DESAIN ALAT ANGKAT UNTUK PEMASANGAN CETAKAN DI MESIN INJEKSI PLASTIK *ARBURG 420 C*

PROYEK AKHIR

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

Disusun oleh :

Amanda Renata	NIM: 0021934
Muhammad Fajri Adzan	NIM: 0021946

POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG

TAHUN 2022

LEMBAR PENGESAHAN

Desain Alat Angkat untuk Pemasangan Cetakan Di Mesin Injeksi Plastik *Arburg 420 C*

Oleh:
Amanda Renata/0021934
Muhammad Fajri Adzan/002146

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

Menyetujui,

Pembimbing 1	Pembimbing 2
Muhammad Yunus, M.T	Shanty Dwi K., M. Hum

Penguji 1	Penguji 2
Yang Fitri Arriyani, M.T	Subkhan, M.T

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa 1 : Amanda Renata NIM : 0021934
Nama Mahasiswa 2 : Muhammad Fajri Adzan NIM : 0021946

Dengan Judul : Desain Alat Angkat Untuk Pemasangan Cetakan di Mesin Injeksi Plastik *Arburg 420 C*

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

Sungailiat, 03 Agustus 2022

Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1. Amanda Renata	.....
2. Muhammad Fajri Adzan	.....

ABSTRAK

Dalam proyek akhir ini dirancang alat angkat untuk pemasangan cetakan pada mesin injeksi plastik Arburg 420 C karena adanya permasalahan pada cetakan berdimensi besar yang belum bisa terpasang pada mesin tersebut. Oleh karena itu, tujuan dari proyek akhhir ini adalah membuat desain alat angkat untuk pemasangan cetakan berdimensi 500mm X 400mm yang dapat mengangkat cetakan dengan berat maksimal 700 kg. didalam proyek akhir ini digunakan software Auto CAD untuk menggambar rancangan 2D dan Solidworks untuk menganalisis pembebanan. Metode yang digunakan adalah VDI 2222. Metode ini dilakukan dengan 4 tahapan yaitu perencanaan, pengkonsepan, perancangan, dan penyelesaian. Hasil dari proyek akhir ini adalah alat angkat mampu mengangkat cetakan dengan berat maksimal 700kg. Berdasarkan perhitungan stress analysis, secara teknis rangka alat ini mampu menahan beban beban maksimal sebesar 1 ton.

Kata kunci: Alat angkat, Mesin Injeksi, Metode VDI 2222

ABSTRACT

In this final project, a lifting device was designed for the installation of molds on the Arburg 420 C plastic injection machine due to the problems with the large dimensions of the molds that could not be installed on the machine. Therefore the purpose of this final project is to create a lifting equipment degin for the installation of a 500mm X 400mm dimension mold that can lift the mold with a maximum weight of 700kg. in this final project, Auto CAD software is used to draw 2D designs and Solidworks to analyze the stress analysis. The method used is VDI 2222 methode. This method is carried out in 4 stages: plan, concept, design, and finish. The result of this final project is a lifting equipment is able to lift the molds with a maximum weight of 700kg. techically the frame of this tool is able to lift the molds with a maximum load of 1 tonne.

Keywords: Lifting Equipment, Injection Machine, VDI Method 2222

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas berkat rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Proyek Akhir ini dengan judul "Desain Alat Angkat Untuk Pemasangan Cetakan di Mesin Injeksi Plastik *Arburg 420 C*".

Penyusunan Laporan Proyek Akhir ini ditujukan untuk memenuhi persyaratan akademik dalam menyelesaikan pendidikan pada program studi Teknik Perancangan Mekanik Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

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

1. Orang tua dan keluarga besar yang selalu memberikan kasih sayang, doa, dan dukungan.
2. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng, Ph.D. selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
3. Bapak Pristiansyah, S.S.T.,M.Eng selaku kepala Jurusan Teknik Mesin.
4. Bapak M. Haritsah Amrullah, M. Eng selaku Kepala Prodi DIII Teknik Perancangan Mekanik .
5. Bapak Muhammad Yunus, M.T selaku pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran selama proses proyek akhir serta penyusunan laporan.
6. Ibu Shanty Dwi K., M. Hum. Selaku pembimbing II yang telah banyak memberikan saran-saran dan solusi dari masalah-masalah yang kami hadapi selama proses pengerjaan proyek akhir ini.
7. Seluruh dosen pengajar dan mentor yang telah banyak membantu dalam penyelesaian proyek akhir ini.
8. Rekan-rekan mahasiswa Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah banyak membantu selama menyelesaikan proyek akhir ini

9. Rekan – rekan seangkatan DIII Teknik Perancangan Mekanik yang telah banyak membantu selama pengerjaan proyek akhir.
10. *My precious one, I have to tell you thank you anyway*
11. *Last but not least, I want to thank my self, for believing in my self, for doing all this hard work, for having no days off, for never quitting, and for just being at the time.*

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

Sungailiat, 03 Agustus 2022

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT iii
ABSTRAK iv
ABSTRACT v
KATA PENGANTAR vi
DAFTAR ISI viii
DAFTAR TABEL xi
DAFTAR GAMBAR xii
DAFTAR LAMPIRAN xiii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Proyek Akhir 3
BAB II DASAR TEORI 4
2.1. Alat Angkat 4
2.1.1. *Crane* 5
2.2. Metodologi Perancangan VDI 2222 6
2.3. Mesin Injeksi Plastik 9
2.3.1 Cetakan 10
2.3.1.1 Cetakan *Two Plate* 11
2.3.1.2 Cetakan *Three Plate* 12
2.4. Tegangan 13
2.4.1. Pembebanan 15

2.5 *AutoCAD* 16
2.6 *Solidworks* 17
2.7 Elemen Pengikat 19
2.7.1 Pengelasan 19
2.7.2 Baut dan Mur 21
BAB III METODE PELAKSANAAN 24
3.1 Tahapan – Tahapan Pelaksanaan Proyek Akhir 25
3.2. Perencanaan 25
3.2.1 Pengumpulan Data 26
3.2.2 Daftar Tuntutan 26
3.2.3 Alternatif Fungsi Bagian 26
3.2.4 Varian Konsep 26
3.2.5 Penilaian 27
3.2.6 *Draft* Rancangan Awal 27
3.2.7 Optimasi 27
3.2.8 Perhitungan dan Simulasi *Stress Analysis* 27
3.2.9 *Draft* Rancangan Final 28
3.2.10 Penyelesaian 28
3.2.11 Kesimpulan 28
BAB IV 29
PEMBAHASAN 29
4.1 Pendahuluan 29
4.2 Perencanaan 29
4.2.1. Pengumpulan Data 29
4.2.2. Data Mesin 30

4.2.3 Identifikasi Masalah 30
4.3 Pengkonsepan 31
4.3.1 Daftar Tuntutan 31
4.3.2 Pembagian Fungsi 32
4.3.2.1 *Black Box* 32
4.3.2.2. Fungsi Bagian 34
4.3.3. Alternatif Fungsi Bagian 35
4.3.4 Pembuatan Alternatif Fungsi Keseluruhan 39
4.3.5 Varian Konsep 40
4.3.6 Penilaiaan Varian Konsep 43
4.3.6.1 Kriteria Penilaian 44
4.3.6.2 Penilaian Dari Aspek Teknis 44
4.3.7 Keputusan 44
4.4. Perancangan 45
4.4.1 Draft Rancangan Awal 45
4.4.2 Optimasi Rancangan 45
4.4.3 Perhitungan dan Simulasi *Stress analysis* 48
4..4.4 Draft Rancangan Final 52
4.5 Penyelesaian 56
BAB V 57
PENUTUP 57
5.1 Kesimpulan 57
5.2 Saran 57
DAFTAR PUSTAKA 59
LAMPIRAN 61

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Satuan Tegangan 13
Tabel 2. 2 Simbol Dasar Pengelasan 20
Tabel 4. 1 Spesifikasi Mesin *Arburg 420 C* 30
Tabel 4. 2 Deskripsi Fungsi Bagian 34
Tabel 4. 3 Tabel Alternatif Fungsi Bagiam 35
Tabel 4. 4 Kotak Morfologi 39
Tabel 4. 5 Skala Penilaian (SP) 43
Tabel 4. 6 Penilaian Teknis 44
Tabel 4. 7 Optimasi Rancangan 46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 *Crane Takal* 1
Gambar 2. 1 Alat Angkat 5
Gambar 2. 2 *Crane* Manual 5
Gambar 2. 3 Mesin Injeksi Plastik 10
Gambar 2. 4 Cetakan Injeksi 11
Gambar 2. 5 Cetakan *Two Plate* 12
Gambar 2. 6 Cetakan *Three Plate* 12
Gambar 2. 7 Diagram Tegangan dan Regangan 15
Gambar 2. 8 Simbol Pelengkap Pengelasan 21
Gambar 2. 9 Macam-macam Baut 22
Gambar 2. 10 Macam-macam Mur 22
Gambar 4. 1 Mesin *Arburg 420 C* 30
Gambar 4. 2 Diagram *Black Box* 32
Gambar 4. 3 Diagram Struktur Fungsi Alat Angkat 33
Gambar 4. 4 Diagram Pembagian Sub Fungsi Bagian 34
Gambar 4. 5 Varian konsep 1 40
Gambar 4. 6 Varian Konsep 2 41
Gambar 4. 7 Varian konsep 3 42
Gambar 4. 8 Diagram Penilaian Aspek Teknis 45
Gambar 4. 9 Gambar Perakitan Sebelum dan Sesudah Optimasi 47
Gambar 4. 10 Diagram Benda Bebas 48
Gambar 4. 11 *Stress Analysis* rangka atas 50
Gambar 4. 12 Hasil Simulasi *Displacement* Rangka Atas 51
Gambar 4. 13 Hasil *Simulasi Displacemenet* Plat Gantung 51
Gambar 4. 14 Hasil *Simulasi Factor of safety* Plat Gantung 52
Gambar 4. 15 Pengambilan Cetakan 53
Gambar 4. 16 Pengangkatan Cetakan 54
Gambar 4. 17 Pemasangan Cetakan di Mesin Injeksi Plastik 55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Daftar Riwayat Hidup
Lampiran 2: Tabel Standar Kriteria Penilaian Aspek Teknis
Lampiran 3: *Draft* Awal
Lampiran 4: *Draft* Final
Lampiran 5: Gambar Susunan
Lampiran 6: Gambar Bagian
Lampiran 7: Dokumentasi Survei
Lampiran 8: Katalog Komponen Standar

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam kehidupan sehari-hari terdapat sebuah kebutuhan untuk memindahkan sebuah benda dari tempat semula ke tempat tujuan yang diinginkan. Di tempat kerja contohnya, pada area pembangunan, perindustrian, pelabuhan, diperlukan sebuah alat khusus untuk memindahkan bahan-bahan dengan berbagai jenis bentuk dan ukuran yang tidak memungkinkan dipindahkan dengan tenaga manusia (Fendi, 2018). Salah satu alat yang digunakan untuk memindahkan barang-barang tersebut adalah *crane*.

Di laboratorium pemesinan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung (Polmanbabel) *crane* yang digunakan adalah jenis *crane* manual (ch*ain Blok)* biasa disebut takal dengan kapasitas angkat 5 ton. Salah satu penggunaan takal ini untuk mengangkat cetakan pada mesin injeksi plastik *Arburg 420 C*. Selama penggunaannya *crane* ini memiliki permasalahan pada proses pemasangan cetakan ke dalam mesin injeksi.



Gambar 1. 1 *Crane Takal*

(sumber: dokumen pribadi polmanbabel)

Mesin injeksi plastik dengan *Arburg 420 C* 1000-290 memiliki spesifikasi mesin antara lain; (1) Dimensi 4301mm x 1592mm x 2069mm; (2) Jarak antara *tie-bar* ke *tie-bar* 420mm x 420mm; (3) Jarak maksimum antar *platen* mesin 750mm dan minimum 250mm dengan bukaan maksimum 500mm. Penggunaan mesin injeksi ini belum optimal karena pada laboratorium Polmanbabel terdapat 3 cetakan yang berdimensi besar belum bisa dipasang sedangkan 3 cetakan yang berdimensi kecil sudah pernah terpasang pada mesin.

Selama ini telah dilakukan uji coba pemasangan cetakan berdimensi besar pada mesin secara vertikal, namun 3 cetakan berdimensi besar tersebut tidak dapat masuk ke dalam mesin injeksi.

Berdasarkan permasalahan pada pemasangan cetakan ke mesin injeksi dibutuhkan alat bantu untuk mengangkat cetakan. Alat bantu ini dapat menggunakan *crane* takal maupun tidak. Penulis menemukan adanya masalah yang berhubungan dengan *crane* pada saat proses pemasangan cetakan ke dalam mesin injeksi menggunakan *crane* takal, tetapi pada saat proses pemasangan cetakan terjadi tabrakan dengan mesin. Oleh karena itu dalam proyek akhir ini dirancang alat bantu angkat untuk memasang 3 cetakan berdimensi besar yang dibuat secara horizontal dengan menggunakan *software Auto CAD dan solidworks*.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana merancang alat angkat untuk memasang cetakan yang dibuat secara horizontal dengan menggunakan *software Auto CAD* dan *solidwork* pada mesin injeksi plastik *Arburg* 420 C?
2. Bagaimana perhitungan dan analisis tegangan pada rancangan alat angkat cetakan pada mesin injeksi plastik *Arburg* 420 C dengan menggunakan *software solidworks*?

1.3 Tujuan Proyek Akhir

Adapun tujuan dari proyek akhir ini dengan judul “Desain Alat Angkat untuk Pemasangan Cetakan di Mesin Injeksi Plastik *Arburg 420 C”* ini sebagai berikut:

1. Merancang alat angkat untuk pemasangan cetakan dengan dimensin 420 x 400 x 500 mm dan berat maksimum 700 kg, agar dapat dipasang pada mesin injeksi plastik *Arburg 420 C* yang ada di laboratorium Polmanbabel.
2. Melakukan perhitungan dan analisis tegangan (*stress analysis*) pada rancangan alat angkat cetakan dengan dimensi 420 x 400 x 500 mm dan berat maksimum 700 kg, pada mesin injeksi plastik *Arburg* 420 C pada alat angkat dengan menggunakan software *solidworks.*

BAB II
DASAR TEORI

2.1. Alat Angkat

Pekerjaan *lifting* adalah suatu pekerjaan peralatan dalam suatu pekerjaan kontruksi yang terencana, terkontrol, dengan harus memperhatikan persyaratan dan kualifikasi teknis serta pendekatan pada permintaan user. Sesuai dengan regulasi secara umum, regulasi setempat khususnya, dengan mempersiapkan segala sesuatunya dengan baik, termasuk alat, operator dan *crew*, *man power*, serta pekerjaan itu sendiri. Beberapa istilah dan ketentuan yang harus diketahui dan dipahami untuk pekerjaan *lifting* diantaranya: *lifting plan* adalah dokumen yang harus dipersiapkan sebelum melakukan *lifting*; *lifting device* adalah suatu unit alat atau mesin yang dipergunakan untuk melakukan *lifting* suatu beban dengan ketinggian tertentu. *Lifting* adalah proses pekerjaan pengangkatan, atau memposisikan suatu equipment, komponen atau material dengan *lifting device*; *Lifting gear* perangkat keras pelengkap yang ditambahkan pada *lifting device* yang digunakan untuk melakukan pekerjaan *lifting*; *Hauling* adalah suatu proses pekerjaan mobilisasi atau transper *heavy equipment*, komponen atau material menggunkan *wheels transporter/trailer* juga termasuk pekerjaan penarikan (towed) dengan menggunakan suatu alat pemindah. *Certified Lifting Engineer* Serifikat *Lifting Engineer* adalah suatu serfikat individu yang dikeluarkan oleh instansi berwenang yang mempunyai otorisasi untuk itu (TRI, 2017)



Gambar 2. 1 Alat Angkat

(sumber: https://images.search.yahoo.com/)

2.1.1. *Crane*

Alat berat umumnya digunakan dalam transportasi vertikal atau operasi sebagai alat angkat. *Crane* bekerja dengan mengangkat beban secara vertikal dan memindahkannya secara horizontal, kemudian menurunkan material ke posisi yang diinginkan. Saat memilih alat berat, beberapa faktor harus diperhatikan agar tidak terjadi kesalahan saat memilih alat berat. Faktor-faktor tersebut antara lain: fungsi alat berat, kapasitas alat berat, cara pengoperasian alat harus disesuaikan dengan arah (horizontal atau vertikal), jarak gerakan, kecepatan, frekuensi gerakan, dll; mobilisasi dan penanganan; nilai ekonomi, jenis proyek, lokasi proyek, kondisi tapak. Setiap pengangkatan secara kasar dapat diasumsikan bahwa kapasitas angkat maksimum *crane* adalah 90% dari kapasitas *crane* yang tercantum dalam *crane's chart capacity* yang dikeluarkan perusahaan produsen *crane* (Hartono, 2015).



Gambar 2. 2 *Crane* Manual

(sumber: Polmanbabel)

pengangkatan beban menggunakan *crane* ada hal-hal yang harus diperhatikan yang menjadi pertimbangan yaitu:

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

2.2. Metodologi Perancangan VDI 2222

Metode perancangan *Verein Deutsche Ingenieur* (VDI 2222) merupakan metode yang disusun oleh Persatuan Insinyur Jerman secara sistematik terhadap pendekatan faktor kodisi *real* dari sebuah proses. Berikut ini merupakan 4 (empat) tahapan perancangan menurut metode VDI 2222.

1. Perencanaan

   Tahap ini bertujuan untuk mendefinisikan pekerjaan yang akan dilakukan dengan cara mempelajari lebih lanjut permasalahan pada produk, sehingga mempermudah perancangan untuk mencapai tujuan atau target rancangan. untuk mengetahui permasalahan yang terjadi dapat dilakukan dengan melakukan pengumpulan data-data pendukung melalui wawancara, mempelajari hasil penelitian terkait permasalahan tersebut, mengumpulkan keterangan menurut para ahli baik keterangan tertulis maupun keterangan non- tertulis, mereview desain-desain terdahulu, serta melakukan metode *brainstorming*. Hasil akhir dari tahap ini berupa *design review* serta mencari bagaimana masalah desain disusun ke dalam sub-problem yang lebih kecil dan mudah diatur (Asep Indra Komara, 2014)

2. Pengkonsepan

   Pada tahap ini dibuat beberapa konsep dari produk yang dapat memenuhi tuntutan yang sudah ditetapkan sebelumnya. Semakin banyak konsep yang dapat dirancang, maka konsep yang terpilih akan semakin baik di karenakan perancang memiliki lebih banyak pilihan alternatif konsep yang dapat dipilih. Konsep

produk menampilkan bentuk dan dimensi dasar produk, namun tidak perlu diberi ukuran detail (Asep Indra Komara, 2014).

a. Daftar Tuntutan

Daftar berisi kebutuhan dan keinginan yang harus dicapai oleh rancangan. Daftar tuntutan dibuat berdasarkan data yang telah dikumpulkan sebelumnya. Daftar tuntutan dibagi menjadi 3 bagian, yaitu tuntutan utama, tuntutan kedua, dan keinginan. Dari ketiga tuntutan tersebut, tuntutan yang harus diutamakan untuk dicapai adalah tuntutan utama. Salah satu metode penyusunan daftar tuntutan yang harus diterapkan adalah metode HoQ (*House Of Quality*) (Asep Indra Komara, 2014).

b. Menguraikan Fungsi

Hasil akhir yang ingin didapatkan pada tahap ini adalah uraian fungsi bagian mesin dan uraian penjelasannya. Untuk mencapai hal tersbut, langkah awal yang dapat dilakukan adalah membuat *analisa black box*, dan dilanjutkan dengan membuat ruang lingkup perancangan dan diagram fungsi bagian (Asep Indra Komara, 2014).

c. Membuat Alternatif Fungsi Bagian

Pada tahap ini, perancangan harus memuat alternatif konsep untuk setiap fungsi bagian yang telah ditentukan sebelumnya. Pada alternatif konsep, yang diperlukan hanyalah ukuran dasar dan bentuknya saja, sehingga tidak perlu dicantumkan ukuruan detail. Alternatif konsep tidak harus digambar menggunakan *software CAD* namun juga dapat ditampilkan dalam bentuk gambar manual, foto bagian mesin, maupun mekanisme lain dari suatu alat yang dapat diterapkan kedalam rancangan (Asep Indra Komara, 2014).

Minimal harus ada 3 (tiga) alternatif konsep untuk melakukan penilaian konsep, namun perancang dapat membuat alternatif konsep sebanyak mungkin sesuai dengan kemampuan masing-masing perancang. Salah satu metode yang dapat diterapkan untuk menyeleksi alternatif fungsi bagian adalah metode

screening (Ulrich, et al.). Untuk memudahkan proses pemilihan, maka dibuat uraian kekurangan serta kelebihan untuk setiap alternatif yang akan dipilih.

d. Membuat alternatif fungsi keseluruhan/varian konsep keseluruhan

Membuat varian konsep dilakukan dengan cara memadu padankan masing-masing alternatif fungsi bagian dengan menggunakan diagram atau tabel pemilihan. Minimal ada 3 (tiga) varian konsep yang dibuat.

e. Varian Konsep

Pada tahap ini, dibuat sebuah rancangan sesuai dengan masing-masing alternatif fungsi bagian yang telah dipasangkan sebelumnya. Hasil akhir pada tahap ini adalah 3 jenis varian konsep produk dan dilengkapi dengan kekurangan serta kelebihannya masing-masing.

f. Penilaian Varian Konsep

Penilaian varian konsep dilakukan dengan mempertimbangkan aspek teknis serta aspek ekonomi dari setiap konsep. Untuk mempermudah proses 10 penilaian, maka perlu ditentukan bobot kebutuhan dari masing-masing fungsi bagian. Berdasarkan bobot tersebut, akan diperoleh kesimpulan fungsi mana yang harus didahulukan dibandingkan dengan fungsi yang lain. Terdapat 2 (dua) metode yang dapat diterapkan untuk melakukan penilaian varian konsep, yaitu metode *House of Quality* dan metode *scoring*(Ruswandi, 2004).

3. Merancang

Pada tahap ini, dilakukan optimalisasi dan perhitungan rancangan secara meneyeluruh pada varian konsep yang terpilih. Optimalisasi yang dilakukan dapat berupa merancang komponen pelengkap produk, menghilangkan bagian kritits, atau melakukan perbaikan rancangan. Sedangkan perhitungan rancangan yang dilakukan dapat berupa perhitungan gaya yang bekerja, momen yang terjadi, daya yang dibutuhkan (pada transmisi), kekuatan bahan (material), pemilihan material, pemilihan bentuk komponen penunjang, faktor penting lain seperti faktor keamanan, keandalan, dan lain-lain. Hasil akhir dari tahap ini adalah rancangan yang lengkap dan siap dituangkan kedalam gambar teknik(Ruswandi, 2004).

4. Penyelesaian Rancangan

Pada tahap ini dilakukan pembuatan gambar kerja dan gambar susunan produk. Kemudian dilanjutkan dengan penyelesaian dokumen seperti gambar, daftar bagian, spesifikasi tambahan, petunjuk pengerjaan dan sebagainya(Ruswandi, 2004).

2.3. Mesin Injeksi Plastik

Injeksi plastik adalah metode material termoplastik yang meleleh karena pemanasan diinjeksikan oleh *plunger* ke dalam cetakan yang didinginkan sampai menjadi mengeras sehingga bisa dikeluarkan dari cetakan. Sedangkan injeksi mesin adalah mesin yang digunakan untuk membuat plastik dengan sistem cetakan injeksi. Mesin injeksi plastik tercatat telah dipatenkan pertama kali pada tahun 1872 di Amerika Serikat untuk memproses *celluloid*. Berikutnya pada tahun 1920 di Jerman mulai dikembangkan mesin injeksi plastik, namun masih dioperasikan secara manual, pencekaman cetakan masih menggunakan tuas. Tahun 1930 ketika berbagai macam resin tersedia, dikembangkan mesin injeksi plastik yang dioperasikan secara hidraulik. Pada era ini kebanyakan mesin *injection molding* masih bertipe *single stage plunger*. Pada tahun 1946 James Hendry membuat mesin injeksi plastik tipe *single-stage reciprocating screw* yang pertama. Mulai tahun 1950 *anrelay* dan *timer* mulai digunakan untuk pengontrolan proses injeksi (Kuswanto, 2013). Proses *injection* memiliki beberapa proses sebagai berikut:

- Persiapan bahan
- Pemanasan bahan hingga titik lumer
- Material yang dilumerkan dikirim ke ujung *injector* untuk disuntikkan kedalam cetakan
- Material masuk ke dalam cetakan
- Penanahan hingga plastik membeku
- Cetakan dibuka untuk melepaskan hasil produksi
- Pembersihan hasil produksi dari *runner* (Kuswanto, 2013).



Gambar 2. 3 Mesin Injeksi Plastik

(sumber: https://www.arburg.com)

2.3.1 Cetakan

Cetakan (*mold*) adalah rongga tempat material leleh (plastik) memperoleh bentuk. Di dalam cetakan terdapat jalur saluran pendingin. Sebagian besar cetakan dibuat dari baja dan sebagian kecil terbuat dari alumunium (untuk produksi *styrofoam*). Untuk *mold* yang membutuhkan transfer panas yang tinggi memakai bahan paduan tembaga berilium (Hatta, 2016). Cetakan pada pencetakan produk plastik mempunyai fungsi utama untuk mendistribusikan lelehan (cairan) plastik, dan mengeluarkan hasil cetakan. Oleh karena itu cetakan harus direncanakan dengan sistem pendukung konstruksi seperti dikemukakan oleh sebagai berikut:

- Sistem saluran (*Spue, Runner dan Gate*)
- Rongga cetak (*Cavity dan Core*)
- Sistem pemandu dan peletakkan (*Guiding dan Allocating*)
- Sistem pendingin (*Cooling System*)
- Sistem pendorong (*Injection system*)
- Rumah cetakan (*Moldbase*)

Cetakan plastik adalah komponen yang digunakan untuk membentuk sebuah benda yang berbahan dasar plastik. Cetakan ini terdiri dari 2 komponen yang 2 komponennya ditangkup menjadi satu lalu material dimasukkan melalui *nozel* menuju ke *sprue bush* lalu dicetak didalam *insert core*.

