mencoba memverifikasi apakah penggunaan kursi pelana dapat memberikan resiko ergonomis yang lebih rendah dibandingkan kursi konvensional dalam dunia kerja kedokteran gigi. Studi yang dipilih menggunakan metode RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*), yang menganalisis kelebihan beban yang terkonsentrasi di leher dan ekstremitas atas selama bekerja dan menilai kerja otot statis dan gaya yang diberikan oleh segmen yang dianalisis. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kursi pelana dapat memberikan skor resiko ergonomis yang lebih rendah dibandingkan kursi roda konvensional (Gouvea, 2018).

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Desain

Desain adalah suatu proses sistematis dalam menyelesaikan permasalahan tertentu dengan tujuan atau objektif yang terdefinisi dengan jelas (Archer, 1965). Dalam proses perancangan, formulasi rencana merupakan tahapan yang penting untuk memenuhi kebutuhan atau menyelesaikan masalah tertentu. Apabila hasil dari proses perancangan berupa sebuah produk, maka produk tersebut diharapkan memiliki karakteristik fungsional, keamanan yang terjamin, kehandalan yang baik dan dapat dipasarkan dengan efektif (Shigley, 2010).

2.2.2 Kursi Roda

Kursi roda merupakan perangkat yang digunakan untuk memfasilitasi mobilitas bagi individu yang mengalami keterbatasan pergerakan, memungkinkan mereka untuk berpindah tempat. Penggunaan kursi roda umumnya diterapkan oleh individu dengan beragam kondisi, termasuk penyandang cacat fisik, khususnya mereka yang mengalami keterbatasan pada anggota tubuh bagian bawah, lansia, penderita paraplegia dan kelompok lain yang membutuhkan bantuan mobilitas serupa (Mawardi & Lianda, 2018).

Dalam proses pembuatan kursi roda, terdapat prinsip-prinsip fundamental yang wajib diintegrasikan, yang mencakup aspek ergonomis, mekanis, biomekanis serta anatomi dan fisiologi, untuk memastikan kesesuaian dan kenyamanan bagi pengguna.

Seiring dengan perkembangan zaman dan teknologi, ada beberapa macam jenis kursi roda yang terdapat terjual di pasar seperti, kursi roda manual, kursi roda elektrik, kursi roda olahraga dan kursi roda dengan fitur berdiri.

1. Kursi Roda Manual

Kursi roda manual seperti yang diilustrasikan pada gambar 2-1 secara umum sering terlihat dirumah sakit sebagai alat bantu mobilitas pasien rumah sakit. Kursi roda ini menawarkan kesederhanaan, kepraktisan dan harga yang relatif terjangkau. Variasi yang dikembangkan pada kursi roda manual ini diantaranya ada kursi roda lipat.



Gambar 2- 1 Kursi Roda Manual

2. Kursi Roda Elektrik

Kursi roda elektrik secara sederhana merupakan kursi roda yang diberikan penggerak berupa motor listrik seperti yang ditunjukkan pada gambar 2-2.



Gambar 2- 2 Kursi Roda Elektrik

3. Kursi Roda Olahraga

Kursi roda olahraga seperti yang terlihat pada gambar 2-3 merupakan variasi kursi roda manual yang sedari awal ditujukan untuk atlet dengan penyandang disabilitas.



Gambar 2- 3 Kursi Roda Olahraga

4. Kursi Roda dengan Fitur Berdiri

Kursi roda dengan fitur berdiri seperti pada gambar 2-4 merupakan inovasi dalam pengembangan fungsi kursi roda dengan tujuan untuk memberikan akses kemudahan pengguna dalam beraktifitas seperti meraih benda pada tempat yang tinggi.



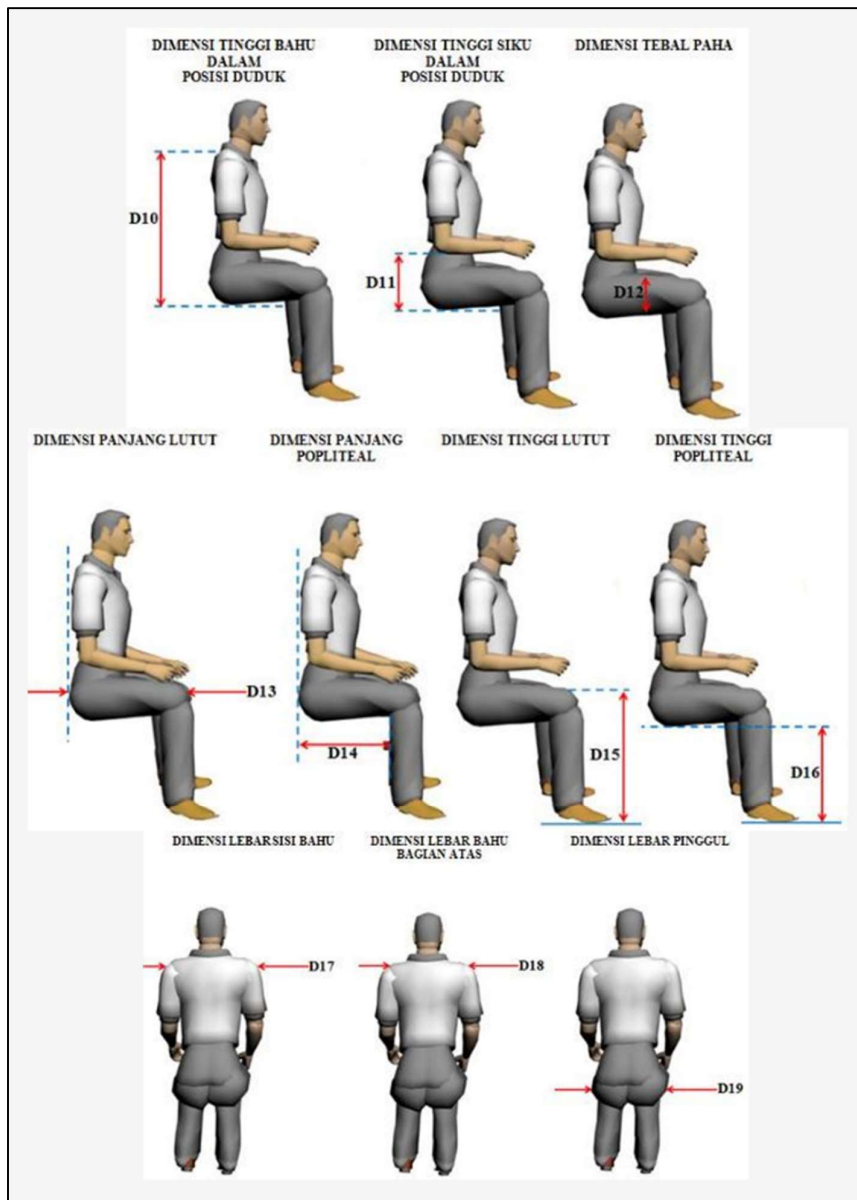
Gambar 2- 4 Kursi Roda dengan Fitur Berdiri

2.2.3 Antropometri

Antropometri merupakan disiplin ilmiah yang berfokus pada pengukuran dimensi fisik, berat dan volume tubuh manusia. Studi ini berperan penting dalam desain industri dengan tujuan membantu mengoptimalkan produk dengan penyesuaian bentuk, meningkatkan kenyamanan dan memastikan keselamatan pengguna (Verwulgen, 2018).

Dalam konteks desain produk, penentuan dimensi yang akurat sangat penting dan dapat dilakukan dengan mengacu pada kumpulan data numerik yang berkaitan dengan karakteristik tubuh manusia. Data tersebut secara sistematis diintegrasikan sebagai faktor pengembangan produk atau sistem kerja, dengan asumsi fundamental bahwa desain harus mampu menyesuaikan diri dengan variasi antropometrik mayoritas pengguna (Nurmianto, 1996).

Berikut merupakan ilustrasi postur tubuh dalam posisi duduk seperti yang ditunjukkan pada gambar 2-5.



Gambar 2- 5 Postur Tubuh

(Sumber : antropometriindonesia.org, 2013)

2.2.4 3D Printer

3D Printer adalah sebuah penerapan evolusi teknologi percetakan yang mampu menghasilkan, merancang serta memproduksi struktur canggih dalam satu kesatuan. 3D Printing adalah proses fabrikasi *Fused Deposition Modelling* (FDM)

yang berkerja sebagaimana pembentukan benda dengan penambahan material berlapis – lapis yang tersusun secara teratur (Wibisono, 2020).

Teknologi 3D *Printing* sudah mengalami banyak perbaikan yang signifikan dalam upaya peningkatan kualitas cetak serta biaya cetak dalam prosedur pembuatan purwarupa cepat (*Rapid Prototyping*). Penggunaan 3D *Printing* sebagai upaya pembuatan purwarupa cepat sangat digemari dalam dunia industri modern karena mampu memangkas waktu pembuatan purwarupa. Dengan adanya pemangkasan waktu maka dapat memberikan pengaruh pada biaya yang dikeluarkan.

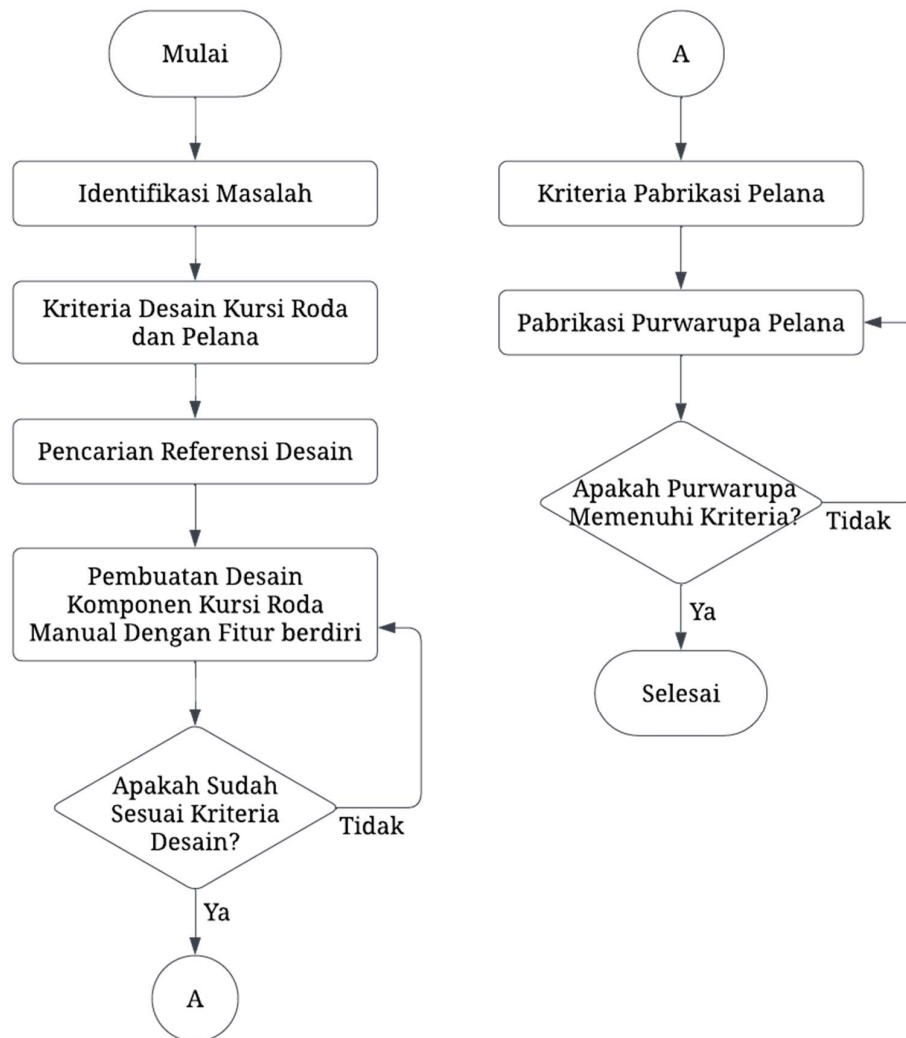
2.2.5 Komposit

Komposit merupakan proses pengolahan material yang melibatkan dua atau lebih bahan material berbeda yang kemudian disatukan. Komposit merupakan material multifasa yang dibuat sedemikian rupa sehingga setiap komponennya mempunyai kombinasi yang baik, sehingga terbentuklah suatu bahan yang sifatnya lebih baik dibandingkan bahan pembentuknya (Callister, 2001).

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Perancangan ini dilaksanakan sebagaimana yang dicantumkan pada gambar 3.1 alur perancangan dibawah ini.



Gambar 3- 1 Alur Penelitian

3.2 Identifikasi Masalah

Pada prosesnya, observasi dilakukan dengan mengevaluasi produk tugas akhir terdahulu, berupa kursi roda yang dilengkapi dengan fitur berdiri elektrik dan fitur pelana seperti yang diilustrasikan pada gambar 3-2.



Gambar 3- 2 Produk Tugas Akhir Terdahulu

Pada tahapan observasi dilakukan dengan memperhatikan beberapa hal terkait dimensi produk, ketersediaan fitur yang diterapkan, mekanisme kerja dan ergonomi, dengan tujuan untuk menganalisa dan menentukan permasalahan yang ada. Pada evaluasi terhadap produk tugas akhir terdahulu yang tertera pada gambar 3-2 di atas, teridentifikasi ada beberapa hal yang perlu dilakukan perbaikan serta pengembangan lebih lanjut. Pertama, tidak hadirnya pijakan kaki yang memadahi menyebabkan kaki terasa menggantung. Kedua, konfigurasi pelana yang diterapkan berupa bangku sepeda balap dengan bentuk pendek meruncing serta bantalan busa yang tipis, membuat pengguna merasa tidak tertopang dengan baik serta tidak nyaman pada daerah selangkangan. Ketiga, implementasi sabuk pengaman dinilai berlebihan dan menimbulkan rasa tidak nyaman ketika digunakan. Dari identifikasi masalah tersebut dapat digunakan untuk menentukan kriteria desain.

3.3 Penentuan Kriteria Desain dan Pabrikasi

Dalam proses penentuan kriteria desain, tahap awal meliputi identifikasi pengguna. Pengguna yang ditargetkan dalam konteks ini adalah individu penyandang disabilitas atau individu yang mengalami keterbatasan dalam mobilitas. Mereka tidak mampu berdiri, namun memiliki kekuatan tangan yang memadai untuk melakukan aktifitas sehari-hari secara mandiri.

Tahapan kedua meliputi penentuan dimensi produk yang dipadukan dengan data antropometri sebagai acuan dalam penyesuaian dimensi produk terhadap postur tubuh masyarakat indonesia. Berikut ini tabel 3-1 data antropometri indonesia, serta rincian postur tubuh yang diilustrasikan dalam gambar 2-5.

Tabel 3- 1 Data Antropometri
(Sumber : antropometriindonesia.org, 2013)

Dimensi	Keterangan	5th	50th	95th	Penyesuaian (cm)
D10	Tinggi Bahu Dalam Posisi Duduk	37,75	54,89	72,03	55
D11	Tinggi Siku Dalam Posisi Duduk	10,84	24,65	38,47	25
D13	Panjang Lutut	37,72	49,9	62,08	50
D14	Panjang Popliteal	30,1	39,88	49,65	40
D15	Tinggi Lutut	36,16	48,12	60,08	48
D16	Tinggi Popliteal	31,03	40,07	49,1	40
D17	Lebar Sisi Bahu	26,35	38,75	51,16	40
D19	Lebar Pinggul	21,65	32,32	43	33

Tahapan berikutnya yaitu menentukan kebutuhan (*statement of needs*) yang diperlukan sebagai acuan dalam penentuan spesifikasi dan penerapan fitur yang ingin diterapkan pada model purwarupa kursi roda manual dengan fitur berdiri yang akan dikembangkan. Berikut ini adalah tabel 3-2 yang berisikan kriteria desain kusi roda dan pelana.

Tabel 3- 2 Kriteria Desain Kursi Roda dan Pelana

<i>Must</i>	<i>Must Not</i>	<i>Want</i>
Dimensi rangka kursi roda disesuaikan dengan data antropometri	Terdapat komponen elektrik	Terdapat pijakan kaki yang dapat disesuaikan dengan panjang kaki
Dimensi pelana disesuaikan dengan data antropometri	Merubah bentuk rangka keseluruhan	Bentuk pelana yang disesuaikan dengan referensi
Dapat mempertahankan posisi berdiri pada sudut 90°-135°		

Kemudian, kriteria pabrikan pelana ditentukan berdasarkan kebutuhan (*statement of needs*) yang diperlukan sebagai acuan dalam penentuan spesifikasi yang ingin diterapkan pada model purwarupa Pelana. Berikut ini adalah tabel 3-3 yang berisikan kriteria pabrikan pelana.

Tabel 3- 3 Kriteria Pabrikan Pelana


<i>Must</i>	<i>Must Not</i>	<i>Want</i>
Dasaran pelana dibuat menggunakan bahan komposit	Terlapisi dengan kain berbahan licin	Terlapisi dengan kain berbahan kedap air dan kesat
Isian busa dapat mempertahankan bentuk pelana		

3.4 Referensi Desain

Proses pencarian referensi desain dilakukan dengan mencari model produk serupa yang sudah ada dan terjual di pasaran. Beberapa referensi yang diperoleh pada tabel 3-3 disesuaikan dengan kriteria desain yang sudah dijabarkan.

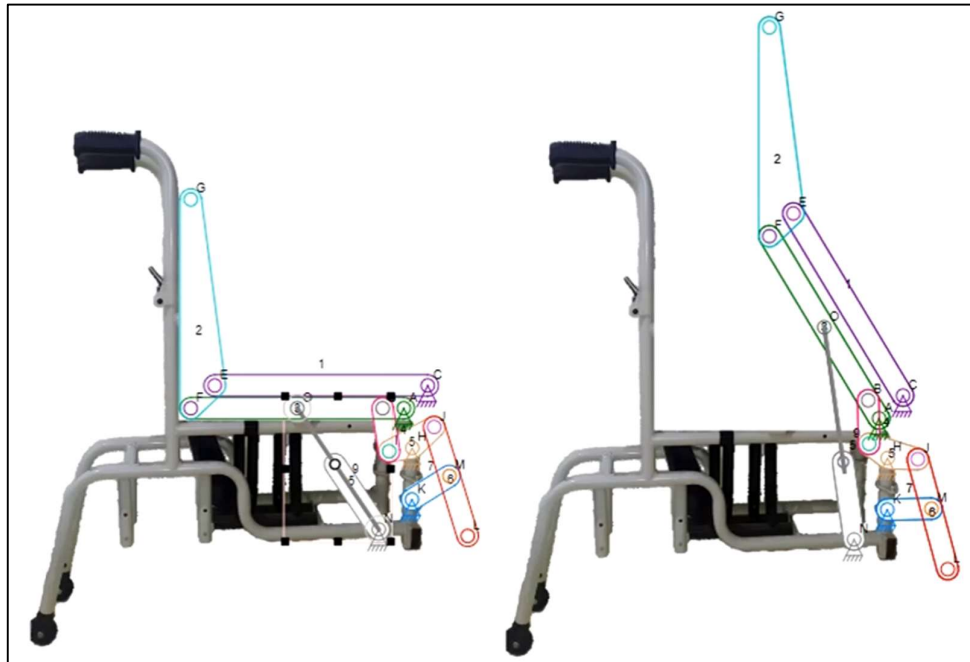
Tabel 3- 4 Referensi Produk

1	WISKING “Care Active Wheelchair with Manual Standing”	
	Deskripsi Produk	
	Wheel	Front 4 in
		Rear 24 in
	Seat	Width 36 – 44 cm
		Depth 42 – 48 cm
		Height 56 cm
	Overall Size	59 – 67 x 95 x 88 cm
	Standing	59 – 67 x 95 x 130 cm
	Load Capacity	90 Kg
	Frame Weight	14 Kg
Net Weight	19 Kg	
Air Spring Strength	25 – 55 Kg	
2	The Standing Company “The Manual Superstand Standing Wheelchair”	
	Deskripsi Produk	
	User	Max 188 cm
		Min 152 cm
	Bridge Pipe	Aluminium Alloy
	Net Weight	34 Kg
	Load Capacity	147,4 Kg
	Seat Width	14 – 24 in
	Seat to Floor Height	20 in
Front to Back Length	44 in	

3	Wheelchair 88 “LEO II The Lightest Standing Wheelchair”		
	Deskripsi Produk		
	Seat	Width	14 – 18 in
		Depth	16 – 20 in
	Overall Size	22 - 26 x 40 x 32 - 38 in	
	Standing	22 - 26 x 40 x 53 - 57 in	
	Load Capacity		80 Kg
	Frame Weight		21.5 Kg
	Net Weight		27 Kg

3.5 Proses Desain

Pembuatan desain dimulai dari pembuatan sketsa mekanisme pergerakan lengan sederhana menggunakan aplikasi Linkage yang disesuaikan dengan model *frame* kursi roda lipat yang sudah tersedia seperti yang ditunjukkan pada gambar 3-3. Pada prosesnya, sketsa yang telah dibuat akan dilakukan pengembangan lebih lanjut dengan menyesuaikan dimensi lengan dengan postur tubuh.



