

**DESAIN DAN OPTIMASI ALAT KEBERSIHAN
MULTIFUNGSI BESERTA PERANCANGAN DAN SIMULASI
*MOLDING***

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin**



Disusun Oleh:

Nama : Alief Muhammad Ariadestela

No. Mahasiswa : 16525046

NIRM : 2016060856

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2021

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa karya tulis ilmiah yang saya buat merupakan karya sendiri bukan hasil plagiarisme dari karya tulis yang dibuat oleh orang lain. Semua referensi dan kutipan yang saya tulis pada karya tulis ini saya cantumkan sitasi dan sumber pustakanya. Apabila dikemudian hari saya dianggap melakukan pelanggaran hak kekayaan intelektual dan yang saya tulis pada karya ilmiah ini tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi dan hukuman yang berlaku.

Yogyakarta, 3 Juni 2021



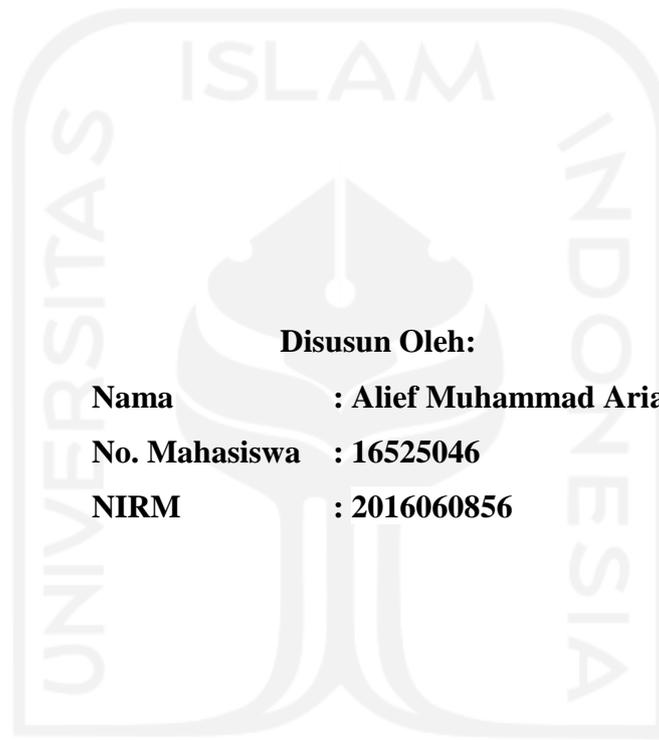
Alief Muhammad Aria Destela



LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**OPTIMASI ALAT KEBERSIHAN MULTIFUNGSI BESERTA
PERANCANGAN DAN SIMULASI *MOLDING***

TUGAS AKHIR



Disusun Oleh:

Nama : Alief Muhammad Ariadestela

No. Mahasiswa : 16525046

NIRM : 2016060856

Yogyakarta, 26 Mei 2021

Pembimbing,

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Arif Budi Wicaksono', is written over a horizontal line.

Arif Budi Wicaksono, S.T., M.Eng.

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

OPTIMASI ALAT KEBERSIHAN MULTIFUNGSI BESERTA PERANCANGAN DAN SIMULASI *MOLDING*

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

Nama : Alief Muhammad Aria Destela

No. Mahasiswa : 16525046

NIRM : 2016060856

Tim Penguji

Arif Budi Wicaksono, S.T., M.Eng.

Ketua



Tanggal : 26 Mei 2021

Santo Aje Dhewanto, S.T., M.M.

Anggota I



Tanggal : 25 Mei 2021

Faisal Arif Nurgesang, S.T., M.Sc.

Anggota II



Tanggal : 07 Mei 2021

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng

HALAMAN PERSEMBAHAN

Saya persembahkan skripsi ini dan ucapkan terimakasih kepada:

Bapak dan Ibu,

Wahyu Widodo dan Enny Marlina

Terimakasih telah mengantarkan saya sampai di titik ini. Terimakasih atas segala perjuangan yang telah kalian berikan kepada saya. Semoga gelar yang saya peroleh ini dapat membanggakan kalian. Saya beruntung menjadi seorang anak dari kalian.

Saya,

Alief Muhammad Aria Destela

Terimakasih atas segalanya, terimakasih atas kekuatan mu, terimakasih atas perjuangan mu, terimakasih sudah cukup kuat selama ini. Perjalanan kita belum selesai, bekerjasamalah sekali lagi, hingga akhir.

HALAMAN MOTTO

Hargai setiap proses dari apa yang telah terjadi. Terkadang kamu harus kembali melihat kebelakang, hal-hal penting yang telah kamu anggap tidak penting dan terbuang percuma.

(Alief)

Believe you can and you're halfway there.

(Theodore Roosevelt)

Tak ada jalan singkat tuk menuai yang kau tanam, sadari yang kau cari itu butuh dirancang.

(Matter Mos)

Barang siapa yang keluar untuk mencari ilmu, maka ia berada di jalan Allah hingga ia pulang.

(HR. Turmudzi)

KATA PENGANTAR DAN UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah S.W.T Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat dan karunia-Nya yang telah diturunkan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Desain dan Optimasi Alat Kebersihan Multifungsi Beserta Perancangan dan Simulasi *Molding*” dengan baik.

Skripsi ini dibuat disusun untuk memenuhi kewajiban dalam menyelesaikan rangkaian tugas akhir serta memenuhi syarat untuk melaksanakan agenda berikutnya yaitu sidang yang merupakan salah satu bagian penting dalam menempuh Strata 1 Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, banyak pihak yang telah membantu penulis dalam proses pengerjaannya. Penulis banyak mendapatkan dukungan, dalam bentuk moral maupun materil, oleh sebab itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Orang tua penulis yang selalu senantiasa mendoakan dan memberi dukungan moral maupun materil, sehingga penulis mampu menyelesaikan rangkaian tugas akhir.
2. Bapak Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Arif Budi Wicaksono, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing penulis selama melaksanakan tugas akhir, yang telah memberikan arahan dan nasihat.
4. Mahasiswa bimbingan pak Arif, yang selalu bahu-membahu dalam menyelesaikan tugas akhir bersama.
5. Rafi, Satria, Adit (acil), Aziz, Reja, Sulton, Devan dan Kekel yang telah membantu saya atas saran-saran yang telah diberikan serta atas dukungan tempat dan alat pendukung lainnya selama proses pengerjaan tugas akhir.
6. Teman-teman teknik mesin 16, yang selalu memberikan *support* serta memberikan bantuan moral kepada saya selama menyelesaikan tugas akhir

7. Aria Destela, diri saya sendiri. Terimakasih sudah mau diajak bekerja sama selama ini, terimakasih atas semua perjuangan mu selama ini, terimakasih untuk selalu belajar dan menjadi dirimu sendiri. Kamu kuat.



ABSTRAK

Kebersihan suatu ruangan merupakan hal yang penting dalam kehidupan, namun seringkali alat kebersihan yang terdapat dalam satu ruangan tidak cukup lengkap dikarenakan keharusan untuk membeli alat kebersihan secara terpisah, atau ruangan yang terlalu sempit sehingga tidak dapat menyimpan alat kebersihan yang beragam. Berdasarkan latar belakang yang ada dirancanglah alat kebersihan multifungsi. Alat ini menggabungkan fungsi sapu, *scraper* dan kemoceng dalam satu alat. Pada proses perancangan, dilakukan juga perancangan strategi manufaktur dimana merancang dan melakukan analisis terhadap rangkaian *feeding system*. Perancangan dan analisis *feeding system*, memperhatikan parameter seperti jumlah *gate*, diameter *runner*, *quality prediction* serta *filling time*. Tahap berikutnya yang dilakukan adalah melakukan perancangan cetakan atau *moldbase* dari produk menggunakan katalog dari LKM tipe 4040 sesuai dengan ukuran *cavity core* yang telah dirancang. Tahap akhir dari perancangan ini adalah menentukan jenis mesin *injection molding* yang akan digunakan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan dalam hasil rancangan.

Kata kunci: Alat kebersihan, *moldbase*, *injection molding*, *feeding system*, *cavity core*

ABSTRACT

The cleanliness of a room is an important thing in life, but often the cleaning tools contained in one room are not complete enough because of the need to buy separate cleaning tools, or the room is too small so that it cannot store various cleaning tools. Based on the existing background, a multifunctional cleaning tool was designed. This tool combines the functions of a broom, mop and duster in one tool. In the design process, the manufacturing strategy is also carried out by designing and analyzing a series of feeding systems. The design and analysis of the feeding system takes into account parameters such as the number of gates, runner's diameter, quality prediction and filling time. The next step is to design a mold or moldbase of the product using a catalog from LKM type 4040 according to the size of the cavity core that has been designed. The final stage of this design is to determine the type of injection molding machine that will be used in accordance with the specifications specified in the design results.

Keywords: Cleaning tool, moldbase, injection molding, feeding system, cavity core

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing	ii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji	iv
Halaman Persembahan	v
Halaman Motto	vi
Kata Pengantar dan Ucapan Terima Kasih	vii
Abstrak	ix
<i>abstract</i>	x
Daftar Isi	xi
Daftar Tabel	xiii
Daftar Gambar	xiv
Daftar Notasi	xvi
Bab 1 Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan	2
1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan	2
1.6 Sistematika Penulisan	2
Bab 2 Tinjauan Pustaka	4
2.1 Kajian Pustaka	4
2.2 Dasar Teori	5
2.2.1 <i>Product Design and Development</i>	5
2.2.2 <i>Mold Injection Concept</i>	7
2.2.3 Plastik	13
Bab 3 Metode Penelitian	17
3.1 Alur Penelitian	17
3.2 Kriteria Desain	19
3.3 Peralatan dan Bahan	20
3.3.1 Laptop	20

3.3.2	<i>Software Autodesk Inventor 2018</i>	20
3.3.3	<i>Software Autodesk Moldflow Adviser 2019</i>	20
3.4	Perancangan Perangkat Lunak	20
3.4.1	<i>Product Design</i> Menggunakan Inventor 2018	20
3.4.2	Perancangan <i>Feeding System</i> Menggunakan Moldflow Adviser 2019 21	
3.4.3	Perancangan <i>Moldbase</i> Menggunakan Powershape 2019.....	21
3.5	Perancangan Perangkat Keras	21
3.5.1	<i>Modelling</i> Produk Menggunakan <i>3D Print</i>	21
Bab 4	Hasil dan Pembahasan	22
4.1	Perancangan Produk	22
4.1.1	Langkah Perancangan Produk	22
4.1.2	Hasil Desain Produk	27
4.2	Identifikasi Produk.....	28
4.2.1	Penentuan Lokasi <i>Gate</i>	28
4.2.2	Perancangan <i>Feeding System</i>	29
4.3	Hasil Analisis	31
4.3.1	Hasil Analisis <i>Feeding System</i>	31
4.4	Perancangan <i>Moldbase</i> Produk Plastik.....	33
4.4.1	Langkah Proses Desain.....	33
4.4.2	Hasil Desain <i>Mold</i>	40
4.5	Hasil <i>Modelling</i>	42
4.6	Perhitungan	45
4.6.1	Perhitungan <i>Clamp Force</i>	45
4.7	Pemilihan Mesin Injeksi	46
4.8	Penilaian Responden.....	47
4.9	Analisis Kekuatan	50
Bab 5	Penutup.....	52
5.1	Kesimpulan	52
5.2	Saran atau Penelitian Selanjutnya.....	52
Daftar Pustaka	53

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Perangkat Keras Laptop.....	20
Tabel 4-1 Data Produk.....	28
Tabel 4-2 Karakteristik <i>Moldbase</i>	28
Tabel 4-3 Spesifikasi ABS 0% <i>Rubber</i>	28
Tabel 4-4 Variabel Penelitian	30
Tabel 4-5 Hasil Perancangan Feeding System Badan Sapu 1	31
Tabel 4-6 Hasil Perancangan Feeding System Badan Sapu 2.....	31
Tabel 4-7 Hasil Perancangan Feeding System Badan Sapu 3.....	31



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.2 Alur Proses Desain	6
Gambar 2.3 Mesin Injeksi <i>Molding</i>	8
Gambar 2.4 <i>Basic Moldbase Components</i>	9
Gambar 2.5 <i>Mold Wall Thickness</i>	10
Gambar 2.6 <i>Sprue Bushing</i>	11
Gambar 2.7 <i>Runner Block</i>	12
Gambar 2.8 Diagram Diameter <i>Runner</i>	13
Gambar 4.1 Alat Kebersihan	22
Gambar 4.2 Alat Kebersihan (<i>Extended</i>)	23
Gambar 4.3 Pin Pengunci	23
Gambar 4.4 Kemoceng	24
Gambar 4.5 Mekanisme Penyimpanan Kemoceng	24
Gambar 4.6 Kontur Pada Ujung Kemoceng	25
Gambar 4.7 Engsel	25
Gambar 4.8 Alat Kebersihan Tampak Depan	26
Gambar 4.9 Pengunci <i>Body Scrapper</i>	26
Gambar 4.10 Alat Kebersihan Isometri	27
Gambar 4.11 <i>Part List</i>	27
Gambar 4.12 <i>Gate Suitability</i>	29
Gambar 4.13 Rancangan <i>Feeding System</i> Badan Sapu	30
Gambar 4.14 <i>Fill Time</i>	32
Gambar 4.15 <i>Quality Prediction</i>	33
Gambar 4.16 Standar <i>Moldbase</i> LKM 4040	34
Gambar 4.17 <i>Top Clamping Plate</i>	35
Gambar 4.18 <i>Stripper Plate</i> (Tampak Atas)	35
Gambar 4.19 <i>Stripper Plate</i> (Tampak Bawah)	36
Gambar 4.20 <i>Cavity Plate</i>	36
Gambar 4.21 <i>Core Plate</i>	37
Gambar 4.22 <i>Cavity</i>	37
Gambar 4.23 <i>Core</i>	38

Gambar 4.24 <i>Riser</i>	38
Gambar 4.25 <i>Ejector Plate</i>	39
Gambar 4.26 <i>Ejector Base Plate</i>	39
Gambar 4.27 <i>Bottom Clamping Plate</i>	40
Gambar 4.28 <i>Moldbase Part</i> Badan Sapu	40
Gambar 4.29 <i>Moldbase Part</i> Badan Sapu (Transparan).....	41
Gambar 4.30 <i>Moldbase Part</i> Badan Sapu (Tampak Depan).....	41
Gambar 4.31 Gambar Teknik <i>Moldbase Part</i> Badan Sapu.....	42
Gambar 4.32 Model Produk Alat Kebersihan Multifungsi	43
Gambar 4.33 Model Produk Alat Kebersihan Multifungsi (<i>extended</i>)	43
Gambar 4.34 Model Produk Alat Kebersihan Multifungsi (kemoceng)	43
Gambar 4.35 Model Produk Alat Kebersihan Multifungsi (mode sapu)	44
Gambar 4.36 Model Kemoceng	44
Gambar 4.37 Perhitungan <i>Clamp Force</i>	45
Gambar 4.38 Mesin DAYA MACHINERY tipe DY290.....	46
Gambar 4.39 Spesifikasi Mesin DAYA MACHINERY tipe DY290	46
Gambar 4.40 Pertanyaan <i>Survey</i>	47
Gambar 4.41 Penilaian Kemudahan Produk.....	48
Gambar 4.42 Penilaian Tingkat Optimal Produk	48
Gambar 4.43 Penilaian Keringkasan Produk.....	49
Gambar 4.44 <i>Von Mises Stress</i> Produk	50
Gambar 4.45 <i>Safety Factor</i> Produk	50
Gambar 4.46 Lokasi <i>Safety Factor</i> Terendah.....	51
Gambar 4.47 Lokasi Tegangan Terbesar.....	51

DAFTAR NOTASI

$P_{(inj\ act)}$	= <i>Actual Injection Pressure</i>
A	= <i>Clamp Force Area</i>
F_c	= <i>Clamping Force</i>



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebersihan ruangan merupakan salah satu faktor penting dalam kehidupan sehari-hari. Untuk menjaga kebersihan ruangan, terdapat beberapa cara seperti menyapu, membersihkan genangan air, membersihkan debu hingga membersihkan kaca. Dalam melaksanakan beberapa hal tersebut, tentu dibutuhkan alat bantu kebersihan seperti sapu, *scraper*, dan kemoceng, namun pada masa ini, alat-alat ini dijual terpisah dan ketika sedang tidak digunakan akan terlalu banyak memakan ruang penyimpanan. Walaupun demikian tidak semua orang memiliki kelengkapan alat kebersihan seperti ini, karena selain terlalu membuat penuh ruang kamar, sebagian orang hanya membutuhkan sapu saja untuk membersihkan kamar.

