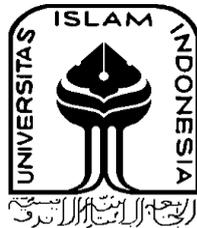


**PENGEMBANGAN MEKANISME PENJEPIT BENDA PADA  
MESIN UJI TARIK**

**TUGAS AKHIR**

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



**Disusun Oleh :**

**Nama : Trio Senoadji**

**No. Mahasiswa : 19525093**

**NIRM : 1907160067**

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

**2024**

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING**

**PENGEMBANGAN MEKANISME PENJEPIT BENDA PADA  
MESIN UJI TARIK**

**TUGAS AKHIR**

**Disusun Oleh :**

**Nama : Trio Senoadji**

**No. Mahasiswa : 19525093**

**NIRM : 1907160067**

Yogyakarta, 13 Mei 2024

Pembimbing



Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI**

**PENGEMBANGAN MEKANISME PENJEPIT BENDA PADA  
MESIN UJI TARIK**

**TUGAS AKHIR**

**Disusun Oleh :**

**Nama : Trio Senoadji**

**No. Mahasiswa : 19525093**

**NIRM : 1907160067**

**Tim Penguji**

Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng

Ketua

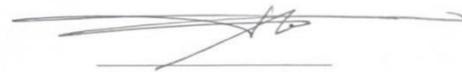


Tanggal: 3 Juni 2024

Faisal Arif Nurgesang, Ir., S.T.,

M.Sc., IPP

Anggota I

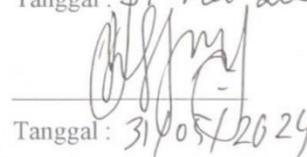


Tanggal: 31 Mei 2024

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

Ph.D

Anggota II



Tanggal: 31/05/2024



Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Ir. Muhammad Khafidh, S.T., M.T., IPP

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Trio Senoadji  
NIM : 19525093  
Program Studi : S1 Teknik Mesin  
Fakultas : Teknologi Industri  
Instansi : Universitas Islam Indonesia  
Judul Laporan : Pengembangan Mekanisme Penjepit Benda Pada Mesin Uji Tarik

Demi allah yang maha segalanya, dengan ini saya menyatakan bahwa karya ini merupakan hasil kerja saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang telah saya cantumkan sumbernya sebagai referensi. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pengakuan saya tidak benar serta melanggar peraturan yang sah dalam hak kekayaan intelektual maka saya bersedia mengikuti hukuman maupun sanksi apapun sesuai hukum yang diberlakukan Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 03 Juni 2024



METERAI  
TEMPEL  
1BB95AJX893941097

Trio Senoadji

19525093

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Segala puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rezeki dan rahmat-Nya. Serta panjatan doa dan dukungan yang diberikan oleh orang-orang tercinta , hingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh sebab itu penulis ini ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

Orang tua yang selalu senantiasa memberikan dukungan moral berupa doa dan kasih sayang maupun materiil sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Bapak Dr. Ir. Paryana Puspaputra. M.Eng. selaku dosen pembimbing yang banyak memberikan ilmu terhadap penulis baik itu ilmu yang berhubungan dengan studi teknik mesin maupun ilmu kehidupan yang sangat bermanfaat bagi penulis.

Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat berguna dan bermanfaat untuk perkembanga ilmu pengetahuan khususnya pada bidang yang sesuai dengan topik penulis.

## HALAMAN MOTTO

*“Maka sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan,  
sesungguhnya beserta kesulitan itu ada kemudahan.”*

*(Q.S Al- Insyirah : 5-6)*

*"Berlapang-lapanglah dalam majlis", maka lapangkanlah  
niscaya Allah akan memberi kelapangan untukmu. Dan apabila  
dikatakan: "Berdirilah kamu", maka berdirilah, niscaya Allah  
akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan  
orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.*

*Dan Allah Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan”*

*(Q.S Al – Mujadalah : 11)*

## **KATA PENGANTAR ATAU UCAPAN TERIMA KASIH**

*“Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuhu”*

*Alhamdulillah* puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan berkah serta hidayah-Nya sehingga laporan tugas akhir ini dapat terselesaikan. Shalawat serta salam kita panjatkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita kepada kehidupan yang lebih baik. Laporan tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia. Penyusunan laporan tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik karena adanya bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Orang tua yang selalu memberikan kasih sayang, dukungan, materiil, dan doa kepada penulis sehingga penulis dapat menjalankan dan menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
2. Bapak Dr. Muhammad Khafidh S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan ilmu dan arahan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.
4. Seluruh dosen dan staf pengajar Teknik Mesin FTI UII
5. Rekan-rekan ruangan 1.09 yang selalu bekerja sama saling membantu untuk menyelesaikan tugas akhir ini bersama-sama sesuai dengan judul masing-masing. Serta rekan-rekan Keluarga Besar Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia Angkatan 2019, yang telah berjuang bersama dan saling menyemangati.
6. Teman-teman Kontrakan Kriminal yang telah menjadi tempat bertukar pandangan, pikiran, dan pengalaman serta saling membantu dalam kebaikan.

Penyusunan laporan tugas akhir ini telah dilakukan dengan sebaik-baiknya, namun tidak luput dari terjadinya kesalahan maupun kekurangan dalam

penyusunannya. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka dan mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kesempurnaan laporan tugas akhir ini. Semoga laporan tugas akhir ini bermanfaat bagi semuanya.

*“Wabillahitaufiq Walhidayah”*

*“Wassalamu’alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh”*

Yogyakarta, 22 Mei 2024

(Trio Senoadji)

## **ABSTRAK**

*Mesin uji tarik digunakan untuk mengetahui karakteristik sebuah material. Mesin uji tarik skala kecil masih rendah dalam penggunaan dan mesin uji tarik yang tersedia. Gripper(ragum) pada mesin uji tarik digunakan untuk menahan spesimen uji agar tidak lepas ketika dilakukannya pengujian. Gripper bertujuan untuk menahan spesimen pada penelitian ini menggunakan standar ASTM D638 dan D3039 yang harus memiliki struktur yang kuat dan mampu untuk berada pada kondisi stick-slip dengan beban sebesar 150 Kgf. Gripper memiliki self-locking sistem untuk meningkatkan gaya gesek pada gripper. Untuk meningkatkan koefisien gaya gesek pada gripper maka dilakukannya knurling pada clamp gripper. Dengan ini geometri gripper dan knurling pada clamp maka gripper mampu menahan beban 150 Kgf dan tetap berada pada kondisi stick-slip.*

*Kata Kunci : Gripper; Mesin Uji Tarik; ASTM D638; ASTM D3039; Gaya Gesek*

*Tensile testing machines are used to determine the characteristics of a material. Small-scale tensile testing machines are still low in use and available tensile testing machines. Gripper (ragum) on the tensile testing machine is used to hold the test specimen so that it does not come off when testing is carried out. Gripper aims to hold the specimen in this study using ASTM D638 and D3039 standards which must have a strong structure and be able to be in a stick-slip condition with a load of 150 Kgf. The gripper has a self-locking system to increase the friction force on the gripper. To increase the coefficient of friction on the gripper, knurling is done on the gripper clamp. With this gripper geometry and knurling on the clamp, the gripper is able to withstand a load of 150 Kgf and remain in a stick-slip condition.*

*Keywords: Gripper; Tensile Testing Machine; ASTM D638; ASTM D3039; Friction Force*

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing .....	ii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji .....	iii
.....	iv
Halaman Persembahan .....	v
Halaman Motto.....	vi
Kata Pengantar atau Ucapan Terima Kasih.....	vii
Abstrak.....	ix
Daftar Isi.....	x
Daftar Tabel.....	xii
Daftar Gambar .....	xiii
Bab 1 Pendahuluan .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan .....	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.....	4
2.2.1 Uji Tarik .....	5
2.2.2 Gripper (Ragum).....	5
2.2.3 Gaya Gesek.....	6
2.2.4 Computer Aided Design .....	6
2.2.5 Computer Aided Engineering.....	7
2.2.6 Computer Aided Manufacturing.....	7
2.2.7 Computer Numerical Control .....	8
2.2.8 Standar Pengujian ASTM.....	9
Bab 3 Metode Penelitian.....	11

3.1	Alur Penelitian .....	11
3.2	Perancangan Gripper.....	12
3.2.1	Gripper Pada Penelitian Sebelumnya .....	12
3.2.2	Konsep Gripper.....	14
3.2.3	Konsep Pendorong Clamp pada Gripper .....	20
3.2.4	Permukaan Clamp Gripper .....	22
3.2.5	Pembuatan Prototipe.....	24
3.3	Peralatan dan Bahan.....	25
<b>3.2.1</b>	<b>Peralatan</b> .....	25
<b>3.2.2</b>	<b>Bahan</b> .....	25
Bab 4	Hasil dan Pembahasan.....	27
4.1	Hasil Perancangan.....	27
4.1.1	Proses Manufaktur Gripper .....	27
4.1.2	Komponen Gripper.....	28
4.1.3	Komponen Pendorong dan Rack Pinion.....	31
4.2	Hasil Pengujian .....	34
4.2.1	Data Hasil Pengujian Tarik.....	34
4.2.2	Kelurusan Pada <i>Gripper</i> .....	39
Bab 5	Penutup.....	43
5.1	Kesimpulan .....	43
5.2	Saran atau Penelitian Selanjutnya.....	43
Daftar Pustaka	.....	44

## DAFTAR TABEL

Tabel 3- 1 Komponen gripper .....	15
Tabel 3- 2 Properties aluminium 5052-H32 .....	17
Tabel 4- 1 Data hasil pengujian PLA+ tipe 4 .....	35
Tabel 4- 2 Data hasil pengujian PLA+ tipe 1 .....	36
Tabel 4- 3 Data hasil pengujian komposit .....	38

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2- 1 Kurva tegangan-regangan.....	5
Gambar 2- 2 Gaya Gesek.....	6
Gambar 2- 3 Prosedur desain.....	6
Gambar 2- 4 Diagram CAE.....	7
Gambar 2- 5 Diagram CAM.....	8
Gambar 2- 6 Diagram CNC.....	8
Gambar 2- 7 Geometri spesimen.....	9
Gambar 2- 8 Bentuk spesimen.....	10
Gambar 2- 9 Spesifikasi spesimen.....	10
Gambar 3- 1 Desain gripper atas.....	12
Gambar 3- 2 Desain gripper bawah.....	12
Gambar 3- 3 Misalignment gripper.....	13
Gambar 3- 4 Sistem pendorong gripper bawah.....	14
Gambar 3- 5 Komponen gripper.....	15
Gambar 3- 6 Diagram Benda Bebas.....	16
Gambar 3- 7 Peletakan tumpuan.....	18
Gambar 3- 8 Arah gaya.....	18
Gambar 3- 9 Tegangan (stress).....	18
Gambar 3- 10 Perubahan jarak (displacement).....	19
Gambar 3- 11 Faktor keamanan (FoS).....	19
Gambar 3- 12 Mekanisme rack dan pinion.....	21
Gambar 3- 13 Mekanisme rack dan pinion pada gripper.....	21
Gambar 3- 14 Desain 3D Knurling.....	23
Gambar 3- 15 Strategi pemesinan.....	23
Gambar 3- 16 Prototipe 1.....	24
Gambar 3- 17 Prototipe 2.....	25
Gambar 4- 1 Hasil manufaktur gripper.....	27
Gambar 4- 2 Hasil knurling.....	28

Gambar 4- 3 Gripper.....	29
Gambar 4- 4 Base atas.....	30
Gambar 4- 5 Kendala pemasangan.....	30
Gambar 4- 6 Hasil pemasangan.....	31
Gambar 4- 7 Mekanisme rack dan pinion .....	32
Gambar 4- 8 Proses manufaktur rack .....	33
Gambar 4- 9 Guide linear dan rack .....	33
Gambar 4- 10 Grafik Pengujian.....	34
Gambar 4- 11 Hasil spesimen uji PLA+ tipe 4.....	35
Gambar 4- 12 Grafik Pengujian.....	36
Gambar 4- 13 Hasil spesimen uji PLA+ tipe 1.....	37
Gambar 4- 14 Grafik Pengujian.....	37
Gambar 4- 15 Hasil pengujian komposit.....	38
Gambar 4- 16 Pengujian Tarik Gripper .....	39
Gambar 4- 17 Proses Menjepit .....	40
Gambar 4- 18 Mekanisme Pendorong Clamp .....	40
Gambar 4- 19 Cover Gripper.....	41
Gambar 4- 20 Base atas dan bawah.....	42

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Ragum (*Gripper*) merupakan alat genggam yang memiliki 2 rahang penjepit untuk menahan suatu objek atau spesimen. Ragum berguna untuk mencengkam objek kerja atau pada hal ini adalah spesimen agar berada pada posisi stabil dan tidak tergeser atau terlepas ketika sedang bekerja. Ragum pada hal ini *gripper* untuk mesin uji tarik (*tensile strength test*).