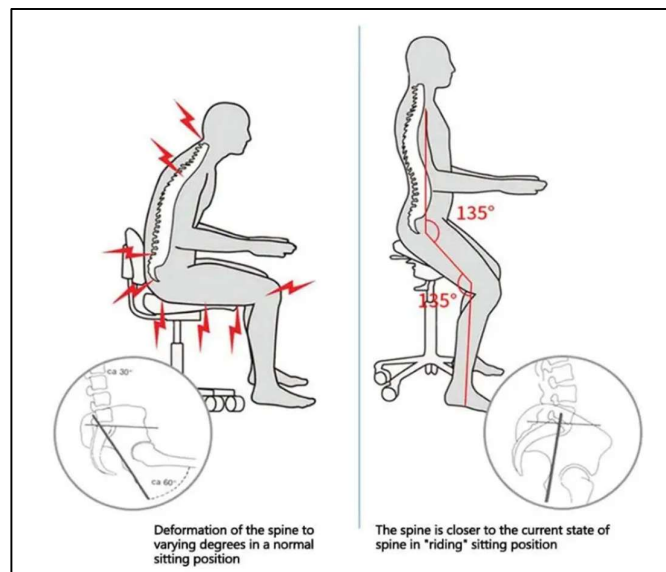
Gambar 3- 3 Sketsa Mekanisme

Proses selanjutnya adalah membuat sketsa model pelana. Konsep dasar pembuatan sketsa model pelana berdasarkan bentuk pelana kuda. Alasan pemilihan pelana kuda sebagai konsep dasar model pelana yang akan diterapkan tidak lain dikarenakan sudah ada produk berupa kursi yang mencoba menerapkannya seperti ilustrasi gambar 3-4.



Gambar 3- 4 Kursi Pelana

Pemanfaatan model pelana kuda dinilai dapat memberikan daya cengkram yang baik serta resiko ergonomis yang lebih rendah dibandingkan kursi konvensional. Model pelana kuda dapat memberikan postur tubuh yang baik dan mampu meminimalkan gejala nyeri pada pinggang seperti ilustrasi gambar 3-5.



Gambar 3- 5 Perbandingan Postur Duduk

(Sumber : www.salli.com.au/blogs/news/back-pain-is-a-global-epidemic, 2018)

3.6 Pembuatan Purwarupa

Pada perancangan ini, pembuatan purwarupa hanya meliputi pembuatan pelana yang disesuaikan dengan model desain yang dibuat. Pada prosesnya, pembuatan purwarupa pelana menggunakan bahan komposit pada bagian dasar pelana yang dikerjakan dengan metode *Hand Lay-Up*. Setelah dasar pelana jadi, langkah berikutnya penempatan dan pembentukan busa yang kemudian dilanjutkan dengan pelapisan kulit sintetis.

3.7 Peralatan dan Bahan

3.7.1 Peralatan dan *Software*

Berikut ini tabel 3-4 terkait peralatan dan *software* yang digunakan selama proses perancangan.

Tabel 3- 5 Peralatan

No	Peralatan dan <i>Software</i>	Fungsi
1	Laptop	Alat untuk mengolah data
2	3D <i>Printer</i>	Alat untuk pembuatan purwarupa cepat
3	Kuas, Gelas dan Sarung Tangan	Alat bantu saat proses pembuatan komposit
4	Meteran dan Jangka sorong	Alat untuk mengukur dimensi benda
5	Solidworks 2022	<i>Software</i> untuk proses pemodelan 2D dan 3D
6	Linkage	<i>Software</i> untuk pemodelan pergerakan lengan
7	Ms. Powerpoint	<i>Software</i> untuk presentasi
8	Ms. Word	<i>Software</i> untuk penulisan laporan

3.7.2 Bahan Habis Pakai

Berikut ini tabel 3-5 terkait bahan habis pakai yang digunakan pada proses pembuatan purwarupa pelana.

Tabel 3- 6 Bahan Habis Pakai

No	Bahan Habis Pakai
1	<i>Filament 3D Printer</i>
2	Resin dan Katalis
3	<i>Fiber glasss</i>
4	Dempul dan Amplas
5	<i>Paper Tape</i>

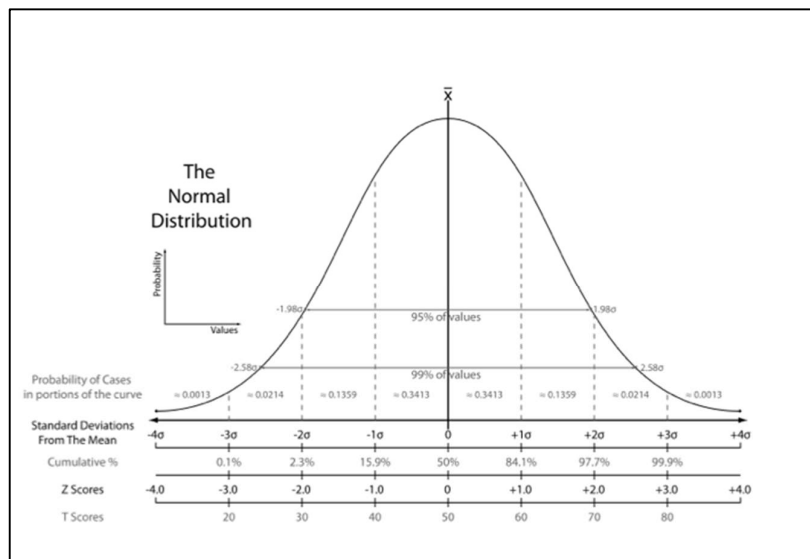
BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pemodelan *Frame* Kursi Roda

4.1.1 Penetapan Dimensi Kursi Roda

Pada proses pemodelan produk, penentuan dimensi produk akan disesuaikan dengan dimensi postur tubuh seperti yang sebelumnya sudah disinggung pada tabel 3-1 dan dipadukan dengan dimensi dari beberapa referensi produk yang sudah tersedia seperti yang disinggung pada tabel 3-3.



Gambar 4- 1 Grafik Six Sigma Distribusi Normal

(Sumber : elektronikindo.com/rumus-z-score-dan-cara-menghitung-z-score/,
2024)

Secara umum, data antropometri dinyatakan dalam bentuk persentil yang dapat dideskripsikan kedalam sebuah grafik *six sigma* distribusi normal seperti pada gambar 4-1 sebagai persebaran populasi yang akan dibagi kedalam seratus karagori persentase yang kemudian nilai – nilai tersebut akan diurutkan dari yang terkecil hingga terbesar pada suatu ukuran tubuh manusia.

Pada tabel 3-1, nilai data ke-5 merepresentasikan batasan terkecil pada rerata ukuran tubuh manusia yang ditetapkan. Sedangkan nilai data ke-95 merepresentasikan batasan terbesar pada rerata ukuran tubuh manusia yang ditetapkan. Pada nilai data ke-50 merepresentasikan rerata nilai mayoritas secara umum ukuran tubuh manusia. Sehingga data ke-50 kami tetapkan sebagai acuan dasar dalam penyesuaian dimensi produk dengan postur tubuh manusia.

4.1.2 Pemodelan *Frame* Utama

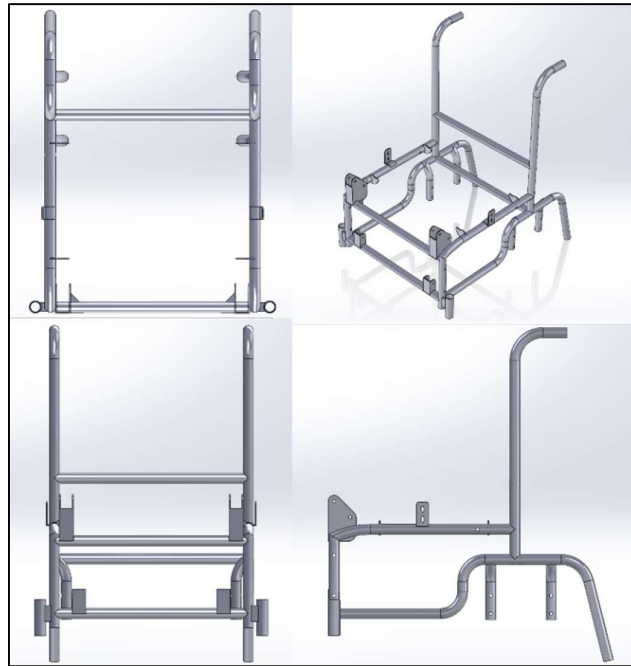
Dalam proses pemodelan *frame* utama, kami mencoba untuk melakukan modifikasi serta mengkonversi *frame* kursi roda lipat yang sudah ada seperti yang tertera pada gambar 4-2.



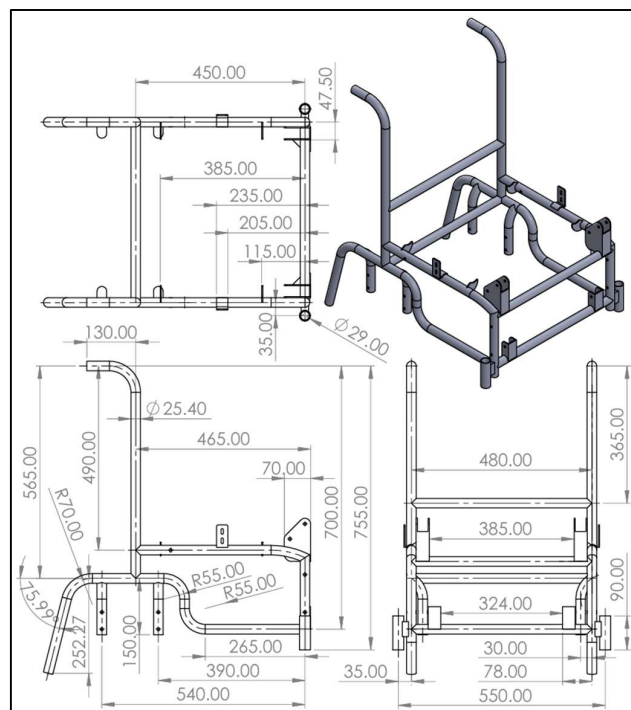
Gambar 4- 2 Frame Kursi Roda Lipat

Pada prosesnya kami mengubah *frame* tersebut dengan memotong bagian sandaran tangan dan merubah fungsi *frame* yang sebelumnya dapat melipat menjadi kaku (*rigid*) dengan menambahkan pipa penghubung antara *frame* kanan dan kiri seperti yang ditunjukkan pada gambar 4-3 dan terkait dimensi secara umum

pada gambar 4-4. Perubahan ini dimaksudkan untuk membuat *frame* menjadi lebih kokoh serta stabil pada saat posisi berdiri.

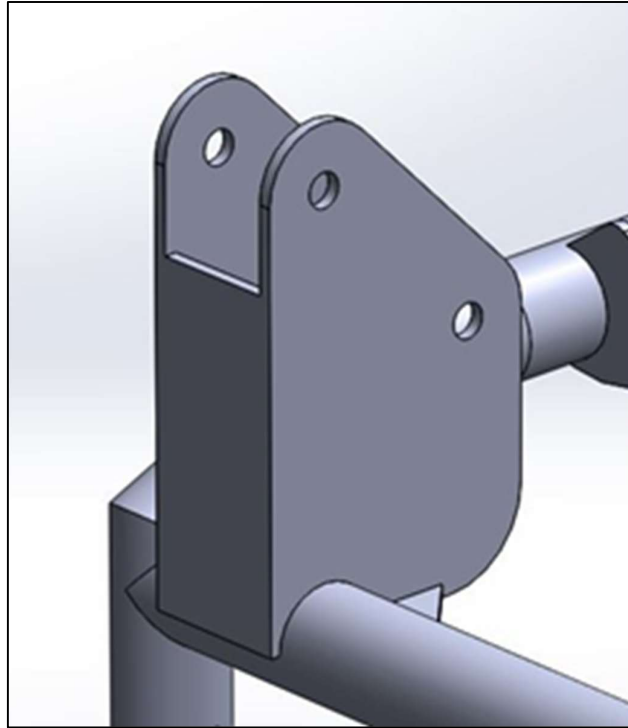


Gambar 4- 3 *Frame* Utama



Gambar 4- 4 Dimensi *Frame* Utama

Kemudian pada desain *frame* utama tersebut kami menambahkan *bracket* yang akan difungsikan sebagai rumah engsel (*housing*) untuk lengan atas dan lengan bawah. *Bracket* ini seterusnya akan disebut “*bracket* lengan 1” seperti yang ditunjukkan pada gambar 4-5.

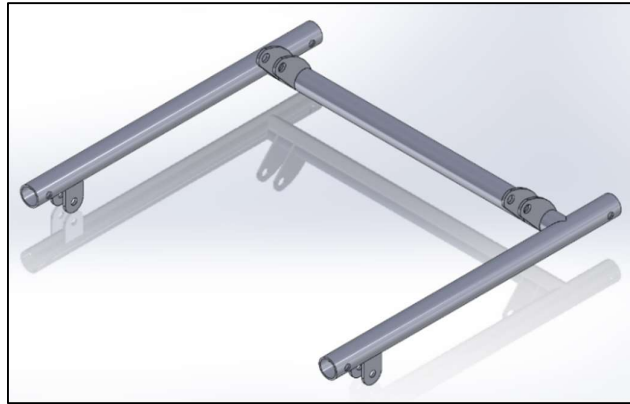


Gambar 4- 5 *Bracket* Lengan 1

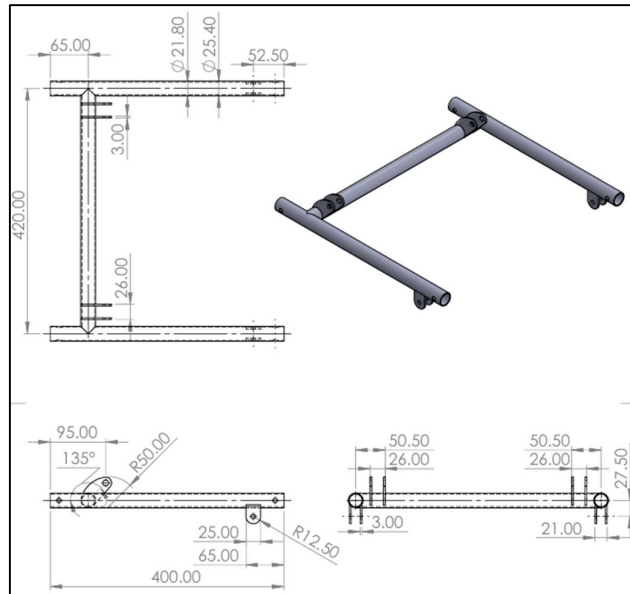
4.1.3 Pemodelan Lengan Bawah dan Atas serta *Frame* Sandaran

Pada proses pemodelan lengan bawah dilakukan dengan membuat susunan rangka sederhana menyerupai huruf “U” dengan tujuan untuk memudahkan proses pembuatan lengan tersebut. Pada batang penghubung lengan bawah terdapat *bracket* yang ditujukan untuk penempatan *gas spring*, lalu pada batang sisi kanan dan kiri terdapat *bracket* menghadap bawah yang ditujukan untuk penempatan *adjustable connecting rod*.

Penerapan dimensi antropometri terkait pemodelan lengan bawah ini meliputi D14 dan D19 seperti yang tertera pada tabel 3-1. Berikut ini adalah gambar 4-6 lengan bawah dan terkait dimensi secara umum pada gambar 4-7.



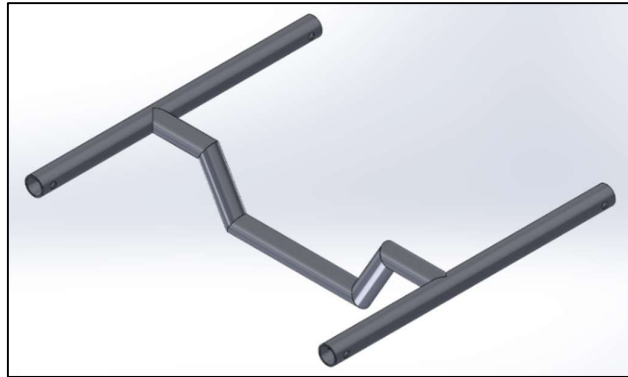
Gambar 4- 6 Lengan Bawah



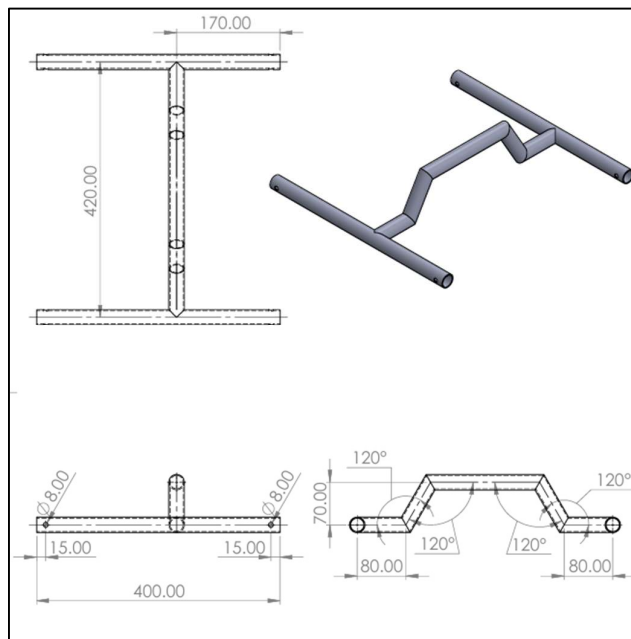
Gambar 4- 7 Dimensi Lengan Bawah

Kemudian pada pemodelan lengan atas dilakukan dengan membuat susunan rangka menyerupai huruf “H” dengan batang penghubung yang berliku menyerupai huruf “U” yang dimaksudkan sebagai tempat pelana pada saat posisi duduk.

Penerapan dimensi antropometri terkait pemodelan lengan atas ini meliputi D14 dan D19 seperti yang tertera pada tabel 3-1. Berikut ini adalah gambar 4-8 lengan atas dan terkait dimensi secara umum pada gambar 4-9.



