

**PERANCANGAN MESIN *HOT PRESS* UNTUK PENGOLAHAN
LIMBAH SAMPAH PLASTIK MENJADI PRODUK
*PLASTIC SHEET***

SKRIPSI

OLEH :

**HELFRAN SIMANGUNSONG
208130032**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2024**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 23/1/25

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)23/1/25

HALAMAN JUDUL

PERANCANGAN MESIN *HOT PRESS* UNTUK PENGOLAHAN LIMBAH SAMPAH PLASTIK MENJADI PRODUK *PLASTIC SHEET*

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

Oleh :
HELFRAN SIMANGUNSONG
208130032

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2024**

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Proposal : Perancangan mesin *hot press* untuk pengolahan limbah sampah plastik menjadi produk *plastic sheet*

Nama Mahasiswa : Helfran Simangunsong

NIM : 208130032

Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing



Ir. Tino Hermanto, ST., M.Sc., IPP
Pembimbing



Dr. Eng. Supriatno, S.T., M.T
Dekan



Dr. Iswandi, ST., MT.
Ka Prodi

Tanggal Lulus: 19 September 2024

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 19 September 2024



Helfran Simangunsong
NPM 208130032

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan
dibawah ini:

Nama : Helfran Simangunsong
NPM : 208130032
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis

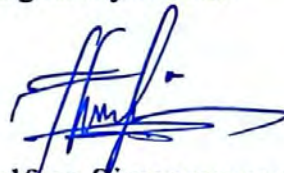
Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada
Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive
Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul: “Perancangan mesin
hot press untuk pengolahan limbah sampah plastik menjadi produk *plastic sheet*”.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) dengan Hak Bebas Royalti
Non eksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih
media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat,
dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan
nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta. Demikian
pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Dibuat di: Universitas Medan Area

Pada Tanggal: 19 September 2024

Yang menyatakan:



(Helfran Simangunsong)

NPM 208130032

ABSTRAK

Limbah sampah plastik sangat berkaitan dengan perancangan mesin *hot press*. Tujuan dari perancangan ini adalah merancang mesin *hot press* dengan pengolahan limbah sampah plastik menjadi produk *plastic sheet* dan mengevaluasi keamanan dan keselamatan kerja untuk pengoperasian mesin *hot press*. Metode yang digunakan dalam perancangan ini adalah kuantitatif. Teknik pengambilan data dalam perancangan ini yaitu melakukan pengumpulan data rancangan. Hasil dari perancangan ini didapat kapasitas beban kritis dari besi *hollow* 4019,23 kN, tekanan pegas sebesar 100.000 Pa. Tekanan dongkrak yang didapat sebesar 5,3 MPa dan pemakaian daya listrik pada mesin *hot press* adalah 2,22 Kw. Daya listrik yang digunakan untuk 10 *heater cartridge* sebesar 1.472,42 Watt dan tekanan cetakan 2,20 kN dan luas area 4,16 cm², ketebalan 10 mm serta kerapatan *plastic sheet* didapat berkisar 950 kg/m³. Kesimpulan dari perancangan mesin *hot press* ini adalah Ukuran rangka mesin *hot press* pada penelitian ini 600 mm x 600 mm dan tinggi 1200 mm dengan profil besi *hollow* berkisar 40 mm x 40 mm serta kapasitas beban kritis dari besi *hollow* sebesar 4019,23 kN dengan tekanan pegas yaitu 100.000 Pa dan jumlah lilitan pada pegas adalah 7 lilitan dan tekanan dongkrak yang didapat sebesar 5,3 MPa dengan pemakaian daya listrik pada mesin *hot press* adalah 2,22 Kw atau 2,98 HP. Daya listrik yang digunakan untuk 10 *heater cartridge* sebesar 1.472,42 Watt dengan kapasitas tekanan cetakan 2,20 kN dengan luas area 4,16 cm², ketebalan 10 mm dan kerapatan *plastic sheet* didapat berkisar 950 kg/m³. Untuk keselamatan kerja dan evaluasi harus selalu menggunakan alat pelindung diri (APD), mematuhi prosedur pengoperasian mesin *hot press* dan melakukan evaluasi keadaan darurat.

Kata Kunci : Mesin *hot press*, Perancangan, *Plastic Sheet*, Pemanas *Cartridge*.

ABSTRACT

Plastic waste is closely related to the design of a hot press machine. The purpose of this design is to develop a hot press machine that processes plastic waste into plastic sheets and to evaluate the safety and operational security of the hot press machine. The method used in this design was Quantitative. The data collection technique involved gathering design data. The results of this design include a critical load capacity of the hollow iron of 4019.23 kN, a spring pressure of 100,000 Pa, a jack pressure of 5.3 MPa, and an electrical power usage of the hot press machine of 2.22 kW. The electrical power used for 10 cartridge heaters is 1,472.42 watts, with a mold pressure of 2.20 kN and an area of 4.16 cm², a thickness of 10 mm, and a plastic sheet density of around 950 kg/m³. The conclusion of this hot press machine design is that the frame size of the hot press machine in this study is 600 mm x 600 mm with a height of 1200 mm, using a hollow iron profile of approximately 40 mm x 40 mm. The critical load capacity of the hollow iron is 4019.23 kN with a spring pressure of 100,000 Pa and a spring coil count of 7. The jack pressure obtained is 5.3 MPa, with an electrical power usage of the hot press machine of 2.22 kW or 2.98 HP. The electrical power used for 10 cartridge heaters is 1,472.42 watts, with a mold pressure capacity of 2.20 kN, an area of 4.16 cm², a thickness of 10 mm, and a plastic sheet density of around 950 kg/m³. For safety and evaluation, personal protective equipment (PPE) must always be used, the operating procedures of the hot press machine must be followed, and emergency evaluations must be conducted.

Keywords: Hot press machine, Design, Plastic Sheet, Heating Cartridge.



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia Nya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian ini ialah Perancangan mesin *hot press* untuk pengolahan limbah sampah plastik menjadi produk *plastic sheet*.

Terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Tino Hermanto, ST., M.Sc selaku pembimbing yang telah banyak memberikan saran. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada Alm. ayah saya Jonges Simangunsong dan Alm. ibu saya Rohani Simanjuntak serta seluruh keluarga dan kawan-kawan atas segala doa dan perhatiannya.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir/skripsi ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan tugas akhir/skripsi ini. Penulis berharap tugas akhir/skripsi ini dapat bermanfaat baik untuk kalangan pendidikan dan juga masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Penulis



Helfran Simangunsong

NPM. 208130032

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
RIWAYAT HIDUP.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR NOTASI.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Hipotesis Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengertian Sampah Plastik	5
2.2 Mesin <i>Hot Press</i>	9
2.3 Perancangan Mesin <i>Hot Press</i>	14
2.4 Metode Perancangan.....	21
2.5 Klasifikasi Perancangan Mesin.....	24
2.6 Perhitungan Elemen dan Komponen Mesin <i>Hot Press</i>	26
2.7 Material Mesin Hot Press	38
2.8 Keamanan dan Keselamatan Kerja	50
2.9 Prinsip Kerja Mesin <i>Hot Press</i>	55
2.10 Pemilihan Bahan	57
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	60
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	60
3.2 Bahan dan Alat	60
3.3 Metodologi Penelitian.....	62
3.4 Populasi dan Sampel.....	64
3.5 Prosedur Kerja	66
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	78
4.1 Hasil.....	78

4.2 Pembahasan	81
4.3 Prosedur Pengoperasian Mesin <i>Hot Press</i> (K3)	112
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	119
5.1 Simpulan	119
5.2 Saran	119
DAFTAR PUSTAKA	120
LAMPIRAN	122



DAFTAR TABEL

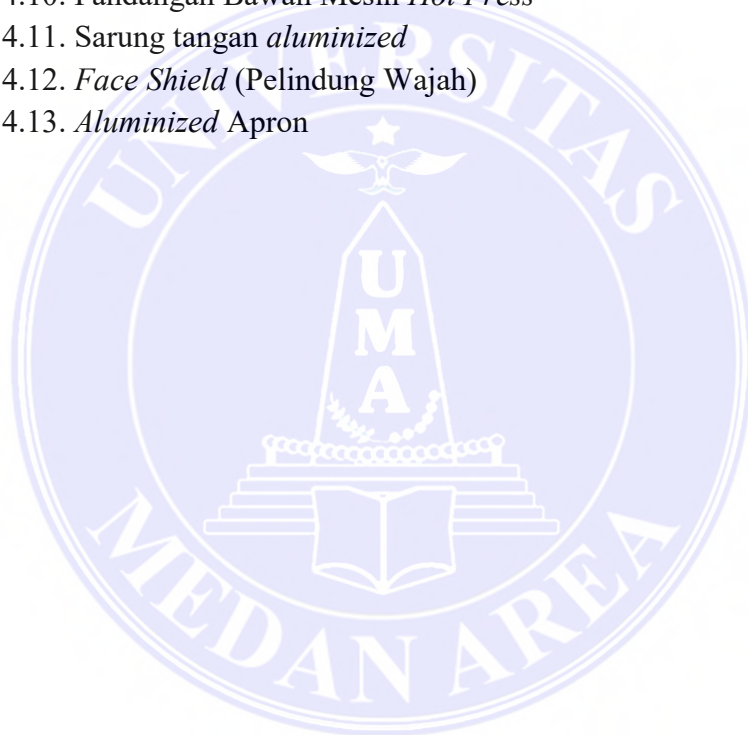
Tabel 2.1. Jenis plastik, kode dan penggunaannya	9
Tabel 2.2. Contoh Data Analisis Termal	21
Tabel 4.2. Spesifikasi Besi <i>Hollow</i>	85
Tabel 4.3. Spesifikasi Tumpuan Dongkrak Hidrolik	85
Tabel 4.4. Spesifikasi Pegas	90
Tabel 4.5. Spesifikasi Dongkrak Hidrolik	91
Tabel 4.6. Daya Listrik pada Mesin <i>Hot Press</i>	94
Tabel 4.7. Spesifikasi <i>Heater Catridge</i>	94
Tabel 4.8. Spesifikasi <i>solid state relay</i> (SSR)	103
Tabel 4.9. Spesifikasi <i>thermocouple</i>	104
Tabel 4.10. Spesifikasi <i>PID Controller</i>	105
Tabel 4.11. Spesifikasi Panel Listrik	105
Tabel 4.12. Spesifikasi Plat Aluminium	106
Tabel 4.13. Plat <i>stainless steel</i>	106
Tabel 4.14. Pembacaan Suhu oleh Sensor Termokopel	108
Tabel 4.15. Kapasitas Produksi	112



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Nomor kode plastik	6
Gambar 2.2. Mesin <i>Hot Press</i>	10
Gambar 2.3. <i>Hydraulic Hot Press</i>	11
Gambar 2.4. <i>Pneumatic Hot Press</i>	12
Gambar 2.5. <i>Multi-Daylight Hot Press</i>	12
Gambar 2.6. Prinsip <i>Thermoforming</i>	17
Gambar 2.7. Prinsip <i>Press Molding</i>	19
Gambar 2.8. Dongkrak Botol	27
Gambar 2.9. Dongkrak Mekanis	28
Gambar 2.10. Dongkrak Pneumatik	28
Gambar 2.12. Cetakan Bukaan Sederhana (<i>Flat Mold</i>)	30
Gambar 2.13. Cetakan untuk Papan Serat (<i>Fiberboard Mold</i>)	32
Gambar 2.14. Kompaksi (<i>Compression Mold</i>)	33
Gambar 2.15. Pegas	35
Gambar 2.16. Sambungan Baut dan Mur	37
Gambar 2.17. Plat Aluminium Lapisan (<i>Clad Aluminum Plates</i>)	39
Gambar 2.18. Plat Aluminium Tahan Panas	40
Gambar 2.19. Plat Besi	41
Gambar 2.20. Besi <i>Hollow</i>	42
Gambar 2.21. <i>Aluminium Bars</i>	43
Gambar 2.22. Insulasi	43
Gambar 2.23. Triplek	44
Gambar 2.24. Kotak Panel	44
Gambar 2.25. Pemanas Kartrid (<i>Cartridge Heaters</i>)	46
Gambar 2.26. Pemanas Strip Baja	47
Gambar 2.27. Pipa Panas Listrik Bersirip Tipe U	48
Gambar 2.28. <i>Ceramic terminals</i>	48
Gambar 2.29. Termokopel (<i>Thermocouple</i>)	49
Gambar 2.30. Pengukur tekanan (<i>Pressure Gauge</i>)	50
Gambar 2.31. <i>Head Shield</i>	51
Gambar 2.32. Apron	52
Gambar 2.33. Kacamata	53
Gambar 2.34. Sarung Tangan (<i>Gloves</i>)	53
Gambar 2.35. Sepatu <i>Safety</i>	54
Gambar 2.36. Sarung Tangan Tahan Panas	54
Gambar 2.37. Pakaian Tahan Panas	55
Gambar 3.1. Buku Gambar	61
Gambar 3.2. Kertas HVS	61
Gambar 3.3. Tampilan <i>Solidworks</i>	62

Gambar 3.4. Laptop	62
Gambar 3.5. Diagram Alir Penelitian	77
Gambar 3.6. <i>System</i> Rangkaian Kelistrikan Mesin <i>Hot Press</i>	107
Gambar 4.1. Draf Rancangan Mesin <i>Hot Press</i>	78
Gambar 4.2. Konsep Rancangan 1	82
Gambar 4.3. Perancangan Konsep 2	83
Gambar 4.4. Konsep Rancangan 3	84
Gambar 4.5. Pegas	90
Gambar 4.6. <i>Solid State Relay</i> (SSR)	103
Gambar 4.7. <i>PID controller</i>	105
Gambar 4.8. Pandangan Depan Mesin <i>Hot Press</i>	109
Gambar 4.9. Pandangan Samping Mesin <i>Hot Press</i>	110
Gambar 4.10. Pandangan Bawah Mesin <i>Hot Press</i>	110
Gambar 4.11. Sarung tangan <i>aluminized</i>	116
Gambar 4.12. <i>Face Shield</i> (Pelindung Wajah)	117
Gambar 4.13. <i>Aluminized Apron</i>	118



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Sheet Catridge Heater	123
Lampiran 2. Data Sheet SSR (Solid State Relay)	124
Lampiran 3. Data Sheet Termokopel Tipe K	125



DAFTAR NOTASI

P	= Tekanan (N/m^3)
F	= Gaya Tekan (kgm/s^2)
A	= Luas Bidang (m^3)
<i>Press Capaciti</i>	= Kapasitas Maksimum <i>Press</i> (kN)
<i>A ram area</i>	= Luas daerah <i>ram silinder Hidraulik</i> (cm^2)
<i>Hidraulic Prersure</i>	= Tekanan <i>Hidraulik</i> (MPa)
A	= Luas Penampang Produk (cm^2)
P	= Daya (w)
V	= Tegangan (Volt)
I	= Arus
AC	= Arus bolak-balik
DC	= Arus Searah
N	= Jumlah Lilitan
G	= Modulus geser pegas
D	= Diameter kawat pegas
R	= Radius dari Lilitan pegas
F	= Gaya yang diberikan pegas
P	= Tekanan
A	= Luas penampang pegas
W/Q	= Energi (Joule)
I	= Arus (A)
V	= Tegangan
t	= Waktu (Menit)
R	= Hambatan (Ω)
(V)P	= Daya (watt)
Q	= Laju perpindahan panas (Watt)
k	= konduktivitas termal bahan (Watt/meter-Kelvin)
A	= luas penampang (m^2)
$\frac{dT}{dx}$	= Gradien suhu (kelvin/meter)
P_{cr}	= Critical Load
π^2	= Kotanta Matematika
E	= Modulus Elastisitas
I	= Moment <i>Of Inertia</i>
K	= <i>Effective Length Factor</i>
L	= <i>Length of the Column</i>
(KL) ²	= <i>Effective Length Squared</i>
HP	= Hase Power
KP	= Kapasitas Produksi (kg/jam)
W	= Berat Plastik (kg)
GPa	= Giga Pascal
MPa	= Mega Pascal

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Sampah merupakan permasalahan yang belum ditemukan solusi yang tepat. Selain itu, sampah plastik membutuhkan waktu yang sangat lama untuk terurai. Kondisi yang ada di lingkungan masyarakat, dimana teknologi pengolahan sampah masih kurang, menyebabkan pencemaran lingkungan semakin meningkat dan jumlah sampah semakin meningkat. Kondisi mesin daur ulang plastik saat ini berharga ratusan juta. Sehingga diperlukan mesin yang terjangkau namun performanya sama dengan mesin yang ada di pasaran. Salah satunya adalah pemanfaatan sampah plastik menjadi produk *plastic sheet* dengan menggunakan mesin *hot press*.

Masalah potensial lainnya adalah pemanasan. Tingkat pemanasan yang terlalu tinggi, yang menyebabkan perbedaan suhu yang besar antara permukaan dan inti, dapat merusak cetakan atau sampel yang ditekan. Model casting yang biasanya menggunakan metode *open injection molding*, terlebih dahulu dipanaskan secara terbuka dan berongga. Pemanasan yang terlalu lama dapat merusak pengeringan sampel cetakan karena perbedaan suhu sampel dan pemanas. Rusaknya sampel, menempelnya sampel pada pelat besi cetakan, dan melelehnya sampel dimungkinkan karena suhu yang tidak stabil. Ada beberapa mesin *hot press* yang diproduksi dan beredar di pasaran yang masih memiliki beberapa kelemahan, diantaranya adalah pemanas internal, pada umumnya pemanas ruangan tidak dapat menahan suhu tinggi dalam waktu yang lama.

Masalah ini menyebabkan seringnya terjadi gangguan pada arus listrik rangkaian sel. Kelemahan lain yang sama pentingnya adalah sistem kontrol dan suhu dalam ruangan seringkali tidak akurat dan tidak sesuai dengan panas sebenarnya. Kasus seperti ini sangat fatal bila terjadi kegagalan produksi pada *hot press*, dimana material dipanaskan atau dicairkan. Integrasi elemen-elemen penting ke dalam sistem pemanas *Press* harus dipertimbangkan dan dianalisis secara menyeluruh. Kebocoran panas yang besar dan konsentrasi material pada mesin pengepres panas menyebabkan kerugian yang cukup besar terutama dalam hal keselamatan operasional. (Harahap, M. H., Ritonga, 2021).

Kurangnya ekspansi termal yang seragam pada pengepresan panas juga menyebabkan pemanasan atau peleburan material yang tidak merata, yang juga menyebabkan kegagalan produksi. Keterbatasan dan kelemahan mesin kompresi dapat diatasi dengan beberapa cara, misalnya dengan merancang sistem pengatur suhu berbasis sensor termal yang retensi panasnya melebihi suhu pengoperasian sistem pemanas. Detektor unsur-unsur berbahaya juga harus dipasang pada mesin pengepres panas yang dilengkapi dengan sistem pemantauan untuk pemberitahuan waktu nyata. Mesin *hot press* harus dirancang dengan baik sesuai dengan jumlah rangkaian pemanas, ketebalan isolasi lapisan keramik dan baja bagian luar untuk mencapai efisiensi kerja mesin *hot press* yang tinggi (Fariz Riza Prayoga, 2018). Begitu pula pada saat pemasangan *heater* harus dilakukan dengan cepat, tingkat kebisingan dan sistem sirkulasi internal *hot press* harus paket hemat energi (Harahap, M. H., Ritonga, 2021). Berdasarkan latar belakang diatas maka penulis akan melakukan penelitian tentang “Perancangan mesin *hot press* untuk pengolahan limbah sampah plastik menjadi produk *plastic sheet*”.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dipaparkan, maka ditemukan masalah yang berkaitan dengan penelitian ini. Adapun perumusan masalah dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana model perancangan mesin *hot press* untuk daur ulang sampah plastik menjadi produk *plastic sheet* dan dapat digunakan secara optimal?
2. Bagaimana mengevaluasi keamanan dan keselamatan kerja untuk pengoperasian mesin *hot press*?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut:

1. Merancang mesin *hot press* dengan sistem pemanas untuk proses pengolahan limbah plastik menjadi produk *plastic sheet*.
2. Mengevaluasi keamanan dan keselamatan kerja untuk pengoperasian mesin *hot press*.

1.4 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah dan tujuan penelitian diatas, adapun hipotesis penelitian ini adalah Terdapat hubungan positif antara variabel suhu, tekanan, dan waktu proses pada mesin hot press dengan kualitas dan keberhasilan proses pengolahan limbah sampah plastik menjadi produk *plastic sheet*

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian berkenan dengan manfaat ilmiah dan praktis dari hasil penelitian. Adapun manfaat ilmiah dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Dapat mengetahui mekanisme perancangan mesin *hot press* pengolahan limbah plastik menjadi produk *plastic sheet*.

2. Desain mesin *hot press* yang dioptimalkan dapat meningkatkan efisiensi proses konversi limbah plastik menjadi produk *plastic sheet*. Ini dapat berkontribusi pada peningkatan produktivitas dan mengurangi energi yang diperlukan untuk mencapai hasil yang diinginkan.
3. Evaluasi keamanan dan keselamatan kerja pada pengoperasian mesin *hot press* dapat memberikan panduan dan rekomendasi untuk menciptakan lingkungan kerja yang aman. Ini dapat mengurangi risiko kecelakaan dan cedera pekerja yang terkait dengan operasional mesin.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Sampah Plastik

Secara umum, plastik memiliki kepadatan yang rendah, isolasi listrik, kekuatan mekanik yang bervariasi, ketahanan suhu yang terbatas, dan ketahanan kimia yang bervariasi. Selain itu, plastik ringan, mudah dibuat, dan murah pembuatannya. Terlepas dari semua manfaat tersebut, sayangnya sampah plastik menimbulkan masalah bagi lingkungan. Penyebabnya adalah sifat plastik yang tidak terurai di dalam tanah. Plastik adalah polimer yang terbuat dari rantai panjang atom yang terikat menjadi satu. Rantai ini membentuk banyak unit molekul berulang, atau “monomer”.

Plastik adalah bahan kemasan utama saat ini plastik dibagi menjadi dua klasifikasi utama berdasarkan keekonomian dan kegunaannya: plastik standar dan plastik rekayasa. Plastik standar dicirikan oleh produksi massal dan harga murah, dan sering digunakan dalam bentuk produk sekali pakai karena sifat mekaniknya yang baik dan daya tahannya yang baik. Konsumsi plastik rekayasa di seluruh dunia mencapai sekitar $1,5 \times 10^9$ kg/tahun pada akhir tahun 1980an, dengan poliamida, polikarbonat, asetal, poli (fenilen oksida), dan poliester menguasai 99% pasar.

Potensi Limbah Sampah Plastik Indonesia merupakan salah satu negara penghasil sampah plastik terbesar di dunia. Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), pada tahun 2021, Indonesia menghasilkan 68 juta ton sampah plastik. Sebanyak 32,4 juta ton di antaranya dibuang ke lingkungan dan tidak terkelola dengan baik. Potensi limbah sampah

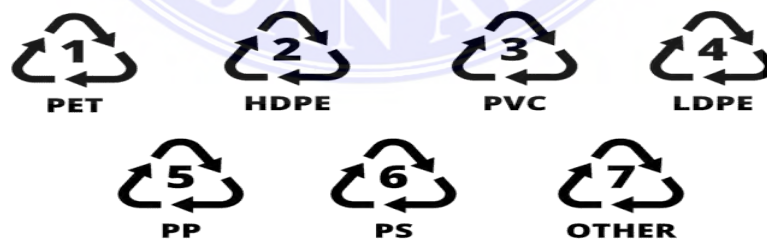
plastik sangat besar untuk dimanfaatkan kembali. Salah satu cara untuk mengolah limbah sampah plastik adalah dengan mendaur ulangnya menjadi produk-produk baru. Salah satu produk yang dapat dihasilkan dari daur ulang sampah plastik adalah *plastic sheet*.

2.1.1 Jenis Jenis Plastik

Plastik dapat dibagi menjadi dua jenis: termoplastik dan termoset. Termoplastik adalah bahan plastik yang meleleh dan dapat dibentuk menjadi bentuk yang diinginkan bila dipanaskan hingga suhu tertentu. Duroplast, sebaliknya, mengacu pada plastik yang, setelah dipadatkan, tidak akan meleleh lagi meskipun dipanaskan.

2.1.2 Polimer Termoplastik

Berdasarkan sifat kedua kelompok plastik di atas, termoplastik termasuk jenis yang dapat didaur ulang. Untuk memudahkan identifikasi dan penggunaan, jenis plastik daur ulang diberi kode dalam bentuk angka. Bisa dilihat pada gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2.1. Nomor kode plastik

PETE atau PET (*polyethylene terephthalate*) biasa digunakan untuk botol plastik bening seperti botol air mineral dan botol minuman lainnya. Botol dan produk yang terbuat dari plastik ini hanya boleh digunakan satu kali karena

penggunaan berulang kali dapat memasukkan partikel berbahaya ke dalam bahan, yang dapat menyebabkan kanker dalam jangka panjang.

1. HDPE (*High Density Polyethylene*) mempunyai sifat bahan yang kuat dan keras serta tahan terhadap suhu tinggi. Bahan yang sering digunakan untuk botol susu putih, *Tupperware*, air mineral liter, dll.
2. PVC (*polivinil klorida*) merupakan plastik yang sulit didaur ulang. Plastik ini dikemas dalam kemasan plastik.
3. LDPE (*low-density polietilen*) sering digunakan dalam kemasan makanan, kemasan plastik, dan botol. Barang dengan jenis kabel ini dapat didaur ulang dan cocok untuk barang dengan fleksibilitas dan stabilitas tinggi. Meski merupakan bahan yang sulit pecah, namun cocok untuk wadah makanan karena tidak menimbulkan reaksi kimia dengan makanan kemasan.
4. PP (*polypropylene*) berwarna putih dan tidak transparan, namun memiliki ciri khas yang berkilau. *Polypropylene* lebih kuat dan ringan, memiliki permeabilitas uap yang lebih rendah, tahan terhadap minyak, dan stabil pada suhu tinggi.
5. PS (*polystyrene*) sering digunakan sebagai bahan wadah makanan *styrofoam* dan wadah minuman sekali pakai. Jika makanan bersentuhan dengan bahan polistiren, makanan dapat bocor atau bahan stirena dapat tercampur ke dalam makanan. Styrine berbahaya bagi otak, mengganggu keseimbangan hormonal pada wanita, serta mempengaruhi reproduksi dan saraf.

6. Ada empat jenis dan tujuh jenis plastik lainnya: SAN (*styrene/acrylonitrile*), ABS (*acrylonitrile/butadiene/styrene*), PC (*polycarbonate*), dan nilon.
7. Untuk jenis plastik 7 Other ini ada 4 jenis, yaitu SAN (*styrene acrylonitrile*), ABS (*acrylonitrile butadiene styrene*), PC (*polycarbonate*) dan Nylon.



Tabel 2.1. Jenis plastik, kode dan penggunaannya

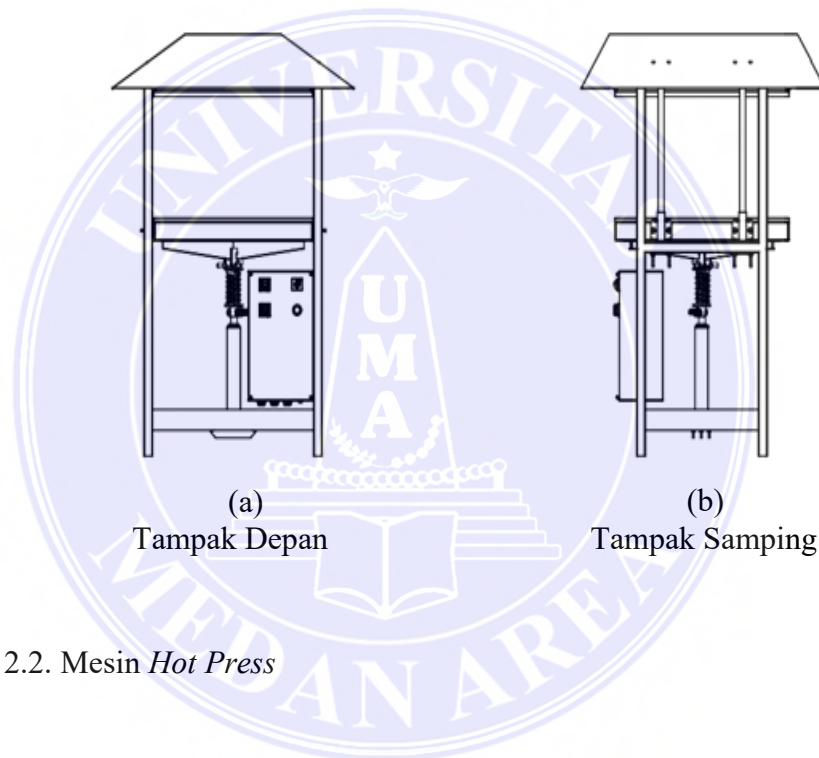
No. Kode	Jenis Plastik	Penggunaan
1	PET (<i>Polyethylene Terephthalate</i>)	Botol kemasan air mineral, botol minyak goreng, jus, botol sampat, botol obat, dan botol kosmetik.
2	HDPE (<i>High-Density Polyethylene</i>)	Botol obat, botol susu cair, jerigen pelumas dan botol kosmetik.
3	PVC (<i>Polyvinyl Chloride</i>)	Pipa selang air, pipa bangunan, mainan, taplak meja dari plastik, botol shampo dan botol sambal.
4	LDPE (<i>Low-Density Polyethylene</i>)	Kantong kresek, tutup plastik, plastik pembungkus daging beku dan berbagai macam plastik tipis lainnya.
5	PP (<i>Polypropylene</i> atau <i>Polypropene</i>)	Cup plastik, tutup botol dari plastik, mainan anak dan margarine
6	PS (<i>Polystyrene</i>)	Kotak CD, sendok dan garpu dari plastik, gelas plastik, atau tempat makanan dari styrofoam dan tempat makan plastik transparan.
7	<i>Other</i> (O), jenis plastik lainnya selain dari no. 1 hingga 6	Botol susu bayi, plastik kemasan, galon air minum, suku cadang mobil dan alat-alat rumah Tangga

2.2 Mesin Hot Press

Mesin *hot press* adalah alat yang digunakan untuk menekan material dengan tekanan yang disesuaikan dan dirancang untuk menghasilkan lembaran metal dan juga untuk membengkokkan lembaran logam dengan sudut tertentu sesuai dengan kebutuhan. *Hot press* terdiri dari tiga bagian utama: rangka, ram, dan tempat tidur.

Sistem mekanis di dalam mesin menggerakkan ram, yang ditransmisikan ke cetakan untuk menekan lembaran plastik, sehingga lembaran plastik dapat dibentuk dan dipotong tergantung pada kemampuan cetakan yang digunakan. Ada

tiga jenis pengepres tergantung pada daya yang digunakan: pengepres manual, pengepres hidrolis, dan pengepres mekanis. Mesin *hot press* dirancang secara bertahap dan menggunakan tenaga dongkrak botol sebagai akurator press matras yang tekanannya diatur. Upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu dengan pembuatan desain mesin *hot press*. (Nakula, 2014). Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.2 sebagai berikut.



Gambar 2.2. Mesin *Hot Press*

2.2.1 Jenis-Jenis Mesin *Hot Press*

1. *Hydraulic Hot Press*

Mesin press hidrolis sering digunakan untuk memperbaiki bagian-bagian sepeda motor yang rusak seperti segitiga dan pemutus cakram. Mesin ini digunakan untuk meluruskan segitiga atau piringan yang bengkok akibat benturan yang tidak disengaja. Mesin *press* hidrolis adalah mesin press yang bekerja berdasarkan teori hukum paskal yakni memanfaatkan tekanan yang diberikan pada

cairan untuk menekan atau membentuk. Komponen utama pada mesin ini adalah piston, silinder, pipa hidrolik dan beberapa komponen pendukung lainnya. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.3 sebagai berikut.



Gambar 2.3. *Hydraulic Hot Press*

2. *Pneumatic Hot Press*

Mesin *press* panas pneumatik adalah jenis mesin *press* panas yang menggunakan sistem udara bertekanan untuk memberikan tekanan pada material. Mesin ini menggunakan kekuatan udara bertekanan untuk menciptakan tekanan yang diperlukan pada suhu tinggi, yang memungkinkan material disambung atau direkatkan secara efektif. Alat pengepres panas pneumatik sering digunakan dalam produksi massal karena alat ini dapat memberikan tekanan dengan cepat dan efisien pada bahan yang sedang diproses. Mesin ini sering digunakan dalam industri kayu, plastik dan metalurgi untuk menghasilkan produk dengan kekuatan dan stabilitas yang lebih besar melalui pemanasan dan kompresi udara. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.4 sebagai berikut.



Gambar 2.4. *Pneumatic Hot Press*

3. *Multi-Daylight Hot Press*

Multi-Daylight Hot Press adalah jenis mesin penekan panas yang memiliki beberapa "daylight" atau ruang di antara plat pemanasnya. Mesin ini dirancang untuk memungkinkan penyatuan atau perekatan beberapa lapisan material secara bersamaan. Dengan adanya *multiple daylight*, pengguna dapat menempatkan berbagai material dalam satu siklus proses, meningkatkan efisiensi produksi. *Multi-Daylight Hot Press* umumnya digunakan dalam industri produksi panel kayu lapis atau produk sejenis, di mana kebutuhan untuk menekan beberapa lapisan material secara bersamaan sangat penting. Mesin ini memungkinkan pengaturan yang lebih efisien dan produktif dalam proses produksi yang melibatkan penyatuan material. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.5 sebagai berikut.



Gambar 2.5. *Multi-Daylight Hot Press*

2.2.2 Penentuan Suhu Pada Mesin *Hot Press*

Penentuan suhu pada mesin *hot press* sangat penting untuk memastikan perlakuan termal yang tepat pada material yang sedang diproses. Proses ini dimulai dengan memahami karakteristik termal material, seperti titik leleh, titik transisi gelas, dan stabilitas termal. Informasi ini dapat diperoleh dari data teknis produsen atau literatur yang tersedia. Selanjutnya, uji pendahuluan dilakukan untuk menentukan rentang suhu kerja yang sesuai. Uji ini melibatkan pemilihan beberapa suhu awal berdasarkan data yang ada, kemudian melakukan hot press pada suhu-suhu tersebut dengan pengaturan waktu yang sama. Hasil produk dari setiap uji kemudian dievaluasi untuk aspek-aspek seperti kekuatan, integritas struktural, dan kualitas permukaan.

Setelah mendapatkan rentang suhu kerja dari uji pendahuluan, dilakukan optimasi untuk menemukan suhu terbaik. Uji lanjutan dilakukan dalam rentang suhu yang lebih sempit, dengan mempertimbangkan waktu penekanan dan tekanan. Kombinasi terbaik dari suhu, waktu, dan tekanan dievaluasi untuk memastikan produk akhir memenuhi spesifikasi yang diinginkan. Setelah suhu optimal ditentukan, penting untuk menjaga kontrol suhu yang ketat selama proses produksi. Ini dapat dilakukan dengan menggunakan sensor suhu yang akurat dan melakukan kalibrasi rutin untuk memastikan akurasi sensor. Pemantauan suhu secara terus menerus juga penting untuk menghindari fluktuasi suhu yang tidak diinginkan.

Sebagai contoh, jika material yang digunakan adalah polipropilena dengan titik leleh 160°C dan stabilitas termal hingga 300°C, uji pendahuluan dapat dilakukan pada suhu 170°C, 180°C, dan 190°C dengan waktu penekanan yang

sama. Setelah hasil terbaik didapatkan pada suhu 180°C, uji lanjutan dilakukan pada suhu 175°C, 180°C, dan 185°C untuk menemukan kombinasi suhu dan waktu yang optimal. Setelah suhu optimal ditentukan, misalnya 180°C, sensor suhu digunakan untuk kontrol ketat, dan suhu dipantau terus menerus selama produksi.

Pendekatan ini memastikan kualitas produk yang dihasilkan dapat dijaga dan dioptimalkan, dengan proses *hot press* yang berjalan efisien dan efektif.

2.3 Perancangan Mesin *Hot Press*

Desain adalah rencana atau gambar yang dibuat untuk menunjukkan bagaimana seharusnya suatu bangunan, pakaian, atau benda lain terlihat, berfungsi, atau berfungsi sebelum dibangun atau diproduksi. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), desain adalah proses atau cara merancang, dan desain sendiri berarti meletakkan segala sesuatu pada tempatnya sebelum melakukan suatu kegiatan atau mengerjakan sesuatu. Oleh karena itu, desain dapat diartikan sebagai suatu proses yang terjadi sebelum terciptanya suatu desain. Desain juga merupakan langkah awal dalam proses pembuatan produk. Proses desain menciptakan ketentuan penting yang mempengaruhi aktivitas selanjutnya lainnya. Oleh karena itu, sebelum membuat suatu alat atau produk, ada baiknya Anda melalui proses desain dimana Anda membuat sketsa atau gambar sederhana dari produk yang ingin Anda buat.

Gambar sketsa yang dibuat digambar ulang dengan menggunakan terminologi gambar agar dapat dipahami oleh pihak yang terlibat dalam proses pembuatan produk. Gambar desain merupakan hasil akhir dari suatu proses

desain, yang tercipta dalam bentuk alat atau produk yang telah direncanakan sebelumnya. (Firdaus, M. 2022).

2.3.1 *Embodiment of Design*

Perwujudan perancangan tersebut adalah perancangan mesin *hot press*. Pada tahap ini, desain dikembangkan dengan mempertimbangkan kriteria teknis dan ekonomi serta informasi tambahan lainnya seperti informasi bahan, proses pembuatan, pengulangan bagian, dan kesesuaian desain dengan standar yang digunakan (Phal, 2007).

