

RANCANGAN ALAT ANGKAT KARUNG KAPASITAS 40 KG

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan
Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh:

Dede Geovani Erianda	NIM: 0022236
Indra Maulana Kusuma	NIM: 0022241

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
TAHUN 2025**

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANGAN ALAT ANGKAT KARUNG KAPASITAS 40 KG

Disusun Oleh:

Dede Geovani Erianda / 0022236

Indra Maulana Kusuma / 0022241

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan program Dipolma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Menyetujui

Pembimbing 1



Adhe Anggry, S.S. T., M.T.

Pembimbing 2



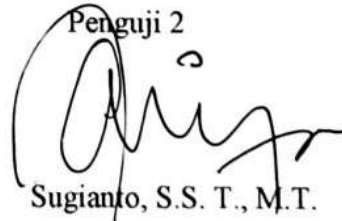
Shanty Dwi Krishnaningsih, S.S., M.Hum.

Penguji 1



Muhammad Haritsah Amrullah, S.S.T., M.Eng.

Penguji 2



Sugianto, S.S. T., M.T.

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa 1 : Dede Geovani Erianda NIM : 0022236

Nama Mahasiswa 2 : Indra Maulana Kusuma NIM : 0022241

Dengan Judul : RANCANGAN ALAT ANGKAT KARUNG
KAPASITAS 40 KG

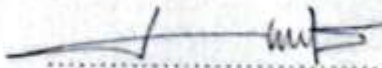
Menyatakan bahwa laporan ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata di kemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 23 Juli 2025

Nama Mahasiswa

Tanda Tangan

1. Dede Geovani Erianda


.....

2. Indra Maulana Kusuma


.....

ABSTRAK

Inovasi telah dikembangkan untuk mendukung produktivitas kerja di sektor industri semen yang dimana menjadi alat bantu angkat yang dilengkapi dengan sistem mekanisme pergerakan, yaitu assist mechanical gripper, namun saat ini masih memiliki keterbatasan dalam harga pembelian awal untuk industri semen skala kecil-menengah dikarenakan menggunakan sistem mekanisme kontrol. Oleh karena itu, proyek akhir ini bertujuan untuk merancang sebuah alat angkat berbasis sistem mekanik sederhana yang mengintegrasikan gripper dengan mekanisme tuas dan pegas. Metode perancangan yang digunakan meliputi pengumpulan data, perancangan desain alternatif, analisis perhitungan manual, serta simulasi digital menggunakan metode finite element analysis (FEA). Hasil pengujian menunjukkan bahwa desain jari gripper, tuas, pegas, dan silinder pegas berada dalam batas aman, dengan faktor keamanan gripper 2,9, pegas 80, dan silinder pegas 5,3. Validasi biaya menunjukkan efisiensi produksi sebesar 84% dibandingkan gripper komersial. Selain itu, video animasi perakitan dan gerak mekanisme berhasil divisualisasikan untuk menunjang pemahaman sistem secara dinamis.

Kata Kunci: *Alat angkat, Gripper mekanis, Tuas, Pegas tekan, Finite element analysis.*

ABSTRACT

Innovations have been developed to support work productivity in the cement industry, including lifting tools equipped with movement mechanisms, such as assist mechanical grippers. However, these tools currently have limitations in terms of initial purchase price for small to medium-sized cement industries due to the use of control mechanisms. Therefore, this final project aims to design a lifting tool based on a simple mechanical system that integrates a gripper with a lever and spring mechanism. The design methods used include data collection, alternative design development, manual calculation analysis, and digital simulation using finite element analysis (FEA). Test results indicate that the design of the gripper fingers, lever, spring, and spring cylinder are within safe limits, with a safety factor of 2.9 for the gripper, 80 for the spring, and 5.3 for the spring cylinder. Cost validation shows a production efficiency of 84% compared to commercial grippers. Additionally, assembly and mechanism motion animation videos were successfully visualized to support dynamic understanding of the system.

Keywords: *Lifting device, Mechanical gripper, Lever, Compression spring, Finite element analysis.*

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT, Tuhan semesta alam. Atas limpahan rahmat, karunia kesehatan, kesempatan, serta ilmu pengetahuan yang diberikan-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan proyek akhir ini yang berjudul *“Pengembangan Alat Angkat Karung Kapasitas 40 Kg”* tepat waktu.

Laporan proyek akhir ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan program pendidikan Diploma III pada Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Isi dari laporan ini merupakan hasil penelitian dan perancangan alat angkat karung kapasitas 40 kg yang dilakukan penulis selama pelaksanaan proyek akhir. Selama proses penyusunan, penulis memperoleh banyak bantuan, dukungan, dan arahan dari berbagai pihak yang sangat berperan penting.

Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat dan terima kasih, penulis menyampaikan apresiasi yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua dan keluarga tercinta yang selalu memberikan doa, semangat, dan cinta tanpa batas. Terima kasih atas segala pengorbanan dan kasih sayangnya.
2. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D., selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
3. Bapak Dr. Ilham Ari Wahyudie, M.T. CIIQA selaku Kepala Jurusan Rekayasa Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
4. Bapak Muhammad Haritsah Amrullah, S.S.T., M.Eng., selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Perancangan Mekanik.
5. Ibu Yang Fitri Arriyani, S.S.T., M.T., selaku dosen wali yang senantiasa mendampingi.
6. Ibu Adhe Anggry, S.S.T., M.T., selaku dosen 1 pembimbing yang telah memberikan banyak arahan dan masukan.
7. Ibu Shanty Dwi Krishnaningsih, S.S., M.Hum., selaku dosen pembimbing 2 yang turut memberikan bimbingan dan dukungan.
8. Rekan-rekan yang menjadi bagian dari sistem pendukung selama proses penyusunan proyek akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang konstruktif sangat diharapkan untuk menyempurnakan laporan ini di masa yang akan datang dan semoga dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Sungailiat, 23 Juli 2025

Penulis



DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2
BAB II LANDASAN TEORI	3
2.1 Karung	3
2.2 <i>Manual Material Handling</i>	4
2.3 Prinsip Alat Angkat	5
2.4 Mekanisme dan Komponen Utama <i>Gripper</i>	5
2.4.1. Mekanisme <i>Gripper</i>	5
2.4.2. Komponen utama <i>Gripper</i>	5
2.5 Perhitungan Kekuatan dan Mekanisme <i>Gripper</i>	6
2.5.1 Tegangan.....	6
2.5.2 Aturan sinus	9
2.5.3 Jari <i>Gripper</i>	10
2.5.4 Pegas Tekan	11
2.6 Simulasi Analisis Digital	11

BAB III METODE PELAKSANAAN	14
3.1. Diagram Alir Pelaksanaan	14
3.2. Tahapan Pelaksanaan.....	15
BAB IV PEMBAHASAN.....	18
4.1. Pengumpulan Data.....	18
4.1.1. Penelusuran Internet.....	18
4.1.2. Survei lapangan.....	18
4.2. Identifikasi Masalah	19
4.3. Penyusunan Alternatif Solusi Sistem Mekanisme <i>Gripper</i>	20
4.4. Pemilihan Alternatif Solusi Sistem Mekanisme <i>Gripper</i>	21
4.5. Perumusan Konsep dan Kriteria	22
4.6. Validasi Biaya Produksi	26
4.7. Perhitungan Manual.....	26
4.8. Simulasi Analisis Digital	35
4.8.1. Simulasi Analisis Jari <i>Gripper</i>	35
4.8.2. Simulasi Analisis Pegas	36
4.8.3. Simulasi Silinder Pegas	37
4.9. Pembuatan Video Animasi	38
4.9.1. Animasi Assembly	38
4.9.2. Animasi Gerak Mekanisme.....	40
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	42
5.1. Kesimpulan.....	42
5.2. Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Hal
Gambar 1.1 <i>Assist Mechanical Gripper</i>	1
Gambar 2.1 Karung.....	3
Gambar 2.2 Karung Berbahan Kraft	4
Gambar 2.3 Tegangan Tarik	7
Gambar 2.4 Tegangan Tekan	8
Gambar 2.5 Tegangan Geser.....	8
Gambar 2.6 Gaya Pegas Tekan	11
Gambar 4.1 Konsep desain	22
Gambar 4.2 Desain <i>Gripper</i>	27
Gambar 4.3 Gaya yang Berkerja Pada <i>Gripper</i>	28
Gambar 4.4 Poligon 3 Gaya	28
Gambar 4.5 Gaya Jepit Pada <i>Gripper</i>	30
Gambar 4.6 Desain Pegas	30
Gambar 4.7 Gaya Pada Pegas Tekan	31
Gambar 4.8 Desain Silinder Pegas.....	33
Gambar 4.9 Gaya yang Berkerja Pada Silinder Pegas	34
Gambar 4.10 Simulasi Tegangan (<i>Stress</i>) Jari <i>Gripper</i>	35
Gambar 4.11 Simulasi <i>Safety Factor</i> Jari <i>Gripper</i>	36
Gambar 4.12 Simulasi Tegangan (<i>Stress</i>) Pegas.....	36
Gambar 4.13 Simulasi <i>Safety Factor</i> Pegas	37
Gambar 4.14 Simulasi Tegangan (<i>Stress</i>) Silinder Pegas	37
Gambar 4.15 Simulasi <i>Safety Factor</i> Silinder Pegas	38
Gambar 4.16 Pembuatan <i>Exploded View</i>	39
Gambar 4.17 Pembuatan <i>Motion Study</i>	39
Gambar 4.18 Pembuatan <i>Motion Study</i>	41
Gambar 4.19 <i>Preview Animasi</i>	41

DAFTAR TABEL

Tabel	Hal
Tabel 2.1 Komponen Utama <i>Gripper</i>	5
Tabel 2.2 Komponen Utama <i>Gripper</i> (Lanjutan)	6
Tabel 2.3 Langkah-Langkah Prosedur Dalam Pembuatan Simulasi Analisis Tegangan Statis	12
Tabel 2.4 Langkah-Langkah Prosedur Dalam Pembuatan Simulasi Analisis Tegangan Statis (Lanjutan)	13
Tabel 4.1 Data Parameter	18
Tabel 4.2 Daftar Tuntutan	19
Tabel 4.3 Alternatif 1 Sistem Mekanisme <i>Gripper</i>	20
Tabel 4.4 Alternatif 2 Sistem Mekanisme <i>Gripper</i>	20
Tabel 4.5 Alternatif 3 Sistem Mekanisme <i>Gripper</i>	21
Tabel 4.6 Pemilihan Alternatif Desain	21
Tabel 4.7 Kriteria Desain Mekanisme <i>Gripper</i>	24
Tabel 4.8 Kriteria Desain Material Utama Mekanisme <i>Gripper</i>	24
Tabel 4.9 Kriteria Desain Material Utama Mekanisme <i>Gripper</i> (Lanjutan)	25
Tabel 4.10 Kriteria Desain Diameter <i>Link</i> dan <i>Handle</i>	25
Tabel 4.11 Harga Komponen Sistem Mekanisme <i>Gripper</i> Berbasis Tuas	26
Tabel 4.12 Data Analisis <i>Gripper</i>	27
Tabel 4.13 Data Analisis Pegas	31
Tabel 4.15 Data Analisis Silinder Pegas	34

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Daftar Riwayat Hidup
- Lampiran 2 : Standar Pegas ISO
- Lampiran 3 : Harga Awal Mekanisme *Gripper*
- Lampiran 4 : Gambar *Exploded View*, Susunan, dan Bagian



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Aktivitas pengangkatan dan pengangkutan barang secara manual atau *manual material handling* (MMH) masih menjadi praktik umum dalam berbagai sektor industri, khususnya pada industri semen. Dalam proses ini, para pekerja di industri semen sering dihadapkan mengangkat dan memindahkan karung semen seberat 40 kg secara manual dari satu titik ke titik lainnya. Metode kerja ini tidak hanya mengandalkan kekuatan fisik, tetapi juga memerlukan waktu yang cukup lama untuk menyelesaikan setiap tugas, terutama ketika volume kerja tinggi. Ketergantungan pada tenaga manusia dalam proses MMH secara signifikan dapat memperlambat laju produktivitas kerja (Nugroho et al., 2013).

Seiring berkembangnya teknologi, berbagai inovasi telah dikembangkan untuk mendukung produktivitas kerja di sektor tersebut yang dimana menjadi alat bantu angkat yang dilengkapi dengan sistem mekanisme pergerakan, yaitu *assist mechanical gripper* (Khan et al., 2024). Sistem ini bekerja dengan prinsip kemampuan alat untuk melakukan gerakan angkat, ayun, dan cengkeram secara terintegrasi melalui sambungan mekanis ditunjukkan pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Assist Mechanical Gripper
(Sumber : <https://indonesian.alibaba.com/product-html>)

Meskipun *assist mechanical gripper* dapat mempercepat operasional kerja dan aman, saat ini masih memiliki keterbatasan dalam harga pembelian awal untuk industri semen skala kecil-menengah. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah inovasi alat angkat angkut dengan sistem mobilisasi mekanisme aktif, sederhana, dan harga terjangkau yang mampu memenuhi kebutuhan operasional di lingkungan kerja industri semen yang dinamis.

Berdasarkan permasalahan tersebut, proyek akhir ini diarahkan untuk merancang dan mengembangkan alat bantu angkat angkut karung 40 kg berbasis *gripper* dan lengan mekanik yang memiliki sistem mobilisasi aktif. Pengembangan pada alat ini diharapkan mampu menurunkan harga produksi agar lebih terjangkau dengan tetap mempertahankan prinsip kepraktisan, kestabilan, dan ketahanan struktur.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun permasalahan dari pengembangan alat angkat angkut karung 40 kg dengan kemampuan mobilisasi adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang alat angkat karung kapasitas 40 kg?
2. Bagaimana menganalisis struktur *gripper* menggunakan FEM berbasis CAD?
3. Bagaimana membuat video animasi perakitan dan gerak mekanisme pada rancangan alat angkat karung kapasitas 40 kg?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah, yang menjadi tujuan dari proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang alat angkat karung kapasitas 40 kg.
2. Menghasilkan analisis struktur *gripper* menggunakan FEM berbasis CAD.
3. Menghasilkan video animasi perakitan dan gerak mekanisme pada rancangan alat angkat karung kapasitas 40 kg.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Karung

Karung merupakan salah satu jenis kemasan massal yang banyak digunakan dalam industri semen, pangan, dan konstruksi karena kapasitasnya yang besar dan efisiensinya dalam distribusi. Secara umum, karung didefinisikan sebagai wadah fleksibel berbentuk kantong yang dibuat dari berbagai bahan seperti goni, plastik, atau kertas, dan berfungsi untuk menyimpan serta mengangkut bahan padat, granular, atau serbuk (Kurniawan, 2022). Karung memiliki sifat dasar seperti kekuatan tarik, ketahanan terhadap tekanan mekanik, dan kapasitas volume yang besar, sehingga cocok digunakan untuk pengemasan komoditas dalam jumlah besar yang ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Karung
(Sumber: <https://buol.pikiran-rakyat.com>)

Salah satu jenis karung yang banyak digunakan di sektor industri semen adalah karung berbahan kertas kraft yang dikenal karena kekuatannya, kemudahan cetak, serta kemampuannya untuk dikombinasikan dengan lapisan pelindung

laminasasi guna meningkatkan ketahanan terhadap kelembaban dan tekanan mekanik. Kertas kraft merupakan jenis kertas hasil proses kimia pulping yang menghasilkan serat panjang dan kuat. Biasanya karung semen terdiri dari beberapa lapisan kertas kraft, bahkan dapat ditambahkan lapisan *polyethylene* di bagian dalam untuk menghambat penetrasi uap air. Kertas kraft menjadi bahan dasar karung semen yang ramah lingkungan dan ekonomis dibandingkan kemasan plastik karena mudah terurai dan bisa didaur ulang yang terlihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Karung Berbahan Kraft
(Sumber: <https://store-63bbc53c426d7/semen-tiga-roda-40-kg-bjxpq>)

2.2 Manual Material Handling

Manual material handling (MMH) merujuk pada aktivitas pengangkatan, pemindahan, penarikan, pendorongan, atau pengangkutan barang secara manual oleh tenaga manusia, yang sering ditemukan di berbagai industri seperti manufaktur, konstruksi, logistik, dan gudang. MMH menjadi bagian integral dari proses produksi namun juga dikenal sebagai salah satu sumber utama gangguan muskuloskeletal (*musculoskeletal disorders*/MSDs) akibat beban fisik berlebihan yang dialami pekerja (Pusapati et al., 2024).

Penelitian menunjukkan bahwa karakteristik tugas MMH seperti berat beban, frekuensi pengangkatan, dan postur tubuh selama aktivitas sangat

memengaruhi tingkat kelelahan otot dan risiko cedera. Studi oleh (Pusapati et al., 2024) menemukan bahwa durasi pemulihan otot setelah tugas angkat manual dipengaruhi secara signifikan oleh karakteristik tugas, termasuk posisi awal dan akhir serta berat beban yang diangkat. Selain itu, (Umer, 2020) membandingkan pemantauan beban kerja fisik pada tugas MMH menggunakan metrik variabilitas detak jantung (HRV) dan metrik fisiologis tradisional, menunjukkan bahwa teknologi dapat menjadi alat bantu penting dalam memahami beban kerja pekerja dan mencegah cedera. Dalam praktiknya, desain ergonomis serta pemantauan beban kerja secara real-time menjadi penting dalam manajemen risiko MMH.

2.3 Prinsip Alat Angkat

Alat angkat adalah perangkat mekanis yang dirancang untuk memindahkan beban secara vertikal (bawah atas) dari satu titik ke titik lain. Penggunaan alat ini menjadi bagian dalam sistem logistik, manufaktur, konstruksi, dan distribusi karena mampu meningkatkan efisiensi kerja dan mengurangi beban fisik pada tenaga kerja manusia.

