

**DESAIN *MOLD LIFTING DEVICE* DARI SAMPING PADA
MESIN *WOOJIN TE170G5***

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Sarjana Terapan/Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun oleh :

Iwan Setio Yasifanka

NIM : 1072211

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
TAHUN 2025**

LEMBAR PENGESAHAN

**DESAIN MOLD LIFTING DEVICE DARI SAMPING PADA MESIN
WOOJIN TE170G5**

Oleh:

Iwan Setio Yasifanka/1072211

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Sarjana Terapan/Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Pembimbing 1



Muhammad Yunus, S.S.T., M.T.

Pembimbing 2



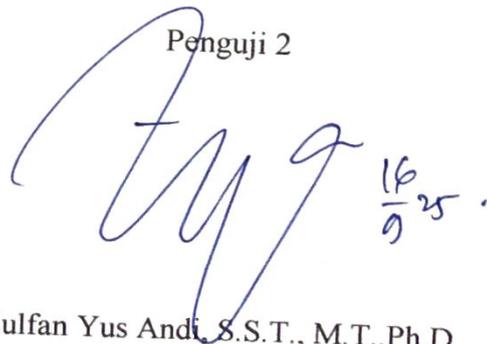
Yang Fitri Arriyani, S.S.T., M.T.

Penguji 1



Herwandi, S.S.T., M.T, Ph.D

Penguji 2



Zulfan Yus Andi, S.S.T., M.T., Ph.D

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama mahasiswa : Iwan Setio Yasifanka NIM: 1072211

Dengan judul : Desain *Mold Lifting Device* Dari Samping Pada Mesin
Woojin TE170G5

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

Sungailiat, 03 Agustus 2025

Nama mahasiswa

1. Iwan Setio Yasifanka

Tanda tangan



ABSTRAK

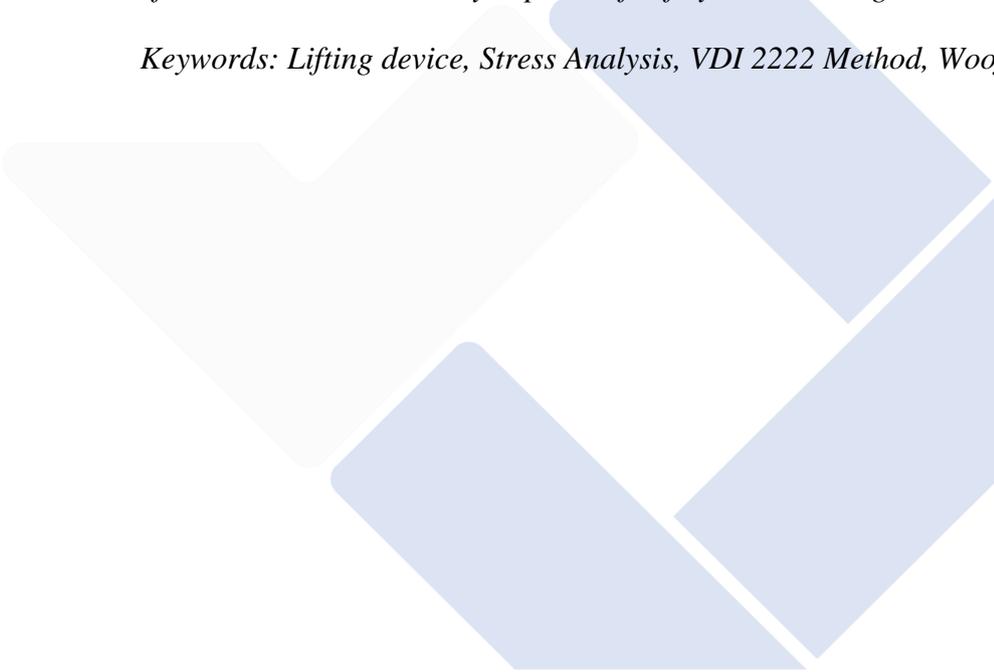
Dalam proyek akhir ini dirancang alat angkat untuk pemasangan cetakan dari samping pada mesin injeksi plastik Woojin TE170G5. Perancangan ini dilakukan untuk mengatasi permasalahan inefisiensi dan risiko dalam pemasangan cetakan secara manual akibat keterbatasan ruang kerja. Oleh karena itu, tujuan dari proyek akhir ini adalah membuat desain alat angkat yang mampu mengangkat cetakan dengan berat maksimal 2 ton, melakukan analisis tegangan, dan simulasi gerak. Dalam proyek akhir ini digunakan software SolidWorks untuk menganalisis pembebanan dan mensimulasikan gerak. Metode yang digunakan adalah VDI 2222, yang dilakukan dengan tahapan perencanaan, pengkonsepan, perancangan, dan penyelesaian. Hasil dari proyek akhir ini adalah alat angkat mampu mengangkat cetakan dengan berat maksimal 2 ton, dan berdasarkan perhitungan serta analisis tegangan, rangka alat ini secara teknis mampu menahan beban tersebut dengan aman.

Kata Kunci: Alat angkat, Analisis Tegangan, Metode VDI 2222, Woojin TE170G5.

ABSTRACT

This final project designs a side-mounted lifting device for mold installation on the Woojin TE170G5 plastic injection molding machine. This design addresses the problems of inefficiency and risk in manual mold installation due to limited workspace. Therefore, the objective of this final project is to create a design for a lifting device capable of lifting molds with a maximum weight of 2 tons, performing stress analysis, and motion simulation. In this final project, SolidWorks software is used for load analysis and motion simulation. The method employed is VDI 2222, which consists of four stages: planning, conceptualization, design, and completion. The result of this final project is a lifting device capable of lifting molds with a maximum weight of 2 tons, and based on calculations and stress analysis, the frame of this device is technically capable of safely withstanding the maximum load.

Keywords: Lifting device, Stress Analysis, VDI 2222 Method, Woojin TE170G5.



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas berkat rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Proyek Akhir ini dengan judul “Desain Mold Lifting Device Dari Samping Pada Mesin Woojin TE170G5”.

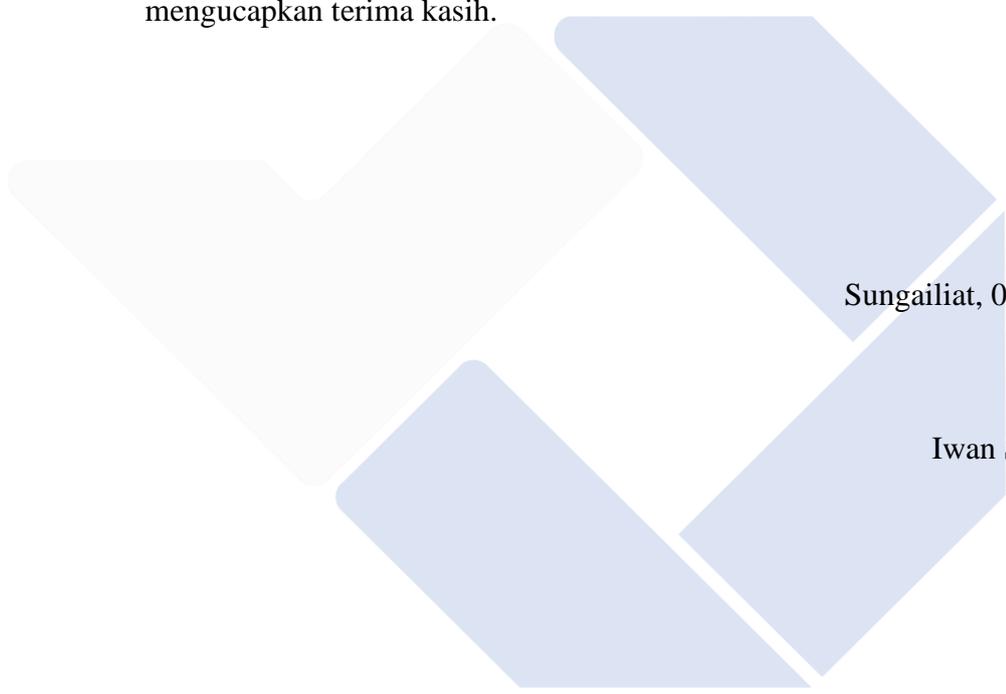
Penyusunan Laporan Proyek Akhir ini ditujukan untuk memenuhi persyaratan akademik dalam menyelesaikan pendidikan D-IV program studi Teknologi Rekayasa Perancangan Manufaktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Penulis menyadari dalam penyusunan Laporan Proyek Akhir ini banyak mendapat dukungan, bimbingan, bantuan dan kemudahan dari berbagai pihak, sehingga Laporan Proyek Akhir ini dapat diselesaikan. Dengan ketulusan hati, penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Ayahanda Sukarmin dan Ibunda Ella Sarita serta keluarga besar yang selalu memberikan kasih sayang, doa, dan dukungan.
2. I Made Andik Setiawan, M.Eng, Ph.D. selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
3. Dr. ilham ary wahyudie, S.S.T., M.T. selaku kepala Jurusan Rekayasa Mesin.
4. Idiar, S.S.T., M.T. selaku Ko. Prodi D-IV Teknologi Rekayasa Perancangan Manufaktur.
5. Muhammad Yunus, S.S.T., M.T. selaku pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran selama proses proyek akhir serta penyusunan laporan.
6. Yang Fitri Ariyani, S.S.T., M.T. Selaku pembimbing II yang telah banyak memberikan saran-saran dan solusi dari masalah-masalah yang kami hadapi selama proses pengerjaan proyek akhir ini.
7. Seluruh dosen pengajar dan mentor yang telah banyak membantu dalam penyelesaian proyek akhir ini.
8. Rekan-rekan mahasiswa Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah banyak membantu selama menyelesaikan proyek akhir ini

9. Rekan-rekan seangkatan D-IV Teknologi Rekayasa Perancangan Manufaktur yang telah banyak membantu selama pengerjaan proyek akhir.
10. Kepada teman-teman yang telah menemani sekaligus membantu saya terimakasih Riski Aldi Pratama dan Reguel Samosir.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan proyek akhir ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, sangat diharapkan segala kritik dan saran yang membangun dari pembaca agar dapat menunjang pengembangan dan perbaikan penulisan dikemudian hari. Semoga proyek akhir ini dapat berguna untuk menambah wawasan bagi rekan-rekan mahasiswa. Atas perhatiannya penulis mengucapkan terima kasih.



Sungailiat, 03 Agustus 2025

Iwan Setio Yasifanka

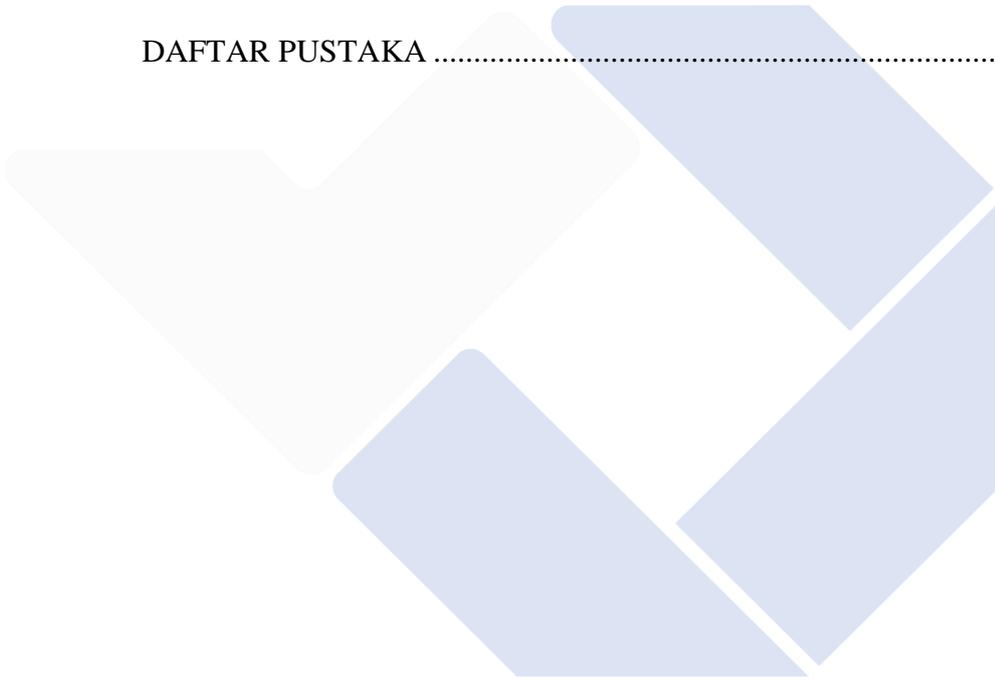
DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT | iii |
| ABSTRAK | iv |
| <i>ABSTRACT</i> | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR TABEL | xii |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xv |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang Masalah | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 4 |
| 1.3 Tujuan Proyek Akhir | 4 |
| BAB II DASAR TEORI | 5 |
| 2.1 Alat Angkat | 5 |
| 2.1.1 <i>Crane</i> | 5 |
| 2.1.2 <i>Hand Straker</i> | 6 |
| 2.2 Metodologi perancangan VDI 2222 | 7 |
| 2.3 Mesin <i>Woojin TE170G5</i> | 10 |
| 2.4 Cetakan | 11 |
| 2.4.1 Cetakan two plate | 12 |
| 2.4.2 Cetakan three plate | 12 |
| 2.5 Tegangan | 12 |

| | | |
|----------------------------------|---|----|
| 2.5.1 | Tegangan Tarik | 13 |
| 2.5.2 | Tegangan Tekan..... | 13 |
| 2.5.3 | Tegangan Bengkok | 14 |
| 2.5.4 | Tegangan Geser | 14 |
| 2.5.5 | Tegangan Izin..... | 15 |
| 2.6 | Pembebanan..... | 15 |
| 2.7 | <i>AutoCAD</i> | 16 |
| 2.8 | <i>SolidWorks</i> | 17 |
| 2.9 | Elemen Pengikat..... | 18 |
| 2.9.1 | Pengelasan..... | 18 |
| 2.9.2 | Baut Dan Mur | 21 |
| BAB III METODE PELAKSANAAN | | 23 |
| 3.1 | Identifikasi masalah..... | 24 |
| 3.2 | Pengumpulan Data | 24 |
| 3.3 | Daftar Tuntutan | 25 |
| 3.4 | Alternatif fungsi Bagian | 25 |
| 3.5 | Varian konsep..... | 25 |
| 3.6 | Penilaian | 25 |
| 3.7 | <i>Draft</i> Rancangan Awal..... | 26 |
| 3.8 | Optimasi | 26 |
| 3.9 | Perhitungan dan Simulasi <i>Stress Analysis</i> | 26 |
| 3.10 | <i>Draft</i> Rancangan Final | 26 |
| 3.11 | Penyelesaian | 27 |
| 3.12 | Kesimpulan..... | 27 |
| BAB IV PEMBAHASAN | | 28 |

| | | |
|--------|--|----|
| 4.1 | Identifikasi Masalah | 28 |
| 4.1.1 | Hal-Hal Yang Harus Dipertimbangkan Pemasangan Dari Samping | 28 |
| 4.2 | Pengumpulan Data | 29 |
| 4.2.1 | Study Literatur | 30 |
| 4.3 | Daftar Tuntuan | 33 |
| 4.3.1 | Pembagian Fungsi | 34 |
| 4.4 | Alternatif Fungsi Bagian..... | 37 |
| 4.4.1 | Pembuatan Alternatif Fungsi Keseluruhan..... | 41 |
| 4.5 | Varian Konsep | 42 |
| 4.6 | Penilaian | 45 |
| 4.6.1 | Penilaian Varian Konsep..... | 45 |
| 4.6.2 | Keputusan | 47 |
| 4.7 | <i>Draft</i> Rancangan Awal..... | 47 |
| 4.8 | Optimasi | 47 |
| 4.9 | Perhitungan dan Simulasi <i>Stress Analysis</i> | 48 |
| 4.9.1 | Data Awal | 48 |
| 4.9.2 | Perhitungan Beban Total..... | 49 |
| 4.9.3 | Luas Penampang Batang..... | 49 |
| 4.9.4 | Tegangan Normal pada Batang..... | 50 |
| 4.9.5 | Analisis Momen Lentur | 51 |
| 4.9.6 | Gaya Hidrolik yang Diperlukan..... | 52 |
| 4.9.7 | Diameter Piston Hidrolik | 52 |
| 4.9.8 | Simulasi <i>Stress Analysis</i> | 53 |
| 4.9.9 | Hasil Simulasi | 53 |
| 4.9.10 | Analisis <i>Pin Connector</i> | 58 |

| | | |
|--------|------------------------------------|----|
| 4.9.11 | Evaluasi Keamanan..... | 59 |
| 4.10 | <i>Draft</i> Rancangan Final | 60 |
| 4.11 | Penyelesaian | 60 |
| 4.11.1 | Gambar Kerja..... | 60 |
| 4.11.2 | Animasi Gerak | 60 |
| BAB V | PENUTUP | 63 |
| 5.1 | Kesimpulan..... | 63 |
| 5.2 | Saran..... | 63 |
| | DAFTAR PUSTAKA | 65 |



DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 4.1 Tabel Koefisien Berat | 29 |
| Tabel 4.2 Deskripsi Dimensi Woojin TE170GE | 30 |
| Tabel 4.3 Spesifikasi Mesin Woojin TE170G5 | 32 |
| Tabel 4.4 Tabel Daftar Tuntutan | 33 |
| Tabel 4.5 Tabel Alternatif Fungsi Bagian..... | 36 |
| Tabel 4.6 Alternatif Fungsi Bagian..... | 37 |
| Tabel 4.7 Tabel Alternatif Fungsi Keseluruhan..... | 41 |
| Tabel 4.8 Penilaian Teknis..... | 45 |
| Tabel 4.9 Skala Penilaian..... | 46 |
| Tabel 4.10 Data Awal | 48 |
| Tabel 4.11 Ringkasan Beban Maksimum pada <i>Pin Connector</i> | 58 |
| Tabel 4.12 Bending Moment Maksimum pada <i>Pin Connector</i> | 58 |
| Tabel 4.13 Ringkasan Hasil <i>Stress Analysis</i> | 59 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 1.1 Proses Pemasangan Cetakan | 1 |
| Gambar 1.2 Alat Pemasangan Dari Samping..... | 2 |
| Gambar 1.3 Alat Angkat Di laboratorium Polman Babel | 3 |
| Gambar 2.1 <i>Crane</i> | 5 |
| Gambar 2.2 <i>Hand Stacker</i> | 6 |
| Gambar 2.3 Mesin Woojin TE170G5 | 10 |
| Gambar 2.4 Tegangan Tarik | 13 |
| Gambar 2.5 Tegangan Tekan | 13 |
| Gambar 2.6 Tegangan Bengkok..... | 14 |
| Gambar 2.7 Tegangan Gesek | 14 |
| Gambar 2.8 Diagram Tegangan Dan Regangan | 15 |
| Gambar 2.9 Pembebanan Statis..... | 16 |
| Gambar 2.10 Pembebanan dinamis berulang..... | 16 |
| Gambar 2.11 Pembebanan dinamis berganti..... | 16 |
| Gambar 2.12 Simbol dasar pengelasan | 18 |
| Gambar 2.13 Simbol Pelengkap Pengelasan..... | 19 |
| Gambar 2.14 Simbol dan Pegelasan..... | 20 |
| Gambar 2.15 Macam - Macam Baut | 21 |
| Gambar 2.16 Macam - Macam Mur..... | 22 |
| Gambar 4.1 Sketsa Layout Ruangan..... | 30 |
| Gambar 4.2 <i>Platen Dimension</i> | 30 |
| Gambar 4.3 Rumus Perkiraan <i>Mold Bases</i> | 31 |
| Gambar 4.4 Dimesin Mesin Woojin TE170G5..... | 32 |
| Gambar 4.5 Diagram <i>Black Box</i> | 34 |
| Gambar 4.6 Diagram Struktur Fungsi Alat <i>Lifting Device</i> | 35 |
| Gambar 4.7 Diagram Pembagian Sub Fungsi Bagian..... | 35 |
| Gambar 4.8 Desain Konsep 1..... | 42 |
| Gambar 4.9 Desain Konsep 2..... | 43 |
| Gambar 4.10 Desain Varian Konsep 3..... | 44 |

| | |
|--|----|
| Gambar 4.11 Distribusi Tegangan Von Mises - Kondisi Ketinggian Rendah..... | 51 |
| Gambar 4.12 Defleksi (URES) - Kondisi Ketinggian Rendah | 51 |
| Gambar 4.13 Distribusi Tegangan Von Mises - Kondisi Ketinggian Rendah..... | 52 |
| Gambar 4.14 Defleksi (URES) - Kondisi Ketinggian Sedang..... | 52 |
| Gambar 4.15 Distribusi Tegangan Von Mises - Kondisi Ketinggian Maksimum | 53 |
| Gambar 4.16 Defleksi (URES) - Kondisi Ketinggian Maksimum | 57 |



DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|----|
| LAMPIRAN 1 Biodata Diri | 67 |
| LAMPIRAN 2 Aspek Penilaian Teknis | 62 |
| LAMPIRAN 3 Gambar Kerja | 68 |



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Proses injection molding merupakan salah satu teknik produksi yang paling umum digunakan dalam industri manufaktur modern. Teknik ini mampu menghasilkan komponen plastik yang presisi dalam jumlah besar serta dalam waktu yang efisien. Mesin injeksi banyak digunakan karena kemampuannya menghasilkan produk dengan mutu tinggi dan akurasi yang konsisten (Groover, 2013). Namun, dalam praktiknya di lapangan, pemasangan dan pelepasan cetakan (mold) masih sering dilakukan secara manual, yang kemudian menimbulkan berbagai kendala, baik dari segi teknis maupun keselamatan kerja (Maidin, Yusof, & Ali, 2020).



Gambar 1.1 Proses Pemasangan Cetakan

(Sumber : <https://id.wikipedia.org/wiki/Berkas:Mold%26injectionmachine.jpg>)

Dalam proses penanganan cetakan, beberapa alat bantu umum digunakan, seperti Takel (*Chain Block*), *forklift*, *hand stacker*, dan *hydraulic table lifter*. Takel

(*Chain Block*) lazim dipakai untuk mold besar, tetapi membutuhkan ruang yang luas, baik secara vertikal maupun horizontal. Sementara *forklift* cukup efektif untuk pengangkatan dari bawah, tetapi manuvernya terbatas jika ruang kerja sempit. Di sisi lain, *hand stacker* dan *hydraulic lifter* lebih fleksibel untuk penggunaan mold berukuran sedang, namun tidak selalu tersedia atau kompatibel dengan konfigurasi mesin yang ada. Ada juga sistem rel geser (*rail slide system*), namun bersifat tetap dan tidak fleksibel terhadap perubahan posisi mesin (Górska & Caban, 2023).

Salah satu metode pemasangan mold yang kerap digunakan adalah dari posisi samping, terutama ketika ruang kerja terbatas atau layout mesin mengharuskannya. Akan tetapi, metode ini sering kali mengandalkan tenaga manusia dan minim alat bantu. Hal ini menyebabkan proses pemasangan menjadi lebih lambat, berisiko tinggi, dan kurang efisien. Tidak hanya itu, pemasangan manual juga berpotensi menimbulkan kesalahan penyelarasan antara cetakan dan pelat mesin, yang pada akhirnya dapat menyebabkan cacat produk, kerusakan alat, atau bahkan kecelakaan kerja (Górska & Caban, 2023).



Gambar 1.2 Alat Pemasangan Dari Samping

(Sumber : www.staubli.com)

Di lingkungan laboratorium permesinan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, permasalahan serupa juga ditemukan. Belum tersedia sistem pemasangan cetakan plastik yang dapat membantu di kondisi ruang terbatas dan kebutuhan fleksibilitas layout mesin. Alat bantu yang ada seperti Takel (*Chain Block*) memiliki dimensi besar dan membutuhkan ruang kerja yang luas, sehingga kurang cocok untuk kondisi laboratorium yang terbatas (Maidin et al., 2020).



Gambar 1.3 Alat Angkat Di laboratorium Polman Babel

Untuk itu, dibutuhkan suatu rancangan alat bantu berupa *mold lifting device* dari samping yang dirancang khusus agar sesuai dengan kebutuhan tersebut. Perangkat ini akan mengadopsi prinsip kerja *hydraulic table lifter*, dilengkapi sistem hidrolik untuk pengangkatan beban, serta didesain agar mampu bermanuver dengan mudah di ruang sempit. Dengan adanya alat ini, proses pemasangan cetakan diharapkan menjadi lebih cepat, lebih aman, dan lebih akurat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang alat pemasang cetakan dari samping ?
2. Bagaimana perhitungan dan analisis tegangan pada rancangan alat angkat cetakan pada mesin injeksi plastik *Woojin TE170G5* ?
3. Bagaimana simulasi gerak rancangan alat pemasang cetakan dari samping pada mesin *Woojin TE170G5* ?

