

Fabrikasi Purwarupa Kursi Roda Manual dengan Fitur Berdiri

TUGAS AKHIR

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



Disusun Oleh :

Nama : Nugroho Priyotomo

No. Mahasiswa : 18525101

NIRM : 2018050974

**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, 9 Desember 2024



Nugroho Priyotomo

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

Fabrikasi Purwarupa Kursi Roda Manual dengan Fitur Berdiri

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

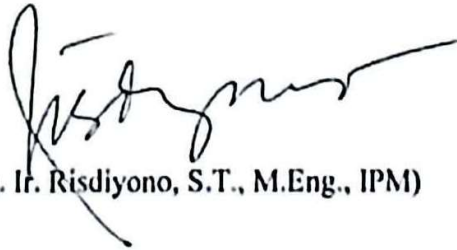
Nama : Nugroho Priyotomo

No. Mahasiswa : 18525101

NIRM : 2018050974

Yogyakarta, November 2024

Pembimbing I,



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

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

Fabrikasi Purwarupa Kursi Roda Manual dengan Fitur Berdiri

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Nugroho Priyotomo

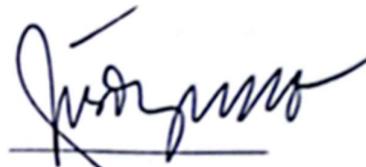
No. Mahasiswa : 18525101

NIRM : 2018050974

Tim Penguji

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

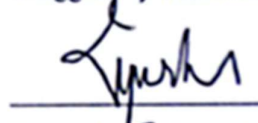
Ketua



Tanggal : 5 Desember 2024

Yustiasih Purwaningrum, S.T., M.T.

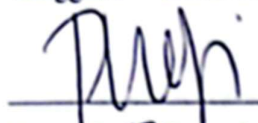
Anggota I



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

Saya ingin mempersembahkan laporan tugas akhir ini kepada:

1. Keluarga Saya, Kedua orang tua serta kakak – kakak saya untuk doa, dukungan, dan cinta tanpa batas mereka selama perjalanan ini.
2. Teman seperjuangan saya dalam mengerjakan tugas akhir ini Fahron Ramdhani Iskandar untuk segala suka duka dalam proses mengerjakan tugas akhir ini hingga selesai.

HALAMAN MOTTO

“Maka carilah rezeki di sisi Allah, kemudian beribadah dan bersyukurlah kepada Allah. Hanya kepada Allah kamu akan dikembalikan.”

(Q.S Al-Ankabut : 17)

Dari Aisyah r.a., sesungguhnya Rasulullah s.a.w. bersabda: “Sesungguhnya Allah mencintai seseorang yang apabila bekerja, mengerjakannya secara profesional”.

(HR. Thabrani, No: 891, Baihaqi, No: 334).

Don't be Carefull, Be Competent.

(Tom Cruise)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Alhamdulillahirabbil'alamiin Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, yang telah memberikan rahmatnya sehingga saya dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Saya juga sangat berterima kasih kepada diri saya sendiri yang sudah berusaha menyelesaikan tugas akhir ini sampai tuntas.

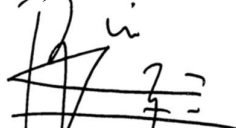
Saya pun ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Keluarga saya, kedua orang tua serta kakak – kakak saya yang selalu memberi dukungan serta do'a untuk penulis dalam segala urusan.
2. Dosen pembimbing saya, bapak Dr. Eng, Risdiyono, ST. M.Eng untuk semua bimbingan, masukan, dan kesabaran yang telah diberikan selama penulisan tugas akhir ini.
3. Dosen – dosen teknik mesin Universitas Islam Indonesia atas masukan dan kritikan pada saat proses tugas akhir berlangsung.
4. Teman seperjuangan saya dalam mengerjakan tugas akhir ini Fahron Ramdhani Iskandar atas segala suka duka dalam proses mengerjakan tugas akhir ini hingga selesai.
5. Saudara, sahabat, dan teman-teman saya untuk dukungan moral, nasihat, dan semangat yang mereka berikan.
6. Institusi pendidikan saya, teknik mesin FTI UII untuk fasilitas dan sumber daya yang disediakan, serta kesempatan untuk mengejar pengetahuan dan memperluas wawasan.
7. Semua pihak yang telah membantu dalam proses perancangan dan penulisan tugas akhir ini, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulisan tugas akhir ini tidak mungkin terwujud tanpa kontribusi dan dukungan dari semua pihak di atas. Terima kasih atas segala yang telah dilakukan.

Wassalamua'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, November 2024



Nugroho Priyotomo

ABSTRAK

Kursi roda berdiri adalah inovasi signifikan dalam alat bantu mobilitas bagi penyandang disabilitas. Dengan meningkatnya jumlah individu yang mengalami gangguan mobilitas, permintaan untuk variasi fungsi kursi roda juga bertambah. Salah satu fitur yang banyak diminta adalah kemampuan untuk beralih dari posisi duduk ke berdiri dan sebaliknya. Penelitian ini mendokumentasikan proses perancangan kursi roda manual dengan fitur berdiri, dimulai dari tahap perencanaan hingga evaluasi produk dan pengujian mekanisme berdiri manual. Proses fabrikasi kursi roda manual ini dilakukan sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil dari proses fabrikasi kursi roda berdiri manual, termasuk pengujian kinerja mekanisme berdiri dan penerapan desain selama fabrikasi. Perancangan bermula dari ide untuk meningkatkan fungsi kursi roda konvensional dengan menambahkan fitur berdiri, sehingga menghasilkan kursi roda berdiri manual yang memudahkan pengguna beralih dari posisi duduk ke berdiri dengan lancar. Proses fabrikasi mencakup pembuatan kerangka dasar, lengan atas dan bawah, sandaran, pijakan, dudukan caster, serta pelana dan kursi. Evaluasi produk dilakukan melalui pengujian berat pengguna optimal, kenyamanan saat posisi berdiri, dan stabilitas fungsi.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa kursi roda manual dengan fitur berdiri memenuhi kriteria yang diinginkan, Namun, terdapat kekurangan pada kenyamanan penggunaan kursi roda karena posisi roda belakang yang tidak optimal akibat penggunaan kerangka kursi roda bekas. Secara keseluruhan, proses fabrikasi kursi roda manual dengan fitur berdiri berhasil dilakukan dan mekanisme berdiri manual dapat bekerja dengan baik pada kursi roda. Meskipun demikian, terdapat dua komponen yang desainnya berubah yaitu bagian lengan atas dan *frame* sandaran.

Kata kunci: kursi roda, mekanisme berdiri manual, fabrikasi, pengujian, penyandang difabel.

ABSTRACT

Standing wheelchairs are a significant innovation in mobility aids for individuals with disabilities. As the number of individuals with mobility impairments increases, the demand for various wheelchair functions also grows. One of the highly requested features is the ability to transition from a sitting to a standing position and vice versa. This study documents the design process of a manual standing wheelchair, from the planning stage to product evaluation and testing of the manual standing mechanism. The manufacturing process of this manual standing wheelchair is carried out according to predetermined criteria.

Starting from the idea of enhancing the functionality of conventional wheelchairs, this research combines the concept of a wheelchair with standing capabilities, resulting in a manual standing wheelchair that helps users transition smoothly from a sitting to a standing position. The fabrication process includes the creation of the basic frame, upper and lower arms, backrest frame, footrest, caster seat, saddle, and seat. Product evaluation is conducted through testing optimal user weight, comfort in the standing position, stability, and overall functionality.

The test results indicate that the manual wheelchair with a standing feature meets the desired criteria. However, there are some drawbacks in terms of user comfort due to the suboptimal position of the rear wheels, which results from using a recycled wheelchair frame. Overall, the fabrication process of the manual wheelchair with a standing feature was successfully completed, and the manual standing mechanism works well on the wheelchair. Nevertheless, there are two components with altered designs, namely the upper arm and backrest frame.

Keywords: wheelchair, manual standing mechanism, fabrication, testing, people with disabilities.

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 Kursi Roda	5
2.2.2 Fabrikasi	6
Bab 3 METODE PERANCANGAN	9
3.1 Alur Perancangan	9
3.2 Identifikasih Masalah	10
3.3 Referensi Desain	10
3.4 Penentuan Kriteria dan Pembuatan Konsep Desain	10
3.5 Kriteria Perancangan	11

3.6	Alat dan Bahan.....	12
3.6.1	Alat	12
3.6.2	Bahan.....	13
3.7	Proses Fabrikasi	14
3.8	Proses Perakitan.....	14
3.9	Pengujian Produk.....	14
Bab 4	Hasil dan Pembahasan	15
4.1	Fabrikasi.....	15
4.1.1	Fabrikasi Kerangka Dasar (<i>Frame</i> utama)	15
4.1.2	Fabrikasi Lengan Bawah & Lengan Atas.....	18
4.1.3	Fabrikasi <i>Frame</i> Sandaran & Pijakan.....	22
4.1.4	Fabrikasi Dudukan <i>Caster</i>	27
4.1.5	Fabrikasi Pelana & Kursi.....	28
4.1.6	<i>Finishing</i>	30
4.2	Pengujian	33
4.2.1	Proses Pengujian.....	33
4.2.2	Hasil Pengujian.....	34
Bab 5	Penutup.....	37
5.1	Kesimpulan	37
5.2	Saran atau Penelitian Selanjutnya.....	37
Daftar	Pustaka	38

DAFTAR TABEL

Tabel 3-1 <i>Statement of Needs</i>	11
Tabel 3-2 Alat.....	12
Tabel 3-3 Bahan.....	13
Tabel 4-1 Hasil Pengujian Variasi Berat Pengguna	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Proses pemotongan dengan mesin bubut (pembubutan)	6
Gambar 2-2 Proses pemotongan dengan gerinda	7
Gambar 2-3 Proses pengelasan.....	8
Gambar 3-1 Alur Perancangan.	9
Gambar 3- 2 konsep penggunaan mekanisme berdiri manual.....	10
Gambar 3-3 Konsep mekanisme berdiri manual.	11
Gambar 4-1 <i>Frame</i> kursi roda.	15
Gambar 4-2 <i>Caster Wheel</i>	15
Gambar 4-3 <i>Rear wheel</i>	16
Gambar 4-4 Desain <i>Frame</i> Utama.....	16
Gambar 4-5 Tampak <i>Frame</i> Utama tanpa kursi kain.	16
Gambar 4-6 Proses pembuatan <i>frame</i> utama.	16
Gambar 4-7 Desain <i>bracket</i> lengan 1.	17
Gambar 4-8 Proses pembuatan <i>bracket</i> lengan 1 bagian 1.....	17
Gambar 4-9 Proses pembuatan <i>bracket</i> lengan 1 bagian 2.....	17
Gambar 4-10 Proses pembuatan <i>bracket</i> lengan 1 bagian 3.....	17
Gambar 4-11 Proses pemotongan sandaran lengan pada <i>frame</i> utama.	18
Gambar 4-12 Hasil akhir dari proses pembuatan <i>frame</i> utama.	18
Gambar 4-13 Desain awal lengan atas.	19
Gambar 4-14 Desain awal lengan bawah.	19
Gambar 4-15 Pipa besi dan pipa <i>hollow</i> bekas yang sudah dipotong.	19
Gambar 4-16 Proses pembelian pipa besi sepanjang 6 meter.	19
Gambar 4-17 Proses pengelasan dalam proses fabrikasi lengan atas.	20
Gambar 4-18 Foto lengan atas dan lengan bawah yang sudah terpasang pada <i>frame</i> utama.	20
Gambar 4- 19 desain baru lengan atas.....	20
Gambar 4-20 Foto bentuk terakhir dari lengan atas yang sudah didesain ulang. .	20
Gambar 4-21 Pipa besi pada lengan atas yang sudah didesain ulang.....	21

Gambar 4-22 Foto <i>bracket gas spring</i> 1.....	21
Gambar 4-23 Foto <i>bracket gas spring</i> 2.....	21
Gambar 4-24 Foto <i>gas spring</i> yang sudah terpasang.	21
Gambar 4-25 Foto pemasangan kabel rem.	22
Gambar 4-26 Desain bagian <i>frame</i> sandaran.....	22
Gambar 4-27 Foto desain bagian pijakan.....	23
Gambar 4-28 Desain <i>bracket</i> lengan 2.	23
Gambar 4-29 Foto proses pemotongan plat besi.	23
Gambar 4-30 <i>Bracket</i> lengan 2.....	24
Gambar 4-31 Foto bagian <i>bracket</i> lengan 2 yang terhubung dengan <i>frame</i> sandaran	24
Gambar 4-32 Foto bagian <i>frame</i> sandaran yang sudah terpasang pada kursi roda.	24
Gambar 4-33 Foto bagian pijakan.	24
Gambar 4-34 Foto bagian dudukan pelana setelah proses pengelasan.....	25
Gambar 4-35 Foto bagian dudukan pelana pada posisi <i>standing</i>	25
Gambar 4-36 Desain lengan penghubung atas.	25
Gambar 4-37 Desain lengan penghubung bawah.	26
Gambar 4-38 Foto bahan untuk pembuatan lengan penghubung.	26
Gambar 4-39 Foto lengan penghubung atas yang tersambung dengan <i>bearing rod</i>	26
Gambar 4-40 Foto lengan penghubung yang sudah terpasang pada kursi roda. ...	26
Gambar 4-41 Foto dudukan roda <i>caster</i> sebelum dan sesudah ditekuk.	27
Gambar 4-42 Foto dudukan roda <i>caster</i> dengan rumah <i>bearing</i>	27
Gambar 4-43 Foto pengelasan batang as <i>caster</i> pada <i>frame</i> utama.	27
Gambar 4-44 Foto batang as <i>caster</i> yang sudah terpasang dengan dudukan roda <i>caster</i>	28
Gambar 4-45 Foto <i>mockup</i> pelana.....	28
Gambar 4-46 Foto <i>mockup</i> pelana sesudah didempul untuk dijadikan <i>master</i>	28
Gambar 4-47 Foto pemberian tulangan untuk dasaran pelana.	29
Gambar 4-48 Foto pengaplikasian <i>fiber glass</i> pada <i>master</i>	29
Gambar 4-49 Tampak atas dasaran pelana.	29

Gambar 4-50 Tampak bawah dasaran pelana.....	29
Gambar 4-51 Foto papan kayu sebelum dipotong.....	30
Gambar 4-52 Foto papan kayu setelah dipotong.....	30
Gambar 4-53 Foto pelana dan kursi.	30
Gambar 4-54 Foto bagian kursi roda setelah proses pengecatan.....	30
Gambar 4-55 Foto proses bubut.	31
Gambar 4-56 Foto hasil pembubutan <i>pin</i>	31
Gambar 4-57 Foto hasil pembubutan <i>bosh</i>	31
Gambar 4-58 Desain Sandaran tangan dan <i>lift up ratchet</i> pada kursi roda.	32
Gambar 4-59 Foto sandaran tangan pada kursi roda.	32
Gambar 4-60 Foto kursi roda.....	32
Gambar 4-61 Foto pengujian kursi roda sebelum selesai proses produksi.....	33
Gambar 4-62 Foto pengujian kursi roda setelah selesai proses produksi.....	33
Gambar 4-63 Foto pengujian kursi roda dalam posisi <i>standing</i>	34
Gambar 4-64 desain <i>frame</i> sandaran	35
Gambar 4-65 berat badan.	35
Gambar 4-66 berat badan saat mengangkat kursi roda.....	35

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kursi roda adalah salah satu alat bantu yang digunakan oleh penyandang disabilitas untuk berpindah tempat. Selain itu, kursi roda sering digunakan oleh mereka yang berisiko jika berjalan sendiri, seperti orang tua, pasien rumah sakit, dan lainnya (Batan, 2006).

