

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

PROYEK AKHIR

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



Disusun oleh :

Adyth Pryady

NIM : 0022231

Merki Jeckson

NIM : 0022244

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
TAHUN 2025**

LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL PROYEK AKHIR

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

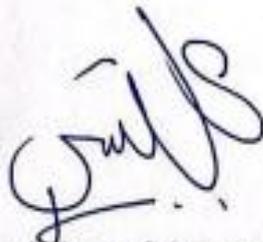
Disusun Oleh:

Adyth Pryady (0022231)

Merki Jeckson (0022244)

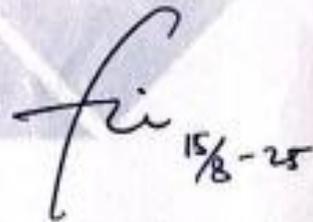
Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan program Dipolma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Pembimbing 1



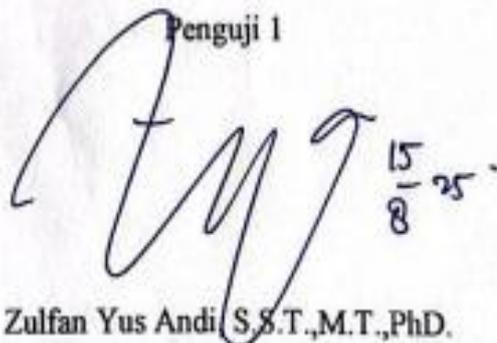
Muhammad Yunus, S.S.T.,M.T.

Pembimbing 2



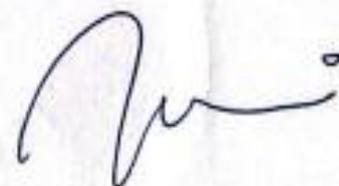
Yang Fitri Arriyani, S.S.T.,M.T.

Penguji 1



Zulfan Yus Andi S.S.T.,M.T.,PhD.

Penguji 2



Herwandi, S.S.T.,M.T.,PhD.

ABSTRAK

Dalam proyek akhir ini dirancang desain alat angkat cetakan mold dengan posisi pengangkatan dari arah atas untuk mesin injeksi plastik Woojin TE170G5 yang ada di laboratrium polman babel. Perancangan dilakukan sebagai solusi terhadap keterbatasan alat angkat yang telah tersedia sebelumnya, serta menyesuaikan dengan kondisi ruang yang sempit di area kerja. Tujuan utama dari proyek ini adalah menghasilkan desain alat angkat dengan dimensi 2020 mm x 100 mm x 2768 mm yang mampu mengangkat cetakan dengan beban maksimum 1000 kg. Untuk menganalisis pembebanan, digunakan perangkat lunak SolidWorks. Metode perancangan yang diterapkan mengacu pada pendekatan VDI 2222, yang terdiri dari empat tahapan utama: perencanaan, pengkonsepan, perancangan, dan penyelesaian. Hasil akhir dari perancangan menunjukkan bahwa alat angkat ini mampu mengangkat cetakan dengan berat hingga 1000 kg. Berdasarkan hasil analisis tegangan stress analysis, rangka alat secara teknis mampu menahan beban hingga 1100 kg.

Kata kunci: Alat Angkat Mold, Mesin injeksi, VDI 2222.

ABSTRACT

In this final project, a mold lifting device was designed with a lifting position from above for the Woojin TE170G5 plastic injection machine in the Polman Babel laboratory. The design was created as a solution to the limitations of the previously available lifting devices, as well as to accommodate the narrow working space. The primary objective of this project is to produce a mold lifting tool design with dimensions of 2020 mm x 100 mm x 2768 mm capable of lifting molds with a maximum load of 1000 kg. SolidWorks software was used to analyze the load. The design method applied followed the VDI 2222 approach, which consists of four main stages: planning, conceptualization, design, and completion. The final result of the design shows that this lifting device is capable of lifting molds weighing up to 1000 kg. Based on the stress analysis results, the tool frame is technically capable of withstanding loads up to 1100 kg.

Keywords: Lifting Tool Mold, Injection Machine, VDI 2222

KATA PENGANTAR

Segala puji penulis sampaikan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penyusunan Laporan Proyek Akhir yang berjudul “*Desain Mold Lifting Device* dari Atas pada Mesin *Woojin TE170G5*” dapat diselesaikan dengan baik.

Laporan proyek akhir ini disusun sebagai salah satu syarat akademik untuk menyelesaikan jenjang pendidikan pada Program Studi Teknik Perancangan Mekanik, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Laporan proyek akhir ini tidak terlepas dari dukungan, bimbingan, serta bantuan dari berbagai pihak yang telah memberikan kontribusi selama proses penyelesaian laporan ini. Dengan penuh rasa hormat dan penghargaan, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak dan ibu penulis serta saudara-saudara kami yang tercinta yang selalu memberikan dukungan, semangat dan motivasi dengan penuh cinta dan kasih sayang serta doa restunya.
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.Eng., selaku kepala jurusan Teknik Rekayasa Mesin.
4. Muhammad Haritsah Amrullah, S.S.T., M.Eng selaku ketua Prodi Teknik Perancangan Mekanik.
5. Muhammad Yunus, S.S.T., M.T selaku Wakil Direktur Ketua proyek akhir dan selaku pembimbing 1 yang telah banyak memberikan saran-saran dan Solusi dari masalah-masalah yang dihadapi selama proses penyusunan laporan proyek akhir ini.
6. Yang Fitri Arriyani S.S.T., M.T selaku pembimbing 2 yang telah banyak memberikan saran-saran dan Solusi dari masalah-masalah yang telah dihadapi selama proses penyusunan laporan proyek akhir ini.

7. Zulfan Yus Andi, S.S.T.,M.T.,PhD. selaku penguji 1.
8. Herwandi, S.S.T.,M.T.,PhD. selaku penguji 2.
9. Seluruh dosen Jurusan Teknik Mesin dan Staf Pegawai di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat selama pengerjaan laporan akhir ini.
10. Semua keluarga besar 3 PcmB.
11. Sebagai penutup, ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada diri sendiri, Adyth Pryady dan Merki Jackson, atas ketekunan dan ketabahan yang telah ditunjukkan selama proses ini. Meskipun kerap dihadapkan pada rasa putus asa akibat upaya yang belum membuahkan hasil, penulis tetap memilih untuk terus berusaha dan menghargai setiap langkah yang telah dijalani hingga mencapai titik ini. Terima kasih atas keberanian untuk tidak menyerah, atas semangat yang senantiasa dijaga, dan atas komitmen untuk terus mencoba tanpa lelah.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan akhir ini masih terdapat berbagai kekurangan, baik dalam aspek sistematika penulisan maupun dalam penggunaan bahasa. Oleh sebab itu, penulis sangat mengharapkan masukan, saran, dan kritik yang membangun guna meningkatkan kualitas penulisan dan penyempurnaan proyek akhir ini.

Akhir kata, penulis mohon maaf atas segala kekurangan dalam penulisan laporan proyek akhir ini. Semoga laporan proyek akhir ini bisa berguna untuk menambah wawasan dan ide bagi rekan-rekan mahasiswa. Terimakasih atas perhatiannya, penulis ucapkan terima kasih.

Sungailiat, 07 Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	KESALAHAN! BOOKMARK TIDAK DITENTUKAN.
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	KESALAHAN! BOOKMARK TIDAK DITENTUKAN.
ABSTRAK	III
ABSTRACT	IV
KATA PENGANTAR	V
DAFTAR GAMBAR	X
DAFTAR TABEL	XII
DAFTAR LAMPIRAN	XIII
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Proyek Akhir.....	2
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Alat Angkat	4
2.2 Metodologi Perancangan VDI 2222.....	5
2.3 Mesin Injeksi Plastik	8
2.3.1 Cetakan.....	10
2.3.1.1 Cetakan <i>Two Plate</i>	11
2.3.1.2 Cetakan <i>Theree Plate</i>	11
2.4 Tegangan	12
2.4.1 Pembebanan	15
2.5 <i>Software Solidwroks</i>	17
2.5.1 Fitur Utama <i>Software Solidworks</i>	18
2.5.1 Kelebihan <i>Software Solidworks</i>	18
2.6 Elemen Pengikat.....	20
2.6.1 Pengelasan.....	20

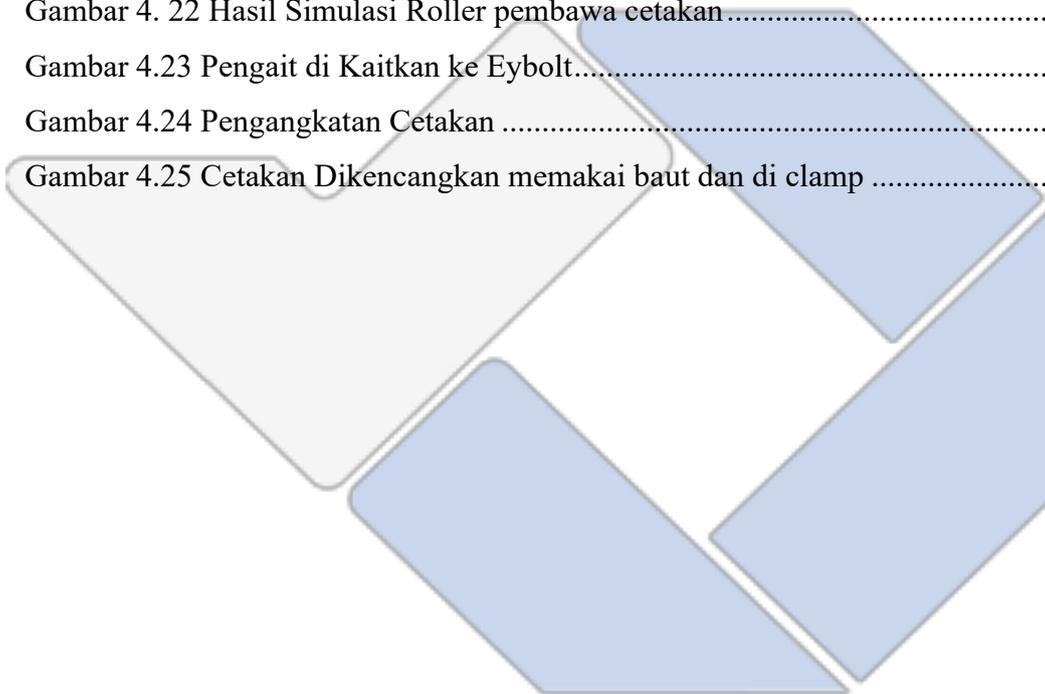
2.6.2 Baut dan Mur	22
BAB III METODE PELAKSANAAN.....	25
3.1 Tahapan Pelaksanaan	25
3.2 Identifikasi Masalah	27
3.3 Pengumpulan Data	27
3.4 Memperjelas Pekerjaan	27
3.5 Mengkonsep	27
3.6 Daftar tuntutan	27
3.7 Alternatif Fungsi bagian.....	28
3.8 Varian konsep.....	28
3.9 Penilaian Varian Konsep.....	28
3.10 Merancang.....	28
3.11 Draft Awal Rancangan.....	29
3.12 Optimasi	29
3.13 <i>Stress Analysis Lifting Equipment</i>	29
3.14 Final Rancangan.....	29
3.15 Penyelesaian.....	29
BAB IV PEMBAHASAN.....	30
4.1 Perencanaan.....	30
4.1.1 Identifikasi Masalah	30
4.1.2 Pengumpulan Data	30
4.1.3 Memperjelas Kerjaan	34
4.2 Pengkonsepan.....	35
4.2.1 Daftar tuntunan.....	35
4.2.2 Fungsi Bagian	36
4.2.3 <i>Black Box</i>	36
4.2.4 Fungsi Bagian	38
4.2.5 Alternatif fungsi Bagian.....	39
4.2.6 Pembuatan Alternatif Fungsi Keseluruhan	43
4.2.7 Varian Konsep.....	44
4.2.8 Penilaian Varian Konsep.....	48

4.2.9 Kriteria Penilaian	48
4.2.10 Penilaian Dari Aspek Teknis.....	48
4.2.11 Keputusan.....	49
4.3 Merancang.....	50
4.3.1 Draft Rancangan Awal.....	50
4.3.2 Optimasi	51
4.3.3 Perhitungan Manual Pada Rancangan Alat Angkat	51
4.3.4 <i>Stress analysis</i>	58
4.4 Rancangan Final.....	61
4.4.1 Cara Kerja Alat Angkat.....	61
4.5 Penyelesaian.....	63
4.5.1 Gambar susunan	63
4.5.2 Gambar Kerja	63
BAB V PENUTUP	64
5.1 Kesimpulan	64
5.2 Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN.....	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Jenis-jenis Alat Angkat yang Ada di Polman Babel	1
Gambar 2.1 Alat Angkat Gantry Crane.....	4
Gambar 2.2 Mesin Injeksi Plastik Woojin di Polman Babel	9
Gambar 2.3 Cetakan Injeksi.....	10
Gambar 2.4 Cetakan Two Plate	11
Gambar 2.5 Cetakan Three Plate	12
Gambar 2.6 Diagram Tegangan dan Regangan	15
Gambar 2.7 Pembebanan Statis.....	15
Gambar 2.8 Pembebanan Dinamis Berulang	16
Gambar 2.9 Dinamis Berganti.....	16
Gambar 2.10 Software Solidworks	17
Gambar 2.11 Stress Analysis	19
Gambar 2.12 Simbol Dasar Pengelasan	20
Gambar 2.13 Simbol Penunjukkan Pengelasan	21
Gambar 2.14 Jenis-Jenis Baut.....	23
Gambar 2.15 Jenis-Jenis Mur.....	24
Gambar 4.1 Layout Pada Ruangan diarea Mesin Woojinn.....	31
Gambar 4.2 Mesin Woojin TE170G5	32
Gambar 4.3 Standar Ukuran Cetakan.....	33
Gambar 4.4 Dimensi Cetakan Lebar dan Tinggi	34
Gambar 4.5 Diagram Black Box.....	36
Gambar 4.6 Diagram Struktur Alat Angkat Pemasangan Cetakan	37
Gambar 4.7 Diagram Pembagian sub Fungsi Bagian	38
Gambar 4.8 Varian Konsep 1	45
Gambar 4.9 Varian Konsep 2.....	46
Gambar 4.10 Varian Konsep 3	47
Gambar 4.11 Diagram Penilaian Aspek Teknis.....	50
Gambar 4.12 Draft Rancangan.....	51

Gambar 4.13 Diagram Benda Bebas Profil INP	52
Gambar 4. 14 Diagram Benda Bebas Momen Profil INP	53
Gambar 4. 15 Diagram Benda Bebas Profil INP	54
Gambar 4.16 Diagram Benda Bebas Plate Support	55
Gambar 4. 17 Diagram Benda Bebas Plate Hook	56
Gambar 4. 18 Sambungan Fillet (Fillet Weld).....	57
Gambar 4.19 Hasil Simulasi Rangka Atas	59
Gambar 4.20 Hasil Simulasi Plate Support.....	59
Gambar 4.21 Hasil Simulasi Plate Pengait	60
Gambar 4. 22 Hasil Simulasi Roller pembawa cetakan.....	60
Gambar 4.23 Pengait di Kaitkan ke Eybolt.....	61
Gambar 4.24 Pengangkatan Cetakan	62
Gambar 4.25 Cetakan Dikencangkan memakai baut dan di clamp	62



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Satuan Tegangan.....	12
Tabel 2.2 Simbol Dasar Pengelasan.....	21
Tabel 4.1 Spesifikasi Mesin Woojin TE170G5	32
Tabel 4.2 Standar Dimensi 2 <i>Plate</i> dan 3 <i>Plate</i>	33
Tabel 4.3 Daftar Tuntutan.....	35
Tabel 4.4 Deskripsi Fungsi Bagian.....	38
Tabel 4.5 Alternatif Fungsi Bagian Pengait.....	40
Tabel 4.6 Alternatif Fungsi Bagian Rangka.....	41
Tabel 4.7 Alternatif Fungsi Bagian Pengangkat.....	42
Tabel 4.8 Alternatif Fungsi Bagian Pembawa.....	43
Tabel 4.9 Alternatif Fungsi Keseluruhan.....	44
Tabel 4.10 (SP) Skala Penilaian	48
Tabel 4.11 Penilaian Teknis.....	48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Daftar Riwayat Hidup.

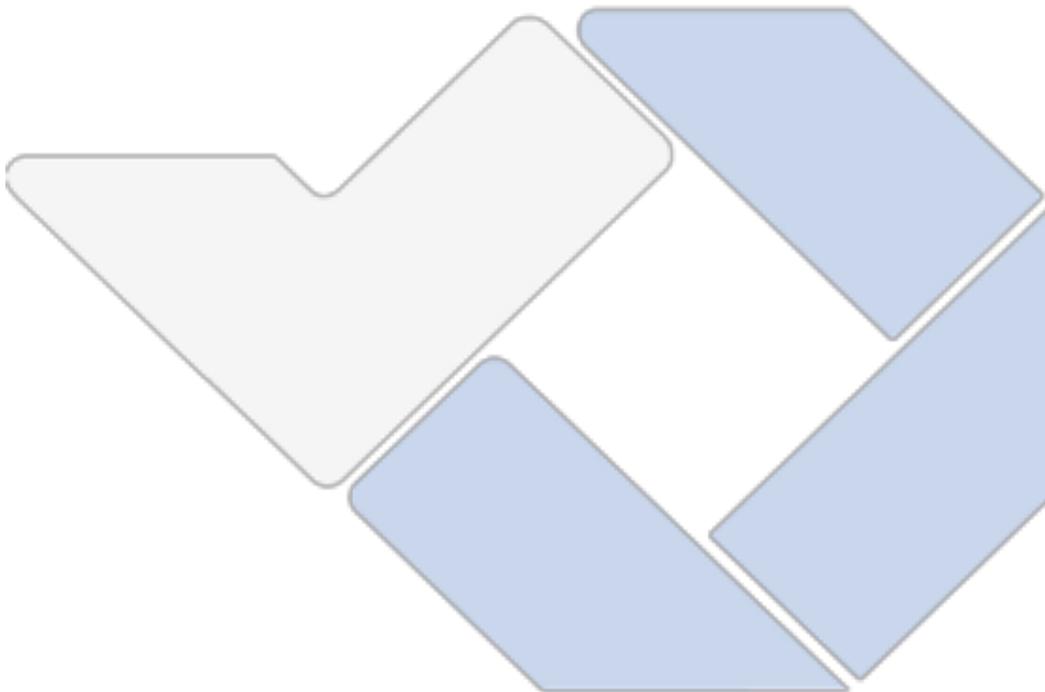
Lampiran 2 : Tabel Pertanyaan Survei/Wawancara.

Lampiran 3 : Hasil Studi Literatur.

Lampiran 4 : Hasil Survei dilapangan.

Lampiran 5 : Tabel Standar Kriteria Penilaian Aspek Teknis.

Lampiran 6 : Gambar Susunan dan Gambar Kerja.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di lingkungan industri, kebutuhan akan peralatan bantu untuk proses pengangkatan dan pemindahan beban dengan massa besar masih sangat relevan. Peralatan semacam ini diperlukan terutama dalam sektor jasa konstruksi, guna mendukung kelancaran operasional saat menangani aktivitas pemindahan serta pengangkatan beban berat secara efisien dan aman (Rahman, A. 2021).

Berbagai jenis alat angkat dan angkut kini telah banyak beredar di pasaran dengan variasi bentuk serta kapasitas daya angkut yang cukup besar. Namun demikian, harga jual alat-alat tersebut masih tergolong tinggi dan kurang terjangkau, khususnya bagi pelaku usaha kecil dan menengah di bidang jasa konstruksi (Rahman, A. 2021).



Gambar 1.1 Jenis-jenis Alat Angkat yang Ada di Polman Babel

Adapun kekurangan alat angkat sebelumnya yang ada di laboratorium polman babel yaitu :

1. Dimensi lebar alat yang besar.
2. Dimensi tinggi Panjang.
3. Jangkaun angkat beban terbatas.

4. Sistem pengangkat *hydroulik* tidak kuat menahan beban dari cetakan.

Merancang, analisa perhitungan dan *stress analysis* pada alat angkat cetakan yang ada di labotarium permesinan Polman babel berawal dari adanya permasalahan yang terjadi pada alat angkat dan keterbatasan ruang di area kerja, Alat angkat yang ada di laboratarium permesinan Polman babel tidak dapat bekerja secara *optimal* karena cetakan yang berdimensi besar dan jangkauan cukup tinggi, serta alat angkat pemasangan cetakan dari atas sebelumnya memakai *sistem* hidrolik sebagai penahan beban dari alat cetakan, yang dimana hidrolik ini tidak kuat menahan beban dari cetakan sehingga membuat alat angkat sebelumnya tidak dapat beroperasi secara maksimal. Perancang menemukan ide rancangan proses pemasangan dari atas dengan aman, efisien, dan mudah dioperasikan. oleh karena itu dalam proyek akhir ini dirancang alat bantu angkat untuk memasang cetakan berdimensi besar yang dibuat khusus untuk pengangkatan posisi dari atas, dengan memberikan perhitungan dan simulasi pemasangan bagian *part* menggunakan perangkat lunak *Solidworks*.

1.2 Rumusan Masalah

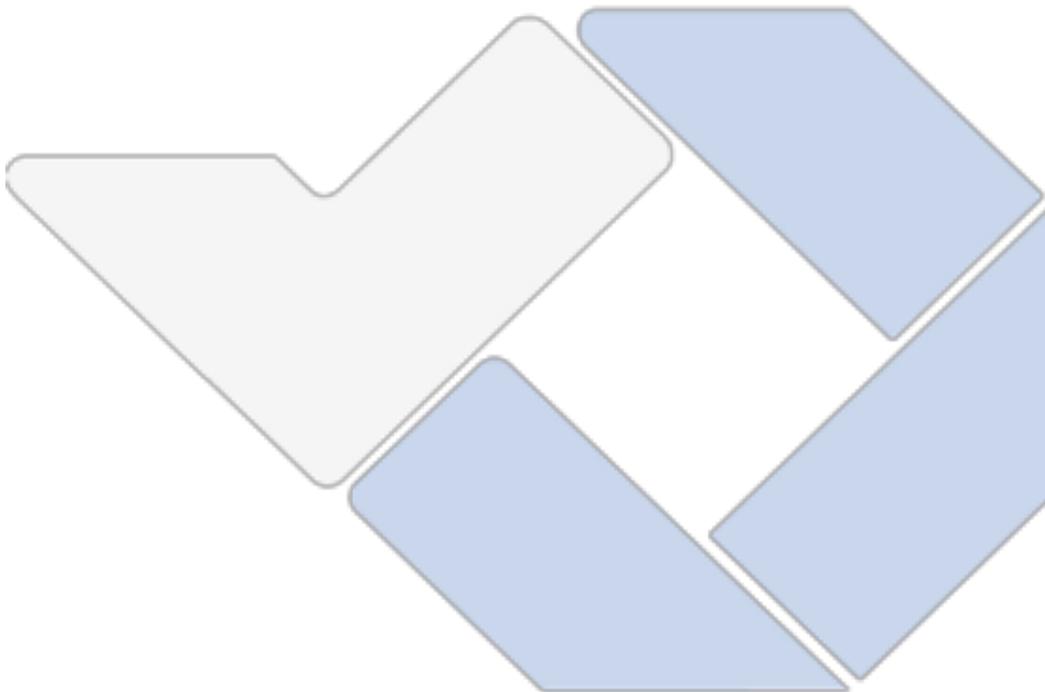
Mengacu pada uraian latar belakang yang telah disampaikan, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana proses perancangan alat angkat untuk pemasangan cetakan dari atas dilakukan dengan perangkat lunak *SolidWorks* pada mesin *injeksi Woojin TE170G5*?
2. Bagaimana simulasi rancangan alat angkat cetakan pada mesin *Woojin TE170G5*?
3. Bagaimana proses perhitungan dan analisis tegangan dilakukan terhadap rancangan alat angkat cetakan pada mesin injeksi plastik *Woojin TE170G5*?

1.3 Tujuan Proyek Akhir

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam pelaksanaan proyek akhir yang berjudul "*Desain Mold Lifting Device* dari Atas pada Mesin *Woojin TE170G5*" dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Melakukan perancangan alat angkat untuk keperluan pemasangan cetakan dengan dimensi 2020 x 2768 x 100 mm dan beban maksimum 1 ton, dengan mempertimbangkan kesesuaian terhadap batasan ruang pada area pintu serta jalur masuk alat angkat.
2. Membuat simulasi alat angkat cetakan menggunakan perangkat lunak.
3. Melaksanakan perhitungan tegangan dan *stress analysis* terhadap rancangan alat angkat cetakan yang direncanakan untuk dibuat dengan menggunakan perangkat lunak tersebut.'



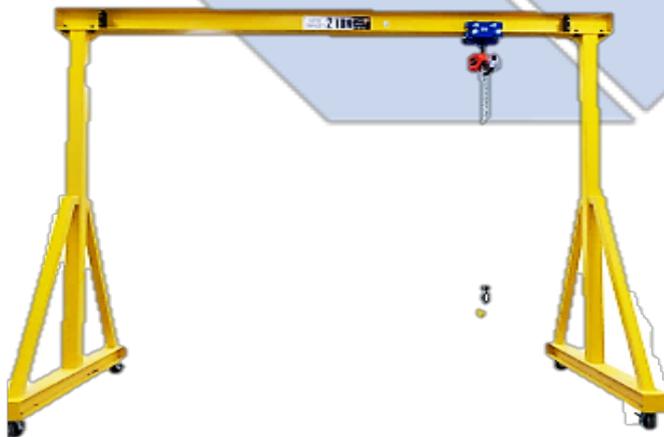
BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Alat Angkat

Alat angkat merupakan pesawat sederhana yang biasanya dipakai oleh manusia untuk mempercepat pekerjaan dalam memindahkan beban yang berat dan terus berkembang sesuai dengan berbagai jenis kondisi pekerjaan dalam mengangkat suatu beban yang sangat berat (Beno et al., 2022). Alat pengangkat juga merupakan peralatan yang biasa digunakan untuk memindahkan muatan yang berat dari suatu tempat lain dalam jarak yang cukup tidak jauh dan hanya mengangkat material dalam beban besar sehingga mempermudah pekerjaan operator serta memberikan keamanan yang cukup baik (Serial & Dan, 2024).

Dalam konstruksi, salah satu contoh alat angkat adalah *Gantry Crane*, yang merupakan alat angkat yang dapat memindahkan barang yang berat. Alat ini sangat bermanfaat bagi pekerjaan perindustrian maupun perbengkelan yang banyak memindahkan dan mengangkat benda-benda berat dengan beban yang cukup berat. Dengan dilengkapi dengan roda memungkinkan untuk di gerakkan kesegala arah sesuai keinginan pengguna (Mulia, 2016).



Gambar 2.1 Alat Angkat *Gantry Crane*
(Sumber: <https://hoistzone.com/shop/gantry-crane>)

Dalam lingkungan industri modern, aktivitas pengangkatan, pemindahan, serta penempatan beban dengan massa besar merupakan bagian *integral* dari proses operasional yang mengandung potensi risiko tinggi. Untuk menjawab tantangan tersebut, *gantry crane* hadir sebagai solusi teknologi dalam sistem pengangkatan menggunakan chain block, dengan kontribusi signifikan terhadap peningkatan efisiensi dan keselamatan kerja. *Gantry crane* sendiri merupakan jenis alat angkat yang dirancang dengan bentuk yang sederhana berbentuk *H-Frame* (Razaq & Hamzah, 2018).

Ada beberapa aspek beban pengangkatan yang harus di pertimbangkan untuk menggunakan alat angkat yaitu:

1. Ukuran dan berat yang di angkat.
2. Pembagian beban angkat yang disesuaikan.
3. Sifat dari pengangkatan dan karakteristik beban yang di angkat.
4. Maksimal pemanfaatan *crane* dalam pekerjaan.

2.2 Metodologi perancangan VDI 2222

Metodologi perancangan *Verein Deutscher Ingenieure* (VDI 2222) merupakan pendekatan sistematis yang dikembangkan oleh Asosiasi Insinyur Jerman, yang menitikberatkan pada identifikasi dan integrasi kondisi nyata di lapangan sebagai dasar utama dalam proses perancangan teknis. Pendekatan ini terdiri dari empat tahapan utama yang mencerminkan urutan logis dalam proses pengembangan solusi teknik secara menyeluruh sesuai dengan realitas operasional (Komara & Saepudin, 2014).

1. Perencanaan

Tahap ini bertujuan untuk mempermudah pekerjaan yang akan dilakukan dengan sebagaimana kita mengetahui suatu permasalahan yang akan kita hadapi kedepannya, sehingga mempercepat pembuatan rancangan untuk mencapai tujuan atau target yang diinginkan. Pada saat ingin mengetahui masalah yang terjadi dilokasi dapat dilakukan dengan pengumpulan data-data melalui survey lapangan untuk mencari hasil permasalahan. Ataupun mencari *study literatur* menurut para ahli baik keterangan tertulis maupun keterangan non-tertulis, mereview desain-

desain terdahulu, serta melakukan metode *brainstorming*. Hasil yang diperoleh pada tahapan ini yaitu *design review*. serta mencari bagaimana masalah desain disusun ke dalam masalah yang lebih kecil agar mudah diaplikasikan (Asep Indra Komara, 2014).

2. Pengkonsepan

Pada tahap ini, produk dirancang dalam bentuk beberapa alternatif konsep yang bertujuan untuk merepresentasikan solusi terhadap kebutuhan fungsional yang telah dianalisis sebelumnya. Semakin banyak varian konsep yang dikembangkan, semakin besar pula kemungkinan untuk memperoleh solusi desain yang optimal, karena perancang memiliki ruang seleksi yang lebih luas terhadap alternatif yang tersedia. Setiap konsep produk menggambarkan bentuk dasar serta dimensi utama dari rancangan yang diusulkan (Komara & Saepudin, 2014).

A. Daftar Tuntutan

Dokumen kebutuhan perancangan merupakan kompilasi sistematis dari spesifikasi fungsional dan preferensi desain yang wajib dipenuhi dalam pengembangan suatu produk. Penyusunannya didasarkan pada hasil pengumpulan dan analisis data awal yang relevan. Daftar ini secara hierarkis diklasifikasikan menjadi tiga kategori utama, yaitu kebutuhan primer, kebutuhan sekunder, dan keinginan tambahan. Fokus utama dalam proses perancangan adalah pemenuhan kebutuhan primer karena sifatnya yang esensial terhadap performa produk. Salah satu pendekatan metodologis yang digunakan untuk merumuskan dan memprioritaskan kebutuhan tersebut adalah *House of Quality* (HoQ) dalam kerangka kerja *Quality Function Deployment* (QFD) (Komara & Saepudin, 2014)

B. Menguraikan Fungsi

Pada tahap ini, tujuan utama yang ingin dicapai adalah penyusunan deskripsi rinci mengenai fungsi masing-masing komponen mesin beserta penjelasan operasionalnya. Untuk mendukung pencapaian tersebut, langkah awal yang dilakukan meliputi penyusunan analisis *black box* sebagai representasi fungsional sistem secara umum. Selanjutnya, proses dilanjutkan dengan perumusan ruang lingkup desain yang mencakup integrasi cetakan ke dalam mesin Woojin, serta

penyusunan diagram fungsi untuk setiap elemen yang terlibat dalam sistem (Komara & Saepudin, 2014)

C. Membuat Alternatif Fungsi Bagian

Pada tahapan ini, perancang diwajibkan untuk mengembangkan beberapa alternatif konsep bagi setiap fungsi komponen yang telah ditetapkan sebelumnya. Konsep-konsep tersebut cukup disajikan dalam bentuk representasi bentuk dan dimensi dasar tanpa memerlukan detail ukuran secara rinci. Visualisasi alternatif tidak terbatas pada penggunaan perangkat lunak pemodelan tiga dimensi seperti *SolidWorks*, tetapi dapat pula disampaikan melalui sketsa manual, dokumentasi fotografis komponen serupa, atau ilustrasi mekanisme dari sistem lain yang relevan dan dapat diadaptasi dalam rancangan perangkat pengangkat vertikal (Komara & Saepudin, 2014).