1.3 Tujuan Proyek Akhir

Adapun tujuan dari proyek akhir ini dengan judul “Desain *Mold Lifting Device* dari samping pada mesin *Woojin TE170G5*” ini sebagai berikut:

1. Merancang alat pemasangan cetakan dari samping agar dapat dipasang pada mesin injeksi plastik *Woojin TE170G5* yang ada di laboratorium Polmanbabel.
2. Melakukan perhitungan dan analisis tegangan (*stress analysis*) pada rancangan alat pemasangan cetakan pada mesin *Woojin TE170G5*.
3. Melakukan simulasi gerak pada rancangan alat pemasangan cetakan dari samping pada mesin *Woojin TE170G5*.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Alat Angkat

Dalam industri injection molding, alat angkat digunakan untuk mempermudah proses pengangkatan dan pemasangan cetakan (*mold*) yang memiliki bobot besar dan tidak memungkinkan untuk dipindahkan secara manual. Dua jenis alat angkat yang umum digunakan adalah *crane* dan *hand straker*, yang dirancang untuk memastikan posisi cetakan tepat dan aman saat dimasukkan ke dalam mesin injeksi. Penggunaan alat ini tidak hanya meningkatkan efisiensi kerja, tetapi juga mengurangi risiko kecelakaan dan kerusakan cetakan akibat kesalahan penanganan. Proses pengangkatan harus direncanakan melalui *lifting plan* dan dilaksanakan oleh tenaga kerja bersertifikasi sesuai standar keselamatan kerja. (Renata et al., 2022)

2.1.1 Crane



Gambar 2.1 Crane

Crane merupakan alat angkat utama dalam industri *molding*, dirancang untuk mengangkat serta memindahkan cetakan (*mold*) dan material berat lainnya dengan kapasitas tinggi dan jangkauan luas. Peran krusial *crane* sangat terasa saat penggantian cetakan, yang menuntut ketepatan penempatan. Jenis-jenis umumnya meliputi *overhead crane* yang bergerak di atas rel pada struktur bangunan untuk

cakupan area luas, *gantry crane* yang mirip namun berkaki dan bergerak di lantai, serta *jib crane* yang memiliki lengan berputar untuk area kerja lebih kecil. Penggunaan crane harus senantiasa memperhatikan kapasitas angkat maksimal dan mematuhi prosedur keselamatan yang ketat demi operasional yang efisien dan aman.(Usman, 2018)

2.1.2 *Hand Straker*



Gambar 2.2 Hand Stacker

Hand Stacker merupakan jenis alat angkat yang ringkas dan efisien, kerap digunakan dalam industri *molding* untuk penanganan cetakan (*mold*) atau material dengan bobot sedang hingga ringan, terutama di area yang terbatas atau sempit. Berbeda dengan *crane* besar, *hand stacker* dioperasikan secara manual atau semi-otomatis, mengandalkan pompa hidroulik untuk mengangkat beban pada ketinggian tertentu melalui garpu atau platformnya. Alat ini sangat berguna untuk memindahkan cetakan dari rak penyimpanan ke troli, mengangkat material baku ke level mesin yang lebih rendah, atau menata produk jadi di gudang. Fleksibilitas dan ukurannya yang kompak menjadikan *hand stacker* ideal sebagai pelengkap alat angkat yang lebih besar, membantu meningkatkan efisiensi dan keamanan kerja di area yang sulit dijangkau oleh *crane* atau *forklift*. Penggunaannya wajib memperhatikan kapasitas beban dan prosedur operasional standar demi keselamatan kerja.(Febrianto et al., 2025)

2.2 Metodologi perancangan VDI 2222

Metode Verein Deutscher Ingenieure (VDI 2222) adalah cara kerja yang terstruktur untuk membuat sebuah perancangan, yang disusun oleh para insinyur di Jerman. Metode ini sangat memperhatikan kondisi sebenarnya di lapangan saat proses perancangan berlangsung. VDI 2222 membagi seluruh tahapan perancangan menjadi empat langkah utama yang berurutan (Nofirza et al., 2023). Empat langkah utama dalam perancangan menurut metode VDI 2222 adalah sebagai berikut:

1. Perencanaan

Tahap Perencanaan dan Klarifikasi Tugas merupakan landasan awal dalam proses perancangan. Tujuan utamanya adalah untuk mendefinisikan secara menyeluruh pekerjaan dengan mendalami masalah pada produk atau sistem yang akan dibuat. Pemahaman yang mendalam ini sangat penting agar perancangan dapat berjalan lebih terarah dan efisien, sehingga tujuan atau sasaran yang ditetapkan bisa tercapai dengan tepat. Untuk mengidentifikasi masalah, data pendukung dikumpulkan melalui berbagai cara, seperti wawancara langsung, studi pustaka dan penelitian terkait, meminta masukan dari para ahli, meninjau kembali desain yang sudah ada, serta melalui sesi curah pendapat. Hasil akhir dari tahap ini adalah tinjauan desain yang menyeluruh, serta kemampuan untuk memecah masalah desain yang rumit menjadi bagian-bagian (*sub masalah*) yang lebih kecil dan mudah dikelola, sehingga memudahkan penanganan tugas di tahap selanjutnya.

2. Pengkonsepkan

Tahap ini berfokus pada pengembangan beragam gagasan solusi yang mampu memenuhi semua persyaratan yang telah ditetapkan di awal. Makin banyak ide konsep yang berhasil dirumuskan, makin besar kemungkinan untuk mendapatkan konsep akhir yang unggul, sebab perancang akan memiliki lebih banyak alternatif pilihan untuk dipertimbangkan. Pada fase ini, konsep produk akan menampilkan wujud dan ukuran dasar dari produk atau sistem, tanpa perlu menyertakan detail dimensi yang terperinci.

3. Daftar Tuntutan

Daftar kebutuhan dan harapan yang harus dipenuhi oleh rancangan disusun berdasarkan informasi dan data yang telah diperoleh sebelumnya. Daftar ini diklasifikasikan menjadi tiga kategori, yaitu tuntutan utama, tuntutan sekunder, dan keinginan pengguna. Prioritas utama dalam proses perancangan adalah pencapaian tuntutan utama. Salah satu pendekatan yang digunakan untuk menyusun daftar ini adalah metode House of Quality (HoQ), yang membantu menghubungkan kebutuhan pengguna dengan karakteristik teknis produk.

a. Menguraikan Fungsi

Tujuan utama pada tahap ini adalah memperoleh penjabaran fungsi dari setiap bagian alat beserta penjelasannya. Untuk mencapainya, langkah awal yang dilakukan adalah menyusun analisis black box, kemudian dilanjutkan dengan menentukan batasan perancangan serta menyusun diagram fungsi tiap bagian dari alat yang dirancang.

b. Membuat Alternatif Fungsi Bagian

Pada tahap ini, perancangan perlu mencakup beberapa alternatif konsep untuk setiap fungsi bagian yang telah ditentukan sebelumnya. Konsep alternatif ini cukup disajikan dalam bentuk ukuran dasar dan bentuk umum, tanpa harus mencantumkan detail dimensi secara lengkap. Penyajian alternatif tidak harus menggunakan perangkat lunak CAD, melainkan bisa berupa gambar sketsa manual, foto komponen mesin, atau mekanisme alat lain yang relevan dan dapat diadaptasi ke dalam rancangan. Minimal disediakan tiga alternatif konsep untuk keperluan penilaian, namun jumlahnya dapat ditambah sesuai dengan kemampuan dan kreativitas perancang. Untuk menyeleksi alternatif yang paling tepat, dapat digunakan metode screening, disertai penjabaran kelebihan dan kekurangan dari masing-masing alternatif sebagai bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan.

c. Membuat Alternatif Fungsi Keseluruhan/Varian Konsep Keseluruhan

Pembuatan varian konsep dilakukan dengan mengombinasikan berbagai alternatif fungsi bagian melalui bantuan diagram atau tabel pemilihan. Tujuannya adalah menghasilkan beberapa kemungkinan rancangan utuh yang

berbeda. Setidaknya harus disusun tiga varian konsep sebagai dasar untuk proses evaluasi dan pemilihan konsep terbaik.

d. Varian Konsep

Pada tahap ini, dilakukan perancangan berdasarkan kombinasi dari alternatif fungsi bagian yang telah dipilih sebelumnya. Hasil dari proses ini berupa tiga varian konsep produk yang berbeda. Masing-masing varian disertai dengan penjelasan mengenai kelebihan dan kekurangannya, guna memudahkan proses evaluasi dan pemilihan desain yang paling optimal.

e. Penilaian Varian Konsep

Penilaian terhadap beberapa varian konsep dilakukan dengan melihat sisi teknis dan biaya dari masing-masing rancangan. Supaya proses penilaian lebih mudah, setiap fungsi bagian diberi nilai bobot sesuai tingkat pentingnya. Dari bobot tersebut, bisa diketahui fungsi mana yang lebih diprioritaskan. Ada dua metode yang bisa digunakan dalam penilaian ini, yaitu House of Quality (HoQ) dan scoring.

4. Merancang

Pada tahap ini, dilakukan proses penyempurnaan dan perhitungan menyeluruh terhadap konsep yang telah dipilih. Penyempurnaan bisa berupa menambahkan komponen pendukung, memperbaiki desain, atau menghilangkan bagian yang dianggap kurang efektif. Perhitungan yang dilakukan meliputi gaya yang bekerja, momen, kebutuhan daya (jika ada sistem transmisi), kekuatan bahan, pemilihan material, bentuk komponen pendukung, serta hal penting lainnya seperti faktor keamanan dan keandalan alat. Hasil akhirnya adalah desain akhir yang lengkap dan siap digambar dalam bentuk gambar teknik.

5. Penyelesaian Rancangan

Pada tahap ini dilakukan pembuatan gambar kerja dan gambar susunan produk. Kemudian dilanjutkan dengan penyelesaian dokumen seperti gambar, daftar bagian, spesifikasi tambahan, petunjuk pengerjaan dan sebagainya.

2.3 Mesin *Woojin TE170G5*



Gambar 2.3 mesin *Woojin TE170G5*

(Sumber : wojinplaimm.com)

Mesin *Woojin TE170G5* merupakan salah satu model mesin *injection molding* yang diproduksi oleh *Woojin Plaimm*, sebuah perusahaan asal Korea Selatan yang sudah berpengalaman dalam industri manufaktur mesin cetak plastik. Mesin ini dirancang untuk memberikan performa tinggi dalam proses pembuatan komponen plastik melalui metode *injection molding* dengan kapasitas *tonase* 170 ton. Mesin ini digunakan untuk berbagai jenis produksi massal dalam industri seperti otomotif, elektronik, serta barang konsumen, di mana presisi dan konsistensi kualitas produk sangat dibutuhkan. (wojin Plaimm 2020, n.d.)

Prinsip Kerja Mesin *Injection Molding* Mesin *Woojin TE170G5* beroperasi berdasarkan prinsip dasar *injection molding*, di mana bahan plastik yang masih dalam bentuk pelet atau granula dimasukkan ke dalam *hopper*, dipanaskan hingga mencapai titik leleh, dan kemudian disuntikkan ke dalam cetakan dengan tekanan yang sangat tinggi. Proses ini memastikan bahwa plastik dapat mengisi seluruh rongga cetakan dengan presisi.

Berikut adalah langkah-langkah dasar dalam proses tersebut:

1. Penyuntikan Bahan Plastik: Plastik yang telah dilelehkan disuntikkan ke dalam cetakan menggunakan *injection unit* dengan tekanan hingga 170 ton. Proses ini melibatkan pengaturan suhu dan tekanan yang sangat presisi untuk memastikan bahan dapat mengisi cetakan secara merata.

2. Pendinginan: Setelah plastik disuntikkan, cetakan ditutup dan bahan didinginkan. Waktu pendinginan sangat penting untuk menghasilkan produk yang tidak cacat. Mesin ini dilengkapi dengan sistem pendinginan yang efisien, yang memungkinkan proses pendinginan lebih cepat, sehingga mengurangi waktu siklus produksi.
3. Pelepasan Produk: Setelah proses pendinginan selesai, cetakan dibuka dan produk yang telah mengeras dikeluarkan menggunakan sistem *ejector*. Produk yang dihasilkan memiliki bentuk dan dimensi yang presisi, siap untuk digunakan atau diproses lebih lanjut.

2.4 Cetakan

Cetakan (mold) adalah rongga berbentuk presisi tempat plastik meleleh dibentuk dan didinginkan. Di dalamnya terdapat saluran pendingin yang menjaga suhu agar optimal selama proses injeksi. Baja pengeras lazim digunakan sebagai material mold karena kekuatan dan ketahanannya. Untuk aplikasi ringan seperti cetakan *styrofoam* kerap digunakan aluminium. Sementara itu, pada bagian mold yang memerlukan transfer panas tinggi seperti *core* atau *runner* sering dipakai paduan *copper-beryllium (BeCu)* yang konduktivitas termalnya mencapai sekitar dua kali lebih tinggi dari baja, sehingga dapat mengurangi waktu pendinginan dari 32 s menjadi 28 s – meningkatkan produktivitas 12,5 %.(Jagadeesan & Annamalai, 2025)

Fungsi utama mold dalam pencetakan plastik meliputi distribusi lelehan ke seluruh rongga dan pelepasan produk jadi. Oleh karena itu, desain mold harus mencakup berbagai sub sistem: *sprue*, *runner*, *gate*; *core* dan *cavity*; *guide/locator*; *cooling system*; *ejection system*; serta *mold base* .

Desain saluran pendingin menjadi sangat krusial karena *cooling time* menyumbang 60–80 % dari total siklus cetak. Studi perancangan konformal *cooling channels (CCC)* menunjukkan pengurangan waktu pendinginan hingga 62 % dibanding saluran konvensional, serta pendinginan yang lebih merata dan kualitas produk yang lebih tinggi.(Li et al., 2024)

Penelitian review juga menunjukkan bahwa saluran pendingin yang mengikuti kontur rongga (CCC) memberikan efisiensi termal signifikan

menurunkan *warpage*, mengurangi tekanan sisa, dan mengefektifkan transfer panas dibanding desain konvensional.

2.4.1 Cetakan *two plate*

Cetakan tipe *two-plate* merupakan salah satu jenis mold yang paling umum digunakan dalam proses injeksi plastik. Mold ini terdiri dari dua pelat utama, yaitu *cavity plate* yang menampung rongga cetak sekaligus jalur aliran (*runner*), dan *core plate* sebagai bagian tempat terbentuknya produk. Pada saat proses pembukaan cetakan (*mold open*), produk didorong keluar oleh sistem pendorong berupa *ejector pin*. Sementara itu, *runner* akan tertinggal di *cavity plate* yang terhubung dengan pelat tetap (*fixed plate*), dan ikut terpisah dari produk setelah mold terbuka. (Agarwal et al, 2016)

Desain cetakan ini sederhana dan efisien, hanya memiliki satu bidang parting, sehingga sangat cocok untuk produksi massal dengan waktu siklus yang cepat dan biaya pembuatan yang relatif rendah. (Philip & Elangovan, 2015)

2.4.2 Cetakan *three plate*

Cetakan *three plate* adalah jenis mold base yang terdiri dari tiga pelat, yaitu *stripper plate*, *cavity plate*, dan *core plate*. Saat cetakan dibuka, *sprue* dan *nozzle* bisa langsung terpotong bersamaan dengan terbukanya *cavity plate*. Hal ini memudahkan proses pengambilan runner secara manual, karena produk dan runner sudah terpisah. Pemisahan ini terjadi saat *stripper plate* bergerak setelah tertarik oleh *cavity plate*. Dalam proses ini juga terdapat celah antara *stripper* dan *cavity plate*, sehingga produk bisa keluar dari inti cetakan dengan lebih mudah.

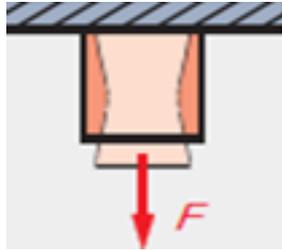
2.5 Tegangan

Tegangan merupakan ukuran seberapa besar gaya yang bekerja pada suatu luas penampang. Artinya, nilai tegangan dipengaruhi oleh besarnya gaya dalam yang diterima serta ukuran penampang yang menahan gaya tersebut. Semakin besar gaya atau semakin kecil luas penampangnya, maka tegangan yang terjadi akan semakin tinggi.

Tegangan dibagi menjadi beberapa bagian, sebagai berikut:

2.5.1 Tegangan Tarik

Tegangan ini mengakibatkan batang tertarik sehingga terjadi perpanj



Gambar 2.14 tegangan tarik

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

Keterangan:

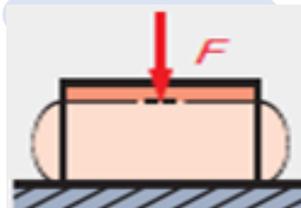
σ_t = Tegangan Tarik (N/mm²)

F = Gaya Tarik (N)

A = Luas Penampang (mm²)

2.5.2 Tegangan Tekan

Tegangan ini mengakibatkan batang tertekan sehingga terjadi perpendekan.



Gambar 2.15 tegangan tekan

$$\sigma_d = \frac{F_d}{A}$$

Keterangan :

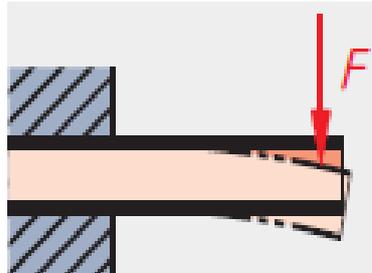
σ_d = Tegangan Tekan (N/mm²)

F_n = Gaya Tarik (N)

A = Luas Penampang (mm²)

2.5.3 Tegangan Bengkok

Pada tahap ini terjadi batang mengalami pembengkokkan



Gambar 2.16 Tegangan bengkok

$$\sigma_b = \frac{M_b}{A}$$

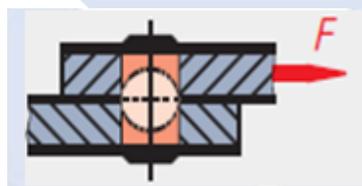
Keterangan:

σ_b = Tegangan bengkok (N/mm²)

M_b = Momen Bengkok (N)

A = Luas Penampang (mm²)

2.5.4 Tegangan Geser



Gambar 2.17 tegangan gesek

$$\tau_g = \frac{F_g}{A}$$

Keterangan:

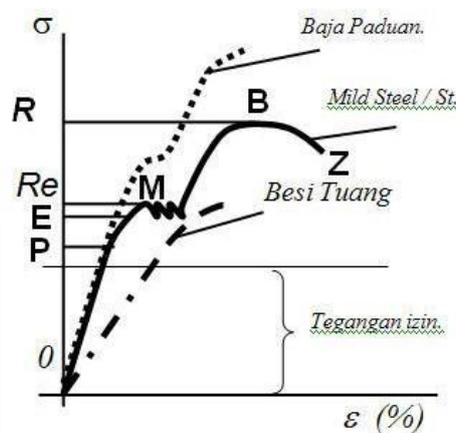
σ_g = Tegangan permukaan (N/mm²)

F_g = Gaya normal (N)

A = Luas Penampang (mm²)

2.5.5 Tegangan Izin

Dalam suatu konstruksi tegangan yang terjadi tidak boleh melebihi harga tegangan yang diizinkan, harga tegangan izin diambil dari harga kekuatan tarik maksimal (R_m) atau kekuatan mulur (R_e) suatu bahan dengan faktor keamanan, besarnya faktor keamanan tergantung dari kasus pembebanan yang diberikan dan kondisi kerja yang terjadi. Harga tegangan izin harus berada di bawah batas mulur (R_e) suatu bahan.



Gambar 2.18 Diagram Tegangan Dan Regangan

$$\begin{aligned} \sigma &\leq \sigma_{izin} \\ \tau &\leq \tau_{izin} \end{aligned}$$

$$\sigma_{izin} = \frac{Re}{S_{fm}}$$

$$\sigma_{izin} = \frac{Rm}{S_{fb}}$$

S_{fm} Faktor keamanan terhadap mulur

S_{fb} Faktor keamanan terhadap patah

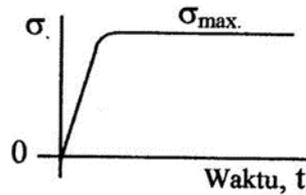
2.6 Pembebanan

Ada 3 jenis pembebanan pada suatu konstruksi mekanik yaitu:

- Pembebanan Statis

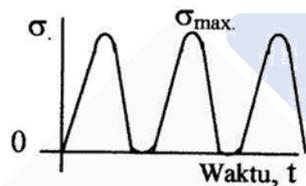
Jenis dan besarnya beban yang diberikan tetap untuk selamanya, sehingga tegangan naik dari nol ke maksimum dan tetap untuk selamanya

- Pembebanan Dinamis Berulang



Gambar 2.19 pembebanan statis

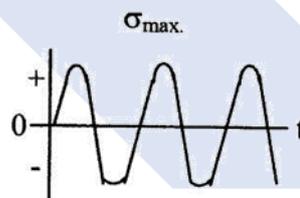
Jenis dan besarnya beban diberikan berulang-ulang ke arah yang sama, tegangan naik dari nol ke maksimum ke arah yang sama.



Gambar 2.20 pembebanan dinamis berulang

- Pembebanan Dinamis Berganti

Jenis dan besarnya beban maksimum diberikan berganti-ganti arah, sehingga tegangan naik dari nol ke maksimum ke arah yang berganti-ganti.



Gambar 2.21 pembebanan dinamis berganti

2.7 AutoCAD

AutoCAD adalah software berbasis CAD (*Computer-Aided Design*) yang digunakan untuk menggambar atau mendesain objek dalam bentuk 2D dan 3D. Program ini sangat populer di kalangan pelajar, mahasiswa teknik, dan profesional industri karena fiturnya yang lengkap dan hasil gambarnya yang presisi. *AutoCAD* dikembangkan oleh perusahaan Autodesk, Inc., dan pertama kali diluncurkan pada tahun 1982.(Tanjung, 2015)

Seiring waktu, *AutoCAD* terus diperbarui. Versi-versi terbaru sudah mendukung pemodelan 3D, pengeditan bentuk kompleks, dan fitur-fitur canggih seperti pemodelan parametrik dan mesh. Pengguna bisa dengan mudah membuat desain yang presisi dan juga menyesuaikan ukuran sesuai kebutuhan. Hasil gambar dari *AutoCAD* juga bisa sangat mendekati bentuk nyata dari objek aslinya.

AutoCAD digunakan dalam berbagai bidang, terutama dalam teknik dan industri. Beberapa contoh penggunaannya antara lain untuk menggambar desain rumah dan gedung, merancang bagian mesin seperti mur dan baut, mendesain jembatan, model kendaraan, hingga rancangan pesawat. Software ini membantu pengguna bekerja lebih efisien dan akurat, baik dalam tahap rancangan awal maupun dokumentasi teknis.

2.8 SolidWorks

SolidWorks adalah salah satu perangkat lunak desain berbasis CAD (*Computer-Aided Design*) yang dikembangkan oleh perusahaan *Dassault Systèmes*. Software ini digunakan untuk merancang komponen mesin (part), menyusun beberapa part menjadi *assembly*, serta membuat gambar teknik 2D (drawing). Dengan tampilan 3D yang realistis, *SolidWorks* memungkinkan pengguna melihat bentuk dan fungsi komponen sebelum dibuat secara nyata.

Perangkat lunak ini pertama kali diperkenalkan pada tahun 1995 sebagai alternatif dari software CAD lainnya seperti *Pro/Engineer*, *NX Siemens*, *CATIA*, dan *Autodesk Inventor*. *SolidWorks* awalnya dikembangkan oleh *Jon Hirschtick* bersama tim insinyur dan perusahaan *SolidWorks Corporation* yang berkantor di *Concord, Massachusetts*, Amerika Serikat. Versi perdana bernama *SolidWorks 95* diluncurkan sebagai solusi CAD 3D dengan harga yang lebih terjangkau namun tetap memiliki fitur yang kompetitif. (Kristanto, 2023)

Saat ini, *SolidWorks* banyak digunakan dalam dunia teknik, khususnya dalam pembuatan desain produk, rangka mesin, mold, serta struktur bangunan teknik. Keunggulan utama *SolidWorks* terletak pada kemudahan penggunaannya dan fitur lengkap yang mendukung proses analisis desain, seperti analisis tegangan, regangan, dan efek suhu. Software ini berbasis parametric modeling, yang

memungkinkan pengguna mengubah dimensi atau hubungan antar bagian tanpa harus menggambar ulang dari awal.