Dengan semakin banyaknya individu yang mengalami keterbatasan mobilitas, permintaan untuk meningkatkan fungsi kursi roda dengan fitur-fitur yang mendukung gaya hidup pun meningkat. Salah satu ide untuk meningkatkan fungsi kursi roda adalah menambahkan fitur berdiri, yang memungkinkan pengguna untuk mengubah posisi dari duduk ke berdiri dan sebaliknya. Posisi berdiri ini dapat mempermudah aktivitas sehari-hari, seperti meraih tempat yang lebih tinggi. Inilah yang membuat konsep kursi roda dengan fitur berdiri (*standing wheelchair*) menjadi ide menarik untuk dikembangkan (Madanhire dkk, 2021). Selain itu, posisi berdiri diyakini memberikan manfaat yang signifikan bagi penyandang disabilitas. Secara umum, berdiri dapat membantu menjaga kesehatan tulang dan otot kaki, meningkatkan fungsi organ dalam perut, serta meningkatkan peredaran cairan tubuh (Churchward, 1985).

Maka pada tahun 2018, Surya Alhadi memulai penelitian tentang pembuatan kursi roda berdiri elektrik. Upaya ini dilanjutkan oleh Faqi Huddin pada tahun 2019 dengan mengembangkan prototipe kursi roda elektrik yang dilengkapi fitur berdiri. Pada tahun 2020, Azrul Kifrun bersama dua rekannya mencoba mengembangkan kursi roda elektrik yang juga dapat berdiri dengan menambahkan desain penyangga pada bagian bokong untuk meningkatkan kenyamanan pengguna saat berdiri. Namun, desain tersebut memiliki beberapa kekurangan. Oleh karena itu, penulis berusaha mengembangkan konsep penyangga ini. Tetapi kali ini bukan untuk kursi roda elektrik, melainkan untuk kursi roda konvensional (manual).

Penulis memutuskan untuk merancang kursi roda berdiri secara manual alih-alih elektrik, mengingat biaya produksi dan pemeliharaan kursi roda elektrik yang tinggi, serta harga baterai, motor listrik, dan perangkat lainnya yang mahal. Selain itu, perawatan komponen tersebut tidaklah sederhana.

Pada penulisan perancangan ini, penulis beserta rekan akan menguraikan proses penerapan desain kursi roda berdiri manual dalam proses fabrikasi. Dalam proses fabrikasi kursi roda berdiri manual ini, penulis memanfaatkan barang-barang bekas guna mengurangi biaya produksi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, maka rumusan masalah pada perancangan kali ini adalah:

1. Bagaimana hasil dari proses fabrikasi kursi roda berdiri manual?
2. Bagaimana kinerja dari mekanisme berdiri manual pada kursi roda ?
3. Bagaimana penerapan desain dalam proses fabrikasi kursi roda berdiri manual?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada perancangan ini meliputi hal-hal sebagai berikut:

1. Pengerjaan pada tugas akhir ini sampai pada tahap purwarupa.
2. Perancangan ini hanya berfokus dalam proses fabrikasi kursi roda berdiri manual.
3. Perancangan ini dikerjakan secara berkelompok yaitu penulis bersama rekan penulis Fahron Ramdhani Iskandar dengan masing-masing berfokus pada segi pemodelan dan fabrikasi.
4. Pembuatan kursi roda mengacu kepada kriteria desain.
5. Uji coba dilakukan hanya untuk memastikan kinerja mekanisme berdiri pada kursi roda.
6. Penggunaan barang bekas dalam proses fabrikasi bertujuan untuk mengurangi biaya produksi.

1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan

Tujuan yang ingin dicapai pada perancangan ini adalah:

1. Mengetahui hasil dari proses fabrikasi kursi roda berdiri manual.
2. Mengetahui hasil pengujian mekanisme berdiri manual pada kursi roda.
3. Mengetahui hasil penerapan desain dalam proses fabrikasi kursi roda berdiri manual.

1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan

Hasil dari perancangan ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pembaca untuk proses perancangan kursi roda dengan fitur berdiri.

1.6 Sistematika Penulisan

Penyusunan laporan tugas akhir ini dilakukan berdasarkan urutan-urutan yang sudah ditentukan. Penulisan laporan ini terdiri dari lima bab sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan mengenai kajian pustaka, dasar teori, sitasi yang digunakan untuk Tugas Akhir.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan mengenai metodologi penelitian, yang berisi langkahlangkah dan metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan mengenai hasil dari penelitian yang telah dilakukan dan pembahasan mengenai data-data yang telah didapat.

BAB 5 PENUTUP

Bab ini menjelaskan mengenai kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan dan saran untuk penelitian selanjutnya agar lebih baik kedepannya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Pada tahun 2006, terdapat jurnal yang berfokus pada metode pengembangan rancangan kursi roda yang didasarkan pada metode pengembangan produk terintegrasi mendapatkan kesimpulan bahwa rancangan kursi roda dapat diimplementasikan dan dikembangkan sebagai sarana transportasi yang aman dan dapat digunakan oleh individu dengan disabilitas kaki dalam menjalankan aktivitas mereka, baik di dalam maupun di luar rumah. Dan dengan bantuan simulasi tegangan material rangka serta simulasi RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*), didapatkan bahwa kursi roda yang dikembangkan mampu menahan beban statis hingga 150 kg serta memberikan kenyamanan yang optimal, sesuai dengan kebutuhan dan permintaan pengguna kursi roda (Batan, 2006).

Pada tahun 2014, terdapat penelitian yang bertujuan untuk merancang sistem mekanisme kursi roda berdiri yang lebih aman, struktur lebih sederhana, lebih hemat daya, dan lebih ekonomis. Salah satu hasil penelitiannya yaitu sistem pegas dalam bentuk jajar genjang dapat memberikan daya yang cukup untuk membantu individu disabilitas dalam berdiri (Tianxiang Mo, 2014).

Pada tahun 2018, terdapat penelitian yang berhasil dalam mengembangkan desain untuk kursi roda berdiri elektrik yang sesuai dengan tubuh masyarakat indonesai dan juga proses pembuatannya dapat dilakukan di bengkel sederhana karena penggunaan dimensi dan struktur material yang sesuai standar (Surya Alhadi, 2018).

Dalam penelitian yang berisi tentang proses pembuatan puwarupa kursi roda berdiri elektri berbasis arduino dengan menggunakan desain dari Surya Alhadi, Faqi Huddin dan Setyo Nugroho berhasil membuat kursi roda berdiri elektrik dengan sistem pengendali kursi roda berdiri elektrik menggunakan alat *arcade flight joystick* sebagai alat pengendali dan *arduino IDE* sebagai perangkat lunak pengendali (Faqi Huddin, 2019) (Setyo Nugroho, 2020).

Dalam perancangan dan pengembangan desain kursi roda elektrik dengan fitur berdiri untuk penyandang disabilitas. Fikri berhasil mengembangkan desain kursi roda berdiri elektrik dengan menambahkan fitur pelana pada kursi roda (Fikri Hanif Wijaya, 2020).

Pada tahun 2018, terdapat jurnal penelitian yang 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 Kursi Roda

Kursi roda merupakan alat bantu mobilitas yang digunakan oleh individu dengan keterbatasan berjalan atau bergerak. Alat ini esensial bagi mereka yang mengalami cedera, penyakit, atau keterbatasan fisik lainnya agar tetap dapat beraktivitas sehari-hari.

Terdapat beberapa jenis kursi roda yang disesuaikan dengan kebutuhan pengguna:

1. **Kursi Roda Manual:** Dioperasikan secara manual oleh pengguna atau orang lain. Jenis ini ringan, mudah dilipat, dan ekonomis (Wiria. 2022).
2. **Kursi Roda Elektrik:** Digerakkan oleh motor listrik dan baterai, dikendalikan dengan joystick atau tombol. Cocok untuk pengguna dengan keterbatasan tenaga (Wiria. 2022).
3. **Kursi Roda Lipat:** Memiliki mekanisme lipat untuk memudahkan penyimpanan dan transportasi. Cocok untuk pengguna yang sering bepergian (Wiria. 2022).

4. **Kursi Roda Olahraga:** Dirancang khusus untuk kegiatan olahraga seperti basket, tenis, atau maraton. Biasanya ringan dan stabil (Bella, 2022).
5. **Kursi Roda Pediatrik:** Dirancang untuk anak-anak dengan berbagai motif dan fitur menarik, membantu adaptasi anak-anak dengan gangguan mobilitas (Bella, 2022).

2.2.2 Fabrikasi

Fabrikasi merupakan tahapan kompleks yang mencakup serangkaian proses pembuatan atau pengolahan barang dan produk dari bahan mentah atau komponen lain yang tersedia (Vin, 2023). Proses ini melibatkan berbagai teknik dan metode, seperti pemotongan, pengukuran, pembentukan, pengelasan, dan lain-lain, yang kemudian dirakit sehingga menghasilkan produk akhir yang memenuhi spesifikasi yang diinginkan. Setiap langkah dalam fabrikasi dirancang untuk memastikan bahwa produk akhir memiliki kualitas dan fungsi yang optimal sesuai dengan standar yang ditetapkan.

2.2.2.1 Pengolahan Komponen

Pengolahan komponen merupakan salah satu bagian dari fabrikasi. Dalam proses ini, bahan mentah diolah atau diubah sesuai kebutuhan menjadi komponen – komponen yang sesuai dengan spesifikasi yang nantinya digunakan dalam proses produksi. Salah dua dari proses pengolahan komponen yang digunakan adalah pemotongan, dan komposit. Contoh proses pemotongan dapat dilihat pada gambar 2-1 dan gambar 2-2.



Gambar 2-1 Proses pemotongan dengan mesin bubut (pembubutan)



Gambar 2-2 Proses pemotongan dengan gerinda

Proses pemotongan adalah teknik pengolahan yang digunakan untuk menghilangkan material dari benda kerja dengan tujuan untuk mencapai bentuk dan ukuran yang diinginkan (Nasution, 2021). Teknik ini melibatkan penggunaan alat potong yang tepat dan metode pemotongan yang sesuai untuk memastikan hasil akhir yang presisi dan berkualitas. Proses pemotongan bisa dilakukan dengan berbagai cara, termasuk menggunakan mesin bubut, mesin frais, mesin bor, mesin gerinda, atau teknologi pemotongan canggih lainnya seperti laser dan plasma. Setiap metode pemotongan memiliki karakteristik dan keunggulan tersendiri yang disesuaikan dengan jenis material dan tujuan akhir dari proses fabrikasi.

Pada gambar 2-1 dilakukan proses bubut. Proses bubut atau pembubutan adalah suatu teknologi pengolahan yang melibatkan gerakan pemotongan melingkar secara berkelanjutan (Erick, 2022). Teknik ini digunakan untuk menghilangkan material dari benda kerja dengan cara memutar benda kerja tersebut pada sumbu tetap sambil melakukan pemotongan dengan alat potong yang sesuai.

Komposit merupakan jenis material yang terbentuk dari penggabungan dua atau lebih bahan yang berbeda, yang dipilih dan digabungkan secara khusus untuk memanfaatkan sifat unggul dari masing-masing bahan tersebut (Callister, 2001). Proses penggabungan ini bertujuan untuk menciptakan material baru yang memiliki karakteristik dan kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan bahan-bahan penyusunnya secara individu. Dengan memadukan berbagai bahan yang memiliki sifat fisik dan mekanik yang berbeda, komposit dapat memberikan solusi material yang optimal dan inovatif untuk berbagai aplikasi di bidang industri, konstruksi, dan teknologi.

2.2.2.2 Perakitan (*Assembly*)

Proses perakitan adalah tahapan dalam manufaktur di mana berbagai komponen atau bagian dari suatu produk disusun dan digabungkan secara sistematis untuk membentuk produk akhir yang lengkap dan fungsional (Windyaningrum, 2023). Tahap ini mencakup sejumlah langkah, termasuk pemilihan komponen yang tepat, penataan bagian sesuai urutan yang direncanakan, dan penggunaan teknik penyambungan yang sesuai seperti pengelasan, pemasangan baut, atau penggunaan perekat. Tujuan utama dari proses perakitan ini adalah untuk memastikan bahwa produk akhir tidak hanya memenuhi spesifikasi desain tetapi juga berfungsi dengan sempurna sesuai dengan standar kualitas yang telah ditetapkan. Salah satu dari proses perakitan yang digunakan adalah pengelasan. Contoh proses pengelasan dapat dilihat pada gambar 2-3.



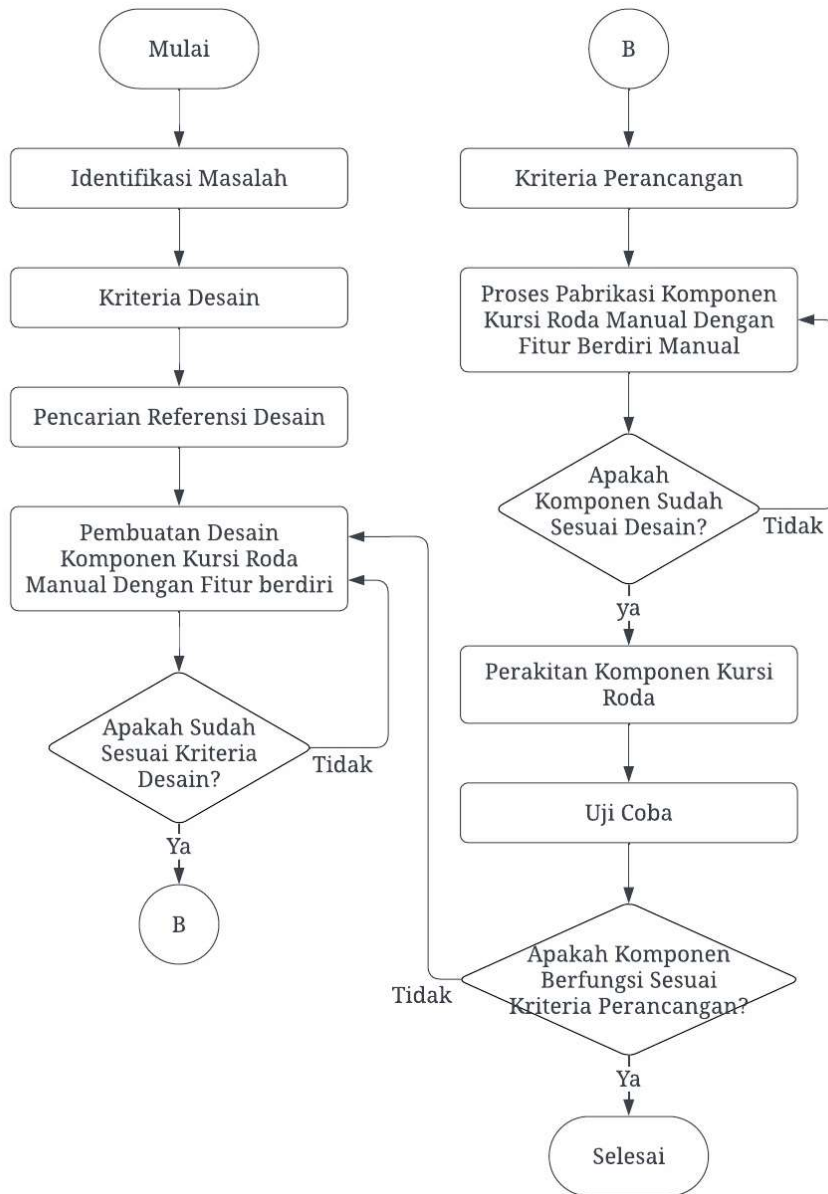
Gambar 2-3 Proses pengelasan.

Menurut definisi yang diberikan oleh American Welding Society (AWS), pengelasan merupakan suatu proses teknik penyambungan yang melibatkan dua atau lebih bahan, yang umumnya adalah logam, melalui pemanfaatan energi panas (Weman, 2011). Proses ini bertujuan untuk memanaskan bahan-bahan yang akan disambung hingga mencapai titik leleh, sehingga mereka dapat melebur dan menyatu secara sempurna. Penyambungan ini dapat dilakukan dengan atau tanpa penerapan tekanan, serta dengan atau tanpa penggunaan bahan pengisi tambahan, tergantung pada spesifikasi dan persyaratan yang diperlukan. Teknik pengelasan ini sangat penting dalam berbagai industri, karena memungkinkan pembuatan struktur yang kuat dan tahan lama.

BAB 3 METODE PERANCANGAN

3.1 Alur Perancangan

Perancangan ini mengikuti alur perancangan yang dapat dilihat pada gambar 3-1.



Gambar 3-1 Alur Perancangan.