2.4 Mekanisme dan Komponen Utama *Gripper*

2.4.1. Mekanisme *Gripper*

Mekanisme kerja *gripper* pada sistem ini menggunakan prinsip transmisi gaya melalui pegas silinder yang terhubung dengan tuas penggerak. Pegas berperan sebagai elemen elastis yang menyimpan dan melepaskan energi mekanik saat mengalami deformasi, sehingga menghasilkan gaya tekan atau tarik yang kemudian diteruskan oleh tuas ke rahang *gripper*. Gerakan tuas ini mengatur proses menjepit dan melepas objek secara presisi sesuai kebutuhan operasi.

2.4.2. Komponen utama *Gripper*

Tabel 2.1 dan Tabel 2.2 adalah komponen utama dan fungsi pada *gripper*.

Tabel 2.1 Komponen Utama *Gripper*

No.	Nama	Fungsi
1.	Pegas silinder	Menghasilkan gaya jepit melalui deformasi elastis; berfungsi sebagai elemen penyimpan energi mekanik.

Tabel 2.2 Komponen Utama *Gripper* (Lanjutan)

No.	Nama	Fungsi
2.	Bearing	Mengurangi gesekan pada titik putar tuas atau link; memungkinkan gerakan yang halus dan presisi.
3.	Tuas	Meneruskan gaya dari pegas ke rahang gripper; sebagai sistem pengungkit yang mengubah arah gaya.
4.	<i>Link</i>	Menyambungkan antara tuas dan rahang gripper; mentransfer gerakan dengan menjaga kestabilan struktur.
5.	<i>Pin</i>	Sebagai poros putar pada sambungan-sambungan gripper; memungkinkan gerakan rotasi antar komponen.
5.	<i>Gripper</i>	Komponen yang secara langsung menjepit atau melepas objek.

2.5 Perhitungan Kekuatan dan Mekanisme *Gripper*

2.5.1 Tegangan

Ketika sebuah benda mengalami pengaruh dari sejumlah gaya atau beban luar, maka akan timbul gaya-gaya internal yang bekerja secara berlawanan dan seimbang di dalam benda tersebut untuk menahan pengaruh gaya luar tersebut. Gaya internal ini, yang bekerja pada tiap satuan luas di bagian-bagian benda, disebut dengan tegangan dan dilambangkan dengan huruf Yunani sigma (σ) (Anggry, 2016). Tegangan ini dapat dinyatakan secara matematis. Berikut adalah rumus digunakan pada tegangan:

$$\text{Tegangan, } \sigma = \frac{P}{A} \dots \dots \dots [2.1]$$

Dimana,

P = Gaya atau beban yang bekerja pada suatu benda (N)

A = Luas penampang benda (mm²)

Agar material tetap aman digunakan dan terhindar dari kerusakan maupun deformasi permanen, maka tegangan maksimum yang bekerja pada material harus lebih kecil daripada tegangan izin yang telah ditentukan.

$$\sigma \leq \sigma_{izin} \dots \dots \dots [2.2]$$

Tegangan izin ditentukan dengan,

$$\sigma_{izin} = \frac{\sigma}{SF} \dots \dots \dots [2.3]$$

Dimana,

σ_{izin} = Tegangan izin (MPa)

σ = Tegangan (MPa)

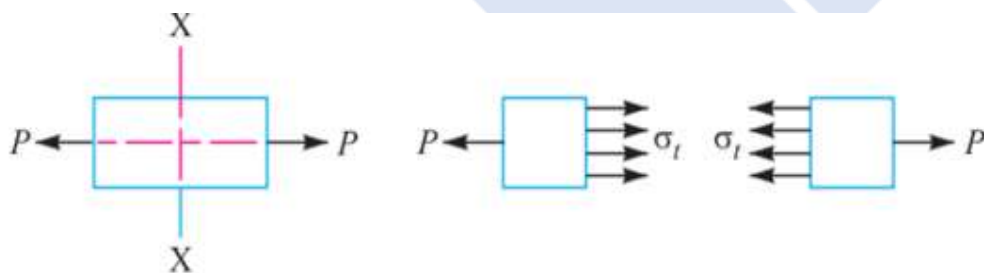
SF = Faktor keamanan

Adapun uraian mengenai tegangan tarik, tegangan tekan, dan tegangan geser disajikan sebagai berikut:

1. Tegangan Tarik

Apabila suatu beban dikenai dua gaya tarik aksial yang besarnya sama namun arahnya berlawanan dikenal juga sebagai beban tarik. Tegangan yang terjadi di setiap bagian akibat gaya tarik tersebut disebut sebagai tegangan tarik, jadi,

$$\text{Tegangan tarik, } \sigma_t = \frac{P}{A} \dots \dots \dots [2.4]$$



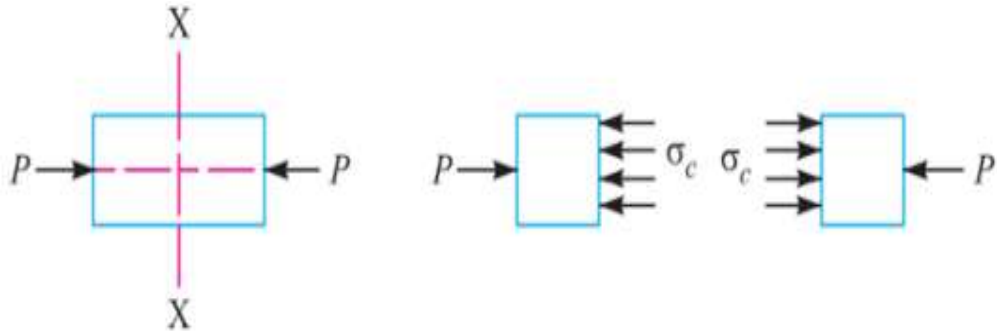
Gambar 2.3 Tegangan Tarik (Anggry, 2016)

2. Tegangan tekan

Ketika suatu benda dikenai dua gaya aksial yang besarnya sama namun berlawanan arah dan saling mendorong dikenal sebagai beban tekan, maka akan

timbul tegangan di dalam material tersebut. Tegangan yang dihasilkan pada bagian-bagian benda akibat gaya tekan ini disebut tegangan tekan, maka,

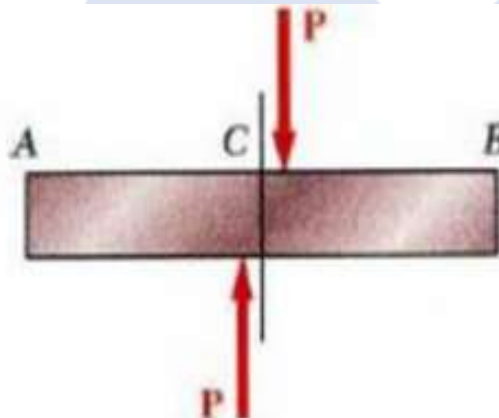
$$\text{Tegangan tekan, } \sigma_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots[2.5]$$



Gambar 2.4 Tegangan Tekan (Anggry, 2016)

3. Tegangan geser

Ketika suatu benda dikenai dua gaya yang besarnya sama namun berlawanan arah, dan gaya-gaya tersebut bekerja secara tangensial melintasi bidang penampang, maka benda akan cenderung mengalami pergeseran antar bagiannya. Tegangan yang timbul akibat kecenderungan pergeseran ini dikenal sebagai tegangan geser. Konsep tegangan geser di tunjukan pada Gambar 2.5 sebagai berikut.



Gambar 2. 5 Tegangan Geser (Anggry, 2016)

Pada komponen seperti pegas heliks, gaya yang diterapkan menimbulkan tegangan geser akibat momen puntir. Tegangan geser pada pegas heliks adalah tegangan internal yang terjadi akibat gaya aksial (gaya tekan atau tarik) yang bekerja sejajar dengan sumbu pegas, namun menyebabkan kawat pegas

mengalami puntiran. Rumus yang di gunakan untuk menentukan tegangan geser pada pegas heliks adalah:

$$\tau = \frac{8FDk_w}{\pi d^3} \dots\dots\dots [2.6]$$

Dimana,

τ = Tegangan geser (MPa)

F = Gaya pada pegas (N)

π = 3,14

d = Diameter kawat (mm)

D = Diameter pegas (mm)

k_w = *Wahl factor*

Rumus pada faktor koreksi tegangan pegas (*wahl factor*, k_w).

$$k_w = \frac{4c - 1}{4c - 4} + \frac{0,615}{c} \dots\dots\dots [2.7]$$

Hitungan rasio indeks pegas (C).

$$C = \frac{D}{d} = \frac{24,5}{5,5} = 4,5 \dots\dots\dots [2.8]$$

2.5.2 Aturan sinus

Aturan sinus adalah hukum dalam trigonometri yang digunakan untuk menghitung besar sudut atau panjang sisi pada segitiga tidak siku-siku. Dalam konteks mekanika teknik, aturan ini sering digunakan untuk menyelesaikan sistem gaya yang membentuk poligon (segitiga gaya) dalam keadaan setimbang. Aturan sinus dinyatakan sebagai berikut:

$$\frac{F_1}{\sin (\theta_1)} = \frac{F_2}{\sin (\theta_2)} = \frac{F_3}{\sin (\theta_3)} \dots\dots\dots [2.9]$$

Dimana,

F = Gaya pada sisi segitiga

θ = Sudut yang berlawanan dengan gaya

2.5.3 Jari Gripper

Jari *gripper* berfungsi untuk menjepit dan menahan objek. Komponen ini menggunakan prinsip gaya gesek untuk mencengkeram benda kerja. Gaya cengkeram minimum harus cukup besar agar benda kerja tidak terjatuh saat diangkat. Rumus yang digunakan untuk menghitung gaya jepit gripper adalah:

1. Untuk transportasi normal,

$$F > \frac{mg}{\mu} \dots\dots\dots[2.10]$$

2. Dengan faktor keamanan 2x,

$$F > \frac{mg}{\mu} \times 2 \dots\dots\dots[2.11]$$

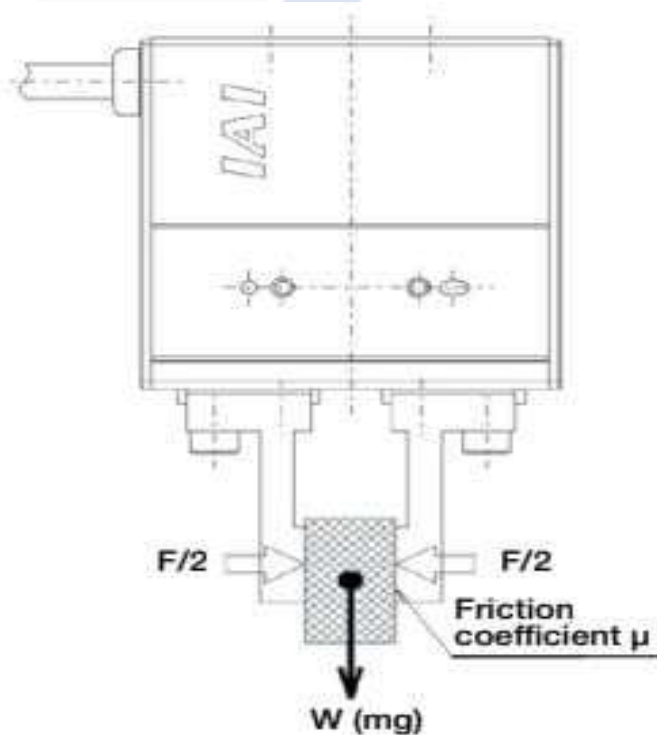
Dimana,

F = Gaya jari *gripper* (N)

m = Massa benda kerja (kg)

g = Gravitasi (m/s²)

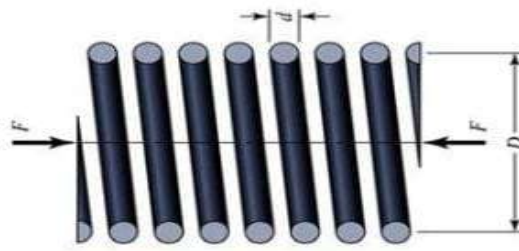
μ = Koefisien gesekan



Gambar 2. 5 Gaya Jepit Jari *gripper* (IAI America, 2020)

2.5.4 Pegas Tekan

Pegas tekan berperan penting dalam sistem mekanik gripper, khususnya dalam proses transmisi gaya. Dalam mekanisme ini, pegas tekan bekerja dengan prinsip penyimpanan energi potensial elastis ketika mengalami deformasi akibat beban luar. Ketika pegas ditekan, energi ini tersimpan dan akan dilepaskan dalam bentuk gaya tekan balik yang diuraikan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Gaya Pegas Tekan (Hijazi, 2014)

Maka rumus gaya maksimum pada pegas tekan yaitu,

$$F_{maks} = \frac{\tau_{izin} \cdot \pi d^3}{8 D k_w} \dots \dots \dots [2.12]$$

Dimana,

F_{maks} = Gaya pegas tekan maksimum (N)

τ_{izin} = Tegangan geser izin (Mpa)

π = 3,14

d = Diameter kawat (mm)

D = Diameter pegas (mm)

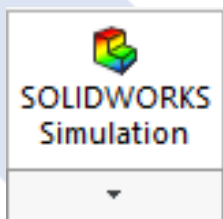
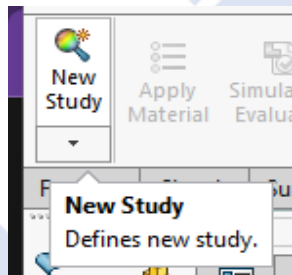
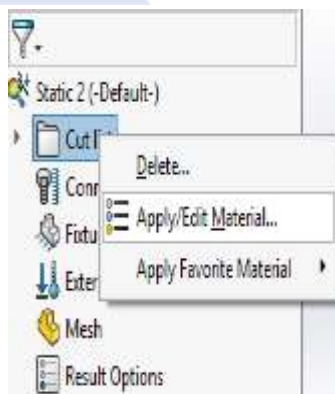
k_w = *Wahl factor*

2.6 Simulasi Analisis Digital

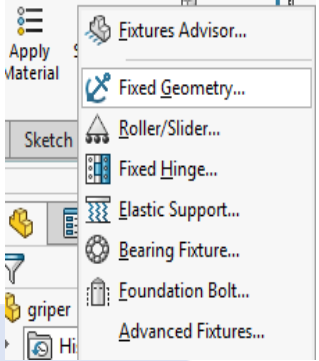
Simulasi analisis digital adalah proses pemodelan dan pengujian virtual terhadap suatu desain produk atau komponen teknik menggunakan perangkat lunak *SolidWorks Simulation*. Tujuan utama simulasi ini adalah untuk memprediksi dan mengevaluasi performa struktur di bawah berbagai kondisi beban, tegangan, suhu, dan gerakan tanpa perlu membuat prototipe fisik terlebih

dahulu. Simulasi analisis digital biasanya menggunakan metode *finite element analysis* (FEA), Tabel 2.2 adalah langkah-langkah pembuatan analisis tegangan statis dengan metode *finite element analysis* (FEA) (Solidworks 2020 Basic tutorial, 2020).

Tabel 2. 3 Langkah-Langkah Prosedur Dalam Pembuatan Simulasi Analisis Tegangan Statis

No.	Langkah-langkah	Keterangan
1.	Buka file model komponen atau rakitan yang akan dianalisis	
2.	Aktifkan <i>solidworks simulation</i> melalui menu <i>tools > Adds in</i> , centang <i>solidworks simulation</i>	
3.	Pilih <i>simulation > study > new study</i> , lalu pilih tipe studi <i>static</i> .	
4.	Klik kanan pada bagian komponen di <i>simulation tree</i> , pilih <i>apply/edit material</i> , dan pilih material yang sesuai,	

Tabel 2. 4 Langkah-Langkah Prosedur Dalam Pembuatan Simulasi Analisis Tegangan Statis (Lanjutan)

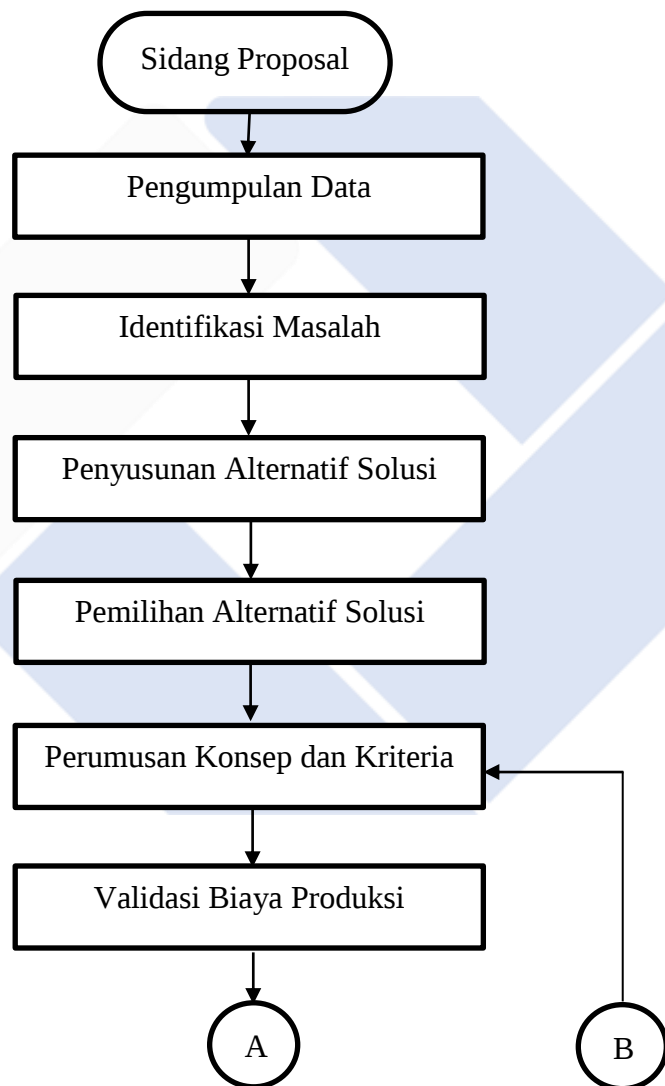
No.	Langkah-angkah	Keterangan
5.	Klik kanan <i>fixture</i> , lalu tentukan kondisi penahanan untuk menahan bagian tertentu dari model.	
6.	Klik kanan pada <i>study</i> dan pilih <i>run</i> , <i>solidworks</i> akan menghitung tegangan, regangan, dan deformasi berdasarkan input yang diberikan.	