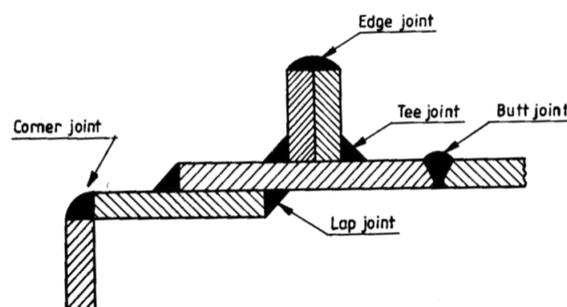
Dalam proses simulasi dan analisis kekuatan, *SolidWorks* dilengkapi dengan fitur *Finite Element Analysis (FEA)*, yang digunakan untuk mengetahui seberapa kuat sebuah komponen menahan beban sebelum mengalami kerusakan. Analisis ini menggunakan parameter seperti yield strength, yaitu batas tegangan maksimum sebelum suatu material berubah bentuk secara permanen. Jika tegangan masih di bawah nilai ini, maka material dianggap aman untuk digunakan karena bentuknya dapat kembali seperti semula.

Fitur-fitur simulasi statik dalam *SolidWorks* membantu pengguna dalam menghitung tegangan dan regangan secara cepat dan akurat, sehingga keputusan teknis dalam tahap desain dapat dilakukan lebih awal. Hal ini membuktikan bahwa *SolidWorks* sangat bermanfaat untuk keperluan desain mekanis dan analisis struktural dalam bidang teknik.

2.9 Elemen Pengikat

2.9.1 Pengelasan

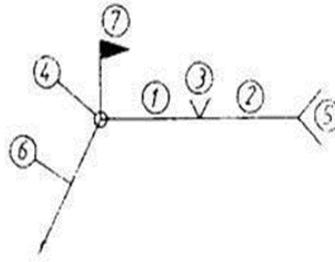
Pengelasan adalah proses menyatukan dua atau lebih bahan dengan menggunakan prinsip difusi, sehingga bagian-bagian yang disambung menjadi satu kesatuan. Dalam penyambungan logam, terdapat beberapa jenis sambungan las yang umum digunakan, yaitu sambungan *butt joint*, *filler atau tee joint*, *lap joint*, *edge joint*, dan *outside corner joint*.



Gambar 2.12 Simbol dasar pengelasan

(Sumber : www.omesin.com)

Berikut ini adalah penunjukkan pengelasan menggunakan metode proyeksi eropa.



Gambar 2.13 Simbol Petunjuk Pengelasan

(Sumber : www.omesin.com)

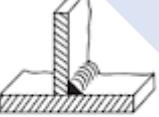
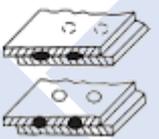
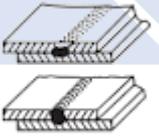
Keterangan:

1. Ukuran tebal las
2. Panjang pengelasan
3. Simbol pengelasan
4. Simbol untuk pengelasan keliling
5. Informasi lain yang perlu, misalkan proses pengelasan (dengan kode angka)
6. Garis menunjukkan
7. Lambing untuk pengelasan di lapangan.

| FLUSH | CONVEX | CONCAVE |
|-------|--------|---------|
| | | |

Gambar 2.14 Simbol Pelengkap Pengelasan

(Sumber : www.omesin.com)

| No. | Designation | Illustration | Symbol |
|-----|--|--|---|
| 1. | Butt weld between plates with raised edges (the raised edges being melted down completely) |  |  |
| 2. | Square butt weld |  |  |
| 3. | Single-V butt weld |  |  |
| 4. | Single-bevel butt weld |  |  |
| 5. | Single-V butt weld with broad root face |  |  |
| 6. | Single-bevel butt weld with broad root face |  |  |
| 7. | Single-U butt weld (parallel or sloping sides) |  |  |
| 8. | Single-U butt weld |  |  |
| 9. | Backing run; back or backing weld |  |  |
| 10. | Fillet weld |  |  |
| 11. | Plug weld; plug or slot weld |  |  |
| 12. | Spot weld |  |  |
| 13. | Seam weld |  |  |

Gambar 2.15 Simbol dan Pegelasan

(Sumber : www.omesin.com)

Berikut ini beberapa keuntungan menggunakan pengelasan sebagai elemen pengikat:

- Konstruksi ringan.
- Dapat menahan kekuatan yang tinggi.
- Cukup ekenomis.

- Kemungkinan terjadi korosi pada sambungan las rendah.
 - Tidak memerlukan perawatan khusus.
 - Mampu meredam getaran.
- Sedangkan kerugian menggunakan pengelasan adalah sebagai berikut:
- Perubahan struktur mikro dari bahan yang dilas sehingga terjadi perubahan sifat fisik maupun mekanis dari bahan yang dilas.
 - Memerlukan tenaga ahli dalam perakitan.
 - Konstruksi sambungan tidak dapat dibongkar pasang.

2.9.2 Baut Dan Mur

Baut dan mur merupakan komponen pengikat penting dalam struktur mesin. Kedua elemen ini memungkinkan sambungan yang dapat dibuka kembali tanpa merusak bagian yang disambungkan. Bentuk dan jenis baut serta mur sangat beragam, sehingga pemilihan jenisnya disesuaikan dengan fungsi dan kebutuhan penggunaan.



Gambar 2.16 Macam – Macam Baut

(Sumber : <https://www.monotaro.id>)

Pemilihan baut dan mur sebagai pengikat perlu dilakukan secara cermat agar ukurannya sesuai dengan beban yang akan diterima. Hal ini penting untuk

mencegah kerusakan pada mesin serta menghindari risiko kecelakaan kerja.



Gambar 2.18 Macam - Macam Mur

(Sumber : <https://www.monotaro.id>)

Beberapa aspek yang harus diperhatikan dalam menentukan ukuran baut dan mur meliputi jenis gaya yang bekerja pada baut, kondisi kerja, kekuatan material, dan tingkat ketelitian yang dibutuhkan. Berikut ini beberapa keuntungan penggunaan baut dan mur sebagai elemen pengikat:

- Mempunyai kemampuan yang tinggi dalam menerima beban
- Kemudahan dalam pemasangan
- Mudah dibongkar pasang tanpa perlu dirusak
- Dapat digunakan untuk berbagai kondisi operasi
- Mudah didapat karena komponen standar

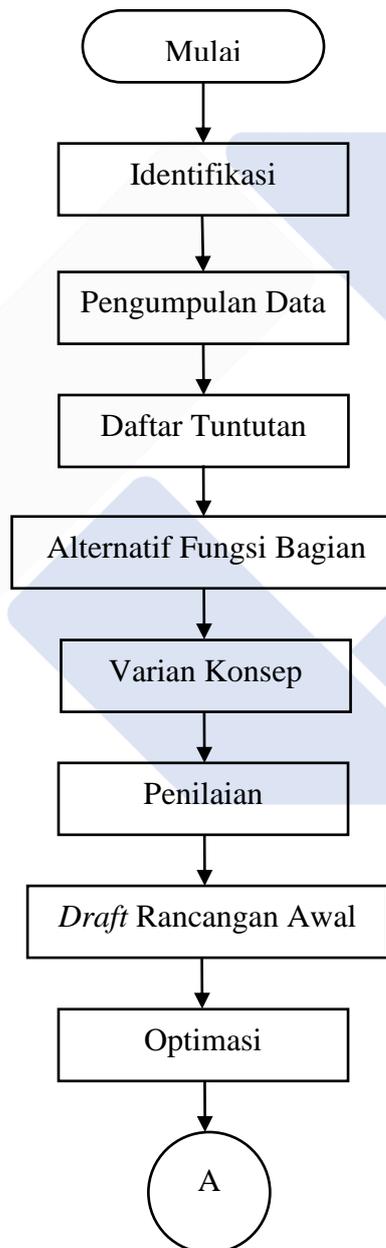
Sedangkan beberapa kerugian menggunakan baut dan mur sebagai elemen pengikat adalah sebagai berikut:

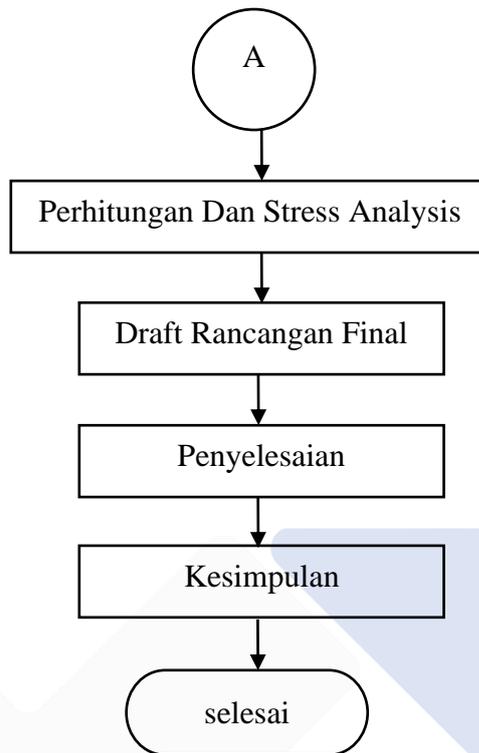
- Konsentrasi tegangan yang tinggi di daerah ulir
- Sambungan baut dan mur lambat laun akan longgar sehingga perlu dicek secara berkala
- Mempengaruhi berat konstruksi karena menambah beban.

BAB III

METODE PELAKSANAAN

Dalam bab ini menguraikan tentang metode perancangan VDI (*Verein Deutche Ingenieur*) 2222 digunakan dalam menyelesaikan rancangan alat pemasang cetakan (*mold*). Diagram alir yang digunakan dalam metode pelaksanaan seperti dibawah ini





Gambar 3.1 Diagram Alir

3.1 Identifikasi masalah

Dalam proses perancangan suatu produk teknik, tahap awal yang sangat penting adalah mengidentifikasi masalah secara sistematis. Identifikasi ini bertujuan untuk memahami kebutuhan dasar yang harus dipenuhi, hambatan teknis yang mungkin muncul, serta ruang lingkup perancangan yang akan dilakukan. Dalam tugas akhir ini, objek perancangan adalah alat bantu pengangkat dan pemasangan cetakan plastik dari samping pada mesin *Woojin TE170G5*. Salah satu permasalahan utama yang dihadapi di area kerja adalah keterbatasan ruang gerak di sekitar mesin, terutama pada bagian sisi mesin tempat proses pemasangan dan pelepasan cetakan plastik dilakukan.

3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan menggunakan beberapa metode untuk mendapatkan data yang ingin diinginkan, antara lain menggunakan metode survei dengan melakukan tindakan langsung turun ke lokasi, terkait dengan alat dalam proses pemasangan cetakan pada mesin *Woojin TE170G5*. Survei dilakukan dengan

mengukur mesin Woojin TE170G5 dan mengamati kondisi ruang kerja molding. Diskusi juga dilakukan dengan teknisi lapangan untuk mendapatkan informasi tambahan. Pengumpulan data diperkuat dengan mencari referensi dari buku dan artikel tentang alat pemasang cetakan, mesin injeksi plastik, dan metode VDI 2222.

3.3 Daftar Tuntutan

Pada tahap ini dijelaskan berbagai kebutuhan yang harus dipenuhi dalam pembuatan alat pemasang cetakan untuk mesin *Woojin TE170G5*. Semua kebutuhan tersebut dibagi menjadi tiga kelompok. Kelompok pertama adalah kebutuhan pokok yang berhubungan dengan cara kerja alat dan aspek teknis. Kelompok kedua mencakup kemudahan dalam pemakaian alat. Kelompok ketiga berisi harapan tentang bentuk dan penampilan alat.

3.4 Alternatif fungsi Bagian

Pada tahap ini dijelaskan fungsi dari setiap komponen utama alat pemasang cetakan mesin *Woojin TE170G5*. Setiap fungsi akan dikembangkan menjadi tiga alternatif desain beserta analisis kelebihan dan kekurangannya. Metode ini digunakan untuk mencari berbagai solusi terbaik bagi setiap fungsi alat. Tujuan utama pembuatan alat ini adalah membantu proses pemasangan cetakan di ruang kerja yang terbatas agar mesin dapat beroperasi secara optimal.

3.5 Varian konsep

Di tahapan ini, berbagai alternatif fungsi bagian dipilih dan dipadukan untuk menciptakan desain konsep alat pemasang cetakan plastik. Penelitian ini mengembangkan tiga variasi konsep yang akan dievaluasi guna mendapatkan konsep optimal sesuai persyaratan. Masing-masing konsep dianalisis keunggulan dan kelemahannya sebagai dasar pemilihan konsep terbaik.

3.6 Penilaian

Pada langkah ini, setiap pilihan desain dinilai menggunakan skala 1 sampai 4 sesuai dengan aturan VDI 2222, dimana untuk memudahkan proses penilaian, setiap fungsi atau bagian dari alat diberi nilai kepentingan yang berbeda-beda. Setelah membuat beberapa pilihan desain dan konsep yang berbeda, langkah

selanjutnya adalah menentukan fungsi mana yang paling penting dan harus diutamakan dibandingkan fungsi lainnya, dengan penilaian yang difokuskan pada segi teknis atau kemampuan kerja alat. Setelah melakukan penilaian menyeluruh, konsep terbaik dipilih berdasarkan nilai tertinggi yang mendekati angka sempurna (100%), sehingga dapat dihasilkan rancangan alat angkat untuk cetakan injeksi yang berkualitas dan sesuai dengan kebutuhan yang diharapkan

3.7 Draft Rancangan Awal

Pada tahap ini dilakukan pembuatan *draft* rancangan awal untuk alat pengangkat cetakan mesin Woojin TE170G5, sekaligus melakukan penyempurnaan desain pada beberapa bagian komponen dengan mengikuti panduan metode VDI 2222, sehingga menghasilkan bentuk konstruksi yang sederhana dan memudahkan proses mengangkat serta memasang cetakan.

3.8 Optimasi

Optimasi desain dilakukan terhadap gambar *draft* alat pemasang cetakan melalui berbagai pilihan fungsi yang berbeda dengan maksud untuk mendapatkan desain alat pemasang cetakan yang paling sesuai dan optimal.

3.9 Perhitungan dan Simulasi *Stress Analysis*

Analisis perhitungan merupakan proses untuk menentukan besarnya tekanan pada bagian-bagian penting yang berkaitan secara langsung dengan berat beban yang akan diangkat, kemudian dilanjutkan dengan simulasi tekanan sebagai pembuktian bahwa alat tersebut sanggup menahan beban sesuai kapasitas yang telah ditetapkan, dimana proses simulasi ini dikerjakan dengan menggunakan perangkat lunak *SolidWorks*.

3.10 Draft Rancangan Final

Penyusunan gambar *draft* rancangan akhir merupakan tahap penyelesaian atau penyempurnaan terakhir dari sketsa desain yang telah mengalami perbaikan dari versi awal dan telah melalui proses analisis perhitungan sesuai dengan kebutuhan dan persyaratan yang diperlukan.

3.11 Penyelesaian

Gambar kerja adalah bentuk dokumentasi teknis yang berfungsi sebagai panduan dasar dalam pembuatan suatu produk, dimana gambar ini wajib mencantumkan data yang menyeluruh baik dalam bentuk visual maupun tulisan, serta memuat ukuran dan batas toleransi yang diterapkan dalam rancangan tersebut. Gambar kerja ini menunjukkan pemodelan desain yang membantu dalam proses assembly produk dengan menggunakan gambar draft dan gambar susunan.

Animasi dibuat untuk memperlihatkan urutan kerja dan mekanisme pergerakan *Mold Lifting Device* sesuai desain. Visualisasi ini membantu memastikan kelancaran gerakan, menghindari interferensi antar komponen, serta memudahkan pemahaman konsep alat sebelum tahap pembuatan.

3.12 Kesimpulan

Kesimpulan merupakan penutup dari seluruh rangkaian tahap perancangan dan menghubungkan semua hasil kegiatan dari awal hingga akhir proses, kemudian menyajikan temuan dan analisis secara objektif, serta memberikan masukan yang konstruktif untuk pengembangan proyek ini ke depannya. Pada tahap ini telah diselesaikan pembuatan gambar draft desain akhir, gambar susunan, analisis perhitungan, dan simulasi tekanan.

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Identifikasi Masalah

Pada proses bongkar-pasang mold pada mesin Woojin TE170G5, masih ditemukan beberapa kendala di lapangan meskipun alat angkat telah tersedia. Proses pemasangan cetakan masih dilakukan dari arah atas sehingga menyulitkan operator. Ruang kerja yang terbatas dan ukuran pintu ruang kerja yang kecil membuat penggunaan alat angkat dari atas menjadi kurang efektif dan sulit untuk manuver. Alat yang ada juga belum dirancang untuk mengangkat dan memasang mold dari arah samping, padahal pemasangan dari samping dapat mempermudah proses di ruang yang terbatas. Kondisi ini menyebabkan proses pemasangan menjadi lebih lama, berisiko terhadap keselamatan kerja, dan membutuhkan tenaga ekstra. Oleh karena itu, diperlukan perancangan alat bantu berupa *Mold Lifting Device* dari samping yang mampu mengangkat mold, mudah bermanuver di ruang sempit, dan memudahkan pemasangan mold secara aman dan efisien.

4.1.1 Hal-Hal Yang Harus Dipertimbangkan Pemasangan Dari Samping

Pemasangan cetakan dari samping pada mesin injeksi perlu dilakukan dengan hati-hati agar prosesnya berjalan lancar, aman, dan tidak merusak mesin maupun cetakan. Beberapa hal penting yang perlu diperhatikan antara lain:

1. Ruang Gerak yang Cukup

Pastikan area samping mesin cukup luas agar alat angkat bisa masuk dan bergerak dengan bebas tanpa terhalang benda lain.

2. Ukuran Cetakan dan Alat Angkat

Ukuran cetakan harus sesuai dengan kapasitas alat angkat. Jangan sampai terlalu besar atau terlalu berat karena bisa menyulitkan saat dipindahkan ke mesin.

3. Keseimbangan Cetakan Saat Dipindah

Cetakan harus dalam posisi seimbang saat digerakkan agar tidak miring atau jatuh. Untuk itu, biasanya digunakan rel atau roda bantu agar pergerakan lebih stabil.

4. Keamanan Operator

Operator harus memakai alat pelindung diri dan mengikuti prosedur kerja yang aman. Selain itu, alat angkat harus memiliki pengunci agar cetakan tidak bergeser saat dipasang.

5. Kesesuaian dengan Mesin Wootin TE170G5

Alat angkat harus menyesuaikan tinggi dan ukuran mesin Wootin TE170G5, agar cetakan bisa masuk dengan pas dan tidak menyentuh bagian mesin lainnya.

6. Efisiensi Waktu

Pemasangan dari samping biasanya digunakan untuk mempercepat proses kerja. Maka alat angkat dan cara pemasangannya harus dibuat sepraktis mungkin, tapi tetap aman.

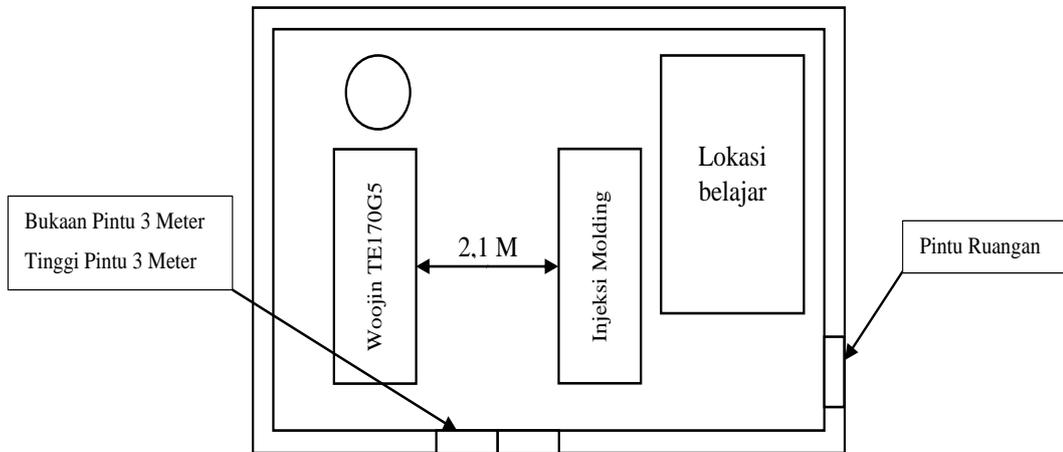
4.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui metode observasi lapangan, wawancara dengan teknisi, serta studi literatur. Observasi dilakukan langsung di ruang kerja mesin Wootin TE170G5 yang berada di laboratorium permesinan kampus. Tujuan utama dari pengumpulan data ini adalah untuk memperoleh informasi aktual mengenai kondisi fisik mesin, lingkungan kerja, dan keterbatasan teknis yang memengaruhi desain mold lifting device.

Hasil survei lapangan mencatat data berikut:

- Ukuran ruang kerja: 10 m × 9 m
- Ukuran pintu masuk ruang: 3 m × 3 m
- Jarak sisi samping mesin : ± 2,10 m
- Jenis lantai: Beton polos tanpa rel tanam
- Kondisi lingkungan: Tertutup, dengan pencahayaan dan ventilasi alami
- Akses alat berat/crane: Terbatas

Berdasarkan gambar (4.1), dirancang alat angkat yang dapat beroperasi dengan efisien pada ruang terbatas dan mampu melewati pintu masuk standar. Desain juga mempertimbangkan kemudahan manuver dalam ruang 10 × 9 meter, serta memanfaatkan sisi ruang 2,1 meter di samping mesin sebagai jalur pemasangan cetakan dari arah samping.

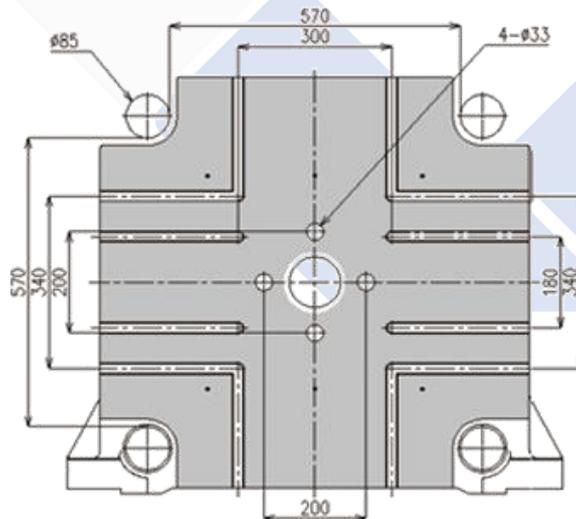


Gambar 4.1 Sketsa Layout Ruangan

4.2.1 Study Literatur

4.2.1.1 Data Volume Maksimum dan Berat maksimum Cetakan Plastik

Spesifikasi mold ditentukan berdasarkan ukuran mesin Woojin TE170G5, yang memiliki jarak antar *tie – bar* ($H \times V$) sebesar 570×570 mm, dimensi platen



Gambar 4.2 Platen Dimension

sebesar 840×810 mm, dan daylight maksimum (bukaan penuh mesin) sebesar 500 mm. Berdasarkan ukuran tersebut, dilakukan pencarian mold standar yang sesuai, dan dipilihlah mold standar *Futaba tipe 5580 S* karena dimensinya mendekati ukuran tie bar dan dapat dipasang pada mesin tersebut. Namun, dalam perhitungan

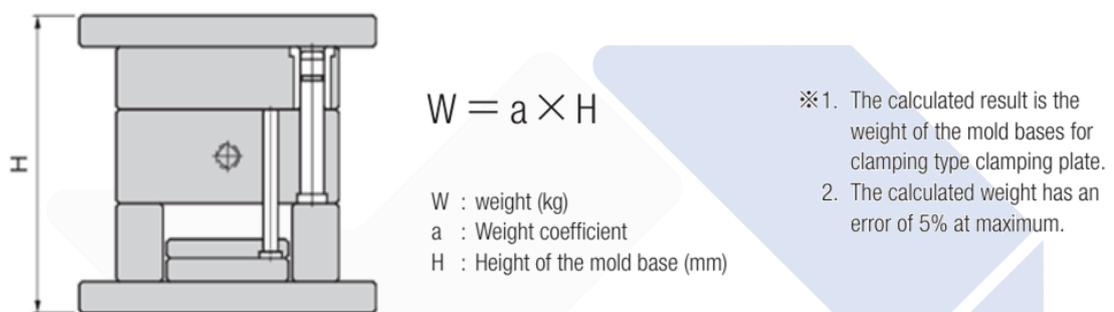
volume dan berat, mold diasumsikan sebagai balok penuh yang tersusun dari plat baja padat atau belum ada core dan cavity.