3.2 Identifikasih Masalah

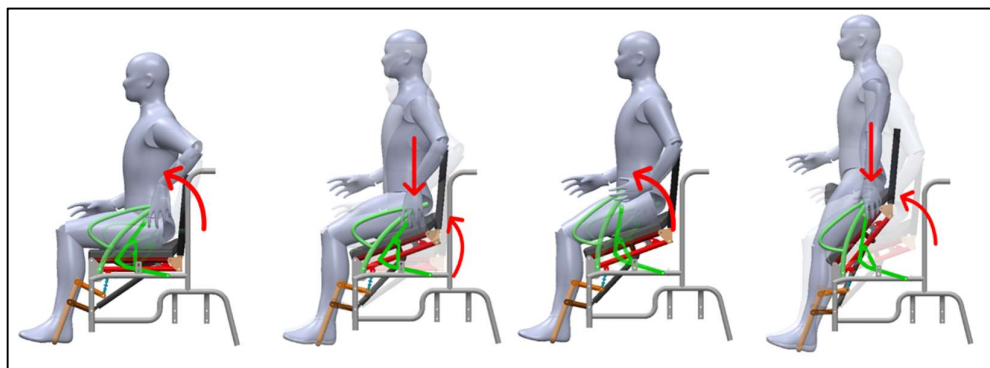
Identifikasi masalah bertujuan untuk menemukan masalah yang kemudian dicari solusinya. Dalam prosesnya, Observasi dilakukan pada produk tugas akhir terdahulu yang berupa kursi roda berdiri elektrik. Observasi dilakukan dengan cara melakukan pengamatan, pengukuran, serta uji coba penggunaan produk. Dari hasil observasi didapatkan data yang nantinya dapat menentukan permasalahan yang ada. Dari identifikasi masalah tersebut dapat menentukan kriteria desain.

3.3 Referensi Desain

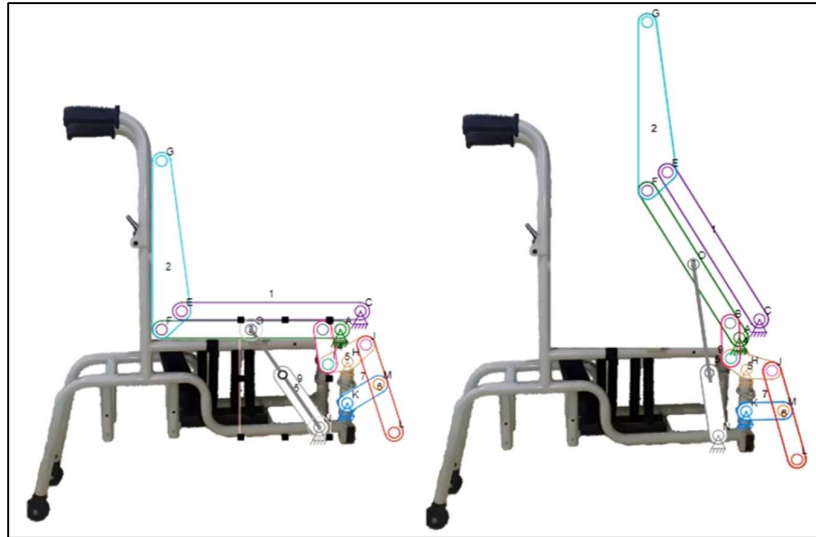
Mencari referensi desain dibutuhkan sebagai sarana untuk memudahkan proses mendesain dengan cara mengamati produk serupa yang sudah ada di pasar ataupun berupa purwarupa.

3.4 Penentuan Kriteria dan Pembuatan Konsep Desain

Pembuatan desain didasarkan pada kriteria desain dengan menyesuaikan mekanisme berdiri secara manual terhadap kerangka kursi roda bekas yang sudah ada. Pelaporan tentang kriteria dan konsep desain secara detail dapat dilihat pada laporan tugas akhir yang berjudul Perancangan Konsep Desain Kursi Roda Manual dengan Fitur Berdiri yang ditulis oleh rekan saya Fahron Ramdhani Iskandar dengan NIM 18525069. Konsep awal dari mekanisme berdiri manual dapat dilihat pada gambar 3-2 dan gambar 3-3.



Gambar 3- 2 konsep penggunaan mekanisme berdiri manual.



Gambar 3-3 Konsep mekanisme berdiri manual.

3.5 Kriteria Perancangan

Kriteria perancangan digunakan sebagai acuan dalam proses pabrikasi sesuai dengan target pengguna (konsumen). Pengguna yang ditargetkan adalah pengguna merupakan individu yang mengalami keterbatasan dalam mobilitas. Dimana mereka tidak dapat berdiri, namun memiliki kekuatan tangan yang memadai untuk melakukan aktifitas sehari-hari secara mandiri.

Langkah selanjutnya merupakan pembuatan *statement of needs* yang digunakan sebagai salah satu acuan saat proses fabrikasi. *Statement of needs* dapat dilihat pada tabel 3-1.

Tabel 3-1 *Statement of Needs*

<i>Must</i>	<i>Must Not</i>	<i>Want</i>
Berat bersih produk < 30 Kg	Produk menggunakan tenaga listrik	Produk dapat menopang beban pengguna \pm 65 Kg
Produk mampu berdiri seimbang saat posisi berdiri dalam kondisi statis	Produk dapat berjalan dalam posisi berdiri	Rentang tinggi pengguna antara 160 – 170 cm

<i>Must</i>	<i>Must Not</i>	<i>Want</i>
Pelana mampu menopang tubuh pada saat kursi roda dalam posisi berdiri		
Dapat mempertahankan posisi berdiri pada semua sudut antara 90° - 135°		

3.6 Alat dan Bahan

Dalam proses perancangan ini, beberapa alat dan bahan digunakan dalam proses fabrikasi.

3.6.1 Alat

Peralatan yang digunakan dalam perancangan ini dapat dilihat pada tabel 3-2.

Tabel 3-2 Alat

No	Alat	Fungsi
1	Gerinda Tangan	Memotong dan menghaluskan bahan yang digunakan
2	Gerinda Potong Duduk	Memotong dan menghaluskan bahan yang digunakan
3	Las Listrik	Menggabungkan bahan metal yang digunakan
4	Bor Tangan	Membuat lubang pada permukaan bahan yang digunakan
5	Bor Duduk	Membuat lubang pada permukaan bahan yang digunakan
6	Krisbow Tollkit 55	1 Set alat yang membantu dalam proses fabrikasi
7	Alat Ukur	Mengesuaikan ukuran bahan yang digunakan

No	Alat	Fungsi
8	Mesin Bubut	Membubut bahan yang digunakan
9	<i>Air Compressor</i>	Mengisi tekanan udara
10	<i>Air Spray</i>	Menggunakan tekanan udara untuk menyemburkan campuran cat dan tiner dalam proses pengecatan

3.6.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam perancangan ini dapat dilihat pada tabel 3-3.

Tabel 3-3 Bahan

No	Bahan	Keterangan
1	<i>Gas spring Lockable 500n</i>	2 buah
2	Kerangka Kursi Roda	Untuk menjadi kerangka
3	Pipa Besi $\frac{3}{4}$ inch 1.8 mm	Untuk menjadi kerangka
4	Plat Besi Tebal 3 mm	Untuk menjadi kerangka
5	Pipa Besi <i>Hollow</i> 2 mm 3x3	Untuk menjadi kerangka
6	Besi Pejal	Untuk membuat <i>Pin Joint</i> dan <i>Bosh</i>
7	<i>Fiber glass</i>	Untuk membuat dasaran pelana
8	Resin	Untuk membuat dasaran pelana
9	Tiner	Untuk membuat dasaran pelana
10	Cat	1 kaleng merah dan 1 kaleng hitam
11	Mur & Baut	-
12	<i>Snap ring</i>	Untuk mengunci <i>Pin Joint</i>
13	Kawat Rem	Untuk mengaktifkan <i>Gas spring</i>
14	Tuas Rem	Untuk mengaktifkan <i>Gas spring</i>
15	Rem Kursi Roda	2 buah
16	<i>Lift-up Ratchet</i> (Engsel Buaya)	Untuk mekanisme sandaran tangan
17	Amplas	-
18	<i>Rear wheel</i>	2 buah
19	<i>Caster Wheel</i>	2 buah

No	Bahan	Keterangan
20	Karet dop 7/8 inch	Untuk menutup ujung pipa besi 3/4 inch
21	<i>Bearing rod</i>	Menghubungkan 2 buah bagian pada kursi roda.
22	<i>Bearing</i>	Untuk <i>Caster</i>
23	Katalis	Untuk membuat dasaran pelana
24	<i>Paint remover</i>	Untuk melepas cat

3.7 Proses Fabrikasi

Setelah desain selesai, maka dilakukan proses fabrikasi. Proses fabrikasi dilakukan dengan cara membuat bagian-bagian dari kursi roda berdasarkan desain yang sudah dibuat. Bagian-bagian dari kursi roda yang difabrikasi berupa kerangka dasar, lengan atas, lengan bawah, *frame* sandaran, pijakan, dudukan *caster*, pelana dan kursi. Dalam proses fabrikasi juga memungkinkan terjadinya revisi desain agar bagian-bagian kursi roda sesuai dengan mekanisme berdiri yang diinginkan. Setelah fabrikasi bagian-bagian kursi roda selesai maka dilanjutkan proses perakitan.

3.8 Proses Perakitan

Bagian-bagian kursi roda yang sudah difabrikasi kemudian dilakukan proses perakitan. Kursi roda yang sudah dirakit kemudian dilakukan pengujian untuk mekanisme berdiri manual. Revisi desain dapat dilakukan apabila mekanisme berdiri pada kursi roda tidak beroperasi dengan baik.

3.9 Pengujian Produk

Setelah selesai fabrikasi, maka dilakukan pengujian pada kursi roda. Pengujian dilakukan dengan cara digunakan secara langsung. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah mekanisme berdiri pada kursi roda sesuai dengan kriteria desain yang sudah dibuat. Selain itu, data yang didapatkan juga berupa kekurangan yang terdapat pada kursi roda yang dikembangkan.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Fabrikasi

4.1.1 Fabrikasi Kerangka Dasar (*Frame* utama)

Dalam proses fabrikasi diupayakan seoptimal mungkin untuk memanfaatkan barang-barang bekas yang tersedia di Laboratorium Proses Produksi Universitas Islam Indonesia - selanjutnya disebut sebagai Lab PP UII - dengan maksud mengurangi biaya fabrikasi kursi roda, termasuk penggunaan kursi roda bekas. Pada Gambar 4-1 hingga 4-3, terlihat bagian-bagian kursi roda bekas yang akan dibongkar, dan kemudian difabrikasi sesuai dengan desain yang telah dirancang.



Gambar 4-1 *Frame* kursi roda.



Gambar 4-2 *Caster Wheel*.



Gambar 4-3 *Rear wheel.*

Pada prosesnya, kursi kain pada *frame* kursi roda dilepas kemudian dua sisi *frame* akan disambungkan secara permanen menggunakan mesin las listrik dengan menggunakan empat buah pipa besi bekas yang dipotong dengan panjang masing – masing 48 cm seperti yang terlihat pada Gambar 4-4 sampai 4-6.



Gambar 4-4 Desain *Frame* Utama.



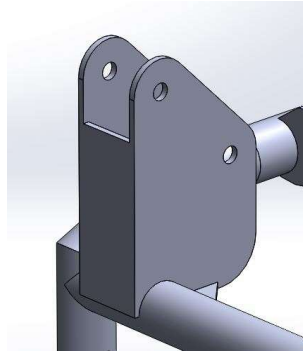
Gambar 4-5 Tampak *Frame* Utama tanpa kursi kain.



Gambar 4-6 Proses pembuatan *frame* utama.

Kemudian *bracket* dibuat dari plat besi yang kemudian dipotong lalu disambung menggunakan las listrik. *Bracket* ini nanti akan digunakan untuk rumah engsel (*housing*) untuk lengan atas dan lengan bawah. *bracket* ini seterusnya akan

disebut “*bracket* lengan 1”. Desain *bracket* lengan dapat dilihat pada gambar 4-7. Proses pembuatan *bracket* lengan dapat dilihat pada gambar 4-8 sampai 4-10.



Gambar 4-7 Desain *bracket* lengan 1.



Gambar 4-8 Proses pembuatan *bracket* lengan 1 bagian 1.



Gambar 4-9 Proses pembuatan *bracket* lengan 1 bagian 2.



Gambar 4-10 Proses pembuatan *bracket* lengan 1 bagian 3.

Proses selanjutnya adalah menyambung *bracket* lengan 1 dengan *frame* utama menggunakan las listrik. Sebelum dilakukan proses pengelasan, bagian sandaran tangan pada *frame* utama dipotong terlebih dahulu seperti yang terlihat pada gambar 4-11. Kemudian hasil akhir dari *frame* utama dan *bracket* lengan 1 dapat dilihat pada gambar 4-12.



Gambar 4-11 Proses pemotongan sandaran lengan pada *frame* utama.



Gambar 4-12 Hasil akhir dari proses pembuatan *frame* utama.

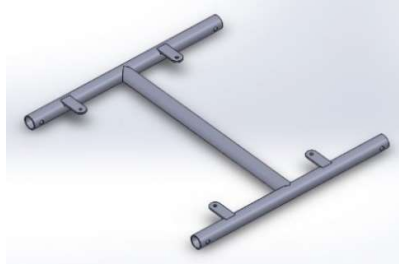
4.1.2 Fabrikasi Lengan Bawah & Lengan Atas

Langkah berikutnya melibatkan pembuatan bagian lengan atas dan bawah. Komponen ini direncanakan menggunakan pipa besi bekas dan pipa *hollow* bekas sebagaimana terilustrasikan pada gambar 4-15.

Meskipun demikian, karena terjadi serangkaian uji coba dan perbaikan yang menghabiskan sebagian besar bahan bekas yang tersedia di Lab PP UII, sehingga diperlukan pipa besi baru dengan panjang 6 meter, seperti yang ditunjukkan pada gambar 4-16.

Fungsi lengan atas ialah sebagai dudukan kursi dan lengan bawah berfungsi untuk menjadi penyangga *gas spring*. Dalam prosesnya, desain lengan atas akan mengalami perubahan untuk menyesuaikan dengan kebutuhan saat proses fabrikasi.

Untuk desain awal dari lengan atas dan lengan bawah dapat dilihat pada gambar 4-13 dan 4-14.



Gambar 4-13 Desain awal lengan atas.



Gambar 4-14 Desain awal lengan bawah.



Gambar 4-15 Pipa besi dan pipa *hollow* bekas yang sudah dipotong.



Gambar 4-16 Proses pembelian pipa besi sepanjang 6 meter.

Dalam prosesnya pipa *hollow* / pipa besi akan disambung menggunakan las listrik dengan menyesuaikan desain awal lengan yang dapat dilihat pada gambar 4-17. kemudian lengan atas dan lengan bawah yang sudah selesai dipasangkan pada *bracket* lengan seperti yang terlihat pada gambar 4-18.

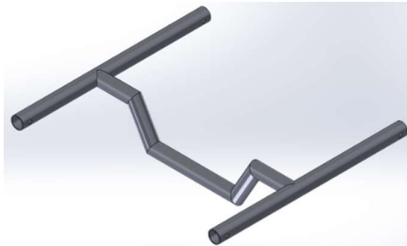


Gambar 4-17 Proses pengelasan dalam proses fabrikasi lengan atas.



Gambar 4-18 Foto lengan atas dan lengan bawah yang sudah terpasang pada *frame* utama.

Pada gambar 4-19 dan 4-20 dapat dilihat bahwa desain lengan atas mengalami perubahan. Yang dimana pada awalnya pipa *hollow* yang melintang di tengah lengan atas posisi nya lurus mendatar seperti pada desain pada gambar 4-13, kemudian diubah menjadi seperti profil huruf U yang dapat terlihat pada gambar 4-19 dan 4-21. Tujuan dari perubahan ini adalah penyesuaian lengan atas terhadap pelana pada kursi roda.



Gambar 4- 19 desain baru lengan atas.



Gambar 4-20 Foto bentuk terakhir dari lengan atas yang sudah didesain ulang.