Kebersihan merupakan faktor penting, karena kebersihan suatu ruangan berkaitan erat dengan kenyamanan dari ruangan itu sendiri. Meskipun ruangan telah dibersihkan dengan cara disapu, masih terdapat debu dan kotoran yang tidak terjangkau oleh sapu seperti bagian atas lemari, kaca jendela, hingga perabotan kecil yang terdapat di dalam suatu ruangan. Itu mengapa, dibutuhkan alat kebersihan yang lengkap untuk menjaga kebersihan kamar.

Penulis disini mencoba untuk mengatasi permasalahan yang telah disebutkan diatas dengan merancang produk yang bernama “Alat Kebersihan Multifungsi”. Dengan menggabungkan 3 alat pembersih seperti sapu, *scraper*, dan kemoceng ke dalam satu alat, dapat memudahkan dalam proses membersihkan ruangan karena tidak diperlukan lagi membeli alat pembersih satu persatu. Ketika alat sedang tidak digunakan dan disimpan, dengan rancangan yang telah peneliti buat maka alat akan lebih ringkas dan tidak membutuhkan ruang yang terlalu banyak.

Tujuan dari penelitian penulis adalah untuk mempermudah masyarakat banyak dalam meningkatkan kebersihan ruangan. Dengan adanya rancangan yang penulis buat, penulis berharap rancangan ini mampu mengatasi permasalahan yang telah disebutkan di atas.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana rancangan alat kebersihan yang memiliki lebih dari satu fungsi?
2. Bagaimana rancangan alat yang dibutuhkan agar alat lebih ringkas?

1.3 Batasan Masalah

1. Perancangan produk hanya sampai tahap *modelling*
2. Tidak membahas hingga biaya produksi
3. Material yang akan digunakan berbahan dasar plastik
4. *Software* desain yang digunakan adalah Autodesk Inventor 2018
5. *Software* simulasi yang digunakan adalah Autodesk Moldflow Adviser 2019
6. *Software* perancangan *molbase* yang digunakan adalah Autodesk Powershape 2019

1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan

1. Mendesain dan merancang produk alat kebersihan multifungsi
2. Melakukan simulasi terhadap kinerja produk serta simulasi aliran fluida dalam proses *molding*
3. Membuat desain *mold* dari produk yang telah dirancang

1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan

Manfaat dalam perancangan ini diharapkan mampu menjadi bahan kajian dalam penelitian terkait serta alat yang telah dirancang mampu membantu masyarakat banyak dalam menjaga kebersihan kamar terutama para masyarakat yang bekerja sebagai *cleaning service*.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini disusun secara berurutan untuk mempermudah dalam pembahasan. Penulisan tugas akhir ini dijelaskan sebagai berikut:

Bab I PENDAHULUAN

Bagian ini meliputi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan penelitian dan perancangan yang dilakukan.

Bab II TINJAUAN PUSTAKA

Bagian ini meliputi kajian pustaka dan dasar teori yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian dan perancangan yang dilakukan.

Bab III METODOLOGI PENELITIAN

Bagian ini meliputi alur yang dilakukan dalam penelitian, peralatan dan bahan, perancangan perangkat lunak dan keras.

Bab IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini meliputi hasil dan pembahasan berdasarkan penelitian dan perancangan yang telah dilakukan.

Bab V PENUTUP

Bagian ini meliputi kesimpulan dari pembahasan yang telah dilakukan serta saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Kajian pustaka merupakan referensi atau sumber bacaan yang penulis gunakan sebagai dasar dalam melakukan penelitian dan perancangan.

Kajian pustaka pertama yang penulis gunakan berjudul “Desain dan Optimasi *Injection Mold* Sistem *Slider* pada Produk *Preform Stick* T15”(Lutfi Ni’am dkk., 2017). Dalam jurnal ini beliau membahas perancangan dan optimasi *slider* pada *injection mold* produk *preform stick* T15. Dalam jurnal ini penulis mendapatkan beberapa hal yang dapat penulis gunakan sebagai dasar pembelajaran dalam melakukan penelitian. Dari jurnal ini dapat penulis ketahui bahwa cetakan injeksi atau *mold injection* merupakan faktor utama yang menentukan kualitas suatu produk, kemudian langkah berikutnya adalah merancang sistem *slider* untuk produk yang telah penulis rancang. Sebelum mulai merancang sistem *slider*, dalam perancangan *mold injection* terdapat beberapa tahapan, yang pertama yaitu penentuan lokasi *gate* yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi pendistribusian cairan plastik pada *mold*. Penentuan lokasi *gate* dapat ditentukan berdasarkan hasil analisis “*gate suitability*” pada *software* Moldflow Adviser 2019.

Kajian pustaka kedua yang penulis gunakan berjudul “Analisa Pengaruh Temperatur dan Tekanan Injeksi *Moulding* Terhadap Cacat Produk”(Heri Yanto dkk., 2018). Dalam jurnal ini penulis mengetahui bahwa dalam proses *injection molding*, dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor-faktor tersebut seperti jenis material plastik yang digunakan, mesin untuk melakukan injeksi serta proses dari injeksi itu sendiri. Dalam proses *injection molding* sangat dipengaruhi oleh tekanan yang digunakan, kecepatan aliran material, temperatur material dan *molding*, laju proses pendinginan serta kekentalan atau viskositas dari material. Namun, bukan berarti *injection molding* benar-benar terbebas dari kecacatan, seperti *short molding*, *sink mark*, *air bubble*, *warpage*, *weldmark*, *discolored*, *black spot*, *hole* serta *over molding*.

Kajian pustaka ketiga yang penulis gunakan berjudul “Optimalisasi Perancangan *Runner* dan *Gate* Cetakan Injeksi Plastik dengan Metode Simulasi”(Agung Kaswadi & Muhammad I. Tauhid, 2017). Beliau menyatakan injeksi plastik merupakan salah satu proses utama dalam proses pembuatan produk berbahan dasar plastik. Sesuai dengan yang dinyatakan dalam jurnal “Analisa Pengaruh Temperatur dan Tekanan Injeksi *Moulding* Terhadap Cacat Produk”, jurnal ini juga menyatakan bahwa kualitas cetakan atau mold dipengaruhi oleh karakteristik material, bentuk produk, desain *mold* serta parameter yang terdapat dalam proses injeksi. Seringnya terjadi kecacatan dalam proses injeksi mengakibatkan pentingnya perancangan *feeding system* yang terdiri dari *runner*, *sprue* dan *gate*. Rancangan *feeding system* haruslah tepat dikarenakan rancangan yang kurang tepat dapat menyebabkan cacat produk seperti porositas, *sink mark*, *short shot*, serta buruknya kualitas permukaan produk. Namun sebaliknya, rancangan *feeding system* yang tepat dapat meningkatkan produktivitas.

2.2 Dasar Teori

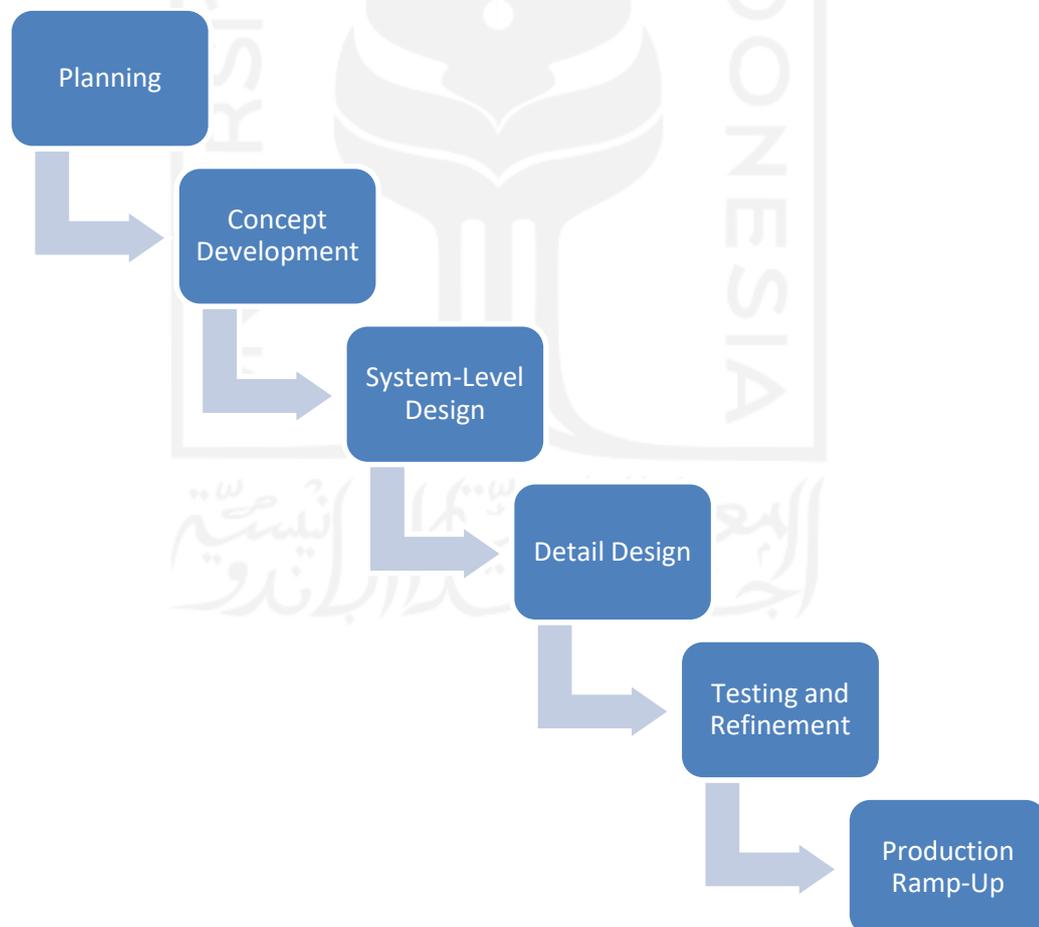
2.2.1 *Product Design and Development*

Kesuksesan suatu perusahaan didasarkan pada bagaimana cara memenuhi kebutuhan konsumen dan menciptakan produk sesuai dengan kebutuhan konsumen serta dengan *cost* yang rendah. Produk merupakan sesuatu yang dijual oleh perusahaan kepada konsumen, sedangkan “*Product Development*” merupakan suatu alur kegiatan yang dimulai dengan mengidentifikasi kebutuhan pasar dan diakhiri dengan produksi, penjualan dan pengiriman produk. Dalam *product development*, terdapat beberapa faktor yang menentukan apakah suatu produk dapat diproduksi dan dapat dijual dengan baik. Berikut ini merupakan faktor-faktor tersebut:

1. ***Product Quality***: Seberapa bagus suatu produk setelah melalui tahap *development*. Produk yang telah dirancang memenuhi kebutuhan pasar.

2. **Product Cost:** Biaya keseluruhan yang digunakan untuk menciptakan produk. Hal ini bertujuan untuk menentukan harga jual produk serta mengetahui jumlah profit yang didapatkan.
3. **Development Time:** Durasi dalam pengembangan produk, hal ini untuk mengetahui seberapa lama waktu yang dibutuhkan untuk merancang suatu produk
4. **Development Cost:** Biaya yang dibutuhkan untuk melakukan penelitian guna menemukan inovasi yang pas dan sesuai dengan kebutuhan pasar
5. **Development Capability:** Kemampuan mengembangkan suatu produk. Faktor utama dalam *product development*.

Dalam prosesnya, *product development* melalui beberapa tahapan seperti berikut ini:

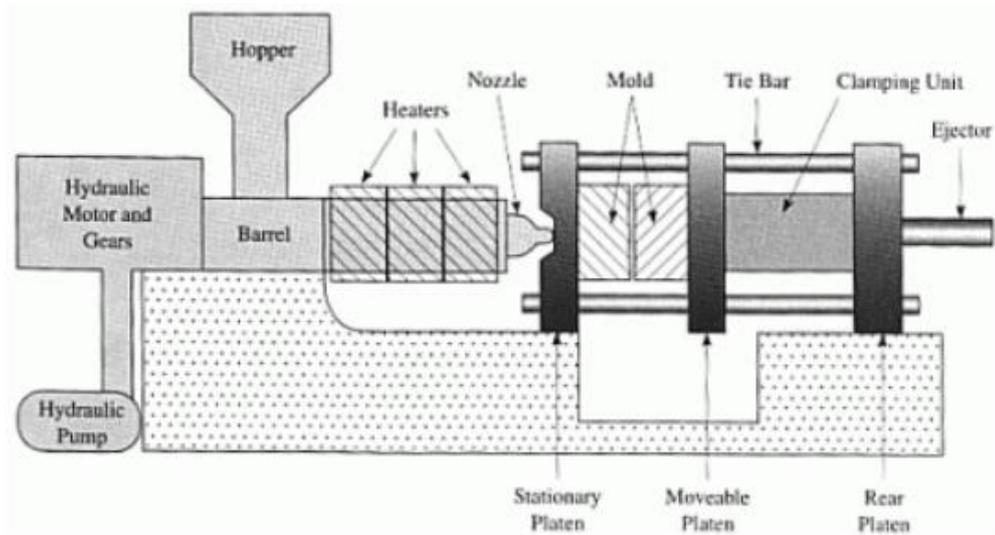


Gambar 2.1 Alur Proses Desain
(sumber: *product design and development*)

1. **Planning**, tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi pasar. Pada tahap ini output yang didapatkan adalah tujuan proyek serta menspesifikkan target pasar.
2. **Concept Development**, Pada tahap ini, kebutuhan pasar telah teridentifikasi. Pada tahap ini juga dibuat beberapa rancangan alternatif produk untuk diuji dan dikembangkan.
3. **System-Level Design**, output pada tahapan ini adalah gambar teknik atau *blueprint* dari produk serta melengkapi spesifikasi dari produk
4. **Detail Design**, pada tahap ini spesifikasi lebih lengkap seperti geometri, material, dan bagian-bagian produk. Strategi manufaktur pada tahap ini juga telah ditetapkan untuk tiap bagian dari produk yang telah dirancang.
5. **Testing and Refinement**, pada tahap ini akan dibuat prototipe alfa dari produk, prototipe alfa bertujuan untuk mengetahui apakah produk dapat bekerja sesuai dengan fungsinya. Kemudian akan dibuat prototipe beta dimana produk akan diuji langsung oleh konsumen untuk mengetahui performa dan reliabilitas dari produk. Hal ini bertujuan untuk mengidentifikasi apakah terdapat kecacatan pada produk atau tidak.
6. **Production Ramp-Up**, Pada tahap ini produk akan dibuat sesuai dengan proses produksi yang telah ditentukan, kemudian produk akan dikirimkan ke beberapa konsumen terpilih untuk di-evaluasi lebih mendalam lagi. (Karl T. Ulrich & Steven D. Eppinger, 2012)

2.2.2 Mold Injection Concept

Mold injection merupakan suatu proses “penyuntikan” atau “pengisian” plastik cair panas yang berada pada *barrel*, menuju ke cetakan atau *mold* dari produk yang telah dirancang dan dilakukan proses pemesinan sebelumnya. Setelah plastik memenuhi cetakan, proses berikutnya yaitu pendinginan, dimana setelah plastik dingin dan mengeras, mold akan terbuka dan produk akan di-*eject* dari cetakan.