Material yang digunakan dalam proses pembuatan cetakan pada umumnya dipilih dari baja yang mampu dikeraskan atau material dari bukan baja yang keras. Hal ini dasarnya terkait dengan pertimbangan sistem pendukung konstruksi di atas, juga jumlah produksi yang akan dihasilkan.

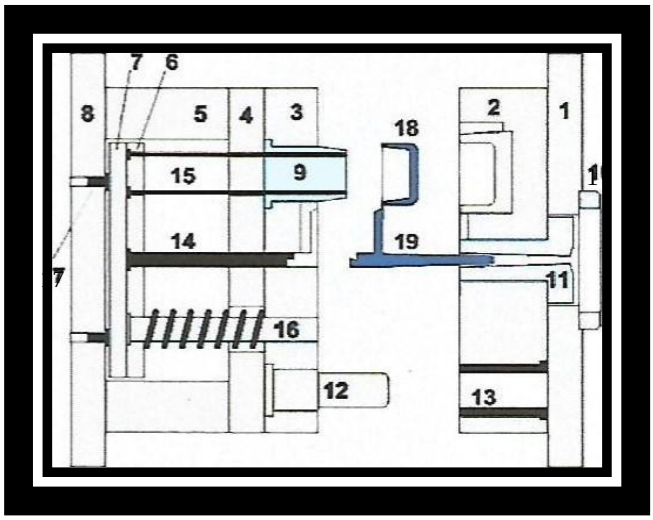


Gambar 2. 4 Cetakan Injeksi

(sumber: https://www.oeminjectionmold.com)

2.3.1.1 Cetakan *Two Plate*

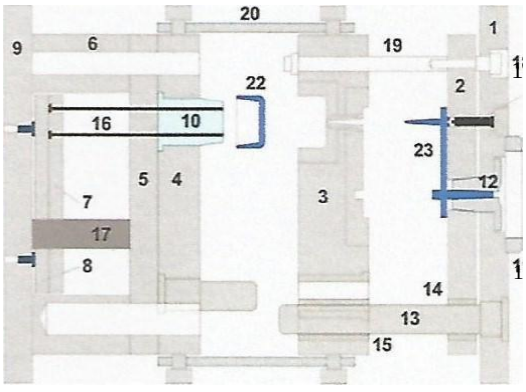
Cetakan *two plate* merupakan jenis *mold base* dengan menggunakan 2 *plate* yaitu *cavity plate* sebagai tempat pemasangan rongga cetak serta ruang untuk jalur *runner* dan *core plate*. Proses pengeluaran produk terjadi dengan memanfaatkan *ejector pin* pada saat proses pergerakan membuka (*mold open*). Sedangkan *runner* terlepas mengikuti *cavity plate* yang terpasang pada *fix plate*.



Gambar 2. 5 Cetakan 2 *Plate*
(sumber:https://logamceper.com)

2.3.1.2 Cetakan *Three Plate*

Cetakan *three plate* merupakan jenis *mold base* yang menggunakan 3 *plate* yaitu *stripper plate*, *cavity plate* dan *core plate*. Pada proses membuka *sprue* dan *nozzle* dapat terpotong langsung secara bersamaan dengan membukanya *cavity plate*. Sehingga *runner* dapat diambil dengan mudah secara manual oleh tangan terpisah dari produk pada saat *stripper plate* bergerak setelah baut penarik tertarik oleh *cavity plate*. Pada proses ini terdapat jarak antara *stripper* dan *cavity plate* sehingga cetakan dapat keluar dari inti.



Gambar 2. 6 Cetakan Three Plate
(sumber https://logamceper.com)

2.4. Tegangan

Tegangan adalah gaya per satuan luas, yang berarti besarnya tegangan tergantung dari besarnya gaya dalam dan besarnya penampang yang menahan gaya dalam tersebut.

Abbreviation	Units	Basic Units
Psi	Pounds per square inch	$lb/in.^2$
Ksi	Kilopounds (kips) per square inch	$10^3\ lb/in^3$
Pa	Pascal	N/m^2
KPa	Kilopascal	$10^3\ N/m^2$
MPa	Megapascal	$10^6\ N/m^2$
GPa	Gigapascal	$10^5\ N/m^2$

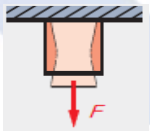
Tabel 2. 1 Satuan Tegangan (sumber: https://adoc.pub)

Tegangan dibagi menjadi beberapa bagian,sebagai berikut:

- **Tegangan Tarik (σ_n)**

  Tegangan ini mengakibatkan batang tertarik sehingga terjadi perpanjangan.

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



Keterangan:

σ_t = Tegangan Tarik (N/mm^2)

F_n = Gaya Tarik (N)

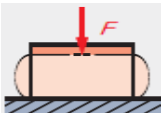
A = Luas Penampang (mm^2)

- **Tegangan Tekan**

  tegangan ini mengakibatkan batang tertekan sehingga terjadi perpendekan.

  Keterangan :

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



σ_t = Tegangan Tarik (N/mm^2)

F_n = Gaya Tarik (N)

A = Luas Penampang (mm^2)

- **Tegangan Bengkok**

  Pada tahap ini terjadi batang mengalami pembengkokkan

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

Keterangan:

σ_b = Tegangan bengkok (N/mm^2)

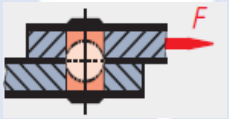
F_b = Momen Bengkok (N)

A = Luas Penampang (mm^2)

- **Tegangan Geser**

  Mengakibatkan penampang batang mengalami pergeseran

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



Keterangan:

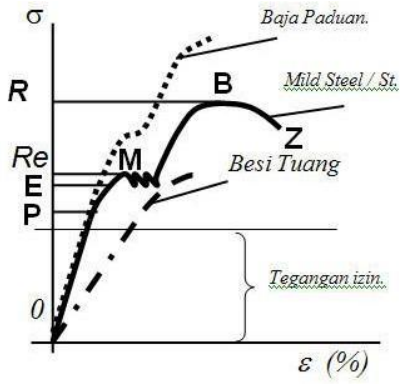
σ_g = Tegangan permukaan (N/mm^2)

F_g = Gaya normal (N)

A = Luas Penampang (mm^2)

- **Tegangan izin**

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



$$\sigma \leq \sigma_{izin}$$
$$\tau \leq \tau_{izin}$$

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

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

Gambar 2. 7 Diagram Tegangan dan Regangan

(http://staff.unila.ac.id)

S_{fm} Faktor keamanan terhadap mulur

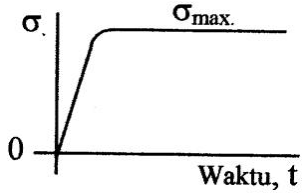
S_{fb} Faktor keamanan terhadap patah

2.4.1. Pembebanan

Ada 3 jenis pembebanan pada suatu konstruksi mekanik yaitu:

- **Pembebanan Statis**

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

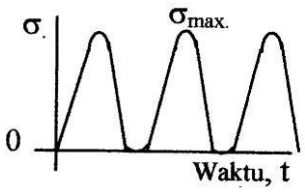


Gambar 2. 8 Pembebanan Statis

(sumber: http://staff.unila.ac.id)

- **Pembebanan Dinamis Berulang**

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

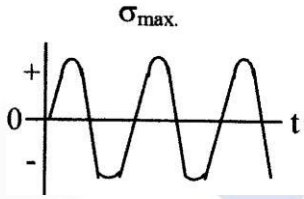


Gambar 2. 9 Pembebanan Dinamis Berulang

(sumber: http://staff.unila.ac.id)

- **Pembebanan Dinamis Berganti**

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



Gambar 2. 10 Pembebanan Dinamis Berganti

(sumber: http://staff.unila.ac.id)

2.5 *AutoCAD*

AutoCAD merupakan sebuah perangkat lunak (*software*) CAD yang memiliki fungsi untuk menggambar atau mendesain sebuah objek 2 dimensi ataupun 3 dimensi dengan sistem CAD. *Software* ini cukup populer dengan keunggulannya dalam mengembangkan produk-produknya. *Software* ini diproduksi oleh perusahaan desain otomatisasi terbesar di dunia yang memiliki kantor pusat di kota California, Sausalito, yang bernama Autodesk, Inc yang diluncurkan pertama kali pada tahun 1982. *Software AutoCAD* berasal dari sebuah program yang disebut "Berinteraksi" yang ditulis dalam bahasan berpemilik (SPL) oleh penemunya yaitu Riddle Michael. Pada awal versinya, *software* ini dapat digunakan pada Sistem Marinchip 9900. Saat ini *AutoCAD* sudah dilengkapi dengan satu set lengkap permodelan solid dasar dan peralatan 3D. *AutoCAD* 2007 sudah memiliki permodelan 3D yang baik dan dapat digunakan untuk navigasi. Selain itu juga dapat

dengan mudah mengedit objek-objek 3D. Untuk *AutoCAD* 2010, sudah diperkenalkan dengan *parametric* fungsionalitas dan pemodelan mesh. Setelah merilis *AutoCAD* 2011 untuk Mac, untuk versi windows tidak memiliki fitur-fitur yang dapat ditemukan di Mac. Seiring dengan perkembangan teknologi yang baru *AutoCAD* meluncurkan versi-versi terbaru dengan dibekali fitur-fitur pendukung canggih lainnya (Sutiono, 2020).

Hasil gambar *AutoCAD* memiliki kualitas yang tinggi dan dapat dibuat menyerupai bentuk aslinya. Bahkan anda juga dapat menyesuaikan ukuran hasil desain. *AutoCAD*, dapat menghasilkan gambar desain dengan ketepatan tinggi, mudah dan dengan waktu yang sangat efisien. Beberapa fungsi *AutoCAD* sebagai alat bantu dalam rancang bangunan dan rekayasa industri antara lain adalah:

- Rancangan design pesawat terbang
- Rancangan bangunan rumah gedung atau jembatan
- Rancangan design model industri mobil
- Rancangan membuat baut, mur, palu, mesin dan masih banyak lainnya.

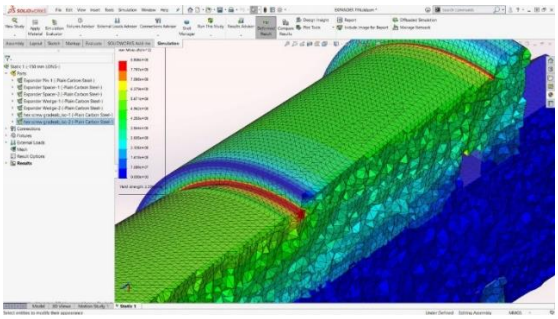
2.6 *Solidworks*

Solidworks adalah salah satu *CAD software* yang di buat oleh *Dassault Systemes* yang digunakan untuk merancang *part* permesinan atau susunan *part* permesinan yang berupa *assembling* dengan tampilan 3D untuk merepresentasikan *part* sebelum *real part* nya di buat atau tampilan 2D (*drawing*) untuk gambar proses permesinan. *Solidworks* di perkenalkan pada tahun 1995 sebagai pesaing untuk program CAD seperti Pro/Engineer, NX Siemens, I-Deas, Unigraphics, Autodesk Inventor, Autodesk AutoCAD, & Catia, dengan harga yang lebih murah. Solidworks Corporation di dirikan pada tahun 1993 oleh Jon Hirschtick, dengan merektur tim insinyur untuk membangun sebuah perusahaan yang mengembangkan perangkat lunak CAD 3D, dengan kantor pusatnya di Concord, Massachusetts, yang merulis produk pertama Solidworks 95, pada tahun 1995.

Pada saat ini *Solidworks* menjadi program rancang bangun yang banyak digunakan untuk mengerjakan desain produk, desain mesin, desain *mold*, desain konstruksi, dan untuk keperluan lain-lain terkhusus dalam bidang teknik sesuai

dengan penelitian yang dilakukan. *SolidWorks* dilengkapi dengan *tools* yang digunakan untuk menghitung dan analisis hasil desain seperti tegangan, regangan, maupun pengaruh suhu, angin, dan lain-lain. *SolidWorks* sendiri juga merupakan pemodelan yang berbasis fitur parametrik, yang semua objek dan hubungan antar geometrik dapat dimodifikasi kembali meskipun geometriknya sudah jadi tanpa perlu mengulang kembali dari awal (Akin, 2010).

Pada tahapan analisis tegangan, *solidworks* memberikan fitur terbaru yaitu menghilangkan hambatan dalam melakukan proses simulasi dan analisis tegangan dengan melakukan peningkatan kecepatan dan ketepatan perhitungan.



Gambar 2.10 *Stress Analysis* (sumber: https://blogs.solidworks.com)

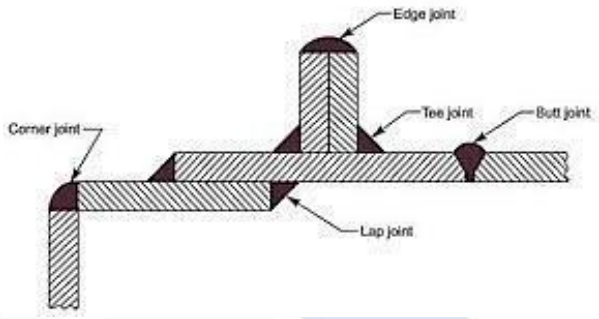
Dalam mendesain rancangan untuk menganalisis kekuatan rangka, kriteria yang digunakan adalah *yield strength*, yaitu nilai tegangan rendah material akan mengalami deformasi plastik. Kekuatan material merupakan kemampuan material untuk menahan beban maksimum sebelum patah. Dalam arti nilai tegangan dibawah *yield strength* secara deformasi material akan dapat kembali kebentuk semula dan material aman untuk digunakan.

Metode Elemen Hingga (MEH) telah membuktikan kehandalannya dalam memecahkan persoalan-persoalan dibidang mekanika kontinu. Dengan menganalisis tegangan serta regangan dengan menggunakan fitur statik, analisis tegangan terhadap suatu desain itu sendiri dapat dengan mudah diperhitungkan dengan menggunakan *software* analisis, salah satunya yaitu *software SolidWorks*. (Prasetyo, 2020).

2.7 Elemen Pengikat

2.7.1 Pengelasan

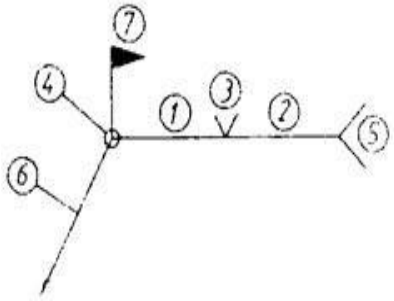
Pengelasan merupakan penyambungan dua bahan atau lebih yang didasarkan pada prinsip-prinsip proses difusi, sehingga terjadi penyatuan bagian bahan yang disambung. Ada beberapa bentuk dasar sambungan las yang biasa dilakukan dalam penyambungan logam, bentuk tersebut adalah *butt joint, filler/ tee joint, lap joint, edge point* dan *out- side corner joint* (Djatmiko, 2008).



Gambar 2. 11 Simbol dasar pengelasan

(Sumber: ://docplayer.info/200947325 -sudut-kampuh-v-pada-sambungan-las)

Berikut ini adalah penunjukkan pengelasan menggunakan metode proyeksi eropa (Politeknik Manufaktur Bandung)



Gambar 2. 12 Simbol penunjukkan pengelasan

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

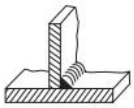
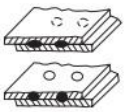
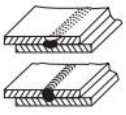
Keterangan:

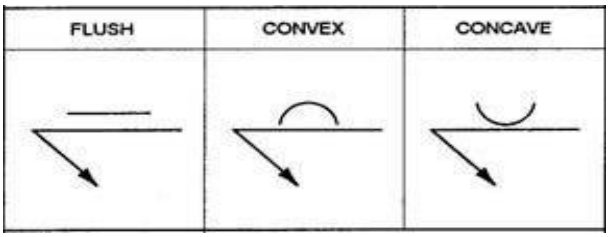
1. Ukuran tebal las
2. Pangjang pengelasan
3. Simbol pengelasan

4. Simbol untuk pengelasan keliling
5. Informasi lain yang perlu, misalkan proses pengelasan (dengan kode angka)
6. Garis menunjukkan
7. Lambing untuk pengelasan di lapangan

Tabel 2. 2 Simbol Dasar Pengelasan

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

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



Gambar 2. 13 Simbol Pelengkap Pengelasan

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

Berikut ini beberapa keuntungan menggunakan pengelasan sebagai elemen pengikat:

- Konstruksi ringan.
- Dapat menahan kekuatan yang tinggi.
- Cukup ekenomis.
- Kemungkinan terjadi korosi pada sambungan las rendah.
- Tidak memerlukan perawatan khusus.
- Mampu meredam getaran.

Sedangkan kerugian menggunakan pengelasan adalah sebagai berikut:

- Perubahan struktur mikro dari bahan yang dilas sehingga terjadi perubahan sifat fisik maupun mekanis dari bahan yang dilas.
- Memerlukan tenaga ahli dalam perakitan.
- Konstruksi sambungan tidak dapat dibongkar pasang.

2.7.2 Baut dan Mur

Baut dan mur merupakan elemen pengikat yang mempunyai peranan yang sangat penting dalam suatu konstruksi mesin. Baut dan mur termasuk sambungan yang dibuka tanpa merusak bagian yang disambung. Baut dan mur terdiri dari beraneka ragam bentuk, sehingga penggunaannnya disesuaikan dengan kebutuhan. Pemilihan baut dan mur sebagai pegikat harus dilakukan dengan teliti untuk mendapatkan ukuran yang sesuai dengan beban yang diterimanya sebagai usaha untuk menjaga kerusakan pada mesin maupun kecelakaan kerja. Beberapa faktor

harus diperhatikan untuk menentukan ukuran baut dan mur, seperti sifat gaya yang bekerja pada baut, syarat kerja, kekuatan bahan dan ketelitian (dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin , 2004).



Gambar 2. 14 Macam-macam Baut

(Sumber: //aneka-baut-listrik.business.site/posts)



Gambar 2. 15 Macam-macam Mur

(Sumber: //setia1heri.com/2020/10/03/daftar-nama-dan-gambar-mur)

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

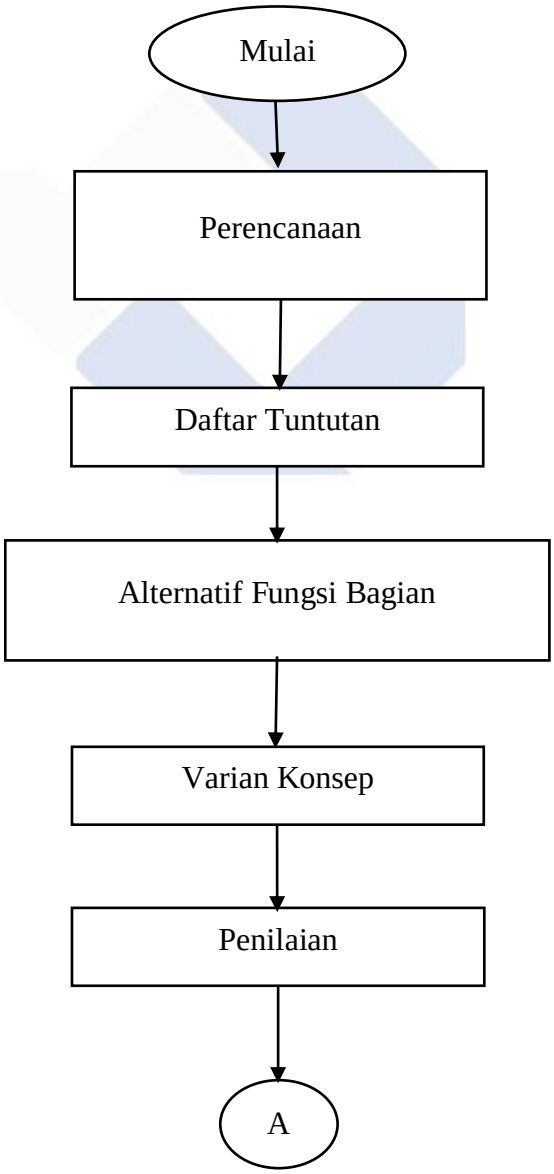
- Mempunyai kemampuan yang tinggi dalam menerima beban
- Kemudahan dalam pemasangan
- Mudah dibongkar pasang tanpa perlu dirusak
- Dapat digunakan untuk berbagai kondisi operasi
- Mudah didapat karena komponen standar

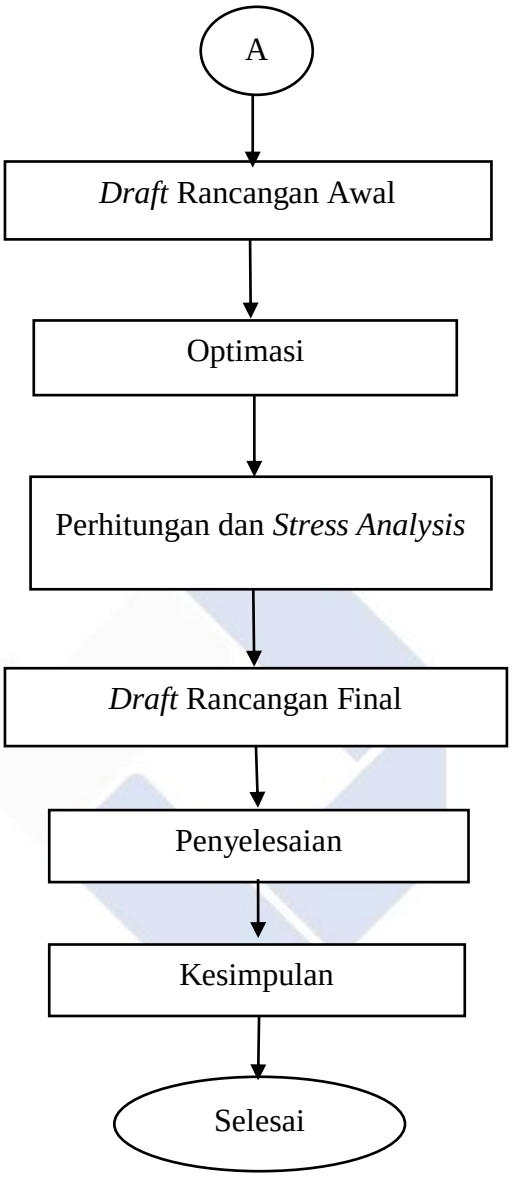
Sedangkan beberapa kerugian menggunakan baut dan mur sebagaielemen pengikat adalah sebagai berikut:

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

BAB III
METODE PELAKSANAAN

Dalam bab ini di uraikan langkah - langkah yang dilakukan dalam menyelesaikan rancangan alat angkat untuk pemasangan cetakan dengan beban maksimum 700kg di mesin injeksi *Arburg 420 C*. Metode perancangan *VDI* (*Verein Deutche Ingenieur*) 2222 digunakan dalam menyelesaikan rancangan alat angkat ini (Arisalbani, 2016). Diagram alir yang digunakan dalam metode pelaksanaan seperti dibawah ini:





Gambar 3.1. Diagram Alir Metode Pelaksanaan

3.1 Tahapan – Tahapan Pelaksanaan Proyek Akhir

3.2. Perencanaan

Berikut merupakan tahapan-tahapan yang termasuk dalam perencanaan:

3.2.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan menggunakan beberapa metode untuk mendapatkan data yang ingin diinginkan, antara lain menggunakan metode survei dengan melakukan tindakan langsung turun ke lokasi, terkait dengan alat angkat dalam proses pemasangan cetakan pada mesin injeksi *Arburg 420 C*. Survei ini dilakukan dengan melakukan pengukuran pada mesin injeksi plastic *Arburg 420 C*. Selain itu dilakukan *brainstorming* dengan teknisi yang ada di lapangan. Pengumpulan data juga dilakukan dengan studi literatur mencari artikel terkait penelitian mengenai alat angkat, mesin injeksi plastik, *software AutoCAD*, *Solidworks*, dan metode VDI 2222.

3.2.2 Daftar Tuntutan

Dalam tahapan ini, diuraikan tuntutan yang ingin dicapai dari rancangan alat angkat cetakan pada mesin injeksi *Arburg 420 C*. Daftar tuntutan nantinya dikelompokkan menjadi 3 (tiga) jenis tuntutan, yaitu tuntutan utama yang berkaitan dengan fungsi dan hal - hal yang bersifat teknis, tuntutan yang kedua yang terkait dengan penggunaan alat. Tuntutan terakhir adalah keinginan yang berkaitan dengan tampilan fisik alat.

3.2.3 Alternatif Fungsi Bagian

Dalam tahapan ini dijabarkan fungsi bagian utama alat angkat cetakan injeksi. Kemudian dibuat 3 (tiga) alternatif untuk setiap fungsi dari alat angkat cetakan beserta analisis dari setiap alternatif. Pembagian pada tahap ini dilakukan sebagai sarana pencarian alternatif dan pemecahan masalah fungsi tersebut. Fungsi keseluruhan desain alat angkat cetakan alat angkat cetakan ini adalah bagaimana proses pemasangan cetakan berukuran besar dapat terpasang pada mesin injeksi plastik *Arburg 420 C*, sehingga dibutuhkan alat angkat agar mesin tersebut bisa digunakan secara optimal.