BAB III

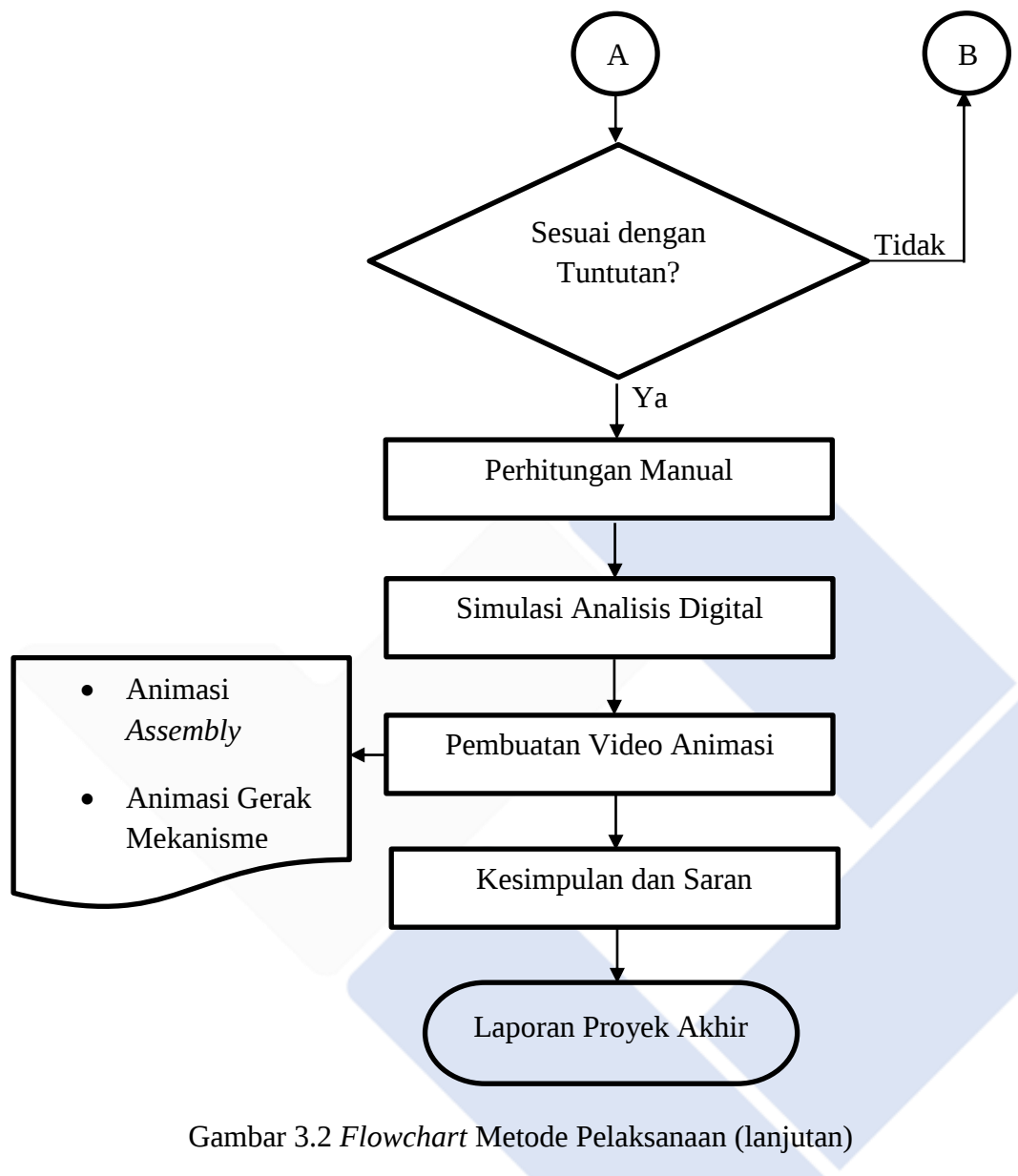
METODE PELAKSANAAN

3.1. Diagram Alir Pelaksanaan

Dalam menyusun rancangan alat angkat karung kapasitas 40 kg, metode yang digunakan dijelaskan dalam bentuk *flowchart* pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 *Flowchart* Metode Pelaksanaan



Gambar 3.2 *Flowchart* Metode Pelaksanaan (lanjutan)

3.2. Tahapan Pelaksanaan

Dalam perancangan alat angkat karung kapasitas 40 kg dilakukan berdasarkan tahapan sebagai berikut:

1. Sidang Proposal

Sidang proposal merupakan bagian dari tahapan dalam penelitian ilmiah yang berfungsi untuk menilai kelayakan rencana penelitian yang akan dilakukan serta mengevaluasi sejauh mana kesiapan peneliti dalam memahami dan menangani permasalahan yang telah dirumuskan.

2. Pengumpulan Data

Mengumpulkan berbagai data yang berkaitan dengan topik pembahasan yaitu penelusuran internet dan survei lapangan untuk mendapatkan data yang mendukung dalam tahapan pengembangan alat angkat angkut karung 40 kg dengan kemampuan mobilisasi.

3. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dilakukan dengan mengamati kekurangan pada alat angkat-angkut karung 40 kg yang akan dikembangkan. Tahap ini mencakup identifikasi awal terhadap permasalahan utama. Setelah itu dibuatlah daftar tuntutan yang menjadi dasar penyusunan alternatif solusi.

4. Penyusunan Alternatif Solusi

Tahapan ini bertujuan mengeksplorasi berbagai kemungkinan solusi desain yang mampu memenuhi kebutuhan yang tercantum dalam daftar tuntutan. Hasil dari tahap ini berupa daftar alternatif solusi lengkap dengan kelebihan dan kekurangannya masing-masing.

5. Perumusan Konsep dan Kriteria

Tahap perumusan konsep dan kriteria memperjelas konsep alternatif yang telah dipilih dengan menentukan spesifikasi detail yang akan mendapatkan output berupa konsep dan kriteria desain.

6. Validasi Biaya Produksi

Bagian ini merupakan tahap evaluasi kelayakan desain sebelum proyek akhir dinyatakan selesai, yang bertujuan untuk memverifikasi hasil perbandingan antara estimasi harga awal dengan biaya produksi dari desain akhir.

7. Perhitungan Manual

Setelah konsep desain dirumuskan secara menyeluruh, tahap selanjutnya adalah melakukan perhitungan teknis untuk memastikan bahwa rancangan memenuhi persyaratan. Kegiatan utama pada tahap ini meliputi:

- Melakukan perhitungan mekanis analisis gaya, momen, dan tegangan pada komponen utama.
- Menentukan faktor keamanan berdasarkan standar perancangan.
- Menghitung beban maksimum yang dapat ditanggung oleh struktur.

8. Simulasi Analisis Digital

Simulasi dilakukan untuk memverifikasi hasil perhitungan manual dengan metode digital yaitu *Finite Element Analysis* (FEA).

9. Pembuatan Video Animasi

Proses ini bertujuan untuk mempermudah pemahaman terhadap struktur, fungsi, serta cara kerja dari setiap komponen dalam sistem secara keseluruhan. Kegiatan ini mencakup pembuatan animasi perakitan (*assembly animation*) yang memperlihatkan urutan dan prosedur penyusunan komponen satu per satu, sesuai dengan rancangan teknik yang telah dirumuskan sebelumnya. Selain itu, dilakukan pula simulasi gerak mekanisme guna menampilkan bagaimana sistem bekerja secara dinamis, termasuk interaksi antar bagian dan respons terhadap beban kerja yang diberikan. Dengan adanya animasi ini, validasi visual terhadap desain menjadi lebih komprehensif dan informatif.

10. Kesimpulan dan Saran

Mengambil kesimpulan di mulai dari awal hingga akhir penelitian. Jika di ada yang perlu diperbaiki, akan dibuat usulan atau saran.

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1. Pengumpulan Data

4.1.1. Penelusuran Internet

Hasil dari penelusuran internet ini diambil dari toko perdagangan elektronik yaitu alat angkat angkut karung yang bernama “*Assist Mechanical Gripper*”. Untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam, berikut disajikan data parameter pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data Parameter

Spesifikasi	Keterangan
<i>Assist Mechanical Gripper</i>	
Kapasitas Pemuatan	40 kg
Maks. ketinggian Pengangkatan	2 m
Bobot	300 kg
Pneumatik	Pneumatik SI80x500
Panjang <i>rotaring arm</i>	1,68 m
Maks. jangkauan	4 m
Sistem mekanisme <i>gripper</i>	Pneumatik silinder 80x80 DA
Harga	Rp. 12.000.000,00

4.1.2. Survei lapangan

Mengamati langsung terhadap karung semen dilakukan untuk memperoleh data mengenai spesifikasi fisik dan teknis dari kemasan yang digunakan. Jenis karung yang diamati adalah *Portland Composite Cement* (PCC). Karung ini terbuat dari bahan kraft kertas multi-lapis yang dirancang untuk memberikan ketahanan mekanis yang baik selama proses distribusi. Berdasarkan hasil pengukuran, dimensi karung tersebut adalah panjang 60 cm, lebar 40 cm, dan tinggi 10 cm.

4.2. Identifikasi Masalah

Adapun uraian kebutuhan dan isu utama proyek adalah sebagai berikut:

1. Keterbatasan desain *gripper* saat mengoperasikan

Resiko tersenggolnya karung yang tersusun di sekitar saat *gripper* membuka atau melebar untuk menjepit target, ada potensi bagian *gripper* menyentuh atau mendorong karung yang berada di sebelahnya. Hal ini dapat menyebabkan ketidakseimbangan, kerusakan kemasan, dan gangguan pada proses pemindahan.

2. Kelemahan pada sistem pengoperasian *gripper* berbasis kontrol

Meskipun praktis dalam mengoperasikan, namun juga memerlukan biaya yang relatif tinggi, sulit dalam pengadaan suku cadang, perbaikan yang kompleks.

3. Kekurangan pada ekstensi lengan *gripper*

Gerakan lengan pada sistem ini baik *rotaring arm* maupun *big arm extension* berpotensi tidak halus. Hal ini dapat menjadi faktor dari resiko kesalahan penempatan beban.

4. Keterbatasan jangkauan operasional

Unit yang bersifat tetap (*fix*) memiliki keterbatasan dalam hal fleksibilitas dan jangkauan operasional, karena posisinya yang tidak dapat berpindah atau menyesuaikan dengan perubahan lokasi kerja. Kondisi ini membatasi kemampuan unit untuk menjangkau area kerja yang lebih luas atau menyesuaikan dengan variasi bentuk dan ukuran objek.

Agar dapat menyelesaikan permasalahan tersebut, peneliti membuat daftar tuntutan berdasarkan masalah yang timbul. Berikut penguraian daftar tuntutan dari permasalahan yang ada dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Daftar Tuntutan

No.	Daftar Tuntutan
1.	Sistem penggerak <i>gripper</i> yang sederhana agar mudah dioperasikan dengan pelatihan minimal
2.	Dapat dijangkau dan dioperasikan oleh satu orang tanpa perlu bantuan
3.	Optimasi biaya produksi yang lebih rendah

4.3. Penyusunan Alternatif Solusi Sistem Mekanisme *Gripper*

Penyusunan alternatif ini didasarkan pada daftar tuntutan yang sudah ada. Berikut adalah penyelesaian dari tuntutan permasalahan, bersama dengan evaluasi manfaat dan kelemahannya yang ditunjukkan pada Tabel 4.3, Tabel 4.4, dan Tabel 4.5.

Tabel 4.3 Alternatif 1 Sistem Mekanisme *Gripper*

Alternatif Opsi	Deskripsi	Kelebihan	Kekurangan
<i>Gripper</i> berbasis tuas	Mengembangkan <i>Assist mechanical gripper</i> dengan sistem kerja mekanik sederhana	- Biaya produksi rendah - Operasional tahan lama tanpa servis berkala - Mudah digunakan operator dengan pelatihan minimal	- Menggunakan tenaga lebih

Tabel 4.4 Alternatif 2 Sistem Mekanisme *Gripper*

Alternatif Opsi	Deskripsi	Kelebihan	kekurangan
<i>Gripper</i> berbasis kontrol (Hidrolik)	Merancang <i>Gripper</i> bertekanan hidrolik yang dapat dikendalikan dengan kontrol	- Daya angkat stabil - Performa mekanik halus - Mudah untuk digunakan - Tidak memerlukan tenaga lebih karena sudah menggunakan kontrol tombol otomatis.	- Biaya produksi tinggi - Hidrolik cepat mengalami keausan - Diperlukan perawatan rutin

Tabel 4.5 Alternatif 3 Sistem Mekanisme *Gripper*

Alternatif Opsi	Deskripsi	Keterangan	Kekurangan
Gripper Berbasis Kontrol (<i>Hoist</i>)	Merancang <i>Gripper</i> dengan sistem penggerak <i>hoist</i> yang dikendalikan dengan kontrol.	- Mudah untuk digunakan - Daya angkat stabil - Tidak memerlukan tenaga lebih karena sudah menggunakan kontrol tombol otomatis	- Biaya produksi tinggi - Mudah mengalami keausan pada Tali kawat - Diperlukan perawatan rutin - Transmisi daya yang kurang halus

4.4. Pemilihan Alternatif Solusi Sistem Mekanisme *Gripper*

Pemilihan alternatif desain dilakukan berdasarkan hasil evaluasi dalam bentuk tabel penilaian. Pemilihan alternatif dinilai berdasarkan keuntungan dan kekurangan masing masing setiap alternatif. Penilaian tersebut menggunakan konsep skala numerik dari 1 (kurang), 2 (cukup), dan 3 (baik). Rincian penilaian terhadap masing-masing alternatif desain disajikan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Pemilihan Alternatif Desain

No.	Kriteria Penilaian	Bobot (%)	Alternatif Opsi		
			1	2	3
1.	Biaya Produksi	40%	3	1	1
2.	Daya Tahan	25%	3	1	1
3.	Kesesuaian Pemakaian Operator	20%	2	3	1
4.	Kebutuhan Tenaga Operator	15%	1	3	3
Total Skor		100%	2.50	1.70	1.30

Untuk menghitung total skor setiap alternatif opsi berdasarkan bobot dan skor penilaian, dijelaskan berdasarkan keterangan berikut:

$$\text{Total skor} = \sum [\text{Bobot} \times \text{Skor}]$$

Rincian perhitungan total skor:

1. Alternatif 1

$$\text{Total Skor} = \sum [(40\% \times 3) + (25\% \times 3) + (20\% \times 2) + (15\% \times 1)]$$

$$\text{Total Skor} = 2.50$$

2. Alternatif 2

$$\text{Total Skor} = \sum [(40\% \times 1) + (25\% \times 1) + (20\% \times 3) + (15\% \times 3)]$$

$$\text{Total Skor} = 1.70$$

3. Alternatif 3

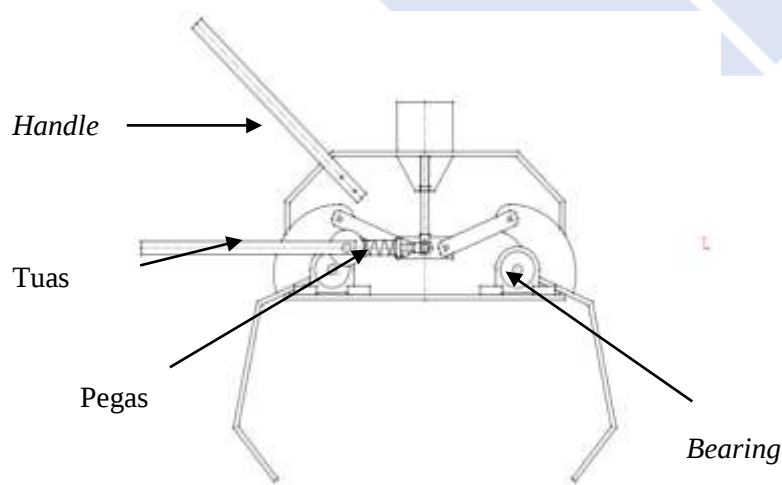
$$\text{Total Skor} = \sum [(40\% \times 1) + (25\% \times 1) + (20\% \times 1) + (15\% \times 3)]$$

$$\text{Total Skor} = 1.30$$

Berdasarkan tabel penilaian terukur, *Gripper mekanis* berbasis tuas adalah opsi terbaik karena memiliki skor tertinggi, yaitu 2.50. Opsi ini menawarkan keseimbangan antara biaya produksi, dan daya tahan, meskipun kebutuhan tenaga manual sedikit lebih besar dibandingkan opsi lainnya.

4.5. Perumusan Konsep dan Kriteria

Dalam desain, material harus kuat, tahan aus, dan aman untuk digunakan berulang kali. Konsep desain ini ditunjukkan seperti Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Konsep desain

Konsep pengembangan dari ide desain:

1. Jenis *Gripper*: *Gripper* mekanis dengan daya pegas tekan berbasis tuas untuk mentransmisikan gaya.
2. Ada dua *handle* pada *gripper* yaitu *handle* tuas dan *handle* pemindah. Untuk dimensi pada 2 *handle* tersebut akan dijelaskan berikut:
 - Dimensi *handle* tuas: panjang 22,05 cm, lebar 36 cm, dan diameter 1,6 cm untuk menyesuaikan rata-rata genggam tangan orang dewasa.
 - Dimensi *handle* pemindah: lebar 31.4 cm, panjang 25 cm, dan diameter 1,6 cm untuk menyesuaikan lebar *base gripper* dan nyaman menggunakan dua tangan.
3. Beban kapasitas Dirancang untuk mengangkat beban maksimal 40 kg.
4. Kelebaran pencekaman *gripper* pada karung:
 - Maksimum 48 cm (untuk memberikan sedikit ruang disaat mencekam agar lebih presisi)
 - Minimum 38 cm (untuk memberikan keseimbangan objek agar tidak berubah posisi saat diangkat)
5. Material utama pada bagian *gripper* berbasis tuas sebagai berikut:
 - Pegas menggunakan material AISI 4340 *steel* karena kuat terhadap deformasi geser.
 - Silinder pegas menggunakan *alloy steel* karena memiliki kekuatan mekanis dan durabilitas yang tinggi.
 - Bearing menggunakan baja krom (SAE 52100) karena memiliki kekuatan tinggi, tahan aus dan harga terjangkau.
 - Tuas menggunakan pipa *Stainless Steel* (ss) karena memiliki daya tahan korosi yang tinggi dan ramah lingkungan.
 - *Link* dan *pin* menggunakan *medium carbon steel* (30C8) karena memiliki kekuatan tarik yang tinggi, kekerasan, dan ketangguhan yang baik. Panjang pada *link* 9 cm untuk menyesuaikan tarikan pada cengkraman
 - *Gripper* menggunakan 1023 (*carbon steel sheet*) karena kuat, murah dan pelat baja berlubang (*Perforated steel plate*) untuk mencekam lebih baik, mengurangi bobot dan cocok untuk pegangan pada karung agar tidak licin.

