

# **DESAIN DAN SIMULASI ALAT UJI TELAPAK KAKI PALSU**

## **TUGAS AKHIR**

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



**Disusun Oleh :**

**Nama : Bimmo Wicaksono**

**No. Mahasiswa : 15525019**

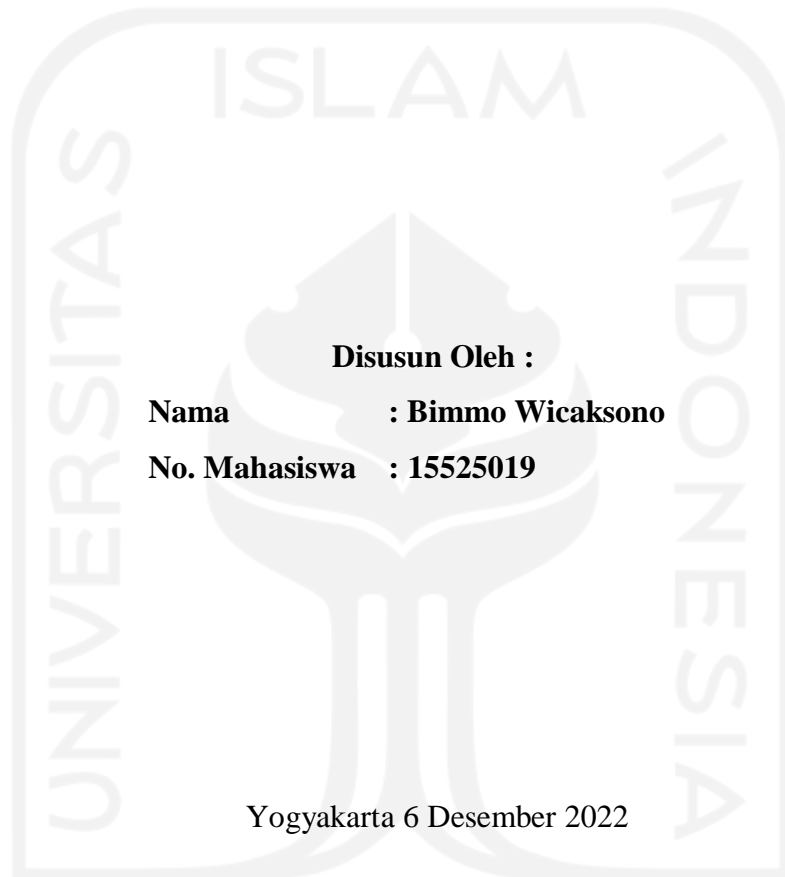
**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA**

**2022/2023**

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING**

**DESAIN DAN SIMULASI ALAT UJI TELAPAK KAKI PALSU**

**TUGAS AKHIR**



**Disusun Oleh :**

**Nama : Bimmo Wicaksono**

**No. Mahasiswa : 15525019**

Yogyakarta 6 Desember 2022

Pembimbing I,

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Donny Suryawan', written over a faint grid background.

Donny Suryawan S.T., M.Eng.

## LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

### DESAIN DAN SIMULASI ALAT UJI TELAPAK KAKI PALSU TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Bimmo Wicaksono

No. Mahasiswa : 15525019

Tim Penguji

Donny Suryawan, Ir., S.T., M.Eng., IPP

Ketua



Tanggal :

Irfan Aditya Dharma, S.T., M.Eng., Ph.D.

Anggota I



Tanggal : 27-01-2023

Faisal Arif Nurgesang, Ir., S.T., M.Sc., IPP

Anggota II



Tanggal : 31-01-2023

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik Mesin



Dekan, Hafidh, S.T., M.T., IPP.

## **SURAT PERNYATAAN KEASLIAN**

Dengan ini saya yang bertanda tangan di bawah ini, Bimmo Wicaksono selaku penulis Tugas Akhir yang berjudul “DESAIN DAN SIMULASI ALAT UJI TELAPAK KAKI PALSU” menyatakan bahwa karyatulis ilmiah yang saya buat merupakan karya sendiri bukan hasil plagiarisme dari karya tulis yang di buat oleh orang lain. Semua referensi dan kutipan yang saya tulis pada karya tulis ini saya cantumkan sitasi dan sumber pustakanya. Apabila di kemudian hari saya di anggap melakukan pelanggaran hak kekayaan intelektual dan yang saya tulis pada karya ilmiah ini tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi dan hukuman yang berlaku.

Yogyakarta, 31 Januari 2023



Bimmo Wicaksono

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Alhamdulillah rabbil 'alamin,*

Segala puja dan puji syukur terhadap kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, Allah SWT, penulis akhirnya dapat menyelesaikan skripsi Tugas Akhir ini yang berjudul “**DESAIN DAN SIMULASI ALAT UJI TELAPAK KAKI PALSU**” sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana. Dengan penelitian ini, penulis mempersembahkan kepada:

1. Orang tua, yang selalu memberikan *support* berupa aspek moral dan materiil sehingga penulis mampu menyelesaikan masa perkuliahan di Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Dr. Muhammad Khafidh, S.T., M.T., IPP selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Terima Kasih juga kepada bapak Donny Suryawan, S.T. M.Eng selaku dosen pembimbing dalam tugas akhir ini.
4. Serta kepada dosen dan staff direksi Universitas Islam Indonesia

## HALAMAN MOTTO

“That which does not kill you, make you stronger”

-Friedrich Nietzsche



## KATA PENGANTAR ATAU UCAPAN TERIMA KASIH

*Assalamualaikum Wr. Wb.*

*Alhamdulillahirobbil'alamin.* Puji dan syukur kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi Tugas Akhir yang berjudul “**DESAIN DAN SIMULASI ALAT UJI TELAPAK KAKI PALSU**”. Penyusunan skripsi ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan program Sarjana (S1) pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Selama studi dan dalam penyusunan skripsi ini, penulis telah memperoleh bantuan, baik itu doa maupun dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati penulis, mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua, Bapak Ir. M. Ismu Sasmito dan juga Ibu Drg. Rita Epitaria selalu mendukung, memberikan saran, dan do'a dalam segala hal dan membesarkan saya sampai saat ini.
2. Terima kasih kepada Mira Nurmalia S.Pt istri saya dan Julio Ranendra Wicaksono anak saya yang senantiasa mendukung dan mensupport saya dalam melakukan proses pengerjaan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Ir. Muhammad Khafidh, S.T., M.T., IPP. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia yang telah mengajarkan anak didiknya menjadi insan yang KSATRIA.
4. Bapak Donny Suryawan, S.T., M.Eng. selaku pembimbing 1 yang telah memberikan waktu luangnya untuk senantiasa memberikan arahan dalam penyusunan tugas akhir ini.
5. Seluruh Dosen Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan berbagai ilmu dari *softskill* dan *hardskill*.
6. Ketua laboratorium Mektaronika dan jajarannya yang telah membantu penulis sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik..
7. Saudara-saudaraku teknik mesin angkatan 2015 yang selalu menjadi

tempat kembali dan tempat berbagi kisah.

8. Harris Gustian yang telah memberikan dukungan kepada penulis, menjadi semangat, dan selalu mendengarkan cerita-cerita kecil dari penulis.
9. Teman-teman lembaga/organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin, Lembaga Eksekutif Mahasiswa, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia yang telah mengajarkan banyak ilmunya kepada penulis.

Akhirnya kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu oleh penulis, penulis mengucapkan banyak terimakasih atas segala bantuan yang telah diberikan. Semoga Allah SWT melimpahkan rezeki dan barakah-Nya kepada Bapak, Ibu, dan Saudara yang telah membantu penulis dalam segala hal.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu, kritik dan saran ke arah perbaikan sangat diperlukan. Namun demikian, harapan skripsi ini dapat memberikan sumbangan pemikiran yang bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan untuk kita semua, Aamiin.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb*

Yogyakarta, 13 Desember 2022

Penulis



Bimmo Wicaksono



## ABSTRAK

Dari data total penyandang disabilitas di Indonesia, 3,76% nya adalah penyandang disabilitas dalam hal berjalan. (Kementerian Kesehatan RI, 2018). Pengembangan prosthesis telapak kaki palsu sudah banyak berkembang baik dari produk lokal ataupun produk impor. Namun pengujian untuk ketahanan alat uji kaki palsu masih sangat sedikit dan belum ada di Indonesia. Sehingga mempengaruhi keterbatasan dalam pengembangan produksi kaki palsu itu sendiri. Pengembangan alat uji kaki palsu sendiri sudah beberapa kali dilakukan, yaitu pada tahun 2001 dengan benda uji SACH Foot, dan pada tahun 2011 pada telapak kaki palsu anak. Pada penelitian dilakukan pembuatan alat uji telapak kaki palsu dengan menggunakan satu silinder pneumatik sebagai aktuator pengujian.