3.2.4 Varian Konsep

Dalam tahapan ini, masing - masing alternatif fungsi bagian dipilih dan digabungkan satu sama lain, sehingga terbentuk sebuah varian konsep alat angkat

cetakan injeksi. Dalam proyek akhir ini dibuat 3 (tiga) jenis varian konsep untuk dibandingkan dan diharapkan varian konsep yang benar – benar dapat memenuhi tuntutan yang diinginkan. Setiap varian konsep tersebut di analisis keuntungan dan kerugian untuk mempermudah proses pemilihan.

3.2.5 Penilaian

Dalam tahapan ini dilakukan penilaian terhadap 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. Berdasarkan alternatif bagian dan varian konsep yang telah dibuat, maka kesimpulannya adalah fungsi mana yang harus didahulukan dibandingkan dengan fungsi yang lain. Aspek penilaian yang digunakan dalam proyek akhir ini adalah aspek teknis. Dari proses penilaian yang telah dilakukan, konsep yang dipilih adalah konsep alat yang persentasenya mendekati 100%, sehingga dapat diperoleh hasil rancangan alat angkat cetakan injeksi yang baik dan sesuai dengan yang diinginkan.

3.2.6 *Draft* Rancangan Awal

Dalam tahapan ini dilakukan pembuatan gambar *draft* awal alat angkat cetakan injeksi *Arburg 420 C*, serta dilakukan optimasi rancangan beberapa komponen yang mengacu pada metode VDI 2222, sehingga didapatkan detail konstruksi yang ringkas dan mudah dalam proses pengangkatan cetakan.

3.2.7 Optimasi

Optimasi dilakukan untuk optimalisasi gambar *draft* alat angkat cetakan pada beberapa alternatif fungsi dengan tujuan memperoleh rancangan alat angkat yang ideal.

3.2.8 Perhitungan dan Simulasi *Stress Analysis*

Perhitungan adalah kegiatan menghitung tegangan pada titik kritis yang berhubungan langsung dengan beban yang diangkat. Kemudian simulasi *stress* sebagai validasi bahwa alat tersebut mampu mengakat beban yang ditentukan. Pembuatan simulasi tersebut menggunakan *software solidwork 2021*.

3.2.9 *Draft* Rancangan Final

Pembuatan *draft* rancangan final adalah proses akhir atau finalisasi *draft* rancangan yang sudah dilakukan optimalisasi dari *draft* rancangan awal dan sudah dilakukan perhitungan sesuai dengan tuntutan yang ada.

3.2.10 Penyelesaian

Gambar kerja merupakan sebuah gambar teknik untuk landasan penyelesaian suatu objek. Gambar kerja ini harus menuliskan informasi yang lengkap, baik secara grafis maupun dengan teks, serta berisi dimensi dan toleransi yang digunakan pada desain. Gambar kerja terbagi menjadi gambar bagian dan gambar susunan. Gambar bagian adalah gambar per *part* mesin yang belum dirakit. Gambar susunan adalah gambar teknik khusus yang menyediakan informasi yang diperlukan untuk membuat bagian atau perakitan dari sebuah desain.

3.2.11 Kesimpulan

Kesimpulan mengakhiri setiap tahapan perancangan dan mengambil benang merah dari awal kegiatan hingga akhir. Kemudian menampilkan hasil dan pendapat secara ilmiah, serta saran yang dapat membangun untuk proyek akhir ini. Dalam tahapan ini dilakukan pembuatan gambar *draft* rancangan awal, gambar *draft* rancangan final, gambar susunan, gambar bagian, dilakukan perhitungan dan *stress analysis* menggunakan *software solidworks*.

BAB IV
PEMBAHASAN

4.1 Pendahuluan

Dalam bab ini akan diuraikan langkah – langkah yang dilakukan dalam penyelesaian design alat angkat cetakan plastik pada mesin *Arburg 420 C*. Metode yang dilakukan dalam proses perancangan alat angkat ini adalah mengacu pada tahapan perancangan VDI (*Verein Deutche Ingenieur*) 2222 dan melakukan *stress analysis* menggunakan *software solidworks*.

4.2 Perencanaan

Berikut merupakan langkah- langkah yang termasuk dalam perencanaan:

4.2.1. Pengumpulan Data

1. *Survey*

Survey dilakukan langsung ke mesin injeksi plastik *Arburg 420 C* yang berada di laboratorium Pemesinan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung(Polmanbabel) dengan dibimbing oleh pembimbing tugas akhir. Mesin *Arburg 420 C* merupakan satu – satunya mesin injeksi plastik yang ada di Polmanbabel. Dari hasil *survey* didapatkan hasil bahwa mesin injeksi plastik yang ada di Polmanbabel belum bisa digunakan secara optimal cetakan berdimensi besar. Oleh karena itu dalam proyek akhir ini dibuat desain alat angkat untuk pemasangan cetakan di mesin *Arburg 420 C*.

2. *Study Literature*

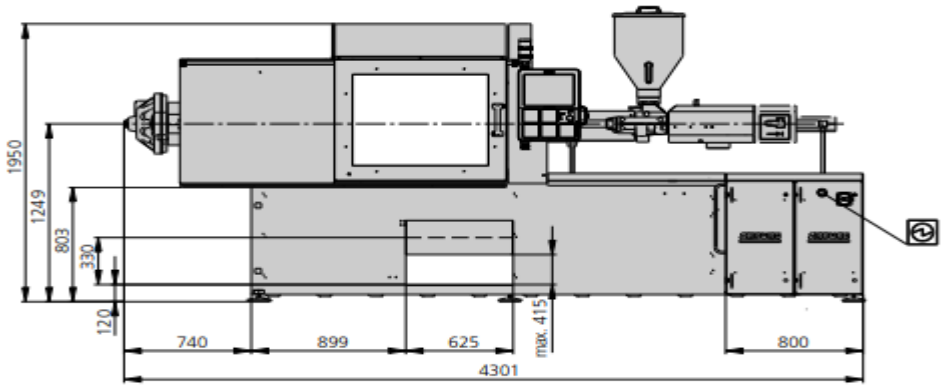
Study literature dilakukan dengan cara mencari makalah dan artikel yang berhubungan dengan judul tugas akhir penulis sebagai referensi dalam pembuatan desain dan laporan serta melakukan bimbingan kepada dosen pembimbing mengenai desain dan laporan yang dikerjakan.

4.2.2. Data Mesin

Berdasarkan *survey* yang telah dilakukan di laboratorium Pemesinan Polmanbabel, mesin yang digunakan adalah mesin injeksi plastik *Arburg 420 C*. Berikut adalah data- data mesin *Arburg 420 C* dijelaskan pada table 4.1

Tabel 4. 1 Spesifikasi Mesin *Arburg* 420 C

Clamping Unit	*ARBURG 420 C*	G
Clamping Force	Max. kN	1000
Opening stroke	Max. mm	500
Mold Mounting platens (w x h)	Max.mm	570 x 570
Distance between tie bars	mm	420 x 420
Ejector Force stroke	Max. kN mm	40 175



Gambar 4. 1 Mesin *Arburg 420 C*

(sumber: https://www.arburg.com)

4.2.3 Identifikasi Masalah

- Permasalahan

  Permasalahan yang ada di laboratorium pemesinan Polmanbabel ada pada *crane*. *Crane* yang ada di lab pemesinan Polmanbabel tidak dapat mengangkat cetakan yang berdimensi besar karena jangkauan tinggi angkat *crane* pada saat mengangkat cetakan kurang tinggi, maka saat dilakukan

pemasangan cetakan dari atas pada mesin cetakan bertabrakan dengan *platen mold* yang ada pada mesin.

- Konsep Pemecahan Masalah

  Berdasarkan permasalahan yang ada maka dilakukan pembuatan rancangan alat angkat untuk pemasangan cetakan di mesin injeksi plastik secara horizontal.

4.3 Pengkonsepan

Hal yang dilakukan dalam pengkonsepan adalah sebagai berikut:

4.3.1 Daftar Tuntutan

Daftar tuntutan dijelaskan pada tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Daftar Tuntutan

No	TuntutanUtama	Deskripsi
1.	Kapasitas alat angkat	Mampu mengangkat cetakan dengan dimensi 420 x 400 x 500 mm dan berat maksimum 700 kg
2.	Penggerak	Alat angkat dioperasikan secara manual
3.	Dimensi Alat Angkat	Maksimum 2200 x 1600 x 3800 untuk memanfaatkan area mesin *injection* yang ada sehingga tidak mengganggu area lainnya

No	Tuntutan kedua	Deskripsi
1.	*Locking position*	Posisi alat angkat dikunci dengan mesin *molding* sehingga pada saat proses pemasangan cetakan alat angkat tidak bergeser, penguncian dibantu dengan lampu indikator

2.	Komponen Standart	Minimum 50% dari alat tersebut menggunakan komponen standart
2.	Elemen Operasi Pemindah	Pegangan pada alat untuk mempermudah operator dalam memindahkan alat angkat.
3.	*Fine Positioning*	Penepatan posisi cetakan pada mesin dengan kecermatan per 2 mm

No	Daftar keinginan	Deskripsi
1.	Perawatan	Perawatan dilakukan tanpa perlu tenaga ahli
2.	Proses pemesinan	Semua komponen dapat dikerjakan di laboratorium pemesinan Polman Babel

4.3.2 Pembagian Fungsi

Pada tahapan ini dilakukan proses pemecahan masalah dengan menggunakan *black box* untuk menentukan fungsi bagian utama pada alat angkat cetakan.

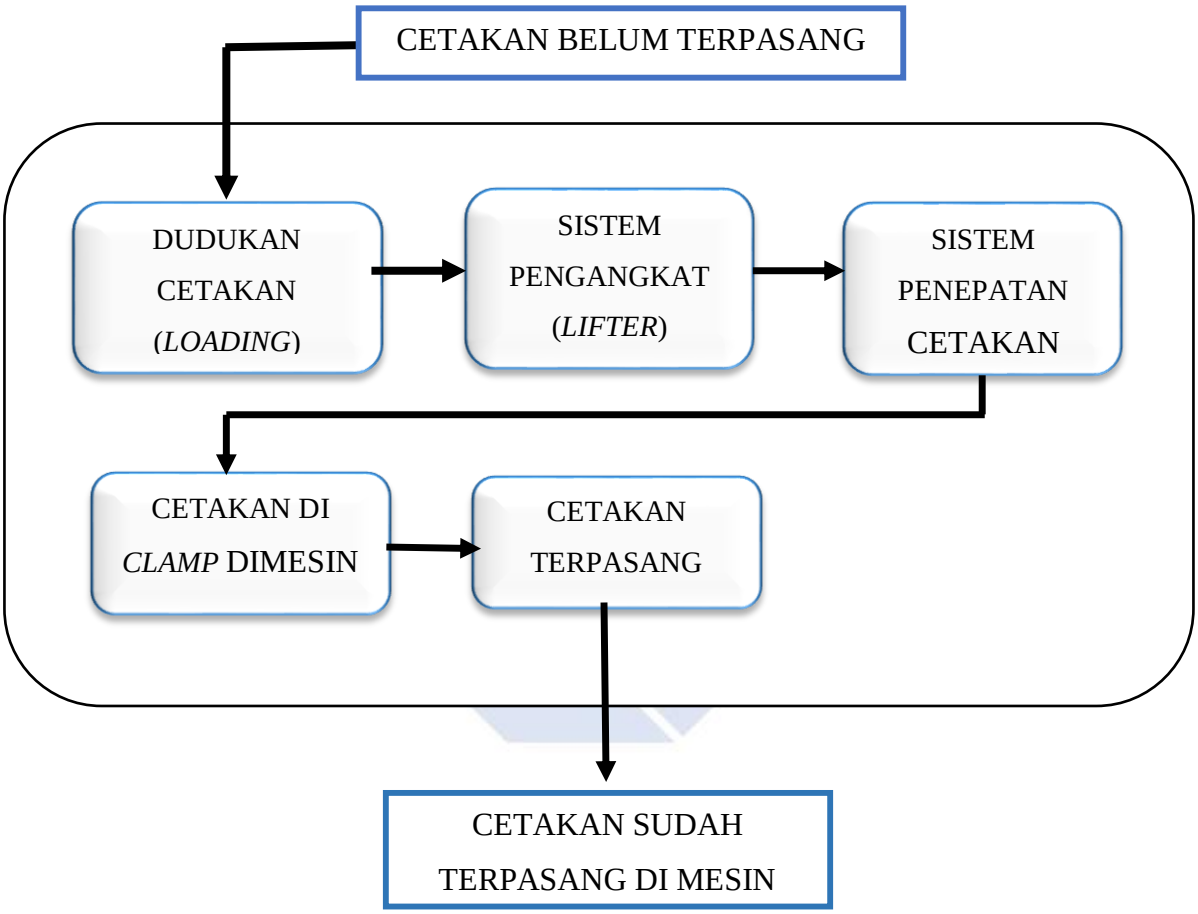
4.3.2.1 *Black Box*

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



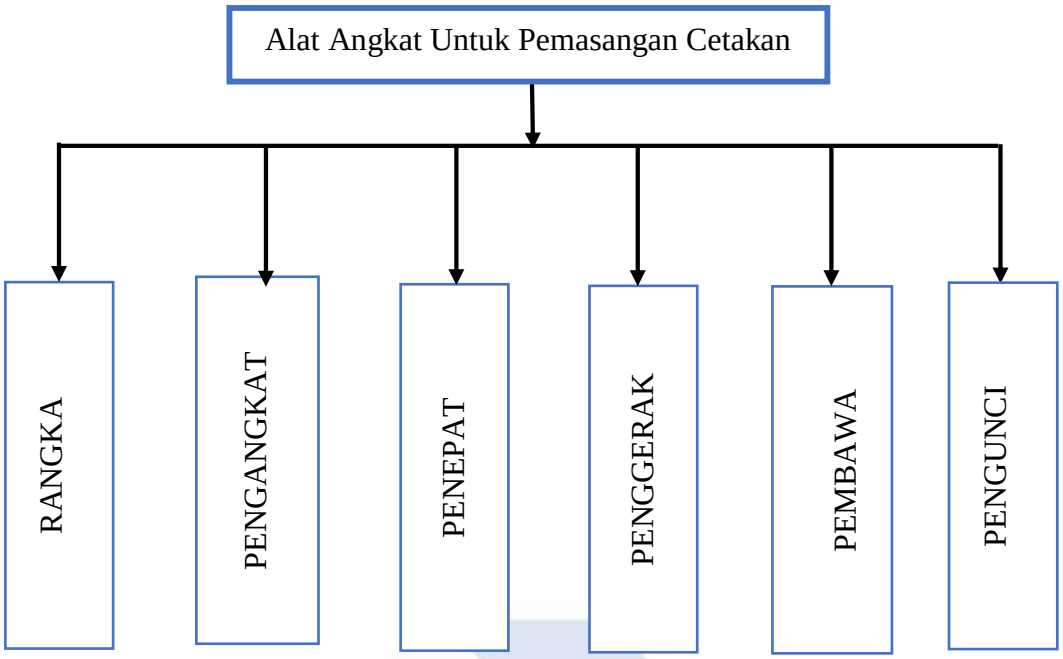
Gambar 4. 2 Diagram *Black Box*

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



Gambar 4. 3 Diagram Struktur Fungsi Alat Angkat

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



Gambar 4. 4 Diagram Pembagian Sub Fungsi Bagian

4.3.2.2. Fungsi Bagian

Pada tahapan ini mendeskripsikan tuntutan yang diinginkan dari masing - masing fungsi bagian (Gambar 4.4.), sehingga dalam pembuatan alternatif dari alat angkat untuk pemasangan cetakan rangka, pengangkat, penepatan, penggerak pembawa, fungsi bagian alat angkat untuk pemasangan cetakan sesuai dengan yang diinginkan. Berikut ini sub fungsi bagian alat angkat untuk pemasangan cetakan.

Tabel 4. 2 Deskripsi Fungsi Bagian

No	FungsiBagian	Deskripsi
1.	Fungsi Rangka	Keseluruhan rangka mampu menahan beban yang terjadi sehingga keseluruhan alat stabil dan ada dalam keadaan ideal saat terjadi proses pengangkatan.
2.	Fungsi Pengangkat	Mampu mengangkat cetakan dengan beban maksimum 700 kg

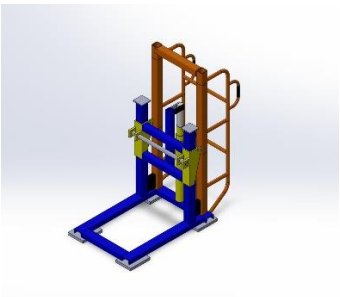
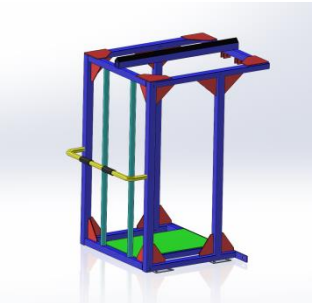
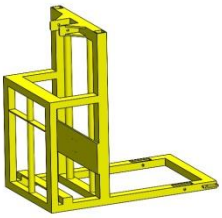
3.	Fungsi Penepatan	*Stopper* mampu membantu operator dalam proses penepatan cetakan pada mesin injeksi
4.	Fungsi Penggerak	Untuk mengoperasikan fungsi pengangkat, penepat dan *fine positioning*.
5.	Fungsi Pembawa	Alat angkat mampu dipindahkan dengan menggunakan roda
6.	Fungsi Pengunci	Fungsi pengunci sebagai *locking position* alat angkat saat pemasang cetakan, pengunci menggunakan *T-slot*

4.3.3. Alternatif Fungsi Bagian

Pada tahap ini disusun alternatif masing-masing fungsi bagian dari alat angkat untuk pemasangan cetakan yang dirancang. Pengelompokkan alternatif disesuaikan dengan deskripsi fungsi bagian (Tabel 4.2) dan dilengkapi dengan gambar rancangan beserta kelebihan dan kekurangan.

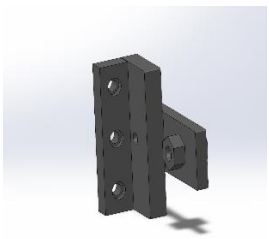
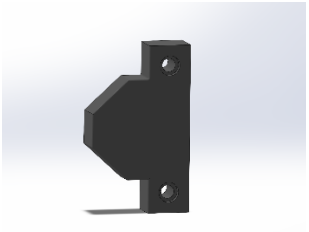
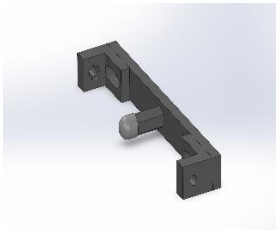
Tabel 4. 3 Tabel Alternatif Fugsi Bagiam

A. Fungsi Rangka

A1	Alternatif 1	A2	Alternatif 2	A3	Alternatif 3
Rangka menggunakan *hydroulic*		Rangka menggunakan *chain block*		Rangka menggunakan *hand winch*	
					

• Kelebihan 1. Rangka cukup ringan 2. Sebagai alat pembawa yang baik.	• Kelebihan 1. Rangka kokoh 2. Sebagai pengangkat dan pembawa yang baik	• Kelebihan 1. Rangka relatif kecil 2. Sistem *slider* untuk mengangkat dan membawa.
• Kekurangan 1. Rangka hanya sebagai pembawa 2. Beban bergantung pada rangka bawah	• Kekurangan 1. Rangka terlalu besar 2. Beban angkat bergantung pada bagian atas rangka, sehingga memerlukan keseimbangan pembebanan.	• Kekurangan 1. Rangka sulit dimodifikasi 2. Beban bertumpuh pada rangka sehingga rangka kurang kuat karena tidak menggunakan siku rangka

B. Fungsi Penempat

B1	Alternatif 1	B2	Alternatif 2	B3	Alternatif 3
Stopper dengan ulir		*Stopper* tanpa ulir		*Stopper* dengan *boltkacher*	
					

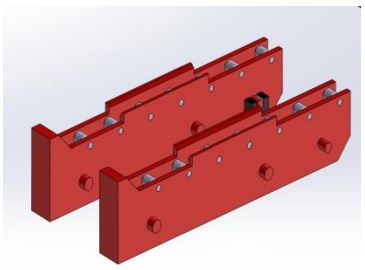
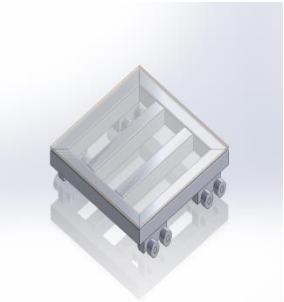
• Kelebihan 1. Mudah diproses 2. Elemen Pengikat menggunakan Baut.	• Kelebihan 1. Mudah diproses 2. Stoper lebih simple namun kuat	• Kelebihan 1. Lubang tegak lurus sehingga pemesinan mudah 2. Elemen pengikat pengelasan .
• Kekurangan 1. Penampang kontak antara *stopper* dan cetakan kecil. 2. Sedikit berat untuk melakuakan *setting* saat benturan	• Kekurangan 1. Penampang cetakan langsung kontak dengan cetakan 2. Tidak halus ketika benturan.	• Kekurangan 1. *Boltkecher* jika rusak akan merusak cetakan dan *stopper* itu sendiri. 2. Tidak biasa di *setting*

C. Fungsi Pengangkat

C1	Alternatif 1	C2	Alternatif 2	C3	Alternatif 3
Chain block		*Hydraulic*		*Hand winch sling*	
					

• Kelebihan 1. Tenaga yang dikeluarkan lebih sedikit 2. Konstruksi alat yang cukup berat	• Kelebihan 1. Tenaga angkat lebih ringan 2. Konstruksi alat yang sederhana.	• Kelebihan 1. Tenaga dan ketahanan yang baik namun getas. 2. Konstruksi lebih *simple.*
• Kekurangan 1. Perawatan mudah 2. Rantai penggerek tergantung dapat mengganggu proses.	• Kekurangan 1. Perawatan yang cukup rumit karena penggunaan oli sebagai fluida. 2. Penanganan yang cukup sulit ketika ada kebocoran	• Kekurangan 1. Perawatan mudah 2. Lebih kaku, karena terbuat dari kawat baja.

D. Fungsi Pembawa

D1	Alternatif 1	D2	Alternatif 2	D3	Alternatif 3
Double Slider		*Roller Slider*		*Box slider*	
					

• Kelebihan 1. Lebih berat dan besar 2. Banyak menggunakan komponen standar	• Kelebihan 1. Lebih sederhana mudah untuk dibuat 2. Lebih simple dan sederhana	• Kelebihan 1. Tidak memerlukan banyak pemrosesan 2. Lebih mudah dalam pemrosesan
• Kekurangan 1. Komponen banyak 2. Kurang stabil	• Kekurangan 1. Komponen banyak 2. Posisi poros kurang stabil	• Kekurangan 1. Komponen kurang kuat 2. Posisi roda yang tidak stabil

4.3.4 Pembuatan Alternatif Fungsi Keseluruhan

Dengan menggunakan metoda kotak morfologi, alternatif – alternatif fungsi bagian dikombinasikan menjadi alternatif fungsi keseluruhan (selanjutnya ditulis varian konsep dengan simbolisasi "V") yang terbagi menjadi tiga variasi kombinasi.

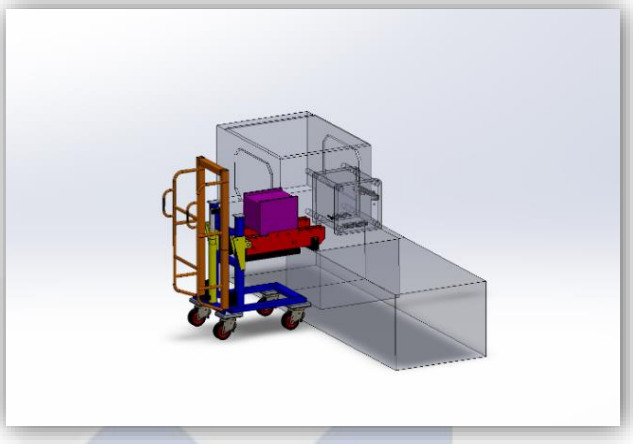
Tabel 4. 4 Kotak Morfologi

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

4.3.5 Varian Konsep

Berdasarkan kotak morfologi, didapatkan tiga varian konsep yang ditampilkan dalam model 3D. Dalam masing-masing varian konsep dijelaskan landasan pengkombinasian masing-masing sub fungsi bagian serta keuntungan dan kerugian masing-masing varian konsep.

