

**RANCANG BANGUN KURSI RODA
UNTUK PENYANDANG DISABILITAS**



LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Pendidikan diploma (D-3) Program Studi Teknik Mesin
Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Ujung Pandang

SARAH	341 20 012
MUH. ZAID AR	341 20 027
AIRUL AZIS	341 20 063

**PROGRAM STUDI D-3 TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR**

2023

HALAMAN PENGESAHAN

Dengan ini menyatakan bahwa laporan Tugas Akhir dengan:

Judul : "Rancang Bangun Kursi Roda untuk
Penyanggah Disabilitas"

Nama / NIM : Sarah / 341 20 012
Muh. Zaid AR / 341 20 027
Airul Azis / 341 20 063

Jurusan : Teknik Mesin

Program Studi : D-3 Teknik Mesin

Dinyatakan layak untuk diajukan pada Seminar Hasil.

Makassar, Juli 2023

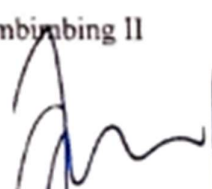
Mengesahkan,

Pembimbing I



Tri Agus Susanto, S.T., M.T.
NIP 19640811 199303 1 001


Pembimbing II



Amrullah, S.T., M.T.
NIP19850714 201903 1 005

Mengetahui,

Koordinator Program Studi D-3 Teknik Mesin



Tri Agus Susanto, S.T., M.T.
NIP 19640811 199303 1 001

HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, Agustus 2023. Panitia Ujian sidang Tugas Akhir, telah menerima dengan baik hasil Tugas Akhir oleh Mahasiswa:

Sarah 341 20 012

Muh. Zaid AR 341 20 027

Airul Azis 341 20 063

Dengan judul Tugas Akhir "Rancang Bangun Kursi Roda untuk Penyandang Disabilitas"

Makassar, Agustus 2023

Panitia Ujian Sidang Tugas Akhir

1. Dr. Eng. Pria Gautama, S.T., M.T.	Ketua	(.....)
2. Sitti Sahriana, S.S., M.App.Ling.	Sekretaris	(.....)
3. Drs. Mastang, M.Hum.	Anggota	(.....)
4. Dr. Jamal, S.T., M.T.	Anggota	(.....)
5. Tri Agus Susanto, S.T., M.T.	Pembimbing I	(.....)
6. Amrullah, S.T., M.T.	Pembimbing II	(.....)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. karena atas berkat, rahmat dan karunia-Nya, penulisan tugas akhir dengan judul “Rancang Bangun Kursi Roda untuk Penyandang Disabilitas” dapat diselesaikan dengan baik.

Dalam penulisan tugas akhir ini, tidak sedikit hambatan yang penulis alami. Namun, berkat bantuan berbagai pihak terutama pembimbing, hambatan tersebut dapat teratasi. Sehubungan dengan itu, pada kesempatan dan melalui lembaran ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ir. Ilyas Mansyur, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
2. Dr. Ir. Syaharuddin Rasyid, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
3. Tri Agus Susanto, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I dan Koordinator Program Studi D-3 Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Amrullah, S.T., M.T. selaku pembimbing II.
5. Para dosen dan staf Politeknik Negeri Ujung Pandang yang tidak disebut namanya satu per satu atas ilmu yang telah diberikan.
6. Rekan-rekan Teknik Mesin angkatan 2020 khususnya pada Program Studi D-3 Teknik Mesin atas kebersamaan dan kerjasamanya selama ini.

Ucapan terima kasih dan penghargaan juga disampaikan kepada orang tua serta seluruh keluarga tercinta yang telah memberi bantuan materi maupun nonmateri sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritikan dan saran yang bersifat membangun agar

laporan tugas akhir ini dapat menjadi lebih baik lagi. Semoga laporan tugas akhir ini bermanfaat bagi pembaca terkhusus bagi penulis.

Makassar, Juli 2023

Penulis

DAFTAR ISI

	hlm.
HALAMAN SAMPUL	
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENERIMAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR SIMBOL DAN SATUAN	xi
SURAT PERNYATAAN	xii
RINGKASAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Ruang Lingkup Kegiatan	3
1.4 Tujuan dan Manfaat Kegiatan	4
1.4.1 Tujuan Kegiatan	4
1.4.2 Manfaat Kegiatan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Definisi Kursi Roda	5
2.2 Komponen Kursi Roda	5
2.3 Prinsip Kerja Kursi Roda	7

2.4 Dasar-Dasar Rancang Bangun Kursi Roda	8
2.4.1 Pengukuran dan penandaan	8
2.4.2 Pemotongan	9
2.4.3 Pengecatan	10
2.4.4 Perhitungan Kekuatan las	10
2.4.5 Perhitungan Momen Bengkok	13
2.4.6 Bantalan	14

BAB III METODEDE KEGIATAN

3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan	16
3.1.1 Tempat	16
3.1.2 Waktu	16
3.2 Alat dan Bahan yang Digunakan	16
3.2.1 Alat yang Digunakan	16
3.2.2 Bahan yang Digunakan	17
3.3 Prosedur Langkah Kerja	18
3.3.1 Tahap Perancangan	18
3.3.2 Tahap Pembuatan	19
3.3.3 Tahap Perakitan	31
3.4 Langkah Pengujian	31
3.5 Teknik Analisis Data	32
3.6 Diagram Alir	33

BAB IV HASIL DAN DESKRIPSI

4.1 Hasil Kegiatan	34
--------------------------	----

4.1.1 Hasil Pembuatan Kursi Roda Penyandang Disabilitas	34
4.1.2 Hasil Perhitungan	35
4.1.3 Hasil Pengujian	39
4.2 Deskripsi Hasil Pengujian	41
4.3 Hasil Simulasi	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	hlm.
Gambar 2.1 Kursi roda konvensional	6
Gambar 2.2 <i>Butt joint</i>	11
Gambar 2.3 Skema dan dimensi bagian sambungan las	11
Gambar 2.4 Las <i>fillet</i> melingkar	13
Gambar 2.5 Skema momen inersia penampang persegi	14
Gambar 3.1 Rancangan kursi roda	18
Gambar 4.1 Hasil pembuatan kursi roda penyanggah disabilitas	34
Gambar 4.2 Ukuran total rancangan kursi roda	35
Gambar 4.3 <i>Safety factor</i> dengan pembebanan 700 N	45
Gambar 4.4 <i>Safety factor</i> dengan pembebanan 800 N	45
Gambar 4.5 <i>Safety factor</i> dengan pembebanan 900 N	46
Gambar 4.6 <i>Compare</i> simulasi <i>safety factor</i>	46
Gambar 4.7 Hasil Simulasi <i>Stress</i> dengan pembebanan 700N	47
Gambar 4.8 Hasil Simulasi <i>Stress</i> dengan pembebanan 800N	47
Gambar 4.9 Hasil Simulasi <i>Stress</i> dengan pembebanan 900N	47
Gambar 4.10 <i>Compare</i> simulasi <i>stress</i>	48
Gambar 4.11 Hasil simulasi <i>Strain</i> dengan pembebanan 700 N	48
Gambar 4.12 Hasil simulasi <i>Strain</i> dengan pembebanan 800 N	49
Gambar 4.13 Hasil simulasi <i>Strain</i> dengan pembebanan 900 N	49

DAFTAR TABEL

	hlm.
Tabel 3.1 Pembuatan komponen kursi roda	19
Tabel 3.2 Komponen standar	29
Tabel 4.1 Hasil data pengujian menggunakan kursi roda rancangan	40

DAFTAR SIMBOL DAN SATUAN

Simbol	Keterangan	Satuan
P	Beban	kN
t	Tebal plat	mm
s	Ukuran pengelasan	mm
l	Panjang pengelasan	mm
d	Diameter batang	mm
σ	Tegangan geser	MPa
Z	Section modulus	mm ³
A	Luas leher pengelasan	mm ²
σ_b	Tegangan bengkok	MPa
σ_t	Tegangan tarik	MPa
e	Panjang batang	mm
M	Momen bengkok	Nmm
F	Gaya	N
L	Panjang plat	mm
h	Panjang penampang hollow persegi	mm
W _b	Momen tahanan bengkok	mm ³
I	Momen inersia	mm ⁴
t	Waktu	s
m	Massa	kg

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sarah

NIM : 341 20 012

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini yang berjudul “Rancang Bangun Kursi Roda untuk Penyandang Disabilitas” merupakan gagasan hasil karya saya sendiri dengan arahan komisi pembimbing dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan institusi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam laporan tugas akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang

Makassar, Juli 2023

Sarah

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muh. Zaid AR

NIM : 341 20 027

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini yang berjudul “Rancang Bangun Kursi Roda untuk Penyandang Disabilitas” merupakan gagasan hasil karya saya sendiri dengan arahan komisi pembimbing dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan institusi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam laporan tugas akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang

Makassar, Juli 2023

Muh. Zaid AR

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Airul Azis

NIM : 341 20 063

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini yang berjudul “Rancang Bangun Kursi Roda untuk Penyandang Disabilitas” merupakan gagasan hasil karya saya sendiri dengan arahan komisi pembimbing dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan institusi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam laporan tugas akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang

Makassar, Juli 2023

Airul Azis

RINGKASAN

Dalam pemindahan penyandang disabilitas dari kursi roda ke dalam mobil, selama ini masyarakat pada umumnya masih menggunakan kursi roda manual. Dalam hal ini, penyandang disabilitas masih diangkat dengan tenaga manusia. Dalam proses tersebut, pemindahan penyandang masih membutuhkan waktu yang agak lama, kurang lebih 1 menit. Sehubungan dengan itu, dirancang bangunlah kursi roda dengan tujuan mempercepat proses pemindahan penyandang disabilitas.

Untuk mencapai tujuan yang dikemukakan di atas, rancang bangun diawali dengan perancangan, pembuatan, perakitan, dan pengujian. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kursi roda ini dapat mempercepat waktu proses pemindahan penyandang dalam waktu 54,3 detik. Waktu ini lebih cepat dibandingkan dengan menggunakan kursi roda manual pada umumnya, dimana waktu yang dibutuhkan untuk memindahkan penyandang yaitu 76,3 detik.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Lumpuh kaki merupakan kondisi tubuh anggota gerak bawah yang tidak dapat bergerak yang bisa bersifat permanen atau sementara. Kelumpuhan biasanya disebabkan karena kelainan sejak lahir, adanya kecelakaan fatal yang menyebabkan patah tulang anggota gerak, hingga penyakit saraf yang dapat menyebabkan kelumpuhan.

Penyandang yang mengalami kelumpuhan akan sulit untuk melakukan kegiatan sehari-hari seperti berpindah tempat karena ketidakmampuan untuk berjalan. Karena hal tersebut, dibutuhkan alat berupa tongkat atau kursi roda yang dapat membantu penyandang untuk bergerak dan berpindah tempat dari satu tempat ke tempat lain.

Kegunaan kursi roda sangat membantu sebagian orang yang kesulitan bergerak untuk beraktivitas sehari-hari. Misalnya, orang-orang disabilitas fisik, usia lanjut, dan orang yang sedang mengalami proses pemulihan cedera atau penyakit tertentu.

Secara umum kursi roda dibagi menjadi dua jenis, yaitu kursi roda manual (*conventional wheelchair*) dan kursi roda berpengerak motor (*motor powered wheelchair*). Berdasarkan data yang diperoleh dari seorang penulis, kursi roda jenis konvensional adalah pilihan utama pada pemakai kursi roda yang berada di kota Surabaya, yakni hampir 90% dari konsumen yang menggunakan kursi roda

konvensional. Kursi roda konvensional ini dapat digerakkan oleh pemakainya sendiri dengan memutar roda secara manual, maupun oleh pemandu (Batan, 2006).