D. Membuat Alternatif Fungsi Keseluruhan

Penyusunan varian konsep dilakukan melalui pemberian alternatif pada setiap fungsi bagian, yang disajikan dalam bentuk diagram atau tabel pemilihan. Minimal tiga alternatif varian konsep disusun sebagai dasar dalam menentukan konsep yang akan dipilih untuk tahap perancangan selanjutnya.

E. Varian Konsep

Pada tahap ini, disusun rancangan teknis berdasarkan kombinasi alternatif fungsi dari masing-masing komponen yang telah diintegrasikan sebelumnya. Hasil dari proses ini menghasilkan tiga varian konsep produk, di mana setiap varian disertai dengan analisis komparatif yang mencakup keunggulan dan keterbatasan masing-masing rancangan sebagai dasar pertimbangan dalam proses pemilihan konsep akhir.

F. Penilaian Varian Konsep

Evaluasi terhadap masing-masing varian konsep dilakukan dengan mempertimbangkan parameter teknis dan ekonomis sebagai dasar penilaian kelayakan desain. Untuk mempermudah proses evaluasi, perlu dilakukan penentuan bobot kepentingan terhadap setiap fungsi komponen berdasarkan tingkat urgensinya. Melalui penetapan bobot ini, dapat diidentifikasi fungsi-fungsi prioritas yang harus diutamakan dalam pengambilan keputusan perancangan. Terdapat dua

pendekatan yang umum digunakan dalam proses evaluasi konsep, yaitu metode *House of Quality (HoQ)* dan metode *scoring system* berbobot (Ruswandi, 2004).

3. Merancang

Pada tahap ini, dilakukan proses optimalisasi dan *stress analysis* secara menyeluruh terhadap konsep desain yang telah ditetapkan sebelumnya. Optimalisasi mencakup berbagai aktivitas, seperti perancangan komponen tambahan guna melengkapi sistem, eliminasi elemen yang dinilai kritis atau tidak efisien, serta penyempurnaan aspek struktural dari rancangan. Sementara itu, perhitungan teknis yang dilakukan meliputi evaluasi gaya kerja, analisis momen, estimasi kebutuhan daya untuk sistem transmisi, penentuan kekuatan material, seleksi jenis material yang sesuai, pemilihan konfigurasi geometri untuk komponen pendukung, serta pertimbangan terhadap faktor-faktor krusial lainnya yang memengaruhi kinerja dan keamanan *system* (Ruswandi, 2004).

4. Penyelesaian Desain

Tahap ini mencakup finalisasi pembuatan gambar teknik secara detail, termasuk gambar kerja dan gambar perakitan dari alat yang telah dirancang. Proses ini dilanjutkan dengan penyusunan dokumen pendukung yang meliputi daftar komponen, spesifikasi teknis setiap bagian, serta dokumentasi visual lainnya yang diperlukan untuk mendukung proses manufaktur dan perakitan sistem secara menyeluruh (Ruswandi, 2004).

2.3 Mesin Injeksi Plastik

Proses *injeksi* plastik merupakan teknik manufaktur di mana material termoplastik yang telah melebur akibat pemanasan dialirkan melalui sistem *plunger* ke dalam rongga cetakan yang telah didinginkan, hingga terjadi proses pembekuan atau pepadatan. Setelah material mengeras, produk hasil cetakan dapat segera dilepaskan dari cetakan. Mesin *injeksi* sendiri berfungsi sebagai perangkat utama dalam proses produksi berbasis cetakan *injeksi*. Secara *historis*, teknologi ini pertama kali diterapkan di Amerika Serikat pada tahun 1872, menggunakan material *celluloid*. Pada dekade 1920-an, Jerman mulai mengembangkan mesin serupa, meskipun pengoperasiannya masih bersifat manual, termasuk mekanisme

penjepit cetakan yang menggunakan tuas. Memasuki era 1930-an, seiring dengan berkembangnya jenis resin yang tersedia, sistem penggerak *hidraulik* mulai diintegrasikan dalam mesin injeksi plastik. Pada periode ini, mesin yang digunakan umumnya masih bertipe *single-stage plunger*. Inovasi signifikan terjadi pada tahun 1946 ketika James Hendry memperkenalkan mesin injeksi tipe *single-stage reciprocating screw*, yang kemudian menjadi standar dalam industri. Selanjutnya, pada era 1950-an, sistem pengontrol berbasis *relay* dan *timer* mulai diterapkan untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi proses injeksi (Viktor dan Bella et al., 2019).

Proses *injection* memiliki 7 (tujuh) tahapan dalam proses produksi yaitu:

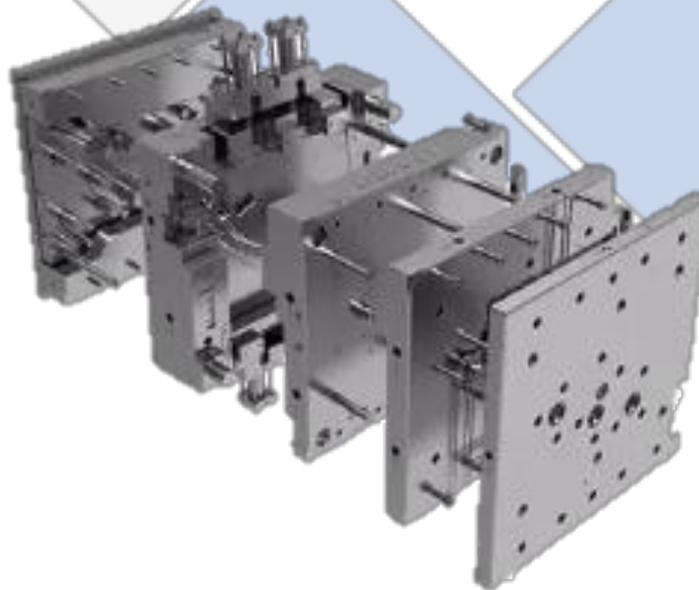
1. Persiapan bahan.
2. Pemanasan bahan.
3. Material yang dicairkan dikirim melalui ujung *injector* untuk disuntikkan ke dalam cetakan tersebut.
4. Material masuk ke dalam cetakan.
5. Penanahan sehingga membuat plastik membeku.
6. Cetakan dibuka untuk melepaskan hasil proses produksi.
7. Membersihkan hasil produksi dari *runner* (Viktor dan Bella et al., 2019).



Gambar 2.2 Mesin Injeksi Plastik *Woojin* di Polman Babel

2.3.1 Cetakan

Cetakan pada proses *molding* merupakan rongga atau ruang tempat terjadinya pembentukan material termoplastik yang telah mencair, sehingga dapat menghasilkan bentuk akhir sesuai desain. Di dalam struktur cetakan ini umumnya terdapat sistem saluran pendingin yang berfungsi untuk mempercepat proses solidifikasi material. Material utama yang digunakan untuk pembuatan cetakan umumnya berupa baja yang dapat mengalami proses pengerasan (*hardened tool steel*), karena sifat mekanisnya yang mampu menahan tekanan dan suhu tinggi. Namun, untuk kebutuhan produksi tertentu seperti *styrofoam*, digunakan cetakan dari aluminium yang lebih ringan. Sementara itu, untuk aplikasi yang memerlukan penghantaran panas tinggi, digunakan paduan tembaga-berilium (*beryllium copper alloy*) sebagai bahan cetakan karena konduktivitas termalnya yang superior. Pemilihan jenis material cetakan sangat dipengaruhi oleh aspek teknis seperti sistem pendukung struktur, beban kerja, serta volume produksi yang direncanakan. (Siregar & Rangkuti, 2018).

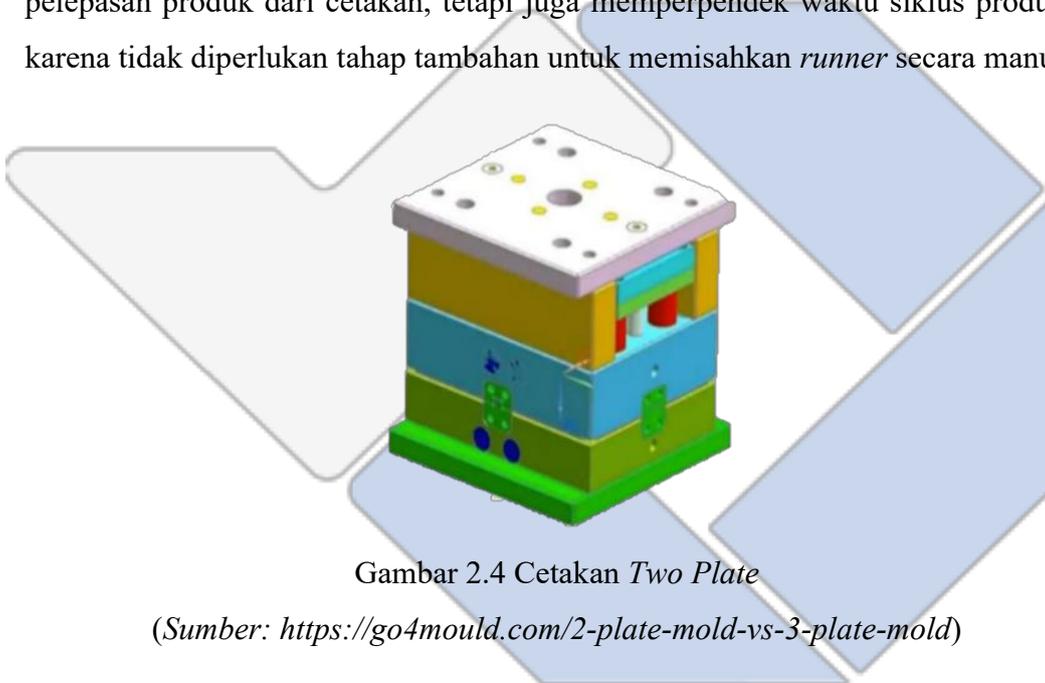


Gambar 2.3 Cetakan *Injeksi*

(Sumber: <https://id.abismoldengineering.com>)

2.3.1.1 Cetakan *Two Plate*

Cetakan tipe *two-plate* merupakan konfigurasi dasar dari sistem *mold base* yang terdiri atas dua pelat utama, yaitu *cavity plate* yang berfungsi sebagai dudukan rongga cetak sekaligus saluran *runner*, serta *core plate* sebagai elemen pembentuk bagian dalam produk. Proses pelepasan produk dilakukan melalui mekanisme *ejector pin* yang bekerja saat cetakan terbuka (*mold opening*). Pada jenis ini, saluran *runner* tetap melekat pada *cavity plate* yang terpasang pada pelat tetap (*fixed plate*), sehingga mendukung pemisahan yang lebih efektif antara produk utama dengan sisa material saluran. Konfigurasi tersebut tidak hanya menyederhanakan proses pelepasan produk dari cetakan, tetapi juga memperpendek waktu siklus produksi karena tidak diperlukan tahap tambahan untuk memisahkan *runner* secara manual.



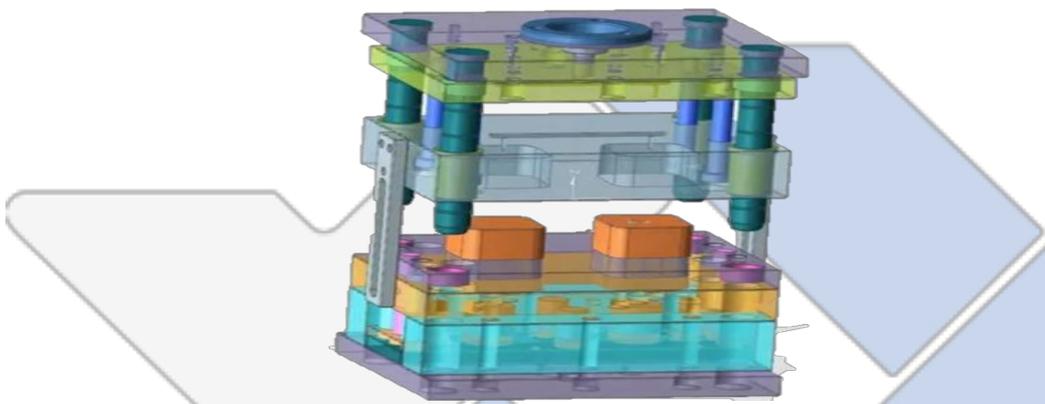
Gambar 2.4 Cetakan *Two Plate*

(Sumber: <https://go4mould.com/2-plate-mold-vs-3-plate-mold>)

2.3.1.2 Cetakan *Three Plate*

Cetakan tipe *three-plate* merupakan sistem *mold base* yang terdiri atas tiga komponen utama, yaitu *stripper plate*, *cavity plate*, dan *core plate*. Dalam proses pembukaan cetakan, elemen *sprue* dan *nozzle* secara otomatis terpisah secara simultan seiring dengan terbukanya *cavity plate*. Konfigurasi ini memungkinkan *runner* untuk dilepaskan secara manual tanpa melekat pada produk akhir, karena posisinya yang terpisah pada saat *stripper plate* bergerak. Pergerakan ini terjadi setelah *puller bolt* menarik *cavity plate*, menciptakan celah antara *stripper plate* dan *cavity plate*, sehingga memungkinkan pelepasan produk dengan lebih efisien dan

bersih dari sisa material. Keunggulan utama dari penggunaan sistem ini terletak pada kemampuannya menghasilkan komponen dengan permukaan akhir yang bebas dari sisa material runner, sehingga meminimalkan atau bahkan mengeliminasi kebutuhan proses *trimming* manual yang umumnya memerlukan waktu tambahan. Lebih jauh, rancangan mekanisme tersebut berkontribusi pada peningkatan *efisiensi* proses produksi, karena tahap pemisahan *runner* dapat berlangsung secara otomatis tanpa memerlukan intervensi operator setelah produk dilepaskan dari cetakan.



Gambar 2.5 Cetakan *Three Plate*

(Sumber: <https://go4mould.com/2-plate-mold-vs-3-plate-mold>)

2.4 Tegangan

Tegangan didefinisikan sebagai besarnya gaya internal yang bekerja pada suatu material per satuan luas penampang. Nilai tegangan yang timbul sangat dipengaruhi oleh besar kecilnya gaya dalam yang bekerja serta luas penampang material yang menahan gaya tersebut. Dengan demikian, semakin besar gaya atau semakin kecil luas penampang, maka tegangan yang terjadi akan semakin tinggi.

Tabel 2.1 Satuan Tegangan

(sumber: <https://adoc.pub>)

Abbreviation	Units	Basic Units
Psi	Pounds per square inch	lb/.in ²
Ksi	Kilopounds (kips) per square inch	10 ³ lb/in ³

Abbreviation	Units	Basic Units
Pa	Pascal	N/M ²
Kpa	Kilopascal	10 ³ N/m ²
MPa	Megapascal	10 ⁶ N/m ²
GPa	Gigapascal	10 ⁹ N/m ²

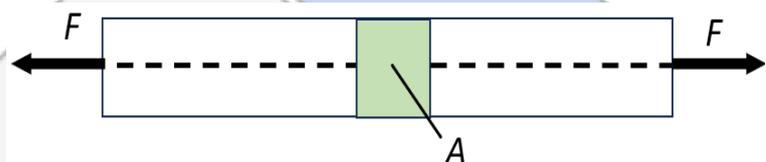
Tegangan dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu sebagai berikut:

1. Tegangan Tarik

Suatu tarikan menyatakan gaya tarik aksial yang cenderung memperpanjang pada penampang gaya.

Keterangan: Rumus tegangan tarik 2.1.

$$\sigma_t = \frac{F_n}{A}$$



Dimana:

σ_t = Tegangan Tarik (N/mm²)

F_n = Gaya Tarik (N)

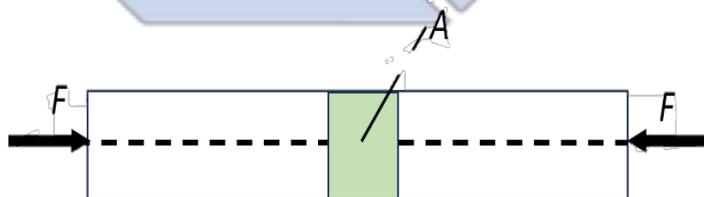
A = Luas Penampang (mm²)

2. Tegangan Tekan

Tegangan ini mengakibatkan batang tertekan sehingga terjadi perpendekan.

Keterangan: Rumus tegangan tekan 2.2.

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



Dimana:

σ_t = Tegangan Tarik (N/mm²)

F_n = Gaya Tarik (N)

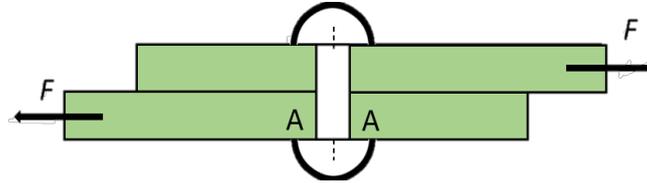
A = Luas penampang (mm²)

3. Tegangan Geser

Tegangan ini mengakibatkan penampang batang terjadi pergeseran.

Keterangan: Rumus tegangan geser 2.3.

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



Dimana:

σ_b = Tegangan permukaan (N/mm²)

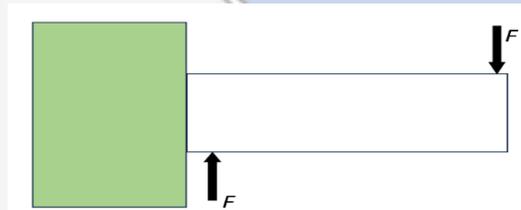
F_b = Gaya normal (N)

A = Luas penampang (mm²)

4. Tegangan Bengkok/Lengkung

Keterangan: Tegangan bengkok 2.4

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



Dimana:

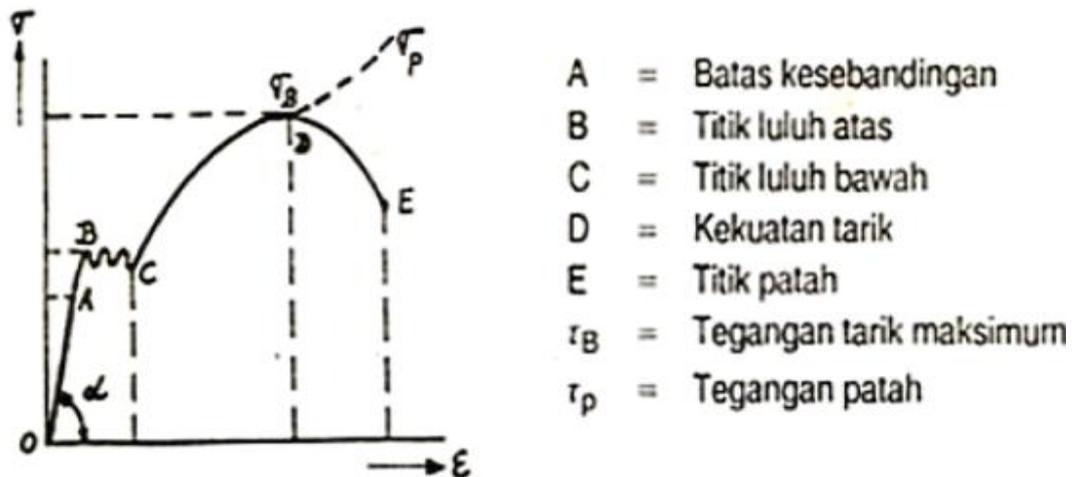
σ_b = Tegangan bengkok (N/mm²)

F_b = Momen bengkok (N)

A = Luas penampang (mm²)

5. Tegangan Izin

Dalam perancangan konstruksi, tegangan yang diizinkan (σ) dibatasi sedemikian rupa agar nilainya tidak melampaui batas proporsional, sehingga hubungan *linier* antara tegangan dan regangan sebagaimana dijelaskan dalam Hukum *Hooke* masih tetap berlaku. Namun, penentuan batas proporsional secara eksak sering kali tidak dapat dilakukan dengan pasti. Oleh karena itu, nilai tegangan yang diizinkan umumnya diturunkan dari titik mulur (*yield point*) atau kekuatan maksimum material, yang kemudian dibagi dengan suatu konstanta tertentu yang dikenal sebagai faktor keamanan (*safety factor*), guna menjamin keandalan struktur terhadap beban kerja yang diberikan.



Gambar 2.6 Diagram Tegangan dan Regangan
 (Sumber: <https://adiputrasimanjuntak.blogspot.com>)

σ = Tegangan permukaan (N/mm^2)

σ_{yp} = Tegangan Mulur (N/mm^2)

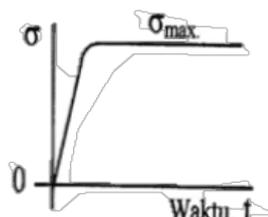
v = Faktor Keamanan

2.4.1 Pembebanan

Ada tiga jenis pembebanan dalam suatu konstruksi mekanik yaitu:

1. Pembebanan Statis

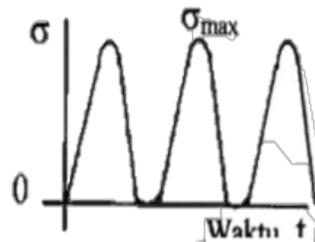
Jenis dan besar beban yang dikenakan bersifat statis dan konstan sepanjang waktu, sehingga tegangan yang terjadi pada material meningkat secara bertahap dari nol hingga mencapai nilai maksimum, lalu tetap berada pada kondisi tersebut secara kontinu tanpa mengalami perubahan. Kondisi pembebanan tersebut lazim ditemukan pada struktur yang menerima beban tetap, seperti rangka mesin, pondasi, maupun elemen penopang. Beban statis relatif lebih sederhana untuk dianalisis karena tidak dipengaruhi oleh percepatan atau perubahan arah gaya.



Gambar 2.7 Pembebanan Statis

2. Pembebanan Dinamis Berulang

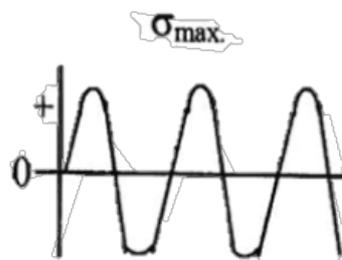
Pada kondisi ini, jenis dan besar beban diterapkan secara berulang dengan arah gaya yang tetap. Tegangan yang dihasilkan meningkat secara periodik dari nol hingga mencapai nilai maksimum, namun selalu dalam arah yang sama setiap siklus pembebanan berlangsung.



Gambar 2.8 Pembebanan Dinamis Berulang

3. Pembebanan dinamis berganti

Pada kondisi ini, beban maksimum diaplikasikan secara berulang dengan arah yang berubah secara periodik. Hal tersebut menyebabkan tegangan pada material meningkat dari nol hingga mencapai nilai puncak, dengan arah pembebanan yang bergantian pada setiap siklus. Pola pembebanan demikian diklasifikasikan sebagai beban siklik (fatigue loading), yang berpotensi menimbulkan akumulasi kerusakan mikro pada struktur material. Seiring waktu, kerusakan mikro tersebut dapat berkembang menjadi retakan awal (initiation crack) yang selanjutnya merambat dan menurunkan integritas struktural komponen. Fenomena ini dapat memicu kegagalan mendadak meskipun beban yang diterima masih berada di bawah batas kekuatan tarik material.



Gambar 2.9 Dinamis Berganti

(Sumber: <http://staff.unila.ac.id>)

2.5 Software Solidworks

Perangkat lunak *SolidWorks* dikembangkan oleh *SolidWorks Corporation*, yang merupakan bagian dari divisi perusahaan multinasional *Dassault Systèmes*. *SolidWorks* telah menjadi salah satu aplikasi penting dalam bidang rekayasa desain yang semakin luas penerapannya dalam teknologi industri modern. Perangkat lunak ini memungkinkan pengguna untuk menghasilkan model tiga dimensi (3D modeling) sekaligus menggambar tampilan dua dimensi (2D drafting) dari komponen teknik. Selanjutnya, gambar-gambar tersebut dapat diekspor ke dalam format *file .dwg*, sehingga kompatibel dan dapat diolah lebih lanjut menggunakan perangkat lunak seperti *AutoCAD*. Berkat kelengkapan fitur serta kemudahan dalam pengoperasiannya, *SolidWorks* telah berkembang menjadi salah satu perangkat lunak yang paling umum digunakan oleh kalangan insinyur profesional, mahasiswa di bidang teknik, dan berbagai sektor industri yang memerlukan solusi perancangan dengan tingkat presisi serta efisiensi tinggi serta Perangkat lunak ini berperan penting dalam mendukung proses perancangan karena dilengkapi dengan berbagai fitur, antara lain *parametric modeling*, *assembly design*, analisis berbasis metode elemen hingga (*Finite Element Analysis/FEA*), serta fasilitas *rendering* untuk menghasilkan visualisasi produk yang realistis. Selain itu, integrasi *SolidWorks* dengan modul manufaktur dan simulasi memungkinkan optimalisasi alur kerja, sehingga mempercepat transisi dari tahap perancangan konseptual hingga proses produksi. Gambar perangkat *SolidWorks* dapat dilihat di bawah ini.



Gambar 2.10 Software Solidworks

(Sumber: <https://logodix.com/solidworks>)

2.5.1 Fitur Utama *Software Solidworks*

Pada *Software solidworks* terdapat 3 (tiga) fitur utama, yaitu sebagai berikut:

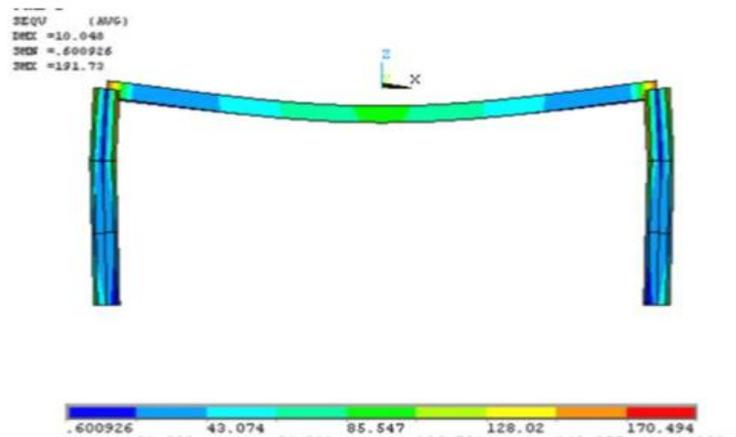
1. Bagian (*Part*) adalah entitas geometris yang tersusun atas sejumlah fitur pembentuk yang saling terintegrasi. Dalam konteks rekayasa desain, sebuah bagian dapat difungsikan sebagai elemen penyusun dari suatu sistem perakitan (*assembly*), serta dapat direpresentasikan dalam bentuk proyeksi dua dimensi melalui gambar teknik. Dalam perangkat lunak *SolidWorks*, file yang merepresentasikan bagian ini memiliki ekstensi *SLDPRT*.
2. Perakitan (*Assembly*) Merupakan sebuah dokumen. Dimana bagian-bagian fitur digabungkan bersama bagian *part* yang telah dibuat. Ekstensi file pada perakitan *Solidworks* adalah *SLDASM*.
3. Gambar teknis (*Drawing*) berfungsi sebagai templat standar yang digunakan untuk menyajikan representasi visual dua dimensi (2D) maupun tiga dimensi (3D) dari suatu komponen individu (*part*) maupun dari hasil perakitan (*assembly*) yang telah dirancang sebelumnya (Telkom University, 2024).

2.5.1 Kelebihan *Software Solidworks*

1. Gambar presisi tinggi: *Solidworks* dapat dengan mudah mengedit tanpa mengurangi kualitas gambar.
2. Dapat mengkonversi ke format lain: dapat mengkonversi file seperti *IGES* atau *DWG*.
3. *SolidWorks* tidak hanya dimanfaatkan sebagai perangkat lunak untuk memodelkan komponen dalam bentuk tiga dimensi, tetapi juga memiliki kapabilitas dalam berbagai aplikasi rekayasa lainnya. Fitur-fiturnya mencakup analisis tegangan, evaluasi kekuatan material, simulasi kinerja mesin, perhitungan torsi, defleksi, distribusi temperatur, hingga estimasi faktor keamanan (*safety factor*) dari suatu desain produk (Telkom University, 2024).

Pada tahapan analisis tegangan ini, Terdapat fitur di *solidworks* yang dapat membantu menghilangkan masalah saat akan melakukan proses simulasi dan

analisis tegangan dengan melakukan peningkatan kecepatan dan ketepatan perhitungan.



Gambar 2.11 *Stress Analysis*

(Sumber: https://www.fanwen118.com/info_24/fw_3688425.html)

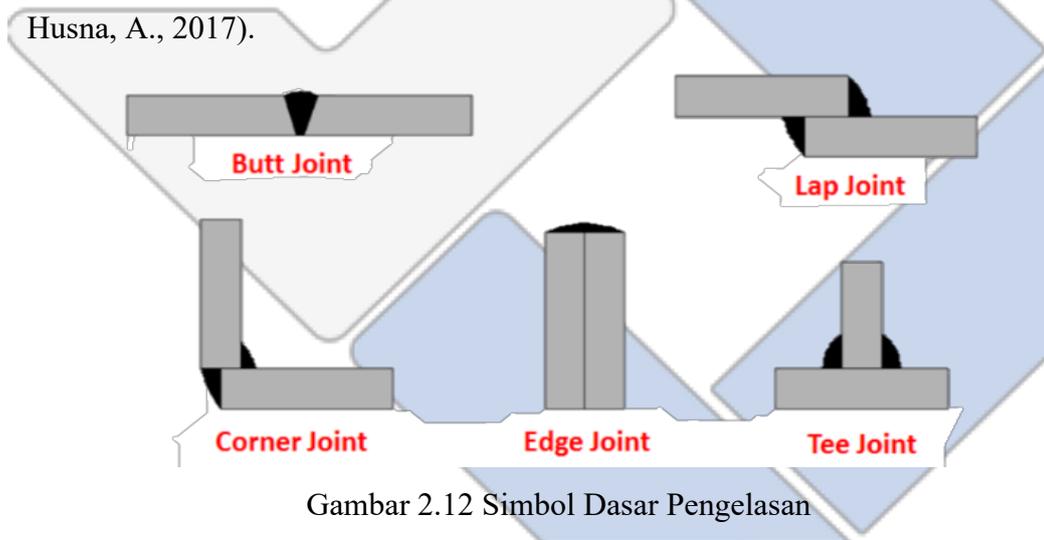
Dalam proses perancangan teknik yang melibatkan analisis kekuatan material, salah satu parameter utama yang dijadikan acuan adalah *yield strength* (batas *elastis*). Nilai ini merepresentasikan batas tegangan maksimum di mana material masih mampu mengalami deformasi elastis, sebelum memasuki fase deformasi plastis yang bersifat permanen. Secara umum, kekuatan material didefinisikan sebagai kemampuan suatu bahan untuk menahan beban maksimum sebelum mengalami kerusakan atau patah. Dengan demikian, selama tegangan kerja berada di bawah nilai *yield strength*, material dianggap berada dalam kondisi aman karena deformasi yang terjadi masih bersifat reversibel.