A. Varian Konsep 1 (V1)



Gambar 4. 5 Varian konsep 1

Varian konsep 1 lebih mengedepankan fungsi *slider* untuk memasukkan cetakan, dan memanfaatkan alat angkat yang sudah ada di laboratorium pemesinan Polmanbabel untuk mengangkat cetakan ke atas *slider* sebelum dimasukan ke dalam rongga mesin *molding*. Pada konstruksinya menggunakan *hollow* dan pelat tebal yang mengapit *roller-roller* pembawa cetakan. Varian ini menggunakan rangka sederhana (A1) sebagai dudukan *slider* pembawa cetakan, konstruksi tersebut juga dilengkapi pegangan dibagian belakang sebagai pendorong dan pengarah untuk membawa cetakan tersebut, kemudian juga dilengkapi dengan roda-roda yang mampu menahan beban hingga 5 ton. Sehingga mampu untuk menopang konstruksi rangka, *slider*, dan cetakan yang dibawa. Konsep kerja cetakan yang posisinya di tempat penyimpanan tidak terlalu tinggi atau tidak berlevel seperti rak cetakan, kemudian di kaitkan dengan *crane* yang sudah ada

untuk di angkat dan dipindahkan ke atas *slider* seperti terlihat pada gambar 4.5. Selanjutnya cetakan tersebut di dorong atau tarik sekaligus diarahkan ke area pergantian cetakan di samping mesin injeksi. Setelah posisi tepat *slider* tersebut didorong dan cetakan masuk ke rongga *clamping* mesin injeksi, agar tidak kelewatan digunakan fungsi *stopper* (B3) sebagai pengatur dan memberhentikan cetakan tersebut. Kemudian dilakukan perhitunagan rangka tengah untuk mencari tegangan bengkok tarik yaitu sbagai berikut :

- Tegangan Bengkok Tarik

$$\sigma = \frac{\mathrm{M_{max}}\ xy}{\mathrm{I}} = \frac{5438{,}99Nm\ x\ 0{,}025m}{7{,}81125\ x\ 10^{-6}}$$

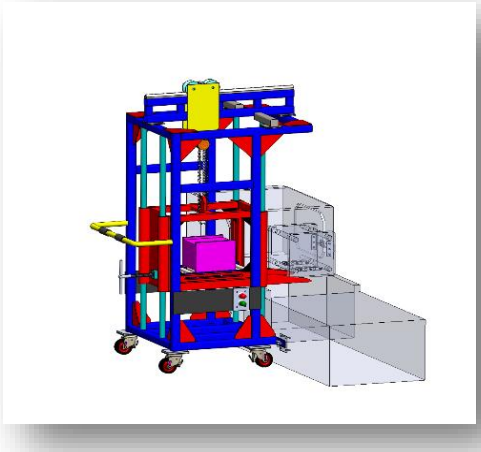
$$= 1{,}74\ x\ 10^{7}\ N/m^2$$

- Tegangan ijin ASTM A36 $= 12{,}5\ X\ 10^{7} N/m^2$
- Tegangan tarik lebih kecil dari tegangan ijin baja

  1,74 x $10^{7}\ N/m^2$ $<$ $12{,}5\ X\ 10^{7} N/m^2$C

Setelah dilakukan perhitungan dapat disimpulkan bahwa rangka tengah mampu menahan beban yang terjadi saat dilakuakan pengangkatan cetakan dengan beban maksimum 1 Ton.

B. Varian Konsep 2 (V2)



Gambar 4. 6 Varian Konsep 2

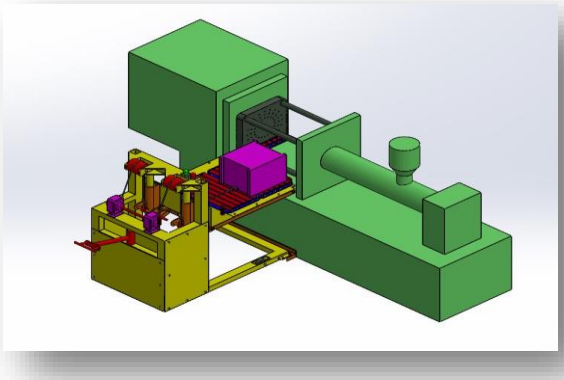
Varian konsep dua ini menggabungkan sistem pengangkat dan pembawa. Dengan kurungan/dudukan pembawa cetakan yang didesain dapat mengambil cetakan dari tempat penyimpanannya dengan memasukkannya di rongga antara *base* cetakan dibantu pengangkatan dengan *takal* yang dikaitkan pada *ibold* cetakan dari atas kemudian dibantu dengan sedikit dorongan menggunakan tangan. Setelah itu *hook* dilepas dan kemudian dikaitkan pada kurungan/dudukan tersebut di angkat oleh *crane* yang dipasang di atasnya, *crane* tersebut juga dapat bergerak secara horizontal. Setelah cetakan di masukan dan diangkat kemudian cetakan tersebut di arahan ke samping mesin *molding* dan dilakukan penguncian alat angkat yang berada didekat roda agar ketika proses pemindahan ke dalam mesin molding tidak terjadi pergeseran yang dapat menimbulkan bahaya proses pengepasan di bantu dengan lampu indikator. Setelah pengunci terpasang *slider* pada kurungan cetakan didorong dengan memutar tuas berulir hingga tepat pada *stopper* (B1) yang terpasang. Kemudian dilakukan perhitungan pada rangka atas untuk mencari tegangan bengkok tarik yaitu sebagai berikut :

- Tegangan Ijin Baja ASTM A36 = $12{,}5 \times 10^7 N/m^2$ (Keliky, 2014)
- Tegangan tarik lebih kecil dari tegangan ijin baja rangka aman dan baik.

  $4{,}635 \times 10^7 \frac{N}{m^2} \quad < \quad 12{,}5 \times 10^7 N/m^2$

  Setelah dilakukan perhitungan dapat disimpulkan bahwa rangka alat angkat mampu menahan beban yang terjadi dengan maksimum 1 Ton.

C. Varian Konsep 3 (V3)



Gambar 4. 7 Varian konsep 3

Varian konsep 3 menampilkan desain alat angkat yang lebih fleksibel dalam mengangkat dan memindahkan cetakan, karena menggunakan tuas engkol yang terhubung pada *gearbox* namun hal tersebut cukup menguras tenaga operator yang akan memasang mold. Sistem pengambilan cetakan pada rak cetakan injeksi plastik cukup baik pada level yang lebih tinggi dari rangka dudukan bawah, namun tidak pada peletakan cetakan yang hanya diletakkan pada lantai yang di beri dudukan kayu atau besi seperti di Laboratorium permesinan Polmanbabel. Cara kerja konsep ini untuk mengangkat dan mendorong *slider* agar cetakan masuk ke dalam rongga mesin *molding* sebelum dipasang, masing-masing menggunakan tuas engkol yang diputar agar dapat menaikkan dan mendorong atau menarik *mold*. Kemudian dilakukan perhitungan pada rangka tengah untuk mencari tegangan bengkok Tarik yaitu sebagai berikut :

- Tegangan Bengkok Tarik

$$\sigma = \frac{\mathrm{M_{max}}\, xy}{\mathrm{I}} = \frac{5438{,}99Nm\ x\ 0{,}025m}{7{,}81125\ x\ 10^{-6}}$$

$$= 1{,}74\ x\ 10^{7}\ N/m^2$$

- Tegangan ijin ASTM A36 $= 12{,}5\ X\ 10^{7} N/m^2$
- Tegangan tarik lebih kecil dari tegangan ijin baja

  1,74 x $10^{7}\ N/m^2$ $<$ $12{,}5\ X\ 10^{7} N/m^2$

Setelah dilakukan perhitungan dapat disimpulkan bahwa rangka tengah mampu menahan beban yang terjadi saat dilakuakan pengangkatan cetakan dengan beban maksimum 1 Ton.

4.3.6 Penilaiaan Varian Konsep

Tabel 4. 5 Skala Penilaian (SP)

4	3	2	1
BAIK	CUKUP	KURANG	BURUK

4.3.6.1 Kriteria Penilaian

Setelah menyusun alternatif fungsi keseluruhan, penilaian variasi konsep dilakukan untuk memutuskan alternatif yang ingin ditindak lanjuti ke proses pembuatan *draft*. Kriteria aspek penilaian yang digunakan hanya penilaian aspek teknis. Skala penilaian yang diberikan untuk menilai setiap varian terdapat pada tabel dibawah. Penilaian ini mengacu pada kriteria penilaian yang menentukan besar nilai pada varian konsep.

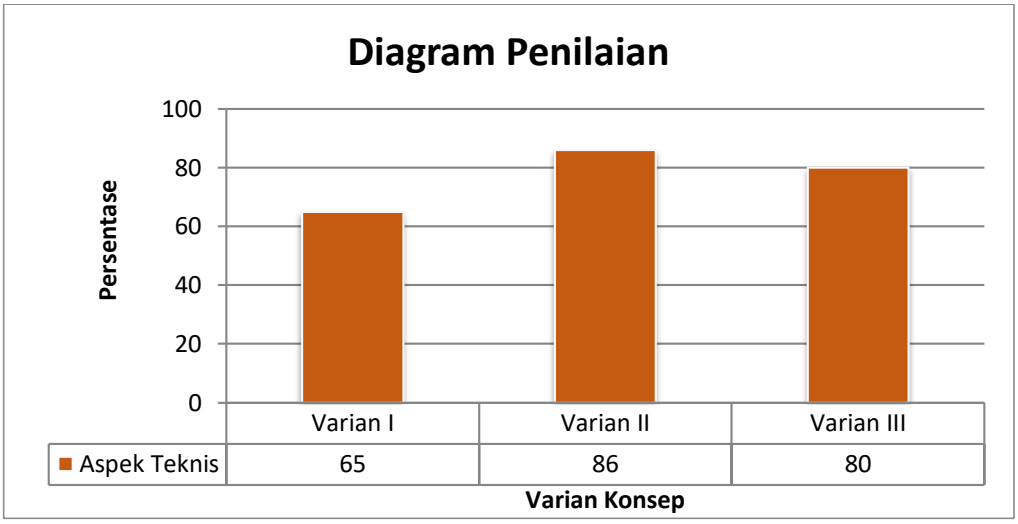
4.3.6.2 Penilaian Dari Aspek Teknis

Tabel 4. 6 Penilaian Teknis

No	Aspek yang dinilai	Bobot	Varian Konsep						Nilai Ideal	
			V1		V2		V3			
1	Pencapaian fungsi	4	4	16	4	16	4	16	4	16
2	Pemesinan	3	4	12	4	12	4	12	4	12
3	Optimalisasi komponen standar	2	3	6	4	8	3	6	4	8
4	Perakitan	4	2	8	3	12	4	16	4	16
5	Perawatan	2	1	2	3	6	2	4	4	8
6	Penyimpanan	3	4	12	3	9	2	6	4	12
7	Keamanan	3	3	9	4	12	4	12	4	12
Nilai Total				63		73		68		84
Persentase (%)			75%		86%		80%		100%	

4.3.7 Keputusan

Dari proses penilaian yang telah dilakukan seperti di atas, varian konsep yang dipilih adalah varian dengan presentasi mendekati 100 persen. Setelah dilakukan suatu perbandingan dan penilaian varian konsep 2 (V2) meraih poin tertinggi dengan poin 73/84 (86%). Dari hasil tersebut varian konsep yang ditindak lanjuti dan dioptimalisasi dalam proses perancangan Alat Angkat untuk Pemasangan Cetakan di Mesiin Injeksi Plastik *Arbug 420C* adalah varian konsep 2 (V2).



Gambar 4. 8 Diagram Penilaian Aspek Teknis

4.4. Perancangan

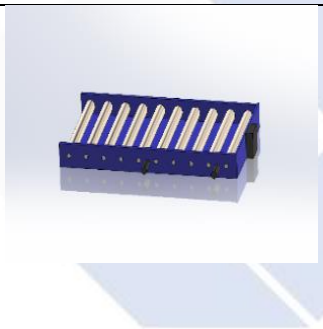
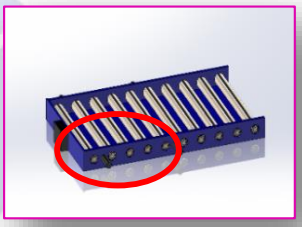
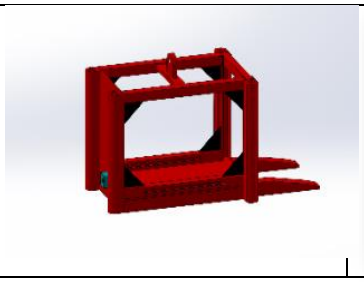
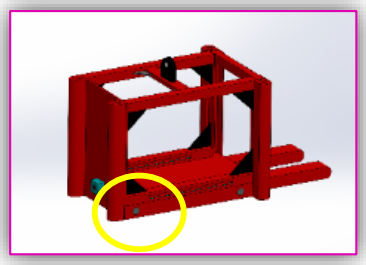
4.4.1 Draft Rancangan Awal

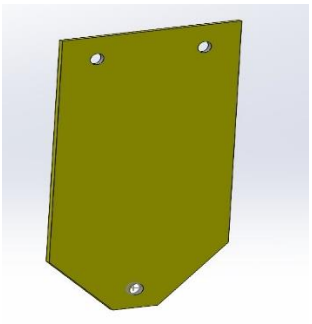
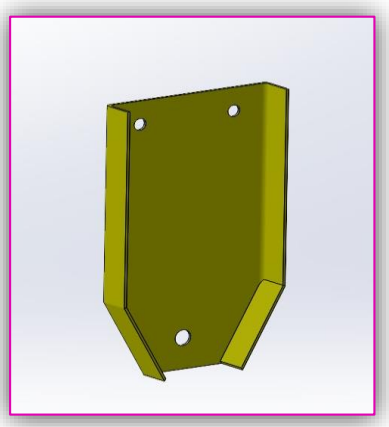
Pada tahapan ini dilakuakan pembuatan gambar *draft* rancangan awal alat angkat untuk pemasangan cetakan pada mesin injeksi plastik. Serta dilakukan optimasi rancangan beberapa komponen dan melakuakan perhitungan pada rancangan, sehingga didapatkan detail konstruksi yang ringkas, kokoh dan mudah pada saaat pemasangan cetakan pada mesin injeksi plastik.

4.4.2 Optimasi Rancangan

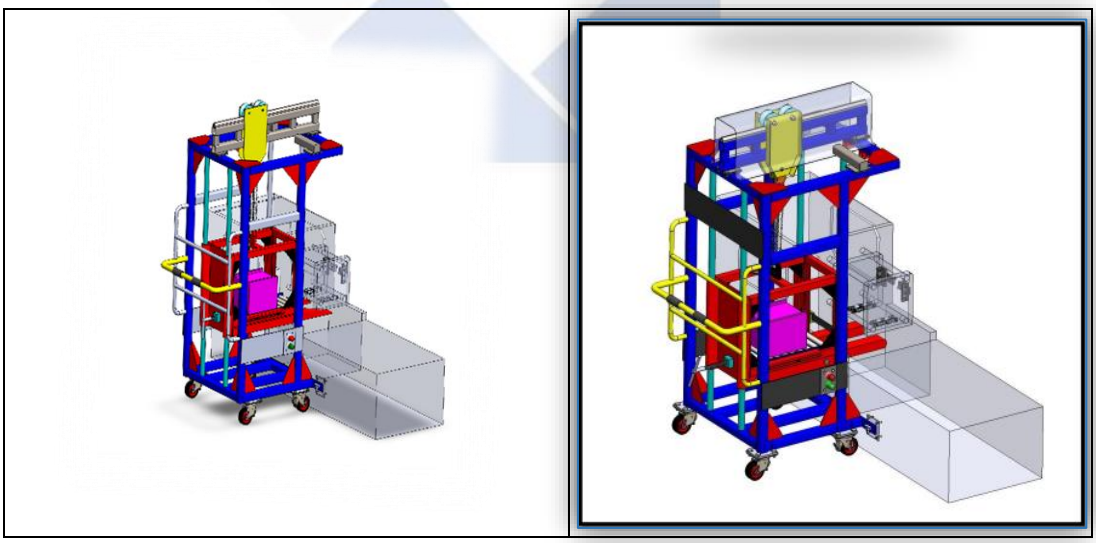
Setelah varian konsep terpilih maka dilakukan optimasi pada beberapa alternatif fungsi dengan tujuan memperoleh rancangan alat angkat yang ideal. Uraian singkat mengenai optimasi yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 7 Optimasi Rancangan

No	Fungsi	Kondisi	
		Sebelum	Setelah
1.	Rangka		
Keterangan		Konstruksi rangka dibuat lebih spesifik agar konstruksi lebih kuat dan kokoh. Selain itu, pada rangka ditambahkan pelat sebagai fungsi untuk pemasangan lampu indikator.	
2.	silider		
Keterangan		Kesepuluh *roll silider* ditambahkan r*oller bearing* agar *roll silider* lebih sempurna saat dioprasikan, sebelumnya *roll silider* tidak menggunakan *roller bearing* hanya mengandalkan *clearance.*	
3.	Rangka pengangkat cetakan		
Keterangan		Konstruksi rangka cetakan di optimasi dengan menambahkan Poros pendukung agar saat pengangkatan cetakan lebih kuat.	

4.	Pelat gantung		
Keterangan		Pelat gantung dilakukan optimasi dengan cara mengganti plat dari yang sebelumnya plat 10 mm menjadi plat 6 mm dan dilakukan penekukan pada sisi plat supaya plat lebih kuat	

Sebelum Optimasi Sesudah Optimasi



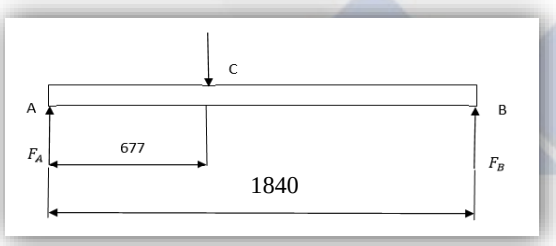
Gambar 4. 9 Gambar Perakitan Sebelum dan Sesudah Optimasi

4.4.3 Perhitungan dan Simulasi *Stress analysis*

Adapun analisis perhitungan yang dilakukan adalah menghitung tegangan tarik dan tegangan bengkok yang terjadi akibat pembebanan pada varian konsep 2 yang terpilih yaitu sebagai berikut :

- Massa total = Cetakan + Dudukan box + *Crane*
  = 675 Kg + 230 Kg + 20 Kg
  = 925 Kg
- $F = M_{tot} \times Gravitasi$
  $F = 925 \times 9{,}8\ m/s^2$
  $F = 9065\ N$

- DBB
  F = 9065 N



Gambar 4. 10 Diagram Benda Bebas

- Kesetimbangan Gaya Luar
  $\sum F_x = 0$ $\sum F_y = 0$

- $F_A + F_B - 9065\ N = 0$
  $F_A + F_B = 9065\ N$
- $\sum M_x = 0$
  $(-F \times 677) + (F_B \times 1840) = 0$
  $(-9065 \times 677) + (F_B \times 1840) = 0$
  $1840F_B = 6.137.005\ N$

Volume cetakan :
0,4 x 0,42 x 0,5 = $0{,}084\ m^3$
Masa jenis cetakan :(ρ) = 8030 $\frac{K_g}{m^3}$
Berat cetakan :
$Massa = \rho \times v$
$= 8030\ \frac{K_g}{m^3} \times 0{,}084 m^3$
$= 674{,}52$ Kg

$F_B = \frac{6.137.005\ N}{1840} = 3.335{,}32\ N$

- $F_A + F_B = 9.065\ N$

  $F_A + 3.335{,}32\ N = 9.065\ N$

  $F_A = 9.065\ N - 3.335{,}32\ N$

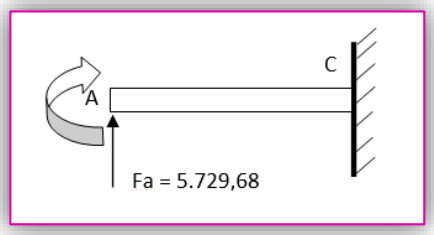
  $F_A = 5.729{,}68\ N$

- $\sum M_C = F_A \times 677$

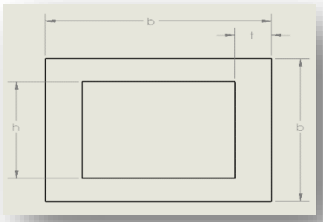
  $= 5.729{,}68\ N \times 677$

  $= 3.878.993{,}36\ Nmm$

  $= 3.878{,}99\ Nm$



- Inersia



t = 8 mm = 0,008 m

b = 100 mm = 0,1 m

$I = \frac{b^4 - h^4}{12}$

$I = \frac{0{,}1^4 - 0{,}084^4}{12} = 4{,}18441 \times 10^{-6} m^4$

- Momen Maksimum $(M_{max}) = 3.878{,}99\ Nm$
- Tegangan Bengkok Tarik

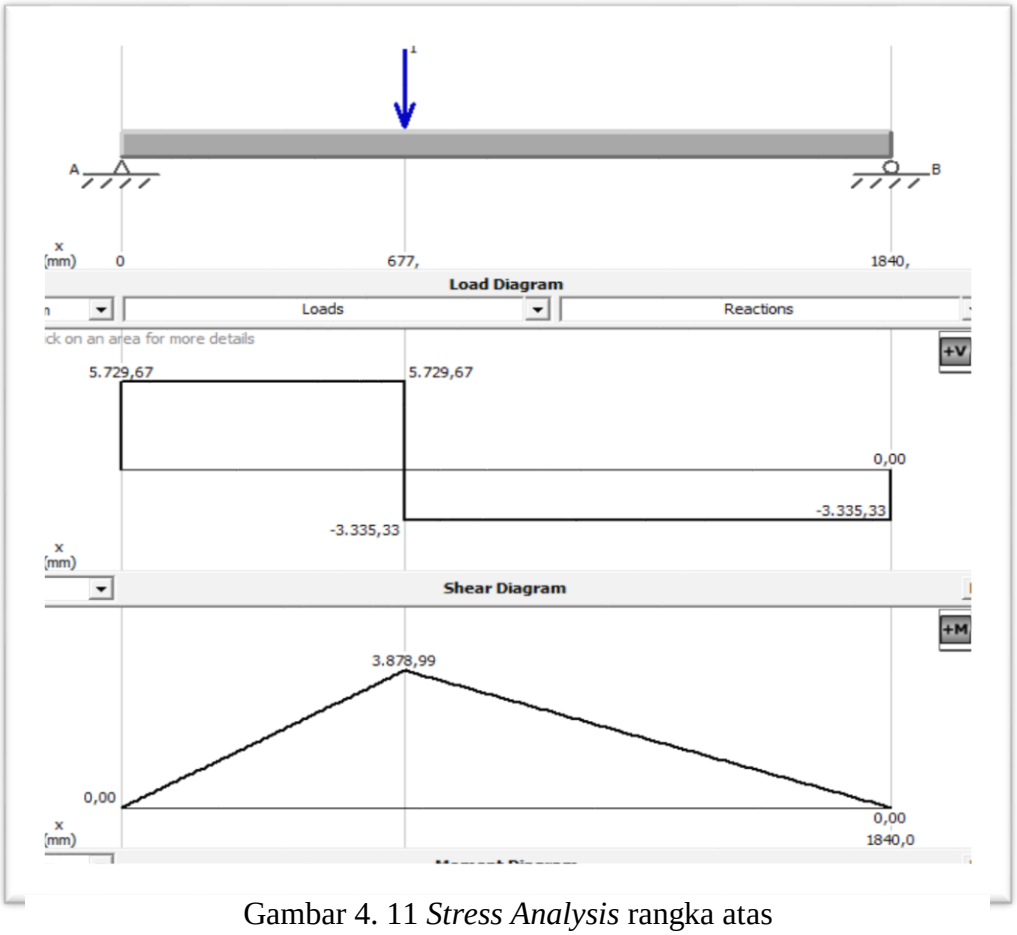
  $(\sigma) = \frac{M_{max} \times Y}{\mathrm{I}} = \frac{3.878{,}99\ N_m \times 0{,}05m}{4{,}18441 \times 10^{-6} m^4} = 4{,}635 \times 10^7 \frac{N}{m^2}$

- $S_f(safety\ factor) = 3$
- Tegangan Ijin Baja ASTM A36 = $12{,}5 \times 10^7 N/m^2$ (Keliky, 2014)
- Tegangan tarik lebih kecil dari tegangan ijin baja rangka aman dan baik.

  $4{,}635 \times 10^7 \frac{N}{m^2} \quad < \quad 12{,}5 \times 10^7 N/m^2$

  Dapat disimpulkan bahwa rangka alat angkat mampu menahan beban yang terjadi dengan maksimal 1 Ton.