Perancangan dan proses pengujian desain dilakukan menggunakan Autodesk Fusion 360 dengan sedikit mengikuti referensi dari ISO 22675. Pada tugas akhir ini hanya mengikuti bentuk dan *part* apa saja yang di gunakan di ISO tersebut, jadi tidak benar-benar semuanya mengikuti ISO 22675. Pada desain dan simulasi ini hanya berfokus pada desain kerangka alat uji telapak kaki palsunya saja. Pada desain ini dibuat sedemikian rupa agar kerangka dapat menahan tekanan yang di berikan, yaitu 5000N. Pada pembuatan desain frame ini juga harus dapat bergerak sesuai dengan yang di tunjukkan pada referensi ISO 22675 yang di pakai, dimana piston pneumatik mendorong ke arah bawah yang akan mendorong batang pemegang telapak kaki palsu, dan bagian bawah tatakan telapak kaki palsu dapat di atur beberapa derajat naik dan turunnya.

Pada simulasi pengujian kerangka alat uji telapak kaki palsu dengan *software* Autodesk fusion 360, kerangka alat uji telapak kaki palsu dapat menahan beban sebesar 5000N. Pada pengujian kerangka alat uji telapak kaki palsu dengan *software* Autodesk fusion 360 akan di ketahui hasil *stress analysis*, dan *safety factor* pada tumpuan kaki palsu bagian bawah, dan pada tumpuan piston pneumatik bagian atas.

Kata kunci : Disabilitas, Prosthesis, Desain.

## ABSTRACT

*From data on total persons with disabilities in Indonesia, 3.76% are persons with disabilities in terms of walking. (Ministry of Health RI, 2018). The development of artificial foot prostheses has developed a lot from both local and imported products. However, tests for the durability of prosthetics are still very few and do not yet exist in Indonesia. So that it affects the limitations in the development of the production of prostheses themselves. The development of the prosthetic leg test kit itself has been carried out several times, namely in 2001 with the SACH Foot test object, and in 2011 on the child's prosthetic foot. In this research, a prosthetic sole testing device was made using a pneumatic cylinder as an actuator test.*

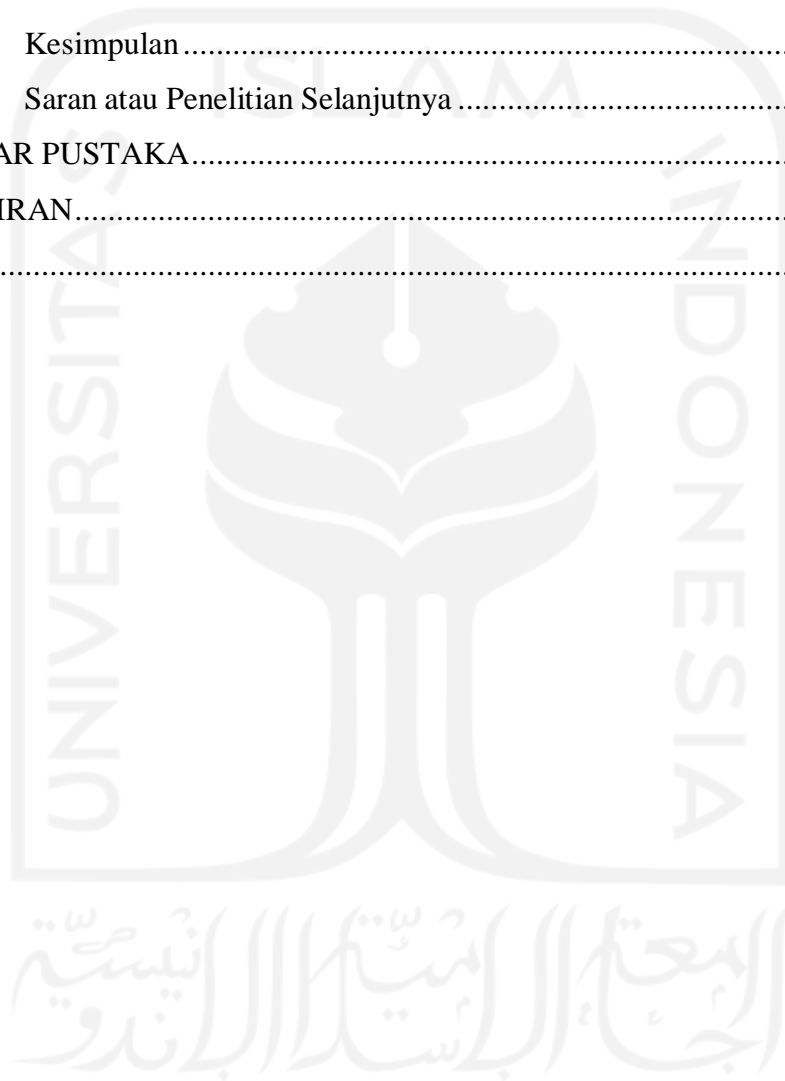
*The design and design testing process was carried out using Autodesk Fusion 360 by slightly following the references from ISO 22675. In this final project, it only follows the shape and what parts are used at the ISO, so it's not true that everything follows ISO 22675. In this design and simulation only focus only on the design of the prosthetic sole tester framework. This design is made in such a way that the framework can withstand the applied pressure, which is 5000N. In making this frame design, it must also be able to move according to what is shown in the ISO 22675 reference that is used, where the pneumatic piston pushes downward which will push the rod holding the prosthetic sole, and the bottom of the artificial sole can be adjusted a few degrees up. and down. In the simulation of the prosthetic sole tester framework with Autodesk Fusion 360 software, the prosthetic sole tester framework can withstand a load of 5000N. In testing the framework of the prosthetic test tool with Autodesk Fusion 360 software, the results of the stress analysis will be known, and the safety factor on the lower artificial foot support, and on the upper pneumatic piston support.*

*Keywords: Disability, Prosthesis, Design.*

## DAFTAR ISI

DESAIN DAN SIMULASI ALAT UJI TELAPAK KAKI PALSU .....	1
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING .....	2
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI.....	3
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN .....	4
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	4
HALAMAN MOTTO .....	5
KATA PENGANTAR ATAU UCAPAN TERIMA KASIH .....	6
ABSTRAK.....	8
ABSTRACT.....	9
DAFTAR ISI.....	10
DAFTAR TABEL .....	12
DAFTAR GAMBAR.....	13
DAFTAR NOTASI .....	14
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan.....	2
1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan.....	2
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1 Kajian Pustaka.....	4
2.2 Dasar Teori .....	6
2.2.1 Autodesk Fusion 360.....	6
2.2.2 <i>Finite element</i> .....	6
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	7
3.1 Alur Penelitian .....	7
3.2 Konsep Desain .....	8
3.3 Alternatif Desain .....	9

3.4	Pembebanan dan Fiksasi.....	12
3.5	Peralatan dan Bahan .....	13
BAB 4.....		15
4.1	Hasil Desain.....	15
4.2	Proses Perhitungan diameter piston hidrolik .....	16
4.3	Analisis Kekuatan Alat.....	17
BAB 5 PENUTUP.....		22
5.1	Kesimpulan.....	22
5.2	Saran atau Penelitian Selanjutnya .....	22
DAFTAR PUSTAKA.....		23
LAMPIRAN.....		24
.....		24



## DAFTAR TABEL

Tabel 3- 1 Tabel Peralatan.....	13
Tabel 3- 2 Tabel Bahan .....	13



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2- 1 Autodesk Fusion 360 .....	6
Gambar 3- 1 Alur Penelitian.....	7
Gambar 3- 2 Konsep ISO 22675.....	8
Gambar 3- 3 Sketsa Model 1 .....	10
Gambar 3- 4 Sketsa model 2.....	10
Gambar 3- 5 Sketsa model 3.....	11
Gambar 3- 6 Hidrolik .....	12
Gambar 4- 1 Hasil Desain ISO 22675.....	15
Gambar 4- 2 Gambar dan Keterangan ISO 22675.....	16
Gambar 4- 3 Gambar hasil pengujian stress.....	18
Gambar 4- 4 Gambar hasil safety factor.....	19
Gambar 4- 5 Gambar hasil stress pada bagian kaki.....	20
Gambar 4- 6 Gambar hasil pengujian pada safety factor bagian kaki.....	21

## DAFTAR NOTASI

F = Gaya

P = Tekanan

A = Luas bidang tekan satuannya

D = Diameter



# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Disabilitas adalah gangguan gerak sehingga membuat penderitanya tidak bisa berjalan dengan normal, jumlah penyandang disabilitas di Indonesia pada usia 10 tahun keatas menurut Kementerian Kesehatan RI tahun 2018 adalah 8,56%. Dari data total, sebesar 3,76% nya adalah kesulitan dalam berjalan kaki (Kementerian Kesehatan RI, 2018).