Gambar 4-21 Pipa besi pada lengan atas yang sudah didesain ulang.

Kemudian dilanjutkan dengan proses pembuatan *bracket gas spring* 1 dan 2, *bracket gas spring* 1 pada lengan bawah dan *bracket gas spring* 2 pada *frame* utama. Proses pemasangan *bracket gas spring* menggunakan las listrik seperti yang terlihat pada gambar 4-23. Kemudian hasil pemasangan *gas spring* dapat dilihat pada gambar 4-24.



Gambar 4-22 Foto *bracket gas spring* 1.



Gambar 4-23 Foto *bracket gas spring* 2.



Gambar 4-24 Foto *gas spring* yang sudah terpasang.

Gas spring yang dipakai menggunakan fitur *lockable* yang dimana momen memanjangnya *gas spring* dapat diatur sesuai kebutuhan dengan menarik tuasnya. Maka dari itu rem sepeda digunakan sebagai perangkat bantu untuk menarik tuas dari *gas spring* seperti yang dapat dilihat pada gambar 4-25.



Gambar 4-25 Foto pemasangan kabel rem.

4.1.3 Fabrikasi *Frame* Sandaran & Pijakan

Langkah selanjutnya adalah membuat bagian *frame* sandaran dan pijakan. Untuk bagian *frame* sandaran terdapat *bracket* lengan 2 dan dudukan pelana. Dan untuk bagian pijakan terdapat bagian lengan penghubung 1 dan lengan penghubung 2.

Bagian *bracket* lengan 2 bertujuan untuk menjadi rumah engsel (*housing*) untuk lengan atas dan lengan bawah. Sedangkan dudukan pelana akan menjadi bagian penyangga utama untuk menahan beban pengguna pada saat posisi berdiri. Dalam prosesnya, desain dari dudukan pelana akan mengalami perubahan guna mengoptimalkan fungsi dari pelana itu sendiri.

Lengan penghubung 1 bertujuan sebagai menghubungkan bagian pijakan dengan *frame* utama dan lengan bawah. Untuk lengan penghubung 2 bertujuan untuk menghubungkan pijakan dengan *frame* utama.

Desain awal dari *frame* sandaran dan pijakan dapat dilihat pada gambar 4-26 dan 4-27.

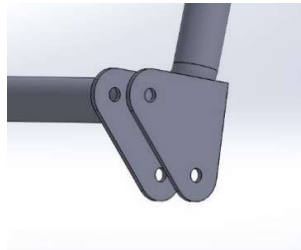


Gambar 4-26 Desain bagian *frame* sandaran.

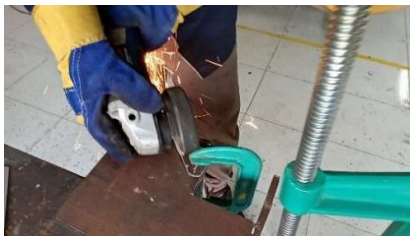


Gambar 4-27 Foto desain bagian pijakan.

Proses diawali dengan porses pembuatan *bracket* lengan 2 yang disesuaikan dengan desain yang dapat dilihat pada gambar 4-28. Plat besi dipotong dengan bentuk segitiga yang dapat terlihat pada gambar 4-29 sebanyak dua pasang yang terdiri dari empat buah. Kemudian dibuat lubang pada dua sisi lancip pada bentuk segitiga. Lalu setiap pasang segitiga dipasangkan pada bagian lengan atas dan lengan bawah seperti yang terlihat pada gambar 4-30. Pada gambar 4-30 juga bisa terlihat bahwa sisi dalam pada segitiga dibuat lubang sesuai dengan diameter *frame* sandaran. kemudian bagian *bracket* lengan 2 disambungkan dengan bagian *frame* sandaran dengan menggunakan las listrik seperti yang terlihat pada gambar 4-31.



Gambar 4-28 Desain *bracket* lengan 2.



Gambar 4-29 Foto proses pemotongan plat besi.



Gambar 4-30 *Bracket* lengan 2.



Gambar 4-31 Foto bagian *bracket* lengan 2 yang terhubung dengan *frame* sandaran

Hasil pembuatan *frame* sandaran dan pijakan sendiri dapat terlihat pada gambar 4-32 dan 4-33. Dalam proses pembuatannya hanya memerlukan tiga buah pipa besi yang ukurannya sudah di sesuaikan dengan desain kemudian dilas.



Gambar 4-32 Foto bagian *frame* sandaran yang sudah terpasang pada kursi roda.



Gambar 4-33 Foto bagian pijakan.

Proses selanjutnya ialah membuat dudukan pelana pada *frame* sandaran. Pada gambar 4-26 dapat terlihat bahwa dudukan pelana hanyalah pipa besi yang dilas secara datar pada bagian depan pada bagian tengah *frame* sandaran. Dalam prosesnya terdapat perubahan desain pada dudukan pelana dengan melakukan

pengelasan secara miring pada bagian bawah *frame* sandaran seperti yang dapat dilihat pada gambar 4-34.



Gambar 4-34 Foto bagian dudukan pelana setelah proses pengelasan.

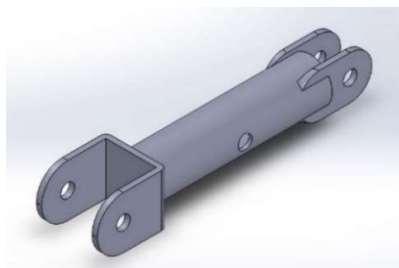
Hal ini dilakukan untuk menciptakan efek jungkat jungkit (pengunkit) pada bagian dudukan pelana dan juga memperluas luas penampang sehingga beban yang didapat oleh dudukan pelana dapat ditahan oleh seluruh struktur *frame* sandaran. Dudukan pelana dapat dilihat pada gambar 4-35.



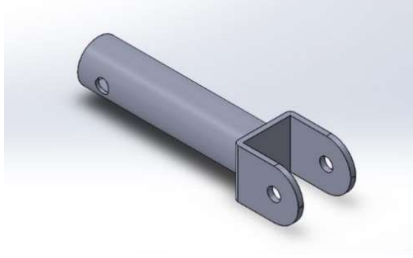
Gambar 4-35 Foto bagian dudukan pelana pada posisi *standing*.

desain ini dirombak karena pada penelitian sebelumnya proses pengelasan secara sederhana pada pipa besi yang dilas secara datar pada bagian depan *frame* sandaran menyebabkan ketidaknyamanan pengguna pada saat posisi *standing*. Salah satunya yaitu pengguna cenderung mengalami pergeseran ke depan yang tidak diinginkan.

Kemudian dilakukan proses pembuatan lengan penghubung atas dan lengan penghubung bawah yang desainnya dapat dilihat pada gambar 4-36 dan 4-37.



Gambar 4-36 Desain lengan penghubung atas.



Gambar 4-37 Desain lengan penghubung bawah.



Gambar 4-38 Foto bahan untuk pembuatan lengan penghubung.

Pada gambar 4-38 dapat terlihat bahwa lengan penghubung dibuat dari pipa besi yang sudah dipotong dan juga plat besi yang sudah dipotong mengikuti desain. lengan penghubung atas ini nantinya juga akan disambung dengan *bearing rod* seperti yang terlihat pada gambar 4-39 yang nantinya digunakan untuk menghubungkan antara lengan bawah, *frame* utama, dan pijakan. Hasil pemasangan lengan penghubung pada kursi roda dapat dilihat pada gambar 4-40.



Gambar 4-39 Foto lengan penghubung atas yang tersambung dengan *bearing rod*.



Gambar 4-40 Foto lengan penghubung yang sudah terpasang pada kursi roda.

4.1.4 Fabrikasi Dudukan *Caster*

Langkah berikutnya dalam proses adalah pembuatan *caster*. Bagian *caster* mencakup dudukan roda, batang as *caster*, dan roda kecil bagian depan pada kursi roda. Rencana awalnya ialah untuk membeli bagian *caster* yang belum dimiliki dari toko konvensional atau daring. Namun terdapat kesulitan untuk menemukan toko yang menjual bagian *caster* yang dibutuhkan. Oleh karena itu, diputuskanlah untuk membuat bagian *caster* tersebut sendiri.

Pembuatan dudukan roda menggunakan plat besi yang ditebuk sesuai dengan kebutuhan seperti yang dapat dilihat pada gambar 4-41. Selanjutnya, proses pembuatan rumah untuk *bearing* yang dapat dilihat pada gambar 4-42.



Gambar 4-41 Foto dudukan roda *caster* sebelum dan sesudah ditebuk.



Gambar 4-42 Foto dudukan roda *caster* dengan rumah *bearing*.

Dilanjutkan dengan proses pembuatan as *caster*. Dalam proses ini, dudukan *bearing* dibuat pada pipa besi, lalu batang as *caster* dilas pada *frame* utama seperti yang terlihat pada gambar 4-43.

kemudian baut berukuran 10x150 digunakan untuk menyelaraskan batang as *caster* dengan dudukan roda *caster* seperti yang terlihat pada gambar 4-44.



Gambar 4-43 Foto pengelasan batang as *caster* pada *frame* utama.



Gambar 4-44 Foto batang as *caster* yang sudah terpasang dengan dudukan roda *caster*.

4.1.5 Fabrikasi Pelana & Kursi

Pada awalnya *mockup* untuk pelana yang dapat dilihat pada gambar 4-45 dibuat dengan maksud agar seluruh proses pembuatan pelana dan kursi langsung dibuat oleh pihak ketiga, akan tetapi hal itu tidak memungkinkan. Maka dari itu dasaran dari pelana dan kursi dibuat kemudian proses pengisian busa diserahkan pada pihak ketiga.



Gambar 4-45 Foto *mockup* pelana.

Komposit digunakan sebagai dasaran pelana dengan menggunakan *fiber glass* dan resin sebagai bahan. Dalam gambar 4-46 sampai 4-48 dapat terlihat bahwa *mockup* digunakan sebagai *master* dari komposit. Hasil akhir komposit dapat dilihat pada gambar 4-49 dan 4-50.



Gambar 4-46 Foto *mockup* pelana sesudah didempul untuk dijadikan *master*.



Gambar 4-47 Foto pemberian tulangan untuk dasaran pelana.



Gambar 4-48 Foto pengaplikasian *fiber glass* pada *master*.



Gambar 4-49 Tampak atas dasaran pelana.



Gambar 4-50 Tampak bawah dasaran pelana.

Untuk dasaran kursi, papan kayu digunakan sebagai bahan pembuatan. Papan kayu dipotong sesuai desain kemudian disesuaikan dengan lebar pelana seperti yang terlihat pada gambar 4-51 dan 4-52.

Kemudian dasaran pelana dan dasaran kursi berikan kepada pihak ketiga untuk diisi dengan busa. Hasil akhir pelana dan kursi dapat dilihat pada gambar 4-53.



Gambar 4-51 Foto papan kayu sebelum dipotong.



Gambar 4-52 Foto papan kayu setelah dipotong.



Gambar 4-53 Foto pelana dan kursi.

4.1.6 *Finishing*

Dilakukan beberapa perlakuan pada tahap *finishing*. Seperti pengecatan, Pemasangan *pin & snap ring*, pemasangan sandaran tangan, dan pemasang kain sandaran.

Sebelum melakukan pengecatan, kursi roda dibongkar terlebih dahulu dan juga melepas cat awalnya dengan *paint remover*. Kemudian dilakukan pengecatan. Proses pengecatan menggunakan metode *spray* dengan menggunakan *air compressor*. Pada gambar 4-54 dapat terlihat hasil dari proses pengecatan.



Gambar 4-54 Foto bagian kursi roda setelah proses pengecatan.

Kemudian proses pemasangan *pin & snap ring*. Pemasangan *pin & snap ring* bertujuan untuk menggantikan baut yang menjadi engsel yang dapat dilihat pada gambar 4-30 dan 4-31. Pergantian ini bertujuan untuk mengurangi gaya gesek pada engsel. Untuk menjadi rumah *pin*, maka pembuatan *bosh* diperlukan. *Pin* dan juga *bosh* dibuat dengan menggunakan proses bubut seperti yang terlihat pada gambar 4-55. Untuk hasil pembubutan dapat dilihat pada gambar 4-56 dan 4-57.



Gambar 4-55 Foto proses bubut.

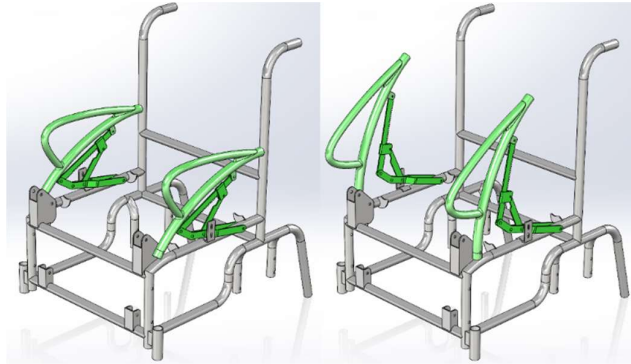


Gambar 4-56 Foto hasil pembubutan *pin*.



Gambar 4-57 Foto hasil pembubutan *bosh*.

Pemasangan sandaran tangan menggunakan sandaran tangan yang dipotong pada gambar 4-11 yang desainnya dapat dilihat pada gambar 4-58. Kemudian sisi depan dipasang sejajar dengan engsel lengan bawah dan sisi belakang dipasang dengan *lift up ratchet* yang berfungsi agar sandaran tangan dapat naik ataupun turun. Hasil pemasangan sandaran tangan dapat dilihat pada gambar 4-59.



Gambar 4-58 Desain Sandaran tangan dan *lift up ratchet* pada kursi roda.



Gambar 4-59 Foto sandaran tangan pada kursi roda.

Kemudian pemasangan kain sandaran pada *frame* sandaran. Kursi kain pada gambar 1 digunakan sebagai sandaran yang nantinya akan dipasang pada *frame* sandaran. Kursi kain dijahit ulang oleh pihak ketiga agar sesuai dengan *frame* sandaran. Hasil akhir dari seluruh proses fabrikasi kursi roda dapat dilihat pada gambar 4-60.



Gambar 4-60 Foto kursi roda.

4.2 Pengujian

4.2.1 Proses Pengujian

Pengujian produk dilakukan beberapa kali selama proses produksi yang salah satunya dapat terlihat pada gambar 4-61 untuk melihat apa saja kekurangan dari produk sebelum dipastikan selesai. Terdapat kurang lebih dua komponen yang berubah dari desain awal, yaitu bagian lengan atas dan *frame* sandaran.

Pada gambar 4-62 dapat terlihat bahwa pengujian tetap dilakukan saat proses produksi selesai dengan melibatkan beberapa responden guna memastikan kembali bahwa fungsi produk sesuai dengan apa yang diinginkan yaitu kursi roda memiliki fungsi berdiri manual dengan pelana sebagai pendukung pengguna saat dalam posisi *standing* seperti yang dapat dilihat pada gambar 4-63.



Gambar 4-61 Foto pengujian kursi roda sebelum selesai proses produksi.



Gambar 4-62 Foto pengujian kursi roda setelah selesai proses produksi.



Gambar 4-63 Foto pengujian kursi roda dalam posisi *standing*.

4.2.2 Hasil Pengujian

Mekanisme berdiri manual pada kursi roda dapat berfungsi dengan sempurna dan sesuai dengan konsep yang dapat dilihat pada gambar 3-2. Cara menggunakan mekanisme berdiri manual diawali dengan menekan sandaran tangan kearah bawah untuk mengangkat tubuh sembari menekan tuas rem pada sandaran tangan bagian kanan untuk melepas kunci *gas spring* sehingga *gas spring* dapat mendorong lengan bawah agar bagian pelana dapat terangkat dan menopang tubuh. Kemudian melepas tuas rem sehingga posisi *gas spring* terkunci. Selanjutnya, mengangkat sandaran tangan dan mengulangi proses dari awal sehingga mendapat posisi berdiri yang diinginkan. Lalu menekan tuas rem agar melepas kunci pada *gas spring* sehingga dapat beralih dari posisi berdiri menjadi posisi duduk dengan memanfaatkan berat badan.