Perhitungan Volume dan Berat Cetakan (Mold)

Spesifikasi Mold

- Panjang (L) = 800 mm
- Lebar (W) = 550 mm
- Tinggi (H) = 500 mm

Perhitungan Volume



Gambar 4.3 Rumus Perkiraan mold bases

Tabel 4.1 Tabel Koefisien Berat

| Nominal dimension | Weight coefficient (a) | |
|-------------------|------------------------|--------------|
| | 2-plate type | 3-plate type |
| 5070 | 2.59 | 2.64 |

Volume mold :

$$\begin{aligned}
 V &= L \times W \times H \\
 &= 800 \text{ mm} \times 550 \text{ mm} \times 500 \text{ mm} \\
 &= 220,000,000 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$

Konversi ke meter kubik:

$$\begin{aligned}
 1 \text{ m}^3 &= 1,000,000,000 \text{ mm}^3 \\
 \text{Volume} &= 220,000,000 \text{ mm}^3 = 0.22 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Perhitungan Berat

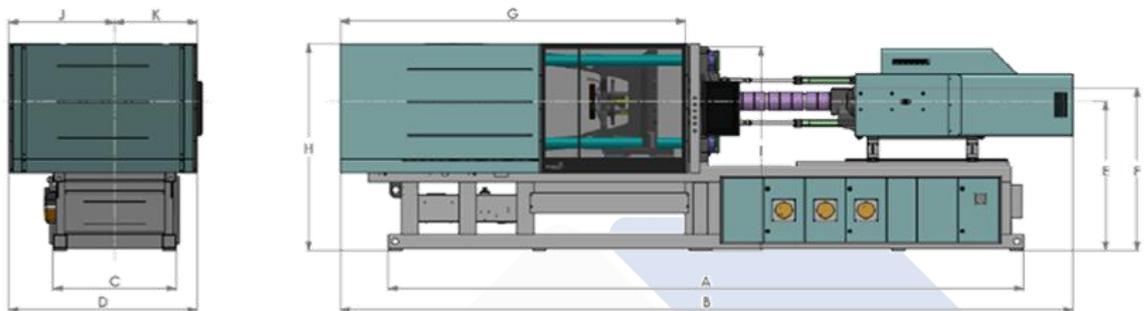
$$\begin{aligned}
 W &= a \times H \\
 &= 2.64 \times 500 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

= 1.320 kg = 1.32 ton

Berat perhitungan mempunyai kesalahan maksimum 5%

4.2.1.2 Data Mesin Woojin TE170G5

Mesin Woojin TE170G5 merupakan mesin injeksi plastik yang memiliki karakteristik sebagai berikut:



Gambar 4.4 Dimesin Mesin Woojin TE170G5

Tabel 4.2 Deskripsi Dimensi Woojin TE170GE

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K |
|---------|-----|------|-----|------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| TE170G5 | 500 | 5688 | 960 | 1540 | 1295 | 1410 | 2549 | 1969 | 1735 | 870 | 670 |

Tabel 4.3 Spesifikasi Mesin Woojin TE170G5

| <i>Clamping Unit</i> | Satuan | <i>Woojin TE170G5</i> |
|---|----------|-----------------------|
| <i>Clamping Force</i> | Ton (kN) | 170(1694) |
| <i>Distance between tie – bar (H x V)</i> | Mm | 570 x 570 |
| <i>Platen dimension (H x V)</i> | Mm | 840 x 840 |
| <i>Daylight</i> | Mm | 500 |
| <i>Max. Daylight</i> | Mm | 1000 |
| <i>Min. Mold height</i> | Mm | 180 |
| <i>Max. Mold height</i> | Mm | 500 |
| <i>Ejector force</i> | Ton (Kn) | 3.5 |
| <i>Ejector stroke</i> | Mm | 100 |

4.2.1.3 Memperjelas Kerja Alat

Alat angkat ini dirancang untuk membantu pemindahan mold ke mesin Woojin TE170G5 dari arah samping. Mold ditempatkan pada alat, kemudian alat dinaikkan hingga sejajar dengan rel yang terdapat pada mesin. Setelah posisi mold sejajar dengan rel, mold dapat didorong masuk ke dalam mesin melalui rel tersebut hingga mold terpasang dengan tepat pada posisinya. Alat ini dilengkapi dengan roda yang dapat berputar sehingga memudahkan pergerakan dan manuver dalam ruang kerja yang terbatas. Dengan demikian, proses pemasangan mold menjadi lebih cepat dan aman.

4.3 Daftar Tuntutan

Tabel 4.4 Tabel Daftar Tuntutan

| NO | Tuntutan | Deskripsi |
|---------|-------------------------|---|
| PRIMER | | |
| 1. | Maksimal beban diangkat | Alat mampu mengangkat beban 2 Ton. |
| 2. | Dimensi | Alat tidak melebihi 2000 mm (tinggi), 850 mm (lebar), dan 800 mm (Panjang) agar tetap sesuai dengan area kerja di sekitar mesin <i>Woojin TE170G5</i> . |
| 3. | <i>Locator</i> | Untuk memposisikan cetakan berada di tengah saat cetakan dipindahkan ke mesin injeksi.penjelasan |
| SKUNDER | | |
| 1. | Perawatan | Perawatan mudah dilakukan, tanpa memerlukan tenaga ahli. |
| 2. | Assembly | Mampu di rakit tanpa tenaga khusus |
| 3. | Pengoperasian | Mampu dioperasikan tanpa mengeluarkan tenaga yang banyak dan memerlukan tenaga ahli. |

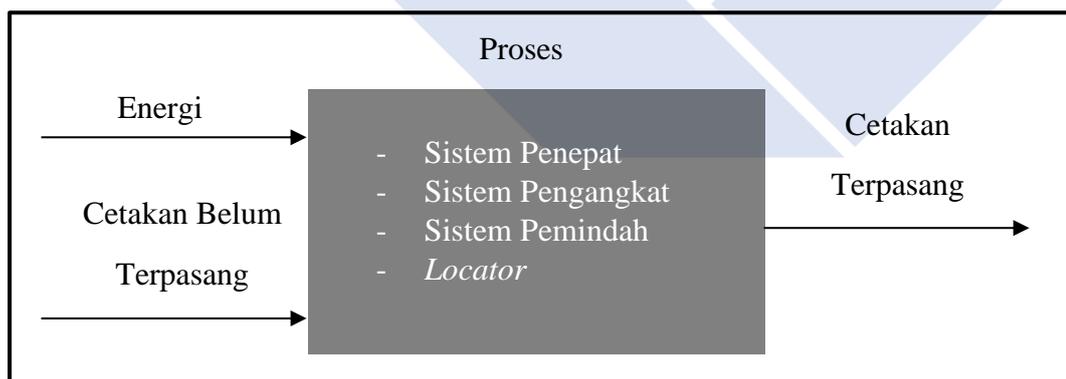
| | | |
|-----------|-------------------|--|
| 4. | Permesinan | mampu dibuat dengan alat yang ada di laboratorium permesinan Polman Babel. |
| 5. | Keamanan | Alat sudah di rancang mampu meminimalisi kecelakaan dan tidak mencelakan operator. |
| 6. | Mobilitas/manuver | Agar dapat bergerak diruangan terbatas. |
| KEINGINAN | | |
| 1. | Bentuk | Desain mesin menarik dan sederhana. |
| 2. | Penyimpanan | Alat tidak memerlukan ruangan yang khusus. |

4.3.1 Pembagian Fungsi

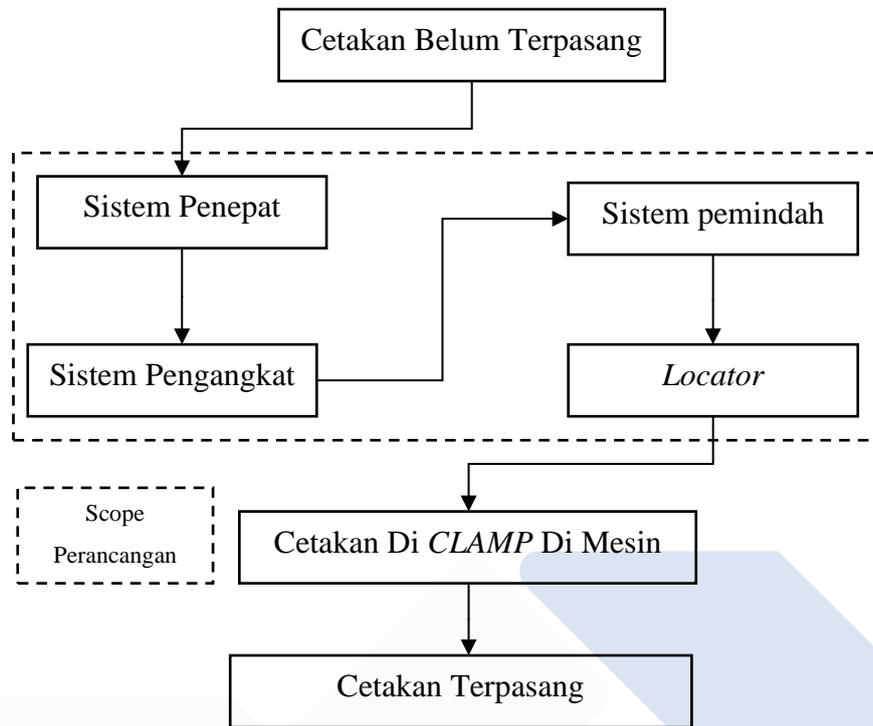
Pada tahap ini, dilakukan proses pemecahan masalah dengan metode black box untuk mengidentifikasi fungsi utama dari setiap bagian dalam alat angkat cetakan.

4.3.1.1 Black Box

Berikut ini merupakan analisis *black box* pada alat angkat untuk pemasangan cetakan di mesin *Woojin TE170G5*.

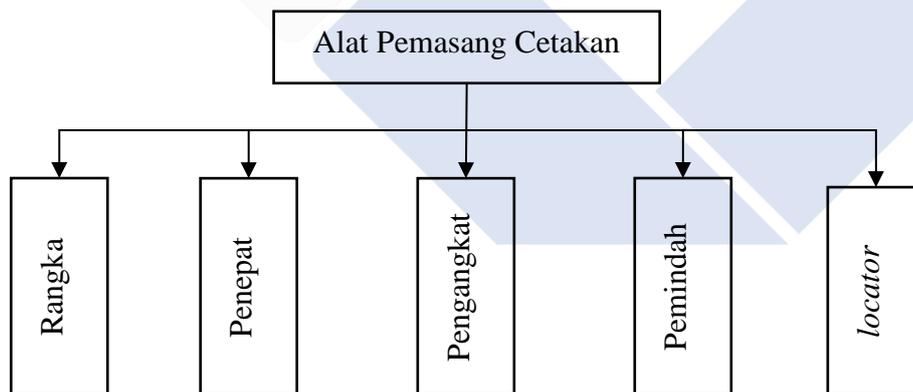


Gambar 4. 5 Diagram *Black Box*



Gambar 4. 6 Diagram Struktur Fungsi Alat *Lifting Device*

Di bawah ini merupakan ruang lingkup perancangan dari alat angkat untuk pemasangan cetakan, menerangkan tentang area yang dirancang pada alat angkat cetakan.



Gambar 4.7 Diagram Pembagian Sub Fungsi Bagian

Berdasarkan diagram struktur fungsi bagian alat angkat di atas selanjutnya dirancang alternatif solusi perancangan alat angkat untuk pemasangan cetakan berdasarkan sub fungsi bagian seperti ditunjukkan pada diagram dibawah ini.

4.3.1.2 Fungsi Bagian

Pada tahap ini, dijelaskan kebutuhan spesifik dari setiap fungsi bagian

(lihat Gambar 4.7), sehingga dalam merancang alternatif alat angkat untuk pemasangan cetakan rangka, pengangkat, penepatan, dan penggerak pembawa, fungsi tiap komponen alat angkat dapat memenuhi kriteria yang diharapkan. Berikut adalah subfungsi dari masing-masing bagian alat angkat untuk pemasangan cetakan.

Tabel 4.5 Tabel Alternatif Fungsi Bagian

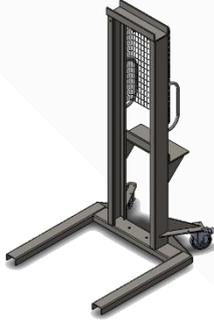
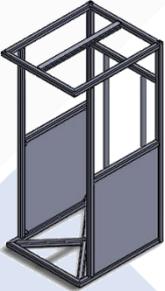
| No | Fungsi Bagian | Deskripsi |
|----|-----------------------|---|
| 1. | Fungsi Rangka | Rangka keseluruhan dirancang dengan mempertimbangkan kekuatan struktural dan kestabilan, sehingga mampu menahan beban kerja secara optimal. |
| 2. | Fungsi Penepat | Sebagai penahan cetakan yang dapat dikunci atau dilepas-pasang, untuk memastikan cetakan tetap pada posisi yang tepat saat berada di sistem pemindah. Mekanisme ini memungkinkan penguncian saat cetakan diangkat agar tidak bergeser, dan dapat dilepas saat proses pemasangan atau pemindahan cetakan ke mesin. |
| 3. | Fungsi Pengangkat | Mampu mengangkat dan memindahkan cetakan dengan beban maksimum 2 Ton. |
| 4. | Fungsi Pemindah | mampu dalam proses pemindahan atau mengeserkan cetakan secara horizontal ke mesin menggunakan sistem rel. |
| 5. | Fungsi <i>Locator</i> | Memposisikan cetakan secara presisi agar sejajar dan tepat terhadap nozzle mesin injeksi. Komponen ini memastikan cetakan berada pada titik yang benar sebelum proses pemasangan dan penguncian, sehingga mendukung kelancaran proses injeksi serta mencegah kesalahan alignment. |

4.4 Alternatif Fungsi Bagian

Penyusunan berbagai alternatif desain untuk setiap segmen fungsional dari perangkat pengangkat cetakan dilakukan pada tahap ini. Klasifikasi alternatif tersebut merujuk pada fungsi-fungsi yang teridentifikasi dalam Tabel 4.3, dan dilengkapi dengan visualisasi desain, serta evaluasi komparatif antara aspek positif dan negatif dari setiap opsi.

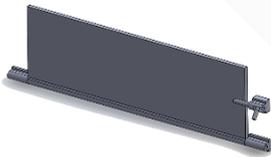
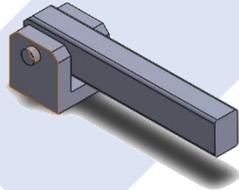
A. RANGKA

Tabel 4.6 Alternatif Fungsi Bagian

| A1 | Alternatif 1 | A2 | Alternatif 2 | A3 | Alternatif 3 |
|----|--|----|---|----|---|
| | Rangka 1 | | Rangka 2 | | Rangka 3 |
| |  | |  | |  |
| | <ul style="list-style-type: none"> Kelebihan <ol style="list-style-type: none"> Rangka cukup ramping. Sebagai alat pembawa yang baik. | | <ul style="list-style-type: none"> Kelebihan <ol style="list-style-type: none"> Rangka kokoh. Sebagai alat pengangkut dan pembawa yang baik. | | <ul style="list-style-type: none"> Kelebihan <ol style="list-style-type: none"> Rangka kecil. Sebagai pembawa yang baik. |

| | | |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Kekurangan <ol style="list-style-type: none"> 1. Rangka hanya baik sebagai pembawa 2. Rangka bagian bawah lebih banyak menerima beban | <ul style="list-style-type: none"> • Kekurangan <ol style="list-style-type: none"> 1. Rangka banyak menggunakan material. 2. Rangka bagian atas banyak menerima beban sehingga harus memerlukan keseimbangan pembebanan. | <ul style="list-style-type: none"> • Kekurangan <ol style="list-style-type: none"> 1. Rangka dan sistem penggerak vertikal menjadi satu bagian. 2. Sistem penggerak vertikal harus kokoh karena paling banyak menerima beban. |
|---|---|--|

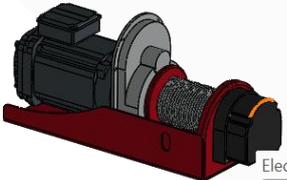
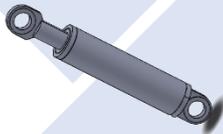
B. PENEPAT

| B1 | Alternatif 1 | B2 | Alternatif 2 | B3 | Alternatif 3 |
|----|---|----|---|----|---|
| | Penepat 1 | | Penepat 2 | | Penepat 3 |
| |  | |  | |  |

| | | |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Kelebihan <ol style="list-style-type: none"> 1. Lebih kokoh 2. Pengoprasian mudah tidak menggunakan banyak tenaga. | <ul style="list-style-type: none"> • Kelebihan <ol style="list-style-type: none"> 1. Elemen pengikat menggunakan baut. 2. Stopper kecil tapi kuat. | <ul style="list-style-type: none"> • Kelebihan <ol style="list-style-type: none"> 1. Elemen pingikat menggunakan pengelasan. 2. Proses permesinan tidak rumit. |
|--|---|---|

| | | |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Kekurangan <ol style="list-style-type: none"> 1. Plat lebih berat karena lumayan tebal. 2. Penggunaan material yang banyak. | <ul style="list-style-type: none"> • Kekurangan <ol style="list-style-type: none"> 1. Penampang kontak langsung dengan cetakan 2. Tidak halus dalam benturan. | <ul style="list-style-type: none"> • Kekurangan <ol style="list-style-type: none"> 1. Proses penggunaan lumayan ribet. 2. Penampang langsung kontak dengan cetakan. |
|---|--|--|

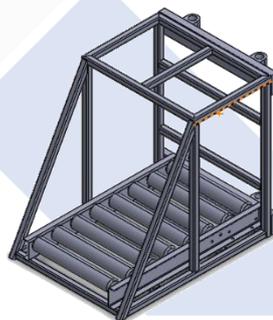
C. PENGANGKAT

| C1 | Alternatif 1 | C2 | Alternatif 2 | C3 | Alternatif 3 |
|----|---|----|---|----|---|
| | <i>Motor Winch</i> | | <i>Chain block</i> | | <i>Hydraulic</i> |
| |  | |  | |  |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Kelebihan <ol style="list-style-type: none"> 1. Tenaga menggunakan tenaga listrik. 2. Pengoprasian tidak menggunakan tenaga manual. | | <ul style="list-style-type: none"> • Kelebihan <ol style="list-style-type: none"> 1. Perawatan mudah. 2. Pengoprasian menggunakan tenaga yang dikeluarkan lebih sedikit. | | <ul style="list-style-type: none"> • Kelebihan <ol style="list-style-type: none"> 1. Tenaga menggunakan sistem angin. 2. Pengoprasian menggunakan tenaga lebih ringan. |

| | | |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Kekurangan <ol style="list-style-type: none"> 1. Perawatan cukup mudah. 2. Lebih kaku karena tali terbuat dari kawat baja. 3. Harga mahal | <ul style="list-style-type: none"> • Kekurangan <ol style="list-style-type: none"> 1. Tenaga menggunakan sistem manual 2. Rantai penggerak tergantung dapat mengganggu saat proses pemasangan. | <ul style="list-style-type: none"> • Kekurangan <ol style="list-style-type: none"> 1. Perawatan yang cukup rumit karena menggunakan oli sebagian pelumasan. 2. Penanganan yang cukup sulit saat terjadi kebocoran. |
|--|---|---|

D. PEMINDAH

| D1 | Alternatif 1 | D2 | Alternatif 2 | D3 | Alternatif 3 |
|----|------------------------|----|--------------------|----|----------------------|
| | <i>Conveyor Roller</i> | | <i>Roller Rail</i> | | <i>Double Slider</i> |



| | | |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Kelebihan <ol style="list-style-type: none"> 1. Lebih kokoh . 2. Lebih besar dan berat. | <ul style="list-style-type: none"> • Kelebihan <ol style="list-style-type: none"> 1. Lebih simpel mudah di buat. 2. Banyak menggunakan komponen standar. | <ul style="list-style-type: none"> • Kelebihan <ol style="list-style-type: none"> 1. Lebih simpel mudah di buat. 2. Lebih mudah dalam pengoprasikan. |
|---|---|---|

| D1 | Alternatif 1 | D2 | Alternatif 2 | D3 | Alternatif 3 |
|----|---|----|--|----|---|
| | <i>Conveyor Roller</i> | | <i>Roller Rail</i> | | <i>Double Slider</i> |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Kekurangan <ol style="list-style-type: none"> 1. Komponen banyak. 2. Kurang stabil. | | <ul style="list-style-type: none"> • Kekurangan <ol style="list-style-type: none"> 1. Komponen lumayan banyak. 2. Posisi poros kurang stabil. | | <ul style="list-style-type: none"> • Kekurangan <ol style="list-style-type: none"> 1. Komponen banyak. 2. Poros kurang stabil. |

E. LOCATOR

4.4.1 Pembuatan Alternatif Varian Konsep

Melalui metode morfologi, berbagai alternatif fungsi bagian dikombinasikan menjadi beberapa pilihan fungsi secara keseluruhan, yang kemudian disebut sebagai varian konsep dan disimbolkan dengan huruf “V”. Hasil kombinasi ini menghasilkan tiga variasi konsep yang berbeda.

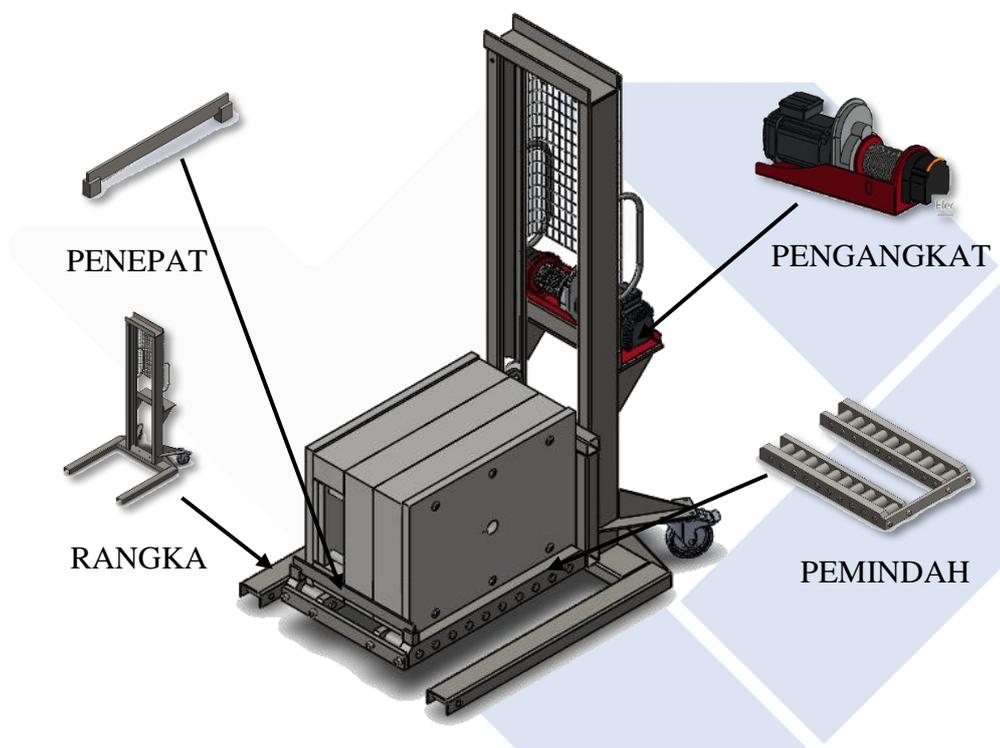
Tabel 4.7 Tabel Alternatif Fungsi Keseluruhan

| N0 | Fungsi Bagian | Varian Konsep (V) | | |
|----|-------------------|--------------------------|-----------|-----------|
| | | Alternatif Fungsi Bagian | | |
| 1. | Fungsi Rangka | A1 | A2 | A3 |
| 2. | Fungsi Penepat | B1 | B2 | B3 |
| 3. | Fungsi Pengangkat | C1 | C2 | C3 |
| 4. | Fungsi Pemindah | D1 | D2 | D3 |
| 5. | Fungsi Locator | E | E | E |
| | | V1 | V2 | V3 |

4.5 Varian Konsep

Melalui hasil analisis kotak morfologi, diperoleh tiga varian konsep yang divisualisasikan dalam bentuk model 3D. Setiap varian dijabarkan berdasarkan alasan pemilihan kombinasi sub-fungsi, disertai penjelasan mengenai kelebihan dan kekurangannya masing-masing.