Uji tarik merupakan sebuah pengujian yang digunakan untuk menentukan karakteristik sebuah material untuk mengetahui kekuatan tarik (*tensile strength*), kekuatan luluh (*yield strength*), kelenturan (*elasticity*), dan kekuatan tekan (*compressive strength*). Pengujian tarik untuk material non logam tidak banyak ditemukan dan masih rendah dalam penggunaannya. Mesin uji tarik dengan spesifikasi rendah dapat memudahkan dalam kegiatan praktikum dan akademisi.

Penelitian ini merupakan lanjutan dari penelitian sebelumnya. Pada penelitian sebelumnya oleh Aulia Abdi Nur Syamsudin (Nur Syamsudin, Aulia Abdi, 2021) melakukan perancangan struktur dari mesin uji tarik dengan perancangan kontrol dan mekatronik dilakukan oleh Muhammad Taufiqur Rahman (Rahman, Muhammad Taufiqur, 2021). Pada penelitian ini Arif Rahman Hakim (Hakim, Arif Rahman, 2022) mengatasi selip pada *gripper* dan perekaman data untuk pemindahan ke perangkat penyimpanan eksternal.

Pada penelitian ini, dilakukannya perancangan dan produksi ulang pada *gripper*. Pada *gripper* sebelumnya adanya ketidakpresisian geometri *gripper* bagian bawah dan atas dengan kemunduran sebesar 4 mm. Pengembangan dari *gripper* sebelumnya yaitu melakukan perancangan dan produksi ulang pada *gripper* agar identik. Koefisien gaya gesek pada penelitian sebelumnya ditingkatkan agar tidak terjadinya *slip* ketika dilakukannya pengujian pada spesimen.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, maka perlu dirumuskan masalah-masalah apa saja yang diselesaikan pada perancangan ini. Berikut merupakan rumusan masalah dalam penelitian ini.

1. Bagaimana cara merancang *Gripper* yang mampu berada pada kondisi stick-slip saat kapasitas beban tarik 300 Kgf ?
2. Bagaimana cara merancang *Gripper* yang mampu menahan beban tarik dengan kapasitas 300 Kgf ?
3. Bagaimana cara merancang *Gripper* dengan posisi pengoperasian yang dapat diputar 90 derajat dari tampak depan mesin uji tarik ?

## **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam perancangan ini adalah sebagai berikut:

1. Perancangan dan produksi ulang dibatasi pada *Gripper* saja.
2. Penelitian ini meneruskan dari penelitian sebelumnya.
3. Spesimen pengujian ASTM D638 dan D3039.

## **1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan**

Tujuan dari perancangan ini yaitu :

1. Merancang *Gripper* yang mampu berada pada kondisi stick-slip saat kapasitas beban tarik 300 Kgf.
2. Merancang *Gripper* yang mampu menahan beban tarik 150 Kgf.
3. Merancang *Gripper* dengan posisi pengoperasian yang dapat diputar 90 derajat dari tampak depan mesin uji tarik.

## **1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan**

Manfaat perancangan dan penelitian ini adalah mesin uji tarik dapat identic untuk bagian atas dan bawah, tidak lepas saat dilakukannya pengujian, dan mengalami kegagalan yang minim.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Penulisan laporan tugas akhir ini diuraikan dalam 5 bab yang tersusun berurutan agar mempermudah dalam pembahasannya. Bab 1 terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan perancangan, manfaat perancangan dan sistematika penulisan. Bab 2 terdiri dari kajian pustaka dan dasar teori yang diterapkan pada perancangan dan penelitian ini. Bab 3 merupakan metode penelitian yang menjelaskan mengenai alur penelitian, alat dan bahan, dan tahapan perancangan yang dilakukan. Bab 4 menjelaskan mengenai proses pembuatan serta hasil dari perancangan alat yang telah dilakukan, pengujian, dan hasil pengujian. Bab 5 berisi kesimpulan hasil perancangan dan saran untuk pengembangan perancangan. A

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Kajian Pustaka**

Pengujian tarik menjadi bagian penting dalam mengetahui sifat mekanis sebuah material. Dalam pengujian tarik diperlukannya *gripper*(ragum) untuk mencekam benda uji agar tidak selip ketika dilakukannya pengujian. *Gripper* harus dapat menahan beban besar ketika pengujian dan memiliki gaya gesek yang sama dengan gaya tarik yang diberikan. Geometri pada *gripper* harus sesuai dengan kebutuhan standar uji pengujian.

Salah satu penelitian yang dilakukan sebelumnya yaitu oleh Aulia Abdi Nur Syamsudin mengenai “*Perancangan Struktur Mekanik Mesin Uji Tarik dengan Kapasitas 150 kgf*”. Dalam penelitiannya *gripper* mampu menahan beban sebesar 150 Kgf namun gaya gesek pada *gripper* masih kurang sehingga terjadinya selip pada saat pengujian tarik(Syamsudin, 2021). Penelitian yang dilakukan oleh Aulia Abdi Nur Syamsudin, dilanjutkan oleh Arif Rahman Hakim mengenai “*Pengembangan Lanjut Mesin Uji Tarik Skala Kecil : Esktraksi Data dan Cengkaman Gripper*”. Penelitian tersebut menangani selip pada *gripper* dengan meningkatkan koefisien gaya gesek melalui pelapisan *gripper* dengan material berbahan karet.(Hakim, 2022).

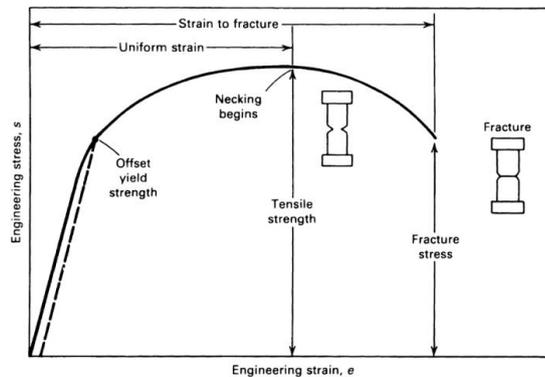
Pada jurnal dengan judul “*Design and Development of Grip for Circular Test Piece Innuviversal Tensile Testing Machine*” oleh Akinribide O.J., Ogunkoya A.K., Momoh I.M., Ogundare O.D., AttahDaniel B.E., dalam pengembangan *gripper* tersebut, *clamp* atau *jaws* harus memiliki ukuran dan luas penampang yang identik. *Clamp* disesuaikan dengan kebutuhan dari pengujian yang akan dilakukan agar dapat menghasilkan pengujian tarik yang diinginkan. (Akinribide et al., 2013).

#### **2.2 Dasar Teori**

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan beberapa dasar teori yang terkait dengan topik sebagai dasar pemikiran atau pernyataan. Berikut adalah dasar teori yang digunakan penulis.

### 2.2.1 Uji Tarik

Uji tarik dilakukan dalam pemilihan spesifikasi material untuk aplikasi kualitas Teknik produk. Sifat tarik digunakan dalam memprediksi perilaku suatu material dalam pembebanan selain dari tegangan uniaksial (J. R. Davis, 2004). Pengujian tarik mencakup beberapa hal yaitu, kurva regangan-tegangan, deformasi elastis-plastis, titik luluh, dan keuletan.



Gambar 2- 1 Kurva tegangan-regangan  
(Saray, 2015)

Kurva regangan-tegangan di dapatkan dari perpanjangan beban pada spesimen. Pada gambar 2-1 kurva regangan-tegangan merupakan tegangan longitudinal rata-rata pada spesimen.

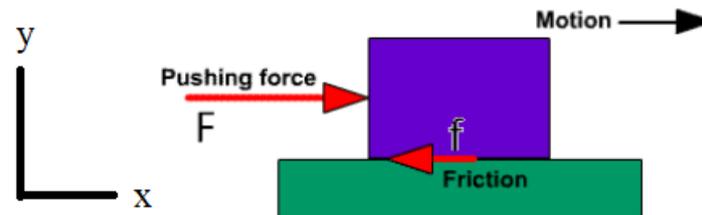
### 2.2.2 Gripper (Ragum)

Ragum merupakan sebuah alat yang berfungsi untuk mencekam benda kerja agar tidak bergeser posisinya. Ragum dikategorikan menjadi beberapa jenis yaitu *one side clamping*, *two side clamping*, *centered clamping*, *self-clamping* (R. Sidartawan, 2012).

*One side clamping* menggunakan ulir (*screw*) dalam mencekam benda kerja pada satu sisi. *Two side clamping* memanfaatkan ulir (*screw*) untuk menahan benda kerja pada kedua sisi. *Centerest clamping* memanfaatkan tiga rahang simetris atau kombinasi pada sisi benda kerja. *Self-clamping* memanfaatkan berat benda kerja atau adanya gaya eksternal untuk mengencangkan klem.

### 2.2.3 Gaya Gesek

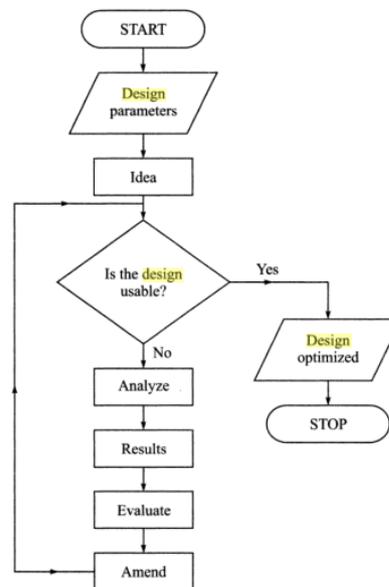
Dalam gaya gesek, terdapat sebuah fenomena dimana sebuah benda mencapai kecepatan nol atau diam yang disebut *stick-slip*. *Stick-slip* merupakan sebuah fenomena dimana terjadinya perubahan kondisi gaya gesek dinamis menjadi statis. (Simatupang & Industri, n.d.).



Gambar 2- 2 Gaya Gesek

### 2.2.4 Computer Aided Design

*Computer Aided Design (CAD)* digunakan dalam membantu pembuatan, modifikasi, analisis, atau optimalisasi suatu desain yang di dasarkan pada sistem komputer. CAD melibatkan seluruh jenis aktivitas desain yang memanfaatkan komputer untuk mengembangkan, menganalisis atau memodifikasi desain teknik. (Narayan et al., 2008).

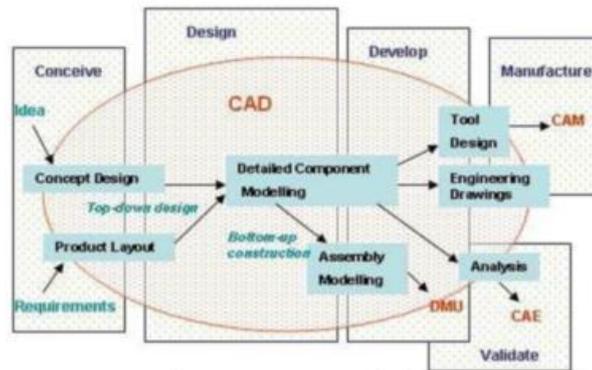


Gambar 2- 3 Prosedur desain

(Narayan et al., 2008)

### 2.2.5 Computer Aided Engineering

*Computer Aided Engineering* merupakan sebuah sistem perhitungan otomatisasi Teknik yang mewakili suprasektoral multidisiplin fenomena. Sistem CAE mencakup sistem komputer untuk mengerjakan analisis geometri hasil CAD untuk mempelajari perilaku dan fenomena riil. Program CAE terdiri dari model matematika yang algoritmanya ditulis untuk menganalisis dari fenomena yang terjadi dengan model rekayasa yang disajikan dalam model geometri tampilan grafik. (Kolbasin & Husu, 2018).

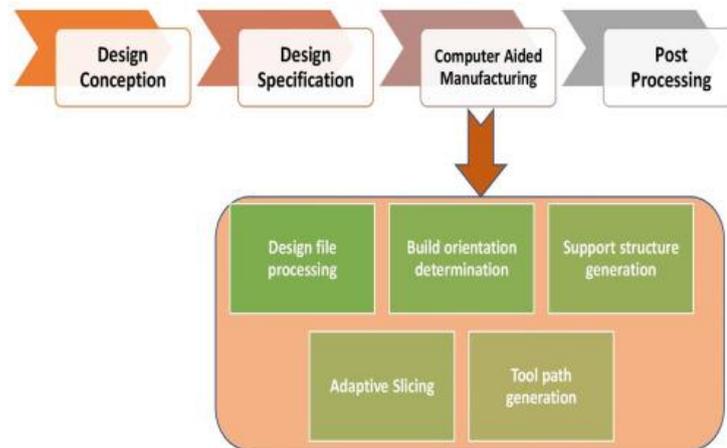


Gambar 2- 4 Diagram CAE

((Handayani & Ningsih, 2005)

### 2.2.6 Computer Aided Manufacturing

*Computer Aided Manufacturing (CAM)* merupakan sebuah sistem komputer yang digunakan untuk merancang sebuah proses produksi rancangan teknik sampai pada produk akhir. Dalam CAM komputer membantu proses produksi dalam perencanaan, pengendalian, koordinasi antara sumber daya dan mesin (Handayani & Ningsih, 2005).