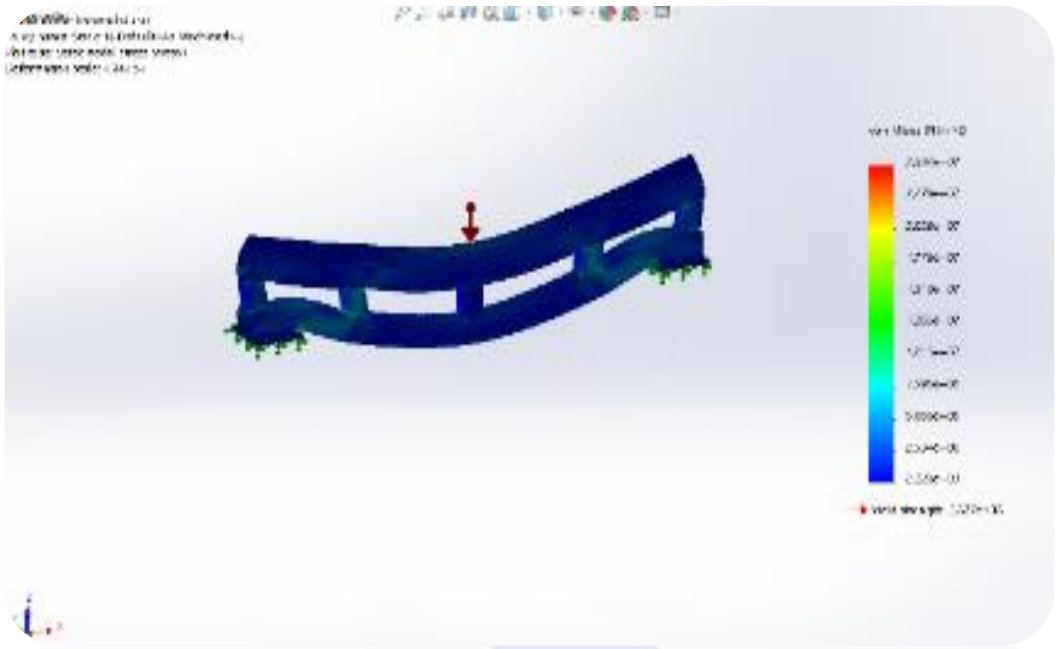
Setelah dilakukan perhitungan manual untuk mencari tegangan bengkok tarik, kemudian dilakukan verifikasi dengan *software MD Solid*. Dengan hasil sebagai berikut :



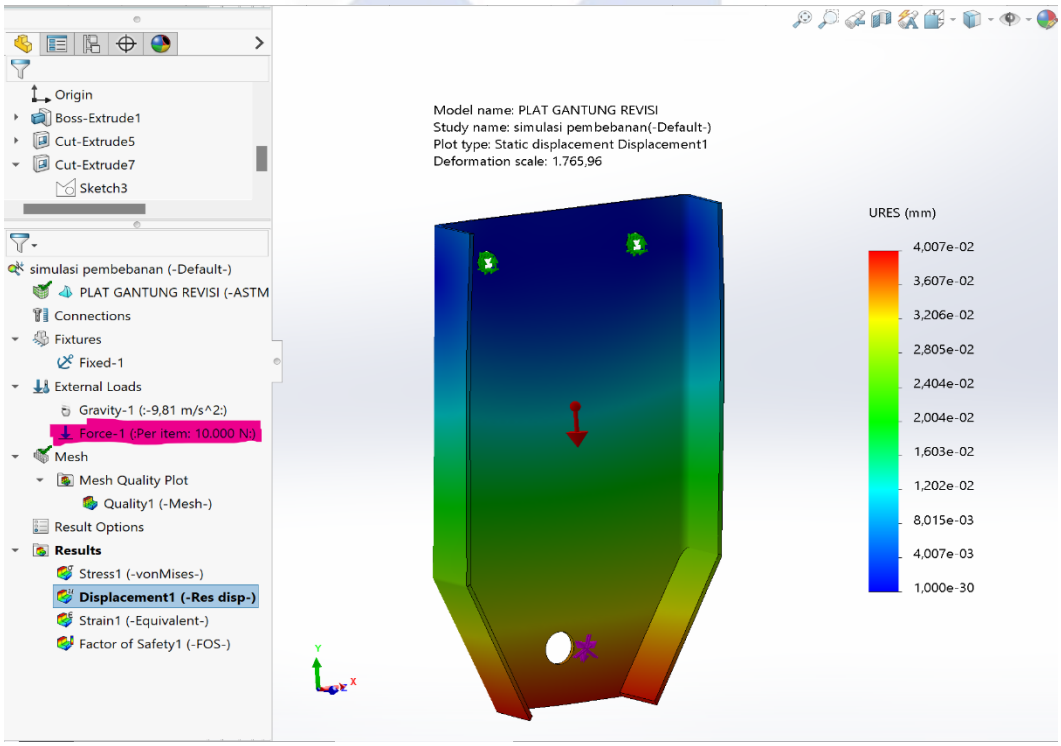
Gambar 4. 11 *Stress Analysis* rangka atas

4.4.3.1 *Stress Analysis*

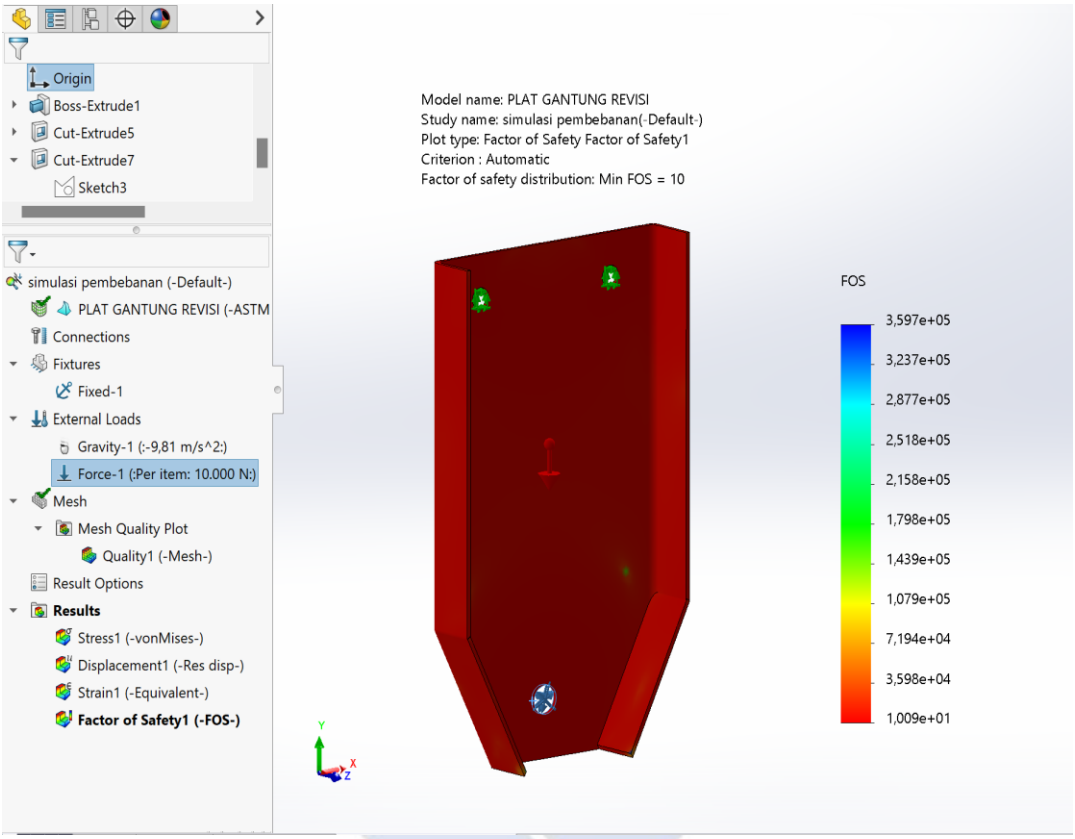
Pada tahapan ini dilakukan analisis *displacement* yang dilakukan menggunakan *software solidwork 2021* dengan cara memberikan pembebanan maksimum 1 ton setara dengan berat total beban yang ditanggung pada rangka atas dan pelat gantung pada rancangan yang digunakan, setelah dilakuakan simulasi analisis rangka atas dan plat gantung mampu menahan total beban yang di tanggung yaitu seperti pada gambar berikut :



Gambar 4. 12 Hasil Simulasi *Displacement* Rangka Atas



Gambar 4. 13 Hasil *Simulasi Displacemenet* Plat Gantung



Gambar 4. 14 Hasil *Simulasi Factor of safety* Plat Gantung

4.4.4 Draft Rancangan Final

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

4.4.5 Cara Kerja Alat Angkat

Dalam pengoperasian alat atau cara kerja alat angkat untuk pemasangan cetakan di mesin injeksi plastik arburg 420 C yaitu sebagai berikut :

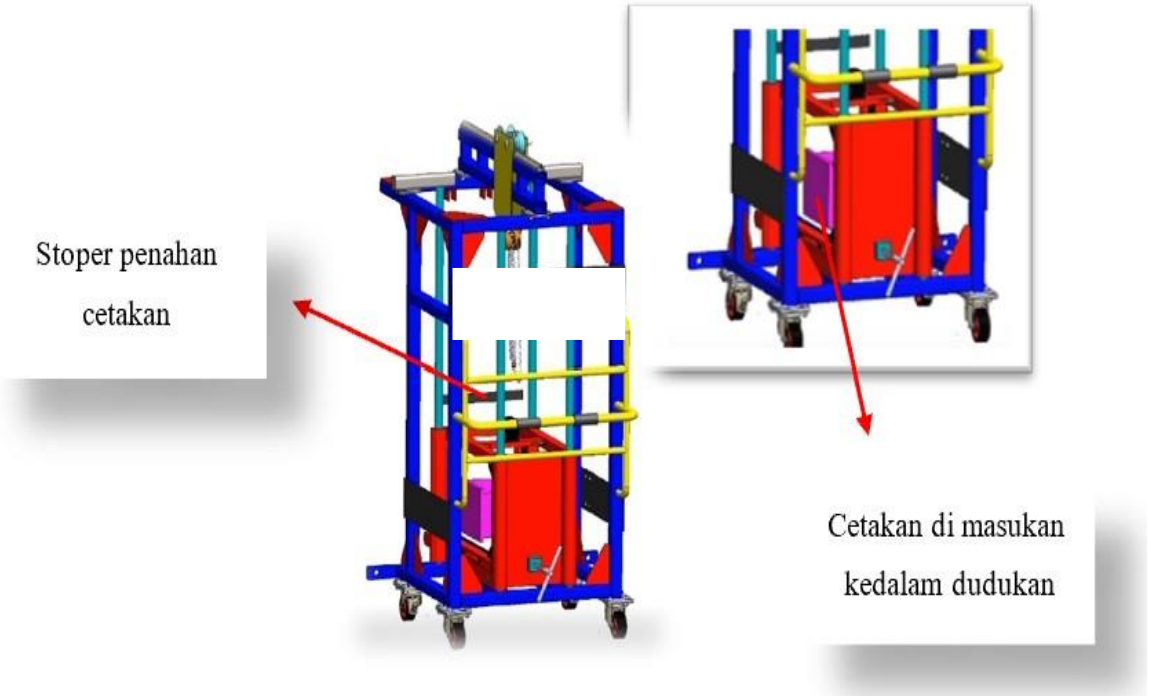
A. 1 Unit Takal dengan kapasitas angkat 3 ton

B. Maksimal 3 orang pekerja pada saat pemasangan cetakan

Cara kerja alat angkat untuk pemasangan cetakan di mesin injeksi plastik arburg 420 C terdiri dari 4 bagian yaitu :

1. Pengambilan Cetakan

Pada tahapan ini alat angkat di dorong ke tempat cetakan tersebut di simpan, cetakan dimasukan kedalam dudukan cetakan dengan cara mengangkat cetakan ke atas slider yang ada pada dudukan cetakan, kemudian dipasangkan stoper pada dudukan cetakan dengan tuajan agar cetakan tidak jatuh saat di bawa.



Gambar 4. 15 Pengambilan Cetakan

2. Pengangkatan Cetakan

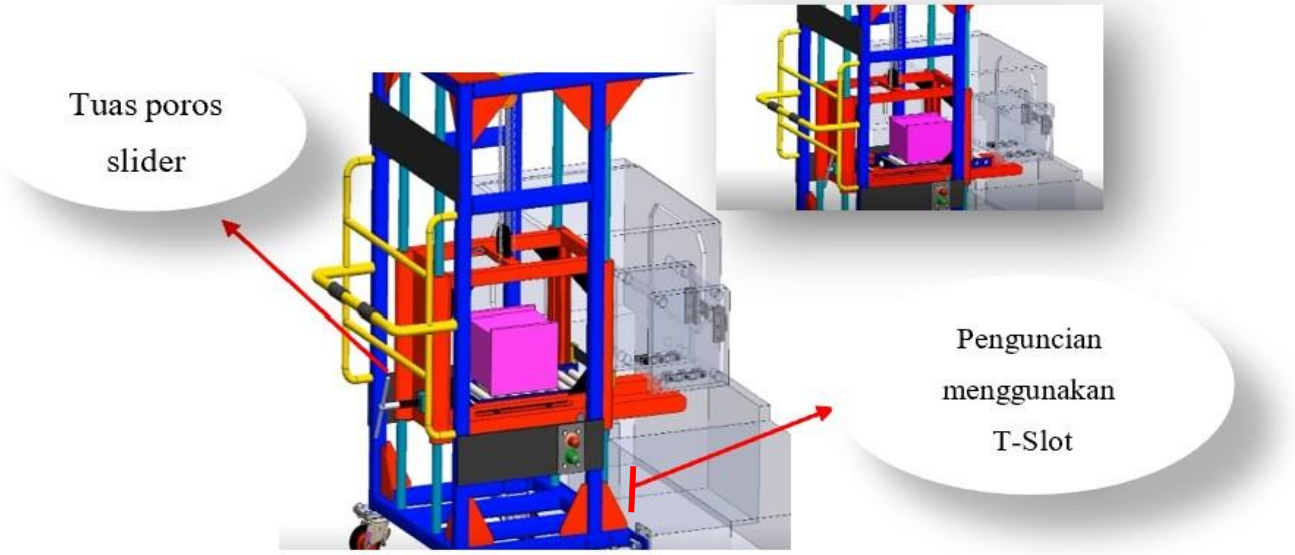
Pada tahapa ini dudukan cetakan beserta cetakan di angkat *vertikal* dari bawah ke atas setinggi 810 mm, menggunakan *crane takal* dengan cara menarik rantai pada *crane takal*, kemudian alat angkat di dorong ke mesin injeksi plastik dan dilakukan penguncian.



Gambar 4. 16 Pengangkatan Cetakan

3. Pendorongan Cetakan Pada Mesin Injeksi Plastik

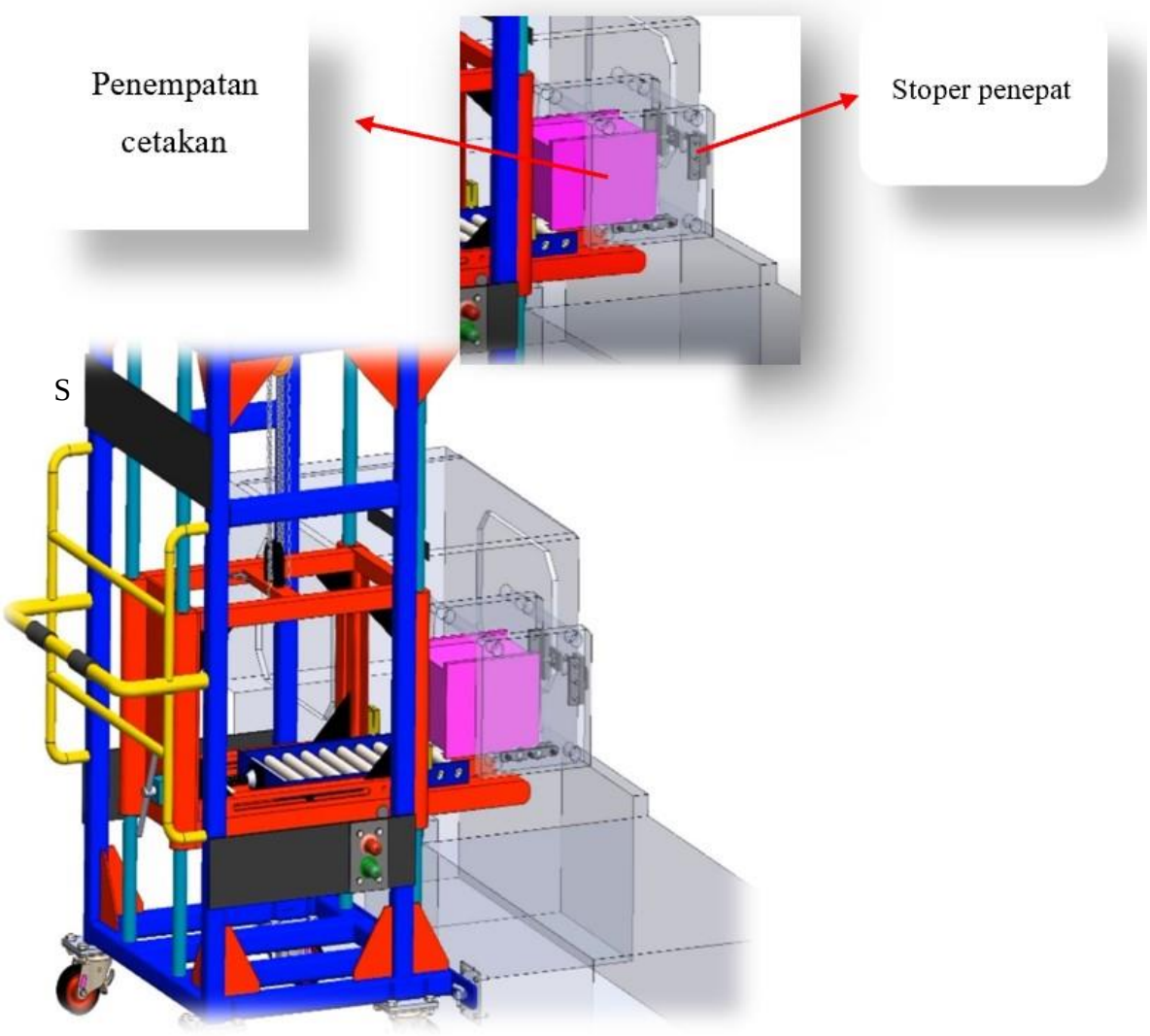
Pada tahapan ini cetakan di dorong masuk ke *platen* pada mesin injeksi plastik dengan cara memutar tuas yang ada pada slider sampai ujung slider berpas-pasan dengan dinding *platen* yanga ada pa mesin ijeksi plastik, kemudian cetakan di dorong secara manaual oleh 2 orang kedalam dari sisi samping alat angkat.



Gambar 4.16 Pengangkatan Cetakan

4. Pemasangan Cetakan di Mesin Injeksi Plastik

Pada tahapan ini cetakan yang sudah di dorong masuk kedalam dilakukan penempatan posisi cetakan pada *locating ring* yang ada pada mesin injeksi plastik Penempatan cetakan dengan kecermatan *per-2mm* menggunakan *stoper* penepat yang sudah dibuat dan di pasang pada *platen* mesin sebelumnya.



Gambar 4. 17 Pemasangan Cetakan di Mesin Injeksi Plastik

4.5 Penyelesaian

- Gambar Kerja

Gambar kerja merupakan sebuah gambar teknik untuk landasan penyelesaian suatu objek. Gambar kerja ini harus berisi informasi yang lengkap, baik secara grafis maupun dengan teks serta berisi dimensi dan toleransi yang digunakan pada desain. Yang termasuk di dalam gambar kerja adalah gambar bagian dan gambar susunan. Gambar susunan adalah gambar teknik khusus yang menyediakan informasi yang diperlukan untuk membuat bagian atau perakitan dari sebuah desain.

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berikut ini adalah kesimpulan yang diperoleh dari kegiatan perancangan alat angkat untuk pemasangan cetakan, sebagai berikut:

1. Perancangan menggunakan metode VDI 2222 sangat sesuai dan mempercepat proses perancangan sehingga didapat rancangan alat angkat untuk pemasangan cetakan yang ideal dan layak dipertimbangkan untuk dibuat dan digunakan.
2. Berdasarkan table penilaian aspek teknis yang telah dilakukan, terpililah varian konsep 2 dengan persentase sebesar 86%
3. Alat angkat mampu mengangkat cetakan dengan beban maximal 700kg dan sudah dilakukan perhitungan serta stress analysis dengan hasil tegangan tarik lebih kecil dari tegangan ijin baja rangka baik.

   $4{,}635 \times 10^7 \frac{N}{m^2} \quad < \quad 12{,}5 \times 10^7 N/m^2$

   Dapat disimpulkan bahwa rangka alat angkat mampu menahan beban yang terjadi dengan maksimal 1 Ton.

5.2 Saran

Berikut ini beberapa saran yang dapat dipertimbangkan oleh pembaca untuk pengembangan rancangan alat angkat untuk pemasangan cetakan pada mesin *injeksi plastic arburg 420 C* pada penelitian selanjutnya:

1. Rancangan dapat dibuat otomatis sehingga mempermudah dan mempercepat proses pengoperasian alat angkat tersebut untuk dilakukan pemasangan cetakan pada mesin. Rancangan dapat dikembangkan lagi sesuai dengan perkembangan teknologi yang ada.

2. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan pemilihan material dilakukan dengan menggunakan *software* serta melakukan perhitungan terkait *stress analysis* yang lebih detail untuk meningkatkan kualitas alat angkat

DAFTAR PUSTAKA

Akin, J. E. (2010). Finite element analysis concepts : via SolidWorks. *World Scientific*.

Arisalbani. (2016, 05). *Metode perancangan VDI 2222*. Diambil kembali dari https://arisalbani.wordpress.com/.

Djatmiko, R. D. (2008). *Modul Teori Pengelasan Logam.* Yogyakarta: Fakultas Teknik Univeristas Negeri Yogyakarta.

Fendi, H. d. (2018). RANCANG BANGUN CRANE DENGAN KAPASITAS ANGKAT. *JURNAL MESIN SAINS TERAPAN* , 1.

Hartono, P. (2015). STUDI ANALISIS PENGGUNAAN ALAT BERAT (CRANE) SEBAGAI ALAT ANGKAT. *Jurnal Konstruksia*, 41.

Hatta. (2016).

Hatta. (2020). Analisis Kekuatan Rangka pada Mesin Transverse Ducting Flange (TDF). *Journal of Science and Technology*, 2.

Keliky, S. (2014). Pemilihan Material Bahan Rangka Body Pada Mobl Listrik. *Teknobiz: Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin*, 41-48.

Kuswanto, B. (2013). Gypsum Sebagai Material Alternatif Untuk Membuat Cetakan Plastik Injeksi. *neliti.com*, 89.

Kuswanto, Bambang. (2013). Gypsum Sebagai Material Alternatif Untuk Membuat Cetakan Plastik Injeksi. *neliti.com*, 89.

Politeknik Manufaktur Bandung . (t.thn.). *Gambar teknik mesin: Simbol dan Penunjukan Pengelasan* . Politeknik Manufaktur Bandung .

Prasetyo, E. (2020). Analisis Kekuatan Rangka pada Mesin Transverse Ducting Flange (TDF) . *REKAYASA*, 300.

Russell, S., & Norvig, P. (2010). *Artificial Intelligence A Modern Approach Third Edition.* New Jersey: Pearson Education, Inc.,.

Suga, S. &. (2004). *dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin* .

Tempola, F., Musdholifah, A., & Hartati, S. (2018). Case Based Reasoning For Determining The Feasibility Of Scholarship Grantees Using Case

Adaptation. *International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering.* Semarang.

TRI, G. Y. (2017). PERANCANGAN WHEEL ALIGNMENT SCISSOR LIFT KAPASITAS ANGKAT 3 TON. *University of Muhammadiyah Malang*, 4.

Wahyudi, E., & Hartati, S. (2017). Case-Based Reasoning untuk Diagnosis Penyakit Jantung. *Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems (IJCCS), 11*(1), 1-10.

LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Data pribadi

Nama Lengkap	: Amanda Renata
Tempat, Tanggal, Lahir	: Jakarta, 01-11-2001
Alamat Rumah	: Perum. Ciriung-Cemerlang. Blok J No.12
Telp	: 0812-1171-2670
Hp	: 0812-1171-2670
Email	: amandarenata111@gmail.com
Jenis Kelamin	: Perempuan
Agama	: Islam

Riwayat Pendidikan

SMPN PGRI 1 Cibinong	(2013-2016)
SMAN PLUS PGRI Cibinong	(2016-2019)
Polman Babel	(2019-2022)

Pengalaman Kerja

Praktek Kerja Lapangan di PT. Reiken Quality Tools

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Data pribadi

Nama Lengkap	: Muhammad Fajri Adzan
Tempat, Tanggal, Lahir	: Pangkal-pinang,02-11-2000
Alamat Rumah	: Jl. Raya kenanga perumahan/komplek PNS rt.o9 No,42.
Telp	: 0857-5823-6870
Hp	: 0857-5823-6870
Email	: fajribaks@gmail.com
Jenis Kelamin	: Laki-laki
Agama	: Islam

Riwayat Pendidikan

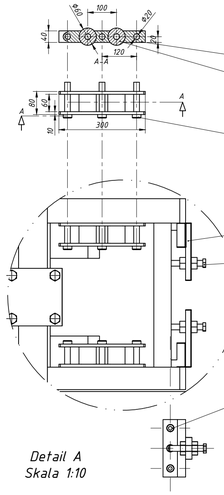
SDN 6 Sungailiat	(2008-2013)
SMPN 5 Sungailiat	(2014-2016)
SMK Muhammadiyah sungailiat	(2017-2019)
Polman Babel	(2019-2022)

Pengalaman Kerja

Praktek Kerja Lapangan di PT. DAK SELINDUNG

TABEL STANDAR KRITERIA PENILAIAN ASPEK TEKNIS

No	Aspek Yang Dinilai	Kriteria Penilaian			
		1	2	3	4
1	Pencapaian fungsi	Alat tidak dapat mengangkat beban 175 kg	Alat kurang mampu mengangkat beban 350 kg	Alat mampu mengangkat beban 525 kg	Alat dapat mengangkat beban 700kg
2	Pemesinan	Banyak part yang tidak dapat dikerjakan dengan mesin yang terdapat di bengkel Polman Negeri Babel.	Sedikit part yang dapat dikerjakan dengan mesin yang terdapat di bengkel Polman Negeri Babel. Tetapi menggunakan tenaga ahli khusus.	Banyak part yang dapat dikerjakan dengan mesin yang terdapat di bengkel Polman Negeri Babel. Tetapi menggunakan tenaga ahli khusus.	Banyak part yang dapat dikerjakan dengan mesin yang terdapat di bengkel Polman Negeri Babel. Tanpa menggunakan tenaga ahli khusus.
3	Optimalisasi komponen standar	Menggunakan komponen standart 1-50%	Menggunakan komponen standart 50-70%	Menggunakan komponen standart 70-85%	Menggunakan komponen standart 85-100%
4	Perakitan	Sulit dalam perakitan	Perakitan memerlukan alat khusus	Perakitan memerlukan tenaga ahli	Perakitan tidak perlu alat khusus dan tenaga ahli
5	Perawatan	Perawatan diperlukan setiap 1 minggu sekali	Perawatan diperlukan setiap 2 minggu sekali	Perawatan diperlukan setiap 3 minggu sekali	Perawatan diperlukan setiap 4 minggu sekali
6	Penyimpanan	Memerlukan tempat khusus dan menggunakan area penyimpanan yang luas	Memerlukan area yang luas untuk penyimpanan	tidak memerlukan area yang luas untuk penyimpanan	Tidak memerlukan tempat khusus dan area yang luas untuk penyimpanan.
7	keamanan	Membahayakan orang dan operator saat digunakan dan	Membahayakan operator saat digunakan	Tidak membahayakan operator saat digunakan	Tidak membahayakan operator saat digunakan dan