A. Varian Konsep 1 (V1)

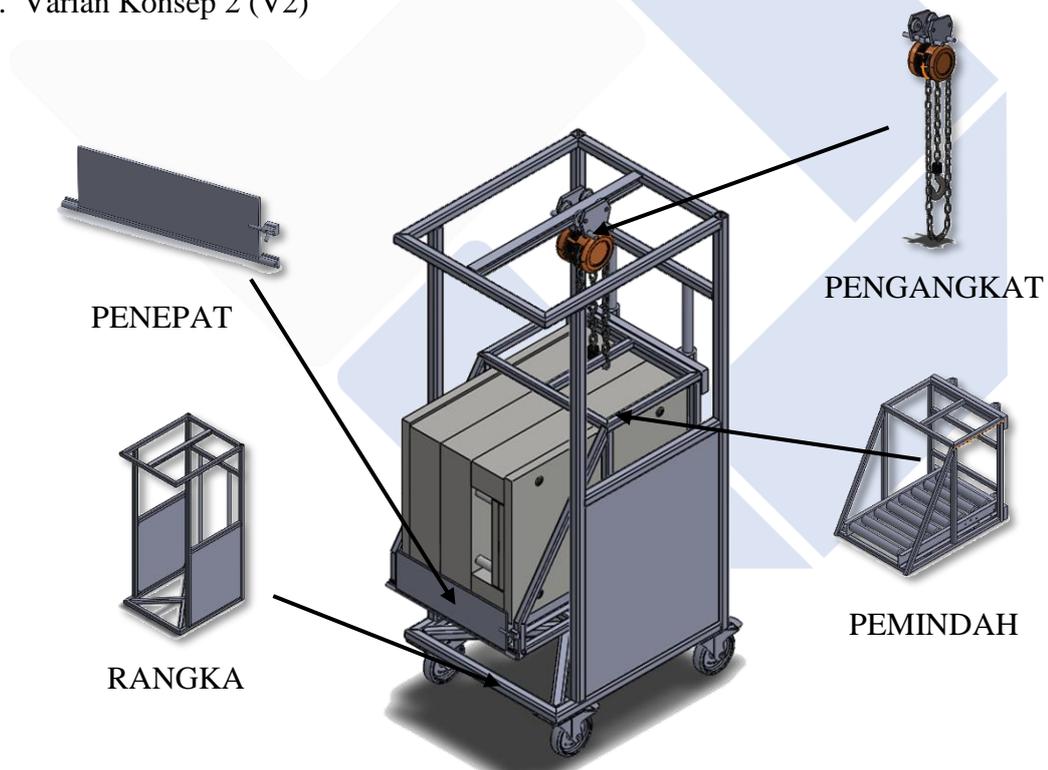


Gambar 4.8 Desain Konsep 1

Pada konsep varian pertama, proses pemasangan cetakan ke mesin injeksi dilakukan dari samping menggunakan mekanisme slider. Struktur utama alat ini dirancang dari material beam baja, dipilih karena kekuatannya dalam menahan beban dan momen lentur. Di bagian atas rangka dipasang roller dan pelat penopang untuk memfasilitasi pergeseran cetakan secara halus. Cetakan yang semula berada di tempat penyimpanan diangkat menggunakan crane laboratorium. Selanjutnya, untuk memindahkannya ke atas slider, sistem dilengkapi motor winch listrik yang menarik cetakan secara perlahan menggunakan kabel baja. Penggunaan winch mempermudah proses tanpa tenaga manusia berlebih, serta memberikan kontrol

lebih baik dalam pergerakan. Winch ini juga memiliki rem otomatis, sehingga pergerakan berhenti saat tombol dilepas, mencegah pergeseran tidak terkendali. Bagian belakang rangka dilengkapi pegangan dari besi sebagai alat bantu untuk mendorong dan mengarahkan alat ke posisi yang diinginkan. Empat roda dengan kapasitas beban hingga 2 ton dipasang di bagian bawah, memastikan alat tetap stabil saat digunakan untuk membawa cetakan yang berat. Agar cetakan terpasang tepat pada posisi clamping, digunakan sistem locator, yaitu alat penepat posisi yang memastikan cetakan terpusat dan sejajar dengan nozzle mesin injeksi. Locator ini membantu menghindari kesalahan posisi saat pemasangan. Setelah cetakan berada di posisi akhir, komponen stopper akan menghentikan gerakan agar cetakan tidak terdorong terlalu jauh ke dalam.

B. Varian Konsep 2 (V2)

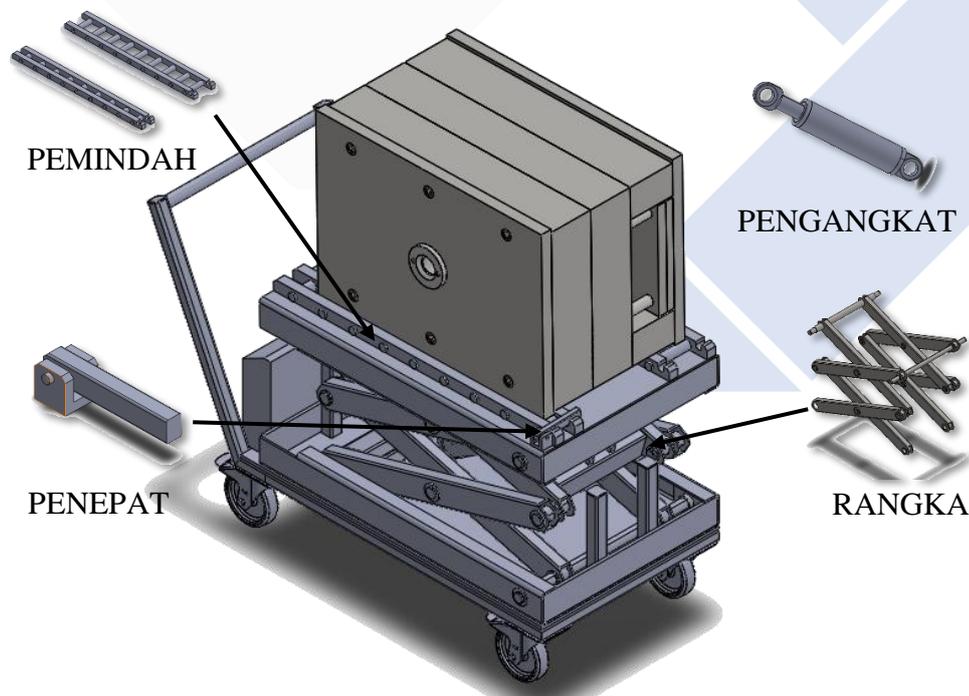


Gambar 4.9 Desain Konsep 2

Pada varian konsep kedua ini, sistem pengangkatan dan pemindahan cetakan dirancang menjadi satu kesatuan. Dudukan dan rangka pembawa cetakan dibuat sedemikian rupa agar mampu berfungsi untuk mengambil sekaligus membawa cetakan dari tempat penyimpanannya menuju mesin molding. Proses

diawali dengan pengangkatan cetakan menggunakan takel yang dikaitkan pada bagian atas cetakan. Setelah terangkat, posisi cetakan disesuaikan agar tepat berada di atas roller dan dikunci agar tidak bergeser setelah dimasukkan ke dalam dudukan alat. Selanjutnya, dudukan yang telah memuat cetakan tersebut diangkat kembali menggunakan crane yang terpasang pada bagian atas alat. Crane ini dirancang mampu bergerak secara horizontal untuk memindahkan cetakan ke arah mesin molding. Setelah cetakan berada di dudukan dan terangkat, cetakan diarahkan menuju sisi mesin molding. Sebelum dilakukan pemasangan, cetakan harus diposisikan sejajar dengan rel pemandu yang terdapat pada mesin. Pemasukan cetakan dilakukan secara manual dengan cara mendorongnya hingga berhenti pada posisi yang telah ditentukan, ditandai oleh adanya locator yang dipasang pada mesin molding untuk memastikan cetakan berhenti tepat di tengah nozzle mesin.

C. Varian Konsep 3 (V3)



Gambar 4.10 Desain Varian Konsep 3

Pada varian konsep ketiga, alat dirancang untuk memudahkan proses pengangkatan dan pemindahan cetakan dari tempat penyimpanan ke dalam mesin molding dengan sistem kerja bertahap. Langkah pertama dimulai dengan

meletakkan cetakan ke atas alat menggunakan alat bantu seperti takel atau crane. Setelah cetakan diletakkan, cetakan diposisikan tepat di atas rel roller yang terdapat pada permukaan atas alat. Cetakan kemudian dikunci menggunakan sistem penepat (locator penahan) agar tidak bergeser selama proses pengangkatan. Selanjutnya, cetakan diangkat secara vertikal menggunakan sistem hidrolik yang terdapat di bagian bawah alat. Gerakan pengangkatan ini membuat cetakan naik hingga sejajar dengan pintu masuk atau rongga mesin molding. Setelah ketinggian tercapai dan posisi rel pada alat sejajar dengan jalur masuk mesin, cetakan dipindahkan ke dalam mesin dengan cara didorong secara manual melalui jalur roller rail. Karena permukaan bawah cetakan bersentuhan dengan roller, proses dorong ini menjadi ringan dan tidak memerlukan banyak tenaga operator. Begitu cetakan masuk sepenuhnya ke dalam mesin molding, sistem locator pada alat memastikan bahwa cetakan berhenti di posisi yang tepat, sejajar dengan nozzle mesin. Setelah itu, cetakan dikunci atau di-clamp untuk menjaga kestabilan dan mencegah pergeseran selama proses produksi berlangsung.

4.6 Penilaian

4.6.1 Penilaian Varian Konsep

Tabel 4.8 Penilaian Teknis

| 4 | 3 | 2 | 1 |
|------|-------|--------|-------|
| BAIK | CUKUP | KURANG | BURUK |

Pada tahap perancangan, dilakukan penilaian varian konsep untuk memilih desain terbaik. Penilaian menggunakan skala 4–1, yaitu 4 (Baik), 3 (Cukup), 2 (Kurang), dan 1 (Buruk). Skala ini membantu menilai sejauh mana setiap konsep memenuhi aspek teknis. Dengan metode ini, alternatif desain dapat dibandingkan secara objektif sehingga keputusan akhir lebih terukur dan dapat dipertanggungjawabkan.

4.6.1.1 Kriteria Penilaian

Setelah merancang beberapa alternatif dari fungsi utama alat, langkah selanjutnya adalah melakukan evaluasi terhadap setiap varian konsep guna

menentukan pilihan terbaik yang akan dilanjutkan ke tahap pembuatan rancangan awal. Proses penilaian ini hanya mempertimbangkan aspek teknis sebagai kriteria utama. Setiap varian dinilai berdasarkan skala tertentu yang telah ditetapkan dan disusun dalam bentuk tabel. Skala tersebut merujuk pada indikator teknis yang telah ditentukan sebelumnya untuk memberikan nilai yang sesuai terhadap masing-masing konsep.

4.6.1.2 Penilaian Dari Aspek Teknis

Tabel 4.9 Penilaian Aspek Teknis

| No | Aspek yang dinilai | Bobot | Varian Konsep | | | | | | Nilai Ideal | |
|----------------|--------------------|-------|---------------|----|--------|----|--------|----|-------------|----|
| | | | V1 | | V2 | | V3 | | | |
| 1. | Pencapaian fungsi | 3 | 4 | 12 | 4 | 12 | 4 | 12 | 4 | 12 |
| 2. | Pemesinan | 2 | 4 | 8 | 3 | 6 | 4 | 8 | 4 | 8 |
| 3. | Manuver | 2 | 2 | 4 | 4 | 8 | 4 | 8 | 4 | 8 |
| 4. | Perakitan | 2 | 3 | 6 | 4 | 8 | 3 | 6 | 4 | 8 |
| 5. | Perawatan | 2 | 4 | 8 | 3 | 6 | 4 | 8 | 4 | 8 |
| 6. | Penyimpanan | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 7. | Keamanan | 2 | 2 | 4 | 4 | 8 | 3 | 6 | 4 | 8 |
| 8. | Locator | 2 | 4 | 8 | 4 | 8 | 4 | 8 | 4 | 8 |
| Nilai Total | | | 42 | | 57 | | 60 | | 64 | |
| Persentase (%) | | | 65.63% | | 89.06% | | 93.75% | | 100% | |

Penilaian dari aspek teknis dilakukan untuk menyeleksi varian konsep berdasarkan delapan kriteria, yaitu pencapaian fungsi, pemesinan, manuver, perakitan, perawatan, penyimpanan, keamanan, dan locator. Masing-masing kriteria diberikan bobot sesuai tingkat kepentingannya, lalu setiap varian konsep dievaluasi dengan skala penilaian.

Dari hasil perhitungan, varian V1 memperoleh nilai total 42 dengan persentase 65,63%, varian V2 memperoleh nilai 57 dengan persentase 89,06%, sedangkan varian V3 memperoleh nilai tertinggi yaitu 60 dengan persentase 93,75%. Hal ini menunjukkan bahwa varian V3 lebih unggul dibandingkan dua

varian lainnya karena lebih mampu memenuhi hampir semua aspek teknis yang dinilai, dan hasilnya juga paling mendekati nilai ideal (100%).

Dengan demikian, berdasarkan analisis teknis, varian V3 direkomendasikan sebagai alternatif desain yang paling layak dipilih untuk tahap perancangan selanjutnya.

4.6.2 Keputusan

Setelah meninjau berbagai pilihan desain diputuskan untuk memilih yang paling unggul. Pilihan ini didasarkan pada seberapa dekat kinerja desain tersebut dengan hasil yang sempurna (100%). Dari hasil perbandingan yang teliti, Varian Konsep 3 (V3) terbukti menunjukkan performa terbaik. Desain ini berhasil mengumpulkan total 60 poin dari 64 poin maksimal, yang berarti mencapai sekitar 93.75% dari target ideal. Berkat pencapaian yang sangat baik ini, Varian Konsep 3 (V3) akan menjadi acuan utama dan melanjutkan proses pengembangan dan penyempurnaan desain ini untuk Mold Lifting Device dari Samping yang akan digunakan pada Mesin *Woojin TE170G5*.

4.7 Draft Rancangan Awal

Pada tahap ini dilakukan penyusunan gambar rancangan awal alat bantu pengangkat untuk proses pemasangan cetakan pada mesin *Woojin TE170G5*. Selain itu, dilakukan juga optimalisasi desain pada beberapa komponen utama serta analisis perhitungan teknis untuk memastikan kekuatan dan efisiensi alat. Hasil dari tahapan ini adalah detail konstruksi yang sederhana namun kuat, serta memudahkan proses instalasi cetakan ke mesin injeksi secara praktis dan efisien.

4.8 Optimasi

Setelah pemilihan varian konsep yang dianggap paling sesuai, langkah selanjutnya adalah melakukan penyempurnaan pada beberapa alternatif fungsi guna menghasilkan desain alat angkat yang optimal. Pada tahap optimasi, dilakukan penambahan sistem linier pada bagian pemindah mold. Penambahan ini sangat penting karena tanpa adanya linier, pergerakan mold tidak akan sejajar dengan rel

yang terdapat pada mesin injeksi, sehingga pemasangan mold menjadi sulit dilakukan. Dengan adanya sistem linier, arah gerakan mold dapat dikontrol secara presisi sehingga posisi mold dapat langsung menyesuaikan rel mesin.

Selain itu, penerapan linier juga meningkatkan kestabilan pergerakan, mengurangi kemungkinan terjadinya gesekan berlebih, serta menjaga agar proses pemasangan berlangsung lebih cepat dan aman. Dengan demikian, optimasi berupa penambahan linier pada sistem pemindah tidak hanya memudahkan proses penyelarasan dengan mesin injeksi, tetapi juga meningkatkan efisiensi dan keamanan operasional secara keseluruhan.

4.9 Perhitungan dan Simulasi *Stress Analysis*

Pada sub bab ini dilakukan perhitungan beban dan analisis kekuatan struktur utama pada alat table lift yang digunakan untuk mengangkat cetakan. Perhitungan bertujuan memastikan bahwa komponen alat mampu menahan beban tanpa mengalami kegagalan mekanis.

4.9.1 Data Awal

Tabel 4.10 Data Awal

Sumber : woojinplaimm 2020

Sumber : Futuba Moldbase 2014

Sumber : Futuba Moldbase 2014

| Parameter | Nilai |
|-------------------------------|---------------------------|
| Massa cetakan | 1320 kg |
| Massa tambahan | 41,7 kg (double conveyer) |
| Massa total | 2141,7 kg |
| Percepatan gravitasi | 9,81 m/s ² |
| Dimensi batang | 850 mm × 80 mm × 40 mm |
| Tebal batang | 4 mm |
| Material batang | ASTM A36 Steel |
| Tegangan luluh (σ_y) | 250 MPa |
| Modulus elastisitas (E) | 200 GPa |

4.9.2 Perhitungan Beban Total

Beban total yang harus diangkat adalah jumlah massa seluruh komponen dikalikan percepatan gravitasi:

$$\begin{aligned}W &= m \times g = 2141,7 \times 9,81 \text{ m/s}^2 \\ &= 21.011,1 \text{ N}\end{aligned}$$

Keterangan :

W = Beban total (N)

m_{total} = Massa total komponen (kg)

g = Percepatan gravitasi (9.81 m/s²)

4.9.3 Luas Penampang Batang

Luas penampang hollow rectangular dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}A &= (b \times h) - [(b - 2t)(h - 2t)] \\ A &= (80 \times 40) - (72 \times 32) = 3.200 - 2.304 = 896 \text{ mm}^2 \\ A &= 896 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Keterangan :

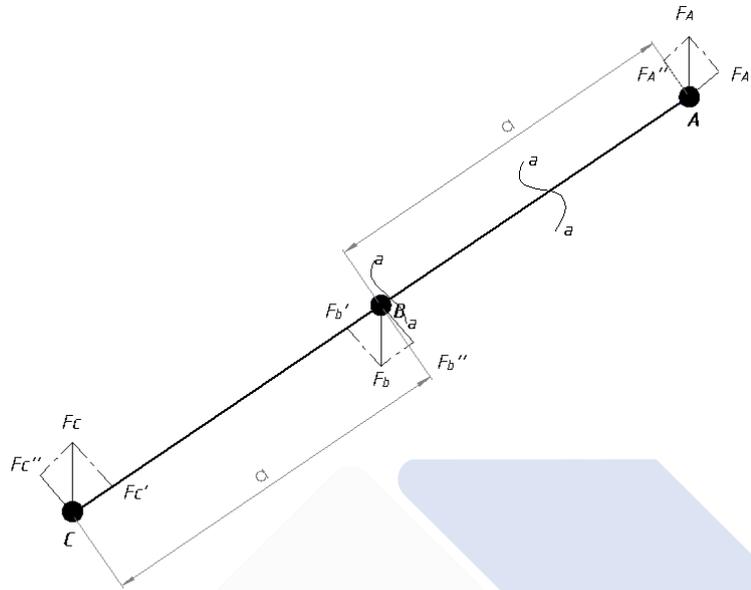
A = Luas penampang (m²)

b = Lebar profil hollow (mm)

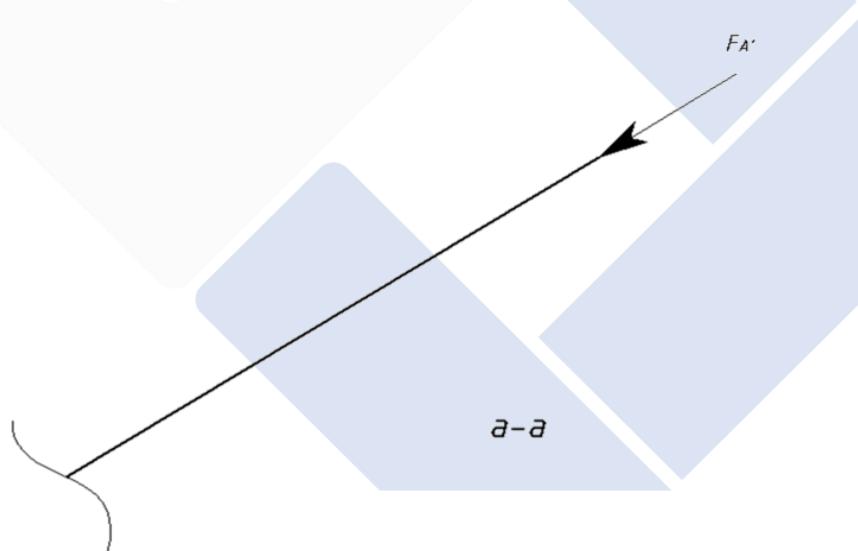
h = Tinggi profil hollow (mm)

t = Tebal dinding profil hollow (mm)

4.9.4 Tegangan Normal pada Batang



Gambar 4.11 DBB Tegangan Batang



Gambar 4.12 DBB Tegangan Tekan Batang

$$F_{A'} = F_A \cdot \sin \alpha$$

$$F_{A''} = F_A \cdot \cos \alpha$$

Tegangan tarik/tekan batang karena beban axial adalah:

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{5.250}{896} = 5,85 \text{ Pa} = 5,85 \text{ MPa}$$

Keterangan :

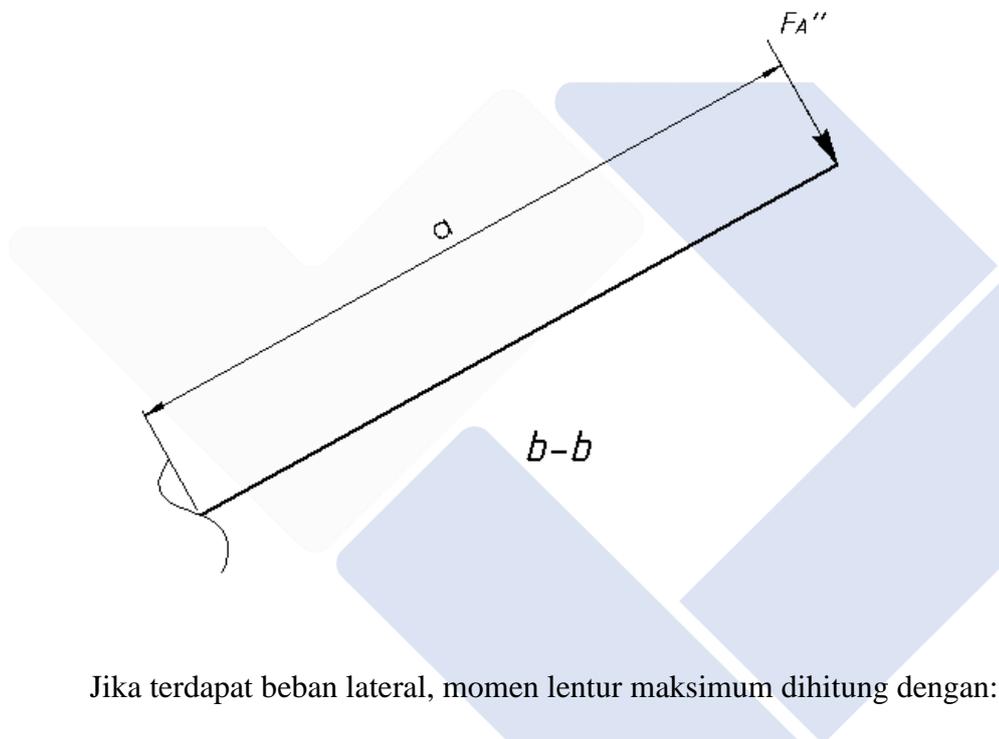
σ = Tegangan normal (Pa atau MPa)

F = Gaya/beban aksial (N)

A = Luas penampang (m^2)

Nilai ini lebih kecil dari tegangan luluh material ASTM A36 (250 MPa), sehingga aman terhadap beban tarik.

4.9.5 Analisis Momen Lentur



Jika terdapat beban lateral, momen lentur maksimum dihitung dengan:

$$M = F \times L = 21.011,1 \times 0,85 = 17.859,4 \text{ Nm}$$

Momen inersia batang:

$$I = \frac{1}{12} [bh^3 - (b - 2t)(h - 2t)^3]$$

Tegangan lentur maksimum:

$$I = \frac{1}{12} [80 \times 40^3 - 72 \times 32^2] = 230.058,7 \text{ mm}^3 = 2,30 \times 10^{-7} \text{ m}^4$$

$$\sigma_b = \frac{M \cdot c}{I} = \frac{17.856,4 \times 0.02}{2,3 \times 10^{-7}} = 1.553,7 \text{ MPa}$$

Keterangan :

M = Momen lentur maksimum (Nm)

L = Panjang batang (m)

I = Momen inersia penampang (m^4)

σ_b = Tegangan lentur (Pa atau MPa)

c = Jarak dari sumbu netral ke permukaan terluar (m)

Nilai tegangan lentur ini melebihi tegangan luluh, sehingga diperlukan perbaikan desain pada batang agar lebih aman.

4.9.6 Gaya Hidrolik yang Diperlukan

Dengan sudut mekanisme scissor lift $\theta = 35^\circ$:

$$F_{hidrolik} = \frac{W}{2 \sin \theta} = \frac{21.001,1}{2 \sin (35^\circ)} = \frac{21.001,1}{1,148} = 18.300 \text{ N}$$

Keterangan :

$F_{hidrolik}$ = Gaya hidrolik yang dibutuhkan (N)

W = Beban total (N)

θ = Sudut mekanisme scissor lift ($^\circ$)

4.9.7 Diameter Piston Hidrolik

Dengan tekanan kerja hidrolik $P = 10 \text{ MPa}$:

$$A = \frac{F}{P} = \frac{18.300}{10 \times 10^6} = 1,83 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 1,83 \times 10^{-3}}{3,14}} = 0,0482 \text{ m} = 48,2 \text{ mm}$$

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 1,83 \times 10^{-3}}{3,14}} = 0,0482 \text{ m} = 48,2 \text{ mm}$$

Keterangan:

A = Luas penampang piston hidrolik (m^2)

D = Diameter piston hidrolik (m atau mm)

P = Tekanan kerja hidrolik (Pa atau MPa)

Berdasarkan hasil perhitungan alat lifting device dinyatakan aman terhadap beban aksial karena tegangan yang terjadi masih di bawah tegangan luluh material. Namun, tegangan lentur yang sangat tinggi menunjukkan potensi kegagalan akibat momen lateral, sehingga perlu perbaikan desain. Gaya hidrolik yang dibutuhkan sebesar 18.300 N dengan diameter piston minimal 48,2 mm. Secara umum, alat aman untuk mengangkat beban vertikal, tetapi perlu evaluasi terhadap kekuatan lentur.