Gambar 2.2 Mesin Injeksi Molding

(sumber: Hakim, 2016)

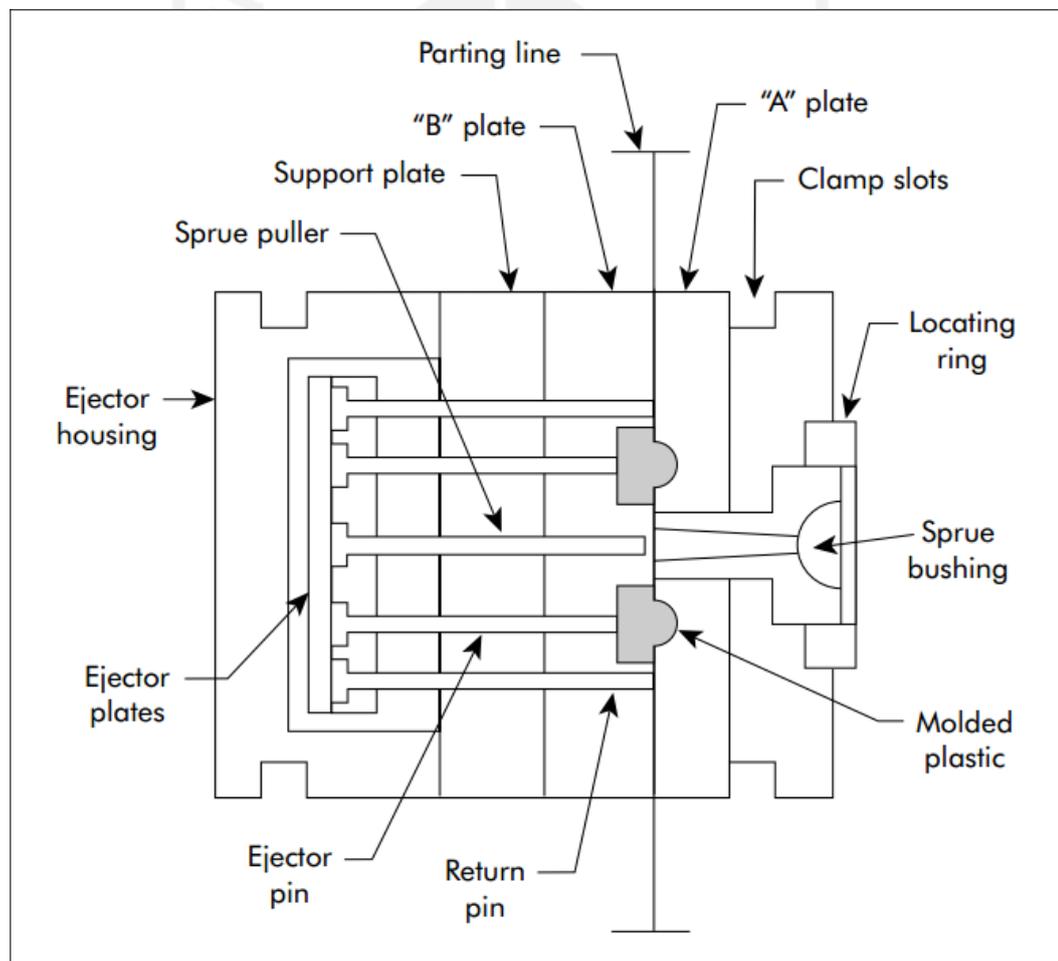
Injection molding atau mesin untuk melakukan proses injeksi plastik ke dalam cetakan, menurut (Arif Rahman Hakim, 2016) bagian-bagian dari mesin injeksi *molding* adalah sebagai berikut:

1. *Hopper*, berfungsi sebagai tempat atau wadah bagi material (bahan baku) yang akan digunakan dan berfungsi juga sebagai *dehumidifier*.
2. *Barrel*, berfungsi sebagai pengantar material sebelum di-injeksikan.
3. *Nozzle*, berfungsi untuk menginjeksikan plastik cair hasil dari proses sebelumnya ke dalam *mold* atau cetakan produk.
4. *Tie Bar*, berfungsi sebagai penyangga *mold* , *clamping* , dan *ejector*
5. *Hydraulic Motor*, berfungsi untuk mendorong dan memutar *screw* pada saat injeksi material.
6. *Stationary platen*, berfungsi sebagai tempat *locating ring* pada saat menaikkan *tooling* .
7. *Moveable platen* merupakan plat yang bergerak maju mundur saat mesin beroperasi.
8. *Clamping unit* memiliki fungsi untuk membuka dan menutup *mold* (cetakan) pada saat beroperasi atau produksi.
9. *Ejector* memiliki fungsi sebagai pendorong produk keluar dari cetakan.
10. *Rear platen* adalah plat penyangga bagian belakang mesin.

Keuntungan dari *mold injection* adalah proses kerjanya yang hanya membutuhkan satu kali kerja saja untuk menciptakan produk dengan desain yang sama dibandingkan dengan proses produksi material selain plastik. Keuntungan lainnya yaitu proses produksinya yang cepat, hanya membutuhkan waktu kurang dari semenit untuk membuat satu produk, bahkan ketika *mold design* mampu menampung *multi-cavity*, beberapa produk dapat diproduksi secara bersamaan. Namun, banyak parameter atau faktor yang perlu diperhatikan dalam *injection molding* guna meningkatkan efektivitasnya dan mengurangi kemungkinan terjadi kecacatan produk. (Douglas M. Bryce, 1998)

Berikut ini merupakan faktor-faktor tersebut:

2.2.2.1 Mold Design



Gambar 2.3 Basic Moldbase Components
(sumber: *Plastic Injection Molding Vol III*, 1998)

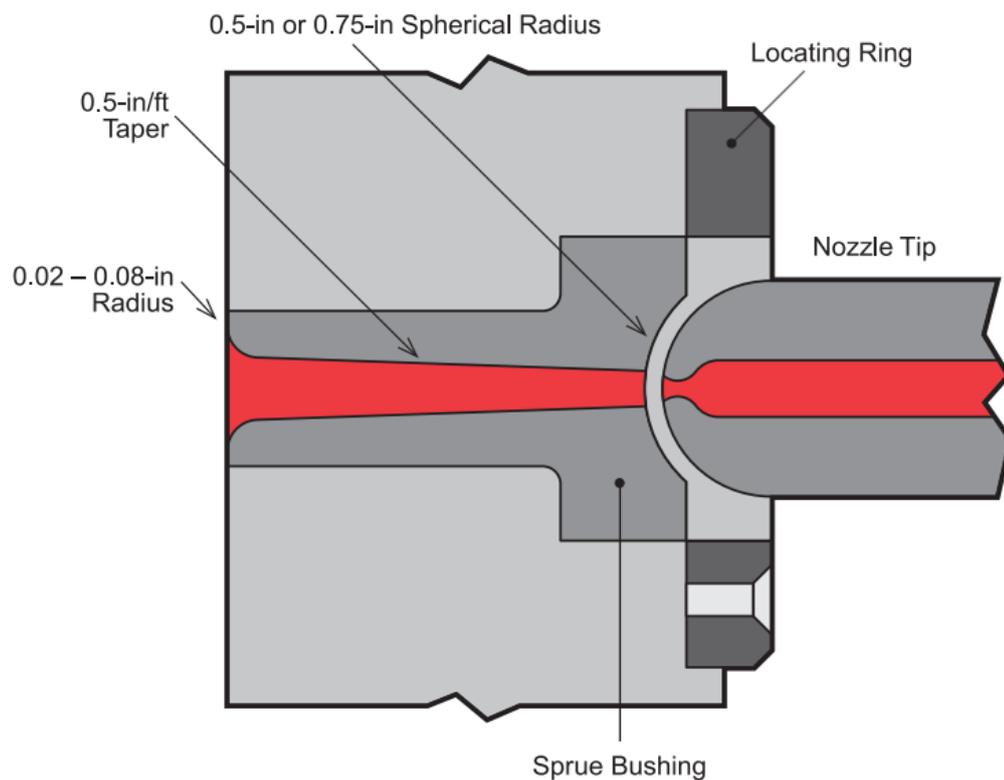
Dalam merancang bentuk *mold* , ada beberapa parameter yang perlu diperhatikan seperti material produk, material *mold* , viskositas, tekanan serta jumlah *cavity* yang akan digunakan. Pertama yaitu material produk, material produk berkaitan dengan sifat atau karakteristik dari plastik yang akan digunakan. Jenis plastik yang bermacam-macam dengan viskositas yang berbeda sangat mempengaruhi konstruksi *gate* , *runner* , serta *cooling system* (Douglas M. Bryce, 1998). Hal berikutnya yang dipengaruhi oleh jenis plastik yang digunakan yaitu adalah *wall thickness* dari *mold* itu sendiri. Penentuan *wall thickness* yang tepat dapat mengurangi terjadinya *shrinkage* , *warping* , penggunaan material *mold* serta meningkatkan *cycle time* , oleh sebab itu penentuan *wall thickness mold* harus disesuaikan dengan jenis plastik yang akan digunakan (Routsis, 2020). Berikut ini tabel *mold wall thickness* sesuai jenis plastik produk yang digunakan:

Material	minimum		average		maximum	
	mm	in	mm	in	mm	in
Acetal	0.4	0.015	1.6	0.062	3.2	0.125
ABS	0.8	0.03	2.3	0.09	3.2	0.125
Acrylic	0.6	0.025	2.4	0.093	6.4	0.25
Cellulosics	0.6	0.025	1.9	0.075	4.7	0.187
FEP	0.3	0.01	0.9	0.035	12.7	0.5
Nylon	0.4	0.015	1.6	0.062	3.2	0.125
Polycarbonate	1.0	0.04	2.4	0.093	9.5	0.375
Polyester T.P	0.6	0.025	1.6	0.062	12.7	0.5
Low Density polyethylene	0.5	0.02	1.6	0.062	6.4	0.25
High Density Polyethylene	0.9	0.035	1.6	0.062	6.4	0.25
Ethylene Vinyl Acetate	0.5	0.02	1.6	0.062	3.2	0.125
Polypropylene	0.6	0.025	2.0	0.08	7.6	0.3
Polysulfone	1.0	0.04	2.5	0.1	9.5	0.375
PPO (Noryl)	0.8	0.03	2.0	0.08	9.5	0.375
Polystyrene	0.8	0.03	1.6	0.062	6.4	0.25
Styrene Acrylo Nitrile	0.8	0.03	1.6	0.062	6.4	0.25
Polyvinylchloride (Rigid)	1.0	0.04	2.4	0.093	9.5	0.375
Polyurethane	0.6	0.025	12.7	0.5	38.1	1.5
lonomer (Surlyn)	0.6	0.025	1.6	0.062	19.1	0.75

Gambar 2.4 *Mold Wall Thickness*

(sumber: Routsis, 2020)

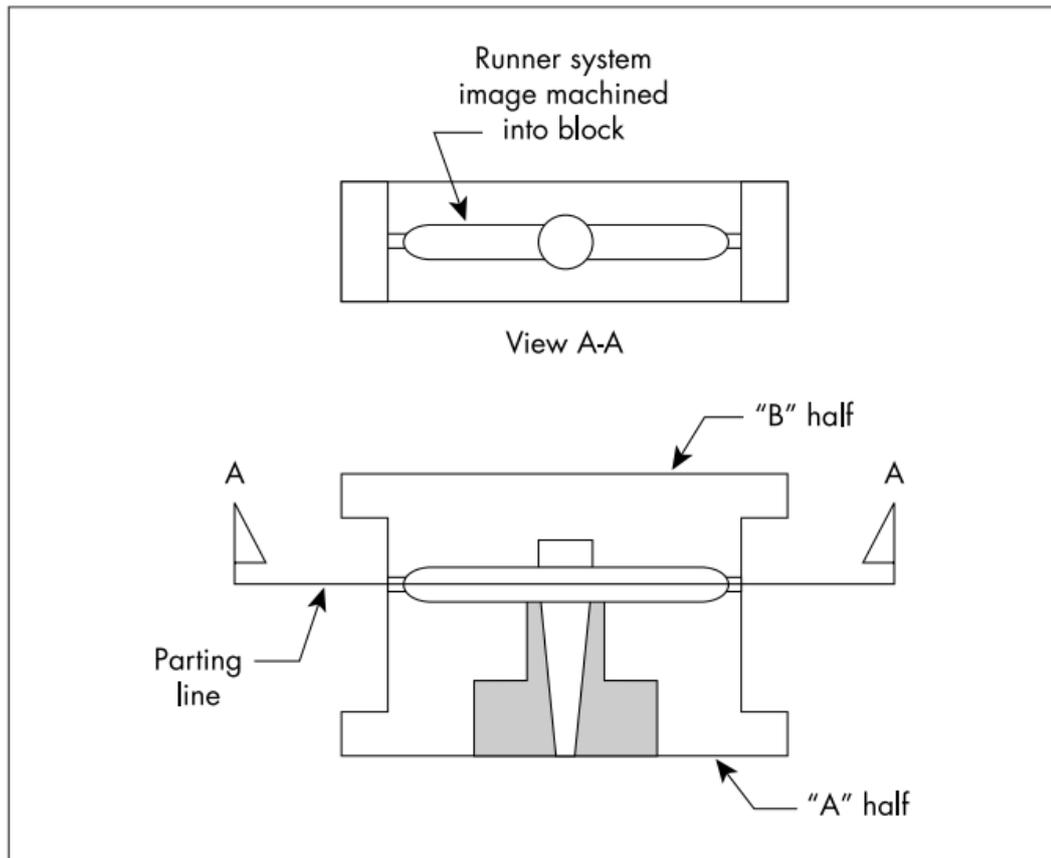
2.2.2.2 Feeding System



Gambar 2.5 *Sprue Bushing*

(sumber: *Part and Mold Design Guide*, 2007)

Sprue merupakan salah satu *feeding system* yang dipasang secara paralel dengan *injection unit*. Fungsi dari *sprue* adalah untuk mengantarkan plastik cair dari *nozzle* ke dalam cetakan atau *mold*. *Head-end* dari *sprue* biasanya berbentuk *spherical* dengan radius 127 mm – 1905 mm yang berfungsi untuk menerima ujung dari *injection nozzle*. *Head-end* setelah menerima *injection nozzle*, plastik akan mengalir menuju *flow-channel* yang berbentuk *taper* kemudian mengalir menuju *small-end* dengan radius 50.8 mm – 203.2 mm. Namun, untuk ukuran diameter *small-end* dapat disesuaikan dengan *flow-rate* dari *nozzle*, *filling speed* serta *flow properties* dari plastik yang digunakan.



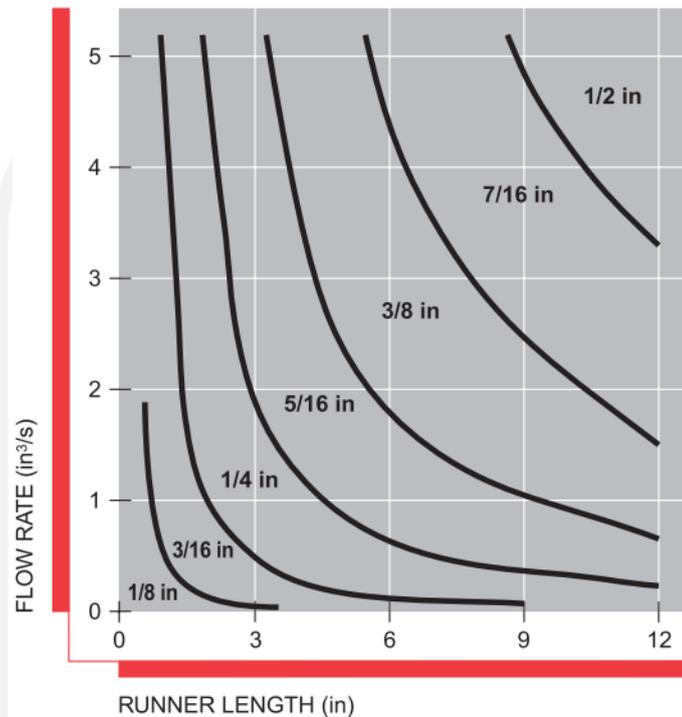
Gambar 2.6 *Runner Block*

(sumber: Douglas M. Bryce, 1998)

Runner, adalah bagian *feeding system* yang menentukan kualitas produk dan efisiensi dari cetakan. Fungsi *runner* adalah untuk mengantarkan plastik cair dari *sprue* masuk ke dalam cetakan. *Runner* biasanya digunakan pada *mold* yang memiliki lebih dari satu *cavity* atau biasa disebut *multi-cavity*, untuk *mold* yang hanya memiliki satu *cavity* tidak memerlukan *runner* karena plastik dapat dialirkan dari *sprue* menuju *gate* secara langsung (Douglas M. Bryce, 1998).