Detail A
Skala 1:10

(2)Slider Dalam
300x40x10 S45C

(4)Roller Slider Dalam
Φ30X100 S45C

(6)Bolt PMS 0-02
M20x120

(2)Stoper
200x450x200 S45C

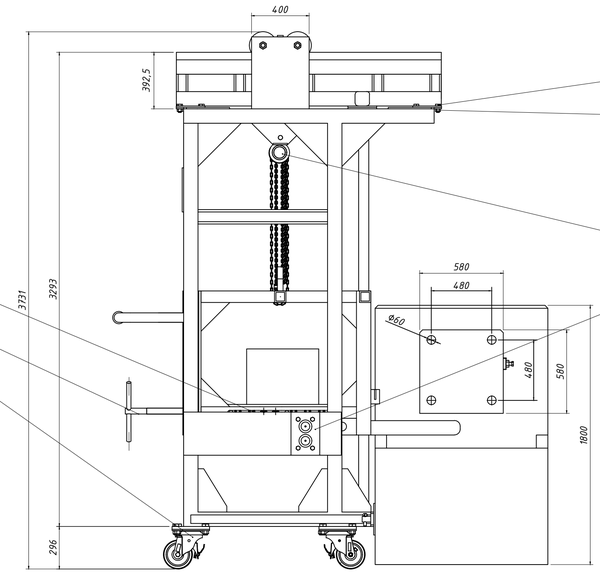
(2)Bolt PMS 0-02
M20x130

(6)Bolt PMS 0-02
M16x57

(20)Taper Roller Bearing PMS 0-02
Φ44x14

Tuas Slider
Φ40x585 St.37

(4)Roda Misumi
Φ200x260x220 Iron Cast



Poros Dudukan
Φ70x2700 St.37

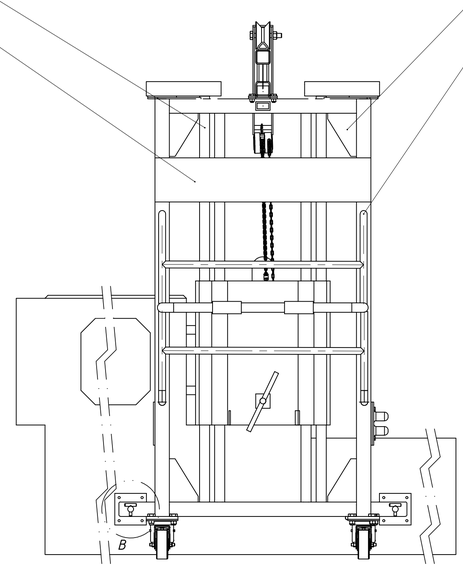
Plat Pendukung
1095x300x300x10 St.37

(8)Bolt PMS 0-02
M20x58

(8)Mur PMS 0-02
Φ30

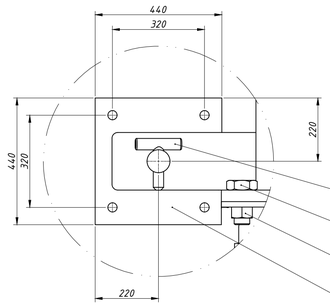
Takal Misumi
3Tonx5meter

Lampu Indikator
Φ60x300x200



(4)Breaket
320x320x10 St.37

Konstruksi Pendukung
Φ50x1400x1300 Carbon Steel



Detail B
Skala 1:5

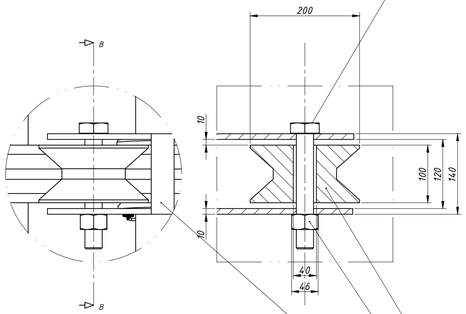
(2)T-Slot
Φ18x40 St.37

(18)Bolt PMS 0-02
M20x58

(18)Mur PMS 0-02
Φ30

(2)Pengunci
Φ40x220x200x8 St.37

(2)Bolt
M30x200 PMS 0-02



Detail C
Skala 1:5

(2)Roda Geser
Φ200x100 St.37

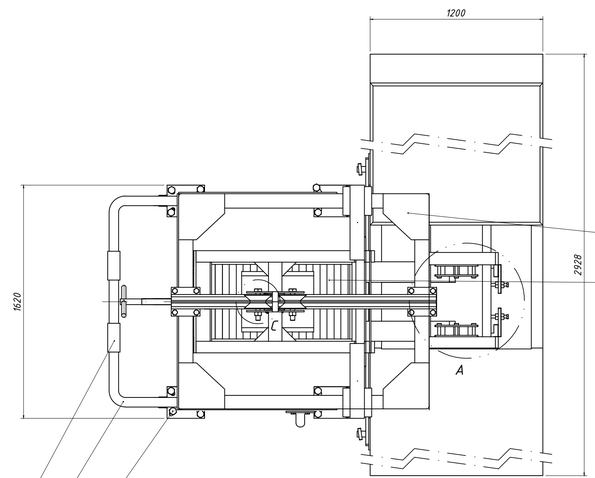
(2)Mur PMS 0-02
Φ40

Plat Pneahan
140x40x10 St.37

Pegangan
Φ86x200

Konstruksi Pendukung
Φ60x1300 Carbon Steel

(16)Bolt PMS 0-02
M20x58



Plat Siku KPS Steel
1840x100x53

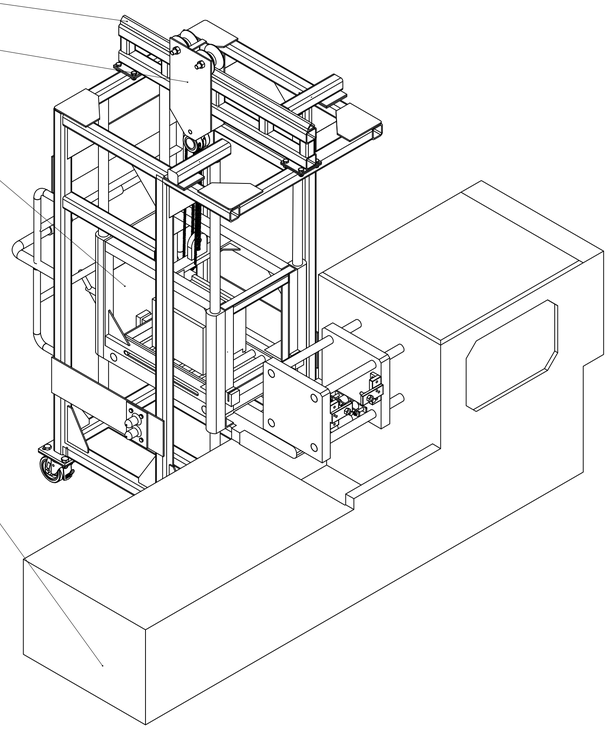
Plat Gantung
600x400x10 St.37

Dudukan Cetakan
1080x710x1000 Carbon Steel

Breaket
320x320x10 St.37

Roller Slider
Φ50x550 S45C

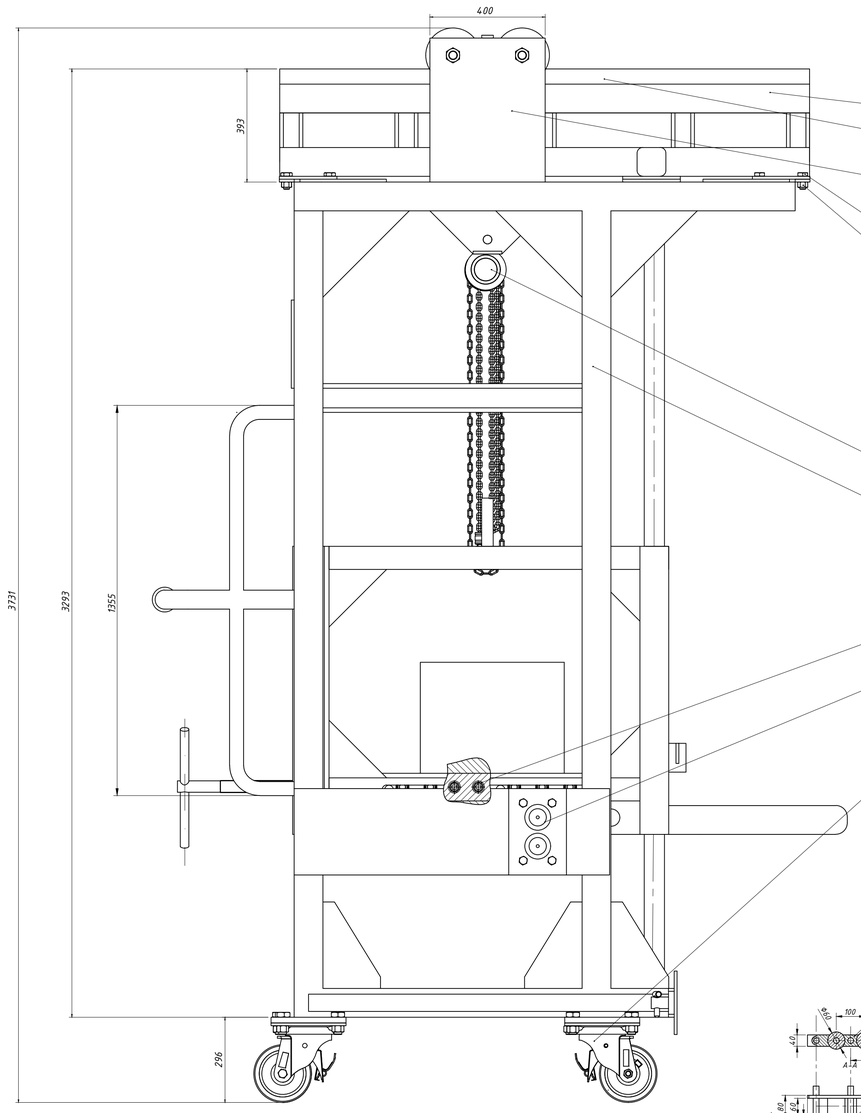
Mesin Injeksi
Ukuran



Skala : 1 : 20
Paper Size : A1

DRAFT ALAT ANGKAT CETAKAN

Skala 1:20
Design By : Amanda Renata & Muhammad Fajri Adzan
PROYEK AKHIR 2022



Konstruksi Atas
600x400x10 Astm A36

Plat Siku KPS Steel
1840x100x53

Plat Gantung
600x400x10 Astm A36

(8)Bolt PMS0-02
M20x58

(8)Mur PMS0-02
Φ30

Poros Dudukan
Φ70x2700 S30C

(3)Plat Pendukung
1095x300x300x10 Astm A36

Dudukan Cetakan
1080x710x1000 Astm A36

Takal Misummi
3Tonx5meter Iron Cast

Konstruksi
1740x3293x1620 Hollow Square

(20)Taper Roller Bearing PMS0-02
Φ44x14

Lampu Indikator standart
Φ60x300x200

Tuas Slider
Φ40x585 St.37

(4)Roda Misumi
Φ200x260x220

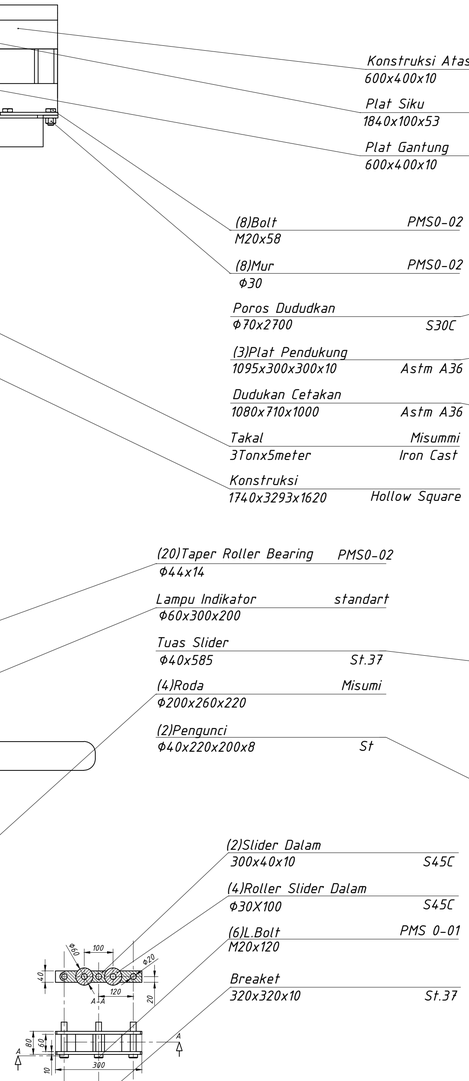
(2)Pengunci
Φ40x220x200x8 St

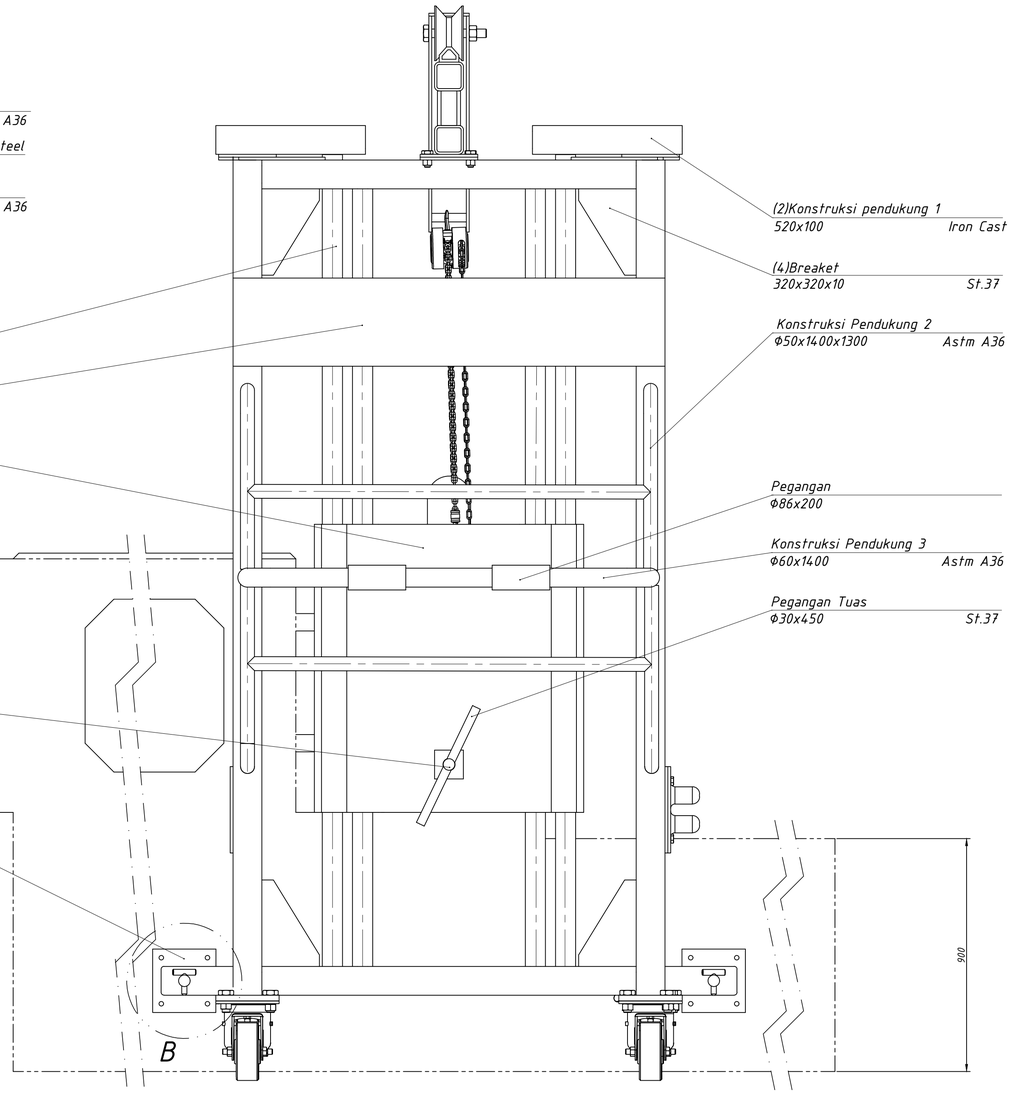
(2)Slider Dalam
300x40x10 S45C

(4)Roller Slider Dalam
Φ30X100 S45C

(6)L Bolt PMS 0-01
M20x120

Breaket
320x320x10 St.37





(2)Konstruksi pendukung 1
520x100 Iron Cast

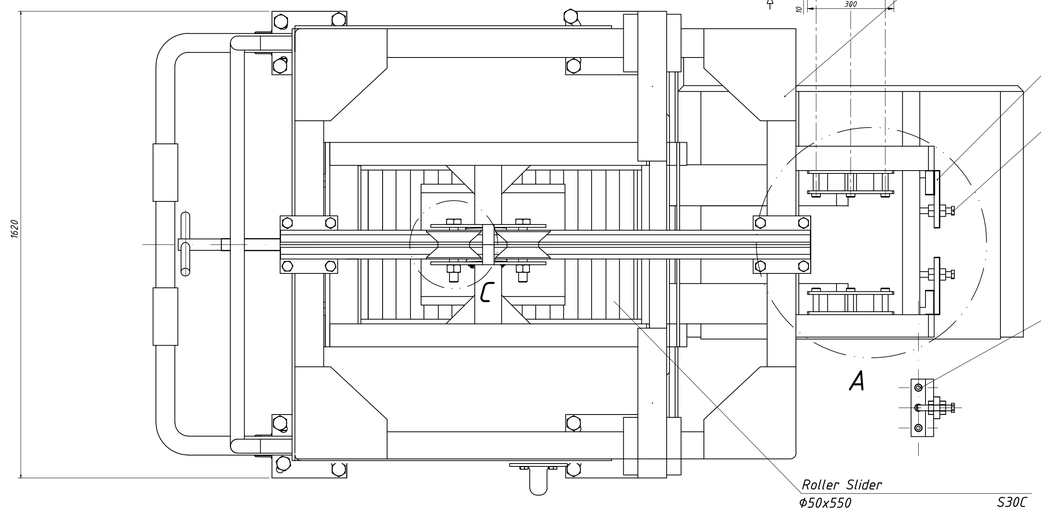
(4)Breaket
320x320x10 St.37

Konstruksi Pendukung 2
Φ50x1400x1300 Astm A36

Pegangan
Φ86x200

Konstruksi Pendukung 3
Φ60x1400 Astm A36

Pegangan Tuas
Φ30x450 St.37



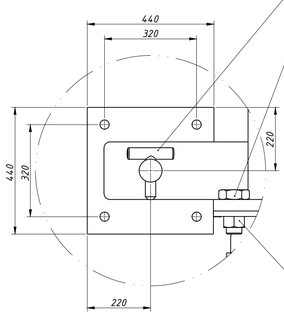
(2)Stoper
200x450x200 S45C

(2)Bolt PMS 0-02
M20x130

(6)L Bolt PMS 0-01
M16x57

Roller Slider
Φ50x550 S30C

Skala : 1 : 10
Paper Size : A1



Detail B
Skala 1:5

(2)T-Slot
Φ18x40 St.37

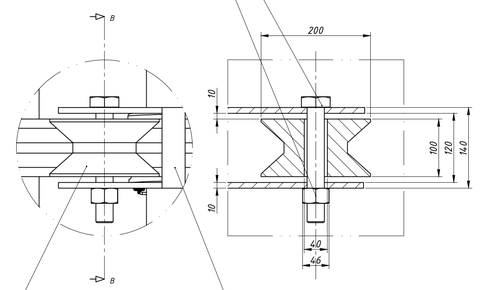
(18)Bolt PMS 0-02
M20x58

(18)Mur PMS 0-02
Φ30

(2)Roda Geser
Φ200x100 S30C

(2)Bolt PMS 0-02
M30x200

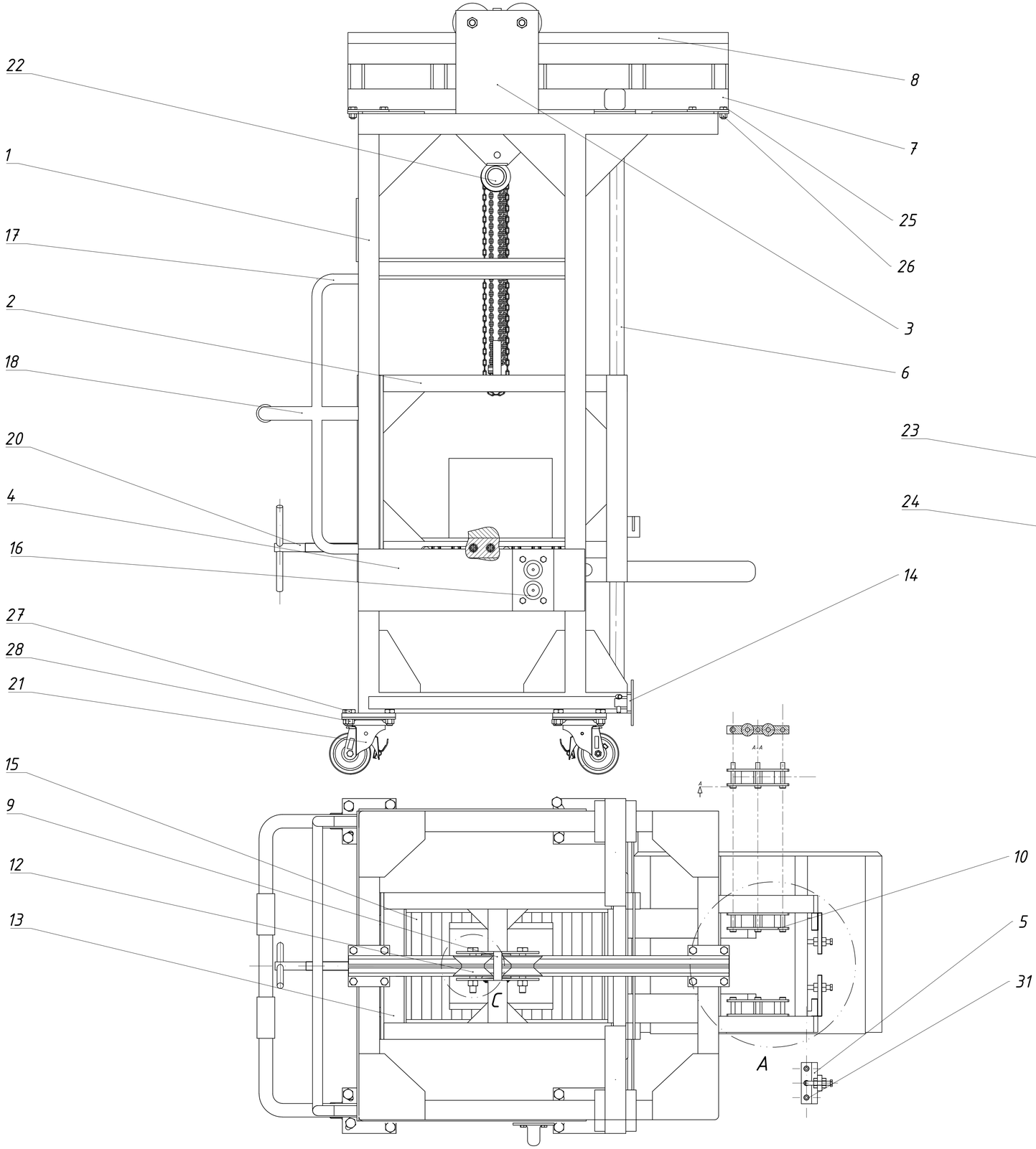
(2)Mur PMS 0-02
Φ40

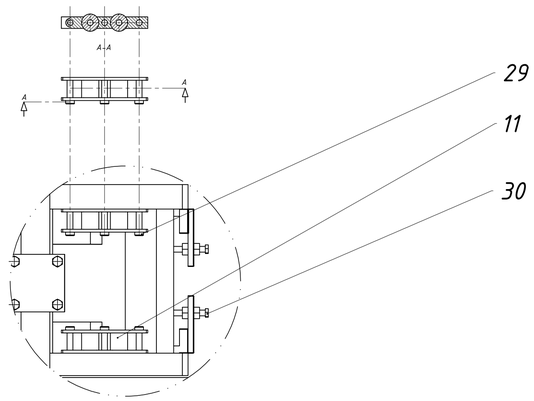


Detail C
Skala 1:5

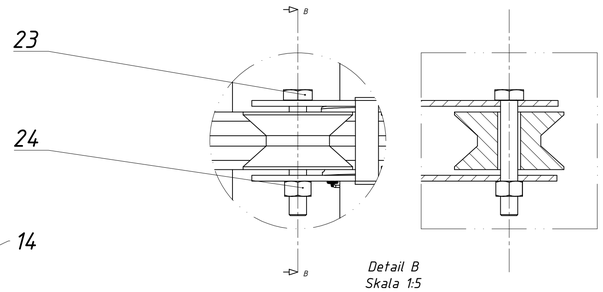
Plat Pneahan
140x40x10 astm a36

DRAFT ALAT ANGKAT CETAKAN INJEKSI PLASTIK
Skala 1 : 10
Design By : Amanda Renata & Muhammad Fajri Adzan
PROYEK AKHIR 2022





