PERANCANGAN PROTOTIPE KURSI RODA UNTUK PASIEN STROKE

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin

Disusun Oleh :

Nama : Muh.Abd.Rauf Lamada
No. Mahasiswa : 14525094
NIRM : 2014080347

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

2020

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIBIMBING

PROTOTIPE KURSI RODA UNTUK PASIEN STROKE

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Muh.Abd.Rauf Lamada

No. Mahasiswa : 14525094

NIRM : 2014080347

Yogyakarta, 17 Februari 2020

Pembimbing,

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

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

PROTOTIPE KURSI RODA UNTUK PASIEN STROKE

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Muh.Abd.Rauf Lamada

No. Mahasiswa : 14525094

NIRM : 2014080347

Tim Penguji

Dr.Eng. Risdiyono, ST.,M.Eng
Ketua
Tanggal : 21, Agustus 2020

Santo Ajie Dhewanto, ST.,MM
Anggota I
Tanggal : 21, Agustus 2020

Donny Suryawan,ST.,M.Eng
Anggota II
Tanggal : 21, Agustus 2020

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Mesin

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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

TUGAS AKHIR

Assalamualaikum Warrahmatullahi wabarakatuh,

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Muh.Abd.Rauf Lamada
NIM	: 14525094
Dosen Pembimbing	: Dr.Eng Risdiyono, S.T.,M.Eng
Judul Skripsi	: Perancangan Prototipe Kursi Roda untuk Pasien Stroke

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang telah diselesaikan adalah hasil kerja saya sendiri di bawah bimbingan dosen Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia bapak Dr.Eng Risdiyono, S.T.,M.Eng. Jika di Kemudian hari terdapat pelanggaran terhadap keaslian Tugas Akhir saya maka saya akan bersedia ijazah yang telah diterima ditarik kembali oleh pihak Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 26 Sepetember 2020

Muh.Abd.Rauf Lamada

HALAMAN PERSEMBAHAN

Saya persembahkan hasil tugas akhir saya kepada kedua orang tua saya yang selalu mendukung dan mendidik saya juga pada teman-teman jurusan Teknik Mesin yang banyak membantu dalam memeberikan informasi dan masukan terhadap pembuatan skripsi ini. Dosen Pembimbing Dr.Eng Risdiyono, S.T.,M.Eng yang telah membrikan banyak inspirasi dan ide-ide dalam pembuatan produk yang dirancang.

HALAMAN MOTO

Terus memberikan yang terbaik tanpa harus melihat maksimalnya pekerjaan kita, karena maksimalnya kita belum tentu maksimal untuk orang lain

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh Puji syukur senantiasa kita tunjukan kehadirat Allah SWT, atas segala Rahmat, Taufiq serta Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Sholawat serta salam semoga selalu tercurah kepada junjungan kita nabi besar Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat dan pengikutnya hingga akhir zaman, karena dengan syafaatnya kita dapat hijrah dari zaman jahiliyah menuju zaman yang terang benderang dan merasakan indahnya ilmu pengetahuan. Laporan tugas akhir ini disusun untuk menempuh derajat Sarjana Teknik Mesin program strata satu (S-1) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universiitas Islam Indonesia. Penulis menyadari bahwa dalam pelaksanaan tugas akhir hingga terselesaikannya penyusunan laporan ini tidak terlepas dari bimbingan, dorongan, semangat dan bantuan baik material dan inmaterial dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Allah Subhanahu Wa Ta'alla yang telah memberikan hidayah serta ridhonya, sehingga laporan tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya.
2. Kelurga, Bapak, Ibu dan kakak-kakak saya yang selalu mendoakan, membatu dan memberikan motivasi dalam menempuh pendidikan.
3. Bapak Dr. Eng Risdiyono, S.T., M.Eng. selaku Ketua Prodi Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia dan juga sebagai dosen pembimbing saya dalam penelitian ini yang selalu memberikan masukan dan saran untuk pengembangan dan perbaikan perancangan prototipe kursi roda yang dibuat.
4. Seluruh Dosen Teknik Mesin FTI UII yang telah yang telah banyak memberikan ilmu baik dalam pengembangan *hard skill* maupun *soft skill*.

5. Teman-teman saya Dina Anggraeni Resphaty dan Haqira Tondi yang telah banyak membantu dalam proses pembuatan video untuk keperluan skripsi

Dalam Penyusunan laporan ini penulis telah berusaha menyusus dengan sebaik-baiknya, namun tidak menutup kemungkinan didalamnya masih terdapat banyak kesalahan. Oleh karena itu, segala macam kritik dan saran bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan laporan ini. Penulis berharap dengan adanya laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi pembaca.

“Wabillahitaufiq walhidayah,

“Wassalamu’alaikum Warahmatullahi Wabarakatuhu”

Yogyakarta, 17 Februari 2020

Penulis,

Muh.Abd.Rauf Lamada

ABSTRAK

Permasalahan dalam proses *lifting* pasien dalam penggunaan kursi roda sering dijumpai. Tidak hanya menyebabkan kecelakaan pada pasien akan tetapi juga pada perawat. Untuk itu, dalam penelitian ini akan dilakukan perancangan kursi roda yang bertujuan untuk memudahkan proses *lifting* pasien. Dalam penelitian ini kriteria desain yang diharapakan yaitu selain memudahkan proses *lifting*, kursi roda juga harus mampu menahan berat rata-rata orang Indonesia dan juga praktis untuk disimpan. Perancangan dimulai dengan studi pustaka, kemudian meninjau desain-desain kursi roda yang sudah digunakan saat ini. Peninjauan desain kursi roda yang saat ini digunakan ditujukan untuk melihat cara kerja dan manfaatnya yang nantinya akan digunakan sebagai pertimbangan dan evaluasi dalam pengembangan perancangan ini.Untuk pengujian prototipe kursi roda, dilakukan kuisioner ke pada 10 orang setelah mencoba menggunakan prototipe yang telah dirancang untuk mengetahui kebermanfaatan dan kemudahan prototipe dalam melakukan proses *lifting* serta mengetahui durasi dalam melakukan penyimpanan kursi roda dalam suatu wadah.Sedangkan untuk mengetahui kekuatan prototipe dalam menahan beban, dilakukan pengujian statis dengan beban sebesar 1200N menggunakan aplikasi Autodesk Inventor 2017.Dari hasil pengujian yang dilakukan, Prototipe mampu memudahkan dalam proses *lifting* dan mampu menahan beban yang diberikan.

Kata kunci: Kursi roda, Kuisioner, Prototipe

ABSTRACT

Problems in the process of lifting patients in the use of wheelchairs are often encountered. Not only cause accidents in patients but also nurses. For this reason, in this research, a wheelchair design will be conducted to facilitate the process of lifting patients. In this research, the expected design criteria are that in addition to facilitating the lifting process, the wheelchair must also be able to withstand the weight of the average Indonesian and be practical for storage. The design starts with a literature study, and then reviews wheelchair designs that have been made by previous researchers. The product design review that has been made previously is intended to see the advantages and disadvantages of the product, which will later be used, as a benchmark in the development of this design. For testing the prototype of a wheelchair, a questionnaire was carried out on 10 people after trying to use a prototype that was designed to determine the usefulness and ease of the prototype in carrying out the lifting process and knowing the duration in storing a wheelchair in a container. While to determine the strength of the prototype in holding loads, Static testing is done using the Autodesk Inventor 2017 application. From the results of the tests conducted, the prototype can facilitate the lifting process and can withstand the load given to the load factor of 1200 newtons.

Keywords: Wheelchair, Quisionare, Prototype

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIBIMBING ii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI iii
HALAMAN PERSEMBAHAN iv
HALAMAN MOTO v
KATA PENGANTAR vi
ABSTRAK viii
ABSTRACT ix
DAFTAR ISI x
DAFTAR TABEL xiii
DAFTAR GAMBAR xiv
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan Masalah 2
1.3. Batasan Masalah 2
1.4. Tujuan Penelitian 2
1.5. Manfaat Penelitian 2
1.6. Sistematika Penulisan 3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1. Kajian Pustaka 4
2.2. Landasan Teori 6
2.2.1. Beban pada Elemen Mesin 6
2.2.2. Safety factor 13
2.2.3. Antropometri 13

BAB 3 METODE PENELITIAN 15
3.1. Alur Penelitian 15
3.1.1. Studi Pustaka 15
3.1.2. Review Desain Sebelumnya 16
3.1.3. Pembuatan Desain 16
3.1.4. Simulasi dan Pengujian 17
3.1.5. Kriteria Desain 17
3.2. Peralatan dan Bahan 18
3.3. Perancangan 20
3.3.1. Pembuatan Desain dengan Software 20
3.3.2. Menentukan dimensi dari data antropometri 21
3.3.3. Pengujian Desain 24
3.4. Simulasi Penggunaan Prototipe 25
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN 26
4.1. Hasil Perancangan Desain Kursi Roda 26
4.1.1. Desain Frame Dudukan Kursi Roda 26
4.1.2. Desain Alas Dudukan Kursi Roda 28
4.1.3. Desain Kaki Kursi Roda 29
4.1.4. Stainless Steel Hollow Tube 29
4.1.5. Pengaman Bagian Tangan dan Punggung 30
4.1.6. Hasil Assembly 31
4.2. Pembuatan Prototipe 33
4.3. Pengujian prototipe 34
4.3.1. Kuisioner 34
4.3.2. Perhitungan Durasi Pengemasan 35

4.3.3. Distribusi Tegangan untuk Pengujian Statis 37
4.3.4. Menentukan Titik Tumpu 38
4.3.5. Simulasi Beban 39
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN 41
5.1.1. Kesimpulan 41
5.1.2. Saran..... 41
DAFTAR PUSTAKA 42
LAMPIRAN..... 45

DAFTAR TABEL

Tabel 2- 1 Tinjauan Pustaka..... 5

Tabel 4- 1 Penilaian Prototipe..... 35

Tabel 4- 2 Durasi Pengemasan..... 35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2- 1 Alat *lifting* pasient (Reid & Mirka, 2007)..... 4

Gambar 2- 2 Gaya tarik pada sebuah poros (Sonawan, 2010)..... 7

Gambar 2- 3 Gaya tarik pada material profil L(Sonawan, 2010) 7

Gambar 2- 4 Tegangan normal pada potongan material poros (Sonawan, 2010)... 8

Gambar 2- 5 Kurva tegangan regangan (Dieter, 1987)..... 9

Gambar 2- 6 Perbadaan sifat material berdasarkan kurva tegangan regangan (Dieter, 1987) 9

Gambar 2- 7 Gaya radial (Herry Sonawan, 2010) 10

Gambar 2- 8 Persamaan momen inersia profil benda 1(Spotts et al., 2004)..... 12

Gambar 2- 9Persamaan momen inersia profil benda 2 (Spotts et al., 2004)..... 12

Gambar 2- 10 Persamaan momen inersia profil benda 3 (Spotts et al., 2004)..... 12