Langkah kerja yang dilakukan pada tahap ini adalah:

1. Mengidentifikasi kebutuhan penentu *embodiment*.
2. Membuat gambar berskala
3. Mengidentifikasi penentu *embodiment* pembawa fungsi utama
4. Mengembangkan layout sementara dan disain bentuk untuk penentu *embodiment* pembawa fungsi utama.
5. Mencari solusi bagi fungsi pendukung.
6. Mengembangkan *layout* detail dan bentuk disain untuk fungsi pembantu dan melengkapi *layout* keseluruhan.
7. Menetapkan *layout* sementara
8. Mengoptimalkan dan melengkapi disain bentuk.
9. Periksa kesalahan dan faktor pengganggu.
10. Persiapkan komponen sementara, dokumen produksi dan perakitan.
11. *Layout* akhir

Respon polimer terhadap gaya mekanik pada suhu tinggi berkaitan dengan struktur utama polimer. Berdasarkan perilakunya pada suhu tinggi, polimer

diklasifikasikan menjadi dua jenis: termoplastik dan termoset. Polimer termoplastik menjadi lunak jika dipanaskan dan mengeras jika didinginkan. Proses ini bersifat *reversibel* dan dapat diulangi.

Pada suhu tinggi, kekuatan ikatan sekunder dalam polimer melemah dan pergerakan molekul meningkat. Polimer termoplastik cenderung lunak. Karena struktur molekulnya, polimer linier dan beberapa polimer bercabang dengan rantai fleksibel termasuk dalam kategori termoplastik. Contoh termoplastik yang biasa ditemui dalam kehidupan sehari-hari antara lain polietilen, PET, dan PVC (Callister, 2007).

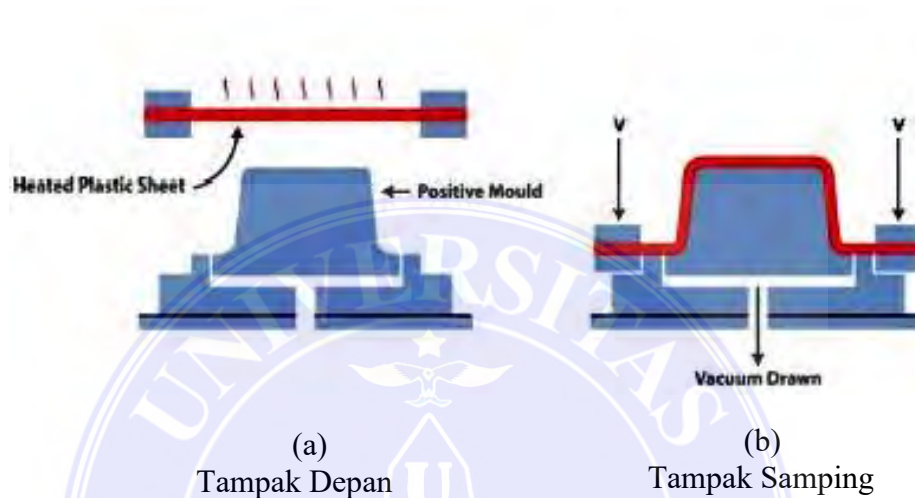
2.3.2 Polimer *Thermosetting*

Polimer *termoset* adalah polimer yang tidak melunak jika dipanaskan. Setelah terbentuk, polimer jenis ini mengeras secara permanen. Polimer termoset adalah polimer jaringan dengan sifat mekanik dan termal tertentu karena struktur molekulnya. Selama perlakuan panas, ikatan dalam rantai polimer termoset saling memperkuat di dalam rantai, menahan getaran dan gerakan rotasi. Oleh karena itu, polimer termoset tetap stabil pada suhu tinggi dan tidak melunak. Namun, jika suhu terlalu tinggi, polimer termoset berubah bentuk dan terurai. Polimer jenis ini lebih keras dan kuat dibandingkan polimer termoplastik. Contoh polimer termoset antara lain karet vulkanisasi, epoksi, dan resin poliester (Callister, 2007).

2.3.3 Proses *Thermoforming* Pada Plastik

Menurut Strachan, 2013, *thermoforming* adalah suatu proses dimana lembaran plastik termoset dipanaskan dan dibentuk, kemudian divakum atau dimasukkan ke dalam rongga cetakan. Plastik termoset tidak dapat diproses

dengan *thermoforming* karena tulang punggung molekulnya bersilangan dan tidak dapat dilunakkan dengan pemanasan. Contoh produk yang diproses menggunakan *thermoforming* antara lain naman kue dan es krim. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.6 sebagai berikut.



Gambar 2.6. Prinsip *Thermoforming*

2.3.4 *Compression Molding*

Pencetakan kompresi (*thermoforming*) atau yang lebih dikenal dengan teknik pembuatan berbagai produk komposit merupakan pencetakan tertutup (Shamsuri dan Daik, 2012). Di sisi lain, proses ini bekerja dengan memberikan tekanan tinggi pada bagian yang dicetak. Proses pencetakan kompresi ditunjukkan pada Gambar 2.6. Dua cetakan digabungkan untuk menghasilkan produk komposit. Bagian bawah mesin cetak kompresi biasanya memiliki pelat dasar yang dipasang secara statis atau permanen, dan pelat atas digunakan untuk bergerak ke atas dan ke bawah untuk mengatur tekanan yang diperlukan. Bahan penguat komposit dan matriks dimasukkan ke dalam cetakan sebelum proses

pemadatan. Selain produk komposit, kami juga dapat memproduksi bahan plastik cetakan kompresi (plastik komposit).

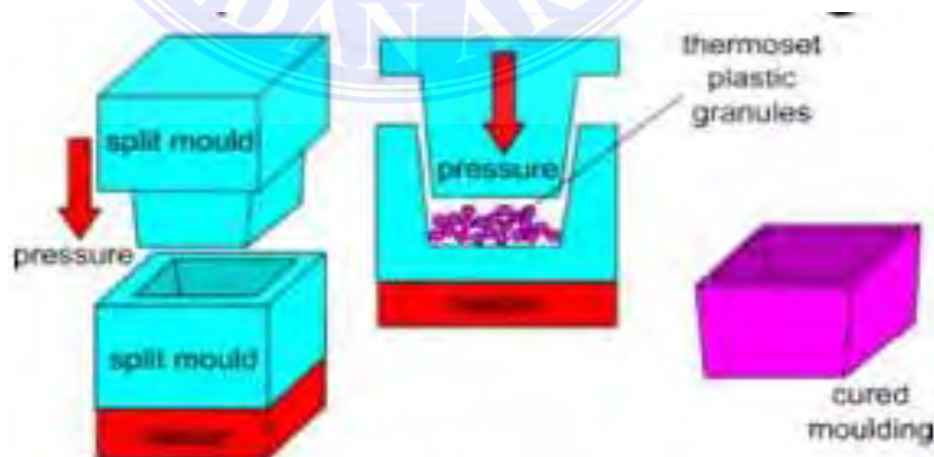
Cetakan kompresi bahan plastik tidak jauh berbeda dengan produk komposit. Saat mencetak produk plastik, prosesnya lebih sederhana, cukup memasukkan bahan plastik ke dalam cetakan yang sudah dipanaskan.

Saat bahan plastik dipanaskan dalam cetakan, bahan tersebut melunak, dan tekanan serta panas yang diterapkan pada cetakan menyebabkan reaksi kimia yang menyebabkan bahan termoset mengeras seiring waktu. Bahan tersebut kemudian dimasukkan ke dalam rongga cetakan atau biasa disebut dengan rongga dan beradaptasi dengan bentuk produk dengan presisi dan akurasi yang tinggi. Setelah serangkaian operasi pencetakan kompresi, produk dapat dikeluarkan dari cetakan (Davis et al, 2003).

2.3.5 Prinsip Kerja Mesin *Compression Molding*

Pada dasarnya mesin cetak kompresi merupakan salah satu jenis mesin cetak yang arahnya tegak lurus terhadap dua bagian cetakan yaitu bagian atas dan bawah. Umumnya, mekanisme hidrolis digunakan untuk memberikan tekanan pada mesin cetak kompresi. Metode pencetakan kompresi sebenarnya memerlukan parameter kontrol untuk mendapatkan hasil akhir suatu produk dengan sifat yang sangat baik. Parameter ini ditunjukkan pada Gambar 2.6. Ketiga parameter ini (tekanan, suhu, dan waktu) sangat penting karena masing-masing memiliki pengaruh yang signifikan terhadap hasil produk akhir (Davis et al, 2003). Akibat setiap parameter salah adalah sebagai berikut:

1. Tekanan Jika nilai batas yang ditentukan tidak tercapai saat memberikan tekanan, hal ini akan berdampak buruk pada adhesi permukaan serat dan matriks itu sendiri. Tekanan yang berlebihan dapat merusak material yang digunakan.
2. Jika suhu pada saat proses pemadatan terlalu tinggi maka sifat bahan yang digunakan akan berubah, termasuk komponen komposit (serat dan matriks). Di sisi lain, jika suhu relatif terlalu rendah terhadap sifat material, serat yang membentuk material komposit tidak akan berikatan silang sepenuhnya.
3. Jika suhu pada saat proses pemadatan terlalu tinggi maka sifat bahan yang digunakan akan berubah, termasuk komponen komposit (serat dan matriks). Di sisi lain, jika suhu relatif terlalu rendah terhadap sifat material, serat yang membentuk material komposit tidak akan berikatan silang sepenuhnya. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.7 sebagai berikut.



Gambar 2.7. Prinsip *Press Molding*

2.3.6 Analisis Termal

Analisis termal atau panas adalah metode yang digunakan untuk mempelajari perubahan sifat fisik atau kimia suatu bahan akibat perubahan suhu.

Berikut adalah beberapa metode utama yang digunakan dalam analisis termal:

1. *Thermogravimetric Analysis (TGA)*

Metode ini digunakan untuk mengukur perubahan massa bahan sebagai fungsi dari suhu. Bahan dipanaskan pada suhu yang terkontrol, dan perubahan beratnya dicatat. TGA sering digunakan untuk mempelajari dekomposisi termal, kestabilan termal, dan komposisi material.

Data yang dihasilkan :

- a. Grafik perubahan massa terhadap suhu.
- b. Suhu dekomposisi dan tahap dekomposisi material

2. *Differential Scanning Calorimetry (DSC)*

DSC mengukur jumlah panas yang dibutuhkan atau dilepaskan oleh bahan saat dipanaskan atau didinginkan. Ini membantu dalam mempelajari perubahan fase (seperti leleh, pembekuan, atau kristalisasi), reaksi kimia, dan kapasitas panas spesifik.

Data yang dihasilkan :

- a. Grafik panas yang diserap atau dilepaskan terhadap suhu.
- b. Suhu transisi fase (melting point, glass transition).

3. *Dynamic Mechanical Analysis (DMA)*

DMA mengukur sifat mekanik bahan (modulus elastisitas) sebagai fungsi dari suhu. Teknik ini digunakan untuk mempelajari viskoelastisitas bahan, perubahan struktural, dan transisi fasa mekanik.

Data yang dihasilkan:

- a. Grafik modulus elastisitas terhadap suhu.
- b. Informasi tentang transisi viskoelastis dan kekuatan mekanik material

Tabel 2.2. Contoh Data Analisis Termal

Metode	Parameter yang Di Ukur	Suhu Transisi (°C)	Keterangan
TGA	Berat sisa (%)	400	Degradasi material dimulai pada 450°C
DSC	Suhu Leleh (<i>Melting Point</i>)	130	Transisi dari padat ke cair pada 130°C
DMA	<i>Glass Transition</i> (Tg)	85	Material berubah menjadi viskoelastis pada 85°C

Analisis ini memberikan wawasan penting tentang bagaimana material bereaksi terhadap suhu yang berbeda, baik dalam hal stabilitas kimia maupun sifat mekanik.

2.4 Metode Perancangan

Metode desain adalah rangkaian langkah kerja yang digunakan untuk merancang suatu objek desain. Tahapan metode desain diawali dengan pencarian ide desain kemudian pencarian masalah dan tujuan desain.

2.4.1 Pengertian Metode Perancangan

Metode perancangan meliputi proses langkah-langkah sebagai berikut: Mengidentifikasi masalah, mendeskripsikan dan mendefinisikan masalah, merumuskan topik, merencanakan penelitian, mengkaji dan menyusun hasil penelitian, menganalisisnya, menarik kesimpulan. Ada solusi untuk permasalahan sampai tahap ini. Pada proses sebelumnya dilakukan penarikan kesimpulan mengenai permasalahan yang ada, kemudian ditemukan beberapa kemungkinan permasalahan yang kemudian diangkat menjadi sebuah usulan topik yang dapat membantu masyarakat sebagai pengguna dalam menyelesaikan permasalahan tersebut.

Topik tersebut kemudian dieksplorasi lebih lanjut hingga mencapai inti permasalahan untuk menentukan model yang sesuai.

Metode perancangan ini digunakan kembali dalam pengembangan produk. Penelitian merupakan bagian dari metode perancangan yang digunakan untuk membuat suatu produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut. Penelitian ini kemudian dianalisis dengan menggunakan teori kebutuhan. Metode perencanaan pembangunan telah banyak digunakan dalam bidang ilmu pengetahuan alam dan teknologi. Hampir semua produk teknologi, seperti peralatan elektronik, kendaraan bermotor, pesawat terbang, kapal laut, senjata, obat-obatan, alat kesehatan, dan lain-lain. Namun metode penelitian perkembangan juga dapat digunakan dalam bidang ilmu sosial seperti psikologi, sosiologi, pendidikan, manajemen, dan lain-lain. (Bertha Bintari Wahyujati. 2022).

2.4.2 Tujuan Metode Perancangan

Proses perancangan adalah proses bekerja dengan kreatifitas, Tanpa metode atau cara yang logis dan sistematis, proses kreatifitas tidak apat diruntut bagaimana pertimbangan dan proses berfikir yang tidak dapat dirumut bagaimana pertimbangan dan proses berfikir yang terjadi. Bagi sebagian orang, Proses kreatifitas adalah proses yang intuitif sedangkan sebagian yang lain merupakan proses yang cukup sulit.

Metode Perancangan tidak hanya mendorong cara berfikir sistematis dan logis, tetapi juga dapat terlihat atau “*glass box*” sehingga proses dapat dengan mudah diulang, diperbanyak, divariasi untuk mendapatkan peluang semakin banyak *alternative* rancangan.

2.4.3 Jenis-Jenis Metode Perancangan

Dibedakan menjadi dua hal yaitu Metode Kreatif sebagai alat bantu untuk mengumpulkan gagasan dan perancangan Metode Sistematis/rasional sebagai alat bantu merancang dan melanjutkan gagasan-gagasan kreatif menjadi logis dan sistematis.

Kedua metode ini dapat digunakan dengan dikombinasikan atau digunakan secara terpisah. Pada umumnya ketika merancang dengan prosedur yang dapat diruntut ulang, dibaca kembali dan dipahami orang lain, akan menggunakan prosedur yang disebut sebagai *Design Thinking*.

Design Thinking merupakan metode berpikir desain bahwa ada karena ada kebutuhan, sehingga untuk memahami kebutuhan, perlu mengidentifikasi permasalahan terlebih dahulu. Kebutuhan dalam hal ini adalah kebutuhan

pengguna, sehingga sering disebut sebagai *User oriented*, Berpusat pada kebutuhan pengguna. (Bertha Bintari Wahyujati. 2022)

2.5 Klasifikasi Perancangan Mesin

Yang dimaksud dengan desain mesin adalah menciptakan mesin baru yang lebih baik dari mesin sebelumnya. Klaim mesin baru yang lebih baik menggambarkan mesin yang mempunyai nilai lebih ekonomis dalam biaya produksi dan operasional. Proses perencanaan memakan waktu lama dan panjang. Tentu saja ide-ide baru harus muncul dari perkembangan yang ada, penelitian dan pemikiran. Ide-ide baru yang dihasilkan kemudian dieksplorasi untuk sukses secara komersial, yang dijabarkan dalam bentuk gambar desain. Saat merencanakan proyek, seseorang harus mempertimbangkan ketersediaan sumber daya dalam bentuk sumber daya finansial, manusia, dan material agar berhasil mewujudkan ide baru menjadi kenyataan aktual. Merancang komponen untuk elemen mesin memerlukan pengetahuan dan pemahaman yang baik tentang berbagai disiplin ilmu, termasuk matematika, mekanika mekanik, kekuatan material, desain dan teori mesin, proses di lantai pabrik, dan gambar teknik (Nurdin H, 2020). Perancangan Mesin dapat di klasifikasikan sebagai berikut:

1. Perancangan Adaptif (*Adaptive Design*)

Dalam banyak kasus, pekerjaan seorang desainer melibatkan adaptasi desain yang sudah ada. Jenis gambar ini tidak memerlukan pengetahuan atau keterampilan khusus dan dapat dilakukan oleh desainer dengan pelatihan teknis reguler. Desainer hanya melakukan sedikit perubahan atau perubahan pada desain produk yang sudah ada.

2. Perancangan Pengembangan (*Development Design*)

Jenis desain ini memerlukan pelatihan ilmiah dan keterampilan desain yang cukup untuk mengubah desain yang ada menjadi ide baru dengan memperkenalkan bahan baru atau metode produksi yang berbeda. Dalam hal ini, meskipun perancang memulai dengan desain yang sudah ada, produk akhirnya bisa sangat berbeda dari produk aslinya.

3. Perancangan Baru (*New Design*)

Jenis desain ini memerlukan banyak penelitian, kemampuan teknis dan pemikiran kreatif. Hanya desainer dengan pesanan yang cukup tinggi yang dapat mengerjakan desain baru. Desain dapat diklasifikasikan berdasarkan metode yang digunakan, termasuk:

- a. Desain rasional adalah Jenis desain ini didasarkan pada rumus matematika dari prinsip mekanika.
- b. Desain Empiris adalah Jenis desain ini didasarkan pada rumus empiris praktis dan pengalaman masa lalu.
- c. Desain industri adalah jenis desain ini didasarkan pada produksi elemen mesin industri apa pun.
- d. Desain optimal Ini adalah model terbaik untuk fungsi tujuan tertentu di bawah batasan yang ditentukan. Hal ini dapat dicapai dengan meminimalkan efek yang tidak diinginkan.
- e. Desain sistem Ini adalah desain sistem mekanis yang kompleks seperti mobil.

- f. Desain dasar (Elemen) adalah struktur elemen apa pundi sistem mekanis, seperti piston, poros engkol, batang penghubung, dan lain-lain.
- g. Desain Berbantuan Komputer adalah Jenis desain ini mengandalkan penggunaan sistem computer untuk pembuatan desain, modifikasi, analisis, dan pengoptimalan.

2.6 Perhitungan Elemen dan Komponen Mesin *Hot Press*

Perhitungan elemen dan komponen mesin mengacu pada proses matematis atau analitis yang dirancang untuk mengevaluasi dan memastikan kekuatan, efisiensi, dan sifat elemen-elemen yang membentuk suatu mesin diperlukan agar dapat berfungsi sesuai dengan struktur yang diinginkan. Elemen mesin merupakan bagian-bagian mesin yang mempunyai bentuk dan fungsi tersendiri.

2.6.1 Dongkrak

Dongkrak adalah alat yang digunakan untuk mengangkat beban berat atau menopang kendaraan agar dapat diangkat atau ditinggikan pada saat perawatan atau penggantian ban. Jenis-jenis dongkrak

a. Dongkrak Hidrolik

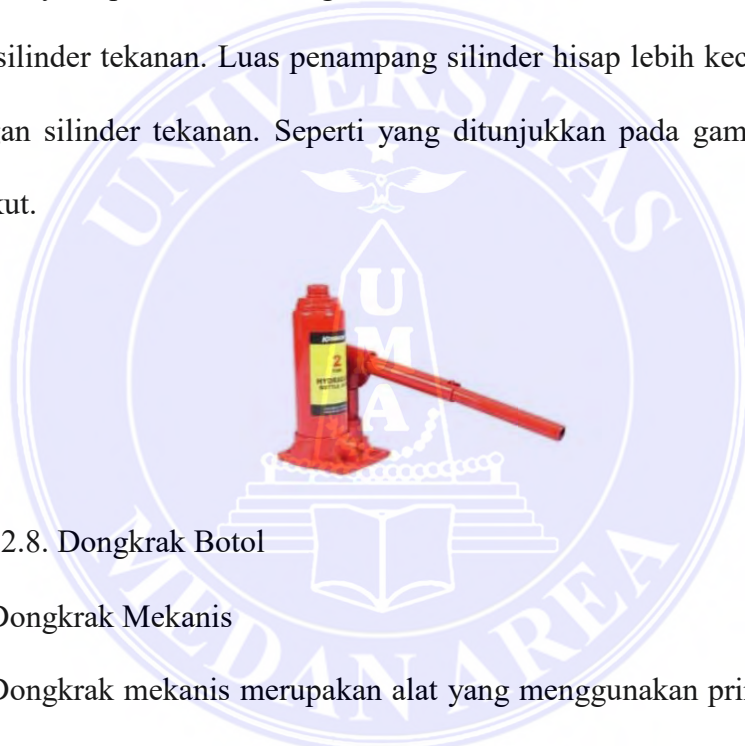
Dongkrak hidrolik merupakan alat untuk mengangkat benda yang sangat berat menurut hukum Pascal. Hukum Pascal menyatakan bahwa tekanan pada suatu fluida diteruskan sama besar ke segala arah. Dongkrak hidrolik terdiri dari dua silinder: silinder hisap dan silinder tekanan. Luas penampang silinder hisap lebih kecil dibandingkan dengan silinder tekanan. Cairan hidrolik, seperti oli atau gemuk, dipompa ke dalam silinder hisap. Ketika piston pada silinder hisap

didorong, maka fluida hidrolik terkompresi dan mengalir ke dalam silinder bertekanan. Piston di dalam silinder bertekanan naik karena tekanan oli hidrolik di dalam silinder bertekanan, dan benda yang akan diangkat juga ikut terangkat.

Dongkrak hidrolik dibagi menjadi 2 jenis yaitu:

1. Dongkrak Botol

Dongkrak botol merupakan salah satu jenis dongkrak hidrolik yang bentuknya seperti botol. Dongkrak ini terdiri dari dua silinder: silinder hisap dan silinder tekanan. Luas penampang silinder hisap lebih kecil dibandingkan dengan silinder tekanan. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.8 sebagai berikut.



Gambar 2.8. Dongkrak Botol

2. Dongkrak Mekanis

Dongkrak mekanis merupakan alat yang menggunakan prinsip pengungkit untuk mengangkat benda. Tuas adalah alat sederhana yang terdiri dari batang kaku yang dapat diputar pada suatu titik pivot. Dongkrak mekanis terdiri dari dua bagian utama: lengan panjang dan lengan pendek. Lengan panjang lebih panjang dibandingkan lengan pendek. Ketika suatu gaya diterapkan pada lengan pendek, gaya tersebut diperkuat dan ditransfer ke lengan panjang. Hal ini menyebabkan benda yang diangkat menjadi naik. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.9 sebagai berikut.



Gambar 2.9. Dongkrak Mekanis

b. Dongkrak Pneumatik

Dongkrak pneumatik merupakan alat yang digunakan untuk mengangkat benda dengan menggunakan udara bertekanan. Dongkrak ini terdiri dari dua bagian utama: silinder pneumatik dan piston. Silinder pneumatik diisi dengan udara bertekanan, yang mendorong piston ke atas. Piston ini mengangkat beban yang ditempatkan padanya. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.10 sebagai berikut.



Gambar 2.10. Dongkrak Pneumatik

2.6.2 Persamaan Untuk Menghitung Tekanan Hidrolik

Hidrolik menggunakan hukum Pascal “tekanan pada suatu fluida dalam ruang tertutup diteruskan secara merata ke segala arah”. Penopang hidrolik terdiri dari dua pipa yang dihubungkan dengan diameter dan ukuran berbeda. Ketika kita menerapkan gaya kecil pada pipa berdiameter kecil, tekanan didistribusikan secara merata ke segala arah, termasuk pipa besar. Alat ini bekerja dengan menggunakan gaya tekanan yang diakibatkan oleh pergerakan ujung dongkrak hidrolik yang

dilanjutkan dengan arah memanjang. Semakin kecil bidang kontak antara ujung dongkrak hidrolik dengan permukaan maka semakin besar tekanannya. Untuk menghitung tekanan dapat digunakan persamaan 2.1 sebagai berikut:

$$P = F/A \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan:

P: Tekanan (N/m^3)

F: Gaya tekan (kgm/s^2)

A: Luas bidang (m^3)

2.6.3 Cetakan Mold

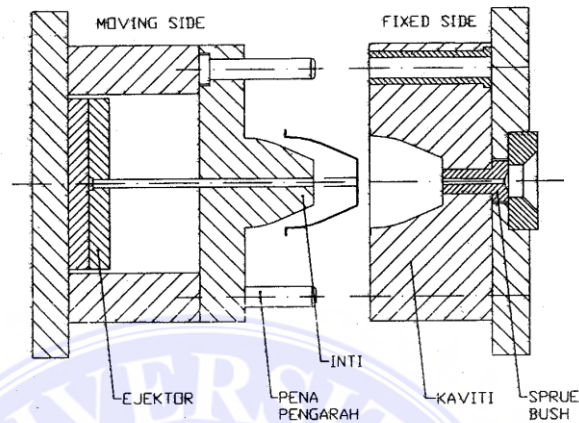
Dalam desain, fokus analisis komputer adalah pada perhitungan geometri. Bentuknya terdiri dari pemanas, beberapa pelat, dan dua pilar yang berfungsi sebagai pemandu mekanisme pergerakan. Bentuknya ditopang rangka baja UNP (*U- shaped Narrow Parallel flange*). Analisis perhitungan desain mesin cetak kompresi juga berfokus pada kekuatan rangka.

Adapun jenis-jenis Cetakan *Mold* sebagai berikut:

a. Cetakan Bukaan Sederhana (*Flat Mold*)

Bentuk bukaan sederhana (bentuk datar) adalah bentuk yang mempunyai dua sisi datar, atas dan bawah. Cetakan ini biasanya digunakan untuk membuat benda dengan permukaan datar, seperti: Misalnya: panel, papan panel. Cetakan pembuka sederhana terdiri dari dua bagian utama: cetakan atas dan cetakan bawah. Cetakan atas biasanya memiliki lubang untuk memasukkan zat cair seperti logam cair atau plastik cair. Cetakan bagian

bawah biasanya memiliki lubang untuk mengalirkan kelebihan cairan. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.11 sebagai berikut.



Gambar 2.11. Cetakan Bukaan Sederhana (*Flat Mold*)

b. Cetakan Berpintu (*Door Mold*)

Bentuk pintunya mempunyai pintu pada salah satu sisinya. Pintu ini berfungsi untuk memudahkan pengeluaran produk hasil produksi dari cetakan. Cetakan pintu biasanya digunakan untuk membuat benda dengan bentuk yang kompleks, seperti benda yang berlubang atau berlubang. Cetakan pintu terdiri dari dua bagian utama: cetakan atas dan cetakan bawah. Palang atas biasanya memiliki pintu disatu sisi. Cetakan bagian bawah biasanya memiliki lubang untuk mengalirkan kelebihan cairan.

c. Cetakan silikon atau Karet

Cetakan silikon atau karet adalah cetakan yang terbuat dari bahan silikon atau karet. Tipe ini biasanya digunakan untuk membuat objek dengan bentuk yang kompleks, seperti objek yang berlubang atau berlubang. Cetakan silikon atau karet memiliki beberapa keunggulan:

1. Fleksibel dan mudah digunakan. Cetakan silikon atau karet dapat dengan mudah disesuaikan dengan bentuk yang diinginkan.
2. Tidak beracun dan aman digunakan. Cetakan silikon dan karet tidak mengandung bahan kimia berbahaya sehingga aman digunakan untuk membuat barang yang bersentuhan dengan makanan dan minuman.
3. Tahan lama dan dapat digunakan kembali. Cetakan silikon atau karet dapat digunakan berulang kali tanpa kehilangan kualitas.

d. Cetakan Tiga Dimensi (*3D Mold*)

Bentuk tiga dimensi (*3D shape*) adalah bentuk yang mempunyai tiga dimensi: panjang, lebar, dan tinggi. Tipe ini biasanya digunakan untuk membuat objek dengan bentuk yang kompleks, seperti objek yang berlubang atau berlubang. Cetakan 3D dapat dibuat dengan berbagai cara, termasuk menggunakan teknologi pencetakan 3D. Teknologi pencetakan 3D memungkinkan pencetakan objek dengan bentuk kompleks dengan presisi tinggi.

e. Cetakan untuk Laminasi atau Pelapisan (*Lamination Mold*)

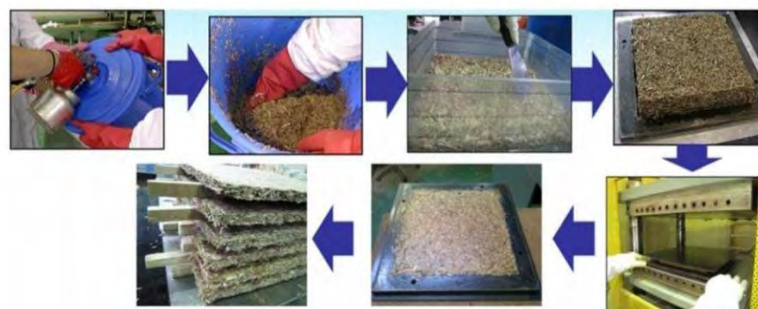
Cetakan laminasi atau pelapis adalah cetakan yang digunakan untuk pembuatan produk dengan menggunakan proses laminasi atau pelapisan. Proses laminating atau pelapisan merupakan proses penggabungan dua bahan atau lebih menjadi satu. Bagian cetakan yang dilaminasi atau dilapisi biasanya terbuat dari logam, plastik, atau kayu. Cetakan bagian bawah biasanya mempunyai lubang-lubang untuk memasukkan bahan yang akan dilaminasi atau dilapisi.

f. Cetakan untuk Pemrosesan Plastik (*Plastic Processing Mold*)

Cetakan laminasi atau pelapis adalah cetakan yang digunakan untuk pembuatan produk dengan menggunakan proses laminasi atau pelapisan. Proses laminating atau pelapisan merupakan proses penggabungan dua bahan atau lebih menjadi satu. Bagian cetakan yang dilaminasi atau dilapisi biasanya terbuat dari logam, plastik, atau kayu. Cetakan laminasi atau pelapis terdiri dari dua bagian utama: cetakan bawah dan cetakan atas. Cetakan bagian bawah biasanya mempunyai lubang-lubang untuk memasukkan bahan yang akan dilaminasi atau dilapisi.

g. Cetakan untuk Papan Serat (*Fiberboard Mold*)

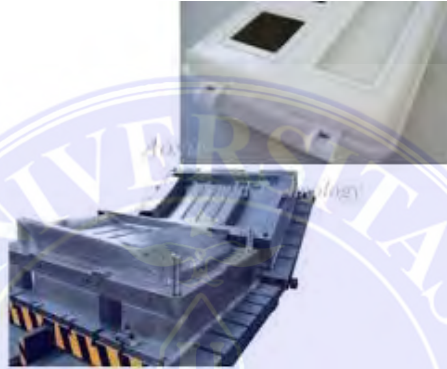
Cetakan papan serat (*fiberboard mold*) adalah cetakan yang digunakan untuk pembuatan papan serat. *Fiberboard* adalah bahan bangunan yang terbuat dari serat kayu yang dipadatkan. Cetakan *fiberboard* biasanya terbuat dari logam seperti baja atau besi cor. Cetakan ini terutama terdiri dari dua bagian: cetakan atas dan cetakan bawah. Bentuk atas disebut juga bentuk rongga, dan bentuk bawah disebut bentuk inti. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.12 sebagai berikut.



Gambar 2.12. Cetakan untuk Papan Serat (*Fiberboard Mold*)

h. Cetakan untuk Pemadatan atau Kompaksi (*Compression Mold*)

Cetakan kompresi atau kompresi (*compression mold*) adalah jenis cetakan yang digunakan untuk membentuk benda dari bahan yang dapat dikompresi seperti logam, plastik, dan keramik. Cetakan tekan terdiri dari dua bagian utama: cetakan atas dan cetakan bawah. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.13 sebagai berikut.



Gambar 2.13. Kompaksi (*Compression Mold*)

i. Cetakan Berpola (*Patterned Mold*)

Cetakan bermotif adalah cetakan dengan pola atau desain tertentu. Pola dan desain ini dapat dibuat dengan berbagai cara, termasuk teknik pengukiran, laser, dan pencetakan. Cetakan bermotif biasanya digunakan untuk membuat barang-barang bernilai estetika seperti perhiasan, patung, dan kerajinan tangan

j. Cetakan Injeksi

Cetakan injeksi sama seperti cetakan injeksi, dimana paduan plastik disuntikkan ke dalam cetakan, yang disegel rapat di dalam mesin sehingga paduan tersebut mengisi ruang cetakan sesuai dengan bentuk produk yang diinginkan. Proses siklus *injection molding* terdiri dari empat tahap yaitu material ditekan sebelum diinjeksikan ke dalam cetakan, kedua sisi cetakan

harus tersambung kuat ke mesin, injeksi plastik cair diinjeksikan ke dalam cetakan dan di isi. mode sesuai dengan bentuk produk yang diinginkan, pendinginan adalah proses pendinginan bahan plastik setelah proses injeksi, dilepaskan pada saat cetakan dibuka, mekanisme yang digunakan pada sistem pelepasan adalah dengan mendorong bagian plastik yang di dinginkan masuk cetakan. (Rakhmad Arief Siregar, 2018).

Sebuah sifat penting dari zat adalah rasio massa terhadap volumenya, yang dinamakan kerapatan. Dimana untuk mencari kerapatan dapat digunakan rumus pada 2.2 sebagai berikut.

$$\rho = \frac{m}{V} \dots \dots \dots (2.2)$$

Sedangkan rumus untuk mencari massa jika volume cetakan di isi penuh *plastic* dapat dilihat persamaan pada 2.3 sebagai berikut.

$$m = \rho \cdot V \dots \dots \dots (2.3)$$

2.6.4 Perhitungan Kapasitas *Press* Mesin *Compression Molding*

Perhitungan kapasitas tekan pada *compression molding* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.4 sebagai berikut.

$$Press Capacity [KN] = \frac{A \text{ ram area} \times hydraulic \text{ pressure [MPa]}}{10} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana:

Press capacity = Kapasitas Maksimum *Press* (kN)

A ram area = Luas daerah ram silinder hidrolik (cm²)

Hydraulic pressure = Tekanan Hidrolik (MPa)

Perhitungan Gaya Kompresi Produk Mesin *Compression Molding*

Untuk menghitung gaya kompresi yang dibutuhkan untuk kompresi pada produk yang akan dibuat pada persamaan 2.5 sebagai berikut.

$$\text{Hydraulic Pressure [MPa]} = \frac{P \text{ [MPa]} \times A \text{ [cm}^2\text{]}}{A_{ram \text{ area [cm}^2\text{]}} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana:

P = Tekanan Hidrolik yang dibutuhkan (MPa)

A = Luas Penampang produk (cm²)

Hydraulic Pressure = Tekanan Hidrolik (MPa)

A ram area = Luas daerah ram silinder hidrolik (cm²)

2.6.5 Pegas

Pada dasarnya pegas dapat dirangkai secara seri dan paralel. Pegas dirangkai dengan tujuan mendapatkan pegas pengganti dengan konstanta sesuai kebutuhan. Rangkaian seri berfungsi menghasilkan rangkaian pegas dengan konstanta yang lebih kecil. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.14 sebagai berikut.



Gambar 2.14. Pegas

1. Persamaan Untuk Menghitung Jumlah Lilitan dan Tekanan Pada Pegas

Untuk menghitung jumlah lilitan (N) pada pegas, dapat menggunakan persamaan 2.6 berikut:

$$N = \frac{G.D^4}{8.R^3.F} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana:

N = Jumlah lilitan.

G = Modulus geser pegas (*shear modulus*).

D = Diameter kawat pegas.

R = Radius dari lilitan pegas.

F = Gaya yang diberikan pada pegas.

Sementara itu, untuk menghitung tekanan pada pegas, dapat menggunakan persamaan 2.7 berikut:

$$P = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana:

P = Tekanan

F = Gaya yang diberikan pada pegas

A = Luas penampang pegas.

Persamaan di atas memberikan gambaran umum, dan beberapa faktor seperti material pegas dan kondisi pembebanan tertentu juga dapat mempengaruhi hasil akhir.

2.6.6 Sambungan Baut dan Mur

Sambungan baut dan mur adalah perakitan beberapa bagian atau struktur menggunakan metode tertentu. Baut dan mur adalah sambungan yang kokoh. Artinya, sambungan yang dibaut dapat dipasang dan dilepas tanpa merusak struktur. (Nur,2018) Macam-macam baut dan mur ditunjukkan pada gambar 2.15 sebagai berikut.



Gambar 2.15. Sambungan Baut dan Mur

Berdasarkan fungsinya, baut dibedakan menjadi baut pengikat dan baut penggerak. Fungsi utama baut adalah:

1. Konverter beban, artinya mengubah beban melingkar kecil menjadi beban aksial besar.
2. Pengubah gerak, yaitu mengubah gerak melingkar besar menjadi gerak aksial kecil.

Sambungan baut adalah jenis sambungan yang paling banyak digunakan dalam elemen mesin. Tujuan penggunaan sambungan baut adalah sebagai berikut.

1. Sebagai baut pengikat untuk sambungan yang dapat disambung atau dilepas.
2. Sebagai baut pengencang untuk proses pengencang.
3. Sebagai baut penutup untuk menutup lubang
4. Sebagai baut landasan untuk melandasi atau mengatur keausan atau kelonggaran.

2.7 Material Mesin *Hot Press*

Material mesin *hot press* adalah bahan atau material yang digunakan dalam proses *hot press* atau pencetakan panas. Mesin *hot press* digunakan untuk menghasilkan produk dengan menerapkan tekanan dan panas tinggi pada material, sehingga material tersebut menjadi lebih padat dan membentuk struktur yang diinginkan. Tujuan utama dari menggunakan material mesin *hot press* adalah untuk menciptakan produk dengan kekuatan, ketahanan, dan bentuk yang diinginkan dengan cara yang efisien dan konsisten.