Telah disebutkan oleh (LANXESS, 2007) bahwa desain dari *runner* haruslah sesuai dan efektif, *runner* yang terlalu tebal akan meningkatkan *cycle time* dan *cost* akan meningkat, *runner* yang terlalu tipis tidak akan mampu menahan *filling pressure* serta permasalahan proses lainnya. Hal lainnya yang dapat dipengaruhi oleh ketebalan *runner* adalah *filling pressure*, *cycle time*, *packing* serta volume dari *runner* itu sendiri. Desain yang optimal untuk *runner* dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu volume produk, ketebalan produk, viskositas material, panjang *runner*, *filling speed* serta tekanan yang digunakan.

Dalam menentukan diameter dari *runner*, yang perlu diperhatikan adalah nilai *volumetric flow* dengan panjang dari *runner*. Untuk menghitung nilai *volumetric flow*, nilai dari volume material yang akan digunakan dibagi dengan waktu yang diinginkan bagi material untuk memenuhi cetakan. Setelah mendapatkan nilai dari *volumetric flow*, dapat menggunakan grafik berikut ini guna menentukan diameter *runner*:



Gambar 2.7 Diagram Diameter *Runner*
(sumber : LANXESS, 2007)

Gates, merupakan penghubung antara *runner* dengan *mold* yang akan diisi. Terdapat dua fungsi *gates*, yang pertama adalah membekukan dan mencegah tekanan pada material yang telah masuk ke dalam *cavity* untuk keluar kembali setelah proses injeksi. Fungsi kedua adalah ketebalan *gates* yang tipis sehingga mempermudah pemisahan antara sistem *runner* dan produk ketika telah selesai diinjeksi. (LANXESS, 2007)

2.2.3 Plastik

Plastik adalah gabungan dari *polymer* yang terbentuk dari kesatuan yang lebih kecil lagi atau biasa disebut *monomer* (Jay Shoemaker, 2006). Dalam dunia

industri polimer merupakan sebutan untuk plastik, sedangkan resin merupakan penyebutan untuk bijih plastik. Menurut (Imam Mujiarto, 2005), secara garis besar plastik diklasifikasikan menjadi dua yaitu *thermoplas* dan *thermoset*. Perbedaan dari *thermoplas* dan *thermoset* adalah, jika *thermoplas* adalah plastik yang dapat digunakan atau dicetak berulang kali dengan memanfaatkan panas, sedangkan *thermoset* tidak dapat dicetak kembali dalam kondisi tertentu.

Sumber lain menyebutkan bahwa polimer atau plastik dapat diklasifikasi berdasarkan beberapa kriteria seperti:

1. Natural atau Sintetis

Natural merupakan polimer yang dapat ditemukan di alam seperti karet, kapas, serta sutra. Sedangkan polimer sintetis merupakan jenis polimer yang dibuat oleh manusia seperti ABS, *polyethylene* serta nilon.

2. *Thermoset* atau *Thermoplastic*

Thermoset merupakan jenis polimer yang melalui tahap polimerisasi ketika sedang diproses. Ketika melalui tahap polimerisasi, akan terjadi reaksi kimia yang mengakibatkan polimer tidak bisa di-daur ulang. Dunia industri lebih sering menggunakan *thermoplastic*, hal ini disebabkan sifat dari *thermoplastic* dapat kembali ke awal meskipun telah melalui tahap polimerisasi. Contoh bahan *thermoplastic* adalah *wax* atau lilin dimana dapat dibekukan dan dapat dicairkan untuk dibentuk ulang.

3. Amorphous atau *Semi-Crystalline*

Terdapat dua jenis *thermoplastic* yaitu Amorphous dan *Semi-Crystalline*. Amorphous memiliki sifat, ketika dipanaskan akan mencair secara perlahan dan ketika didinginkan dan mengeras akan terjadi *shrink* sebesar setengah persen (0,5%). Contoh polimer Amorphous adalah ABS, PVC, *Polycarbonate*.

Semi-Crystalline memiliki sifat lebih cepat mencair ketika dipanaskan dan lebih mudah diproses. Ketika dibekukan akan terjadi *shrink* sebesar 3% lebih banyak dari bahan Amorphous. Contoh *Semi-*

Crystalline adalah *nylon, polyester, polyethylene, polypropylene*.
(Routsis, 2020)

Dalam proses pembuatan produk menggunakan cetakan plastik, material plastik perlu diberi beberapa material tambahan atau aditif agar produk yang dihasilkan memiliki sifat sesuai yang diinginkan. Berdasarkan fungsinya, bahan tambahan ini dapat diklasifikasikan menjadi:

1. Bahan pelunak (*plasticizer*)
2. Bahan penstabil (*stabilazer*)
3. Bahan pelumas (*lubricant*)
4. Bahan pengisi (*filler*)
5. Pewarna (*colorant*)
6. *Antistatic agent*
7. *Blowing agent*
8. *Flame retardant*

2.2.3.1 Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS)

ABS merupakan salah satu *thermoplastic* yang terbentuk dari 3 monomer. Monomer pertama yaitu *akrilonitril* yang memberikan sifat tahan panas dan tahan bahan kimia. Monomer kedua yaitu *butadiene* yang memberikan sifat ketahanan pukul dan liat. Monomer ketiga yaitu *stirena* yang memberikan sifat kekakuan dan mudah untuk dilakukan pemrosesan (Imam Mujiarto, 2005).

Berikut ini merupakan beberapa sifat-sifat dari plastik ABS:

1. Tahan bahan kimia
2. Keras dan kaku
3. Mudah diproses
4. *Cost* rendah
5. Tahan korosi

Dari sifat-sifat yang telah disebutkan diatas, ABS dapat diaplikasikan kedalam beberapa hal seperti:

1. Peralatan
 - Alat rumah tangga
 - Telepon

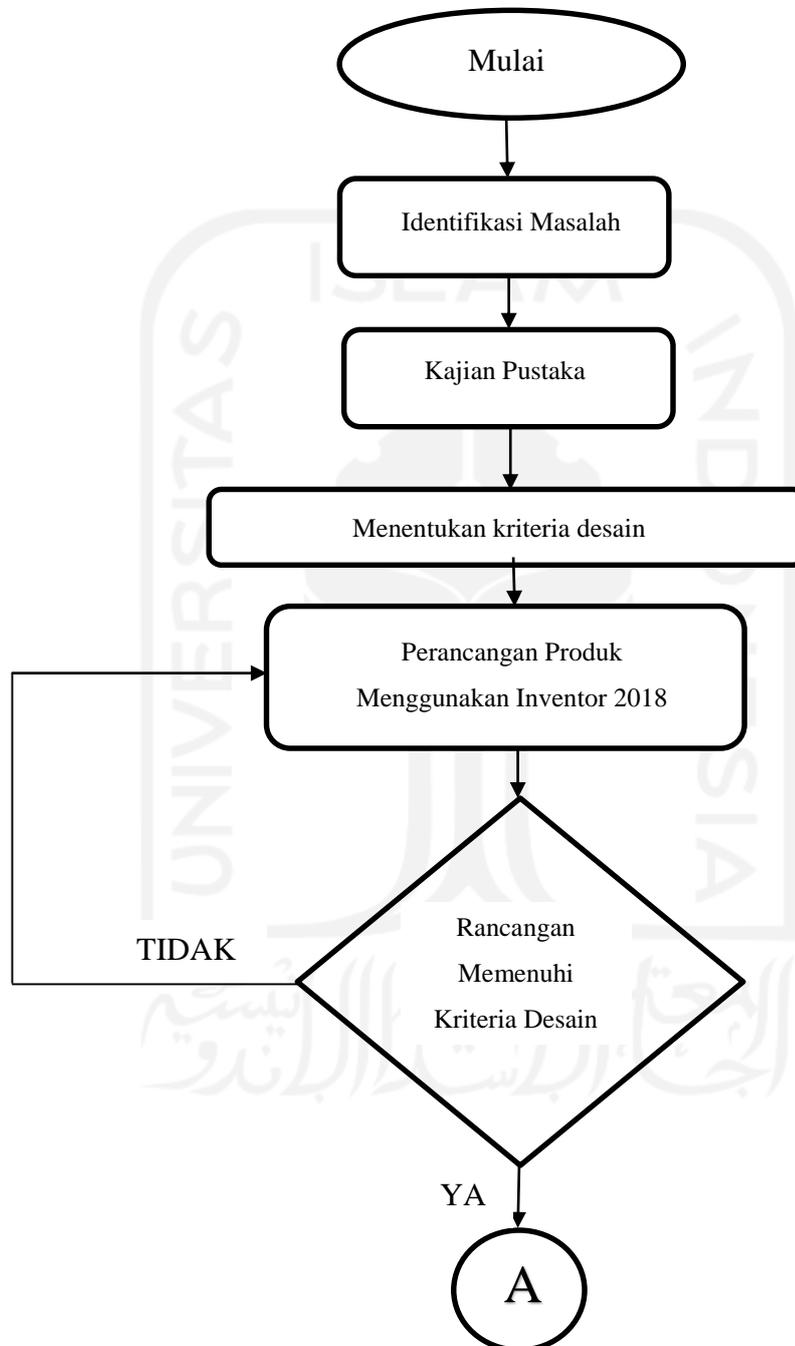
- Body dan komponen mesin ketik
- *Intercom*
- Mesin hitung
- 2. Otomotif
 - *Base kaca spion*
 - *Radiator grill*
 - *Emblem*
- 3. Perumahan dan Bangunan
 - *Cabinet TV*
 - Pintu kulkas
 - Komponen AC
 - Kipas Angin
 - Sapu
 - *Scrapper*

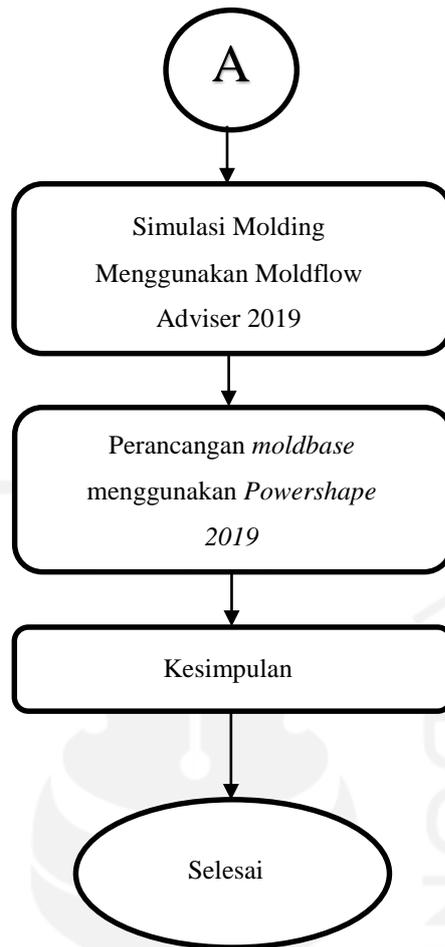


BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian





3.2 Kriteria Desain

Alat kebersihan multifungsi yaitu suatu alat kebersihan inovatif yang menggabungkan beberapa fungsi yaitu untuk menyapu, *scraper* serta kemoceng dalam satu alat. Kriteria desain yang ditentukan untuk produk ini adalah:

1. Alat kebersihan yang efektif dan efisien

Produk alat kebersihan yang dirancang memiliki sifat efisien dimana dalam penggunaannya dapat menghemat waktu dan tenaga, kemudian memiliki sifat efektif dimana dalam satu alat terdapat 3 fungsi yang berbeda-beda yaitu sapu, *scraper* serta kemoceng. Dengan kriteria efektif dan efisien, pengguna tidak perlu lagi menggunakan alat yang berbeda-beda, dikarenakan dalam satu alat sudah terdapat 3 fungsi secara bersamaan.

2. Ringkas

Produk alat kebersihan yang dirancang memiliki volume yang kecil sehingga ketika disimpan tidak membutuhkan banyak ruang serta tingkat mobilitas alat yang tinggi.

3. Kuat

Produk alat kebersihan yang dirancang mampu menahan tekanan, benturan serta tidak mudah patah.

3.3 Peralatan dan Bahan

3.3.1 Laptop

Perangkat keras yang penulis gunakan untuk merancang adalah laptop dengan spesifikasi sebagai berikut:

<i>Operation System</i>	Windows 10 Home
<i>Processor</i>	Intel®
CPU	Core™ i7-7700HQ @2.80 GHz
VGA	NVIDIA GTX 1050
<i>Installed Memory (RAM)</i>	8 GB
<i>System Type</i>	64-Bit <i>Operating System</i>

Tabel 3.1 Spesifikasi Perangkat Keras Laptop

3.3.2 *Software Autodesk Inventor 2018*

Software Autodesk Inventor 2018 merupakan perangkat lunak dari Autodesk yang berfungsi sebagai alat bantu CAD. Penulis menggunakan *software* ini guna merancang gambar 3D dari produk yang penulis rancang.

3.3.3 *Software Autodesk Moldflow Adviser 2019*

Software Autodesk Moldflow Adviser 2019 merupakan perangkat lunak dari Autodesk yang berfungsi sebagai alat bantu untuk mensimulasikan proses *molding*. Penulis menggunakan *software* ini guna merancang *mold design* yang tepat bagi produk yang penulis rancang.

3.4 Perancangan Perangkat Lunak

3.4.1 *Product Design Menggunakan Inventor 2018*

Pada perancangan perangkat lunak, pertama adalah membuat desain 3D dari produk yang dijadikan sebagai subjek penelitian menggunakan *software* autodesk inventor 2018.

3.4.2 Perancangan *Feeding System* Menggunakan Moldflow Adviser 2019

Dalam proses simulasi *molding*, yang menjadi perhatian utama adalah ukuran produk serta *feeding system* molding tiap produk. *Feeding system* merupakan faktor utama yang menentukan hasil akhir produk molding (LANXESS, 2007). Berbeda bentuk produk tentu berbeda juga bentuk *molding* nya, begitu pula dengan rangkaian *feeding system*-nya.

3.4.3 Perancangan *Moldbase* Menggunakan Powershape 2019

Setelah dilakukan proses perancangan *feeding system* menggunakan Moldflow Adviser, dilanjutkan dengan merancang *moldbase* menggunakan *software* Powershape. Perancangan *moldbase* menggunakan katalog LKM.

3.5 Perancangan Perangkat Keras

3.5.1 *Modelling* Produk Menggunakan 3D Print

Pembuatan *modelling* dari “alat kebersihan multifungsi” dibuat menggunakan 3D *print* dengan material plastik PLA. Dalam proses perancangan, dilakukan *scale down* terhadap ukuran produk.

3.6 Penilaian Responden

Melakukan *survey* kepada responden yang bekerja sebagai *cleaning service* guna mendapatkan *feedback* dan pertimbangan tingkat kesesuaian rancangan produk dengan kriteria desain. Penilaian responden terhadap produk dilakukan secara visual, sehingga penilaian responden hanyalah berdasarkan video ilustrasi mekanisme produk dan gambar ilustrasi produk. Pemilihan responden didasari asumsi bahwa *cleaning service* memiliki pengalaman yang cukup tinggi dalam menggunakan alat-alat kebersihan seperti sapu, *scraper* hingga kemoceng, sehingga dapat diasumsikan lagi bahwa responden dapat mengetahui fungsi produk rancangan dengan baik hanya berdasarkan video dan gambar ilustrasi mekanisme produk. Skala penilaian yang dilakukan menggunakan skala *likert*.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perancangan Produk

4.1.1 Langkah Perancangan Produk

Didasari oleh rumusan masalah yang ada, dibuatlah rancangan alat kebersihan yang memiliki 3 fungsi yang berbeda. Fungsi pertama yaitu untuk membersihkan lantai dari kotoran kering atau biasa disebut dengan menyapu. Fungsi kedua yaitu untuk membersihkan lantai dari genangan air. Fungsi yang terakhir yaitu membersihkan debu-debu pada furnitur yang terdapat di kamar.