Gambar 2- 11 Sampel pengukuran dimensi..... 14

Gambar 3- 1 Flowchart penelitian..... 15

Gambar 3- 2 Flowchart proses desain..... 16

Gambar 3- 3 Material stainless steel 18

Gambar 3- 4 Material busa..... 18

Gambar 3- 5 Gerinda..... 19

Gambar 3- 6 Material kain Oscar..... 19

Gambar 3- 7 Lem dengan merk castol 19

Gambar 3- 8 Akrilik..... 20

Gambar 3- 9 Plat stainless steel 20

Gambar 3- 10 Sketsa prototipe kursi roda.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3- 11 Panjang betis (Hartono, 2018) 22

Gambar 3- 12 Panjang paha (Hartono, 2018) 22
Gambar 3- 13 Lebar bahu dan panggul (Hartono, 2018) 23
Gambar 3- 14 Tinggi punggung saat posisi duduk (Hartono, 2018)..... 23
Gambar 3- 15 Arah gaya 24

Gambar 4- 1 Rangka dudukan kursi roda 28
Gambar 4- 2 Alas tempat duduk 29
Gambar 4- 3 Frame kaki kursi roda 29
Gambar 4- 4 Poros yang berfungsi sebagai engsel 30
Gambar 4- 5 Pengaman bagian punggung 30
Gambar 4- 6 Pengaman bagian tangan..... 31
Gambar 4- 7 Hasil Assembly 31
Gambar 4- 8 Pembukaan saat proses lifting pasien 32
Gambar 4- 9 Proses melepas komponen untuk penyimpanan 32
Gambar 4- 10 Pengemasan kursi roda 33
Gambar 4- 11 Proses pemotongan batang stainless 33
Gambar 4- 12 Prototipe kursi roda..... 34
Gambar 4- 13 Simulasi penggunaan prototipe..... 36
Gambar 4- 14 Asumsi beban..... 38
Gambar 4- 15 Titik tumpu..... 38
Gambar 4- 16 Hasil simulasi..... 39
Gambar 4- 17 Batang yang terkena nilai tegangan paling besar..... 40
Gambar 4- 18 Sifat material stainless steel 40

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Permasalahan yang sering dijumpai oleh pasien *stroke* salah satunya yaitu aktivitas fisik yang terbatas akibat kelumpuhan. *Strok*e adalah gejala kelumpuhan yang terjadi pada tubuh manusia baik sebagian maupun keseluruhan tubuh yang disebabkan oleh tekanan darah tinggi dan juga diabetes (Baran Pouyan et al., 2016). Dalam penelitian ini produk yang akan dirancang ditujukan kepada pasien yang mengalami *stroke* sebagian (tidak bisa berjalan).

Pasien yang mengalami *stroke* menggunakan kursi roda sebagai alat bantu beraktivitas. Akan tetapi permasalahan yang sering dijumpai yaitu susahnya melakukan pemindahan pasien misalnya dari tempat tidur ke kursi roda atau sebaliknya. Permasalahan lain yaitu adanya kecelakaan saat proses *lifting* pada pasien dan juga sering terjadinya cedera pada bagian pundak dan punggung pasien (van Drongelen et al., 2011). Tidak hanya terjadi pada pasien akan tetapi kecelakaan juga sering terjadi pada perawat rumah sakit akibat melakukan proses *lifting* pasien dari kursi roda, salah satu kecelakaan yang sering dialami perawat rumah sakit adalah muskuloskeletal (Kucera et al., 2019). Muskuloskeletal adalah kondisi di mana terganggunya fungsi dari sendi, tulang belakang, otot dan ligamen. Berbagai macam produk kursi roda untuk saat ini masih sangat sedikit yang mengembangkan perarancangan atau desain yang dapat memudahkan proses *lifting* pasien.

Oleh karena itu, berdasarkan dari permasalahan dan juga pemecahan masalah yang sudah dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya, maka penelitian ini akan melakukan perancangan kursi roda yang berfokus pada pembuatan desain dan juga pemodelan kursi roda yang dapat memudahkan proses *lifting* pasien *stroke*. Peneliti akan melakukan proses perancangan ulang desain kursi roda yang telah dirancang oleh peneliti-peneliti sebelumnya dengan melihat dan mempertimbangkan kekurangan-kekurangan yang ada sebagai bahan pertimbangan untuk perancangan pada penelitian ini. Kursi roda ini tidak hanya didesain untuk pasien *stroke* saja akan tetapi untuk pasien atau orang yang mengalami kecelakaan

sehingga sulit untuk berjalan kaki. Dengan perancangan ini diharapkan perancangan kursi roda yang dibuat akan lebih memudahkan pasien dan dapat mencegah adanya kecelakaan pada bagian tubuh pasien maupun perawat yang diakibatkan karena kesusahan dalam proses *lifting*.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang kursi roda yang dapat memudahkan dan mencegah terjadinya cedera saat proses *lifting* pada pasien *stroke*?
2. Bagaimana merancang kursi roda agar aman digunakan oleh pasien?

1.3. Batasan Masalah

Pada perancangan yang akan dilakukan perlu adanya batasan masalah yang akan ditentukan, berupa:

1. Perancangan akan menggunakan aplikasi 3D *design* yaitu Autodesk Inventor 2017
2. Dimensi produk dibuat berdasarkan antropometri orang indonesia dengan umur 12 tahun ke atas dan berat badan rata-rata 60 kg
3. Pengujian desain yaitu dengan melakukan pembebanan statis
4. Prototipe ditujukan untuk pasien *stroke* yang hanya bagian kaki saja yang tidak berfungsi atau tidak bisa bergerak

1.4. Tujuan Penelitian

1. Merancang kursi roda yang dapat memudahkan dalam proses *lifting* pasien *stroke* untuk mencegah terjadinya cedera pada pasien
2. Merancang kursi roda agar aman digunakan

1.5. Manfaat Penelitian

Pengembangan desain kursi roda yang nantinya dapat digunakan oleh pasien *stroke* untuk membantu pasien dalam menghindari cedara juga membantu perawat rumah sakit atau orang yang akan membantu pasien *stroke* dalam melakukan proses *lifting*.

1.6. Sistematika Penulisan

Bagian ini berisikan mengenai urut-urutan dan sistematika penulisan pada laporan tugas akhir ini. Setiap bab akan dijabarkan secara umum sehingga dapat diketahui gambaran dari masing-masing bab secara berurutan. Penulisan sistematika tugas akhir ini dimaksudkan untuk mempermudah dalam pembahasan dari laporan ini. Penulisan sistematika tugas akhir ini dapat dijabarkan sebagai berikut.

Bab I PENDAHULUAN

Bagian ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab II TINJAUAN PUSTAKA

Bagian ini berisi kajian pustaka dan menjelaskan dasar teori yang yang digunakan dalam penelitian dan perancangan yang dilakukan.

Bab III METODOLOGI PENELITIAN

Bagian ini menjelaskan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian dan metode penelitian yang digunakan.

Bab IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini berisi tentang hasil dan pembahasan berdasarkan penelitian dan perancangan yang telah dilakukan.

Bab V PENUTUP

Bagian ini berisi tentang kesimpulan dari pembahasan yang dilakukan serta saran-saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kajian Pustaka

Dalam melakukan proses *lifting* yang menjadi kesulitan adalah berat badan dari pasien. Semakin besar berat badan pasien maka akan semakin sulit untuk memindahkan pasien dari suatu tempat ke kursi roda atau sebaliknya. Untuk itu dibutuhkan alat yang dapat membantu dalam pengangkatan pasien, salah satu alat yang saat ini yang telah dikembangkan oleh peneliti lain untuk alat *lifting* pasien sebagaimana ditunjukkan pada gambar 2-1 di bawah ini.

Gambar 2- 1 Alat *lifting* pasient (Reid & Mirka, 2007)

Fungsi lain yang harus dimiliki oleh kursi roda yaitu mudah dioperasikan, dikemas dan disimpan (dalam perancangan ini kursi roda dapat disimpan di dalam bagasi mobil). Tabel 2-1 akan menyajikan penelitian-penelitian sebelumnya sebagai dasar acuan dan petunjuk perancangan kursi roda dalam penelitian ini.

Tabel 2- 1 Tinjauan Pustaka

No	**Nama Peneliti dan Tahun/sitasi**	**Judul Penelitian**	**Kontribusi untuk Peneliti**	**Perbedaan Penelitian**
1	(Green & Young, 2011)	The provision of wheelchairs for older people in the United Kingdom	Desain kursi roda yang portabel serta komponen mudah dilepas dan pasang	Perbedaan desain dan mekanisme melepas dan memasang kembali komponen kursi roda
2	(Kirby et al., 2008)	Comparison Between A Tilt-in-Space Wheelchair and a Manual Wheelchair Equipped With a New Rear Anti-Tip Device From the Perspective of the Caregiver	Pengaman bagian belakang kursi roda yang didesain untuk mencegah kursi roda jatuh ke belakang saat beroperasi pada bidang miring	Bentuk desain serta penambahan fungsi pada perancangan ini dari perancangan sebelumnya yaitu roda bagian belakang yang bisa bermanuver 360 derajat
3	(Heacock et al., 2004)	Development and evaluation	Desain pegangan yang	Pegangan bagian depan yang

		of an affordable lift device to reduce musculo-skeletal injuries among home support workers	akan diaplikasikan pada bagian depan kursi roda dalam perancangan ini	didesain pada kursi roda yang akan dirancang tidak hanya ditujukan untuk membantu pasien berdiri atau berpindah tempat akan tetapi juga untuk membantu perawat dalam mengontrol kursi roda