Pada umumnya, rancangan kursi roda konvensional yang beredar di pasaran memiliki roda yang besar dan rangka yang lebar yang terpasang secara permanen sehingga pada saat melakukan pemindahan penyandang dari kursi roda ke tempat lain, dibutuhkan waktu dan tenaga untuk mengangkat penyandang tersebut. Terlebih jika penyandang mengalami kelumpuhan tangan dan kaki maupun total, maka akan lebih sulit bagi orang lain untuk melakukan proses pemindahan dan memerlukan waktu yang lama. yaitu membutuhkan waktu 76,3 detik. Selain itu, penggunaan kursi roda manual juga membutuhkan minimal dua orang untuk membantu proses pemindahan ke kursi roda.

Berdasarkan paparan di atas, penulis termotivasi untuk membuat kursi roda manual yang dapat mengefisienkan waktu dan mempermudah orang lain dalam proses pemindahan penyandang kelumpuhan kaki ke tempat tertentu dalam hal ini memindahkan penyandang dari kursi roda ke dalam mobil atau sebaliknya karena kursi roda yang akan dirancang memiliki rangka yang lebih ramping dan dudukan kursi yang didesain agar dapat dilepas-pasang, diputar, dan dinaik-turunkan menggunakan dongkrak hidrolis sehingga akan lebih cepat dan mudah ketika memindahkan penyandang dari tempat tinggi ke tempat rendah dan pada akhirnya proses pemindahan penyandang dapat diselesaikan dengan cepat dan menghemat tenaga.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut di atas, maka didapatkan rumusan masalah yaitu bagaimana mempercepat waktu memindahkan penyandang kelumpuhan kaki dari kursi roda ke mobil?

1.3 Ruang Lingkup Kegiatan

Terkait dengan luasnya pembahasan pembuatan kursi roda, maka penulis membatasi cakupan ruang lingkup kegiatan ini, yakni:

1. Ada berbagai jenis kursi roda yang tersedia di pasaran. Berdasarkan sumber gerak, kursi roda terbagi menjadi dua yaitu kursi roda manual dengan sumber penggerak berupa tenaga manusia dan kursi roda elektrik dengan sumber penggerak berupa tenaga yang bersumber dari listrik. Namun, kursi roda yang akan dibuat yaitu kursi roda manual.
2. Bahan utama pembuatan kursi roda yang akan digunakan adalah besi. Secara umum, besi terbagi menjadi beberapa jenis, yaitu: besi polos, hollow, galvanis, strip, siku, besi ulir, besi tempa, dan stainless steel. Dari berbagai jenis besi tersebut, besi yang akan digunakan adalah besi hollow.
3. Berdasarkan penggunaannya, kursi roda digunakan oleh penyandang untuk berpindah suatu tempat ke tempat lainnya. Misalnya, memindahkan penyandang dari tempat tidur ke toilet, dari tempat tidur ke mobil, dari ruang tamu ke taman rumah dan lainnya. Berdasarkan

penggunaannya, kursi roda yang akan dibuat digunakan untuk memindahkan penyandang dari kursi roda ke dalam mobil

4. Secara umum, mobil terbagi menjadi beberapa jenis seperti mobil hatchback, sedan, station wagon, pickup dan lainnya. Namun, jenis mobil yang akan dipilih yaitu mobil sedan.

1.4 Tujuan dan Manfaat Kegiatan

1.4.1 Tujuan Kegiatan

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah di atas, tujuan kegiatan ini ialah untuk mempercepat waktu memindahkan penyandang kelumpuhan kaki dari kursi roda ke mobil.

1.4.2 Manfaat Kegiatan

Adapun manfaat dari penulisan ini yaitu sebagai berikut.

1. Dapat mengefisienkan penggunaan tenaga manusia.
2. Menambah pengetahuan serta wawasan dalam memproduksi kursi roda yang lebih efektif.
3. Dapat dijadikan sebagai wirausaha baru dalam membuat kursi roda.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Kursi Roda

Definisi dari kursi roda yang ditemukan dari berbagai sumber memiliki beberapa persamaan. Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia Daring (2022), “Kursi roda adalah kursi dengan dua roda kecil di depan dan dua roda besar di samping, digunakan untuk orang yang tidak dapat berjalan”. Menurut Yudiantyo (2020: 41), “Kursi roda merupakan sebuah fasilitas untuk membantu orang yang tidak bisa berjalan”. Pendapat yang hampir sama dengan Pratiwi dkk. (2018: 208), “Kursi roda merupakan salah satu alat bantu bagi penyandang cacat kaki untuk dapat berpindah dari satu tempat ke tempat lain, baik ditempat datar maupun dari tempat rendah ke tempat yang lebih tinggi”.

Dari beberapa pendapat yang telah dikemukakan, definisi mengenai kursi roda memiliki persamaan yaitu digunakan oleh orang yang tidak dapat berjalan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kursi roda adalah kursi yang memiliki beberapa roda, yang digunakan oleh penyandang kelumpuhan kaki sebagai alat bantu untuk bergerak berpindah tempat dan melakukan aktivitas sehari-hari.

2.2 Komponen Kursi Roda

Ditinjau dari berbagai kursi roda yang ada, komponen-komponennya telah banyak dikemukakan oleh penulis. Kursi roda dengan jenis konvensional terdiri dari beberapa komponen sebagai berikut.

1) backrest (sandaran), 2) push handle (pendorong), 3) armrest (sandaran tangan), 4) seat (kursi), 5) rear wheel (roda belakang), 6) handrim, 7) rear axle (penyangga roda), 8) crossbar (bagian bawah kursi yang berbentuk x), 9) front rigging (rangka depan), 10) front caster (sudut vertikal roda), 11) foot plate (sandaran kaki), 12) wheel lock (pengunci roda) (Pratiwi dkk., 2018:208).

Pendapat yang hampir sama dikemukakan oleh Nugroho (2020:7) bahwa komponen kursi roda terdiri atas “1) push handle, 2) armrest, 3) backseat, 4) frame, 5) seat, 6) wheel, 7) brake, 8) fork, 9) heel loop, 10) footplate, 11) caster wheel, 12) footrest.” Pendapat lain mengenai komponen kursi roda dikemukakan oleh Syam (2011:151) bahwa komponen kursi roda terdiri atas “1) asesori tempat duduk, 2) rangka depan, 3) aki (accu) 12A, 4) roda alternatif, 5) roda bebas/ pengarah, 6) roda ban sepeda, 7) komponen roda gigi poros utama, 8) komponen gear rantai dan roda gigi, 9) komponen roda gigi batang ulir, 10) motor DC.”



Gambar 2.1 Kursi roda konvensional

Sumber : Pratiwi dkk. (2018)

Dari beberapa komponen kursi roda yang telah dikemukakan, terdapat dua belas komponen kursi roda yang dikemukakan oleh Pratiwi dan Nugroho.

Sementara menurut Syam, komponen kursi roda berjumlah sepuluh. Perbedaan jumlah komponen ini terletak pada aki, gear rantai, roda gigi, dan motor DC. Pada sisi lain, kursi roda yang dikemukakan oleh Pratiwi dan Nugroho merupakan kursi roda manual, sedangkan yang dikemukakan oleh Syam merupakan kursi roda elektrik yang menggunakan motor sebagai sumber penggerak dan aki sebagai sumber energi.

Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa komponen utama kursi roda penyandang disabilitas yaitu rangka utama, kursi, pendorong (*push handle*), dongkrak, dan tumpuan kaki (*footrest*). Sedangkan komponen-komponen lainnya hanyalah komponen pendukung yang disesuaikan dengan penggunaannya.

2.3 Prinsip Kerja Kursi Roda

Berdasarkan hasil penelusuran terkait prinsip kerja kursi roda, didapatkan beberapa pendapat. Prinsip kerja kursi roda merupakan salah satu dari penerapan prinsip pesawat sederhana dengan jenis roda berporos. Roda berporos adalah sebuah poros yang menghubungkan dua buah roda yang dapat berputar secara bersamaan. Ketika roda digerakkan, maka poros juga akan ikut bergerak (Zenius, 2021). Pendapat lain yang telah ditemukan, prinsip kerja kursi roda menurut Wikipedia (2022) “Alat ini bisa digerakkan dengan didorong oleh pihak lain, digerakkan dengan menggunakan tangan, atau dengan menggunakan mesin otomatis.” Pendapat yang hampir sama dengan Nugroho (2020:8) “Alat ini biasanya digunakan dengan cara didorong oleh pendamping atau juga bisa digerakkan sendiri oleh pengguna menggunakan pendorong tangan.”

Prinsip kerja yang dikemukakan oleh Zenius (2021) merupakan contoh dari prinsip pesawat sederhana roda berporos, sementara prinsip kerja yang dikemukakan oleh Wikipedia dan Nugroho hampir sama yaitu kursi roda yang digerakkan dengan cara didorong yang bisa digerakkan sendiri ataupun dengan bantuan orang lain.

Berdasarkan pendapat-pendapat yang telah dikemukakan maka dapat diambil kesimpulan bahwa prinsip kerja kursi roda yaitu sebuah alat yang memiliki roda yang dapat digerakkan dengan cara didorong menggunakan bantuan orang lain yang digunakan untuk memindahkan penyandang dari suatu tempat ke tempat lain, dalam hal ini memindahkan penyandang dari tempat tidur ke mobil atau sebaliknya. Kursi roda ini akan bergerak ke atas jika tuas diinjak dan akan bergerak ke bawah jika katup diputar, kursi ini juga dirancang memiliki kursi yang bisa dilepas dan berotasi.

2.4 Dasar-Dasar Rancang Bangun Kursi Roda

2.4.1 Pengukuran dan Penandaan

Pengukuran berarti membandingkan suatu besaran yang akan diukur dengan suatu ukuran pembanding yang telah ditera (alat ukur), pengukuran panjang merupakan suatu pekerjaan awal yang dilakukan sebelum melakukan proses pengerjaan logam.

Terdapat beberapa jenis alat ukur yang digunakan untuk mengetahui dimensi pada pengerjaan logam, diantaranya yaitu :

- a. Rol meter atau biasa dikenal dengan meteran yang dapat mengukur benda 5-50 meter. Satuan yang ada pada alat ukur ini yaitu mm, cm, feet dan inch.
- b. Mistar siku selain digunakan untuk mengukur dimensi logam, alat ini juga digunakan untuk menandai dan mengetahui bagian logam yang dipotong dengan besar sudut 45 derajat atau 90 derajat.
- c. Jangka Sorong merupakan alat ukur yang menggunakan satuan ketelitian hingga 0,01 mm yang digunakan untuk mengukur diameter dalam dan diameter luar.

Penandaan merupakan langkah awal dalam proses pengerjaan logam yaitu dengan menggambar atau menandai lembaran plat baja atau plat siku yang akan dipotong atau dibentuk sesuai dengan pola dan ukuran rancangan mesin. Penggoresan ialah penggambaran garis-garis pola penggarapan pada benda kerja yang akan digarap. Penandaan (marking) bertujuan untuk mempermudah dalam proses pemotongan atau pembentukan

2.4.2 Pemotongan

Logam yang telah melalui proses penandaan selanjutnya akan di potong sesuai pola atau ukuran. Alat yang digunakan dalam memotong logam atau plat yaitu gerinda tangan yang merupakan perkakas untuk memotong atau menggerus berbagai benda seperti logam.