Gambar 4- 8 Lengan Atas



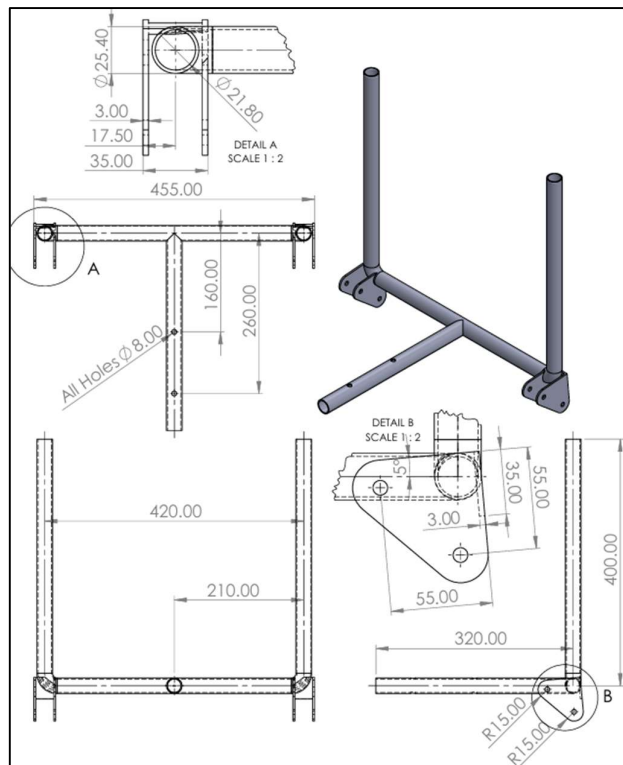
Gambar 4- 9 Dimensi Lengan Atas

Pada pemodelan *frame* sandaran, terdapat *bracket* lengan 2 dan dudukan pelana. Dudukan pelana berbentuk pipa yang memanjang berada tepat ditengah batang penghubung dan terdapat dua lubang baut serta sedikit menyerong kearah atas dengan sudut 5°.

Penerapan dimensi antropometri terkait pemodelan *frame* sandaran ini meliputi D10, D14 dan D19 seperti yang tertera pada tabel 3-1. Berikut ini adalah gambar 4-10 *frame* sandaran dan terkait dimensi secara umum pada gambar 4-11.



Gambar 4- 10 *Frame Sandaran*

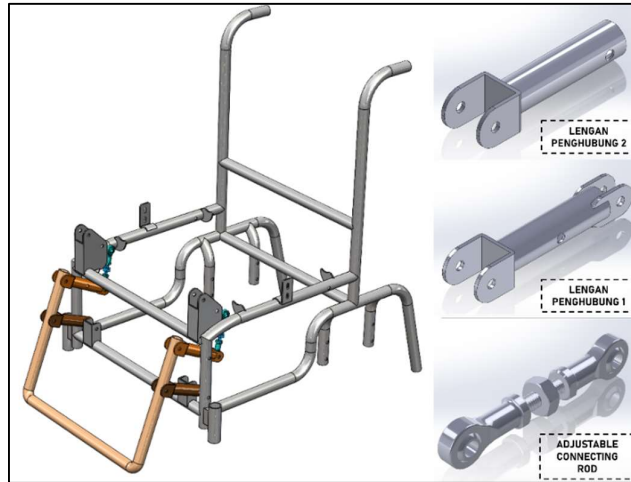


Gambar 4- 11 Dimensi *Frame Sandaran*

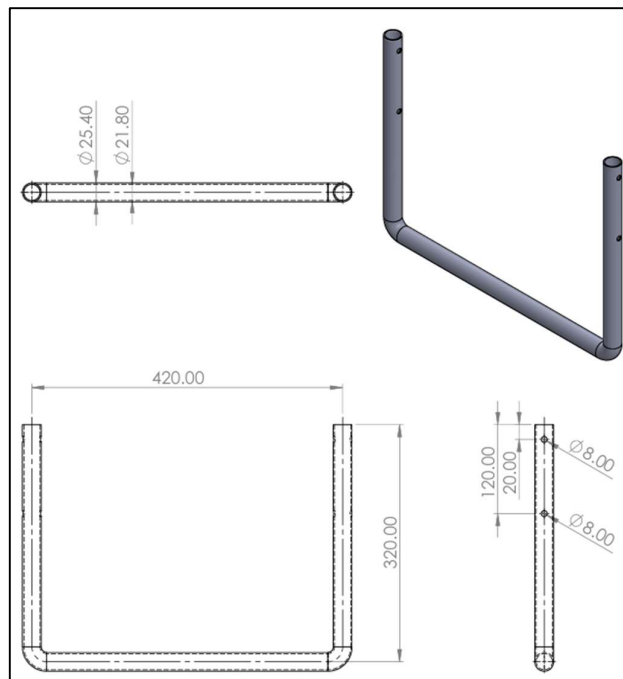
4.1.4 Pemodelan *Frame Pijakan*

Pada pemodelan *frame pijakan*, terdapat tiga komponen penghubung berupa lengan penghubung 1 dan 2 yang terhubung secara langsung pada *frame* utama dan *adjustable connecting rod* yang menghubungkan lengan penghubung 1

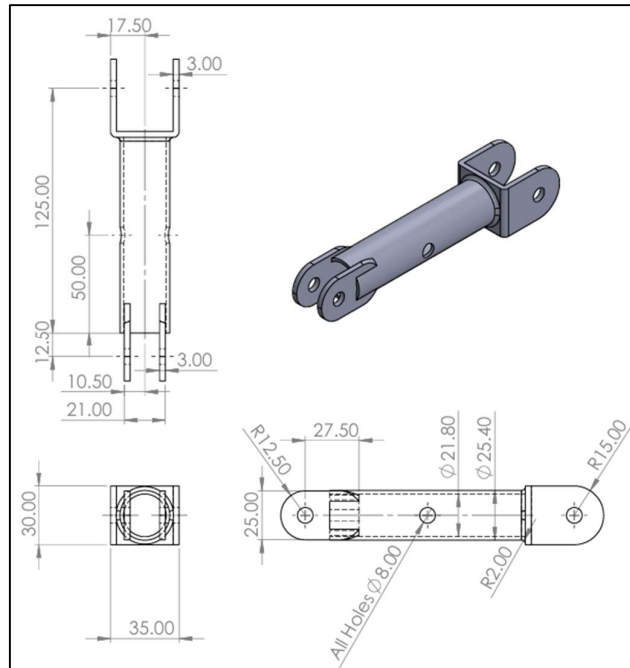
dengan lengan bawah. Penerapan dimensi antropometri terkait pemodelan *frame* pijakan ini meliputi D15, D16 dan D19 seperti yang tertera pada tabel 3-1. Berikut ini adalah gambar 4-12 *frame* sandaran dan terkait dimensi secara umum keseluruhan komponen pada gambar 4-13 hingga 4-16.



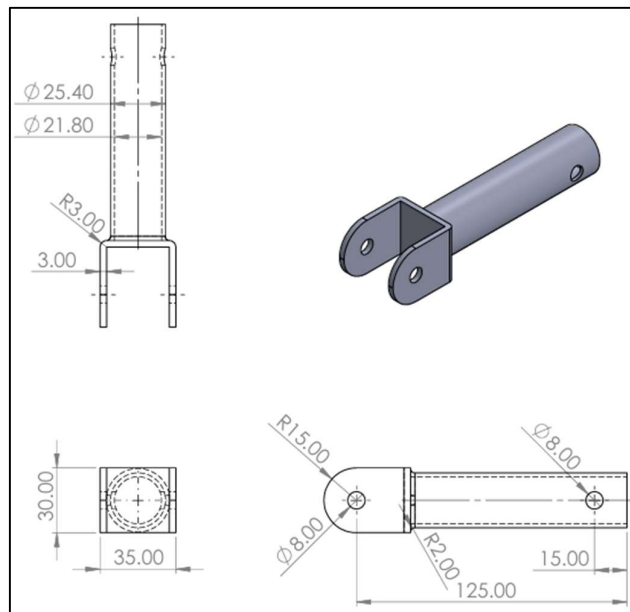
Gambar 4- 12 *Frame* Pijakan dan Komponen Penghubung



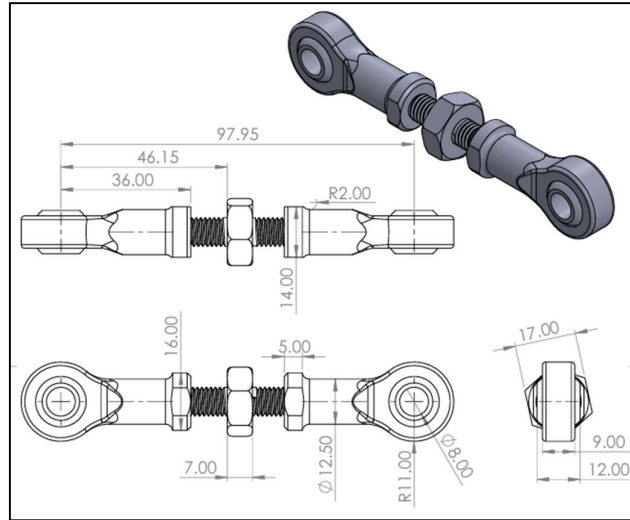
Gambar 4- 13 Dimensi *Frame* Pijakan



Gambar 4- 14 Dimensi Lengan Penghubung 1



Gambar 4- 15 Dimensi Lengan Penghubung 2

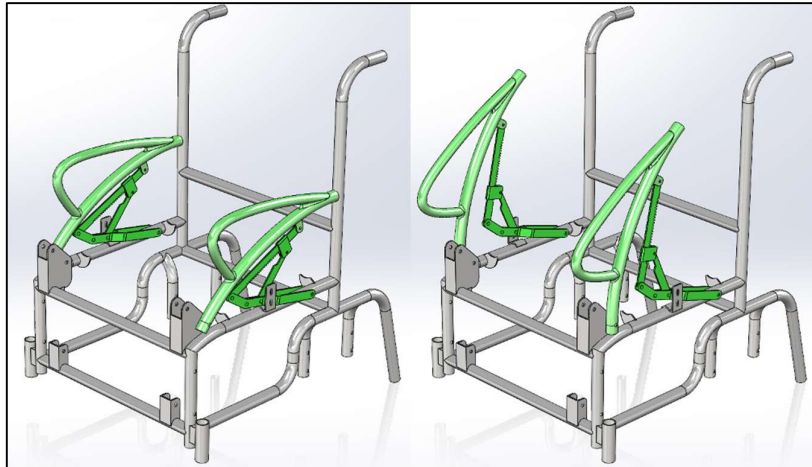


Gambar 4- 16 Dimensi *Adjustable Connecting Rod*

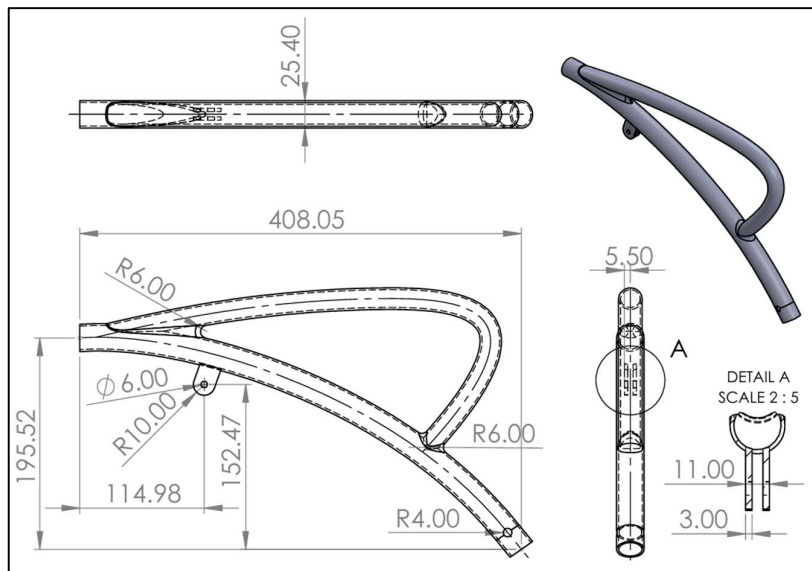
Terkhusus pada lengan penghubung 1 terdapat *bracket* penghubung yang ditujukan untuk penempatan *adjustable connecting rod*. *Frame* pijakan dirancang dapat sedikit bergerak saat peralihan dari posisi duduk ke berdiri dan sebaliknya, dengan tujuan untuk menjaga jarak tinggi lutut terhadap pijakan. Jarak tinggi lutut dengan pijakan dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna dengan melakukan penyetelan pada *adjustable connecting rod*.

4.1.5 Pemodelan *Frame Sandaran Tangan*

Pemodelan *frame* sandaran tangan dilakukan dengan mengikuti bentuk sandaran tangan yang sudah terdapat pada *frame* tersebut. *Frame* sandaran tangan dirancang dapat terbuka dan tertutup sebagai alat bantu tumpuan tangan saat akan beralih dari posisi duduk menuju berdiri. Berikut ini gambar 4-17 dan 4-18 *frame* sandaran tangan beserta dimensinya.



Gambar 4- 17 *Frame Sandaran Tangan*

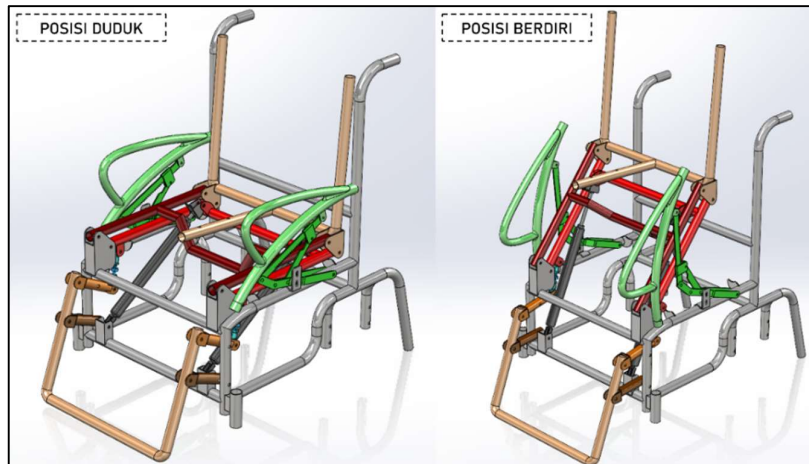


Gambar 4- 18 Dimensi *Frame Sandaran Tangan*

Pada mekanisme *frame* sandaran tangan tersebut terdapat sistem pengunci berupa *lift-up ratchet*. Penggunaan *lift-up ratchet* diperuntukkan supaya *frame* sandaran tangan dapat terbuka dan terkunci pada semua sudut yang diinginkan.

4.1.6 Penyatuan Komponen *Frame* Kursi Roda

Setelah seluruh komponen penyusun kursi roda terbentuk, proses selanjutnya adalah proses penyatuan komponen tersebut seperti yang ditunjukkan pada gambar 4-19 sebagai berikut.



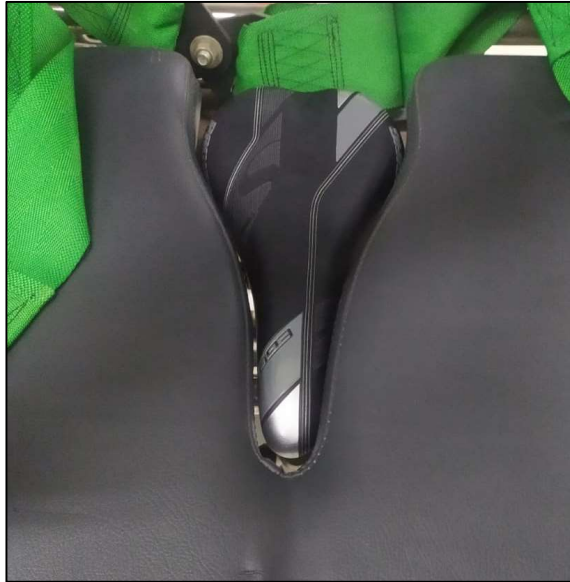
Gambar 4- 19 Model *Assembly*

4.1.7 Pabrikasi *Frame* Kursi Roda

Proses pabrikasi *frame* dan perakitan kursi roda secara keseluruhan akan dikerjakan dan ditulis oleh rekan penulis yang bernama Nugroho Priyotomo dengan NIM 18525069 dengan laporan tugas akhir yang berjudul Pabrikasi Puwarupa Kursi Roda Manual Dengan Fitur Berdiri.

4.2 Pengembangan Model Pelana

4.2.1 Observasi dan Identifikasi Masalah

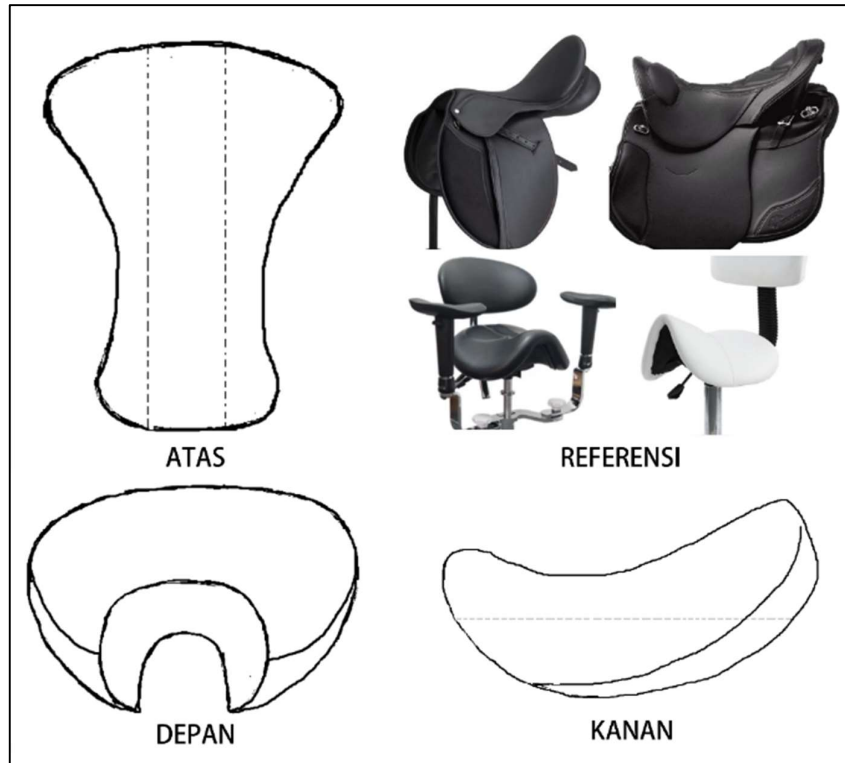


Gambar 4- 20 Model Pelana Terdahulu

Hasil Observasi dan indentifikasi masalah terkait model pelana yang dilakukan diperoleh bahwa konfigurasi pelana yang diterapkan pada produk tugas akhir sebelumnya berupa pelana sepeda balap dengan bentuk pendek meruncing serta bantalan busa yang tipis seperti yang ditunjukkan pada gambar 4-20, membuat pengguna merasa tidak tertopang dengan baik serta tidak nyaman pada daerah selangkangan.