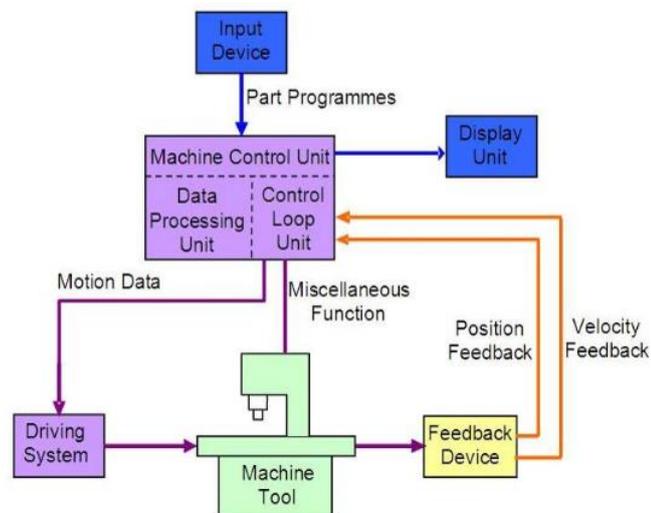


**Gambar 2- 5 Diagram CAM**

(Sandhu, Kamal preet. n.d, 2023)

### 2.2.7 Computer Numerical Control

*Computer Numerical Control* (CNC) merupakan sebuah sistem komputer yang merancang pembentukan sebuah produk hasil dari CAM dengan mengkonversikan perintah (*numbers*) dengan memanfaatkan kendali (*control*) komputer (Handayani & Ningsih, 2005). CNC merupakan sebuah sistem untuk mengontrol alat dan proses pada mesin dengan menggunakan perintah kode. *Numerical control* (NC) mengirimkan sinyal kontrol berupa deret barisan rangkaian pulsa elektronik. (Yahuza, 2010).



**Gambar 2- 6 Diagram CNC**

(Computer Numerical Control (CNC) IC PROFESSIONAL TRAINING SERIES, 2009)

## 2.2.8 Standar Pengujian ASTM

*American Society for Testing and Material* (ASTM) merupakan sebuah organisasi global yang mengembangkan sebuah standarisasi teknik untuk produk, material, sistem dan jasa. ASTM memiliki beberapa standarisasi yang diantaranya adalah standar untuk pengujian tarik. Metode pengujian tarik ini ditunjukkan untuk menentukan sifat plastis baik yang diperkuat atau tidak dalam kondisi seperti perlakuan awal, suhu, kelembapan, dan kecepatan mesin pengujian. Standar yang digunakan pada penelitian ini adalah ASTM D638 untuk plastic pada gambar 2-5 dan ASTM D3039 pada gambar 2-3 dan 2-4 untuk komposit

TABLE 2 Tensile Specimen Geometry Recommendations<sup>A</sup>

Fiber Orientation	Width, mm [in.]	Overall Length, mm [in.]	Thickness, mm [in.]	Tab Length, mm [in.]	Tab Thickness, mm [in.]	Tab Bevel Angle, <sup>a</sup>
0° unidirectional	15 [0.5]	250 [10.0]	1.0 [0.040]	56 [2.25]	1.5 [0.062]	7 or 90
90° unidirectional	25 [1.0]	175 [ 7.0]	2.0 [0.080]	25 [1.0]	1.5 [0.062]	90
balanced and symmetric	25 [1.0]	250 [10.0]	2.5 [0.100]	emery cloth	—	—
random-discontinuous	25 [1.0]	250 [10.0]	2.5 [0.100]	emery cloth	—	—

<sup>A</sup> Dimensions in this table and the tolerances of Fig. 2 or Fig. 3 are recommendations only and may be varied so long as the requirements of Table 1 are met.

**Gambar 2- 7 Geometri spesimen  
(ASTM D3039)**

- DRAWING NOTES:**
1. INTERPRET DRAWING IN ACCORDANCE WITH ANSI Y14.5M-1993, SUBJECT TO THE FOLLOWING:
  2. ALL DIMENSIONS IN MILLIMETRES WITH DECIMAL TOLERANCES AS FOLLOWS:  
NO DECIMAL | X | XX  
 $\pm 3$  |  $\pm 1$  |  $\pm .3$
  3. ALL ANGLES HAVE TOLERANCE OF  $\pm 5^\circ$ .
  4. PLY ORIENTATION DIRECTION TOLERANCE RELATIVE TO  $\perp$  A WITHIN  $\pm 5^\circ$ .
  5. FINISH ON MACHINED EDGES NOT TO EXCEED  $1.6\sqrt{R}$  (SYMBOLGY IN ACCORDANCE WITH ASA B46.1, WITH ROUGHNESS HEIGHT IN MICROMETRES.)
  6. VALUES TO BE PROVIDED FOR THE FOLLOWING, SUBJECT TO ANY RANGES SHOWN ON THE FIELD OF DRAWING. MATERIAL, LAY UP, PLY ORIENTATION REFERENCE RELATIVE TO  $\perp$  A, OVERALL LENGTH, GAGE LENGTH, COUPON THICKNESS, TAB MATERIAL, TAB THICKNESS, TAB LENGTH, TAB BEVEL ANGLE, TAB ADHESIVE.
  7. NO ADHESIVE BUILDUP ALLOWED IN THIS AREA.

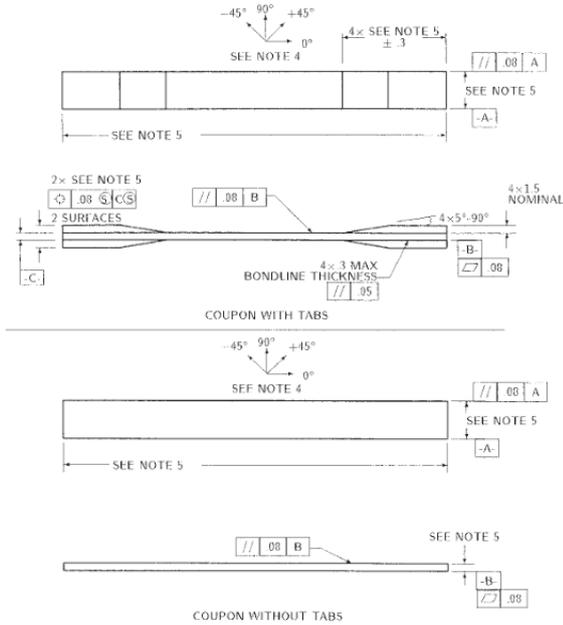
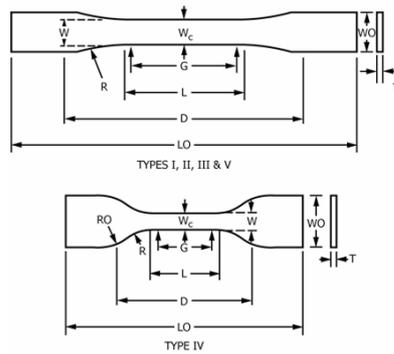


FIG. 2 Tension Test Specimen Drawing (SI)

Gambar 2- 8 Bentuk spesimen (ASTM D3039)



Specimen Dimensions for Thickness,  $T$ , mm (in.)<sup>A</sup>

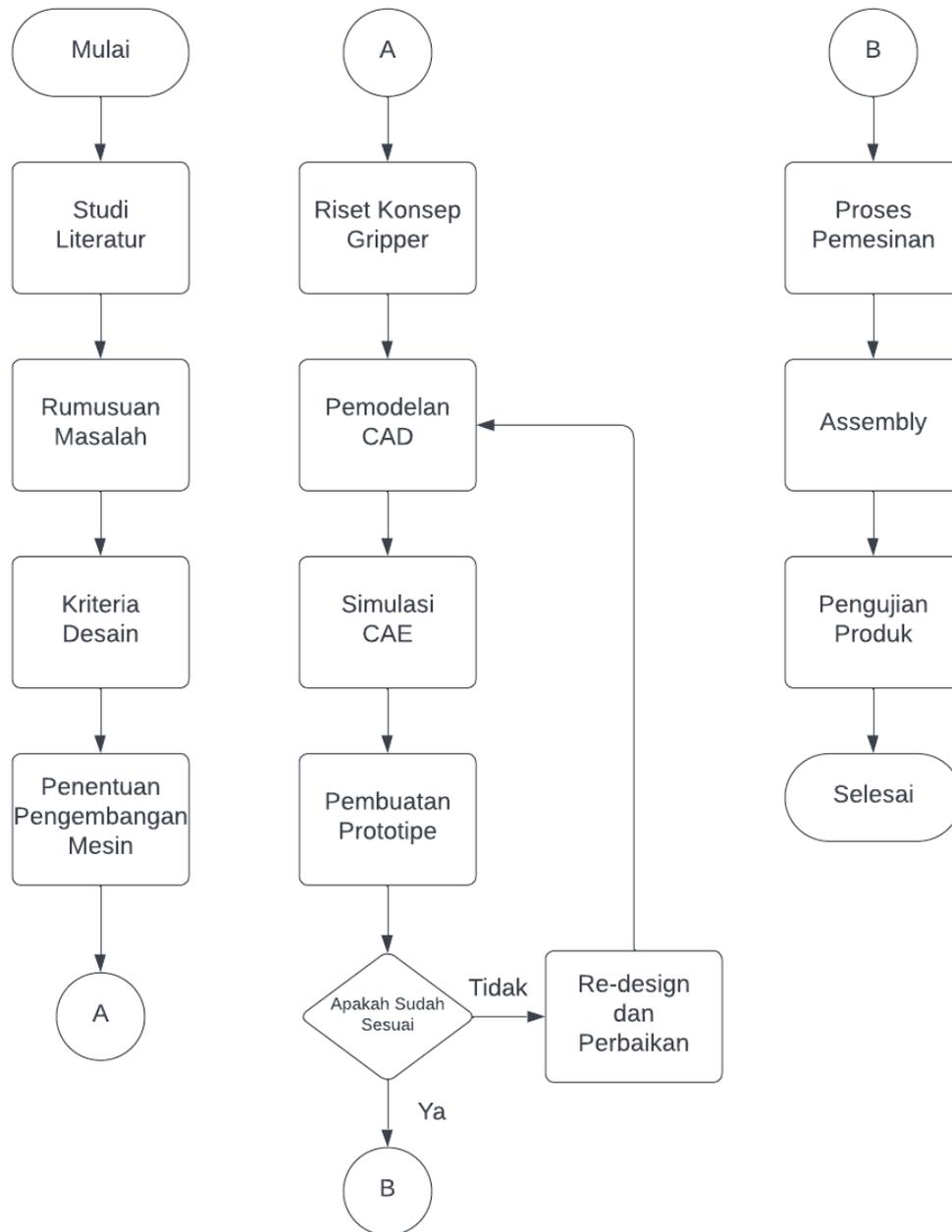
Dimensions (see drawings)	7 (0.28) or under		Over 7 to 14 (0.28 to 0.55), incl		4 (0.16) or under		Tolerances
	Type I	Type II	Type III	Type IV <sup>B</sup>	Type V <sup>C,D</sup>		
W—Width of narrow section <sup>E,F</sup>	13 (0.50)	6 (0.25)	19 (0.75)	6 (0.25)	3.18 (0.125)		$\pm 0.5$ ( $\pm 0.02$ ) <sup>B,C</sup>
L—Length of narrow section	57 (2.25)	57 (2.25)	57 (2.25)	33 (1.30)	9.53 (0.375)		$\pm 0.5$ ( $\pm 0.02$ ) <sup>C</sup>
WO—Width overall, min <sup>G</sup>	19 (0.75)	19 (0.75)	29 (1.13)	19 (0.75)	...		+ 6.4 (+ 0.25)
WO—Width overall, min <sup>G</sup>	...	...	...	...	9.53 (0.375)		+ 3.18 (+ 0.125)
LO—Length overall, min <sup>H</sup>	165 (6.5)	183 (7.2)	246 (9.7)	115 (4.5)	63.5 (2.5)		no max (no max)
G—Gage length <sup>I</sup>	50 (2.00)	50 (2.00)	50 (2.00)	...	7.62 (0.300)		$\pm 0.25$ ( $\pm 0.010$ ) <sup>C</sup>
G—Gage length <sup>I</sup>	...	...	...	25 (1.00)	...		$\pm 0.13$ ( $\pm 0.005$ )
D—Distance between grips	115 (4.5)	135 (5.3)	115 (4.5)	65 (2.5) <sup>J</sup>	25.4 (1.0)		$\pm 5$ ( $\pm 0.2$ )
R—Radius of fillet	76 (3.00)	76 (3.00)	76 (3.00)	14 (0.56)	12.7 (0.5)		$\pm 1$ ( $\pm 0.04$ ) <sup>C</sup>
RO—Outer radius (Type IV)	...	...	...	25 (1.00)	...		$\pm 1$ ( $\pm 0.04$ )

Gambar 2- 9 Spesifikasi spesimen (ASTM D638)

# BAB 3

## METODE PENELITIAN

### 3.1 Alur Penelitian

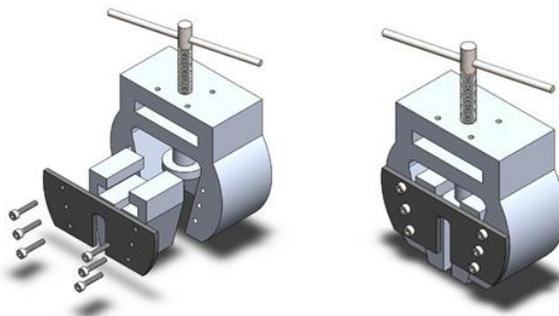


## 3.2 Perancangan Gripper

Proses perancangan *gripper* dengan kapasitas 150kgf ini terdiri dari konsep, desain, analisis, dan proses manufaktur *gripper*.