Tahap berikutnya setelah menentukan rancangan alat yang hendak dibuat adalah merancang bagian gagang dari alat. Dalam pengerjaannya, ditambahkan prinsip *extend* sebagai mekanisme pada gagang alat, dimana terdapat dua gagang dengan diameter yang berbeda, dan gagang yang lebih kecil dapat dimasukkan ke dalam gagang yang lebih besar untuk mengatur panjang total gagang agar dapat disesuaikan ketika hendak digunakan. Berikut ini gambar produk yang telah dirancang, Gambar 4.1 menunjukkan produk ketika gagang belum di-*extend*, sedangkan Gambar 4.2 menunjukkan produk dengan gagang yang telah di-*extend*:

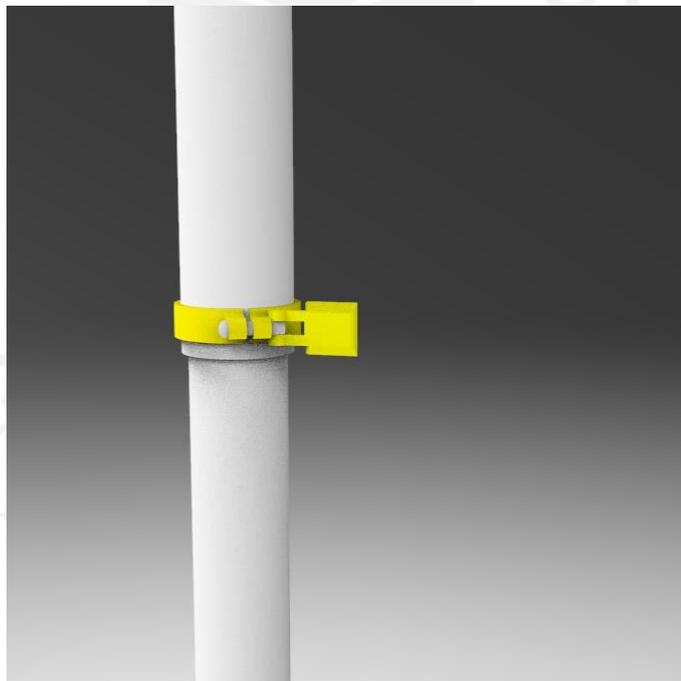


Gambar 4.1 Alat Kebersihan



Gambar 4.2 Alat Kebersihan (*Extended*)

Kemudian, di antara gagang ditambahkan mekanisme kunci yang ditunjukkan pada Gambar 4.3, sebagai penyambung kedua gagang tersebut. Hal ini bertujuan agar panjangnya gagang dapat di-*adjust* sesuai dengan kebutuhan.



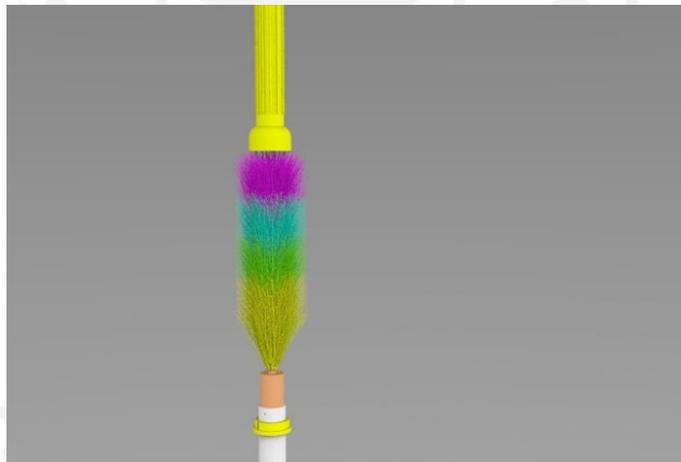
Gambar 4.3 Pin Pengunci

Langkah berikutnya yaitu memasang *body* kemoceng dengan *body* gagang utama. Kemoceng menggunakan mekanisme yang sama dengan *extender* gagang dimana kemoceng dapat dimasukkan kedalam *body* utama ketika tidak sedang digunakan. Kemoceng ditunjukkan pada Gambar 4.4.



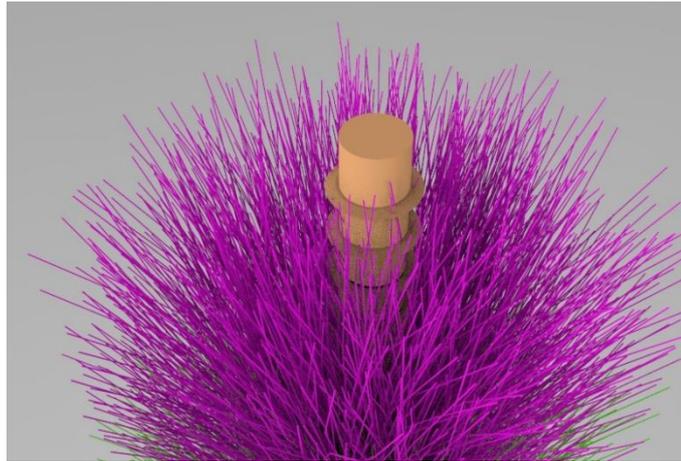
Gambar 4.4 Kemoceng

Ukuran *body* kemoceng dirancang secara *fit-in* agar ketika sedang tidak digunakan, *body* kemoceng dapat dipisahkan dengan gagang kemoceng, kemudian *body* kemoceng dapat dimasukkan dalam keadaan terbalik ke dalam gagang produk seperti ditunjukkan pada gambar 4.5.



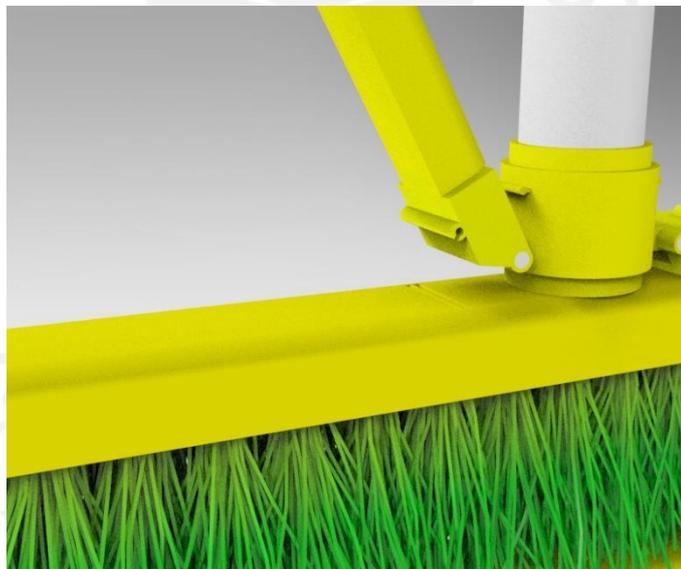
Gambar 4.5 Mekanisme Penyimpanan Kemoceng

Perancangan mekanisme kemoceng seperti di atas bertujuan untuk mencegah terjadinya kusut pada serabut atau bulu-bulu kemoceng ketika kemoceng dimasukkan ke dalam gagang produk. Guna memudahkan untuk mengeluarkan kemoceng dari dalam gagang produk, ujung *body* kemoceng dirancang memiliki kontur agar kemoceng mudah untuk dikeluarkan (gambar 4.6).

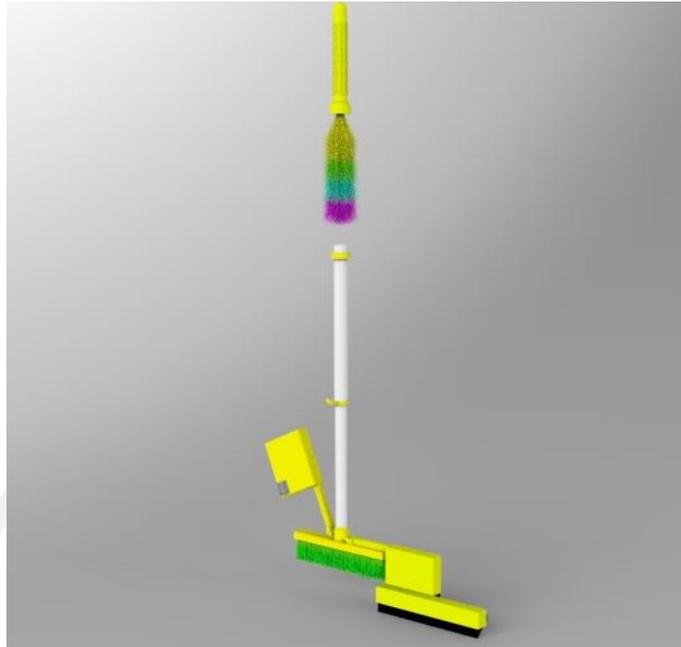


Gambar 4.6 Kontur Pada Ujung Kemoceng

Pada ujung *body* utama, terdapat engsel yang telah dirancang sedemikian rupa agar fungsi sapu dan *scraper* dapat saling menggantikan satu sama lain. Engsel (Gambar 4.7) berikut ini dirancang agar badan *scraper* dapat diarahkan ke atas ketika sedang tidak digunakan dan dapat ditarik ke bawah ketika hendak digunakan.

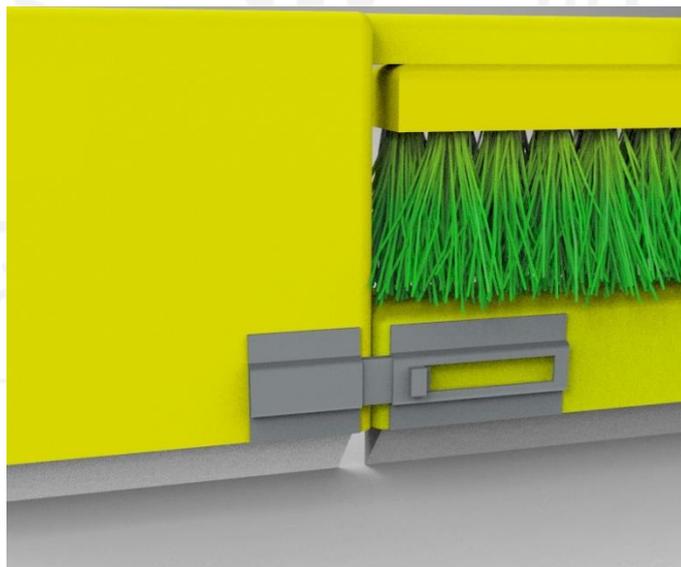


Gambar 4.7 Engsel



Gambar 4.8 Alat Kebersihan Tampak Depan

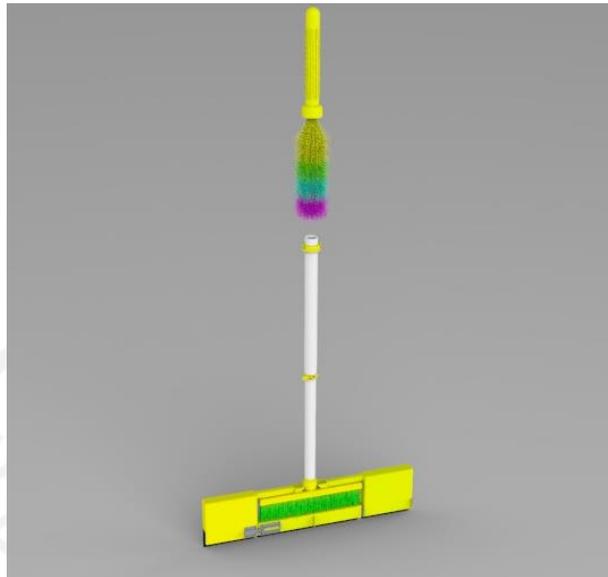
Antara badan *scraper* terdapat mekanisme pengunci, dimana ketika alat kebersihan sedang dalam mode *scraper*, kunci dapat digunakan agar penyebaran gaya tekan terpusat pada kunci saja. Gambar 4.9 menunjukkan gambar pengunci *body scraper*.



Gambar 4.9 Pengunci *Body Scraper*

Setelah selesai merancang, langkah berikutnya yaitu menentukan bagian mana saja yang terbuat dari plastik dan dapat dilakukan proses *molding*, ditentukanlah bagian-bagian tersebut yaitu badan sapu, badan *scraper*, serta

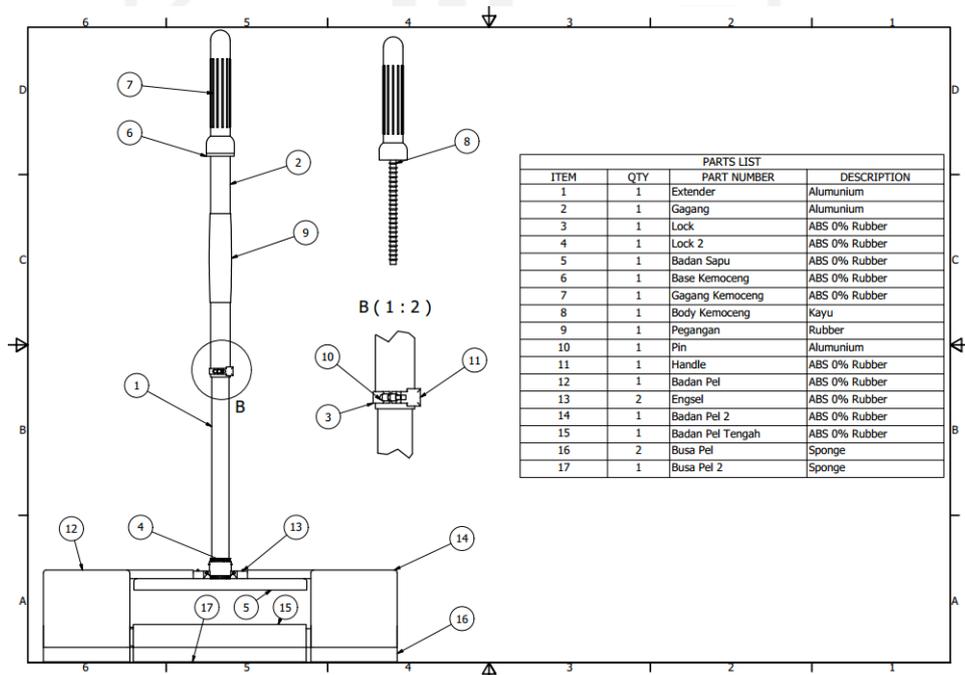
engsel-engsel. Berikut ini ditampilkan gambar 4.10 yang menunjukkan rancangan produk secara keseluruhan:



Gambar 4.10 Alat Kebersihan Isometri

4.1.2 Hasil Desain Produk

Bagian-bagian yang telah dirancang, kemudian digabung menjadi satu-kesatuan atau di-assembly. *Part list* dari produk yang telah dirancang, dapat dilihat pada Gambar 4.11



Gambar 4.11 Part List

4.2 Identifikasi Produk

Dalam perancangan suatu produk, sangatlah penting untuk memperhatikan data produk, proses manufaktur hingga karakteristik *polymer* yang akan digunakan. Tabel 4-1 menunjukkan data produk, kemudian Tabel 4-2 menunjukkan daftar tuntutan perancangan serta Tabel 4-3 menunjukkan spesifikasi *polymer* yang akan digunakan yaitu ABS 0% *rubber*. Pemilihan material menggunakan plastik ABS dikarenakan ABS memiliki sifat-sifat seperti keras, kaku, tidak mudah korosi serta *cost* yang murah (Imam Mujiarto, 2005).