Kriteria desain yang harus dipenuhi untuk memastikan *gripper* berfungsi dengan baik, aman, dan harga terjangkau seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.7, Tabel 4.8, Tabel 4.9, dan Tabel 4.10.

Tabel 4.7 Kriteria Desain Mekanisme *Gripper*

No.	Kriteria Desain	Deskripsi	Target
1.	Jenis <i>Gripper</i>	<i>Gripper</i> mekanis dirancang dengan sistem tuas untuk mencekam objek agar lebih murah dan sederhana	Ada dua <i>handle</i> pada <i>gripper</i> (tuas dan pemindah)
2.	Kapasitas beban	<i>Gripper</i> harus mampu mengangkat beban karung sebesar 40kg dengan aman.	$\leq 40\text{kg}$
3.	Kelebaran pencekaman	<i>Gripper</i> harus memiliki rentang kelebaran pada cengkaman untuk memberikan sedikit ruang disaat mencekam agar lebih presisi dan memberikan keseimbangan objek agar tidak berubah posisi saat diangkat	• Maksimum 48 cm • Minimum 38 cm

Tabel 4.8 Kriteria Desain Material Utama Mekanisme *Gripper*

No.	Kriteria Desain	Deskripsi	Target
1.	Silinder pegas	Menggunakan <i>alloy steel</i>	Memiliki kekuatan mekanis dan durabilitas yang tinggi.
2.	Pegas	Menggunakan AISI 4340 <i>steel</i>	Kuat terhadap deformasi geser

Tabel 4.9 Kriteria Desain Material Utama Mekanisme *Gripper* (Lanjutan)

No.	Kriterian Desain	Deskripsi	Target
3.	Bearing	Menggunakan baja krom (SAE 52100)	Kekuatan tinggi, tahan aus dan harga terjangkau.
4.	Tuas	Menggunakan pipa baja <i>stainless</i> (ISO 1127)	Daya tahan korosi dan ramah lingkungan.
5.	<i>Link</i> , pin	Menggunakan <i>medium carbon steel</i> (30C8)	Kekuatan tarik yang tinggi, kekerasan, dan ketangguhan yang baik
6.	Jari <i>gripper</i>	Menggunakan 1023 <i>carbon steel sheet</i>	Kuat, harga terjangkau, dapat mencekam dengan baik, dan mengurangi bobot dan cocok untuk pegangan pada karung agar tidak licin.

Tabel 4.10 Kriteria Desain Diameter *Link* dan *Handle*

No.	Kriterian Desain	Deskripsi	Target
1.	<i>Link</i>	9 cm	Menyesuaikan tarikan pada cengkraman
2.	<i>Handle</i> tuas	panjang 22 cm, lebar 36 cm, dan diameter 1,35 cm	Menyesuaikan rata-rata genggam tangan orang dewasa
3.	<i>Handle</i> pemindah	panjang 25 cm, lebar 31.4 cm, dan diameter 1,35 cm	Penggunaan dua tangan.

4.6. Validasi Biaya Produksi

Berdasarkan hasil pencarian, mekanisme *gripper* bawaan dari alat referensi yang terlihat pada Lampiran 3 memiliki estimasi harga €121,59 atau jika dirupiahkan pada saat ini (23 Juli 2025) yaitu senilai Rp2.314.000. Sementara itu, *gripper* hasil rancangan sendiri terlihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Harga Komponen Sistem Mekanisme *Gripper* Berbasis Tuas

No	Komponen	Harga	Keterangan
1.	Pegas tekan baja	Rp. 120.000,00	2 buah
2.	Tuas (Pipa <i>stainless steel</i> ½ inch)	Rp. 93.500,00	6 m
3.	Poros diameter 12 mm	Rp. 105.000,00	1 m
4.	<i>Link custom plate</i>	Rp. 30.000,00	0,2 mm x 50 mm x 200 mm
5.	<i>Ball bearing as ID</i> 12 mm, <i>OD</i> 18 mm, tebal 4 mm	Rp. 42.000,00	2 buah
Total		Rp. 369.500,00	

Rancangan ini mampu menghemat biaya sekitar Rp1.944.500, atau setara dengan efisiensi biaya sebesar 84% pada bagian mekanisme *gripper*. Jadi, harga awal dari keseluruhan unit sebesar Rp12.000.000 menjadi Rp10.055.500 setelah dilakukan substitusi komponen *gripper* dengan hasil rancangan sendiri.

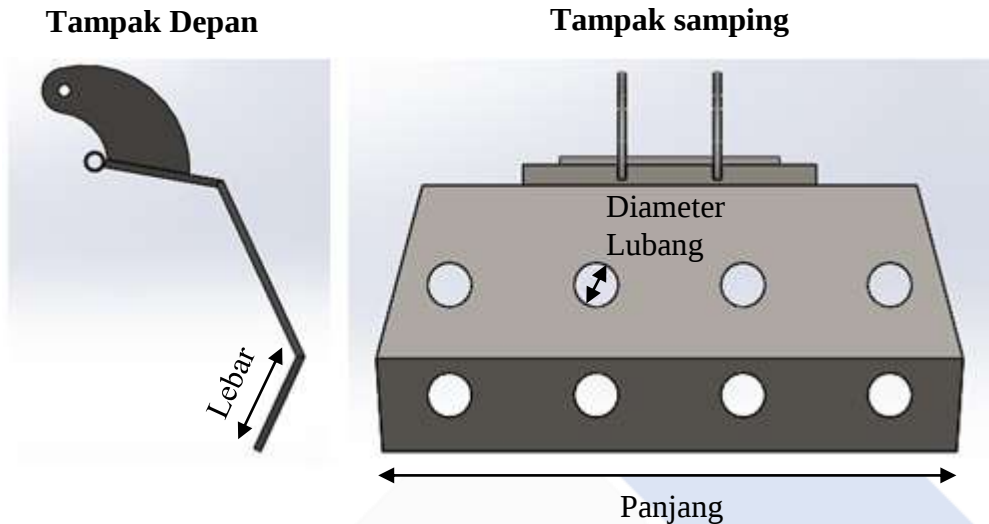
4.7. Perhitungan Manual

Setelah konsep dan kriteria dirumuskan, perhitungan desain dilakukan untuk memastikan kekuatan dan mekanisme pergerakan aman. Perhitungan dilakukan pada komponen utama pada *gripper* yaitu:

1. Desain jari *gripper*
2. Desain pegas
3. Desain silinder pegas

4.6.1. Perhitungan Desain Jari *Gripper*

Desain *gripper* ditampilkan pada Gambar 4.2



Gambar 4. 2 Desain *Gripper*

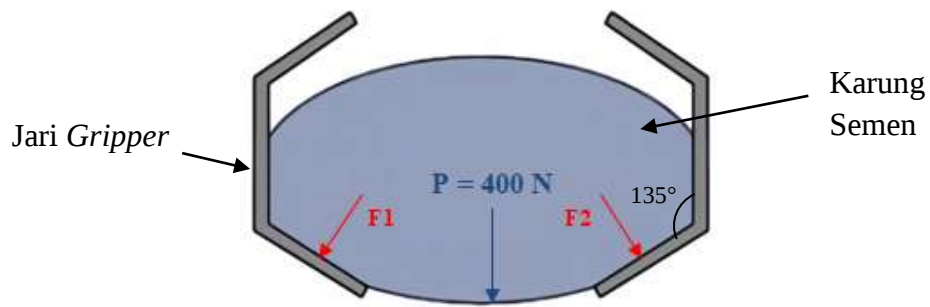
Data-data analisis *gripper* ditunjukkan pada Tabel 4.12

Tabel 4.12 Data Analisis *Gripper*

Parameter	Keterangan
Jari <i>gripper</i>	2
Beban kerja	400 N
Material <i>gripper</i>	1023 Carbon Steel Sheet
Yield strenght	282 MPa
Faktor keamanan	2
Tegangan normal izin Penampang	141 MPa
Material objek	Kertas Kraft
Koefisien gesek	0,4
Panjang	400 mm
Lebar	70 mm
Diameter lubang	30 mm

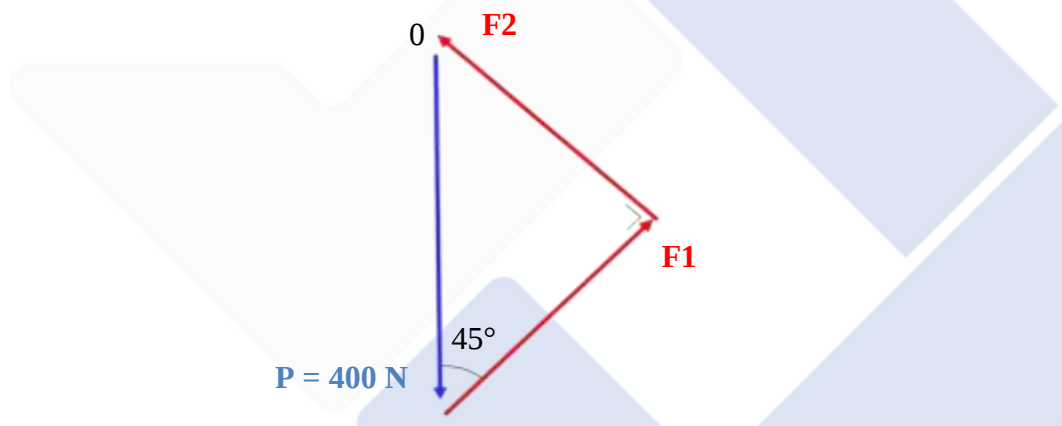
1. Hitungan tegangan pada permukaan

Untuk menentukan tegangan permukaan, langkah awal yang dilakukan adalah menentukan gaya-gaya yang bekerja pada jari *gripper*, sebagaimana pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Gaya yang Berkerja Pada *Gripper*

Setelah menentukan gaya-gaya yang berkerja pada jari *griper*, langkah selanjutnya adalah menyusun poligon gaya berdasarkan gaya-gaya tersebut, ditunjukkan Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Poligon 3 Gaya

Langkah selanjutnya adalah menghitung gaya pada F1 dan F2 berdasarkan poligon gaya yang telah disusun, dengan menggunakan persamaan 2.9,

$$\frac{F_1}{\sin(\theta_1)} = \frac{F_2}{\sin(\theta_2)} = \frac{F_3}{\sin(\theta_3)}$$

Maka,

$$\frac{P}{\sin(90^\circ)} = \frac{F_1}{\sin(45^\circ)} = \frac{F_2}{\sin(45^\circ)}$$

$$\frac{400}{1} = \frac{F_1}{0,7071} = \frac{F_2}{0,7071}$$

$$F1 = 400 \times 0,7071 = 282,84 \text{ N}$$

$$F1 = F2 = 282,84$$

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, diketahui bahwa gaya $F1$ dan $F2$ memiliki besar yang sama, yaitu masing-masing sebesar 282,84 N.

Langkah selanjutnya yaitu menentukan luas dari permukaan *gripper* dengan 4 lubang:

$$A = (P \times L) - 4 (D \times \pi)$$

$$A = (400 \times 70) - (30 \times 3,14)$$

$$A = 27.905,8 \text{ mm}^2$$

Dengan hasil perhitungan telah diperoleh, selanjutnya dapat dihitung tegangan pada permukaan menggunakan persamaan 2.1:

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

Maka :

$$\sigma_1 = \frac{F1}{A1}$$

$$\sigma_1 = \frac{282,84}{27.905,8}$$

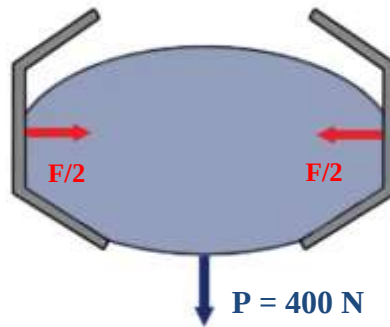
$$\sigma_1 = 0,01 \text{ MPa}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, tegangan pada permukaan jari *gripper* 1 sebesar 0,01 MPa. Karena gaya yang bekerja pada kedua jari *gripper* sama besar ($F1 = F2$), maka tegangan yang terjadi pada jari *gripper* 2 juga memiliki nilai yang sama. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa desain *gripper* ini dinyatakan aman, karena tegangan yang terjadi pada permukaan jari *gripper* jauh lebih kecil dibandingkan dengan tegangan izin material yang digunakan.

2. Hitungan gaya jepit *gripper*

Perhitungan gaya jepit pada *gripper* berfungsi sebagai acuan untuk menentukan besar gaya yang dibutuhkan oleh pegas, karena pegas berperan

sebagai elemen transmisi gaya dalam mekanisme. Prinsip gaya jepit *gripper* terbagi merata pada jari-jari *gripper*, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.5 Gaya Jepit Pada *Gripper*

Diketahui bahwa faktor keamanan pada jari *gripper* adalah 2. Oleh karena itu, gaya jepit pada jari *gripper* dengan faktor keamanan tersebut dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.11.

$$F > \frac{W}{\mu} \times 2$$

$$F > \frac{400 \text{ kg}}{0,4} \times 2$$

$$F > 2000 \text{ N}$$

Pada hasil perhitungan total gaya jepit *gripper* sebesar 2000 N. Maka gaya pada masing masing jari gripper yaitu sebesar 1000 N. Nilai ini sebagai acuan gaya yang di butuhkan oleh pegas.

4.6.2. Perhitungan Desain Pegas

Desain Pegas ditampilkan sebagaimana terlihat pada Gambar 4.7



Gambar 4.6 Desain Pegas

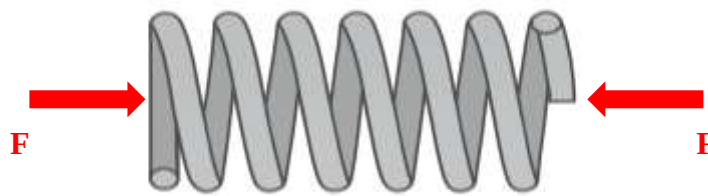
Data analisis pada pegas dirujukan pada Tabel 4.13, dan Tabel 4.14.

Tabel 4.13 Data Analisis Pegas

Parameter	Keterangan
Jumlah pegas	2
Material pegas	AISI 4340 <i>steel</i>
Jenis pegas	Tekan
Diameter pegas	24,5 mm
Diamter kawat	5,5 mm
Panjang pegas	50 mm
<i>Yield strenght</i>	710 MPa

1. Hitungan Gaya pada pegas

Untuk memastikan pegas dapat mentranmisikan gaya ke *gripper*, maka gaya pegas harus lebih besar dari gaya yang di butuhkan. Gaya pada pegas tekan ditunjukkan pada Gambar 4.8.



Gambar 4.7 Gaya Pada Pegas Tekan

Gaya maksimum pada pegas tekan dapat dihitung dengan persamaan 2.12:

$$F_{maks} = \frac{\tau \text{ izin} \cdot \pi d^3}{8Dk_w}$$

Karena nilai faktor koreksi tegangan pegas (*Wahl factor*) belum diketahui, maka perlu dilakukan perhitungan terlebih dahulu dengan menggunakan persamaan 2.6:

$$k_w = \frac{4c - 1}{4c - 4} + \frac{0,615}{c}$$

Hitungan rasio indeks pegas menggunakan persamaan 2.8:

$$C = \frac{D}{d}$$

Maka,

$$C = \frac{24,5}{5,5} = 4,5$$

Substitusi nilai rasio indeks pegas ke persamaan 2.7:

$$k_w = \frac{4(4,5) - 1}{4(4,5) - 4} + \frac{0,615}{4,5}$$

$$k_w = \frac{17}{14} + 0,137$$

$$k_w = 1,35$$

Setelah menemukan nilai *Wahl factor* maka langkah selanjutnya yaitu mensubstitusikan nilai ke persamaan 2.12:

$$F_{maks} = \frac{\tau_{izin} \cdot \pi d^3}{8 D k_w}$$

$$F_{maks} = \frac{710 \times 3,14 \times 5,5^3}{8 \times 24,5 \times 1,35}$$

$$F_{maks} = \frac{370.916,4}{264,6}$$

$$F_{maks} = 1.401,8 \text{ N}$$

Diketahui gaya maksimum pada pegas 1.401,8 N, dikarenakan pegas berjumlah 2 buah maka gaya pegas total sebesar 2.803,6 N, dapat disimpulkan bahwa desain pada pegas dinyatakan sesuai, dikarenakan gaya pada pegas lebih besar dibandingkan dengan gaya yang dibutuhkan.