Detail A
Skala 1:10



Detail B
Skala 1:5

Jumlah	Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
6	Baut L	31	-	M16X57	PMS 0-01
2	Baut	30	-	M30X200	PMS 0-02
6	Baut L	29	-	M20X120	PMS 0-01
16	Mur	28	-	Φ30	PMS 0-02
16	Baut	27	-	M20X58	PMS 0-02
8	Mur	26	-	Φ30	PMS 0-02
8	Baut	25	-	M20X58	PMS 0-02
2	Mur	24	-	Φ40	PMS 0-02
2	Baut	23	-	M30X200	Misumi
1	Takal	22	Iron Cast	3tonx5meter	Misumi
4	Roda	21	-	Φ200X260x220	Misumi
1	Tuas Slider	20		Φ40x585	
1	Rangka pendukung 2	18	-	Φ60x1300	Hollow Pipe
1	Rangka Pendukung 1	17	-	Φ50x1400x1300	Hollow Pipe
1	Lampu Indikator	16	-	Φ60x300x200	Standar
1	Roller Slider	15	S30C	Φ50x550	
1	Pengunci	14	St.37	Φ40x220x220x8	
1	Dudukan Slider	13	Astm A36	320x320x10	
6	Roda Geser	12	S30C	Φ200x100	
4	Roller Slider Dalam	11	S45C	Φ60x80	
1	Slider Dalam	10	S45C	300x40x10	
1	Plat Penanahan	9	St.37	140x40x10	
2	Plat siku	8	Astm A36	1840x100x53	
1	Rangka Atas	7	Astm A36	1840x100x375	
4	Poros Dudukan	6	S30C	Φ70X2700	Hollow Square
2	Stoper	5	S45C	200x450x200	
2	Plat Pendukung	4	Astm A36	1095x300x300x10	
2	Plat Gantung	3	Astm A36	600x400x10	
1	Dudukan Cetakan	2	Astm A36	1080x710x1000	Hollow Square
1	Rangka Utama	1	Astm A36	1740x3293x1620	Hollow Square

Alat Angkat Cetakan Injeksi plastik

Skala 1:10 (1:5)

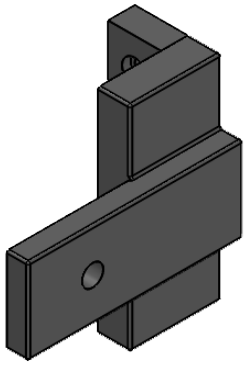
Digambar		Ar&Mfa
Diperiksa		
Dilihat		

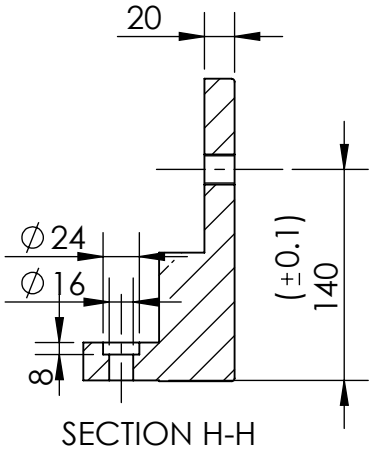
POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG

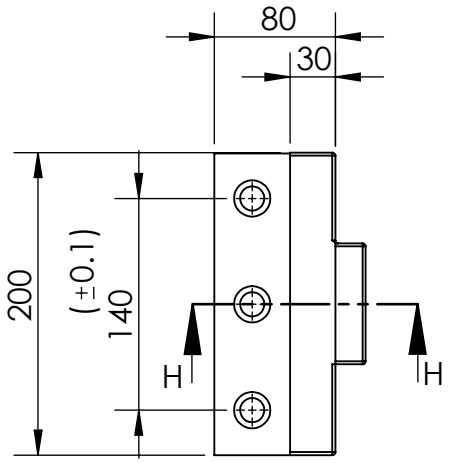
PA / 2022 / A1

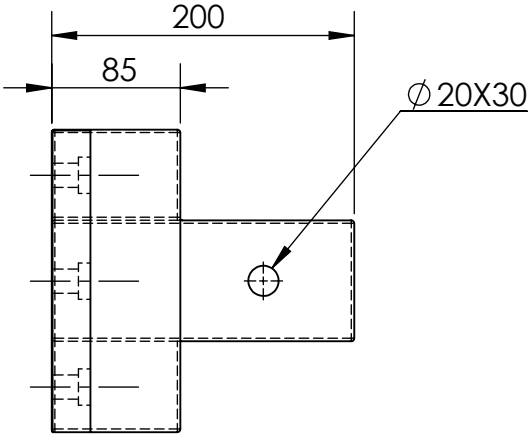
3. N7

Tol. Sedang









1	Stoper	05	S45C	200X200X30	
Jumlah	Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan

Perubahan		c		f		i	Pemesan :	Diganti dari :
a		d		g		j		Diganti dengan :
b		e		h		k		

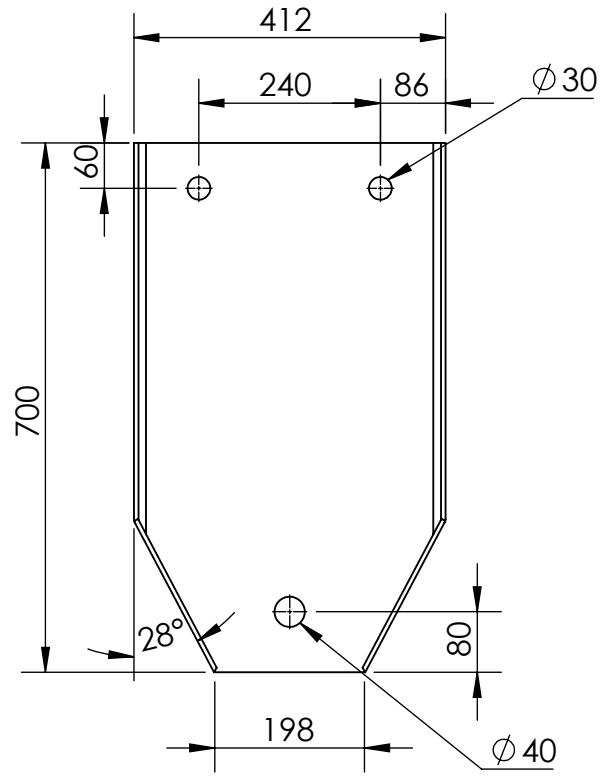
Skala 1:5	Digambar	10-08-2022	Amanda R M. Fajri.A
	Diperiksa		
	Dilihat		

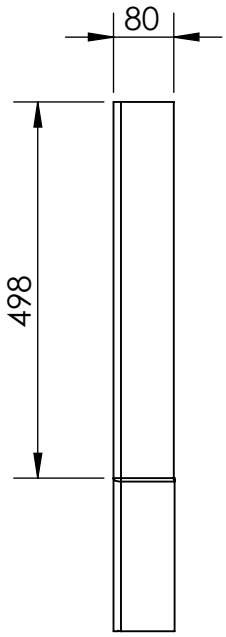
Stopper

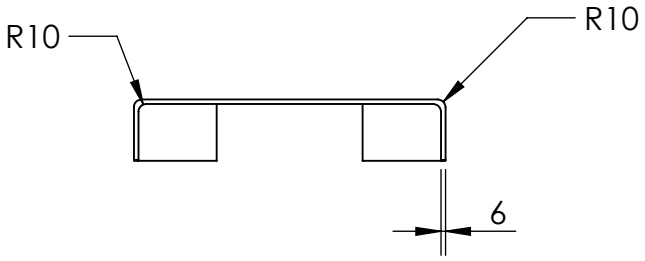
POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG	PA2022/Alat/03

4. $\sqrt{}$

Tol. Sedang







2	Plat Gantung	03	Astm A36	750X400X10	
Jumlah	Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan

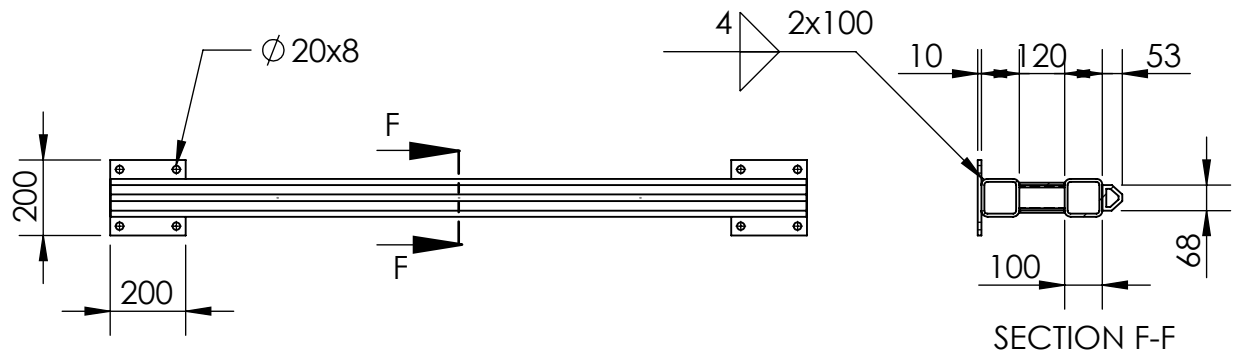
Perubahan									Pemesan :	Diganti dari :
a		d		g		j				Diganti dengan :
b		e		h		k				

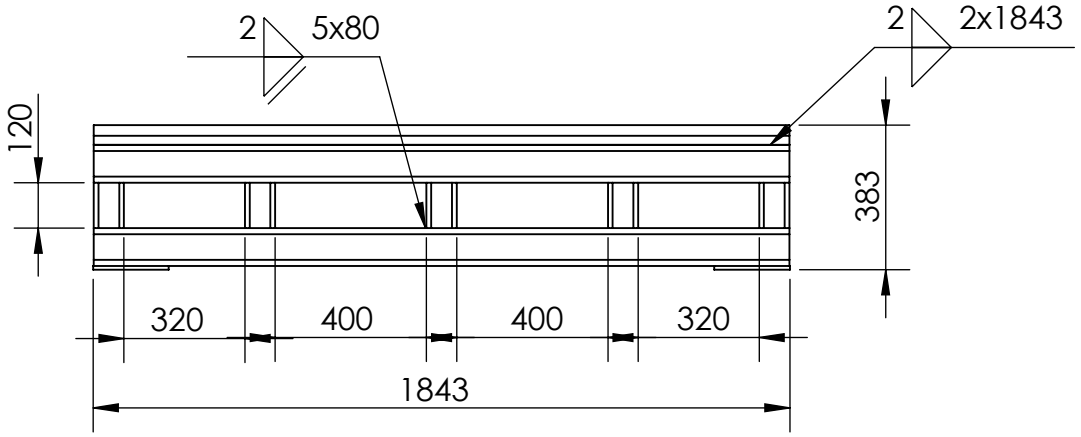
Skala	Digambar	10-08-2022	Amanda R M. Fajri.A
1:5	Diperiksa		
	Dilihat		

PLAT GANTUNG

POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG	PA2022/Alat/04

5. N8
Tol. Sedang





1	Rangka Atas	07	Astm A36	1843x100x375	Hollow Square
Jumlah	Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan

Perubahan	c		f		i	Pemesan :	Diganti dari :		
a		d		g		j		Diganti dengan :	
b		e		h		k			

Skala 1:10	Digambar	10-08-2022	Amanda R M. Fajri.A
	Diperiksa		
	Dilihat		

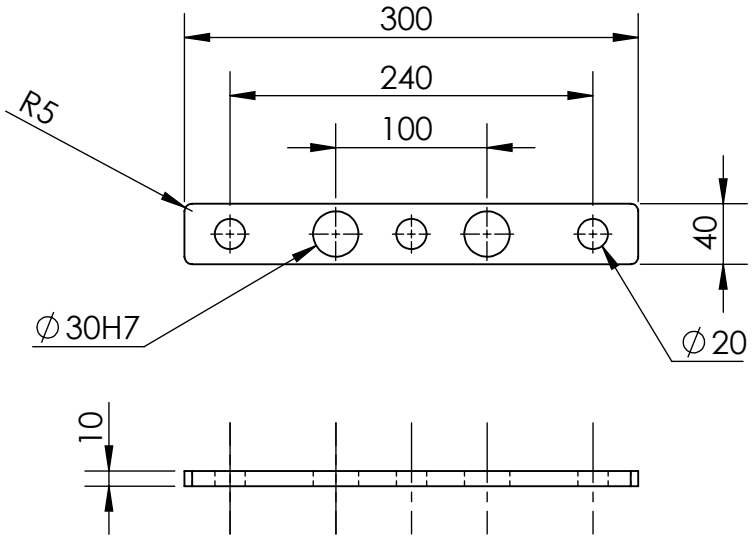
Rangka Atas

POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG

PA/2022/Alat/05

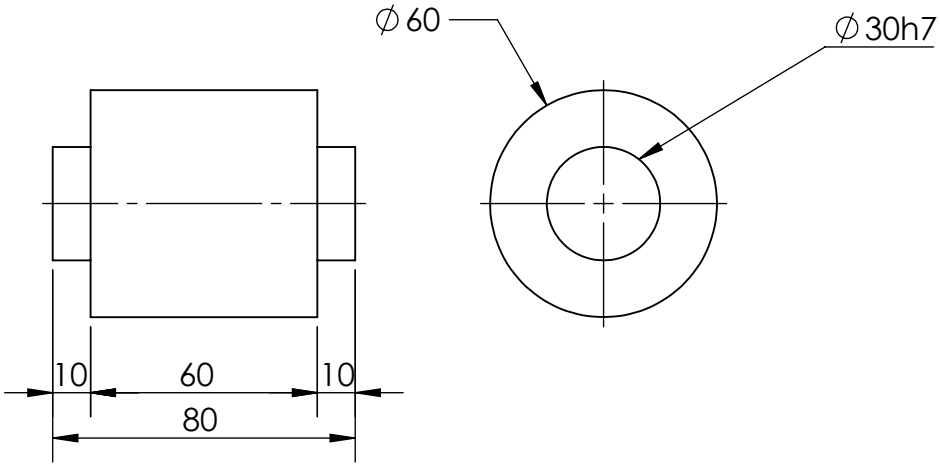
6. N8

Tol. Sedang



7. N8

Tol. Sedang



4	Roller Slider Dalam	11	S45C	∅ 60x80	
4	Slider Dalam	10	S45C	300x40x10	
Jumlah	Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan

Perubahan	c		f		i	Pemesan :	Diganti dari :		
a		d		g		j		Diganti dengan :	
b		e		h		k			

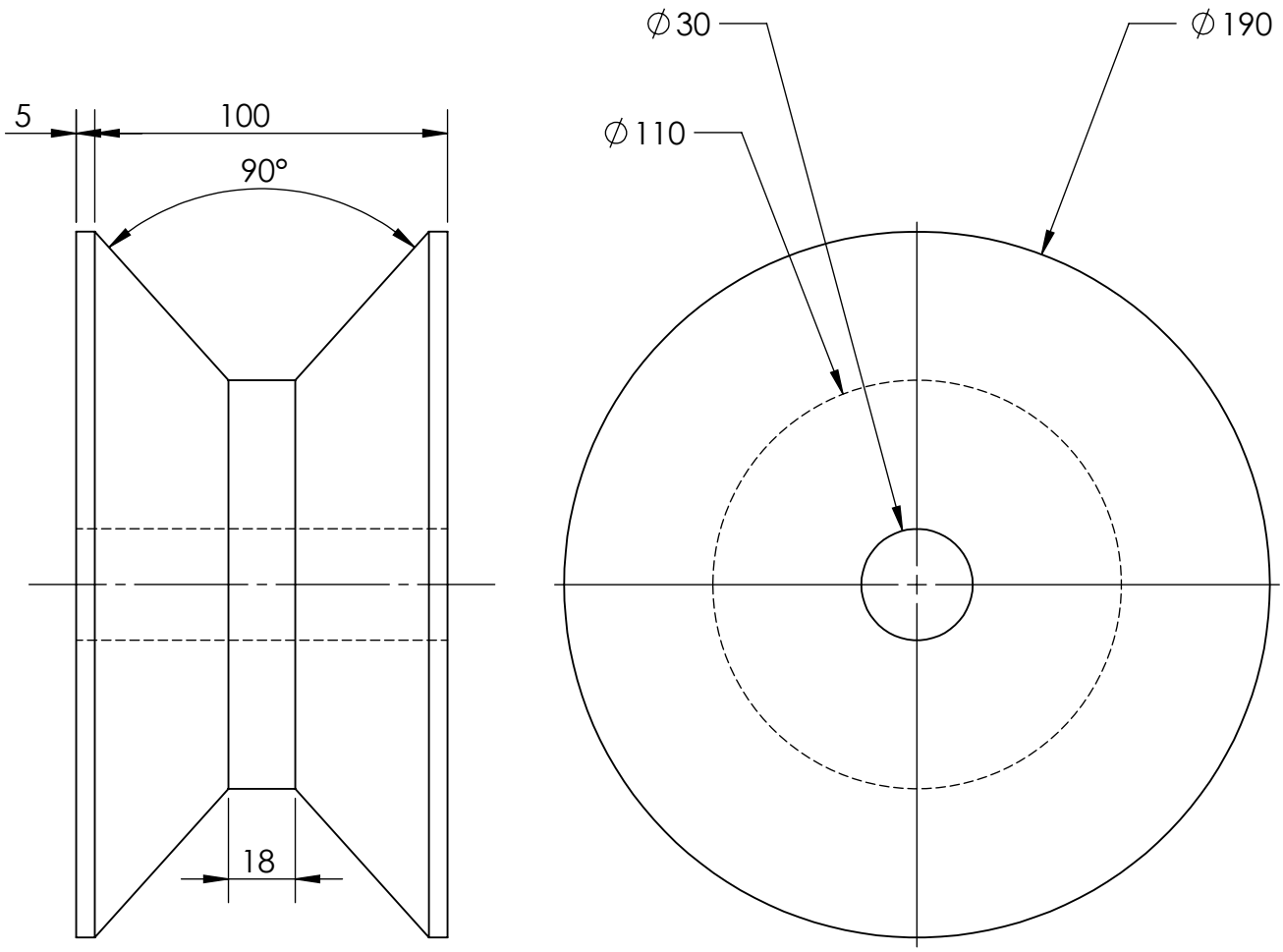
Skala 1:5	Digambar	10-08-2022	Amanda R M. Fajri.A
	Diperiksa		
	Dilihat		

Roller Slider Dalam
Slider Dalam

POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG	PA2022/Alat/06-07

8. N8

Tol. Sedang



2	Roda Geser	12	S30C	∅ 200X100	
Jumlah	Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan

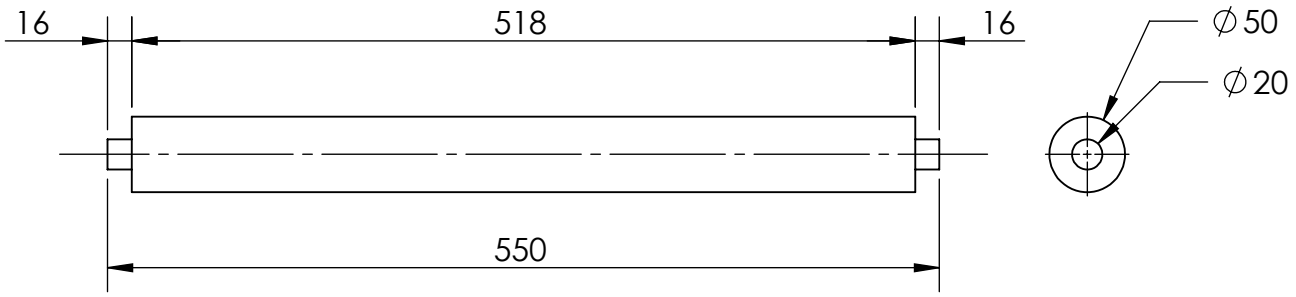
Perubahan		c		f		i	Pemesan :	Diganti dari :	
a		d		g		j		Diganti dengan :	
b		e		h		k			

Roda Geser	Skala 1:5	Digambar	10-08-2022 Amanda R M. Fajri.A
		Diperiksa	
		Dilihat	

POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG	PA2022/Alat/08

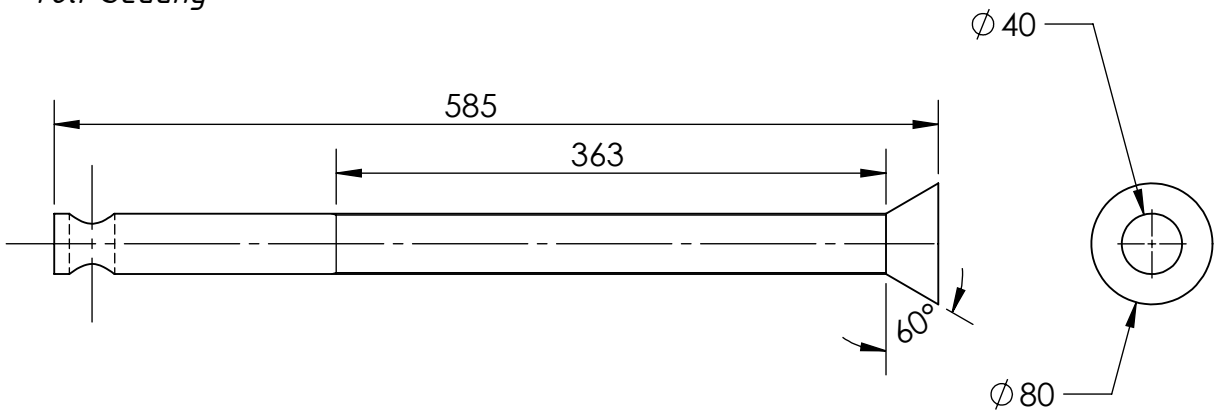
9. N8

Tol. Sedang



10. N8

Tol. Sedang



1	Tuas Slider	19	S30C	∅ 40x585	
10	Roller Slider	15	S30C	∅ 50x550	
Jumlah	Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan

Perubahan	c		f		i	Pemesan :	Diganti dari :	
a		d		g		j		Diganti dengan :
b		e		h		k		

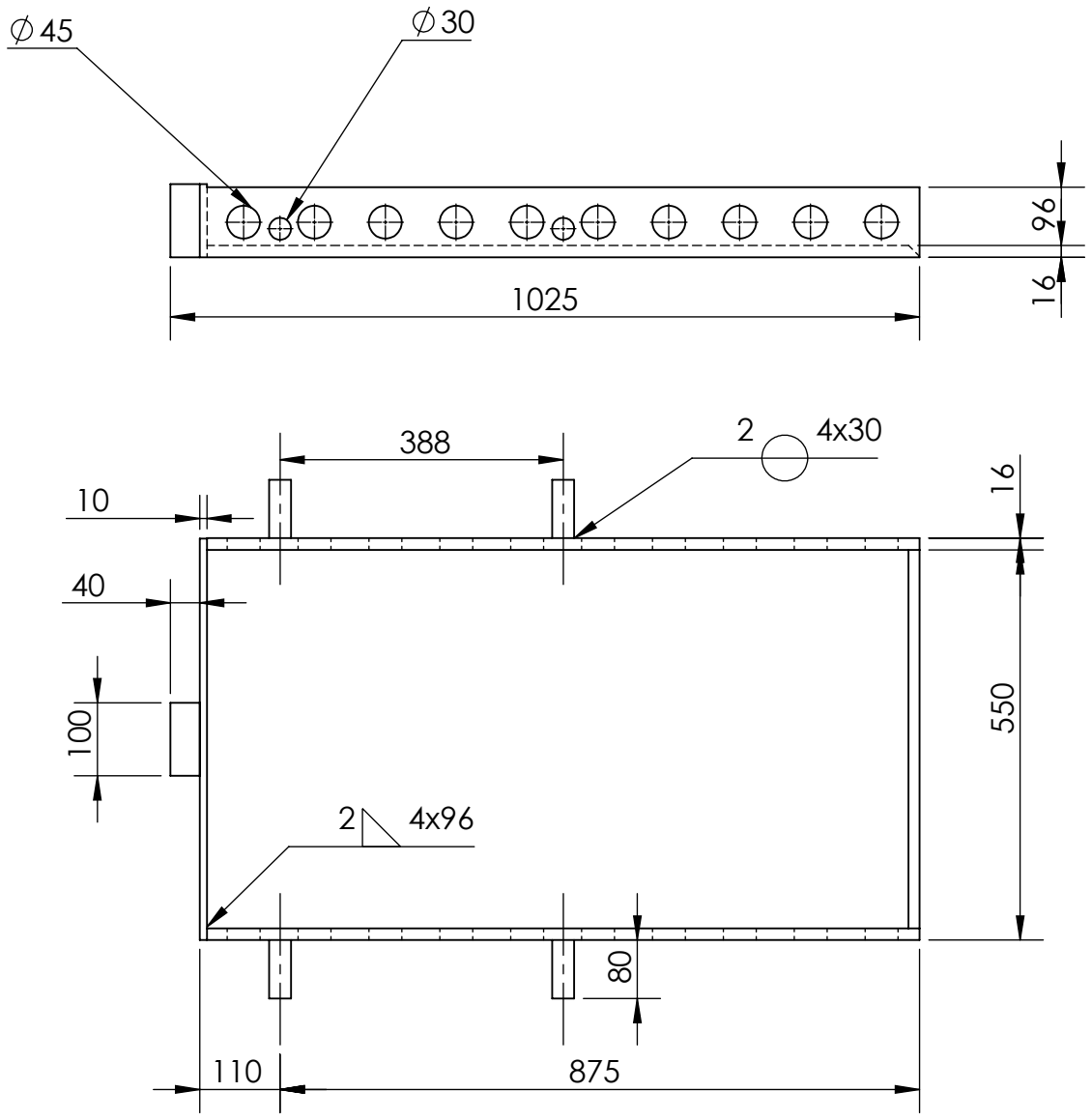
Tuas Slider
Roller Slider

Skala 1:5	Digambar	10-08-2022	Amanda R M. Fajri.A
	Diperiksa		
	Dilihat		

POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG

PA2022/Alat/09-10

11. Tol. Sedang



10	Dudukan Roller Slider	13	Astm A36	1025X550X96	
Jumlah	Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan

Perubahan								
a		d		g		j		
b		e		h		k		

Pemesan :

Diganti dari :

Diganti dengan :