Saat ini yang marak digunakan pada umumnya untuk penyandang disabilitas adalah kursi roda, tongkat jalan dan kaki palsu bawah lutut. Selain itu penyandang disabilitas pada bagian bawah lutut mengharapkan bisa berjalan dengan normal walaupun dengan alat bantu difabel, dari banyaknya alat bantu difabel yang beredar, pengguna tidak merasakan kenyamanan dalam aktivitas sehari-hari. Oleh karena itu, ilmuan telah membuat inovasi produk yang biasa dikenal kaki prostetik. Kaki prostetik adalah kaki buatan yang menyerupai bentuk aslinya untuk menggantikan bagian tubuh yang hilang, dengan menerapkan standar internasional. Sebelum di produksi massal dibutuhkan alat untuk menguji kinerja dari telapak kaki buatan, agar pasien yang menggunakan alat bantu tersebut sangat nyaman dan aman dengan jangka waktu yang panjang. Walaupun demikian, produk buatan lokal sebenarnya sudah ada yang meneliti seperti ini namun produk pembuatan dalam negeri belum ada terstandarisasi. Maka dari itu para pembuat desain masih dapat berkreasi dengan referensi yang ada dan menuangkan ide atau gagasan untuk alat uji kaki palsu ini.

Pada desain ini bertujuan untuk merancang desain dan simulasi alat uji telapak kaki palsu dikarenakan masih terdapatnya kekurangan pada produk yang sudah ada dan muncul berbagai ide atau gagasan agar dapat meminimalisir kelemahan serta untuk mengembangkan produk yang sudah ada sebelumnya.

Pada pembuatan desain ini akan menjelaskan tentang desain alat uji telapak kaki palsu dan simulasi alat uji telapak kaki palsu.



## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di pendahuluan, terdapat beberapa masalah yang di jadikan sebagai rumusan masalah, yaitu:

1. Bagaimana perancangan desain alat uji telapak kaki palsu ?
2. Bagaimana hasil simulasi *software* alat uji telapak kaki palsu ?

## 1.3 Batasan Masalah

Pembatasan masalah ini difungsikan untuk menghindari pembahasan yang terlalu meluas dan penyimpangan pembahasan pokok masalah, sehingga tujuan mendesain dapat tercapai. Berikut adalah batasan masalah pada penelitian ini :

1. Penelitian ini melakukan perancangan desain dengan menggunakan *software* fusion 360.
2. Penelitian ini hanya fokus pada rangka desain alat uji telapak kaki palsu menggunakan *software* Autodesk fusion 360.
3. Desain alat uji kaki palsu dibantu mengikuti referensi ISO 22675.

## 1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan

Tujuan dari penelitian perancangan alat uji *fatigue* prosthesis telapak kaki palsu ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang desain alat uji *fatigue* telapak kaki palsu dengan Autodesk fusion 360.
2. Menganalisis hasil pembuatan desain alat uji *fatigue* telapak kaki palsu menggunakan *software* Autodesk fusion 360.

## 1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan

Manfaat dari penelitian ini adalah dengan adanya desain dan prototipe alat uji *fatigue* telapak kaki palsu ini, pembuatan alat uji telapak kaki palsu dapat di buat dengan mengikuti hasil dari penelitian ini, selain itu dapat mengetahui *stress analysis*, dan *safety factor* pada kerangka alat uji telapak kaki palsu yang telah di desain.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Bagian ini berisi runtutan dan sistematika penulisan pada laporan tugas akhir ini. Garis besar pada bab yang ada pada laporan ini akan dijabarkan sesederhana mungkin agar dapat diketahui ide pokok dari setiap bab secara berurutan. Adanya sistematika penulisan ini adalah untuk mempermudah pembahasan dari laporan ini. Sistematika penulisan laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

### **BAB I PENDAHULUAN**

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

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bagian ini berisi penjelasan dasar teori dan kajian pustaka yang digunakan dalam pembuatan desain.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bagian ini menjelaskan langkah yang dilakukan dalam proses perancangan dan pembuatan desain.

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bagian ini berisi tentang pengamatan dan pembahasan berdasarkan benda uji terhadap percobaan yang telah dilakukan.

### **BAB V PENUTUP**

Bagian ini berisi tentang kesimpulan dari percobaan serta saran-saran untuk penelitian selanjutnya.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Kajian Pustaka

Kajian pustaka pertama yang digunakan sebagai dasar yang dilakukan pada penelitian ini berjudul “Rancang bangun alat uji *fatigue* telapak kaki palsu berdasarkan standar ISO 10328” dalam penelitian ini membahas pembuatan alat uji *fatigue* pengembangan prosthesis telapak kaki palsu sudah banyak berkembang baik dari produk lokal ataupun impor. Namun pengujian untuk ketahanan *fatigue* masih sangat sedikit dan belum ada di Indonesia. Sehingga mempengaruhi keterbatasan dalam pengembangan produksi kaki palsu itu sendiri. Pada penelitian dilakukan pembuatan alat uji *fatigue* telapak kaki palsu dengan menggunakan dua silinder pneumatik sebagai aktuator pengujian. Perancangan desain dilakukan menggunakan *Software Inventor 2020*. Pengujian dilakukan kepada 3 jenis prosthesis yaitu impor A, impor B, dan lokal C setelah dilakukan 72.000 siklus pada beban P5. Hasilnya yaitu alat ini telah mampu dirancang dengan baik, dan semua prosthesis tidak mengalami retakan (Ardhitya Aryo Wicaksono.Pdf, n.d.).

Kajian pustaka kedua yang sebagai dasar yang dilakukan pada penelitian ini berjudul “Rancang bangun alat uji *dorsiflexion* dan *hysteresis* telapak kaki palsu” dalam penelitian ini membahas kaki prostetik adalah kaki buatan yang menyerupai bentuk aslinya untuk menggantikan bagian tubuh yang hilang. Banyaknya alat bantu difabel yang beredar, tetapi penggunaan tidak merasa kenyamanan dalam aktivitas sehari-hari. Sehingga dibutuhkan alat untuk menguji kinerja telapak kaki buatan, penelitian ini bertujuan untuk merancang alat uji *dorsiflexion* dan *hysteresis* telapak kaki palsu dan mengevaluasi suatu produk telapak kaki buatan penelitian ini bertujuan untuk merancang alat uji *dorsiflexion* dan *hysteresis* telapak kaki palsu dan mengevaluasi produk telapak kaki buatan. Metode perancangan dalam penelitian ini menggunakan metode morfologi mendapatkan satu produk sehingga memberikan bentuk produk, proses perancangan desain menggunakan perangkat lunak *Solidworks* dan *Fusion 360*, kemudian desain

perancangan di fabrikasi. Alat uji yang telah dirancang berhasil melakukan pengujian dan mengikuti prosedur ISO 10328 dengan memberikan beban tekan sebesar 100 kg (kode P5) pada telapak kaki palsu dengan kecepatan 50 mm/menit dalam waktu 15 detik. Hasil dari pengujian terhadap telapak kaki palsu menggunakan 2 mekanisme pembacaan jarak, pada batang lurus nilai jaraknya *error* terlalu besar dibandingkan dengan penggunaan *linear bearing* hasilnya lebih presisi (Wahyudi Pratama, n.d.).

Kajian Pustaka ketiga yang sebagai dasar yang dilakukan pada penelitian ini berjudul “*A method for sports shoe machinery endurance testing: Modification of ISO 22675 prosthetic foot test machine for heel-toe running movement*” dalam penelitian ini membahas perancangan ISO 22675 dengan subjek laki-laki berusia 27 tahun dengan berat 72 kg subjek ini digunakan untuk mengambil data lari yang dilakukan *motion lab*. Tes ini dilakukan dengan menggunakan kecepatan 20,40,50,60, dan 80% dari keadaan yang sebenarnya. Dari hasil yang dilakukan alat stabil digunakan pada antara 20-60% jika frekuensinya lebih dari 80% hasilnya tidak akurat. (Starkeretal.,2014).