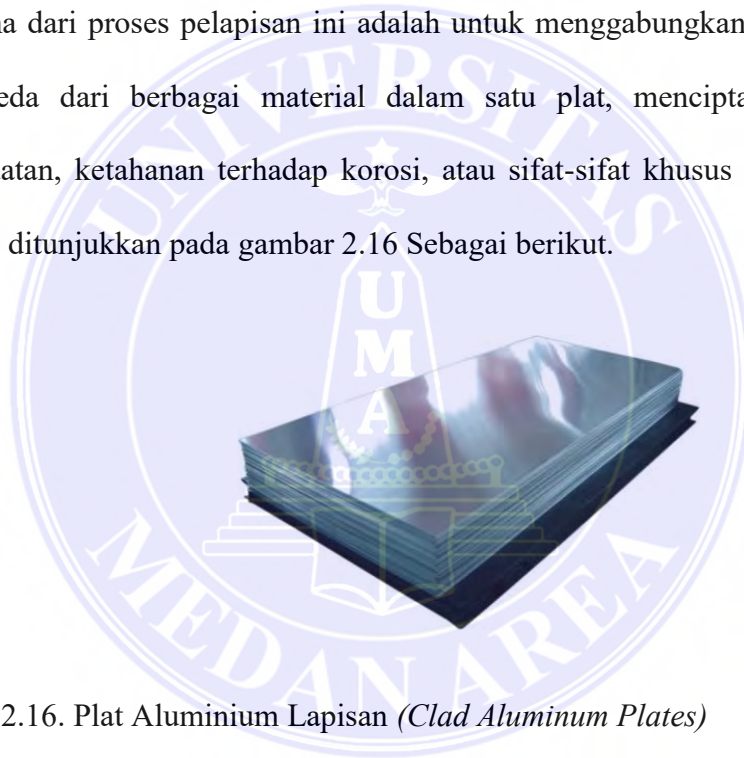
2.7.1 Aluminium *Plates*

Plat aluminium adalah lembaran logam yang terbuat dari aluminium atau paduan aluminium. Aluminium merupakan logam ringan yang memiliki sifat anti-korosi dan konduktivitas termal yang tinggi. Plat ini umumnya digunakan dalam berbagai industri seperti konstruksi, otomotif, dan manufaktur, karena keunggulan beratnya yang rendah dan kekuatannya yang memadai. Aluminium *plates* sering kali diaplikasikan untuk berbagai keperluan, termasuk pembuatan panel, struktur

bangunan. (Setiawan, I 2020). Terdapat tiga jenis aluminium *plates* yaitu sebagai berikut.

1. Plat Aluminium Lapisan (*Clad Aluminum Plates*)

Plat Aluminium Lapisan atau *Clad Aluminum Plates* adalah jenis plat aluminium yang terdiri dari dua atau lebih lapisan aluminium yang berbeda atau memiliki lapisan tambahan pada satu atau kedua sisinya. Lapisan tambahan ini dapat terdiri dari berbagai paduan atau logam lainnya. Tujuan utama dari proses pelapisan ini adalah untuk menggabungkan sifat-sifat yang berbeda dari berbagai material dalam satu plat, menciptakan kombinasi kekuatan, ketahanan terhadap korosi, atau sifat-sifat khusus lainnya. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.16 Sebagai berikut.

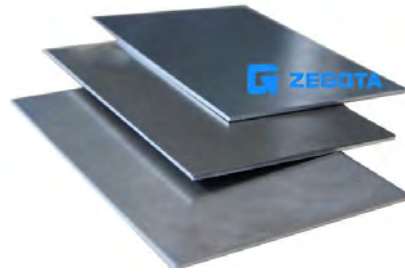


Gambar 2.16. Plat Aluminium Lapisan (*Clad Aluminum Plates*)

2. Plat Aluminium Tahan Panas (*Heat-Treatable Aluminium Plates*)

Plat Aluminium Tahan Panas atau *Heat-Treatable Aluminium Plates* adalah jenis plat aluminium yang dapat mengalami perlakuan panas (*heat treatment*) untuk meningkatkan sifat-sifat mekanisnya. Tujuan dari perlakuan panas ini adalah untuk meningkatkan kekerasan, kekuatan, dan sifat-sifat

mekanis lainnya dari plat aluminium. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.17 Sebagai berikut.



Gambar 2.17. Plat Aluminium Tahan Panas

3. Plat Aluminium Tak Tahan Panas (*Non-Heat-Treatable Aluminium Plates*)

Plat Aluminium Tak Tahan Panas atau *Non-Heat-Treatable Aluminium Plates* adalah jenis plat aluminium yang tidak dapat mengalami perlakuan panas atau proses pengolahan termal yang signifikan untuk meningkatkan sifat-sifat mekanisnya. Sifat-sifat mekanis plat ini sudah ditetapkan selama proses pembuatannya, dan plat tersebut biasanya digunakan dalam kondisi yang tidak memerlukan penyesuaian sifat-sifatnya melalui perlakuan panas.

Beberapa jenis umum ketebalan plat aluminium termasuk:

a. Plat Aluminium Tipis (0.2 mm - 0.5 mm):

Digunakan dalam aplikasi yang memerlukan material tipis dan ringan, seperti industri elektronik untuk pembuatan komponen elektronik.

b. Plat Aluminium Sedang (0.5 mm - 6 mm):

Merupakan ketebalan yang umum digunakan untuk berbagai aplikasi, termasuk konstruksi ringan, pembuatan panel, dan industri otomotif.

c. Plat Aluminium Tebal (6 mm - 25 mm):

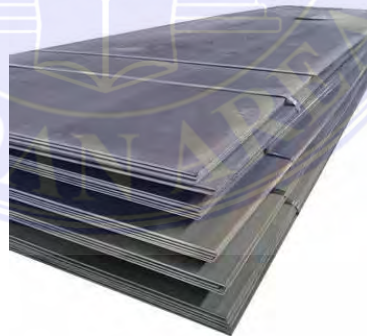
Digunakan dalam aplikasi yang memerlukan kekuatan dan kekakuan tambahan, seperti struktur bangunan, kapal, dan bagian-bagian mesin.

d. Plat Aluminium Sangat Tebal (Lebih dari 25 mm):

Diterapkan dalam aplikasi khusus yang membutuhkan ketahanan struktural yang tinggi, seperti dalam industri perkapalan dan pesawat terbang.

2.7.2 Plat Besi

Plat besi adalah lembaran atau lembar logam yang terbuat dari besi. Plat besi umumnya memiliki bentuk datar dan biasanya memiliki ketebalan yang relatif lebih besar daripada lembaran logam yang lebih tipis seperti lembaran foil atau lembaran baja. Plat besi digunakan dalam berbagai aplikasi konstruksi, manufaktur, dan industri lainnya karena kekuatan dan ketahanannya terhadap tekanan dan beban. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.18 sebagai berikut.



Gambar 2.18. Plat Besi

2.7.3 Besi *Hollow*

Kerangka mesin adalah bentuk yang disusun sedemikian rupa untuk menahan atau menopang benda (gaya). Unit rangka dalam mesin pencacah daun

kering dengan penggerak motor sebagai sumber tenaganya. Dalam profil yang tersusun agar dapat menerima gaya yang diterima. Profil memiliki bentuk yang berbeda – beda seperti rofil U, atau profil H. Perbedaan ini sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan.

Bahan dari profil tersebut adalah sama yaitu, baja konstruksi yang mempunyai kadar karbon 0,45%. Jadi yang diperlukan sekarang adalah bagaimana caranya agar profil yang dipakai sesuai dengan kondisi atau keadaan. Dan yang paling penting lagi, apakah profil itu dapat menahan gaya yang akan diterima, berarti tugasnya yang utama sudah selesai, dan tinggal disesuaikan dengan kondisinya (Mochammad, 2016).

Istilah ini tentu sudah tidak asing lagi dalam konstruksi besi. Besi *hollow* sebenarnya adalah besi plat yang bentuknya seperti balok dengan siku ada 4 titik. Panjang besi *hollow* ini biasanya adalah 6 meter. Besi *hollow* juga memiliki ukuran lebar dan ketebalan yang berbeda – beda sehingga konsumen bisa memilih besi sesuai dengan kebutuhan. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.18 sebagai berikut.



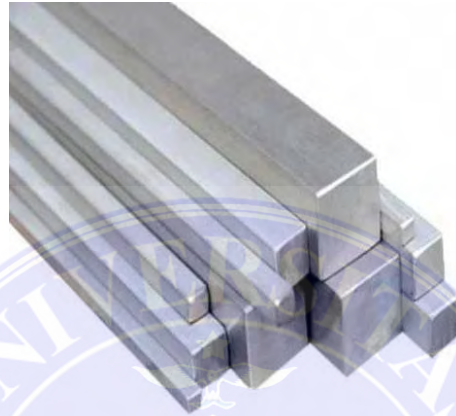
Gambar 2.19. Besi *Hollow*

2.7.4 *Aluminium Bars*

Aluminium bars adalah batangan atau balok yang terbuat dari aluminium.

Batang aluminium ini biasanya memiliki bentuk silinder atau persegi panjang dan

tersedia dalam berbagai ukuran dan dimensi sesuai dengan kebutuhan aplikasi tertentu. *Aluminium bars* banyak digunakan dalam berbagai industri, termasuk konstruksi, manufaktur, otomotif, dan elektronik. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.20 sebagai berikut.



Gambar 2.20. *Aluminium Bars*

2.7.5 Insulasi

Insulasi merujuk pada suatu materi atau lapisan yang digunakan untuk mengurangi atau menghalangi transfer panas, bunyi, atau listrik antara dua area atau media yang berbeda. Insulasi memiliki peran penting dalam berbagai aplikasi, termasuk konstruksi bangunan, industri, dan teknologi. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.21 sebagai berikut.



Gambar 2.21. Insulasi

2.7.4 Triplek

Triplek, atau kadang-kadang disebut sebagai *plywood*, adalah suatu jenis material papan lapis yang terbuat dari tiga lapisan kayu yang disusun bersama dan ditempelkan menggunakan perekat khusus. Setiap lapisan kayu, yang disebut "*veneer*," ditempatkan secara berselang-seling dan diorientasikan dengan serat kayu yang berlawanan satu sama lain untuk meningkatkan kekuatan dan stabilitas. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.22 sebagai berikut.



Gambar 2.22. Triplek

2.7.5 Kotak Panel

Box panel listrik adalah sebuah box yang terbuat dari beberapa bahan material mulai dari besi, aluminium, dan besi, dengan berbagai ukuran sesuai dengan kebutuhan yang mana fungsi utamanya adalah pengaman dan kerapihan suatu instalasi listrik. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.23 sebagai berikut.



Gambar 2.23. Kotak Panel

2.7.6 Elemen Pemanas

Elemen pemanas merupakan sebuah komponen yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi panas. Elemen pemanas ini menghasilkan panas dari proses resistensi yang terjadi pada logam bertahanan tinggi. (Naim M ,2019). Energi panas yang dihasilkan oleh aliran listrik dapat dihitung menggunakan persamaan 2.11 berikut:

$$Q = W = P \times t \quad W = I^2 R t, \quad W = V^2 t/R \quad \text{Atau} \quad W = V I t \dots \dots \dots (2.11)$$

Dimana:

W/Q = Energi (joule)

I = Arus (A)

V = Tegangan

t = Waktu (t)

R = Hambatan (Ω)

(V) P = Daya (watt)

Ada beberapa Jenis elemen pemanas yaitu :

1. Pemanas Kartrid (*Cartridge Heaters*)

Pemanas kartrid adalah elemen pemanas yang dirancang agar pas di dalam lubang bor atau rongga berbentuk silinder. Mereka biasanya terbuat dari logam dan terdiri dari koil pemanas atau kawat yang dikelilingi oleh isolasi dan ditutup dalam selubung. Ketika listrik mengalir melalui kawat, menghasilkan panas, yang ditransfer ke lingkungan sekitar melalui selubung. Pemanas kartrid biasanya digunakan dalam berbagai aplikasi industri dan komersial, seperti pemanas air,

minyak, dan cairan lainnya, serta dalam pembuatan produk plastik dan karet. Mereka dikenal karena kemampuannya mencapai suhu tinggi dengan cepat dan efisien, menjadikannya pilihan populer dalam aplikasi yang memerlukan pemanasan cepat. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.24 sebagai berikut.



Gambar 2.24. Pemanas Kartrid (*Cartridge Heaters*)

Salah satu keunggulan utama pemanas kartrid adalah keserbagunaannya. Mereka dapat dirancang dalam berbagai ukuran, bentuk, dan watt untuk memenuhi kebutuhan pemanasan tertentu. Keuntungan lain dari pemanas kartrid adalah kemudahan pemasangannya. dapat dimasukkan ke dalam lubang atau rongga yang dibor, menjadikannya ideal untuk aplikasi di mana ruang terbatas. Mereka juga mudah diganti jika sudah aus atau memerlukan perawatan.

Secara keseluruhan, pemanas kartrid adalah solusi pemanasan yang andal dan efisien untuk berbagai aplikasi industri dan komersial. Baik Anda perlu memanaskan cairan, melelehkan plastik, atau melakukan tugas pemanasan lainnya, pemanas kartrid adalah pilihan serbaguna dan hemat biaya.

Hidrolika transfer panas untuk pemanas katrid dapat dihitung menggunakan persamaan konduksi panas. Panas dapat ditransfer melalui batang

atau katrid pemanas ke bahan sekitarnya. Persamaan 2.12 dasar konduksi panas dalam konteks ini adalah hukum Fourier:

$$Q = - k .A. \frac{dT}{dx} \dots\dots\dots(2.12)$$

Dimana:

Q = Laju perpindahan panas (Watt)

k = konduktivitas termal bahan (Watt/meter-Kelvin)

A = luas penampang (meter²)

$\frac{dT}{dx}$ = Gradien suhu (Kelvin/Meter)

2. Pemanas Strip Baja

Pemanas strip baja tahan karat dengan satu terminal inline ujung terdiri dari elemen pemanas datar berbentuk persegi panjang yang terbuat dari baja tahan karat, yang dirancang untuk dipasang ke permukaan untuk pemanasan langsung. Terminal inline mengacu pada penempatan sambungan listrik, yang terletak di salah satu ujung pemanas dalam garis lurus. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.25 sebagai berikut.



Gambar 2.25. Pemanas Strip Baja

3. Pipa Panas Listrik Bersirip Tipe U

Pipa Panas Listrik Bersirip Tipe U adalah pemanas yang paling umum dan paling cocok untuk sejumlah besar aplikasi seperti konduksi, konveksi, dan radiasi. Pemanas dapat diproduksi dalam hampir semua bentuk dan ukuran. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.26 sebagai berikut.



Gambar 2.26. Pipa Panas Listrik Bersirip Tipe U

2.7.7 Terminal keramik (*Ceramic Terminals*)

Ceramic terminals adalah terminal atau konektor yang terbuat dari bahan keramik. Dalam konteks elektronika dan listrik, *ceramic terminals* digunakan sebagai bagian dari perangkat atau komponen yang memerlukan sifat isolasi termal atau dielektrik yang baik. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.27 sebagai berikut.



Gambar 2.27. *Ceramic terminals*

2.7.8 Kabel Terisolasi

Kabel terisolasi adalah kabel yang dilengkapi dengan lapisan atau pelapis isolasi untuk melindungi penghantar listrik di dalamnya. Isolasi bertujuan untuk mencegah kontak langsung antara penghantar dan lingkungan sekitarnya, sehingga mencegah terjadinya gangguan atau bahaya listrik seperti korsleting atau kebocoran arus. Lapisan isolasi pada kabel dapat terbuat dari berbagai jenis bahan, seperti PVC, XLPE, karet, Teflon, dan sebagainya, tergantung pada kebutuhan dan spesifikasi aplikasi.

2.7.9 Termokopel (*Thermocouple*)

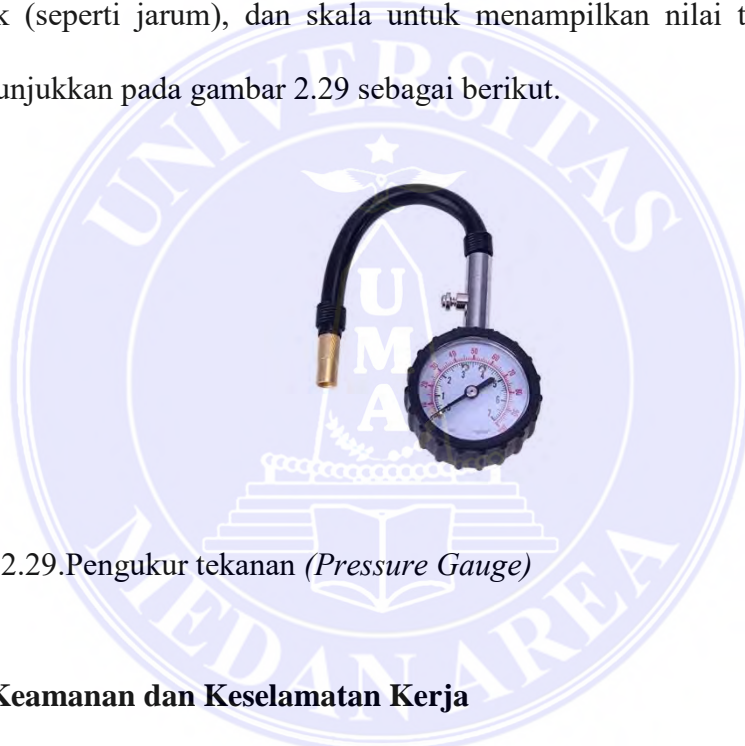
Termokopel merupakan salah satu jenis sensor suhu yang paling populer dan sering digunakan dalam berbagai rangkaian ataupun peralatan listrik dan Elektronika yang berkaitan dengan Suhu (*Temperature*). Beberapa kelebihan Termokopel yang membuatnya menjadi populer adalah responnya yang cepat terhadap perubahan suhu dan juga rentang suhu operasionalnya yang luas yaitu berkisar diantara -200°C hingga 2000°C . Selain respon yang cepat dan rentang suhu yang luas, Termokopel juga tahan terhadap guncangan/getaran dan mudah digunakan. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.28 sebagai berikut.



Gambar 2.28. Termokopel (*Thermocouple*)

2.7.10 Pengukur tekanan (*Pressure Gauge*)

Pressure gauge adalah alat yang digunakan untuk mengukur tekanan fluida (gas atau cair) dalam sebuah sistem tertutup. Alat ini bekerja dengan mengubah tekanan fluida menjadi gerakan mekanis, seperti pergerakan jarum pada skala yang menunjukkan nilai tekanan dalam satuan yang sesuai, seperti psi (*pounds per square inch*) atau bar. *Pressure gauge* umumnya terdiri dari berbagai komponen, termasuk elemen sensing yang menangkap tekanan fluida, mekanisme penunjuk (seperti jarum), dan skala untuk menampilkan nilai tekanan. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.29 sebagai berikut.



Gambar 2.29. Pengukur tekanan (*Pressure Gauge*)

2.8 Keamanan dan Keselamatan Kerja

Keselamatan (K3) merupakan instrumen yang melindungi pekerja, perusahaan, lingkungan hidup, dan masyarakat sekitar dari bahaya akibat kecelakaan kerja. K3 bertujuan mencegah, mengurangi, bahkan menihilkan resiko kecelakaan kerja (*zero accident*). Sebelum memulai pekerjaan maka kita harus memperhatikan keselamatan kerja baik untuk mesin maupun untuk diri sendiri.

Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam upaya mempersiapkan keselamatan kerja terutama untuk pengoperasian pada mesin, ialah mengetahui

cara pengoprasian mesin baik untuk menghidupkan ataupun mematikan mesin. Pahami gambar kerja sehingga mendapat informasi tentang alat dan mesin yang digunakan serta memahami ranah urutan proses pekerjaan.

2.8.1 Alat Pendukung Keselamatan Pada Pembuatan Mesin *Hot Press*

Kegiatan mengelas termasuk ke dalam pekerjaan yang memiliki resiko tinggi, seorang pembuat alat harus menggunakan perlengkapan keamanan selama proses pengelasan. Sebaiknya, ada banyak perlengkapan keamanan yang digunakan di berbagai unit pengelasan, tergantung pada pekerjaan las di masing-masing tempat. Namun secara standar ada tiga perlengkapan pengamanan standar yang wajib digunakan yaitu helm las, apron las, serta kaca mata las.

1. *Head Shield*

Topeng las merupakan perlengkapan keamanan pengelasan yang berfungsi untuk melindungi wajah *welder* dari percikan api yang muncul akibat pengelasan, panas, dan cahaya ultraviolet yang dapat merusak mata. . Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.30 sebagai berikut.



Gambar 2.30. *Head Shield*

Berbeda dengan helm pada umumnya, helm las lebih berbentuk seperti topeng dengan kaca pada bagian mata. Beberapa helm las terbuat dari logam, namun kebanyakan terbuat dari plastik yang tahan panas. Kaca yang terdapat pada helm las biasanya terdiri dari tiga lapis yaitu kaca jernih, hitam, dan kaca jernih lagi. Kaca las biasanya di kodekan dengan nomor 6, 7, 8, 10, 11, 12 dan 14. Semakin besar angkanya, semakin tinggi tingkat kegelapan kaca. Biasanya, semakin tinggi daya atau ampere mesin las yang digunakan, semakin gelap kaca helm las yang dibutuhkan.

2. Apron

Selain bagian wajah, bagian badan welder juga perlu dilindungi dari percikan api yang timbul selama proses pengelasan. Apron las inilah yang berfungsi untuk melindungi bagian badan welder tersebut. Selain melindungi bagian badan, apron las juga melindungi bagian lengan welder. Biasanya apron las terbuat dari bahan kulit sehingga permukaannya rapat dan mampu melindungi welder dari percikan api secara optimal. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.31 sebagai berikut.



Gambar 2.31. Apro

3. Kacamata

Selain memanfaatkan kaca pada helm las, pembuat alat juga harus melindungi mata mereka dengan menggunakan kacamata khusus untuk melindungi berbagai kerusakan mata akibat proses pemotongan material atau seperti katarak, rabun, percikan partikel pengelasan, hingga kebutaan. . Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.32 sebagai berikut.



Gambar 2.32. Kacamata

4. Sarung Tangan (*Gloves*)

Fungsi sarung tangan las adalah melindungi tangan dari percikan las dan material yang panas saat proses pengelasan berlangsung. Selain menahan panas, sarung tangan ini juga mengatasi rasa licin ketika memegang mesin las atau objek benda, selain untuk meredam rasa panas sarung ini juga bisa meminimalisir kecelakaan yang akan terjadi. Oleh sebab itu, perlu diingat untuk menjaga keringat tangan, sebab akan menghasilkan uap panas yang akan merusak tangan. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.33 sebagai berikut.



Gambar 2.33. Sarung Tangan (*Gloves*)

5. Sepatu *Safety*

Sepatu *Safety* adalah sepatu yang terbuat dari kulit dan bagian depan sepatu terdapat sebuah plat baja yang berfungsi untuk melindungi kaki dari kejatuhan benda yang berat dan benda yang tajam. Selain itu karena bersifat isolator, sepatu ini juga melindungi dari bahaya sengatan listrik. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.34 sebagai berikut.



Gambar 2.34. Sepatu *Safety*

2.8.2 Alat Pendukung Keselamatan Untuk Pengoperasian Mesin *Hot Press*

1. Sarung Tangan Tahan Panas

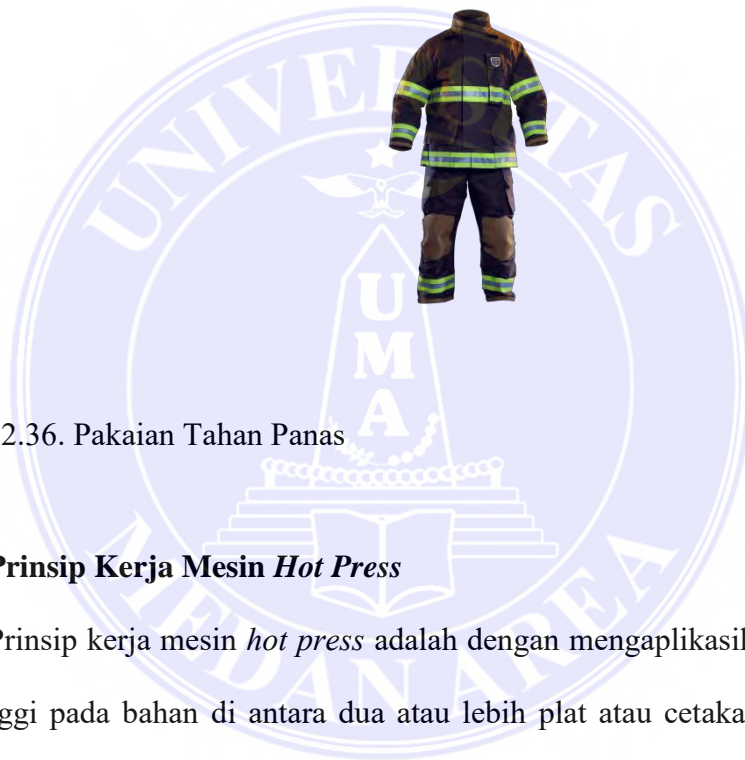
Sarung tangan tahan panas adalah jenis sarung tangan yang dirancang khusus untuk melindungi tangan dari suhu tinggi, kontak dengan benda panas, atau bahkan api. Terbuat dari bahan-bahan tahan panas seperti karet silikon, kain serat mineral, atau bahan komposit tahan panas lainnya. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.35 sebagai berikut.



Gambar 2.35. Sarung Tangan Tahan Panas

2. Pakaian Tahan Panas

Pakaian tahan panas adalah jenis pakaian khusus yang dirancang untuk melindungi penggunanya dari paparan panas ekstrem atau api. Pakaian ini terbuat dari bahan-bahan yang memiliki sifat tahan panas dan isolasi termal yang tinggi, sehingga dapat memberikan perlindungan yang efektif terhadap suhu tinggi dan bahaya yang terkait. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.36 sebagai berikut.



Gambar 2.36. Pakaian Tahan Panas

2.9 Prinsip Kerja Mesin *Hot Press*

Prinsip kerja mesin *hot press* adalah dengan mengaplikasikan tekanan dan suhu tinggi pada bahan di antara dua atau lebih plat atau cetakan. Tekanan dan suhu yang diterapkan pada bahan membuatnya lentur dan memungkinkan untuk pemadatan atau penyatuan bahan. Proses ini membantu menciptakan ikatan antar serat atau partikel dalam bahan, menghasilkan produk akhir yang padat dan kokoh. Setelah proses pemadatan dan penyatuan selesai, mesin dapat membuka dan produk yang telah diproses dapat diambil setelah *cooling* atau pendinginan. Mesin *hot press* digunakan dalam berbagai industri untuk memproduksi berbagai

produk, seperti panel kayu lapis, komponen elektronik, dan banyak lagi.
(Muhammad Firdaus,2017)

Berikut adalah prinsip kerja umum dari mesin *hot press*:

1. Persiapan Material

Material yang akan diproses, seperti serat kayu atau lembaran plastik, disiapkan dengan ukuran dan bentuk yang diinginkan.

2. Penempatan Material

Material ditempatkan di antara dua atau lebih cetakan atau plat, yang sering kali terbuat dari logam tahan panas.

3. Pemanasan

Mesin *hot press* memanaskan cetakan dan material di antara cetakan menggunakan elemen pemanas atau pemanas plat yang terintegrasi. Pemanasan ini bertujuan untuk meningkatkan plastisitas material, membuatnya lebih mudah dibentuk dan diolah.

4. Pemberian Tekanan

Setelah mencapai suhu yang diinginkan, mesin *hot press* memberikan tekanan besar pada material dengan menutup cetakan. Tekanan ini bisa berasal dari sistem hidrolik, sistem pneumatik, atau sistem mekanik.

5. Penjagaan Suhu dan Tekanan

Mesin *hot press* memonitor suhu dan tekanan selama proses. Sistem kontrol otomatis dapat memastikan bahwa kondisi operasional tetap sesuai dengan persyaratan produksi.

6. Pemeliharaan Tekanan dan Suhu

Tekanan dan suhu dipertahankan selama periode yang ditentukan agar material dapat mengalami proses perubahan fase atau penggabungan yang diinginkan.

7. Penyejajaran dan Pemadatan Material

Proses ini dapat memerlukan waktu yang bervariasi tergantung pada jenis material dan produk yang dibuat. Pada akhirnya, mesin *hot press* membentuk material menjadi bentuk yang diinginkan dan memastikan adhesi yang baik.

8. Pendinginan

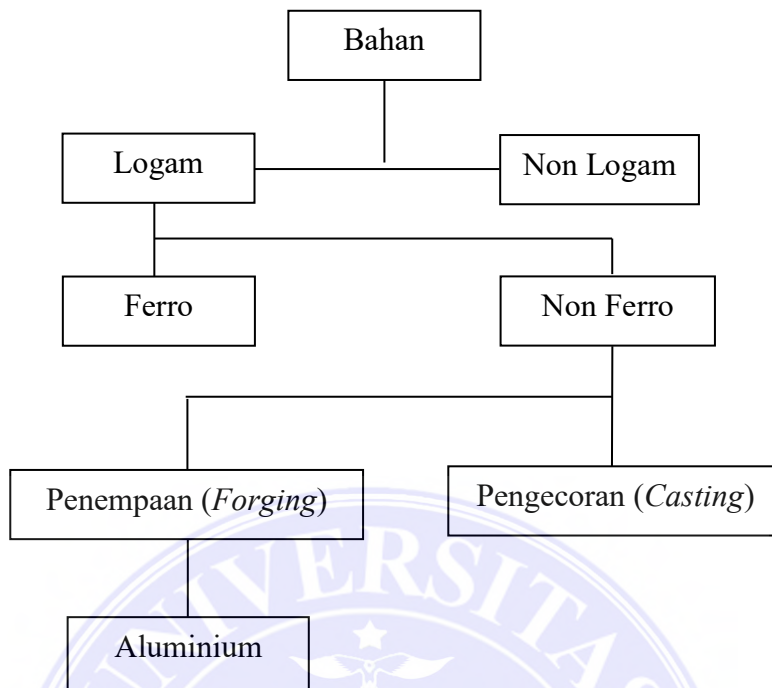
Setelah material telah dibentuk dan disatukan, proses pendinginan dimulai. Mesin *hot press* sering dilengkapi dengan sistem pendingin untuk mempercepat proses ini.

9. Setelah pendinginan, mesin *hot press* membuka cetakan dan produk akhir dapat diambil atau dipindahkan ke tahap selanjutnya dalam proses produksi.

2.10 Pemilihan Bahan

Perancangan suatu elemen mesin mempunyai beberapa aspek yang harus diperhatikan. Salah satu aspek tersebut adalah pemilihan jenis bahan teknik yang akan digunakan. Pemilihan bahan untuk elemen atau komponen sangat berpengaruh terhadap kekuatan elemen tersebut.

Penentuan bahan yang tepat pada dasarnya merupakan kompromi antara berbagai sifat, lingkungan dan cara penggunaan sampai dimana sifat bahan dapat memenuhi persyaratan yang telah ditentukan (Burhanudin, R. S.,2012)



Pemilihan suatu bahan teknik mempunyai beberapa aspek yang benar-benar memerlukan peninjauan yang cukup teliti menurut (Burhanudin,R. S.,2012).

Peninjauan tersebut antara lain :

1. Pertimbangan Sifat, meliputi :
 - a. Ringan.
 - b. Kekuatan.
 - c. Korosi
 - d. Kekakuan
 - e. Konduktivitas Termal dan Listrik
 - f. Penampilan Estetika
 - g. Konduktor Panas yang baik.
 - h. Daya tahan terhadap panas
 - i. Sifat kelistrikan

2. Pertimbangan Fabrikasi, meliputi :
 - a. Mampu Cetak
 - b. Mampu Mesin
 - c. Mampu Tempa
 - d. Mampu Tuang
 - e. Perlakuan Panas



BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Tempat penelitian di laksanakan di Jl. Menteng VII Gg. Wakaf No.10, Medan Tenggara, Kec. Medan Denai, Kota Medan, Sumatera Utara 20227 Dan jadwal penelitian dapat dilihat pada tabel 3.1 sebagai berikut.

Table 3.1. Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	2024							
		Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep
		1234	1234	1234	1234	1234	1234	1234	1234
1	Pengajuan Judul								
2	Penulisan Proposal								
3	Seminar Proposal								
4	Proses Penelitian								
5	Pengolahan Data								
6	Penyelesaian Laporan								
7	Seminar hasil								
8	Evaluasi dan Persiapan Sidang								
9	Sidang Sarjana								

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan Perancangan

1. Kertas Gambar

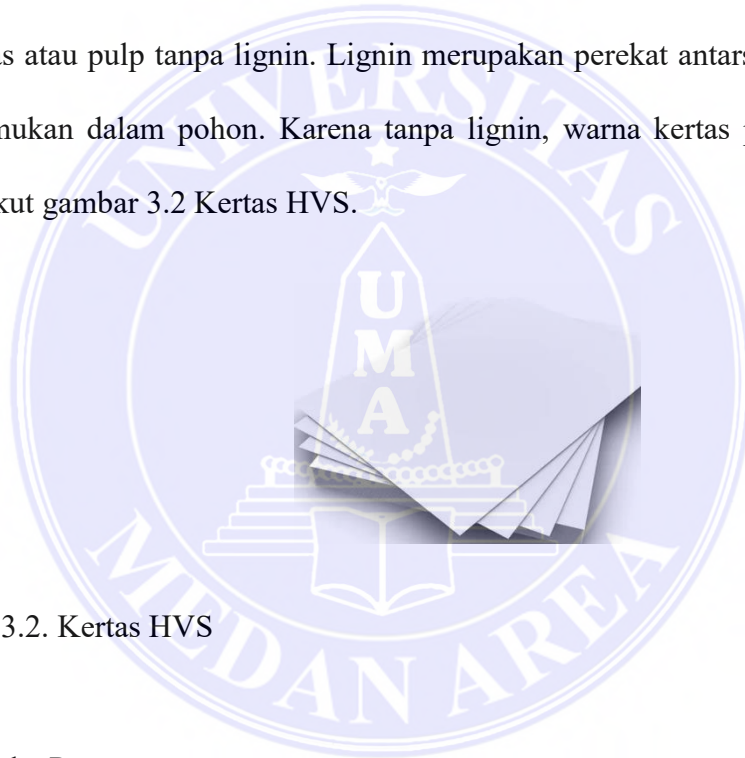
Kertas gambar adalah sejenis kertas yang dirancang khusus untuk digunakan dalam pencitraan dan penggambaran teknis. Kertas ini memiliki sifat-sifat tertentu yang membuatnya cocok untuk berbagai teknik gambar, Berikut gambar 3.1 buku gambar.



Gambar 3.1. Buku Gambar

2. Kertas HVS

Kertas HVS berasal dari bahasa Belanda yakni *houtvrij schrijf papier*, yang berarti kertas tulis bebas serat kayu. Bahan dasar kertas ini adalah bubur kertas atau pulp tanpa lignin. Lignin merupakan perekat antarserat yang biasa ditemukan dalam pohon. Karena tanpa lignin, warna kertas pun lebih awet. Berikut gambar 3.2 Kertas HVS.



Gambar 3.2. Kertas HVS

3.2.2 Alat Perancangan

Alat – alat yang digunakan untuk merancang mesin *hot press*

1. *Solidworks*

Solidworks adalah sebuah program *Computer Aided Design (CAD) 3D* yang menggunakan *Platform Windows*. *Solidworks* merupakan program rancang bangun yang banyak digunakan untuk mengerjakan desain produk,

desain mesin, desain konstruksi, ataupun keperluan teknik lainnya. Berikut gambar 3.3 *Solidworks*.



Gambar 3.3. Tampilan *Solidworks*

2. Laptop

Laptop adalah sebuah perangkat keras yang berfungsi untuk mengoperasikan atau menjalankan software untuk mendesain atau merancang alat atau mesin. Berikut gambar 3.4 Laptop.



Gambar 3.4. Laptop

3.3 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian untuk perancangan mesin *hot press* adalah metode *solidworks* dan serangkaian langkah-langkah sistematis yang diperlukan untuk merancang, mengembangkan, dan menguji mesin tersebut. Berikut adalah metodologi penelitian yang dapat digunakan:

a. Studi Literatur

Melakukan studi literatur untuk memahami konsep dan prinsip dasar mesin *hot press*. Mempelajari desain dan teknologi terkini yang digunakan dalam mesin *hot press* dan meninjau literatur terkait material yang umumnya ditekan menggunakan mesin *hot press*.

b. Penentuan Spesifikasi

Menentukan spesifikasi teknis mesin *hot press* yang akan dirancang, termasuk daya tekan, suhu, ukuran plat, dan kecepatan penekanan dan Menentukan bahan-bahan yang akan digunakan untuk membuat mesin *hot press*.

c. Perancangan Konseptual

Mengembangkan konsep dasar mesin hot press berdasarkan spesifikasi yang telah ditentukan. Merancang sketsa awal dan diagram konseptual mesin *hot press* serta Mengidentifikasi komponen utama dan sistem kendali yang diperlukan.

d. Modeling dan Simulasi

Menggunakan perangkat lunak desain dan simulasi untuk membuat model 3D dari mesin *hot press*. Melakukan simulasi untuk memeriksa kinerja mesin dan mengidentifikasi potensi masalah.

e. Pembuatan *Prototype*

Membangun *prototype* mesin *hot press* berdasarkan model yang telah dirancang. Menggunakan material yang sesuai dengan spesifikasi dan kebutuhan mesin.

f. Uji Kinerja dan Pengujian

Melakukan uji kinerja untuk mengukur daya tekan, suhu, dan fitur-fitur lainnya pada mesin *hot press*. Melakukan pengujian keandalan dan ketahanan mesin terhadap penggunaan yang berulang.

g. Analisis Data dan Evaluasi

Menganalisis data hasil pengujian dan evaluasi kinerja mesin *hot press*. Mengidentifikasi kekurangan atau potensi perbaikan pada desain atau kinerja mesin.

h. Optimasi dan Perbaikan

Melakukan perbaikan pada desain atau konfigurasi mesin berdasarkan temuan evaluasi. Memperbarui prototipe atau model mesin untuk meningkatkan kinerjanya.

i. Dokumentasi dan Publikasi

Mendokumentasikan seluruh proses perancangan, pengembangan, dan pengujian.