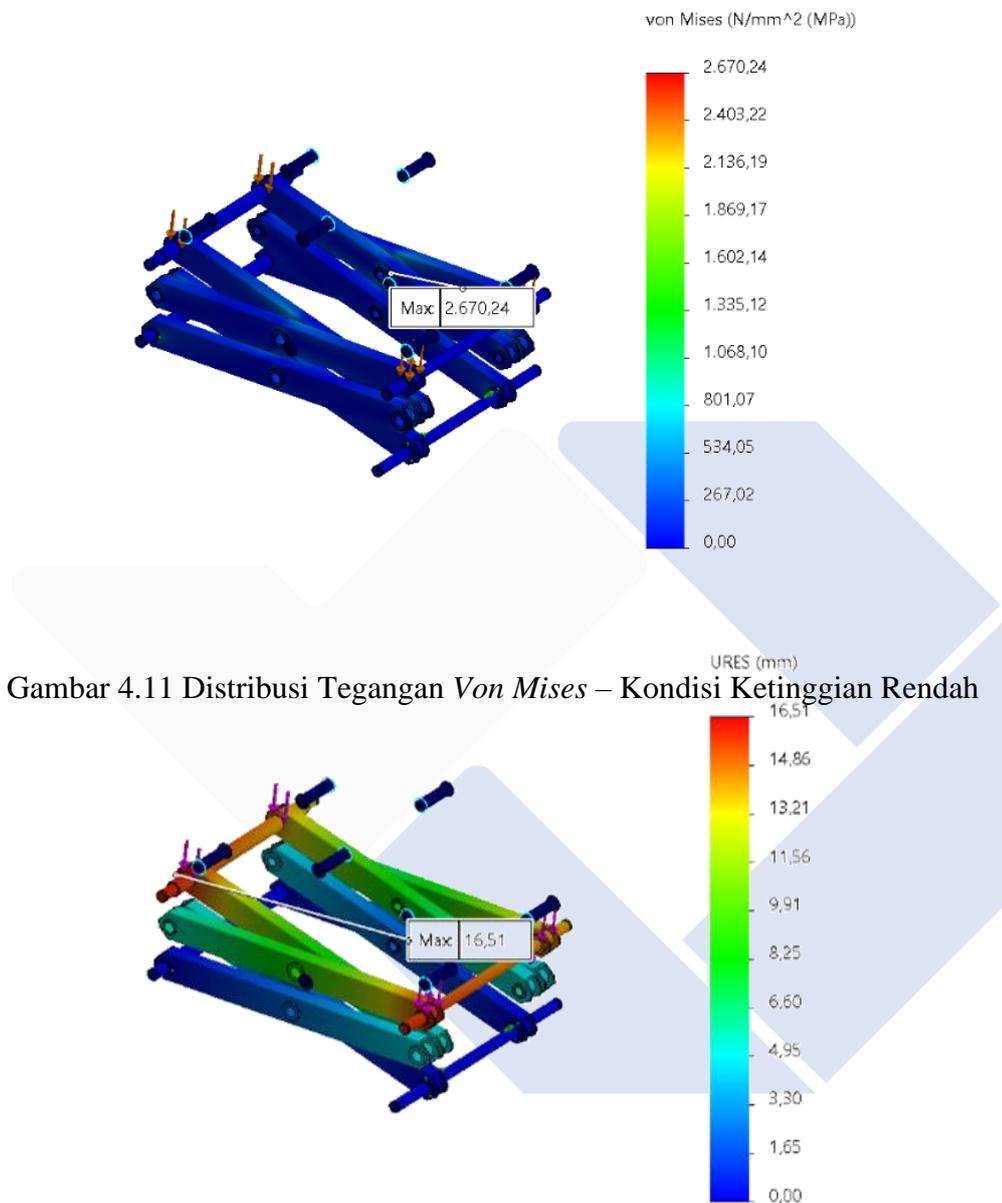
4.9.8 Simulasi *Stress Analysis*

Simulasi *stress analysis* dilakukan untuk mengetahui kekuatan dan ketahanan struktur *lifting device* terhadap beban kerja. Analisis ini sangat penting untuk memastikan keamanan dan keandalan alat saat beroperasi mengangkat beban. Simulasi *stress analysis* dilakukan menggunakan *software solidworks* dengan metode *Finite Element Analysis* (FEA) dan software ini menggunakan lisensi edukasi dari polman babel. Struktur *lifting device* dianalisis dalam tiga kondisi pembebanan yang berbeda untuk mendapatkan gambaran lengkap tentang perilaku struktur.

4.9.9 Hasil Simulasi

Simulasi dilakukan untuk menganalisis respons struktur *mold lifting device* terhadap beban maksimum pada tiga kondisi ketinggian, yaitu rendah, sedang, dan maksimum. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui distribusi tegangan maksimum, deformasi (*defleksi*), serta lokasi titik kritis pada masing-masing kondisi, guna memastikan kekuatan dan keamanan struktur dalam berbagai posisi kerja. Hasil dari ketiga simulasi tersebut disajikan sebagai berikut :

A. Kondisi ke-1 Ketinggian Rendah



Gambar 4.11 Distribusi Tegangan *Von Mises* – Kondisi Ketinggian Rendah

Gambar 4.12 Defleksi (URES) - Kondisi Ketinggian Rendah

Hasil simulasi menunjukkan bahwa tegangan maksimum yang terjadi pada struktur adalah sebesar 2,67 MPa. Tegangan ini terdistribusi di beberapa titik, namun lokasi kritisnya berada di sambungan *pin connector* bagian tengah, yang merupakan titik tumpuan utama beban vertikal dan gaya tarik.

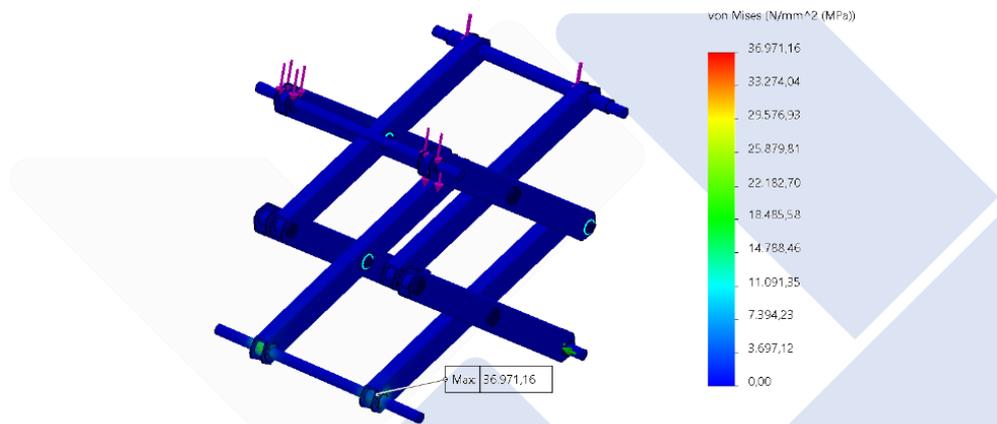
Nilai defleksi maksimum yang terjadi adalah 16,51 mm, dengan distribusi tertinggi pada lengan bagian atas yang paling menjauh dari titik fiksasi atau

tumpuan. Nilai ini menunjukkan seberapa besar perubahan bentuk struktur akibat Beban Kerja Pada Posisi Rendah.

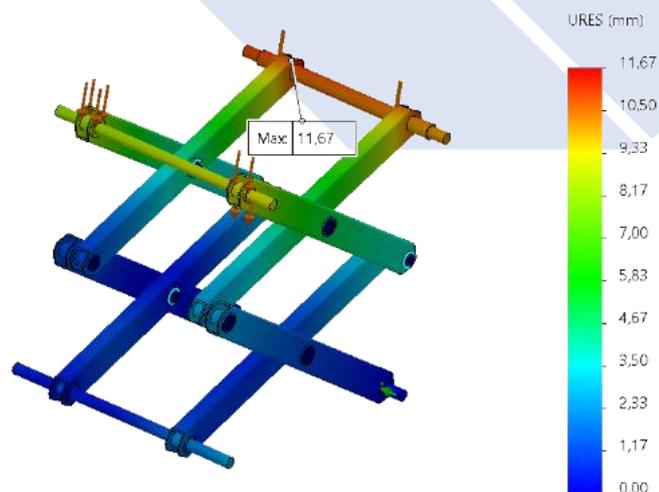
Data ini diperoleh dari dua jenis hasil simulasi, yaitu:

- Analisis Tegangan (*Stress Analysis*) menggunakan kriteria *Von Mises* untuk mengidentifikasi kemungkinan terjadinya kegagalan akibat beban.
- Analisis Perpindahan (*Displacement Analysis*) untuk melihat seberapa jauh deformasi struktur ketika menerima beban maksimum.

B. Kondisi ke-2 Ketinggian Sedang



Gambar 4.13 Distribusi Tegangan *Von Mises* – Kondisi Ketinggian Sedang



Gambar 4.14 Defleksi (URES) - Kondisi Ketinggian Sedang

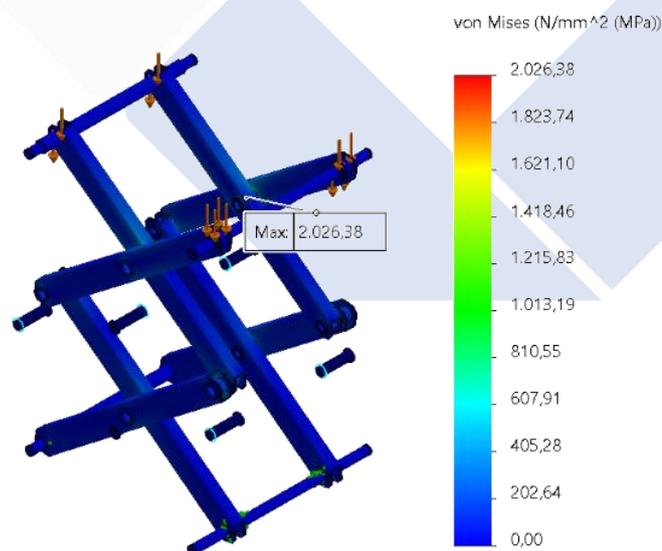
Hasil simulasi menunjukkan bahwa tegangan maksimum yang terjadi pada struktur adalah sebesar 36,97 MPa. Tegangan ini terdistribusi di beberapa titik, namun lokasi kritisnya berada di sambungan *pin connector* bagian tengah dan titik-titik koneksi struktural, yang merupakan titik tumpuan utama beban vertikal dan gaya tarik.

Nilai defleksi maksimum yang terjadi adalah 11,67 mm, dengan distribusi tertinggi pada lengan bagian atas yang paling menjauh dari titik fiksasi atau tumpuan. Nilai ini menunjukkan seberapa besar perubahan bentuk struktur akibat Beban Kerja Pada Posisi Ketinggian Sedang.

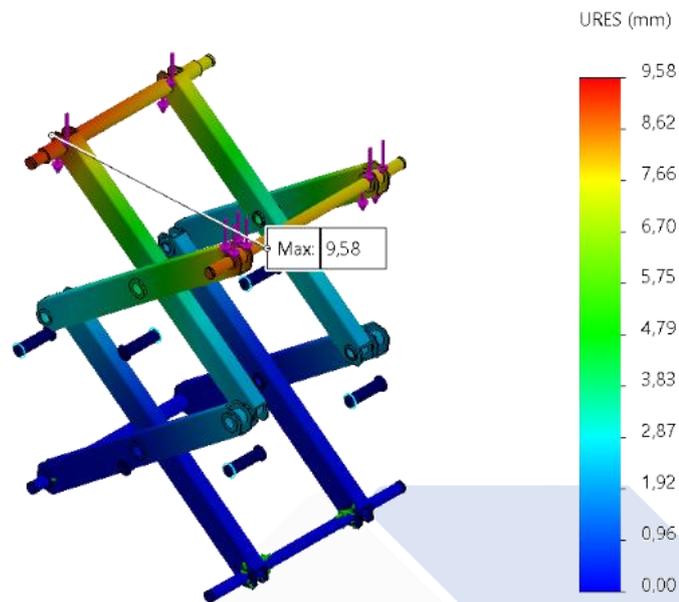
Data ini diperoleh dari dua jenis hasil simulasi, yaitu

- Analisis Tegangan (*Stress Analysis*) menggunakan kriteria *Von Mises* untuk mengidentifikasi kemungkinan terjadinya kegagalan akibat beban.
- Analisis Perpindahan (*Displacement Analysis*) untuk melihat seberapa jauh deformasi struktur ketika menerima beban maksimum.

C. Kondisi ke-3 Ketinggian Maksimum



Gambar 4.15 Distribusi Tegangan *Von Mises* – Kondisi Ketinggian Maksimum



Gambar 4.16 Defleksi (URES) - Kondisi Ketinggian Maksimum

Hasil simulasi menunjukkan bahwa tegangan maksimum yang terjadi pada struktur adalah sebesar 2,03 MPa. Tegangan ini terdistribusi di beberapa titik, namun lokasi kritisnya berada di sambungan *pin connector* bagian tengah dan area koneksi struktural, yang merupakan titik tumpuan utama beban vertikal dan gaya tarik.

Nilai defleksi maksimum yang terjadi adalah 9,58 mm, dengan distribusi tertinggi pada lengan bagian atas yang paling menjauh dari titik fiksasi atau tumpuan. Nilai ini menunjukkan seberapa besar perubahan bentuk struktur akibat Beban Kerja Pada Posisi Ketinggian Maksimum.

Data ini diperoleh dari dua jenis hasil simulasi, yaitu:

- Analisis Tegangan (*Stress Analysis*) menggunakan kriteria Von Mises untuk mengidentifikasi kemungkinan terjadinya kegagalan akibat beban.
- Analisis Perpindahan (*Displacement Analysis*) untuk melihat seberapa jauh deformasi struktur ketika menerima beban maksimum.

4.9.10 Analisis *Pin Connector*

Dari data CSV yang diperoleh, analisis beban pada *pin connector* menunjukkan hasil yang terangkum dalam tabel berikut:

Tabel 4.11 Ringkasan Beban Maksimum pada *Pin Connector*

| Pin Connector | Kondisi 1 | | Kondisi 2 | | Kondisi 3 | |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Shear (N) | Axial (N) | Shear (N) | Axial (N) | Shear (N) | Axial (N) |
| Pin-1 | 9.666 | 387 | 5.226 | -254 | 12.875 | -1.674 |
| Pin-2 | 45.880 | 8.785 | 34.599 | 7.225 | 49.631 | 7.759 |
| Pin-3 | 22.920 | -1.936 | 21.682 | 397 | 53.325 | -2.492 |
| Pin-4 | 23.034 | -2.593 | 15.745 | -1.150 | 18.814 | -3.772 |
| Pin-5 | 32.169 | 5.970 | 28.742 | 5.714 | 56.692 | 14.741 |
| Pin-6 | 21.803 | 3.736 | 17.430 | 3.742 | 13.913 | 2.215 |
| Pin-7 | 48.877 | 6.792 | 40.041 | 3.588 | 40.124 | 6.695 |
| Pin-8 | 15.606 | -242 | 9.336 | 94 | 19.084 | -1.804 |

Tabel 4.12 Bending Moment Maksimum pada *Pin Connector*

| Pin Connector | Kondisi 1 (Nm) | Kondisi 2 (Nm) | Kondisi 3 (Nm) |
|---------------|----------------|----------------|----------------|
| Pin-1 | 702,32 | 561,96 | 886,73 |
| Pin-2 | 1.516,1 | 1.121,1 | 1.455,6 |
| Pin-3 | 847,54 | 707,95 | 1.596,3 |
| Pin-4 | 995,17 | 645,43 | 783,15 |
| Pin-5 | 1.016,2 | 798,83 | 1.569,9 |
| Pin-6 | 802,28 | 724,53 | 718,82 |
| Pin-7 | 1.340,6 | 1.088,1 | 1.084,5 |
| Pin-8 | 706,35 | 550,53 | 858,87 |

Pin Connector dengan Beban Tertinggi:

- *Pin Connector-2*: Gaya geser hingga 49.631 N, gaya aksial 8.785 N
- *Pin Connector-5*: Gaya geser hingga 56.692 N, gaya aksial 14.741 N

- *Pin Connector-7*: Gaya geser hingga 48.877 N, gaya aksial 6.791 N

Pin Connector dengan Beban Terendah:

- *Pin Connector-1*: Gaya geser 5.226 N, gaya aksial -1.674 N
- *Pin Connector-8*: Gaya geser 9.336 N, gaya aksial 93,8 N

4.9.11 Evaluasi Keamanan

Berdasarkan hasil simulasi, struktur *lifting device* menunjukkan karakteristik sebagai berikut:

Tabel 4.13 Ringkasan Hasil *Stress Analysis*

| Parameter | | Kondisi | Kondisi | Kondisi | Batas Aman | Status |
|--------------------|------|---------|---------|---------|------------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | | |
| Tegangan (MPa) | Maks | 36,97 | 2,03 | 2,67 | 250 | AMAN |
| Defleksi Maks (mm) | | 11,67 | 9,58 | 16,51 | 50 | AMAN |
| Factor of Safety | | 6,76 | 123,15 | 93,63 | >2 | AMAN |

1. Margin Keamanan Tinggi: Tegangan maksimum 36,97 MPa masih jauh di bawah batas *yield* material baja struktural (± 250 MPa)
2. Defleksi Terkontrol: Defleksi maksimum 16,51 mm pada kondisi beban penuh masih dalam batas toleransi untuk aplikasi *lifting*
3. Distribusi Beban Optimal: *Pin connector* menunjukkan distribusi beban yang tidak merata, namun masih dalam kapasitas desain

Simulasi *stress analysis* menunjukkan bahwa desain *lifting device* memiliki faktor keamanan yang memadai. Struktur mampu menahan beban kerja dengan tegangan yang jauh di bawah batas material. Defleksi yang terjadi masih dalam batas wajar dan tidak mempengaruhi fungsi operasional. Namun demikian, perhatian khusus perlu diberikan pada *pin connector* yang mengalami beban tinggi, terutama *Pin Connector-5* yang mengalami kombinasi gaya geser dan aksial terbesar. Pemilihan material dan dimensi pin pada lokasi kritis ini harus dipastikan sesuai dengan beban yang diterima.

4.10 Draft Rancangan Final

Proses akhir atau finalisasi *draft* rancangan yang sudah dilakukan optimalisasi dari *draft* rancangan awal dan sudah dilakukan perhitungan dan *stress analysis* sesuai dengan tuntutan yang ada.

4.11 Penyelesaian

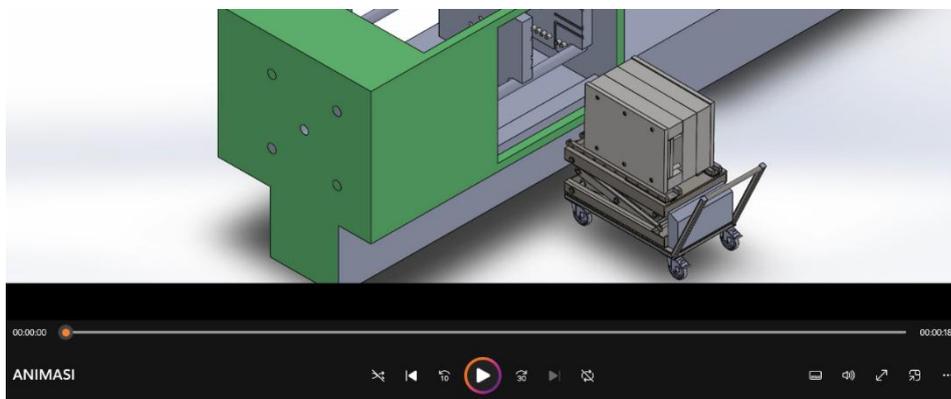
4.11.1 Gambar Kerja

Gambar kerja adalah bentuk dokumentasi teknis yang berfungsi sebagai panduan dasar dalam pembuatan suatu produk, dimana gambar ini wajib mencantumkan data yang menyeluruh baik dalam bentuk visual maupun tulisan, serta memuat ukuran dan batas toleransi yang diterapkan dalam rancangan tersebut. Gambar kerja ini menunjukkan pemodelan desain yang membantu dalam proses assembly produk dengan menggunakan gambar susunan.

4.11.2 Animasi Gerak

Animasi gerak dirancang untuk memvisualisasikan tahapan operasional *Mold Lifting Device* secara kronologis berdasarkan video simulasi berdurasi 18 detik. Animasi dibuat dari model 3D hasil perancangan, kemudian diberikan pengaturan *motion study* untuk menggambarkan mekanisme kerja alat secara realistis. Prosesnya dibagi menjadi beberapa tahap sebagai berikut:

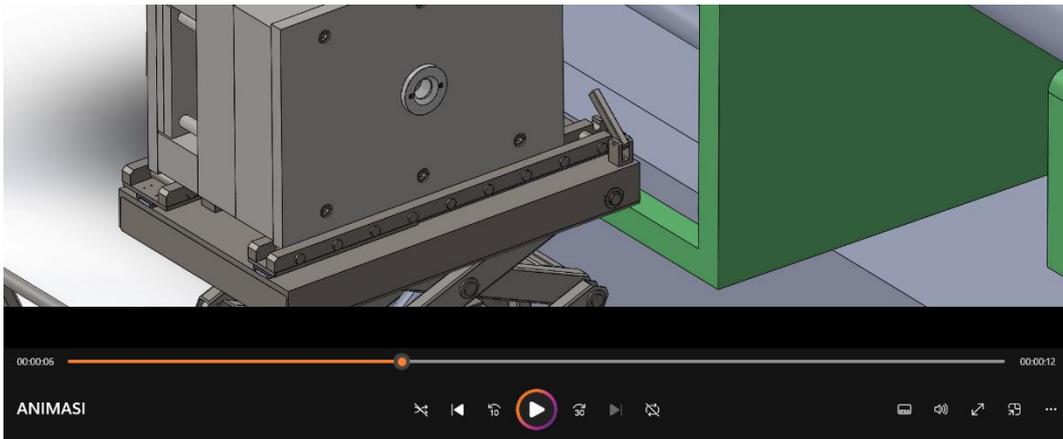
1. Tahap ke-1 (detik 0-5)



Gambar 4.5 Posisi Awal Alat

Mold telah berada pada alat dengan pada posisi awal di depan mesin *Woojin TE170G5*. Alat berada pada posisi terendah, siap melakukan proses pengangkatan mold.

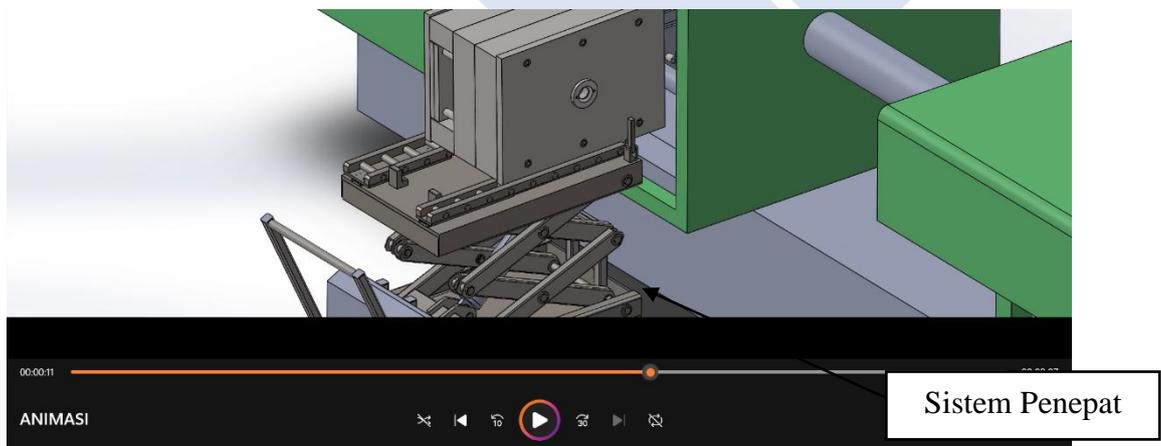
2. Tahap ke-2 (detik 5-10)



Gambar 4.6 Proses Pengangkatan Dan Pembuka Sistem Penepat

Sistem hidrolik diaktifkan sehingga alat bergerak naik secara vertikal, mengangkat mold hingga mencapai ketinggian operasional yang telah ditentukan dan Pembukaan penepat dilakukan secara manual. Mekanisme penepat yang sebelumnya mengunci mold pada trolley kini dibuka secara manual. Sistem ini menggunakan engsel naik turun untuk melepaskan penahan yang mengamankan mold selama proses pengangkatan.