2.4.3 Pengecatan

Pengecatan adalah proses pelapisan warna yang bertujuan untuk mencegah korosi. Korosi disebabkan oleh reaksi logam dengan unsur yang bukan logam dari lingkungan. Dengan dilakukan pengecatan, maka proses korosi dapat dicegah

2.4.4 Perhitungan Kekuatan Las

Pengelasan adalah menyambung antara dua logam, baik dengan menggunakan bahan tambahan, dimana bagian yang akan dilas dipanaskan terlebih dahulu.

Sambungan las termasuk sambungan tetap dan rapat, seperti juga pada sambungan rekat dan solder. Kekuatan sambungan las sangat bergantung pada pengerjaan, bahan elektroda las dan bentuk sambungan las yang dikerjakan. Semua jenis baja dapat dilas tetapi hasil terbaik tetap pada baja rol panas.

Adapun jenis-jenis sambungan yang diggunakan antara lain :

- a. Las Temu (*butt joint*)

Kekuatan tarik *butt joint (single- V)*

$$\sigma_t = \frac{P}{l \cdot t}$$

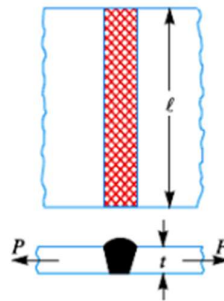
$$\sigma_t = \frac{m \cdot g}{l \cdot t} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

σ_t = Tegangan tarik (MPa)

m = Massa (kg)

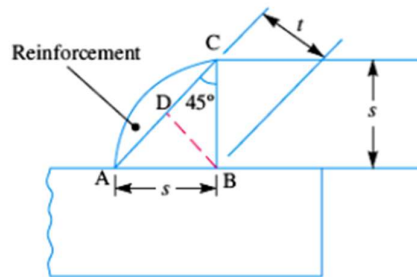
- g = Percepatan gravitasi (m/s^2)
- l = Panjang pengelasan (mm)
- t = Tebal plat (mm)



Gambar 2.2 Butt joint

b. Las *fillet joint*

Fillet joint merupakan salah satu jenis sambungan yang didapatkan dengan pelapisan plat sehingga permukaan las mendekati bentuk segitiga kemudian mengelas sisi dari plat (Nur dan Muhammad Arsyad Suyuti, 2017).



Gambar 2.3 Skema dan dimensi bagian sambungan las

Keterangan:

- t = Tebal leher (mm)
- s = Tebal plat (mm)

- l = Panjang las (mm)
- A = Luas minimum las (mm²)
- m = Massa (kg)
- g = Percepatan gravitasi (m/s²)

Dari gambar 2.2 ditemukan ketebalan leher

$$t = s \cdot \sin 45^\circ = s \cdot 0,707$$

Kekuatan tarik untuk *single fillet weld* adalah:

$$\sigma_t = \frac{m \cdot g}{s \cdot 0,707 \cdot l} \dots\dots\dots (2)$$

c. Las fillet melingkar yang dikenai momen bengkok

Tegangan bengkok terjadi pada bidang horizontal sepanjang las fillet. Tegangan bengkok maksimum terjadi pada leher las dengan sudut 45° dari bidang horizontal.

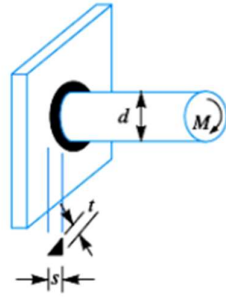
Panjang leher, $t = s \cdot \sin 45^\circ = 0,707 \cdot s$

Persamaan dari tegangan bengkok adalah:

$$\sigma_b = \frac{M}{Z} = \frac{M}{\pi t d^2/4} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

- σ_b = Tegangan bengkok (MPa)
- d = Diameter batang (mm)
- M = Momen bengkok pada batang (Nmm)
- s = Ukuran las (mm)
- t = Tebal leher (mm)
- Z = Section modulus dari bagian las (mm³)
= $\pi t d^2/4$



Gambar 2.4 Las fillet melingkar

Persamaan untuk menghitung tegangan geser utama:

$$\tau_{\max} = \frac{1}{2} \sqrt{(\sigma_b)^2 + 4 \tau^2} \quad \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

τ = Tegangan geser (MPa)

σ_b = Tegangan bengkok (MPa)

2.4.5 Perhitungan Momen Bengkok

Untuk menghitung tegangan bengkok pada balok maka digunakan persamaan momen bengkok maksimum yaitu:

$$\sigma_b = \frac{\text{Momen Bengkok Maksimum}}{\text{Momen Tahanan Bengkok}} = \frac{M_{b\max}}{W_b} \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$M_{b\max} = F \cdot L$$

$$W_b = \frac{I_x}{e_x}$$

Keteranngan:

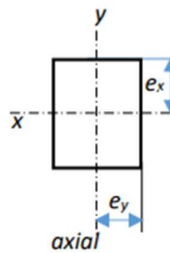
σ_b = Tegangan bengkok (MPa)

$M_{b\max}$ = Momen bengkok maksimum (N.mm)

W_b = Momen tahanan bengkok (mm³)

- F = Gaya (N)
- L = Panjang plat (mm)
- I_x = Momen Inersia (mm^4)
- e_x = Jarak dari sumbu ke sisi luar (mm)

Nilai W_b untuk penampang persegi diperoleh dari momen inersia dibagi jarak dari sumbu ke sisi terluar, e atau r .



Gambar 2.5 Skema momen inersia penampang persegi

2.4.6 Bantalan

Hermawan dkk. (2012) menyatakan bahwa “Bearing (bantalan) adalah elemen mesin yang menumpu poros yang mempunyai beban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman, dan mempunyai umur yang panjang”. Bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta bagian mesin lainnya bekerja dengan baik. Jika bantalan tidak berfungsi dengan baik maka sistem tidak dapat bekerja secara maksimal.

Klasifikasi bantalan:

1. Atas dasar gerakan bantalan terhadap poros
 - Bantalan luncur
 - Bantalan gelinding
2. Atas dasar arah beban terhadap poros

- Bantalan radial
- Bantalan aksial
- Bantalan gelinding khusus

BAB III

METODE KEGIATAN

3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

3.1.1 Tempat

Adapun tempat pelaksanaan rancang bangun kursi roda penyangang disabilitas bertempat di Bengkel Mekanik dan Las Politeknik Negeri Ujung Pandang.

3.1.2 Waktu

Waktu pelaksanaan Pembuatan Kursi Roda untuk Penyandang Disabilitas yaitu pada bulan September 2022 sampai bulan Mei 2023.

3.2 Alat dan Bahan yang Digunakan

Kegiatan pembuatan kursi roda penyangang disabilitas ini dilakukan dengan mempersiapkan pengadaan alat dan bahan untuk membantu dan menciptakan alat yang direncanakan.

3.2.1 Alat yang digunakan

1. Mesin las listrik,
2. Mesin bor duduk,
3. Mesin bor tangan,
4. Mesin bubut,
5. Mata bor besi diameter 6,8,10 dan 12.
6. Mesin gerinda tangan,

7. Mesin bending
8. Mata gerinda pemotong,
9. Mata gerinda penghalus,
10. Kunci pas,
11. Mistar baja,
12. Penyiku,
13. Meteran,
14. Jangka sorong,
15. Tang,
16. Obeng,
17. Ragum,
18. Kikir,
19. Spidol,
20. Alat pelindung diri,

3.2.2 Bahan yang Digunakan

1. Besi pejal 20 mm
2. Besi pipa 15 mm,
3. Plat besi 3 mm,
4. Plat besi 2 mm,
5. Plat besi 1 mm,
6. Besi *hollow* 40x80 mm,
7. Besi *hollow* 40x40 mm,
8. Besi *hollow* 30x30 mm,

9. Besi *hollow* 10x10 mm,
10. Besi beton 6 mm,
11. Dongkrak,
12. Bantalan (*bearing*),
13. Baut, Mur dan scrup,
14. Roda karet,
15. Elektroda,
16. Cat dan thinner

3.3 Prosedur Langkah Kerja

Beberapa tahap dalam proses pembuatan untuk menyelesaikan pembuatan kursi roda. Hal ini dimaksudkan agar pengerjaan dilakukan dengan prosedur yang benar sehingga dapat terselesaikan dengan baik.

3.3.1 Tahap Perancangan

Perancangan model kursi roda dilakukan dengan menggunakan *software Autodesk Fusion 360* untuk menampilkan gambaran yang ingin dibuat. Berikut adalah gambar rancang bangun kursi roda untuk penyandang disabilitas yang digambar melalui *software Autodesk Fusion 360*.



Gambar 3.1 Rancangan kursi roda

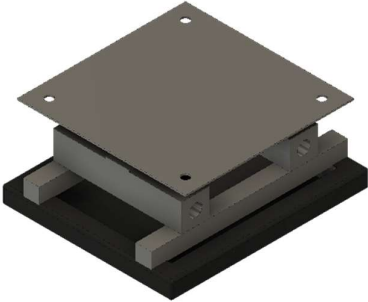
3.3.2 Tahap Pembuatan

Setelah dilakukan tahap perancangan, maka tahap berikutnya adalah tahap pembuatan. Tahap pembuatan kursi roda penyanggah disabilitas ini dikerjakan dengan sistem pengelompokan komponen-komponen. Komponen setiap unit dikerjakan secara bertahap sesuai dengan prosedur dan fungsi unit tersebut. Hal ini dilakukan agar dalam tahap pengerjaan, perakitan akan mudah dan lancar.


Adapun penjelasan dari tahap pembuatan komponen-komponen tersebut dapat dilihat pada tabel berikut.

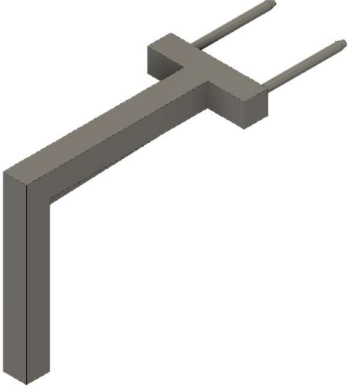
Tabel 3.1 Pembuatan komponen kursi roda

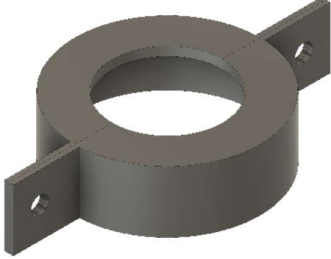
No	Komponen	Alat	Bahan	Proses pembuatan
1.	Rangka bawah 	<ul style="list-style-type: none">- Mesin gerinda.- Mesin las listrik- Mesin bor tangan- Meteran 3 m- Spidol- Penyiku- APD	<ul style="list-style-type: none">- Besi <i>hollow</i> 40x80 mm- Besi <i>hollow</i> 10x20 mm- Besi <i>hollow</i> 40x40 mm- Baut- Elektroda	<ul style="list-style-type: none">- Mengukur besi <i>hollow</i> sesuai dengan ukuran yang akan dibuat dengan menggunakan meteran.- Memotong besi yang telah diukur dengan menggunakan mesin gerinda tangan.- Menyambungkan hasil-hasil potongan besi dengan menggunakan mesin las listrik sesuai gambar kerja