3.4 Populasi dan Sampel

Dalam studi ini, yang menjadi populasi penelitiannya yaitu seluruh proses produksi mesin *Hot press* atau objek yang memiliki karakteristik atau sifat tertentu dan menjadi fokus dari penelitian ini meliputi konsep pembuatan, pemilihan material, proses perakitan, pengujian hingga analisis hasil pengujian.

Sampel pada perancangan mesin *hot press* adalah subset atau bagian kecil dari populasi yang dipilih untuk dianalisis atau diuji. Sampel ini dapat terdiri dari prototipe mesin *hot press* yang direncanakan untuk dibangun atau mesin *hot press* yang sudah ada dan akan diambil sebagai objek penelitian. Pemilihan sampel

harus mencerminkan keragaman dan variasi yang dapat mewakili karakteristik mesin *hot press* secara keseluruhan seperti pada tabel 3.2 sebagai berikut.

Table 3.2. Populasi dan Sampel

No	Komponen	Jumlah
1	Dongkrak	1
2	Besi <i>Hollow</i>	5
3	Pemanas <i>Kadtridge</i>	10
4	Plat aluminium	2
5	Plat Besi	1
6	<i>Aluminium bars</i>	1
7	Insulasi	2
8	Kotak Panel	1
9	<i>Ceramic terminals</i>	2
10	Termokopel	2
11	Pegas	1
12	Pengukur tekanan	1

3.4.1 Pembuatan Konsep Perancangan

Tahap – tahap dari proses perancangan mesin *hot press* untuk pengolahan limbah sampah plastik menjadi produk *plastic sheet* ini adalah sebagai berikut :

1. Matrik Morfologi
2. Matrik Keputusan (*decision matrix*)
3. *Analytic hearer proses* (AHP)

3.5 Prosedur Kerja

Prosedur kerja adalah serangkaian langkah atau tata cara yang terstruktur dan ditetapkan secara resmi untuk melaksanakan suatu tugas atau kegiatan secara efisien dan efektif. Tujuan dari prosedur kerja adalah untuk mencapai hasil yang konsisten, mengurangi risiko kesalahan, meningkatkan efisiensi, dan memastikan konsistensi dalam pelaksanaan suatu tugas atau proses. Prosedur ini bertujuan untuk memberikan panduan dalam perancangan mesin *hot press* untuk memastikan keamanan, efisiensi, dan kualitas produk yang dihasilkan.

- a. Identifikasi kebutuhan produksi dan spesifikasi mesin *hot press* yang dibutuhkan dan meinjau standar keselamatan.
- b. Kumpulkan data mengenai bahan yang akan diproses dan karakteristiknya dan Analisis kekuatan dan ketahanan yang dibutuhkan untuk memilih bahan mesin yang tepat.
- c. Buat konsep awal mesin *hot press*, termasuk *layout* dan fungsi utama dan gunakan perangkat lunak desain untuk membuat model awal.
- d. Tinjau desain dengan tim teknis untuk mendapatkan masukan dan lakukan analisis kekuatan dan simulasi untuk memastikan keandalan desain.
- e. Modifikasi desain berdasarkan umpan balik tim teknis dan Pastikan desain meminimalkan pemborosan energi dan memaksimalkan efisiensi.
- f. Buat prototipe mesin *hot press* menggunakan bahan yang sesuai dan lakukan pengujian awal untuk mengevaluasi kinerja dan mengidentifikasi potensi perbaikan.
- g. Modifikasi ubah ukuran elemen agar sesuai dengan pengalaman dan ketentuan sehingga memudahkan perancangan.

- h. Lakukan pengujian keselamatan untuk memastikan mesin memenuhi standar keselamatan yang berlaku dan Identifikasi dan atasi potensi risiko keselamatan.
- i. Modifikasi desain atau komponen berdasarkan hasil pengujian *prototype* dan lakukan iterasi pengoptimalan untuk meningkatkan kinerja mesin.

3.5.1 Tahap Perancangan

Berikut adalah tahap perancangan mesin *hot press*, mulai dari analisis kebutuhan hingga penyelesaian desain dan produksi mesin:

1. Identifikasi Kebutuhan dan Spesifikasi Mesin
 - a. Tentukan kebutuhan spesifik dari mesin *hot press* yang akan dirancang, seperti jenis material yang akan dipress, suhu operasi, tekanan yang dibutuhkan, dan dimensi produk akhir.
 - b. Memastikan mesin memenuhi persyaratan operasional dan kualitas produk yang diinginkan.
 - c. Spesifikasi awal yang meliputi ukuran mesin, kapasitas tekanan, rentang suhu, dan waktu siklus press.
2. Studi Kelayakan dan Analisis Teknik
 - a. Lakukan studi kelayakan untuk menilai dari segi biaya, waktu, sumber daya, dan teknologi yang diperlukan. Analisis komponen utama seperti sistem pemanas, sistem tekanan, rangka mesin, dan kontrol suhu.
 - b. Memastikan bahwa mesin dapat diproduksi dengan teknologi dan sumber daya yang tersedia.

- c. Laporan studi kelayakan yang menunjukkan biaya, waktu, dan peralatan yang diperlukan.
3. Pengumpulan Data dan Informasi Teknis
 - a. Pengumpulan data teknis terkait, seperti tipe pemanas (elektrik, minyak panas, atau uap), jenis material rangka, sistem hidrolik atau pneumatik untuk tekanan, dan mekanisme kontrol suhu.
 - b. Memahami semua komponen dan teknologi yang akan digunakan dalam perancangan.
 - c. Dokumen berisi spesifikasi teknis terkait material, sistem pemanas, kontrol suhu, dan mekanisme tekanan.
 4. Perancangan Konseptual
 - a. Membuat beberapa konsep awal dari desain mesin, seperti tata letak elemen pemanas, lokasi silinder hidrolik, rangka mesin, dan panel kontrol. Gunakan sketsa kasar atau software *solidworks*.
 - b. Menghasilkan berbagai alternatif desain yang bisa dievaluasi lebih lanjut.
 - c. Beberapa konsep desain awal yang menunjukkan tata letak elemen-elemen utama mesin.
 5. Evaluasi dan Pemilihan Konsep Terbaik
 - a. Evaluasi konsep-konsep desain berdasarkan kriteria seperti efisiensi, biaya, kemudahan perawatan, dan keandalan. Memilih desain yang paling optimal.
 - b. Memilih desain yang paling sesuai dengan kebutuhan dan spesifikasi teknis.

- c. Konsep desain yang dipilih untuk dikembangkan lebih lanjut.
6. Perancangan Detail
 - a. Merancang detail dari mesin *hot press*, termasuk pemilihan komponen spesifik seperti pemanas (*heating plate*), silinder hidrolik, rangka baja, dan kontroler suhu. Buat gambar teknik lengkap dari setiap komponen.
 - b. Menghasilkan desain detail yang siap diproduksi dengan spesifikasi komponen yang jelas.
 - c. Gambar *solidworks* 2D/3D dari seluruh komponen dan diagram skematik dari sistem kontrol.
 7. Pembuatan *Prototipe*
 - a. Buat *prototipe* mesin *hot press* dalam skala kecil atau penuh untuk melakukan pengujian fisik. *Prototipe* bisa dibuat menggunakan material yang sama atau alternatif untuk menguji konsep.
 - b. Menguji konsep secara langsung dalam kondisi nyata sebelum produksi massal.
 - c. *Prototipe* fisik dari mesin *hot press* yang siap diuji.
 8. Uji dan Validasi *Prototipe*
 - a. Melakukan pengujian pada *prototipe* untuk mengevaluasi kinerja mesin terhadap spesifikasi yang ditentukan, seperti waktu pemanasan, tekanan yang tercapai, dan hasil pressing. Uji keandalan komponen seperti pemanas, kontrol suhu, dan sistem tekanan.
 - b. Memastikan bahwa mesin berfungsi sesuai spesifikasi dan mengidentifikasi potensi masalah.

- c. Laporan uji yang menunjukkan performa mesin dan area yang memerlukan perbaikan.

9. Revisi dan Penyempurnaan Desain

- a. Berdasarkan hasil uji, lakukan revisi pada desain. Ini bisa mencakup perbaikan pada sistem pemanas, penguatan rangka, atau penyempurnaan kontrol suhu dan tekanan.
- b. Memperbaiki kelemahan yang ditemukan selama pengujian dan memastikan performa optimal.
- c. Desain final yang siap untuk produksi.

10. Dokumentasi Teknis

- a. Dokumentasi lengkap yang mencakup gambar teknik final, daftar bahan, spesifikasi komponen, dan instruksi perakitan.
- b. Menyediakan panduan yang jelas untuk produksi dan perakitan mesin *hot press*.
- c. Paket dokumentasi teknis lengkap yang siap digunakan oleh tim produksi.

11. Produksi dan Perakitan

- a. Lakukan produksi komponen dan rakit mesin berdasarkan desain final dan dokumentasi teknis. Pastikan semua komponen sesuai spesifikasi yang telah ditentukan.
- b. Memproduksi mesin *hot press* dalam skala penuh.
- c. Mesin *hot press* yang sudah dirakit dan siap digunakan.

12. Uji Kinerja Mesin Setelah Produksi

- a. Lakukan uji performa mesin *hot press* yang sudah diproduksi. Uji termasuk memeriksa kestabilan suhu, tekanan, waktu siklus, dan hasil pressing dari material yang diolah.
- b. Memastikan mesin berfungsi dengan baik setelah produksi dalam kondisi sebenarnya
- c. Sertifikasi kinerja mesin *hot press*, memastikan mesin siap digunakan secara komersial atau industri.

13. Pengiriman dan Instalasi

- a. Kirim mesin ke lokasi pelanggan dan lakukan instalasi. Pastikan semua komponen terpasang dengan benar dan sistem berfungsi sesuai dengan standar operasi.
- b. Memastikan mesin siap dioperasikan di lingkungan pengguna. –
- c. Mesin *hot press* yang terinstalasi dan siap digunakan.

14. Pelatihan Pengguna dan Pemeliharaan

- a. Pelatihan kepada operator terkait penggunaan, perawatan rutin, dan tindakan darurat yang perlu dilakukan.
- b. Memastikan operator dapat mengoperasikan dan merawat mesin dengan benar.
- c. Pengguna yang terlatih dan panduan pemeliharaan rutin untuk menjaga performa mesin. Dengan mengikuti prosedur di atas, mesin *hot press* dapat dirancang dan diproduksi secara efisien, memenuhi kebutuhan pengguna, dan bekerja dengan optimal sesuai spesifikasi.

3.5.2 Prosedur Pembuatan Perancangan

Berikut merupakan merupakan langkah – langkah prosedur pembuatan perancangan mesin *hot press* untuk pengolahan limbah sampah plastic menjadi produk *plastic sheet*.

a. Perancangan Rangka

Berikut adalah langkah-langkah perancangan rangka mesin *hot press* untuk pengolahan limbah plastik menjadi *plastic sheet* menggunakan *SolidWorks* secara detail:

1. Persiapan Awal

a. Buka *Software SolidWorks*

1. Pilih *New Document*.
2. Pilih *Part* untuk memulai pembuatan komponen pertama.

b. Atur Unit

1. Klik *Options* (ikon gear di toolbar atas).
2. Masuk ke tab *Document Properties* > *Units* > Pilih *MMGS* (millimeter).

2. Membuat Tiang Utama (Rangka Vertikal)

a. Buat Sketsa Profil

1. Klik *Front Plane* > *Sketch*.
2. Pilih *Rectangle Tool* dan gambar persegi dengan ukuran 40 mm x 40 mm (profil *hollow*).
3. Klik *Features* > *Extruded Boss/Base*, atur panjang ekstrusi menjadi 1200 mm (120 cm).

3. *Hollow* (Bagian Kosong)
 - a. Klik *Front Face* > *Sketch*.
 - b. Gambar persegi kecil di dalam profil pertama (34 mm x 34 mm).
 - c. Gunakan fitur *Cut-Extrude* untuk mengosongkan bagian dalam dengan kedalaman *through all*.
4. *Save Part*
 - a. Simpan sebagai *Tiang Utama.SLDPRT*.

b. Perancangan *Frame Horizontal*
Berikut adalah langkah-langkah perancangan *frame horizontal* mesin *hot press* untuk pengolahan limbah plastik menjadi *plastic sheet* menggunakan *SolidWorks* secara detail

1. Buat Profil *Frame*
 - a. Klik *Top Plane* > *Sketch*.
 - b. Buat persegi panjang dengan panjang 800 mm dan lebar 600 mm.
2. Gunakan *Weldment* (Kerangka Baja)
 - a. Klik tab *Weldments* (jika belum aktif, tambahkan lewat *Customize Toolbar*).
 - b. Pilih *Structural Member*.
 - c. Pilih profil standar seperti *Square Tube* 40x40 mm atau custom sesuai kebutuhan.
3. *Extrude Frame*
 - a. Atur bentuk frame sesuai ukuran.

4. *Save Part*

- a. Simpan sebagai *Frame Horizontal.SLDPRT*.

c. Perakitan (*Assembly*)

Berikut adalah langkah-langkah perancangan perakitan (*Assembly*) mesin *hot press* untuk pengolahan limbah plastik menjadi *plastic sheet* menggunakan *SolidWorks* secara detail

1. Buat File *Assembly*

- a. Klik *File > New > Pilih Assembly*.

2. Masukkan Komponen

- a. Klik *Insert Components*, masukkan *Tiang Utama* dan *Frame Horizontal*.

3. *Mate* Komponen

- c. Gunakan fitur *Mate* untuk menyatukan komponen.
- d. Posisi *frame horizontal* berada di 50 cm dari bawah (setengah tinggi *tiang utama*).

4. Tambahkan *Frame Atas*

- a. Gunakan cara serupa untuk menambahkan *frame horizontal* kedua di puncak *tiang*.

d. Perancangan Pelat Pemanas

Berikut adalah langkah-langkah perancangan pelat pemanas mesin *hot press* untuk pengolahan limbah plastik menjadi *plastic sheet* menggunakan *SolidWorks* secara detail.

1. Buat Pelat

- a. Klik *Front Plane > Sketch*.
- b. Buat persegi panjang berukuran 680 mm x 680 mm.
- c. Gunakan *Extrude Boss/Base* dengan ketebalan 10-15 mm.

2. Tambahkan Lubang *Heater*

- a. Klik *Top Face > Sketch*.
- b. Tambahkan beberapa lingkaran dengan diameter 10 mm untuk tempat elemen pemanas.
- c. Gunakan *Extruded Cut*.

3. *Save Part*

1. Simpan sebagai Pelat Pemanas.SLDPRT.

e. Perancangan Komponen Pendukung

Berikut adalah langkah-langkah perancangan komponen pendukung mesin *hot press* untuk pengolahan limbah plastik menjadi *plastic sheet* menggunakan *SolidWorks* secara detail.

1. Dudukan Silinder Hidrolik atau *Screw Press*

- a. Buat batang horizontal di atas *frame* atas untuk menempatkan penekan.
- b. Gunakan langkah yang sama dengan pembuatan tiang atau frame horizontal.

2. *Platform Mold*

- a. Buat *mold* (cetakan) sederhana sesuai ukuran pelat dengan ketebalan 8 mm.

f. Finalisasi dan Drawing

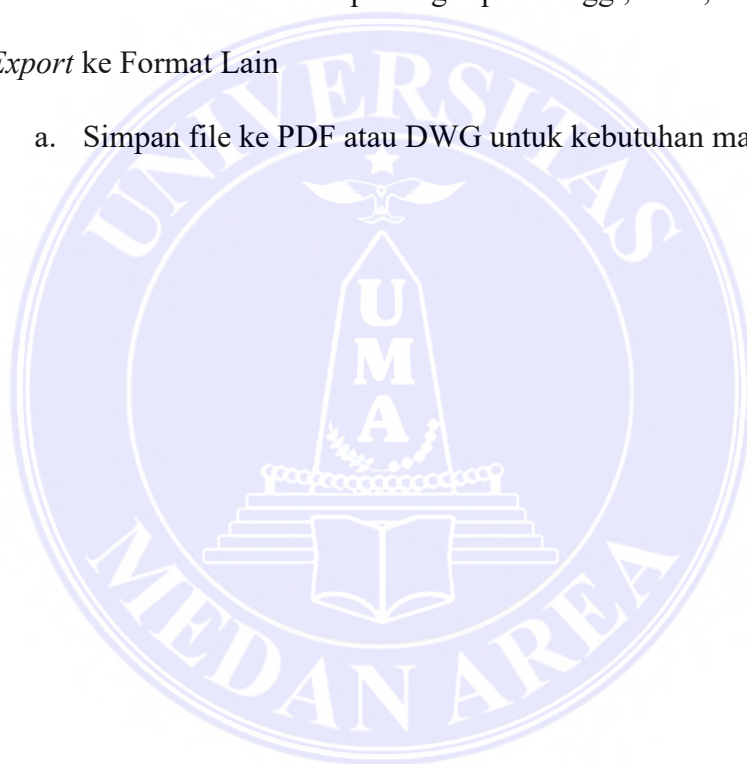
Berikut adalah langkah-langkah finalisasi dan drawing mesin *hot press* untuk pengolahan limbah plastik menjadi *plastic sheet* menggunakan *SolidWorks* secara detail.

1. *Export Drawing*

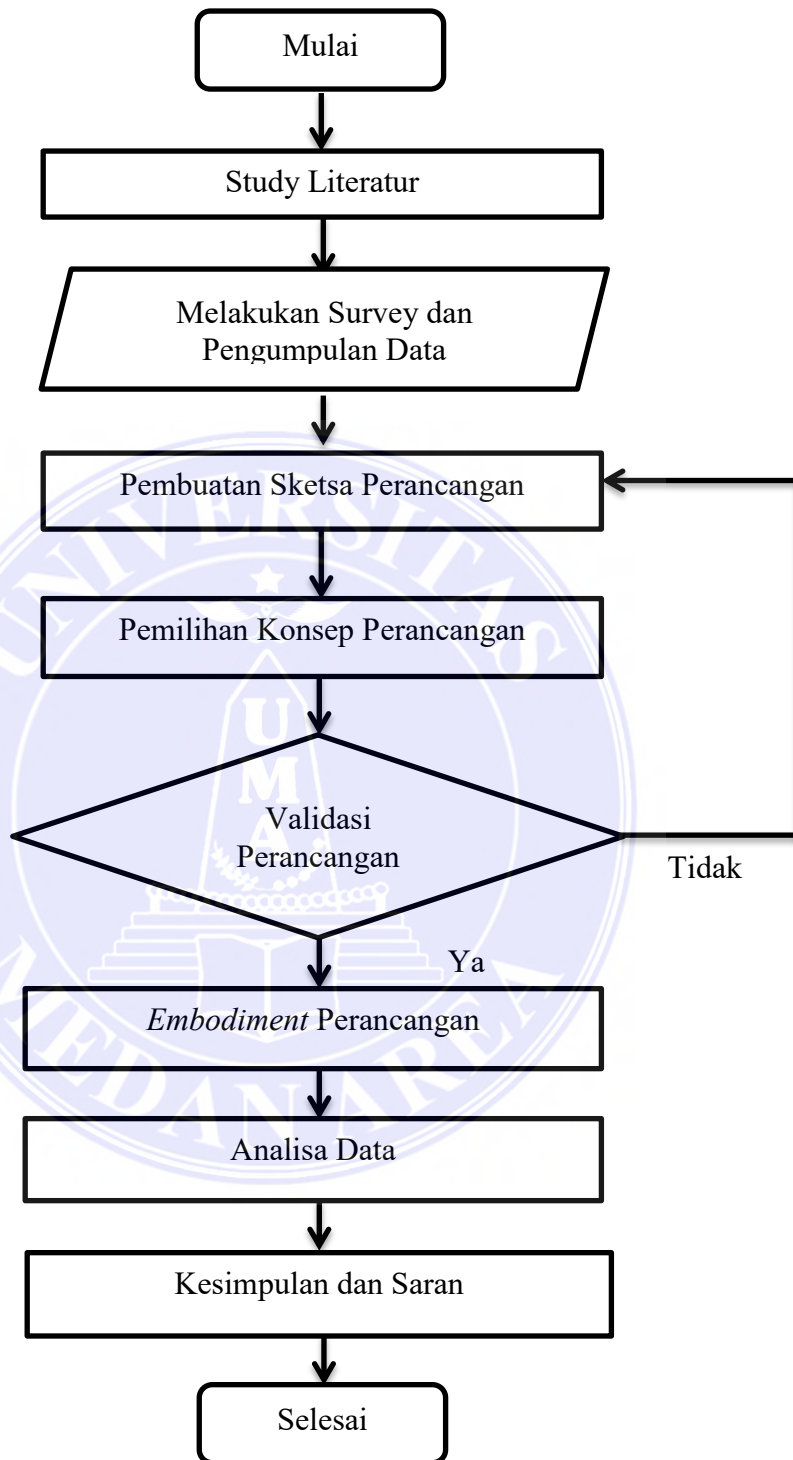
- a. Klik *Make Drawing from Part/Assembly*.
- b. Tambahkan dimensi penting seperti tinggi, lebar, dan detail lubang.

2. *Export ke Format Lain*

- a. Simpan file ke PDF atau DWG untuk kebutuhan manufaktur.



3.5.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.5. Diagram Alir Penelitian

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Hasil kesimpulan dalam rancangan mesin *hot press* pada penelitian ini yaitu.

1. Ukuran rangka mesin *hot press* pada penelitian ini adalah 600 mm x 600 mm dan tinggi 1200 mm dengan profil besi *hollow* berkisar 40 mm x 40 mm. Kapasitas beban kritis dari besi *hollow* sebesar 4019,23 kN dengan tekanan pegas yaitu 100.000 Pa dan jumlah lilitan pada pegas adalah 7 lilitan dan tekanan dongkrak yang didapat sebesar 5,3 MPa dengan pemakaian daya listrik pada mesin *hot press* adalah 2,22 Kw atau 2,98 HP. Daya listrik yang digunakan untuk 10 *heater cartridge* sebesar 1.472,42 Watt dengan kapasitas tekanan cetakan 2,20 kN dengan luas area 4,16 cm², ketebalan 10 mm dan kerapatan *plastic sheet* didapat berkisar 950 kg/m³.
2. Untuk keselamatan kerja dan evaluasi harus selalu menggunakan alat pelindung diri (APD), mematuhi prosedur pengoprasian mesin *hot press* dan melakukan evaluasi keadaan darurat.

5.2 Saran

1. Perancangan mesin *hot press* perlu diperhatikan dalam bidang penggunaan material yang lebih kuat dan dengan biaya yang lebih murah atau ekonomis.
2. Untuk perancangan selanjutnya perlu diamati dalam bidang *hydraulic* otomatis agar hasil mesin *hot press* lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, a. A. A. (2021). Perawatan bearing pada mesin bor di kapal negara (kn) kumba pt. Citra bahari shipyard tegal. *Karya tulis*.
- Ariffudin, S. D. (2014). Perancangan sistem pemanas pada rancang bangun mesin pengaduk bahan baku sabun mandi cair. *Jurnal Rekayasa Mesin, 1*(02).
- Burhanudin, R. S. (2012). Perencanaan Mesin Peniris Minyak Pada Kacang Telur.
- Firdaus, M. (2022). *Perancangan Mesin Hot Press Untuk Daur Ulang Plastik (HDPE)* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Riau).
- Harahap, M. H., Ritonga, W., & Nasution, B. (2021). LAPORAN PENELITIAN TERAPAN PENGEMBANGAN DAN PEREKAYASAAN MESIN HOT PRESS.
- Julianto, K. Ferry, I. Surjati, dan Suraidi. 2015. Sistem Pemantauan Kinerja Serta Pengaturan Mesin *Packing* secara Otomatis pada Pabrik Wafer dengan *Zigbee*. *Jurnal Tesla 17*(2): 116-127
- Kustiawan, E. 2018. Meningkatkan Efisiensi Peralatan dengan Menggunakan Solid State Relay (SSR) dalam Pengaturan Suhu Pack Pre-Heating Oven (PHO) (Studi Kasus Di PT Indonesia Toray Synthetics, Tangerang). *Jurnal STT YUPPEN TEK 9*(1): 1-6.
- Nakula, F. E. (2014). Rancang Bangun Mesin Cetak Hot Press Pneumatik. *Jurnal Rekayasa Mesin, 1*(02).
- Naim, M., Asmauna, A., Surika, I., & Mangkali, M. T. (2019). Rancang bangun oven kue dengan dua sumber panas. *Dinamika: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, 10*(2), 40-46.
- Nurdin, H. (2020). *PERENCANAAN ELEMEN MESIN (Elemen Sambungan dan Penumpu)*. UNP PRESS.
- Nur, R., & Suyuti, M. A. (2018). *Perancangan mesin-mesin industri*. Deepublish.
- Phal, 2007. Engineering Design, A Systematic Approach. Springer London.London
- Plackett, David, et al. "Biodegradable composites based on L-poly lactide and jute fibres." *Composites science and technology 63.9* (2003): 1287-1296.

- Rizal, r. (2021). Pengoperasian dan perawatan mesin las listrik dalam pembuatan cerobong km. Laut madu di upp kelas iii juwana. *Karya tulis*.
- Shamsuri, A. A., Daik, R., Zainudin, E. S., & Tahir, P. M. (2014). Compatibilization of HDPE/agar biocomposites with eutectic-based ionic liquid containing surfactant. *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, 33(5), 440-453.
- Siregar, Rakhmad Arief, and Ahmad Ridwan Rangkuti. "Pembuatan Cetakan Kotak Sabun Pada Mesin Injection Molding Plastik." *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi* 1.1 (2018): 57-63.
- Setiawan, I. (2020). *Pengaruh Putaran Terhadap Kekuatan Tarik Pada Friction Welding Aa 2024-T3 Dengan Aa 6061-T6* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Nasional Malang).
- Wahyujati, Bertha Bintari. *Metode Perancangan: Rangkuman teori dan Aplikasi*. Sanata Dharma University Press, 2022.
- Wijaya, A. Purnomo, R. P. Pratama, dan C. Niswatin. 2018. *Smart Boarding House Billing* Berbasis Raspberry Pi. *Jurnal JIT* 2(1): 7-14.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Sheet *Cartridge Heater*

Cartridge Heaters

Metric EB Cartridge

Applications and Technical Data

Continued

Maximum Allowable Watt Density

Both the *Maximum Allowable Watt Density* metric and inch-base charts will tell you either the hole fit or recommended watt density in relationship to part temperature. Enter the chart with either known variable, part fit in hole dimension or watt density. Then find the part temperature by reading up or over on the chart. The part temperature curves shown are measured 13 mm (½ inch) from the heater in a mild steel block. For stainless steel blocks, enter the graph with a fit of 0.04 mm (0.0015 inch) larger than actual. For aluminum and brass blocks, enter the graph with a temperature 55°C (100°F) above actual block temperature.

On-Off Cycling: On-off cycling shortens heater life. If the heater cycles more than once per hour, multiply the watt density, shown on the chart, by 0.8 to determine the maximum allowable watt density for the application. If the heater cycles more than once a minute, multiply by 0.7.

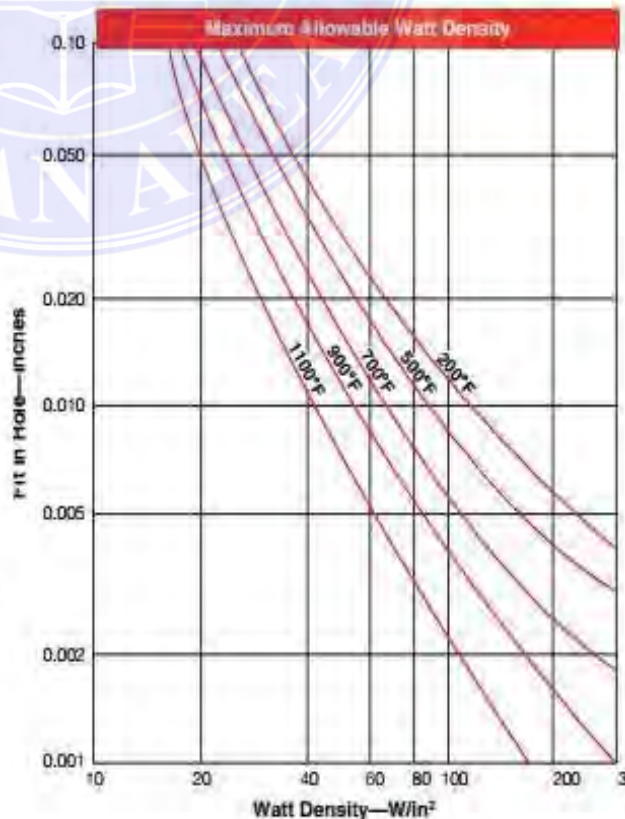
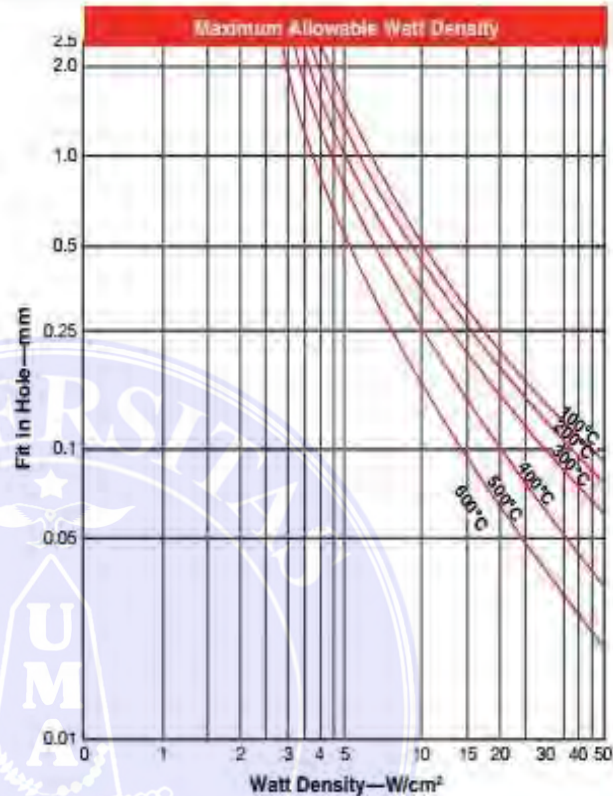
Tolerances

Diameter: -0.02 mm, -0.08 mm (-0.0008 inch, -0.0031 inch)

Length: ±3 percent with ±2.4 mm (±¾ inch) minimum

Resistance: +5 percent, -10 percent. Resistance is measured at room temperature following first heater operation.

Wattage: +10 percent, -5 percent. Wattage decreases approximately 5 percent with temperature. Wattage tolerances are for heaters at operating temperature.



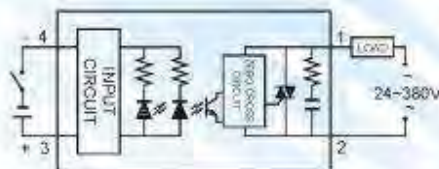
Lampiran 2. Data Sheet SSR (Solid State Relay)



Specification

Type	Terminal Type					PCB Type
Model	SSR-10DA	SSR-25DA	SSR-40DA	SSR-25DA-H	SSR-40DA-H	SSR-P03DA
Rated Load Current	10A	25A	40A	25A	40A	3A
Input Data						
Operating Voltage	3~32VDC					
Min. ON / OFF Voltage	ON > 2.4V , OFF < 1.0V					
Trigger Current	7.5mA / 12V					
Control Method	Zero Cross Trigger					
Output Data						
Operating Voltage	24~380VAC		90~480VAC		24~380VAC	
Min. Block Voltage	600 VAC < Repetive >					
Voltage Drop	1.6 V / 25 C					
Max. Durated Current	135A	275A	410A	275A	410A	135A
Leakage Current	3.0mA	3.0mA	3.0mA	5.0mA	5.0mA	3.0mA
Response Time	ON < 10ms , OFF < 10ms					
General Data						
Dielectric Strength	Over 2.5KVAC / 1min.					
Isolation Strength	Over 50MΩ / 500VDC					
Operating Temperature	-20 C ~+80 C					
Housing Material	Intensive ABS					
Weight	Appr. 105g					Appr. 15g

Connection Diagram



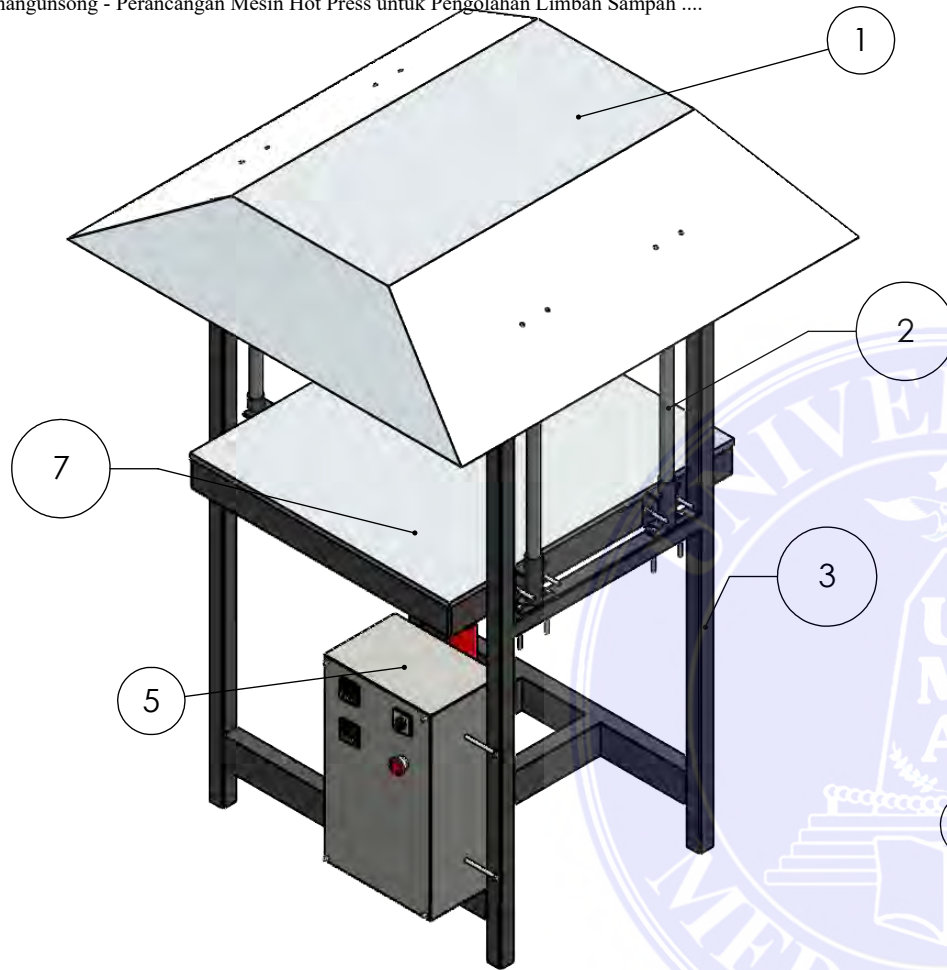




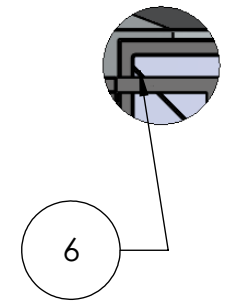
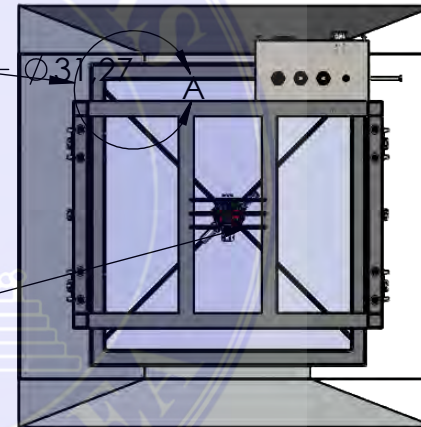
UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area



ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	PENUTUP	TRIPLEK	1
2	PEGANGAN PRESS	BESI BULAT	1
3	RANGKA	BALOK BAJA	2
4	DUDUKAN DONGKRAK	BALOK BAJA	1
5	INTALASI	KOTAK PANEL	1
6	DUDUKAN PEMANAS	PLAT BESI	4
7	CETAKAN PEMANAS	ALUMUNIUM	1