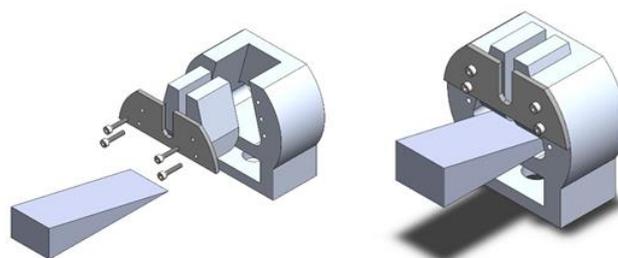
### 3.2.1 Gripper Pada Penelitian Sebelumnya

Penelitian sebelumnya *gripper* mampu untuk menahan gaya tarik sebesar 150 kgf dan menggunakan mekanisme *self-clamping*. *Gripper* yang dirancang memiliki geometri dan sistem pendorong yang berbeda untuk bagian atas dan bawah. Perbedaan geometri di dasarkan pada kondisi peletakan base bagian atas yang terhubung pada sensor LVDT dan base bagian bawah terdapat sensor *load cell*. *Gripper* ini di sesuaikan dengan standar pengujian ASTM D638 dan ASTM D3039 dengan lebar maksimal spesimen sebesar 30 mm. (Syamsudin, 2021). *Gripper* bagian atas dapat dilihat pada gambar 3-1 dan bagian bawah pada gambar 3-2.



Gambar 3- 1 Desain gripper atas

(Syamsudin, 2021)



Gambar 3- 2 Desain gripper bawah

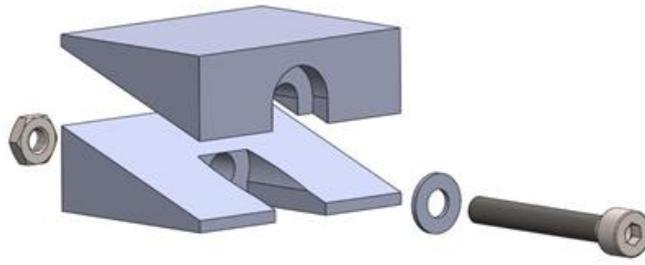
(Syamsudin, 2021)

Pada desain *gripper* penelitian sebelumnya, adanya ketidakpresisian geometri antara bagian atas dan bagian bawah. Struktur bagian atas dan bagian bawah terdapat kemunduran sebesar  $\pm 4$  mm. karena perbedaan dimensi dan kemunduran ini mengakibatkan ketidaklurusan pada spesimen uji. (Hakim, 2022). Penjepit pada *gripper* sebelumnya dilapisi dengan material sejenis karet untuk meningkatkan gaya gesek. Gambar kemunduran *gripper* dapat dilihat pada gambar 3-3.



**Gambar 3- 3 Misalignment gripper**  
(Hakim, 2022)

Pada penelitian oleh Arif Rahman Hakim adanya perubahan pada sistem bagian bawah. Sistem pendorong ini memanfaatkan ulir untuk mendorong *gripper* dan spesimen. Pada sistem pendorong ini menggunakan material ABS pada bagian pendorong yang bersentuhan dengan *clamp* dan aluminium untuk ulir. Sistem pendorong dapat dilihat pada gambar 3-4.



**Gambar 3- 4 Sistem pendorong gripper bawah**

(Hakim, 2022)

Sistem pendorong ini mengubah gaya dorong horizontal menjadi vertical dengan ulir baut M4. Konsep kerja sistem ini baut M4 dan ring baut mendorong untuk mengangkat *clamp* pada *gripper*.

### **3.2.2 Konsep Gripper**

Pada proses perancangan *gripper* dengan kapasitas 150kgf ini diawali dengan konsep desain. Proses penentuan konsep desain *gripper* ini di dasari pada beberapa hal, yaitu sebagai berikut.

#### **3.2.2.1 Kriteria Desain**

Kriteria desain *gripper* dengan kapasitas 300 Kgf ditentukan dengan beberapa hal sebagai berikut :

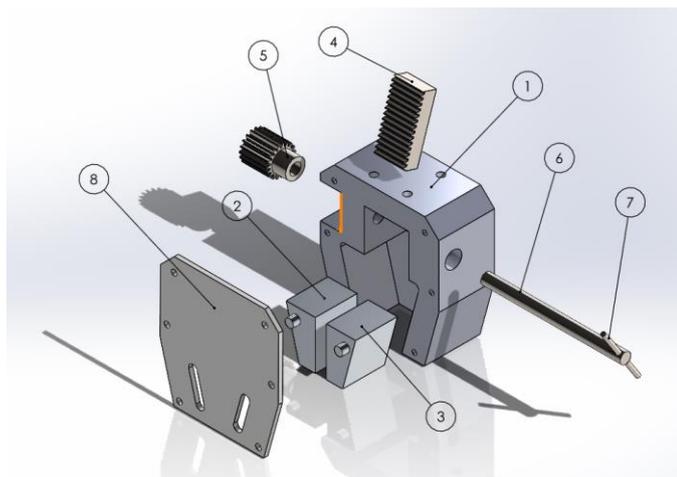
1. *Gripper* dirancang mampu menahan beban tarik 300 Kgf tanpa ada kegagalan struktur.
2. *Gripper* dengan sistem *self-clamping* agar dapat memanfaatkan gaya tarik spesimen untuk meningkatkan gaya gesek agar tidak terjadinya selip.
3. *Gripper* harus berada pada kondisi *stick-slip* ketika menahan beban tarik sebesar 300 Kgf.
4. *Gripper* dirancang untuk melakukan pengujian pada standar ASTM D638 dan ASTM D3039.
5. Geometri *gripper* bagian bawah dan atas identik.

### 3.2.2.2 Analisis Beban Gripper

Beban yang diberikan pada gripper ini di dasarkan pada standar ASTM D638, ASTM D3039, dan penelitian sebelumnya (Syamsudin, n.d.). Nilai tegangan spesimen plastic PLA (ASTM D638) sebesar 72,39 kgf dan spesimen komposit (ASTM D3039) sebesar 131,84 kgf. Maka beban maksimal yang harus ditahan oleh *gripper* dengan tetap berada pada kondisi *stick-slip* adalah sebesar 131,84 kgf, maka dapat dibulatkan menjadi 150 kgf untuk kondisi aman.

### 3.2.2.3 Desain 3 Dimensi

Pada desain 3 dimensi ini gripper menggunakan sistem mekanisme penggerak rack dan pinion dan mekanisme *self-clamping* untuk meningkatkan gaya gesek pada spesimen uji agar spesimen uji tidak mengalami selip dan berada pada fenomena *stick-slip*. Desain *gripper* ini di identik untuk *gripper* bagian atas dan bawah agar tidak terjadinya *misalignment* pada mesin uji tarik dan kesimetrisan *gripper* untuk pengujian. Penjelasan mengenai desain 3 dimensi dapat dilihat pada gambar 3-5 dan tabel 3-1.



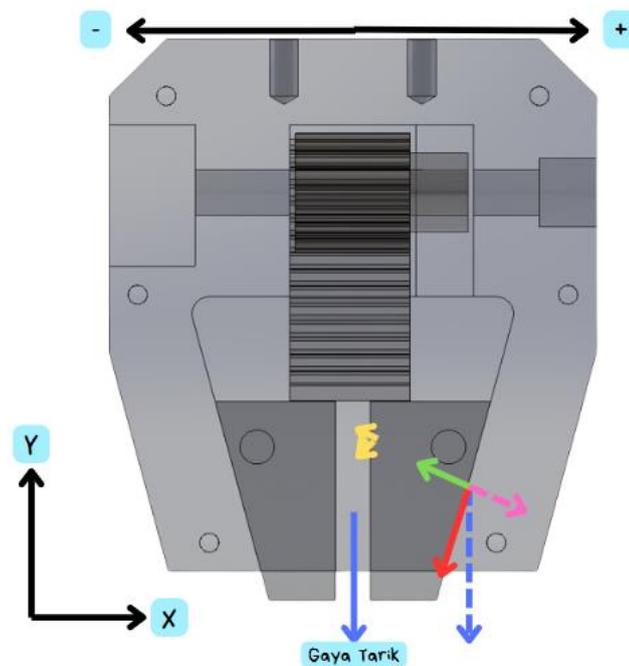
Gambar 3- 5 Komponen gripper

Tabel 3- 1 Komponen gripper

No.	Nama Komponen	Material
1	<i>Gripper</i>	Aluminium 5052
2	<i>Clamp 1</i>	Aluminium 5052
3	<i>Clamp 2</i>	

4	<i>Rack</i>	AISI 1045
5	<i>Pinion Gear</i>	AISI 1045
6	<i>Shaft</i>	Stainless-Steel
7	<i>Shaft Putar</i>	Stainless-Steel
8	<i>Cover Gripper</i>	Akrilik

### 3.2.2.4 Diagram Benda Bebas



Gambar 3- 6 Diagram Benda Bebas

Gaya tarik dihasilkan dari gaya luar yang terjadi pada spesimen. Ketika diberikannya gaya tarik maka seluruh body pada *gripper* merasakan akibat dari gaya tarik tersebut. Gaya tarik diuraikan menjadi vektor gaya pada gambar diatas. Garis berwarna merah merupakan uraian gaya tarik yang terurai menjadi *clamp* yang bergerak pada *gripper*. Gaya normal merupakan gaya tegak lurus pada bidang miring *gripper* yang merupakan kontak gripper dengan clamp. Maka garis yang berwarna merah muda adalah gaya normal yang terjadi. Gaya normal diuraikan

menjadi garis berwarna hijau yang terurai kembali pada penampang *clamp* yang nantinya menjadi kondisi menjepit pada *clamp*.

### 3.2.2.5 Analisis FEM

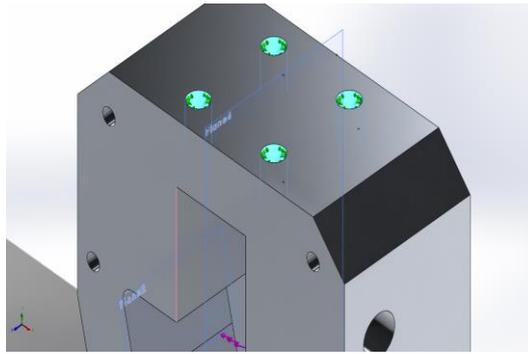
Housing untuk *gripper* menggunakan bahan aluminium 5052-H32. Analisis FEM ini menggunakan *solidworks simulation*. Analisis ini merupakan analisis statis untuk mengetahui ketahanan struktur agar tidak terjadinya *failure* ketika dilakukannya pengujian. Beban yang diberikan pada analisis ini adalah beban maksimal sebesar 200 kgf. Tabel 3-2 berikut merupakan material properties aluminium 5052-H32 :

**Tabel 3- 2 Properties aluminium 5052-H32**

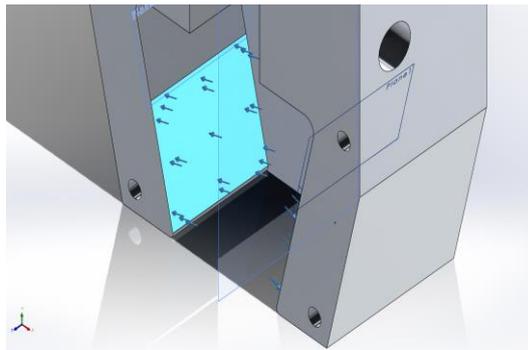
Properti	Nilai	Satuan
Modulus Elastisitas	713.797	$\frac{kgf}{cm^2}$
Kekuatan Luluh	1988,434	
Kekuatan Tarik	2345,333	
Kekuatan Geser	264.104,89	

#### 1. Peletakan gaya dan tumpuan

Peletakan gaya dan tumpuan ini diletakkan pada *housing gripper* dan sambungan antara *gripper* dengan *base* bagian atas. Gaya yang diberikan pada *housing gripper* adalah 300 kgf sesuai dengan arah gaya tekan pada *clamp* sesuai dengan gaya tarik spesimen benda uji. Gaya 300 Kgf diberikan agar *Gripper* pada penelitian ini dapat beban tarik 2 kali lebih besar dari *gripper* pada penelitian sebelumnya .Peletakan gaya dan tumpuan ini dapat dilihat pada gambar 3-7 dan 3-8.