Metode Elemen Hingga (MEH) telah terbukti efektif dalam menyelesaikan berbagai permasalahan yang berkaitan dengan mekanika kontinum. Melalui pendekatan ini, analisis tegangan dan regangan dapat dilakukan secara sistematis, khususnya dengan memanfaatkan fitur analisis statik. Penggunaan perangkat lunak SolidWorks memungkinkan perhitungan tegangan pada suatu desain dilakukan secara efisien dan akurat (Prasetyo et al., 2020).

2.6 Elemen Pengikat

2.6.1 Pengelasan

Sambungan las merupakan sambungan antara dua atau lebih permukaan logam dengan cara mengaplikasikan pemanasan pada permukaan benda yang disambung. Perkembangan teknologi pengelasan saat ini memberikan alternatif yang luas untuk penyambungan komponen mesin atau struktur. Dalam praktik manufaktur, sejumlah komponen mesin maupun struktur teknik tertentu kerap difabrikasi melalui proses pengelasan, yang umumnya lebih ekonomis dibandingkan metode pengecoran atau penempaan, asalkan kekuatan sambungan tetap diperhitungkan secara cermat. Terdapat beberapa konfigurasi dasar dalam teknik penyambungan logam melalui pengelasan, antara lain sambungan tipe *butt joint*, *lap joint*, *corner joint*, *edge joint*, dan *tee joint*. (Azwinur, A., Jalil, S. A., & Husna, A., 2017).

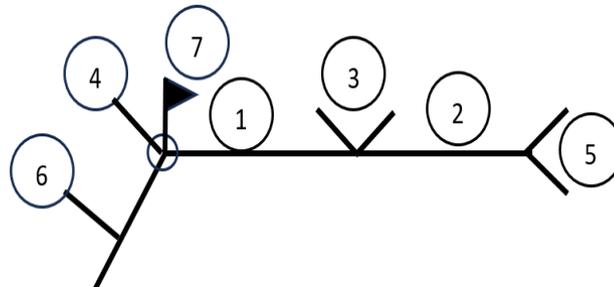


Gambar 2.12 Simbol Dasar Pengelasan

(Sumber: <https://2018/04/shielded-metal-arc-welding.html>)

Berikut penunjukan pengelasan yang mengacu pada metode proyeksi standar Eropa sebagaimana diterapkan di Politeknik Manufaktur Bandung. Metode ini dijadikan pedoman dalam kegiatan pembelajaran dan praktik pengelasan guna menjamin keselarasan dengan standar internasional yang berlaku. Penunjukan pengelasan tersebut mencakup penggunaan simbol-simbol teknis yang menggambarkan jenis sambungan, posisi pengelasan, ukuran atau dimensi las. Selain memuat simbol-simbol dasar, sistem penunjukan ini juga mencantumkan informasi pelengkap, seperti arah pelaksanaan pengelasan, jumlah lintasan, serta

ketentuan khusus yang harus dipenuhi dalam proses pengelasan. Pencantuman informasi tersebut bertujuan untuk mengurangi potensi kesalahan dalam penafsiran gambar kerja sekaligus memastikan mutu hasil pengelasan.



Gambar 2.13 Simbol Penunjukkan Pengelasan

(Sumber: omesin.com/2017/12/simbol-pengelasan-gambar-teknik)

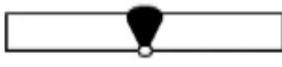
Keterangan:

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. Lambang untuk pengelasan di lapangan.

Tabel 2.2 Simbol Dasar Pengelasan

(Sumber: <https://www.scribd.com/document/122522363/WELDING-SYMBOLS>)

Designation	Illustration	Symbol
square butt weld		
single-V butt weld		∨
single-bevel butt weld		∕
single-V butt weld with broad root face		Y
single-bevel butt weld with broad root face		∕

backing run (USA - back or backing weld)		
fillet weld		
plug weld (USA - slot or plug weld)		
spot weld (resistance welding)		
edge weld		

Berikut ini ada beberapa keunggulan dalam menggunakan pengelasan sebagai elemen pengikat:

1. Kontruksi ringan.
2. Dapat menahan kekuatan yang tinggi.
3. Cukup ekonomis.
4. Tidak memerlukan perawatan khusus.

Adapun kerugian dalam menggunakan pengelasan adalah sebagai berikut:

1. Kontruksi sambungan tidak dapat dibongkar pasang.
2. Memerlukan tenaga ahli dalam perakitan.
3. Kemungkinan terjadi korosi pada sambungan las.

2.6.2 Baut dan Mur

Baut adalah sebuah komponen berbentuk batang dengan ulir di sepanjangnya dan memiliki kepala di salah satu ujungnya. Kepala baut digunakan sebagai titik pengencang dan dapat memiliki berbagai bentuk seperti bundar, segi enam, atau segi delapan. Sementara itu mur adalah jenis komponen dengan lubang yang ditunjukkan dengan ulir di dalamnya. "Dalam praktik rekayasa, baut dan mur umumnya digunakan secara bersamaan untuk membentuk sambungan ulir (threaded fastener) yang bersifat non-permanen, sehingga memungkinkan

komponen yang terhubung dapat dibongkar dan dipasang kembali tanpa menimbulkan kerusakan pada bagian yang disatukan. Jenis sambungan ini banyak diterapkan pada mesin, rangka baja, kendaraan, serta konstruksi bangunan karena kemudahan dalam pemeliharaan dan fleksibilitasnya untuk dilakukan penyesuaian ulang. Baut dapat diklasifikasikan berdasarkan bentuk kepala, panjang ulir, maupun tujuan spesifik penggunaannya, seperti *hex bolt*, *carriage bolt*, *eye bolt*, hingga *stud bolt* yang tidak memiliki kepala. Demikian pula, mur tersedia dalam berbagai tipe, termasuk *hex nut*, *lock nut* yang dilengkapi mekanisme pengunci untuk mencegah pelonggaran akibat getaran, serta *flange nut* yang memiliki permukaan tambahan untuk distribusi beban yang lebih merata. Material penyusun baut dan mur menjadi aspek penting yang perlu diperhatikan, di mana baja karbon, baja paduan, dan baja nirkarat (*stainless steel*) digunakan secara umum untuk memberikan ketahanan terhadap korosi. Pada aplikasi khusus, material seperti titanium atau kuningan dipilih untuk memenuhi kebutuhan spesifik, misalnya pada lingkungan bersuhu ekstrem atau yang terpapar bahan kimia agresif. Dengan pemilihan bentuk, dimensi, material, dan metode pengencangan yang sesuai, sambungan menggunakan baut dan mur mampu menghasilkan kekuatan serta kestabilan yang memenuhi standar teknik yang berlaku. (Perbedaan baut dan mur 2024).



Gambar 2.14 Jenis-Jenis Baut



Gambar 2.15 Jenis-Jenis Mur

(Sumber: <https://multibaja.com/index.php?route=pavblog/blog&id=17>)

Berikut ini ada beberapa keuntungan dalam penggunaan baut dan mur sebagai elemen pengikat:

- Mempunyai kemampuan yang tinggi dalam menerima beban.
- Mudah dibongkar pasang tanpa perlu dirusak,
- Mudah didapat karna komponen standar.
- Dapat digunakan untuk berbagai kondisi operasi.
- Mudah dalam pemasangannya.

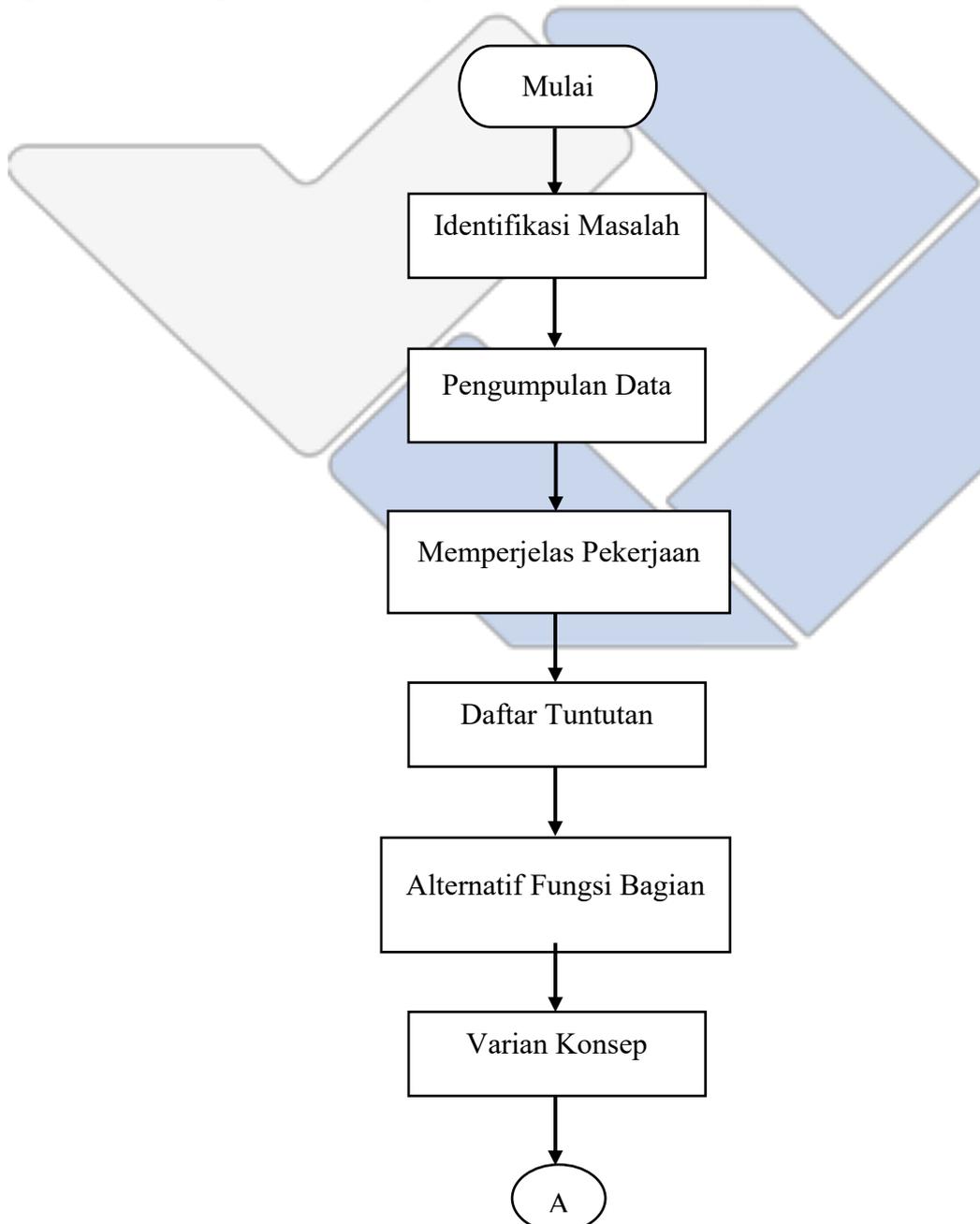
Berikut ada beberapa kurugian menggunakan baut dan mur sebagai elemen pengikat sebagai berikut:

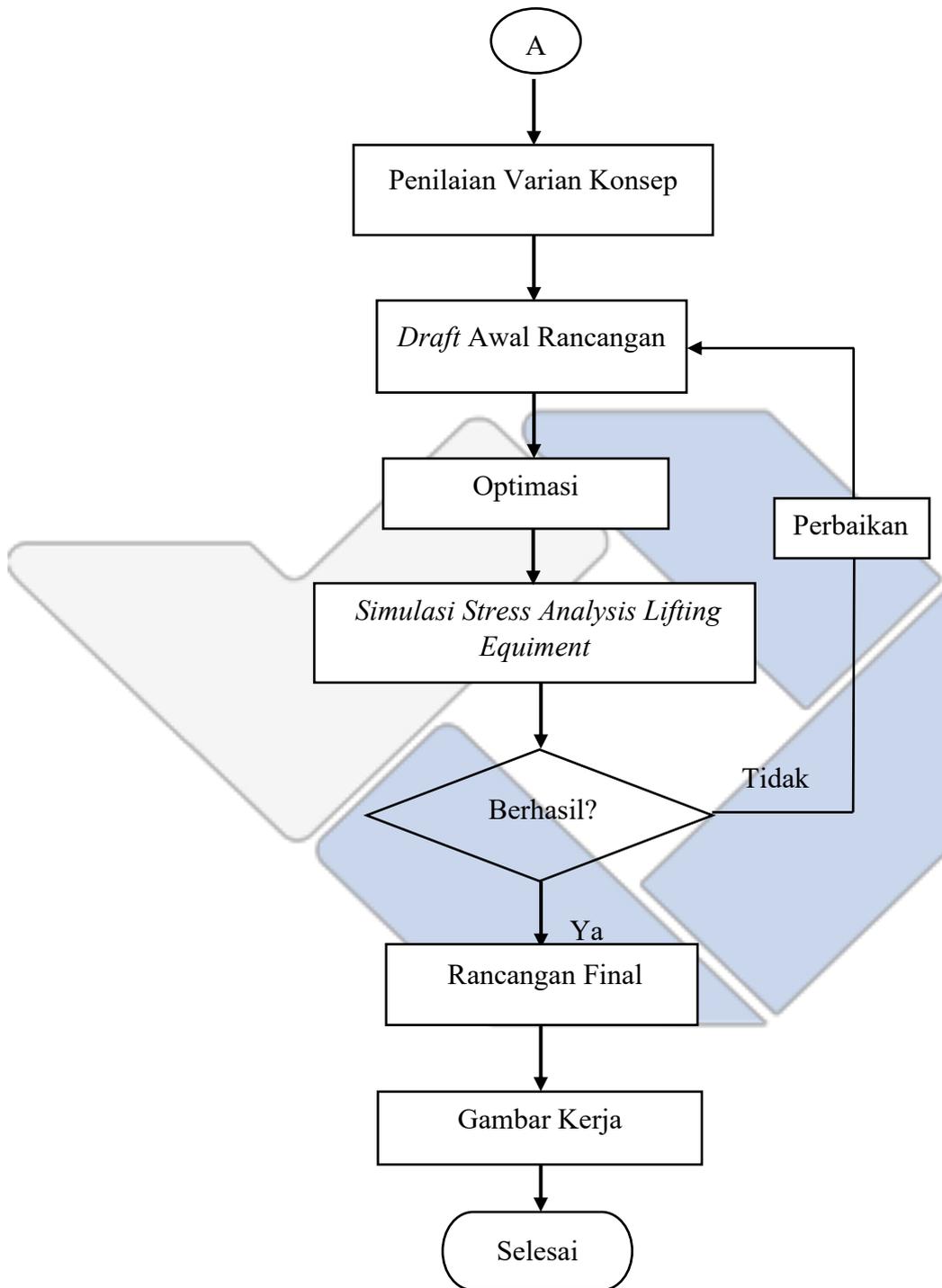
- Sambungan baut dan mur semakin lama dapat mengakibatkan kelonggaran sehingga perlu dicek secara berkala.
- Mempengaruhi berat kontruksi karena menambah beban.
- Konsentrasi tegangan yang tinggi di permukaan ulir.

BAB III METODE PELAKSANAAN

3.1 Tahapan Pelaksanaan

Pada bab ini dapat memberikan secara terperinci langkah-langkah yang dilakukan untuk membuat suatu desain alat angkat *mold lifting device* dari Atas pada mesin woojin TE170G5, dapat dilihat pada gambar diagram dibawah ini.





Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Pelaksanaan

3.2 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 dan hambatan teknis yang mungkin terjadi. Dan membuat konsep pemecahan permasalahannya.

3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan, antara lain menggunakan metode *Survey*/Wawancara yang dilakukan secara langsung dengan mengajukan pertanyaan kepada pengguna yang menjaga mesin *woojin* TE170G5 untuk mendapatkan sumber data yang terkait dengan mesin tersebut, Pengumpulan data juga dilakukan melalui *study literatur* untuk mencari artikel-artikel mengenai studi tentang *lifting equipment, software* perancangan, dan metodologi VDI 2222.

3.4 Memperjelas Pekerjaan

Pada tahapan ini pekerjaan yang berhubungan dengan semua fungsi alat rancangan yang akan dibuat dapat diuraikan secara detail dan jelas.

3.5 Mengkonsep

Pada proses ini dibuat beberapa konsep pada produk yang dapat memenuhi tuntutan yang sudah ditetapkan sebelumnya. Semakin banyak konsep yang akan dirancang, maka konsep yang terpilih juga akan semakin baik.

3.6 Daftar tuntutan

Daftar tuntutan adalah suatu hal yang ingin dipenuhi sebagai tolak ukur dalam membuat suatu rancangan. Tuntutan dibagi menjadi 3 (tiga) jenis yaitu tuntutan utama utama yang berkaitan dengan fungsi dan hal - hal yang bersifat teknis, tuntutan kedua terkait dengan penggunaan alat. Tuntutan terakhir adalah keinginan yang berkaitan dengan tampilan fisik alat.

3.7 Alternatif Fungsi bagian

Pada tahap ini disusun alternatif masing-masing fungsi bagian dari rangka dan fungsi bagian pengangkat, dari alat angkat dari atas untuk pemasangan cetakan yang dirancang serta dilengkapi dengan gambar rancangan beserta kelebihan dan kekurangan.

3.8 Varian konsep

Dalam tahapan ini, masing - masing alternatif fungsi bagian dipilih dan digabungkan satu sama lain, sehingga terbentuk varian konsep alat angkat cetakan mold. Untuk mempermudah proses seleksi, masing-masing dianalisis dalam pemilihan.

3.9 Penilaian Varian Konsep

Proses ini melibatkan evaluasi terhadap beberapa varian konsep menggunakan skala penilaian 1 hingga 4, sesuai dengan pendekatan metode VDI 2222. Agar proses penilaian lebih terstruktur, dilakukan penetapan bobot terhadap masing-masing kebutuhan fungsi dari tiap bagian yang dianalisis. Berdasarkan kombinasi alternatif bagian dan varian konsep yang telah dikembangkan, diperoleh prioritas fungsi yang perlu diutamakan dalam proses perancangan. Evaluasi dalam tugas akhir ini difokuskan pada aspek teknis sebagai kriteria utama. Dari hasil analisis kuantitatif yang dilakukan, konsep alat angkat dengan persentase penilaian tertinggi mendekati 100% dipilih sebagai rancangan akhir. Konsep tersebut ditetapkan sebagai solusi perancangan alat angkat untuk mesin cetak injeksi Woojin TE170G5 dari arah atas.

3.10 Merancang

Pada tahap ini ada beberapa proses yang meliputi yaitu melakukan *draft* rancangan awal, Analisa perhitungan kekuatan *mold lifting device*, Optimasi desain alat angkat dengan *solidworks* dan penyelesaian desain.

3.11 Draft Awal Rancangan

Pada tahapan ini bagian alternatif fungsi akan dipilih dan digabungkan fungsi alternatif satu sama lain untuk membentuk sebuah rancangan awal alat angkat cetakan dari atas untuk mesin *Woojin* TE170G5.

3.12 Optimasi

Pada tahap ini dilakukan analisis optimalisasi melalui perhitungan teknis terhadap rancangan, dengan tujuan untuk memastikan bahwa dimensi dan spesifikasi komponen yang digunakan telah memenuhi syarat kinerja yang diperlukan untuk mengangkat cetakan mold secara aman dan efektif.

3.13 Stress Analysis Lifting Equipment

Pada tahap ini dilakukan simulasi tegangan *stress analysis* sebagai bentuk validasi teknis guna memastikan bahwa desain alat angkat mampu menahan beban sesuai dengan kapasitas yang direncanakan.

3.14 Final Rancangan

Penyusunan rancangan akhir merupakan tahap finalisasi dari proses perancangan, yang telah melalui tahap optimasi terhadap konsep awal.

3.15 Penyelesaian

Tahap akhir dalam penerapan metode perancangan VDI 2222 adalah penyusunan gambar detail, yang meliputi gambar perakitan serta komponen-komponen spesifik. Penyusunan ini bertujuan untuk memfasilitasi proses manufaktur agar sesuai dengan rancangan yang telah ditetapkan.

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Perencanaan

4.1.1 Identifikasi Masalah

1. Permasalahan

Permasalahan yang dihadapi di laboratorium permesinan Polmanbabel terletak pada keterbatasan ruang serta keterbatasan kinerja alat angkat yang tersedia. Alat angkat yang ada tidak mampu menjangkau dan mengangkat cetakan berukuran besar akibat keterbatasan tinggi angkat. Selain itu, alat angkat sebelumnya menggunakan struktur rangka *A-Frame* dan *system* pengangkatan menggunakan *hidrolik* sebagai penopang beban cetakan. Namun, sistem tersebut tidak memiliki kapasitas yang memadai untuk menahan beban cetakan tersebut, sehingga mengakibatkan alat angkat tersebut tidak dapat berfungsi secara optimal.

2. Konsep Pemecahan Masalah

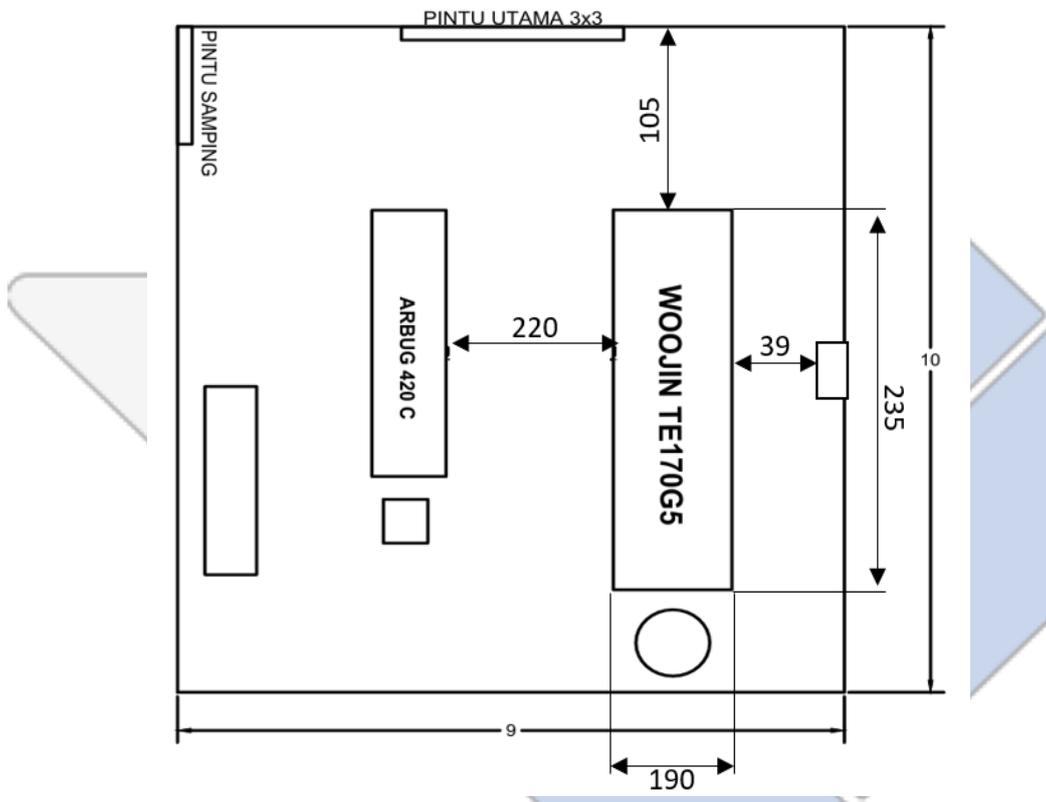
Merujuk pada permasalahan yang telah diidentifikasi, dilakukan modifikasi ulang terhadap rancangan alat angkat untuk keperluan pemasangan cetakan pada mesin injeksi plastik Woojin TE170G5 dari arah atas. Perancangan ulang ini bertujuan untuk mengatasi keterbatasan ruang kerja serta meningkatkan kapasitas alat dalam menahan beban cetakan yang relatif berat.

4.1.2 Pengumpulan Data

1. Survei

Survei dilakukan secara langsung pada unit mesin *injeksi* plastik *Woojin* TE170G5 yang berada di lingkungan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. dengan didampingi oleh operator yang bertanggung jawab terhadap pengoperasian mesin tersebut. Mesin Woojin TE170G5 merupakan unit kedua yang tersedia di bengkel polman babel setelah mesin Arburg 420 C. Berdasarkan hasil observasi, diketahui bahwa mesin injeksi yang tersedia belum dapat dioperasikan secara optimal untuk cetakan dengan dimensi besar.

Berdasarkan hasil survei maka diperoleh alat angkat yang akan dirancang yaitu, dapat beroperasi dengan efisien pada ruangan terbatas dan mampu melewati pintu masuk yang begitu tidak terlalu luas. Rancangan ini juga mempertimbangkan kemudahan bagi operator, Manuver dalam ruang mesin injeksi woojin adalah 10 x 9 meter, serta memanfaatkan sisi ruang dengan diameter 2,10 di samping mesin sebagai jalur pemasangan cetakan dari atas, Berikut Gambaran layout pada ruangan mesin tersebut.



Gambar 4.1 Layout Pada Ruangan diarea Mesin Woojinn

2. Studi Literatur

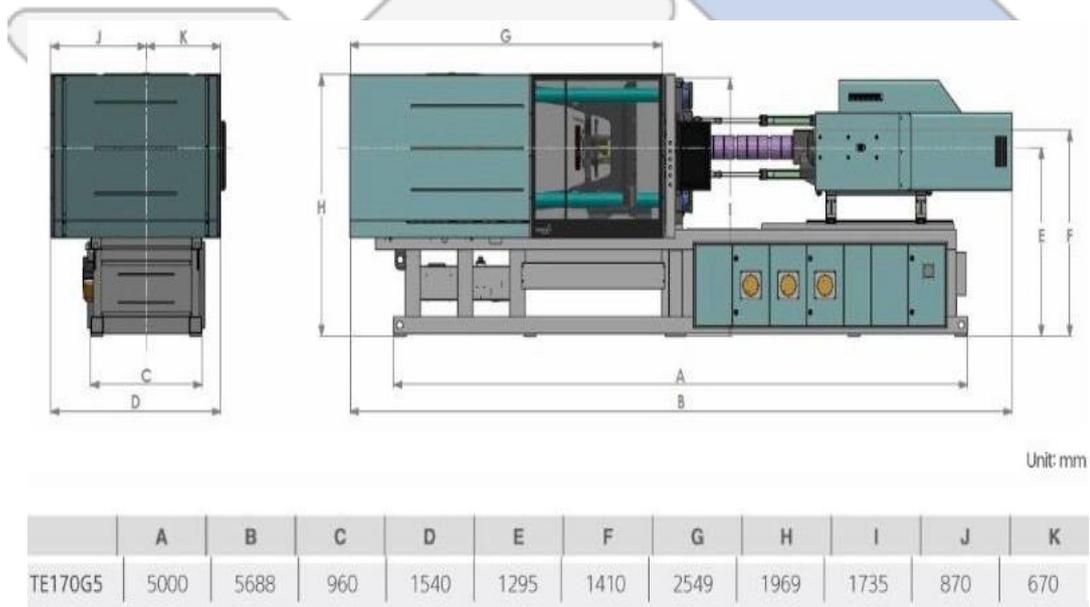
Studi literatur dilakukan melalui penelusuran makalah ilmiah dan artikel yang memiliki keterkaitan dengan topik tugas akhir, guna dijadikan acuan dalam penyusunan desain dan penyusunan laporan. Selain itu, proses ini juga dilengkapi dengan kegiatan bimbingan bersama dosen pembimbing untuk memperoleh arahan dan validasi terhadap hasil perancangan serta isi laporan yang dikembangkan.

3. Data Mesin

Berdasarkan study literatur yang telah dilakukan telah didapatkan referensi data-data dimensi mesin woojin TE170G5, Berikut adalah data- data mesin *Woojin* TE170G5 dijelaskan pada table 4.1

Tabel 4.1 Spesifikasi Mesin Woojin TE170G5

<i>Clamping Unit</i>	Satuan	<i>Woojin</i> TE170G5
<i>Clamping Force</i>	Ton. kN	170(1667)
<i>Max. Mold height</i>	mm	500
<i>Mold Platen dimension (H x V)</i>	mm	840 x 810
<i>Distance between tie bars</i>	mm	570 x 570
<i>Ejector force / stroke</i>	Ton. kN mm	3.5(34.3) 100

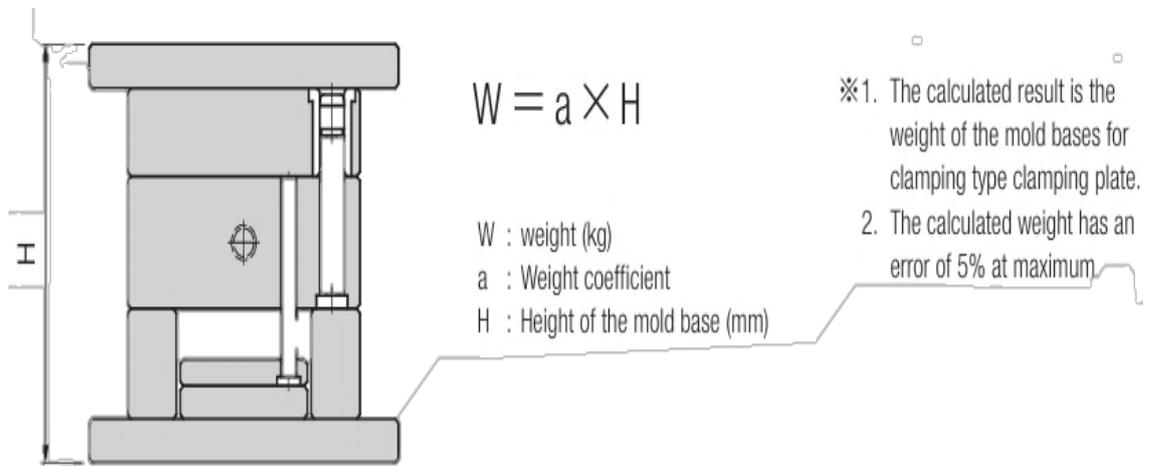


Gambar 4.2 Mesin *Woojin* TE170G5

(Sumber: <https://wojinplaimm.com>)

2. Data cetakan

Berdasarkan survei literatur telah didapatkan beberapa rumus perhitungan dasar berat cetakan *molding two plate* dan *there plate* dengan standar futaba lihat gambar 4.3 dan ukuran cetakan lihat table 4.2.