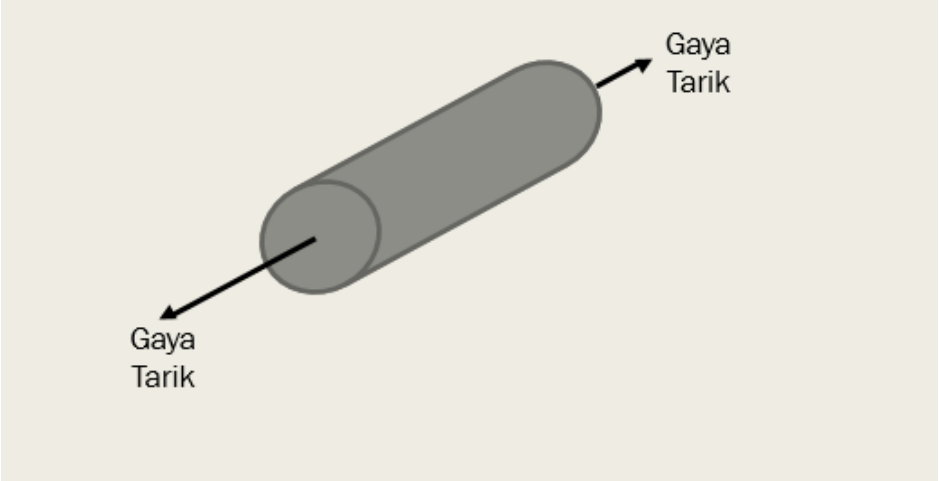
2.2. Landasan Teori

2.2.1. Beban pada Elemen Mesin

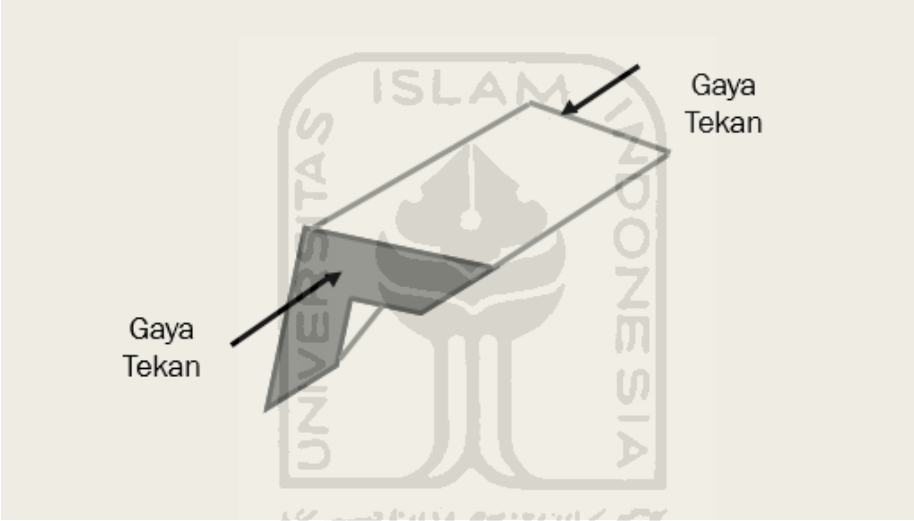
Deformasi plastik adalah salah satu kejadian yang mengakibatkan kegagalan pada elemen mesin. Deformasi plastik adalah perubahan bentuk yang terjadi pada suatu material yang diakibatkan oleh sebuah gaya dan sebuah material tidak akan kembali ke bentuk semula walaupun gaya yang diberikan telah ditiadakan, artinya perubahan yang terjadi pada material bersifat permanen. Ada dua jenis beban yang akan menyebabkan tegangan normal, yaitu beban aksial (gaya tarik dan gaya tekan) dan momen (Sonawan, 2010).

1. Tegangan dan Regangan

Sebagai contoh jika sebuah material poros atau berbentuk profil L menerima menerima beban tarik atau tekan maka akan terjadi tegangan normal di dalamnya. Berikut adalah contoh gambar material poros dan material profil L yang terkena beban tarik dan beban tekan.

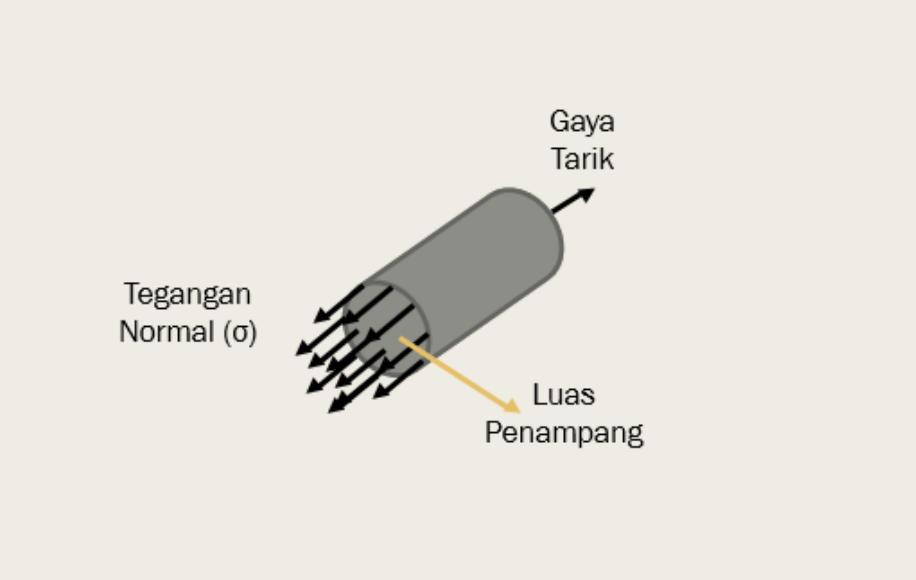


Gambar 2- 2 Gaya tarik pada sebuah material berbentuk tabung (Sonawan, 2010).



Gambar 2- 3 Gaya tarik pada material profil L (Sonawan, 2010).

Tegangan normal bekerja di seluruh bagian penampang material, yang dinyatakan dengan symbol “σ” (baca: sigma). Gambar berikut di bawah ini menunjukkan tegangan normal yang terjadi akibat gaya tarik.



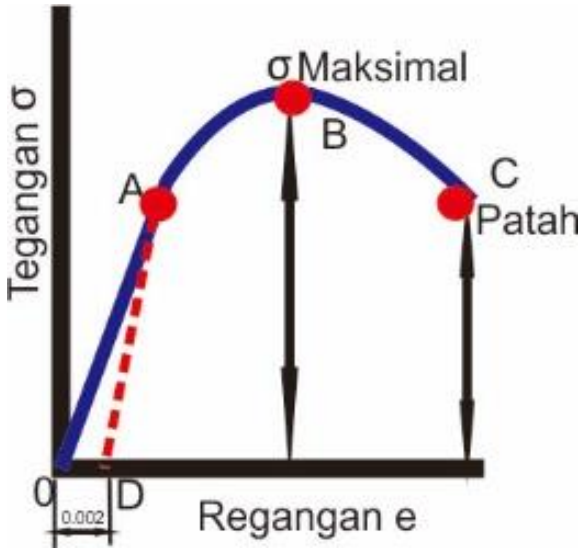
Gambar 2- 4 Tegangan normal pada potongan material berbentuk tabung (Sonawan, 2010).

Berdasarkan gambar 2-4 dapat disimpulkan bahwa arah tegangan normal selalu berlawanan dengan arah gaya yang bekerja. Untuk mengetahui besar gaya normal yang disebabkan oleh gaya aksial dapat ditunjukkan dengan persamaan berikut.

$$\sigma = \frac{\text{Gaya Tarik}}{\text{Luas Penampang}} = \frac{\text{F}}{\text{A}} \qquad 2.1$$

Tegangan normal merupakan hasil dari pembagian gaya tarik dan luas penampang di mana, gaya tarik disimbolkan dengan F (force) dan luas penampang disimbolkan dengan A (area).

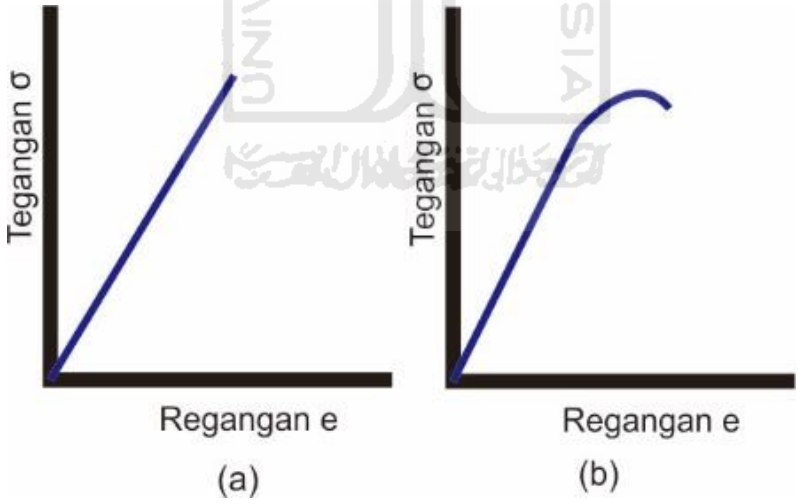
Dalam perancangan sebuah produk, salah satu hal yang perlu diperhatikan adalah kekuatan dari material yang digunakan.Pengujian pada material perlu dilakukan untukmengetahui sifat mekaniknya. Untuk keperluan perancangan dapat dilihat dari kekuatan luluh dari material (*yield strength*). Kekuatan luluh yaitu tegangan yang akan menghasilkan deformasi permanen dalam jumlah yang kecil yang pada umumnya sama dengan regangan sebesar 0.002 (Dieter, 1987). Berikut dapat diperhatikan pada gambar 2-5 yang menunjukkan sifat material untuk pengujian tarik pada kurava tegangan regangan.



Gambar 2- 5 Kurva tegangan regangan (Dieter, 1987)

Dapat diperhatikan pada gambar 2-5 bahwa batas elastik suatu material ditunjukkan pada titik A. Sementara tegangan maksimum terjadi pada puncak tertinggi yaitu pada titik B dan benda akan patah pada titik C.

Berdasarkan gambar 2-6 dibawah ini, dapat dibedakan apakah material bersifat getas atau bersifat ulet.

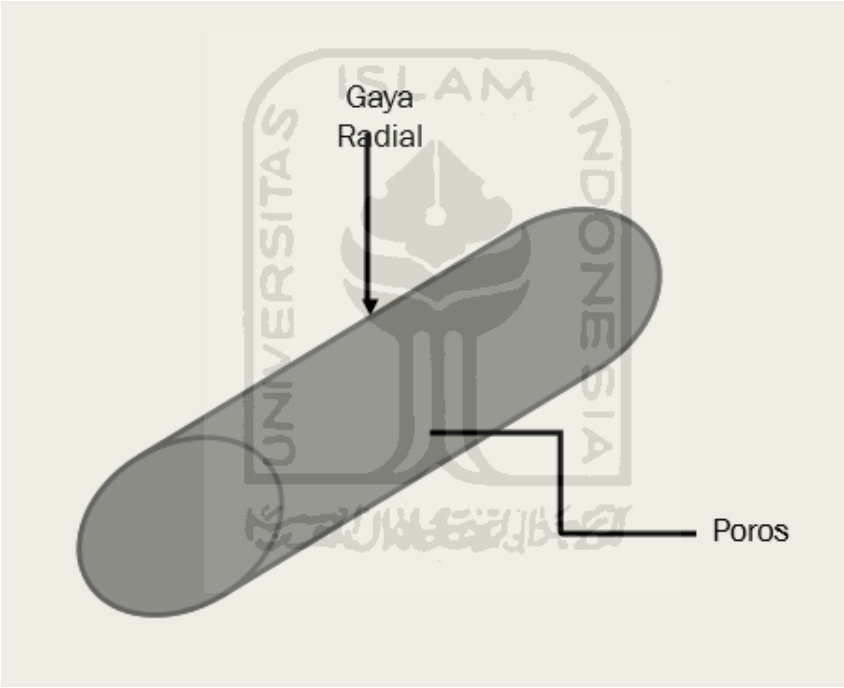


Gambar 2- 6 Perbadaan sifat material berdasarkan kurva tegangan regangan (Dieter, 1987)

Gambar (a) menunjukkan material yang getas sempurna sedangkan gambar (b) menunjukkan material yang getas dengan sedikit keuletan.

2. Momen Lentur

Gaya yang bekerja pada sebuah batang maupun poros tidak hanya terjadi hanya searah dengan sumbunya saja akan tetapi ada juga gaya yang terjadi tidak segaris dengan sumbu poros atau batang. Gaya yang bekerja tegak lurus pada sumbu poros atau batang disebut gaya radial (Herry Sonawan, 2010). Jika poros atau batang terkena gaya radial maka tegangan yang akan terjadi masih berupa tegangan normal akan tetapi besar nilai tegangan normal yang terjadi berbeda dengan tegangan normal yang disebabkan oleh gaya aksial. Berikut dapat ditunjukkan contoh gambar sebuah poros saat terkena gaya radial pada gambar 2-5.