Terjadi perubahan desain pada lengan atas yang dapat dilihat pada gambar 4-13 dan gambar 4-19. Perubahan desain dilakukan karena kekhawatiran pada pelana yang dipasang pada dudukan pelana tidak memiliki ruang saat kursi roda dalam posisi duduk yang dapat terlihat pada gambar 4-59. Sehingga perubahan desain dilakukan dengan merubah pipa besi yang melintang dari lurus menjadi

berbentuk profil huruf U agar pelana dapat memili ruang saat kursi roda dalam posisi duduk.



Gambar 4-64 desain *frame* sandaran

Perubahan desain juga terjadi pada *frame* sandaran yang dapat dilihat pada gambar 4-64 dan gambar 4-26. Pada awalnya, desain pada gambar 4-64 direncanakan akan digunakan untuk sandaran yang ada pada kursi pada umumnya, yaitu kayu dan busa. Akan tetapi hal tersebut akan mengambil ruang yang cukup banyak sehingga posisi duduk akan terlalu kedepan dan menyebabkan ketidaknyamanan, maka dari ide tersebut diganti dengan sandaran kain yang lebih tipis dan juga sifatnya yang memeluk sehingga posisi duduk pengguna menjadi lebih nyaman.



Gambar 4-65 berat badan.



Gambar 4-66 berat badan saat mengangkat kursi roda.

Berat kursi roda didapat dengan cara mencari selisih berat antara berat badan tanpa kursi roda yang dapat dilihat pada gambar 4-65 yaitu 66.3kg dengan berat badan saat mengangkat kursi roda yang dapat dilihat pada gambar 4-66 yaitu 93.9, maka berat kursi roda adalah ± 27.6 kg.

Tabel 4-1 Hasil Pengujian Variasi Berat Pengguna

No	Berat (kg)	Berubah Posisi	
		Posisi duduk → posisi berdiri	Posisi berdiri → posisi duduk
1	50 - 57	Bisa	Tidak bisa
2	60 - 68	Bisa	Bisa
3	70 - 78	Bisa, dengan usaha berlebih	Bisa

Pengujian dilakukan dengan melibatkan beberapa responden yang memiliki berat yang berbeda. Pada kelompok responden yang pertama memiliki berat antara 60 kg hingga 68 kg, mekanisme berdiri manual dapat digunakan dengan baik. Kemudian untuk kelompok responden yang kedua dengan berat antara 70 kg sampai 78 kg, mekanisme berdiri manual dapat digunakan dengan baik akan tetapi pada saat menuju posisi *standing* dibutuhkan usaha yang lebih. Lalu untuk kelompok responden yang ketiga dengan berat antara 50 kg hingga 57 kg, mekanisme berdiri manual tidak dapat digunakan karena responden tidak dapat kembali ke posisi duduk karena terlalu ringan. Maka dari itu ditetapkan bahwa berat optimal pengguna kursi roda ada di antara 60 kg hingga 70 kg dan berat pengguna tidak boleh lebih ringan dari 60 kg.

Pada gambar 4-60 dapat dilihat bahwa posisi *rear wheel* tidak optimal yang menyebabkan ketidaknyaman saat menggunakan produk. Hal ini disebabkan oleh penggunaan kerangka kursi roda bekas yang memberikan batasan geometri pada desain yang diterapkan.

Pada gambar 4-61 dan 4-62 dapat dilihat bahwa mekanisme berdiri manual dapat digunakan dengan baik dengan menggunakan tangan pengguna dan memanfaatkan berat badan pengguna. Dan juga posisi pengguna saat *standing* sudah cukup nyaman dan stabil dalam kondisi statis.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan proses fabrikasi dan pengujian produk, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Proses fabrikasi kursi roda manual dengan fitur berdiri berhasil dilakukan.
2. Mekanisme berdiri manual pada kursi roda dapat bekerja dengan baik. Mekanisme berdiri yang diterapkan pada produk ini memanfaatkan kekuatan tangan pengguna sebagai tumpuan yang dipadukan dengan *gas spring* sebagai alat bantu dorong saat beralih posisi dari duduk ke berdiri dan memanfaatkan berat badan untuk kembali ke posisi duduk.
3. Terjadi perubahan desain pada komponen lengan atas dan *frame* sandaran. Perubahan desain pada lengan atas dilakukan untuk memberikan ruang untuk pelana. Sedangkan perubahan desain pada *frame* sandaran dilakukan untuk penyesuaian dengan sandaran kain.

5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya

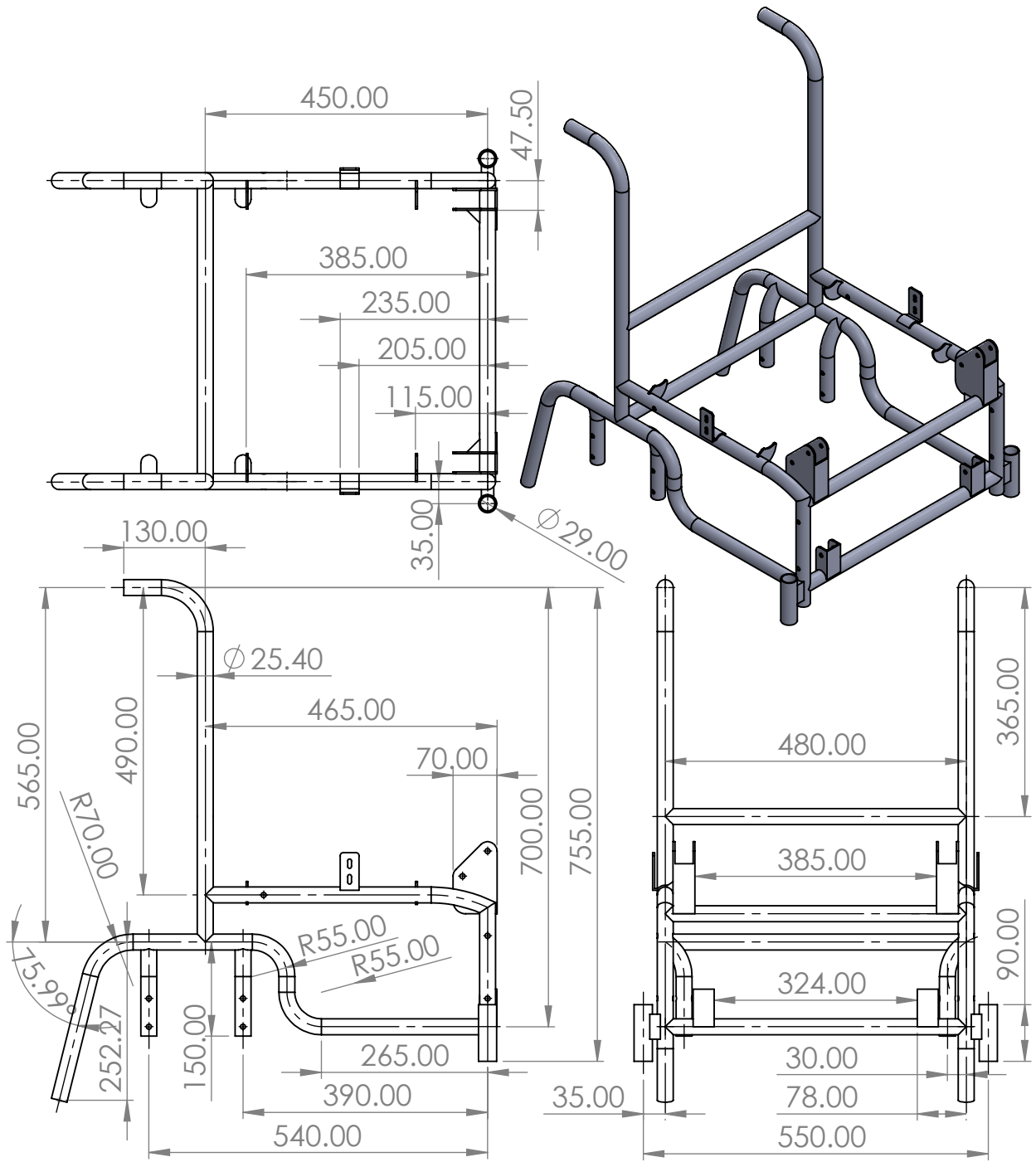
1. Perlunya dilakukan pengembangan pada desain untuk menunjang variasi berat badan pengguna sehingga produk dapat menjangkau variasi konsumen yang lebih luas.
2. Perlunya adanya pengembangan *frame* utama yang memang diperuntukan untuk kursi roda yang dilengkapi dengan fitur berdiri manual, dengan tujuan untuk memberikan kebebasan geometri dalam mengoptimalkan fitur-fitur yang akan diterapkan dimasa depan.

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.

- Mo, Tianxiang dkk. (2014). *New Mechanism Used in Standing Wheelchair*. Karlskrona: Blekinge Institute of Technology.
- Nasution, A. R. dkk. (2021). Analisa Gaya Potong pada Proses Pemesinan *Turning* Menggunakan Bahan *Politetrafluoroetilena* (PTFE). Seminar Nasional Teknologi Edukasi dan Humaniora 2021, 1, 649-658.
- Nugroho, S. (2020). Pembuatan Prototype Kursi Roda Elektrik Dengan Fitur Berdiri Untuk Disabilitas di Indonesia. Skripsi. Tidak diterbitkan. Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- Vin. (2023). Proses Fabrikasi Serta Teknik yang Digunakan. Diakses pada 07 November 2024, <https://www.alvindocs.com/blog/apa-itu-fabrikasi?form=MG0AV3>
- Weman, K. (2011). *Welding Processes Handbook*. Amsterdam: Elsevier.
- Widyaningrum, T. L. & Murdapa, P. S. (2023). Pemodelan Proses *Assembly* Menggunakan Bahasa *System Dynamics*. Jurnal Sains dan Terapan, 2 (3), 69-75
- Wiria, E. (2022). Macam-macam Kursi Roda dan Fungsinya. Diakses pada 15 Juli 2024, dari <https://www.kavacare.id/macam-macam-kursi-roda-dan-fungsinya-kavacare/>

Lampiran 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 Utama

DWG NO.

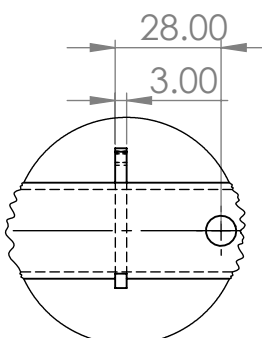
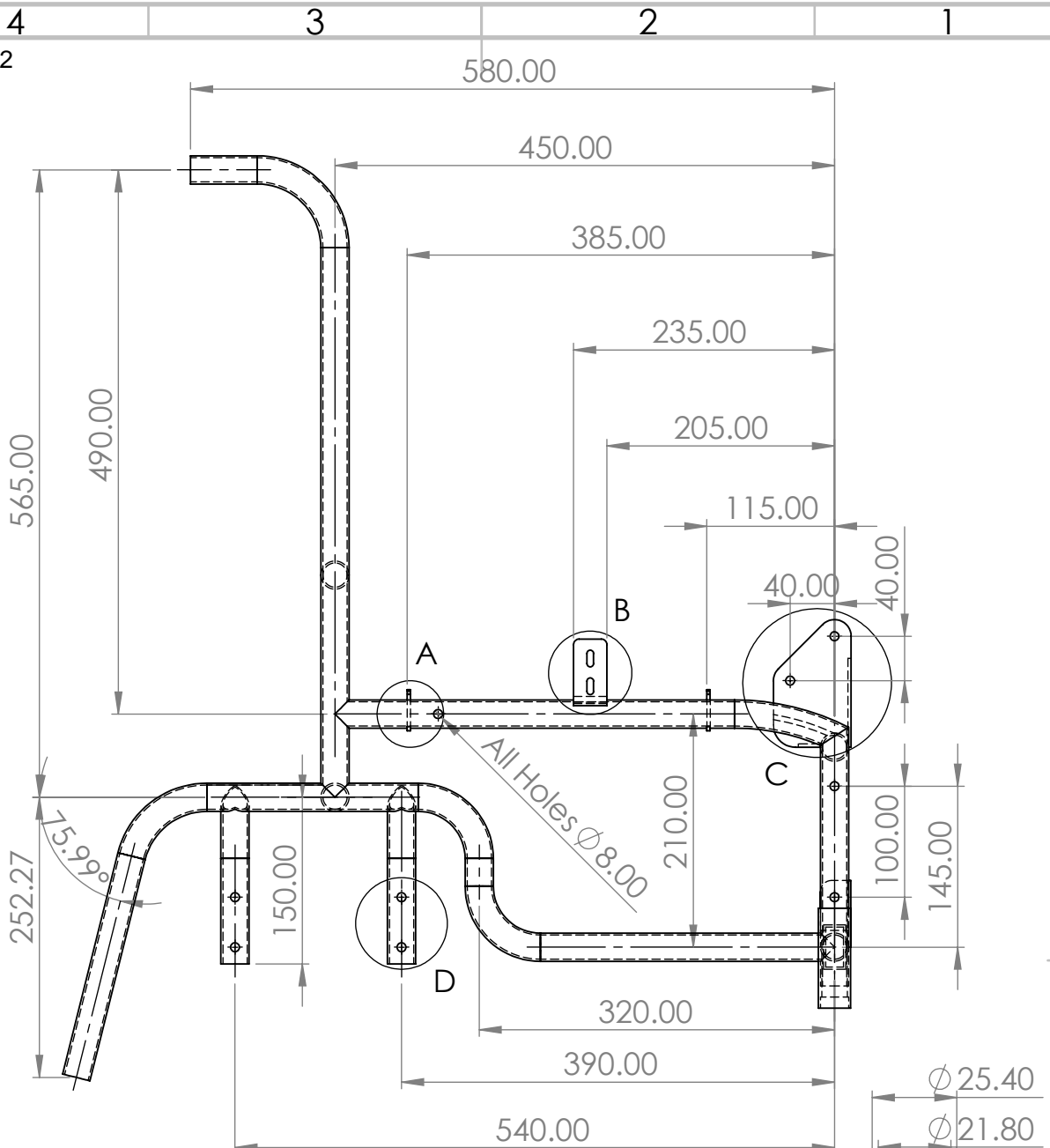
A4

WEIGHT:

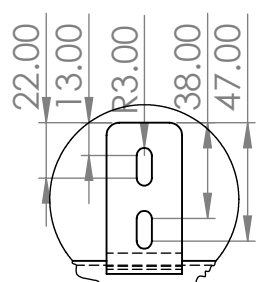
SCALE:1:10

SHEET 1 OF 1

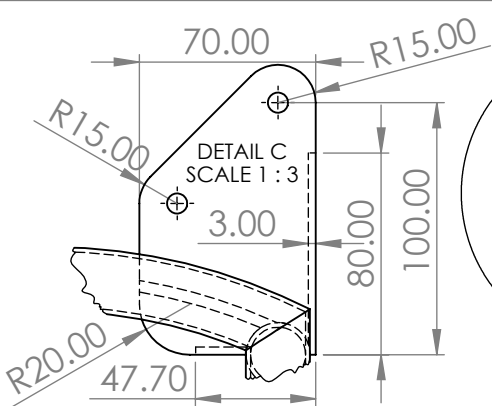
Lampiran 2



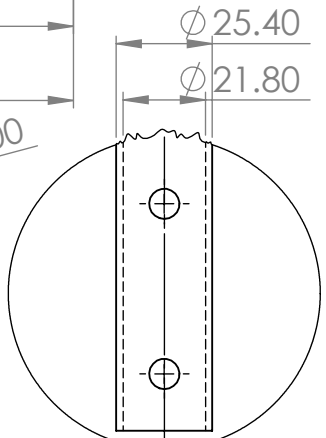
DETAIL A
SCALE 1 : 2



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:
Frame Utama - Front

MATERIAL:

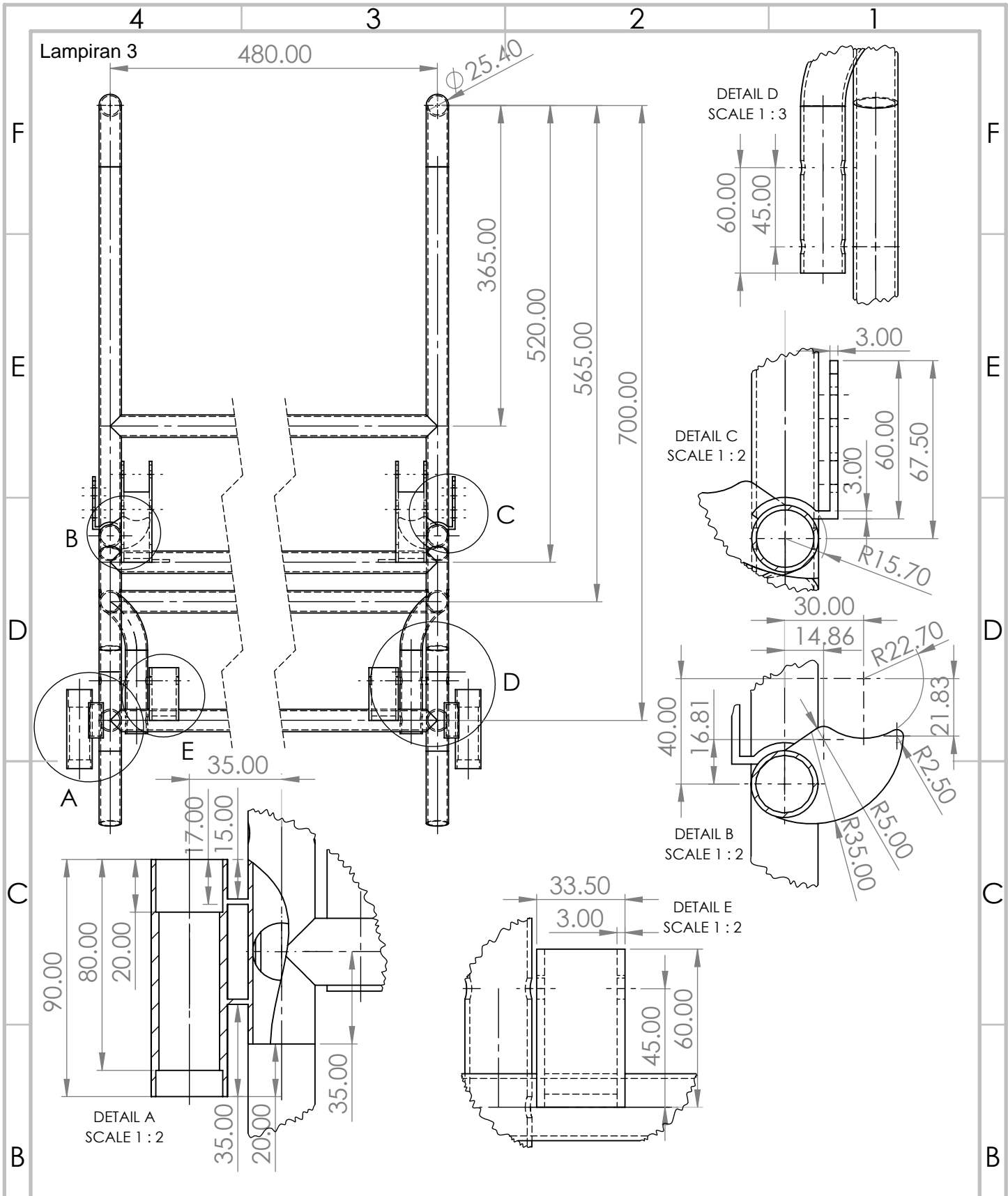
DWG NO.

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		
MATERIAL:		
WEIGHT:		

TITLE:
Frame Utama - Right

DWG NO. A4

SCALE:1:6 SHEET 1 OF 1

4 3 2 1

Lampiran 4

F

E

D

C

B

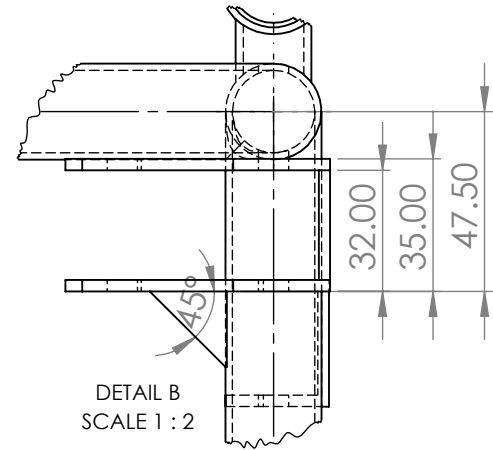
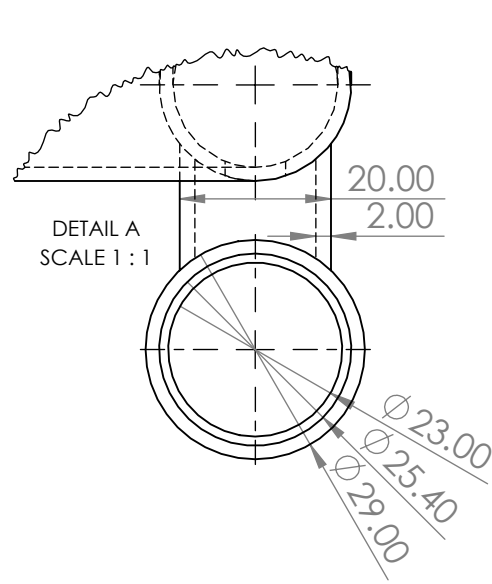
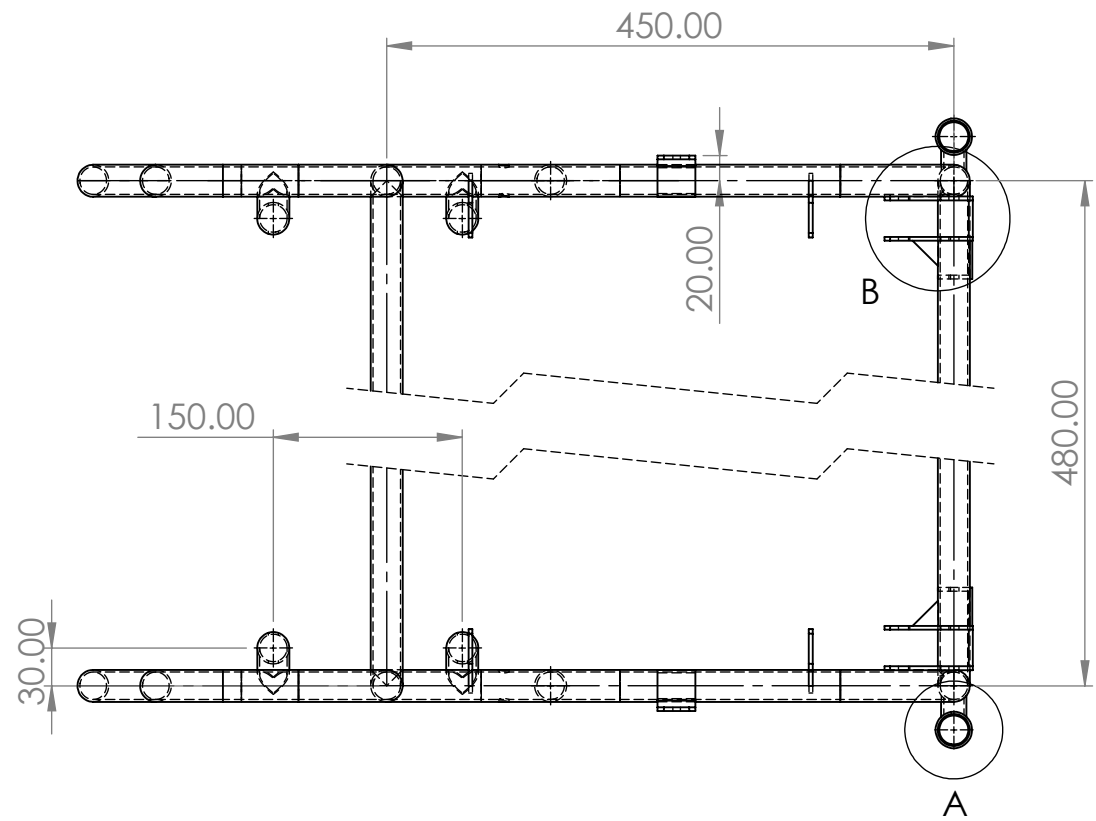
F

E

D

C

B



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 Utama - Top

DWG NO.

MATERIAL:

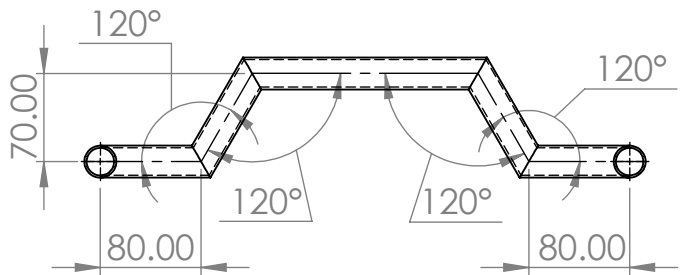
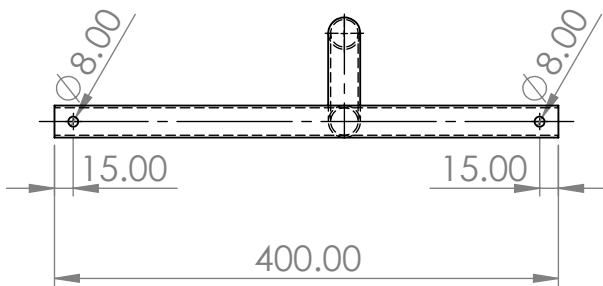
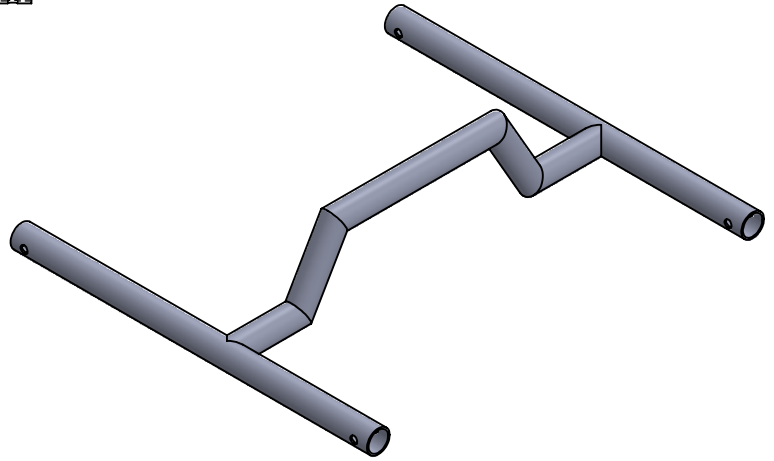
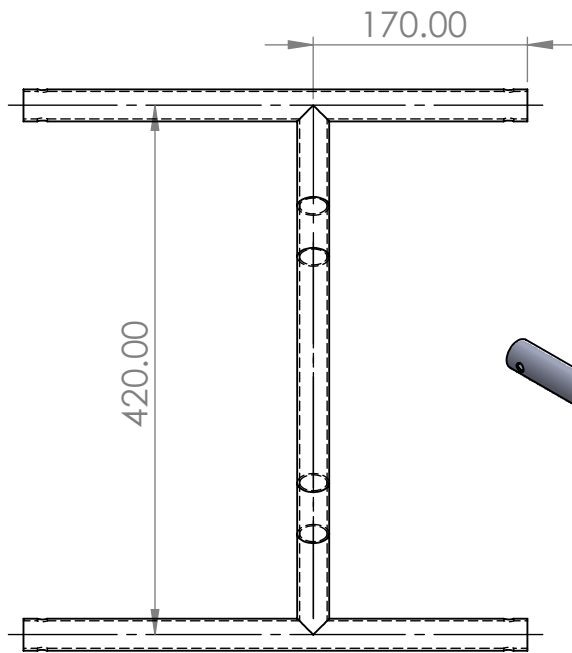
A4

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:

Frame Lengan Atas

MATERIAL:

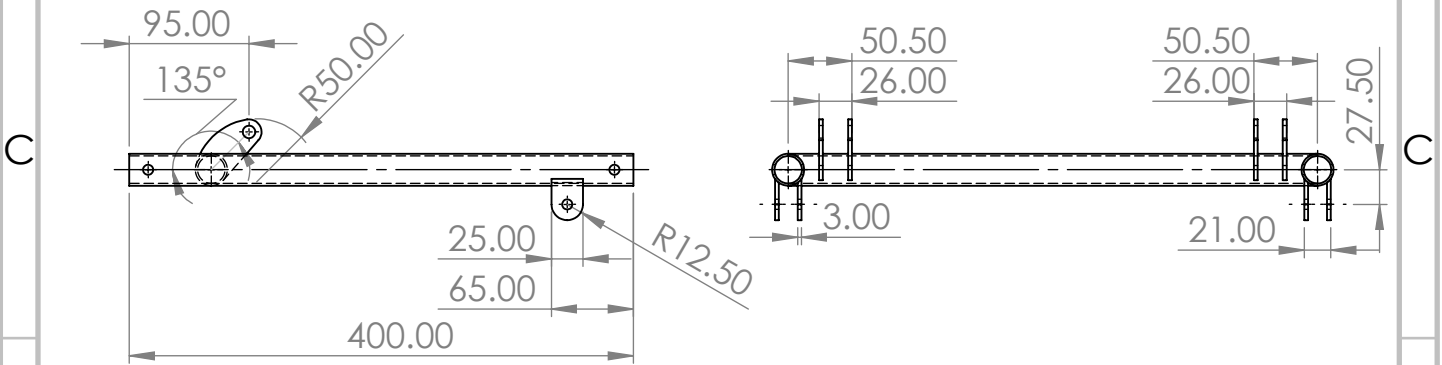
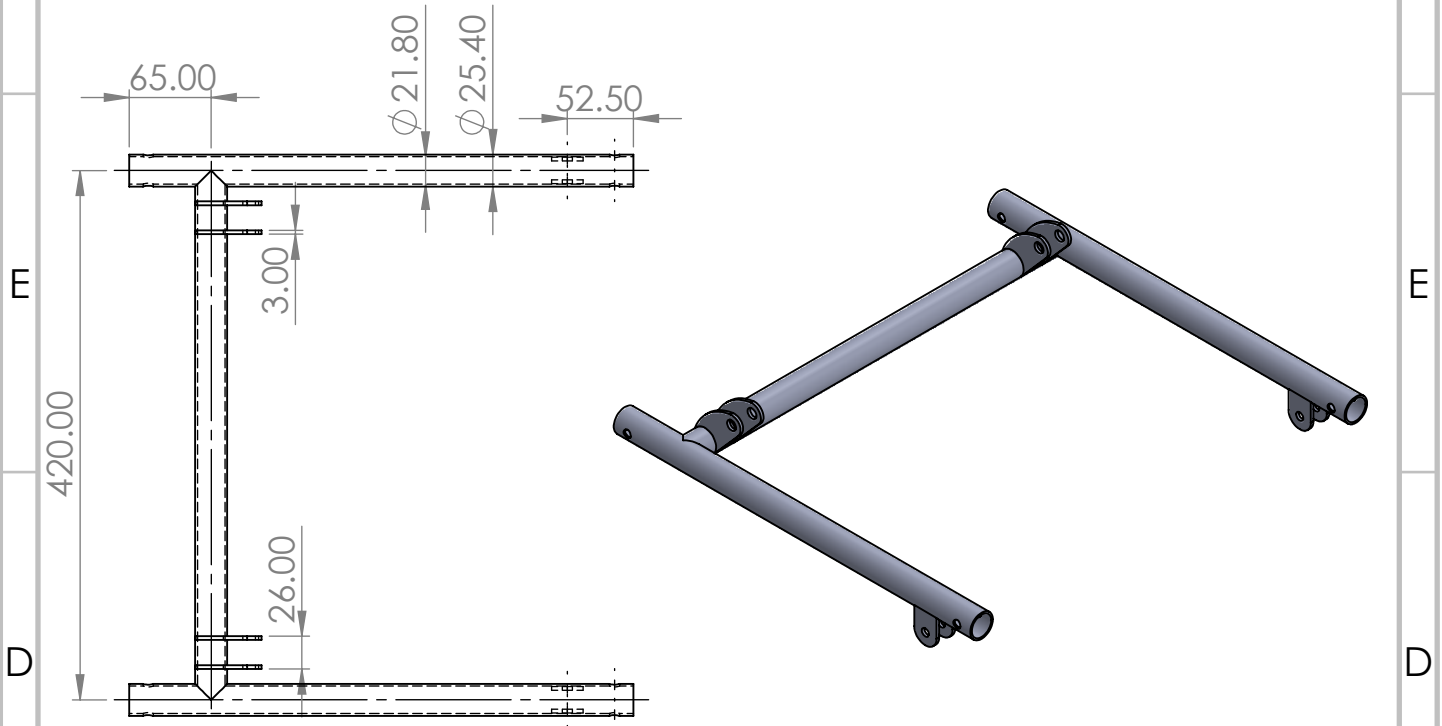
DWG NO.