Gambar 4.3 Standar Ukuran Cetakan

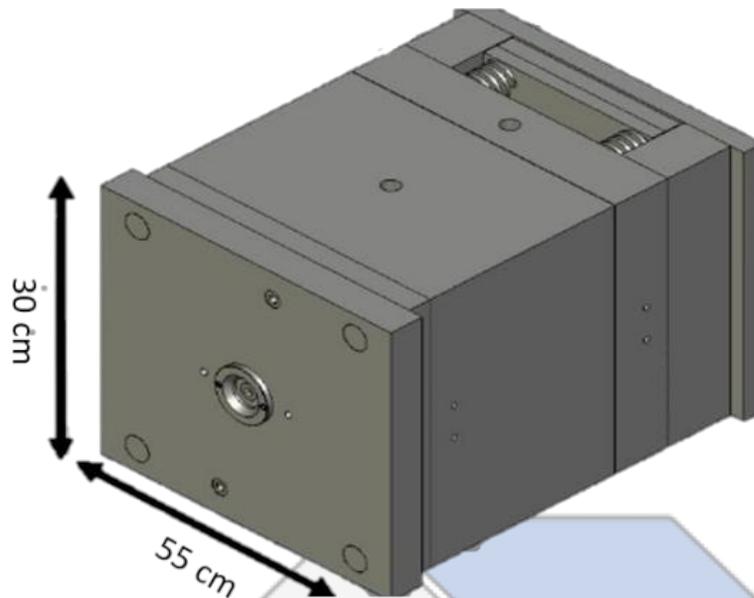
Berikut tabel dibawah ini berisi tentang standar dimensi 2 plat dan 3 plat:

Tabel 4.2 Standar Dimensi 2plate dan 3plate

(Sumber: <https://www.scribd.com/document/716695473/Blue-Book-Additional-en-2014>)

Nominal dimension	Weight coefficient (a)	
	2- Plate	3-Plate
3035	0.78	0.79
3040	0.90	0.91
3045	1.01	1.02
3050	1.12	1.13
3055	1.23	1.25

Dari hasil table 4.2 maka didapatkan *Weight coefficient* dengan dimensi lebar dan tinggi cetakan yang akan akan di gunakan dalam proses rancangan alat angkat cetakan mold dari atas. Dimensi yang didapatkan pada table diatas telah ditandai dengan kotak berwarna merah, Berikut contoh gambar dimensinya:



Gambar 4.4 Dimensi Cetakan Lebar dan Tinggi
(Sumber: <https://www.lazystones.com/project/21891>)

Dengan mengetahui dimensinya, berat cetakan dapat dihitung dengan menggunakan rumus di atas yaitu:

$$W = a \times h$$

$$a = 1.25$$

$$h = 500$$

Hasil yang didapat yaitu:

Berat cetakan

$$1.25 \times 500 = 625 \text{ kg}$$

Calculated error

$$625 \times 5\% = 31.25 \text{ kg}$$

Kemudian hasil yang didapatkan dijumlahkan, maka didapatkan berat total cetakan adalah $625 \text{ kg} + 31,25 \text{ kg} = 656,25$

4.1.3 Memperjelas Kerjaan

Dalam tahapan ini telah didapatkan hasil dari survey/wawancara dengan pengguna mesin injeksi woojin yang ada di polman babel yaitu, Terbatasnya

ruangan di area kerja sehingga menyebabkan alat angkat tidak bisa masuk keruangan dan alat angkat tidak cukup kuat dalam mengangkat beban dari cetakan mold. Maka dari itu perancang akan melakukan proses pada kebutuhan mendasar pada alat yang dibutuhkan yaitu menciptakan rancangan alat angkat dari atas yang mampu mengangkat cetakan langsung dari sisi atas secara stabil, presisi, dan aman, serta dapat digunakan pada area kerja yang terbatas. Rancangan ini dilakukan dengan mempertimbangkan efisiensi ruang, kemudahan penggunaan alat oleh pengguna, serta peningkatan keamanan kerja.

4.2 Pengonsepan

4.2.1 Daftar tuntutan

Pada tahap ini, diidentifikasi sejumlah spesifikasi dan target perancangan yang hendak direalisasikan oleh perancang dalam proses penyusunan tugas akhir ini, khususnya terkait pengembangan mold lifting device dari arah atas pada mesin injeksi Woojin TE170G5.

Tabel 4.3 Daftar Tuntutan

NO	Tuntutan	Deskripsi
	Tuntutan Utama	Deskripsi tuntutan pertama
1.	Kapasitas beban diangkat	Mampu mengangkat beban cetakan 1 ton
2.	Dimensi Alat Angkat	2028 mm (tinggi), 2768 mm (lebar), dan 100 mm (Panjang kaki) alat agar tetap sesuai dengan ruang area dan jalur masuk alat tersebut (Pintu)
3.	pembawa cetakan	Alat untuk membantu membawa cetakan dari luar mesin ke dalam mesin woojin
4.	Optimalisasi komponen standar	menggunakan standar agar dapat mudah mencari suku cadang bila terjadi kerusakan pada komponen tersebut
NO	Tuntutan kedua	Deskripsi tuntutan kedua

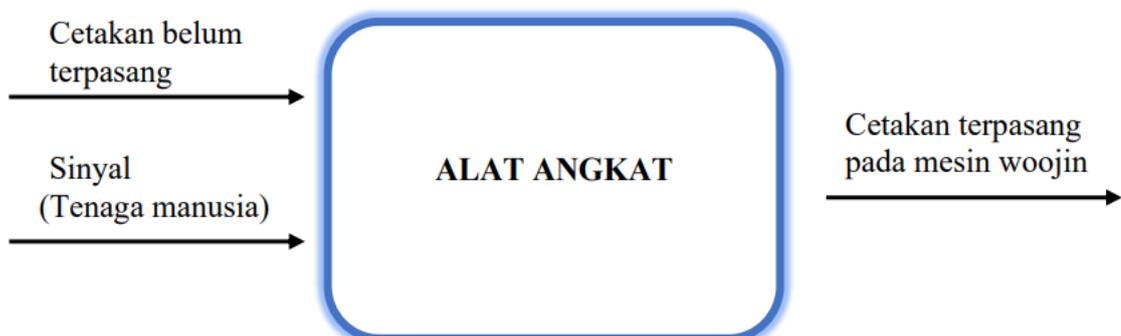
1.	Perawatan	Perawatan mudah dilakukan, tanpa memerlukan tenaga ahli.
2.	Keamanan	Alat sudah di rancang mampu meminimalisirkan resiko kecelakaan pada operator dan orang disekitar alat tersebut.
3.	Assembly/Perakitan	Mampu di rakit tanpa tenaga ahli.
4.	Pemesinan	Mampu dibuat dengan alat yang ada di bengkel Polman Babel
5.	Mobilitas/Manuver	Bisa bergerak secara leluasa atau bebas diruangan terbatas.
NO	Keinginan	Deskripsi keinginan
1.	Bentuk alat	Bentuk Desain alat ringkas dan sederhana.
2.	Penyimpanan alat	Penyimpanan Alat tidak memerlukan ruangan yang khusus bisa diletakkan dimana saja.

4.2.2 Fungsi Bagian

Tahapan ini mencakup proses analisis pemecahan masalah melalui pendekatan black box, yang bertujuan untuk mengidentifikasi serta merumuskan fungsi utama dari masing-masing komponen pada sistem alat angkat cetakan.

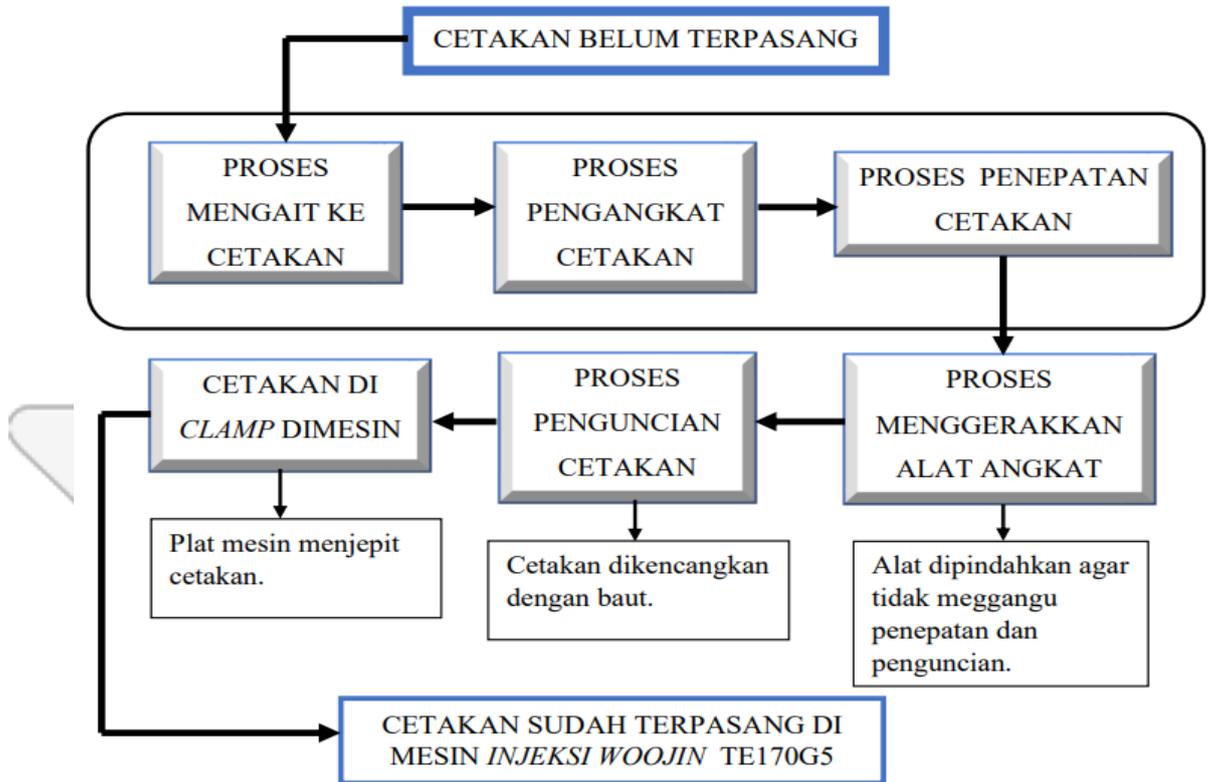
4.2.3 Black Box

Analisis *black box* berikut disajikan untuk mengkaji fungsi kerja alat angkat yang digunakan dalam proses pemasangan cetakan pada mesin *injeksi Woojin TE170G5* ditunjukkan pada Gambar 4.5.



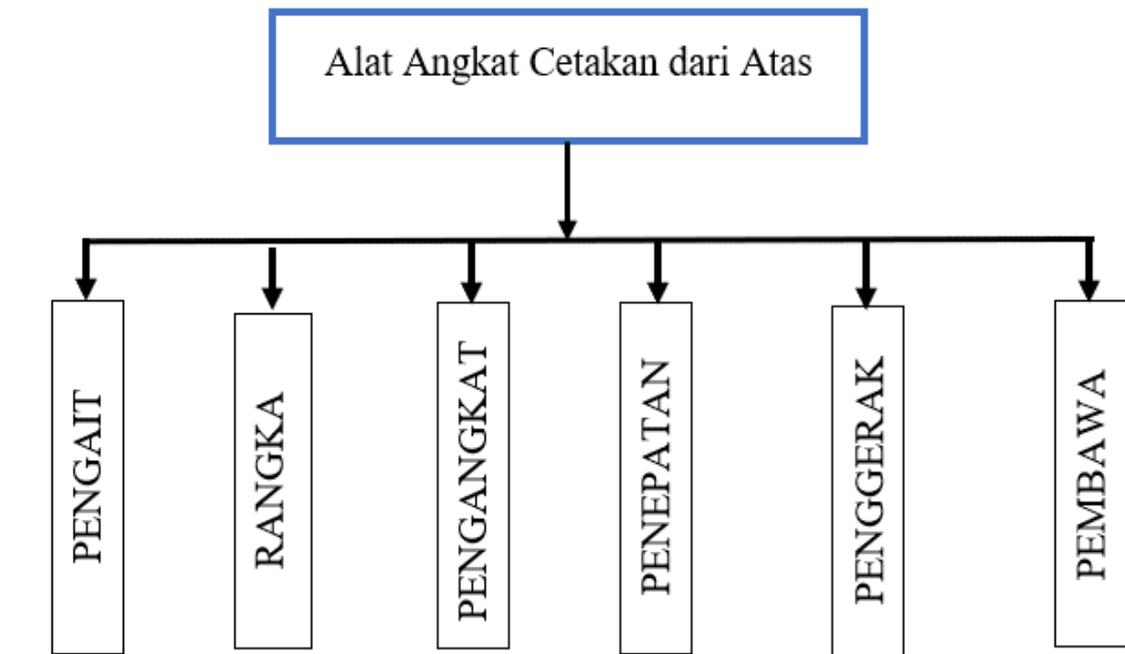
Gambar 4.5 Diagram *Black Box*

Berikut disajikan diagram yang menggambarkan ruang lingkup perancangan alat angkat dari arah atas, yang dirancang untuk keperluan pemasangan cetakan pada mesin *Woojin TE170G5*.



Gambar 4.6 Diagram Struktur Alat Angkat Pemasangan Cetakan

Berdasarkan diagram struktur fungsi yang telah disusun untuk komponen-komponen alat angkat, langkah berikutnya adalah merancang alternatif solusi bagi sistem alat angkat cetakan. Tahapan ini dimaksudkan untuk menilai berbagai opsi rancangan yang berpotensi memenuhi tuntutan fungsional secara optimal. Penyusunan alternatif dilakukan melalui identifikasi subfungsi dari setiap komponen utama, meliputi mekanisme pengangkatan, sistem penggerak, elemen penyangga, dan komponen pengendali. Masing-masing subfungsi kemudian dianalisis guna menentukan prinsip kerja yang paling sesuai, dengan memperhatikan faktor teknis seperti kapasitas beban, efisiensi penggunaan energi, kemudahan pemeliharaan, serta tingkat keselamatan kerja.



Gambar 4.7 Diagram Pembagian sub Fungsi Bagian

4.2.4 Fungsi Bagian

Tahapan ini menjabarkan spesifikasi kebutuhan dari setiap fungsi bagian (Gambar 4.5), yang menjadi dasar dalam pengembangan alternatif desain alat angkat cetakan. Dengan demikian, perancangan komponen seperti pengait, rangkat, mekanisme pengangkat, penepatan, penggerak dan pembawa agar dapat disesuaikan serta dapat memenuhi tuntutan fungsional yang telah ditetapkan. Berikut disajikan identifikasi subfungsi dari masing-masing bagian alat yang berperan dalam proses pengangkatan cetakan.

Tabel 4.4 Deskripsi Fungsi Bagian

No.	Fungsi Bagian	Deskripsi
1.	Fungsi Pengait	Fungsi pengait yaitu, sebelum memulai mengangkat cetakan perlu dikaitkan ke <i>eybolt</i> terdahulu agar bisa melakukan proses angkatnya.
2.	Fungsi Rangka	Struktur rangka secara keseluruhan dirancang untuk mampu menahan beban kerja yang terjadi, sehingga memastikan stabilitas sistem alat angkat dan

		menjaga kondisi tetap optimal selama proses pengangkatan berlangsung.
3	Fungsi Pengangkat	Memiliki kapasitas angkat terhadap cetakan dengan beban 1 ton.
4.	Fungsi Penepatan	Penepatan dilakukan secara manual, yaitu operator menyentuh cetakan secara perlahan untuk menyeimbangkan sisi kanan atau kiri cetakan, agar saat mesin injeksi beroperasi tidak terjadi kerusakan.
5.	Fungsi Penggerak	Untuk mendorong alat angkat secara manual ketika beban sudah turunkan, agar tidak mengganggu pada saat mesin injeksi woojin sudah mulai beroperasi.
6.	Fungsi Pembawa	Untuk memindahkan beban ke suatu titik tempat yang diinginkan.

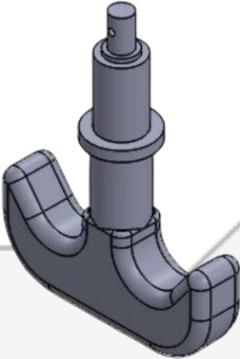
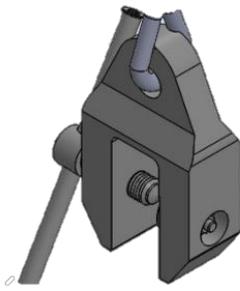
4.2.5 Alternatif fungsi Bagian

Pada tahap ini dilakukan penyusunan berbagai alternatif untuk setiap fungsi bagian, yang mencakup fungsi pengait, fungsi rangka, fungsi pengangkat, serta fungsi pembawa alat angkat dari atas yang akan dirancang. Tujuan dari penyusunan alternatif ini adalah untuk menelaah beragam opsi desain yang mampu memenuhi tuntutan teknis dan operasional secara optimal. Perancangan setiap alternatif mempertimbangkan aspek kekuatan struktur, efisiensi kerja, kemudahan perakitan, dan estimasi biaya produksi. Seluruh alternatif kemudian disertai dengan gambar rancangan teknis yang menggambarkan bentuk serta mekanisme kerja masing-masing komponen secara detail. Selanjutnya, dilakukan kajian terhadap kelebihan dan keterbatasan dari setiap alternatif. Kajian ini mencakup evaluasi mengenai daya tahan material, tingkat kerumitan proses manufaktur, kesesuaian antar-komponen, serta aspek keselamatan penggunaan. Hasil analisis tersebut menjadi landasan dalam menentukan desain yang paling sesuai, baik dari sisi fungsional maupun ekonomis. Dalam konteks perancangan alat angkat, hasil analisis dan identifikasi

yang telah diperoleh harus diimplementasikan secara terstruktur pada tahap desain dibawah ini.

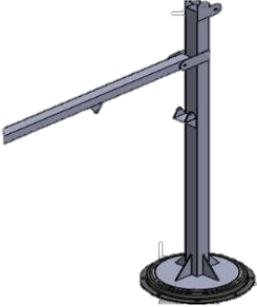
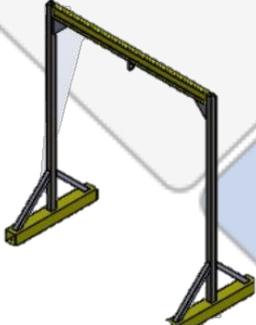
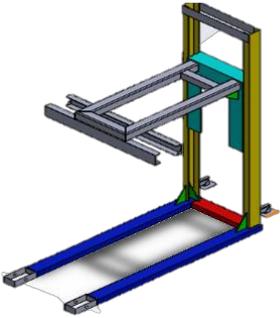
1. Fungsi Pengait

Tabel 4.5 Alternatif Fungsi Bagian Pengait

No.	Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
A1	<p><i>Hook Double</i></p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Alat cukup Sederhana dan Perawatan mudah 2. Mudah dalam mengaitkan dan melepas beban 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Terbatas untuk jenis Beban tertentu 2. Resiko beban lepas dari pengait
A2	<p><i>Hook single</i></p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mudah dalam mengaitkan beban 2. Kuat dan tahan lama 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dapat mengalami deformasi atau retak mikro 2. Perawatan yang cukup rumit
A3	<p>Screw</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gaya jepit dari ulir kuat dan stabil 2. Struktur kokoh Dan tahan lama 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lambat dalam mengaitkan beban karna harus memutar ulir secara manual 2. Perawatan yang cukup rumit

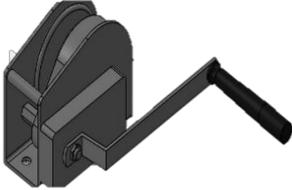
2. Fungsi Rangka

Tabel 4.6 Alternatif Fungsi Bagian Rangka

NO	Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
B1	<p><i>Jib Crane Manual</i></p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rangka cukup Kuat dan mudah dimodif 2. Kuat dalam menahan beban 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Jangkauan angkat horizontal dan vertikal tidak luas 2. Perawatan susah
B2	<p><i>Dual H-Frame Gantry</i></p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rangka kokoh, Simple, mudah dimodif dan perawatan mudah 2. Perawatan mudah 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Area gerak terbatas karena bagian rangka terbagi dua 2. Tidak dapat mengangkat beban berbentuk panjang berlebihan
B3	<p><i>Hand Stacker manual</i></p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rangka stabil terhadap gaya samping 2. Stabilitas tinggi 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Jangkauan angkat terbatas 2. Perawatan susah

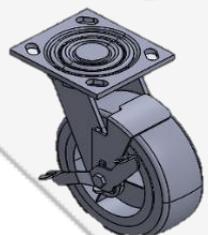
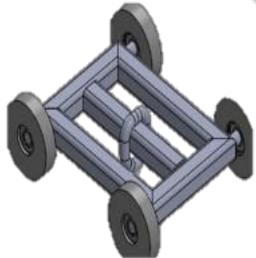
3. Fungsi Pengangkat

Tabel 4.7 Alternatif Fungsi Bagian Pengangkat

NO	Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
C1	<p><i>Winch</i></p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Alat simple dan perawatan lebih mudah 2. <i>Sling</i> mudah di ganti 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membutuhkan tenaga engkol yang kuat 2. <i>Sling</i> rawan karat
C2	<p><i>Chain Block</i></p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Alat yang cukup Sederhana 2. Rantai mudah di ganti dan perawatan lebih simple 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rantai penggerak tergantung dapat mengganggu proses 2. Rantai rawan karat
C3	<p><i>Hydroulik</i></p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tenaga angkat Lebih ringan 2. Kontruksi alat Yang sederhana 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Perawatan rumit karsena memakai oli sebagai <i>fluida</i> 2. penganangan yang rumit ketika ada kebocoran

4. Fungsi pembawa

Tabel 4.8 Alternatif Fungsi Bagian Pembawa

NO	Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
D1	<p><i>Slewing</i></p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bisa berputar 360° sehingga mudah memindahkan beban 2. Mempercepat Pemindahan beban 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Perawatan susah karna memakai gemuk pelumas agar <i>slewing</i> bisa berputar terus 2. Bearing mudah berkarat
D2	<p><i>Roda</i></p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memudahkan operator untuk memindahkan beban 2. Perawatan yang cukup mudah 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ulir rawan karat 2. Roda kuat tergantung dari beban yang di terima
D3	<p><i>bearing Wheel Track</i></p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memudahkan operator dalam pemindahan beban 2. Cepat dalam memindhkan beban karna tinggal di geser kiri/kanan 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gerak cepat tergantung pada gemuk pelumas untuk <i>bearing</i> dapat bergerak lancar 2. Perawatan yang cukup rumit

4.2.6 Pembuatan Alternatif Fungsi Keseluruhan

Melalui penerapan metode morfologi, berbagai alternatif dari masing-masing fungsi bagian dikombinasikan untuk membentuk alternatif fungsi secara menyeluruh, yang selanjutnya disebut sebagai varian konsep dan disimbolkan

dengan huruf “V”. kombinasi ini menghasilkan tiga variasi rancangan yang berbeda berikut alternatif fungsi keseluruhannya pada tabel 4.9 dibawah ini.

Tabel 4.9 Alternatif Fungsi Keseluruhan

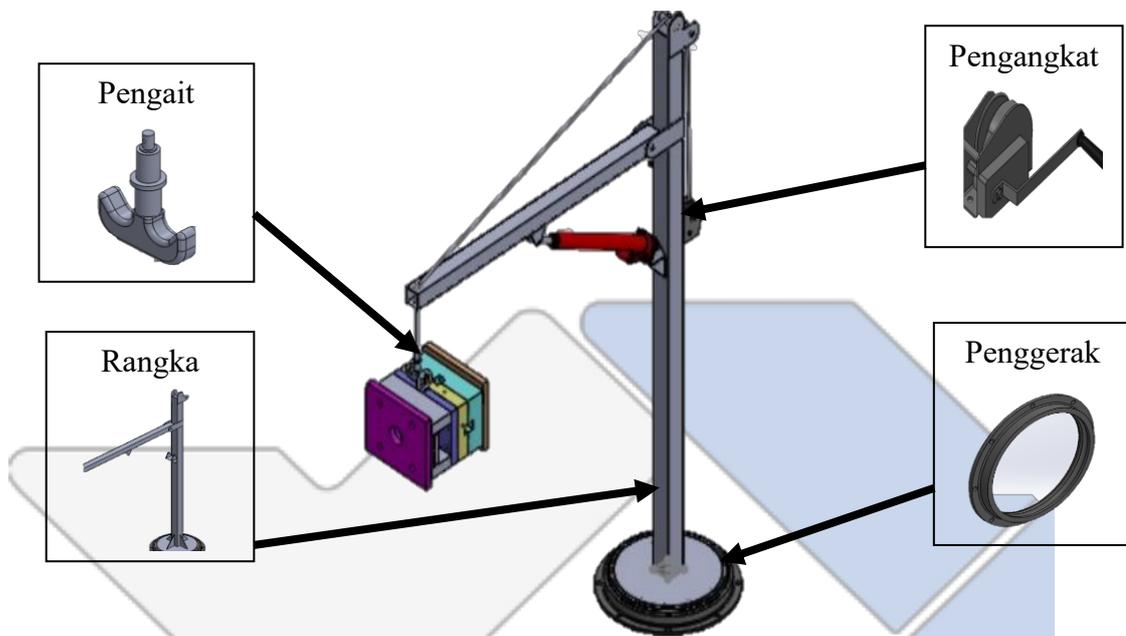
No.	Fungsi Bagian	Varian Konsep (V)		
		Alternatif Fungsi Bagian		
1.	Fungsi Pengait	A1	A2	A3
2.	Fungsi Rangka	B1	B2	B3
3.	Fungsi Pengangkat	C1	C2	C3
4.	Fungsi Pembawa	D1	D2	D3
		V1	V2	V3

4.2.7 Varian Konsep

Berdasarkan data pada Tabel 4.4 mengenai alternatif fungsi bagian, diperoleh tiga varian konsep yang selanjutnya divisualisasikan dalam bentuk model 3D. Setiap konsep disertai dengan penjelasan terperinci mengenai dasar penggabungan masing-masing sub-fungsi yang membentuk keseluruhan rancangan alat, serta dilengkapi dengan analisis yang menyoroti kelebihan dan keterbatasan dari masing-masing varian. Pendekatan ini dimaksudkan untuk memfasilitasi proses evaluasi dan pemilihan konsep yang paling relevan dengan kebutuhan operasional di lapangan. Ketiga varian konsep tersebut dikembangkan dengan mempertimbangkan sejumlah faktor utama, meliputi efisiensi dalam proses pengangkatan, kestabilan struktur rangka, fleksibilitas pemakaian, kemudahan dalam pemeliharaan, serta tingkat keamanan penggunaan. Analisis yang dilakukan mengacu pada kajian teoritis, Rujukan terhadap desain alat angkat yang telah memenuhi standar, beserta hasil observasi dari praktik teknis di lingkungan industri, meliputi penerapan pedoman dan regulasi yang berlaku, baik pada tingkat nasional maupun internasional (seperti *SNI*, *ISO*, dan *ASME*) yang berfungsi untuk menjamin aspek keselamatan, efisiensi, dan keandalan sistem angkat. Di samping itu, penerapan

langsung di lapangan memberikan kontribusi penting berupa pengetahuan empiris, mencakup evaluasi kinerja dan prosedur pemeliharaan berkala.

A. Varian Konsep 1 (V1)

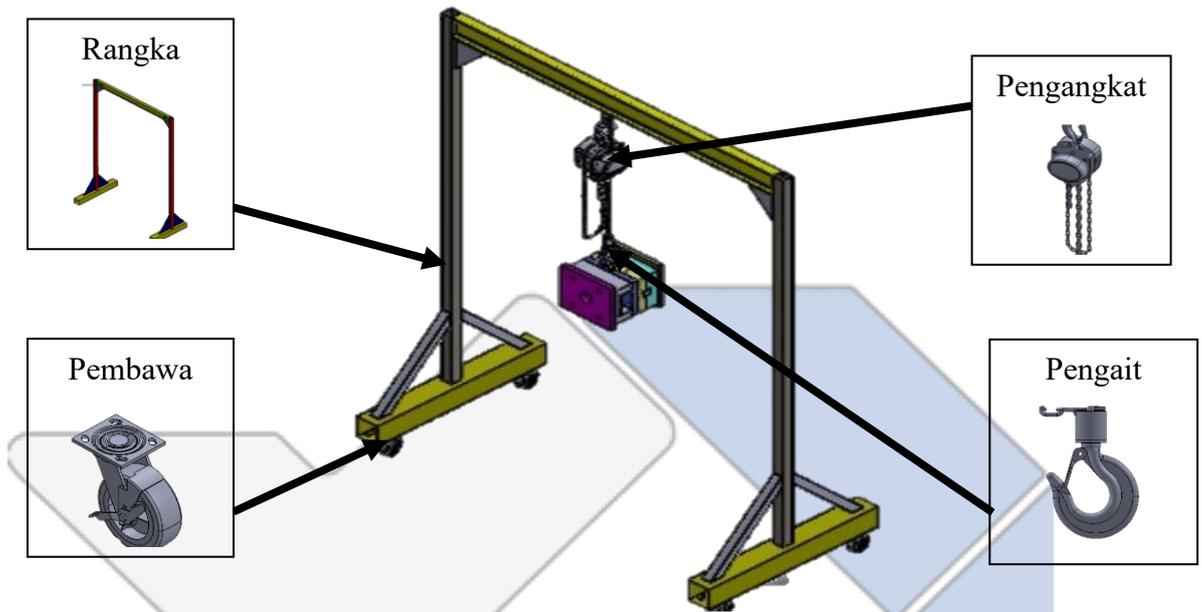


Gambar 4.8 Varian Konsep 1

Jib Crane adalah alat bantu angkat beban bertenaga manusia (manual) yang terdiri dari struktur penyangga vertikal dan lengan horizontal (slewing/jib) yang bisa berputar 360 derajat. Sistem pengangkatan menggunakan winch manual dan tali baja, dengan beban digantung pada pengait contohnya (hook). Alat ini sangat cocok digunakan di area terbatas, bengkel, atau industri kecil untuk memindahkan beban dari satu titik ke titik lain dalam radius tertentu. Berikut penjelasan masing-masing dari fungsi bagian dari alat angkat jib manual ini, Pengait Berfungsi sebagai alat utama untuk mengaitkan beban. Terletak di ujung tali baja dan akan menahan beban selama proses pengangkatan dan pemindahan, Rangka utama Merupakan struktur utama yang menahan seluruh bagian beban. Tiang vertikal memberikan kekuatan dan kestabilan, sedangkan Hydraulic sebagai penahan beban, Winch adalah alat yang digunakan untuk menggulung dan menarik tali sling untuk menaikkan maupun menurunkan beban. Dengan diputar manual, operator dapat

menaikkan atau menurunkan beban dengan mudah, dan Slewing bearing bagian ini memungkinkan lengan berputar 360 derajat, sehingga beban bisa dipindahkan dari satu titik ke titik lain tanpa harus memindahkan rangka.

B. Varian Konsep 2 (V2)

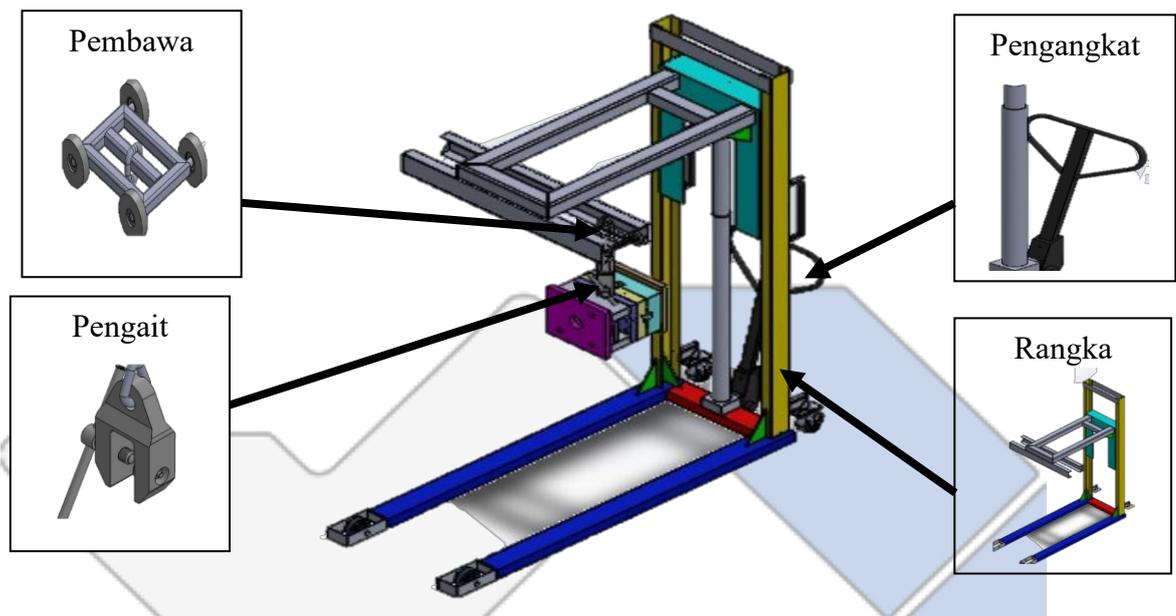


Gambar 4.9 Varian Konsep 2

Varian konsep 2 memberikan desain alat angkat yang ringkas, stabil dan cocok untuk proses pengangkatan cetakan berulang yang membutuhkan presisi tinggi. Dengan struktur rangka *H-Frame*. (atau crane gawang) adalah alat angkat beban portabel yang terdiri dari rangka berbentuk huruf "H", dengan tempat penggantung beban (chain block). Adapun fungsi dari setiap bagian dari alat angkat ini yaitu pengait terletak di bagian bawah chain block. berfungsi sebagai tempat mengaitkan *eybolt* pada beban yang akan diangkat, Rangka dengan struktur gawang berbentuk "H" untuk menahan beban total dan memberikan kestabilan pada seluruh sistem saat alat bekerja, *Chain Block* dengan Rantai Manual Mekanisme utama pengangkat beban. Operator menarik rantai manual, dengan *chain block* mengangkat beban dengan prinsip mekanik, dan Pembawa sebagai alat yang membantu operator dalam memindahkan alat angkat ataupun bebannya. Dengan perawatan yang tepat dan penggunaan sesuai prosedur, H-Frame crane merupakan

alternatif yang efisien untuk aktivitas pengangkatan berulang, karena konstruksinya yang sederhana namun kuat mendukung penggunaan yang stabil dengan tingkat keselamatan yang tinggi.