Gambar 2- 7 Gaya radial (Herry Sonawan, 2010)

Untuk mencari besarnya momen yang terjadi yang diakibatkan gaya radial maka dapat digunakan fomula sebagai berikut.

$$M = F\ x\ l \qquad 2.2$$

Di mana,

M: Momen

F: Gaya radial

l : Jarak dari gaya ke titik tumpuan batang atau poros

Sementara untuk mengetahui nilai tegangan normal yang disebabkan oleh momen maka dapat ditentukan dengan persamaan 2.3 di bawah ini.

$$\sigma = \frac{M\ c}{\mathrm{I}} \qquad 2.3$$

Di mana,

c: Luas penampang yang terkena tegangan paling besar

I: Momen Inersia

Sementara untuk poros dapat dirumuskan sebagai berikut.

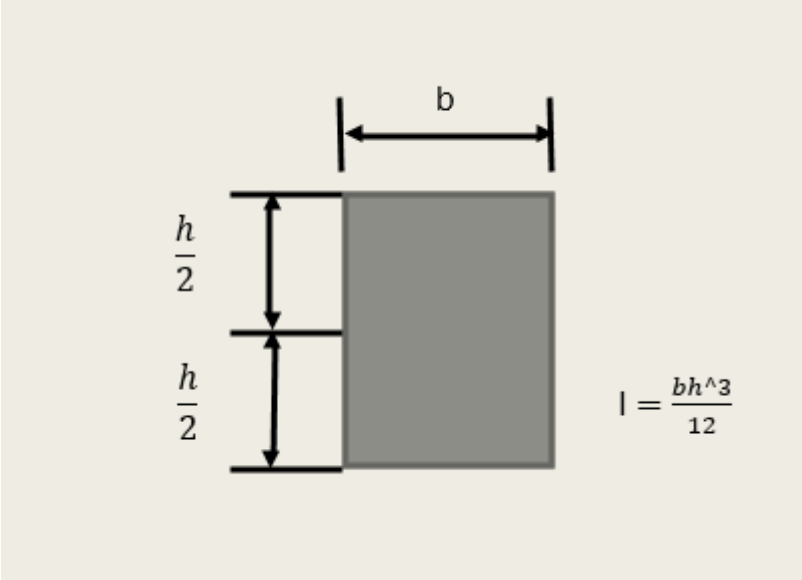
$$\sigma = \frac{32\ \mathrm{M}}{\Pi \mathrm{d}^3} \qquad 2.4$$

d: Diameter

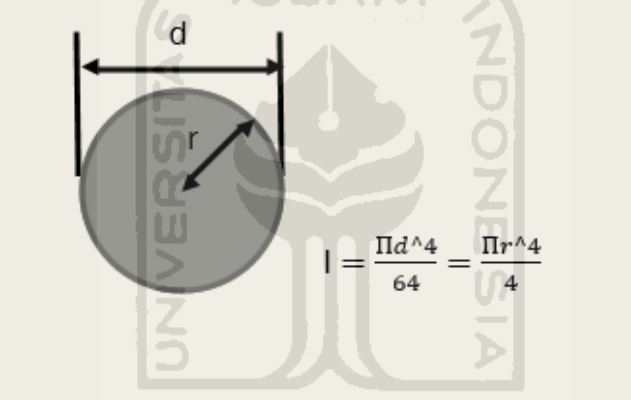
3. Momen Inersia

Inersia merupakan suatu keadaan di mana sebuah benda mengalami kecenderungan untuk mempertahankan keadaannya yaitu tetap diam atau tetap bergerak. Sehingga dapat diartikan bahwa momen inersia merupakan ukuran kelembaman suatu benda untuk berotasi pada porosnya.

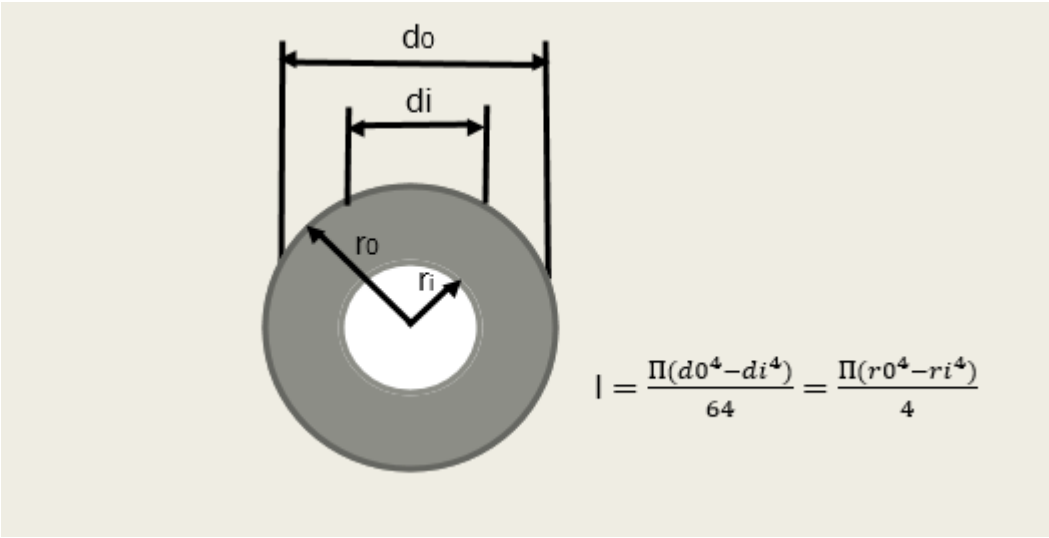
Untuk mengetahui momen inersia yang terjadi pada suatu benda, dapat diketahui dengan gambar-gambar di bawah ini. Setiap perbedaan bentuk benda memiliki persamaan momen inersia yang berbeda.



Gambar 2- 8 Persamaan momen inersia profil benda 1(Spotts et al., 2004)



Gambar 2- 9Persamaan momen inersia profil benda 2 (Spotts et al., 2004)



Gambar 2- 10 Persamaan momen inersia profil benda 3 (Spotts et al., 2004)

2.2.2. Safety factor

Safety factor diperlukan sebagai nilai standar untuk memastikan dalam perancangan sebuah produk untuk mengetahui atau memastikan sebuah produk yang dirancang aman. Untuk menentukan keamanan dari sebuah produk, ada sebuah syarat atau pernyataan sederhana yang dapat digunakan dalam mempertimbangkan perancangan suatu produk, yaitu kekuatan bahan dari material harus lebih besar dari pada tegangan yang disebabkan oleh gaya dari luar (Sonawan, 2010).

Untuk menentukan nilai dari safety factor dari sebuah perancangan dapat dilihat pada persamaan di bawah ini.

$$Safety\ Factor\ (SF) = \frac{\text{Kekuatan bahan}}{\text{beban}} \qquad 2.5$$

Berdasarkan dari penjelasan (Sonawan, 2010). bahwa untuk memastikan sebuah perancangan dikatakan aman maka nilai dari safety factor harus lebih besar dari satu. Untuk pengujian dari sebuah material, nilai safety factor yang digunakan berbeda-beda tergantung dari jenis pengujiannya dan juga jenis materialnya. Dalam perancangan ini akan menggunakan pengujian statis dengan menggunakan material *stainless steel 201*. Untuk beban statis, menurut (Dobrovolsky et al., 1977) nilai safety factor yang digunakan yaitu antara 1.25 – 2. Sehingga dalam perancangan ini nilai safety factor yang akan digunakan dalam pengujian statis pada perancangan kursi roda adalah 2.

2.2.3. Antropometri

Antropometri merupakan sebuah ilmu yang mempelajari ukuran atau dimensi, berat, volume dan lain-lain dari tubuh manusia. Salah satu peran dalam mempelajari antropometri adalah guna membantu dalam perancangan desain industri yang bertujuan untuk mengoptimasikan produk-produk terhadap penyesuaian bentuk, kenyamanan dan keselamatan (Verwulgen et al., 2018).

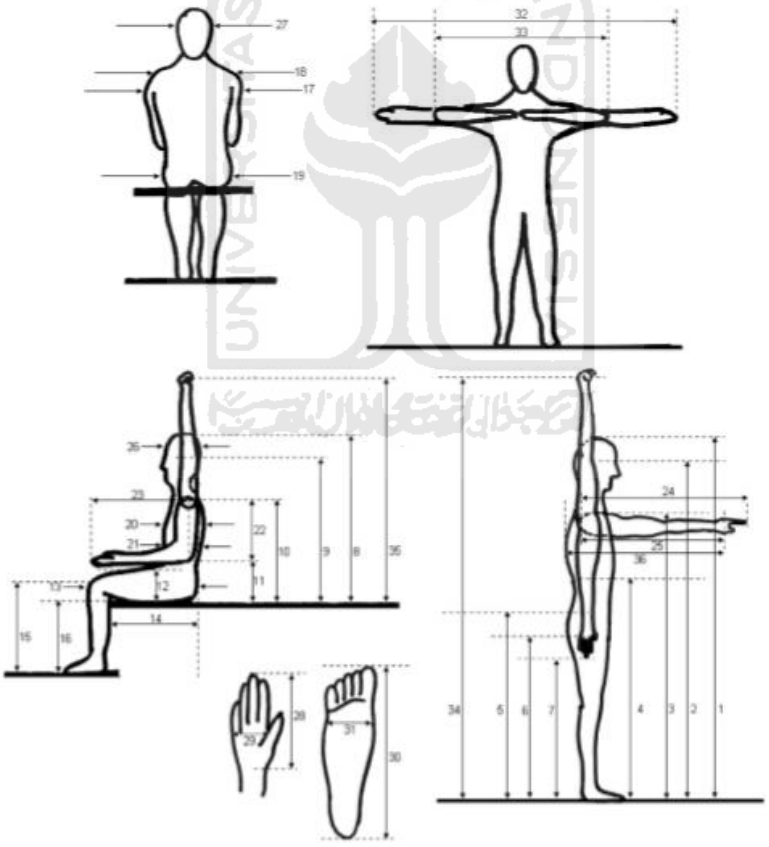
Dalam perancangan sebuah produk, penentuan dimensi dapat diambil dari mean, median dan persentil dari sebuah data antropometri sebagai acuan atau

melakukan pengukuran pada parameter yang berhubungan dengan desain perancangan (Verwulgen et al., 2018).