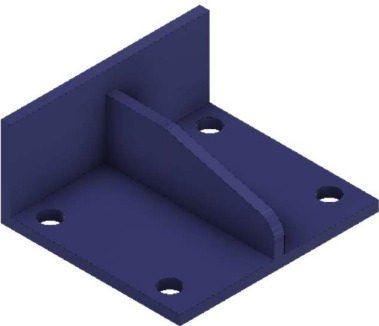
No	Komponen	Alat	Bahan	Proses pembuatan
				<ul style="list-style-type: none"> - Membuat lubang untuk baut dengan menggunakan bor tangan. - Meratakan permukaan hasil pengelasan dengan menggunakan gerinda tangan.
2.	Dudukan kursi 	<ul style="list-style-type: none"> - Mesin gerinda tangan - Mesin las listrik - Mesin bor duduk - Spidol - Penyiku - APD 	<ul style="list-style-type: none"> - Besi plat ketebalan 4 mm - Besi <i>hollow</i> 30x30 mm - besi <i>hollow</i> 10x10 mm - elektroda - Besi pipa 20 mm - <i>Bearing</i> - Plastik lembaran 	<ul style="list-style-type: none"> - Mengukur besi plat sesuai dengan ukuran gambar kerja dengan menggunakan meteran. - Mengukur besi <i>hollow</i> sesuai dengan ukuran gambar kerja dengan menggunakan meteran. - Mengukur besi pipa sesuai dengan gambar kerja dengan menggunakan meteran. - Memotong besi yang telah diukur dengan menggunakan mesin gerinda tangan. - Menyambungkan hasil-hasil potongan besi dengan menggunakan mesin


No	Komponen	Alat	Bahan	Proses pembuatan
				<p>las listrik sesuai gambar kerja.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mengukur plastik lembaran sesuai gambar kerja yang akan digunakan pada bagian bawah dudukan kursi sebagai alas dengan menggunakan meteran. - Memasang <i>bearing</i> pada <i>clamp</i> yang berada ditengah dudukan kursi dengan cara menyesuaikan dudukan <i>bearing</i> dengan <i>bearing</i> yang akan dipasang. - Meratakan permukaan hasil pengelasan dengan menggunakan mesin gerinda tangan - Membuat lubang untuk baut dengan menggunakan mesin bor duduk.
3.	Rumah dongkrak	- Mesin gerinda tangan	- Besi plat 1 mm	- Mengukur besi plat sesuai dengan ukuran

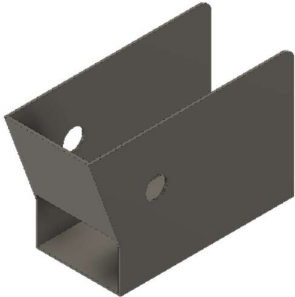
No	Komponen	Alat	Bahan	Proses pembuatan
		<ul style="list-style-type: none"> - Mesin las listrik - Meteran - Spidol - Penyiku - APD 	<ul style="list-style-type: none"> - Besi plat 3 mm - Besi plat 2 mm - Besi beton 6 mm - Baut - elektroda 	<ul style="list-style-type: none"> - gambar kerja dengan menggunakan meteran. - Mengukur besi beton sesuai dengan ukuran gambar kerja dengan menggunakan meteran. - Memotong besi yang telah diukur dengan menggunakan mesin gerinda. - Membending besi plat dengan kemiringan 90 derajat dengan menggunakan mesin bending. - Menyambungkan hasil-hasil potongan besi dengan menggunakan mesin las listrik sesuai gambar kerja - Membuat engsel pintu dengan menggunakan baut dan besi beton - Meratakan hasil pengelasan dengan menggunakan gerinda tangan

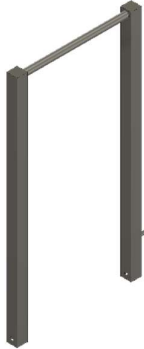
No	Komponen	Alat	Bahan	Proses pembuatan
4.	Tiang Kursi 	<ul style="list-style-type: none"> - Mesin gerinda tangan - Mesin las listrik - Mesin bubut - Spidol - Penyiku - APD 	<ul style="list-style-type: none"> - Besi <i>hollow</i> 40x40 mm - Besi pejal 20 mm - Elektroda 	<ul style="list-style-type: none"> - Mengukur besi <i>hollow</i> sesuai dengan ukuran gambar kerja dengan menggunakan meteran. - Mengukur besi pejal sesuai dengan ukuran gambar kerja dengan menggunakan meteran. - Melakukan proses pembubutan pada besi pejal sesuai dengan ukuran gambar kerja dengan menggunakan mesin bubut. - Memotong besi yang telah diukur dengan menggunakan mesin gerinda tangan. - Menyambungkan hasil-hasil potongan besi dengan menggunakan mesin las listrik sesuai gambar kerja. - Meratakan hasil pengelasan dengan menggunakan gerinda tangan.

No	Komponen	Alat	Bahan	Proses pembuatan
5.	<p data-bbox="272 338 459 373"><i>Clamp bearing</i></p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Mesin gerinda tangan - Mesin las listrik - Mesin bor duduk - Mistar baja - Spidol - APD 	<ul style="list-style-type: none"> - Besi plat 2 mm - Besi pipa - Elektroda 	<ul style="list-style-type: none"> - Mengukur besi plat sesuai dengan ukuran gambar kerja dengan menggunakan meteran. - Mengukur besi pipa sesuai dengan ukuran gambar kerja dengan menggunakan meteran. - Memotong besi yang telah diukur dengan menggunakan mesin gerinda. - Menyambungkan hasil-hasil potongan besi dengan menggunakan mesin las listrik. - Membuat lubang untuk baut pada plat dengan menggunakan mesin bor duduk. - Meratakan permukaan pengelasan dengan menggunakan mesin gerinda tangan.
6.	<p data-bbox="272 1629 513 1665"><i>Bracket roda depan</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mesin gerinda tangan 	<ul style="list-style-type: none"> - Besi plat 4 mm - Besi beton 6 mm 	<ul style="list-style-type: none"> - Mengukur besi plat sesuai dengan ukuran pada gambar kerja

No	Komponen	Alat	Bahan	Proses pembuatan
		<ul style="list-style-type: none"> - Mesin las listrik - Mesin bor duduk - Spidol - APD 	<ul style="list-style-type: none"> - Elektroda 	<ul style="list-style-type: none"> dengan menggunakan meteran. - Mengukur besi beton sesuai dengan ukuran pada gambar kerja dengan menggunakan meteran. - Memotong besi yang telah diukur dengan menggunakan mesin gerinda tangan. - Menyambungkan hasil potongan dengan menggunakan mesin las listrik. - Meratakan permukaan pengelasan dengan menggunakan mesin gerinda tangan.
7.	<i>Bracket</i> roda belakang 	<ul style="list-style-type: none"> - Mesin gerinda tangan - Mesin las listrik - Mesin bor duduk - Ragum - Penyiku - Meteran 	<ul style="list-style-type: none"> - Besi plat 4 mm - Elektroda 	<ul style="list-style-type: none"> - Mengukur besi plat sesuai dengan ukuran pada gambar kerja dengan menggunakan meteran. - Memotong besi plat yang telah diukur dengan menggunakan mesin gerinda tangan.

No	Komponen	Alat	Bahan	Proses pembuatan
		<ul style="list-style-type: none"> - Spidol - APD 		<ul style="list-style-type: none"> - Membuat lubang untuk baut dengan menggunakan mesin bor duduk. - Menyambungkan hasil potongan dengan menggunakan mesin las listrik. - Meratakan permukaan pengelasan dengan menggunakan mesin gerinda tangan.
8.	Foot step 	<ul style="list-style-type: none"> - Mesin gerinda tangan - Mesin bor duduk - Mesin las listrik - Ragum - Penyiku - Meteran - Spidol - APD 	<ul style="list-style-type: none"> - Besi plat 1 mm - Besi <i>hollow</i> 10x10 mm - Elektroda 	<ul style="list-style-type: none"> - Mengukur besi plat sesuai dengan ukuran pada gambar kerja dengan menggunakan meteran. - Mengukur besi <i>hollow</i> sesuai dengan ukuran pada gambar kerja dengan menggunakan meteran. - Memotong besi yang telah diukur dengan menggunakan mesin gerinda tangan. - Membuat lubang untuk baut sesuai dengan ukuran pada gambar

No	Komponen	Alat	Bahan	Proses pembuatan
				<p>kerja dengan menggunakan mesin bor duduk.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Menyambungkan hasil potongan dengan menggunakan mesin las listrik. - Meratakan permukaan pengelasan dengan menggunakan mesin gerinda tangan.
9.	<p>Engsel pendorong</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Mesin gerinda tangan - Mesin bor duduk - Mesin las listrik - Penyiku - Meteran - Ragum - Spidol - APD 	<ul style="list-style-type: none"> - Besi plat 1 mm - Elektroda 	<ul style="list-style-type: none"> - Mengukur besi plat sesuai dengan ukuran pada gambar kerja dengan menggunakan meteran. - Memotong besi plat yang telah diukur dengan menggunakan mesin gerinda tangan. - Membuat lubang untuk baut pada plat yang telah dipotong dengan menggunakan mesin bor duduk. - Menyambungkan hasil potongan dengan menggunakan mesin las listrik.

No	Komponen	Alat	Bahan	Proses pembuatan
				- Meratakan permukaan pengelasan dengan menggunakan mesin gerinda tangan.
10.	Pendorong 	<ul style="list-style-type: none"> - Mesin gerinda tangan - Mesin bor duduk - Mesin las listrik - Ragum - Penyiku - Meteran - Spidol - APD 	<ul style="list-style-type: none"> - Besi <i>hollow</i> 30x30 mm - Besi pipa 15 mm - Besi beton 6 mm - Elektroda 	<ul style="list-style-type: none"> - Mengukur besi sesuai dengan ukuran pada gambar kerja dengan menggunakan meteran. - Memotong besi yang telah diukur dengan menggunakan mesin gerinda tangan. - Membuat lubang untuk baut pada besi <i>hollow</i> dengan menggunakan mesin bor duduk. - Menyambungkan hasil potongan dengan menggunakan mesin las listrik. - Meratakan permukaan pengelasan dengan menggunakan mesin gerinda tangan.
11.	Pengunci putaran kursi	<ul style="list-style-type: none"> - Mesin gerinda tangan - Mesin las listrik 	<ul style="list-style-type: none"> - Besi plat 2 mm - Besi beton 6 mm - Elektroda 	<ul style="list-style-type: none"> - Mengukur besi sesuai dengan ukuran pada gambar kerja dengan menggunakan meteran.

No	Komponen	Alat	Bahan	Proses pembuatan
		<ul style="list-style-type: none"> - Meteran - Spidol - APD 	<ul style="list-style-type: none"> - Baut. 	<ul style="list-style-type: none"> - Memotong besi yang telah diukur dengan menggunakan mesin gerinda tangan. - Menyambungkan hasil potongan dengan menggunakan mesin las listrik. - Meratakan permukaan pengelasan dengan menggunakan mesin gerinda tangan.