C. Varian Konsep 3 (V3)



Gambar 4.10 Varian Konsep 3

Hand Stacker adalah alat angkat beban yang bekerja secara manual menggunakan sistem hidrolik, dirancang untuk mengangkat, mengangkut, dan menempatkan beban berat contoh seperti palet atau rangka kerja ke tempat yang lebih tinggi atau ke titik tertentu yang diinginkan. Berikut penjelasan masing-masing dari fungsi bagian dari alat ini Pengait *Screw Clamp* Berfungsi sebagai penjepit atau pengait beban, khususnya pada benda seperti rangka, tabung, atau benda yang cukup berat sehingga dapat memastikan beban tidak terjatuh saat diangkat, Rangka sebagai struktur vertikal dan horizontal yang menahan seluruh beban dan komponen lainnya. Yang dapat memberikan kestabilan dan kekuatan struktural alat. Sistem pengangkat yaitu *Hidrolik* digunakan untuk mengangkat dan menurunkan secara manual melalui tuas pompa. Tekanan fluida membantu mengangkat beban berat dengan tenaga kecil, Penggerak untuk memudahkan

operator dalam mengemgag agar bisa didorong ataupun dipindahkand,dan Pembawa berfungsi sebagai untuk memindahkan beban ke sisi kiri dan kanan.

4.2.8 Penilaian Varian Konsep

Pada tahap ini dilakukan penilaian pada varian konsep dengan skala penilaian 1-4 berdasarkan metode VDI 2222. Tujuannya adalah untuk mempermudah penilaian, maka perlu ditentukan bobot kebutuhan dari masing – masing fungsi bagian.

Tabel 4.10 (SP) Skala Penilaian

1	2	3	4
BURUK	KURANG	CUKUP	BAIK

4.2.9 Kriteria Penilaian

Setelah merumuskan alternatif fungsi secara menyeluruh, dilakukan evaluasi terhadap masing-masing varian konsep guna menentukan pilihan yang paling layak untuk dilanjutkan ke tahap perancangan draft. Penilaian difokuskan pada aspek teknis sebagai satu-satunya kriteria evaluatif. Skala penilaian yang digunakan untuk menilai setiap varian ditampilkan dalam tabel berikut, yang disusun berdasarkan indikator penilaian teknis yang menentukan bobot nilai dari masing-masing varian konsep.

4.2.10 Penilaian Dari Aspek Teknis

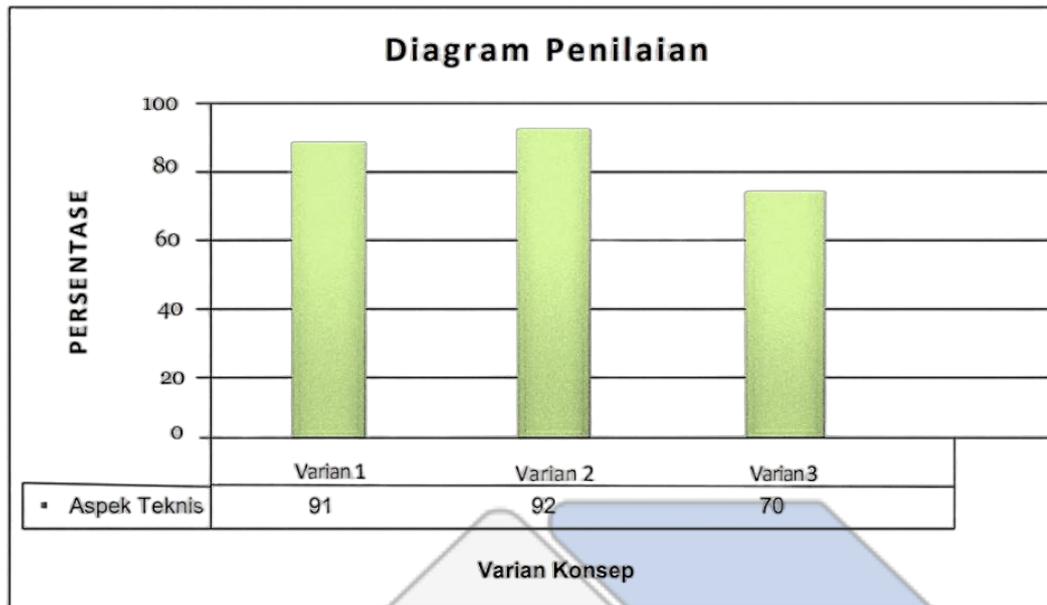
Pada table 4.11 dibawah ini menyajikan hasil analisis terhadap berbagai indikator teknis yang berkaitan dengan pelaksanaan proyek, pengembangan produk, atau penerapan suatu sistem. Evaluasi pada aspek teknis memiliki peranan penting dalam menilai tingkat pencapaian terhadap parameter yang telah ditetapkan. Kriteria penilaian umumnya mencakup ketepatan dimensi dan kesesuaian spesifikasi komponen, pemilihan material yang memenuhi standar mutu, efisiensi kinerja sistem, tingkat keselamatan operasional, serta ketahanan komponen terhadap berbagai kondisi kerja.

Tabel 4.11 Penilaian Teknis

NO	Aspek yang dinilai	Bobot	Nilai Ideal		Varian Konsep					
					V1		V2		V3	
1	Pencapaian Fungsi	3	4	12	3	9	4	12	3	9
2	Keamanan	2	4	8	4	8	3	6	2	4
3	Perakitan	2	4	8	4	8	4	8	3	6
4	Perawatan	2	4	8	3	6	3	6	2	4
5	Optimalisasi komponen standar	3	4	12	4	12	4	12	3	9
6	Pemesinan	2	4	8	4	8	4	8	3	6
7	Manuver	2	4	8	4	8	4	8	3	6
8	Penyimpanan alat	1	4	4	3	3	3	3	4	4
Nilai Total		17	68		62		63		48	
Persentase (%)			100%		91%		92%		70%	

4.2.11 Keputusan

Berdasarkan hasil evaluasi yang disajikan pada Tabel 4.8, varian konsep yang dipilih merupakan varian dengan persentase nilai tertinggi, mendekati 100%. Melalui proses perbandingan dan penilaian, konsep V2 memperoleh skor tertinggi, yaitu 63 dari 68 poin (91) yang setara dengan 100%. Oleh karena itu, konsep V2 ditetapkan untuk dilanjutkan dan dioptimalkan pada tahap perancangan alat pengangkat cetakan dari arah atas untuk mesin injeksi plastik Woojin TE170G5. Proses optimalisasi mencakup penyesuaian dimensi komponen, pengaturan konfigurasi mekanis agar sesuai dengan spesifikasi mesin, serta verifikasi kekuatan struktur melalui simulasi numerik untuk memastikan kinerja dan keselamatan alat pada kondisi operasi aktual.

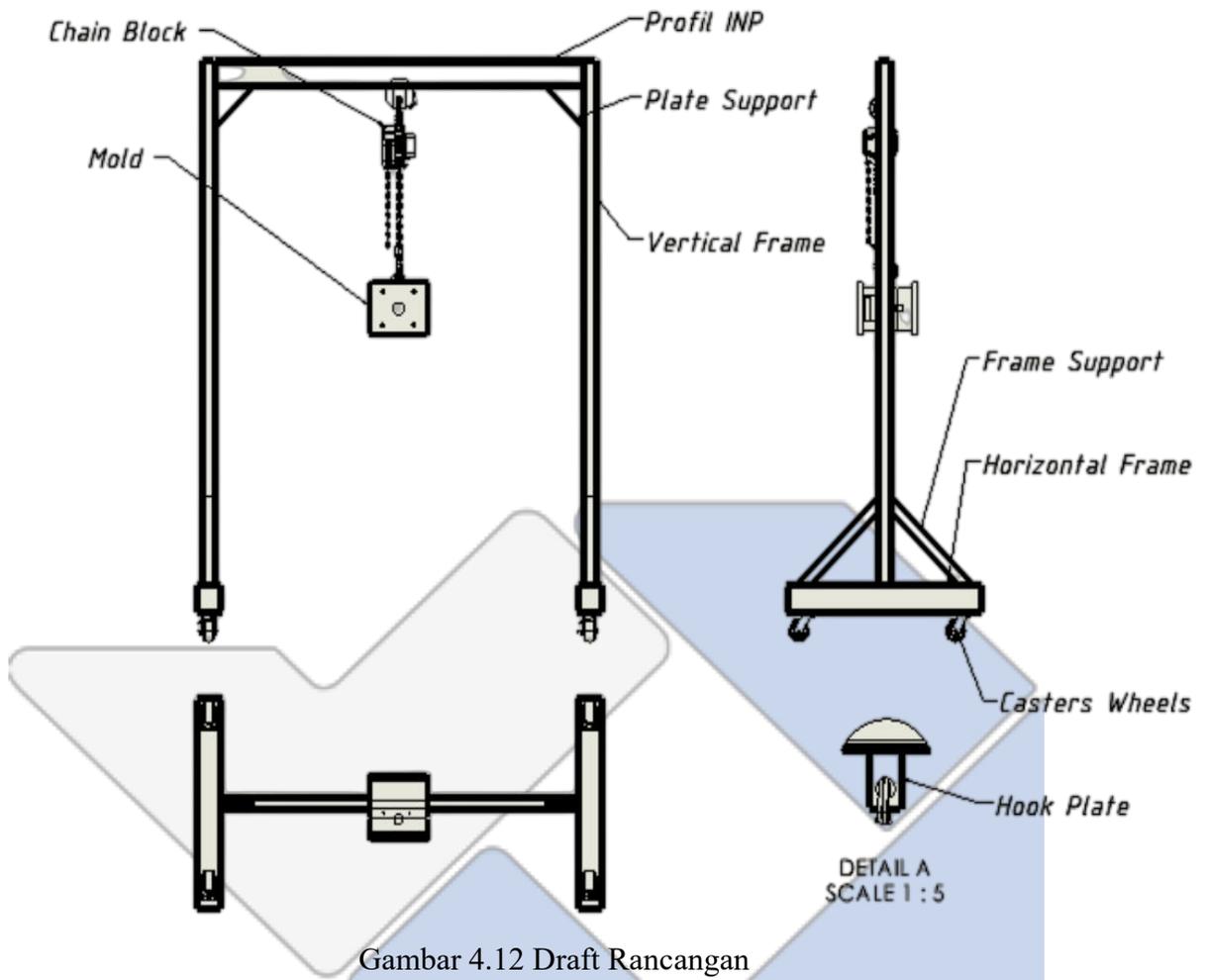


Gambar 4.11 Diagram Penilaian Aspek Teknis

4.3 Merancang

4.3.1 Draft Rancangan Awal

Pada tahap ini, alternatif fungsi yang telah diidentifikasi akan dipilih dan diintegrasikan. Pemilihan tersebut dilakukan dengan mempertimbangkan kesesuaian antar fungsi agar dapat membentuk rancangan awal yang utuh dan efisien. Langkah ini *esensial* untuk memastikan bahwa setiap fungsi yang dipilih tidak hanya beroperasi secara mandiri, tetapi juga mampu berinteraksi secara *sinergis* dalam keseluruhan sistem alat yang dirancang. Draft rancangan awal alat angkat yang dimaksud ditunjukkan pada gambar 4.12, yang memberikan representasi visual mengenai penyusunan komponen hasil pemilihan fungsi alternatif menjadi satu kesatuan sistem. Rancangan awal ini selanjutnya menjadi acuan utama dalam tahap penyempurnaan desain melalui proses simulasi dan analisis teknis lebih lanjut.



Gambar 4.12 Draft Rancangan

4.3.2 Optimasi

Pada tahap ini dilakukan analisis optimalisasi melalui perhitungan teknis terhadap rancangan, dengan tujuan untuk memastikan bahwa dimensi dan spesifikasi komponen yang digunakan telah memenuhi syarat kinerja yang diperlukan untuk mengangkat cetakan mold secara aman dan efektif.

4.3.3 Perhitungan Manual Pada Rancangan Alat Angkat

Pada tahap ini, telah didapatkan perhitungan manual untuk mengoptimalkan desain. Tujuan dari tahap ini adalah untuk mengidentifikasi bagian rangka atas, *plate support*, dan *plate* pengait pada gambar 4.12 dan untuk mengetahui seberapa kuat bagian tersebut dalam menahan beban dari cetakan, Berikut dibawah ini adalah perhitungannya yaitu :

Massa total = Cetakan + Chain block = 656,25 Kg + 21 Kg = 677,25 Kg.

Dari berat 677.25 kg dibulatkan menjadi 1.100 Kg atau 1.1 ton, ini merupakan beban maksimum 1.000 Kg yang dapat diangkat, dan 100 kg untuk beban alat angkat dan alat bantu lainnya $F = \text{Massa total} \times \text{Gravitasi}$.

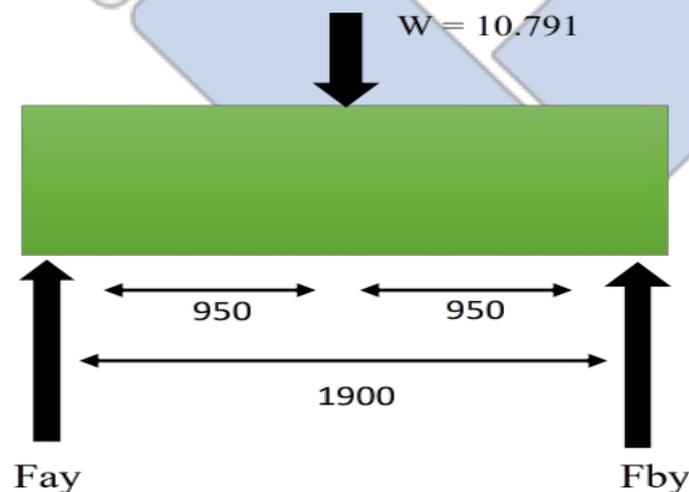
Setelah massa total diperoleh yaitu 1100 kg, tahap berikutnya adalah mengkonversinya ke dalam satuan gaya. Proses konversi ini menggunakan rumus gaya berat, Dengan cara ini massa total dapat dinyatakan dalam satuan Newton (N), sehingga memudahkan proses analisis kekuatan rangka terhadap beban yang bekerja. Adapun perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$F = \text{Massa total} \times \text{Gravitasi} = 1.100 \text{ Kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 10.791 \text{ N}$$

Berdasarkan perhitungan menggunakan rumus gaya berat, diperoleh bahwa gaya yang dihasilkan oleh massa 1100 kg akibat pengaruh gravitasi bumi sebesar $9,81 \text{ m/s}^2$ adalah 10.791 Newton (N).

1. Rangka Atas

Sebelum melakukan perhitungan gaya atau reaksi di gambar 4.12 bagian atas (profil inp), terlebih dahulu diperlukan diagram benda bebas (DBB) untuk mempermudah menganalisa dan memahami arah serta besar gaya yang bekerja.



Gambar 4.13 Diagram Benda Bebas Profil INP

$$\sum MA = 0$$

$$F_{by} \times (1900) - W \times 950 = 0$$

$$F_{by} = \frac{W \times L_1}{L_1 + L_2} = \frac{10.791 \times 950 \text{ mm}}{950 + 950} = \frac{10.251.450}{1900 \text{ mm}} = 5.395,5 \text{ Nmm}$$

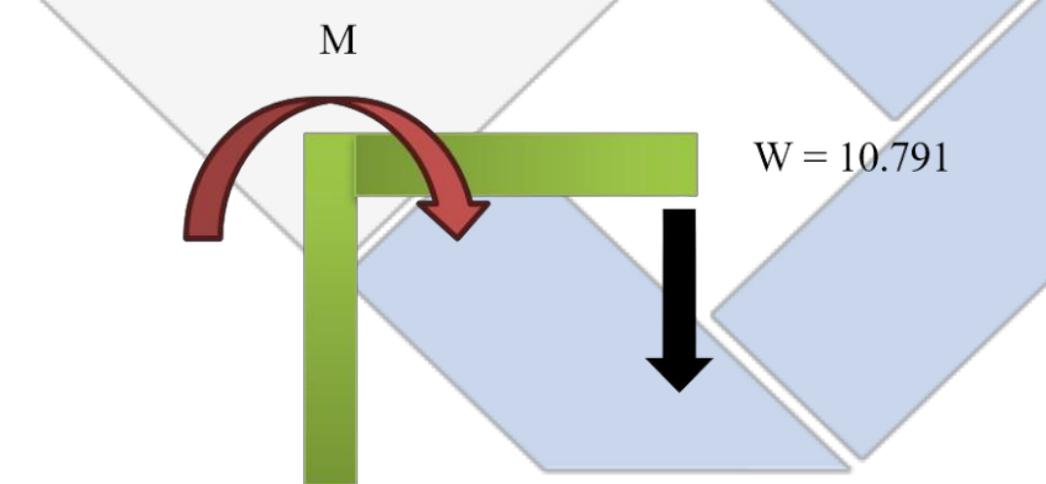
$$F_{ay} - F_{by} = 0$$

$$F_{ay} = F_{by}$$

Gaya F_{ay} dan F_{by} memiliki nilai yang sama besar, yaitu masing-masing sebesar 5,395.5 N, karena beban bekerja secara simetris di tengah bentang dan sistem tumpuan bersifat statis.

2. Profil INP

Sebelum menghitung tegangan lentur diperlukan momen lentur maksimum. Momen ini didapat dari analisis gaya-gaya pada struktur, yang dimulai dengan membuat diagram benda bebas (DBB) pada gambar 4.12 bagian ujung kiri dan kanan.



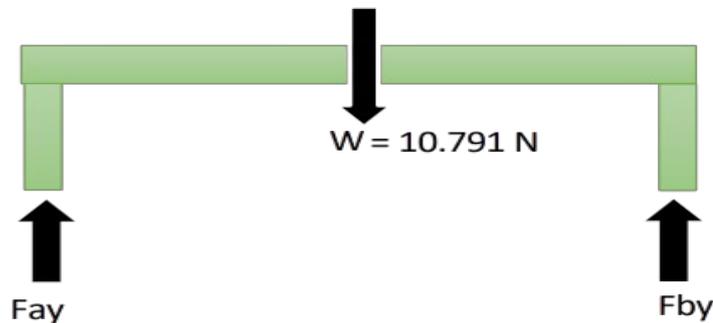
Gambar 4. 14 Diagram Benda Bebas Momen Profil INP

$$M_{maks} = (W \times L) 4$$

$$= (10.791 \times 1900) 4 = \frac{20.502,900}{4} = 5.125,725 \text{ mm}^2$$

Hasil dari perhitungan menyatakan bahwa momen lentur maksimum yang terjadi pada momen profil INP akibat beban tersebut adalah sebesar $5.125,725 \text{ mm}^2$.

Tegangan lentur maksimum:



Gambar 4. 15 Diagram Benda Bebas Profil INP

Setelah momen maksimum diperoleh dari hasil analisis, langkah berikutnya adalah menghitung tegangan lentur maksimum menggunakan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \sigma \text{ maks} &= \frac{M_{\text{maks}} \times C}{I} \\ &= \frac{5.125,75 \times 60}{328 \text{ cm}^4} = \frac{307,543.500}{3.280.00 \text{ mm}^4} = 93,76 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Dengan demikian, dari persamaan tegangan lentur maksimum, diperoleh bahwa tegangan lentur maksimum yang terjadi pada profil adalah sebesar 93,76 MPa.

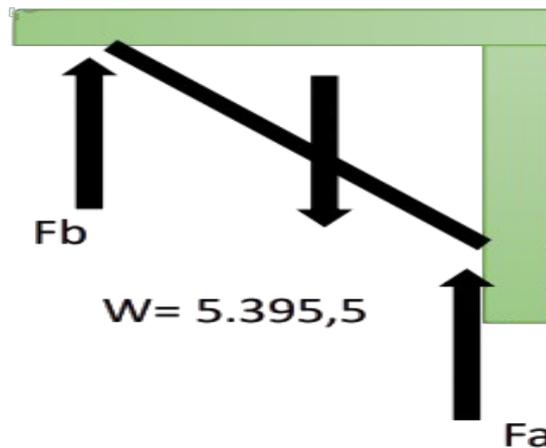
Faktor Keamanan (SF)

$$\begin{aligned} SF &= \sigma \text{ izin} / \sigma \text{ maks} \\ &= 245 / 93,76 \\ &= 2,61 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil di atas, dengan menggunakan material SS400, diperoleh faktor keamanan sebesar 2,61. Ini berarti tegangan lentur maksimum yang terjadi masih jauh di bawah batas kemampuan material. Struktur masih dalam kondisi sangat aman terhadap beban lentur.

3. *Plate Support*

Plate support dipasang di kedua sisi profil INP untuk menopang beban secara merata. Karena penopangan simetris, maka masing-masing plate support menahan setengah dari beban utama, yaitu 5.395,5 N dari total 10.791 N.



Gambar 4.16 Diagram Benda Bebas *Plate Support*

$$\begin{aligned} \sum F_x &= 0 \\ -W + F_a &= -5.395,5 \text{ N} + F_a \\ F_a &= 5.395,5 \text{ N} / F_b \\ F_a/F_b &= 5349,5 \text{ N} \end{aligned}$$

Berdasarkan diagram benda bebas 4.16 setiap plate support menerima beban sebesar 5.395,5 N. Tegangan tekan akibat beban tersebut dapat dihitung menggunakan persamaan di bawah ini, sehingga diketahui seberapa besar tegangan yang terjadi pada area tumpuan.

$$\begin{aligned} \sigma_c &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{5.395,5 \text{ N}}{200 \text{ mm} \times 5 \text{ mm}} = \frac{5.395,5 \text{ N}}{1000 \text{ mm}^2} = 5,3955 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Dengan beban 10.791 N yang bekerja di tengah, diperoleh gaya tekan pada batang diagonal sebesar 5.395,5 N dan menghasilkan tegangan tekan sebesar 5,3955 MPa.

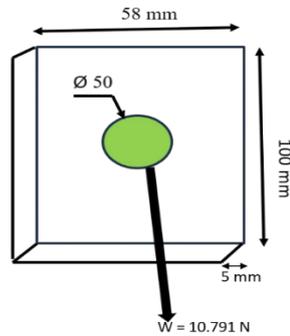
Faktor Keamanan (SF)

$$SF = \sigma_{\text{izin}} / \sigma_c = 150 / 5,3955 = 27,43$$

Dengan menggunakan material AISI 1020 yang memiliki tegangan izin 150 MPa, diperoleh faktor keamanan sebesar 27,43, yang menunjukkan bahwa tegangan tekan 5,3955 MPa pada batang diagonal masih aman.

4. Perhitungan *Plate* Pengait

Untuk mengetahui beban yang bekerja pada plat, diperlukan diagram benda bebas agar dapat terlihat dengan jelas arah dan titik kerja gaya yang mempengaruhi plat tersebut.



Gambar 4. 17 Diagram Benda Bebas *Plate Hook*

Dari gambar diagram 4.17 terlihat bahwa beban sebesar 10.791 N bekerja secara horizontal melalui lubang berdiameter 50 mm pada plat berukuran 100 mm × 58 mm. Diagram ini menjadi dasar untuk analisis tegangan dan perencanaan kekuatan plate terhadap gaya tarik yang terjadi.

Sebelum melakukan perhitungan gaya, diperlukan luas penampang efektif sebagai dasar analisis. luas ini dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} AP &= b \times t \\ &= 58 \times 5 \\ &= 290 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Luas Lubang

$$\begin{aligned} AL &= d \times t \\ &= 50 \text{ mm} \times 5 \text{ mm} \\ &= 250 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

L Penampang Efektif

$$\begin{aligned} AP - AL &= 290 - 250 \\ &= 40 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Setelah diperoleh luas penampang efektif sebesar 40 mm², maka tegangan yang terjadi dapat dihitung menggunakan persamaan

Tegangan Tarik

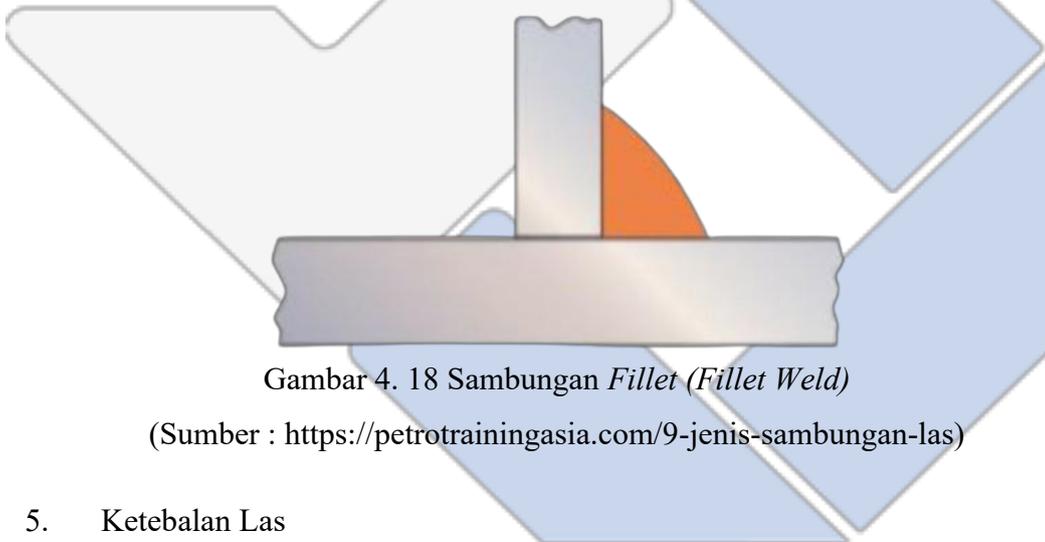
$$\sigma \text{ tarik} = \frac{F}{A} = \frac{10,791}{40} = 269,78 \text{ MPa}$$

Tegangan tarik yang terjadi pada penampang efektif seluas 40 mm² akibat gaya 10.791 N adalah 269,78 MPa.

Faktor Safety (SF)

$$SF = \frac{\sigma \text{ izin}}{\sigma} = \frac{150}{269,78} = 0,56$$

Dikarenakan dari hasil *factor safety* 0.56 dan dibawah 1 artinya plat tidak mampu menahan beban maka plat akan dibuat menjadi 3 dan digabungkan dengan dilakukan pengelasan, maka masing-masing plat akan menerima beban 89,92 MPa per platnya dan Nilai tersebut dibawah tegangan izin material,yaitu 150 MPa dengan itu material platnya AISI 1020.



Gambar 4. 18 Sambungan *Fillet* (*Fillet Weld*)

(Sumber : <https://petrotrainingasia.com/9-jenis-sambungan-las>)

5. Ketebalan Las

Sebelum menentukan ketebalan las, perlu dihitung luas area las dan beban yang bekerja agar sambungan cukup kuat menahan beban. Berikut perhitungannya:

$$F = 10.791 \text{ N}$$

$$L = 2x(58 + 15) = 146 \text{ mm}^2$$

$$i = 1 \text{ Kgf/mm}^2 = 510 \text{ MPa}$$

$$h = \frac{F}{0,707 \cdot L \cdot i}$$

$$h = \frac{10.791}{0,707 \cdot 146 \cdot 510} = \frac{10,791}{52,643} = 4.87 \text{ mm}$$

Ketebalan las *fillet* yang di butuhkan 4.87 mm. Jadi ketebalan las akan dibulatkan menjadi 5 mm dan jenis kawat las: *Nikkko Steel RD – 260*⁴.

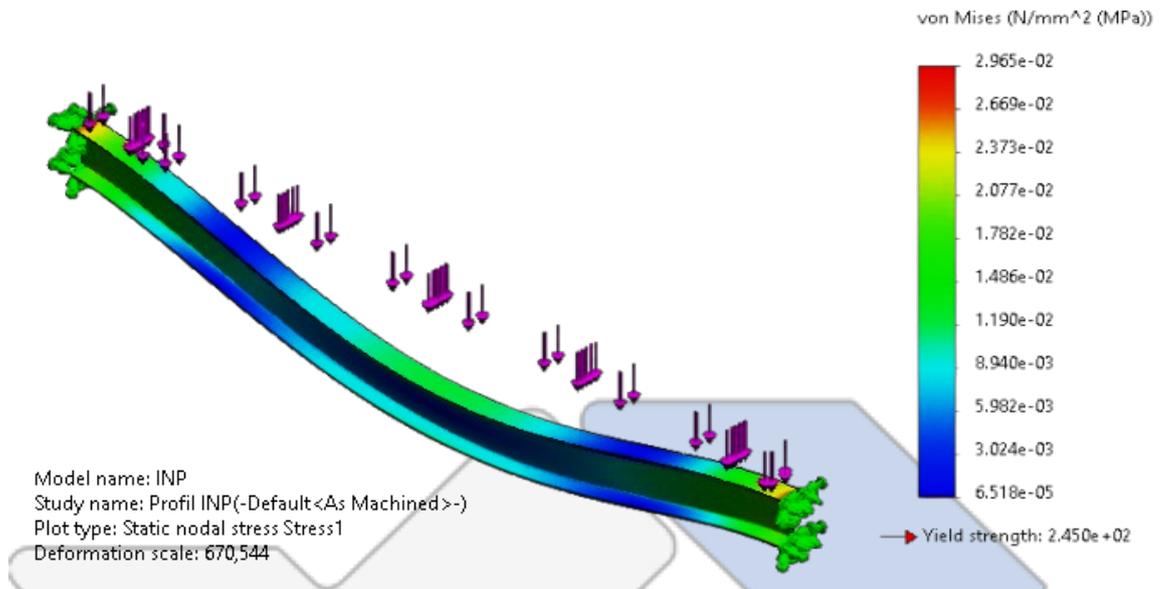
Dengan hasil perhitungan diatas (1,2,3,4,5) maka didapatkan Analisis struktur pada profil INP menunjukkan bahwa pembebanan simetris sebesar 10.791 N menghasilkan reaksi tumpuan masing-masing sebesar 5.395,5 N, dengan momen lentur maksimum sebesar 5.125.725 Nmm yang menghasilkan tegangan lentur sebesar 93,76 MPa, nilai ini masih berada di bawah tegangan ijin material SS400 sebesar 245 MPa, sehingga diperoleh faktor keamanan sebesar 2,61.