Setelah desain pegas dinyatakan aman, maka tahapan selanjutnya mencari faktor keamanan dari gaya yang dibutuhkan per satuan pegas menggunakan persamaan 2.3 :

$$\sigma_{izin} = \frac{\sigma}{SF}$$

Maka,

$$SF = \frac{\tau}{\tau_{izin}}$$

Tegangan geser pada pegas dari gaya yang di butuhkan per satuan pegas di hitung menggunakan persamaan 2.6:

$$\tau = \frac{8FDk_w}{\pi d^3}$$

$$\tau = \frac{8 \times 500 \times 24,5 \times 1,35}{3,14 \times (5,5)^3}$$

$$\tau = \frac{132.300}{522,41}$$

$$\tau = 253,24 \text{ MPa}$$

Setelah mengetahui tegangan geser pada pegas, maka substitusikan nilai ke rumus faktor keamanan:

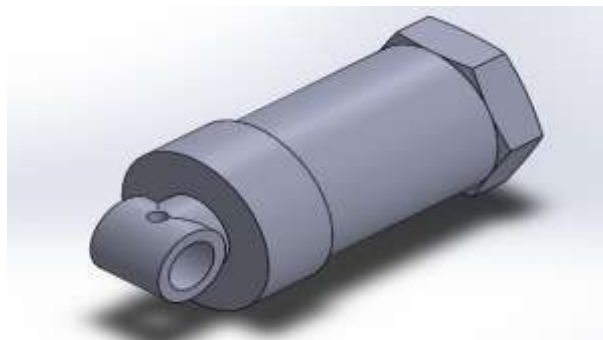
$$Sf = \frac{710}{253,24}$$

$$Sf = 2,8$$

Diketahui bahwa nilai tegangan geser pada pegas lebih kecil dari tegangan geser izin, maka pegas di nyatakan aman dengan faktor keamanan 2,8

4.6.3. Perhitungan Desain Silinder Pegas

Desain Silinder pegas ditampilkan pada Gambar 4.8.



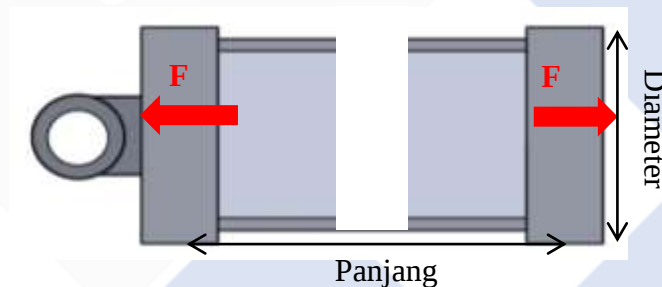
Gambar 4.8 Desain Silinder Pegas

Data analisis pada silinder pegas ditunjukkan pada tabel 4.15 sebagai berikut.

Tabel 4.14 Data Analisis Silinder Pegas

Parameter	Keterangan
Material	<i>Alloy steel</i>
Gaya	701 N
<i>Yield Strenght</i>	620 MPa
Diameter	35 mm
Panjang	73 mm

Silinder pegas berfungsi sebagai wadah untuk menempatkan pegas sehingga pegas dapat bergerak secara aksial. Pemilihan desain dan material silinder dilakukan secara tepat agar komponen ini mampu menahan gaya yang diberikan saat mengoprasikan. Gambar 4.9 menunjukkan gaya yang berkerja pada silinder pegas.



Gambar 4.9 Gaya yang Berkerja Pada Silinder Pegas

Pada gambar 4.9 diketahui silinder pegas mengalami tegangan tarik. Untuk memastikan bahwa desain silinder pegas dengan material yang sudah ditentukan sesuai, maka dilakukan perhitungan tegangan tarik pada penampang silinder menggunakan persamaan 2.4 :

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

Karena luas pada penampang belum diketahui maka di hitung terlebih dahulu luas penampang silinder pegas:

$$A = \pi \times \text{Diameter} \times \text{Panjang}$$

$$A = 3,14 \times 35 \times 73$$

$$A = 8.022,7 \text{ mm}^2$$

Subtitusikan nilai luas penampang silinder pegas ke persamaan 2.4,

$$\sigma_t = \frac{500}{8.022,7}$$

$$\sigma_t = 0,06 \text{ MPa}$$

Karena tegangan yang terjadi pada penampang silinder pegas jauh lebih kecil dibandingkan dengan tegangan izin material yang digunakan, maka desain pada silinder pegas dinyatakan aman.

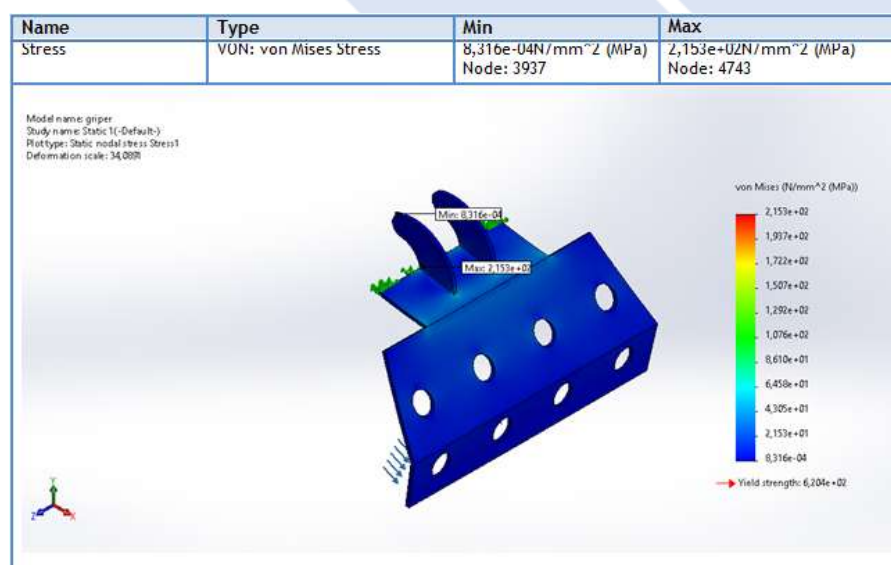
4.8. Simulasi Analisis Digital

4.8.1. Simulasi Analisis Jari *Gripper*

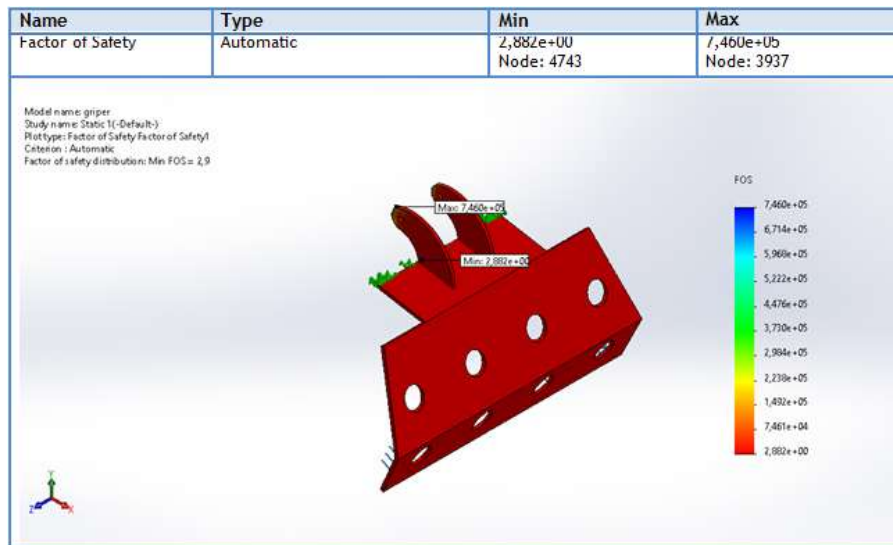
Hasil simulasi pada jari *gripper*:

- Tegangan maksimum : 2,153e+02 Mpa
- Tegangan minimum : 8,316e-04 Mpa
- Safety Factor : 2,9

Ini menunjukkan bahwa desain jari *gripper* berada dalam kondisi yang aman dan masih berada dalam batas toleransi yang dapat diterima untuk menahan beban yang dikenakan sebagaimana yang ditunjukan pada Gambar 4.10 dan Gambar 4.11.



Gambar 4.10 Simulasi Tegangan (*Stress*) Jari *Gripper*



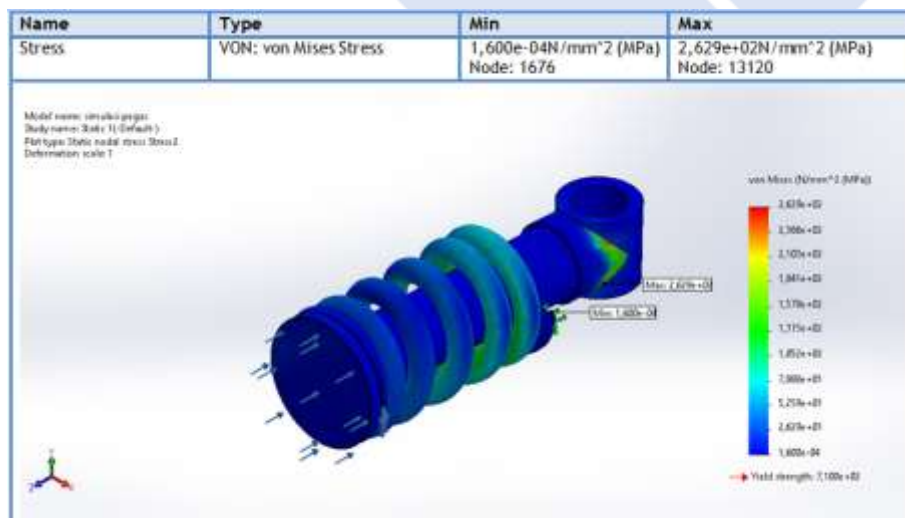
Gambar 4.11 Simulasi *Safety Factor* Jari Gripper

4.8.2. Simulasi Analisis Pegas

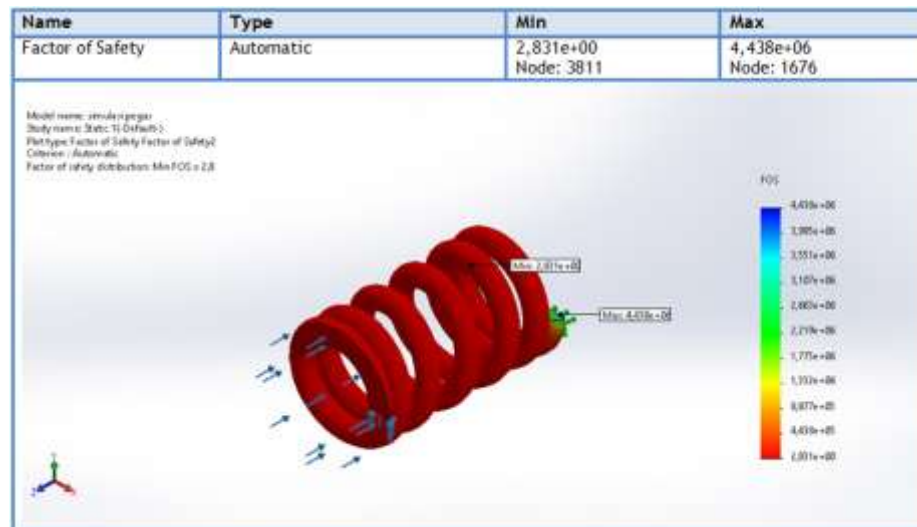
Hasil simulasi pada pegas:

- Tegangan maksimum : 2,629e+02 Mpa
- Tegangan minimum : 1,600e-04 Mpa
- *Safety factor* : 2,8

Hal ini mengindikasikan bahwa rancangan pegas berada dalam kondisi aman yang dimana ditunjukkan pada Gambar 4.12 dan Gambar 4.13.



Gambar 4.12 Simulasi Tegangan (*Stress*) Pegas



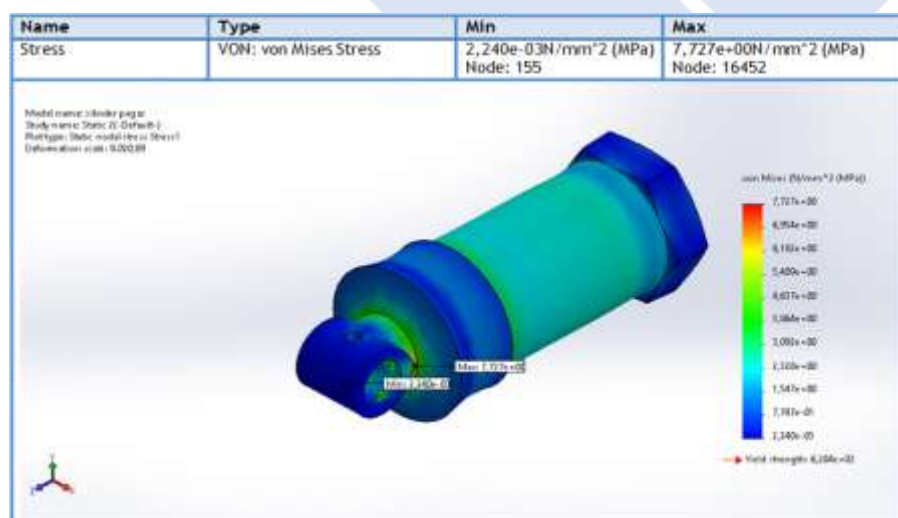
Gambar 4.13 Simulasi *Safety Factor* Pegas

4.8.3. Simulasi Silinder Pegas

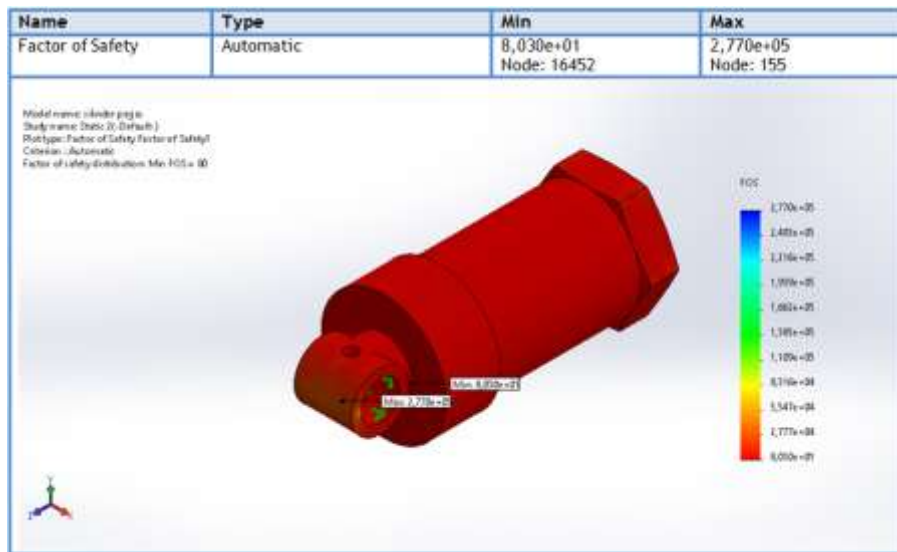
Hasil dari simulasi pada silinder pegas diketahui:

- Tegangan maksimum : 7,727e+00 Mpa
- Tegangan minimum : 2,240e-03 Mpa
- *Safety factor* : 80

Hasil menunjukkan bahwa rancangan silinder pegas berada dalam kondisi aman sebagaimana dilampirkan pada Gambar 4.15 dan 4.16 berikut.



Gambar 4.14 Simulasi Tegangan (*Stress*) Silinder Pegas



Gambar 4.15 Simulasi *Safety Factor* Silinder Pegas

4.9. Pembuatan Video Animasi

4.9.1. Animasi Assembly

Setelah dilakukan analisis tegangan pada masing-masing komponen utama, tahap selanjutnya adalah visualisasi proses perakitan secara menyeluruh menggunakan perangkat lunak *solidworks*. Tahapan dalam pembuatan animasi assembly dijelaskan sebagai berikut:

1. Pembuatan *File Assembly*

Langkah awal yang dilakukan yaitu pembuatan file *assembly*, di mana seluruh komponen yang telah dirancang sebelumnya dalam bentuk *part* (*sldprt*) diimpor dan disatukan dalam satu file *assembly* (*.sldasm*). Dalam tahap ini, setiap *part* diposisikan dan dihubungkan menggunakan *mate* sesuai dengan hubungan geometris dan kinematis antar komponen agar dapat berfungsi sesuai rancangan. Penggunaan *mate* sangat penting agar gerakan antar bagian nantinya berjalan realistis saat dilakukan simulasi.

2. Pembuatan *Exploded View*

Langkah selanjutnya yaitu menggunakan fitur *exploded view*. Fitur ini berfungsi untuk memisahkan sementara setiap komponen dari titik perakitannya guna memberikan visualisasi urutan pemasangan. Dalam menu *exploded view*,

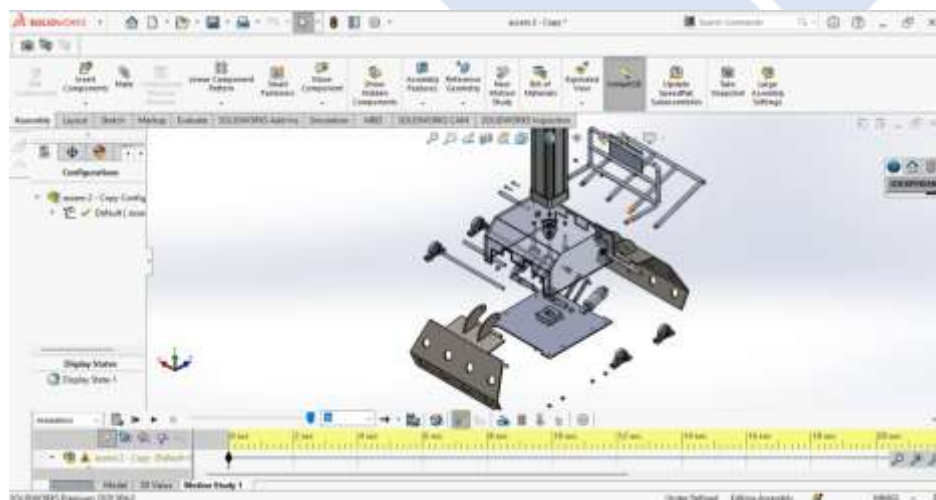
setiap *part* digerakkan menjauhi titik pusat rakitan dengan arah dan jarak tertentu yang telah ditentukan. Proses pada Gambar 4.18 ini membantu memperjelas hubungan antar komponen, serta memberikan ilustrasi perakitan secara bertahap.