Tabel 4-1 Data Produk

Data Produk	
Nama	Alat Kebersihan Multifungsi
Warna	Kuning
Material	ABS 0% <i>rubber</i>
Dimensi Produk	1058 mm x 613,95 mm x 35 mm

Tabel 4-2 Karakteristik *Moldbase*

Karakteristik <i>Moldbase</i>	
Jenis <i>mold</i>	<i>Three plate mold</i>
Jumlah <i>cavity & core</i>	4
Standart <i>moldbase</i>	LKM

Tabel 4-3 Spesifikasi ABS 0% Rubber

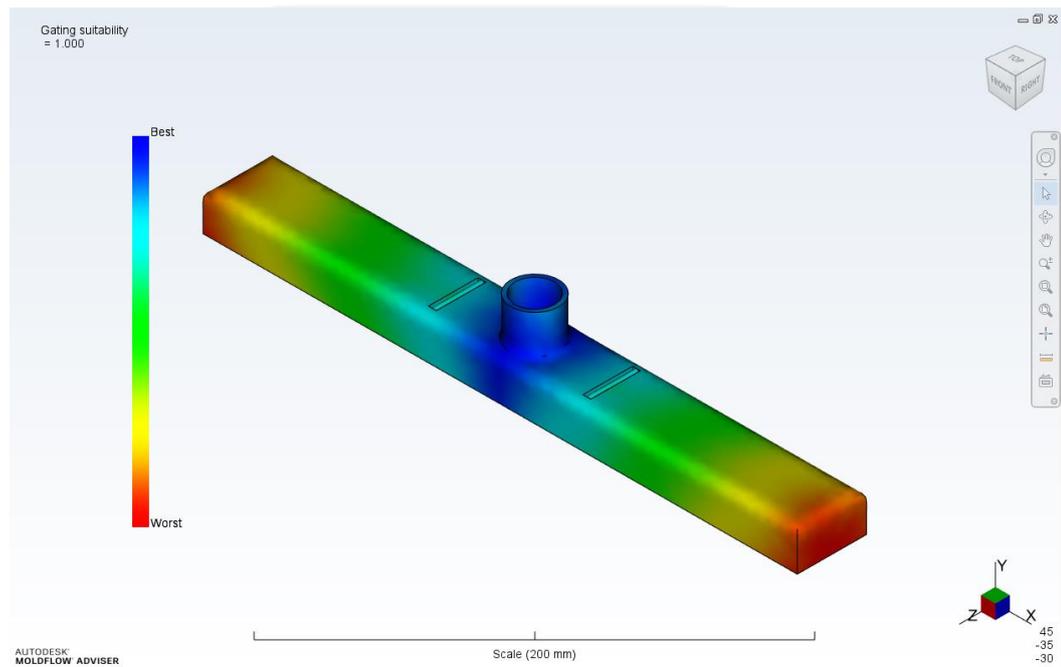
Massa Jenis	gr/cm ²	1.0541
<i>Mold temperature</i>	°C	25-80
<i>Melt temperature</i>	°C	200-280
<i>Injection pressure</i>	Mpa	50-100

4.2.1 Penentuan Lokasi *Gate*.

Gate merupakan salah satu bagian dari *feeding system* dalam *molding*. Fungsi dari *gate* sesuai dengan (LANXESS, 2007) adalah untuk membekukan dan mencegah tekanan pada material yang telah masuk ke dalam *cavity* agar tidak

keluar. Fungsi kedua yaitu, dengan dinding yang tipis, *gate* memudahkan proses pemisahan antara *feeding system* dengan produk.

Penentuan lokasi *gate* pada produk sangatlah penting, karena hal ini dapat mempengaruhi hasil akhir produk serta *fill time*. Dalam penelitian ini, penentuan lokasi *gate* menggunakan fitur *gate suitability* pada *software* Moldflow 2019. Dalam perancangannya, untuk mengurangi *fill time*, penentuan lokasi *gate* tidak hanya pada bagian tengah produk, namun di sepanjang produk agar penyebaran fluida lebih efektif.



Gambar 4.12 *Gate Suitability*

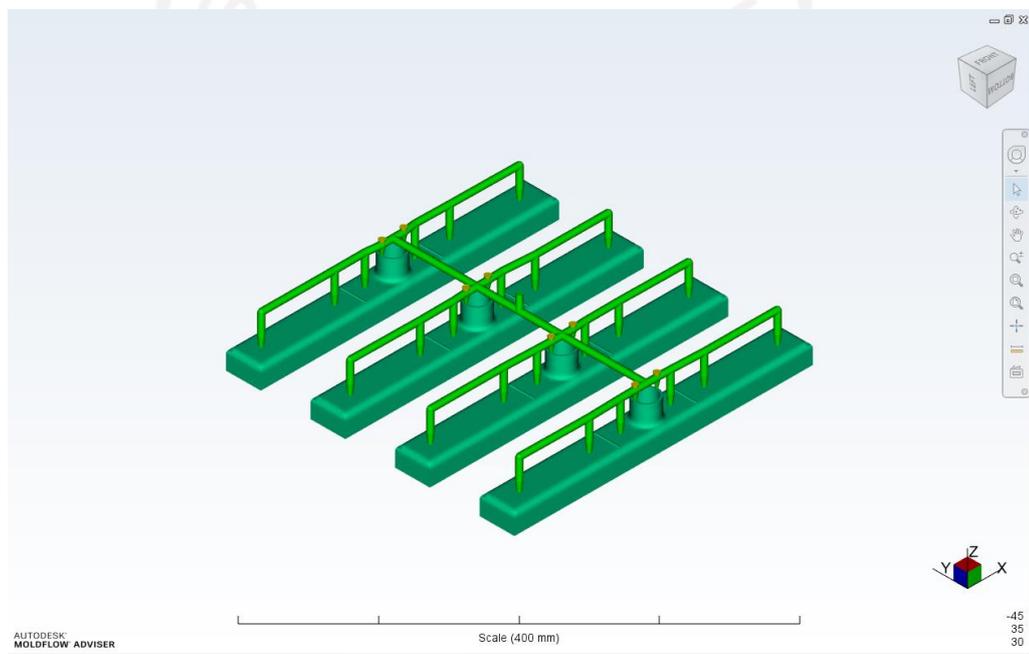
4.2.2 Perancangan *Feeding System*

Feeding system merupakan suatu rangkaian atau jalur yang berfungsi untuk mengantarkan plastik dan mengisi cetakan atau *mold*. *Feeding system* secara utama terdiri dari *sprue*, *runner* dan *gate* yang memiliki fungsinya masing-masing. Perancangan *feeding system* berperan penting dalam proses perancangan *molding*, karena *feeding system* menentukan tingkat efektivitas dan efisiensi dalam *molding*. Dalam penelitian ini, variabel yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 4-4 Variabel Penelitian

Variabel Independen	Diameter <i>runner</i> dan jumlah <i>gate</i>
Variabel Dependen	<i>Filling time</i> dan <i>quality prediction</i>
Variabel Kontrol	<i>Injection pressure</i> dan <i>melt temperature</i>

Berikut ini merupakan *feeding system* serta hasil simulasi menggunakan *software* Moldflow Adviser 2019 dari bagian produk “badan sapu” yang telah dirancang:



Gambar 4.13 Rancangan *Feeding System* Badan Sapu

Parameter

- **Bahan**
ABS 0% Rubber
- **Max Injection Pressure**
180 Mpa
- **Melt Temperature**
230 C

4.3 Hasil Analisis

4.3.1 Hasil Analisis *Feeding System*.

Analisis hasil perancangan *feeding system* dengan *variable* yang telah ditentukan sesuai dengan Tabel 4-4 dengan subjek Badan Sapu, dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 4-5 Hasil Perancangan Feeding System Badan Sapu 1

Diameter	Jumlah Gate	Filling Time	Quality Prediction
5 mm	4	1,582 s	87,4% High
5 mm	6	1,340 s	85,8% High
5 mm	8	1,364 s	84,3% High

Tabel 4-6 Hasil Perancangan Feeding System Badan Sapu 2

Diameter	Jumlah Gate	Filling Time	Quality Prediction
6 mm	4	1,648 s	85,1% High
6 mm	6	1,411 s	83,4% High
6 mm	8	1,299 s	81,7% High

Tabel 4-7 Hasil Perancangan Feeding System Badan Sapu 3

Diameter	Jumlah Gate	Filling Time	Quality Prediction
8 mm	4	1,857 s	80,5% High
8 mm	6	1,610 s	78,4% High
8 mm	8	1,505 s	76,1% High

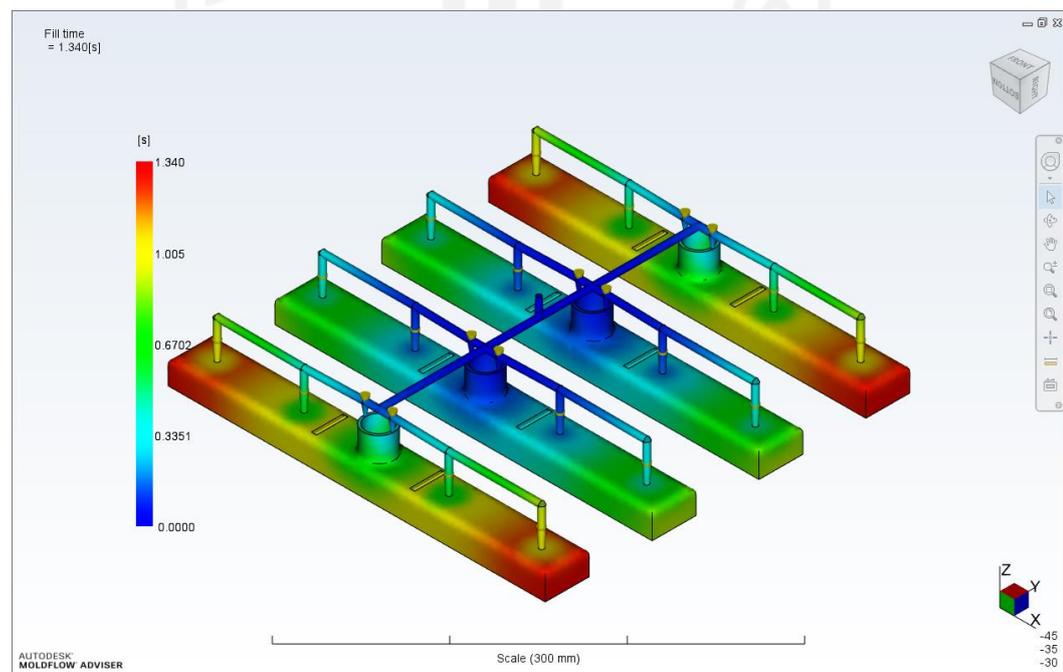
Dalam hasil perancangan *feeding system*, sesuai dengan isi jurnal yang berjudul “Analisa Pengaruh Temperatur dan Tekanan Injeksi Moulding Terhadap Cacat Produk” (Yanto, 2018), bahwa proses *injection molding* sangat dipengaruhi oleh tekanan yang digunakan, kecepatan aliran material, temperatur material dan *molding*, laju proses pendinginan serta kekentalan atau viskositas dari material

sangat mempengaruhi *filling time* dan *quality prediction* dari produk. Perancangan *feeding system* juga sesuai dengan (Agung Kaswadi & Muhammad I. Tauhid, 2017) dimana rancangan *feeding system* haruslah tepat dikarenakan rancangan yang kurang tepat dapat menyebabkan cacat produk seperti porositas, *sink mark*, *short shot*, serta buruknya kualitas permukaan produk

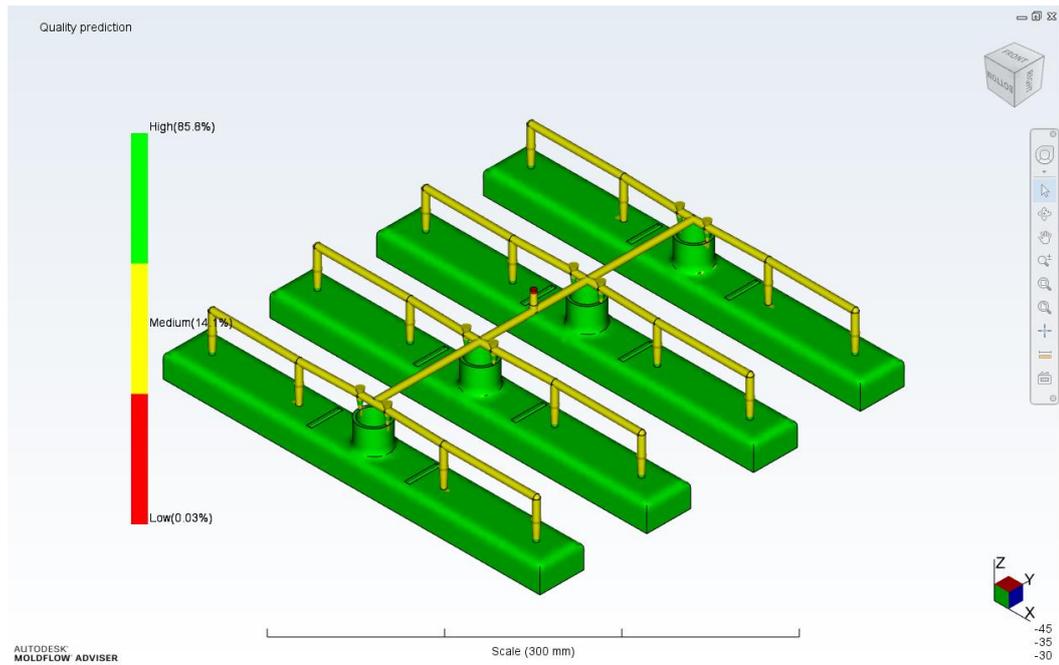
Selain hal yang telah disebutkan diatas, hal lain yang mempengaruhi *filling time* dan *quality prediction* dari produk adalah diameter *runner* dan jumlah *gate*. Sesuai dengan (LANXESS, 2007) bahwa diameter *runner* yang terlalu tebal dapat meningkatkan *filling time* dan *cost*, kemudian *runner* yang terlalu tipis tidak akan mampu menahan *filling pressure* serta permasalahan proses lainnya.

Teori yang telah disebutkan, sesuai dengan hasil perancangan *feeding system* di atas (Tabel 4) dimana, jika ukuran diameter *runner* terlalu besar atau terlalu kecil, maka nilai *filling time* yang didapatkan akan tinggi dan tidak efisien. Hal ini juga berlaku terhadap jumlah *gate*, dimana ketika *feeding system* dirancang dengan jumlah *gate* yang terlalu banyak atau terlalu sedikit, maka nilai *filling time* akan menjadi tinggi.

Untuk nilai dari *quality prediction*, dapat diketahui bahwa jumlah *gate* serta ukuran diameter *runner* tidak memberikan efek yang terlalu signifikan.



Gambar 4.14 *Fill Time*



Gambar 4.15 *Quality Prediction*

4.4 Perancangan *Moldbase* Produk Plastik

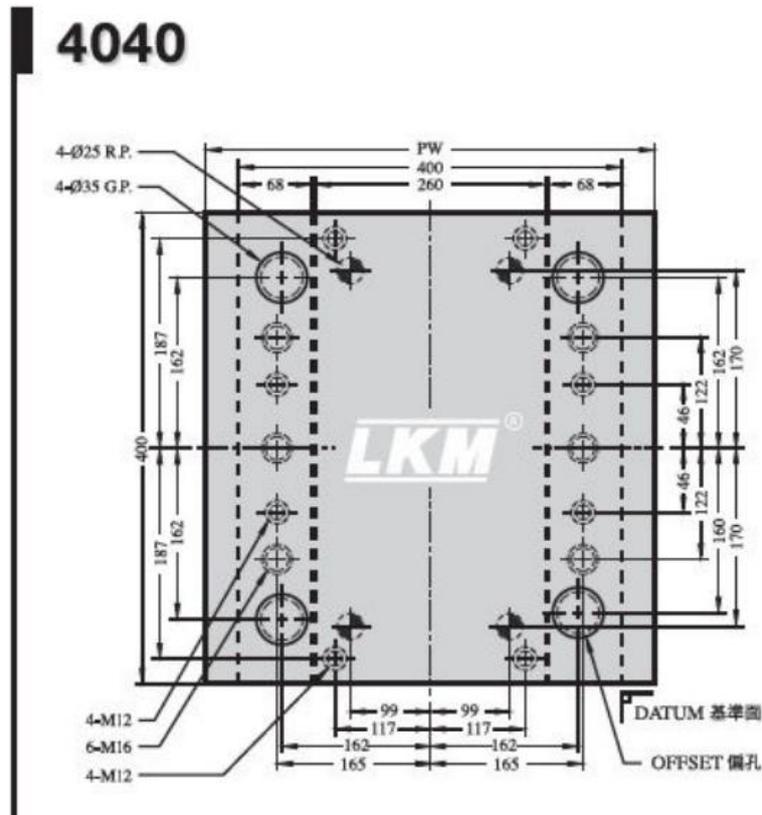
Perancangan *moldbase* didasari oleh bentuk dari produk serta rangkaian *feeding system* yang telah dibuat sebelumnya. Rancangan *moldbase* juga dirancang berdasarkan *layout* produk sesuai dengan *layout* yang telah dirancang sebelumnya menggunakan Moldflow 2018. Untuk *layout feeding system* yang akan dipilih, adalah *layout* dengan *runner* berdiameter 5 mm serta dengan 6 *gate* (Gambar 4.13), hal ini karena *layout* ini menghasilkan *fill time* paling cepat. Pemilihan tipe *moldbase*, menggunakan katalog LKM, sesuai dengan spesifikasi yang telah dipaparkan pada BAB 3.3 Perancangan *Moldbase* Menggunakan Powershape 2019.