4.2.2 Pembuatan Sketsa Dasar Pelana

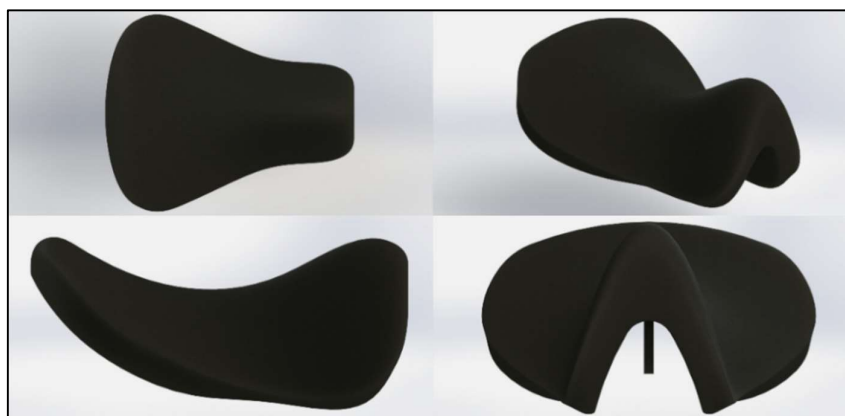
Pada proses pemodelan pelana, diawali dengan proses pembuatan sketsa sederhana seperti yang ditunjukkan pada gambar 4-21 yang disesuaikan dengan kebutuhan serta dipadukan dengan referensi yang sudah disinggung pada bab 3 sebelumnya pada referensi desain.



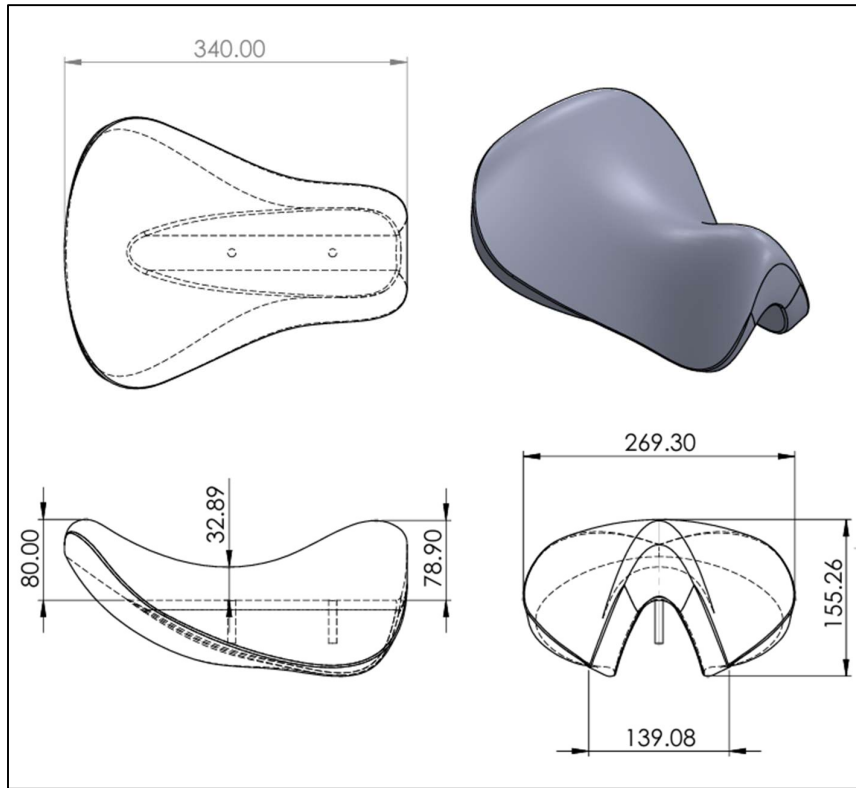
Gambar 4- 21 Sketsa Dasar Pelana

4.2.3 Pemodelan pelana

Pada prosesnya, keseluruhan proses pemodelan 3D pelana menggunakan *software* Solidworks 2022. Pada model 3D pelana yang ditunjukkan pada gambar 4-22 dan 4-23 memiliki dimensi dengan panjang keseluruhan 340mm, lebar penampang belakang 270mm, lebar penampang depan 140mm.



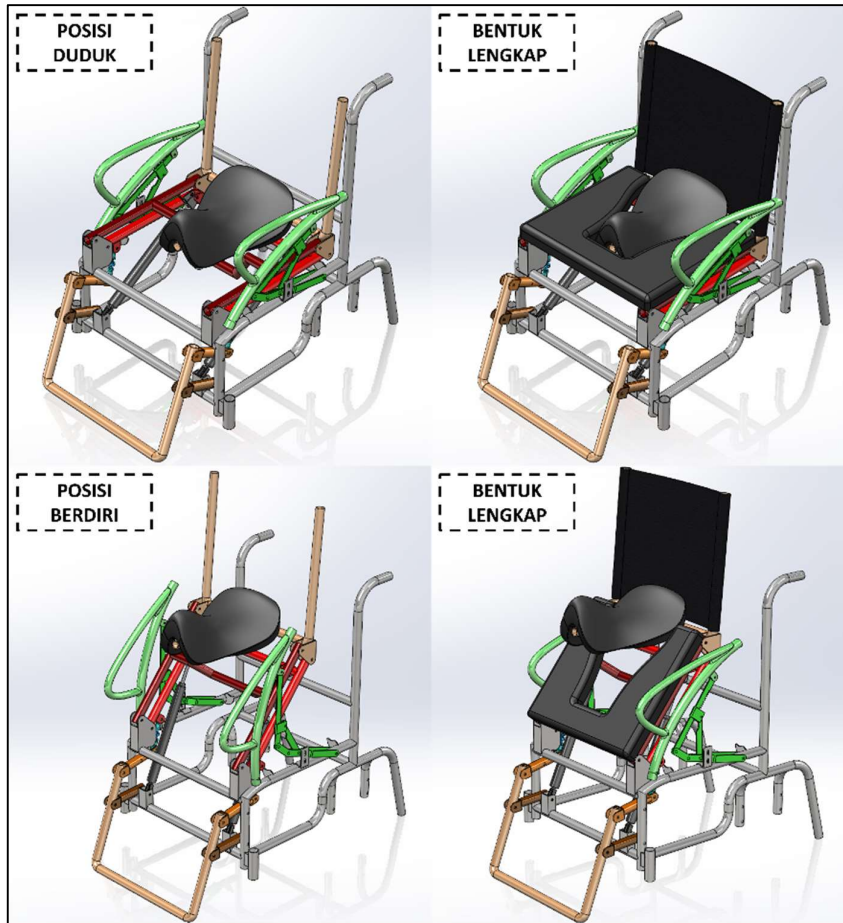
Gambar 4- 22 Model 3D Pelana



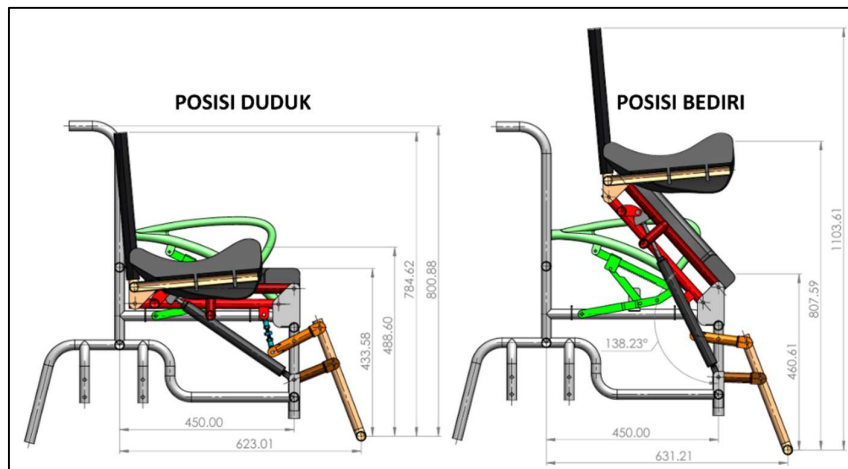
Gambar 4- 23 2D *Drawing* Pelana

Pada prosesnya, dimensi yang diterapkan pada model 3D pelana terhadap data antropometri meliputi D14 dan D19 yang dapat dilihat pada tabel 3-1 dan diilustrasikan pada gambar 2-5. Penyesuaian referensi yang ada dengan model 3D pelana sudah berhasil dilakukan dengan hanya memastikan bentuk visual model 3D pelana sudah sama dengan referensi, dalam hal ini terkait dengan bentuk lekukannya.

Setelah model 3D pelana terbentuk, langkah selanjutnya adalah melakukan proses penyatuan model pelana dengan rangka kursi roda yang sudah dirangkai seperti yang ditunjukkan pada gambar 4-24 beserta dimensi umum posisi duduk dan berdiri dalam bentuk potongan seperti pada gambar 4-25.



Gambar 4- 24 Model *Assembly* Pelana

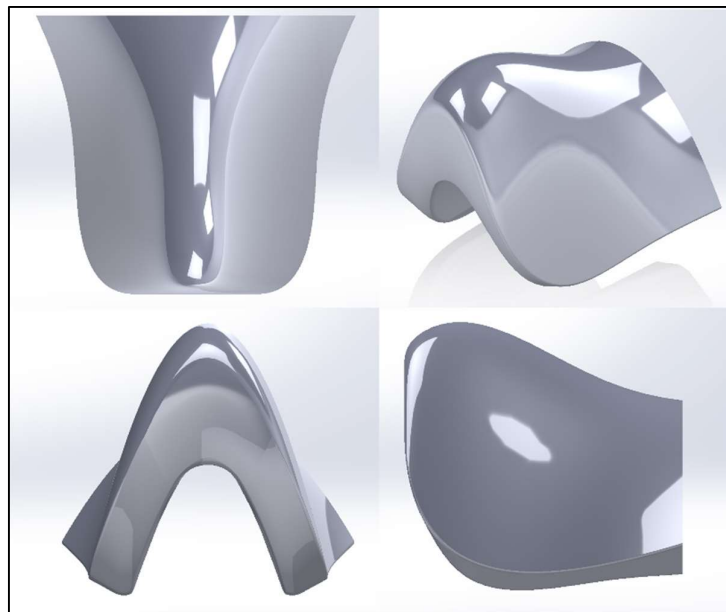


Gambar 4- 25 Dimensi Umum Posisi Duduk dan Berdiri dalam Bentuk Potongan

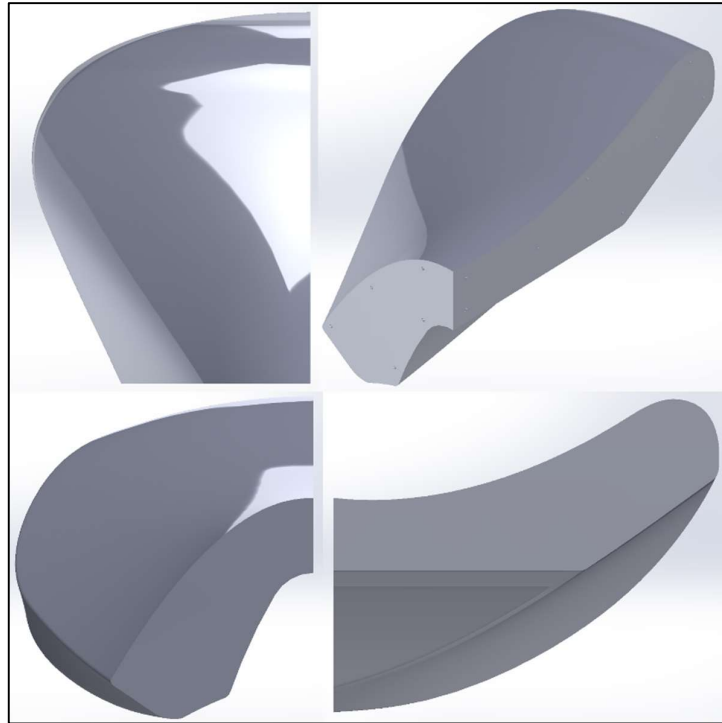
Pada gambar 4-25 diatas memberikan ilustrasi yang jelas terkait dimensi umum kursi roda dalam posisi duduk dan berdiri. Pada saat kursi roda dalam kondisi berdiri, sudut maksimal dapat terjaga pada sudut 138°. Hal ini dimaksudkan untuk menjaga postur tubuh seperti yang diilustrasikan pada gambar 3-5.

4.2.4 Pencetakan Pelana

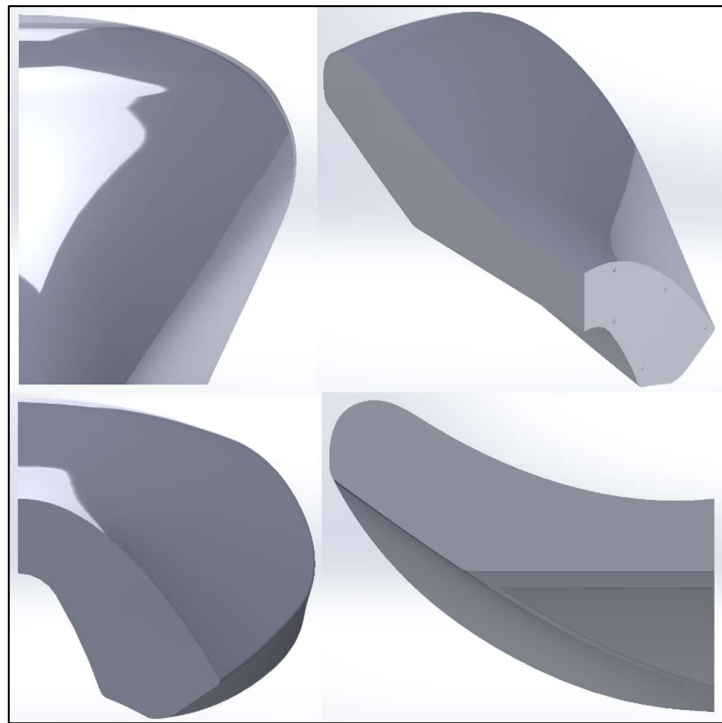
Setelah model 3D pelana terbentuk, proses berikutnya adalah proses pencetakan model pelana tersebut menggunakan mesin 3D *printer*. Langkah pertama adalah membagi model pelana tersebut menjadi 3 bagian yang dimaksudkan untuk menyesuaikan ukuran komponen dengan ukuran *bed* pada mesin 3D *printer*. Mesin 3D *printer* yang digunakan adalah Creality Ender-3 S1 Pro dengan ukuran *bed* 235mm x 235mm x 270mm. Berikut ini model pelana yang sudah dibagi menjadi 3 bagian seperti yang ditunjukkan pada gambar 4-26 hingga 4-28.



Gambar 4- 26 Potongan Depan



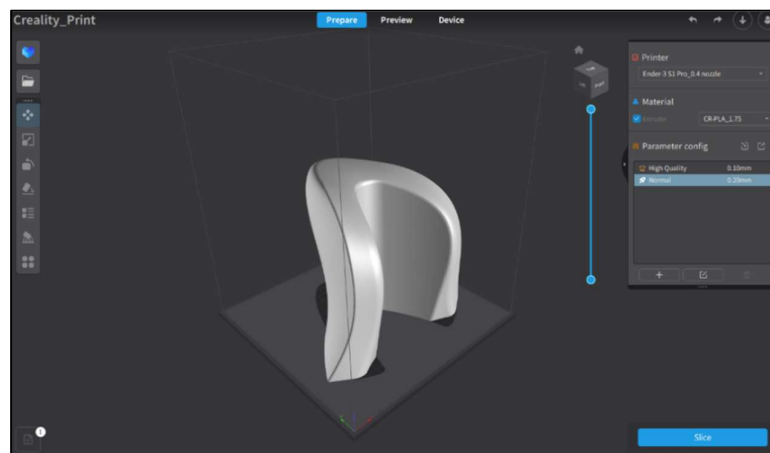
Gambar 4- 27 Potongan Kanan



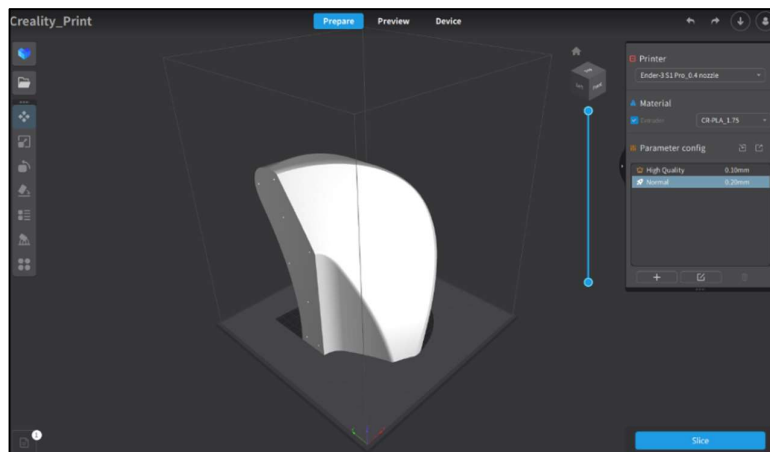
Gambar 4- 28 Potongan Kiri

Langkah selanjutnya adalah melakukan proses *slicing* pada ketiga komponen tersebut. Proses *slicing* merupakan tahapan dalam persiapan untuk mencetak model 3D dengan melibatkan pembagian model menjadi lapisan-lapisan (*layers*) dan menghasilkan *file* G-code yang akan memberikan petunjuk kepada *printer* 3D tentang pola pencetakan model dengan detail dan kakuratan yang diinginkan.

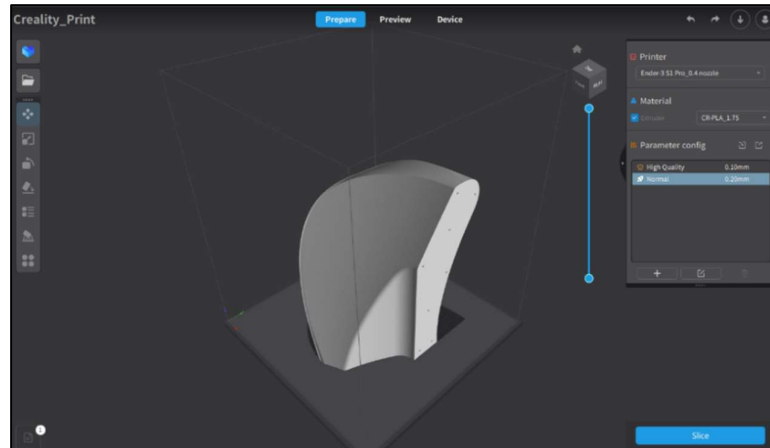
Pada proses ini, keseluruhan proses *slicing* dilakukan dengan menggunakan *software* Creality_Print. Berikut ini adalah gambar 4-29 hingga 4-31 dokumentasi proses *slicing* pada ketiga komponen.



Gambar 4- 29 *Slicing* Potongan Depan

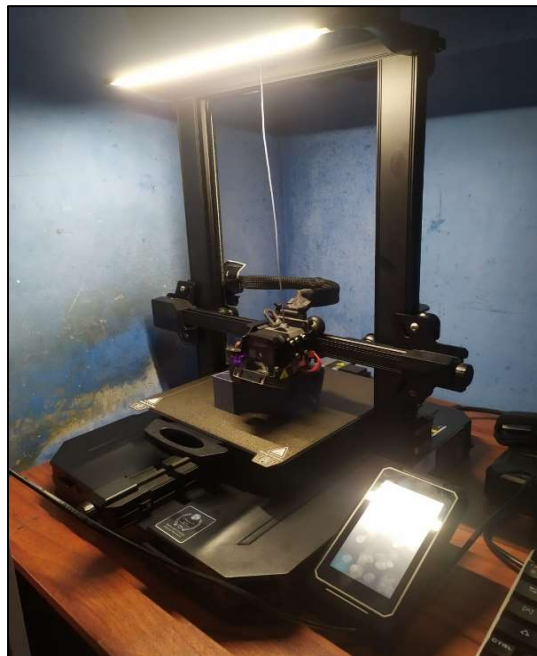


Gambar 4- 30 *Slicing* Potongan Kanan



Gambar 4- 31 *Slicing* Potongan Kiri

Setelah proses *slicing* pada ketiga komponen tersebut selesai, langkah berikutnya adalah proses pencetakan model pada mesin 3D *printer*. Berikut ini adalah dokumentasi proses pencetakan pada salah satu komponen yang ditunjukkan pada gambar 4-32.