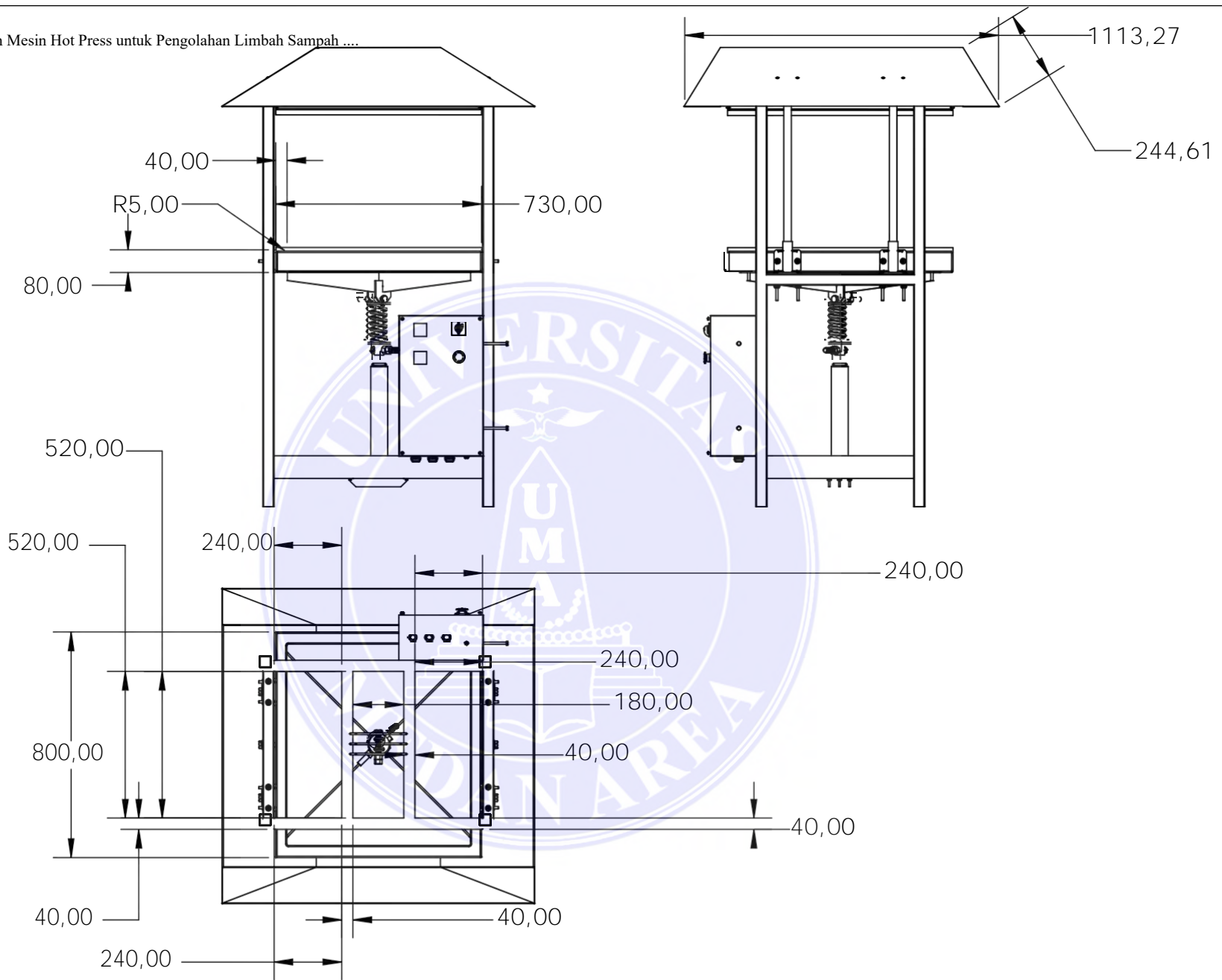
DETAIL A
SCALE 1 : 20

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

	SKALA:1:20	DIGAMBAR:HELFRAN SIMANGUNSONG	PERINGATAN	
	SATUAN UKURAN :MM	NPM:208130032		
	TANGGAL:	DIPERIKSA:TINO HERMANTO, ST.,MT	Document Accepted 23/1/25	
STUDIO GAMBAR TEKNIK TEKNIK MESIN FT UMA	sheet press		NO: 1	A4

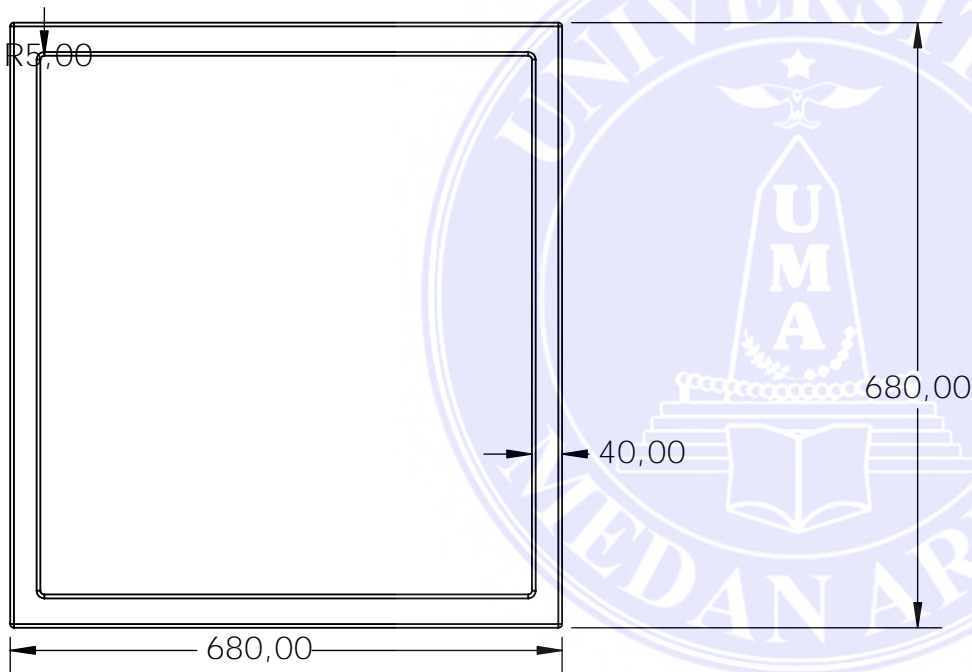
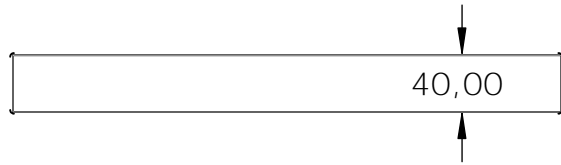


UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

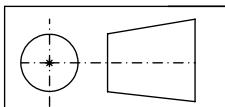
	SKALA: 1: 20	DIGAMBAR: HELFRAN SIMANGUNSONG	PERINGATAN	
	SATUAN UKURAN : mm	NPM: 208130032		
	TANGGAL: 1-02-2014	DIPERIKSA : TINO HERMANTO, ST.,M.Sc	Document Accepted 23/1/25	
TEKNIK MESIN FT UMA	SHEET PRESS		NO: 1	A4



UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area



TEKNIK MESIN
FT UMA

SKALA: 1:20
SATUAN UKURAN :MM
TANGGAL:01-02-2024

DIGAMBAR: HELFRAN SIMANGUNSONG
NPM: 208130032
DIPERIKSA:TINO HERMANTO, ST.,MT

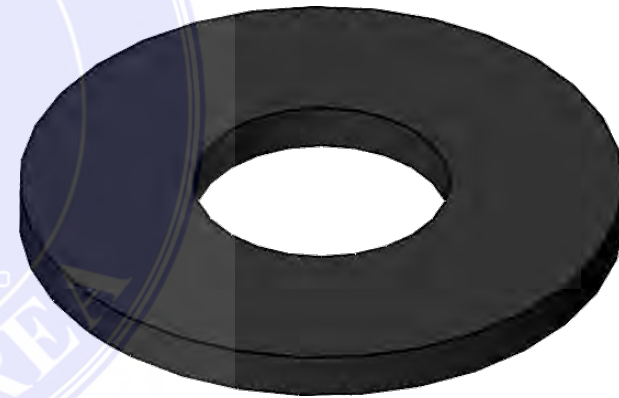
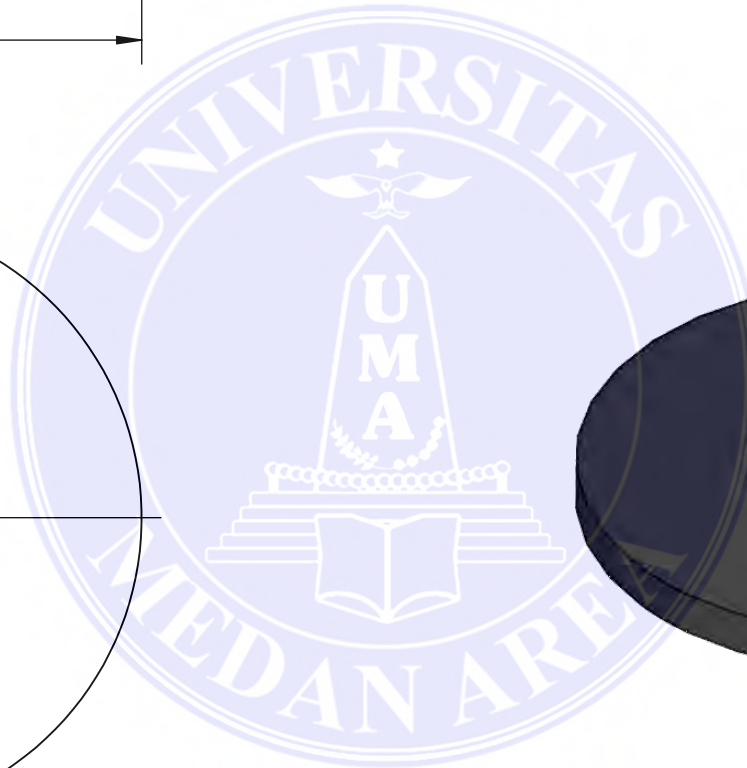
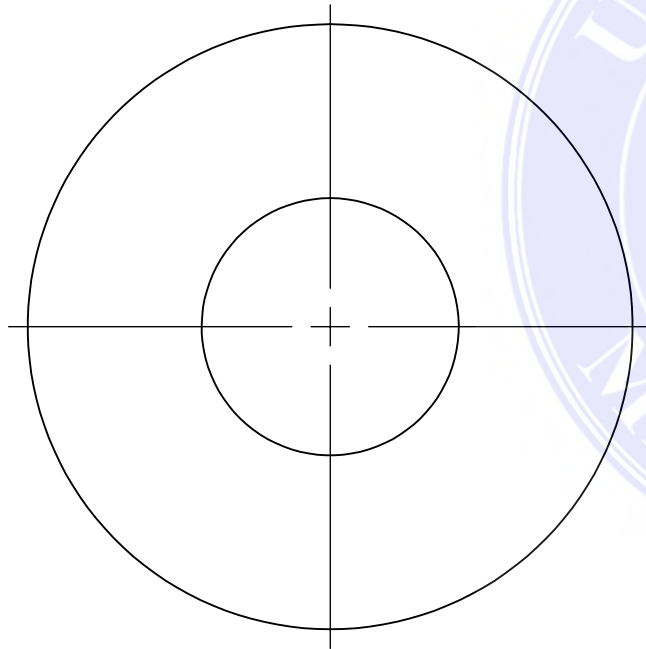
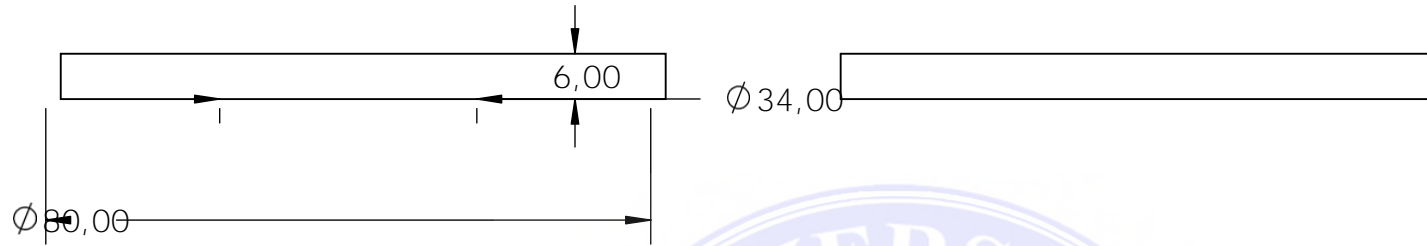
PERINGATAN

Document Accepted 23/1/25

BINGKAI PLAT PEMANAS

NO: 1

A4

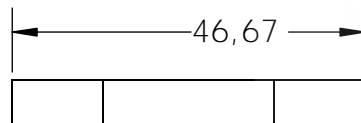
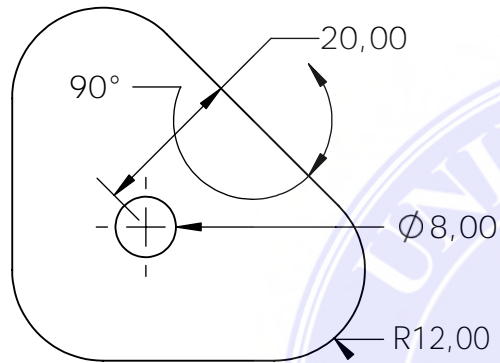


UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

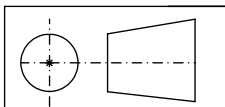
	SKALA: 1:2	DIGAMBAR: HELFRAN SIMANGUNSONG	PERINGATAN	
	SATUAN UKURAN : mm	NPM: 208130032	Document Accepted 23/1/25	
	TANGGAL: 01-02-2024	DIPERIKSA: TINO HERMANTO, ST.,M.Sc		
TEKNIK MESIN FT UMA	PENYEKAT		NO: 3	A4



UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area



SKALA: 1: 20

SATUAN UKURAN: mm

TGL: 01-02-2024

DIGAMBAR: HELFRAN SIMANGUNSONG

NPM: 208130032

DIPERIKSA: TINO HERMANTO, ST., MT

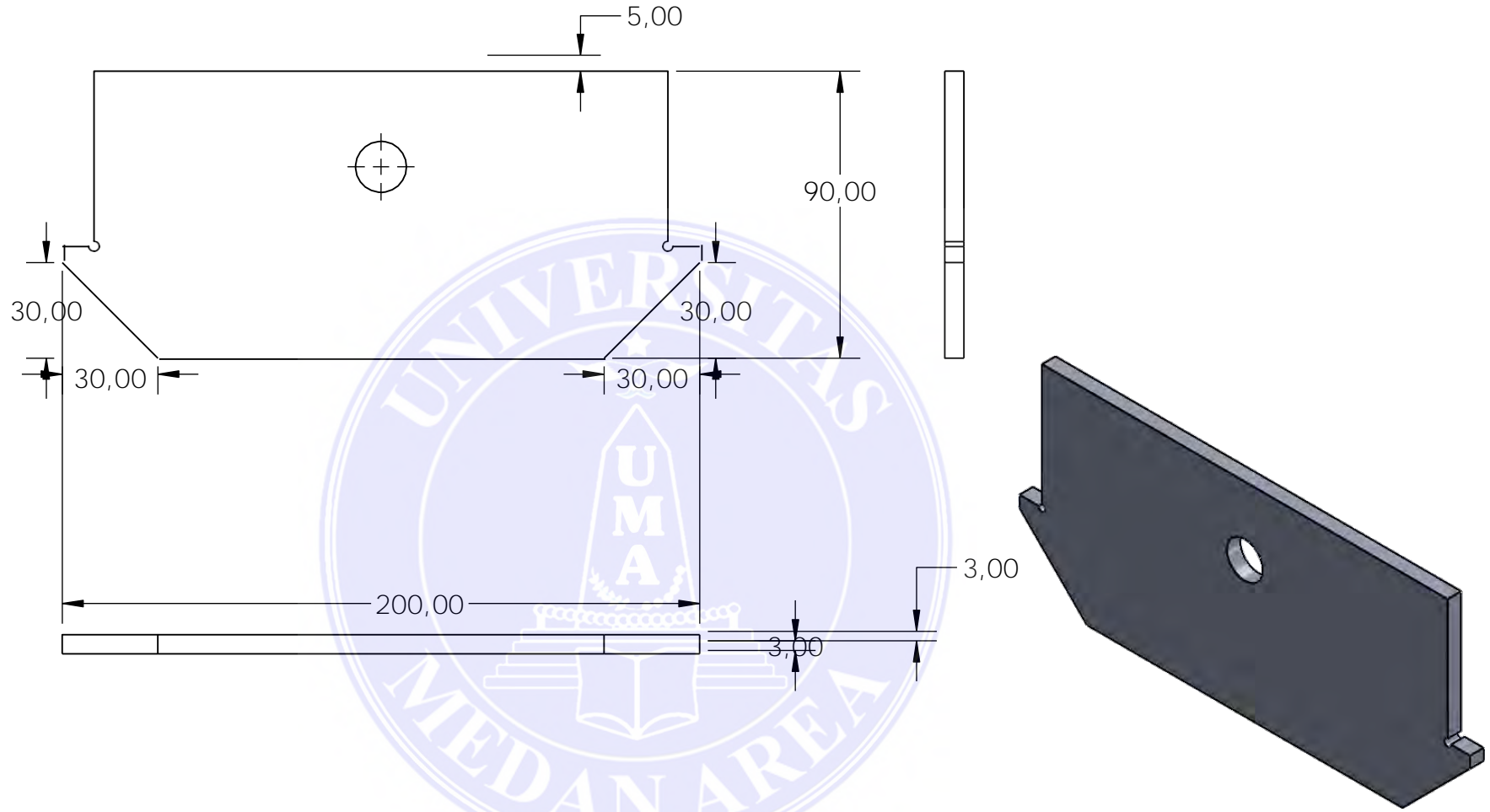
PERINGATAN

Document Accepted 23/1/25

TEKNIK MESIN
FT UMA

MOUNT LEMBAR

NO: 11 A4



UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

	SKALA: 1: 20	DIGAMBAR: HELFRAN SIMANGUNSONG	PERINGATAN	
	SATUAN UKURAN : mm	NPM: 208130032		
	TGL: 01-02-2024	DIPERIKSA: TINO HERMANTO, ST., MT	Document Accepted 23/1/25	
TEKNIK MESIN FT UMA	DUDUKAN DONGKRAN		NO: 13	A4



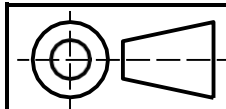
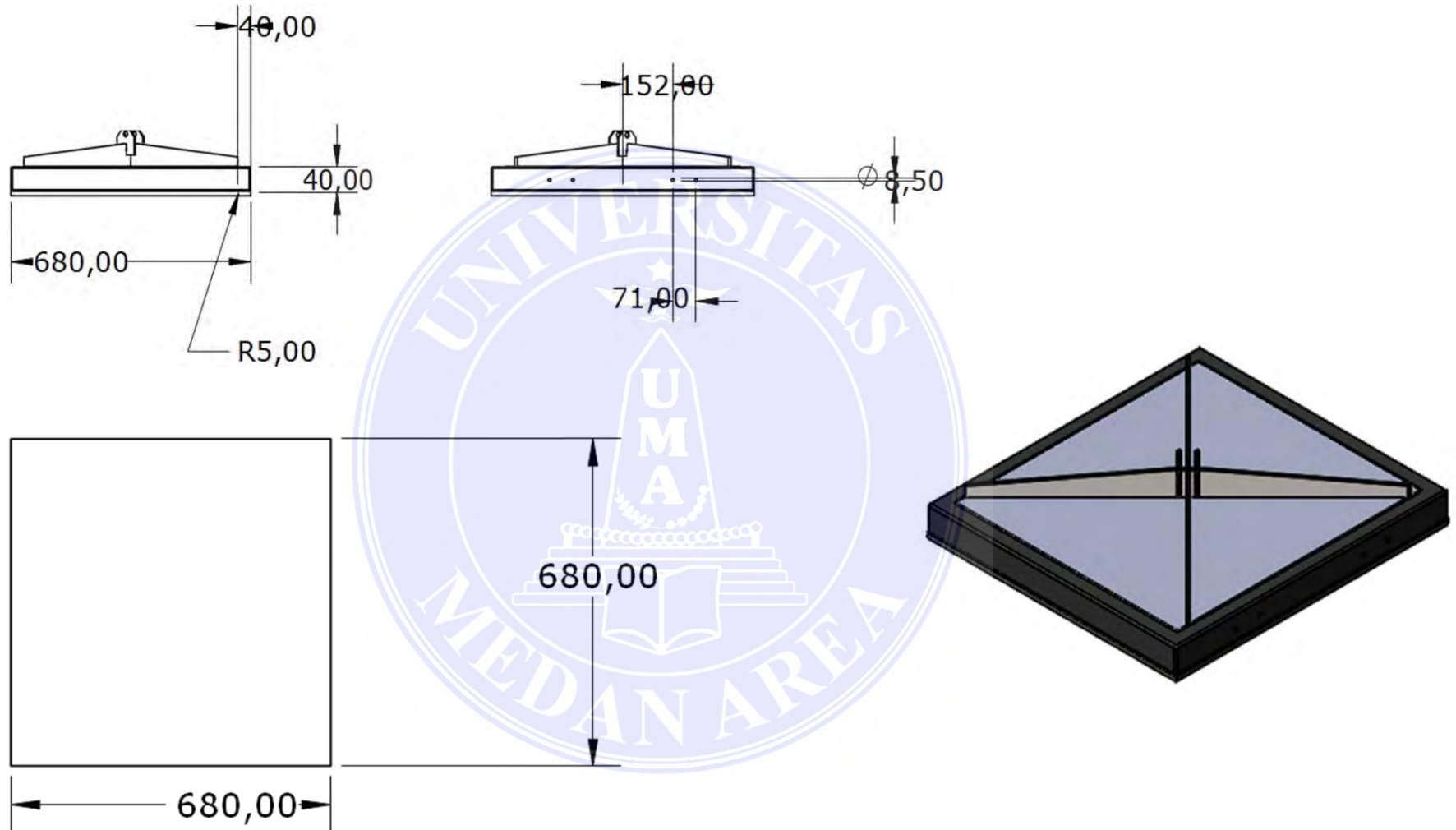
UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 23/1/25

Access From (repository.uma.ac.id)23/1/25



SKALA : 1:20
 SATUAN : mm
 TANGGAL : 01-02-2024

DIGAMBAR: HELFRAN SIMANGUNSONG
 NPM : 208130032
 DIPERIKSA: TINO HERMANTO, ST., M.Sc

PERINGATAN :

TEKNIK MESIN
 FT UMA

SUB RAKITAN BAWAH RANGKA
 PELAT

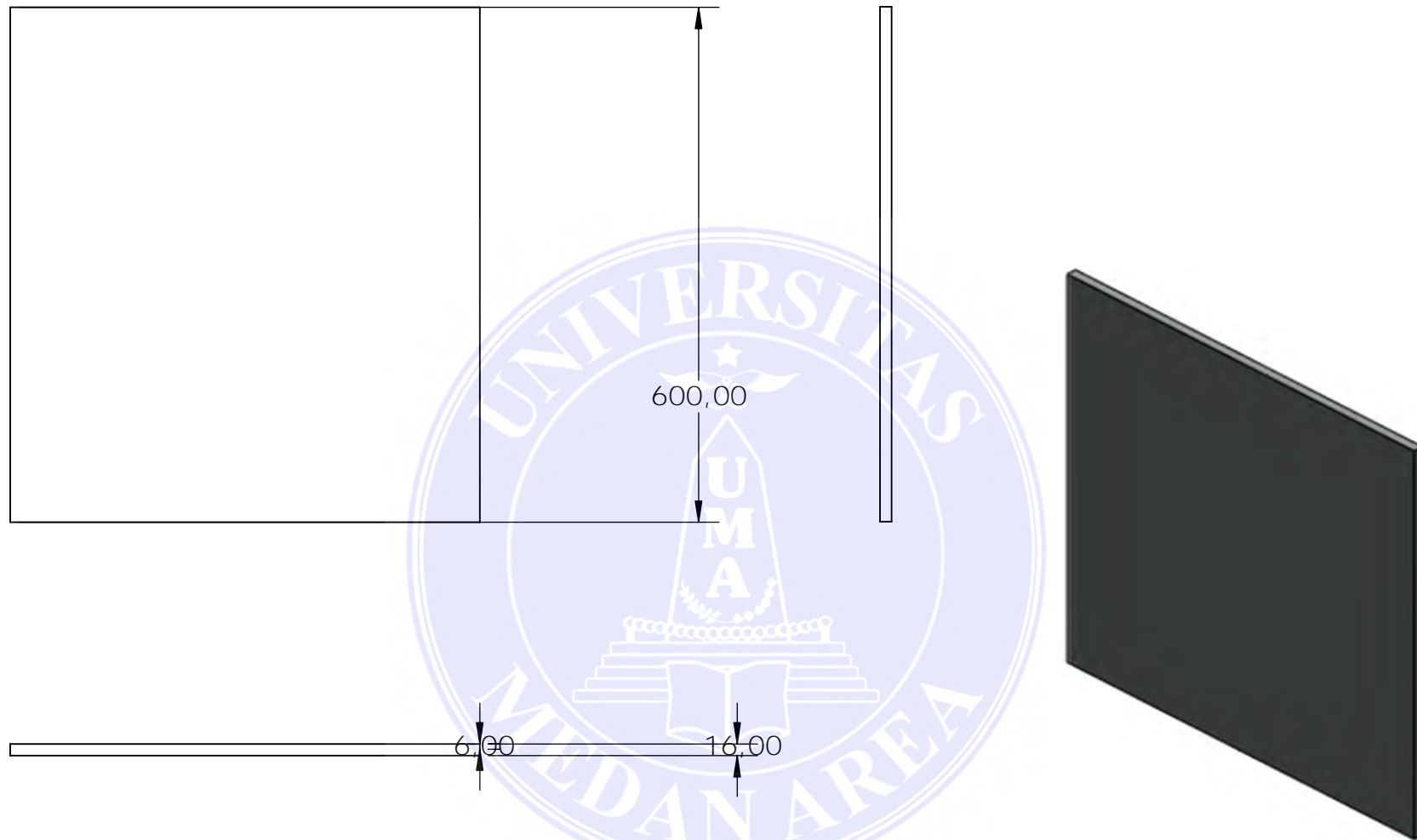
Document Accepted 23/1/25
 NO : 16

A4

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

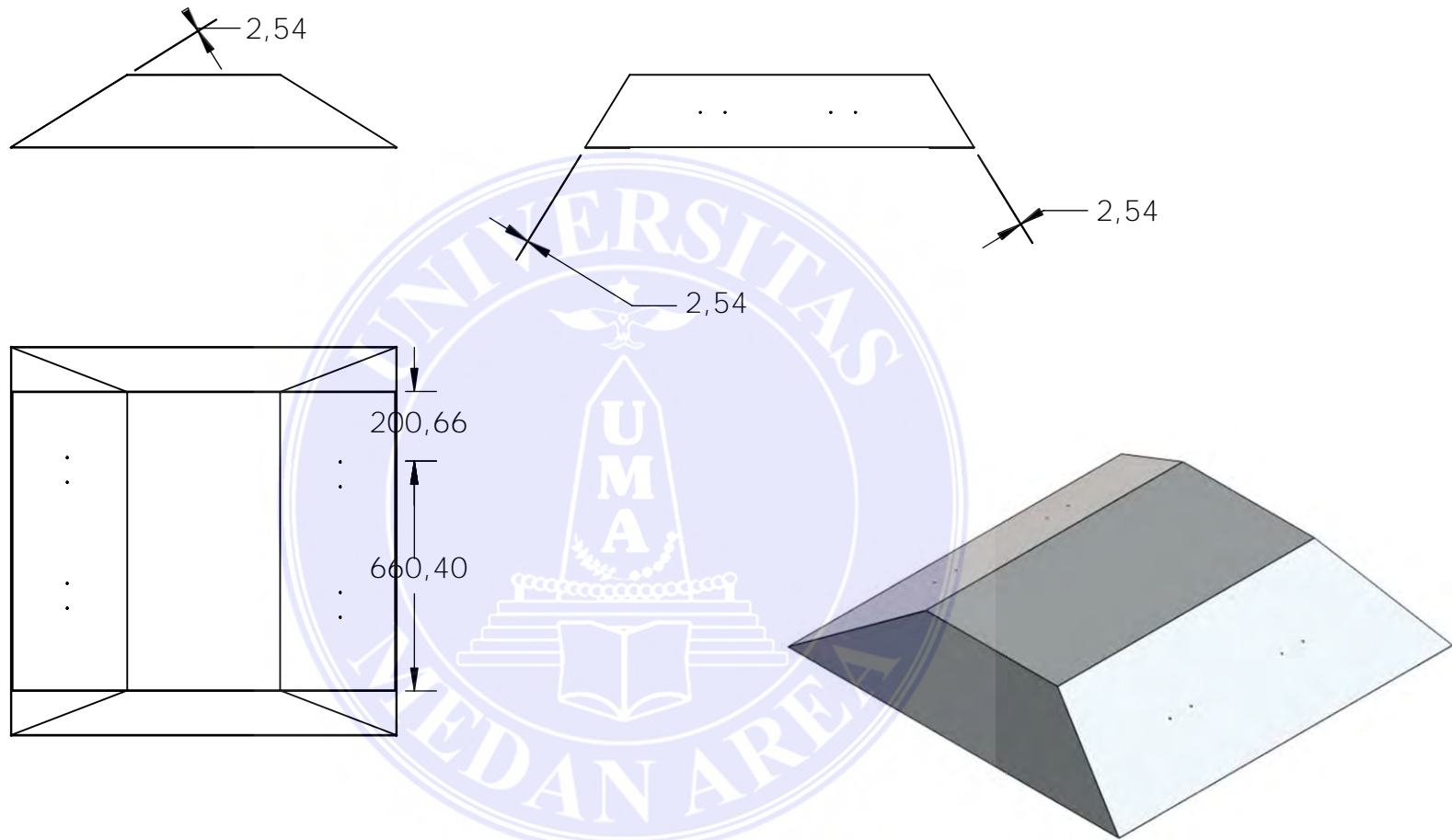


UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

	SKALA: 1: 20	DIGAMBAR: HELFRAN SIMANGUNSONG	PERINGATAN	
	SATUAN UKURAN: mm	NPM: 208130032		
	TGL: 01-02-2024	DIPERIKSA: TINO HERMANTO, ST.,MT	Document Accepted 23/1/25	
TEKNIK MESIN FT UMA	PLAT PEMANAS BAGIAN BAWAH	NO: 8	A4	

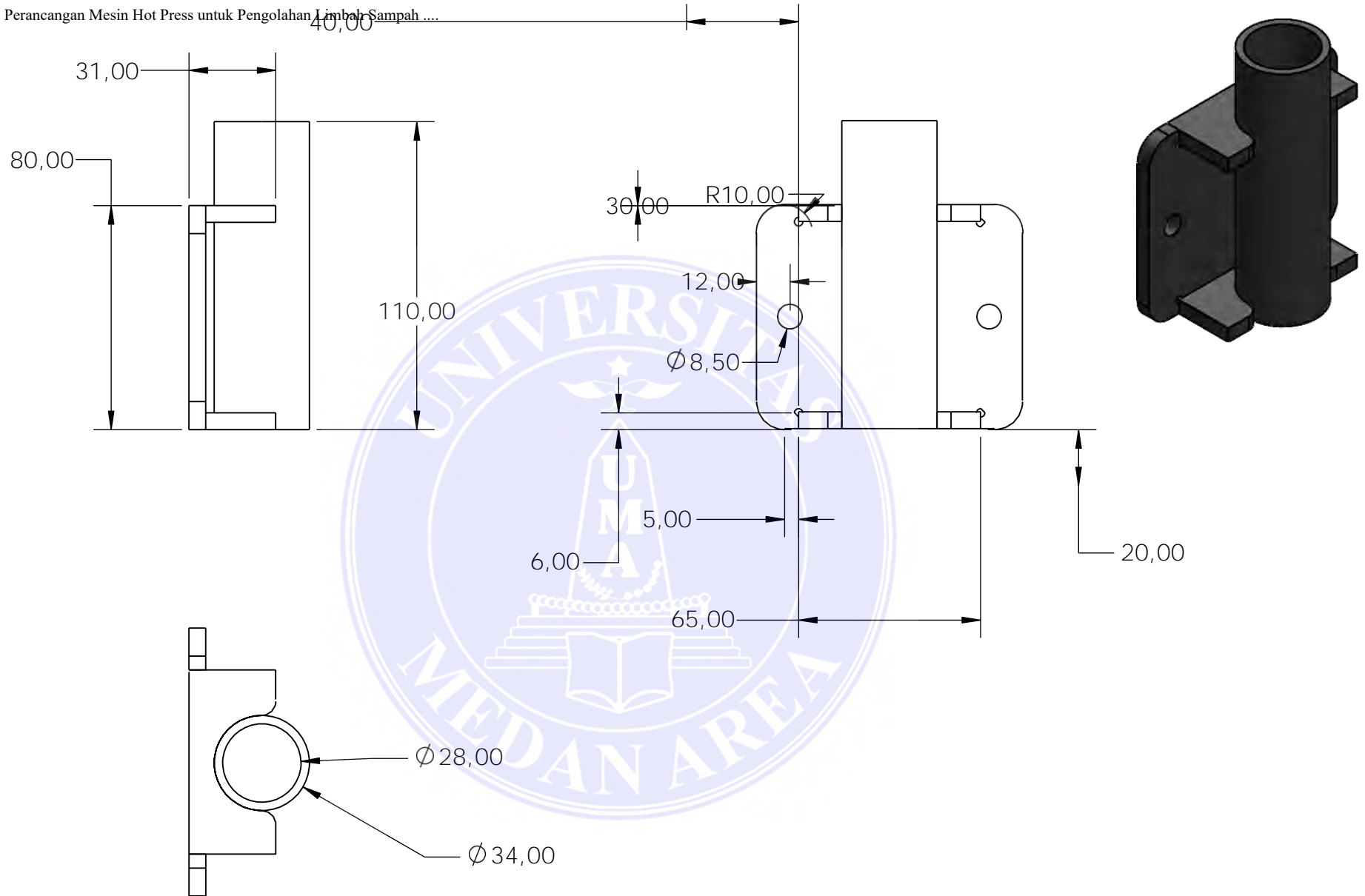


UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

	SKALA: 1: 2	DIGAMBAR: HELFRAN SIMANGUNSONG	PERINGATAN		
	SATUAN UKURAN : MM	NPM: 208130032			
	TANGGAL: 01-02-2024	DIPERIKSA: TINO HERMANTO, ST.,M.Sc	Document Accepted 23/1/25		
TEKNIK MESIN FT UMA		PENUTUP PELINDUNG		NO: 2	A4

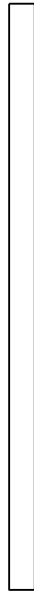
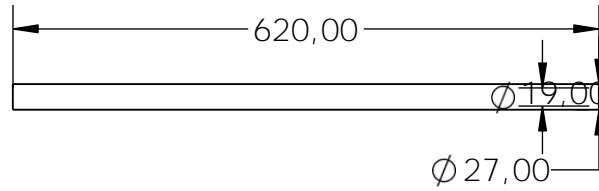
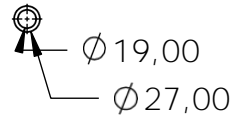


UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

	SKALA: 1:2	DIGAMBAR: HELFRAN SIMANGUNSONG	PERINGATAN	
	SATUAN UKURAN : mm	NPM: 208130032	Document Accepted 23/1/25	
	TANGGAL : 1-02-2024	DIPERIKSA: TINO HERMANTO, ST.,M.Sc		
TEKNIK MESIN FT UMA	DUDUKAN GESER		NO: 4	A4

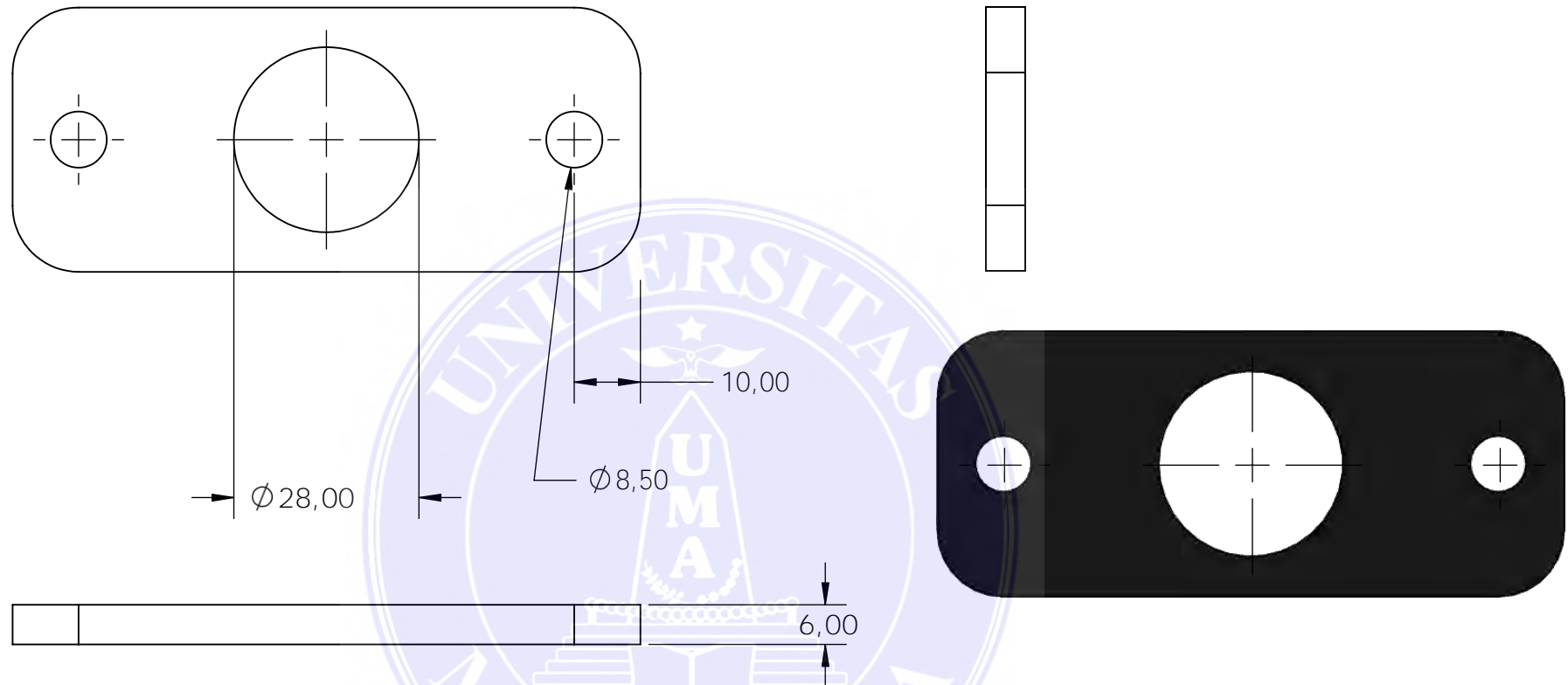


UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

	SKALA: 1:2	DIGAMBAR: HELFRAN SIMANGUNSONG	PERINGATAN	
	SATUAN UKURAN : mm	NPM: 208130032		
	TANGGAL: 1-02-2024	DIPERIKSA: TINO HERMANTO, ST., M.Sc	Document Accepted 23/1/25	
TEKNIK MESIN FT UMA	BATANG PENGGESER		NO: 5	A4