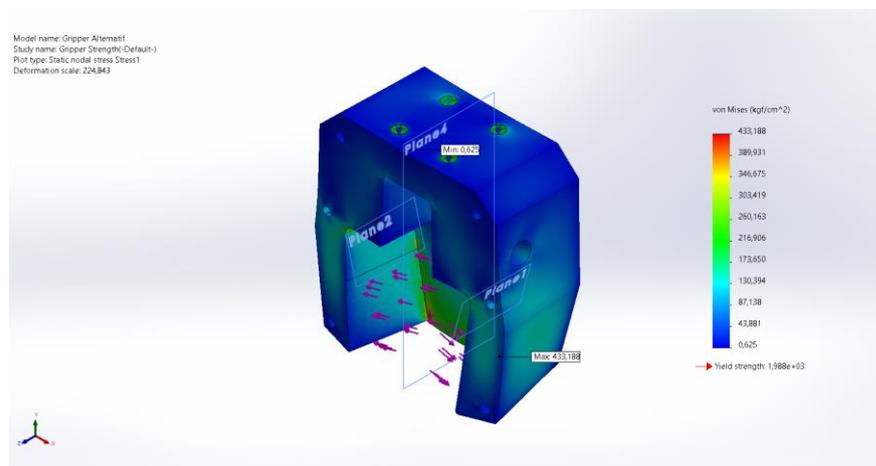


**Gambar 3- 7 Peletakan tumpuan**



**Gambar 3- 8 Arah gaya**

## 2. Tegangan – Stress (von mises)

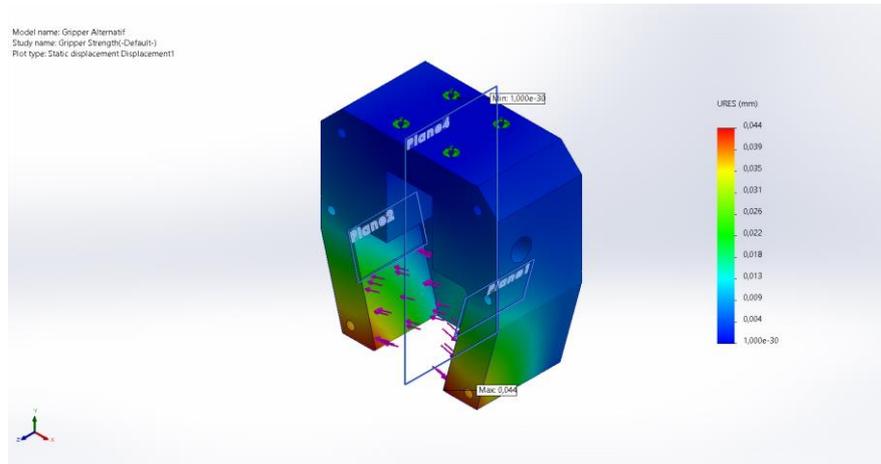


**Gambar 3- 9 Tegangan (stress)**

Analisis tegangan dilakukan untuk mengetahui apakah tegangan gaya melampaui dari kekuatan material tersebut. Nilai kekuatan luluh maksimal

yang terjadi pada *gripper* sebesar  $433,88 \frac{Kgf}{cm^2}$  yang terletak pada bagian siku gripper. Kekuatan luluh material aluminium 5052-H32 sebesar  $1988,434 \frac{Kgf}{cm^2}$  maka tegangan maksimal yang terjadi sebesar 21,82 % dari kekuatan luluh material.

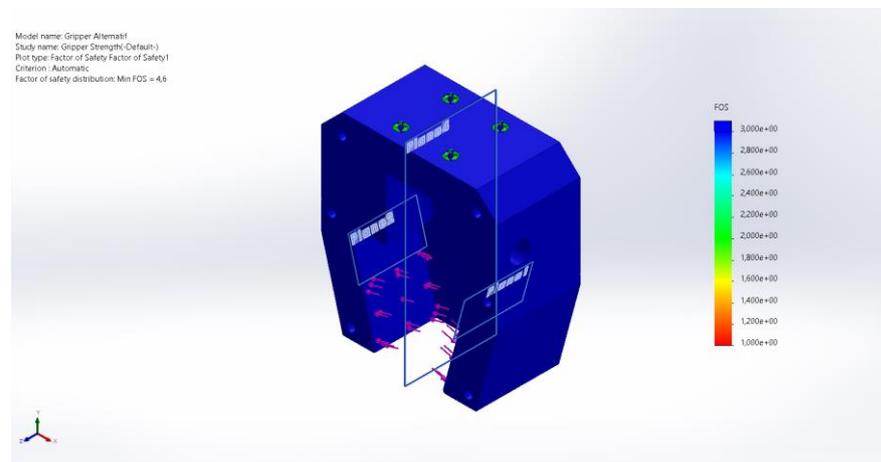
### 3. Perubahan Jarak – Displacement



**Gambar 3- 10 Perubahan jarak (displacement)**

Nilai perubahan jarak (*displacement*) maksimal yang terjadi pada gripper 0.0044 mm. maka perubahan jarak dapat diabaikan karena dapat diabaikan.

### 4. Faktor keamanan – Factor of Safety



**Gambar 3- 11 Faktor keamanan (FoS)**

Nilai faktor keamanan bertujuan untuk menunjukkan nilai tegangan ijin dengan nilai tegangan terbesar dengan faktor tingkat kemampuan sebuah material (Mulyatno et al., 2014). Dari hasil analisis ini di dapatkan FoS sebesar 4,6, yaitu lebih besar dari 1 sehingga struktur ini mampu menahan beban lebih besar dari gaya yang diberikan.

### **3.2.3 Konsep Pendorong Clamp pada Gripper**

Desain pendorong pada *gripper* ini di samakan pada posisi *gripper* bagian bawah dan atas agar dapat terjadinya kesimetrisan *gripper*. Pada penelitian ini konsep pendorong *clamp* pada *gripper* menggunakan sistem *rack* dan *pinion*. *Rack* dan *pinion* mendorong *clamp* dan menghasilkan gaya *tangensial*.

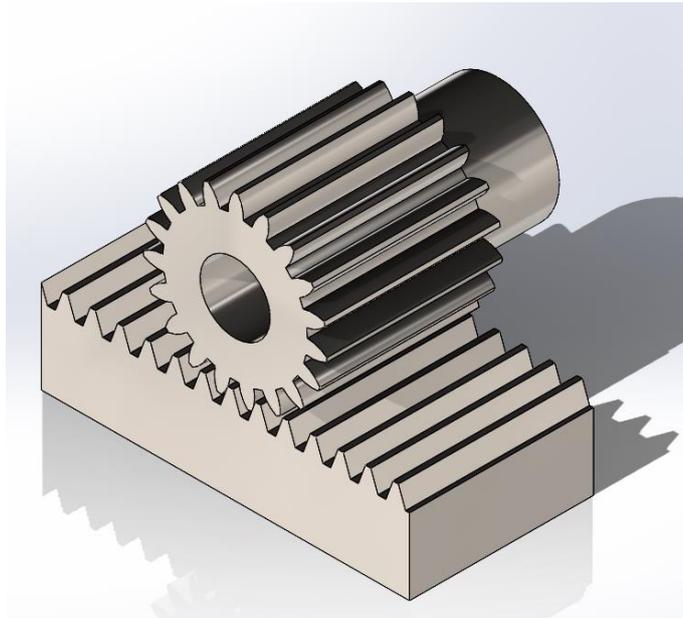
Komponen pendorong *clamp* terdiri dari *rack* dan *pinion* untuk mendorong *clamp* agar mendekati dari posisi *self-clamping* dimana *clamp* akan menahan spesimen agar tidak bergerak.

#### **3.2.3.1 Rack dan Pinion**

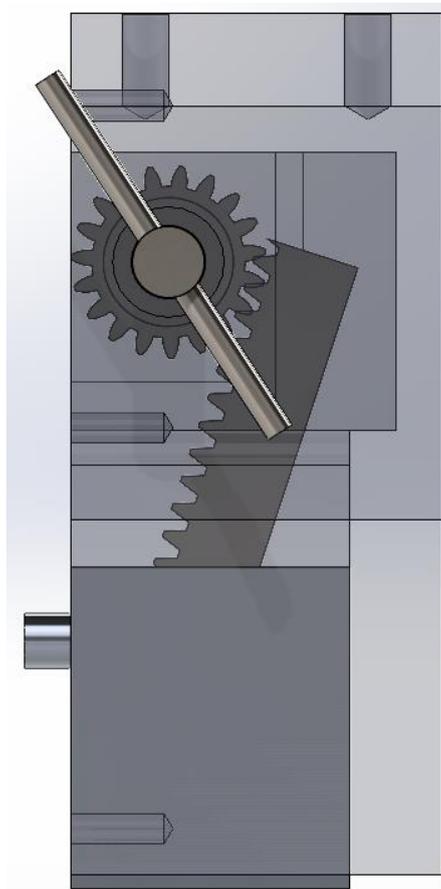
Pada penelitian ini terdapat pengembangan sistem pendorong pada *gripper*. Sistem pendorong yang dipakai pada penelitian ini memanfaatkan mekanisme *rack* dan *pinion*. Sistem pendorong pada *gripper* disamakan untuk *gripper* atas dan bawah agar geometri *gripper* dapat identik.

Mekanisme *rack* dan *pinion* memanfaatkan gaya *tangensial* dengan merubah gaya radial pada *pinion gear* menjadi gaya aksial pada *rack*. *Rack* dan *pinion* menggunakan material AISI 1045 mengikuti dengan yang tersedia dipasaran. Mekanisme ini tidak terpengaruh oleh peletakan sensor LVDT dan sensor *load cell* dikarenakan pengoperasiannya terletak pada sisi samping dari *gripper*. *Rack* nantinya akan bersentuhan dengan *clamp* untuk mendorong *clamp* berada pada posisi mencengkram spesimen uji.

### 3.2.3.2 Desain 3 Dimensi



**Gambar 3- 12 Mekanisme rack dan pinion**



**Gambar 3- 13 Mekanisme rack dan pinion pada gripper**

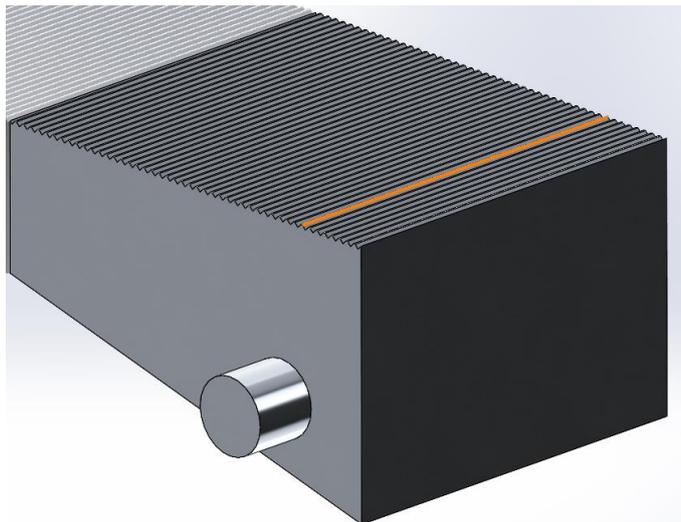
Gambar 3-14 dan 3-15 merupakan desain mekanisme *rack* dan *pinion* yang dipasang pada *gripper*. Rack yang digunakan pada *gripper* memiliki spesifikasi modulus 1 dengan 14 gigi. Rack berukuran 42mm x 21mm x 8,75mm yang menyesuaikan dengan ruang pada *gripper*. Pinion gear memiliki spesifikasi modulus 1 yang sesuai dengan rack dengan 19 gigi. Pinion gear memiliki ukuran 20mm dengan ketebalan 15mm yang menyesuaikan ruang pada *gripper*. Modulus 1 dipilih agar ketika shaft gear diputar maka rack bergerak dengan panjang pada *clamp*.