Tabel 3.2 Komponen standar

No.	Komponen	Spesifikasi
1.	Dongkrak / <i>Hidraulic jack</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Jenis dongkrak yang digunakan adalah dongkrak botol merk tekiro dengan kapasitas 2ton.
2.	<i>Bearing</i> / Bantalan	<ul style="list-style-type: none"> - Jenis bearing yang digunakan yaitu <i>ball bearing</i> yang dapat diperoleh dari toko perkakas atau toko khusus <i>bearing</i>. - Bearing yang digunakan adalah tipe DIN 6004-2RSR dengan ukuran Ø20mm ED Ø42mm W 12mm

		
3.	<p>Roda</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Jenis roda yang digunakan adalah roda kastor dengan bahan roda berupa karet. Roda ini dapat diperoleh dari toko yang menyediakan alat permesinan, - Ukuran roda yang digunakan adalah 4 inci.
5.	<p>Kursi Plastik</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Jenis kursi yang digunakan adalah <i>adjustable swivel chair</i> tanpa busa. - Kursi ini dapat diperoleh dari toko khusus furnitur atau properti bangunan.

3.3.3 Tahap Perakitan

Perakitan merupakan proses dalam satu bentuk yang saling mendukung, sehingga terbentuk mekanisme kerja yang di inginkan. Adapun langkah-langkah proses perakitan kursi roda adalah sebagai berikut:

1. Menghubungkan engsel pendorong, bracket roda depan dan belakang dengan rangka bawah dengan menggunakan sambungan las,
2. Menghubungkan dudukan kursi dengan tiang kursi dengan menggunakan sambungan las,
3. Menghubungkan dudukan kursi dengan menggunakan sambungan baut pada kursi penyangga,
4. Menyambungkan rangka utama dengan komponen lainnya dengan menggunakan mesin las listrik,
5. Memasang roda pada rangka kursi dengan menggunakan sambungan baut.

3.4 Langkah Pengujian

Dalam tahap pengujian, dipastikan komponen kursi roda sudah terpasang dengan benar agar dalam pengujian tidak ada komponen yang tidak berfungsi dengan baik. Adapun tahapan pengujian yang akan dilakukan yaitu sebagai berikut:

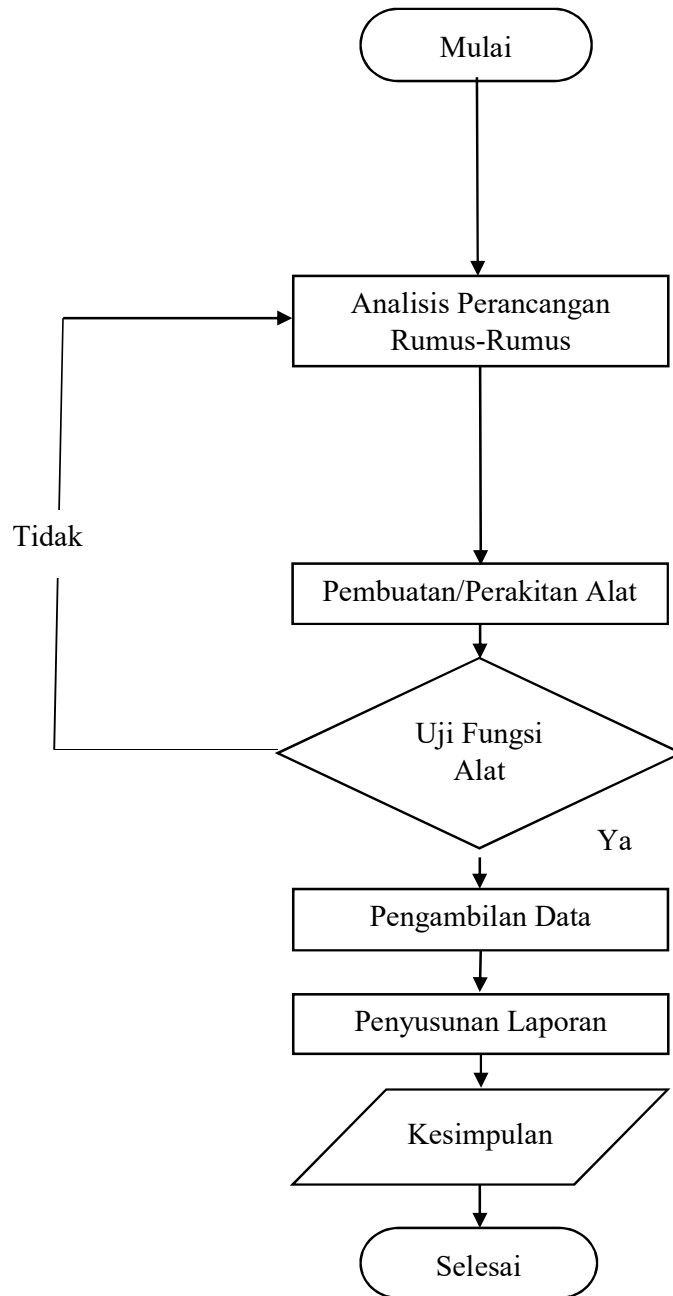
1. Setelah kursi roda disiapkan, pasien didudukkan di kursi roda. Pengaturan ketinggian tempat dilakukan dengan memompa tuas dongkrak untuk meninggikan kursi dan memutar katup untuk menurunkan kursi roda,
2. Melakukan proses pemindahan penyanggah dari kursi roda ke mobil kemudian mengamati dan mencatat durasi waktu selama proses tersebut berlangsung dengan menggunakan *stopwatch*,
3. Mengulangi langkah 2 sebanyak 9 kali,
4. Pengujian Selesai.

3.5 Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh melalui pengujian tersebut akan diuji secara deskriptif, yaitu memberikan gambaran tentang ketahanan dan kekuatan kursi roda dalam mengangkat beban.

3.6 Diagram Alir

Adapun bagan alir dalam proses pembuatan kursi roda untuk penyandang disabilitas dapat dilihat pada gambar berikut:



BAB IV

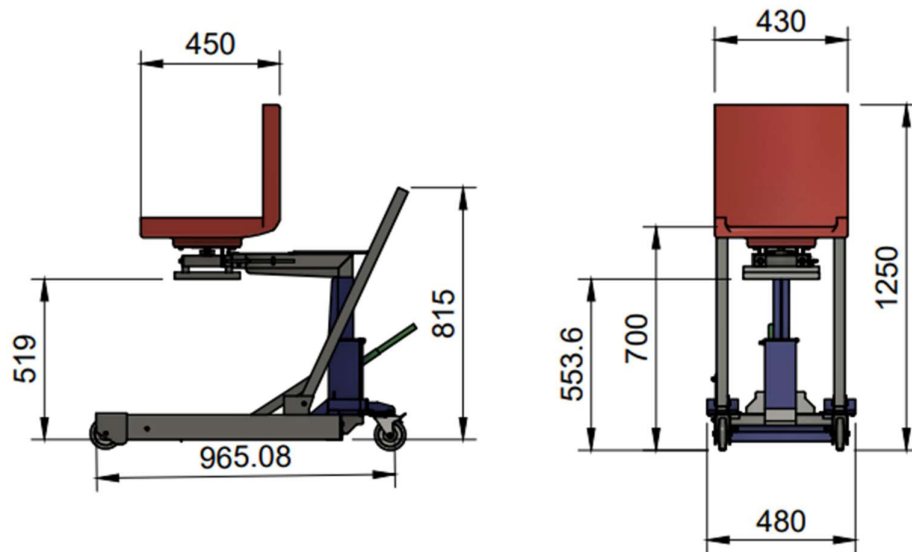
HASIL DAN DESKRIPSI

4.1 Hasil Kegiatan

4.1.1 Hasil Pembuatan Kursi Roda Penyandang Disabilitas



Gambar 4.1 Hasil pembuatan kursi roda penyandang disabilitas



Gambar 4.2 Ukuran total rancangan kursi roda

4.1.2 Hasil Perhitungan

1. Perhitungan kekuatan las
 - a. Kekuatan las butt joint

Bahan elektroda yang digunakan adalah AWS E6013 dengan kekuatan tarik maksimum 60 K_{psi} dan tegangan tarik maksimum elektroda 427,47 N/mm². Tegangan tarik pengelasan dapat dihitung berdasarkan persamaan (1) dengan beban sebesar 65 kg.

Jika diketahui :

$$\begin{aligned}
 m &= 65 \text{ kg} \\
 g &= 9,8 \text{ m/s}^2 \\
 t &= 3 \text{ mm} \\
 l &= 45 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Maka,

$$\begin{aligned}\sigma_t &= \frac{m \cdot g}{l \cdot t} \\ &= \frac{65 \cdot 9,8}{45 \cdot 3} \\ &= \frac{637}{135} \\ &= 4,718 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, maka hasil pengelasan yang dilakukan aman karena nilai kuat tarik yang di peroleh nilainya tidak melebihi nilai tarik maksimum elektroda.

b. Kekuatan tarik las *fillet joint*

Berdasarkan persamaan (2) kekuatan tarik untuk las *fillet joint* adalah:

$$\sigma_t = \frac{m \cdot g}{s \cdot 0,707 \cdot l}$$

Dimana:

$$\begin{aligned}s &= 3\text{mm} \\ l &= 45 \text{ mm} \\ m &= 65 \text{ kg} \\ g &= 9,8 \text{ m/s}^2\end{aligned}$$

Maka,

$$\begin{aligned}\sigma_t &= \frac{m \cdot g}{s \cdot 0,707 \cdot l} \\ &= \frac{65 \cdot 9,8}{0,707 \cdot 3 \cdot 45} \\ &= \frac{637}{95,445} = 6,674 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

Nilai yang diperoleh melalui persamaan 2 membuktikan bahwa hasil pengelasan aman, karena nilai yang diperoleh tidak melebihi nilai kuat tarik maksimum yaitu 427,47 N/mm².

c. Kekuatan las fillet melingkar yang dikenai momen bengkok

Kekuatan pengelasan yang akan diperhitungkan adalah kekuatan las pada bagian penumpu yang berada di rangka atas. Berdasarkan persamaan (3) maka :

$$\sigma_b = \frac{M}{Z} = \frac{M}{\pi t d^2 / 4}$$

Dimana $d = 15\text{mm},$

$$s = 10\text{mm},$$

$$P = mxg = 65 \times 9,8 = 637\text{N}$$

$$e = 220\text{mm}$$

Momen bengkok

- $M = P \cdot e = 637 \cdot 220 = 140140 \text{ Nmm}$

- $Z = \pi/4 \cdot td^2$

$$= \pi/4 \cdot 0,707 \cdot 10 \cdot 15^2$$

$$= 1248,738 \text{ mm}^3$$

Maka tegangan bengkok sesuai dengan persamaan (3):

$$\sigma_b = \frac{M}{Z}$$

$$= \frac{140140}{1248,738} = 112,225 \text{ MPa}$$

Luas leher untuk las fillet melingkar adalah:

$$\begin{aligned} A &= t \cdot \pi d = 0,707 \cdot s \cdot \pi d \\ &= 0,707 \cdot 10 \cdot 3,14 \cdot 15 \\ &= 332,997 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Tegangan geser utama

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{637}{332,997} \\ &= 1,912 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Berdasarkan persamaan (4) untuk menghitung nilai tegangan geser maksimum yaitu:

$$\begin{aligned} \tau_{\max} &= \frac{1}{2} \sqrt{(\sigma_b)^2 + 4 \tau^2} \\ &= \frac{1}{2} \sqrt{(112,225)^2 + 4 \cdot 1,912^2} \\ &= \frac{1}{2} \sqrt{12609,073} = 56,145 \text{ MPa} \end{aligned}$$

2. Momen tahanan bengkok

Kekuatan tahanan bengkok yang akan di perhitungkan yakni pada bagian rangka penumpu. Dengan menggunakan persamaan (5) yaitu:

$$\sigma_b = \frac{\text{Momen Bengkok Maksimum}}{\text{Momen Tahan Bengkok}} = \frac{M_{\max}}{W_b}$$