Gambar 4- 32 Proses Pencetakan Model

Pada prosesnya, pencetakan model memerlukan waktu kurang lebih 6 jam pada setiap komponennya. Setelah proses pencetakan selesai, berikut ini adalah gambar 4-33 hasil pencetakan dari komponen yang sudah jadi.



Gambar 4- 33 Hasil Pencetakan

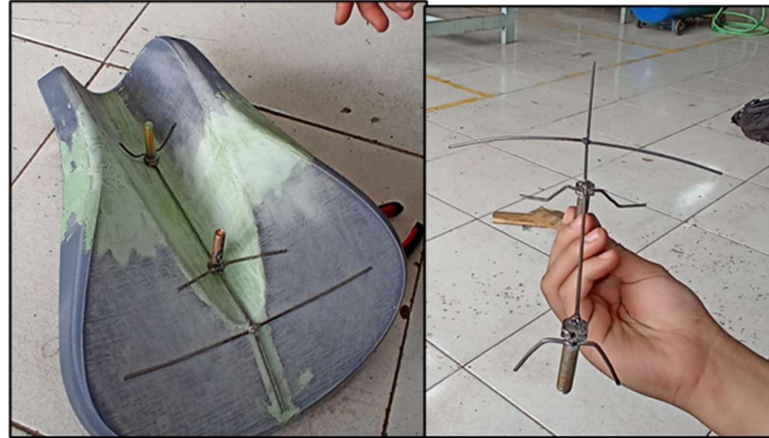
4.2.5 Pabrikasi Pelana

Tahal awal dimulai dengan membuat dasaran pelana menggunakan bahan komposit yang berbahan dasar *fiberglass*. Pada prosesnya, ketiga komponen yang telah dicetak akan dijadikan sebagai cetakan dasaran pelana dengan menyatukan ketiga komponen tersebut menggunakan lem dan meratakan hasil sambungan tersebut menggunakan dempul (*polyester putty*) dan amplas seperti yang ditunjukkan pada gambar 4-34.



Gambar 4- 34 Proses Perataan Sambungan

Tahapan berikutnya adalah pembuatan tulangan seperti yang ditunjukkan pada gambar 4-35 sebagai rangka penguat dasaran pelana. Pada tulangan tersebut juga terdapat dua buah baut dengan ukuran M8 yang difungsikan sebagai penghubung antara pelana denganudukan pelana pada *frame* sandaran.



Gambar 4- 35 Pembuatan Tulangan

Setelah proses pembuatan tulangan selesai, tahapan berikutnya adalah proses komposit dengan metode *Hand Lay-up*. Pada prosesnya, Alasan penggunaan rangka tanam berupa tulangan pada proses komposit ini dikarenakan kami mencoba membuat lapisan *fiberglass* pada dasaran pelana ini tidak terlalu tebal. Jika dasaran pelana terlalu tebal, ditakutkan akan mempersulit poses pelepasan dasaran pelana dengan cetakan dan mempersulit proses penguncian lapisan kulit sintesis dengan klip pada dasaran pelana. Berikut ini dokumentasi pembuatan dasaran pelana yang tertera pada gambar 4-36 hingga 4-40



Gambar 4- 36 Pelapisan *Gelcoat*



Gambar 4- 37 Pengaplikasian *Fiberglass*



Gambar 4- 38 Peletakan Tulangan



Gambar 4- 39 Perataan Serabut Fiberglass



Gambar 4- 40 Pelepasan Dasaran Pelana

Setelah dasaran pelana terlepas dari cetakan, langkah berikutnya adalah proses perapihan dengan memotong bagian tepi dasaran pelana pasca proses komposit menggunakan *mini grinder* seperti yang ditunjukkan pada gambar 4-41.



Gambar 4- 41 Perapihan Dasaran Pelana

Setelah dasaran pelana selesai, proses selanjutnya adalah proses penempatan dan pembentukan busa serta pelapisan kulit sintetis. Proses ini keseluruhannya diserahkan pada pihak ketiga, berikut ini adalah dokumentasi bentuk pelana yang sudah jadi seperti yang ditunjukkan pada gambar 4-42.



Gambar 4- 42 Hasil Akhir Pelana

4.3 Analisis dan Pembahasan

4.3.1 Hasil Pengembangan

Secara keseluruhan, proses pengembangan konsep desain kursi roda manual dengan fitur berdiri dan pelana didasarkan pada hasil evaluasi produk tugas akhir sebelumnya yang sudah dijabarkan pada batasan masalah dan identifikasi masalah yang dapat dilihat pada bab 3 halaman 12.



Gambar 4- 43 Komparasi Produk Terdahulu dengan Terbaru

Seperti yang terlihat pada gambar 4-43, kursi roda manual dengan fitur berdiri memiliki beberapa perbedaan dengan produk terdahulu terkait mekanisme kerja alat dan fitur yang diterapkan. Berbicara terkait mekanisme kerja alat, produk terdahulu menggunakan sistem penggerak elektrik berupa *linear actuator* sebagai penggerak utama mekanisme berdiri. Sedangkan, pada kursi roda manual dengan fitur berdiri ini memanfaatkan kekuatan tangan pengguna yang dipadukan dengan gas spring sebagai alat bantu dorong saat beralih posisi dari duduk ke berdiri. Mekanisme penggunaan *gas spring* ini dipilih karena sederhana dan mudah dalam perawatan, lantaran tidak adanya komponen elektrik seperti baterai yang harus diisi secara berkala, arus dan tegangan listrik yang harus terjaga dan motor listrik serta kabel harus kedap terhadap air.



Gambar 4- 44 Penambahan Fitur Pijakan

Seperti yang terlihat pada gambar 4-44, pada produk terdahulu tidak terdapat pijakan kaki yang memadai menyebabkan kaki terasa menggantung. Sehingga solusi dalam permasalahan ini adalah dengan menambahkan fitur berupa pijakan kaki yang mampu menyesuaikan panjang kaki pengguna saat beralih dari posisi duduk ke berdiri serta sebaliknya.



Gambar 4- 45 Komparasi Pelana Terdahulu dengan Terbaru

Seperti yang terlihat pada gambar 4-45, konfigurasi pelana yang diterapkan pada produk terdahulu berupa bangku sepeda balap dengan bentuk pendek meruncing serta bantalan busa yang tipis, membuat pengguna merasa tidak tertopang dengan baik serta tidak nyaman pada daerah selangkangan. Sehingga pengembangan produk terbaru adalah dengan merubah bentuk pelana tersebut menjadi lebih panjang serta melebar dengan tujuan memberikan daya cengkram yang lebih baik sehingga pengguna akan merasa tertopang dengan sempurna.

Dengan hadirnya model pelana terbaru, penggunaan sabuk pengaman pada produk terdahulu sudah tidak diperlukan lagi pada produk terbaru, karena secara keseluruhan tubuh pengguna akan ditopang sepenuhnya oleh pelana pada saat posisi berdiri.

4.3.2 Mekanisme Kerja Alat

Pada kursi roda dengan fitur berdiri manual memiliki dua posisi, yaitu berdiri dan duduk. Mekanisme ini berkerja sebagaimana mestinya dengan memanfaatkan kekuatan tangan pengguna yang kemudian dibantu oleh *gas spring* sebagai alat bantu dorong yang terletak pada bagian bawah tempat duduk. Jika

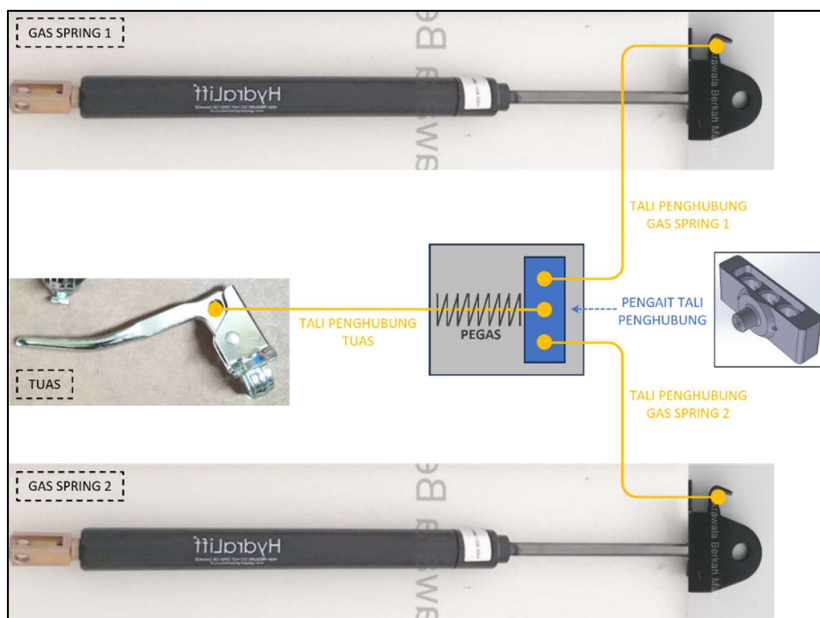
pengguna akan beralih dari posisi duduk ke berdiri, maka kekuatan tangan akan berperan penting sebagai penggerak utama yang kemudian dibantu oleh dorongan *gas spring*. Jika pengguna akan beralih keposisi sebaliknya dari berdiri ke duduk, maka pengguna cukup memanfaatkan beban yang dihasilkan dari berat badan pengguna untuk beralih ke posisi duduk.

Gas spring yang kami gunakan memiliki fitur *lockable* yang memungkinkan pengguna dapat mempertahankan posisi pada ketinggian tertentu yang diinginkan. Berikut ini gambar 4-46 terkait *gas spring*.



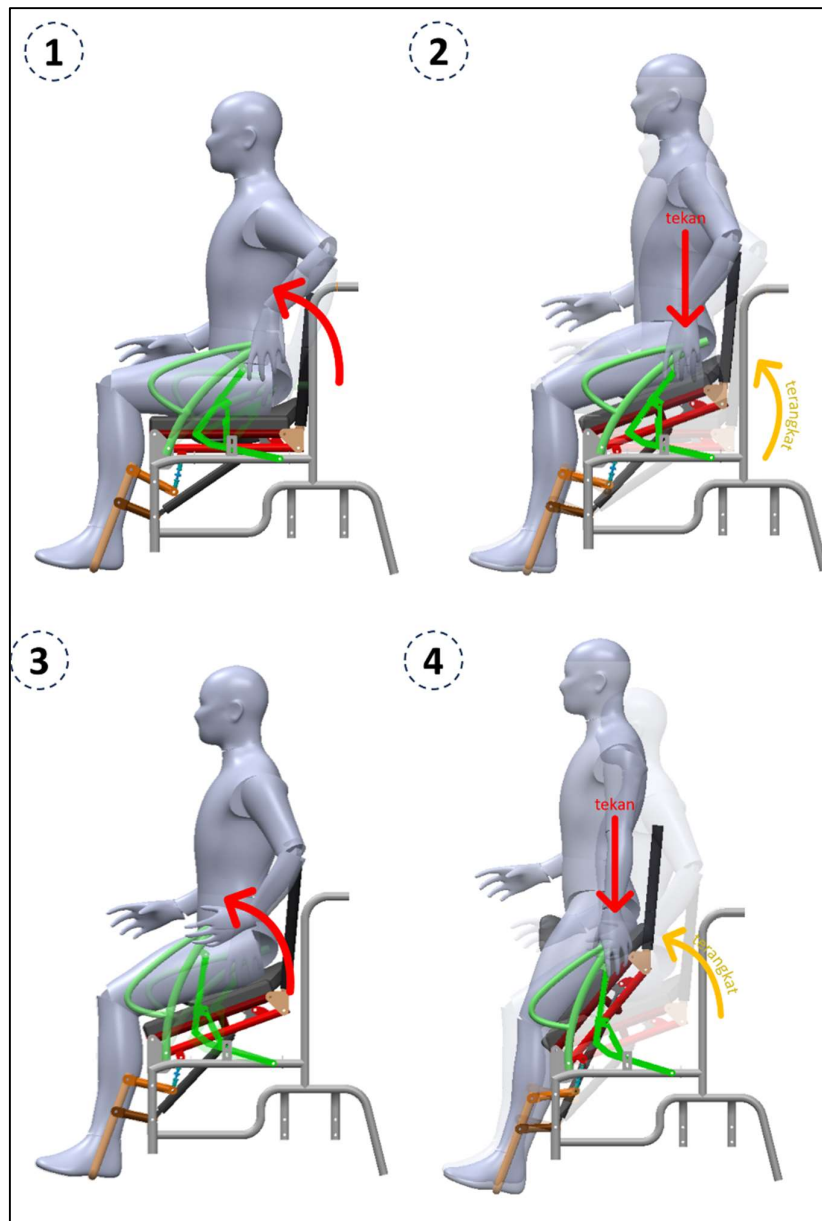
Gambar 4- 46 *Gas Spring*

Untuk membuat *gas spring* dapat bekerja pada mekanis berdiri ini, terdapat rangkaian penghubung berupa tali baja yang menghubungkan antara *lockable release lever* dengan tuas tangan. Tuas tangan yang kami gunakan berupa tuas rem sepeda. Berikut ini adalah alur rangkaian penghubung pada sistem kerja *gas spring* seperti yang ditunjukkan pada gambar 4-47.



Gambar 4- 47 Rangkaian Penghubung

Secara sederhana, cara mengoperasikan kursi roda dengan fitur berdiri manual ini dapat diilustrasikan seperti pada gambar 4-48 berikut ini.



Gambar 4- 48 Pengoperasian Fitur Berdiri

Pada ilustrasi diatas, langka pertama adalah menaikan sandaran tangan pada kedua sisi menyesuaikan dengan kebutuhan pengguna sebagai alat bantu tumpuan tangan. Kedua, melakukan proses penekanan dengan kedua tangan kearah bawah sembari menekan tuas tangan yang terdapat pada *frame* sandaran tangan

bagian kanan hingga kursi terangkat sampai posisi tertinggi yang dapat dicapai. Ketika sudah mencapai posisi tertinggi yang dapat dicapai pada langkah ini, lepaskan tuas tangan untuk mengunci posisi tersebut. Ketiga, naikan sandaran tangan kembali hingga posisi tertinggi. Keempat, lakukan penekanan kembali kearah bawah sembari menekan tuas tangan hingga kursi terangkat sampai posisi tertinggi. Ketika sudah sampai pada posisi tertinggi, lepaskan tuas tangan untuk mengunci posisi tersebut.

Jika pengguna ingin mengembalikan posisi tersebut kembali pada posisi duduk seperti semula, maka pengguna cukup menekan tuas tangan serta menggunakan beban yang dihasilkan dari berat badan untuk menurunkan posisi kembali ke posisi duduk.

4.3.3 Penerapan Pelana

Pada prosesnya terdapat sedikit perubahan pada bentuk pelana yang sudah jadi. Perubahan ini terletak pada bagian depan ujung pelana atau penampang depan yang semula pada desain berbentuk seperti punuk menjadi sedikit lebih mendatar seperti yang ditunjukkan pada gambar 4-49 berikut ini.



Gambar 4- 49 Perbandingan Model Desain dengan Hasil Akhir

Model awal dibuat menyerupai punuk dengan tujuan awal untuk mencengkram pengguna supaya tidak mudah jatuh kearah depan. Namun realita yang terjadi terdapat masalah pada saat busa yang sudah dibentuk menyerupai punuk tersebut akan dilakukan proses pelapisan dengan kulit sintetis. Saat proses pelapisan dengan kulit sintetis, busa yang semulanya sudah dibentuk menyerupai punuk tersebut tidak mampu mempertahankan bentuknya. Busa yang tidak mampu mempertahankan bentuknya akan memadat dan membuat gumpalan pada sisi kanan dan kiri, sehingga tidak tampak seperti bentuk yang diharapkan. Solusi dari masalah ini adalah dengan menghilangkan sebagian besar busa yang terdapat pada punuk untuk memudahkan proses pembuatan, namun dengan catatan tidak mengurangi kemampuan pada bagian penampang depan pelana.

Dari hasil akhir pelana yang sudah jadi tersebut, kami mencoba melakukan pengujian sederhana dengan menungganginya secara langsung seperti yang ditunjukkan pada gambar 4-50 guna menguji tingkat kenyamanan dan keamanan terkait daya cengkram pelana tersebut terhadap pengguna.



Gambar 4- 50 Pengujian Pelana

Pengujian ini dilakukan dengan melibatkan beberapa responden untuk mencoba fitur berdiri dan nyaman pelana secara langsung. Berdasarkan hasil pengujian, penerapan model pelana ini mampu menopang pengguna dan memberikan daya cengkram yang lebih baik dibandingkan dengan model pelana terdahulu seperti pada gambar 4-45 yang diterapkan pada produk tugas akhir sebelumnya.

Penempatan posisi pelana yang tepat dalam hal ini mencakup ketinggian pelana terhadap pijakan kaki dan jarak pelana terhadap sandaran membuat pengguna merasa santai (rileks) tanpa ada rasa seperti menggantung atau tertahan.

Penerapan bentuk penampang belakang pelana yang melebar serta dimensi yang disesuaikan dengan postur tubuh manusia dinilai memberikan persebaran beban tubuh yang lebih merata sehingga dapat menopang pengguna dengan baik.

Kemudian, penerapan hasil akhir penampang depan pelana dinilai tetap mampu memberikan daya cengkram yang baik dan rasa nyaman pada daerah selangkangan sehingga pengguna tidak perlu khawatir terjatuh kearah depan.

Terakhir, penggunaan kulit sintetis dengan tekstur menyerupai kulit jeruk membuat permukaan pelana tidak terasa licin sehingga pengguna tidak perlu merasa khawatir terperosot saat digunakan.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penuturan proses pemodelan kursi roda manual dengan fitur berdiri dan pembuatan purwarupa pelana, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Telah berhasil membuat konsep desain kursi roda manual dengan fitur berdiri yang dilengkapi dengan mekanisme sederhana. Penerapan mekanisme kerja alat dengan memanfaatkan kekuatan tangan pengguna yang dipadukan dengan gas spring sebagai alat bantu dorong saat beralih posisi dari duduk ke berdiri, mampu menawarkan kesederhanaan dan kemudahan dalam perawatan dibandingkan dengan mekanisme produk terdahulu.
2. Telah berhasil mengembangkan model pelana terbaru. Penerapan dimensi pelana yang dipadukan dengan data antropometri serta bentuk referensi berupa pelana kuda yang sudah diterapkan mampu memberikan daya cengkram yang baik terhadap pengguna dibandingkan dengan model pelana terdahulu. Sehingga pengguna dapat merasa nyaman serta tertopang dengan baik saat posisi berdiri.