#### **3.2.4 Permukaan Clamp Gripper**

Pada penelitian sebelumnya permukaan *clamp* pada *gripper* dilapisi material sejenis karet untuk menghilangkan selip pada spesimen. Material karet digunakan untuk meningkatkan koefisien gesek dan gaya gesek pada spesimen agar spesimen tidak selip.

Pada penelitian ini, koefisien dan gaya gesek ditingkatkan dengan melakukan *knurling* pada permukaan *clamp*. *Knurling* bertujuan untuk meningkatkan kekasaran pada permukaan *gripper* dengan harapan meningkatnya koefisien dan gaya gesek pada *clamp* untuk terjadinya fenomena *stick-slip* pada *clamp*.

### 3.2.4.1 Knurling

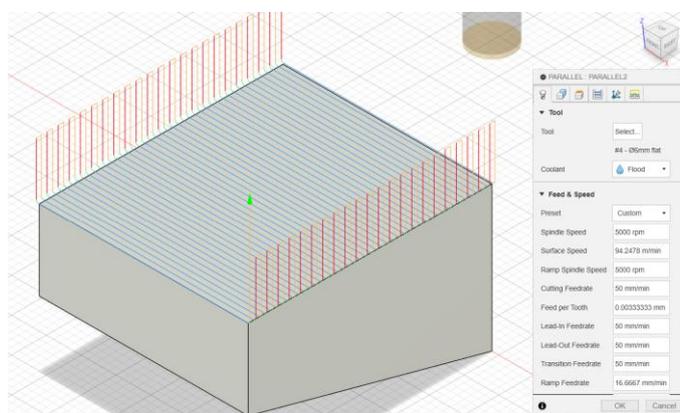


Gambar 3- 14 Desain 3D Knurling

*Knurling* yang digunakan pada penelitian ini merupakan *straight pattern knurling*. *Knurling* jenis ini dibuat tegak lurus dari arah gaya tarik untuk meningkatkan gaya gesek ketika dilakukannya pengujian tarik. Desain *knurling straight pattern* ini dapat dilihat pada gambar 3-14.

*Knurling* memiliki kedalaman 0,3 mm dengan jarak 0,7 mm dan 90 derajat.

### 3.2.4.2 Pemesinan Knurling



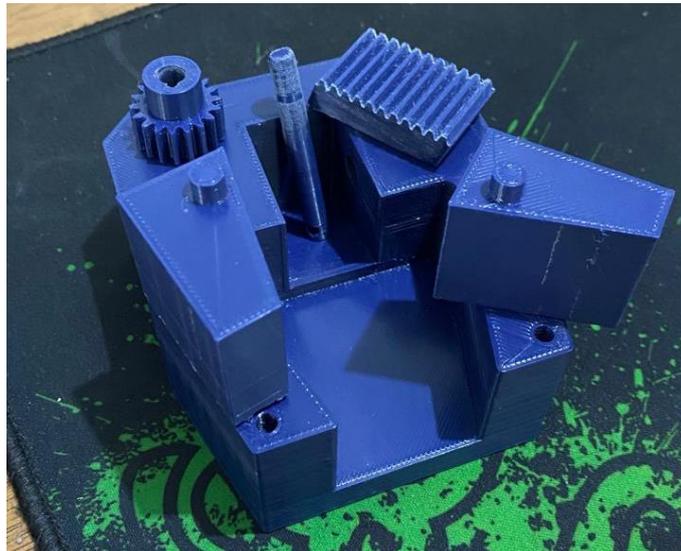
Gambar 3- 15 Strategi pemesinan

Proses CAM *knurling* menggunakan *software* Fusion 360 untuk menghasilkan NC code. NC code digunakan untuk proses CNC milling. Hasil CAM dapat dilihat pada gambar 3-15. Mata pahat yang digunakan pada proses

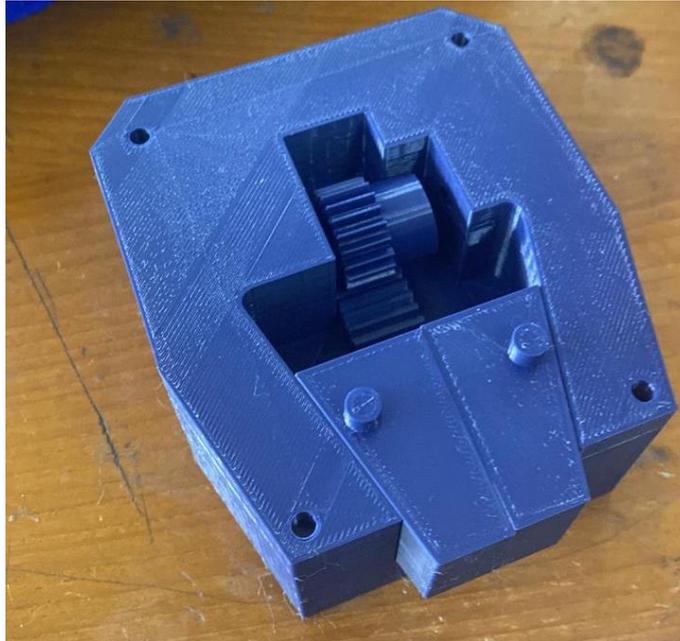
pemesinan ini yaitu chamfer end mill 4F x 6 x 50 x 90. Strategi pemesinan dapat dilihat pada gambar 3-15.

### 3.2.5 Pembuatan Prototipe

Pembuatan prototipe bertujuan untuk mengetahui dimensi asli dari hasil desain 3D dan kemudahan dalam proses perakitan. Dengan adanya prototipe maka dapat meminimalisir dari biaya yang di keluarkan untuk dilakukannya penyesuaian lebih lanjut. Prototipe menggunakan 3D print berbahan PLA+. Hasil 3D print dapat dilihat pada gambar 3-16 dan 3-17



**Gambar 3- 16 Prototipe 1**



**Gambar 3- 17 Prototipe 2**

### **3.3 Peralatan dan Bahan**

Peralatan dan bahan yang digunakan pada perancangan ini terbagi dari perangkat keras dan perangkat lunak sebagai berikut :

#### **3.2.1 Peralatan**

Peralatan yang digunakan dalam perancangan dan pembuatan gripper ini adalah sebagai berikut :

1. Solidworks 2021,
2. Flashprint,
3. Fusion 360,
4. Mastercam,
5. Mesin CNC Milling,
6. 3D Print Flashforge Adventurer 3.

#### **3.2.2 Bahan**

1. Aluminium seri 5052 dan 6061
2. AISI 1045
3. PLA+

4. Akrilik
5. Shaft *stainless steel* 8mm

## BAB 4

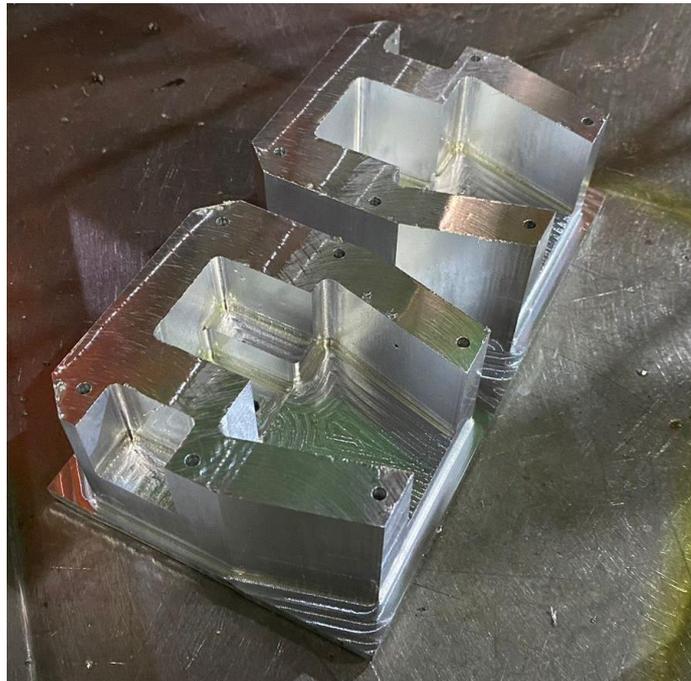
### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Perancangan

Hasil perancangan *gripper* dengan kapasitas 150 Kgf ini menampilkan hasil proses perancangan dan analisis yang telah dilakukan sebelumnya.

##### 4.1.1 Proses Manufaktur Gripper

###### 1. Proses Manufaktur Gripper

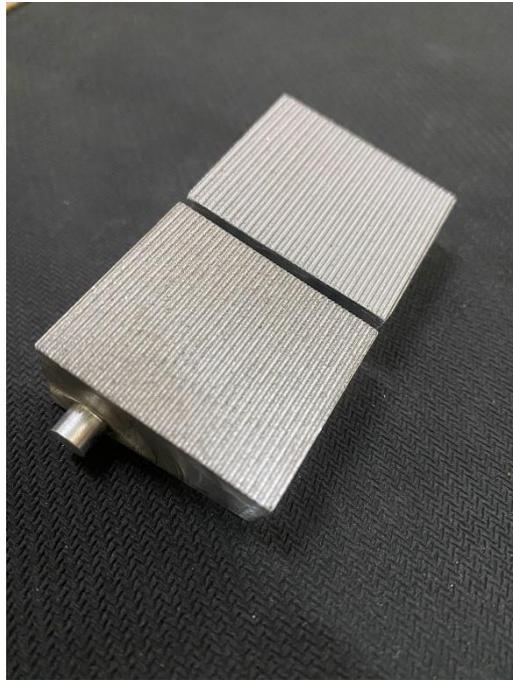


**Gambar 4- 1 Hasil manufaktur gripper**

Pada proses CAM dan CNC *gripper*, untuk mensimetriskan hasil dari proses manufaktur *gripper* maka kedua *gripper* di CNC pada satu blok aluminium agar titik center pemesinan sama. Pada proses CAM *gripper*, *gripper* di mirror agar dimensi dan geometri hasil pemesinan dapat simetris antara kedua *gripper*. Sisa material hasil cnc dilakukan milling manual untuk mengurangi sisa material. Hasil manufaktur dapat dilihat pada gambar 4-1.

## 2. Proses Manufaktur Knurling

*Knurling* pada *clamp* dilakukan dengan CNC dengan menggunakan mata pahat chamfer end mill untuk mendapatkan kontur *knurling*. Hasil dari proses *knurling* dapat dilihat pada gambar 4-2.

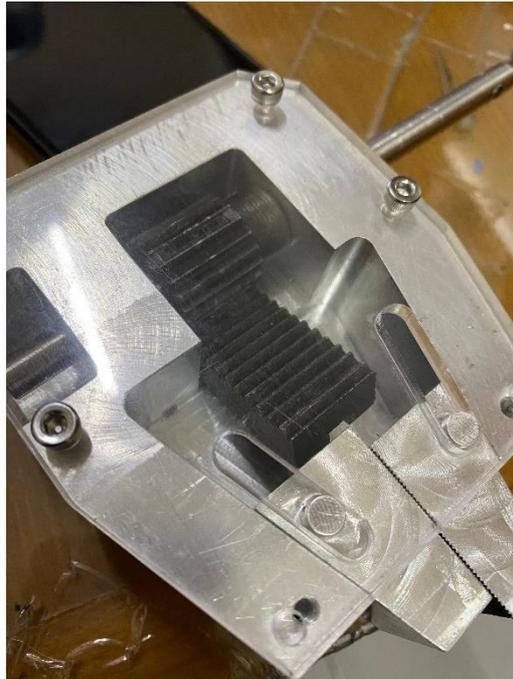


**Gambar 4- 2 Hasil knurling**

### 4.1.2 Komponen Gripper

#### 1. Perakitan Gripper

Hasil dari perakitan komponen pada *gripper* dapat dilihat pada gambar 4-3. Pada gambar tersebut komponen disatukan dalam *housing gripper*.



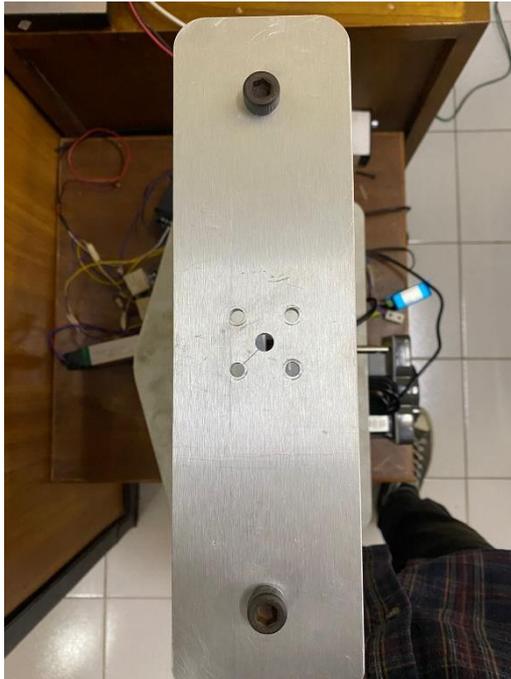
**Gambar 4- 3 Gripper**

Terdapat beberapa kendala saat perakitan *gripper*, yaitu toleransi proses manufaktur yang tidak sesuai sehingga terjadinya stuck pada saat pemasangan shaft stainless steel kedalam *housing gripper* dan *pinion gear*.