Plate support yang menerima beban secara merata mengalami tegangan tekan sebesar 5,3955 MPa dengan faktor keamanan tinggi sebesar 27,43 menggunakan material AISI 1020, sedangkan plate pengait yang menerima beban sebesar 10.791 N melalui lubang berdiameter 50 mm menimbulkan tegangan tarik sebesar 269,78 MPa pada penampang efektif seluas 40 mm², sehingga diperlukan penguatan berupa tiga plat yang disambung dengan pengelasan untuk menurunkan tegangan tarik per plat menjadi 89,92 MPa, serta dibutuhkan ketebalan las fillet minimum 4,87 mm (dibulatkan menjadi 5 mm) dengan kawat las Nikko Steel RD-260 yang sesuai dengan karakteristik material AISI 1020.

4.3.4 Stress analysis

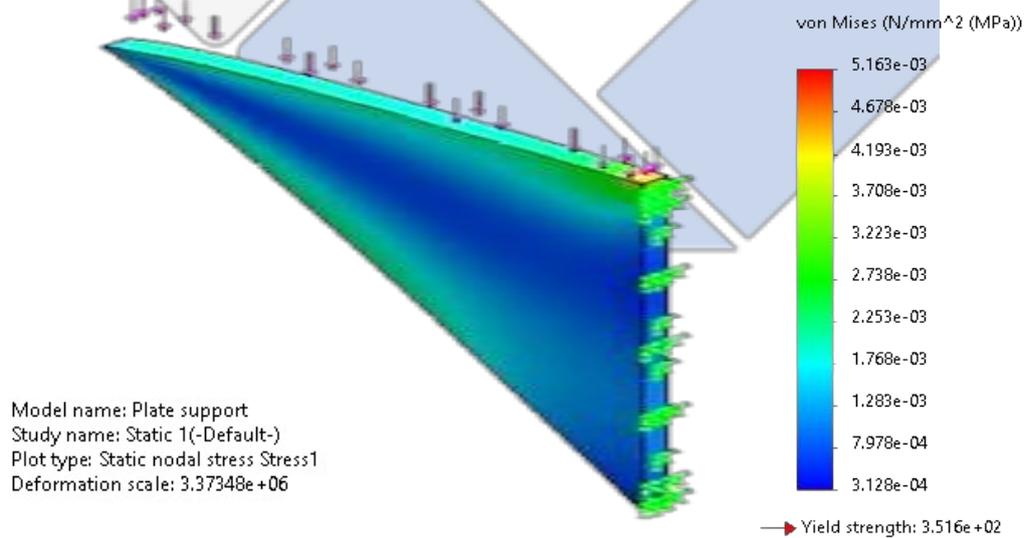
Pada tahap ini dilakukan analisis tegangan menggunakan perangkat lunak SolidWorks 2020 dengan menerapkan beban maksimum sebesar 1 ton sebagai representasi total gaya yang harus ditopang oleh beberapa elemen struktural. Elemen tersebut mencakup rangka atas, pelat support, pelat pengait tiang tengah dan bawah, serta komponen roller pada alat bantu pembawa cetakan molding. Tujuan dari analisis ini adalah untuk memperoleh gambaran distribusi tegangan pada setiap elemen, mengidentifikasi titik kritis yang berpotensi mengalami deformasi, dan memastikan rancangan mampu menahan beban operasional tanpa mengalami kegagalan struktural. Hasil simulasi dari analisis terhadap beban tersebut di tunjukkan pada gambar dibawah ini.

Berikut gambar pada 4.19 menunjukkan hasil simulasi bagian dari alat angkat yaitu pada rangka atas:



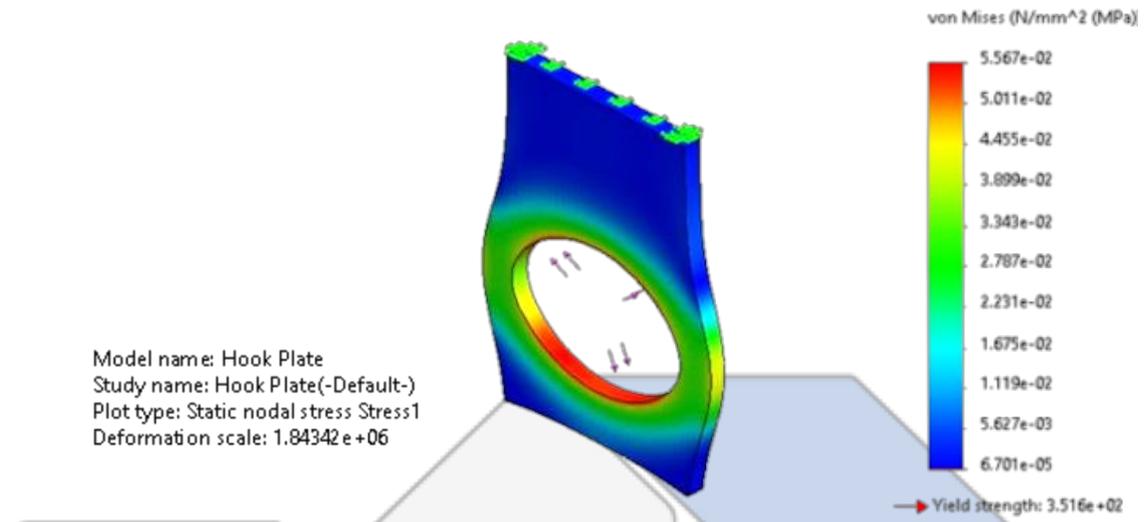
Gambar 4.19 Hasil Simulasi Rangka Atas

Berikut gambar pada 4.20 menunjukkan hasil simulasi bagian dari alat angkat yaitu *plate support*:



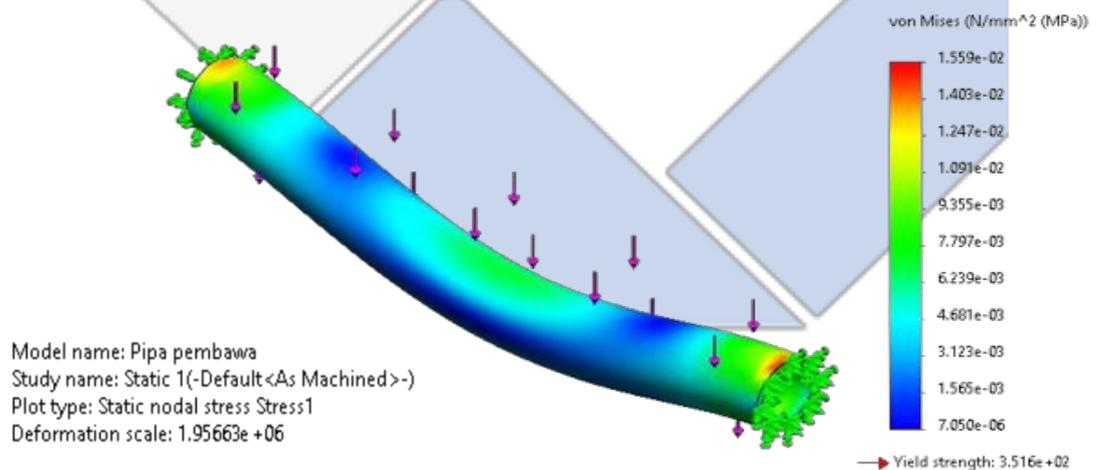
Gambar 4.20 Hasil Simulasi *Plate Support*

Berikut gambar pada 4.21 menunjukkan hasil simulasi pada bagian alat angkat yaitu *plate pengait*:



Gambar 4.21 Hasil Simulasi *Plate Pengait*

Berikut gambar pada 4.22 menunjukkan hasil simulasi dari alat bantu pembawa cetakan yaitu bagian *roller*.



Gambar 4. 22 Hasil Simulasi *Roller* pembawa cetakan

Dari hasil *stress analysis* pada gambar di atas telah dilakukan dengan cara menerapkan beban maksimum sebesar 1 ton yang merepresentasikan total gaya yang harus ditanggung oleh beberapa komponen struktural. Komponen tersebut meliputi: rangka atas, plat *support*, plat pengait tiang tengah dan bawah, dan bagian *roller* alat bantu pembawa cetakan *molding*.

4.4 Rancangan Final

Tahap akhir merupakan proses finalisasi terhadap draft rancangan yang sebelumnya telah dioptimalkan dari rancangan awal, serta telah melalui tahapan perhitungan dan analisis tegangan (stress analysis) sesuai dengan spesifikasi dan kebutuhan yang telah ditetapkan.

4.4.1 Cara Kerja Alat Angkat

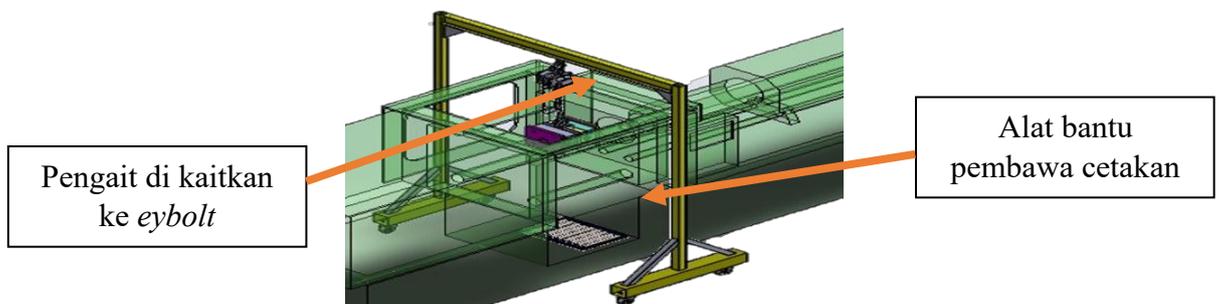
Proses pengoperasian alat angkat dalam pemasangan cetakan pada mesin *injeksi Woojin TE170G5* dapat dijelaskan melalui tahapan kerja sebagai berikut:

- A. Satu unit mekanisme chain block dengan kapasitas angkat maksimum sebesar 1 ton.
- B. Jumlah operator yang terlibat dalam proses pemasangan cetakan maksimal dua orang.

Terdapat empat tahapan utama dalam proses kerja alat angkat yang digunakan untuk pemasangan cetakan mold pada mesin *injeksi Woojin TE170G5*, yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Pengait di Kaitkan ke *Eybolt*

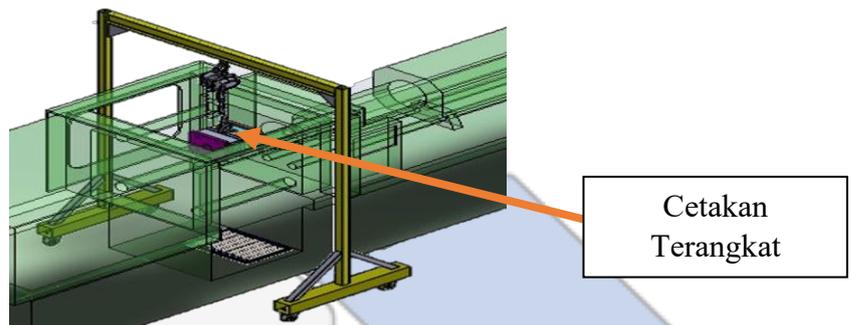
Pada tahap ini, alat angkat diposisikan dengan cara didorong menuju area mesin Woojin, di mana cetakan telah berada tepat di bawah ruang kosong mesin. cetakan tersebut sebelumnya telah dipindahkan menggunakan alat bantu pembawa. Selanjutnya, pengait pada mekanisme pengangkat jenis chain block dikaitkan pada eyebolt yang terpasang pada cetakan.



Gambar 4.23 Pengait di Kaitkan ke *Eybolt*

2. Pengangkatan Cetakan

Pada tahap ini, proses pengangkatan cetakan dilakukan menggunakan sistem chain block yang dilengkapi dengan rantai sebagai media penarik. Pengangkatan cetakan dibantu oleh operator dengan menarik rantai tersebut, sehingga mekanisme chain block dapat mengangkat cetakan secara vertikal ke arah atas.



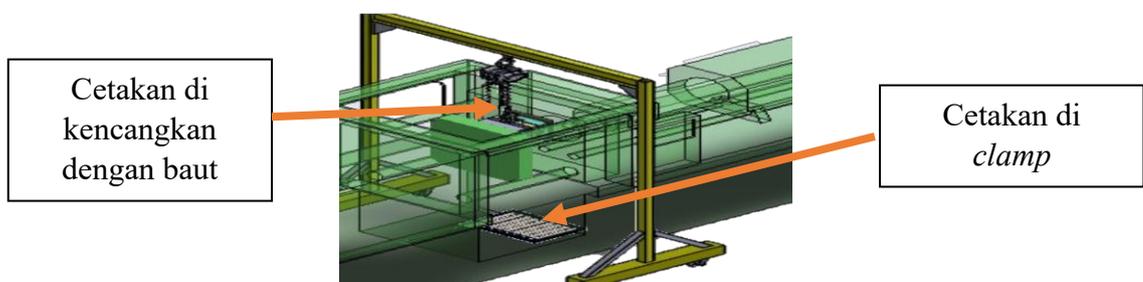
Gambar 4.24 Pengangkatan Cetakan

3. Penepatan Cetakan

Penepatan dilakukan secara manual, yaitu operator menyentuh cetakan secara perlahan untuk menyeimbangkan sisi kanan atau kiri cetakan, agar saat mesin injeksi beroperasi tidak terjadi kerusakan.

4. Cetakan Dikencangkan dan di *Clamp*

Pada tahap ini, cetakan di kencangkan dengan baut agar mencegah terjadinya pergeseran atau rotasi selama proses injeksi berlangsung dan proses *clamp* dilakukan agar menahan gaya buka akibat tekanan injeksi selama proses kerja.



Gambar 4.25 Cetakan Dikencangkan memakai baut dan di *clamp*

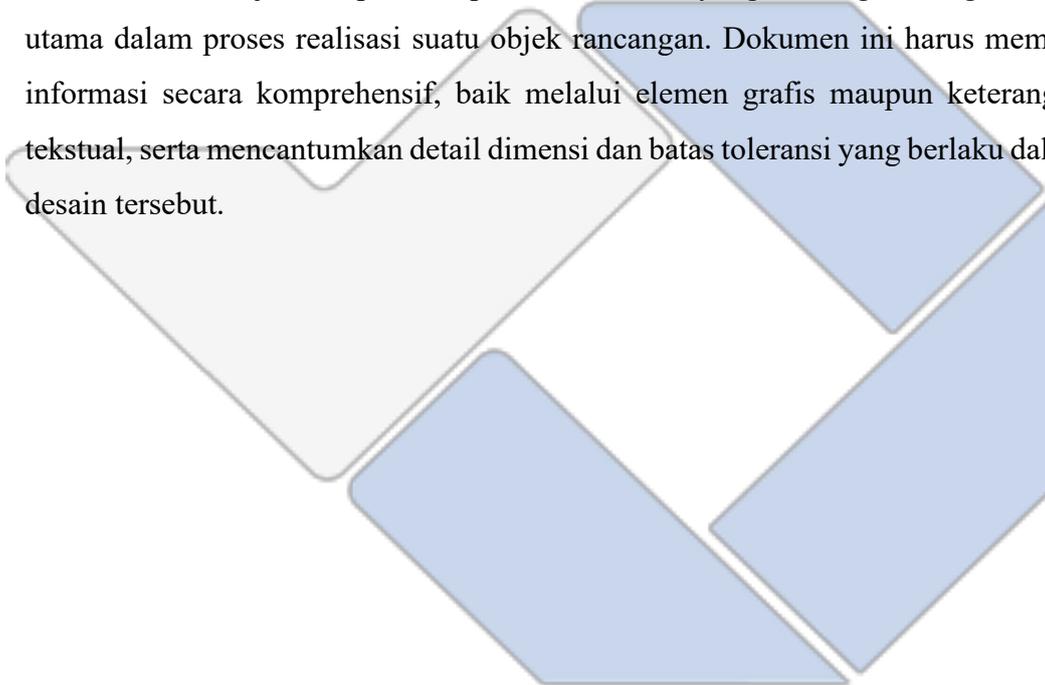
4.5 Penyelesaian

4.5.1 Gambar susunan

Gambar susunan merupakan representasi visual yang menunjukkan konfigurasi keseluruhan dari komponen-komponen mesin atau sistem yang dirakit menjadi satu kesatuan. Tujuan penyusunan gambar ini adalah untuk memastikan bahwa setiap bagian terpasang sesuai dengan rancangan dan memenuhi kesesuaian desain yang diharapkan.

4.5.2 Gambar Kerja

Gambar kerja merupakan representasi teknis yang berfungsi sebagai acuan utama dalam proses realisasi suatu objek rancangan. Dokumen ini harus memuat informasi secara komprehensif, baik melalui elemen grafis maupun keterangan tekstual, serta mencantumkan detail dimensi dan batas toleransi yang berlaku dalam desain tersebut.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat ditarik dari kegiatan perancangan alat angkat untuk keperluan pengangkatan cetakan disajikan sebagai berikut:

1. Telah berhasil dilakukan perancangan alat angkat untuk keperluan pemasangan cetakan dengan dimensi 2020 mm (tinggi), x 2768 mm (lebar alat), 1000 mm (lebar kaki) dan kapasitas beban maksimum 1 ton. Perancangan ini telah mempertimbangkan kesesuaian terhadap batasan ruang pada area pintu serta jalur masuk alat angkat.
2. Simulasi alat angkat cetakan telah berhasil dilakukan menggunakan perangkat lunak teknik, yang memberikan gambaran kinerja dan efektivitas desain alat angkat yang dirancang.
3. Telah dilakukan perhitungan tegangan serta analisis tegangan (*stress analysis*) terhadap desain alat angkat cetakan menggunakan perangkat lunak, dan hasilnya menunjukkan bahwa desain tersebut aman serta memenuhi syarat teknis yang diperlukan. Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis tegangan, diperoleh nilai sebesar 93,76 MPa yang masih berada di bawah batas *yield strength* material SS 400 sebesar 245 MPa.

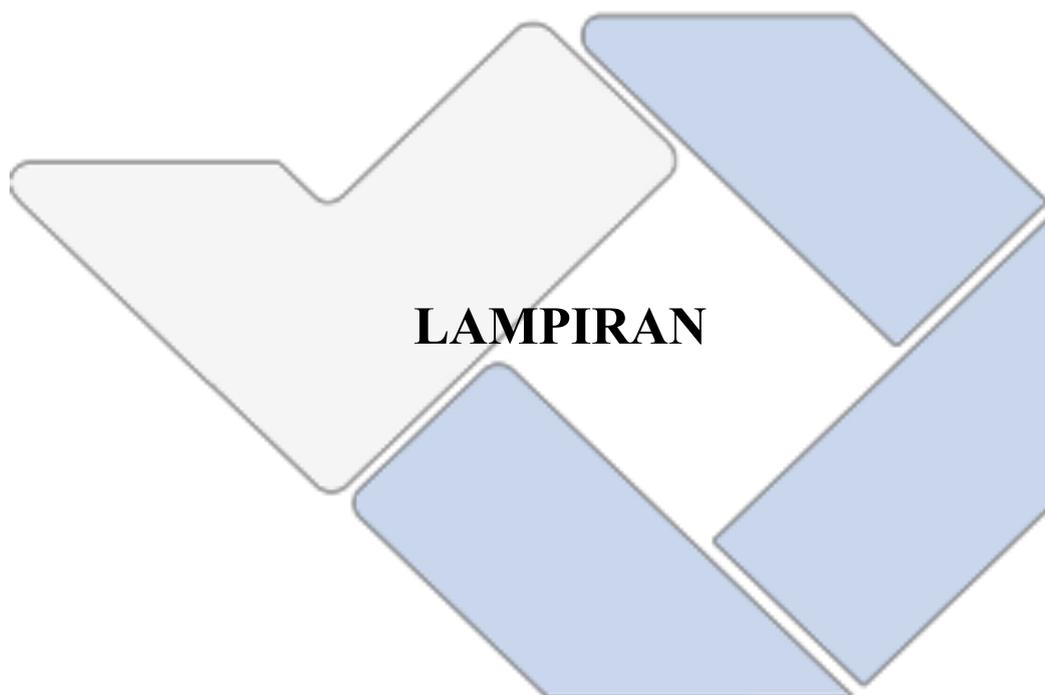
Dengan demikian, rangka alat angkat dinyatakan mampu menahan beban yang terjadi dengan maksimal 1,1 ton secara aman dan efisien.

5.2 Saran

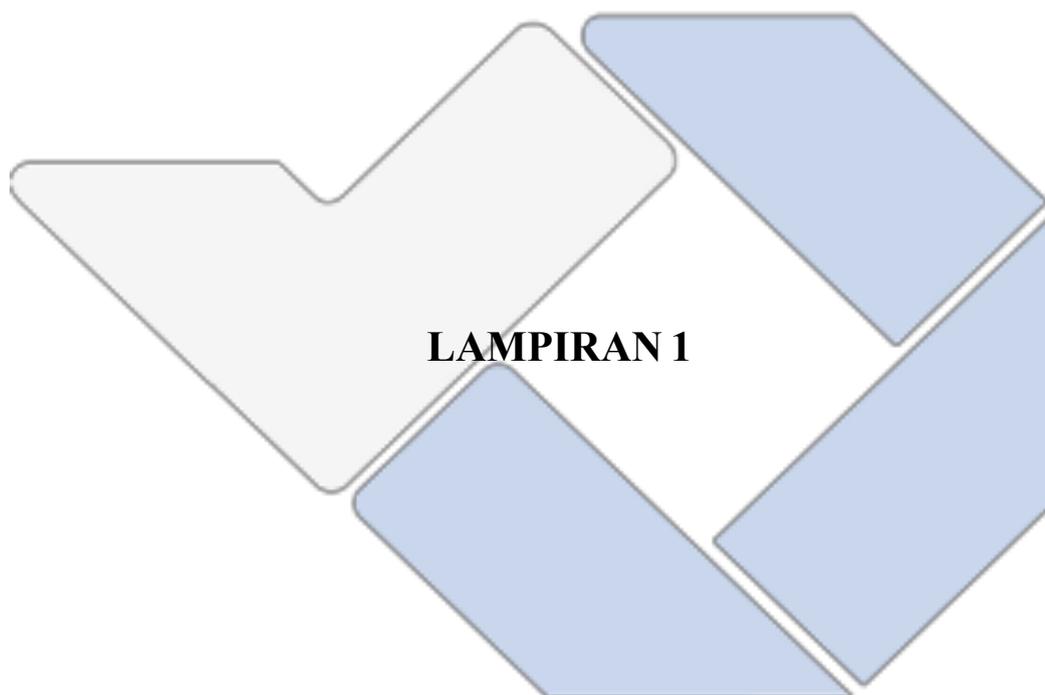
Diharapkan *desain mold lifting device* dari arah atas pada mesin *Woojin TE170G5* dapat dikembangkan lebih lanjut ke tahap rancang bangun, sehingga memungkinkan dilakukan pengujian langsung terhadap kinerja operasionalnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Rahman, A. (2021). Alat Angkat Dan Angkut Drum Beban 200 Kg (Doctoral dissertation, 021008 Universita Tridinanti Palembang).
- Beno, J., Silen, A. ., & Yanti, M. (2022). No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析Title. *Braz Dent J.*, 33(1), 1–12.
- Choirul Anwar, M., Budiyanoro, C., & Thoharudin, T. (2018). Optimalisasi Parameter Proses Injeksi Menggunakan Simulasi Moldflow untuk Meminimalkan Cycle Time dan Eliminasi Short Shot pada Produk Tempal. *JMPM (Jurnal Material Dan Proses Manufaktur)*, 2(1), 56–67. <https://doi.org/10.18196/jmpm.2121>
- Komara, A. I., & Saepudin. (2014). Aplikasi Metoda Vdi 2222 Pada Proses Perancangan Welding Fixture Untuk Sambungan Cerobong dengan Teknologi CAD/CAE. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cylinder*, 1(2), 1–8.
- Mulia, Y. (2016). 済無No Title No Title No Title. 7(2), 1–23.
- Razaq, A., & Hamzah, F. (2018). Perancangan dan Analisa Konstruksi Gantry Crane SWL 35 Ton di PT F1 Perkasa. *Proceedings Conference on Design Manufacture Engineering and Its Application*, 1(1), 077–083. <http://journal.ppns.ac.id/index.php/CDMA/article/download/361/306/>
- Serial, M., & Dan, T. (2024). 1 <https://publikasi.kocenin.com/index.php/teks>. 1–8.
- Siregar, R. A., & Rangkuti, A. R. (2018). Pembuatan Cetakan Kotak Sabun Pada Mesin Injection Molding Plastik. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi*, 1(1), 57–63. <https://doi.org/10.30596/rmme.v1i1.2436>
- Telkom University. (2024). *SolidWorks*: Pengertian, fungsi, jenis. Diakses dari <https://dte.telkomuniversity.ac.id/solidworks-pengertian-fungsi-jenis>
- Ruswandi, A. (2004). *Metoda Perancangan*. Bandung: Politeknik Manufaktur Negeri Bandung.
- Viktor dan Bella, F., Wahid, U., & Semarang, H. (2019). Prosiding SNST ke-3 Tahun 2012 Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang.



LAMPIRAN



LAMPIRAN 1

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Adyth Pryady
Tempat/Tanggal Lahir : Tamboli, 13 Agustus 2004
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Alamat Rumah : Kampung Nelayan 2
No. Telepon : 085768807068
Email : aditmuh60@gmail.com
Nim : 0022231



2. Riwayat Pendidikan

2010-2016 SDN 1 Tamboli
2016-2019 SMPN 2 Wolo
2019-2022 SMAS Setia Budi

3. Pengalaman Kerja

Praktik Kerja lapangan di PT.Gs Battery karawang, Juli 2024 – November 2024.

Sungailiat, 07 Juli 2025



Adyth Pryady

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Merki Jeckson
Tempat/Tanggal Lahir : Sungai Pinang ,17 Januari 2005
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Alamat Rumah : Jln. Imam Bonjol
No.Telepon : 081370327550
Email : merkikalangi8@gmail.com
Nim : 0022244



2. Riwayat Pendidikan

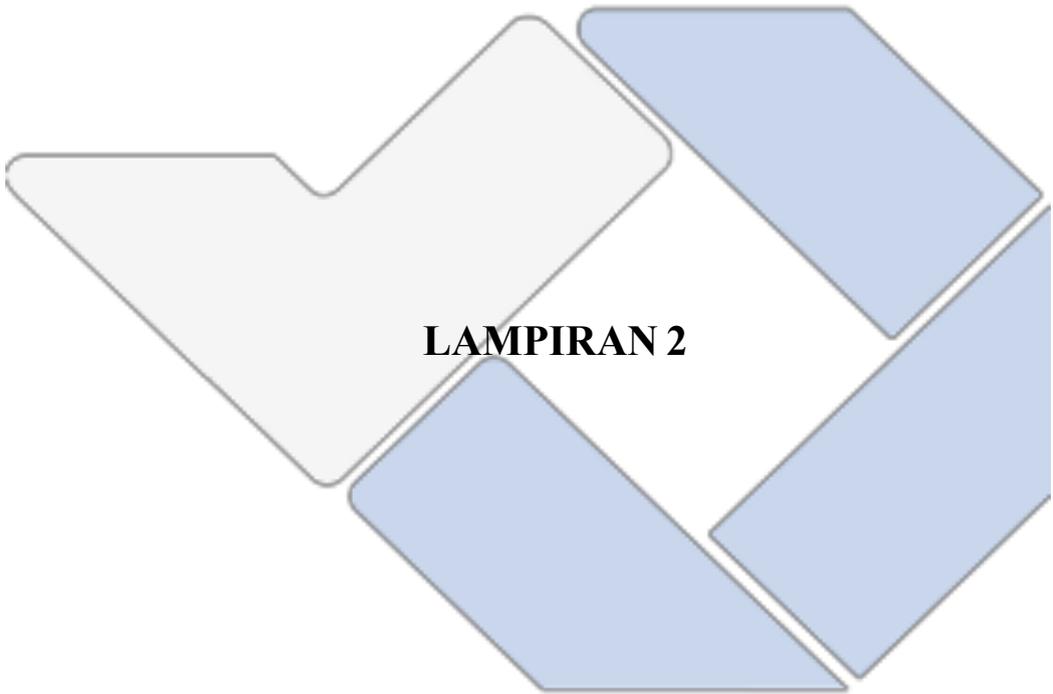
2010-2016 SD Muhammadiyah Muntok
2016-2019 MT'S Halimatus Sa'diah
2019-2022 SMA Negeri 1 Muntok

3. Pengalaman Kerja

Praktik Kerja lapangan di PT. Rekadaya Multi Adiprima, Agustus 2024 – Desember 2024.

Sungailiat, 07 Juli 2025

Merki Jeckson



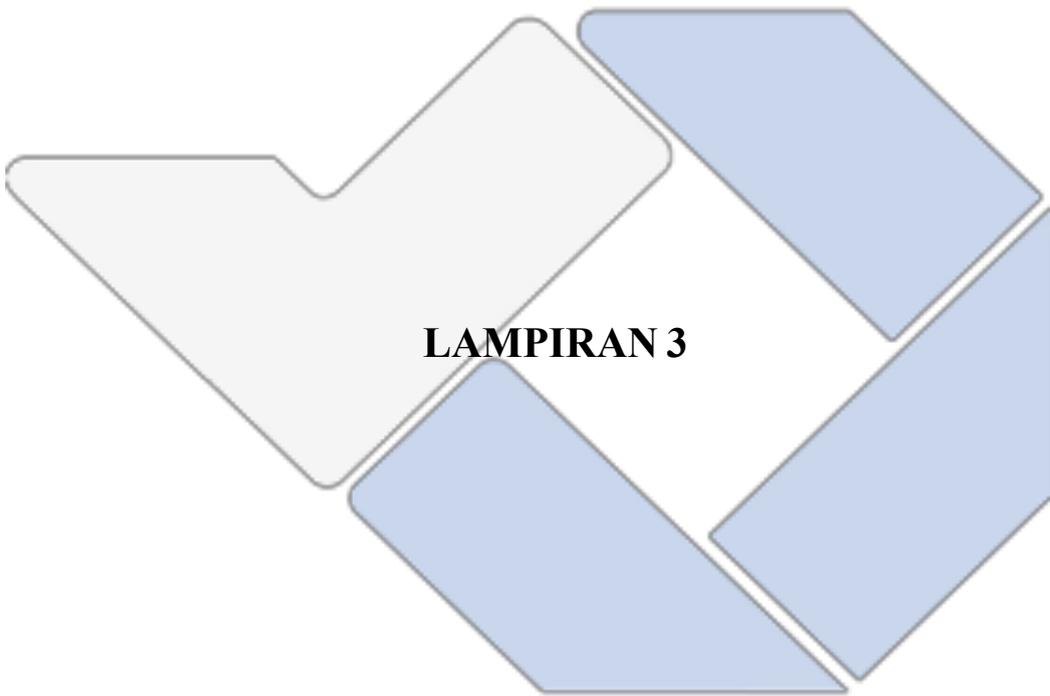
LAMPIRAN 2

Tabel Pertanyaan dan Jawaban Survei/wawancara

Tempat Survei dan Wawancara : Laboratorium Polman Babel

Pengguna Mesin *Woojin* TE170G5 : Dr. Ilham Ary Wahyudie, S.S.T., M.Eng

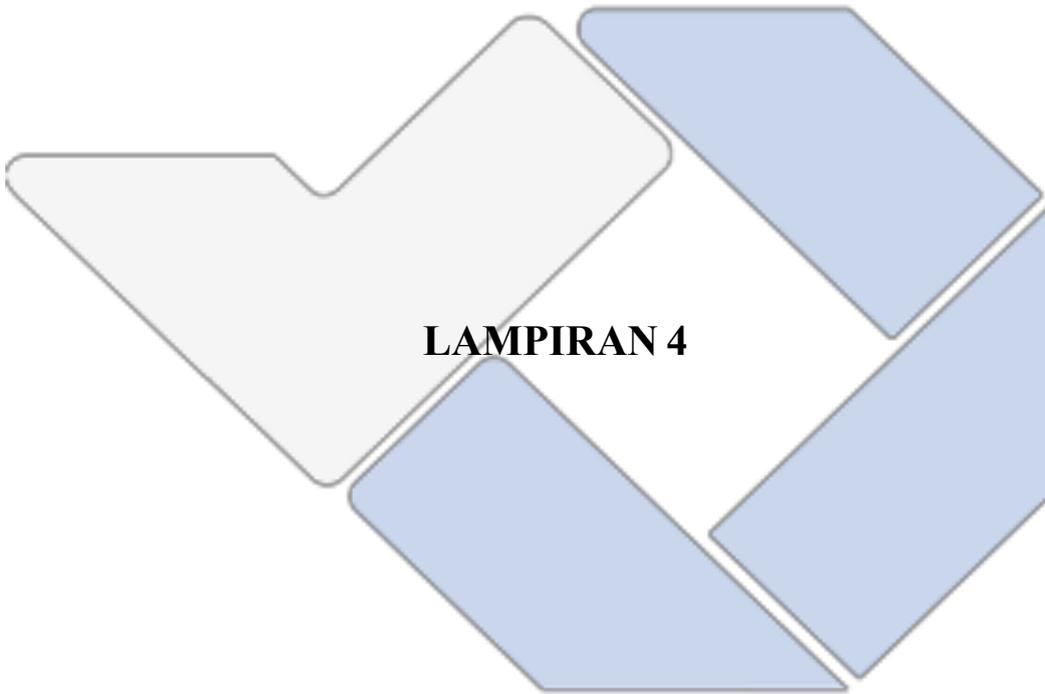
NO	Pertanyaan	Jawaban
1	Kesulitan apa yang di hadapi saat pemasangan cetakan mold?	Jangkaun angkat terbatas
2	Berapa kapasitas yang bisa di tahan pada alat angkat saat ini?	Hanya bisa mengangkat beban cetakan dengan 300 kg.
3	Berapa orang biasanya untuk memindahkan alat angkat saat ini?	Membutuhkan 2-3 Orang untuk memindahkan alat.
4	Sistem pengangkat apa yang di pakai pada alat angkat saat ini?	Sistem pengangkat memakai <i>hydroulik</i> .
5	Alat angkat apa yang ingin di pakai pada rancangan baru nanti ini?	Bisa memakai sistem pengangkat <i>chain block</i> .