Beberapa pertimbangan yang harus dilakukan untuk mendapatkan data seteliti mungkin menurut (Nurmianto, 1996) dapat berupa:

1. Seberapa besar jumlah sampel yang harus diukur
2. Apakah sampel yang akan diambil terbatas pada suatu kalangan masyarakat tertentu
3. Ketika data didapatkan, apakah data tersebut dapat diterapkan pada populasi lain

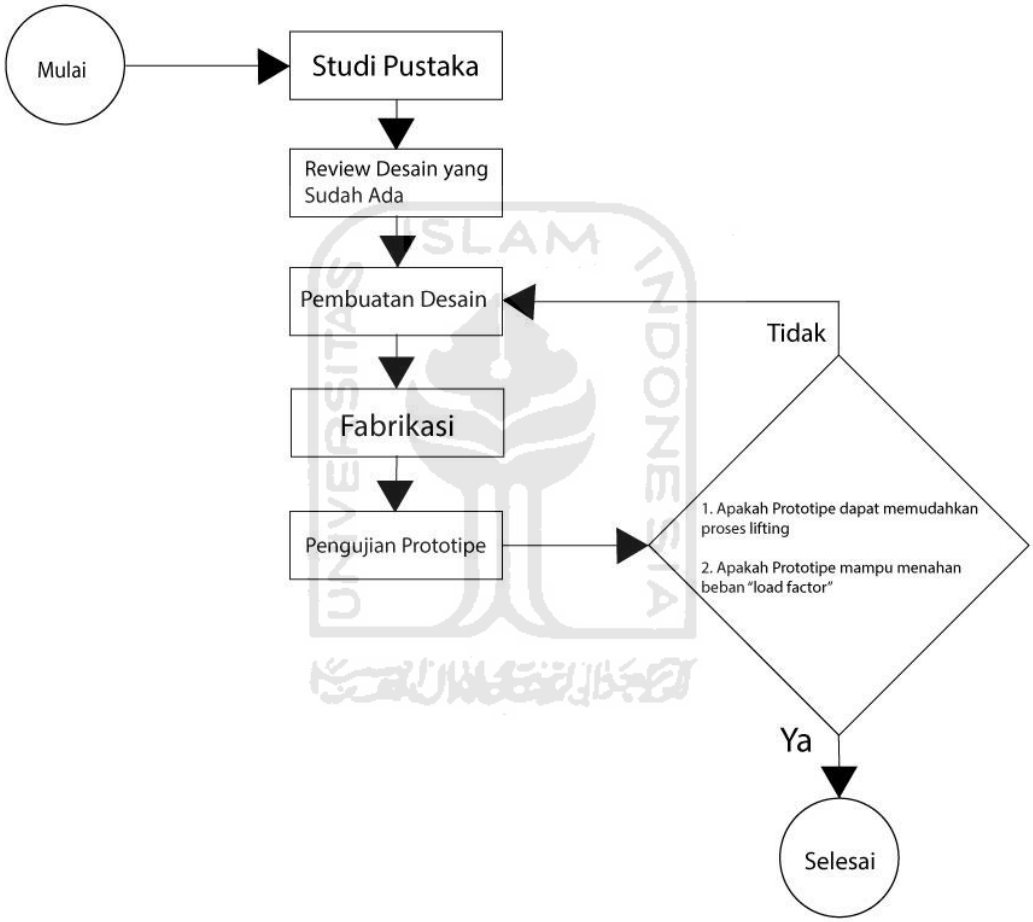
Berikut adalah contoh yang ditunjukkan pada gambar 2-11 untuk pengambilan sampel ukuran.



Gambar 2- 11 Sampel pengukuran dimensi

BAB 3
METODE PENELITIAN

3.1. Alur Penelitian



Gambar 3- 1 Alur penelitian

3.1.1. Studi Pustaka

Pada tahapan studi pustaka dilakukan pencarian serta mempelajari penelitian-penelitian sebelumnya (tabel 2-1) yang dapat menjawab permasalahan-permasalahan serta memperkuat perancangan

3.1.2. Review Desain Sebelumnya

Mereview desain-desain yang sudah dibuat oleh para peneliti ataupun desainer lain sangat dibutuhkan untuk mengetahui kekurangan dan kelebihan dari produk sebelumnya untuk mengembangkan desain pada perancangan ini.

3.1.3. Pembuatan Desain

Pembuatan desain di awali dengan perancangan pada masing-masing part berdasarkan studi pustaka serta dasar teori yang digunakan.

Proses pembuatan desain dapat disajikan dengan diagram flowchart pada gambar 2-11 di bawah ini.

Gambar 3- 2 Flowchart proses desain

3.1.4. Simulasi dan Pengujian

Tahapan simulasi serta pengujian dilakukan setelah tahapan desain dan fabrikasi selesai. Simulasi serta pengujian dilakukan bertujuan untuk mengetahui distribusi beban yang terjadi pada desain. Dari pengujian pada desain akan dianalisis jika ada kerusakan pada produk yang diakibatkan oleh beban.

3.1.5. Kriteria Desain

Kriteria dari desain yang harus ada berdasarkan studi literatur yang telah dipelajari dapat berupa sebagai berikut.

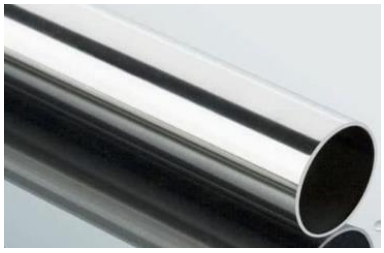
Tabel 3- 1 Kriteria desain

No	Kriteria	Deskripsi
1	Kuat	Kursi roda mampu menahan beban, yaitu beban maksimal rata-rata orang indonesia diatas usia 12 tahun adalah 60 kg (Hartono, 2018)
2	Tidak korosif	Bahan yang digunakan tidak mudah berkarat
3	Dimensi sesuai antropometri orang indonesia	Panjang dan lebar dari kursi roda ditentukan dari antropometri orang indonesia
4	Ringan	Prototipe yang dibuat harus ringan untuk memudahkan kursi roda diangkat oleh perawat untuk disimpan dalam tempat tertentu
5	Mudah disimpan	Prototipe kursi roda mudah dikemas sehingga dapat dibawa saat menggunakan kendaraan

6	Praktis	Kursi roda dapat dibongkar pasang dengan mudah

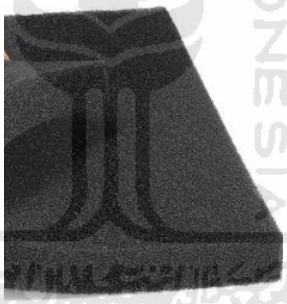
3.2. Peralatan dan Bahan

1. Batang *stainless steel hollow tube*



Gambar 3- 3 Material *stainless steel* 201

2. Busa

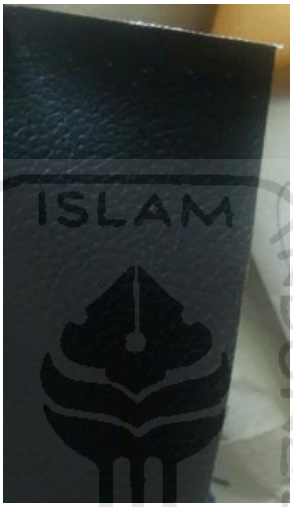


Gambar 3- 4 Material busa

3. Gerinda

Gambar 3- 5 Gerinda

4. Kain Oscar



Gambar 3- 6 Material kain Oscar

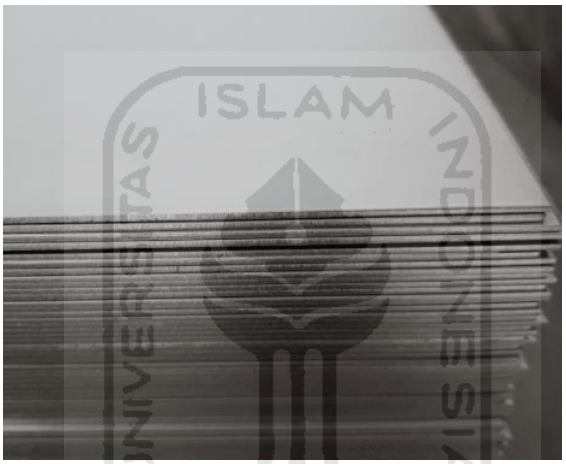
5. Lem untuk perekat pada busa dan kain

Gambar 3- 7 Lem dengan merk castol

6. Akrilik

Gambar 3- 8 Akrilik

7. Plat stainless



Gambar 3- 9 Plat stainless steel

3.3. Perancangan

3.3.1. Proses Review Desain

Pada bagian ini dilakukan peninjauan pada produk yang telah dibuat oleh peneliti lain untuk membantu melakukan pengembangan desain pada perancangan ini. Berikut adalah desain dari perancangan peneliti sebelumnya.

Gambar 3- 10 *Review* desain

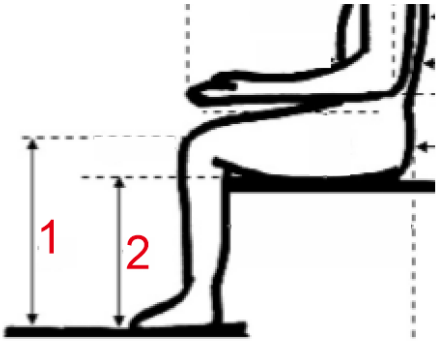
Berdasarkan dari produk sebelumnya, kursi roda tidak memiliki pegangan pada bagian belakang untuk memudahkan perawat saat mendorong kursi roda dari belakang. Kemudian pada roda bagian depan tidak bisa bergerak atau berbelok, sehingga menurut peneliti ada kemungkinan kursi roda sulit untuk dikendalikan atau sulit untuk dibelokkan.

3.3.2. Pembuatan Desain dengan Software

Langkah selanjutnya setelah mereview desain sebelumnya yaitu mengerjakan desain dengan software Autodesk Inventor 2017. Desain dimulai dari pembuatan sketsa (2D) hingga menjadi gambar tiga dimensi.

3.3.3. Menentukan dimensi dari data antropometri

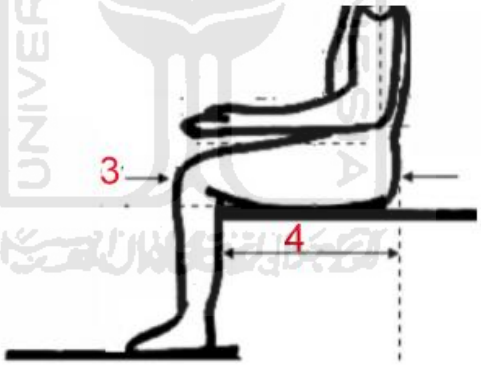
Dimensi pertama yang akan ditentukan yaitu ketinggian dari kursi roda dengan mengacu pada panjang dari betis rata-rata orang Indonesia yang ditunjukkan pada gambar 3-10 di bawah ini.



Gambar 3- 11 Panjang betis (Hartono, 2018)

Nomor 1 pada gambar 3-11 adalah tinggi dari tempurung lutut sampai ke telapak kaki yaitu 54.5cm dan pada nomor 2 yaitu tinggi betis tanpa tempurung lutut dengan panjang 41.6cm.

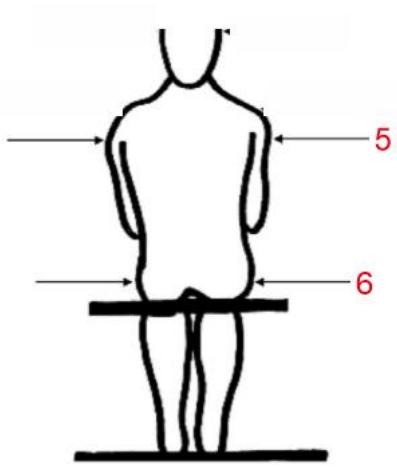
Dimensi ke dua yang dijadikan sebagai acuan yaitu panjang paha dari rata-rata orang Indonesia yang akan disajikan pada gambar 3-11.