## 2.2 Dasar Teori

### 2.2.1 Autodesk Fusion 360

Autodesk Fusion 360 ialah integrasi desain dan manufaktur, rendering dan analisis, komputasi awan dan manajemen kolaboratif dan mendukung lebih dari 50 dokumen format, sehingga ideal untuk desain dan pengembangan produk kecil. Saat ini dengan luas dorongan inovasi di seluruh masyarakat dan setiap bidang pengembangan lingkungan *fusion 360* sebagai rantai industri adalah sarana yang sangat signifikan (Song et al., 2018)



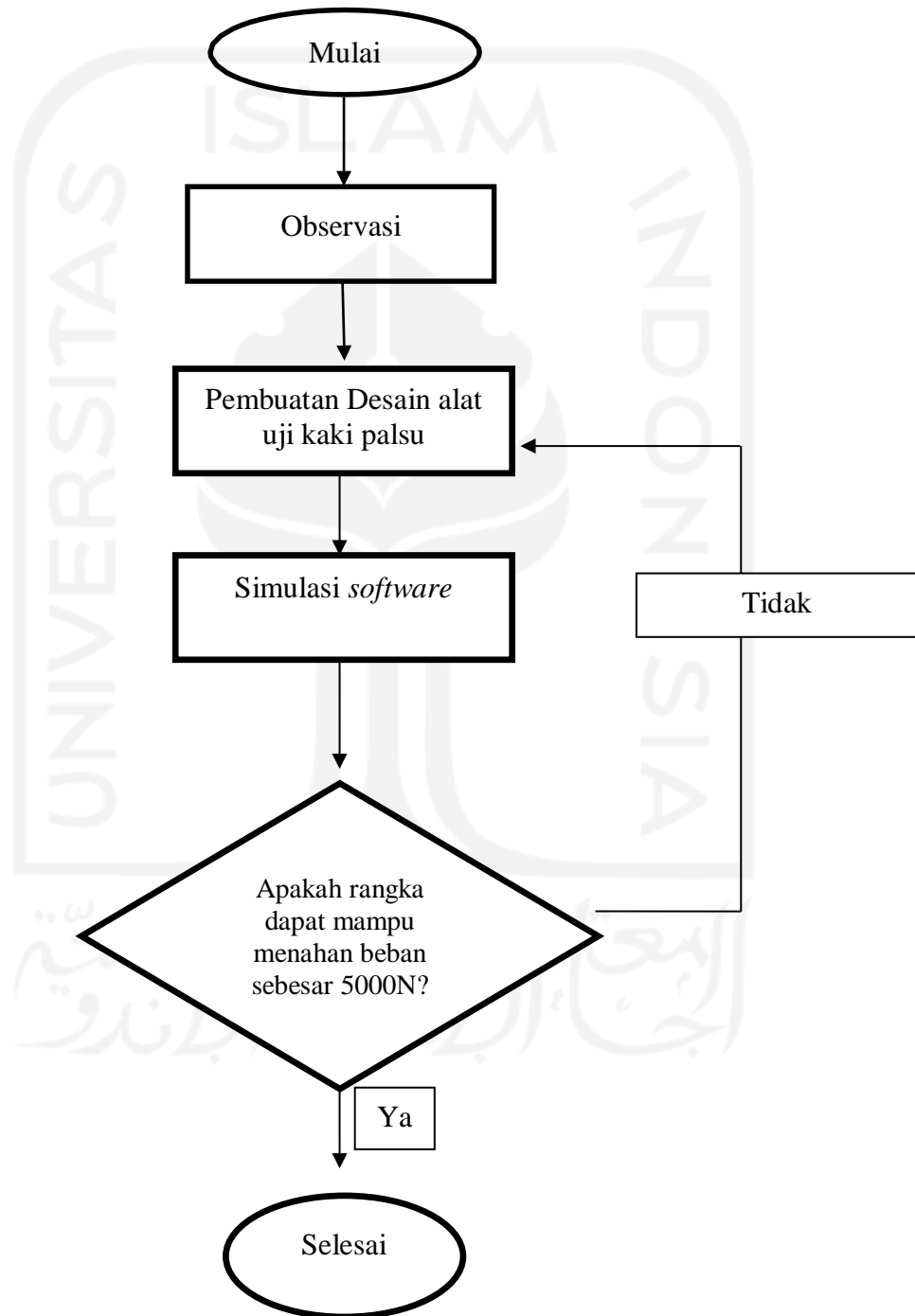
Gambar 2. 1 Autodesk Fusion 360

### 2.2.2 *Finite element*

*Finite element* ialah gambar sebagai elemen dari satu struktur utuh, misalnya objek 3D dapat dibagi menjadi elemen yang lebih kecil dan setiap elemen memiliki jumlah mode atau titik nodal tergantung pada kompleksitasnya analisis *finite element* tidak dibatasi untuk masalah 3D, tetapi mampu menganalisis dua dimensi (Magomedov & Sebaeva, 2020)

## BAB 3 METODE PENELITIAN

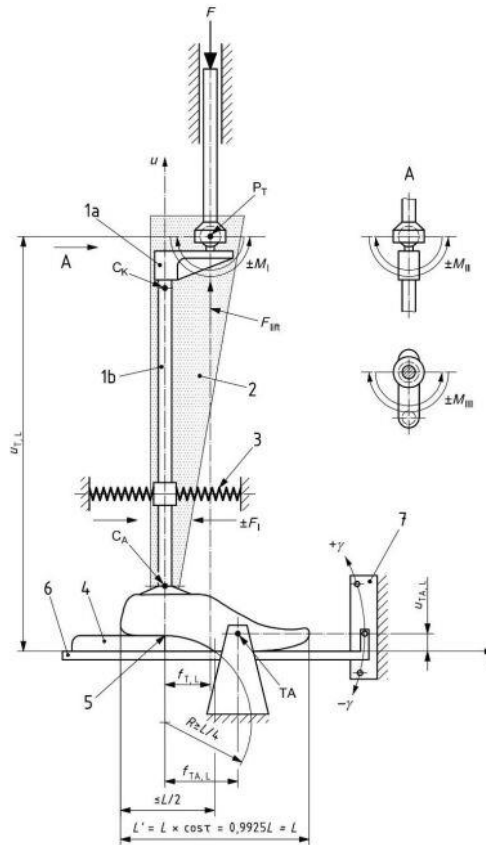
### 3.1 Alur Penelitian



Gambar 3- 1 Alur Penelitian

### 3.2 Konsep Desain

Konsep desain pada penelitian ini digunakan mengikuti referensi gambar dari ISO 22675. Pada konsep desain ISO 22675 pemberian beban saat pengetesan yaitu sebesar 4480 N.



Gambar 3- 2 Konsep ISO 22675

#### Keterangan

- (1) susunan khusus dari *end attachment* yang terdiri dari bagian ekstensi '1b' dan tuas aplikasi beban atas "1a", memberikan posisi spesifik titik aplikasi beban atas  $P_t$  pada sampel uji
- (2) area yang wajar untuk pengaturan *attachment* ujung alternatif dengan mempertimbangkan spektrum saat ini desain kaki
- (3) contoh cara yang tepat untuk menahan dislokasi kaki secara fleksibel pada bidang f-u selama pengangkatan fase sampel uji untuk memastikan kontak kaki pada platform kaki pada posisi yang benar untuk selanjutnya siklus pemuatan

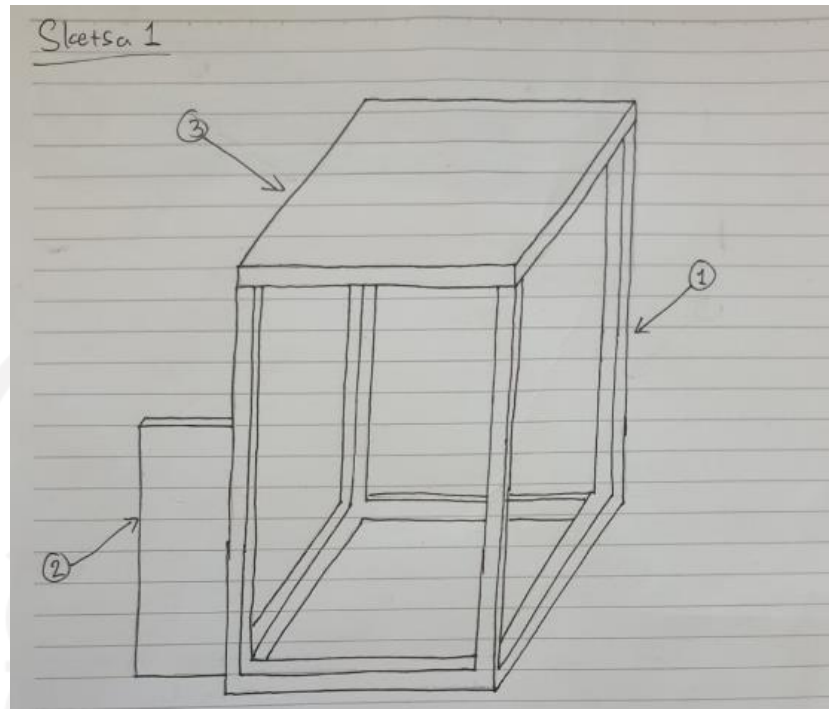
- (4) blok tinggi tumit yang direkomendasikan jam dengan bentuk silinder dari permukaan atasnya untuk memberikan transisi yang mulus menuju kaki depan
- (5) titik perpotongan garis transisi antara bagian belakang bidang dan bagian depan silinder atas permukaan blok tumit dan sumbu u
- (6) platform kaki yang dapat dimiringkan: baik tetap pada nilai sudut kemiringan 1 dan 2 yang ditentukan untuk pemuatan tumit statis dan kaki depan atau berosilasi secara berkala dengan (t) dalam kisaran yang ditentukan untuk pemuatan progresif di tumit dan kaki depan
- (7) cara mengunci platform kaki pada nilai sudut kemiringan 1 dan 2 yang ditentukan untuk tumit statis dan kaki depan pemuatan dari kontak tumit hingga ujung kaki F
- (F) gaya uji  $F_c(t)$  atau  $F_c(\gamma)$ ,  $F_{sp}$  atau  $F_{fin}$ ,  $F_{su}$
- (Flift lifting) angkat untuk mengangkat sampel uji dari platform kaki selama periode yang sesuai dengan fase ayunan berjalan
- ( $\pm FI$ ) Gaya stabilisasi FI pada level-u spesifik (efek yang sama seperti momen stabilisasi  $\pm MI$  di PT)
- ( $\pm MI$ ) Momen stabilisasi MI (efek yang sama seperti gaya stabilisasi  $\pm FI$ )
- ( $\pm MIII$ ) momen stabilisasi di PT menurut (momen stabilisasi atau kopel gaya yang sesuai pada level-u tertentu tidak ditampilkan)
- (PT) Titik aplikasi beban atas PT, memungkinkan rotasi sampel uji tentang masing-masing dari 3 sumbu spasial
- (CK) Pusat sendi lutut efektif CK
- (CA) Pusat sendi pergelangan kaki yang efektif CA
- (TA) Sumbu miring TA platform kaki
- (L) Panjang kaki
- (L') Proyeksi L' panjang kaki L pada bidang f-u