4.4.1 Langkah Proses Desain

1. *Moldbase*

Standar *moldbase* yang akan digunakan untuk produk alat kebersihan multifungsi bagian badan sapu adalah dengan standar milik LKM tipe 4040. Penentuan tipe *moldbase* LKM disesuaikan dengan ukuran *cavity* dan *core* dari produk plastik yang telah dirancang. Dasar penentuan

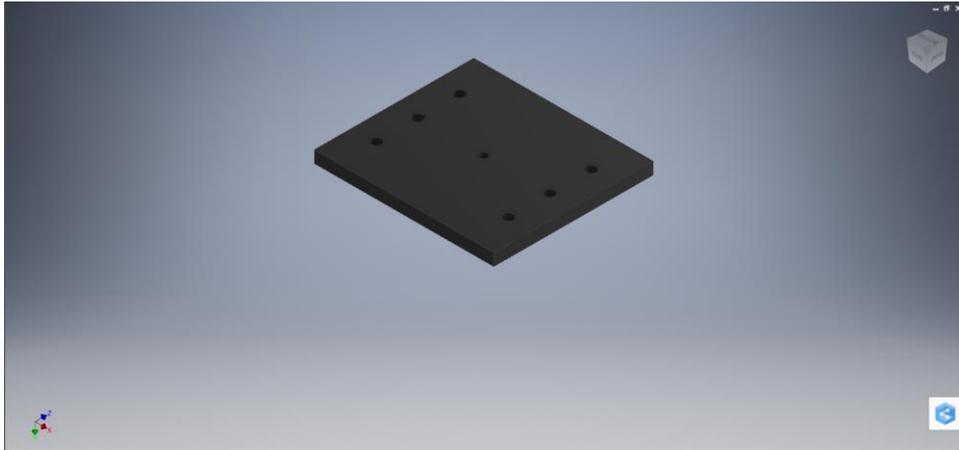
komponen, ukuran serta material dari plat mengacu pada *mold basic design catalogue* milik LKM sebagai salah satu produsen komponen mold. Berikut ini merupakan gambar teknik dari *moldbase* LKM tipe 4040:



Gambar 4.16 Standar *Moldbase* LKM 4040

2. *Top Clamping Plate*

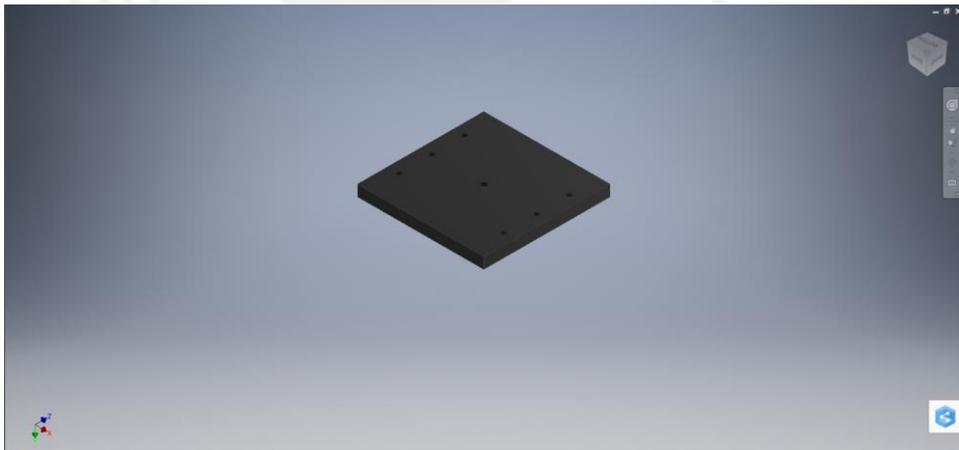
Plat utama pada rangkaian *moldbase* yang berfungsi sebagai penyambung atau menghubungkan *moldbase* dengan sistem injeksi molding. *Top clamping plate* merupakan plat yang terletak paling atas pada rangkaian *moldbase* . Plat ini memiliki ukuran 450 mm x 400 mm dengan ketebalan 30 mm. *Top clamping plate* ditunjukkan pada gambar dibawah ini:



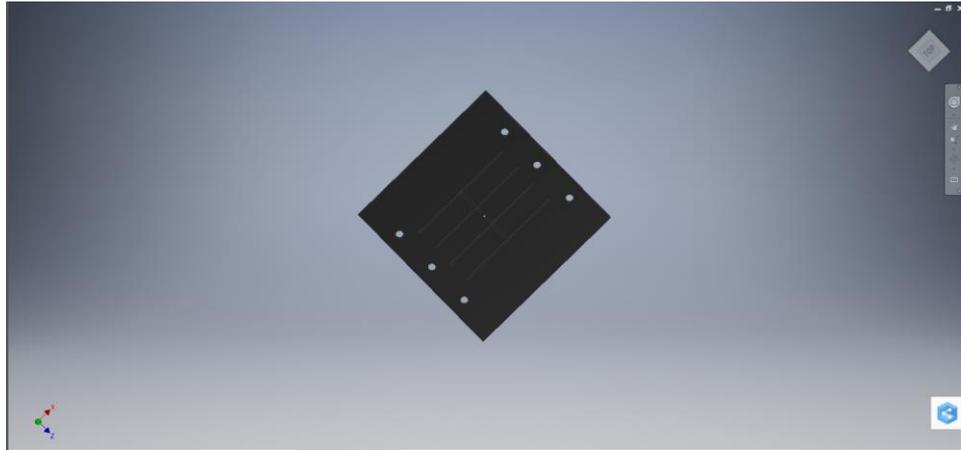
Gambar 4.17 *Top Clamping Plate*

3. *Stripper Plate*

Plat ini berfungsi sebagai tempat untuk meletakkan rangkaian *feeding system*. *Stripper plate* terletak dibawah *top clamping plate* atau plat kedua pada rangkaian *moldbase*. Pada bagian bawah plat ini terdapat setengah bagian *runner* yang akan disatukan dengan setengah bagian lainnya pada *cavity plate*. Plat *stripper* memiliki ukuran 400 mm x 400 mm dengan ketebalan 35 mm. Plat ini ditunjukkan pada Gambar 4.18 dan 4.19



Gambar 4.18 *Stripper Plate* (Tampak Atas)



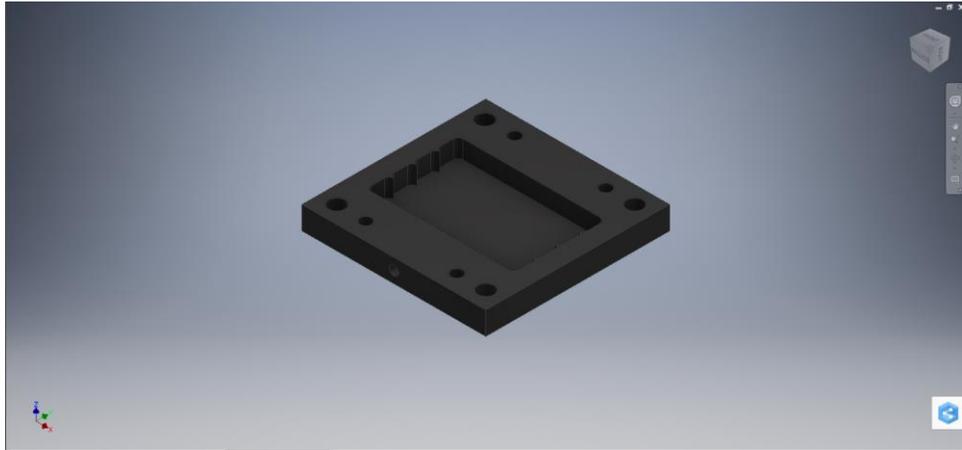
Gambar 4.19 Stripper Plate (Tampak Bawah)

4. *Cavity and Core Plate*

Plat ketiga dan keempat dalam rangkaian *moldbase*. Plat ini berfungsi untuk menahan *cavity* dan *core* dari produk plastik. Pada bagian *cavity*, terdapat setengah bagian dari *runner* yang menyambung dengan bagian *runner* pada *stripper plate*. *Cavity and core plate* ditunjukkan pada gambar 4.20 dan 4.21.



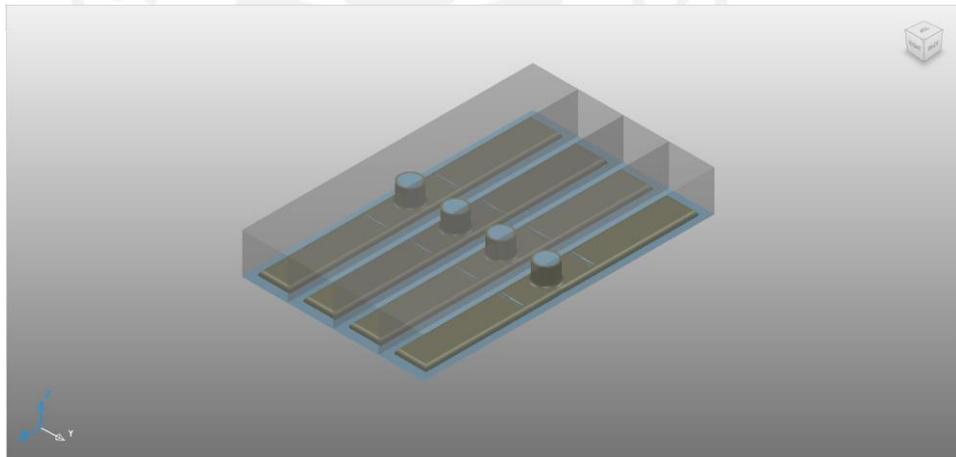
Gambar 4.20 *Cavity Plate*



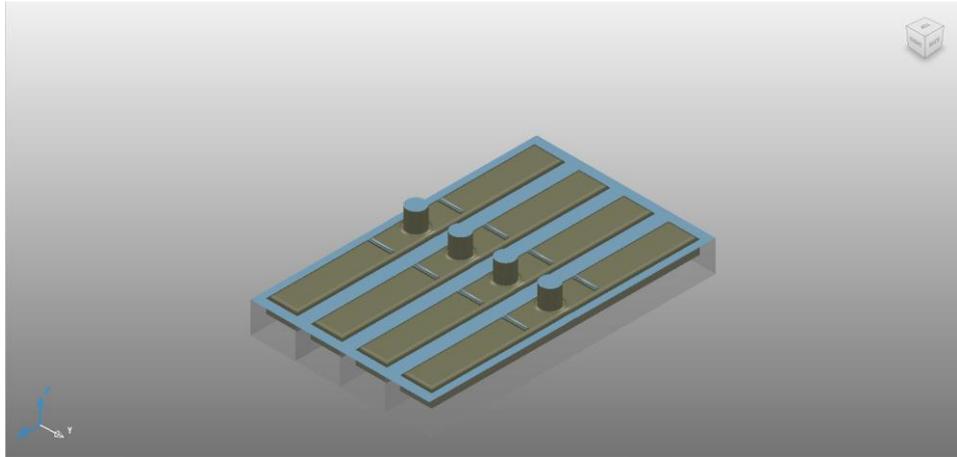
Gambar 4.21 *Core Plate*

5. *Cavity and Core*

Komponen utama pada rangkaian *molbase*, dimana bagian ini merupakan tempat produk terbentuk. *Cavity and core* terletak pada bagian dalam *cavity and core plate*. Gambar 4.22 menunjukkan *cavity* dan Gambar 4.23 menunjukkan *core* dari produk plastik.



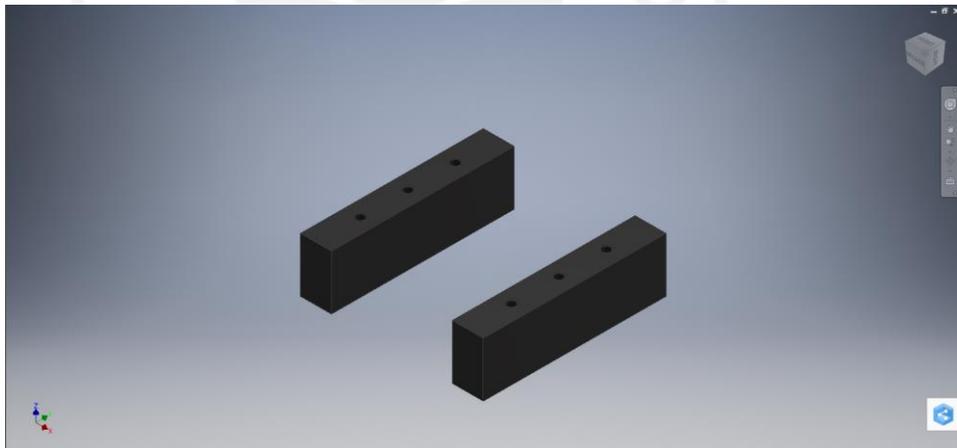
Gambar 4.22 *Cavity*



Gambar 4.23 Core

6. *Riser*

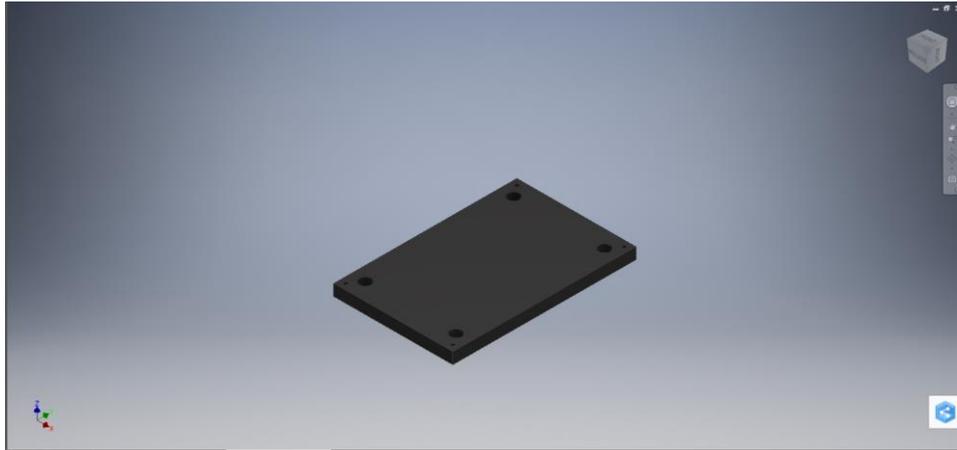
Komponen dalam rangkaian *moldbase* yang berfungsi untuk memberikan ruang antara *ejector plate* dengan *core plate* agar *ejector plate* dapat bergerak naik turun untuk mengeluarkan produk. *Riser* ditunjukkan pada gambar 4.24.



Gambar 4.24 Riser

7. *Ejector Plate*

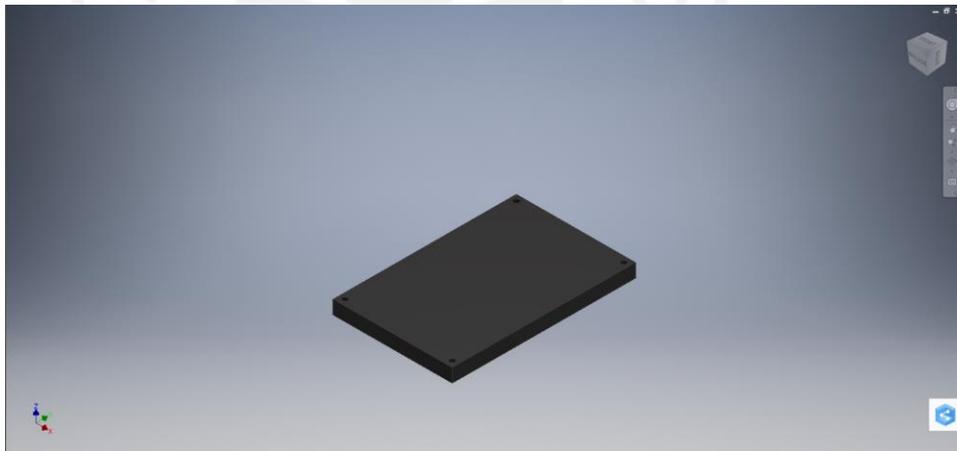
Plat kelima dalam rangkaian *moldbase* yang berfungsi sebagai tempat untuk meletakkan *return pin* untuk mengeluarkan produk dari *mold*. *Ejector plate* ditunjukkan pada gambar 4.25.