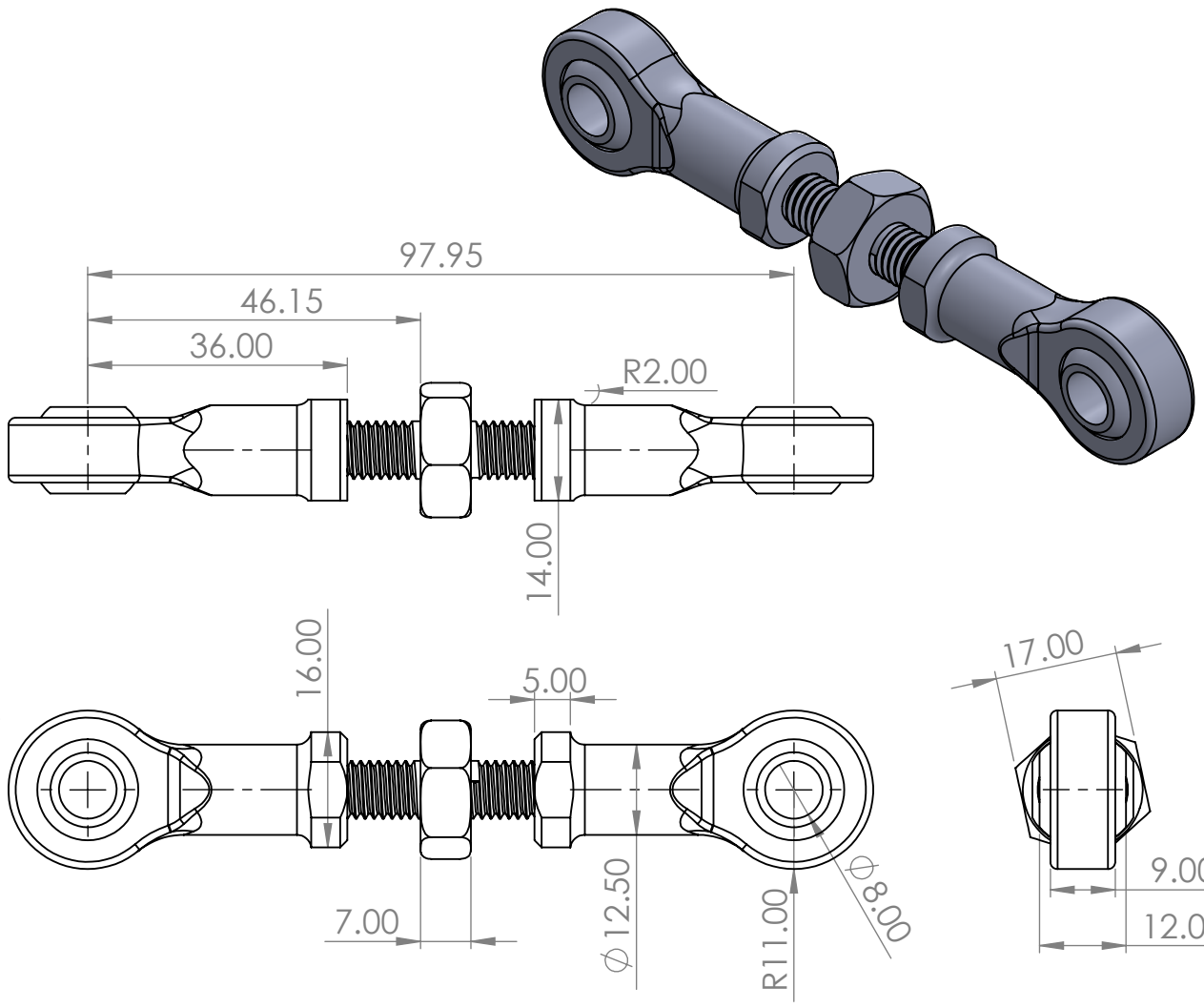
5.2 Saran

1. Perlu dilakukan pengembangan model desain *frame* utama baru yang secara khusus dirancang untuk kursi roda yang dilengkapi dengan fitur berdiri manual sebagai upaya dalam memberikan kebebasan geometri dalam mengoptimalkan fitur-fitur yang kedepannya akan diterapkan.
2. Perlu dilakukan pengujian lebih lanjut pada pengguna yang sebelumnya sudah dijabarkan pada indentifikasi pengguna yang tercantum pada kriteria desain, dengan tujuan untuk memperoleh hasil pengujian yang lebih tepat sasaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Alhadi, S. (2018). *Design Optimization and Structural Analisis of Electric Powered Standing Wheelchair Using Linear Motor Movement Systems for Disabled People in Indonesia*. Skripsi. Tidak diterbitkan. Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- Batan, I. M. L. (2006). Pengembangan Kursi Roda Sebagai Upaya Peningkatan Ruang Gerak Penderita Cacat Kaki. *Jurnal Teknik Industri*, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra, 9.
- Bella, Airindya. (2022). Mengenal Fungsi Kursi Roda dan Cara Tepat Memilihnya. Diakses pada 9 Juli 2024, dari <https://www.alodokter.com/menjadikan-kursi-roda-sebagai-sahabat-baru-yang-bermanfaat>
- Callister, JR. & Rethwisch, D. G. (2001). *Materials Science and Engineering (10th ed)*. Hoboken: Wiley.
- Cangelose, James S. (1995). Merancang Tes Untuk Menilai Prestasi Siswa. (Lilian D. Tedjasudhana, Terjemahan). Bandung: ITB Press.
- Churchward, R. (1985). *The Development Of A Standing Wheelchair*. *Applied Ergonomics*, 16(1), 55-62.
- Erick, Y. (2022). Teknik Bubut: Fungsi, Jenis, Kegunaan, dan Contoh. Diakses pada 26 November 2023, dari <https://stellamariscollege.org/teknik-bubut/>
- Gouvea dkk. (2018). *Assessment Of The Ergonomic Risk From Saddle And Conventional Seats In Dentistry: A Systematic Review And Meta-Analysis*. Diakses dari <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208900>
- Huddin, F. (2019). Sistem Kendali Kursi Roda Elektrik dengan Fitur Berdiri menggunakan Arduino. Skripsi. Tidak diterbitkan. Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- Kifrun, A. (2020). Perancangan Mekanisme Fitur Berdiri Pada Kursi Roda Elektrik. Skripsi. Tidak diterbitkan. Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- Madanhire, I., Mushiri, T., Musariri, P. (2021). *Development of an Itelligent Standing Wheelchair with Reclining Characteristic*. London: Intechopen.

- Tianxiang dkk. (2014). *New Mechanism Used in Standing Wheelchair*. Karlskrona: Blekinge Institute of Technology.
- Nugroho, Setyo. (2020). Pembuatan Prototype Kursi Roda Elektrik Dengan Fitur Berdiri Untuk Disabilitas di Indonesia. Skripsi. Tidak diterbitkan. Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- Weman, K. (2011). *Welding Processes Handbook*. Amsterdam: Elsevier.
- Wiria, Eddy. (2022). Macam-macam Kursi Roda dan Fungsinya. Diakses pada 15 Juli 2024, da



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

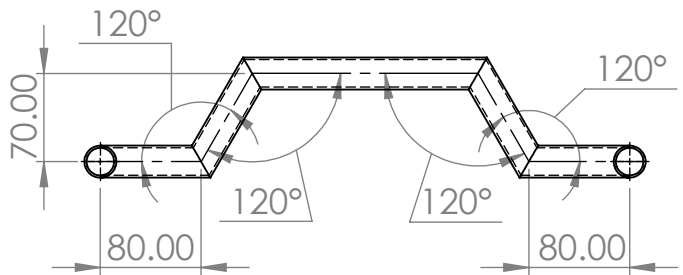
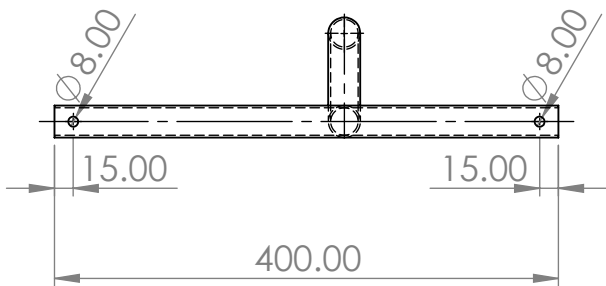
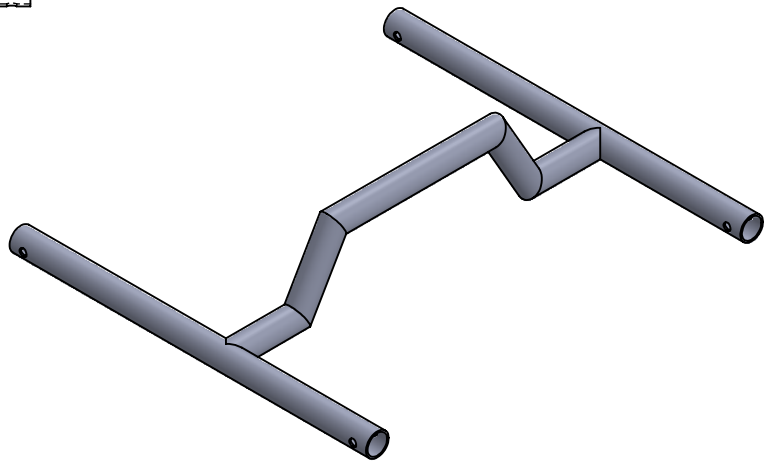
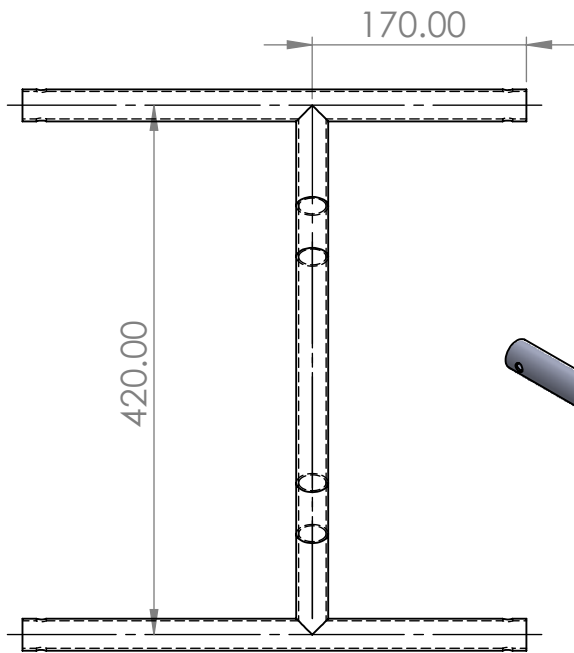
	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN			
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:
Adjustable Connecting Rod

DWG NO.
 Adjustable Connecting Rod

SCALE:1:1

SHEET 1 OF 1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

 DEBURR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING
 REVISION

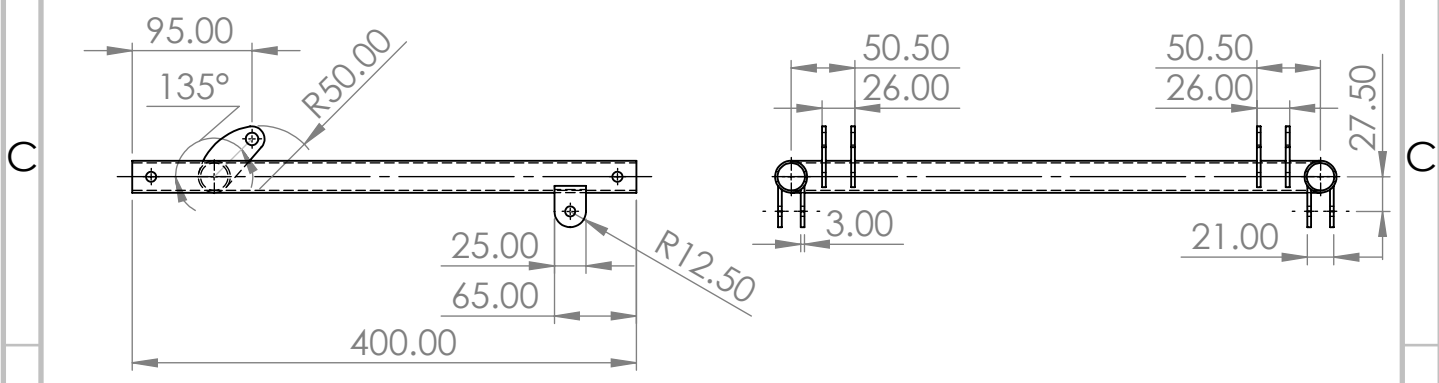
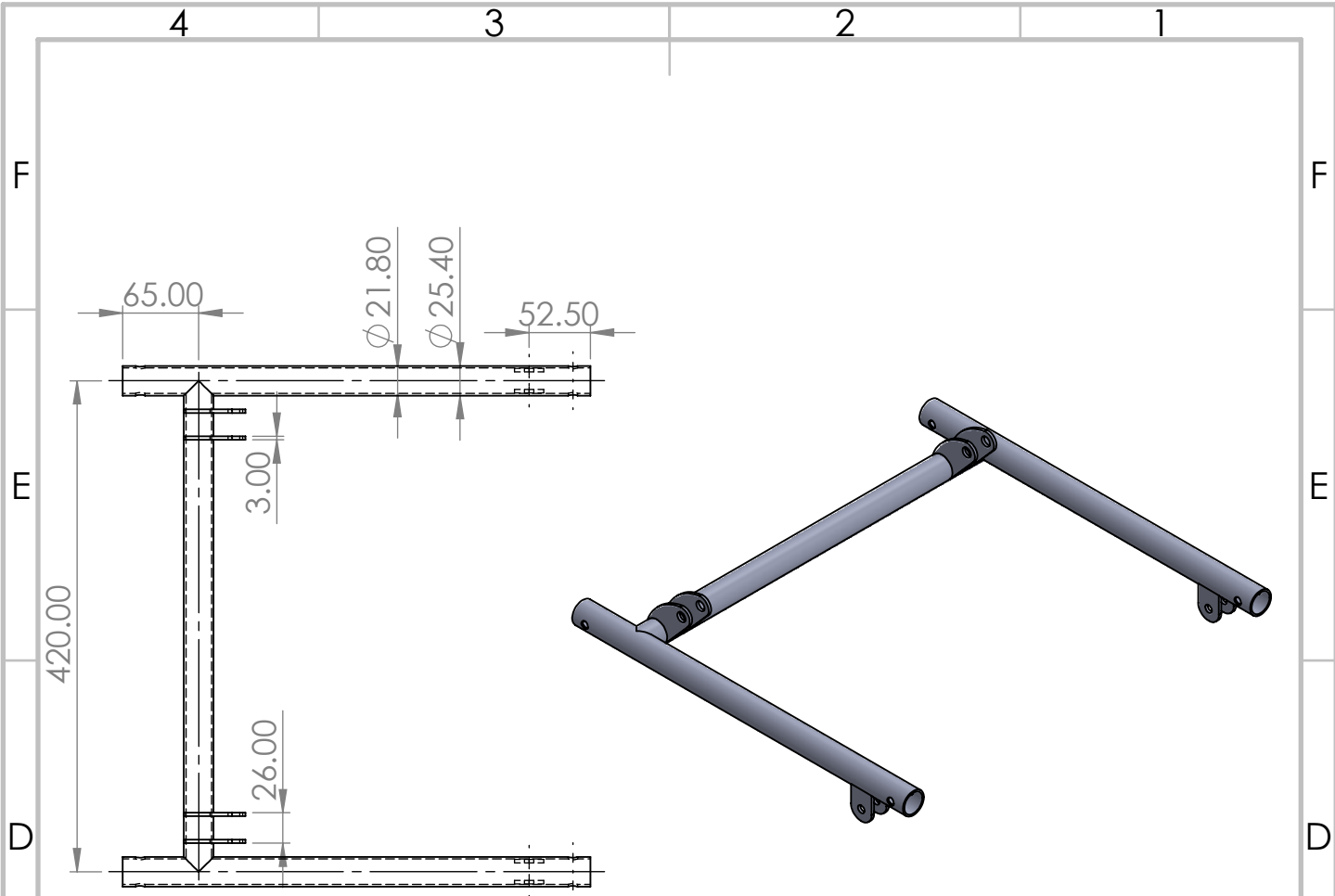
	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN			
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:
Frame Lengan Atas

DWG NO.
Frame Lengan

A4

SCALE: 1:6
 SHEET 1 OF 1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

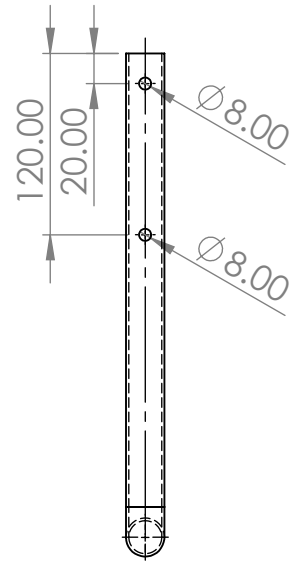
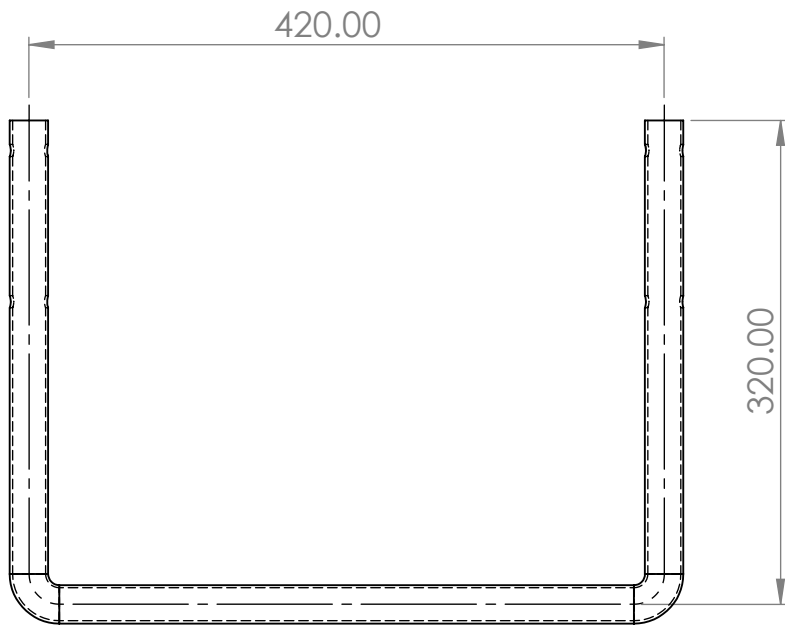
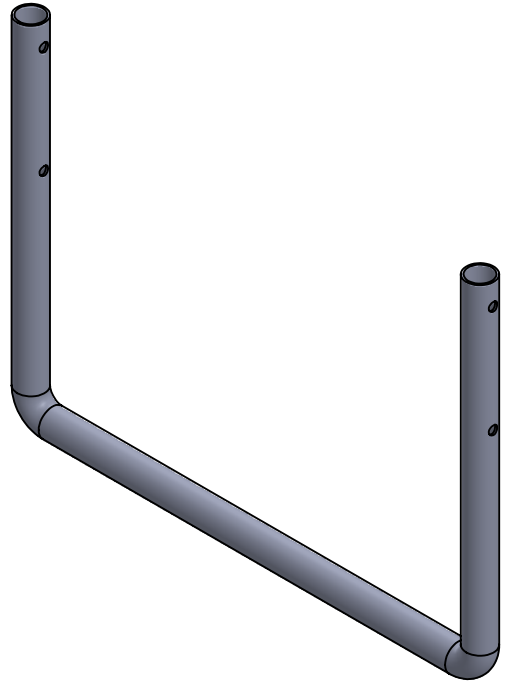
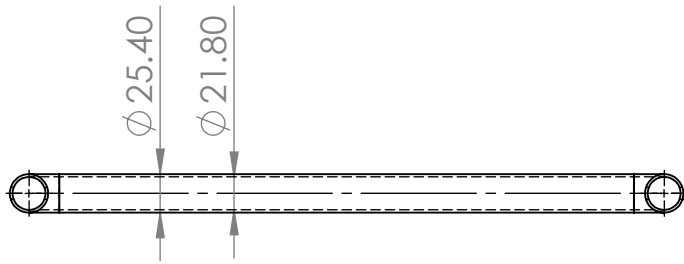
FINISH:

 DEBURR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING
 REVISION

NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN		
CHK'D		
APPV'D		
MFG		
Q.A		

TITLE:
Frame Lengan Bawah
 DWG NO.
Frame Lengan
 A4
 SCALE: 1:6
 SHEET 1 OF 1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN			
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:
Frame Pijakan Kaki

DWG NO.
Frame Pijakan

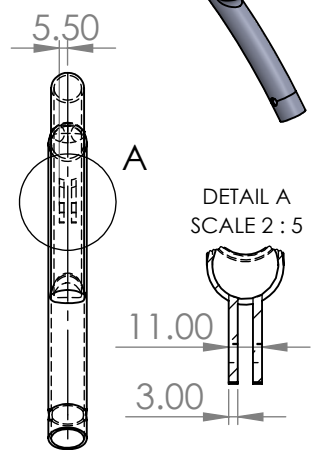
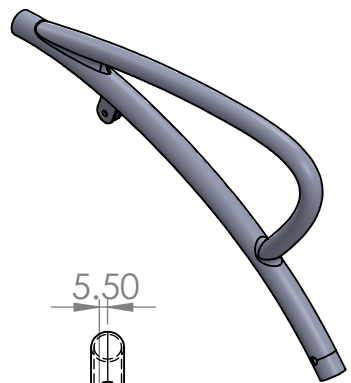
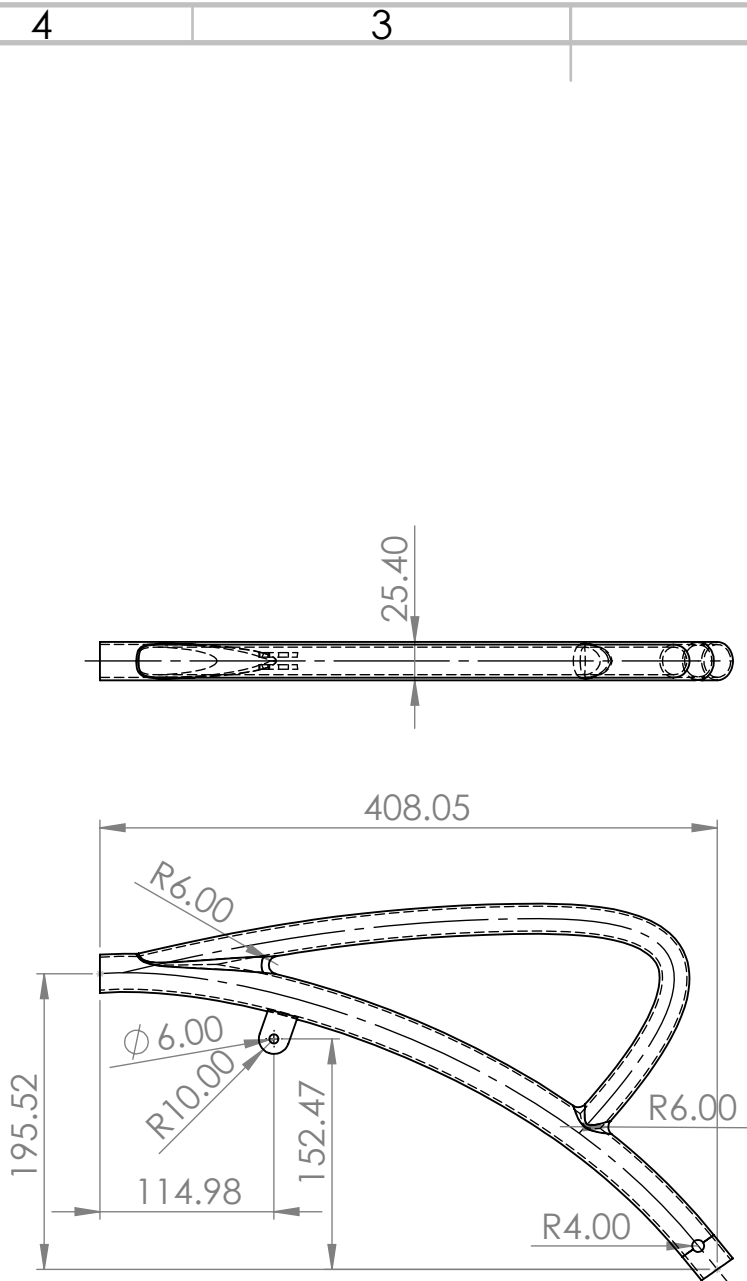
SCALE: 1:5

SHEET 1 OF 1

MATERIAL:

WEIGHT:

A4



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN			
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:
Sandaran Tangan

DWG NO.
Frame Sandaran Tangan

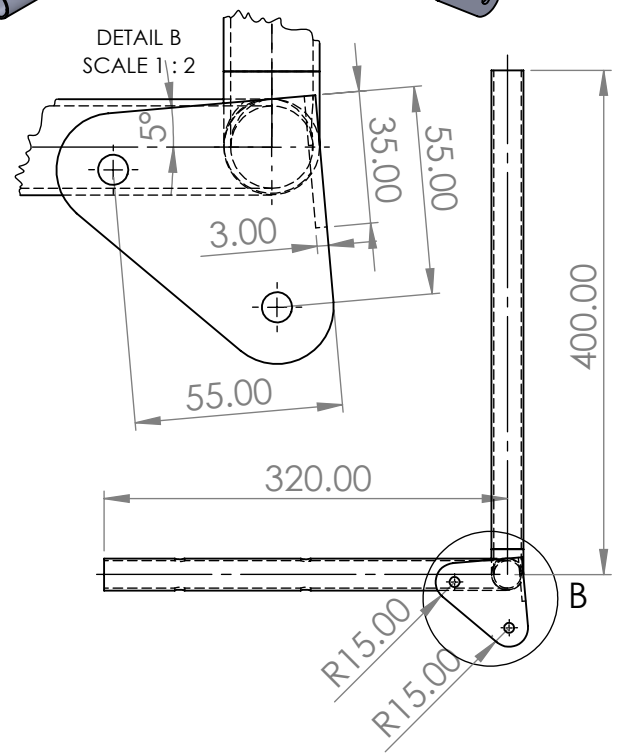
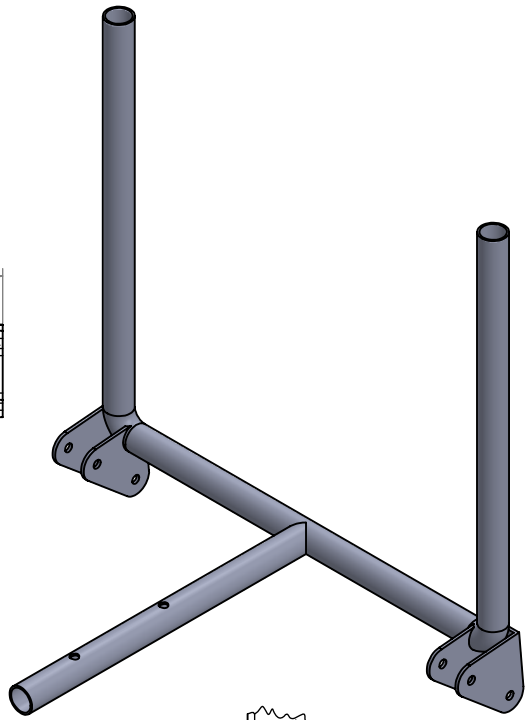
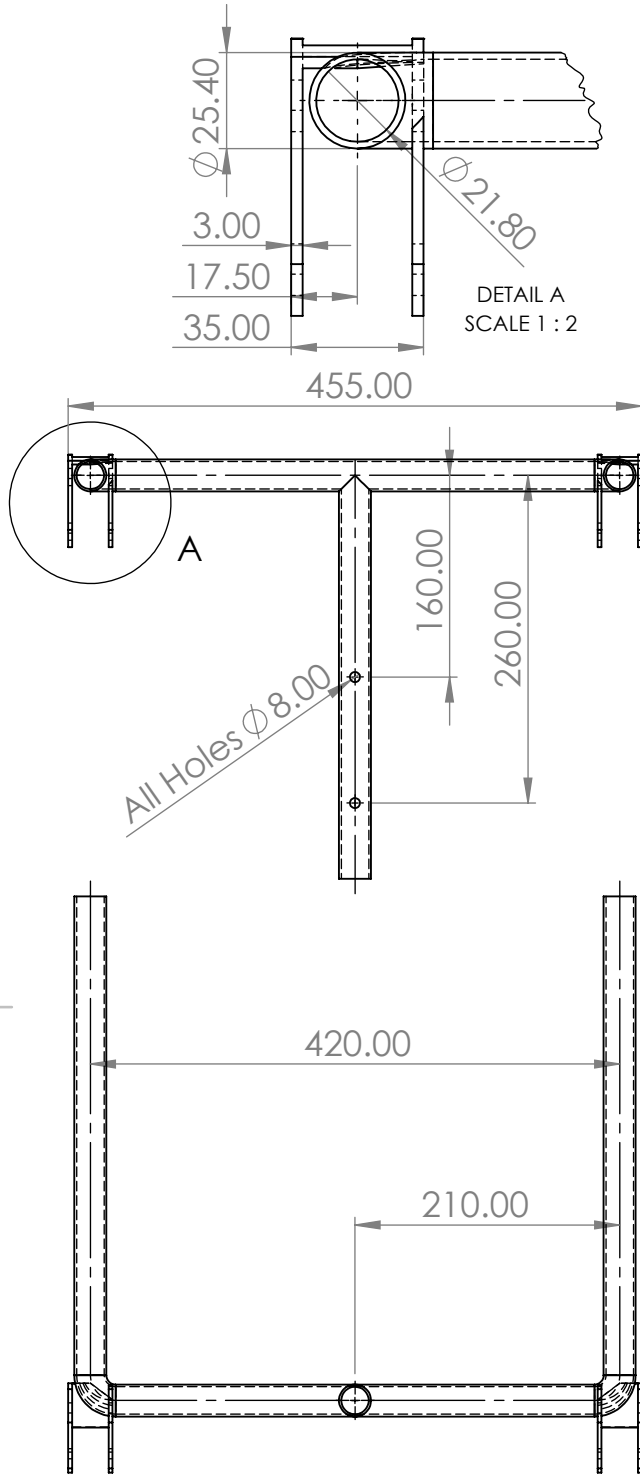
MATERIAL:

WEIGHT:

SCALE:1:5

SHEET 1 OF 1

A4



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN			
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:
Frame Sandaran

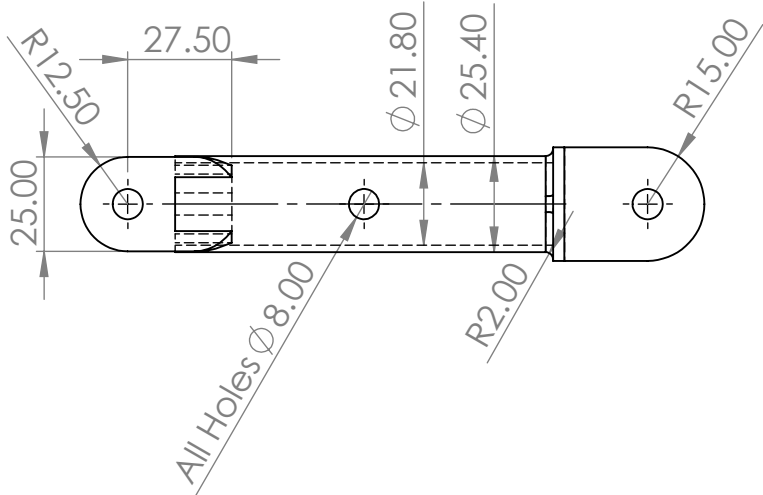
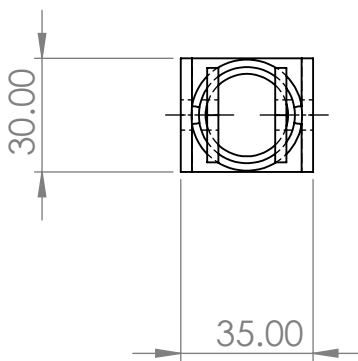
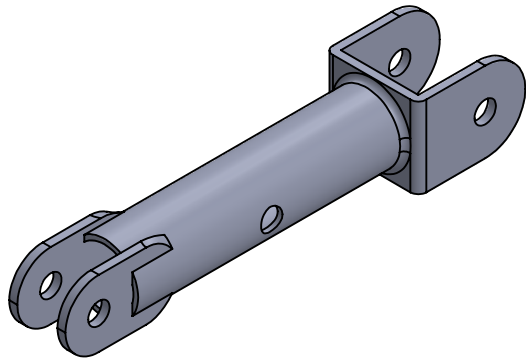
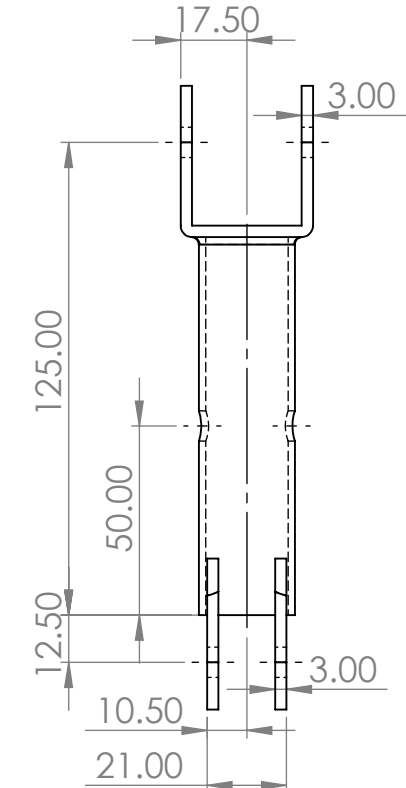
DWG NO.
Frame Sandaran A4

SCALE:1:6

SHEET 1 OF 1

MATERIAL:

WEIGHT:



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN			
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:
**Lengan penghubung
 Atas**

MATERIAL:

DWG NO.

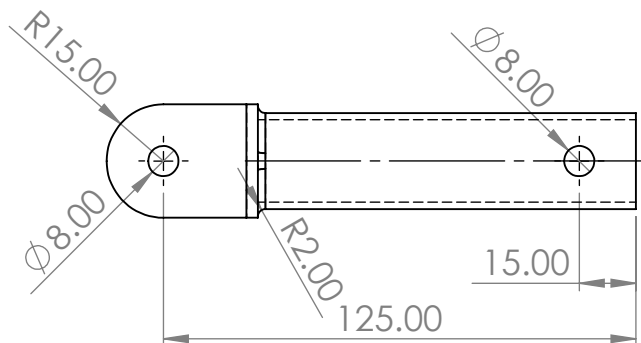
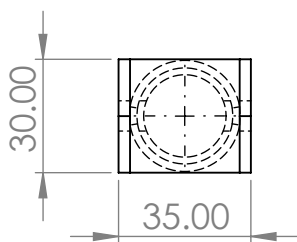
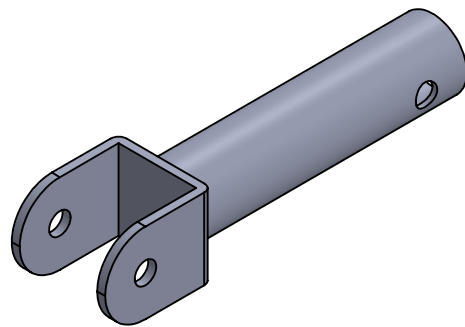
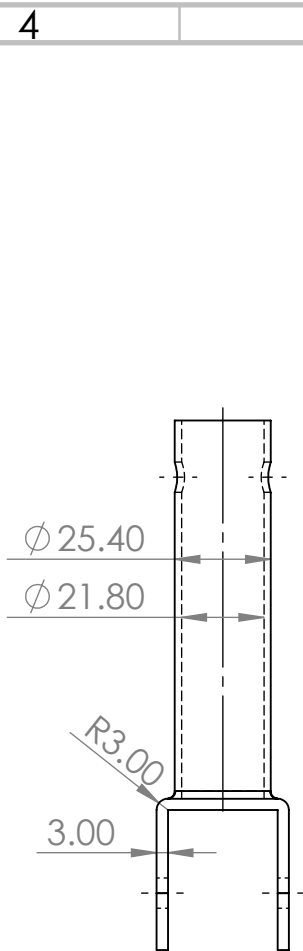
Penghubung

A4

WEIGHT:

SCALE: 1:2

SHEET 1 OF 1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN			
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:

Lengan Penghubung
 Bawah

DWG NO.

Penghubung

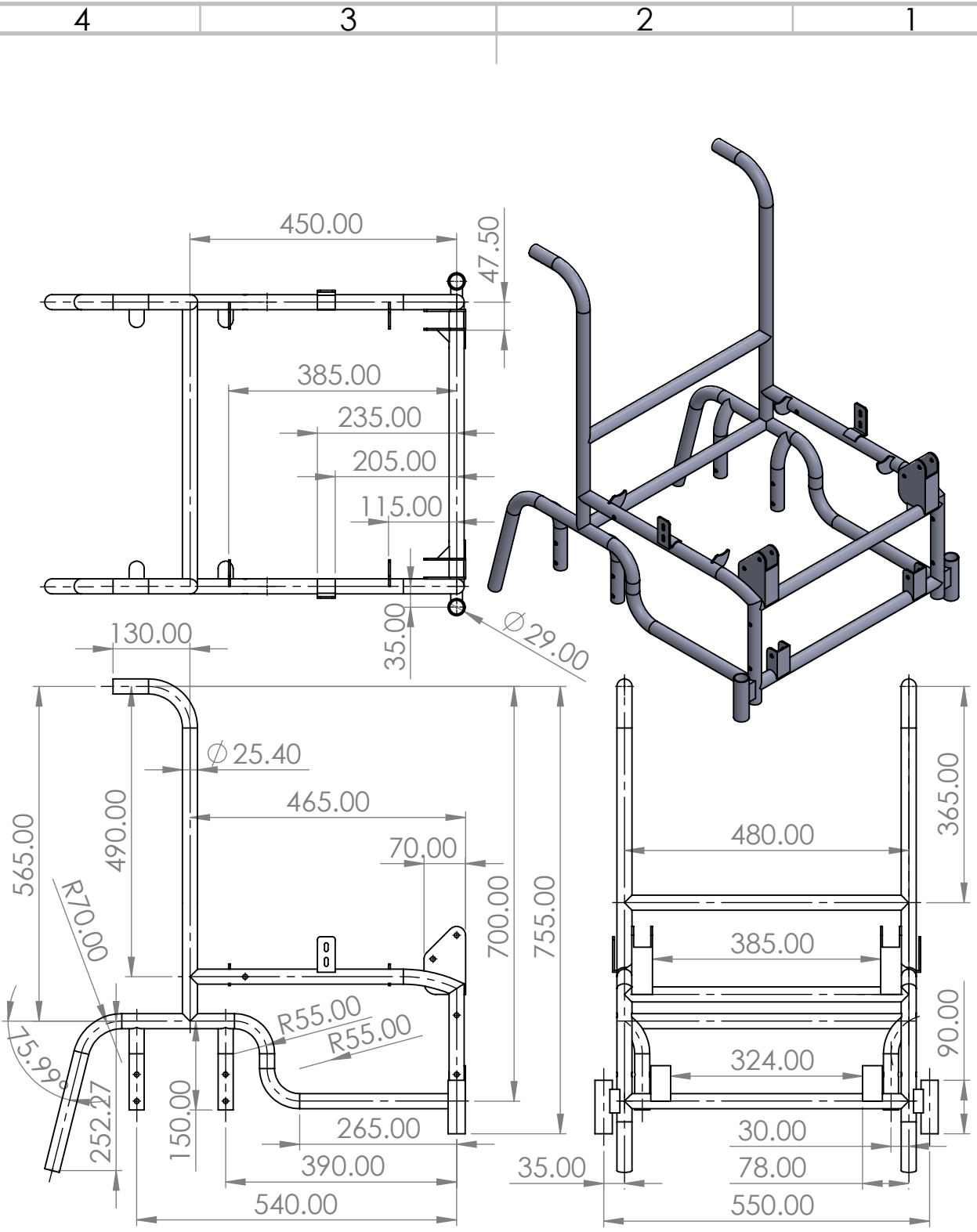
A4

MATERIAL:

WEIGHT:

SCALE:1:2

SHEET 1 OF 1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN			
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:
Main Frame

DWG NO.
Main Frame

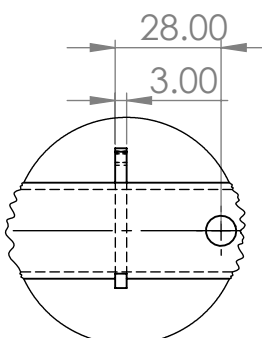
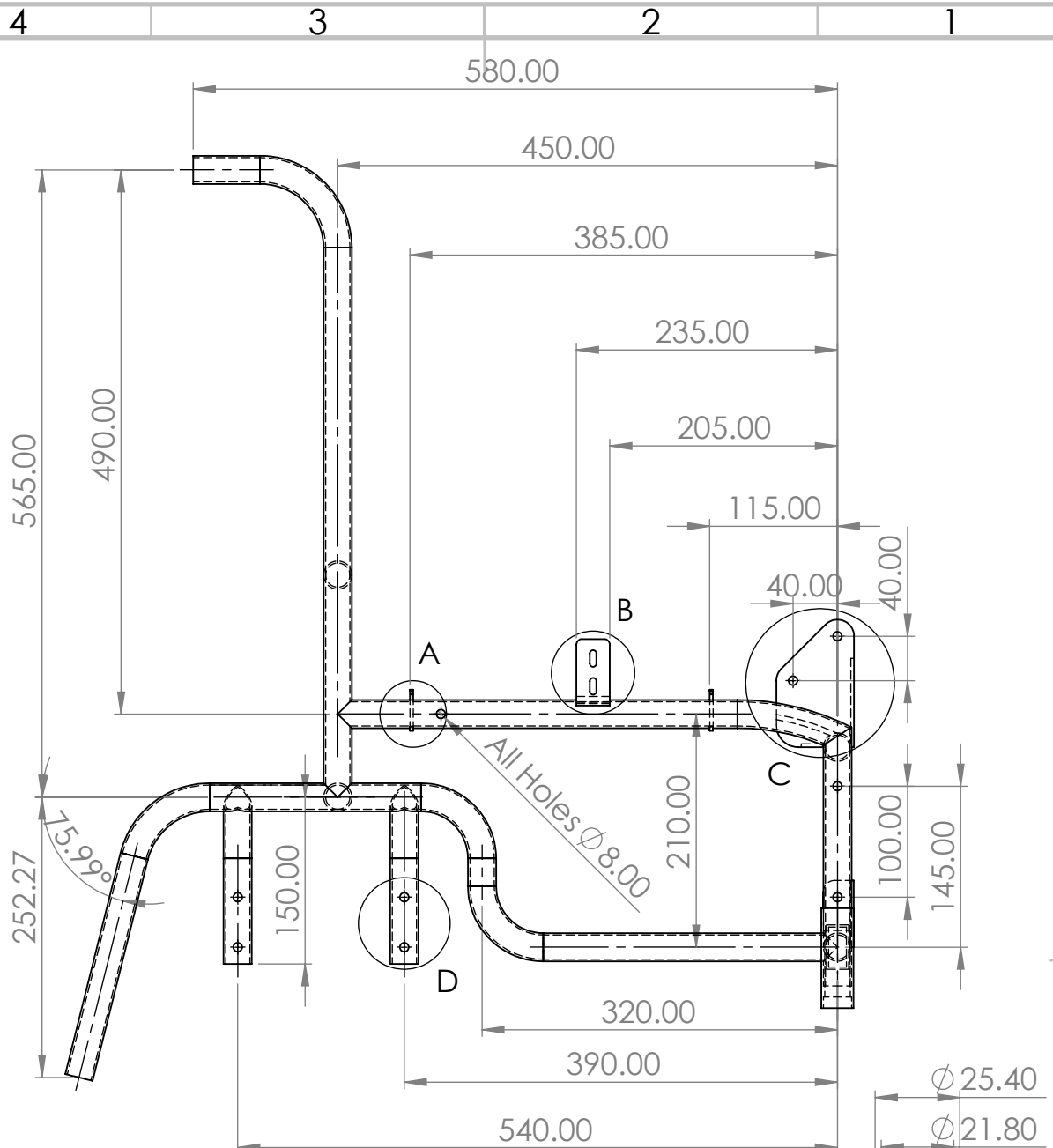
A4

SCALE:1:10

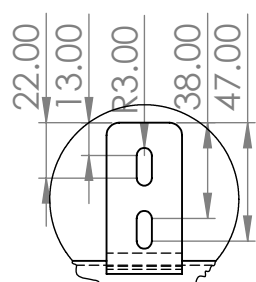
SHEET 1 OF 1

MATERIAL:

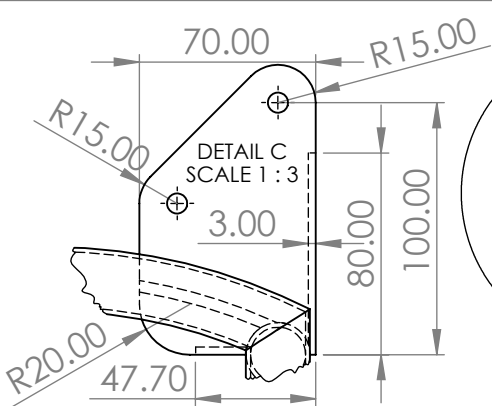
WEIGHT:



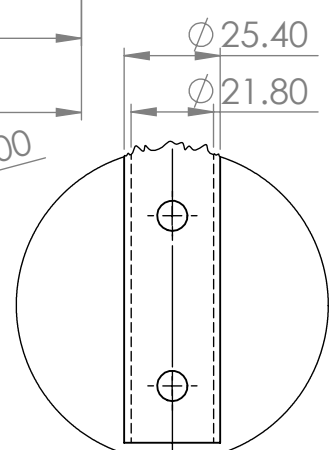
DETAIL A
SCALE 1 : 2



DETAIL B
SCALE 1 : 3



DETAIL C
SCALE 1 : 3



DETAIL D
SCALE 1 : 2

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN		
CHK'D		
APPV'D		
MFG		
Q.A		

TITLE:
Main Frame - Front

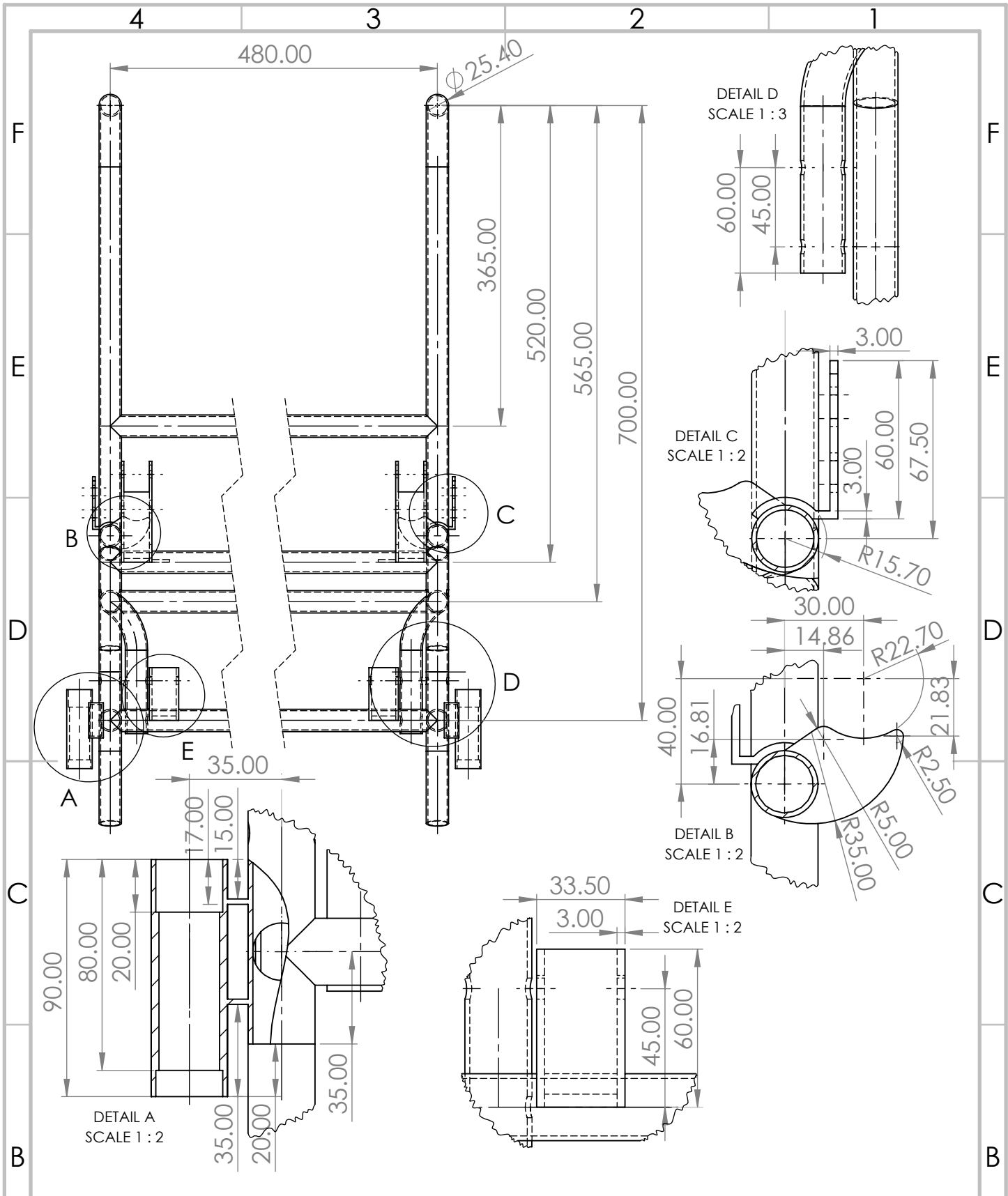
DWG NO.
Main Frame

A4

WEIGHT:

SCALE:1:6

SHEET 1 OF 1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN		
CHK'D		
APPV'D		
MFG		
Q.A		

TITLE:
Main Frame - Right

DWG NO.
Main Frame

A4

WEIGHT:

SCALE:1:6

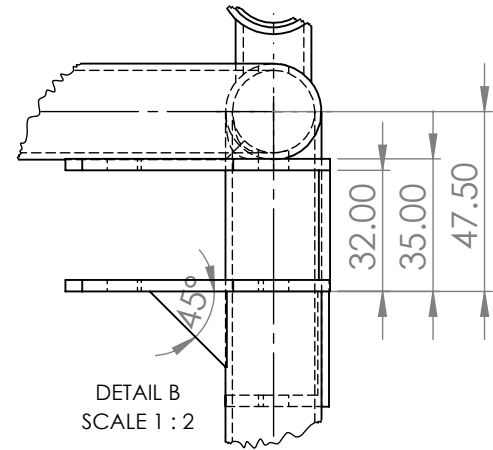
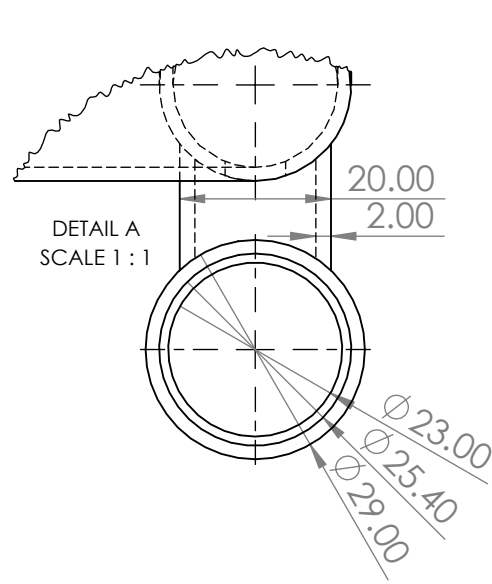
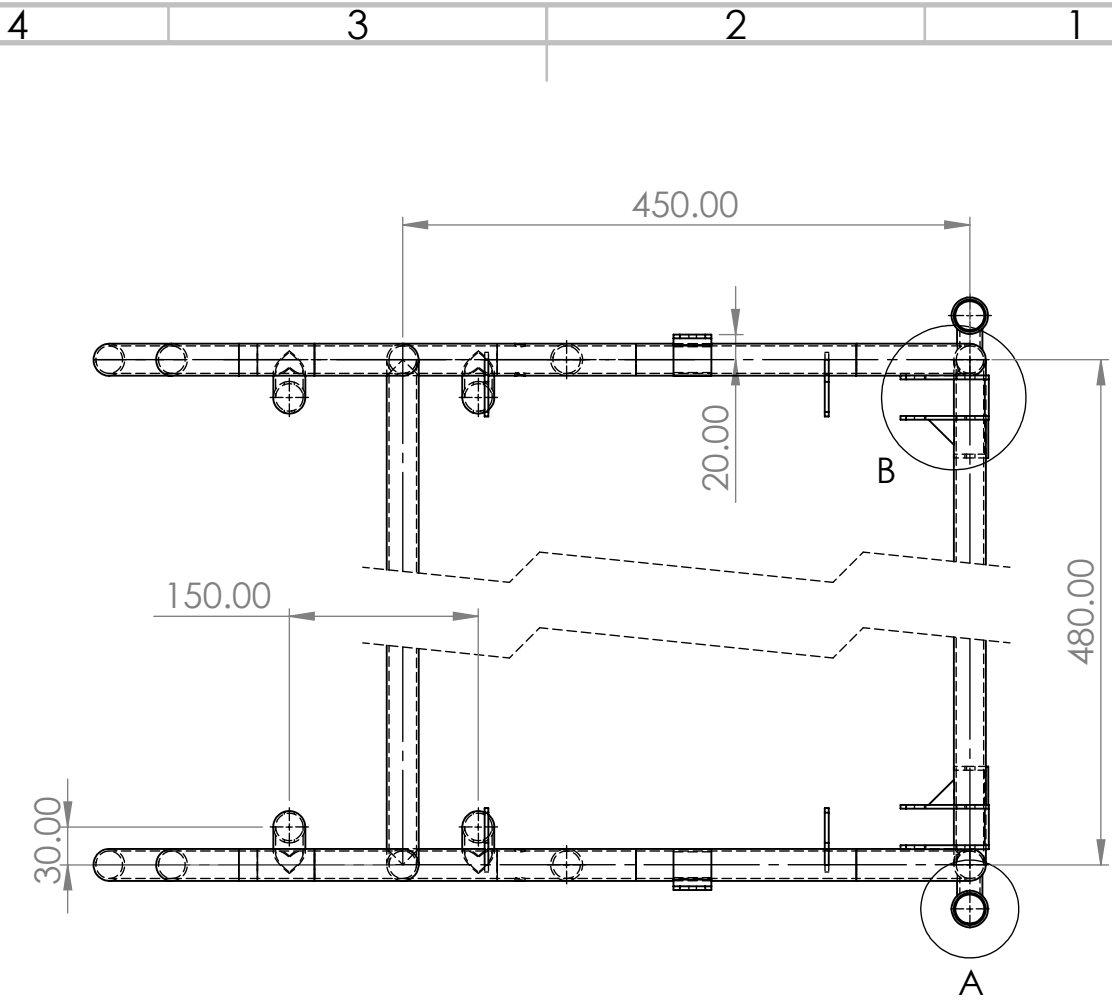
SHEET 1 OF 1

4

3

2

1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN			
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:
Main Frame - Top

DWG NO.
Main Frame

A4

WEIGHT:

SCALE:1:6

SHEET 1 OF 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

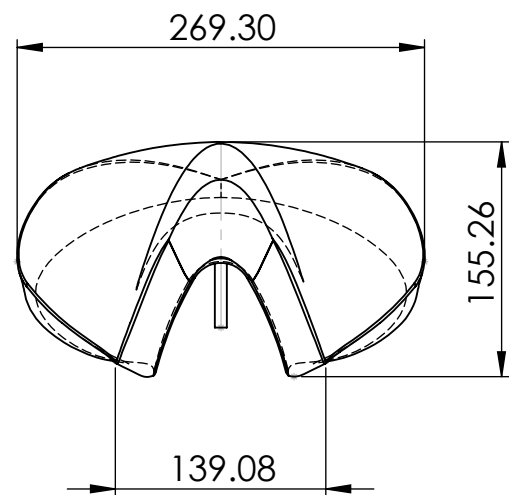
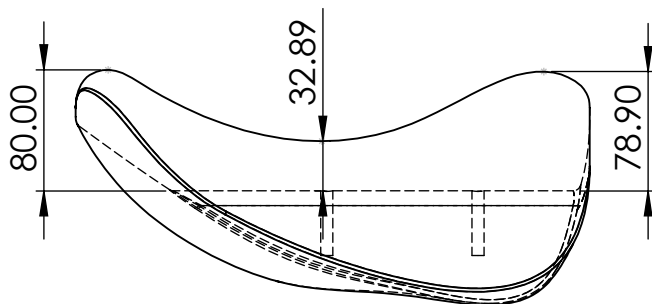
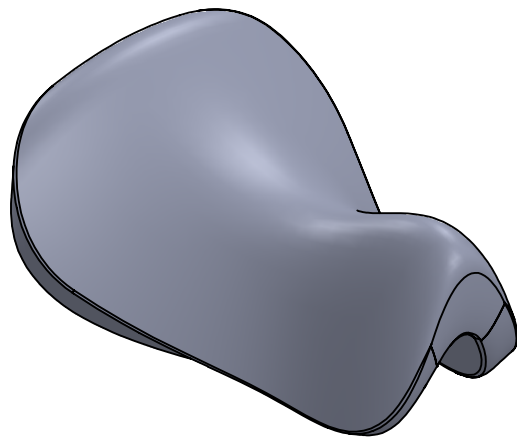
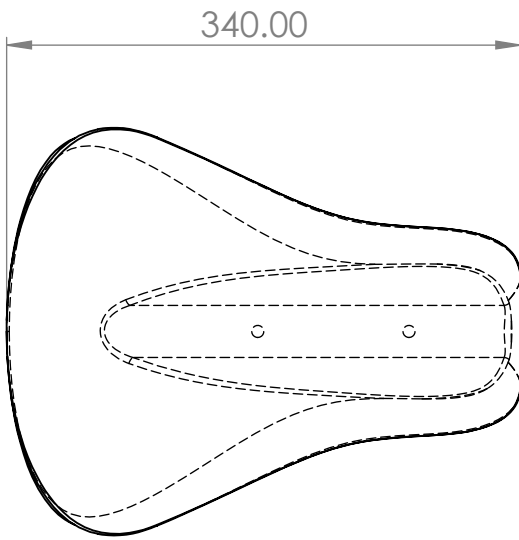
C

B

B

A

A



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE	
DRAWN				
CHK'D				
APPV'D				
MFG				
Q.A				

TITLE:
Pelana

DWG NO.
Pelana

SCALE:1:5

SHEET 1 OF 1

A4

4 3 2 1