Gambar 4.16 Pembuatan *Exploded View*

3. Pembuatan *Motion Study*

Setelah membuat *exploded view*, tahap selanjutnya adalah menggunakan fitur *motion study* untuk membuat animasi perakitan atau pembongkaran. Animasi ini disusun berdasarkan waktu dan aksi seperti *explode*, *collapse*, atau gerakan mekanis sesuai desain. Pengguna dapat mengatur durasi, urutan, transisi, serta menambahkan kamera, pencahayaan, dan material visual untuk hasil tampilan yang lebih menarik yang terlihat pada Gambar 4.19.



Gambar 4.17 Pembuatan *Motion Study*

4. *Rendering* dan *Export* Video

Terakhir, setelah pengaturan animasi selesai, dilakukan proses *rendering* dan *export* video. Proses ini dilakukan melalui perintah *Save Animation* untuk menghasilkan file video (Mp4) dari simulasi perakitan yang telah dibuat. Video ini akan digunakan sebagai alat bantu visual dalam menjelaskan proses kerja mekanisme dan urutan perakitan alat. Video simulasi perakitan mekanisme *gripper* dapat dilihat melalui tautan https://youtu.be/RKfg9v_qY1A?si=x1dPxnlOF6Q9PZZe.

4.9.2. Animasi Gerak Mekanisme

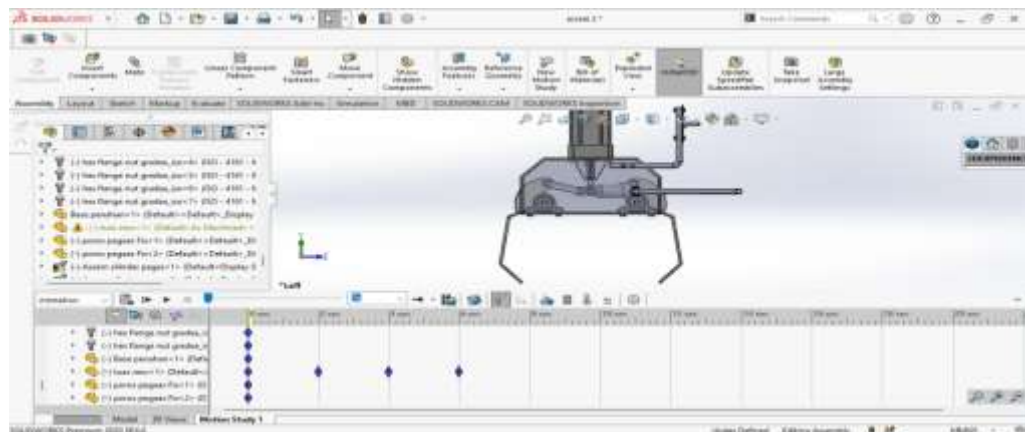
Pembuatan animasi pergerakan bertujuan untuk memvisualisasikan bagaimana suatu sistem atau komponen bergerak dan berfungsi secara dinamis. Animasi ini memberikan gambaran yang lebih jelas dan realistis mengenai mekanisme kerja alat yang dirancang, sehingga mempermudah pemahaman serta evaluasi terhadap desain. Langkah langkah dalam pembuatan animasi gerak mekanisme dijelaskan sebagai berikut:

1. Membuka *File Assembly*

Langkah awal yang dilakukan dalam pembuatan animasi yaitu membuka file perakitan (*assembly*) yang telah selesai dirancang sebelumnya. File ini berisi seluruh komponen yang telah dirakit dan diberi hubungan kinematis melalui fitur *mate*. Pastikan bahwa seluruh komponen sudah tersusun dengan benar dan siap untuk dianimasikan. Tahap ini menjadi dasar karena setiap animasi pergerakan akan bergantung pada posisi dan hubungan antar part dalam *assembly*.

2. Membuat *Motion Study*

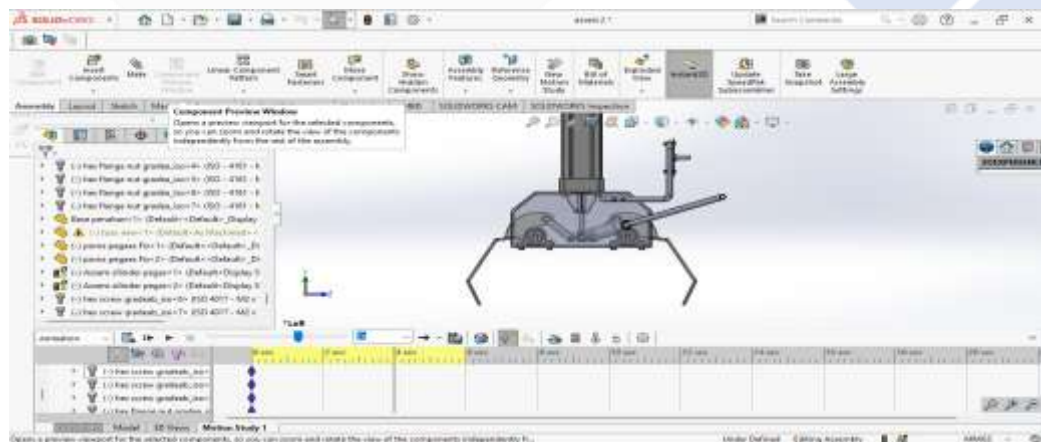
Pada tahap ini, pengguna akan dialihkan ke ruang kerja *Motion study*, di mana pembuatan animasi dilakukan berdasarkan garis waktu (*timeline*) dan pengaturan properti gerakan. Langkah ini yaitu menambahkan gerakan pada tiap komponen yang akan dianimasikan. Proses seperti pada Gambar 4.20 ini dapat dilakukan dengan memilih komponen, lalu menentukan jenis gerakannya, seperti *linear translation* (gerak lurus), rotasi.



Gambar 4.18 Pembuatan *Motion Study*

3. Preview Animasi

Setelah semua pengaturan selesai, dilakukan preview animasi untuk memastikan bahwa seluruh pergerakan sudah berjalan sesuai rencana. Jika masih ditemukan kesalahan atau ketidaksesuaian, pengguna dapat mengedit kembali gerakan di timeline hingga hasilnya optimal seperti pada Gambar 4.21.



Gambar 4.19 Preview Animasi

4. Menyimpan Hasil Animasi

Langkah terakhir yaitu menyimpan hasil animasi dalam format video, dengan menggunakan fitur *save animation*. Animasi kemudian diekspor dalam format Mp4. Video simulasi pergerakan mekanisme *gripper* dapat dilihat melalui tautan <https://youtu.be/Oubj51cLC40?si=pDNCSrAJMPFGGMQj>.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1.Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, perancangan, analisis perhitungan, simulasi digital, dan pembuatan visualisasi animasi dalam proyek akhir ini, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Rancangan alat angkat karung kapasitas 40 kg dilakukan dengan pendekatan berbasis mekanik sederhana. Alat ini menambahkan komponen pada sistem *gripper* yaitu tuas dan silinder pegas sebagai solusi alternatif terhadap *gripper*.
2. Analisis struktur *gripper* telah dilakukan menggunakan metode *Finite Element Method* (FEM) berbasis *software solidworks*. Hasil simulasi menunjukkan bahwa tegangan maksimum dan faktor keamanan pada komponen utama, yaitu jari *gripper*, tuas, pegas, dan silinder pegas masih berada dalam batas aman, yaitu masing-masing dengan *safety factor gripper* sebesar 2,9, pegas 80, dan silinder pegas 5,3. Hal ini membuktikan bahwa desain *gripper* mampu menahan beban operasional sesuai kapasitas angkat yang direncanakan, yaitu 40 kg.
3. Pembuatan video animasi perakitan dan simulasi gerak mekanisme telah mampu memvisualisasikan secara dinamis proses kerja dari sistem alat angkat ini, mulai dari interaksi antar komponen, urutan perakitan, hingga skema pergerakan *gripper* saat menjepit.

5.2.Saran

Saran yang dapat disampaikan dalam rancangan ini adalah dilakukannya uji coba secara langsung di lapangan untuk memvalidasi kinerja sistem secara nyata dan mengidentifikasi potensi gangguan dalam kondisi kerja sesungguhnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggry, A. (2016). *Kekuatan Bahan*. Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
- Hijazi, A. 2014. (2014). *CH 10 : Mechanical Springs*. 10, 1–8.
- IAI America. (2020). *Selection Guide (Gripping Force) - RCP2 Series*. 74–78.
http://www.intelligentactuator.com/partsearch/robocylinder/appndx74_Model_Selection_by_RCP2_Gripper.pdf
- Khan, H. A., Farooq, U., Saleem, S. R., Rehman, U. ur, Tahir, M. N., Iqbal, T., Cheema, M. J. M., Aslam, M. A., & Hussain, S. (2024). Design and development of machine vision robotic arm for vegetable crops in hydroponics. *Smart Agricultural Technology*, 9(October), 100628.
<https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100628>
- Kurniawan, K. (2022). *Analisis Perbandingan Kinerja Keuangan Sebelum Dan Selama Pandemi Covid-19 (Studi Empiris Pada Perusahaan Manufaktur Sektor Dasar Dan Kimia Sub Sektor* 19.
<https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/40310%0Ahttps://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/40310/18312233.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Nugroho, B. P. T., Iftadi, I., & Rochman, T. (2013). Usulan Rancangan Troli Sebagai Alat Bantu Angkut Karung Gabah Dalam Rangka Perbaikan Postur Kerja di Penggilingan Padi (Studi Kasus: Penggilingan Padi di Sragen). *PERFORMA: Media Ilmiah Teknik Industri*, 12(1), 9–18.
- Pusapati, V., Imuetinyan, D., & Aghazadeh, F. (2024). *Effect of Task Characteristics on Maximum Voluntary Contraction Recovery Time During a Lifting Task The XXXIIIrd Annual International Occupational Ergonomics and Safety Conference Virtual Conference Effect of Task Characteristics on Maximum Voluntary Cont. May*.

Umer, W. (2020). Sensors based physical exertion monitoring for construction tasks: comparison between traditional physiological and heart rate variability based metrics. *Department of Construction Engineering and Management, King Fahd University of Petroleum & Minerals, November, 2–4.* <https://www.researchgate.net/publication/345976172>





LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

Daftar Riwayat Hidup

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Data Pribadi

Nama Lengkap : Dede Geovani Erianda
Tempat/Tanggal Lahir : Sungailiat, 11 September 2004
Alamat Rumah : Lingk. Jelutung , Sungailiat
No. Handphone : 081271088730
Email : dgeovanierianda@gmail.com
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam

Riwayat Pendidikan

SDN 7 SUNGAILIAT 2010 - 2016
SMPN 3 SUNGAILIAT 2016 - 2019
SMK 2 NEGERI SUNGAILIAT 2019 - 2020

Pengalaman Kerja

PKL (Praktik Kerja Lapangan) PT. BSW Berkah wafa Sentosa

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Data Pribadi

Nama Lengkap : Indra Maulana Kusuma
Tempat/Tanggal Lahir : Pamekasan, 13 Februari 2002
Alamat Rumah : Kp. Jawa. Lingk. Sidodadi
No. Handphone : 082177229403
Email : indramaulanakusuma80@gmail.com
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam

Riwayat Pendidikan

SDN BUGIH 5 PAMEKASAN 2008 - 2014
MTS NASYRUL ULUM 2014 - 2017
SMK 1 NEGERI PAMEKASAN 2017 - 2020

Pengalaman Kerja

PKL (Praktik Kerja Lapangan) PLTU Air anyir Bangka Belitung

LAMPIRAN 2

Standart Pegas ISO

Selecting Die Springs

A general rule to observe in spring selection is to always use as many springs as the die will accommodate which will produce the required load with the least amount of deflection. This will increase the useful life of the spring, reduce the chances of spring failure and the resulting downtime, loss of production and increased maintenance cost.

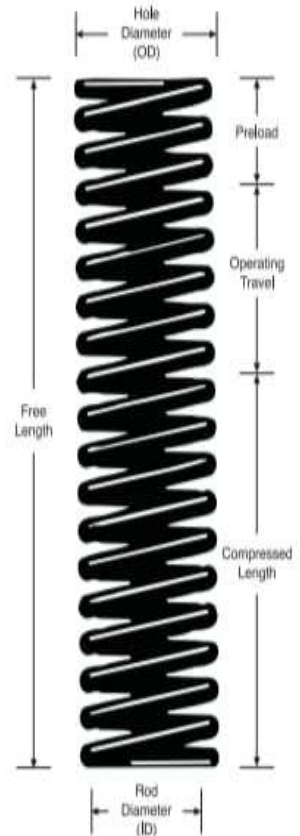
Die spring costs are a very small percentage of the total cost of the die. An effort to save a few cents on die springs is a misguided act that can cost many dollars in lost time and labor.

The more rapidly a spring works, the more attention must be paid to its fatigue limits. In slow moving dies or fixtures, it is possible to get good performance with springs operating near maximum deflection. As the working speed increases, the life expectancy of the spring at that deflection decreases.

Springs for strippers, pressure pads, and other die components can be selected from

the following pages. When selecting a die spring it is necessary to determine the type of performance required of the springs: short, normal, or long run. For short or normal run applications use the deflections tabulated in the long life columns. For long run applications use deflections based on optimum life. The recommended deflections for each spring based on the performance required are shown on pages 6 to 21.

Another approach when selecting a spring is to work back from the amount of operating travel the springs will be subjected to as indicated by the die layout. Select springs in the appropriate duty range which will operate efficiently at the required travel. Calculate the number of springs needed by dividing the load supplied by one spring into the total load required. Round the total number of springs to the next higher even number for balanced performance.



Deflection To Compressed Length Conversion Table

ISO Die Spring Series												
Free Length (mm)	Light Duty Compressed Length (mm)			Medium Duty Compressed Length (mm)			Heavy Duty Compressed Length (mm)			Extra Heavy Duty Compressed Length (mm)		
	Deflection in % free length			Deflection in % free length			Deflection in % free length			Deflection in % free length		
	25%	30%	35%	20%	25%	30%	15%	20%	25%	15%	17%	20%
25	18.8	17.5	16.3	20.0	18.8	17.5	21.3	20.0	18.8	21.3	20.8	20.0
32	24.0	22.4	20.8	25.6	24.0	22.4	27.2	25.6	24.0	27.2	26.6	25.6
38	28.5	26.6	24.7	30.4	28.5	26.6	32.3	30.4	28.5	32.3	31.5	30.4
44	33.0	30.8	28.6	35.2	33.0	30.8	37.4	35.2	33.0	37.4	36.5	35.2
51	38.3	35.7	33.2	40.8	38.3	35.7	43.4	40.8	38.3	43.4	42.3	40.8
64	48.0	44.8	41.6	51.2	48.0	44.8	54.4	51.2	48.0	54.4	53.1	51.2
76	57.0	53.2	49.4	60.8	57.0	53.2	64.6	60.8	57.0	64.6	63.1	60.8
89	66.8	62.3	57.9	71.2	66.8	62.3	75.7	71.2	66.8	75.7	73.9	71.2
102	76.5	71.4	66.3	81.6	76.5	71.4	86.7	81.6	76.5	86.7	84.7	81.6
115	86.3	80.5	74.8	92.0	86.3	80.5	97.8	92.0	86.3	97.8	95.5	92.0
127	95.3	88.9	82.6	101.6	95.3	88.9	108.0	101.6	95.3	108.0	105.4	101.6
139	104.3	97.3	90.4	111.2	104.3	97.3	118.2	111.2	104.3	118.2	115.4	111.2
152	114.0	106.4	98.8	121.6	114.0	106.4	129.2	121.6	114.0	129.2	126.2	121.6
178	133.5	124.6	115.7	142.4	133.5	124.6	151.3	142.4	133.5	151.3	147.7	142.4
203	152.3	142.1	132.0	162.4	152.3	142.1	172.6	162.4	152.3	172.6	168.5	162.4
254	190.5	177.8	165.1	203.2	190.5	177.8	215.9	203.2	190.5	215.9	210.8	203.2
305	228.8	213.5	198.3	244.0	228.8	213.5	259.3	244.0	228.8	259.3	253.2	244.0