Gambar 3- 12 Panjang paha (Hartono, 2018)

Nomor 3 pada gambar 3-12 adalah panjang dari tempurung lutut sampai ke bokong yaitu 57.5cm dan pada nomor 4 yaitu panjang paha tanpa tempurung lutut dengan panjang 48.3cm.

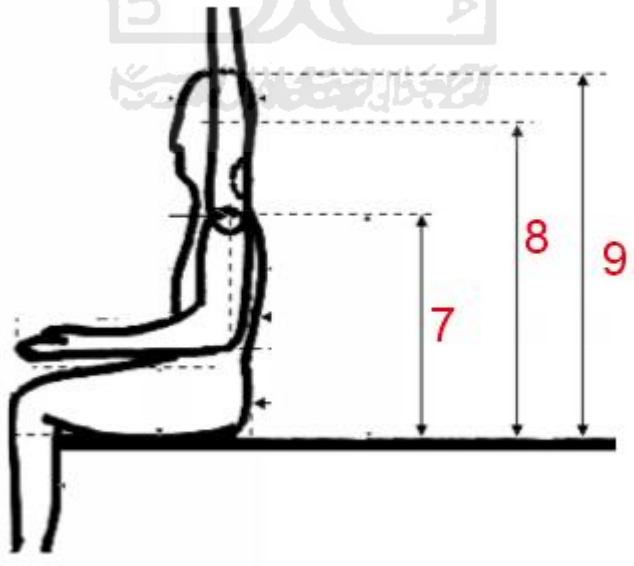
Untuk dimensi yang selanjutnya yang dijadikan sebagai acuan yaitu lebar dari pundak dan juga lebar dari bagian panggul yang akan ditunjukkan pada gambar 3-12 sebagai berikut.



Gambar 3- 13 Lebar bahu dan panggul (Hartono, 2018)

Nomor 5 pada gambar 3-13 adalah lebar dari bahu yaitu 46.4cm dan pada nomor 6 merupakan lebar panggul dengan ukuran 44.9cm.

Selanjutnya untuk dimensi terakhir yang dijadikan sebagai acuan yaitu tinggi dari bagian punggung saat posisi duduk. Berikut adalah ukuran yang ditunjukkan oleh gambar 3-13.

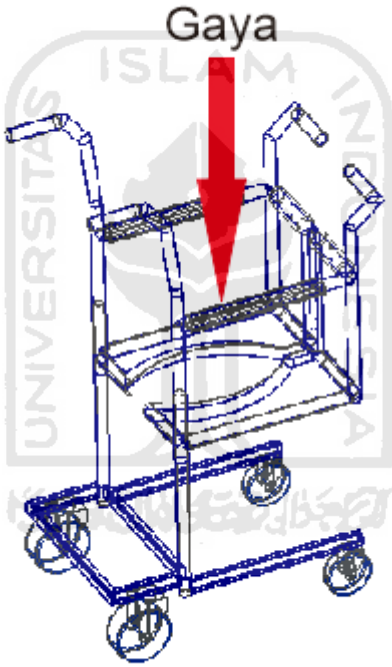


Gambar 3- 14 Tinggi punggung saat posisi duduk (Hartono, 2018)

Nomor 7 pada gambar 3-14 adalah ketinggian yang diukur dari jarak bahu yaitu 53.1cm dan pada nomor 8 adalah ketinggian yang diukur dari mata yaitu 65.9cm, nomor sembilan merupakan ketinggian yang diukur dari ujung kepala yaitu 78.9cm.

3.3.4. Pengujian Desain

Sebagaimana yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa dalam pengujian ini dilakukan pengujian dengan beban statis. Beban diasumsikan tegak lurus ke arah gravitasi bumi. Berikut adalah gambar dari asumsi arah gaya yang bekerja pada kursi roda.



Gambar 3- 15 Asumsi arah gaya

Untuk besar nilai beban yang diberikan berdasarkan dasar teori yang telah dijelaskan sebelumnya yaitu berat rata-rata orang Indonesia dikalikan dengan nilai *safety factor* untuk pengujian pembebanan statis atau dalam teori ini disebut *load factor*. Besar gaya pada pengujian ini yaitu 120kg (*load factor* = 60kg x 2). Setelah dilakukan pembebanan statis pada produk maka dapat dianalisis setiap bagian produk yang mengalami tegangan, sehingga dapat diketahui apakah tegangan-

tegangan yang terjadi nilainya lebih kecil atau lebih besar dari nilai kekuatan material agar desain dapat diperbaiki.

3.4. Simulasi Penggunaan Prototipe

Setalah proses fabrikasi, sesuai dengan tujuan dari penelitian ini, selain melakukan pengujian desain untuk mengetahui desain mampu menahan beban yang diberikan, prototipe juga harus diuji langsung ke manusia untuk mengetahui apakah manfaat dalam memudahkan proses *lifting* dapat dicapai. Pengujian akan dilakukan ke pada 10 orang kemudian akan diberikan kuisioner untuk mengetahui tingkat kebermanfaatan dari prototipe yang telah dirancang.

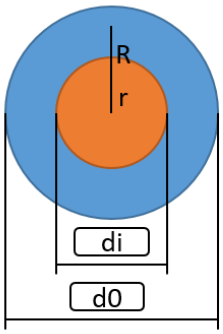
BAB 4
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Perancangan Desain Kursi Roda

Proses perancangan telah melalui beberapa tahap mulai dari studi pustaka dan seterusnya berdasarkan alur penelitian yang sudah dijelaskan pada BAB 3. Berikut akan dijelaskan hasil dari perancangan desain yang akan dipaparkan dalam beberapa poin.

4.1.1. Desain Frame Dudukan Kursi Roda

Bagian yang pertama yaitu desain rangka dudukan kursi roda menggunakan material *stainless steel* 201. Peneliti memilih material *stainless steel* 201 dikarenakan mudah untuk ditemukan di pasaran. Material *stainless steel* juga tahan karat serta mudah dibersihkan. Diameter dalam poros adalah 29.7 mm sedangkan diameter luarnya adalah 33.7 mm atau ketebalan poros sama dengan 2 mm. Perhitungan untuk mencari diameter dalam dan diameter luar dapat ditunjukkan pada persamaan berikut di bawah ini.



R = Jari-jari d0 + di

R = Jari-jari di

Untuk mencari R maka,

$$R = \frac{1}{2}\, di + \frac{1}{4}\,(d0 - di)$$

$$= \frac{1}{2}\ di + \frac{1}{4}\ do - \frac{1}{4}\ di$$

$$= \frac{1}{4}\ (d0 - di)$$

Kemudian mencari momen yang terjadi pada rangka prototipe,

Diketahui jarak antara beban dan titik tumpu adalah $l = 451.30$ mm.

Maka untuk mencari nilai momen adalah,

$M = F\ x\ l$

$= 1200\ x\ 225.65$

$= 270780\ Nmm^2$

Untuk mencari atau menentukan diameter luar dan diameter dalam (d0 & di) maka dapat dilakukan dengan mencari nilai tegangan maksimum yang terjadi pada rangka prototipe.

$$Kekuatan\ material > Beban\ yang\ bekerja$$

$$Yield\ strenth > 32\frac{M}{\Pi(2R)^3}$$

$$250 > 32\ x\ 270780$$

$$250 > \frac{8664960}{\Pi\left(2\left(\frac{1}{4}\ (d0 - di)\right)\right)^3}$$

$$250 > \frac{8664960}{25.12\left(\frac{1}{4}\ (d0 - di)\right)^3}$$

$$6280\big(4(d0 - di)\big)^3 > 8664960$$

$$401920(d0 - di)^3 > 8664960$$

$$(do - di)^3 > 21.56$$

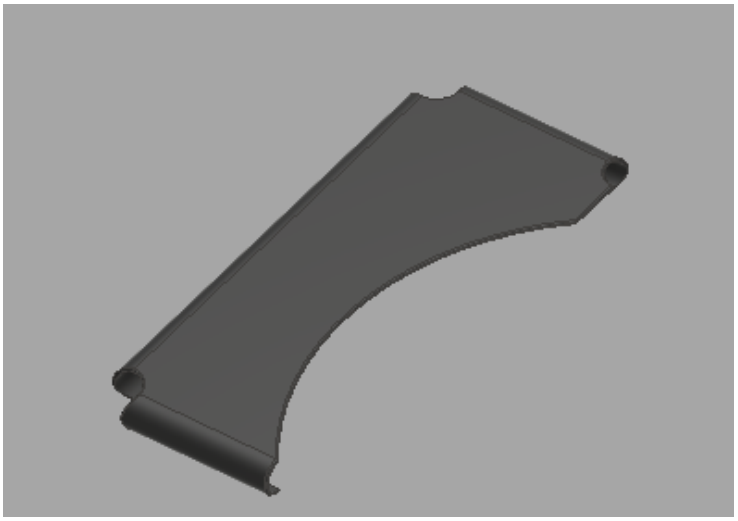
$$d0 - di > 2.783\ mm$$

Desain rangka dudukan kursi roda akan disajikan pada gambar 4-1 di bawah ini.

Gambar 4- 1 Rangka dudukan kursi roda

4.1.2. Desain Alas Dudukan Kursi Roda

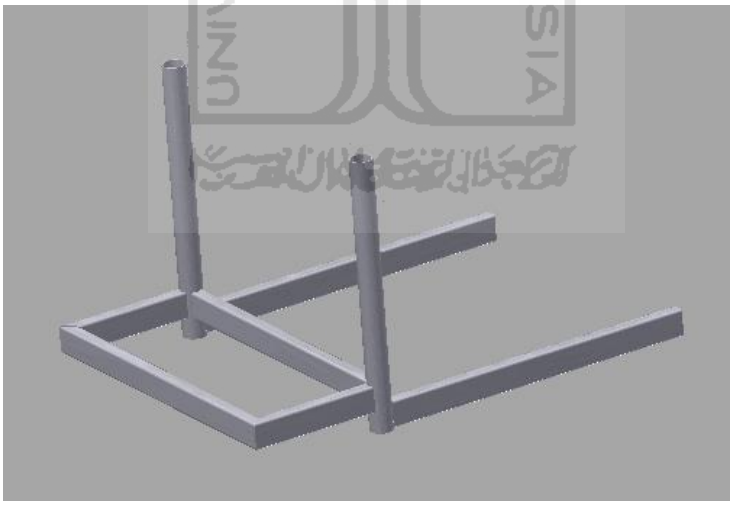
Bagian ke dua yaitu alas tempat duduk kursi roda menggunakan plat *stainless steel* dengan ketebalan 1 mm. Berikut adalah hasil desain yang ditunjukkan pada gambar 4-2.



Gambar 4- 2 Alas tempat duduk

4.1.3. Desain Kaki Kursi Roda

Bagian ke tiga yaitu kaki kursi roda yang juga menggunakan material *stainless steel* 201 yang mana untuk porons berlubang diameter luar adalah 33.7 mm dan diameter dalam adalah 29.7 mm. sementara untuk frame yang berbentuk persegi panjang berongga yaitu 40 x 20 mm dengan ketebalan 2 mm.