Solusi dari kendala tersebut, dilakukannya pembubutan pada shaft stainless steel untuk memperkecil diameter sehingga toleransi shaft dengan *housing gripper* dan *pinion gear* dapat sesuai.

## 2. Pemasangan Gripper dengan base

Pada pemasangan *gripper* dibutuhkannya beberapa penyesuain. *Connecting* antara *gripper* dengan base di kunci dengan 4 x M6, sehingga dilakukannya penyesuaian pada base bagian atas yang pada penelitian sebelumnya menggunakan 1 x M10. Tujuan dari penambahan lubang connector ini, untuk meningkatkan kelurusan *gripper* bawah dan atas sehingga titik pemasangannya dapat identik dan hasil yang simetris. Penyesuaian lubang *connector* dapat dilihat pada gambar 4- 4



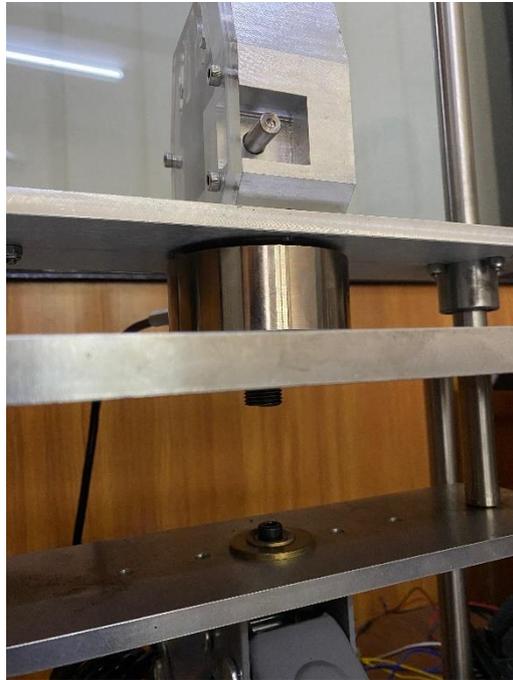
**Gambar 4- 4 Base atas**

Adapun kendala pada pemasangan *gripper* terdapat pada bagian bawah. Pada *gripper* bagian bawah, baut sensor load cell menabrak *gripper* sehingga tidak bisa dipasang pada base bawah. Kendala dapat dilihat pada gambar 4-5.



**Gambar 4- 5 Kendala pemasangan**

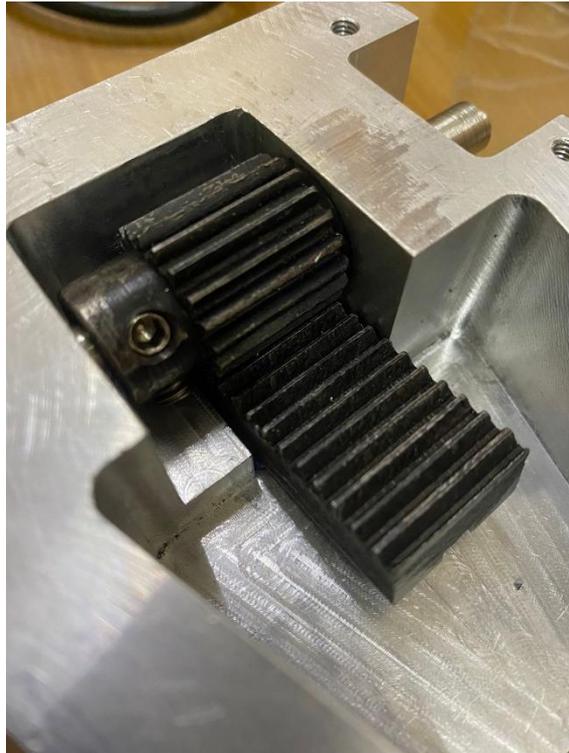
Solusi dari kendala tersebut yaitu, memutar sensor *load cell* 180. Sehingga memudahkan dalam merakit *gripper* dan sensor *load cell*. *Gripper* dan *sensor load* yang telah terpasang dapat dilihat pada gambar 4-6.



**Gambar 4- 6 Hasil pemasangan**

#### **4.1.3 Komponen Pendorong dan Rack Pinion**

Proses perakitan *rack* dan *pinion* dapat dilihat pada gambar 4-7.



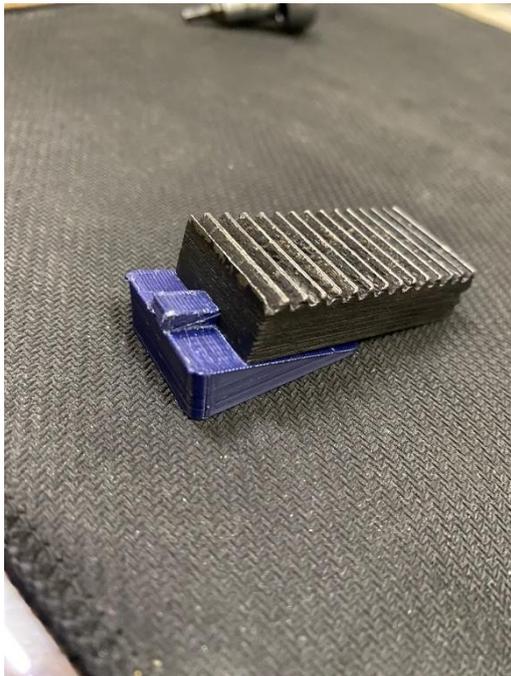
**Gambar 4- 7 Mekanisme rack dan pinion**

Pada komponen *rack* diperlukannya penyesuain pada bagian *guide linear* dengan ukuran panjang 5mm dan tinggi 3mm. *Guide* ini dilakukan agar *rack* tidak bergerak secara bebas pada *housing gripper*. Proses ini dilakukan dengan milling manual dengan mata pahat endmill berukuran 5mm. proses manufaktur rack dapat dilihat pada gambar 4-8.



**Gambar 4- 8 Proses manufaktur rack**

Hasil dari proses manufaktur ini dapat dilihat pada gambar 4-8. Setelah dilakukannya penyesuain ini maka *rack* dan *pinion* dirakit pada *housing gripper*. Rack yang telah di frais lalu dirakit pada guide linear yang dapat dilihat pada gambar 4-9.



**Gambar 4- 9 Guide linear dan rack**

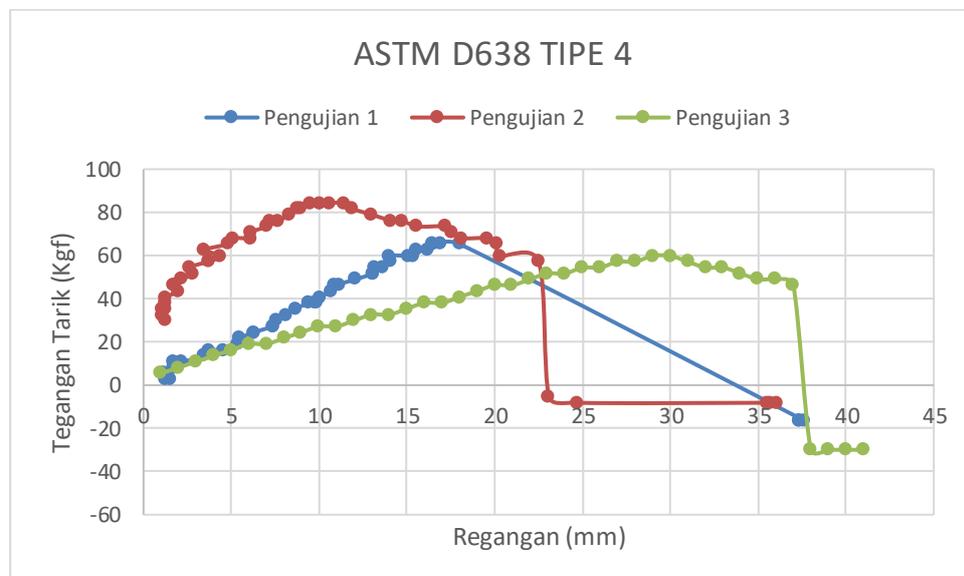
## 4.2 Hasil Pengujian

Hasil pengujian terdiri dari pengujian material yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan gripper dan peningkatan keefisien gesek yang dilakukan.

### 4.2.1 Data Hasil Pengujian Tarik

#### 1. ASTM D638

Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali untuk mendapatkan data hasil pengujian. Pengujian menggunakan material berbahan PLA+. Spesimen ASTM D3039 yang digunakan adalah type 1 dan 4.



**Gambar 4- 10 Grafik Pengujian**

. Pengujian dilakukan dengan 3 kali percobaan. Dari hasil pengujian nilai tegangan tarik terbesar yaitu 84,59 Kgf. Grafik pengujian dapat dilihat pada gambar 4-10. Pada hasil pengujian yang dilakukan pada mesin terjadi *error* pada sensor load cell sehingga smenunjukkan angka tegangan negatif. Dari nilai tegangan negatif tersebut di sebabkan oleh lompatan pada mesin sehingga sensor *load cell* mengirimkan sinyal tegangan yang arahnya menekan dari mesin uji tarik. Pada pengujian 1 *error* terjadi pada pembacaan tegangan yang terjadi sehingga grafik yang dihasilkan tidak menunjukkan hasil patah spesimen.

**Tabel 4- 1 Data hasil pengujian PLA+ tipe 4**

Pengujian	Nilai Tegangan Tarik (Kgf)	Nilai Regangan (%)	Kekuatan Tarik (Mpa)	Lama Pengujian (s)
1	65,34 Kgf	4,26	1,63	5s
2	84,59 Kgf	3,43	2,11	5s
3	59,89 Kgf	5,92	1,504	5s

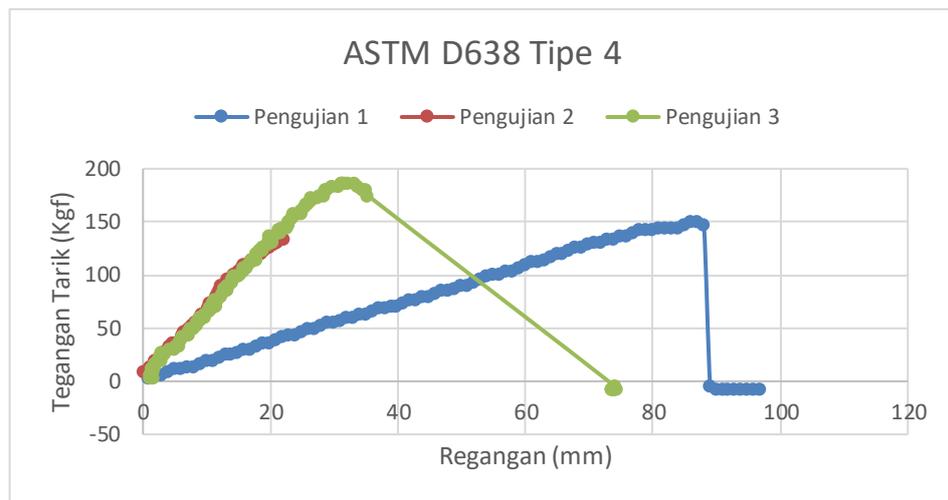
Pada hasil pengujian didapatkan nilai kekuatan tarik tertinggi sebesar 2,11 Mpa. Nilai riil dari kekuatan tarik PLA sebesar 35,01 MPA. Maka terdapat perbedaan nilai kekuatan tarik hasil pengujian dengan nilai sebenarnya.

Dari data tersebut mesin uji tarik menampilkan nilai tegangan dan regangan pada pengujian material plastik PLA+. Standar pengujian yang digunakan merupakan ASTM D638 tipe 4. Tabel 4-1 menampilkan hasil pengujian spesimen. Adanya perbedaan yang terjadi pada nilai tegangan dan regangan disebabkan oleh titik mulai pengujian yang berbeda dari setiap spesimen, loncatan sensor *load cell* Yang tidak stabil, kecepatan motor yang berbeda.



**Gambar 4- 11 Hasil spesimen uji PLA+ tipe 4**

Gambar 4-10 merupakan hasil dari pengujian tarik dengan spesimen plastik PLA+.