3. Tahap ke-3 (detik 10-14)

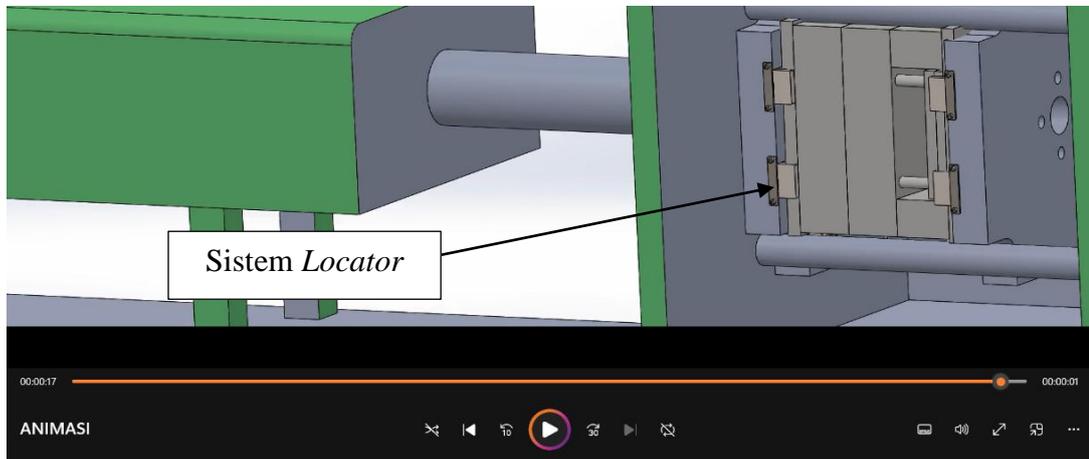


Gambar 4.7 Proses Pemindahan Mold Ke Mesin *Woojin TE170G5*

Pada tahap pemindahan, mold yang telah bebas dari penepat mulai dipindahkan

secara horizontal menuju posisi pemasangan pada mesin *Woojin TE170G5*. Sistem pemindahan mold ini di lakukan secara manual dengan cara didorong.

4. Tahap ke-4 (detik 14-18)



Gambar 4.8 Proses Pemasangan Mold

Tahap final mold telah masuk ke mesin *Woojin TE170G5* dan mold ditahan oleh *locator* yang berfungsi sebagai memposisikan cetakan berada di tengah. Selanjutnya mengclamp mold agar mold tidak bergeser saat beroperasi.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Perancangan alat pengangkat cetakan dari samping untuk mesin injeksi plastik *Woojin TE170G5* di laboratorium Polman Babel telah berhasil dilakukan. Desain terpilih, yaitu Varian Konsep 3, mengatasi keterbatasan ruang dan meningkatkan fleksibilitas pemasangan cetakan melalui sistem hidrolik, rel roller untuk perpindahan horizontal, serta locator untuk posisi presisi. Alat ini dirancang kompak dengan dimensi 2000 mm × 850 mm × 800 mm dan mampu mengangkat beban maksimum hingga 2 ton.

Simulasi menggunakan *software SolidWorks* menunjukkan tekanan tertinggi pada alat mencapai 36,97 MPa (pada posisi ketinggian sedang) dengan deformasi maksimum 16,51 mm, serta tingkat keamanan minimum 6,76 kali. Bagian paling kritis adalah Pin Connector-5 yang menahan profil pengangkat yang bergeser dengan gaya tekan 56.692 N dan gaya tarik 14.741 N. Hasil ini membuktikan bahwa alat cukup kuat dan aman untuk digunakan dengan total beban 21.011,1 N, karena semua nilai masih jauh di bawah batas kekuatan material.

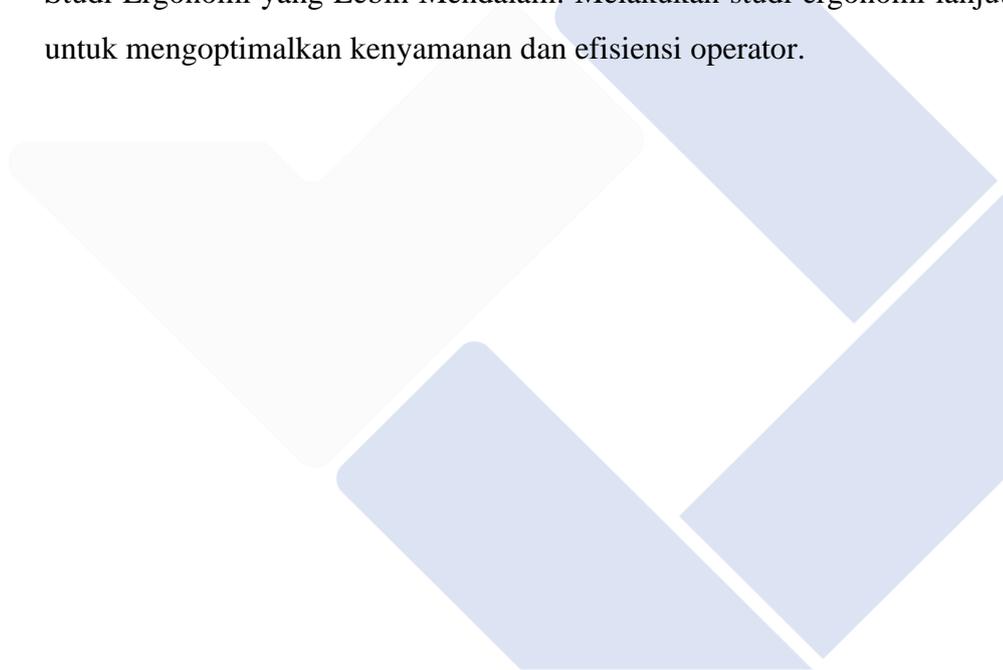
Animasi gerak alat pengangkat cetakan menunjukkan bagaimana alat bekerja secara keseluruhan. Profil pengangkat bergerak naik-turun menggunakan sistem hidrolik, sementara rel roller memudahkan alat berpindah secara horizontal. Locator memastikan cetakan selalu berada pada posisi yang tepat. Animasi ini membantu memeriksa kelancaran gerakan, menghindari benturan, dan memudahkan pemahaman cara kerja alat sebelum dibuat secara fisik.

5.2 Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan untuk:

- a. Membuat Prototipe dan Melakukan Pengujian Fisik: Fabrikasi prototipe dan pengujian langsung di laboratorium untuk memverifikasi kinerja, kekuatan, efisiensi, dan keamanan desain secara fisik dalam kondisi operasional sebenarnya.

- b. Analisis Biaya Produksi dan Pemilihan Material Lanjutan: Melakukan analisis biaya mendalam dan mempertimbangkan material alternatif yang lebih ekonomis atau metode produksi yang lebih efisien.
- c. Pengembangan Fitur Otomatisasi: Menjelajahi penambahan fitur otomatisasi, seperti sistem penggerak motor atau sensor, untuk mengurangi intervensi manual serta meningkatkan kecepatan dan akurasi pemasangan.
- d. Pengembangan Panduan Operasional Komprehensif: Menyusun panduan operasional dan perawatan yang detail untuk memastikan penggunaan alat yang benar, aman, dan mudah.
- e. Studi Ergonomi yang Lebih Mendalam: Melakukan studi ergonomi lanjutan untuk mengoptimalkan kenyamanan dan efisiensi operator.



DAFTAR PUSTAKA

- Agarwal et al. (2016). *Comparison of Two and Three Plate Molds Plastic Injection*.
- Febrianto, H., Wicaksono, A., Khusnah, A., & Yusianto, R. (2025). *Jurnal Optimasi Teknik Industri Rancang Bangun Alat Bantu Hand Stacker Menggunakan Sistem Penggerak Electric Winch di PT . X*. 34–42.
- Groover, & P., M. (2013). *Fundamentals of Modern Manufacturing Material, Processes, and Systems*. In *Thomson Digital and Pronted, Quad Graphics*.
- Jagadeesan, S., & Annamalai, K. (2025). The Impact of Thermal Conductivity Mold Material in the Injection Molding Process. *SSRG International Journal of Mechanical Engineering*, 12(5), 27–40.
<https://doi.org/10.14445/23488360/IJME-V12I5P104>
- Kristanto, A. (2023). Modul Praktikum Gambar Teknik Gasal 2022/2023. .
- Li, J., Ong, Y. C., & Wan Muhamad, W. M. (2024). Optimization Design of Injection Mold Conformal Cooling Channel for Improving Cooling Rate. *Processes*, 12(6), 1–17. <https://doi.org/10.3390/pr12061232>
- Nofirza, N., Hartati, M., Aprizon, A., Anwardi, A., & Harpito, H. (2023). Implementasi Metode Verein Deutscher Ingenieure (VDI) 2222 Dalam Rekayasa Mesin Pencetak Pelet Ikan. *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian Dan Karya Ilmiah Dalam Bidang Teknik Industri*, 9(2), 414.
<https://doi.org/10.24014/jti.v9i2.23095>
- Philip, A. K., & Elangovan, M. (2015). Study on parameters influencing fill time in a multi-cavity mold. *International Journal of Applied Engineering Research*, 10(11), 27817–27826.
- Renata, A., Adzan, M. F., Yunus, M., & ... (2022). Desain Alat Angkat Untuk Pemasangan Cetakan Di Mesin Injeksi Plastik Arburg 420 C. ... *Inovasi Teknologi ...*, 1–4.
<http://snitt.polman-babel.ac.id/index.php/snitt/article/view/267>
- Tanjung, G. (2015). Bab I *حض خ ي*. *Galang Tanjung*, 2504, 1–9.

Usman, M. K. (2018). Rancang Bangun Konstruksi Alat Angkat Mesin (Engine Crane) Kapasitas 2 Ton. *Nozzle : Journal Mechanical Engineering*, 7(2), 13–16. <https://doi.org/10.30591/nozzle.v7i2.2184>

woojin Plaimm 2020. (n.d.). *Reborn : G5 series with new design and globalized line ups* , *We hereby present this perfectly harmonized global series to you .*





LAMPIRAN 1

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Data pribadi

Nama Lengkap : Iwan Setio Yasifanka
Tempat, Tanggal, Lahir : Sungailiat, 03-06-2002
Alamat Rumah : Jl.Bukit Tani, Belinyu
Telp : 0838-7576-7355
Nomor Hp : 0838-7576-7355
Email : iwanyasifanka@gmail.com
Jenis Kelamin : laki – laki
Agama : Islam

Riwayat Pendidikan

SDN 3 Belinyu (2009 – 2015)
SMPS YPN Belinyu (2015 – 2018)
SMAS YPN Belinyu (2018 – 2021)
Polman Babel (2022 – Sampai Sekarang)

Pengalaman Kerja

Praktek Kerja Lapangan di PT. Sanindo Multi Tekno



LAMPIRAN 2

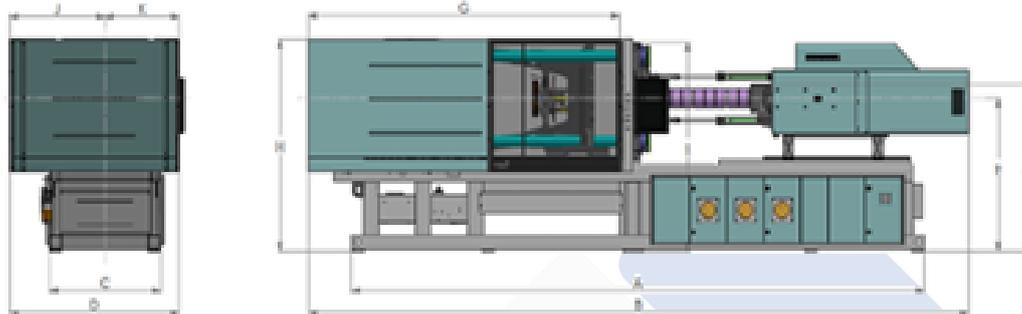
TABEL STANDAR KRITERIA PENILAIAN ASPEK TEKNIS

| No | Aspek Yang Dinilai | Kriteria Penilaian | | | |
|----|--------------------|--|--|---|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Pencapaian fungsi | Alat dapat mengangkat beban 2 ton dengan waktu pemasangan dari alat diangkat, ditempat, dipindahkan ke mesin dan proses locator selama 5 menit | Alat dapat mengangkat beban 2 ton dengan waktu pemasangan dari alat diangkat, ditempat, dipindahkan ke mesin dan proses locator selama 2 menit | Alat dapat mengangkat beban 2 ton dengan waktu pemasangan dari alat diangkat, ditempat, dipindahkan ke mesin dan proses locator selama 60 detik | Alat dapat mengangkat beban 2 ton dengan waktu pemasangan dari alat diangkat, ditempat, dipindahkan ke mesin dan proses locator selama 30 detik |
| 2 | Pemesinan | Pengerjaan part sangat terbatas di lab Polman Babel, sering butuh bantuan dan hasilnya kurang memuaskan. Banyak part tidak dapat dibuat. | Mampu mengerjakan part dasar di lab Polman Babel, namun sering perlu pengawasan dari tenaga ahli. Belum bisa mengerjakan part kompleks secara mandiri. | Mampu mengerjakan berbagai part di lab Polman Babel secara mandiri, termasuk yang cukup presisi. Kadang masih perlu arahan untuk pengerjaan yang lebih sulit. | Sangat mahir dan mandiri dalam mengerjakan semua jenis part (sederhana hingga kompleks) dengan presisi tinggi di lab Polman Babel. Tidak memerlukan bantuan tenaga ahli. |
| 3 | Manuver | Alat hanya bisa bergerak maju mundur | Alat bisa bergerak bebas bagian depan | Alat bisa bergerak bebas bagian belakang | Alat bisa bergerak bebas 360° |
| 4 | Perakitan | Proses perakitan sangat sulit dan rumit, membutuhkan banyak perlengkapan khusus serta tenaga ahli. | Proses perakitan cukup menantang, memerlukan beberapa perlengkapan khusus atau prosedur yang kompleks. | Proses perakitan relatif mudah, hanya membutuhkan perlengkapan standar yang umum. | Proses perakitan sangat sederhana, dapat dilakukan dengan sedikit perlengkapan umum, atau bahkan tanpa perlengkapan sama sekali. |
| 5 | Perawatan | Membutuhkan perawatan sangat sering (setiap minggu) | Perlu perawatan setiap bulan karena potensi penurunan | Perlu perawatan setiap 3 bulan untuk menjaga | Kinerja sangat andal, hanya perlu perawatan setiap 6 |

| | | | | | |
|----|----------------|--|---|---|--|
| | | karena gangguan fungsi. Sangat sulit diperbaiki dan selalu butuh ahli. | fungsi. Agak sulit dijangkau dan sering butuh ahli. | performa optimal. Mudah diakses dan jarang butuh ahli. | bulan atau lebih. Sangat mudah diperbaiki dan tidak butuh ahli. |
| 6 | Penyimpanan | Memerlukan area sangat luas, dimensi alat melebihi batas. Sulit ditempatkan dan menghabiskan banyak ruang. | Memerlukan area luas, dimensi alat sedikit melebihi batas. Agak sulit ditempatkan agar tidak mengganggu. | Tidak memerlukan area terlalu luas, dimensi alat sesuai. Dapat disimpan di area standar tanpa masalah. | Sangat ringkas, dimensi alat optimal dan sesuai area kerja. Tidak memerlukan tempat khusus, mudah disimpan di mana saja. |
| 7 | Keamanan | Desain alat ini sangat berbahaya dan mengabaikan banyak prinsip keselamatan. Operator wajib membutuhkan perlengkapan K3 lengkap (seperti helm, sepatu keselamatan, sarung tangan, dan perlangkapan yang bisa melindungi operator.) Hanya untuk sekadar meminimalkan risiko cedera serius yang mungkin terjadi. | Alat ini masih memiliki beberapa risiko bawaan dari desainnya. Untuk mencapai tingkat keamanan yang cukup, operator memerlukan K3 tambahan atau harus mengikuti prosedur pengamanan yang sangat ketat, karena alat belum sepenuhnya melindungi. | Desain alat ini sudah cukup aman dan menerapkan prinsip K3 dasar yang baik. Pengoperasiannya memadai dengan perlengkapan K3 standar umum, dan mampu meminimalkan potensi kecelakaan jika digunakan sesuai prosedur. | Alat ini didesain sangat aman secara menyeluruh, mengintegrasikan prinsip K3 tingkat tinggi. Semua risiko kecelakaan sudah diminimalkan oleh desain inheren, sehingga operator tidak membutuhkan perlengkapan K3 khusus atau prosedur tambahan yang rumit. |
| 8. | <i>Locator</i> | Komponen mampu menahan cetakan tapi tidak mampu menempatkan cetakan agar sejajar dengan lobang aliran plastik, butuh penyesuaian manual sangat besar. | Komponen mampu menahan cetakan dan mampu menempatkan cetakan, namun sulit sekali mencapai keselarasan akurat lobang aliran plastik, butuh waktu lama dan usaha keras. | Komponen mampu menahan cetakan dan mampu menempatkan cetakan agar sejajar dengan lobang aliran plastik secara akurat dan cukup mudah, butuh sedikit penyesuaian. | Komponen mampu menahan cetakan dan mudah menempatkan cetakan langsung sejajar dengan lobang aliran plastik, minim atau tanpa penyesuaian lagi. |

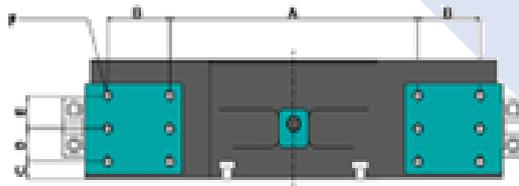
Machine Dimension

*The images and specifications might be changed without any prior notice.

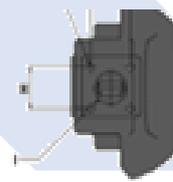


| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| TE5005 | 3855 | 4147 | 780 | 1136 | 1100 | 1190 | 1786 | 1454 | 1385 | 568 | 568 |
| TE11005 | 4635 | 5054 | 810 | 1192 | 1225 | 1325 | 2209 | 1940 | 1585 | 592 | 600 |
| TE17005 | 5000 | 5688 | 960 | 1540 | 1295 | 1410 | 2549 | 1969 | 1735 | 870 | 670 |
| TE22005 | 5400 | 6157 | 1040 | 1614 | 1350 | 1465 | 2913 | 1945 | 1830 | 907 | 707 |
| TE28005 | 5685 | 6618 | 1100 | 1684 | 1402 | 1532 | 3147 | 1945 | 1917 | 947 | 737 |
| TE280W05 | 6285 | 7308 | 1100 | 1711 | 1427 | 1557 | 3288 | 2002 | 2000 | 948 | 763 |
| TE35005 | 6735 | 7995 | 1270 | 1884 | 1495 | 1635 | 3610 | 2130 | 2095 | 1032 | 852 |
| TE40005 | 6935 | 8104 | 1320 | 1934 | 1520 | 1660 | 3800 | 2185 | 2145 | 1057 | 875 |

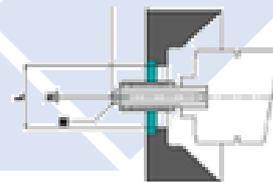
Unit:mm



▲ Robot installation position dimension



▲ Hopper installation position dimension



▲ Nozzle dimension

| | Robot installation position dimension | | | | | | Hopper installation position dimension | | | | Nozzle dimension | | | |
|----------|---------------------------------------|-----|----|-----|----|-----------------|--|-----|-----|-----------|------------------|-----|-----|-----|
| | A | B | C | D | E | F | G | H | Ø | J | K | ØL | M | ØN |
| TE5005 | 340 | 85 | 30 | 75 | - | 8-M16 TAP DP32 | 80 | 80 | 70 | 4-M8 TAP | 30 | 100 | R9 | 2.5 |
| TE11005 | 455 | 85 | 35 | 70 | - | 8-M16 TAP DP32 | 100 | 100 | 80 | 4-M12 TAP | 50 | 100 | R9 | 2.5 |
| TE17005 | 420 | 140 | 35 | 70 | 70 | 12-M20 TAP DP40 | 100 | 100 | 80 | 4-M12 TAP | 50 | 100 | R9 | 3 |
| TE22005 | 560 | 140 | 35 | 70 | 70 | 12-M20 TAP DP40 | 100 | 100 | 80 | 4-M12 TAP | 50 | 100 | R9 | 3 |
| TE28005 | 560 | 140 | 35 | 140 | - | 8-M20 TAP DP40 | 120 | 120 | 100 | 4-M12 TAP | 50 | 100 | R14 | 3.5 |
| TE280W05 | 700 | 140 | 35 | 140 | - | 8-M20 TAP DP40 | 120 | 120 | 100 | 4-M12 TAP | 50 | 100 | R14 | 3.5 |
| TE35005 | 760 | 150 | 40 | 150 | - | 8-M20 TAP DP40 | 120 | 120 | 120 | 4-M12 TAP | 50 | 100 | R14 | 3.5 |
| TE40005 | 850 | 100 | 50 | 60 | 60 | 12-M24 TAP DP40 | 120 | 120 | 120 | 4-M12 TAP | 50 | 100 | R14 | 3.5 |

Unit:mm

DL-G5
450~3300 ton

TB-G5
90~880 ton

TE-G5
50~600 ton

Option List
DL-G5 / TB-G5 / TE-G5

Specification

DL-G5
450-3300 ton

TB-G5
90-880 ton

TE-G5
50-400 ton

Option List
DL-G5 / TB-G5 / TE-G5

| | | TE50G5 | | | TE110G5 | | | TE170G5 | | | TE220G5 | | |
|--|--------------------|-------------|------|------|-------------|------|------|-------------|------|------|-------------|------|------|
| | | IE125 | | | IE260 | | | IE370 | | | IE520 | | |
| Injection Unit | | | | | | | | | | | | | |
| Screw & Barrel type | | O | A | B | O | A | B | O | A | B | O | A | B |
| Screw diameter | mm | 22 | 25 | 28 | 28 | 32 | 36 | 32 | 36 | 40 | 36 | 40 | 45 |
| Injection pressure | kg/cm ² | 2609 | 2021 | 1611 | 2676 | 2049 | 1619 | 2497 | 1973 | 1598 | 2546 | 2063 | 1630 |
| | Mpa | 256 | 198 | 158 | 262 | 201 | 159 | 245 | 193 | 157 | 250 | 202 | 160 |
| Injection holding pressure | kg/cm ² | 2348 | 1819 | 1450 | 2408 | 1844 | 1457 | 2247 | 1776 | 1438 | 2291 | 1857 | 1467 |
| | Mpa | 230 | 178 | 142 | 236 | 181 | 143 | 220 | 174 | 141 | 225 | 182 | 144 |
| Theoretical Injection Volume | cm ³ | 48 | 61 | 77 | 99 | 129 | 163 | 145 | 183 | 226 | 204 | 251 | 318 |
| Shot weight (PS) | g | 43 | 56 | 70 | 90 | 117 | 148 | 132 | 167 | 206 | 186 | 228 | 289 |
| Injection rate (standard) | cm ³ /s | 84 | 108 | 135 | 123 | 161 | 204 | 141 | 178 | 220 | 153 | 188 | 239 |
| Screw stroke | mm | 125 | | | 160 | | | 180 | | | 200 | | |
| Injection speed (standard) | mm/s | 220 | | | 200 | | | 175 | | | 150 | | |
| Plasticizing capacity | kg/h | 31 | 44 | 57 | 45 | 64 | 92 | 60 | 86 | 117 | 86 | 117 | 158 |
| Screw rotation speed | rpm | 500 | | | 400 | | | 375 | | | 375 | | |
| Clamping Unit | | | | | | | | | | | | | |
| Clamping force | ton(kN) | 50(498) | | | 110(1096) | | | 170(1694) | | | 220(2192) | | |
| Distance between tie-bar (H x V) | mm | 370x370 | | | 470x470 | | | 570x570 | | | 625x625 | | |
| Platen dimension (H x V) | mm | 550x550 | | | 680x680 | | | 840x810 | | | 900x870 | | |
| Daylight | mm | 300 | | | 400 | | | 500 | | | 550 | | |
| Max. Daylight | mm | 700 | | | 850 | | | 1000 | | | 1150 | | |
| Min. Mold height | mm | 140 | | | 150 | | | 180 | | | 200 | | |
| Max. Mold height | mm | 400 | | | 450 | | | 500 | | | 600 | | |
| Ejector force | ton(kN) | 1.9 | | | 3.1 | | | 3.5 | | | 3.5 | | |
| Ejector stroke | mm | 80 | | | 80 | | | 100 | | | 120 | | |
| General | | | | | | | | | | | | | |
| Motor capacity (standard) | kW | 15.0 | | | 20.0 | | | 20.0 | | | 20.0 | | |
| Heater capacity | kW | 4.5 | 5.1 | 6.3 | 7.0 | 7.8 | 9.2 | 8.5 | 9.9 | 11.3 | 9.9 | 11.2 | 12.6 |
| Total electric power capacity (normal) | kW | 19.5 | 20.1 | 21.3 | 27.0 | 27.8 | 29.2 | 28.5 | 29.9 | 31.3 | 29.9 | 31.2 | 32.6 |
| Machine weight | ton | 3.9 | | | 4.7 | | | 7.5 | | | 10.3 | | |
| Machine dimension (L*W*H) | m | 4.2x1.2x1.5 | | | 5.1x2.1x2.0 | | | 5.7x1.6x2.0 | | | 6.3x1.7x2.0 | | |

Platen Dimension

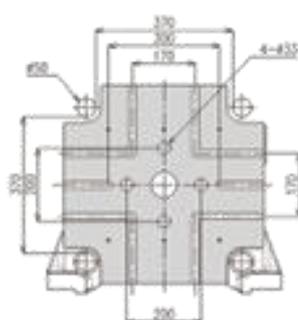
* The images and specifications might be changed without any prior notice.