Gambar 4- 3 Frame kaki kursi roda

4.1.4. Stainless Steel Hollow Tube

Batang Stainless steelhollow tube dengan diameter luar sama dengan 29.7 mm dan diameter dalam 25.7 mm digunakan sebagai engsel pada kursi roda. Gambar poros akan disajikan pada gambar 4-4.

Gambar 4- 4 Poros yang berfungsi sebagai engsel

4.1.5. Pengaman Bagian Tangan dan Punggung

Komponen selanjutnya adalah pengaman yang ditujukan untuk kenyamanan pasien yang menggunakan kursi roda. Untuk material yang digunakan yaitu busa dengan ketebalan 10 mm. Desain akan disajikan pada gambar 4-5 dan 4-6.

Gambar 4- 5 Pengaman bagian punggung

Gambar 4- 6 Pengaman bagian tangan

4.1.6. Hasil Assembly

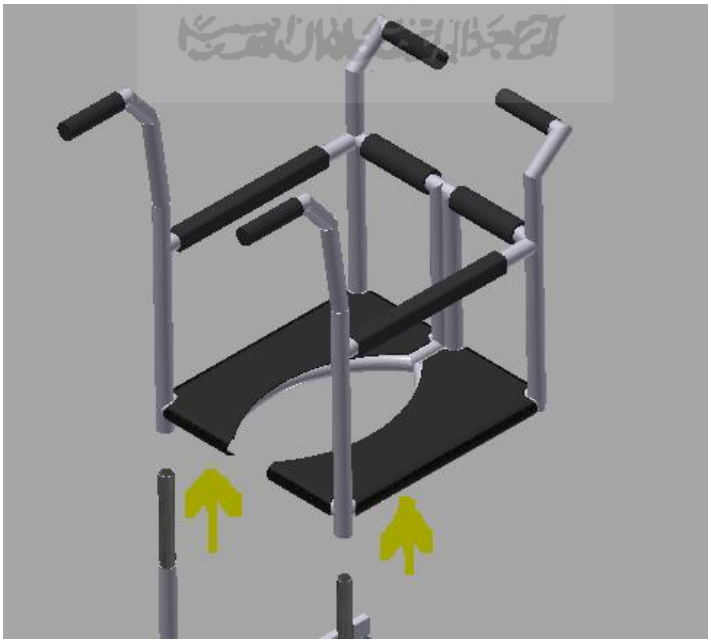
Hasil assembly dari komponen-komponen kursi roda yang telah dipaparkan sebelumnya akan dijelaskan sebagaimana pada gambar-gambar berikut ini beserta mekanisme bergerakan dari kursi roda yang telah dirancang.

Gambar 4- 7 Hasil Assembly

1. Mekanisme pembukaan saat proses mengankat pasien ke kursi

Gambar 4- 8 Pembukaan saat proses *lifting* pasien

2. Melepas dan memasang saat proses penyimpanan



Gambar 4- 9 Proses melepas komponen untuk penyimpanan

3. Pengemasan

Gambar 4- 10 Pengemasan kursi roda

4.2. Pembuatan Prototipe

Pembuatan prototipe dilakukan pada dua tempat, untuk proses pengelasan dilakukan di tempat jasa pengelasan sementara untuk proses pemotongan dan juga perakitan prototipe dilakukan di laboratorium produksi Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia. Berikut adalah gambar proses pemotongan yang dilakukan di laboratorium proses produksi.

Gambar 4- 11 Proses pemotongan batang *stainless*

Setelah melakukan pemotongan maka langkah selanjutnya adalah melakukan perakitan prototipe dan yang hasilnya dapat disajikan pada gambar berikut.

Gambar 4- 12 Prototipe kursi roda

4.3. Pengujian prototipe

4.3.1. Kuisioner

Pada simulasi ini, dilakukan pengujian pada 10 orang responden. Simulasi dilakukan dengan melakukan proses *lifting* dan proses pengemasan atau penyimpanan pada bagasi mobil. Setelah simulasi, testee diberikan pertanyaan untuk memberikan nilai terhadap kebermanfaatan prototipe dalam proses *lifting*. Nilai dimulai dari angka 1 – 4.

1= Tidak membantu sama sekali

2= Kurang membantu

3= Cukup membantu

4= Sangat membantu

Berikut adalah tabel penilaian kebermanfaatan prototipe yang telah dirangkum.

Tabel 4- 1 Penilaian Prototipe

No	Responden	Nilai
1	tester 1	4
2	tester 2	4
3	tester 3	4
4	tester 4	4
5	tester 5	4
6	tester 6	4
7	tester 7	4
8	tester 8	4
9	tester 9	4
10	tester 10	4
Rata-Rata		4

4.3.2. Perhitungan Durasi Pengemasan

Percobaan pengemasan dilakukan tiga kali yang ditujukan untuk testee terbiasa dalam menggunakan prototipe. Berikut adalah tabel hasil durasi pengemasan yang dilakukan sebanyak tiga kali.

Tabel 4- 2 Durasi Pengemasan

No	Responden	Durasi Pengujian 1	Durasi Pengujian 2	Durasi Pengujian 3	Rata-Rata
1	tester 1	16	14	14	14,66667
2	tester 2	12	12	11	11,66667
3	tester 3	15	14	14	14,33333
4	tester 4	14	14	13	13,66667
5	tester 5	20	15	14	16,33333
6	tester 6	12	13	12	12,33333
7	tester 7	15	14	14	14,33333
8	tester 8	14	14	13	13,66667
9	tester 9	13	12	12	12,33333
10	tester 10	14	12	12	12,66667
Rata-rata					13,6

Berikut adalah gambar gambar saat proses simulasi penggunaan dan juga proses penyimpanan prototipe.

Gambar 4- 13 Simulasi penggunaan prototipe

Data responden:

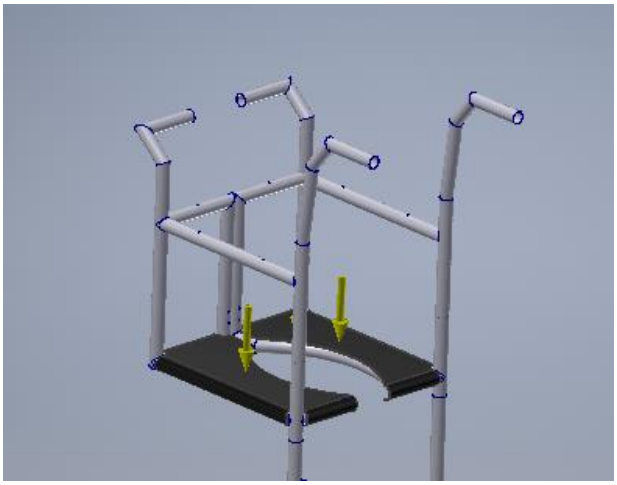
1. Nama :Haqira Tondi
   Jenis Kelamin : Laki-laki
   Tinggi : 168 cm
   Berat badan : 62 kg
2. Nama :Dina Anggraeni Resphaty
   Jenis Kelamin : Perempuan
   Tinggi : 152 cm
   Berat badan : 58 kg
3. Nama :Nurhomaida
   Jenis Kelamin : Perempuan
   Tinggi : 155 cm
   Berat badan : 72 kg
4. Nama :Mhd Hamzah Fansuri
   Jenis Kelamin : Laki-laki
   Tinggi : 165 cm

Berat badan : 60 kg

5. Nama :Rahmad Wahana
   Jenis Kelamin : Laki-laki
   Tinggi : 167 cm
   Berat badan : 65 kg
6. Nama :Hanifah
   Jenis kelamin : Perempuan
   Tinggi : 154 cm
   Berat badan : 45 kg
7. Nama :Putra Bayu Pamungkas
   Jenis Kelamin : Laki-laki
   Tinggi : 170 cm
   Berat badan : 80 kg
8. Nama : Alfandya
   Jenis Kelamin : Laki-laki
   Tinggi : 170 cm
   Berat badan : 55 kg

4.3.3. Distribusi Tegangan untuk Pengujian Statis

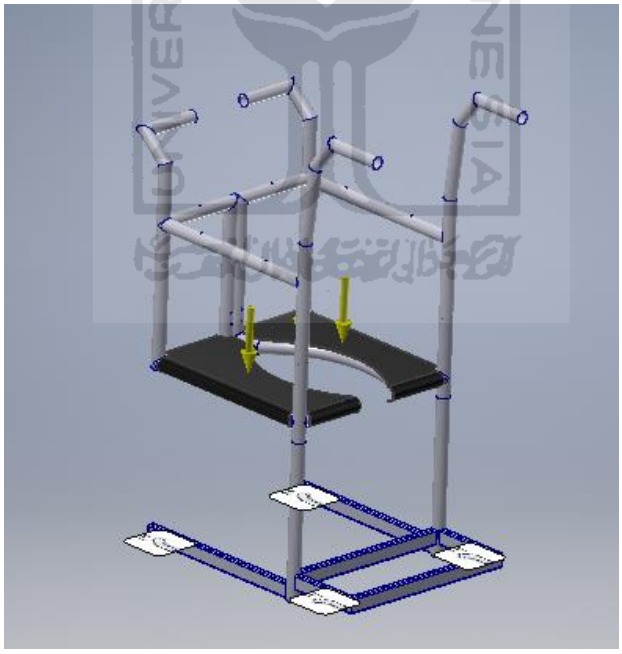
Berikut adalah beban yang diestimasikan akan bekerja pada rangka kursi roda yang akan ditunjukkan pada gambar 4-14



Gambar 4- 14 Asumsi beban

4.3.4. Menentukan Titik Tumpu

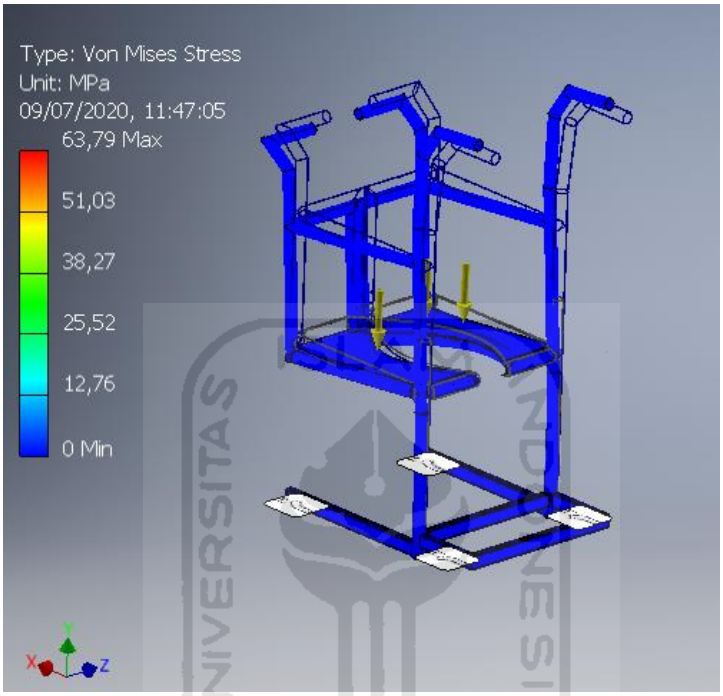
Menentukan titik tumpuan bertujuan untuk menentukan titik tertentu benda agar benda tidak bergerak. Untuk pengujian ini titik tumpu yang ditentukan ditunjukkan pada gambar 4-15 di bawah ini.