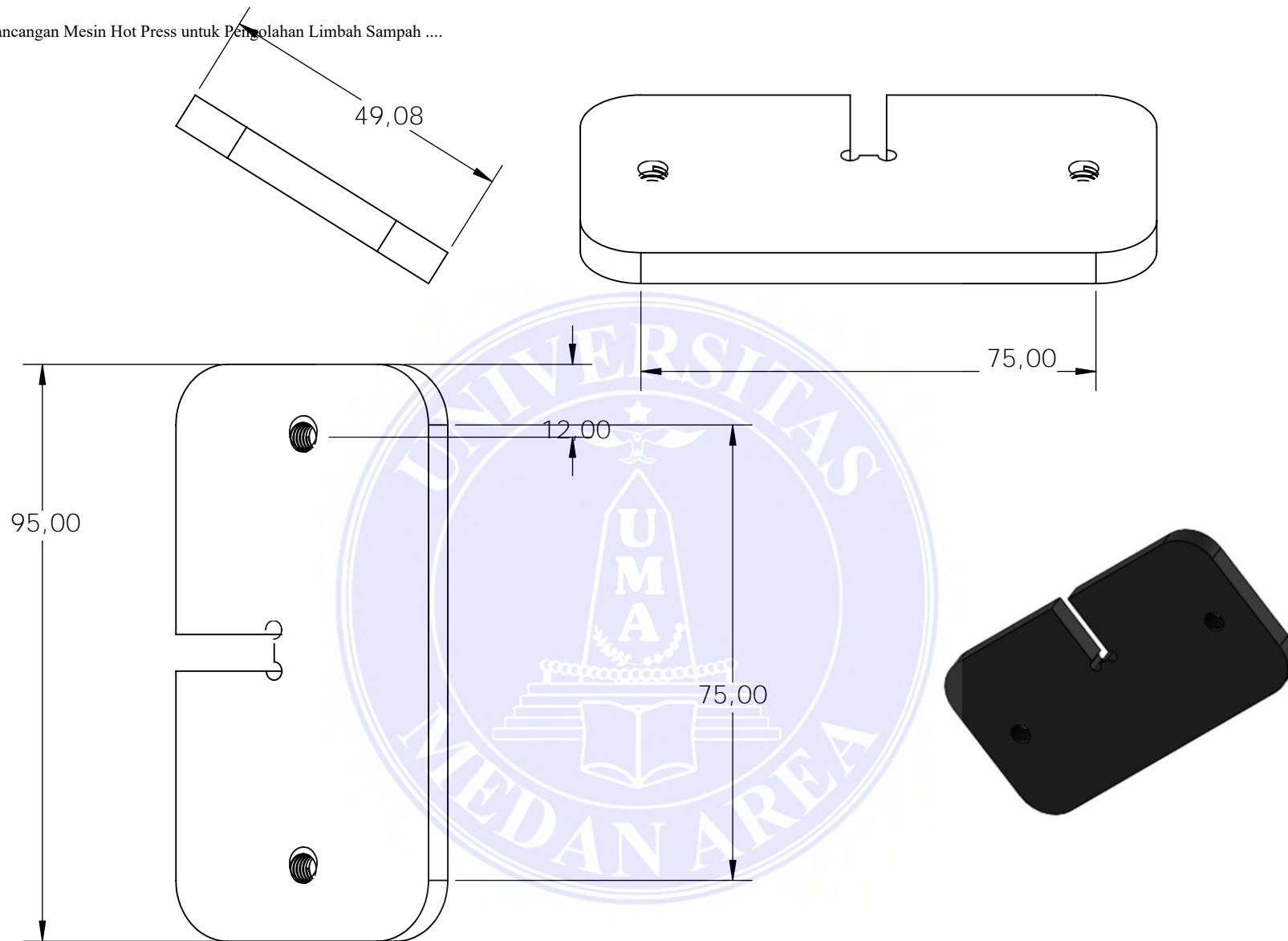


UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

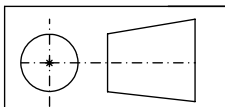
	SKALA: 1: 2	DIGAMBAR: HELFRAN SIMANGUNSONG	PERINGATAN	
	SATUAN UKURAN : mm	NPM: 208130032		
	TANGGAL: 01-02-2024	DIPERIKSA: TINO HERMANTO, ST.,M.Sc	Document Accepted 23/1/25	
TEKNIK MESIN FT UMA	PENYANGGA BATANG PENGGESER		NO: 6	A4



UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area



SKALA: 1:20

SATUAN UKURAN: mm

TGL :01-02-2024

DIGAMBAR: HELFRAN SIMANGUNSONG

NPM: 208130032

DIPERIKSA: TINO HERMANTO, ST.,MT

PERINGATAN

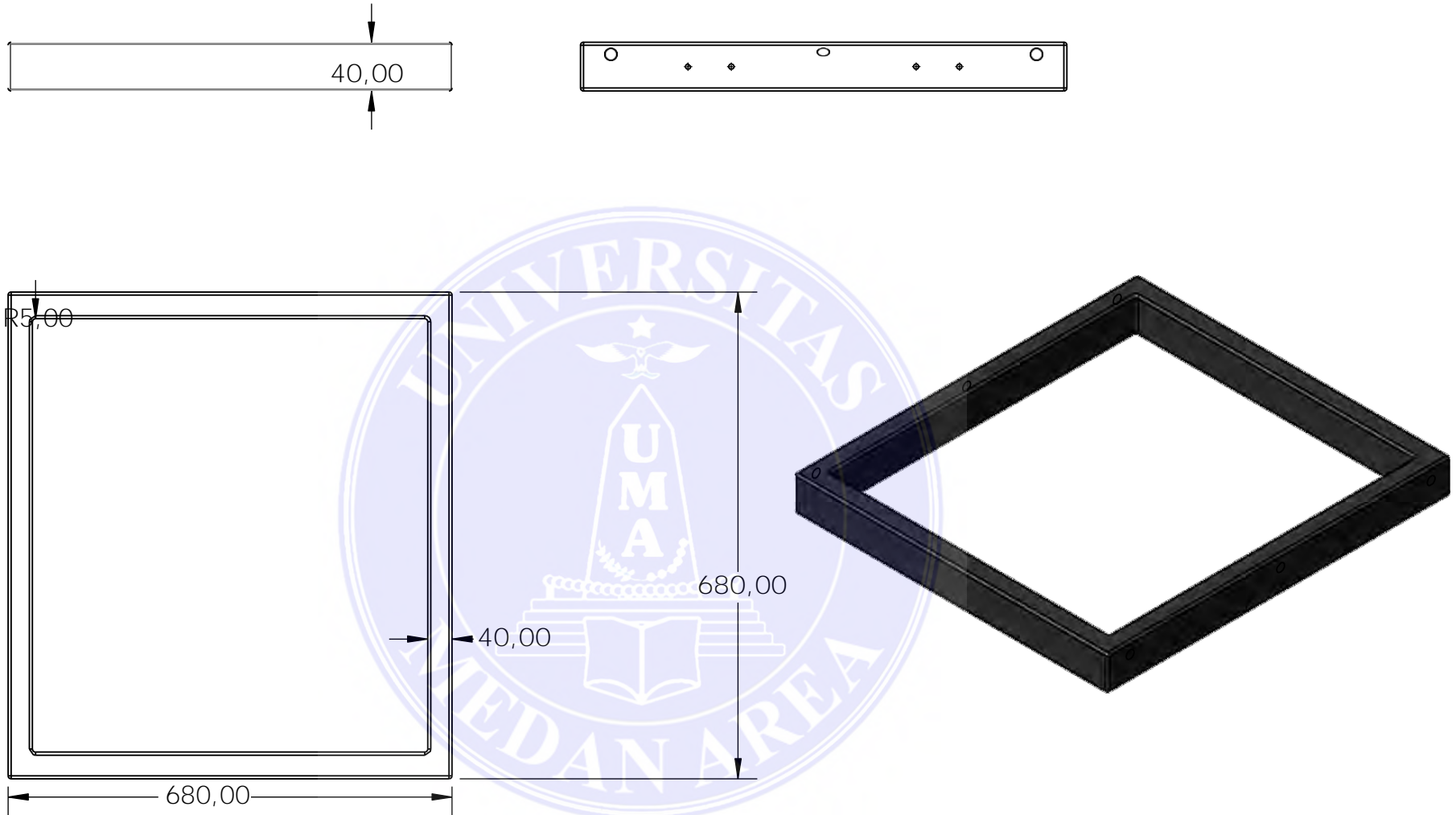
Document Accepted 23/1/25

FT MESIN TEKNIK UMA

BRAKET KAP MESIN

NO: 7

A4

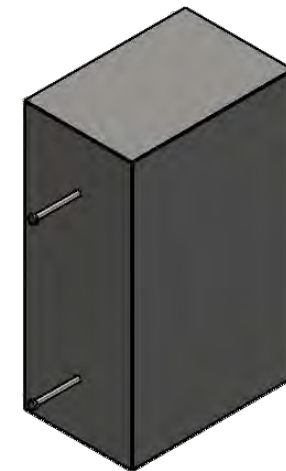
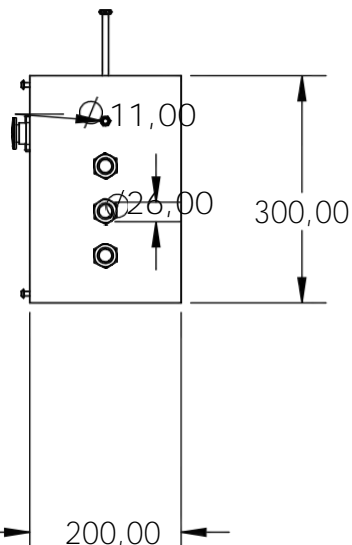
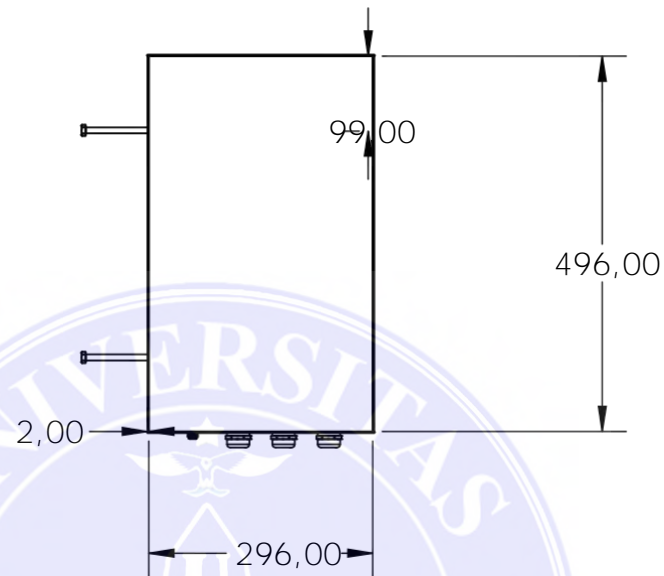
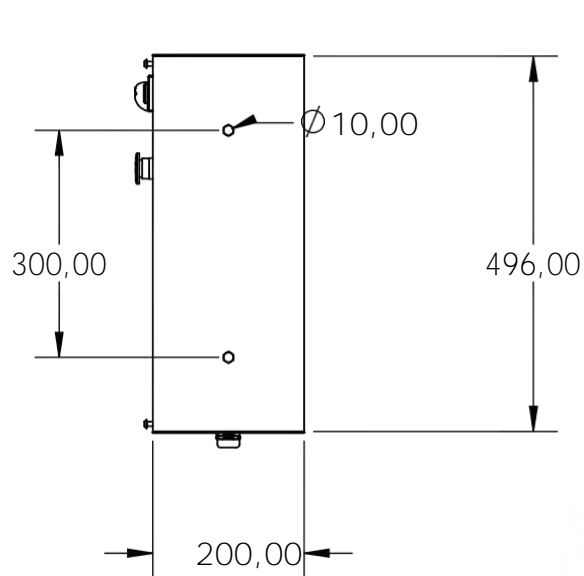


UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

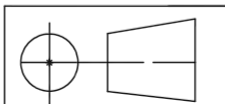
	SKALA: 1: 20	DIGAMBAR: HELFRAN SIMANGUNSONG	PERINGATAN	
	SATUAN UKURAN: mm	NPM: 208130032		
	TGL: 01-02-2024	DIPERIKSA: TINO HERMANTO, ST.,MT	Document Accepted 23/1/25	
TEKNIK MESIN FT UMA		BINGKAI PELAT ATAS		NO: 9
				A4



UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area



SKALA: 1: 20
SATUAN UKURAN : MM
TGL: 01-02-2024

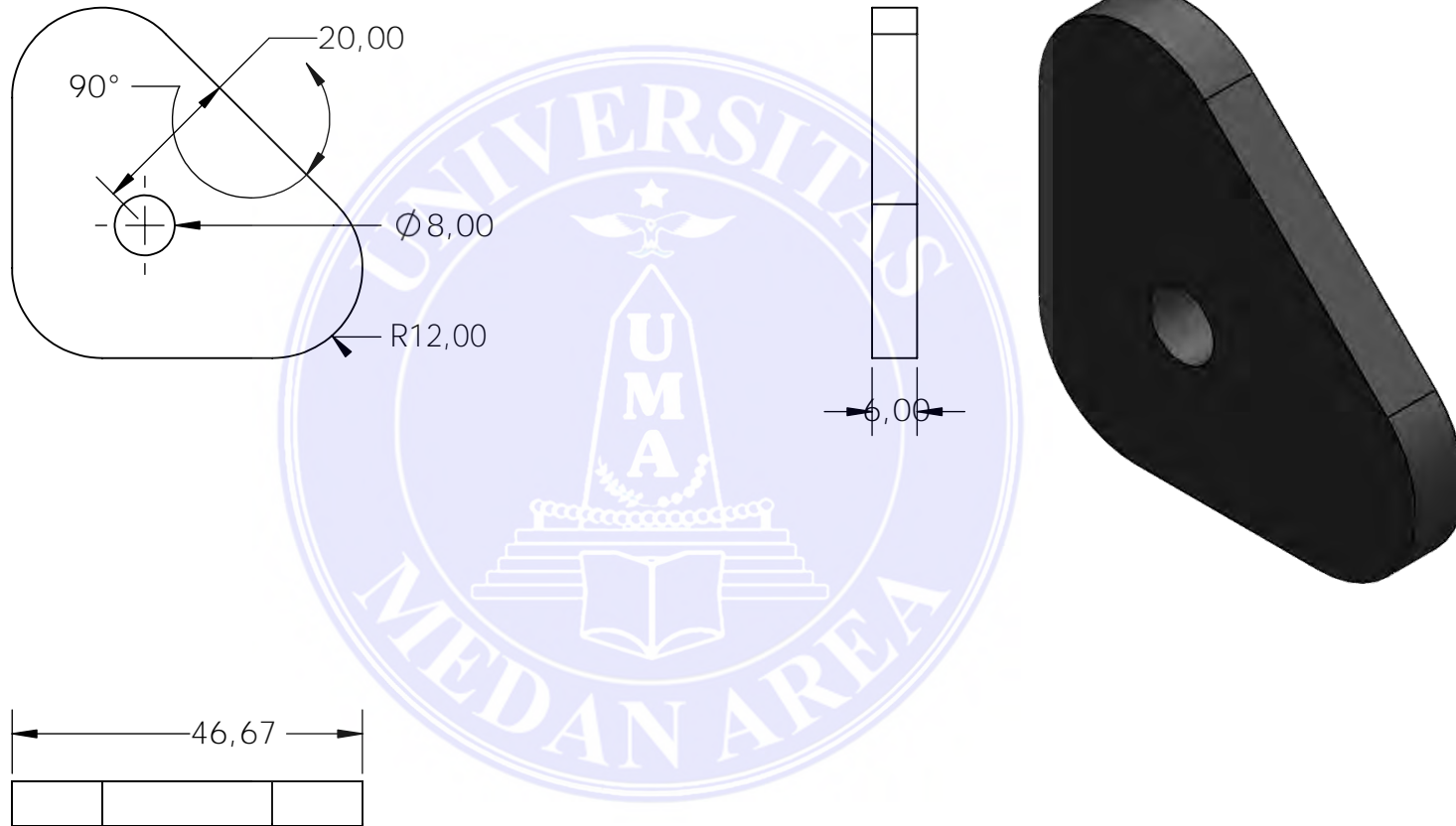
DIGAMBAR: HELFRAN SIMANGUNSONG
NPM: 208130032
DIPERIKSA: TINO HERMANTO, ST.,MT

PERINGATAN
Document Accepted 23/1/25

TEKNIK MESIN
FT UMA

KOTAK PANEL

NO: 10 A4

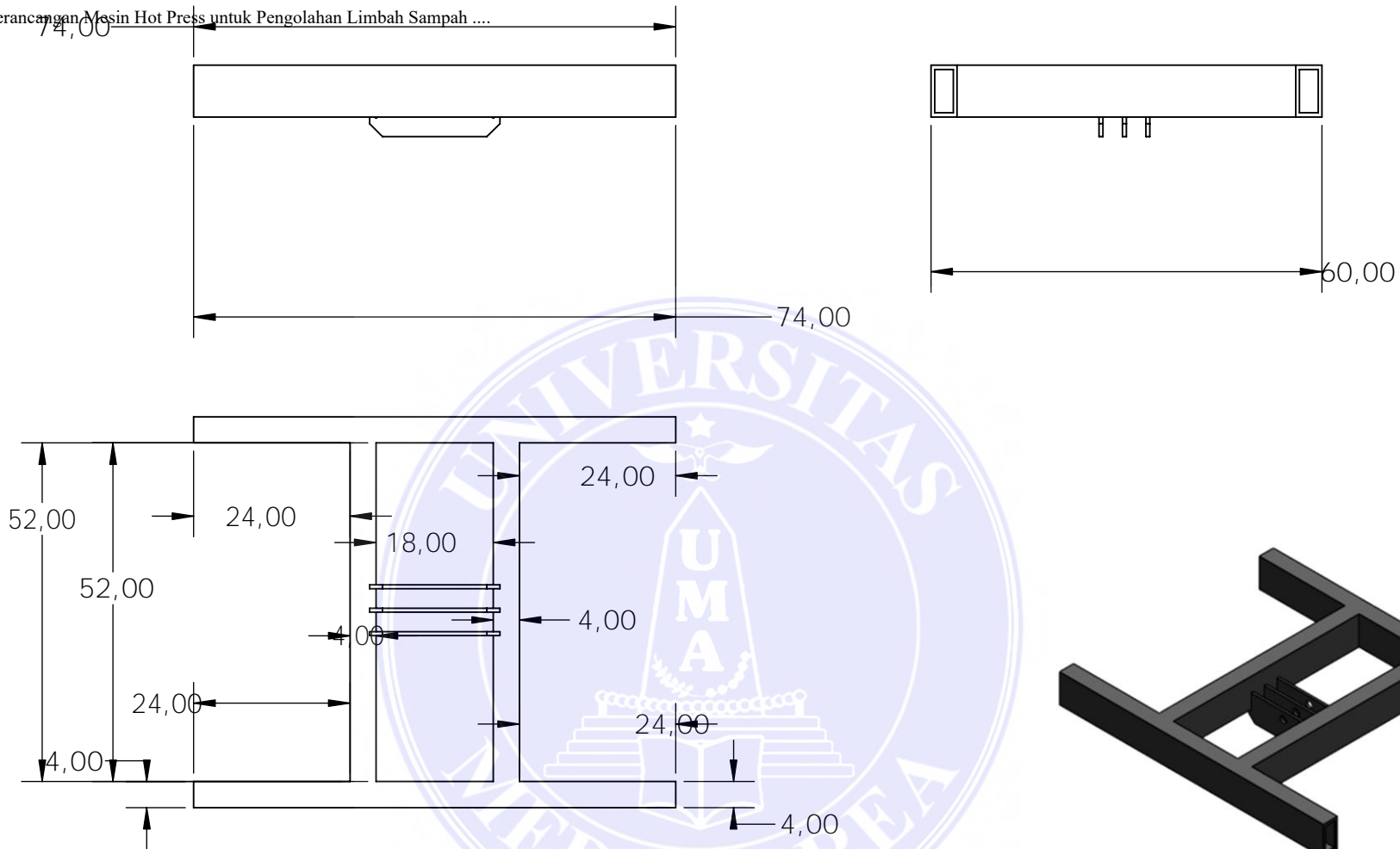


UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

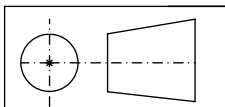
	SKALA: 1: 20	DIGAMBAR: HELFRAN SIMANGUNSONG	PERINGATAN	
	SATUAN UKURAN: mm	NPM: 208130032		
	TGL: 01-02-2024	DIPERIKSA: TINO HERMANTO, ST., MT	Document Accepted 23/1/25	
TEKNIK MESIN FT UMA	DUDUKAN LEMBARAN		NO: 11	A4



UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area



SKALA: 1: 20
SATUAN UKURAN: mm
TGL: 01-02-2024

DIGAMBAR: HELFRAN SIMANGUNSONG
NPM: 208130032
DIPERIKSA: TINO HERMANTO, ST., MT

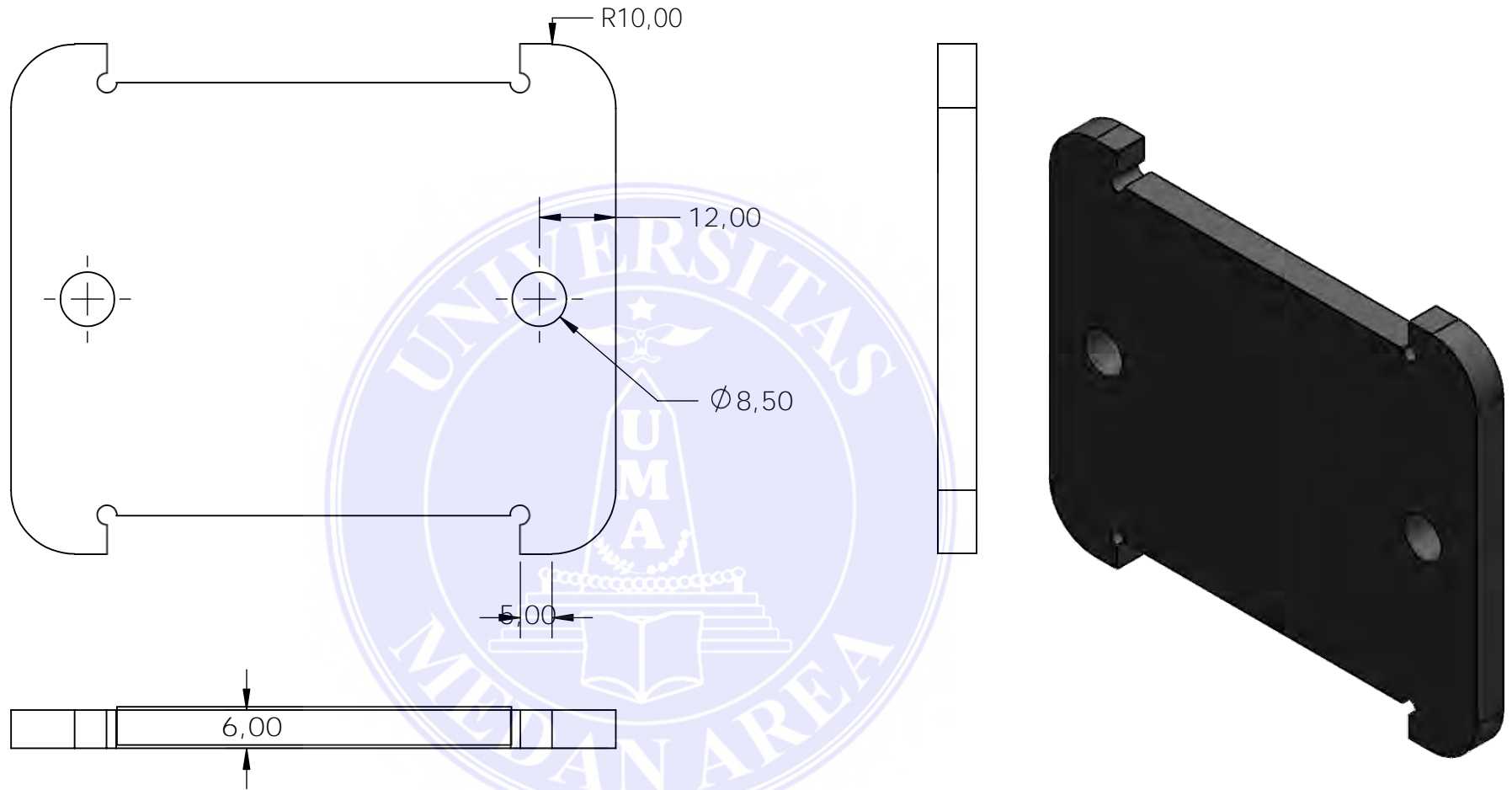
PERINGATAN

Document Accepted 23/1/25

TEKNIK MESIN
FT UMA

BINGKAI BAWAH

NO: 12 A4

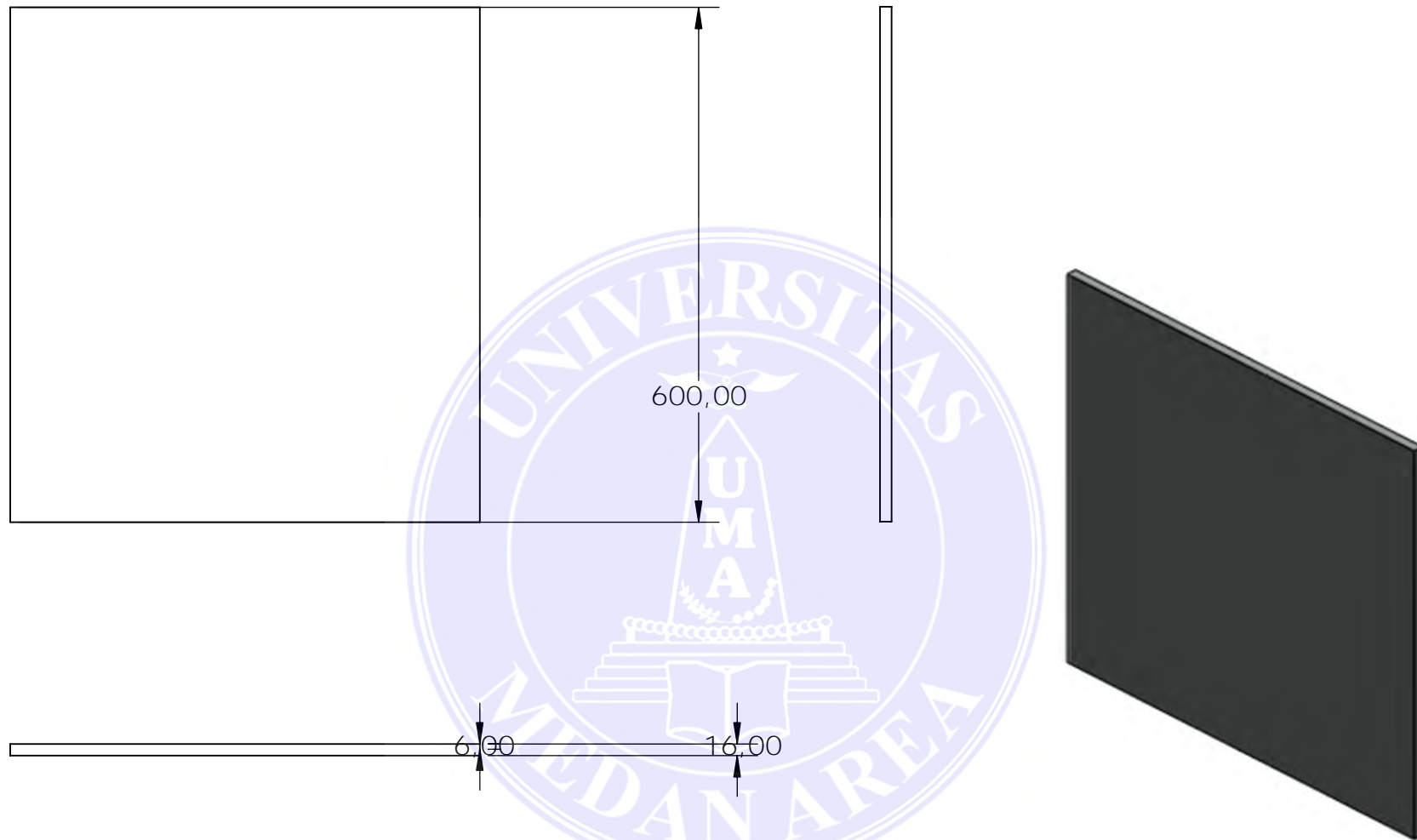


UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

	SKALA: 1:20	DIGAMBAR: HELFRAN SIMANGUNSONG	PERINGATAN	
	SATUAN UKURAN: mm	NPM: 208130032		
	TGL: 01-02-2023	DIPERIKSA: TINO HERMANTO, ST.,MT	Document Accepted 23/1/25	
TEKNIK MESIN FT UMA	BRACKET GESER		NO: 14	A4

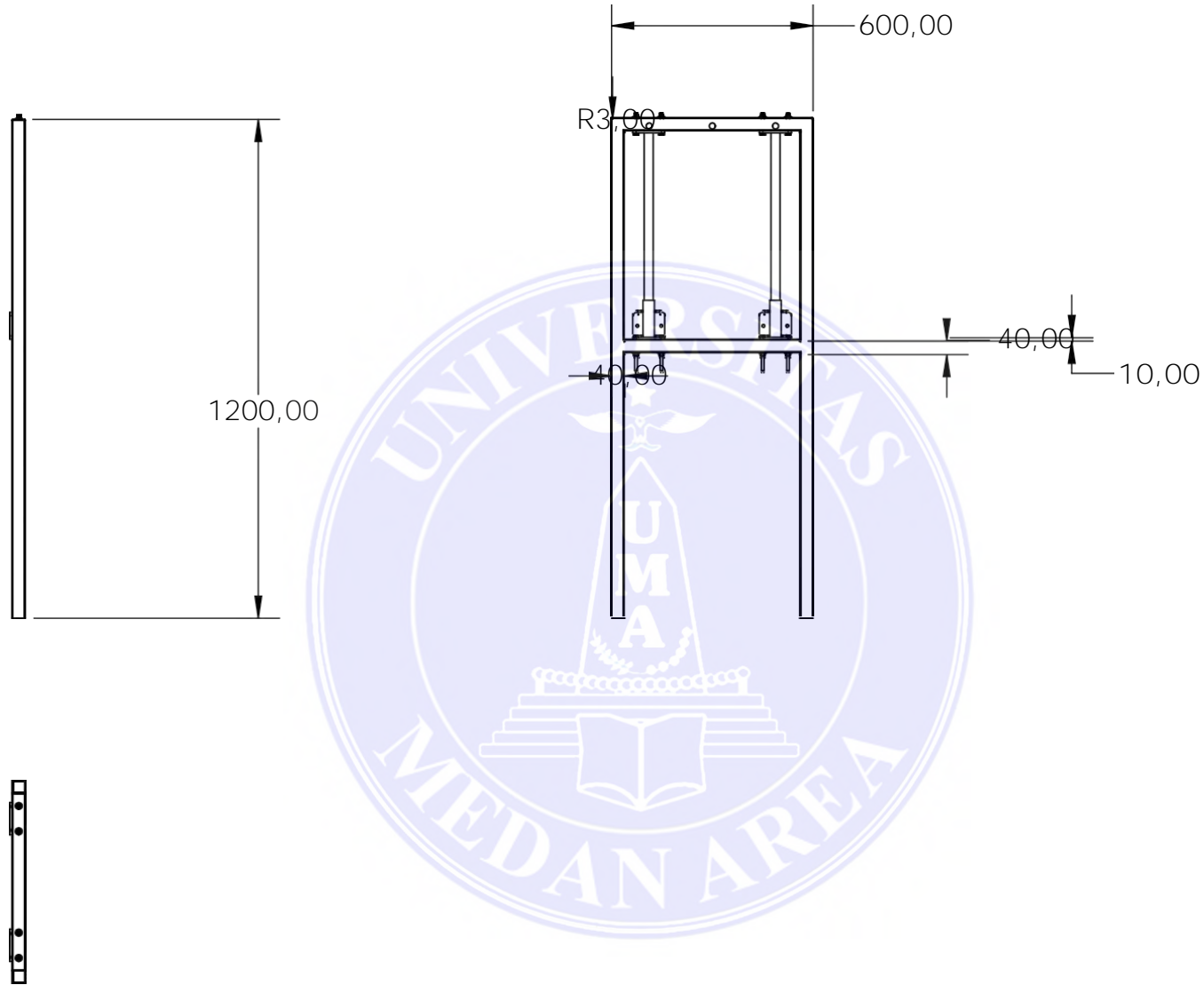


UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

	SKALA: 1: 20	DIGAMBAR: HELFRAN SIMANGUNSONG	PERINGATAN	
	SATUAN UKURAN: mm	NPM: 208130032		
	TGL: 01-02-2024	DIPERIKSA: TINO HERMANTO, ST.,MT	Document Accepted 23/1/25	
TEKNIK MESIN FT UMA	PLAT PEMANAS BAGIAN ATAS		NO: 15	A4

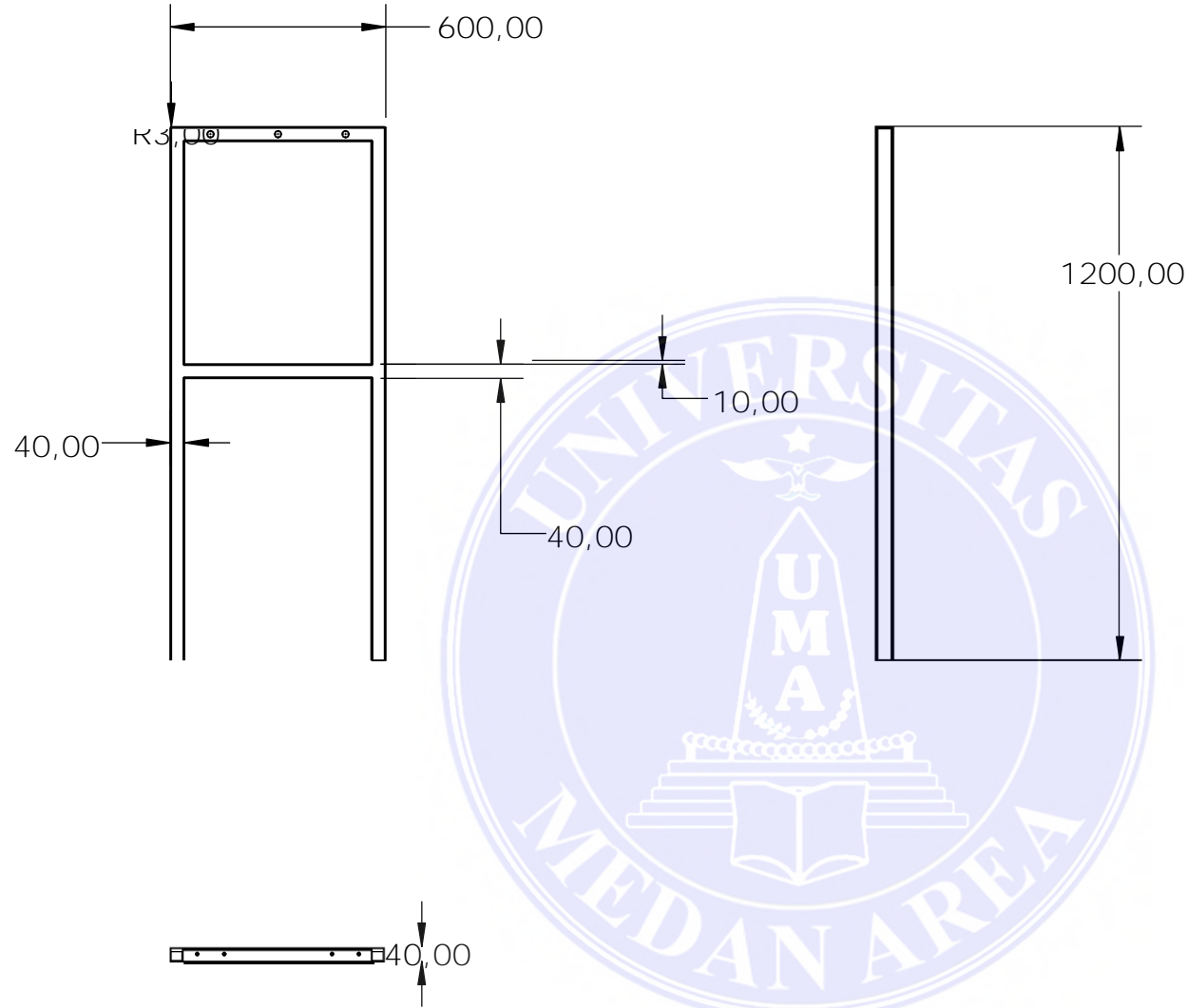


UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

	SKALA: 1: 20	DIGAMBAR: HELFRAN SIMANGUNSONG	PERINGATAN	
	SATUAN UKURAN: mm	NPM: 208130032		
	TANGGAL: 01-02-2024	DIPERIKSA: TINO HERMANTO, ST.,MT	Document Accepted 23/1/25	
TEKNIK MESIN FT UMA	PERAKITAN BINGKAI SAMPING		NO: 17	A4