### 3.3 Alternatif Desain

Pada tahap ini dilakukan tahap permodelan desain dengan menggunakan *Autodesk Fusion 360* dengan mengikuti referensi ISO 22675, hal pertama dilakukan adalah pembuatan rangka sesuai dengan sesuai ISO setelah itu dilakukan pembuatan tuas untuk penyangga kaki palsu agar dapat dilakukan pengujian dengan sesuai kemiringan derajat yang diinginkan .



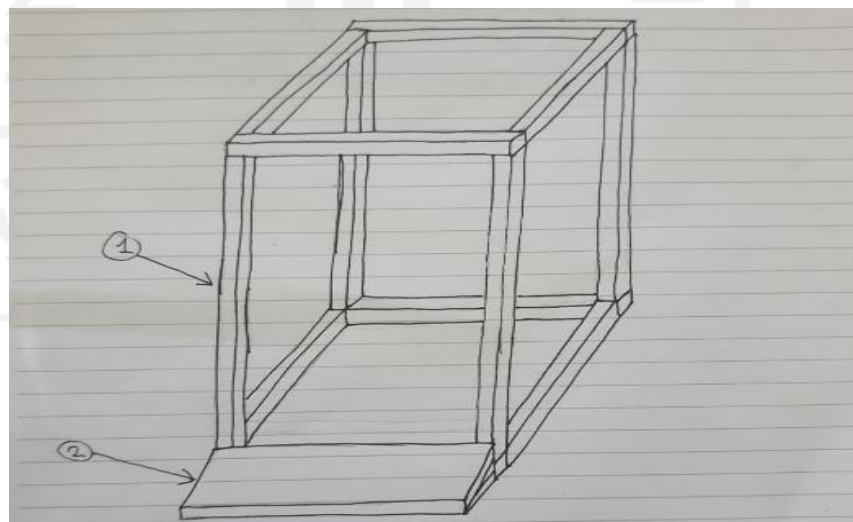
- Model 1



Gambar 3- 3 Sketsa Model 1

Model 1 sketsa frame ini adalah penempatan *boura* pada samping kiri yang ditunjukkan pada nomor 2, namun dikarenakan dapat memakan banyak tempat dan saat penggunaan yang kurang nyaman sehingga pada model ini belum bisa dilakukan pada penelitian ini.

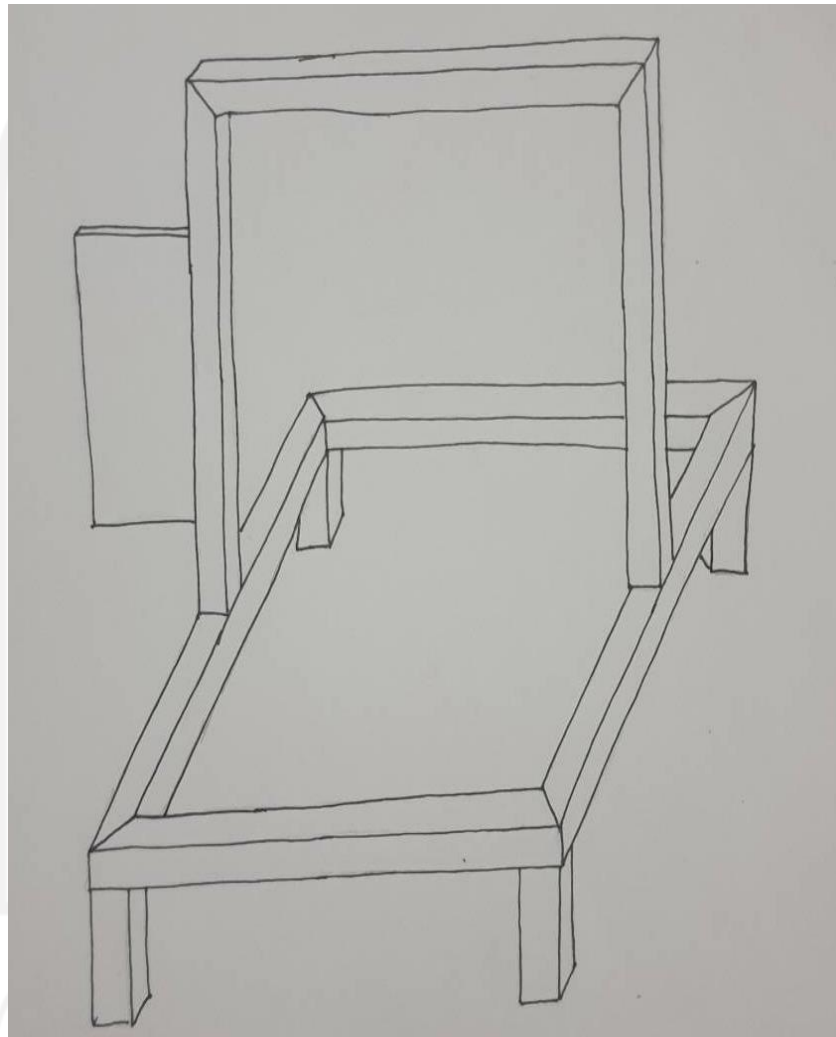
- Model 2



Gambar 3- 4 Sketsa model 2

Model 2 sketsa *frame* ini adalah penempatan board pada bagian tengah yang ditunjukkan pada nomor 2 hal ini dapat dipertimbangkan lebih lanjut dikarenakan penempatan *board* yang berada ditengah membuat *frame* tidak memakan banyak tempat dan mudah saat di gunakan. Maka dari itu pada model ini lah yang akhirnya di gunakan untuk desain dan simulasi alat uji telapak kaki palsu.