LAMPIRAN 3

Gambar Hasil Survei Dilapangan





LAMPIRAN 4

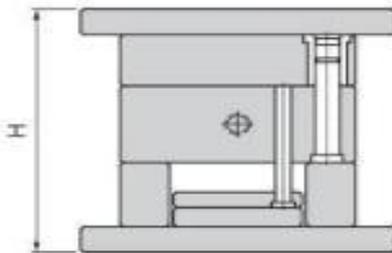
Hasil Studi Literatur

Dimensi Cetakan Mold (<https://www.scribd.com/document/716695473/Blue-Book-Additional-en-2014>)

Simplified Calculation of the Weight of Mold Bases

Use this formula when calculating approximate weight of the standard mold bases.

The weight coefficient differs depending on the sizes and series of the mold bases. Please select an appropriate weight coefficient from the table below:



$$W = a \times H$$

W : weight (kg)
a : Weight coefficient
H : Height of the mold base (mm)

- ※1. The calculated result is the weight of the mold bases for clamping type clamping plate.
- 2. The calculated weight has an error of 5% at maximum.

Weight coefficient table

Nominal dimension	Weight coefficient (a)	
	2-plate type	3-plate type
1113	0.12	0.12
1313	0.13	0.13
1315	0.15	0.15
1515	0.17	0.17
1518	0.20	0.20
1520	0.23	0.23
1523	0.26	0.26
1525	0.28	0.28
1530	0.34	0.34
1818	0.24	0.24
1820	0.27	0.27
1823	0.31	0.31
1825	0.33	0.34
1830	0.40	0.41
1835	0.47	0.48
2020	0.30	0.30
2023	0.35	0.35
2025	0.38	0.38
2030	0.45	0.46
2035	0.53	0.53
2040	0.61	0.61
2045	0.68	0.69
2323	0.39	0.39
2325	0.42	0.43
2327	0.46	0.46

Nominal dimension	Weight coefficient (a)	
	2-plate type	3-plate type
2330	0.51	0.51
2335	0.59	0.60
2340	0.68	0.68
2525	0.46	0.47
2527	0.50	0.51
2530	0.56	0.56
2535	0.65	0.66
2540	0.74	0.75
2545	0.83	0.84
2550	0.93	0.94
2730	0.59	0.60
2735	0.69	0.70
2740	0.79	0.80
2750	0.99	1.00
2930	0.65	0.66
2935	0.76	0.77
2940	0.87	0.88
3030	0.67	0.68
3032	0.71	0.72
3035	0.78	0.79
3040	0.90	0.91
3045	1.01	1.02
3050	1.12	1.13
3055	1.23	1.25

Nominal dimension	Weight coefficient (a)	
	2-plate type	3-plate type
3060	1.34	1.36
3335	0.87	0.88
3340	0.99	1.00
3345	1.11	1.13
3350	1.24	1.25
3535	0.91	0.92
3540	1.04	1.05
3545	1.17	1.18
3550	1.30	1.32
3555	1.43	1.45
3560	1.56	1.58
4040	1.16	1.18
4045	1.31	1.33
4050	1.46	1.47
4055	1.60	1.62
4060	1.75	1.77
4070	2.04	2.06
4545	1.50	1.53
4550	1.67	1.70
4555	1.84	1.87
4560	2.00	2.04
5050	1.85	1.88
5060	2.22	2.26
5070	2.59	2.64

※ These coefficients do not apply to the high rigidity type mold bases.

Spesifikasi Mesin Injeksi WoojinTE170G5

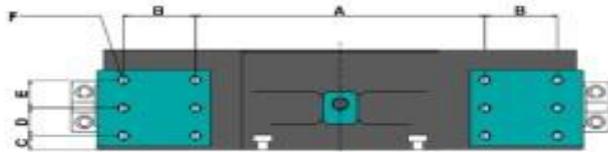
(<https://wojinplaimm.com>)

Machine Dimension

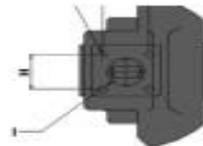
* The images and specifications might be changed without any prior notice.



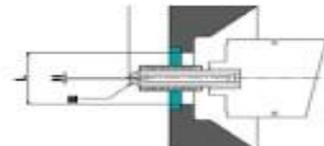
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
TE50G5	3855	4147	780	1136	1100	1100	1786	1454	1286	568	660
TE110G5	4635	5054	810	1192	1225	1325	2209	1940	1585	592	600
TE170G5	5000	5688	960	1540	1295	1410	2549	1969	1735	870	670
TE220G5	5400	6157	1040	1614	1350	1465	2913	1945	1830	907	707
TE280G5	5685	6618	1100	1684	1402	1532	3147	1945	1917	947	737
TE280WG5	6285	7308	1100	1711	1427	1557	3288	2002	2000	948	763
TE350G5	6735	7995	1270	1884	1495	1635	3610	2130	2095	1032	852
TE400G5	6935	8104	1320	1934	1520	1660	3800	2185	2145	1057	875



▲ 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	ØI	J	K	ØL	M	ØN
TE50G5	340	35	35	70	70	Ø-M16 TAP DP32	80	80	80	4-M12 TAP	50	100	R9	3.5
TE110G5	455	35	35	70	70	Ø-M16 TAP DP32	100	100	80	4-M12 TAP	50	100	R9	3.5
TE170G5	420	140	35	70	70	12-M20 TAP DP40	100	100	80	4-M12 TAP	50	100	R9	3
TE220G5	560	140	35	70	70	12-M20 TAP DP40	100	100	80	4-M12 TAP	50	100	R9	3
TE280G5	560	140	35	140	-	8-M20 TAP DP40	120	120	100	4-M12 TAP	50	100	R14	3.5
TE280WG5	700	140	35	140	-	8-M20 TAP DP40	120	120	100	4-M12 TAP	50	100	R14	3.5
TE350G5	760	150	40	150	-	8-M20 TAP DP40	120	120	120	4-M12 TAP	50	100	R14	3.5
TE400G5	850	100	50	60	60	12-M24 TAP DP40	120	120	120	4-M12 TAP	50	100	R14	3.5

DL-G5
450-3300ton

TB-G5
90-880 ton

TE-G5
50-400 ton

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

Specification

		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		

DI-G5
450-1300 ton

TI-G5
90-1800 ton

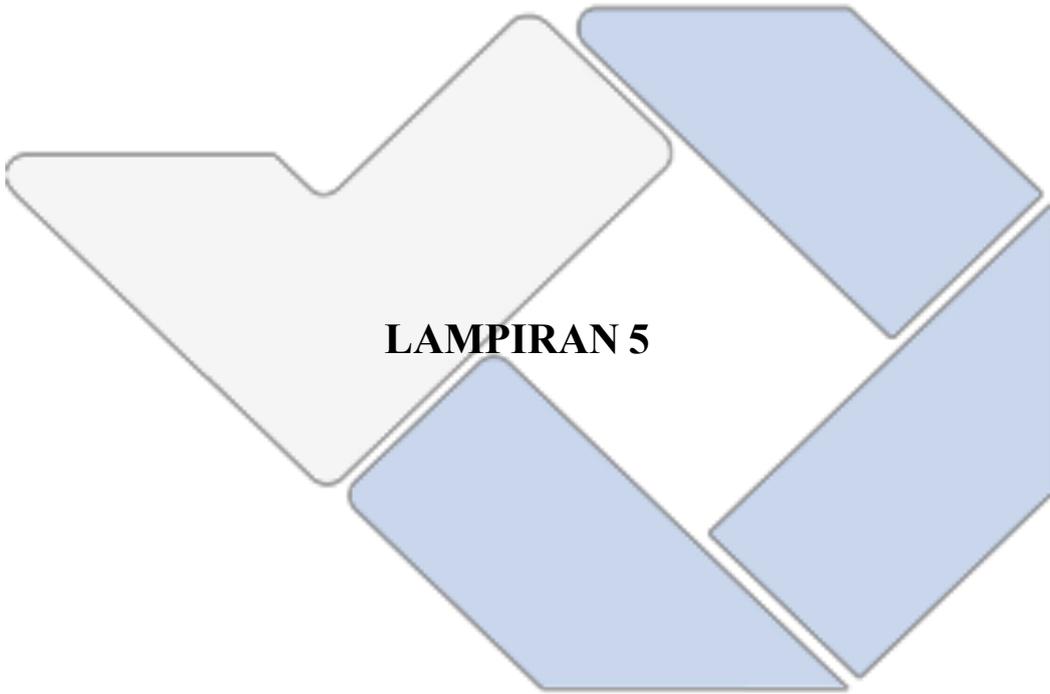
TE-G5
50-400 ton

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

Standard Sectional Dimension of I-steel and Its Sectional Area, Unit Weight and Sectional Characteristic

Sectional Dimension												Sectional Properties										Compact Section Criteria		rT (cm)	d/Af (1/cm)	Lc (cm) *)	Lu (cm) *)
d x bf mm	tw mm	tf mm	rl mm	r2 mm	H1 mm	H2 mm	Sec.of Area cm ²	Unit Weight kg/m	Geometrical Moment of Inertia (cm ⁴)		Radius of Gyration of Area (cm)		Modulus of Section (cm ³)		b/2t _f	d/t _w											
									I _x	I _y	i _x	i _y	S _x	S _y													
I 80 x 42	3,9	5,9	3,9	2,3	10,8	58,7	7,57	5,94	78	6	3,21	0,91	19	3	3,56	20,51	1,12	3,23	53,5	174,3							
I 100 x 50	4,5	6,8	4,5	2,7	12,3	75,4	10,60	8,32	171	12	4,02	1,07	34	5	3,68	22,22	1,32	2,94	63,7	191,3							
I 100 x 75	5,0	8,0	7,0	3,5	16,5	66,9	16,43	12,90	281	47	4,14	1,70	56	13	4,69	20,00	2,05	1,67	95,6	337,6							
I 120 x 58	5,1	7,7	5,1	3,1	14,0	92,0	14,20	11,15	328	22	4,81	1,23	55	7	3,77	23,53	1,53	2,59	73,9	209,4							
I 125 x 75	5,5	9,5	9,0	4,5	19,8	85,5	20,45	16,05	538	58	5,13	1,68	86	15	3,95	22,73	2,03	1,75	95,6	320,7							
I 140 x 66	5,7	8,6	5,7	3,4	15,7	109	18,30	14,37	573	35	5,60	1,39	82	11	3,84	24,55	1,74	2,47	84,1	228,1							
I 150 x 75	5,5	9,5	9,0	4,5	19,8	111	21,83	17,14	819	58	6,13	1,62	109	15	3,95	27,27	2,00	2,11	95,6	267,2							
I 150 x 125	8,5	14,0	13,0	6,5	29,4	91,2	48,15	36,23	1750	385	6,18	2,89	235	62	4,46	17,65	3,44	0,85	159,3	656,4							
I 160 x 74	6,3	9,5	6,3	3,8	17,4	125	22,80	17,90	935	55	6,40	1,55	117	15	3,89	25,40	1,94	2,28	94,3	247,2							
I 180 x 82	6,9	10,4	6,9	4,1	19,0	142	27,90	21,90	1450	81	7,21	1,71	161	20	3,94	26,09	2,15	2,11	104,5	266,5							
I 180 x 100	6,0	10,0	10,0	5,0	22,0	136,0	30,06	23,60	1670	138	7,45	2,14	186	28	5,00	30,00	2,68	1,80	127,5	312,5							
I 200 x 90	7,5	11,3	7,5	4,5	20,7	158,6	33,50	26,30	2140	117	7,99	1,87	214	26	3,98	26,67	2,36	1,97	114,7	286,1							
I 200 x 100	7,0	10,0	10,0	6,0	22,0	156,1	33,06	25,95	2170	138	8,10	2,04	217	28	5,00	28,57	2,63	2,00	127,5	281,3							
I 200 x 150	9,0	16,0	15,0	7,5	34,0	132,0	64,16	50,37	4460	753	8,34	3,43	446	100	4,69	22,22	4,12	0,83	191,2	675,1							
I 220 x 98	8,1	12,2	8,1	4,9	22,4	175,2	39,60	31,09	3060	162	8,79	2,02	278	33	4,02	27,16	2,56	1,84	124,9	305,7							
I 240 x 106	8,7	13,1	8,7	5,2	24,1	191,8	46,10	36,19	4250	221	9,60	2,19	354	42	4,05	27,59	2,77	1,73	135,1	325,5							
I 250 x 125	7,5	12,5	12,0	16,0	27,1	195,9	48,79	38,30	5180	337	10,30	2,63	414	54	5,00	33,33	3,32	1,60	159,3	351,6							
I 250 x 125	10,0	19,0	21,0	10,5	41,3	167,4	70,73	55,52	7310	538	10,17	2,76	585	86	3,29	25,00	3,37	1,05	162,6	556,7							
I 260 x 113	9,4	14,1	9,4	5,6	25,9	208,2	53,40	41,92	5740	288	10,37	2,32	442	51	4,01	27,66	2,95	1,63	144,0	344,8							
I 280 x 119	10,1	15,2	10,1	6,1	27,80	224,4	61,10	47,96	7590	354	11,15	2,44	542	61	3,91	27,72	3,10	1,55	151,7	363,4							
I 300 x 125	10,8	16,2	10,8	6,5	29,6	240,8	69,90	54,87	9800	451	11,84	2,54	653	72	3,86	27,78	3,25	1,48	162,6	395,6							
I 300 x 150	8,0	13,0	12,0	6,0	28,4	243,2	61,58	48,34	9480	588	12,41	3,09	632	78	5,77	37,50	3,97	1,54	191,2	365,7							
I 300 x 150	10,0	18,5	19,0	9,5	39,9	220,1	83,47	65,52	12700	886	12,33	3,26	847	118	4,05	30,00	4,03	1,08	195,1	542,1							
I 300 x 150	11,5	22,0	23,0	11,5	46,9	206,3	97,88	76,84	14700	1080	12,25	3,32	980	144	3,41	26,09	4,04	0,91	195,1	644,6							
I 320 x 131	11,5	17,3	11,5	6,9	31,5	257,0	77,80	61,07	12510	555	12,68	2,67	782	85	3,79	27,83	3,40	1,41	170,4	415,0							
I 340 x 137	12,2	18,3	12,2	7,3	33,3	273	86,80	68,14	15700	674	13,45	2,79	924	98	3,74	27,87	3,55	1,36	178,2	432,1							
I 350 x 150	9,0	15,0	13,0	6,5	31,3	287,5	74,58	58,55	15200	702	14,28	3,07	869	94	5,00	38,89	3,93	1,56	191,2	361,7							
I 350 x 150	12,0	24,0	25,0	12,5	50,6	248,8	111,10	87,21	22400	1180	14,20	3,26	1280	157	3,12	29,17	4,01	0,97	195,1	602,8							
I 360 x 143	13,0	19,5	13,0	7,8	35,4	289,3	97,10	76,22	19610	818	14,21	2,90	1089	114	3,67	27,69	3,70	1,29	186,0	453,9							
I 380 x 149	13,7	20,5	13,7	8,2	37,2	305,7	107,00	83,99	24010	975	14,98	3,02	1264	131	3,63	27,74	3,85	1,24	193,80	471,1							
I 400 x 150	10,0	18,0	17,0	8,5	37,7	324,6	91,73	72,01	24100	864	16,21	3,07	1205	115	4,17	40,00	3,91	1,48	195,1	359,6							
I 400 x 150	12,5	25,0	27,0	13,5	53,3	293	122,10	95,85	31700	1240	16,11	3,19	1585	165	3,00	32,00	3,96	1,07	195,1	549,4							
I 400 x 155	14,4	21,6	14,4	8,6	39,1	321,9	118,00	92,63	29210	1160	15,73	3,14	1460	150	3,59	27,78	4,00	1,19	201,6	490,5							
I 450 x 175	11,0	20,0	19,0	9,5	42,3	365,4	116,80	91,69	39200	1510	18,32	3,60	1742	173	4,38	40,91	4,59	1,29	227,7	455,8							
I 450 x 175	13,0	26,0	27,0	13,5	55,2	339,7	146,10	114,69	48800	2020	18,28	3,72	2169	231	3,37	34,62	4,63	0,99	227,7	592,5							
I 450 x 175	16,2	24,3	16,2	9,7	43,8	362,4	147,00	115,39	45850	1730	17,66	3,43	2038	204	3,50	27,78	4,37	1,09	221,2	538,0							
I 500 x 185	18,0	27,0	18,0	10,8	48,5	403,0	180,00	141,30	68740	2480	19,54	3,74	2750	268	3,43	27,78	4,75	1,00	240,7	====							
I 600 x 190	13,0	25,0	25,0	12,5	53,0	494,1	169,40	132,98	98400	2460	24,10	3,81	3280	259	3,80	46,15	4,91	1,26	247,2	463,9							
I 600 x 190	16,0	35,0	38,0	19,0	74,1	451,7	22,450	176,23	1E+05	3540	24,06	3,97	4333	373	2,71	37,50	4,98	0,90	247,2	649,5							

Note :
 *) Material : JIS G 3101 - SS 400
 Fy = 2500 kg/cm² if tf ≤ 16 mm
 Fy = 2400 kg/cm² if 16 mm < tf ≤ 40 mm
 Fy = 2200 kg/cm² if tf > 40 mm



LAMPIRAN 5

Tabel Standar Kriteria Penilaian Aspek Teknis

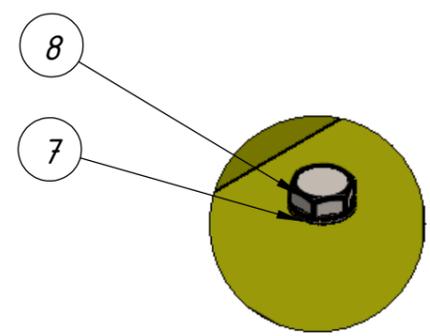
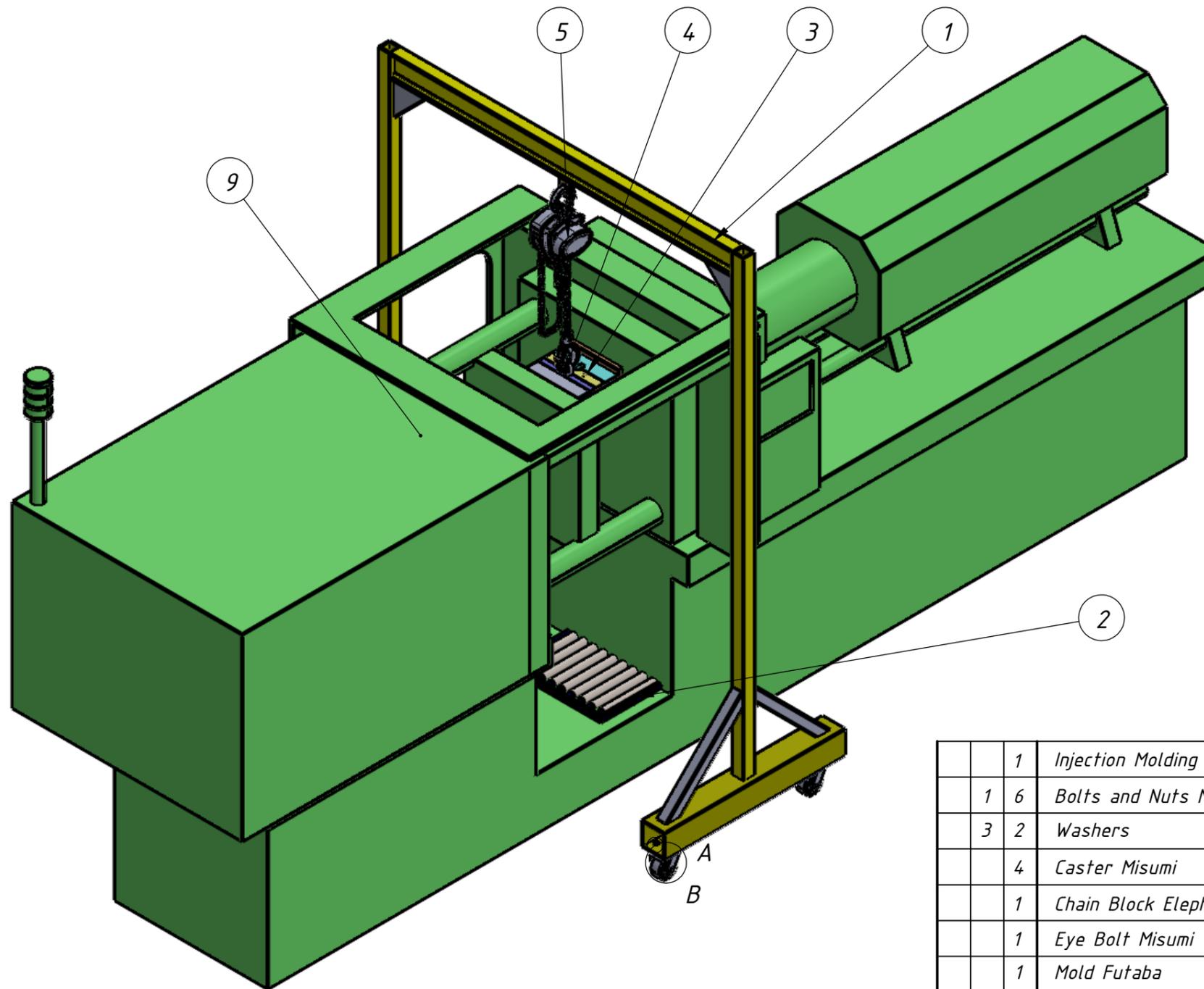
TABEL STANDAR KRITERIA PENILAIAN ASPEK TEKNIS					
No	Aspek Yang Dinilai	Kriteria Penilaian			
		1	2	3	4
1	Pencapaian fungsi	Alat dapat mengangkat beban 1ton dengan waktu pemasangan dari cetakan diangkat, dtempat, dipindahkan ke mesin woojin dengan proses penepatan selama 20 menit	Alat dapat mengangkat beban 1ton dengan waktu pemasangan dari alat diangkat, dtempat, dipindahkan ke mesin dan proses penepatan selama 15 menit	Alat dapat mengangkat beban 1ton dengan waktu pemasangan dari alat diangkat, dtempat, dipindahkan ke mesin dan proses penepatan selama 10 menit	Alat dapat mengangkat beban 1ton dengan waktu pemasangan dari alat diangkat, dtempat, dipindahkan ke mesin dan proses penepatan selama 7 menit
2	Keamanan	Desain alat ini masih membahayakan operator saat digunakan karena belum menerapkan K3 cukup yang baik.	Alat ini masih memiliki beberapa risiko bawaan dari desainnya. Untuk mencapai tingkat keamanan yang cukup, operator memerlukan K3 tambahan atau harus mengikuti prosedur ketat.	Desain alat ini sudah cukup aman karena sudah menerapkan prinsip K3 dasar yang baik, standar umum, dan mampu meminimalkan potensi kecelakaan pada saat digunakan.	Alat ini dibuat semaksimal mungkin aman untuk pengguna dan orang disekitar alat, sehingga tidak memerlukan K3 Tingkat tinggi.
3	Perakitan	Sulit dalam perakitan	Perakitan membutuhkan tenaga ahli dan peralatan khusus	Perakitan memerlukan peretakan khusus dan membutuhkan 3 orang <i>assembler</i> .	Menggunakan peratan standar dan membutuhkan 2 orang <i>assembler</i> .

4	Perawatan	Perawatan diperlukan setiap 1 bulan sekali	Perawatan diperlukan setiap 2 bulan sekali	Perawatan diperlukan setiap 4 bulan sekali	Perawatan diperlukan setiap 6 bulan sekali
5	Optimalisasi komponen standar	Menggunakan komponen standar 1-25%	Menggunakan komponen standar 25-50%	Menggunakan komponen standar 50-75%	Menggunakan komponen standar 75-100%
6	Pemesinan	Banyak part yang tidak dapat dikerjakan dengan mesin yang terdapat di bengkel polman babel.	Sedikit part yang dapat dikerjakan di polman babel.	Mampu mengerjakan berbagai part di bengkel polman babel secara mandiri, perlu arahan untuk pengerjaan yang lebih sulit dan membutuhkan peralatan khusus.	mandiri dalam mengerjakan semua jenis part sederhana hingga kompleks dengan presisi tinggi di bengkel. Tidak memerlukan peralatan khusus.
7	Manuver	Alat hanya bisa bergerak maju mundur	Alat bisa bergerak bebas 360°	Alat membutuhkan area yang cukup luas untuk beroperasi	Alat dapat beroperasi dengan ruang area terbatas
8	Penyimpanan alat	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 luar maupun didalam ruangan tanpa masalah.	Sangat ringkas, dimensi alat optimal dan sesuai diarea sekitar mesin woojin. Tidak perlu tempat khusus, mudah disimpan di mana saja.