Dudukan Roller Slider

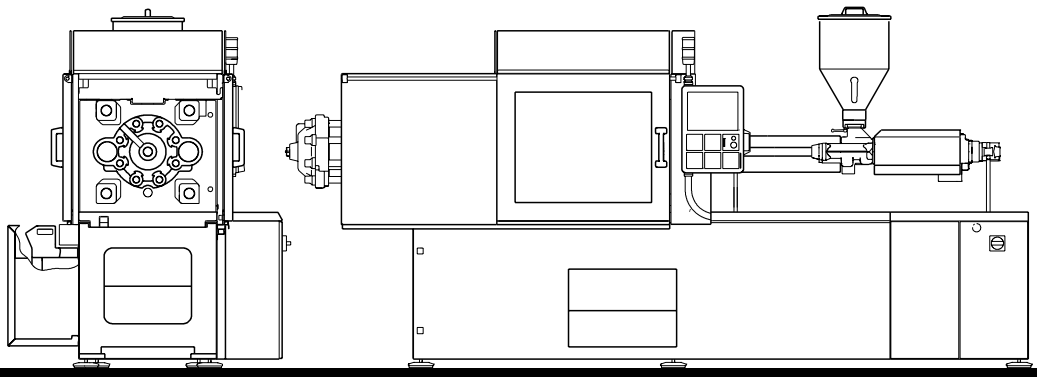
Skala			
1:10	Digambar	10-08-2022	Amanda R M. Fajri.A
	Diperiksa		
	Dilihat		

POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG

PA2022/Alat/11




SELAMAT DATANG
DI
LABORATORIUM LAS & FABRIKASI LOGAM
KRISBOW



ALLROUNDER 420 C GOLDEN EDITION

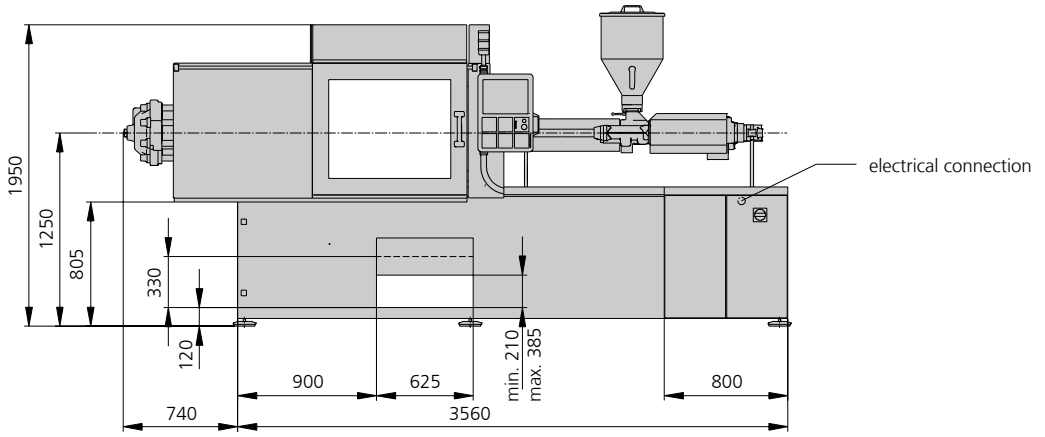
Technical data

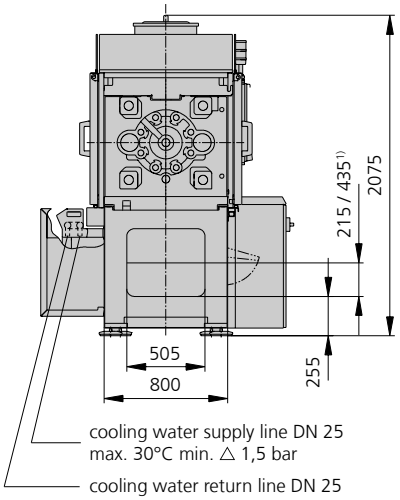
Tie bar distance: 420 x 420 mm

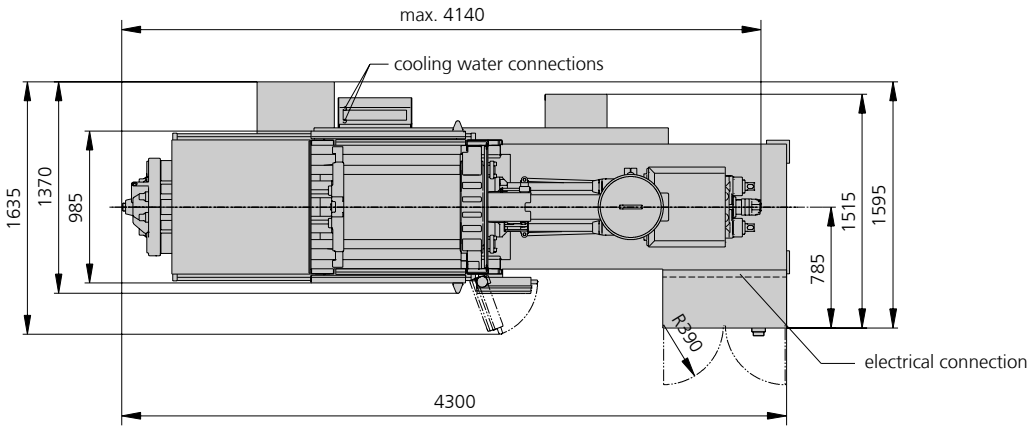
Clamping force: 1000 kN

Injection unit (according to EUROMAP): 290

ARBURG







1) Dimension only valid in conjunction with conveyor belt

Technical data | 420 C GOLDEN EDITION

Machine model			420 C GOLDEN EDITION
EUROMAP size indication[1]			1000-290
Clamping unit			
Clamping force	max.	kN	1000
Closing force	max.	kN	50
Opening force / increased	max.	kN	35 / 250
Opening stroke	max.	mm	500
Mould height	min.	mm	250
Daylight	max.	mm	750
Distance between tie bars		mm	420 x 420
Platen size (hor. x vert.)		mm	570 x 570
Weight of mov. mould half	max.	kg	600
Ejector force	max.	kN	40
Ejector stroke	max.	mm	175
Hydraulics, drive, general			
Drive power of the hydraulic pump		kW	15
Dry cycle time for opening stroke[5]		s-mm	1,8-294
Total connected load[2]		kW	23,9
Colour: plastic coated, structure light grey / mint green / canary yellow			
Control cabinet			
Safety standard according to			DIN EN 60204
Socket combination (1 single phase, 1 three-phase)			1 x 16 A
Injection unit			290
Screw diameter		mm	30 / 35 / 40
Effective screw length		L/D	23,3 / 20 / 17,5
Screw stroke	max.	mm	150
Calculated injection volume	max.	cm^3	106 / 144 / 188
Shot weight	max.	g PS	97 / 132 / 172
Material throughput[4]	max.	kg/h PS	17 / 20,5 / 24,5
	max.	kg/h PA 6.6	8,5 / 10,5 / 12,5
Injection pressure[3]	max.	bar	2500 / 2000 / 1530
Injection flow[3]	max.	cm^3/s	102 / 140 / 182
Back pressure positive / negative	max.	bar	350 / 200
Circumferential screw speed	max.	m/min	46 / 54 / 62
Screw torque	max.	Nm	320 / 380 / 430
Nozzle contact force	max.	kN	60
Nozzle retraction stroke	max.	mm	240
Installed cylinder heating power / heating zones		kW	5,8 / 4
Installed nozzle heating power		kW	0,6
Material hopper capacity		l	50
Machine dimensions and weights of the basic machine			
Oil capacity		l	235
Net weight		kg	3650
Electrical connection (pre-fused)[2]		A	80

1) 1st figure: clamping force (kN), 2nd figure: max. dosage volume (cm^3) x max. injection pressure (kbar)
2) Values refer to 400 V/50 Hz. The load is symmetrically distributed on three phases (observe phase loading when installing new equipment)
3) A combination of max. injection pressure and max injection flow (max. injection capacity) can be mutually exclusive, depending on the equipment-related motor output
4) Deviations are possible depending upon process settings and material type
5) According to EUROMAP

These technical data specifications refer to the state at the time of printing. We reserve the right to modify specifications in the interest of a continuous program of further development.

Control system and control cabinet

■ SELOGICA direct control system (touchscreen user interface for direct data access)
■ Available in different languages
■ Language change
■ Operator authorisation via chip card
■ Cycle sequence programming with symbols
■ Cycle step display in sequence diagram
■ Cycle time diagram
■ Swivelling monitor unit, central on the operator's side, with colour monitor
■ Process graphics for injection speed, screw stroke and injection pressure
■ Quality assurance program with fault evaluation and monitoring chart
■ Optimisation and user help, follow-up functions at program end, for freely programmable parameter pages, selectable units
■ Modular control cabinet design with self-recognition of plug-in circuit board system
■ Operating modes:
- Set up
- Freely programmed test run
- Reconfiguration
- Automatic purging and dosing
■ Data record management via Compact Flash
■ Visual warning signal (warning lamp)
○ Visual/audible warning signal (flashing light/siren)
■ Printer interface for hard copy, data record and quality protocol
■ Port for PC keyboard
○ Interfaces for: Plotter, robotic system according to EUROMAP 12 or 67, host computer, ALLROUNDER@web, colouring dosage unit, THERMOLIFT and temperature control units for moulds
■ Socket combination 1 CEE, 1 Schuko 230 V
○ Socket combination 1 CEE, 1 Schuko 230 V
○ 1 additional electric heating regulation circuit for the nozzle
○ Electric heating regulation circuits for moulds (adaptive) (3, 6); 10 A fuse for mould heating
○ 4 freely-programmable inputs/outputs
○ Core pull programs in many versions integrated in the SELOGICA control system

Machine base and hydraulic system

■ Free standing machine base on anti-vibration pads
■ Ergonomic protection cover with free access to mould and nozzle
■ Space for peripheral devices within floor space
■ The hydraulic system operates with two energy-saving variable displacement pumps and a servo valve for pressure and speed regulation
■ Minimum oil volume, oil change interval every 20,000 hours
■ Monitoring of oil level, oil temperature and oil filter contamination
■ Fine mesh oil filter in the return line
■ Mechanical regulation of hydraulic oil temperature
○ Electronic regulation of hydraulic oil temperature. Display and monitoring via screen
■ Hydraulic oil preheating program to reduce start-up time
○ Separate, continuous oil circulation for additional cooling and filtration
■ Manually adjustable, machine-related cooling water circuits with 4 free mould connections
○ Programmable, machine and mould-related cooling water circuits
○ 6 or 8 free cooling water circuits, manually adjustable
○ 1 central switch-off valve for cooling water
○ Conveyor belt (electrically driven), height-adjustable in 3 steps, can be integrated into the machine base with or without a sorter unit
○ Machine-side mould change device with electric hoist to facilitate mould installation

Clamping unit

■ Fully-hydraulic clamping system with 4 individually-removable tie bars
■ Vertical support of the movable mould platen
■ Movement profiles for the mould clamping unit are programmable and regulated. They are driven using two-circuit pump technology (Technology stage 2 - servo-regulated). The locking pressure is regulated. Simultaneous movement of nozzle and ejector is possible
■ Closing and opening profiles are 4-stage programmable
■ Intermediate stop possible when closing and opening
■ Regulated hydraulic mould protection with monitoring of mould protection time. Follow-up functions: Open or stop after 1 or 2 activations of mould protection
○ Extended mould protection (e.g. for spring moulds). Freely-programmable start and end
■ Automatic ramp course during switchover to a lower speed and during stopping of machine movements
■ Hydraulic ejector with rapid release coupling is integrated into the clamping system
■ Hydraulic ejector: Forces and speeds, multiple stroke (up to 10) and ejector advanced at end of cycle are programmable
■ Mould monitoring via plate safety mechanism
○ Hydraulic core pulls with rapid connect coupling on the movable mould platen
○ Hydraulic core pull movement profiles programmable and regulated
■ Attachment option for robotic system
○ Mould blow unit with pressure relief valve
○ Sorter unit (SELECTRON)
○ Mechanical mould closing protection

Injection unit

■ Central injection unit, can be repositioned and swivelled as a complete assembly
■ Plasticising module with universal screw, central coupling and adaptive temperature regulation, available in different diameters

- ■ Thermoplastic cylinder with universal screw in wear resistant execution
- ○ Thermoplastic cylinder, in highly wear resistant version
- ○ Thermoplastic screws for special applications, e.g. self-dyeing (mixing section), PVC (shear-sensitive), POM, PA (semi-crystalline)
- ■ Programmable nozzle speeds (advance 2, retract 1 stage) and advance and retract delay
- ■ Monitored nozzle contact
- ■ Continuous nozzle contact possible during the entire cycle
- ■ Programmable nozzle contact force
- ■ Regulated injection speed profile, 5-stage programmable with injection delay
- ■ Measurement, display and monitoring of the injection time, switchover volume and switchover pressure
- ■ Switch over to holding pressure as a volume or time dependent function
- ■ Material cushion monitoring
- ■ Holding pressure profile regulated via polygon with 10 base points
- ■ Programmable delay times for all movements
- ■ Screw circumferential speed display
- ■ Positive and negative programmable back pressure
- ■ Dosage time display with programmable dosage time monitoring
- ■ Dosage possible before or after nozzle retraction
- ■ Material decompression with programmable decompression speed, before and after dosage
- ■ Open nozzle with screw-in tip
- ○ Needle type shut off nozzle, spring force actuated
- ■ Zone-dependent monitoring of heating circuits for continuity, short circuit and defective sensors
- ■ Temperature monitoring with release tolerance range and zone-dependent monitoring tolerance
- ■ Automatic temperature reduction can be selected in case of fault or after automatic switch off
- ■ 50 litre corrosion proof stainless steel material hopper, movable to a blocking and emptying position
- ○ Granulate feed zone temperature programmable and regulated with monitoring

Extended functions

- ■ Extended monitoring of the mechanical mould and machine sequence for complex applications
- ■ Extended machine movements: Increase in the number of movement stages, intermediate stop functions and extended locking force program
- ■ Production control with nominal temperature value control, programmable alarm cycles, programmable switch-on/switch-off sequences as well as time-controlled automatic switch-on/off in second programming level for follow-up batch

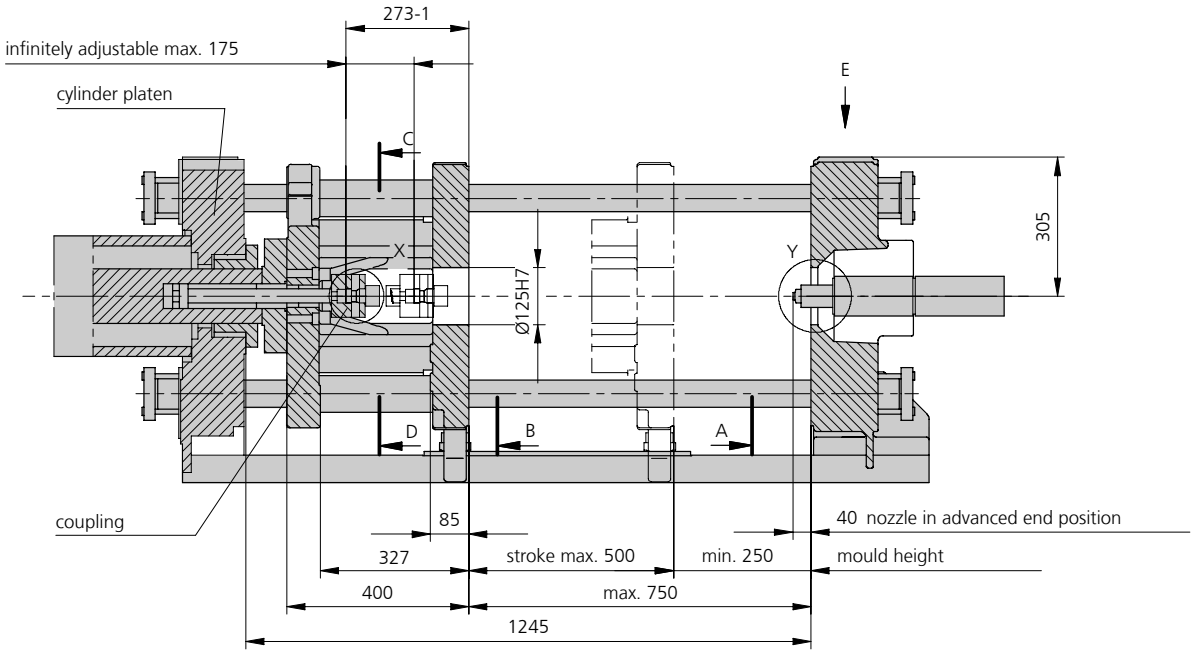
Regulated parameters

- ■ Control cabinet temperature
- ■ Hydraulic oil temperature
- ■ Plasticising cylinder temperature (adaptive)
- ■ Screw rotation speed
- ■ Injection flow or injection speed
- ■ Holding pressure
- ■ Movements and force of mould, nozzle and ejector
- ■ Ramp course for movement of mould, ejector and nozzle to end position
- ■ Back pressure
- ○ Electrical mould heating circuits (adaptive)
- ○ Mould cooling circuits
- ○ Granulate feed zone temperature

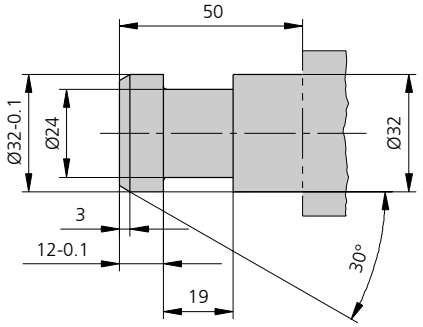
Robotic systems

- ○ MULTILIFT SELECT: Pre-configured robotic system operating vertically from above, with three servo-electrically driven axes

■ Basic machine
○ Options

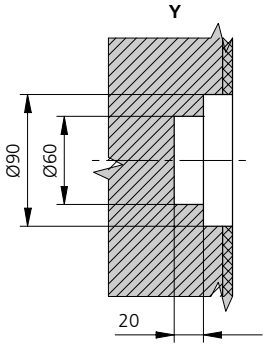


X



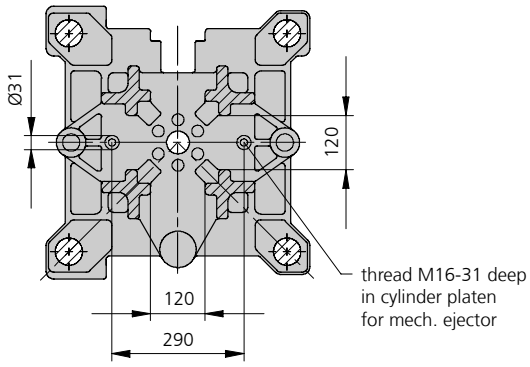
ejector bolt

Y

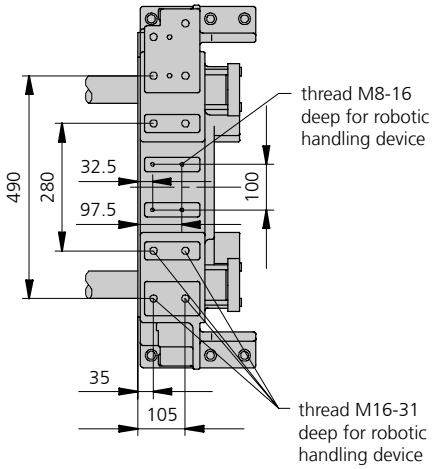


counter bore in the mould
required only for short sprue

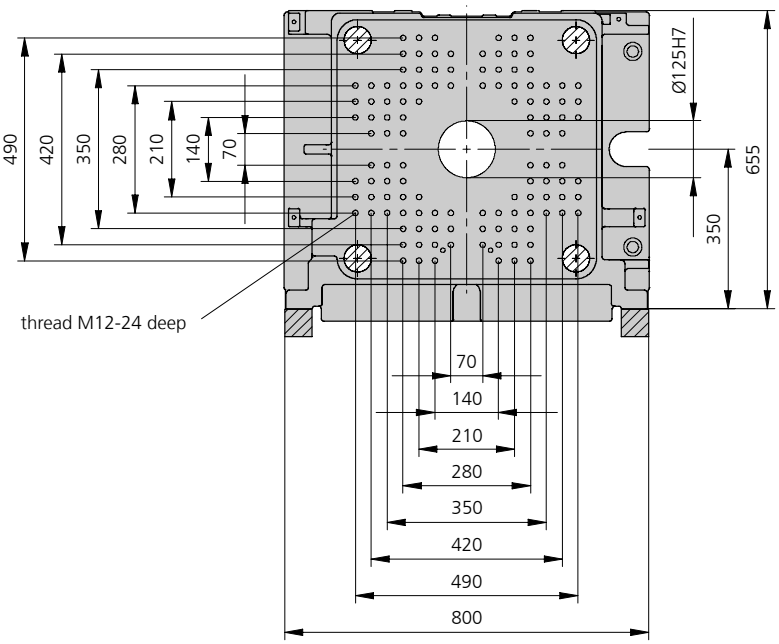
View C-D



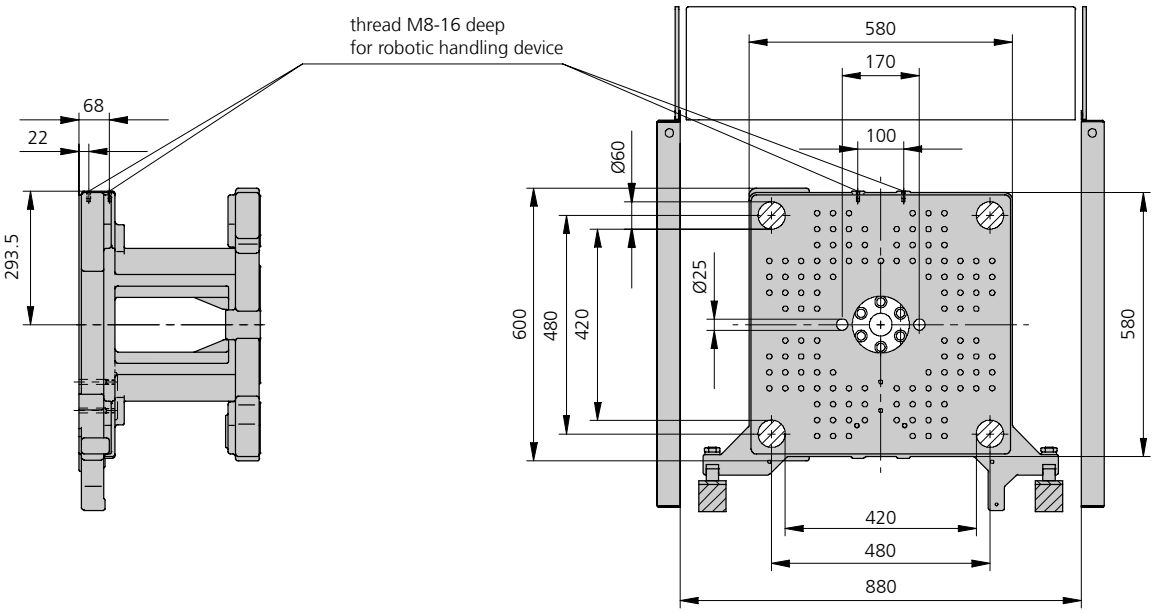
View E

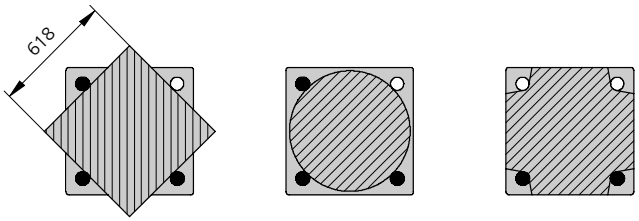


Fixed platen
View A



Movable platen
View B





Useable mounting surface with tie bars removed

Maximum theoretical shot weights for the most important injection moulding materials (in grams)				
Injection units according to EUROMAP		**290**		
Screw diameter	mm	**30**	**35**	**40**
Polystyrene	PS	97	132	172
Styrene heteropolymerizates	SB	95	129	168
	SAN, ABS[1)]	93	126	165
Cellulose acetate	CA[1)]	109	148	194
Celluloseacetobutyrate	CAB[1)]	101	138	180
Polymethyl methacrylate	PMMA	100	136	178
Polyphenylene ether, mod.	PPE	90	122	160
Polycarbonate	PC	102	139	181
Polysulphone	PSU	105	143	187
Polyamides	PA 6.6, PA 6[1)]	96	131	171
	PA 6.10, PA 11[1)]	90	122	160
Polyoximethylene (Polyacetal)	POM	120	163	213
Polyethylene terephthalate	PET	115	157	205
Polyethylene	PE-LD	73	100	130
	PE-HD	76	103	134
Polypropylene	PP	77	105	137
Fluorpolymerides	FEP, PFA, PCTFE[1)]	155	211	276
	ETFE	136	185	242
Polyvinyl chloride	PVC-U	117	159	208
	PVC-P[1)]	108	147	192

1) average value

ARBURG GmbH + Co KG
Postfach 11 09 · 72286 Lossburg · Tel.: +49(0)7446 33-0 · Fax: +49(0)7446 33-3365 · www.arburg.com · e-mail: contact@arburg.com
With locations in | Europe: Germany, Belgium, Denmark, France, United Kingdom, Italy, Netherlands, Austria, Poland, Switzerland, Slovakia, Spain, Czech Republic, Turkey, Hungary **| Asia:** People's Republic of China, Indonesia, Malaysia, Singapore, Thailand, United Arab Emirates **| America:** Brazil, Mexico, USA
For more information, please go to **www.arburg.com.**

© 2010 ARBURG GmbH + Co KG
The brochure is protected by copyright. Any utilisation, which is not expressly permitted under copyright legislation, requires the previous approval of ARBURG.

All data and technical information have been compiled with great care. However, we are unable to guarantee its correctness. Individual illustrations and information may deviate from the actual delivery condition of the machine. The relevant valid operating instructions are applicable for the installation and operation of the machine.

ARBURG GmbH + Co KG Quality:
DIN EN ISO 9001 + 14001 certified

523677_EN_GB_102010 · Subject to alterations