- Model 3

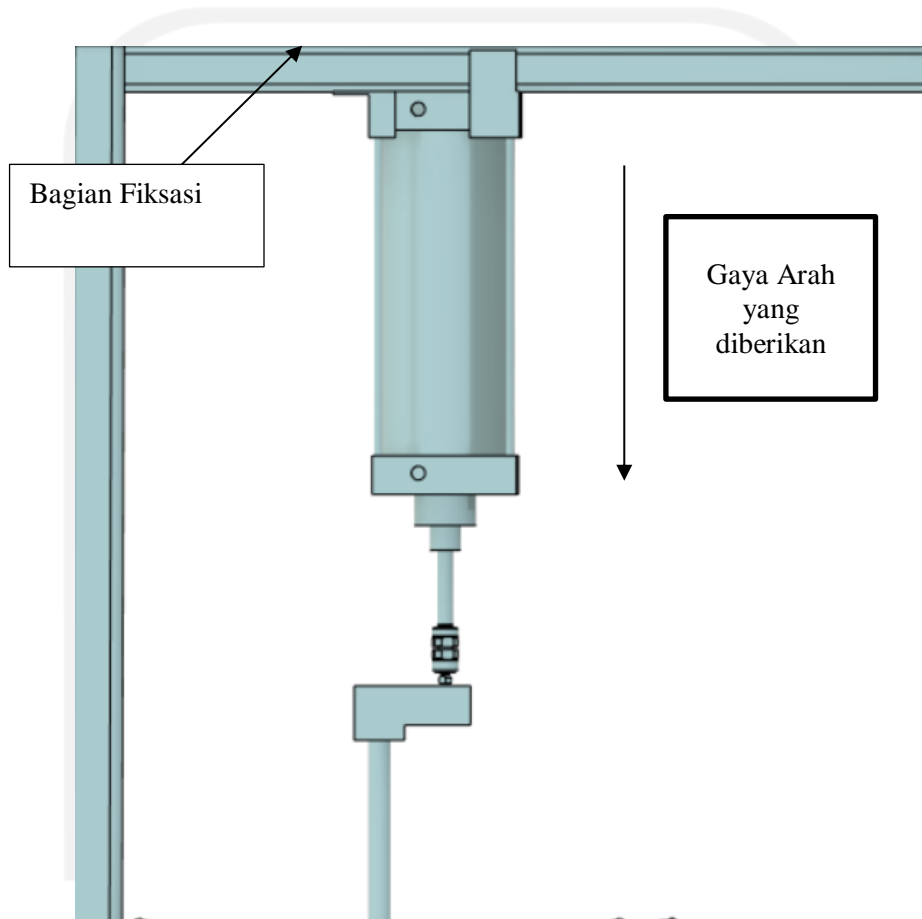


Gambar 3- 5 Sketsa model 3

Model 3 sketsa *frame* ini adalah model *frame* yang lebih ringkas, namun tiang penahan piston pneumatik hanya memiliki sepasang tiang yang tersambung dengan rangka bagian atas, maka dari itu ada kemungkinan kurang kuat saat menahan beban yang akan di berikan dan kemungkinan akan kurang stabil saat piston pneumatik bekerja. Selain itu penempatan *board* panel berada di sisi kiri *frame*, dimana hal itu akan kurang nyaman saat penggunaan.

### 3.4 Pembebanan dan Fiksasi

Pada tahap ini dilakukan pembebanan dan fiksasi dibagian tumpuan kaki palsu tersebut guna untuk memudahkan pada saat melakukan pengujian berlangsung.



Gambar 3- 6 Hidrolik

Dapat dilihat dari gambar diatas pemberian pembebanan dari silinder sebesar 5000 N, hal ini dikarenakan agar diberikan toleransi beban yang lebih supaya dapat benar-benar aman dari beban sebenarnya yaitu sebesar sebesar 4480 N. Selain itu pembebanan di berikan 5000 N di karenakan agar *frame* awet saat nantinya di gunakan, karena beban yang di tahan oleh *frame* ini dapat menahan lebih besar dari beban yang seharusnya di gunakan.

### 3.5 Peralatan dan Bahan

Tabel 3- 1 Tabel Peralatan

NO	Alat	Fungsi
1	PC/Laptop	Perangkat utama melakukan desain
2	Software Fusion 360	Perangkat lunak pembuatan desain
3	Las Listrik	Menyatukan permukaan besi
4	Mesin Bor	Melubangi permukaan benda
5	Kunci	Mengencangkan baut
6	Penggaris/mistar	Mengukur ukuran benda
7	Gerinda	Untuk memangkas permukaan, menghaluskan permukaan, dan menyesuaikan ukuran

Tabel 3- 2 Tabel Bahan

NO	Bahan	Fungsi
1	Besi <i>hollow square</i> 40mmx40mmx1.8mm	Kerangka Alat Uji Fatigue
2	Plat Besi 1000mm x 1000 mm x 3mm	Sebagai papan plat panel depan

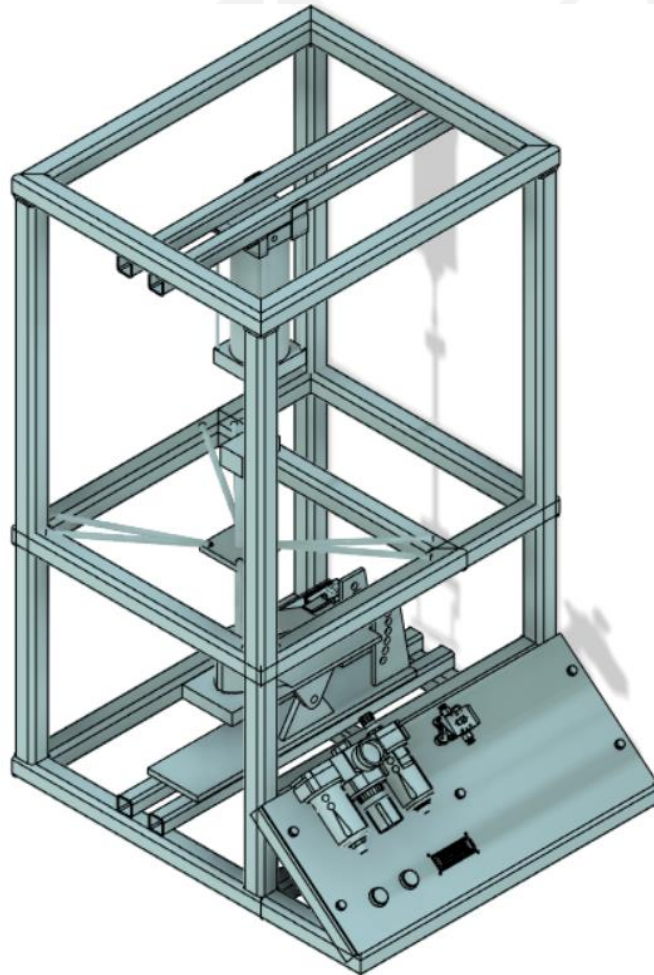
3	Pipa besi	Pengganti kaki <i>below knee</i>
4	Baut M8	Menyatukan dua permukaan antara plat dan rangka
5	Mur	Pengunci baut
6	Ring	Menjaga benda dari tekanan mur dan baut
7	Plat besi 2 mm	Untuk dudukan pneumatik
8	Paku rivet	Untuk mengunci dan menahan panel <i>board</i>
9	Kompresor	Sumber daya utama energi udara
10	Regulator	Untuk mengatur jumlah energi udara
11	Solenoid	Mengatur energi udara ke pneumatik
12	Selang angin	Untuk menyalurkan udara dari kompresor ke pneumatik

## BAB 4

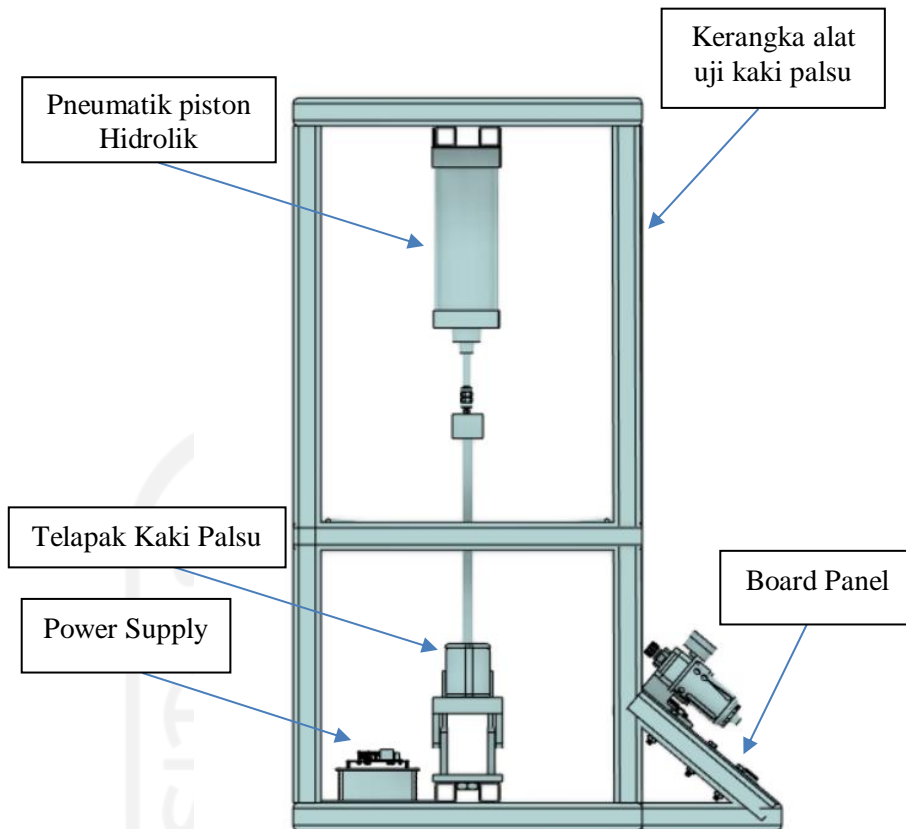
### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Desain

Pada penelitian tugas akhir desain alat uji *fatigue* telapak kaki palsu ini menggunakan referensi gambar desain pengujian telapak kaki palsu dari ISO 22675 sebagaimana dapat di tunjukkan pada gambar 3-2 konsep ISO 22675. Penggunaan referensi desain ISO 22675 dikarenakan untuk membantu mengetahui gambaran bagaimana kerangka yang akan di buat.