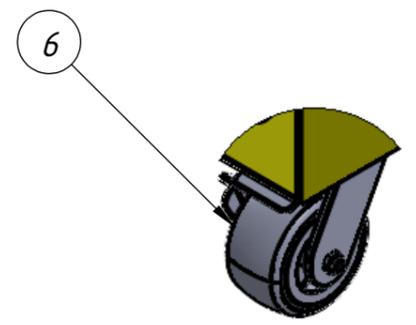


LAMPIRAN 6

Gambar Susunan dan Gambar Kerja



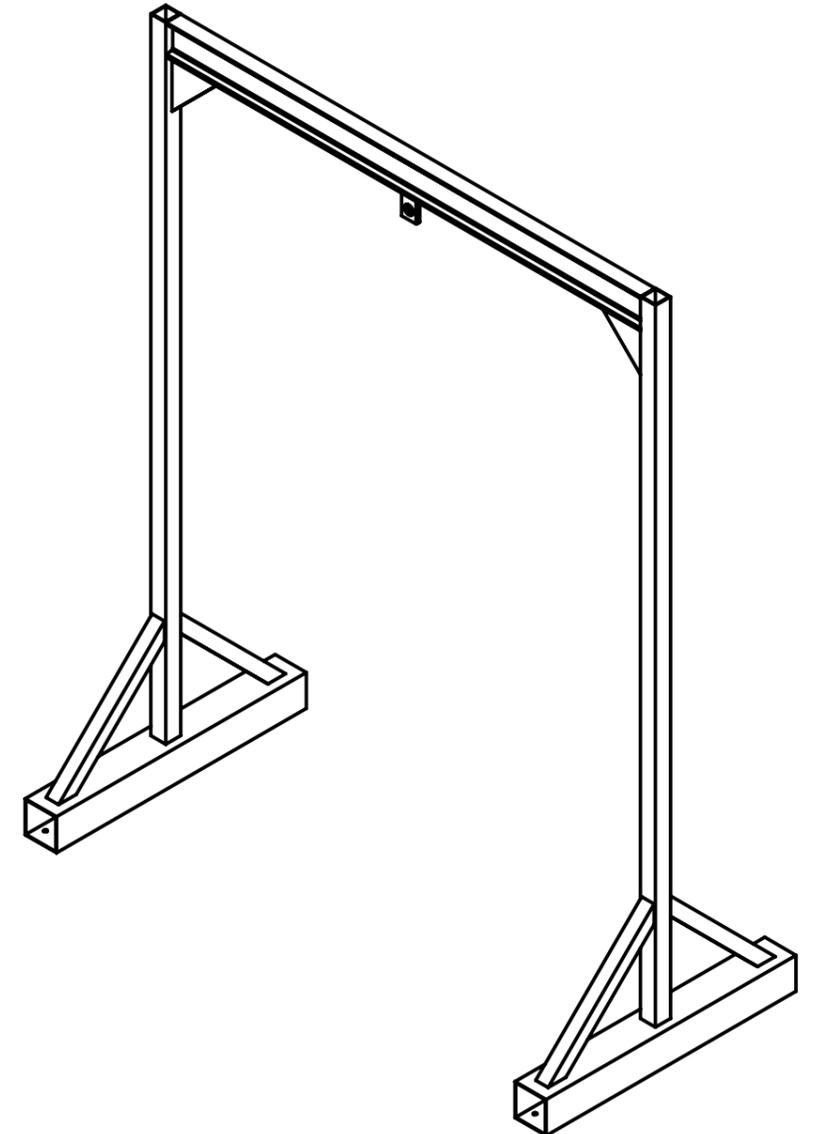
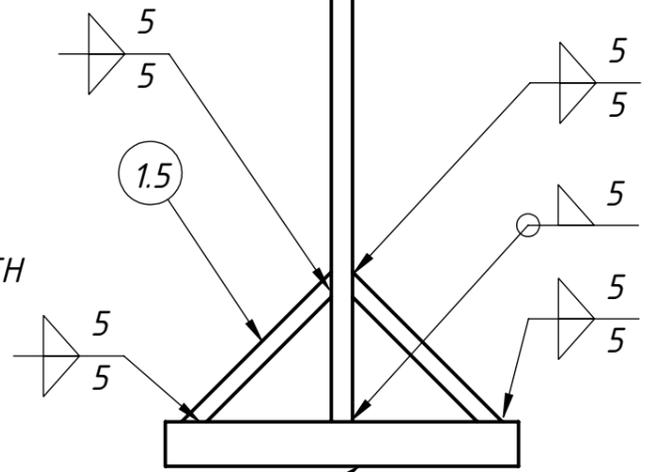
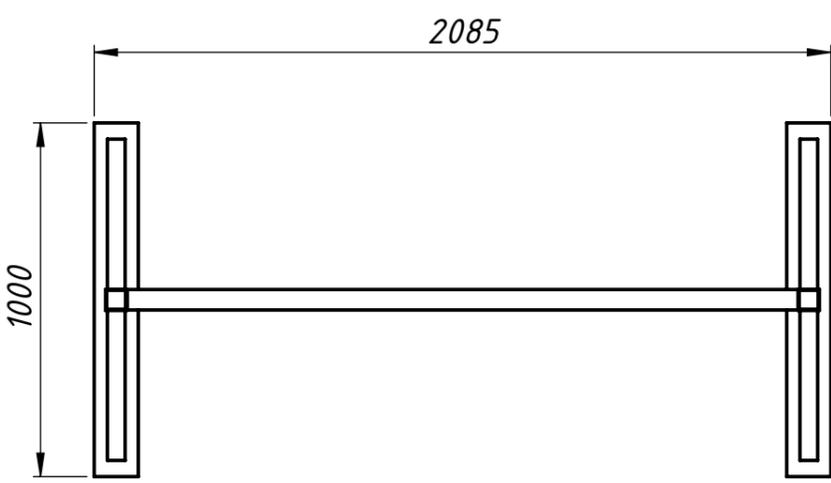
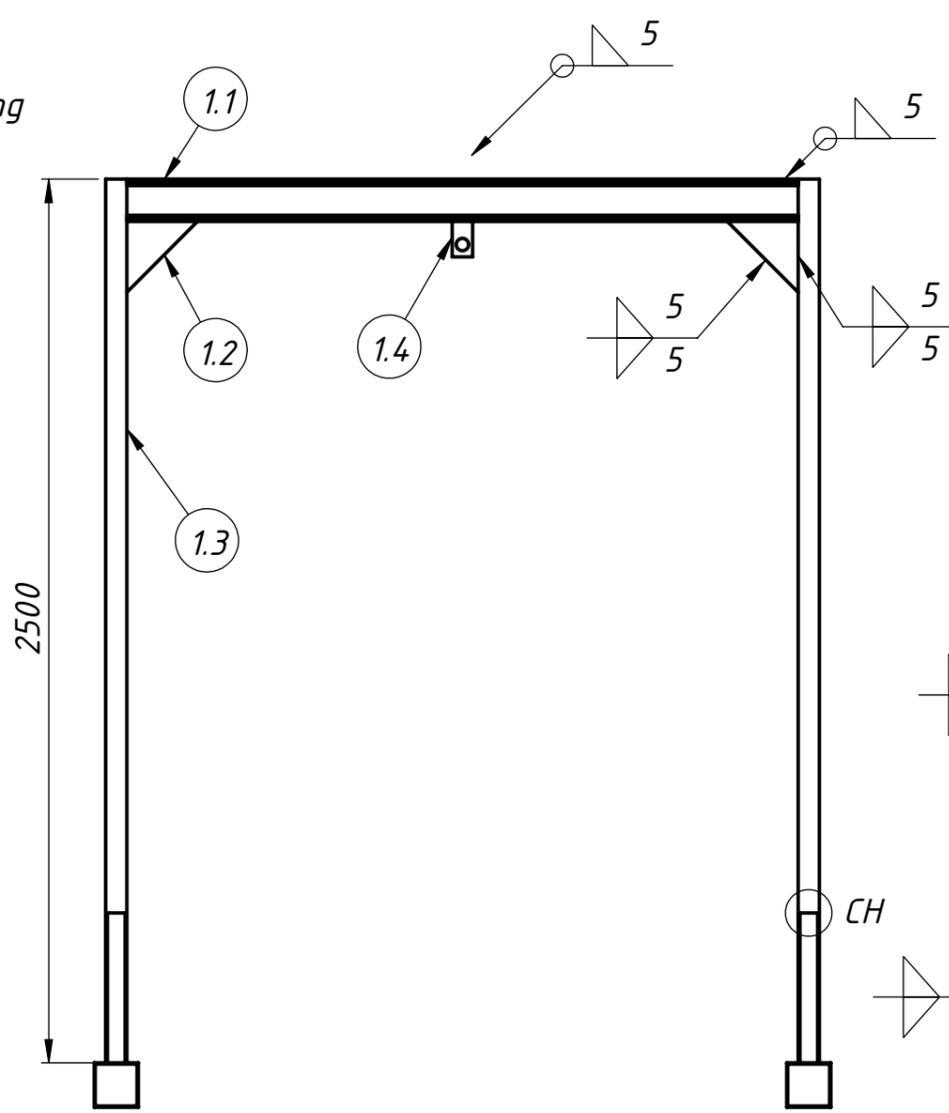
DETAIL A (Bolt and Washers)
SCALE 1 : 2



DETAIL B (Caster)
SCALE 1 : 5

1	Injection Molding Machine Woojin	9	A36	1600 x 2000 x 5700	TE170G5		
1	6 Bolts and Nuts M10	8	SC	M10 x 25	HXNK10-STT3SC		
3	2 Washers	7	SUS304	∅ 10 x 2	SPWF10		
4	Caster Misumi	6	SS400	101 X 114 X 143	C-HLSBB100-U		
1	Chain Block Elephant	5	Alloy Steel	164 x 193 x 8061	C21-2		
1	Eye Bolt Misumi	4	CS	M12 x 54 x 76	GFEB10-12		
1	Mold Futaba	3	Steel H13	30 x 55 x 450	3-Plate		
1	Mold Carrier	2	SS400	33 x 370 x 520			
1	Frame	1	SS400	1000 x 2085 x 2625			
Jumlah		Nama Bagian		No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
Perubahan		c	f	i	Pemesan		Pengganti dari :
a		d	g	j	MOLD LIFTING DEVICE		Diganti dengan :
b		e	h	k			Digambar
					Skala	1:20	Diperiksa
							Dilihat
POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG						PA/2025	

1. Tol. Sedang



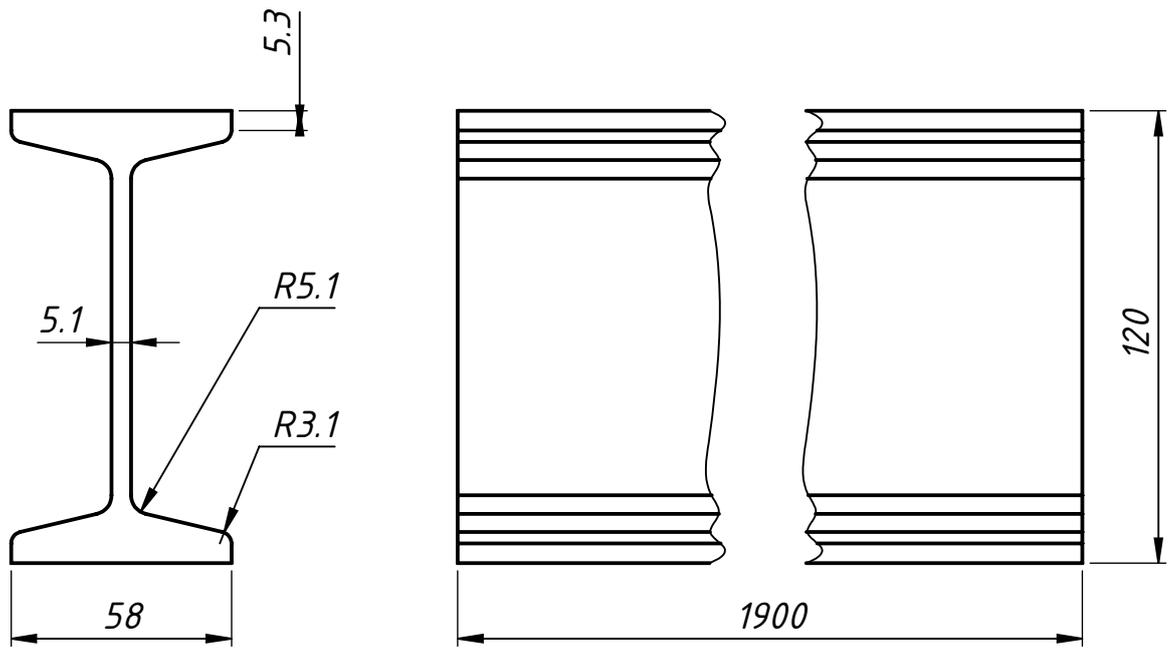
2	Horizontal Frame	1.6	SS400	□ 125 x 125 - 1000	
4	Frame Support	1.5	SS400	□ 50 x 50 - 100	
3	Hook Plate	1.4	AISI 1020	10 x 58 - 100	
2	Vertical Frame	1.3	SS400	□ 60 x 60 - 2500	
2	Plate Support	1.2	AISI 1020	5 x 200 x 200	
1	Profil INP	1.1	SS400	58 x 120 x 1900	
1	Frame	1	SS400	1000 x 2085 x 2625	

Jumlah	Nama Bagian				No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
	Perubahan	c	f	i	Pemesan			Pengganti dari :		
	a	d	g	j						
		e	h	k						
MOLD LIFTING DEVICE							Skala	Digambar	04/06/25	Merki
							1:20	Diperiksa		
								Dilihat		

DETAIL CH
SCALE 1 : 5

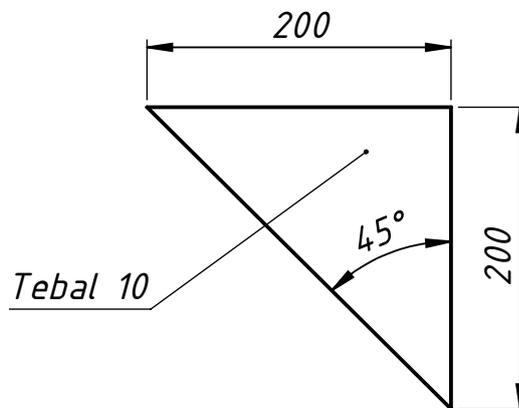
1.1 ✓

Tol. Sedang



1.2 ✓

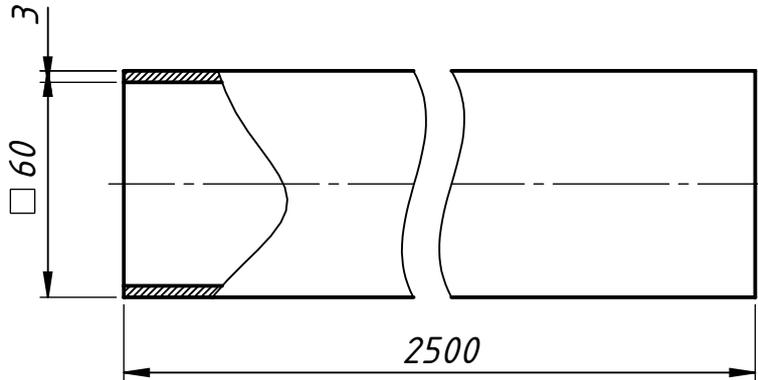
Tol. Sedang



	2	Plate Support	1.2	AISI 1020	10 x 200 x 200			
	1	Profil INP	1.1	SS400	58 x 120 - 1900			
Jumlah	Nama Bagian		No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
	Perubahan	c	f	i	Pemesan	Pengganti dari :		
	a	d	g	j				
	b	e	h	k				
MOLD LIFTING DEVICE					Skala 1:2 (1:5)	Digambar	04/06/25	Merki
						Diperiksa		
						Dilihat		

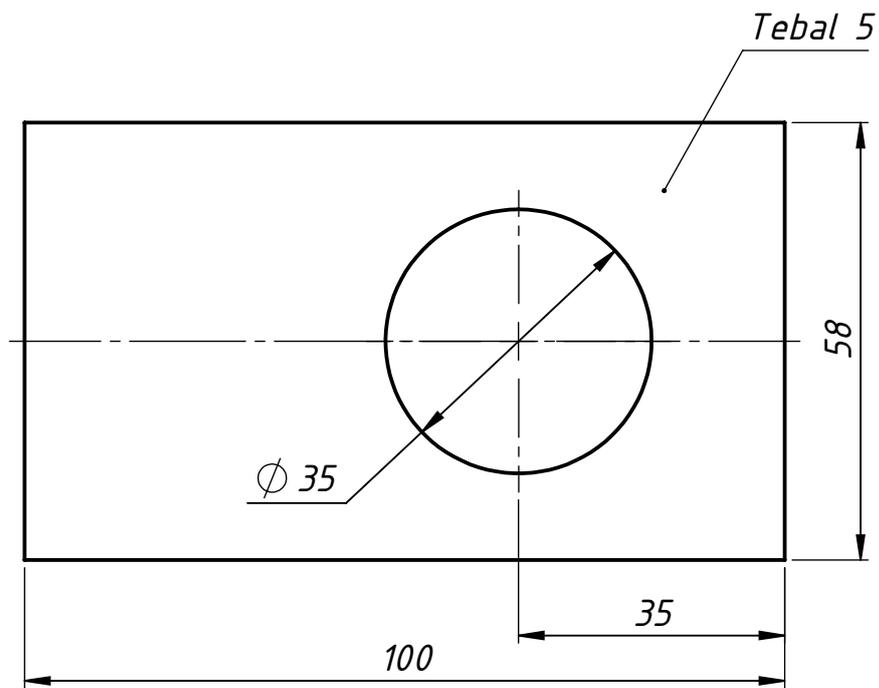
1.3 ✓

Tol. Sedang



1.4 ✓

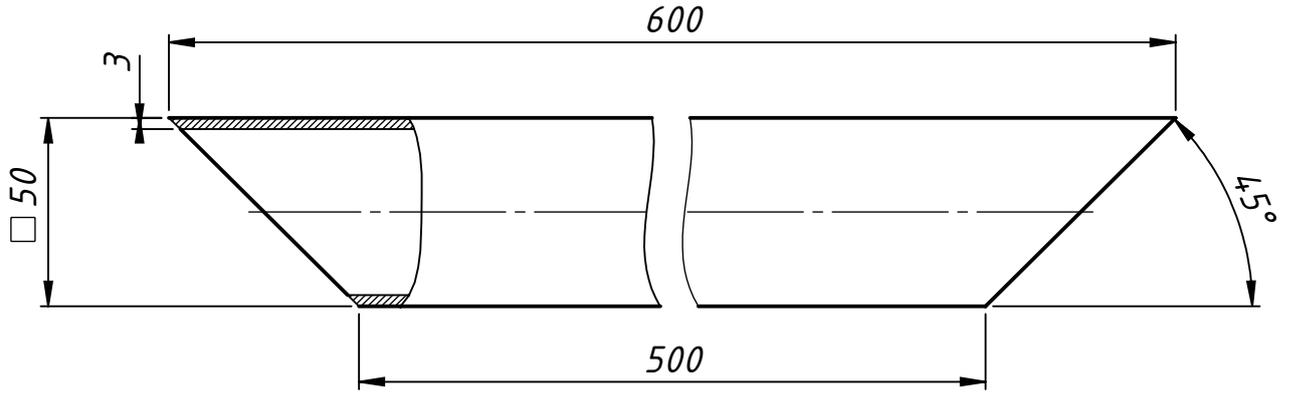
Tol. Sedang



		3	Hook Plate			1.4	AISI 1020	5 x 58 x 100		
		2	Vertical Frame			1.3	SS400	60 x 60 x3-2500		
Jumlah		Nama Bagian			No.Bag	Bahan	Ukuran		Keterangan	
		Perubahan	c	f	i	Pemesan		Pengganti dari :		
		a	d	g	j					
		b	e	h	k					
MOLD LIFTING DIVICE							Skala 1:1 (1:2)	Digambar	04/06/25	Merki
								Diperiksa		
								Dilihat		

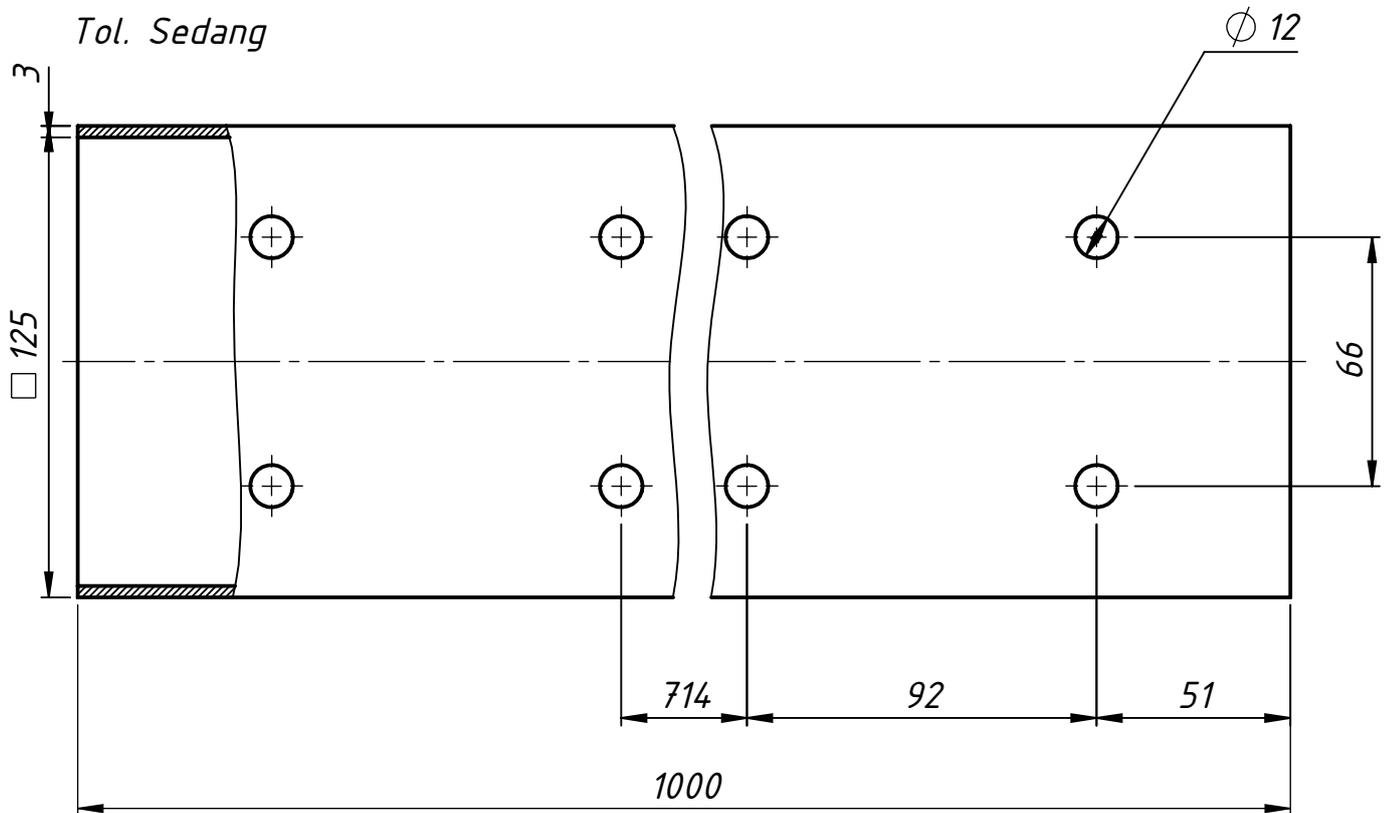
1.5 ✓

Tol. Sedang



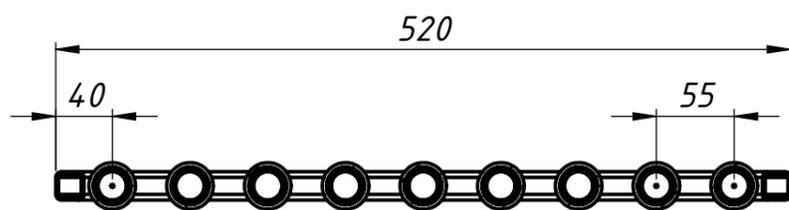
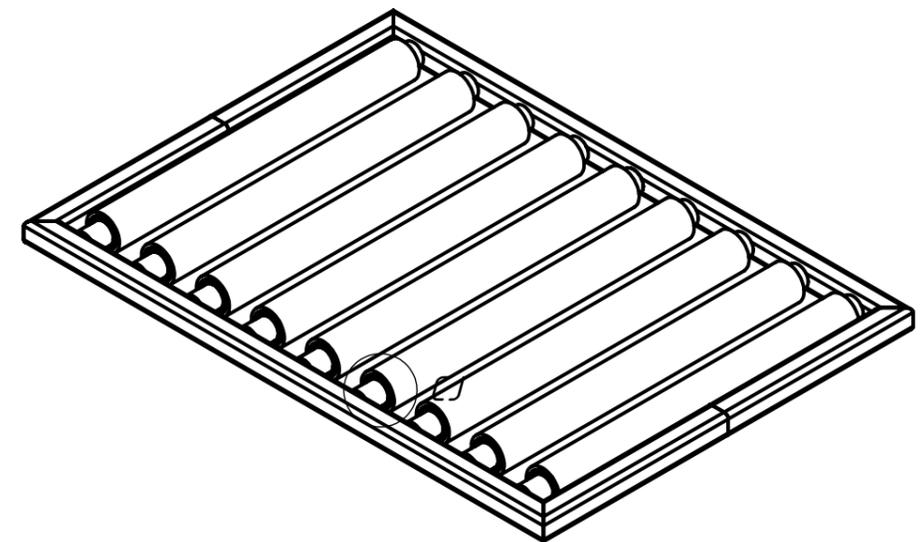
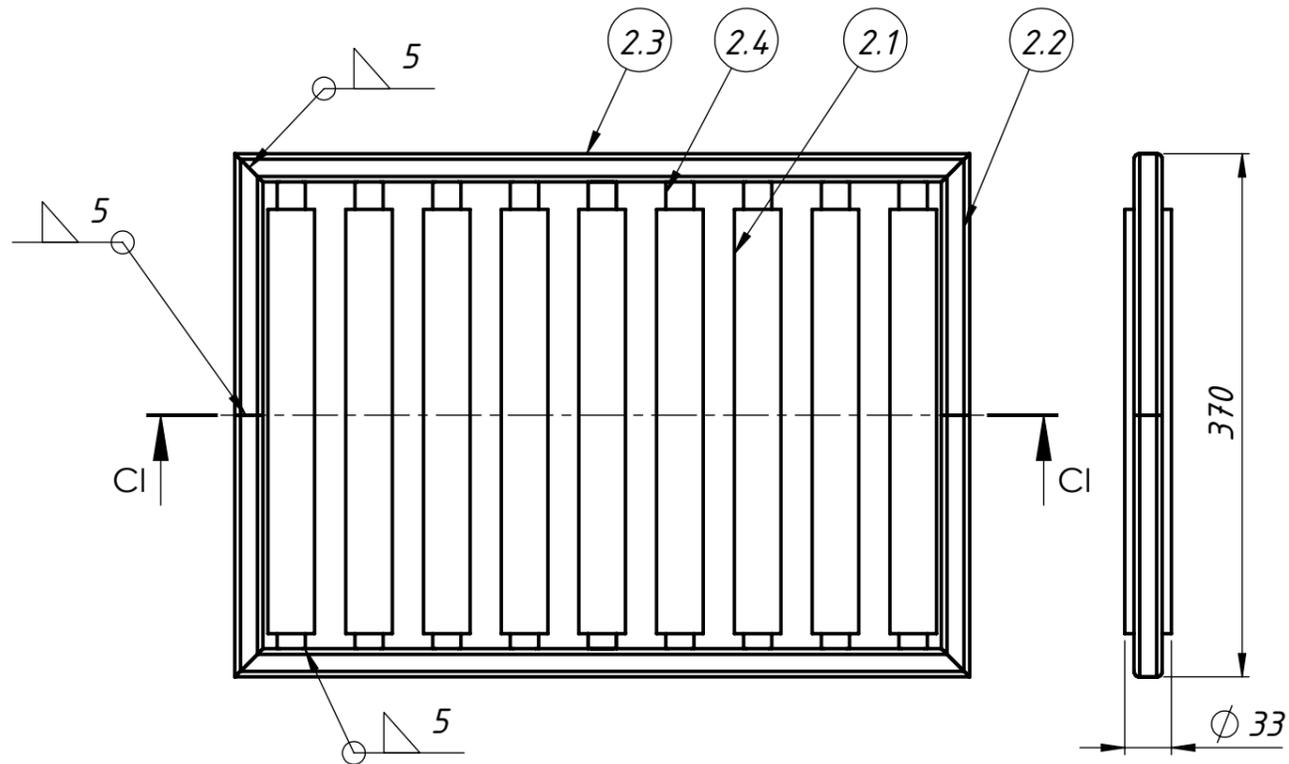
1.6 ✓

Tol. Sedang

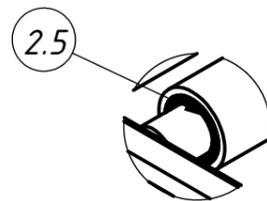


2	Horizontal Frame				1.6	SS400	125 x 125 x3-1000			
4	Frame Support				1.5	SS400	50 x 50 x3-600			
Jumlah	Nama Bagian				No.Bag	Bahan	Ukuran		Keterangan	
	Perubahan	c	f	i	Pemesan		Pengganti dari :			
	a	d	g	j						
	b	e	h	k						
MOLD LIFTING DEVICE							Skala 1:2	Digambar	04/06/25	Merki
								Diperiksa		
								Dilihat		

2. 
Tol. Sedang



CI-CI

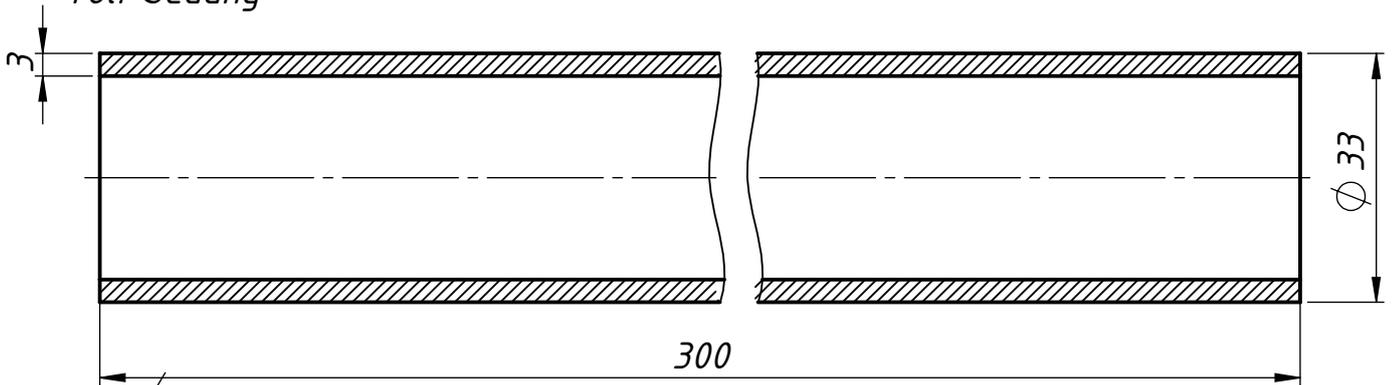


DETAIL CJ
SCALE 2 : 5

18	Bearing Misumi	2.5	SUJ2	Φ 12 x 4	C-E6704		
18	Steel Bar	2.4	Steel	Φ 20 x 20			
2	Carrier Body Long	2.3	SS400	\square 20 x 20 - 520			
4	Carrier Body Short	2.2	SS400	\square 20 x 20 - 185			
9	Pipe Roller	2.1	SS400	Φ 33 x 3 x 300			
1	Mold Carrier	2	SS400	33 x 370 x 520			
Jumlah	Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
	Perubahan	c	f	i	Pemesan		
	a	d	g	j			
		e	h	k			
MOLD LIFTING DEVICE				Skala	Pengganti dari :		
				1:5	Digambar	04/06/25	Merki
					Diperiksa		
					Dilihat		
 POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG				PA/2025			

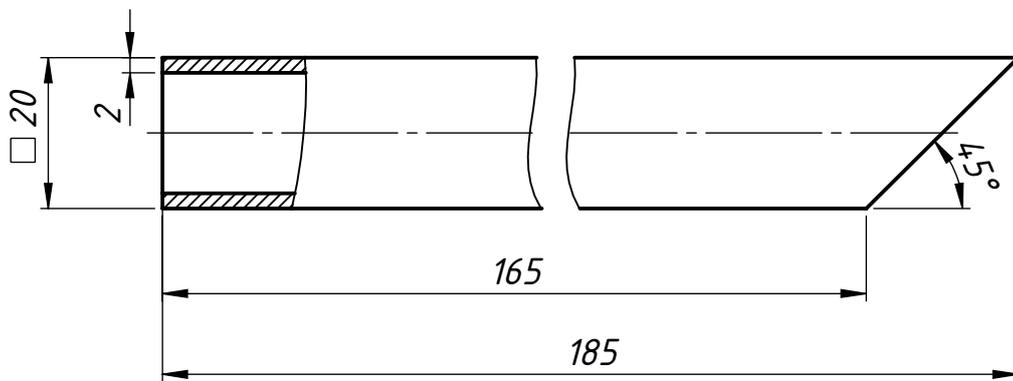
2.1 ✓

Tol. Sedang



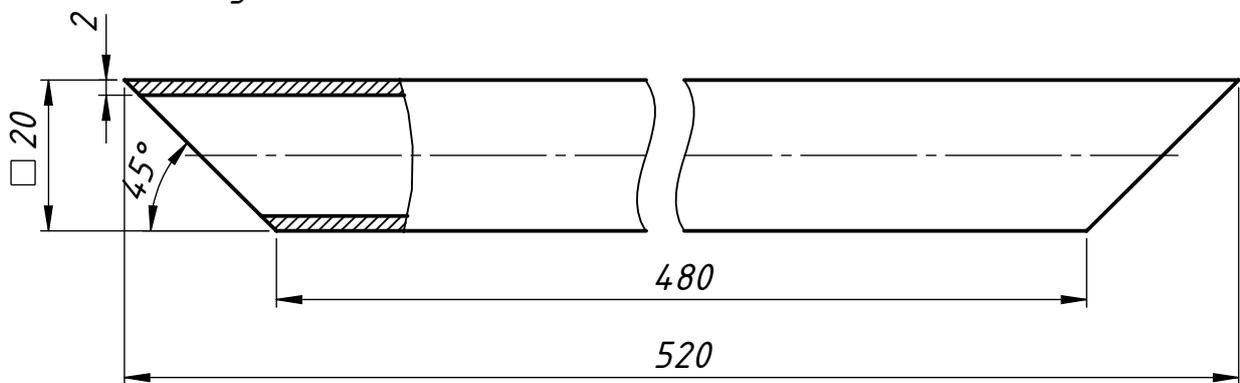
2.2 ✓

Tol. Sedang



2.3 ✓

Tol. Sedang



	2	Carrier Body Long	2.3	SS400	20 x 20 x2-520		
	4	Carrier Body Short	2.2	SS400	20 x 20 x2-185		
	1	Pipe Roller	2.1	SS400	Φ 33 x 3 x 300		
Jumlah	Nama Bagian		No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
	Perubahan	c	f	i	Pemesan	Pengganti dari :	
	a	d	g	j		Diganti dengan :	
	b	e	h	k			
MOLD CARRIER				Skala 1:1	Digambar	04/06/25	Merki
					Diperiksa		
					Dilihat		