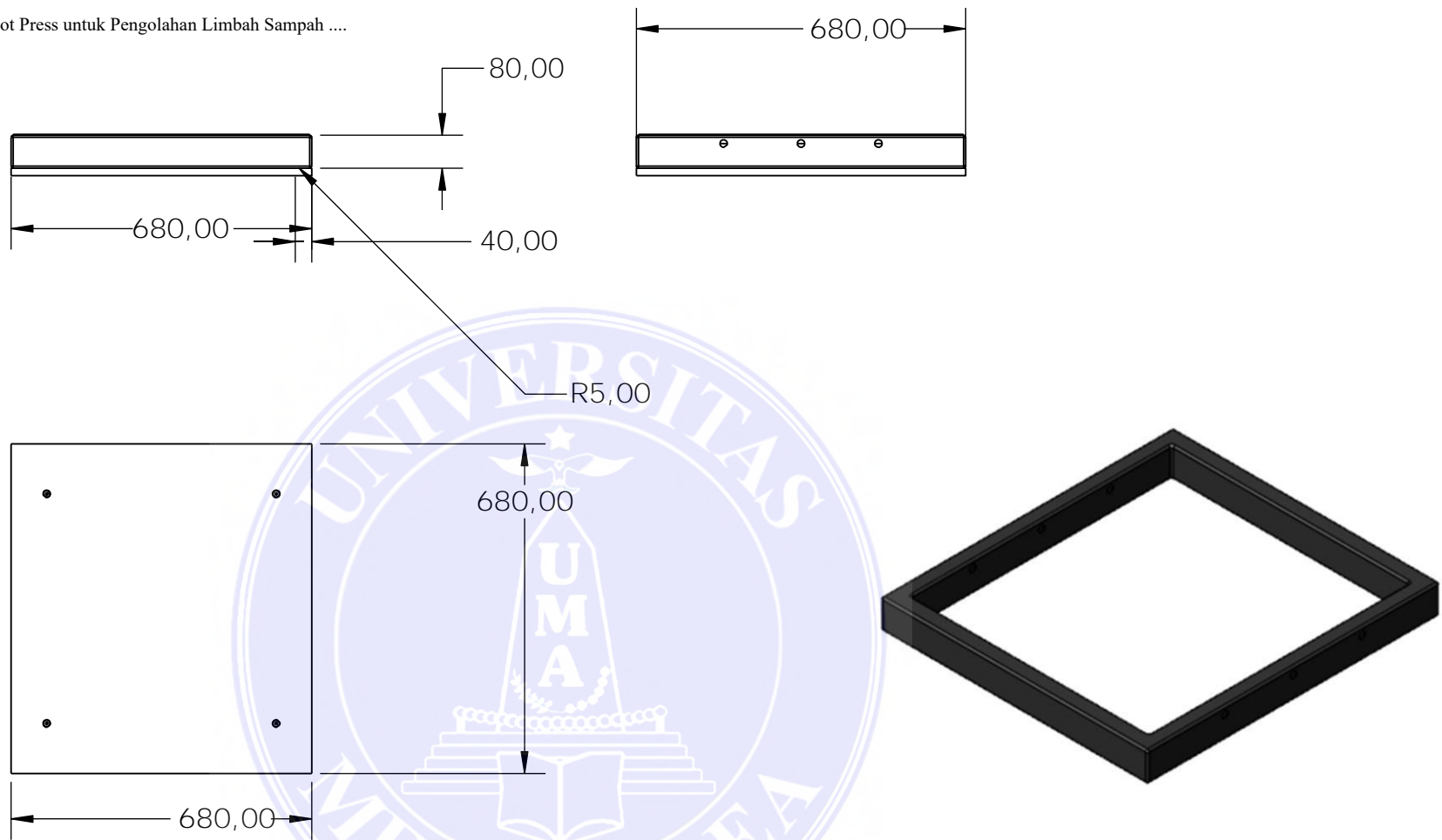


UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

	SKALA: 1: 20	DIGAMBAR: HELFRAN SIMANGUNSONG	PERINGATAN	
	SATUAN UKURAN: mm	NPM: 208130032		
	TANGGAL: 01-02-2024	DIPERIKSA: TINO HERMANTO, ST.,MT	Document Accepted 23/1/25	
TEKNIK MESIN FT UMA	BINGKAI SAMPING	NO: 18	A4	

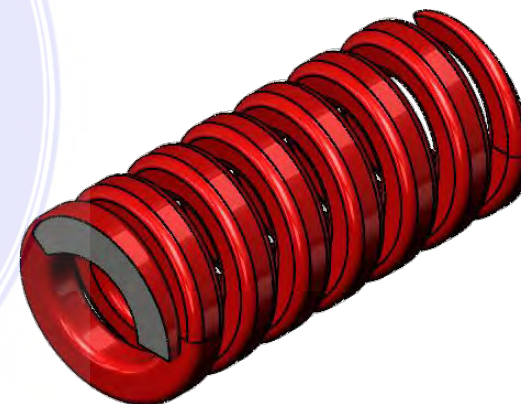
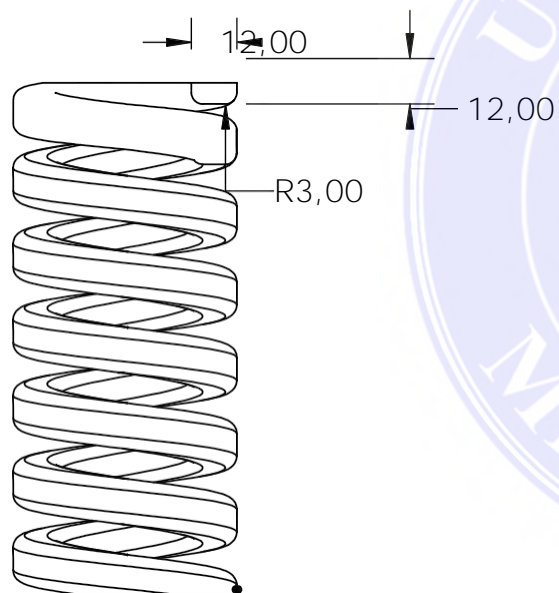
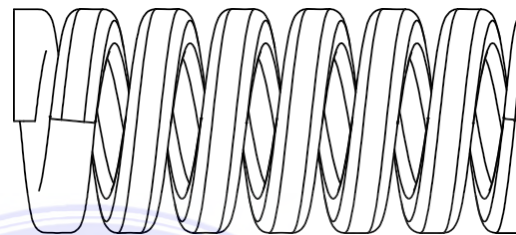
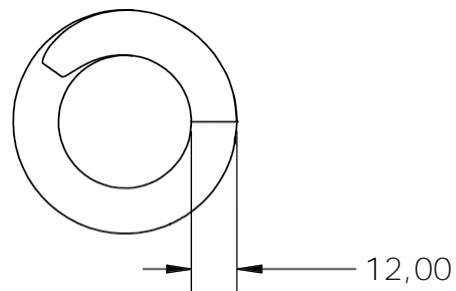


UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

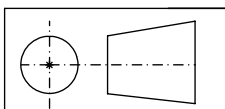
	SKALA: 1: 20	DIGAMBAR: HELFRAN SIMANGUNSONG	PERINGATAN	
	SATUAN UKURAN: mm	NPM: 208130032		
	TGL: 01-02-2024	DIPERIKSA: TINO HERMANTO, ST.,MT	Document Accepted 23/1/25	
TEKNIK MESIN FT UMA	BINGKAI PELAT PEMANAS	NO: 19	A4	



UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area



SKALA: 1: 20

SATUAN UKURAN: mm

TGL: 01-02-2024

DIGAMBAR: HELFRAN SIMANGUNSONG

NPM: 208130032

DIPERIKSA: TINO HERMANTO, ST., MT

PERINGATAN

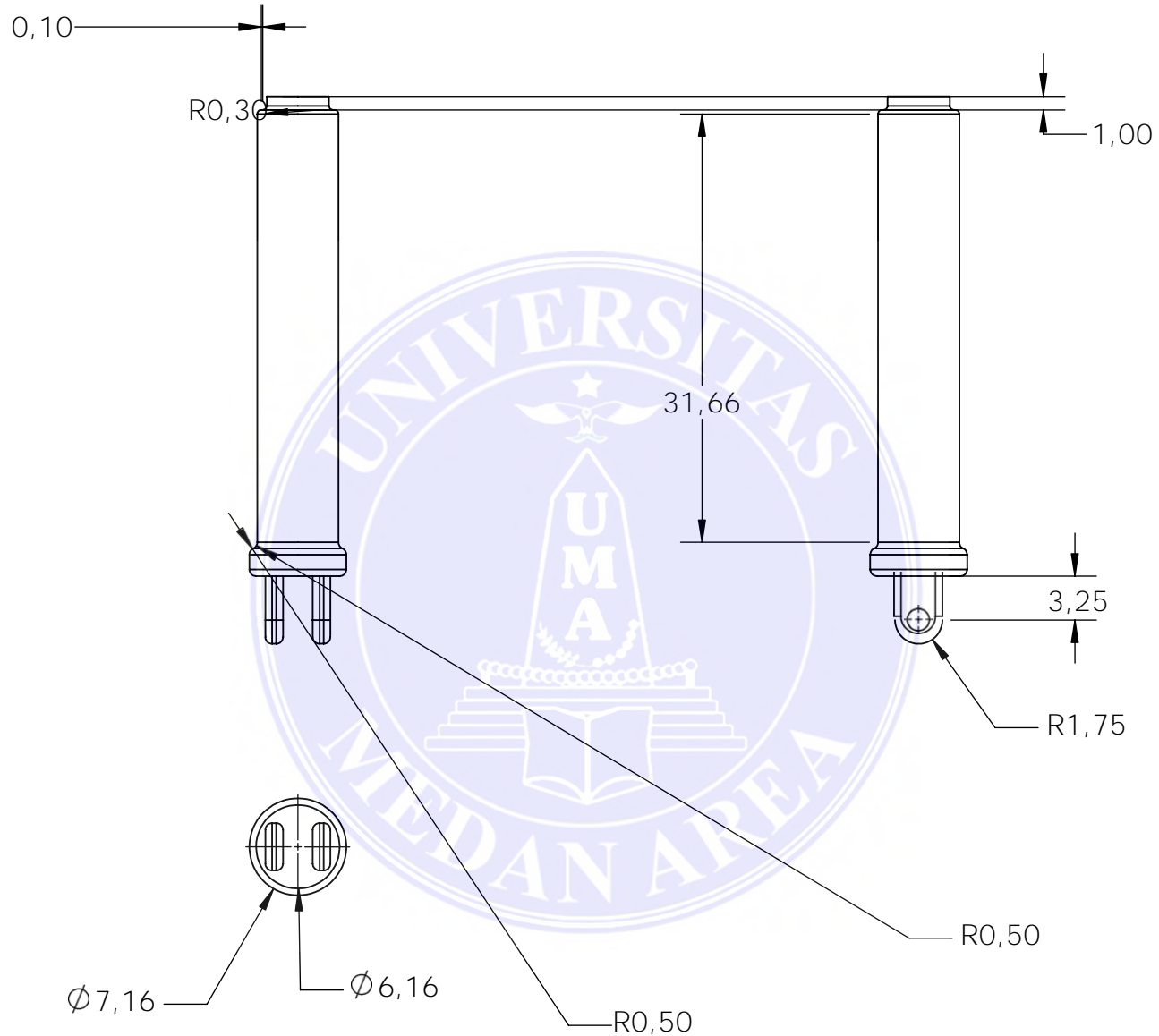
Document Accepted 23/1/25

TEKNIK MESIN
FT UMA

SPRINGS

NO: 20

A4

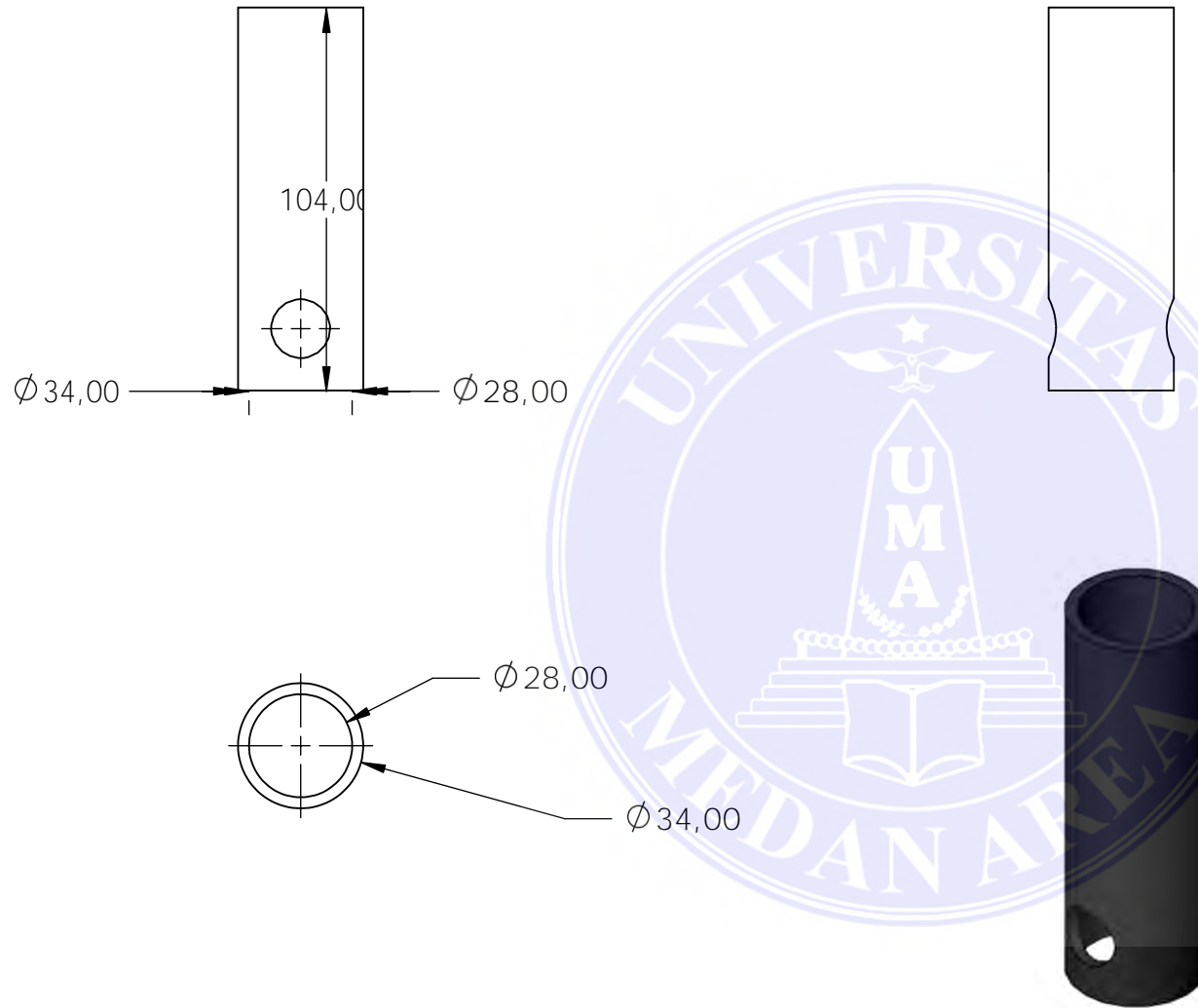


UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

	SKALA: 1:20	DIGAMBAR: HELFRAN SIMANGUNSONG	PERINGATAN	
	SATUAN UKURAN: mm	NPM: 208130032		
	TGL: 01-02-2024	DIPERIKSA: TINO HERMANTO, ST.,MT	Document Accepted 23/1/25	
TEKNIK MESIN FT UMA	JACK	NO: 21	A4	

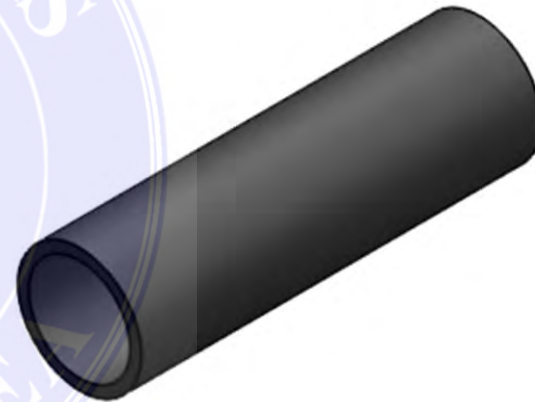
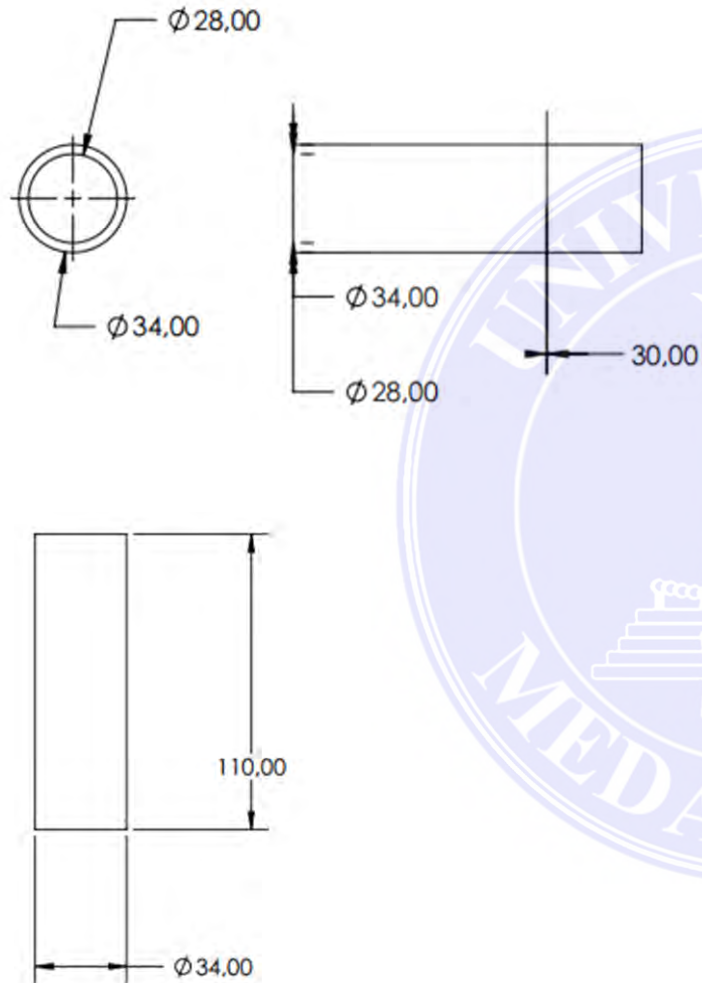


UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

	SKALA: 1: 20	DIGAMBAR: HELFRAN SIMANGUNSONG	PERINGATAN	
	SATUAN UKURAN: mm	NPM: 208130032		
	TGL: 01-02-2024	DIPERIKSA: TINO HERMANTO, ST.,MT	Document Accepted 23/1/25	
TEKNIK MESIN FT UMA	LENGAN PEGAS	NO: 23	A4	

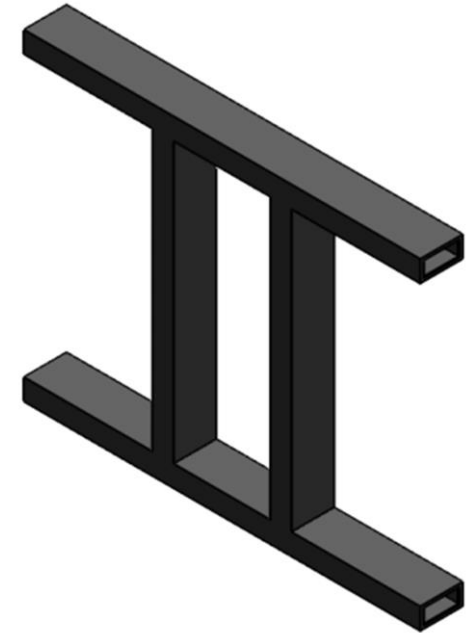
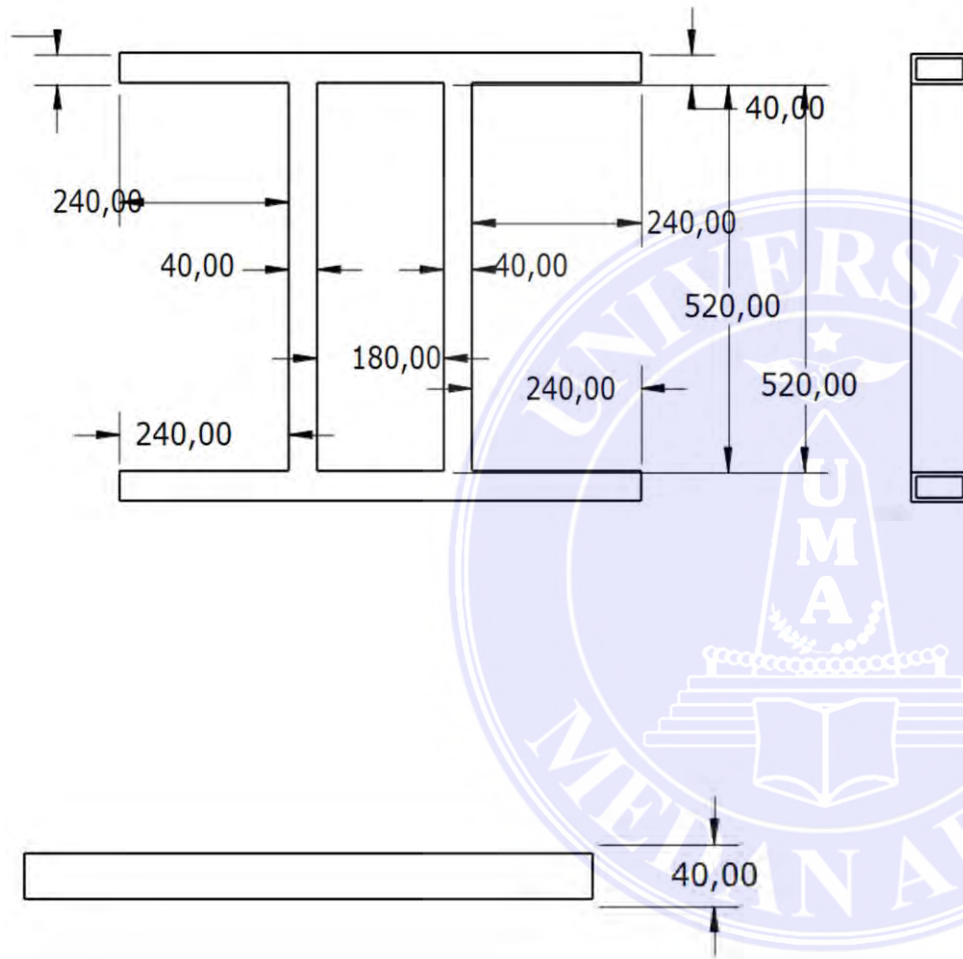


UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

	SKALA : 1 : 20	DIGAMBAR: HELFRAN SIMANGUNSONG	PERINGATAN :
	SATUAN : mm	NPM : 208130032	
	TANGGAL : 01-02-2024	DIPERIKSA: TINO HERMANTO, ST., M.Sc	
TEKNIK MESIN FT UMA	PEGANGAN BRAKET GESER		Document Accepted 23/1/25 NO : 24 A4

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

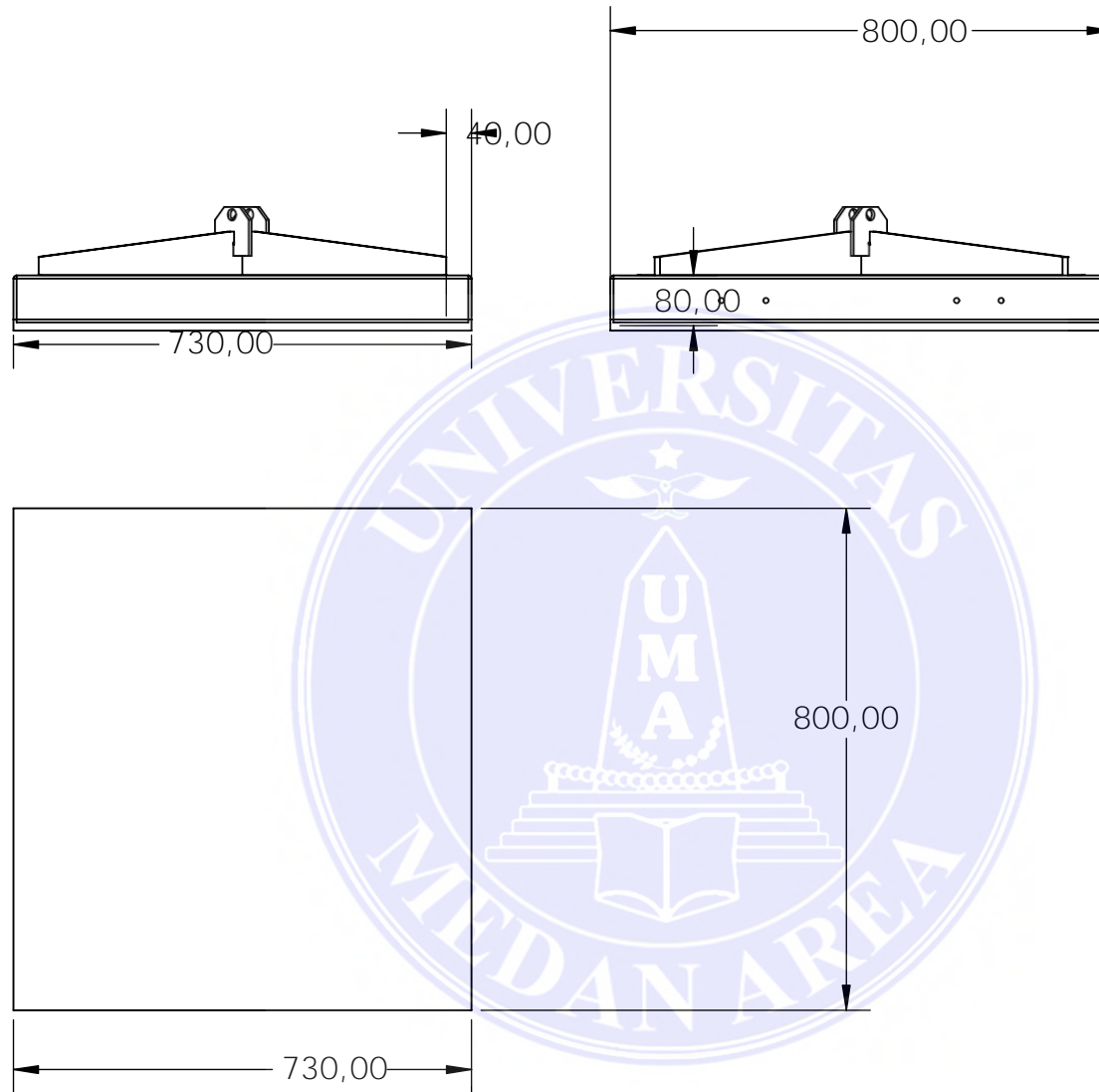


UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

	SKALA :	DIGAMBAR: HELFRAN SIMANGUNSONG	PERINGATAN :
	SATUAN : mm	NPM : 208130032	
	TANGGAL : 01-02-2024	DIPERIKSA: TINO HERMANTO, ST., M.Sc	
TEKNIK MESIN FT UMA	DUDUKAN DONGKRAK	Document Accepted 23/1/25 NO : 25	A4

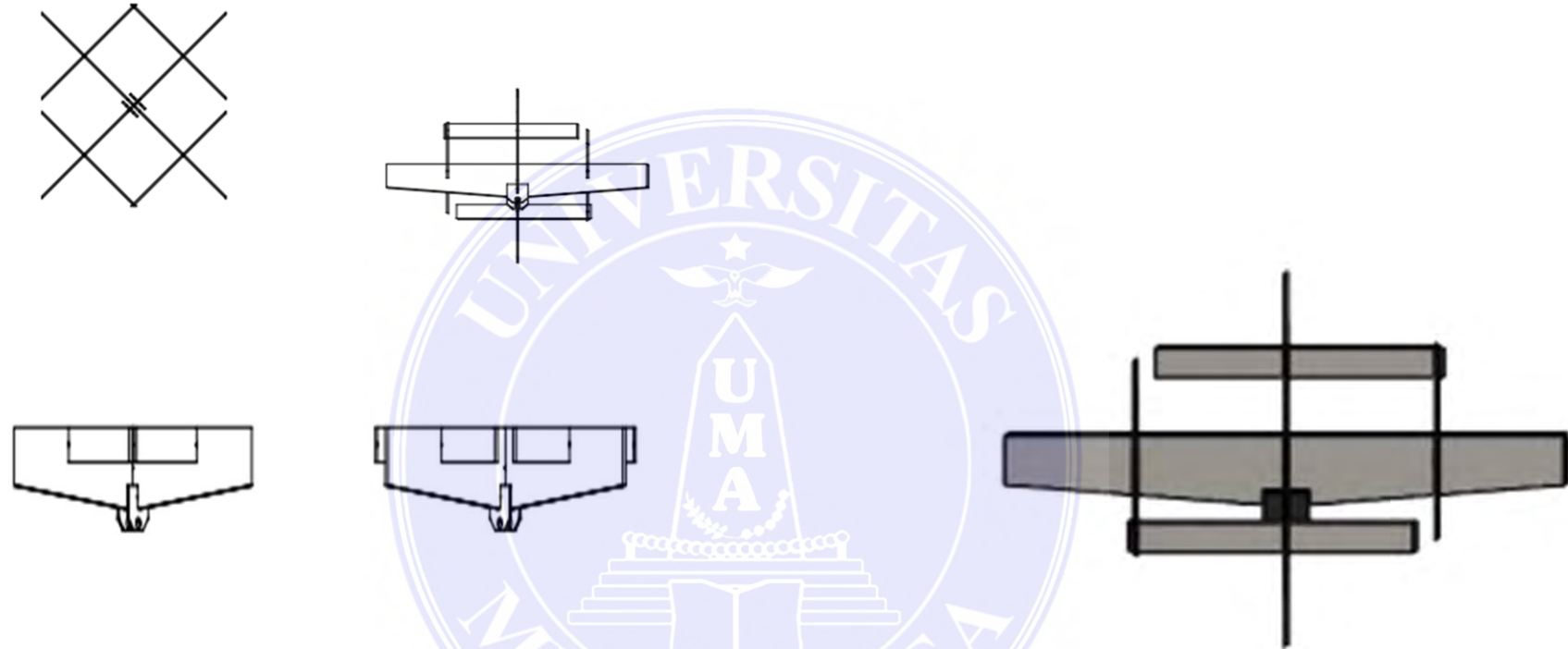


UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

	SKALA: 1: 20	DIGAMBAR: HELFRAN SIMANGUNSONG	PERINGATAN	
	SATUAN UKURAN: mm	NPM: 208130032		
	TGL : 01-02-2024	DIPERIKSA: TINO HERMANTO, ST.,MT	Document Accepted 23/1/25	
TEKNIK MESIN FT UMA	SUB RAKITAN BAWAH		NO: 25	A4

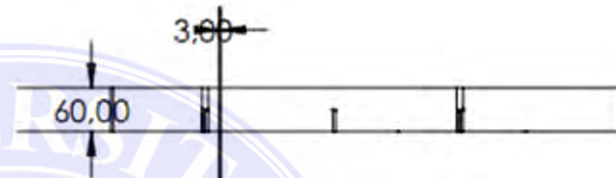
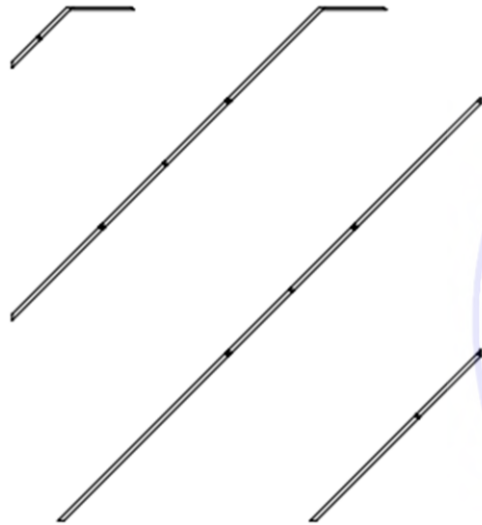


UNIVERSITAS MEDAN AREA

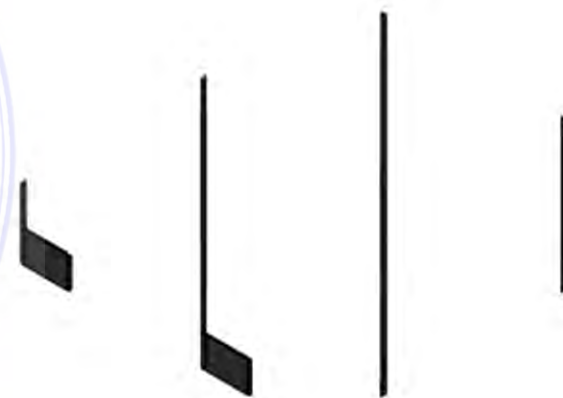
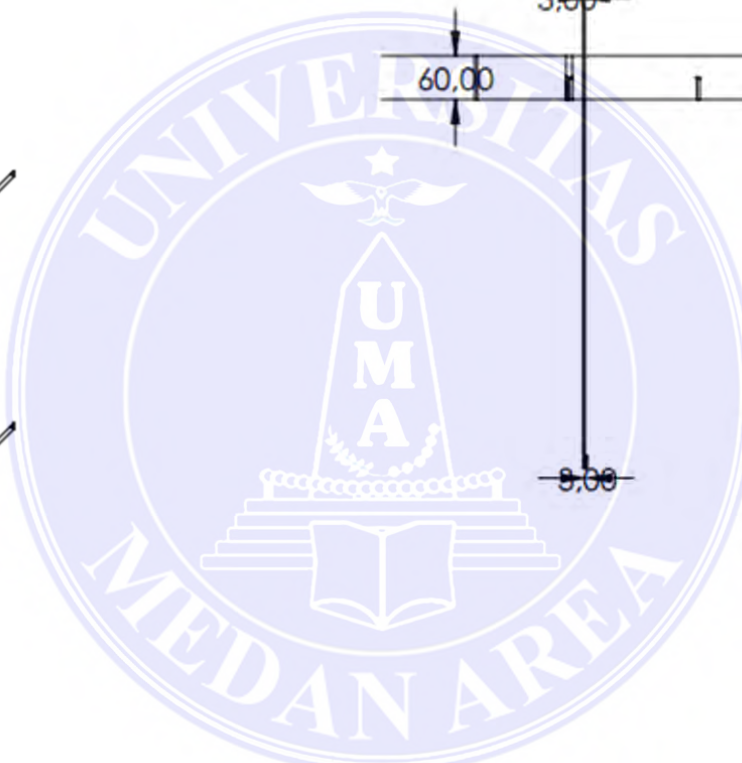
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

	SKALA : 1 : 20	DIGAMBAR: HELFRAN SIMANGUNSONG	PERINGATAN :
	SATUAN : mm	NPM : 208130032	
	TANGGAL : 01-02-2024	DIPERIKSA: TINO HERMANTO, ST., M.Sc	Document Accepted 23/1/25 NO : 26
TEKNIK MESIN FT UMA		STRUKTUR BAWAH	



3.00

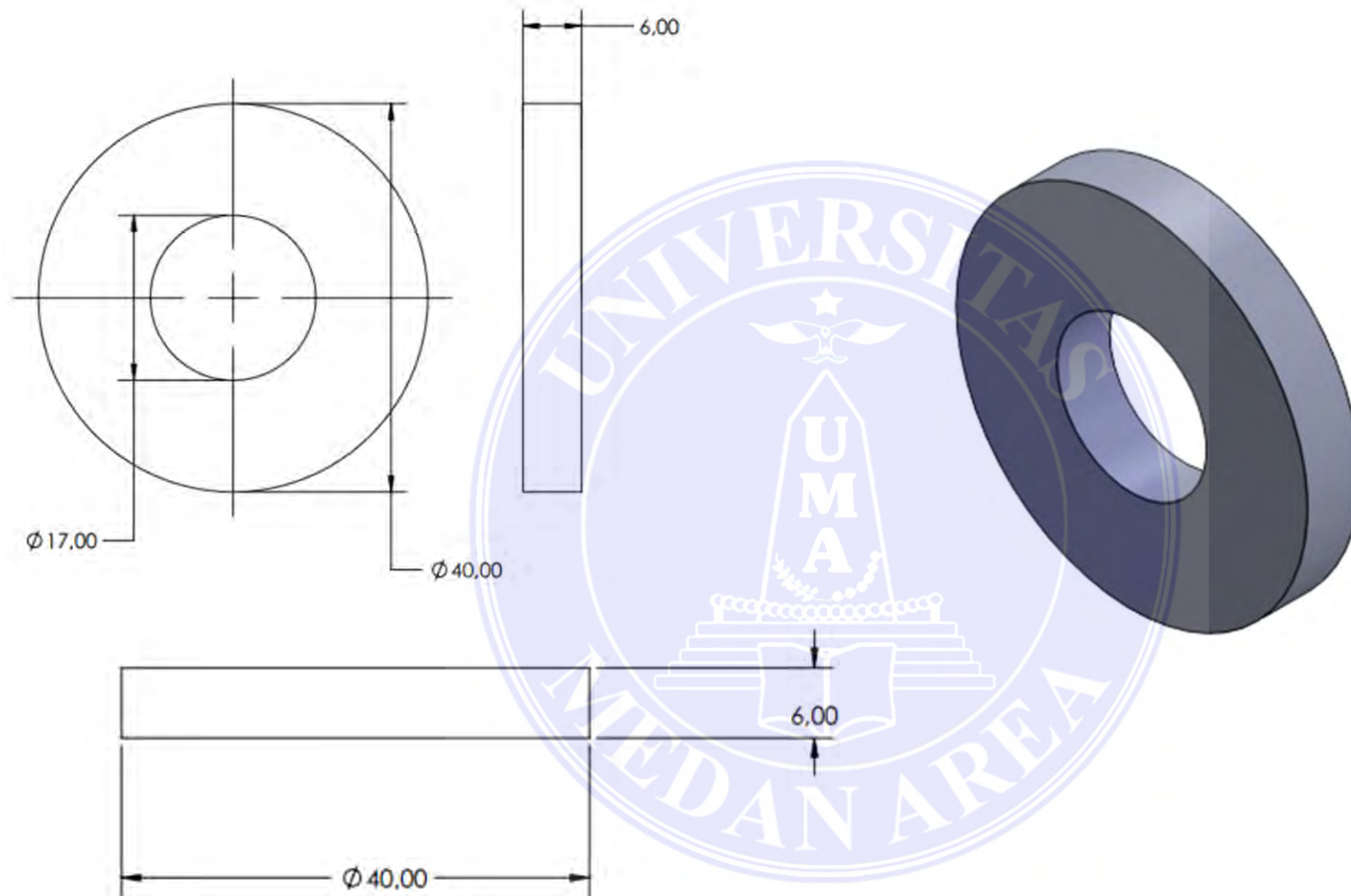


UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

	SKALA : 1 : 20	DIGAMBAR: HELFRAN SIMANGUNSONG	PERINGATAN :
	SATUAN : mm	NPM : 208130032	
	TANGGAL : 01-02-2024	DIPERIKSA: TINO HERMANTO, ST., M.Sc	Document Accepted 23/1/25 NO : 27 A4
TEKNIK MESIN FT UMA	STRUKTUR PLAT BESI		