Dimana $F = m \cdot g = 65 \cdot 9,8 = 637 \text{ N}$

$$L = 345 \text{ mm}$$

$$h = 45 \text{ mm}$$

Maka,

$$\begin{aligned} Mb_{\max} &= F \cdot L \\ &= 637 \cdot 345 \\ &= 219765 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Momen inersia persegi,

$$\begin{aligned} I &= \frac{h^4}{12} \\ &= \frac{45^4}{12} \\ &= 341718,75 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

Momen tahanan bengkok,

$$\begin{aligned} W_b &= \frac{I}{ex} \\ &= \frac{341.718,75}{22,5} \\ &= 15187,5 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

Maka,

$$\begin{aligned} \sigma_b &= \frac{Mb_{\max}}{W_b} \\ &= \frac{219765}{15187,5} = 14,470 \text{ MPa} \end{aligned}$$

4.1.3 Hasil Pengujian

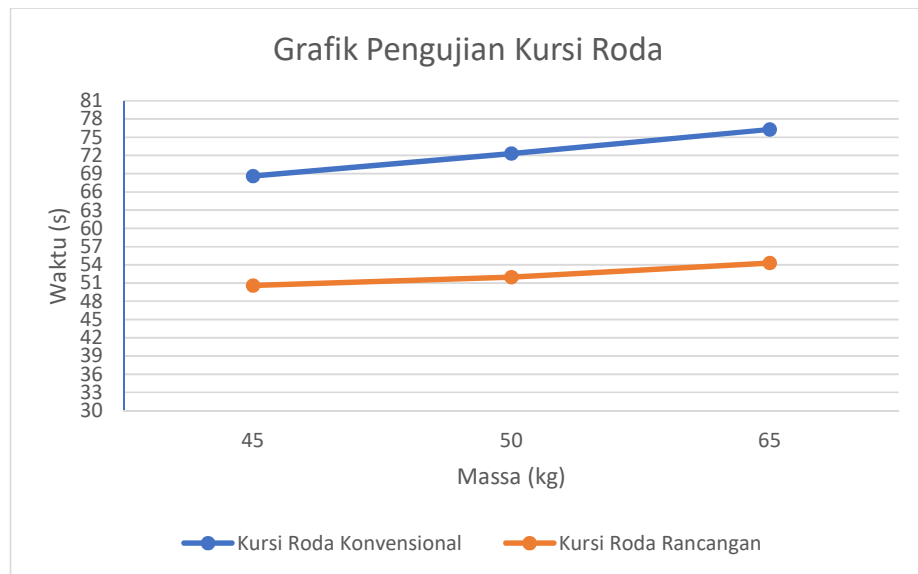
Dalam laporan tugas akhir dilakukan pengujian kursi roda untuk memperoleh beberapa hasil yaitu perbandingan waktu yang dibutuhkan dalam memindahkan penyandang dari kursi ke dalam mobil antara kursi roda konvensional dengan kursi roda yang sudah dirancang. Jenis mobil yang digunakan dalam proses pengambilan data yaitu mobil sedan.

Berikut adalah tabel hasil pengujian menggunakan kursi roda yang telah dirancang.

Tabel 4.1 Hasil data pengujian menggunakan kursi roda rancangan

Massa (kg)	Percobaan ke-1 (s)	Percobaan ke-2 (s)	Percobaan Ke-3 (s)	Rata-rata (s)
45	52	50	50	50,6
50	54	52	50	52
65	55	55	53	54,3

Berikut ini grafik hasil percobaan kursi roda konvensional dengan kursi roda hasil rancangan.



Dapat diperhatikan pada grafik pengujian kursi roda, pengujian dilakukan dengan tiga pembebanan yang berbeda untuk kursi roda konvensional dan kursi roda rancangan. Berdasarkan grafik tersebut dapat terlihat bahwa pengujian dengan menggunakan kursi roda rancangan memiliki hasil yang lebih bagus bila dibandingkan dengan kursi roda konvensional. Dalam proses pemindahan penyandang dari kursi roda ke dalam mobil, menggunakan kursi roda rancangan dapat terselesaikan dalam waktu yang lebih cepat daripada menggunakan kursi roda konvensional.

Dalam grafik tersebut juga dapat dilihat bahwa peningkatan penggunaan waktu saat proses pemindahan dilakukan ketika pembebanannya bertambah. Semakin berat beban maka konsumsi waktu juga akan meningkat baik itu pada kursi roda rancangan maupun konvensional.

4.2 Deskripsi Hasil Pengujian

Dalam pengujian kursi roda ini, yang menjadi sampel pengujian adalah tiga orang mahasiswa yang memiliki berat badan berbeda. Pengujian ini dilakukan pada bidang yang datar. Yang menjadi indikator dalam perancangan ini adalah berapa lama waktu yang dibutuhkan dalam memindahkan penyandang dari kursi roda ke mobil.

Pada data hasil pengujian yang dilakukan sebanyak sembilan kali pengujian pada mobil sedan di bidang yang datar dan mulus dengan tiap beban dilakukan tiga kali pengujian. Berikut hasil yang diperoleh:

1. Pada pengujian pertama, dilakukan pada seorang mahasiswa dengan berat badan sekitar 45 kg. Dalam pengujian ini, proses pemindahan dari kursi roda ke dalam mobil menggunakan kursi roda konvensional rata-rata lama waktu yang dibutuhkan sekitar 68,6 detik, sementara jika menggunakan kursi roda rancangan proses pemindahan akan selesai dalam waktu 52 detik. Terdapat selisih sekitar 16,6 detik antara kursi roda konvensional dengan kursi roda rancangan.
2. Pengujian kedua pada kursi roda rancangan dilakukan dengan menggunakan beban yang sama dengan pengujian pertama yaitu 45 kg. Pada pengujian ini, terjadi peningkatan dimana proses pemindahan penyanggah menjadi sedikit lebih cepat yaitu 50 detik. Terdapat selisih sekitar 2 detik antara pengujian pertama dengan kedua. Hal ini bisa saja dipengaruhi dari kecepatan pada saat proses menaik-turunkan tuas pengungkit hidrolik.
3. Pada pengujian ketiga kursi roda rancangan dilakukan dengan menggunakan beban yang sama dengan pengujian satu dan dua yaitu 45 kg. Dalam pengujian ini proses pemindahan dari kursi roda ke dalam mobil dapat diselesaikan sama dengan waktu yang dibutuhkan pada percobaan kedua yaitu 50 detik.
4. Pada pengujian keempat, dilakukan pada seorang mahasiswa dengan berat badan sekitar 50 kg. Pada pengujian ini, lama waktu yang dibutuhkan untuk memindahkan penyanggah dari kursi roda ke mobil menggunakan kursi roda konvensional lama waktu yang dibutuhkan sekitar 72,3 detik,

sementara lama waktu yang dibutuhkan jika menggunakan kursi roda rancangan sekitar 54 detik.

5. Pengujian kelima pada kursi roda rancangan dilakukan dengan menggunakan beban yang sama dengan pengujian keempat yaitu 50 kg. Pada pengujian ini, terjadi peningkatan dimana proses pemindahan penyanggah menjadi sedikit lebih cepat yaitu 52 detik. Terdapat selisih sekitar 2 detik antara pengujian keempat dengan kelima.
6. Pengujian keenam dilakukan menggunakan beban yang sama dengan percobaan keempat dan kelima yaitu 50 kg. Dalam pengujian ini terjadi peningkatan, proses pemindahan penyanggah dari kursi roda ke mobil membutuhkan waktu sekitar 50 detik. Waktu ini 2 detik lebih cepat jika dibandingkan dengan percobaan kelima.
7. Pada pengujian ketujuh, dilakukan pada seorang mahasiswa dengan berat badan sekitar 65 kg. Pada pengujian ini, lama waktu yang dibutuhkan untuk memindahkan penyanggah dari kursi roda ke mobil menggunakan kursi roda konvensional sekitar 76,3 detik, sementara lama waktu yang dibutuhkan jika menggunakan kursi roda rancangan sekitar 55 detik. Terdapat selisih 21,3 detik antara kursi roda konvensional dengan kursi roda rancangan.
8. Pengujian kedelapan dilakukan dengan menggunakan kursi roda rancangan dan beban yang sama dengan pengujian sebelumnya yaitu 65 kg. Pada pengujian ini lama waktu yang digunakan untuk memindahkan penyanggah sama dengan pengujian sebelumnya yaitu 55 detik. Lama waktu yang

dibutuhkan dalam proses pemindahan penyanggah dapat menjadi lebih cepat atau stabil, hal tersebut bisa disebabkan oleh perbedaan pembebanan dan kecepatan saat memompa dongkrak.

9. Pengujian kesembilan menggunakan kursi roda rancangan dilakukan menggunakan beban yang sama dengan pengujian sebelumnya yaitu 65 kg. Pada pengujian ini proses pemindahan penyanggah dari kursi roda ke mobil mengalami peningkatan. Lama waktu yang dibutuhkan pada pengujian ini sekitar 53 detik, waktu ini 2 detik lebih cepat jika dibandingkan dengan pengujian sebelumnya.

Setelah melakukan pengambilan data, hasil pengujian telah sesuai dengan apa yang diinginkan, yaitu dapat mempercepat proses pemindahan penyanggah dari kursi roda ke mobil. Waktu yang diperoleh selama pengujian lebih cepat dibandingkan dengan menggunakan jenis kursi roda pada umumnya. Dalam hal ini, waktu yang dibutuhkan untuk memindahkan penyanggah menggunakan kursi roda konvensional sekitar 76 detik. Adapun yang menjadi penyebab terjadinya perbedaan waktu tiap percobaan yaitu pengaruh pembebanan dan kecepatan saat memompa dongkrak hidrolik untuk menaikkan kursi penyanggah agar ketinggiannya dapat disesuaikan dengan tinggi jok mobil. Beban yang dapat diberikan pada kursi roda hasil rancangan hanya sekitar 65 kg. Jika diberikan pembebanan melebihi dari beban tersebut, maka kursi roda akan mengalami deformasi seperti pembengkokan pada beberapa komponen.

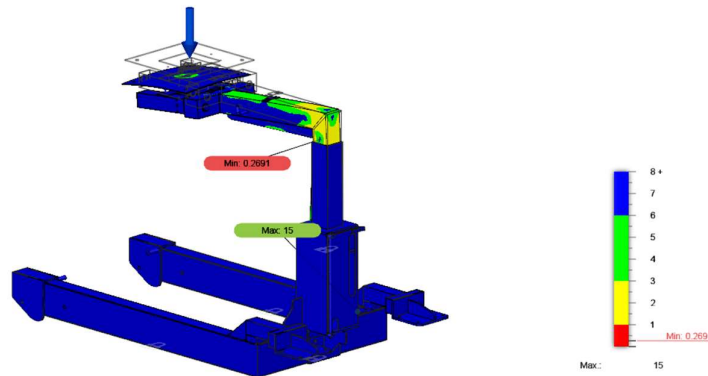
4.3 Hasil Simulasi

Penguji melakukan simulasi menggunakan *software Autodesk Fusion 360* untuk mendapatkan beberapa hasil dari segi *safety factor*, *stress* dan *displacement*.