Gambar 4- 1 Hasil Desain ISO 22675



Gambar 4- 2 Gambar dan Keterangan ISO 22675

Ac

## 4.2 Proses Perhitungan diameter piston hidrolik

Sebelum melakukan simulasi penelitian ini dilakukan perhitungan diameter hidrolik yang cocok untuk di gunakan pada beban 4480 N.

$$P = 8 \text{ bar} = 0,8 \text{ N/mm}^2$$

$$F = 4480 \text{ N}$$

Dengan menggunakan rumus

$$F = P \times A$$

$$A = \frac{F}{P}$$

$$A = \frac{1}{4} \pi d^2$$

$$\frac{1}{4} \pi d^2 = \frac{F}{P}$$

$$d^2 = \frac{4F}{\pi p}$$

$$= \frac{4.4480 \text{ n}}{3,14.0,8 \text{ N/mm}^2}$$

$$= \frac{17920 \text{ N}}{2,512 \text{ N/mm}^2}$$

$$= 7133,757 \text{ mm}^2$$

$$D = \sqrt{7133,757}$$

$$= 84,461 \text{ mm}$$

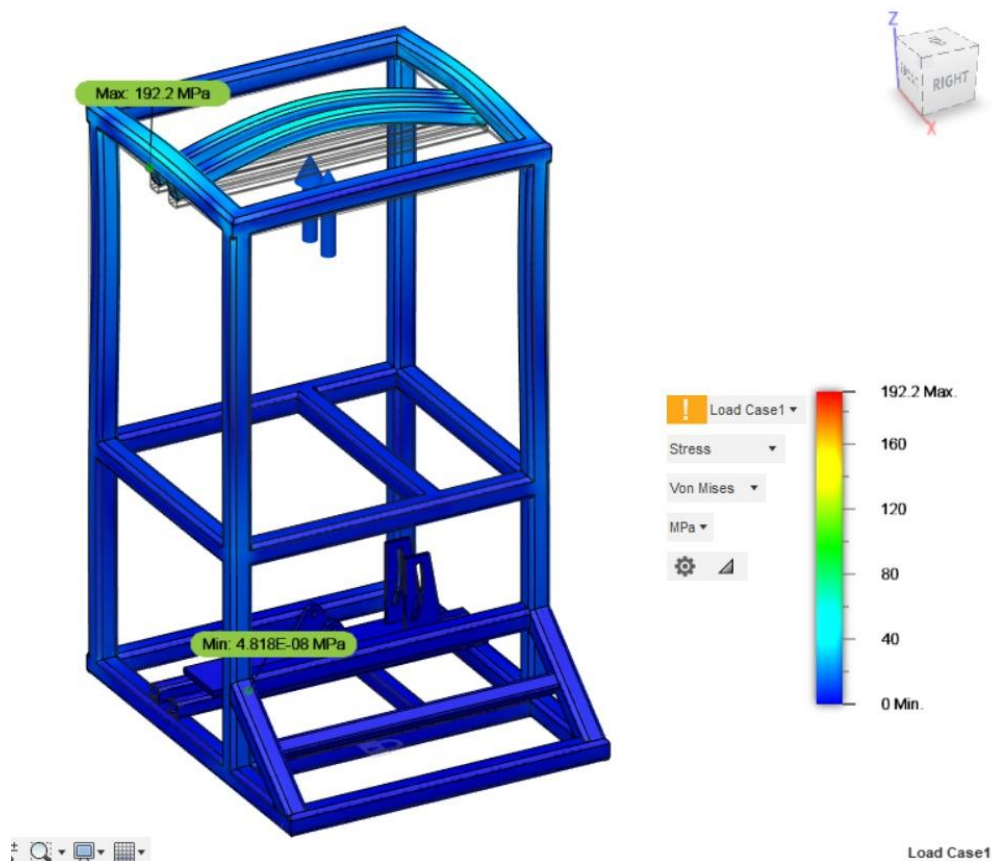
Dari hasil diatas didapatkan hasil silinder piston sebesar 84,461 mm dengan pembebanan 4480 N.

### 4.3 Analisis Kekuatan Alat

Simulasi pengujian perlu dilakukan untuk dapat memperkirakan kekuatan alat. Beban *fatigue* adalah beban pengujian dalam sebuah fungsi waktu. Beban yang diberikan terhadap benda uji dapat berupa beban kejut atau biasa disebut impak, atau bisa juga pembebanan fluktuatif (*alternating*). Beban kejut diberikan kepada benda uji pada waktu yang sangat singkat (mendadak) dan diberikan pada kecepatan yang tinggi. Sedangkan beban fluktuasi adalah beban yang diberikan terhadap benda uji secara terus menerus pada pengujian yang konstan.

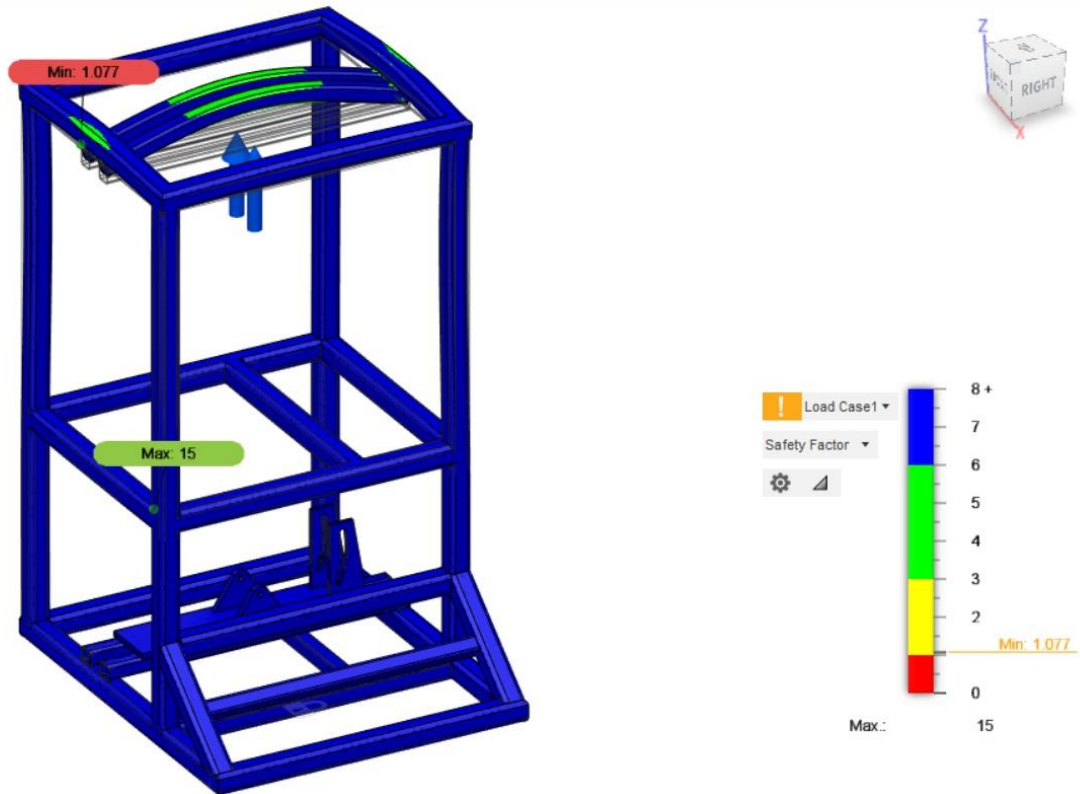
Simulasi pengujian menggunakan *software fusion 360* untuk mengetahui kekuatan dari rangka alat uji yang akan diberikan beban sebesar 5000 N, dengan menggunakan material *Alloy Steel*. Dalam simulasi pengujian kerangka alat uji telapak kaki palsu menggunakan *software fusion 360* ini di berikan 5000 N di karenakan agar desain kerangka lebih aman dan kuat saat di berikan beban yang sebenarnya yaitu sebesar 4480 N.





Gambar 4- 3 Gambar hasil pengujian stress

Pada gambar diatas ditunjukkan hasil *stress analysis* pada tumpuan bagian atas dengan pembebanan sebesar 5000 N. Hasil tersebut mendapatkan tegangan maksimal sebesar 192,2 Mpa. Hasil ini dapat dinyatakan aman karena tegangan maksimal yang terjadi lebih kecil dari *yield strength* material *alloy steel*. Nilai *yield strength* material *alloy steel* itu sendiri yaitu 620,422 Mpa.