DI-G5
400-2000mm

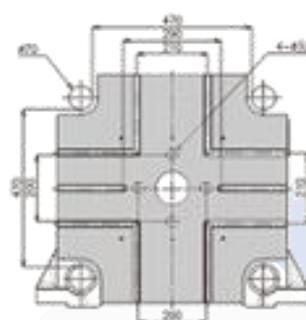
TE-G5
20-100mm

TE-G5
50-100mm

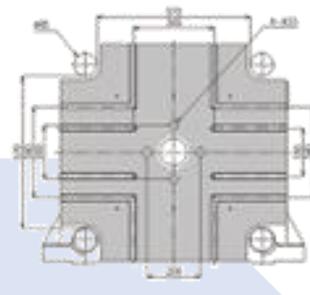
Option List
DI-G5 / TE-G5 / TE-G5



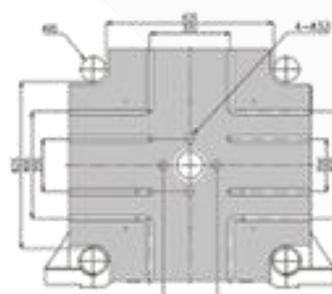
50 ton



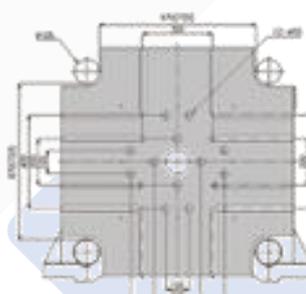
110 ton



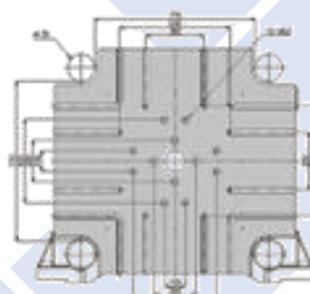
170 ton



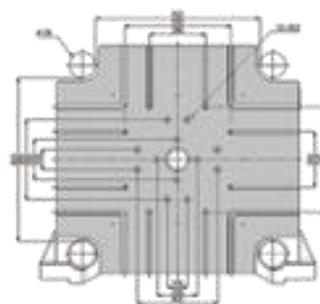
220 ton



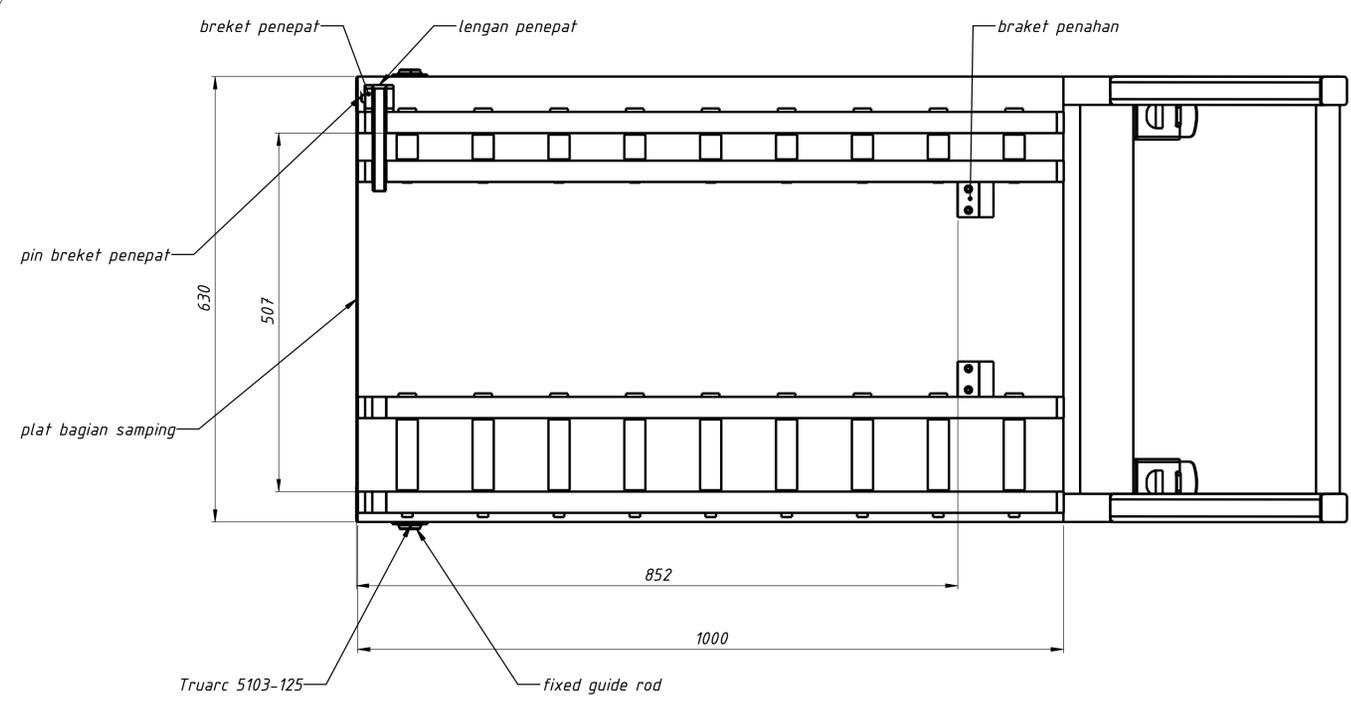
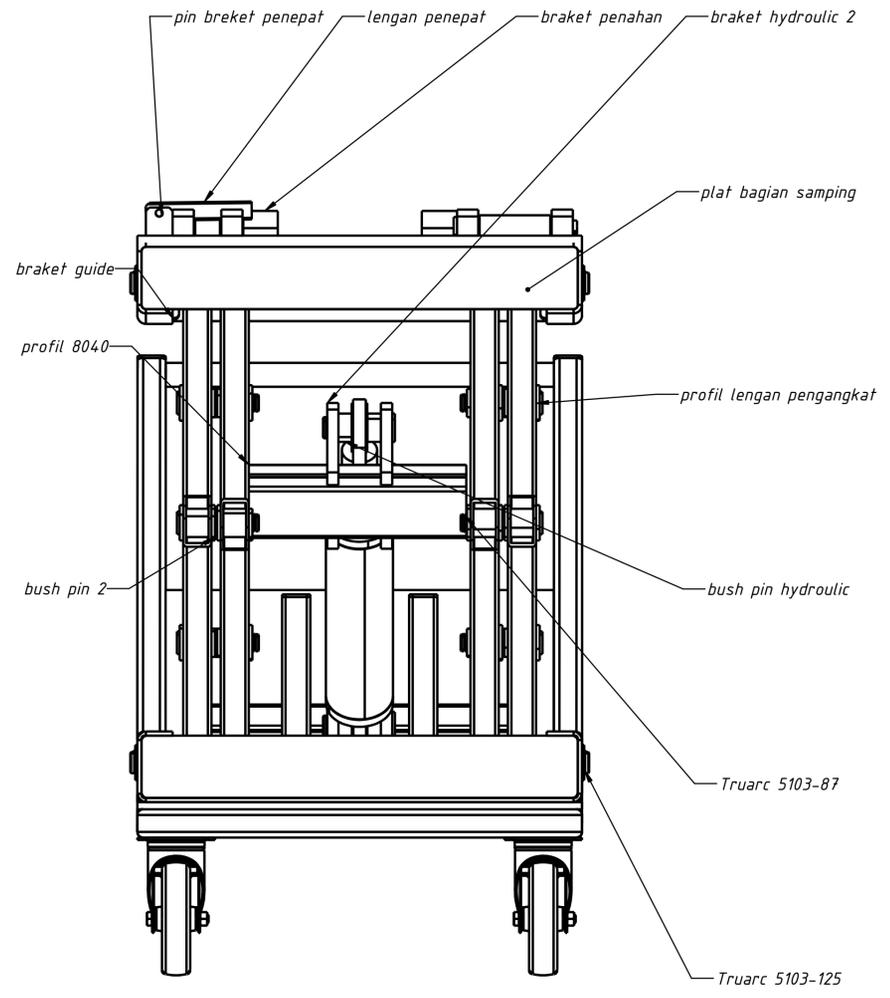
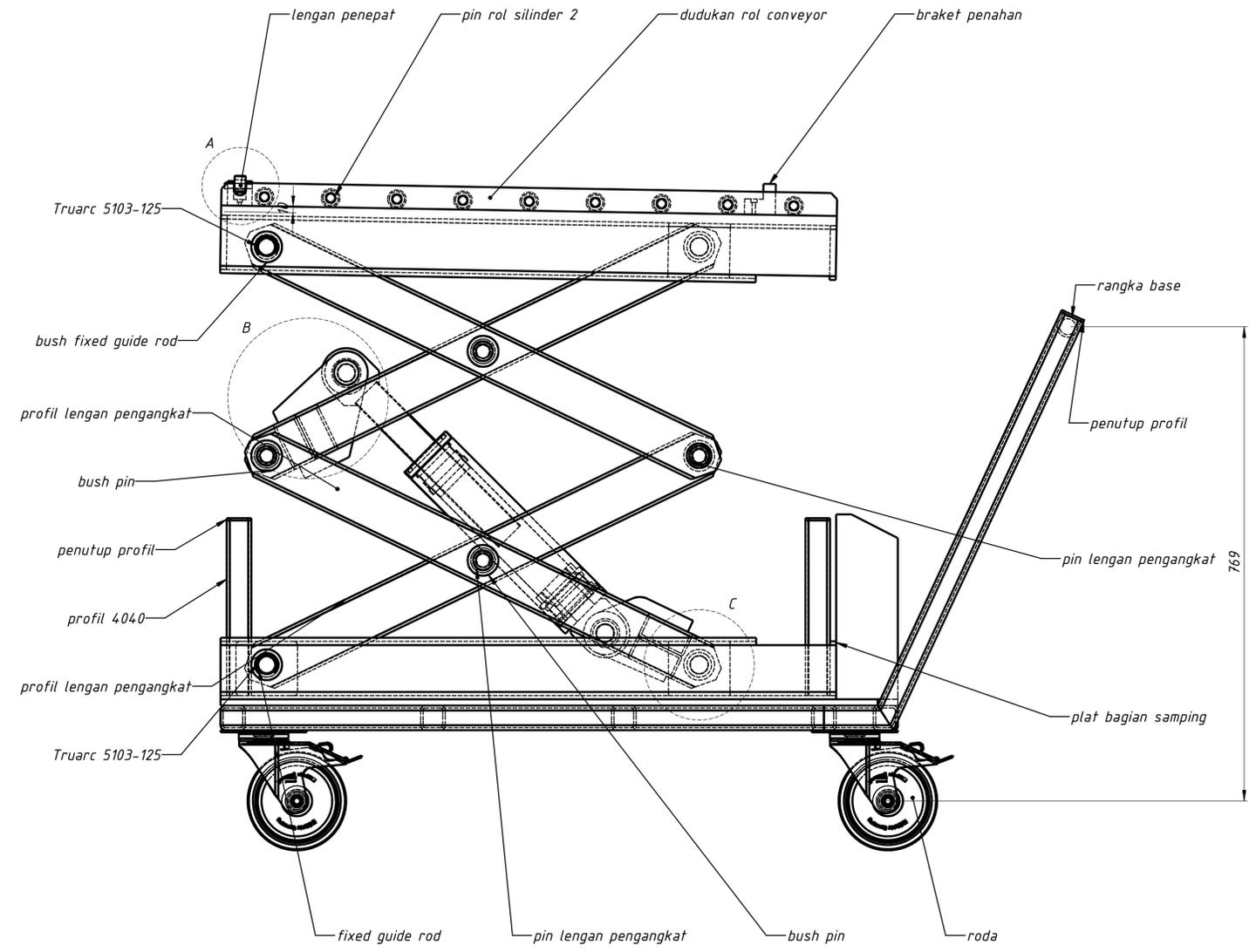
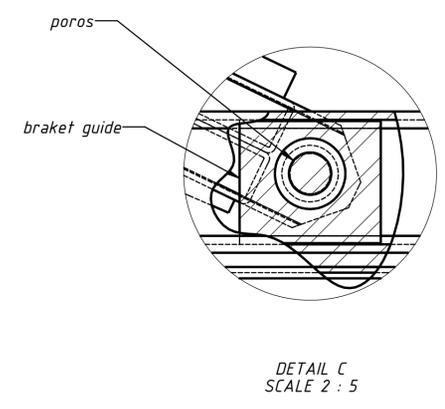
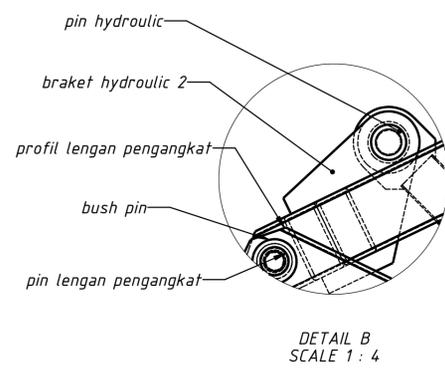
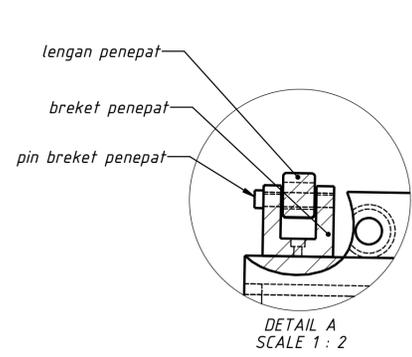
280 / 280W ton

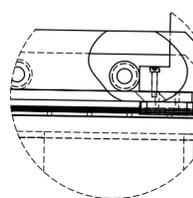
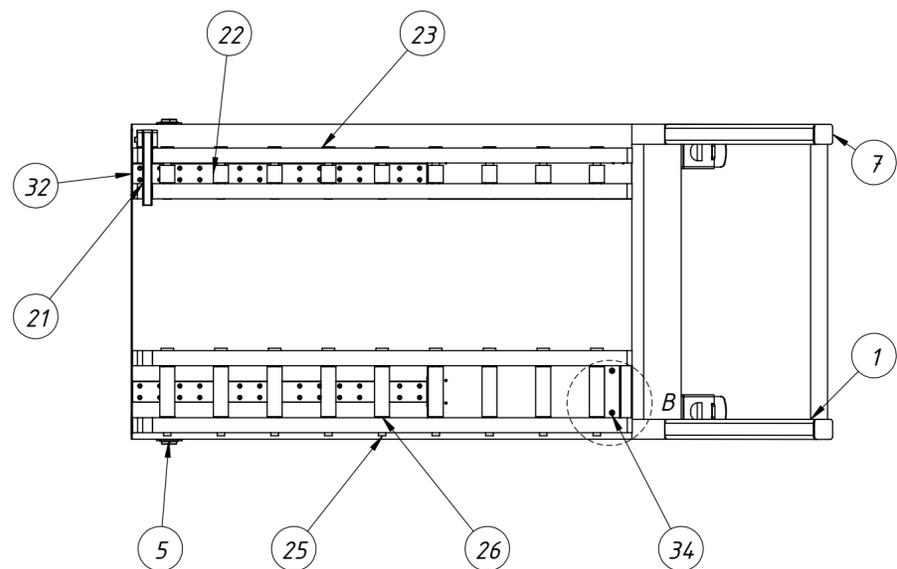
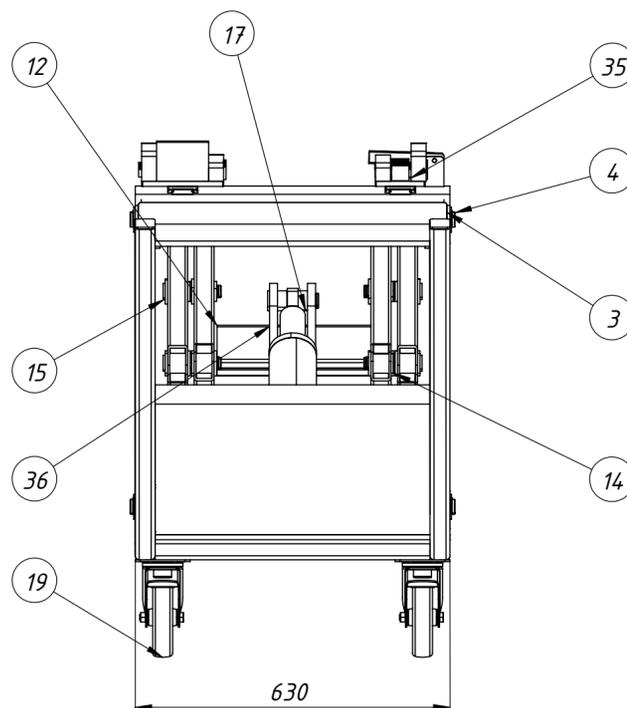
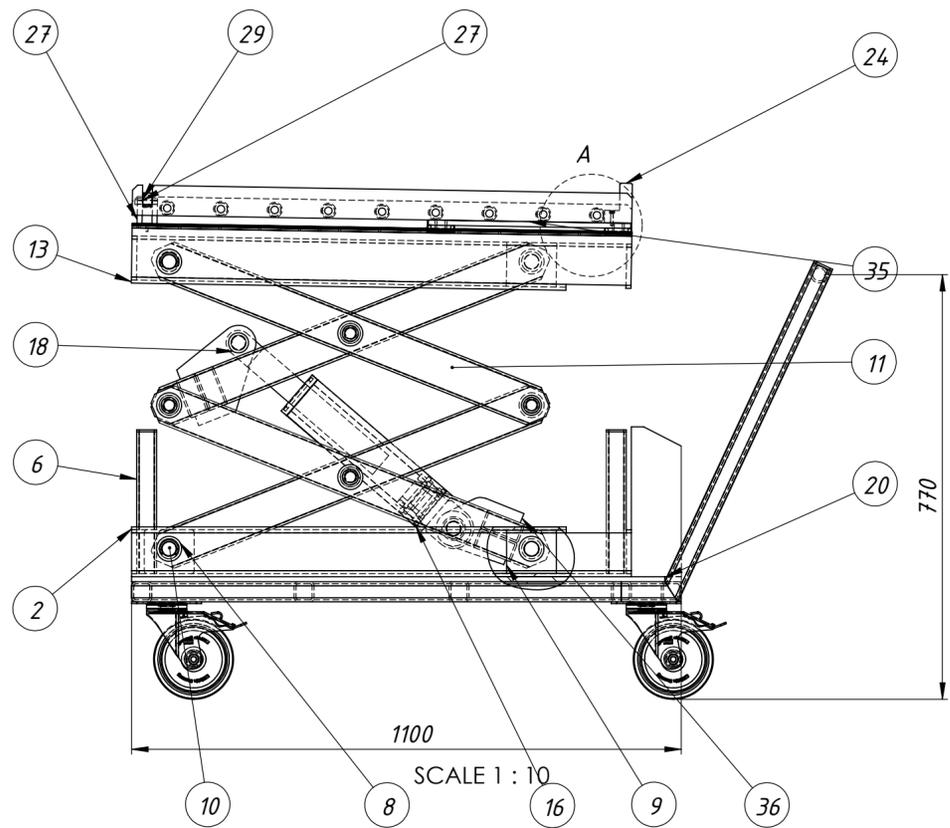


350 ton

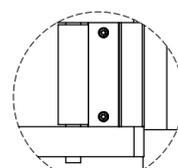


400 ton





DETAIL A (linier)
SCALE 1 : 5



DETAIL B (baut)
SCALE 1 : 5

| | | | | | | |
|---|---|--------------------------|----|-------------|--------------|--------------|
| | 1 | Braket Hydraulik | 36 | CS | 16x110x180 | ASTM A36 |
| | 2 | Base Conveyour | 35 | CS | 10x164x409 | ASTM A36 |
| | 1 | baut | 34 | SS | M5x25 | MISUMI |
| | 6 | rel pengarah | 33 | CS | 40x40x60 | ASTM A36 |
| | 2 | linier | 32 | SS | 16x42x1000 | MISUMI |
| 1 | 8 | rel 2 | 31 | CS | ∅ 20x5x37 | ASTM A36 |
| | 4 | LOCATOR | 30 | alloy steel | 60x70x90 | - |
| | 1 | lengan penepat | 29 | CS | 18x25x105 | ASTM A36 |
| | 1 | pin breket penepat | 28 | CS | ∅ 8x5x45 | ASTM A36 |
| | 1 | breket penepat | 27 | CS | 38x40x40 | ASTM A36 |
| | 9 | rol silinder 2 | 26 | CS | ∅ 15x5x100 | ASTM A36 |
| | 9 | pin rol silinder 2 | 25 | CS | ∅ 15x175 | ASTM A36 |
| | 1 | braket penahan | 24 | CS | 55x80x104 | ASTM A36 |
| | 9 | pin rol silinder 1 | 23 | CS | ∅ 15x105 | ASTM A36 |
| | 9 | rol silinder 1 | 22 | CS | ∅ 15x5x35 | ASTM A36 |
| | 2 | dudukan rol conveyor | 21 | CS | 30x37x1000 | ASTM A36 |
| | 1 | kotak kontrol | 20 | CS | 100x300x550 | ASTM A36 |
| | 4 | Roda | 19 | Urethane | 110x195x230 | OHINDUSTRIAL |
| | 2 | pin hydraulic | 18 | CS | ∅ 30x102 | ASTM A36 |
| | 4 | bush pin hydraulic | 17 | CS | ∅ 30x5x19 | ASTM A36 |
| | 1 | hydraulic | 16 | Al | CHMB32-25 | SMC |
| | 8 | pin lengan pengangkat | 15 | CS | ∅ 24x5x53 | ASTM A36 |
| 2 | 0 | bush pin | 14 | CS | ∅ 30x50 | ASTM A36 |
| | 1 | plat atas | 13 | CS | 100x360x1000 | ASTM A36 |
| | 2 | profil 8040 | 12 | Al | 40x80x420 | MISUMI |
| | 8 | profil lengan pengangkat | 11 | CS | 80x40x4-850 | ASTM A36 |
| | 4 | poros | 10 | CS | ∅ 40x608 | ASTM A36 |
| | 4 | braket guide | 9 | CS | 30x80x80 | ASTM A36 |
| | 8 | braket fixed guide | 8 | CS | 30x80x80 | ASTM A36 |
| | 6 | Penutup profil | 7 | Polyamide | 2x40x40 | MISUMI |
| | 4 | profil 4040 | 6 | Al | 40x40x284 | MISUMI |
| | 4 | bush fixed guide rol | 5 | CS | ∅ 30x5x35 | ASTM A36 |
| | 2 | fixed guide rol | 4 | CS | ∅ 30x630 | ASTM A36 |
| | 4 | plat bagian samping | 3 | CS | 10x38x618 | ASTM A36 |
| | 1 | plat alas | 2 | CS | 100x630x1000 | ASTM A36 |
| | 1 | rangka utama | 1 | CS | 456x630x1100 | ASTM A36 |

| Jumlah | Nama bagian | No. bag | bahan | Ukuran | keterangan |
|--------|-------------|---------|------------------|---------|-----------------------------|
| | | | Pemesan | | Pengganti dari : |
| | | | Diganti dengan : | | |
| | | | | Skala | Digambar 08-08-25 IWAN S. Y |
| | | | | 1 : 10 | Diperiksa |
| | | | | (1 : 5) | Dilihat |

Alat Lifting Device

POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG

SM6-PA-ASS-01