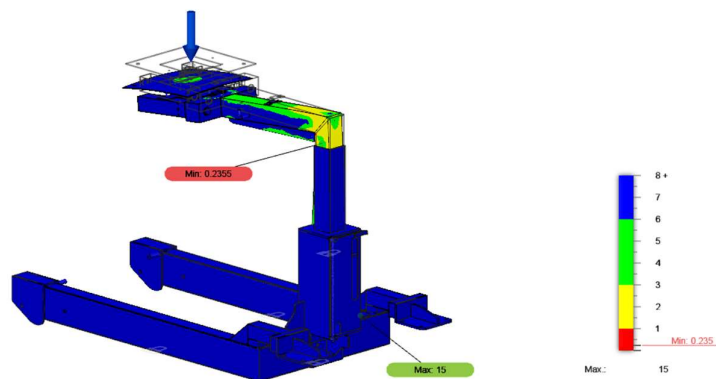
Berikut ini beberapa hasil yang diperoleh setelah melakukan simulasi:

1. Hasil simulasi dari segi *safety factor*

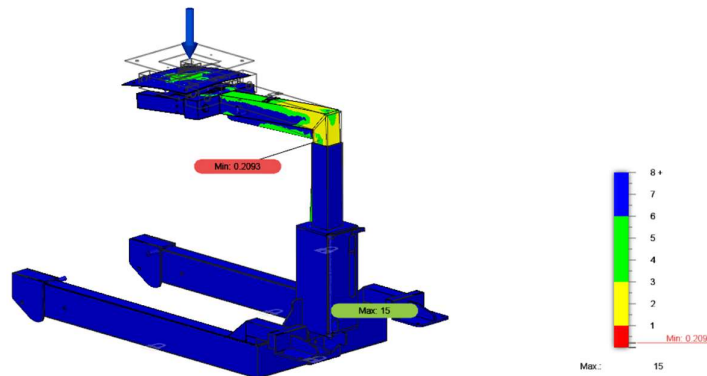
Safety Factor adalah faktor yang menunjukkan kemampuan suatu material dari menerima beban luar seperti beban tekan maupun beban tarik.



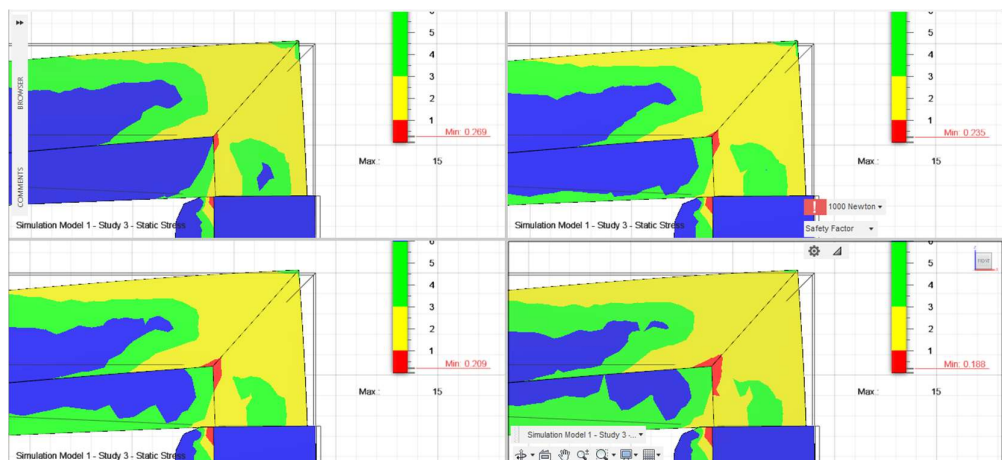
Gambar 4.3 *Safety factor* dengan pembebanan 700 N



Gambar 4.4 *Safety factor* dengan pembebanan 800 N



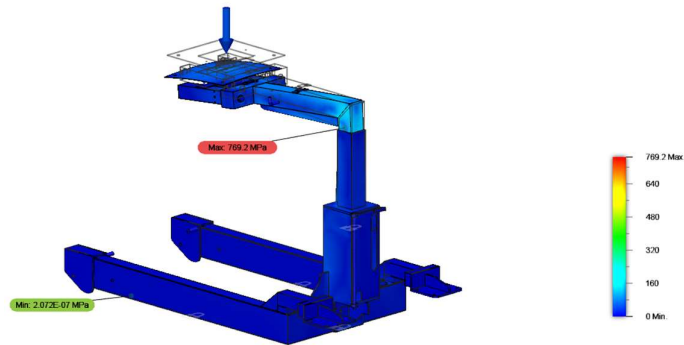
Gambar 4.5 *Safety factor* dengan pembebanan 900N



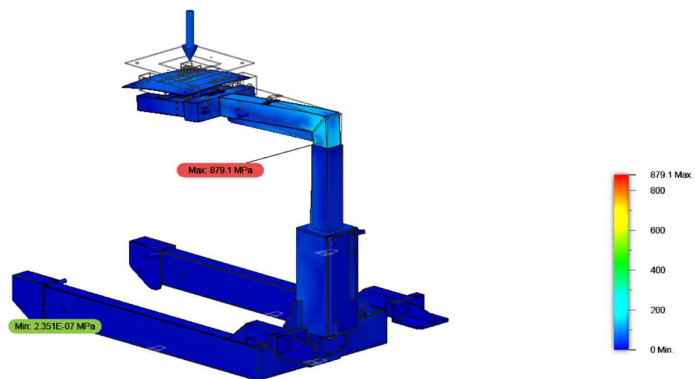
Gambar 4.6 *Compare* simulasi *safety factor*

Berdasarkan hasil simulasi dari *safety factor* maka diperoleh beberapa data sesuai dengan tiap pembebanan yang diberikan. Untuk pembebanan sebesar 700 N, nilai minimum *safety factor* yang diperoleh sebesar 0,2691. Untuk pembebanan sebesar 800 N, nilai yang diperoleh sebesar 0,2355. Sementara untuk pembebanan sebesar 900 N diperoleh nilai *safety factor* sebesar 0,20093. Untuk nilai maksimum dari *safety factor*, ketiga pembebanan memiliki nilai yang sama yaitu sebesar 15.

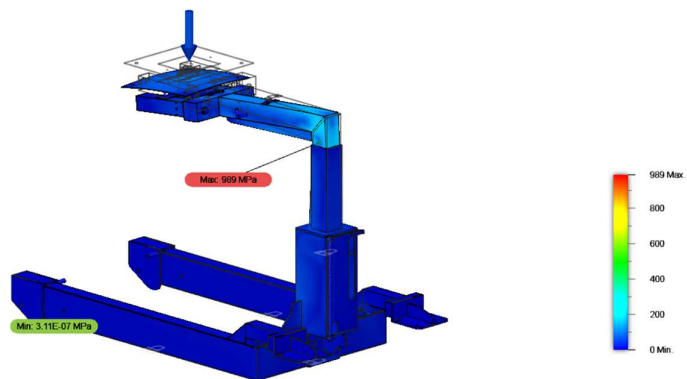
2. Hasil simulasi dari segi *stress*



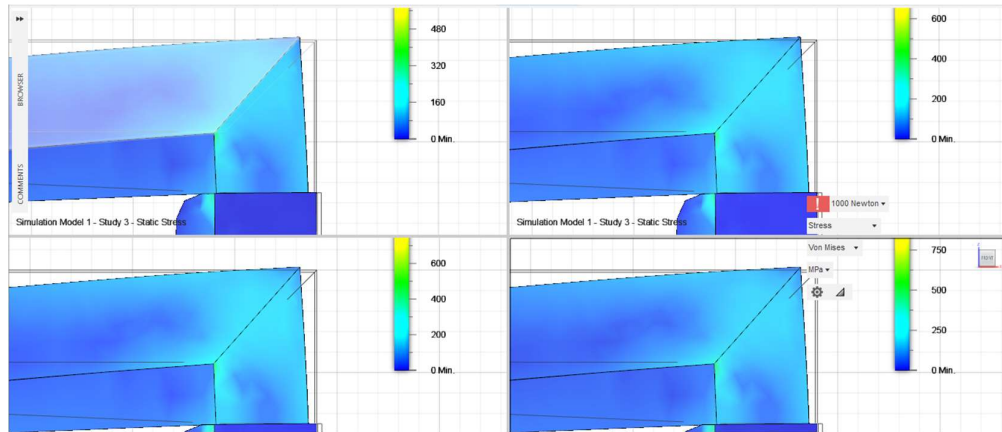
Gambar 4.7 Hasil Simulasi *Stress* dengan pembebanan 700N



Gambar 4.8 Hasil simulasi *Stress* dengan pembebanan 800 N



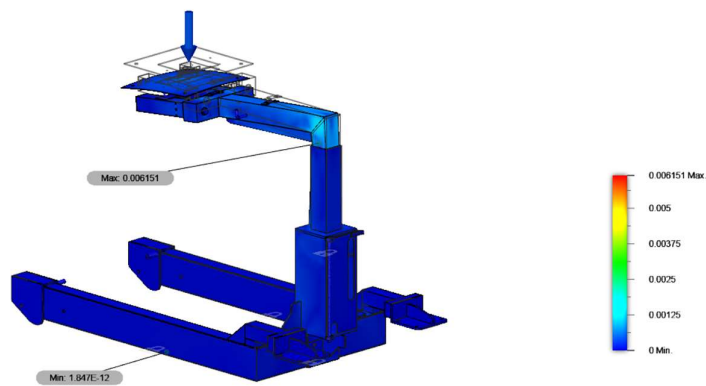
Gambar 4.9 Hasil simulasi *Stress* dengan pembebanan 900 N



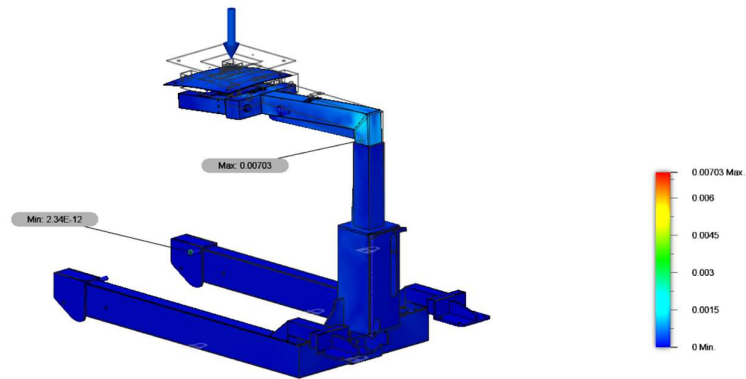
Gambar 4.10 *Compare* simulasi *stress*

Berdasarkan hasil simulasi *Stress* maka diperoleh beberapa data sesuai dengan tiap pembebanan yang diberikan. Untuk pembebanan sebesar 700 N, nilai maximum yang diperoleh sebesar 769,2 MPa. Untuk pembebanan sebesar 800 N, nilai yang diperoleh sebesar 879,1 MPa. Sementara untuk pembebanan sebesar 900 N diperoleh nilai sebesar 989 MPa.