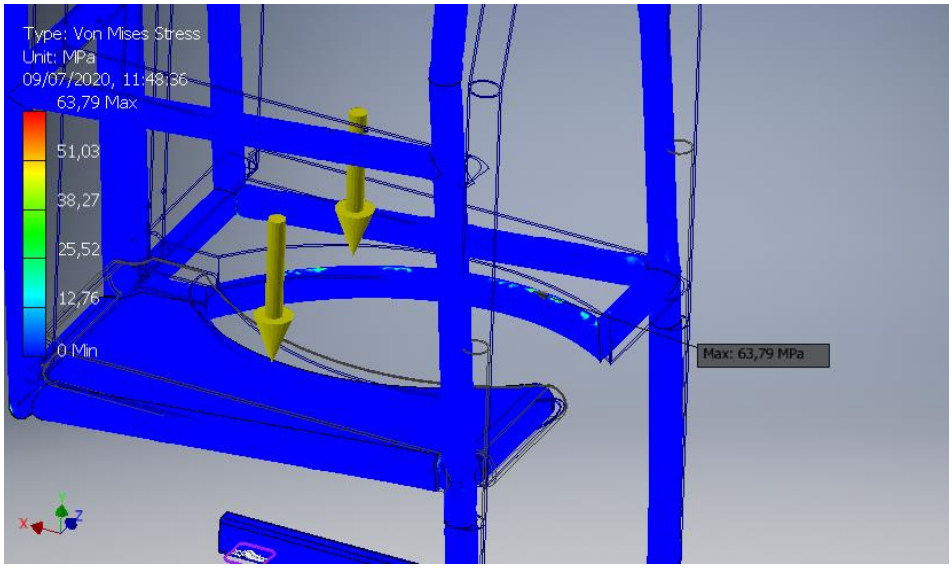
Gambar 4- 15 Titik tumpu

4.3.5. Simulasi Beban

Simulasi dapat dijalankan saat setelah menentukan beban yang akan diaplikasikan pada bagian tertentu produk yang akan diuji untuk mengetahui kekuatan material beban dan juga menentukan titik tumpu. Hasil simulasi akan ditunjukkan pada gambar 4-16.



Gambar 4- 16 Hasil simulasi



Gambar 4- 17 Batang yang terkena nilai tegangan paling besar

Hasil simulasi menunjukkan nilai tengan terbesar yang terjadi pada rangka kursi roda yaitu 63,79 MPa.

Untuk sifat material *stainless steel* yaitu diambil berdasarkan nilai dari aplikasi Autodesk Inventor 2017. Berikut adalah nilai sifat material *stainless steel* berdasarkan aplikasi Autodesk Inventor yang ditunjukkan pada gambar 4-18.

Name	Stainless Steel	
General	Mass Density	8 g/cm^3
	Yield Strength	250 MPa
	Ultimate Tensile Strength	540 MPa

Gambar 4- 18 Sifat material *stainless steel*

BAB 5
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1.1. Kesimpulan

1. Berdasarkan dari hasil pengujian frame kursi roda yang telah didesain aman untuk menahan load factor yaitu sebesar 1200 N. Dapat dilihat bahwa nilai tegangan yang disebabkan oleh beban load factor lebih kecil dari nilai yield strength material *stainless steel*.
2. Dari kebermanfaatan berdasarkan pengujian dari simulasi dari 10 responden maka dapat disimpulkan prototipe yang telah dibuat mampu memudahkan dalam proses *lifting.*
3. Durasi proses pengemasan membutuhkan waktu rata-rata 13,6 detik, walaupun saat proses penyimpanan pada bagasi mobil, tidak semua jenis mobil dapat menyimpan pengemasan prototipe yang telah dirancang dikarenakan bagasi yang kecil atau sempit.

5.1.2. Saran

Kursi roda yang dibuat perlu didesain kembali atau dikembangkan agar lebih mudah lagi dikemas, perlu adanya perubahan desain khususnya pada bagian kaki kursi roda untuk ditambahkan mekanisme lipatan saat proses pengemasan.

DAFTAR PUSTAKA

Baran Pouyan, M., Birjandtalab, J., Nourani, M., & Matthew Pompeo, M. D. (2016). Automatic limb identification and sleeping parameters assessment for pressure ulcer prevention. *Computers in Biology and Medicine*, *75*, 98–108. https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2016.05.017

Dieter, G. (1987). *Metalurgi Mekanik* (3rd ed.).

Dobrovolsky, v, Zablinsky, Mak, Radchik, & Erlikh. (1977). *Machine Elements*. Central Books Ltd.

Green, G., & Young, J. (2011). The provision of wheelchairs for older people in the United Kingdom. *European Geriatric Medicine*, *2*(1), 52–55. https://doi.org/10.1016/j.eurger.2010.11.012

Hartono, M. (2018). Indonesian anthropometry update for special populations incorporating Drillis and Contini revisited. *International Journal of Industrial Ergonomics*, *64*, 89–101. https://doi.org/10.1016/j.ergon.2018.01.004

Heacock, H., Paris-Seeley, N., Tokuno, C., Frederking, S., Keane, B., Mattie, J., Kanigan, R., & Watzke, J. (2004). Development and evaluation of an affordable lift device to reduce musculo-skeletal injuries among home support workers. *Applied Ergonomics*, *35*(4), 393–399. https://doi.org/10.1016/j.apergo.2004.02.006

Herry Sonawan. (2010). *Perancangan elemen mesin*. Alfabeta.

Kirby, R. L., MacDonald, B., Smith, C., MacLeod, D. A., & Webber, A. (2008). Comparison Between A Tilt-in-Space Wheelchair and a Manual Wheelchair Equipped With a New Rear Anti-Tip Device From the Perspective of the Caregiver. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *89*(9), 1811–1815. https://doi.org/10.1016/j.apmr.2008.01.019

Kucera, K. L., Schoenfisch, A. L., McIlvaine, J., Becherer, L., James, T., Yeung, Y.-L., Avent, S., & Lipscomb, H. J. (2019). Factors associated with lift equipment use during patient lifts and transfers by hospital nurses and nursing care assistants: A prospective observational cohort study. *International Journal of Nursing Studies*, *91*, 35–46. https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2018.11.006

Nurmianto, E. (1996). *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya* (1st ed.). Guna Widya.

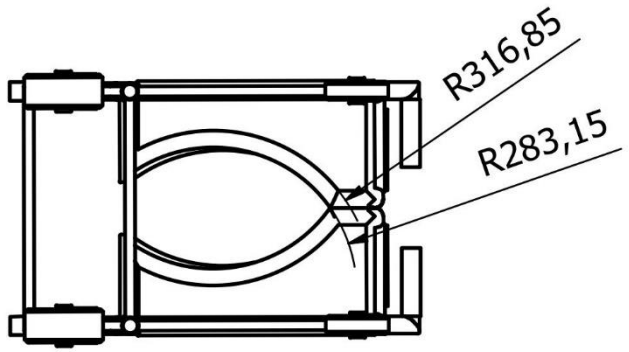
Reid, S. A., & Mirka, G. A. (2007). Learning curve analysis of a patient lift-assist device. *Applied Ergonomics*, *38*(6), 765–771. https://doi.org/10.1016/j.apergo.2006.10.006

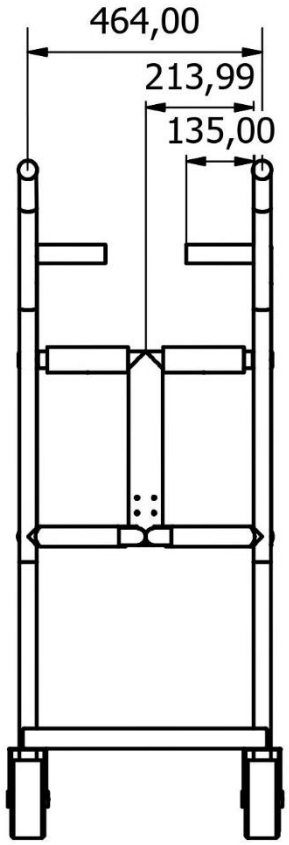
Spotts, M. F., Shoup, T. E., & Hornberger, L. E. (2004). *Design of machine elements* (8th ed). Pearson/Prentice Hall.

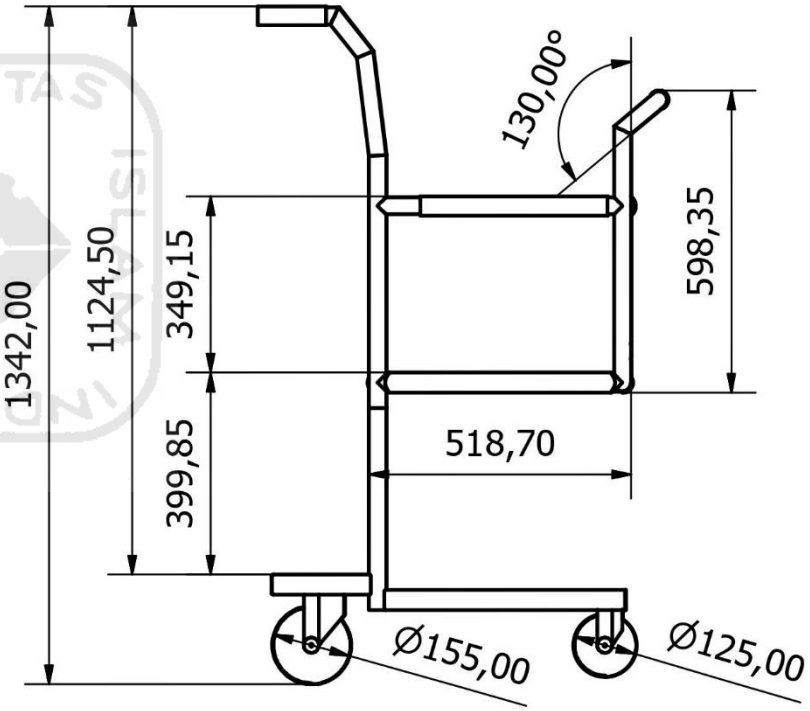
van Drongelen, S., van der Woude, L. H. V., & Veeger, H. E. J. (2011). Load on the shoulder complex during wheelchair propulsion and weight relief lifting. *Clinical Biomechanics*, *26*(5), 452–457. https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2011.01.006

Verwulgen, S., Lacko, D., Vleugels, J., Vaes, K., Danckaers, F., De Bruyne, G., & Huysmans, T. (2018). A new data structure and workflow for using 3D anthropometry in the design of wearable products. *International Journal of Industrial Ergonomics*, *64*, 108–117. https://doi.org/10.1016/j.ergon.2018.01.002

LAMPIRAN







UNIVERSITAS ISLAM NEGERI

	Skala: 1 : 15	Dibuat: Muh.Abd.Rauf Lamada	KETERANGAN:
	Satuan: mm		
	Tanggal: 20, Juli 2020	Diterima:	
	Prototipe Kursi Roda		A4