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:

Frame Lengan Bawah

DWG NO.

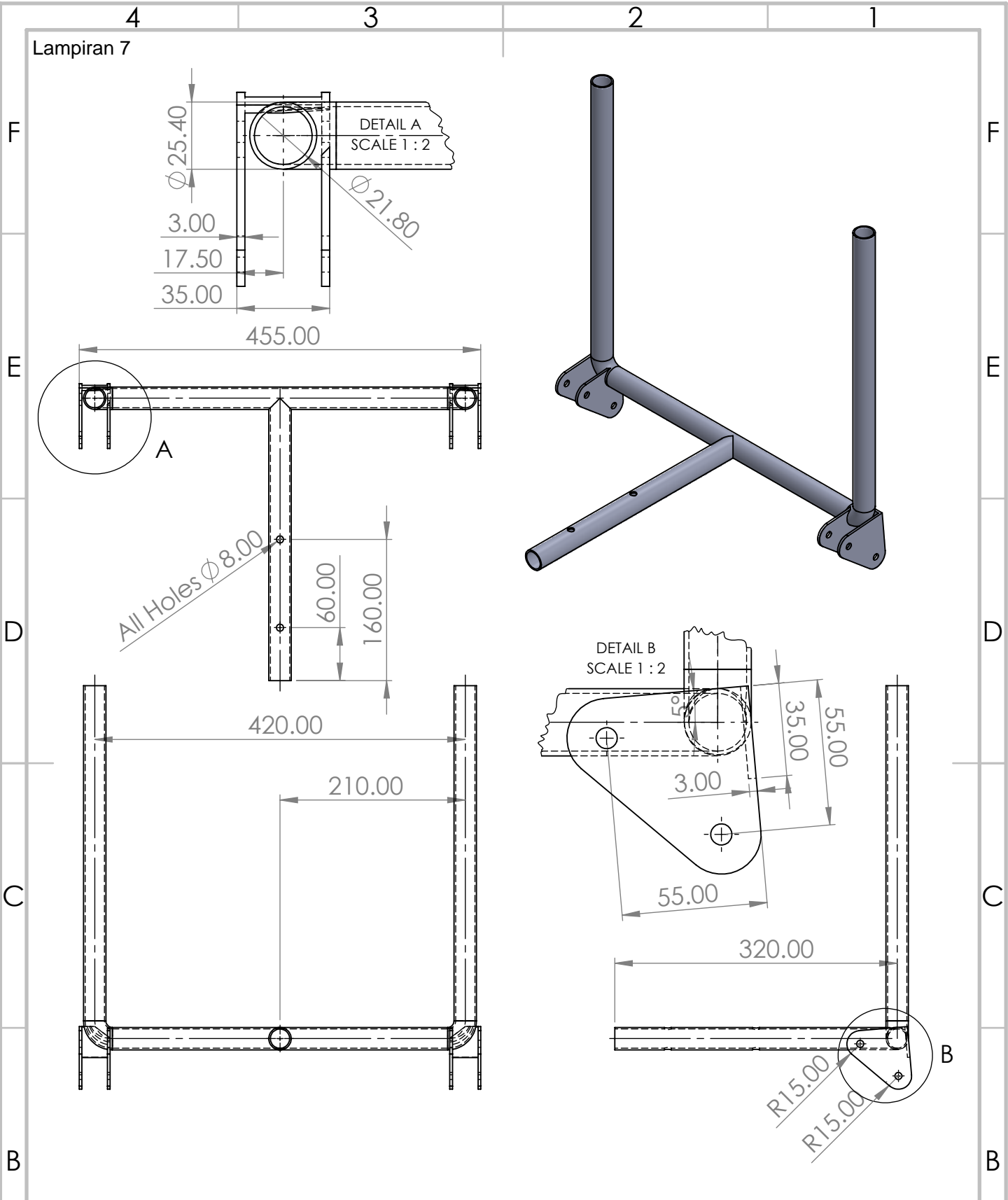
A4

WEIGHT:

SCALE: 1:6

SHEET 1 OF 1

Lampiran 7



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. _____

SCALE: 1:6

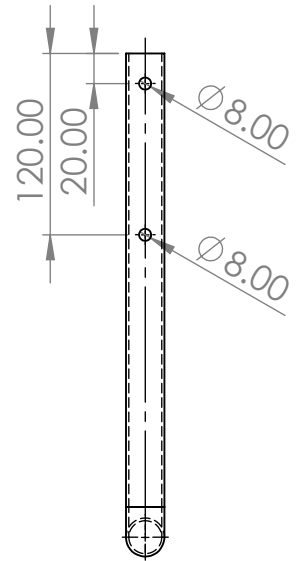
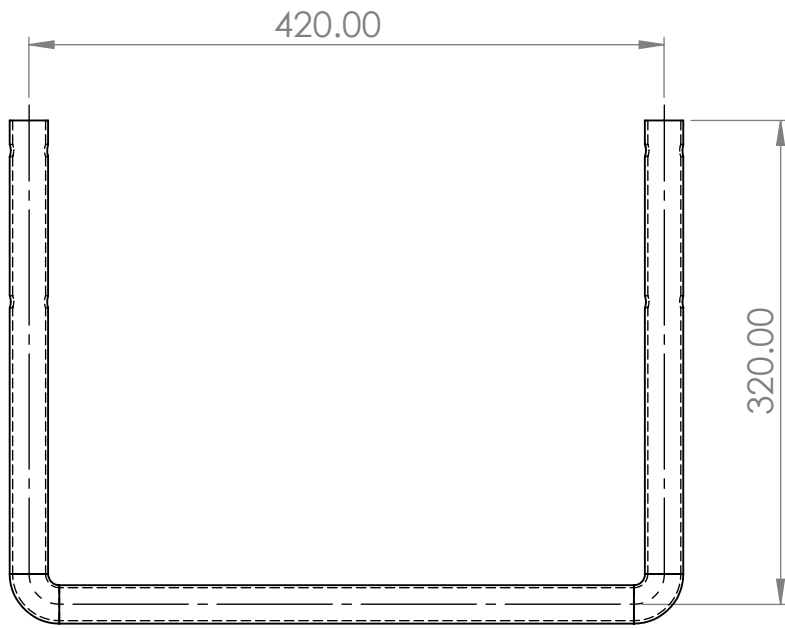
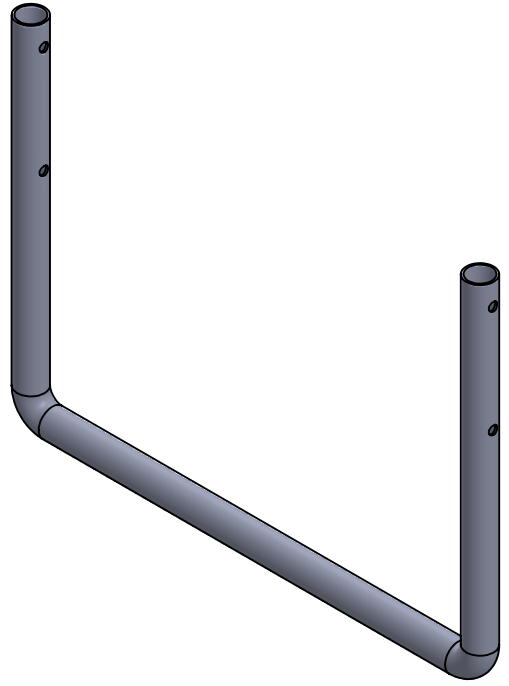
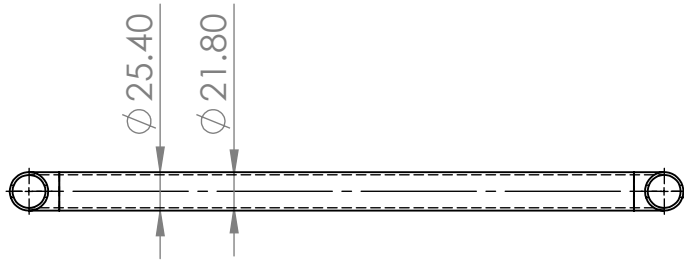
SHEET 1 OF 1

MATERIAL: _____

WEIGHT: _____

A4

Lampiran 8



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

MATERIAL:

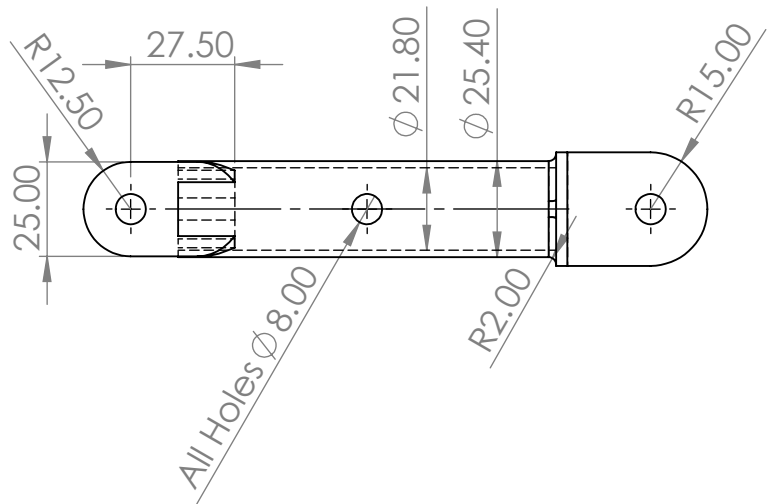
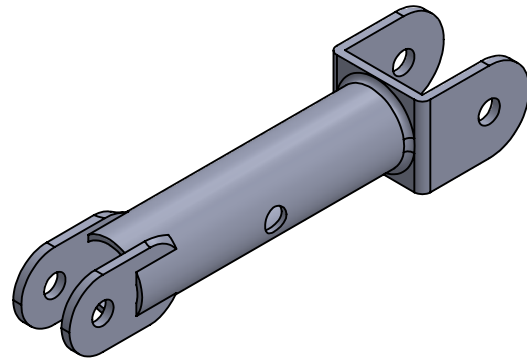
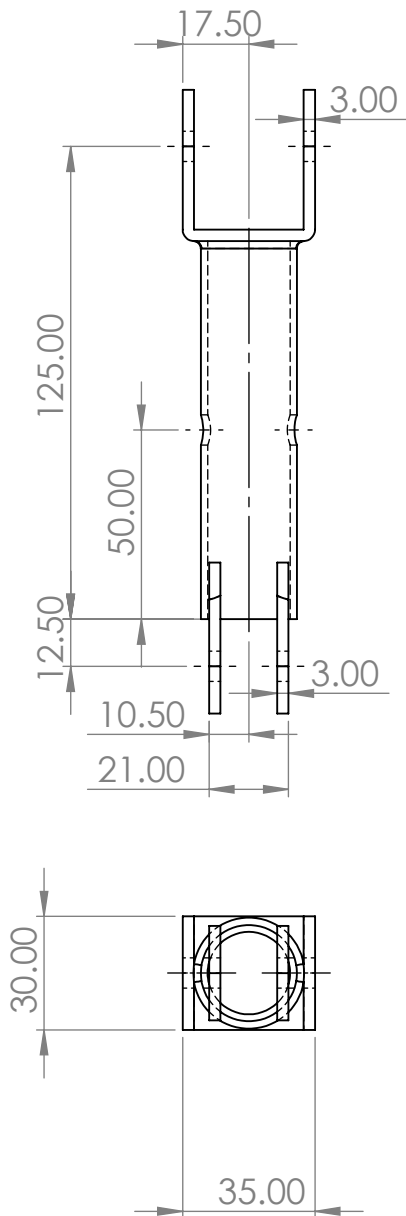
DWG NO.

A4

WEIGHT:

SCALE:1:5

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
Atas

MATERIAL:

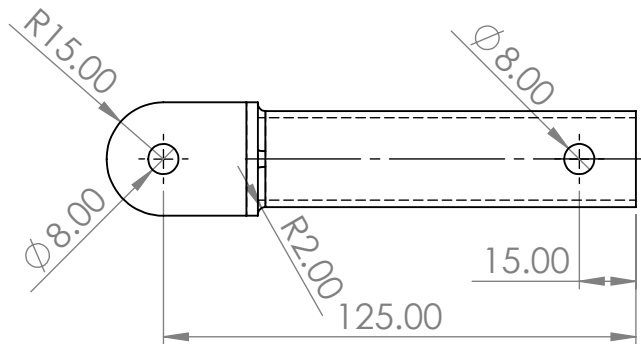
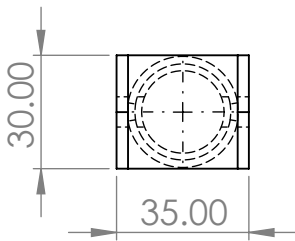
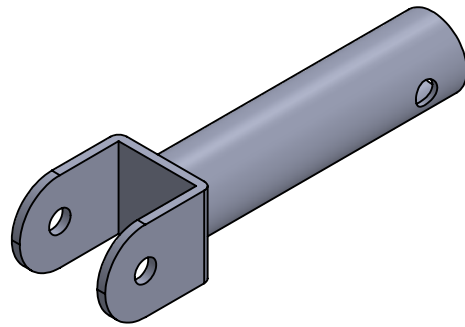
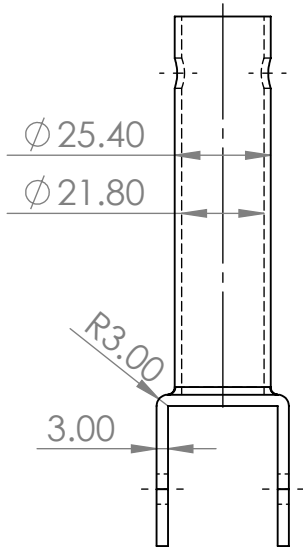
DWG NO.

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**

MATERIAL:

DWG NO.