Raymond® HEAVY DUTY DIE SPRINGS ISO SPECIFICATION SERIES METRIC DIMENSIONS RED											
Hole Dia. (mm)	Rod Dia. (mm)	Free Length (mm)	CATALOG NUMBER	Load at 1 mm Def. (N)	LOAD DEFLECTION TABLE						
					For Optimum Life (15% of free length)		For Long Life (20% of free length)		Maximum Operating Def. (25% of free length)		*Maximum Deflection
					Load (N)	Deflection (mm)	Load (N)	Deflection (mm)	Load (N)	Deflection (mm)	Deflection (mm)
25	12.5	76	205-512	99.0	1128.6	11.4	1504.8	15.2	1881.0	19.0	23.0
		89	205-514	84.0	1121.4	13.4	1495.2	17.8	1869.0	22.3	27.0
		102	205-516	73.0	1116.9	15.3	1489.2	20.4	1861.5	25.5	31.0
		115	205-518	65.0	1121.3	17.3	1495.0	23.0	1868.8	28.8	35.0
		127	205-520	57.7	1099.2	19.1	1465.6	25.4	1832.0	31.8	38.0
		139	205-522	52.7	1098.8	20.9	1465.1	27.8	1831.3	34.8	42.0
		152	205-524	47.8	1089.8	22.8	1453.1	30.4	1816.4	38.0	46.0
		178	205-528	41.0	1094.7	26.7	1459.6	35.6	1824.5	44.5	53.0
		203	205-532	35.8	1090.1	30.5	1453.5	40.6	1816.9	50.8	61.0
		305	205-548	22.9	1047.7	45.8	1396.9	61.0	1746.1	76.3	91.0
32	16	38	205-606	388.0	2211.6	5.7	2948.8	7.6	3686.0	9.5	11.0
		44	205-607	324.0	2138.4	6.6	2851.2	8.8	3564.0	11.0	13.0
		51	205-608	272.0	2080.8	7.7	2774.4	10.2	3468.0	12.8	15.0
		64	205-610	212.0	2035.2	9.6	2713.6	12.8	3392.0	16.0	19.0
		76	205-612	172.0	1960.8	11.4	2614.4	15.2	3268.0	19.0	23.0
		89	205-614	141.0	1882.4	13.4	2509.8	17.8	3137.3	22.3	27.0
		102	205-616	122.0	1866.6	15.3	2488.8	20.4	3111.0	25.5	31.0
		115	205-618	107.0	1845.8	17.3	2461.0	23.0	3076.3	28.8	35.0
		127	205-620	93.0	1771.7	19.1	2362.2	25.4	2952.8	31.8	38.0
		139	205-622	86.0	1793.1	20.9	2390.8	27.8	2988.5	34.8	42.0
		152	205-624	78.0	1778.4	22.8	2371.2	30.4	2964.0	38.0	46.0
		178	205-628	67.2	1794.2	26.7	2392.3	35.6	2990.4	44.5	53.0
		203	205-632	59.1	1799.6	30.5	2399.5	40.6	2999.3	50.8	61.0
		254	205-640	46.4	1767.8	38.1	2357.1	50.8	2946.4	63.5	76.0
		305	205-648	38.0	1738.5	45.8	2318.0	61.0	2897.5	76.3	91.0
40	20	51	205-708	350.0	2677.5	7.7	3570.0	10.2	4462.5	12.8	15.0
		64	205-710	269.0	2582.4	9.6	3443.2	12.8	4304.0	16.0	19.0
		76	205-712	219.0	2496.6	11.4	3328.8	15.2	4161.0	19.0	23.0
		89	205-714	190.0	2536.5	13.4	3382.0	17.8	4227.5	22.3	27.0
		102	205-716	163.0	2493.9	15.3	3325.2	20.4	4156.5	25.5	31.0
		115	205-718	142.0	2449.5	17.3	3266.0	23.0	4082.5	28.8	35.0
		127	205-720	128.0	2438.4	19.1	3251.2	25.4	4064.0	31.8	38.0
		139	205-722	115.0	2397.8	20.9	3197.0	27.8	3996.3	34.8	42.0
		152	205-724	105.0	2394.0	22.8	3192.0	30.4	3990.0	38.0	46.0
		178	205-728	89.0	2376.3	26.7	3168.4	35.6	3960.5	44.5	53.0
		203	205-732	77.0	2344.7	30.5	3126.2	40.6	3907.8	50.8	61.0
		254	205-740	61.0	2324.1	38.1	3098.8	50.8	3873.5	63.5	76.0
		305	205-748	51.0	2333.3	45.8	3111.0	61.0	3888.8	76.3	91.0
50	25	64	205-810	413.0	3964.8	9.6	5286.4	12.8	6608.0	16.0	19.0
		76	205-812	339.0	3864.6	11.4	5152.8	15.2	6441.0	19.0	23.0
		89	205-814	288.0	3844.8	13.4	5126.4	17.8	6408.0	22.3	27.0
		102	205-816	245.0	3748.5	15.3	4998.0	20.4	6247.5	25.5	31.0
		115	205-818	215.0	3708.8	17.3	4945.0	23.0	6181.3	28.8	35.0
		127	205-820	192.0	3657.6	19.1	4876.8	25.4	6096.0	31.8	38.0
		139	205-822	168.0	3502.8	20.9	4670.4	27.8	5838.0	34.8	42.0
		152	205-824	154.0	3511.2	22.8	4681.6	30.4	5852.0	38.0	46.0
		178	205-828	134.0	3577.8	26.7	4770.4	35.6	5963.0	44.5	53.0
		203	205-832	117.0	3562.7	30.5	4750.2	40.6	5937.8	50.8	61.0
		254	205-840	89.0	3390.9	38.1	4521.2	50.8	5651.5	63.5	76.0
		305	205-848	73.0	3339.8	45.8	4453.0	61.0	5566.3	76.3	91.0

LAMPIRAN 3

Harga Awal Mekanisme *Gripper*



PNEUMATIC CYLINDER 80X80 DOUBLE-ACTING LH0800080- AIGNEP

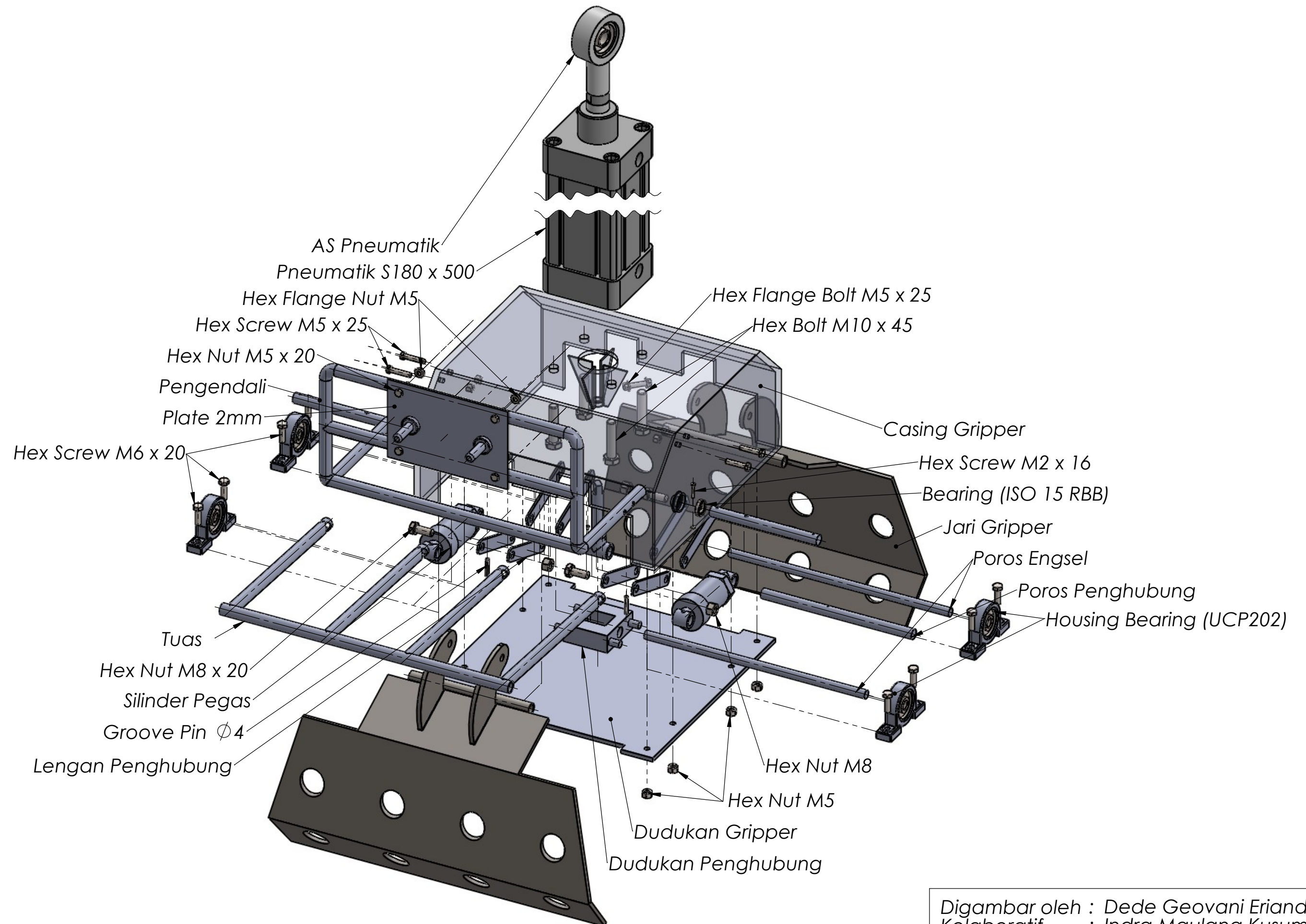
€121.59 Tax included
€100.49 tax excl.

Pneumatic cylinder Ø80 stroke 80mm, double magnetic effect and with pneumatic cushioning. Made in Italy according to ISO 15552 (Ex ISO 6431). Extruded aluminum body with grooves for magnetic detectors, chrome-plated steel piston rod. ATEX cylinders as standard.

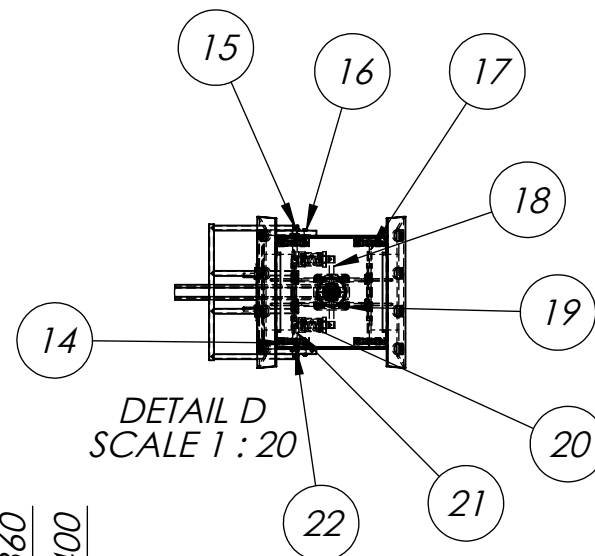
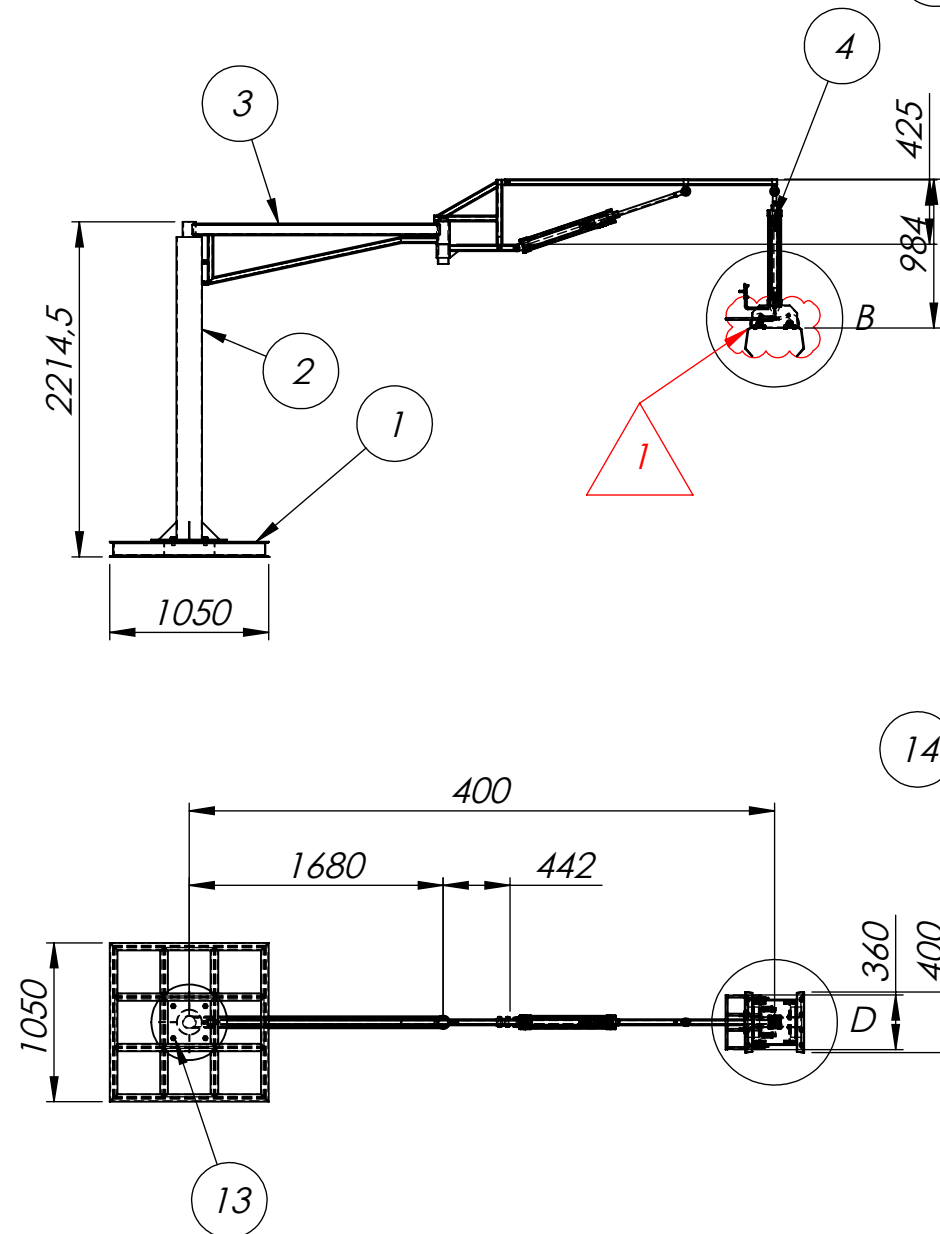
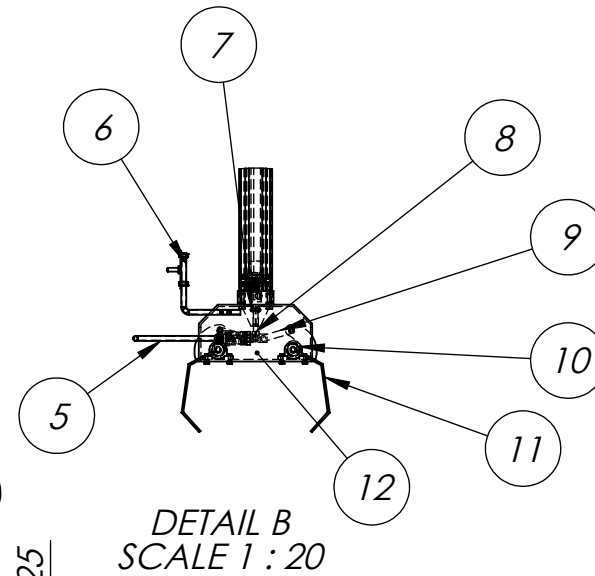
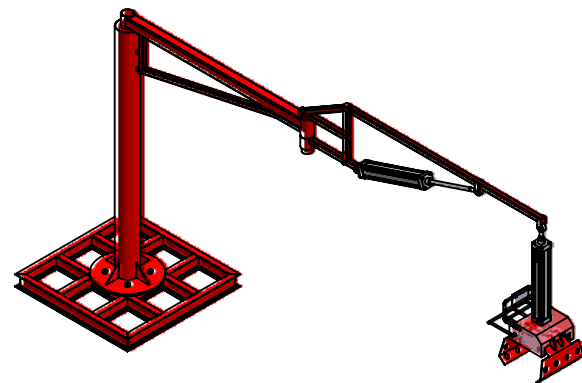


LAMPIRAN 4

Gambar *Exploded View*, Susunan, dan Bagian

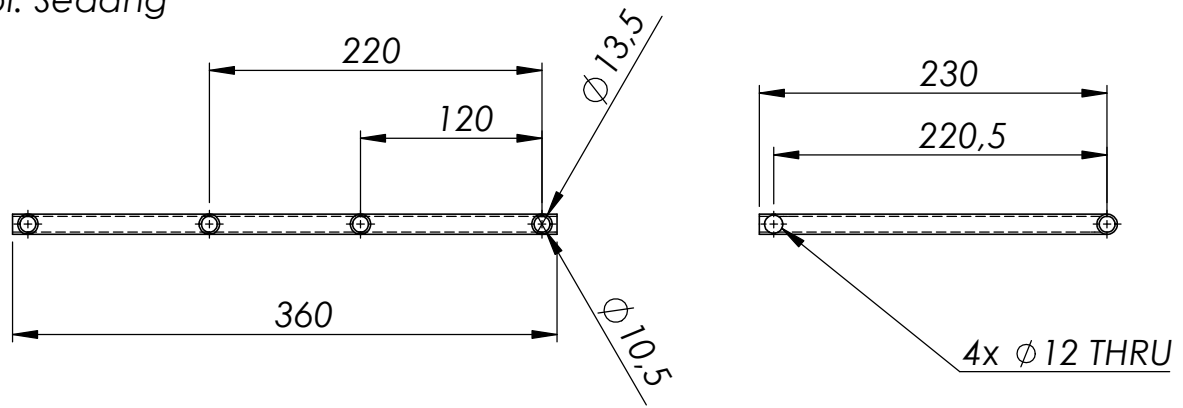


Digambar oleh : Dede Geovani Erianda
 Kolaboratif : Indra Maulana Kusuma
 Prodi : Perancangan Mekanik
 Institut : Polman Babel