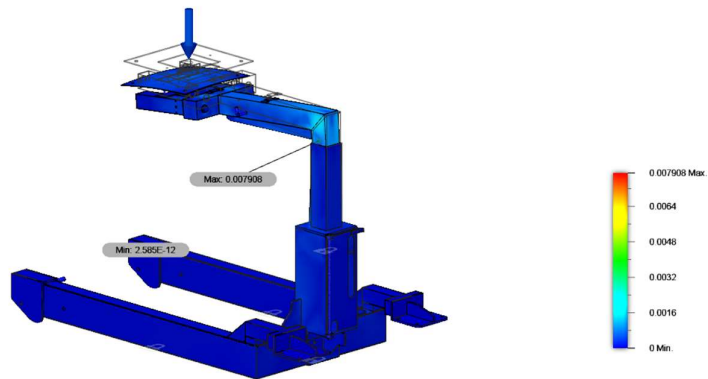
3. Hasil simulasi dari segi *Strain*



Gambar 4.11 Hasil simulasi *Strain* dengan pembebanan 700 N



Gambar 4.12 Hasil simulasi *Strain* dengan pembebanan 800 N



Gambar 4.13 Hasil simulasi *Strain* dengan pembebanan 900 N

Berdasarkan hasil simulasi *Strain* maka diperoleh beberapa data sesuai dengan tiap pembebanan yang diberikan. Untuk pembebanan sebesar 700 N, nilai maximum yang diperoleh sebesar 0,006151. Untuk pembebanan sebesar 800 N, nilai yang diperoleh sebesar 0,00703. Sementara untuk pembebanan sebesar 900 N diperoleh nilai sebesar 0,007908.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil percobaan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kursi roda penyanggah disabilitas dapat mempercepat proses pemindahan penyanggah dibandingkan menggunakan kursi roda konvensional. Hal ini dapat dibuktikan melalui tabel hasil pengujian dan grafik perbandingan waktu dimana rata – rata waktu yang dibutuhkan untuk memindahkan penyanggah menggunakan kursi roda rancangan yaitu 54,3 detik.

5.2 Saran

1. Penggunaan material dalam perancangan harus lebih diperhatikan, terkhusus bagian penyangga, besi yang digunakan harus lebih tebal agar mampu menahan beban yang lebih berat sehingga kemungkinan terjadinya pembengkokan dapat diminimalisir.
2. Sebaiknya bagian roda yang diberikan kebebasan kendali yaitu pada roda bagian depan, agar kursi roda dapat digerakkan dengan mudah.
3. Sebaiknya dilakukan pemilihan dongkrak atau hidrolik yang tepat karena ketinggian dudukan kursi roda masih terbatas hanya bisa digunakan pada mobil sedan.

DAFTAR PUSTAKA

- Batan, I Made Londen. 2006. "Pengembangan Kursi Roda Sebagai Upaya Peningkatan Ruang Gerak Penderita Cacat Kaki". Dalam *Jurnal Teknik Industri*, Vol. 8 (2): 97–105)
- Hermawan dkk. 2012. "Studi Karakteristik Hidrodinamika pada Slider Bearing dengan Permukaan Slip dan/atau Permukaan Bertekstur". Tesis. Jawa Tengah: Jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro.
- KBBI. 2022. Kursi Roda. (Online), (<https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/kursi%20roda> diakses 24 Juni 2022)
- Nugroho, Setyo. 2020. "Pembuatan Prototype Kursi Roda Elektrik dengan Fitur Berdiri untuk Disabilitas di Indonesia". Laporan Tugas Akhir. Yogyakarta: Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.
- Nur, Rusdi dan Muhammad Arsyad Suyuti. 2017. *Perancangan Mesin-Mesin Industri*. Yogyakarta: Deepublish.
- Pratiwi, Rizki Amalia dkk. 2018. "Usulan Kerangka Standar Kursi Roda Manual sebagai Acuan Penyusunan Standar Nasional Indonesia (SNI)". Dalam *Jurnal Standardisasi*, Vol 20 (3):207–217.
- Syam, Rafiuddin dan Mustari. 2011. "Rancang Bangun Kursi Roda Elektrik untuk Kondisi Naik Turun Tanjakan". Dalam *Jurnal Mekanikal*, Vol. 2 (2):147–155.
- Tahir, Abdul. 2021. *Pengantar Mekanika Kekuatan Material*. Yogyakarta: Jejak Pustaka.
- Wikipedia, 2022. Kursi Roda (Online), (https://id.wikipedia.org/wiki/Kursi_roda diakses 17 Agustus 2022).
- Wiryosumarto, Harsono dan Toshie Okumura. 2000. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: PT Pradnya Paramita
- Yudiantyo, Wawan. 2020. "Perancangan Ergonomis Pegangan Pendorong Kursi Roda untuk Meminimasi Kesakitan Pergelangan Tangan". Dalam *Journal of Integrated System*, Vol 3 (1): 40–48.
- Zenius. 2021. 4 Jenis Pesawat Sederhana dan Penerapannya (Online), (<https://www.zenius.net/blog/pesawat-sederhana> diakses 18 Agustus 2022).

Lampiran 1

Tabel Sifat Minimum Logam Las

AWS Electrode Number*	Tensile Strength kpsi (MPa)	Yield Strength, kpsi (MPa)	Percent Elongation
E60xx	62 (427)	50 (345)	17–25
E70xx	70 (482)	57 (393)	22
E80xx	80 (551)	67 (462)	19
E90xx	90 (620)	77 (531)	14–17
E100xx	100 (689)	87 (600)	13–16
E120xx	120 (827)	107 (737)	14

Sumber: www.aeroengineering.co.id

Lampiran 2

Tabel Ukuran Baut-Mur Standar

Designation	Pitch mm	Major or nominal diameter Nut and Bolt ($d = D$) mm	Effective or pitch diameter Nut and Bolt (d_p) mm	Minor or core diameter (d_c) mm		Depth of thread (bolt) mm	Stress area mm ²
				Bolt	Nut		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Coarse series							
M 0.4	0.1	0.400	0.335	0.277	0.292	0.061	0.074
M 0.6	0.15	0.600	0.503	0.416	0.438	0.092	0.166
M 0.8	0.2	0.800	0.670	0.555	0.584	0.123	0.295
M 1	0.25	1.000	0.838	0.693	0.729	0.153	0.460
M 1.2	0.25	1.200	1.038	0.893	0.929	0.158	0.732
M 1.4	0.3	1.400	1.205	1.032	1.075	0.184	0.983
M 1.6	0.35	1.600	1.373	1.171	1.221	0.215	1.27
M 1.8	0.35	1.800	1.573	1.371	1.421	0.215	1.70
M 2	0.4	2.000	1.740	1.509	1.567	0.245	2.07
M 2.2	0.45	2.200	1.908	1.648	1.713	0.276	2.48
M 2.5	0.45	2.500	2.208	1.948	2.013	0.276	3.39
M 3	0.5	3.000	2.675	2.387	2.459	0.307	5.03
M 3.5	0.6	3.500	3.110	2.764	2.850	0.368	6.78
M 4	0.7	4.000	3.545	3.141	3.242	0.429	8.78
M 4.5	0.75	4.500	4.013	3.580	3.688	0.460	11.3
M 5	0.8	5.000	4.480	4.019	4.134	0.491	14.2
M 6	1	6.000	5.350	4.773	4.918	0.613	20.1

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
M 7	1	7.000	6.350	5.773	5.918	0.613	28.9
M 8	1.25	8.000	7.188	6.466	6.647	0.767	36.6
M 10	1.5	10.000	9.026	8.160	8.876	0.920	58.3
M 12	1.75	12.000	10.863	9.858	10.106	1.074	84.0
M 14	2	14.000	12.701	11.546	11.835	1.227	115
M 16	2	16.000	14.701	13.546	13.835	1.227	157
M 18	2.5	18.000	16.376	14.933	15.294	1.534	192
M 20	2.5	20.000	18.376	16.933	17.294	1.534	245
M 22	2.5	22.000	20.376	18.933	19.294	1.534	303
M 24	3	24.000	22.051	20.320	20.752	1.840	353
M 27	3	27.000	25.051	23.320	23.752	1.840	459
M 30	3.5	30.000	27.727	25.706	26.211	2.147	561
M 33	3.5	33.000	30.727	28.706	29.211	2.147	694
M 36	4	36.000	33.402	31.093	31.670	2.454	817
M 39	4	39.000	36.402	34.093	34.670	2.454	976
M 42	4.5	42.000	39.077	36.416	37.129	2.760	1104
M 45	4.5	45.000	42.077	39.416	40.129	2.760	1300
M 48	5	48.000	44.752	41.795	42.587	3.067	1465
M 52	5	52.000	48.752	45.795	46.587	3.067	1755
M 56	5.5	56.000	52.428	49.177	50.046	3.067	2022
M 60	5.5	60.000	56.428	53.177	54.046	3.374	2360
Fine series							
M 8 × 1	1	8.000	7.350	6.773	6.918	0.613	39.2
M 10 × 1.25	1.25	10.000	9.188	8.466	8.647	0.767	61.6
M 12 × 1.25	1.25	12.000	11.184	10.466	10.647	0.767	92.1
M 14 × 1.5	1.5	14.000	13.026	12.160	12.376	0.920	125
M 16 × 1.5	1.5	16.000	15.026	14.160	14.376	0.920	167
M 18 × 1.5	1.5	18.000	17.026	16.160	16.376	0.920	216
M 20 × 1.5	1.5	20.000	19.026	18.160	18.376	0.920	272
M 22 × 1.5	1.5	22.000	21.026	20.160	20.376	0.920	333
M 24 × 2	2	24.000	22.701	21.546	21.835	1.227	384
M 27 × 2	2	27.000	25.701	24.546	24.835	1.227	496
M 30 × 2	2	30.000	28.701	27.546	27.835	1.227	621
M 33 × 2	2	33.000	31.701	30.546	30.835	1.227	761
M 36 × 3	3	36.000	34.051	32.319	32.752	1.840	865
M 39 × 3	3	39.000	37.051	35.319	35.752	1.840	1028

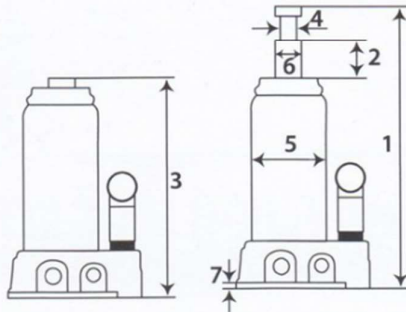
Sumber : Khurmi, R.S dan I.K. Gupta “*A Textbook of Machine Design*”
diakses pada 5 Juni 2023 (<https://gateandupsceexammaterials.yolasite.com/>)

Lampiran 3

Tabel spesifikasi Dongkrak Botol Tekiro

HYDRAULIC BOTTLE JACK DONGKRAN BOTOL

ITEM CODE	SIZE	1 (mm)	2 (mm)	3 (mm)	4 (mm)	5 (mm)	6 (mm)	7 (mm)	WEIGHT (gr)	QTY / DUS KECIL/BESAR
AU-BJ1001	2 ton	355	126	185	15	23	51	7	2,400	1 / 6 pcs
AU-BJ1002	4 ton	390	132	199	19	28	60	8	3,130	1 / 6 pcs
AU-BJ1003	6 ton	450	152	220	23	32	70	9	4,500	1 / 4 pcs
AU-BJ1004	10 ton	475	165	235	27	40	80	9	6,800	1 / 4 pcs
AU-BJ1005	15 ton	475	161	245	32	48	95	9	8,300	1 / 2 pcs
AU-BJ1006	20 ton	475	170	254	35	53	114	10	11,000	1 / 2 pcs
AU-BJ1007	30 ton	485	200	285	50	67	136	44	21,480	1 pcs
AU-BJ1008	50 ton	500	200	300	70	82	158	44	31,960	1 pcs
AU-BJ1009	100 ton	540	215	325	100	115	230	55	87,000	1 pcs



Sumber: <https://www.bestinstrument.co.id/tekiroindonesia-automotive-tools>

Lampiran 4

Proses Pembuatan Kursi Roda





Lampiran 5

Proses Pengambilan Data