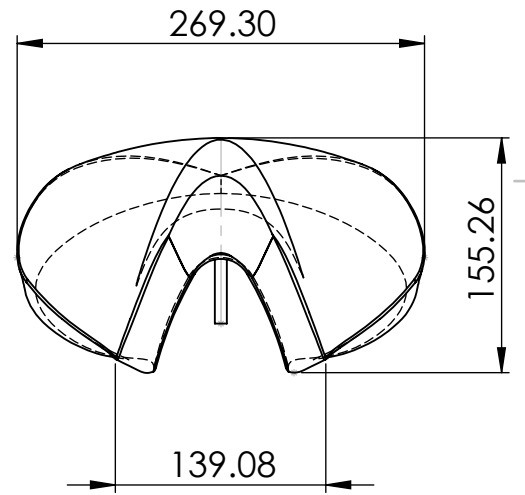
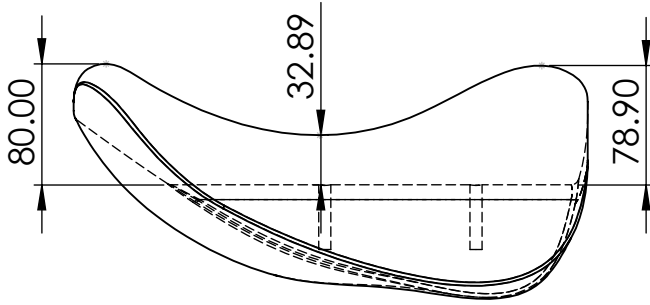
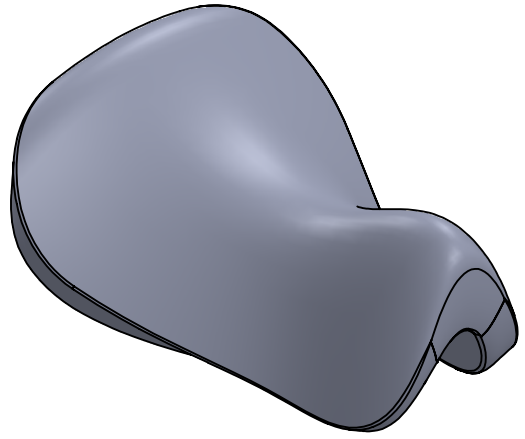
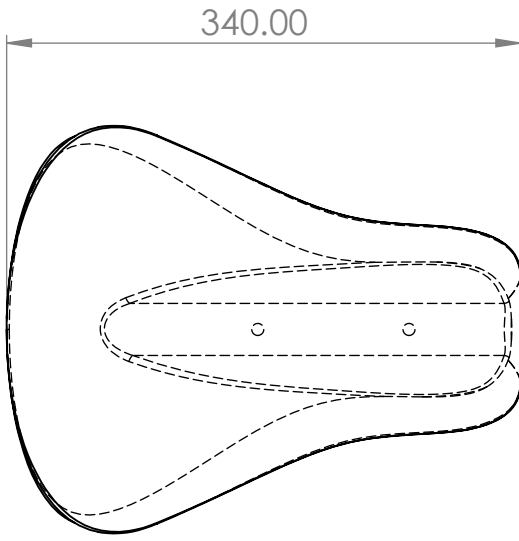
A4

WEIGHT:

SCALE:1:2

SHEET 1 OF 1

Lampiran 11



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. _____

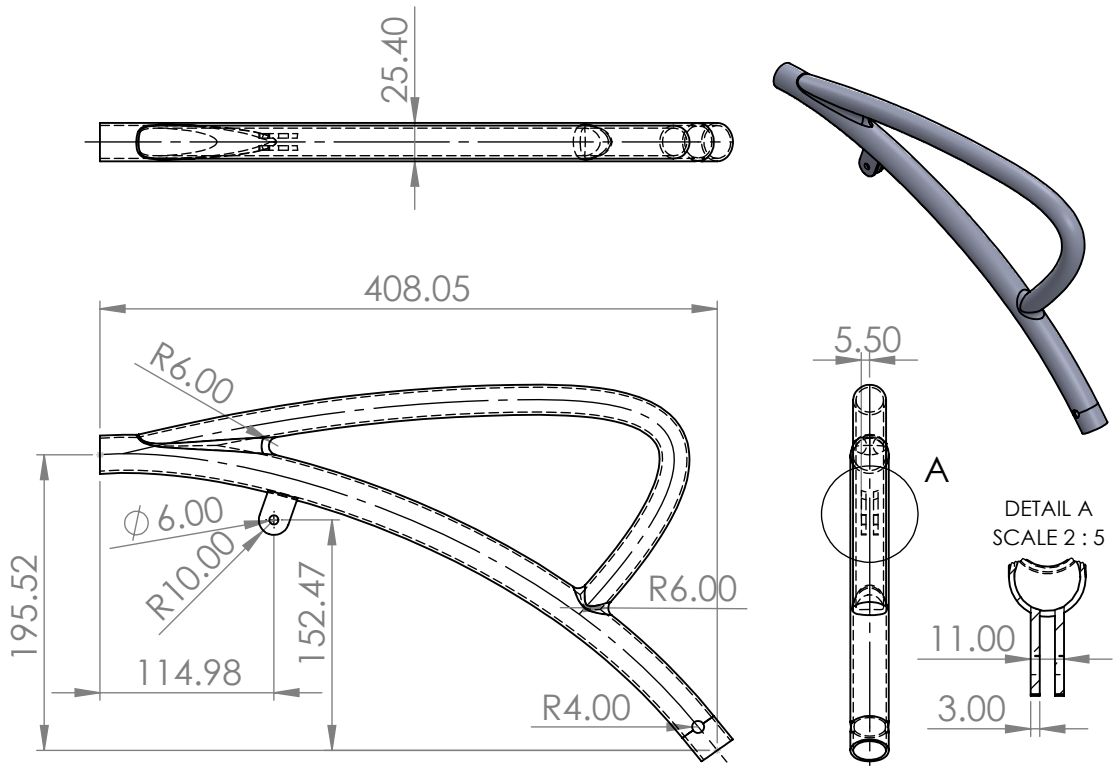
MATERIAL: _____

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:
Sandaran Tangan

MATERIAL:

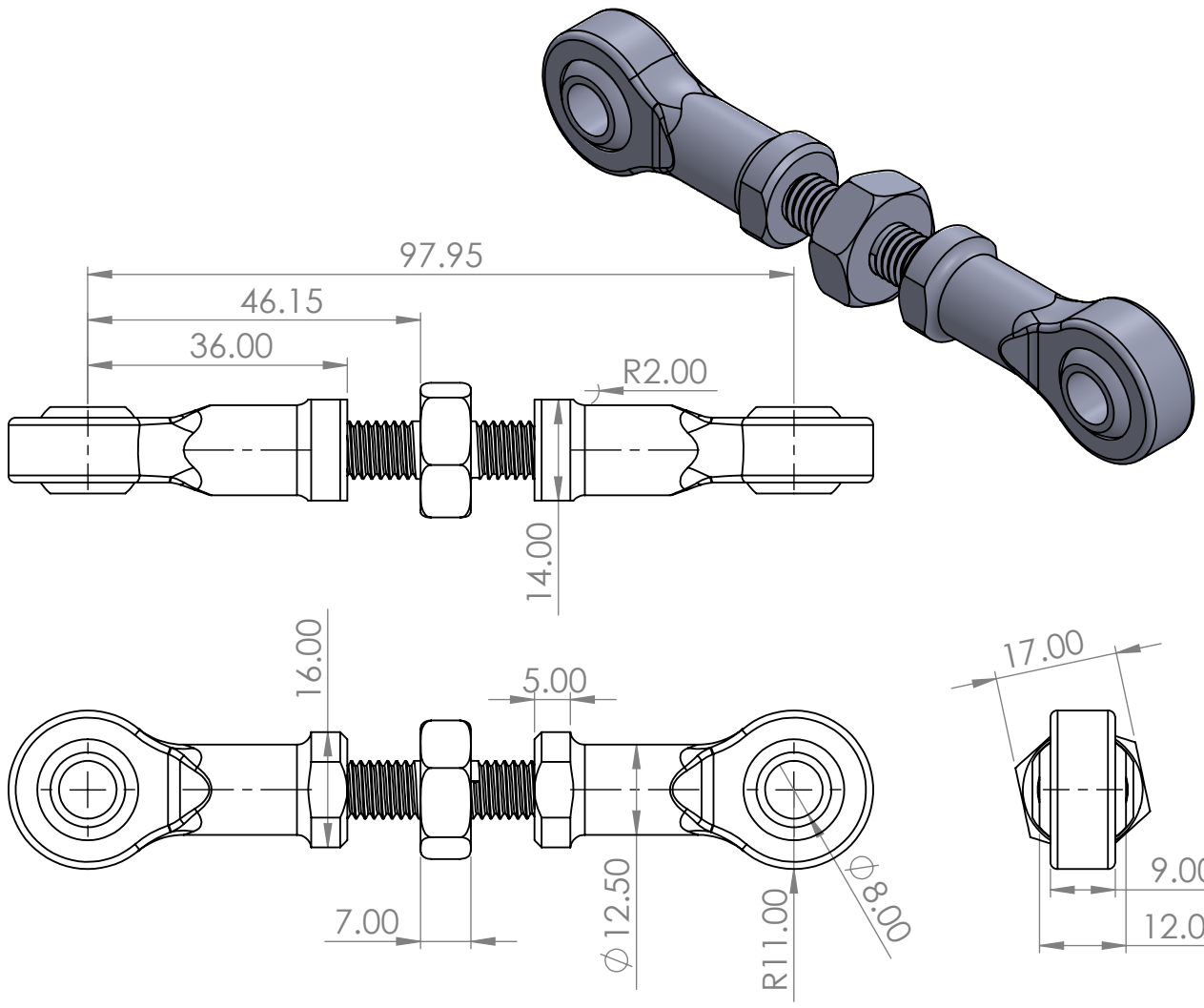
DWG NO.

A4

WEIGHT:

SCALE:1:5

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

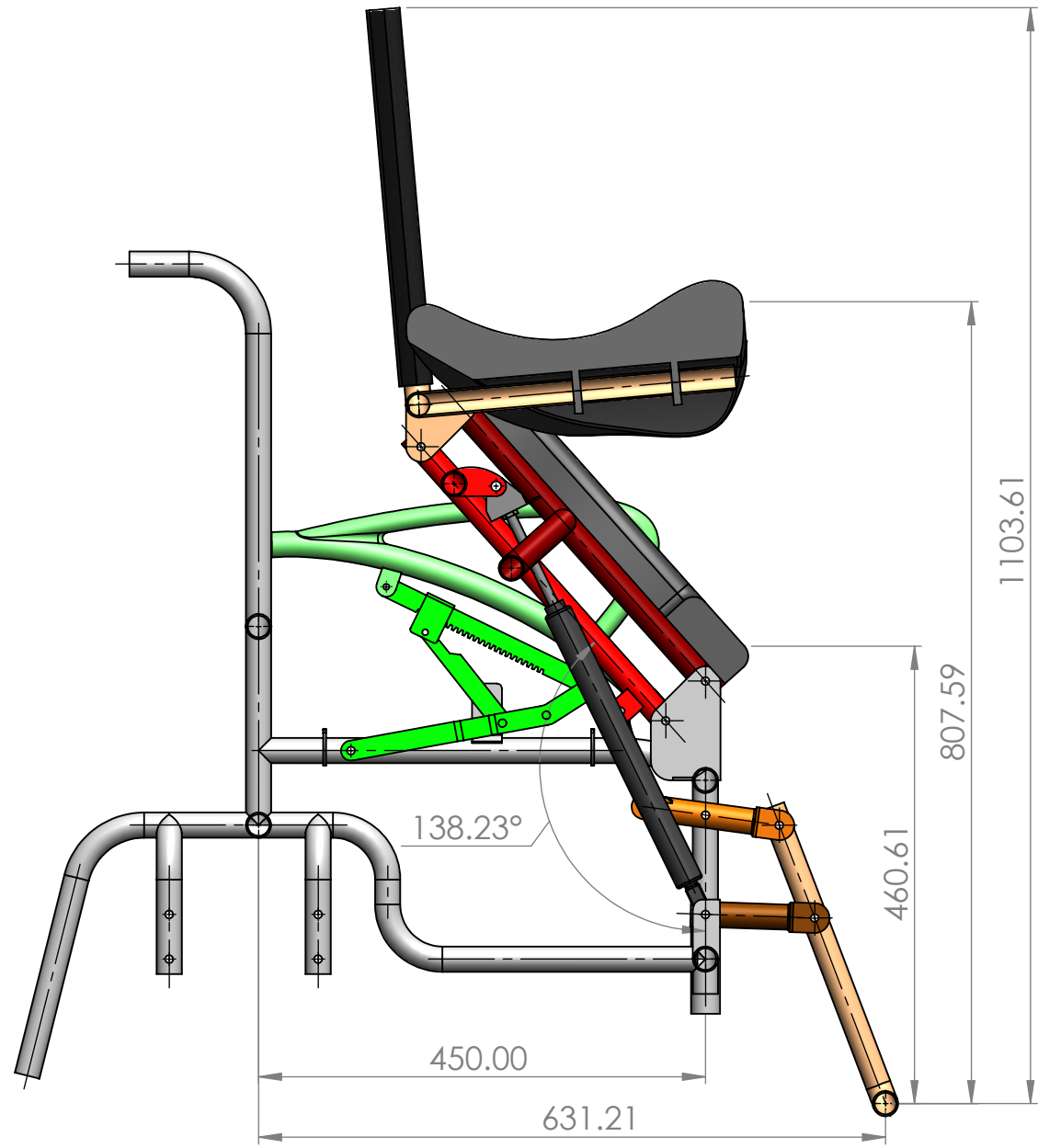
REVISION

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

TITLE:
**Adjustable
 Connecting Rod**

DWG NO. A4

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:
POSISI BERDIRI

DWG NO. _____

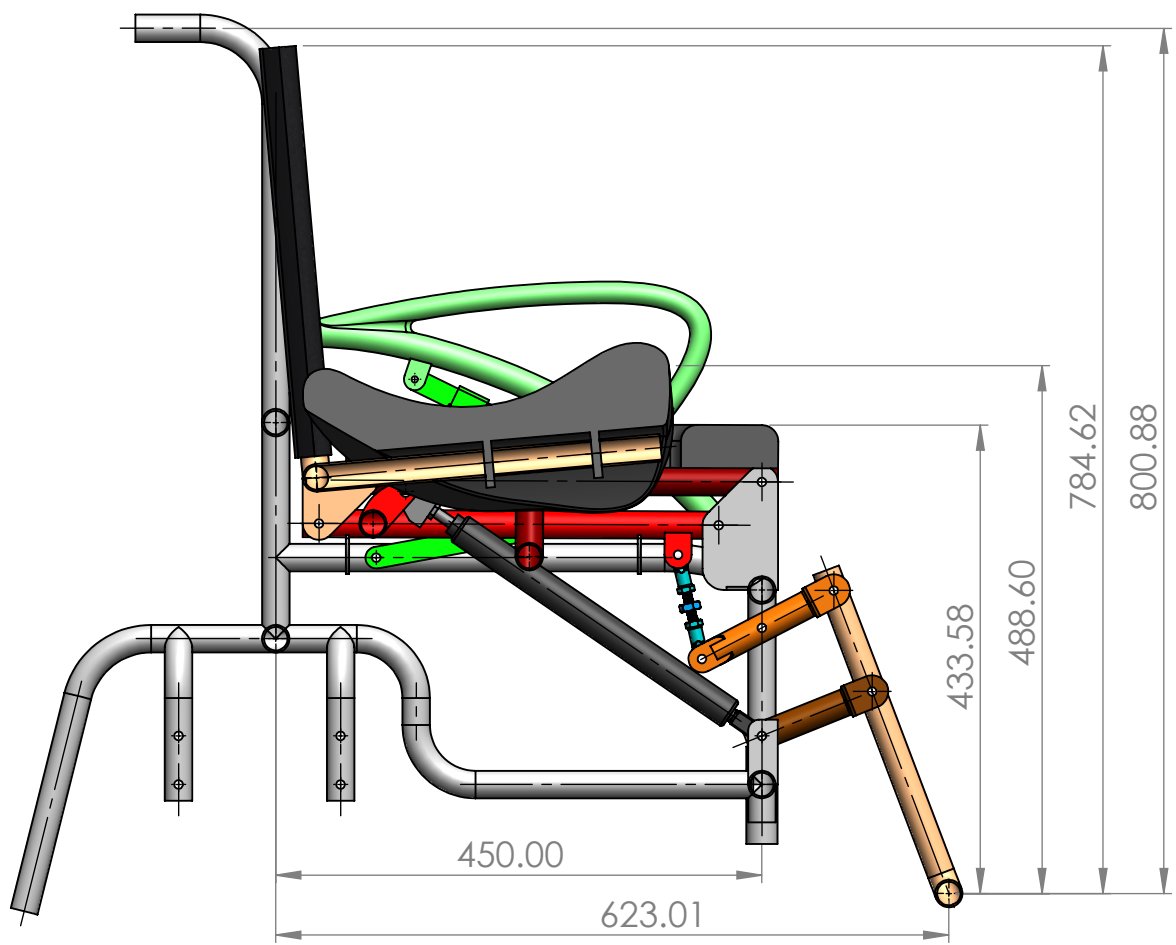
MATERIAL: _____

WEIGHT: _____

SCALE: 1:20

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:
POSISI DUDUK

MATERIAL:
 DWG NO.

WEIGHT:
 SCALE: 1:20

SHEET 1 OF 1