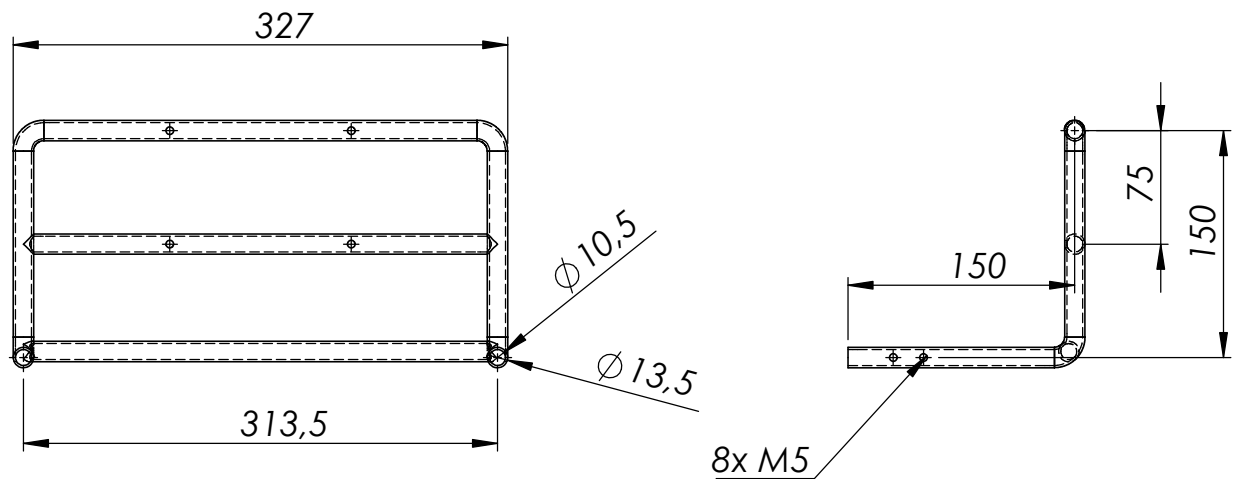


2	Bantalan 6701	22	WF	ISO 15 / JIS B 1512	Standar
2	Poros tuas	21	SS	353,5 x ϕ 12	Standar
2	Silinder pegas	20	Alloy Steel	50 x 30	Standar
4	Baut Segi 6 M10 x 30	19	Steel	M10 x 30	Standar
1	Poros Penghubung	18	Alloy Steel	188 x ϕ 12	Fabrikasi
2	Poros Engsel	17	Alloy Steel	275 x ϕ 12	Standar
4	Baut Segi 6 M5 x 25	16	Steel	M5 x 25	Standar
2	Baut Segi 6 M1,2 x 16	15	Steel	M1,2 x 16	Standar
8	Baut Segi 6 M6 x 20	14	Steel	M6 x 20	Standar
4	Baut Segi 6 M20 x 40	13	Steel	M20 x 40	Standar
1	Dudukan Gripper	12	AISI 1023	300 x 300 x 150	Fabrikasi
2	Jari Gripper	11	AISI 1023	400 x 5	Standar
2	Bantalan 6200	10	SAE 52100	ISO 15 / DIN 625	Standar
1	Penghubung	9	30C8	240 x 22 x 72,5	Fabrikasi
1	Poros Pengarah	8	SS	84 x ϕ 12	Fabrikasi
1	Baut Persegi 6 M5 x 20	7	Steel	M5 x 20	Standar
1	Pengendali	6	SS	150 x 150 x ϕ 13,5	Fabrikasi
1	Tuas	5	SS	220 x 340 x ϕ 13,5	Fabrikasi
2	Pneumatik	4	Metal	S180 x 500	Standar
1	Lengan	3	SS 400	400 x 80 x 75	Standar
1	Tiang Penampang	2	SS 400	2000 x ϕ 168	Standar
1	Dudukan Utama	1	WF	1050 x 1050 x 100	Standar
Jumlah	Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
	Perubahan	c	f	i	Pemesan
	a	d	g	j	
	b	e	h	k	
ASSIST MECHANICAL GRIPPER				Skala 1:50	Digambar 21/06/25 Dede
				Diperiksa	
				Dilihat	
POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG					

5
Tol. Sedang



6
Tol. Sedang

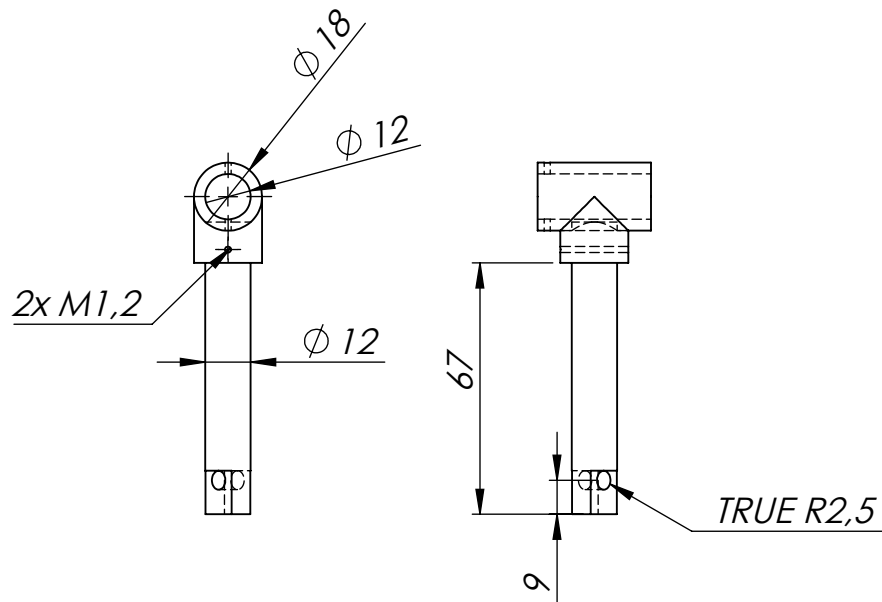


1	Pengendali	6	SS	150 x 150 x ϕ 13,5	Fabrikasi
1	Tuas	5	SS	220 x 340 x ϕ 13,5	Fabrikasi
Jumlah	Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
	Perubahan	c	f	i	Pemesanan
	a	d	g	j	
	b	e	h	k	
Modifikasi Gripper				Skala	Pengganti dari diganti dengan
				1:5	Digambar 21-06-25 Dede
					Diperiksa
					Dilihat

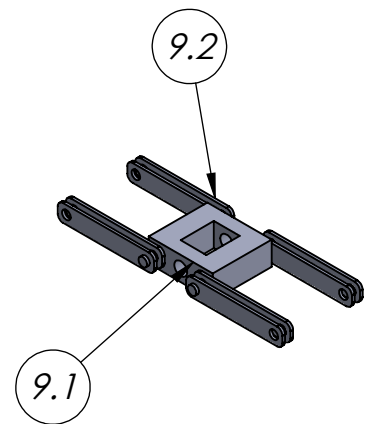
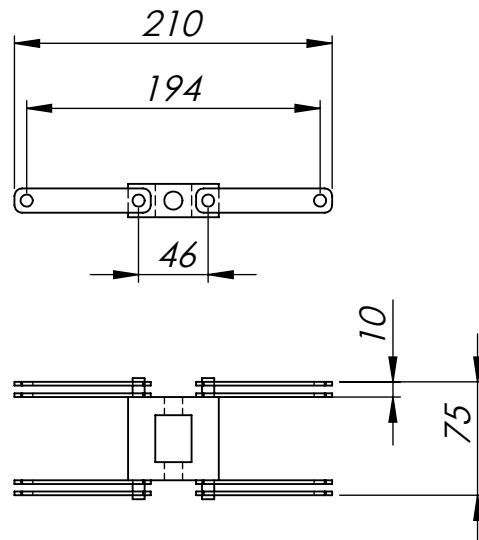


POLITEKNIK MANUFAKTUR
NEGERI BANGKA BELITUNG

8
Tol. Sedang

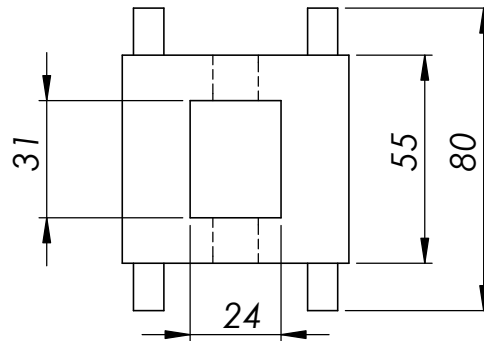
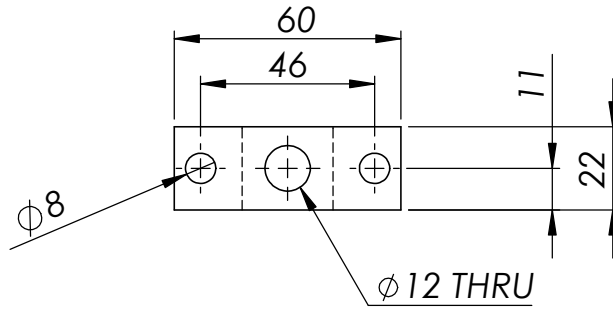


9
Tol. Sedang

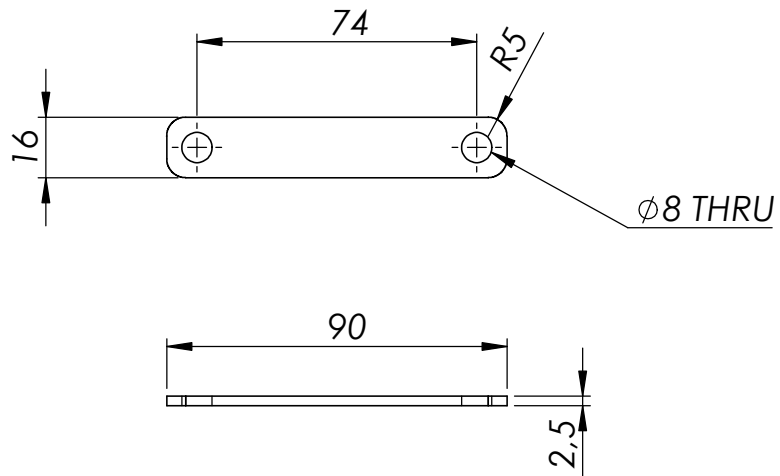


8	Lengan Penghubung	9.2	30C8	60 x 55 x 22	Standar
1	Dudukan Penghubung	9.1	30C8	90 x 16 x 2,5	Fabrikasi
9	Penghubung	9	30C8	240 x 22 x 72,5	Fabrikasi
1	Poros Pengarah	8	SS	84 x ϕ 12	Fabrikasi
Jumlah	Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
	Perubahan	c	f	i	Pemesanan
	a	d	g	j	
	b	e	h	k	
Modifikasi Gripper				Skala	Pengganti dari diganti dengan
				(1:2)	Digambar
				(1:5)	Diperiksa
					Dilihat
POLITEKNIK MANUFATUR NEGERI BANGKA BELITUNG				Dede	

9.1 ∇ N8/
Tol. Sedang



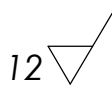
9.2 ∇ N8/
Tol. Sedang

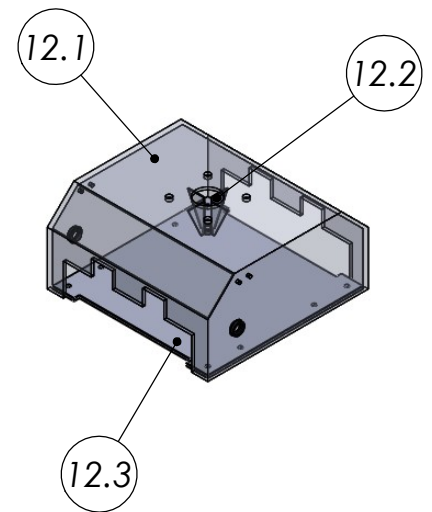
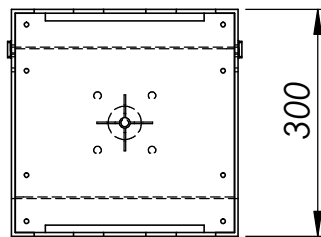
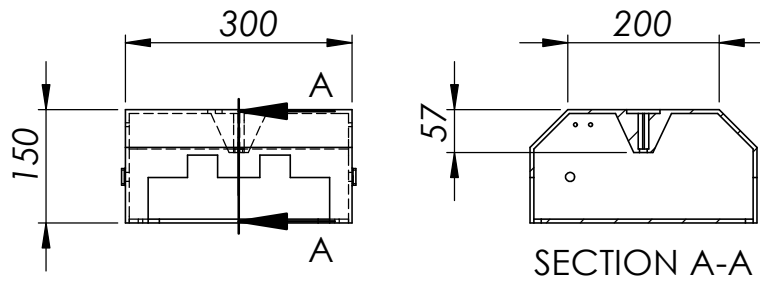


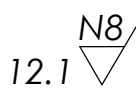
8	Lengan Penghubung	9.2	30C8	60 x 55 x 22	Standar
1	Dudukan Penghubung	9.1	30C8	90 x 16 x 2,5	Fabrikasi
Jumlah	Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
	Perubahan	c	f	i	Pemesanan
	a	d	g	j	
	b	e	h	k	
Modifikasi Gripper				Skala	Pengganti dari diganti dengan
				1:5	Digambar 21-06-25 Dede
					Diperiksa
					Dilihat

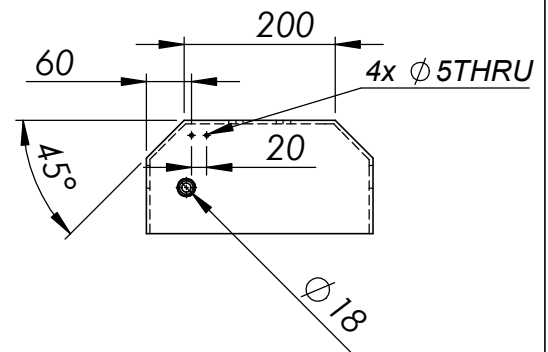
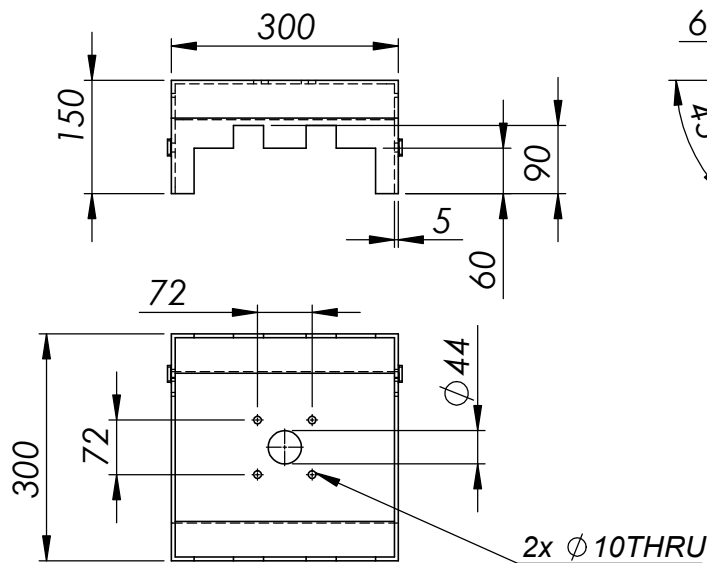


POLITEKNIK MANUFaktur
NEGERI BANGKA BELITUNG

12 
Tol. Sedang



12.1 
Tol. Sedang

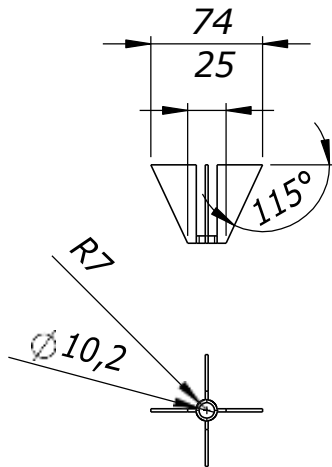


1	Penampang Dudukan	12.3	AISI 1023	290 x 290 x5	Fabrikasi
1	Pengarah	12.2	AISI 1023	47 x Ø 7	Fabrikasi
1	Casing	12.1	AISI 1023	300 x 300 x 150	Fabrikasi
1	Dudukan Gripper	12	AISI 1023	300 x 300 x 150	Fabrikasi
Jumlah	Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
	Perubahan	c	f	i	Pemesanan
	a	d	g	j	
	b	e	h	k	
Modifikasi Gripper				Skala	Pengganti dari diganti dengan
				1:10	Digambar
					Diperiksa
					Dilihat

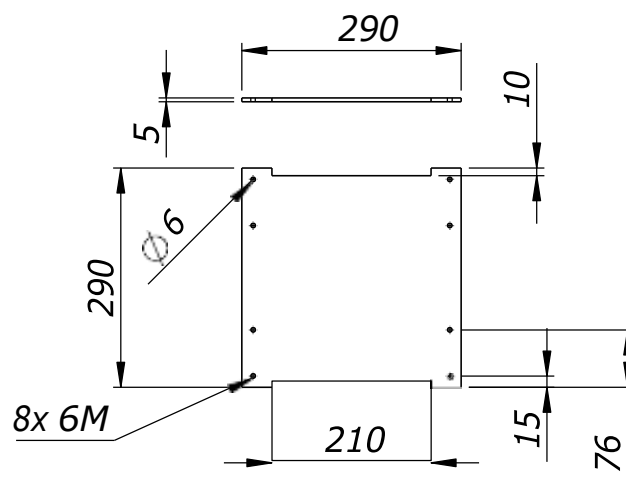


POLITEKNIK MANUFATUR
NEGERI BANGKA BELITUNG

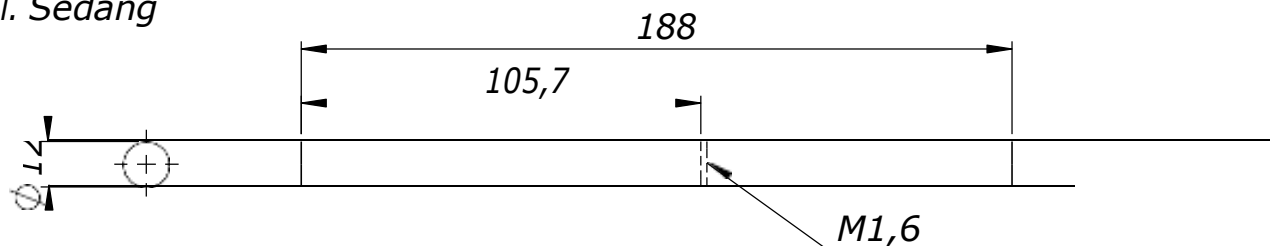
12.2 ∇ N8/
Tol. Sedang



12.3 ∇ N8/
Tol. Sedang



18 ∇
Tol. Sedang



1	Poros Penghubung	18	Alloy Steel	188 x Φ 12	Fabrikasi
1	Penampang Dudukan	12.3	AISI 1023	290 x 290 x 5	Fabrikasi
1	Pengarah	12.2	AISI 1023	47 x Φ 7	Fabrikasi
Jumlah	Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
	Perubahan	c	f	i	Pemesanan
	a	d	g	j	
	b	e	h	k	
Modifikasi Gripper				Skala	Pengganti dari
				(1:5)	diganti dengan
				(1:10)	
				(1:2)	



POLITEKNIK MANUFaktur
NEGERI BANGKA BELITUNG