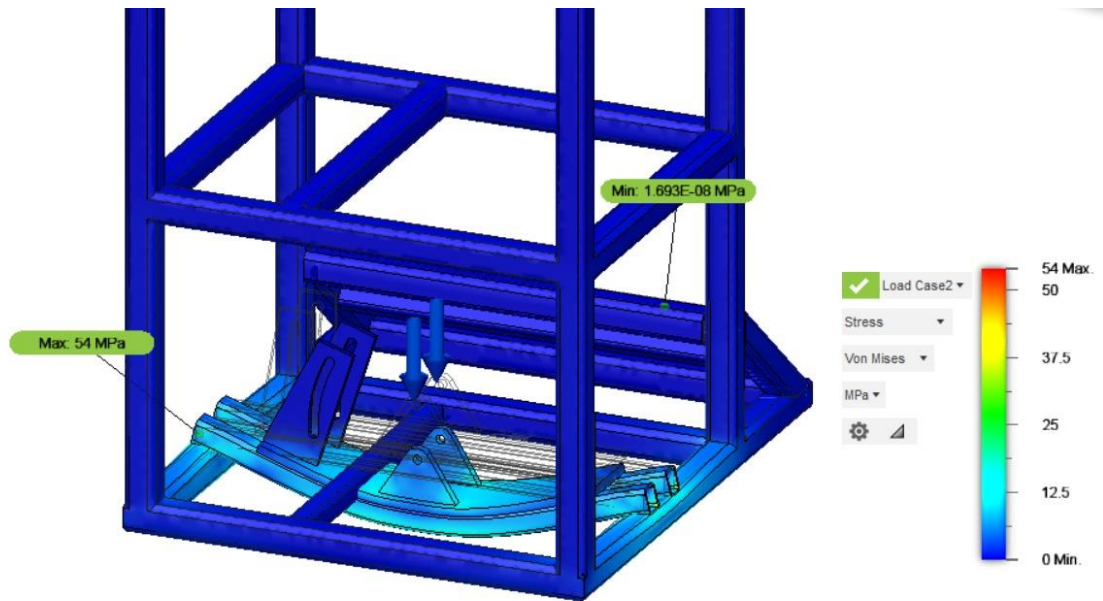


Gambar 4- 4 Gambar hasil safety factor

Pada gambar diatas menunjukkan hasil *safety factor* dari hasil pengujian *stress analys* pada rangka bagian atas dimana angka yang ditunjukkan sebesar 1,077 dengan maksimal 15. Hasil tersebut masih bisa dinyatakan aman karena :

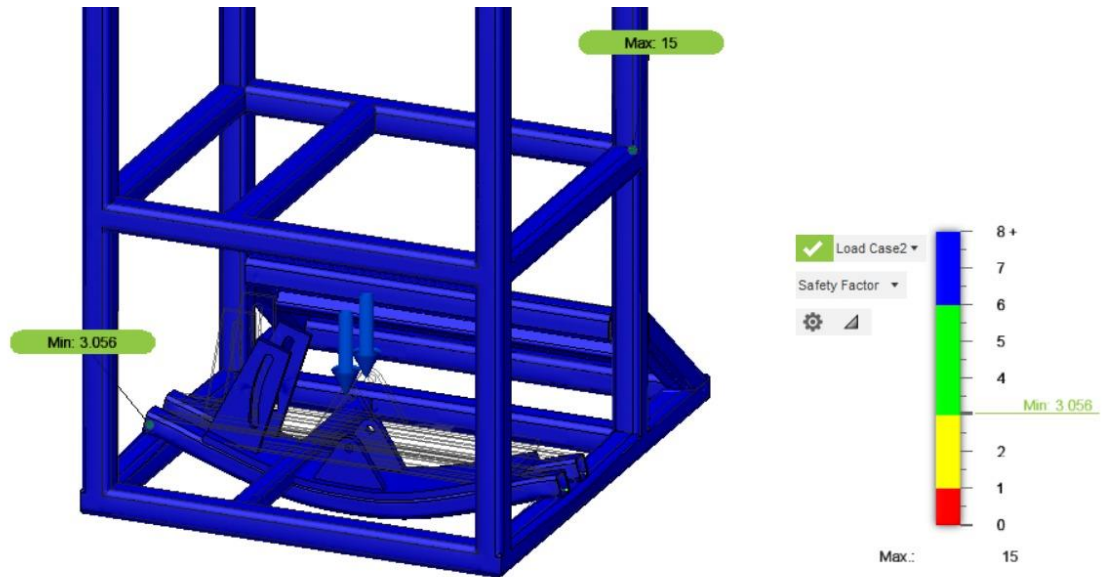
$$\begin{aligned}
 \text{Safety Factor} &= \frac{\text{nilai yeald strenght}}{\text{tegangan maksimal}} \\
 &= \frac{620,422 \text{ Mpa}}{192,2 \text{ Mpa}} \\
 &= 3,228
 \end{aligned}$$

Pada hasil perhitungan mencari *safety factor* di atas terdapat hasil 3,228 yang berarti kerangka alat pengujian telapak kaki palsu ini aman di gunakan pada pembebanan 5000 N.



Gambar 4- 5 Gambar hasil stress pada bagian kaki

Pada gambar diatas ditunjukkan hasil *stress analysis* pada tumpuan kaki palsu bagian bawah dengan pembebanan sebesar 5000 N. Hasil tersebut mendapatkan tegangan maksimal sebesar 54 Mpa. Hasil ini dapat dinyatakan aman karena tegangan maksimal yang terjadi lebih kecil dari *yield strength* material *alloy steel*. Nilai *yield strength* material *alloy steel* itu sendiri yaitu 620,422 Mpa.



Gambar 4- 6 Gambar hasil pengujian pada safety factor bagian kaki

Pada gambar diatas menunjukkan hasil dari *safety factor* pada pembebanan yang di berikan di tumpuan kaki bagian bawah sebesar 5000 N, dan memperoleh hasil *safety factor* dengan hasil minimal 3,056 dan maksimal 15. Hasil ini bisa dikatakan aman dikarenakan:

$$\begin{aligned}
 \text{Safety Factor} &= \frac{\text{nilai yield strenght}}{\text{tegangan maksimal}} \\
 &= \frac{620,422 \text{ Mpa}}{54 \text{ Mpa}} \\
 &= 11,483
 \end{aligned}$$

Pada hasil perhitungan mencari *safety factor* di atas terdapat hasil 11,483 yang berarti kerangka alat pengujian telapak kaki palsu ini aman di gunakan pada pembebanan 5000 N.

## **BAB 5**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

1. Proses perancangan desain alat uji *fatigue* telapak kaki palsu mengacu kepada referensi desain gambar ISO 22675 agar kerangka dapat di buat desainnya.
2. Dari hasil simulasi pengujian *software* pada rangka tumpuan atas untuk pneumatik piston yang mendorong ke bawah terdapat *stress analysis* sebesar 245 Mpa, dan *safety factor* sebesar 0.8422.
3. Untuk hasil simulasi *software* pada tumpuan telapak kaki bagian bawah terdapat *stress analysis* sebesar 54 Mpa, dan *safety factor* sebesar 15.

#### **5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya**

1. Karena penelitian tentang hal ini di Indonesia masih cukup sedikit alangkah lebih baik dilakukan penelitian lebih lanjut terkait alat uji kaki palsu, hal ini dapat memungkinkan untuk konsumen kedepannya mendapatkan kaki palsu sesuai dengan yang diinginkan, dan juga nyaman saat di pakai untuk beraktifitas sehari-hari.

## DAFTAR PUSTAKA

15525068 Ardhitya Aryo Wicaksono.pdf. (n.d.).

Magomedov, I. A., & Sebaeva, Z. S. (2020). Comparative study of finite element analysis software packages. *Journal of Physics: Conference Series*, 1515(3), 032073.

<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1515/3/032073>

Oleh, D. (n.d.). *Rancang Bangun Alat Uji Dorsiflexion dan Hysteresis Telapak Kaki Palsu*. 87.

Song, P. P., Qi, Y. M., & Cai, D. C. (2018). Research and Application of Autodesk Fusion360 in Industrial Design. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 359, 012037. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/359/1/012037>

Starker, F., Blab, F., Dennerlein, F., & Schneider, U. (2014). A Method for Sports Shoe Machinery Endurance Testing: Modification of ISO 22675 Prosthetic Foot Test Machine for Heel-to-toe Running Movement. *Procedia Engineering*, 72, 405–410. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.06.072>

# LAMPIRAN