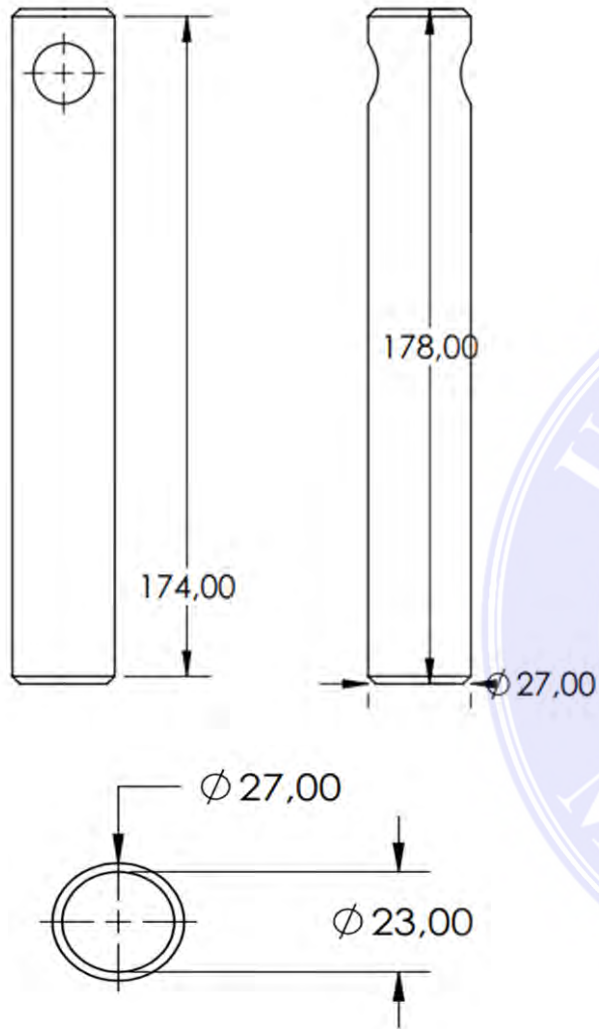


UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

	SKALA : 1 : 20	DIGAMBAR: HELFRAN SIMANGUNSONG	PERINGATAN :
	SATUAN : mm	NPM : 208130032	
	TANGGAL : 01-02-2024	DIPERIKSA: TINO HERMANTO, ST., M.Sc	Document Accepted 23/1/25 NO : 03
TEKNIK MESIN FT UMA		PENYEKAT	

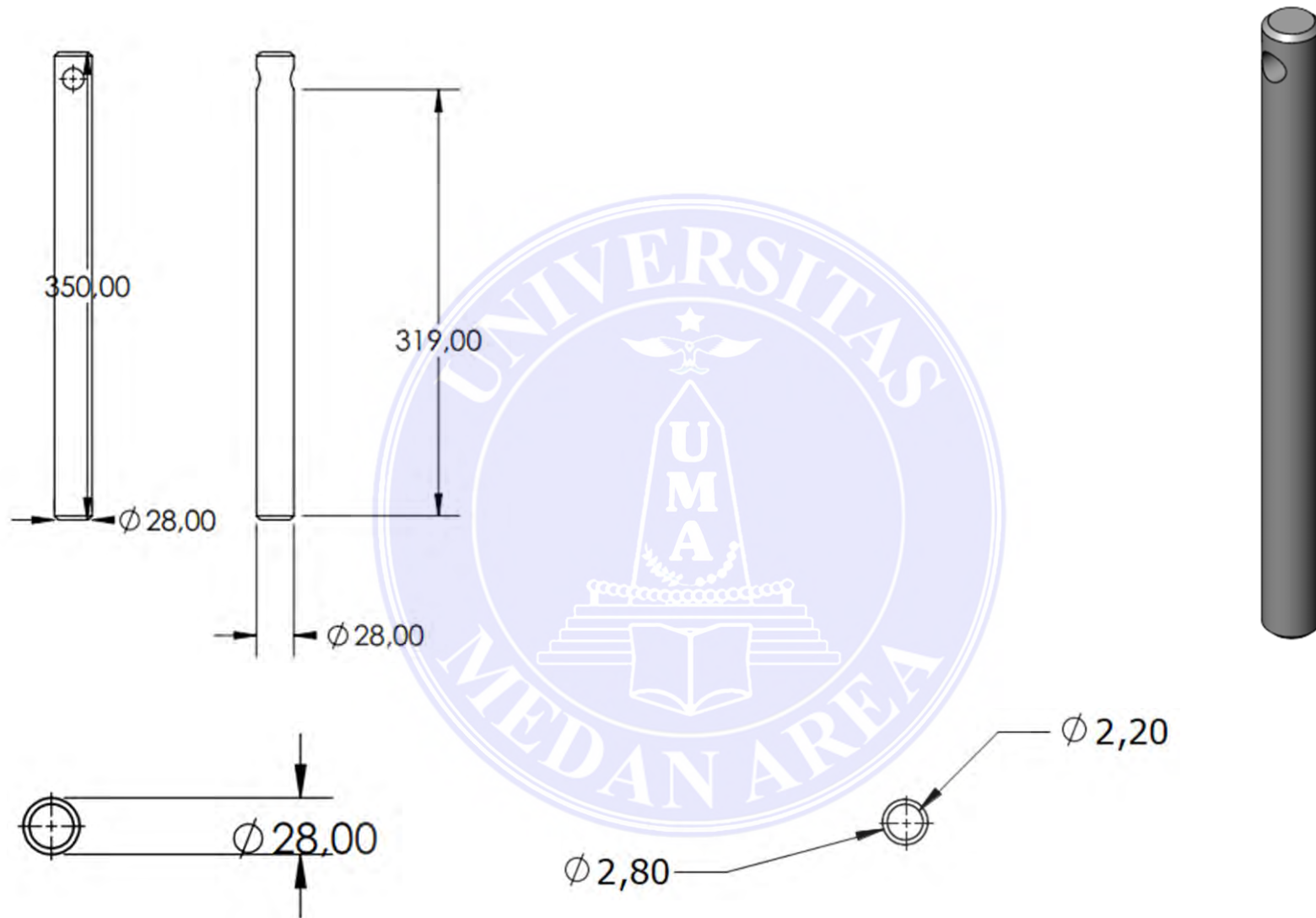


UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

	SKALA : 1 : 20	DIGAMBAR: HELFRAN SIMANGUNSONG	PERINGATAN :
	SATUAN : mm	NPM : 208130032	
	TANGGAL : 01-02-2024	DIPERIKSA: TINO HERMANTO, ST., M.Sc	Document Accepted 23/1/25 NO : 29 A4
TEKNIK MESIN FT UMA	BATANG PEGAS		

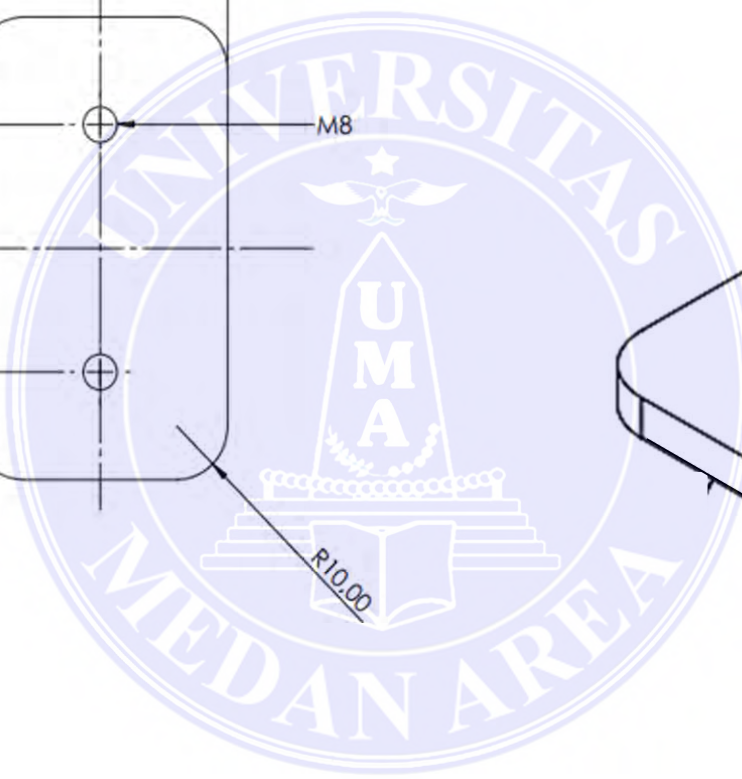
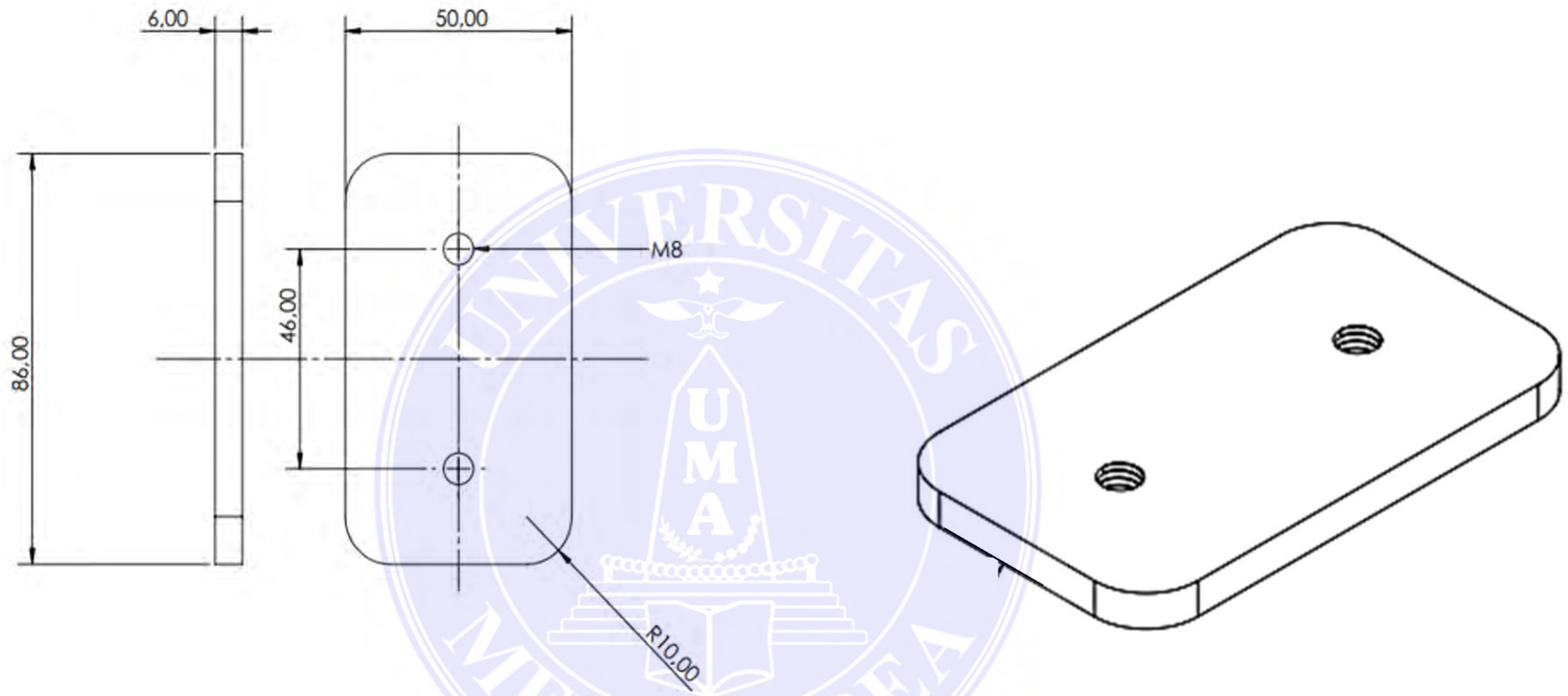


UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

	SKALA : 1 : 20	DIGAMBAR: HELFRAN SIMANGUNSONG	PERINGATAN :	
	SATUAN : mm	NPM : 208130032		
	TANGGAL : 01-02-2024	DIPERIKSA: TINO HERMANTO, ST., M.Sc		
TEKNIK MESIN FT UMA	KOMPONEN DALAM JACK		Document Accepted 23/1/25	
			NO : 30	A4

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area



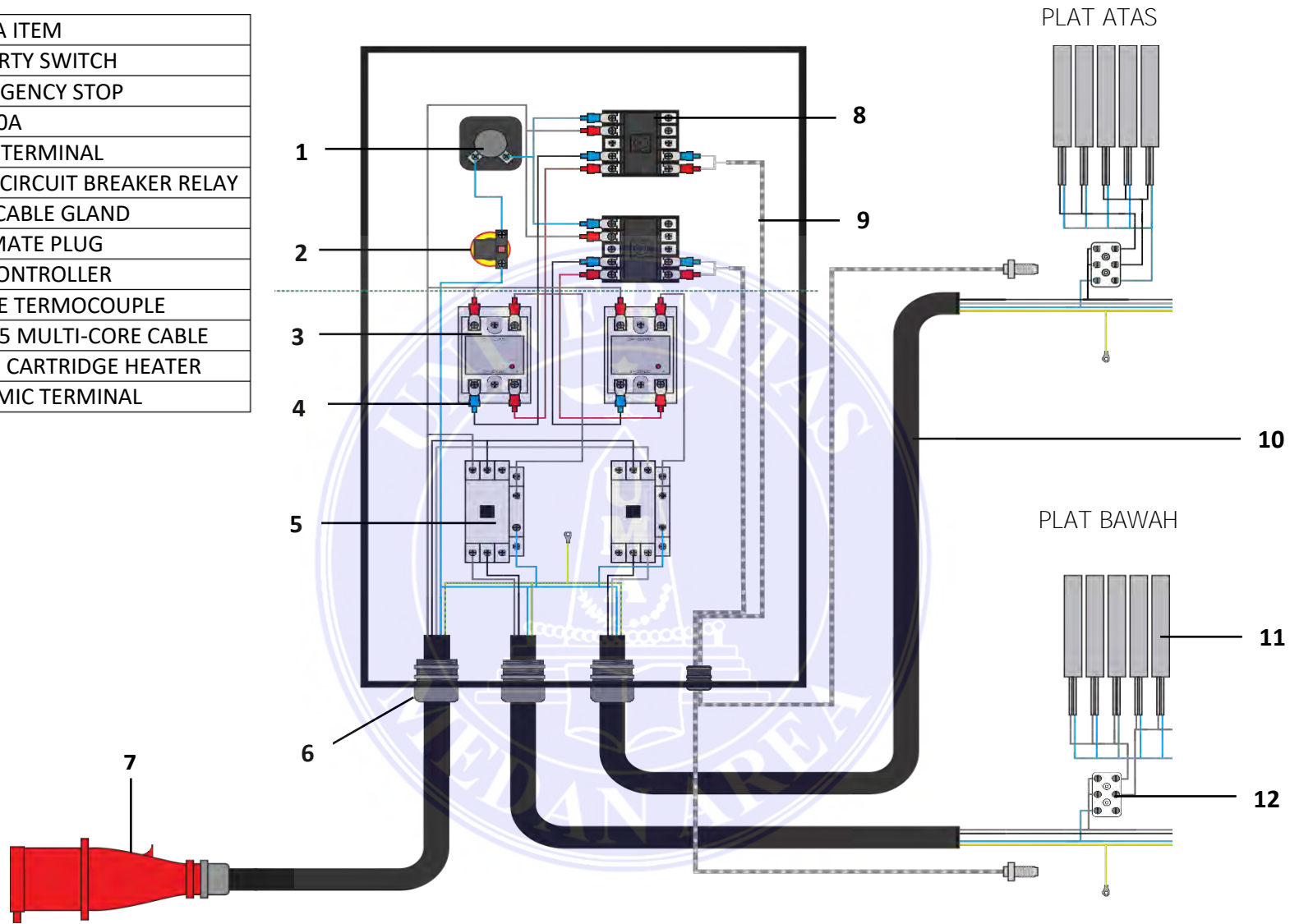
UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

	SKALA : 1 : 20	DIGAMBAR: HELFRAN SIMANGUNSONG	PERINGATAN :
	SATUAN : mm	NPM : 208130032	
	TANGGAL : 01-02-2024	DIPERIKSA: TINO HERMANTO, ST., M.Sc	
TEKNIK MESIN FT UMA	PELAT SUSPENSI		Document Accepted 23/1/25 NO : 31 A4

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

NO.	NAMA ITEM
1.	ROTARTY SWITCH
2.	EMERGENCY STOP
3.	SSR 40A
4.	FORK TERMINAL
5.	32A CCIRCUIT BREAKER RELAY
6.	M25 CABLE GLAND
7.	32A MATE PLUG
8.	PID CONTROLLER
9.	K TYPE TERMOCOUPLE
10.	6mm 5 MULTI-CORE CABLE
11.	150W CARTRIDGE HEATER
12.	CERAMIC TERMINAL

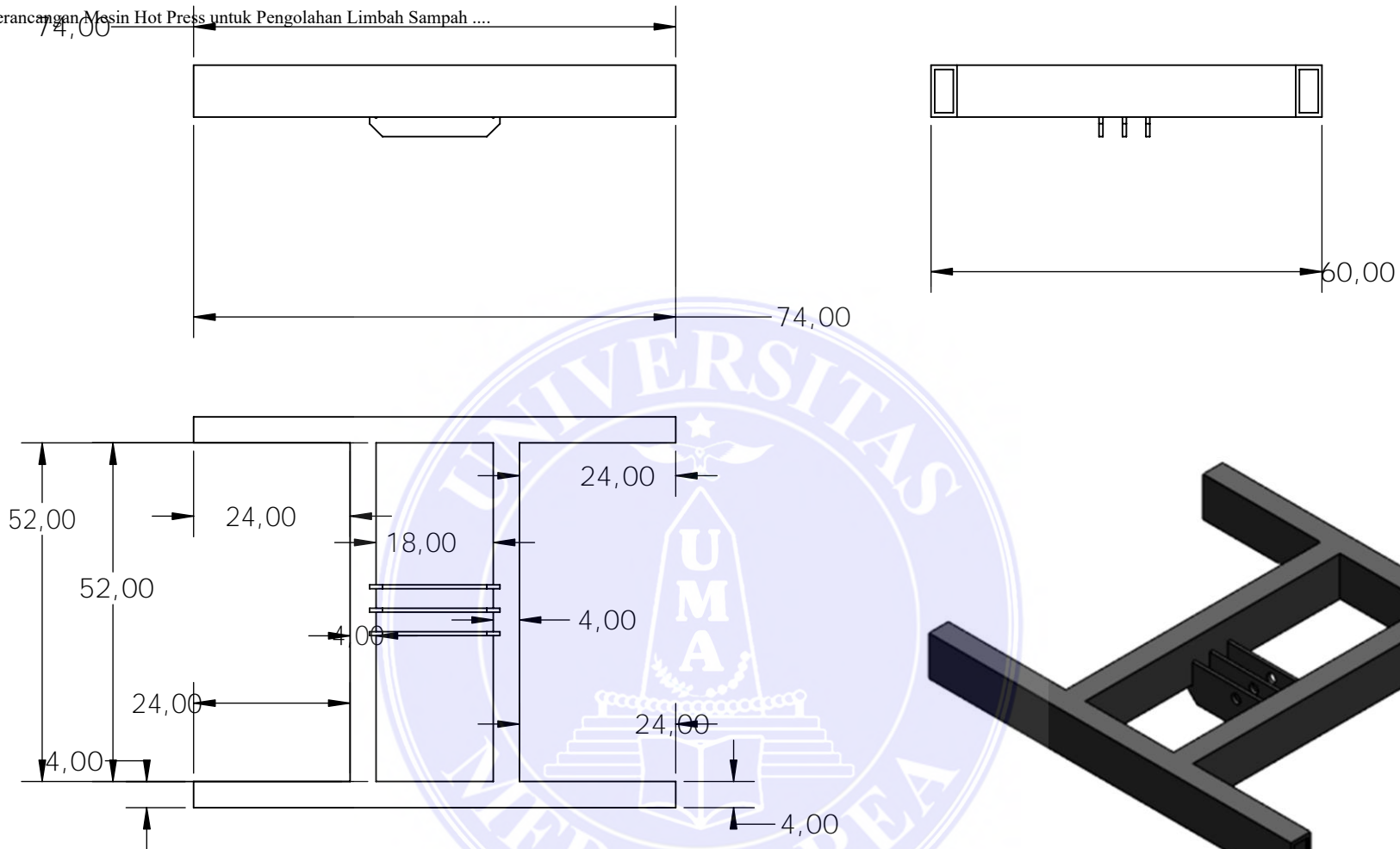


UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

	SKALA : _____	DIGAMBAR: HELFRAN SIMANGUNSONG	PERINGATAN :
	SATUAN : mm	NPM 208130032	
	TANGGAL : 01-02-2024	DIPERIKSA: TINO HERMANTO, ST., M.Sc	
TEKNIK MESIN FT UMA	SHEET PRESS GRAPHIC CIRCUIT		Document Accepted 23/1/25 NO : 32 A4

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

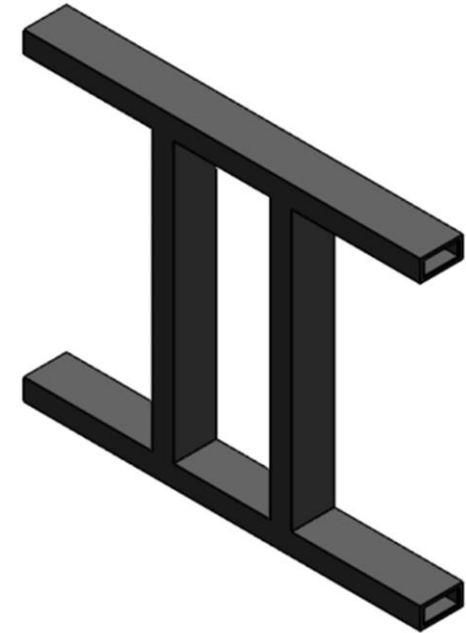
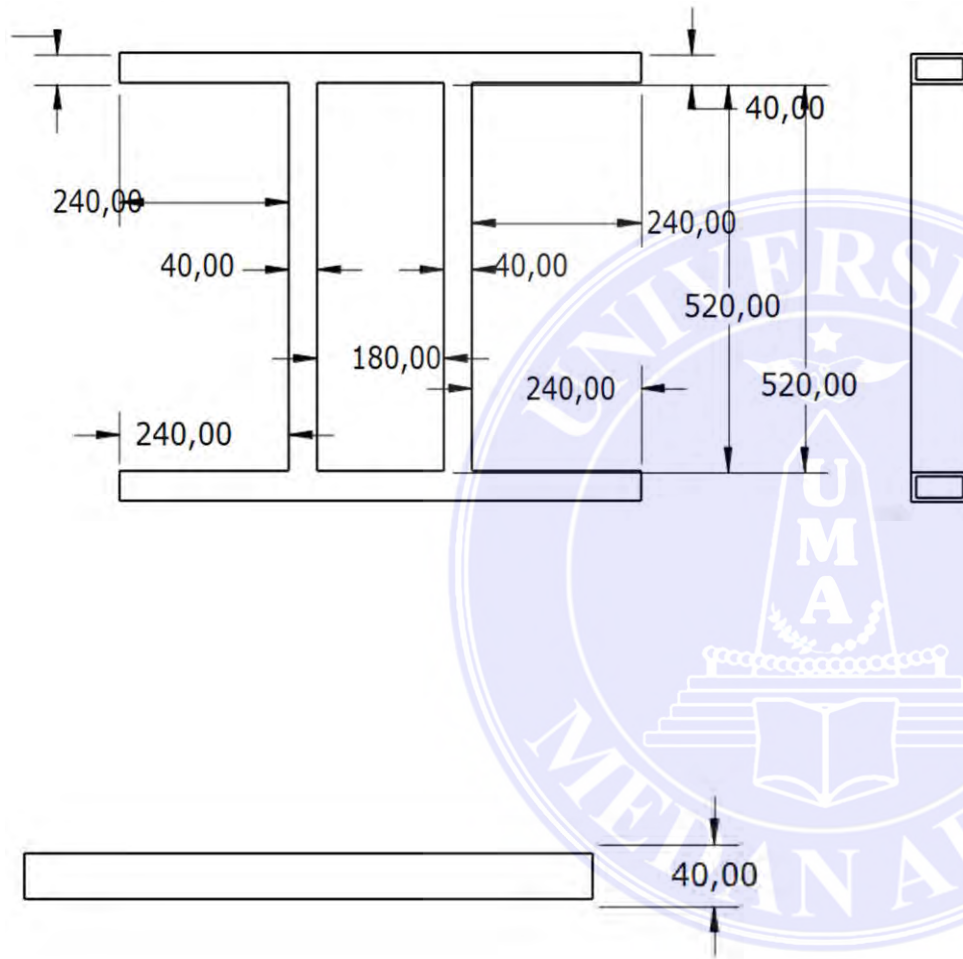


UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

	SKALA: 1: 20	DIGAMBAR: HELFRAN SIMANGUNSONG	PERINGATAN	
	SATUAN UKURAN :MM	NPM: 208130032		
	TANGGAL: 01-2024	DIPERIKSA: TINO HERMANTO, ST.,MT	Document Accepted 23/1/25	
TEKNIK MESIN FT UMA	DUDUKAN DONGKRAK		NO: 33	A4

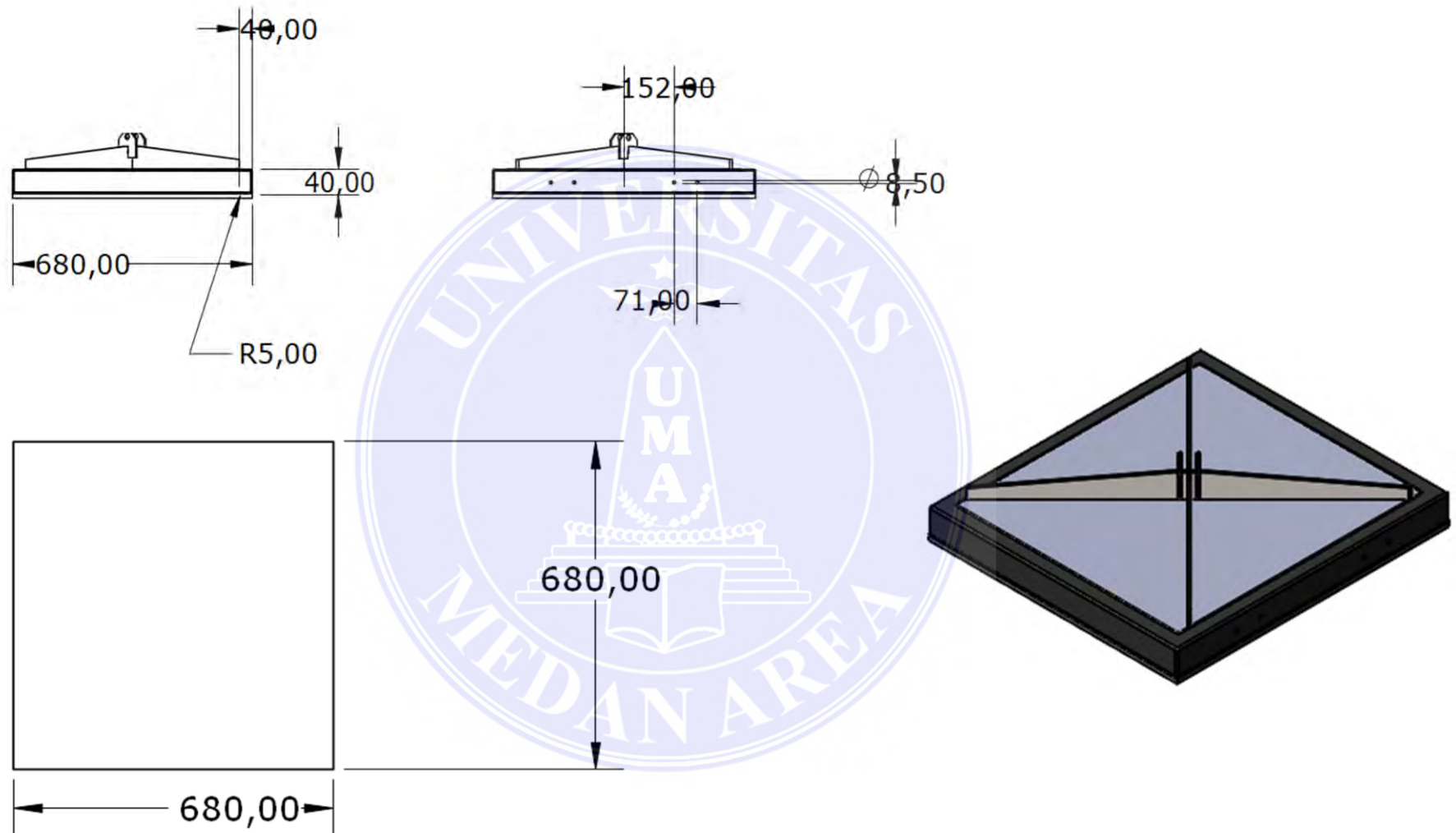


UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

	SKALA : 1:20	DIGAMBAR: HELFRAN SIMANGUNSONG	PERINGATAN :
	SATUAN : mm	NPM : 208130032	
	TANGGAL : 01-02-2024	DIPERIKSA: TINO HERMANTO, ST., M.Sc	Document Accepted 23/1/25 NO : 35
TEKNIK MESIN FT UMA		DUDUKAN DONGKRAK	

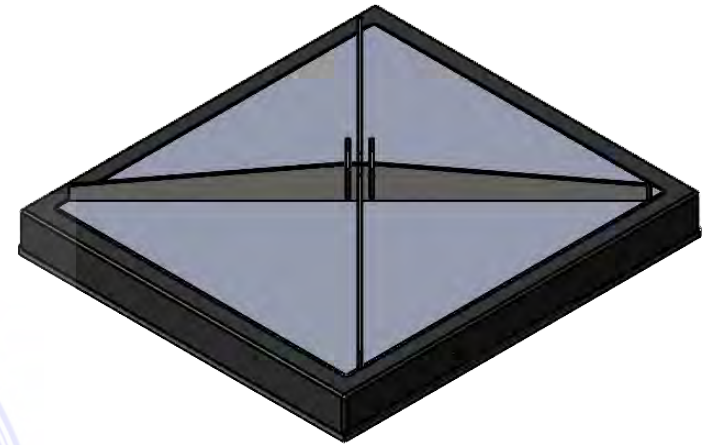
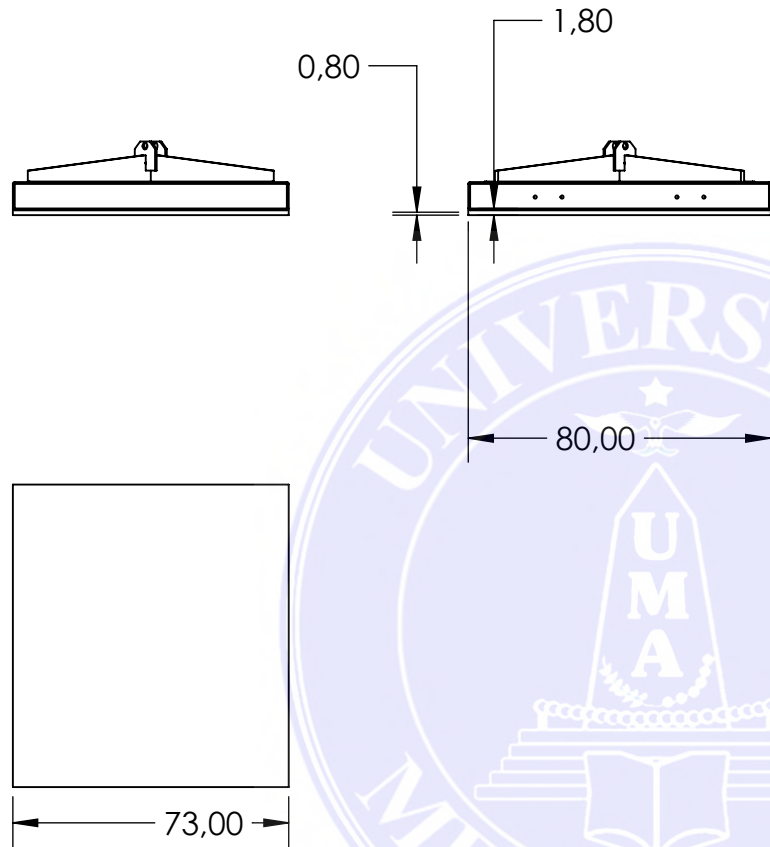


UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

	SKALA : 1:20	DIGAMBAR: HELFRAN SIMANGUNSONG	PERINGATAN :
	SATUAN : mm	NPM : 208130032	
	TANGGAL : 01-02-2024	DIPERIKSA: TINO HERMANTO, ST., M.Sc	Document Accepted 23/1/25 NO : 37 A4
TEKNIK MESIN FT UMA	SUB RAKITAN BAWAH RANGKA PELAT		

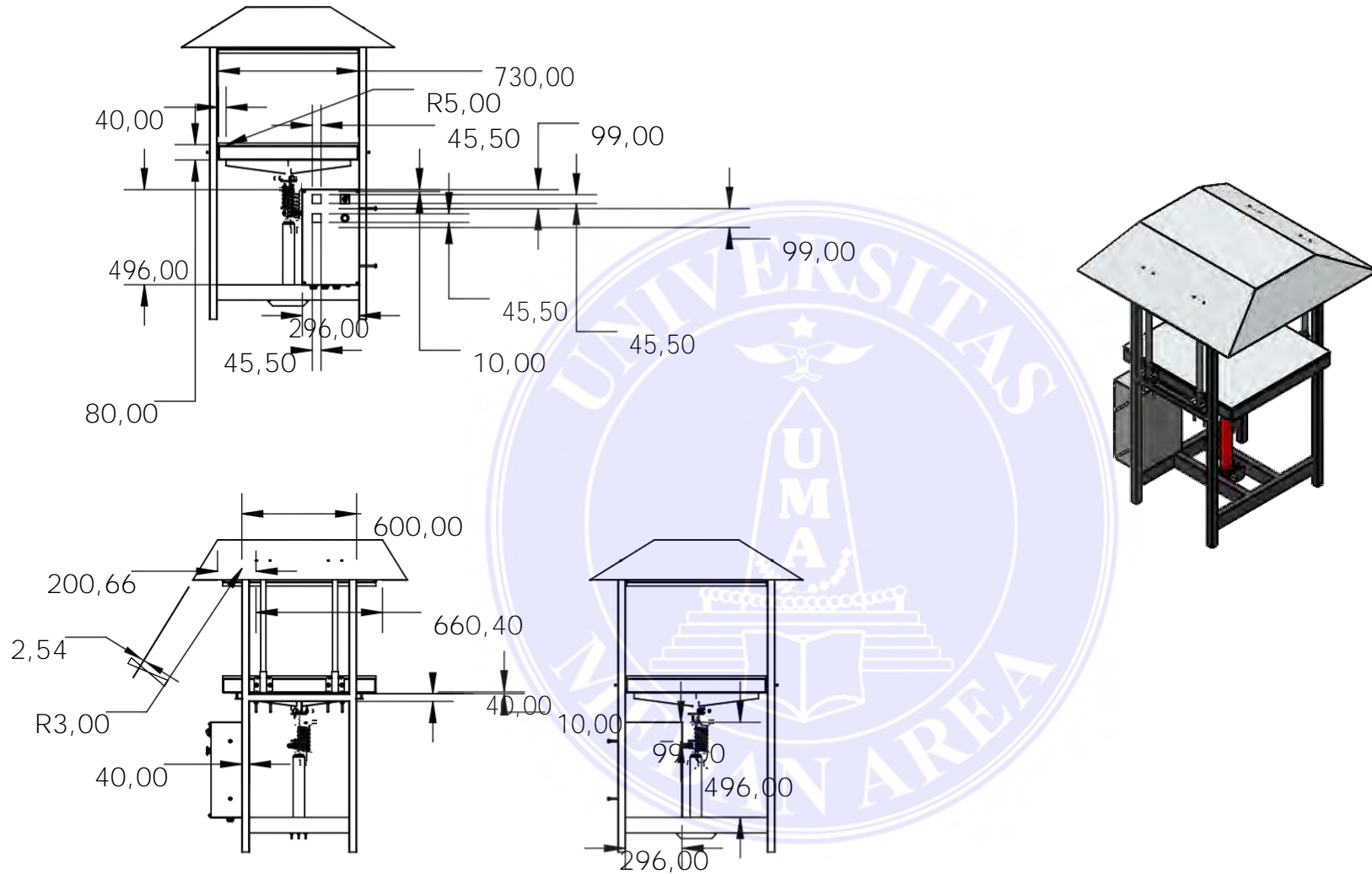


UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

	SKALA:1:20	DIGAMBAR:HELFRAN SIMANGUNSONG	PERINGATAN	
	SATUAN UKURAN :MM	NPM:208130032		
	TANGGAL:	DIPERIKSA:TINO HERMANTO, ST.,MT	Document Accepted 23/1/25	
STUDIO GAMBAR TEKNIK TEKNIK MESIN FT UMA	sheet press		NO: 1	A4



UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

	SKAL : 1:20	DIGAMBAR: HELFRAN SIMANGUNSONG	PERINGATAN	
	SATUAN UKURAN: mm	NPM: 208130032		
	TANGGAL : 1-02-2024	DIPERIKSA: TINO HERMANTO, ST.,M.Sc		
TEKNIK MESIN FT UMA	SHEET PRESS		NO: 1	A4

Document Accepted 23/1/25