Gambar 4- 12 Grafik Pengujian

Tabel 4- 2 Data hasil pengujian PLA+ tipe 1

Pengujian	Nilai Tegangan Tarik (Kgf)	Nilai Regangan (%)	Nilai Kekuatan Tarik (Mpa)	Durasi Pengujian
1	149,73	7,92	3,76	6s
2	136,12	7,37	3,42	6s
3	174,24	12,64	4,38	6s

Pada hasil pengujian didapatkan nilai kekuatan tarik tertinggi sebesar 4,38 Mpa. Nilai riil dari kekuatan tarik PLA sebesar 35,01 MPA. Maka terdapat perbedaan nilai kekuatan tarik hasil pengujian dengan nilai sebenarnya.

Dari data tersebut mesin uji tarik menampilkan nilai tegangan dan regangan pada pengujian material plastik PLA+. Standar pengujian yang digunakan merupakan ASTM D638 tipe 1. Tabel 4-1 menampilkan hasil pengujian spesimen. Adanya perbedaan yang terjadi pada nilai tegangan dan regangan disebabkan oleh titik mulai pengujian yang berbeda dari setiap spesimen, loncatan sensor *load cell* Yang tidak stabil, kecepatan motor yang berbeda.

Tabel 4-2 menampilkan hasil pengujian dengan ASTM D638 tipe 1.

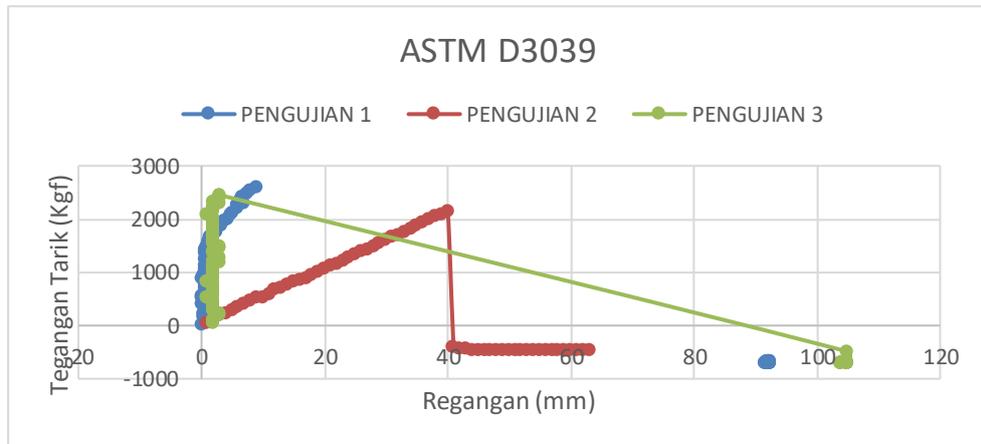
Gambar 4-11 dibawah ini merupakan hasil pengujian dengan ASTM D638 tipe 1.



Gambar 4- 13 Hasil spesimen uji PLA+ tipe 1

## 2. ASTM D3039

Pengujian dilakukan sebanyak 4 kali untuk mendapatkan data hasil pengujian. Pengujian menggunakan material komposit *carbon fiber infused single layer*.



Gambar 4- 14 Grafik Pengujian

**Tabel 4- 3 Data hasil pengujian komposit**

Pengujian	Tegangan Tarik	Nilai Regangan	Kekuatan Tarik (Mpa)	Lama Pengujian (s)
1	2586,3	17,12	18,73	10s
2	2150,7	15,45	15,62	10s
3	2450,87	15,42	17,81	10s

Tabel 4-3 menampilkan hasil pengujian spesimen. Adanya perbedaan yang terjadi pada nilai tegangan dan regangan disebabkan oleh titik mulai pengujian yang berbeda dari setiap spesimen, loncatan sensor *load cell* Yang tidak stabil, kecepatan motor yang berbeda.



**Gambar 4- 15 Hasil pengujian komposit**

Pada hasil pengujian komposit, hasil dari knurling mempengaruhi pengujian komposit. Karakteristik komposit yang getas mempengaruhi proses penjepitan spesimen pada saat spesimen dijepit. Pada pengujian Ketika spesimen dijepit permukaan kasar mengikis dari komposit tersebut. Sehingga hasil putus spesimen terjadi pada kontak spesimen dengan clamp permukaan kasar.

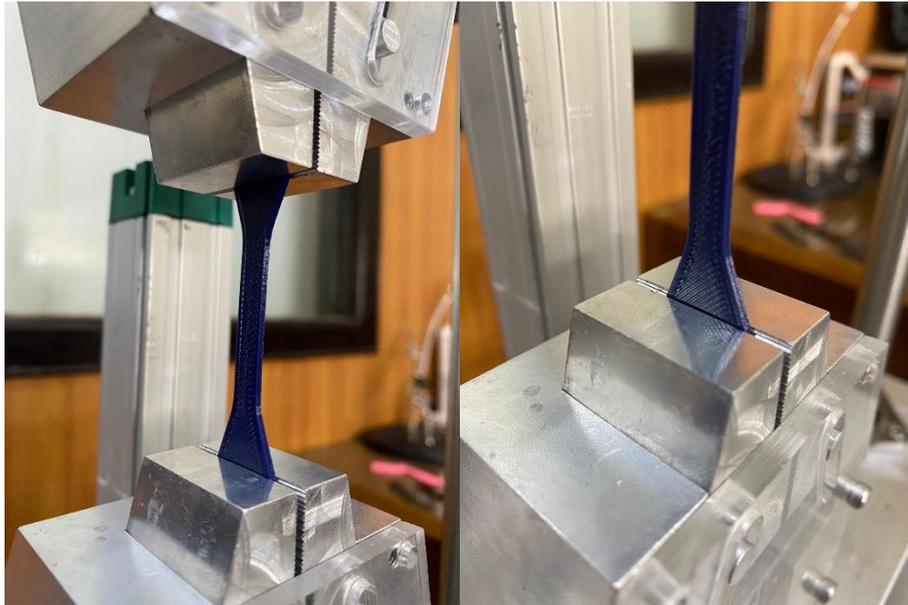
#### 4.2.2 Kelurusan Pada *Gripper*

Kelurusan pada *gripper* bertujuan untuk menjamin kemampuan *gripper* yang dirancang agar sesuai dengan standar pengujian. Kelurusan pada *gripper* berada pada bidang vertikal sumbu X. Untuk memastikan kelurusan pada *gripper* maka *gripper* dipastikan memiliki titik sumbu yang sama.



**Gambar 4- 16 Pengujian Tarik Gripper**

Pada gambar 4-16 merupakan proses pengujian tarik pada mesin. Pada gambar tersebut sumbu vertikal pada *gripper* bertujuan untuk memastikan bahwa *gripper* lurus pada bagian bawah dan atas. Untuk memastikan *gripper* bagian bawah dan atas memiliki posisi pengujian yang sama, maka ruang dan penampang pada clamp pengujian tarik identik untuk bagian bawah dan atas.



(A)

(B)

**Gambar 4- 17 Proses Menjepit**

Pada gambar 4-17 menunjukkan pengujian pada saat kondisi gripper menjepit spesimen uji. Pada saat pengujian kondisi kedua clamp sejajar untuk dapat menciptakan pengujian yang diinginkan agar spesimen kontak sepenuhnya dengan clamp.



**Gambar 4- 18 Mekanisme Pendorong Clamp**

Pada gambar 4-18 *clamp* di dorong oleh *rack* untuk mencapai posisi menjepit dari spesimen. Agar *clamp* dapat sejajar ketika menjepit dari spesimen maka *rack* melakukan kontak dengan kedua *clamp* untuk mendorong clamp bersamaan agar mencapai posisi jepit spesimen. Pada gambar 4-19 *cover* pada *gripper* bertujuan agar clamp tidak bergerak bebas pada *housing gripper* dan bergerak searah dengan bidang miring. Slot yang terdapat pada *gripper* kemiringannya sejajar dengan kemiringan pada *housing gripper* agar arah gerak clamp sejajar. Cover pada gripper membantu clamp untuk mencapai posisi sejajar ketika menjepit spesimen.



**Gambar 4- 19 Cover Gripper**



**Gambar 4- 20 Base atas dan bawah**

Pada base bagian bawah dan atas dilakukannya penyesuaian agar *gripper* dapat dipastikan kelurusannya. *Gripper* disambungkan pada base dengan menggunakan baut 4 x M6. Base pada bagian atas dan bawah memiliki titik sumbu dan ukuran yang sama. Desain base dengan baut 4 x M6 yang digunakan untuk memastikan titik sumbu vertikal pengujian yang sama. Base dapat dilihat pada gambar 4-20.

## **BAB 5**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan pada hasil perancangan, manufaktur, dan pengujian gripper dengan kapasitas 150 Kgf, terdapat beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Proses pembuatan permukaan kasar pada clamp dan mekanisme self-clamping bertujuan untuk meningkatkan gaya gesek pada gripper agar dapat terjadinya kondisi stick-slip
2. Gripper mampu menahan beban tarik 2500 Kgf tanpa adanya kegagalan struktur pada *gripper*.
3. Gripper bagian bawah dan atas dirancang dengan sistem mekanisme pendorong yang sama, maka geometri *gripper* dapat identic
4. Pada hasil pengujian adanya loncatan beban pada sensor *load cell*.

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

Dari hasil penelitian yang dilakukan, masih terdapat beberapa kekurangan dan dapat dilakukan penyempurnaan dan pengembangan lebih lanjut, diantaranya yaitu :

1. Melakukan kalibrasi pada sensor jarak dan beban sehingga data yang dihasilkan dapat lebih akurat.
2. Mengganti sensor jarak dan beban untuk mendapatkan hasil data yang akurat.
3. Merancang tampilan mesin uji tarik sehingga mesin dapat digunakan dengan mudah dalam pengopersiannya.
4. Mengembangkan gripper sehingga dapat digunakan pada beberapa jenis standar pengujian tarik lain.
5. Memberikan lapisan pada permukaan kasar clamp agar tidak merusak spesimen uji.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akinribide, O. J., Ogunkoya, A. K., Momoh, I. M., Ogundare, O. D., Attahdaniel, B. E., & Olusunle, S. O. O. (2013). *Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering*, 2013, 1, \*\*-\*\* *Design and Development of Grip for Circular Test Piece In Universal Tensile Testing Machine Received\*\*\*\*\*2013*. <http://www.scirp.org/journal/jmmce>
- Computer Numerical Control (CNC) IC PROFESSIONAL TRAINING SERIES*. (2009).
- Hakim, A. R. (2022). *Pengembangan Lanjut Mesin Uji Tarik Skala Kecil: Ekstraksi Data dan Cengkaman Gripper*.
- Handayani, D., & Ningsih, U. (2005). Computer Aided Design / Computer Aided Manufactur [CAD/CAM]. *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK*, X(3), 143–149.
- J. R. Davis. (2004). *Tensile Testing* (J. R. Davis, Ed.; 2nd Edition). ASM International.
- Kolbasin, A., & Husu, O. (2018). Computer-aided design and Computer-aided engineering. *MATEC Web of Conferences*, 170. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201817001115>
- Mulyatno, P., Trimulyono, A., & Khristyson, S. F. (2014). *ANALISA KEKUATAN KONSTRUKSI INTERNAL RAMP SISTEM STEEL WIRE ROPE PADA KM. DHARMA KENCANA VIII DENGAN METODE ELEMEN HINGGA* (Vol. 11, Issue 2).
- Narayan, K. L., Rao, K. M., & Sarcar, M. M. M. (2008). *Computer Aided Design and Manufacturing* (Vol. 1). Asoke K. Ghosh, PHI Learning Private Limited, Rimjhim House, 111, Patparganj Industrial Estate, Delhi-110092 .
- R. Sidartawan. (2012). Perancangan dan Pengembangan Produk Ragum Dengan Metode Quality Function Deployment (QFD). *ROTOR*.
- Saray, Onur. B. S. Kaur. G. A. O. (2015). *BURSA TECHNICAL UNIVERSITY FACULTY OF NATURAL SCIENCES, ARCHITECTURE AND*

*ENGINEERING DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING  
TENSILE TESTING EXPERIMENT SHEET.*

Simatupang, R., & Industri, F. T. (n.d.). *STUDI EKSPERIMEN ANALISA KOEFISIEN GESEK PADA SAAT TERJADI FENOMENA STICK-SLIP FRICTION PADA RECIPROCATING CONTACT JURUSAN TEKNIK MESIN.*

Syamsudin, A. A. N. (n.d.). *PERANCANGAN STRUKTUR MEKANIK MESIN UJI TARIK DENGAN KAPASITAS 150 KGF.*

Syamsudin, A. A. N. (2021). *PERANCANGAN STRUKTUR MEKANIK MESIN UJI TARIK DENGAN KAPASITAS 150 KGF.*

Yahuza, R. (2010). *Teknologi CNC Disadur dari Mastercam Book for Windows.*