Gambar 4.25 *Ejector Plate*

8. *Ejector Base Plate*

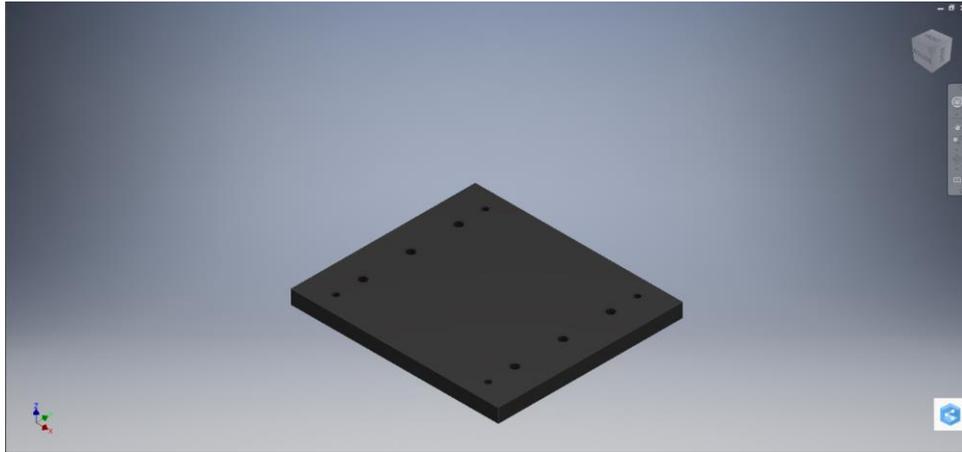
Ejector base plate berfungsi sebagai penahan *ejector plate* agar tidak berpindah tempat atau sebagai pembatas gerakan *ejector plate*. Plat ini merupakan plat keenam dari rangkaian *moldbase* dan terletak dibawah *ejector plate*. Plat ini ditunjukkan pada gambar 4.26.



Gambar 4.26 *Ejector Base Plate*

9. *Bottom Clamping Plate*

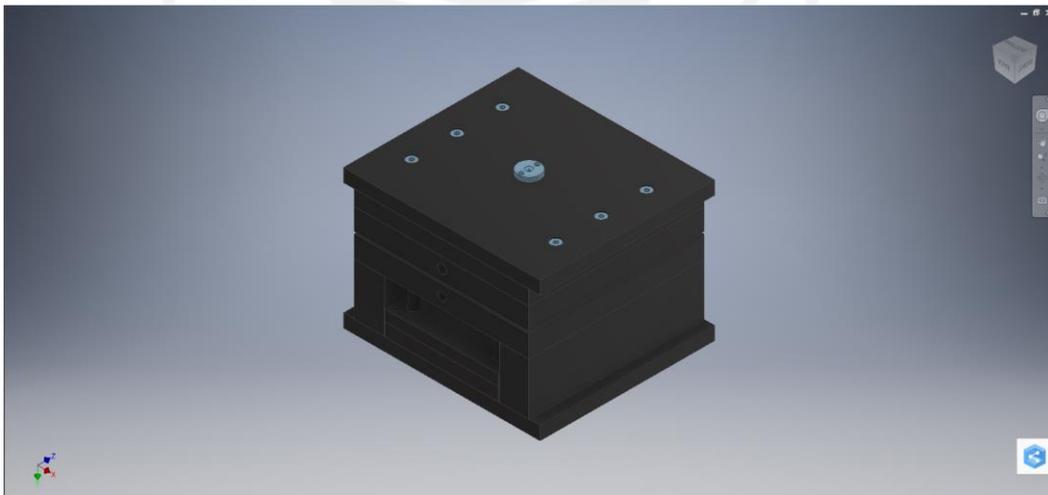
Plat paling bawah pada *moldbase* yang memiliki fungsi dan ukuran yang sama dengan *top clamping plate*, yaitu untuk mengikat atau menghubungkan *moldbase* dengan sistem injeksi *molding*. Plat ini ditunjukkan pada gambar 4.27.



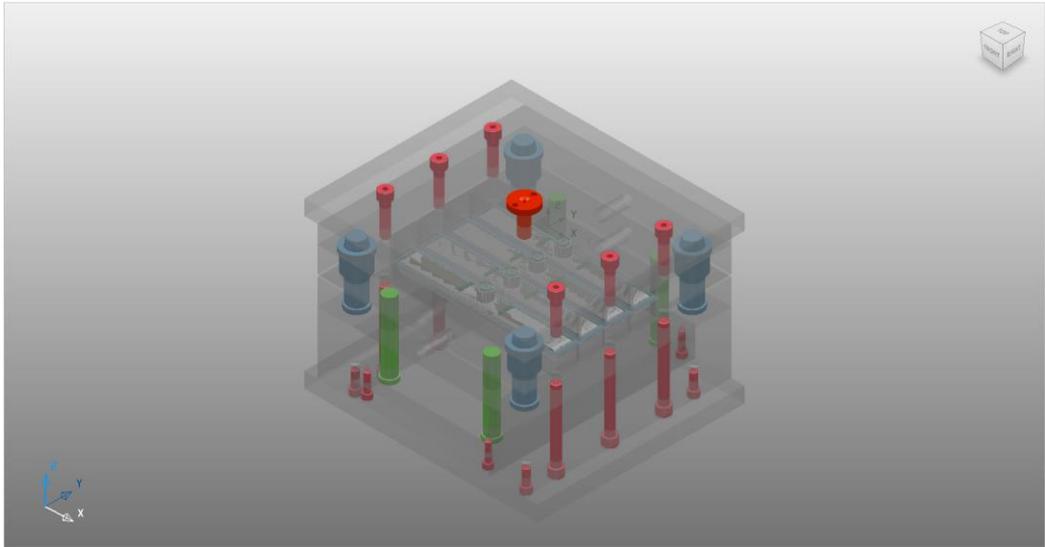
Gambar 4.27 *Bottom Clamping Plate*

4.4.2 Hasil Desain *Mold*

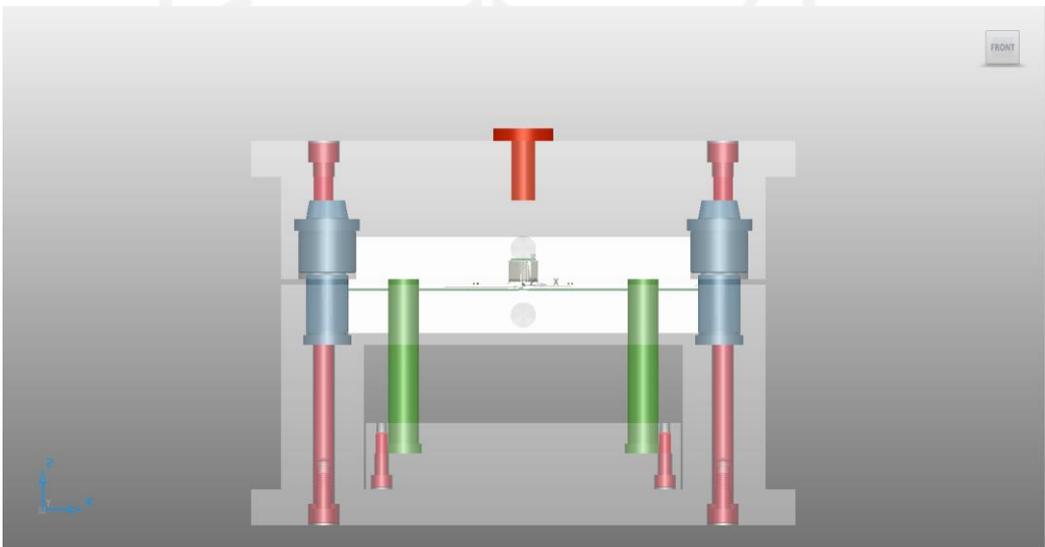
Hasil desain komponen *mold* yang telah dibuat pada sub-bab 4.4.1, di-*assembly* atau dirangkai menjadi satu kesatuan. Hasil akhir *mold* dapat dilihat sebagaimana pada gambar 4.28, 4.29, 4.30 serta untuk gambar teknik dari *moldbase* ditunjukkan pada gambar 4.31.



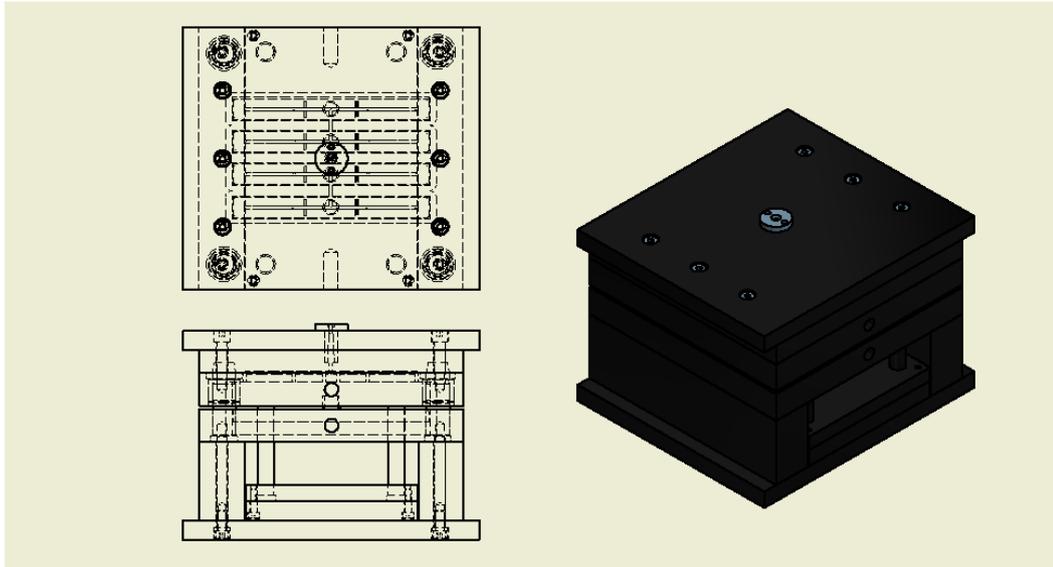
Gambar 4.28 *Moldbase Part Badan Sapu*



Gambar 4.29 *Moldbase Part* Badan Sapu (Transparan)



Gambar 4.30 *Moldbase Part* Badan Sapu (Tampak Depan)



Gambar 4.31 Gambar Teknik *Moldbase Part* Badan Sapu.

4.5 Hasil *Modelling*

Modelling bertujuan untuk mengetahui tingkat kesesuaian antara hasil akhir produk dengan rancangan penelitian. *Modelling* dilakukan menggunakan mesin 3D *print* dengan material PLA. Dalam perancangan *modelling* menggunakan 3D *print*, terdapat beberapa kendala yang dialami. Kendala yang dialami selama pembuatan *modelling* seperti tingkat presisi mesin 3D *print* yang cukup rendah ketika mencetak bagian kecil dari produk seperti lubang dan engsel produk, oleh sebab itu perlu dilakukan *finishing* menggunakan amplas agar hasil *modelling* lebih presisi. Kendala lain yang dialami adalah hasil *modelling* memiliki beberapa bagian yang terlalu tipis karena ukuran aslinya telah di-*scale down*. Untuk mengatasi ini, dilakukan *re-desain* terhadap produk agar hasil *modelling* tidak terlalu tipis. Hasil *modelling* ditunjukkan pada gambar 4.32 hingga 4.36 seperti di bawah ini:



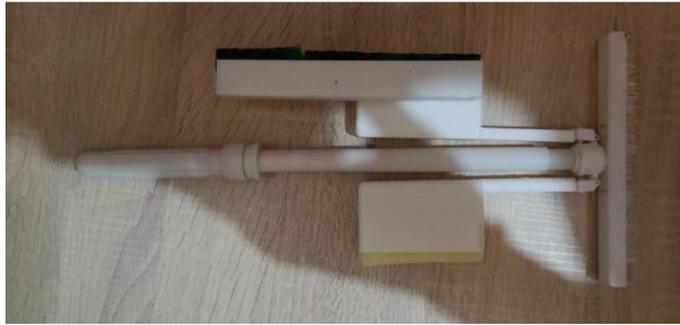
Gambar 4.32 Model Produk Alat Kebersihan Multifungsi



Gambar 4.33 Model Produk Alat Kebersihan Multifungsi (*extended*)



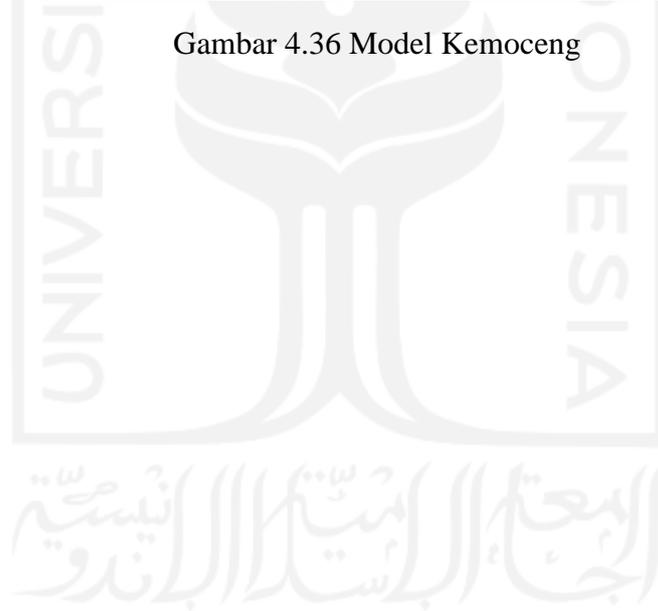
Gambar 4.34 Model Produk Alat Kebersihan Multifungsi (*kemoceng*)



Gambar 4.35 Model Produk Alat Kebersihan Multifungsi (mode sapu)

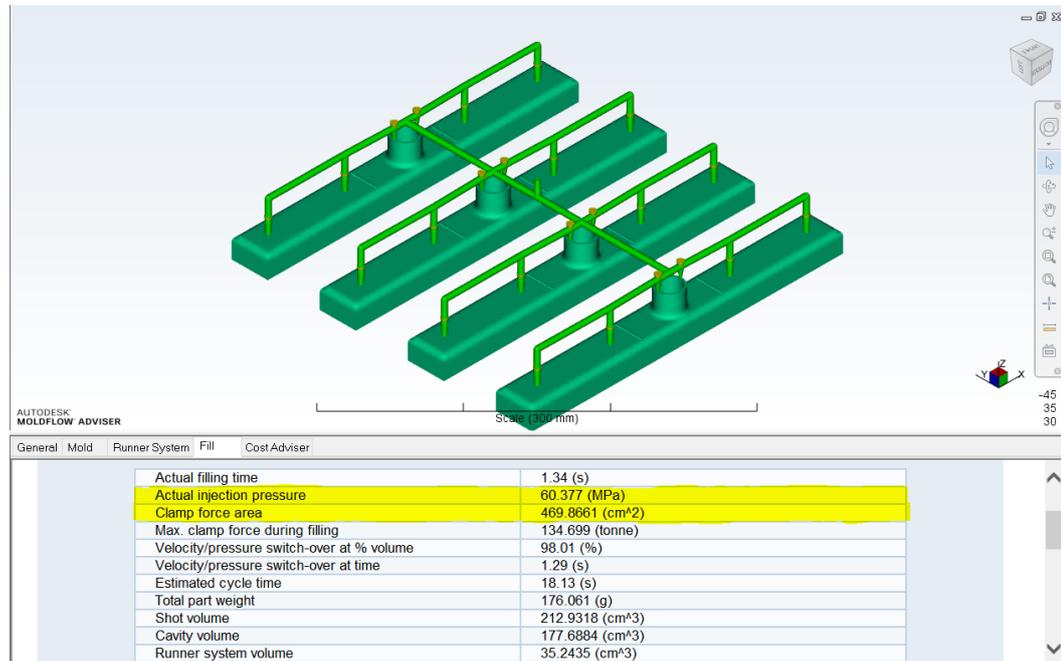


Gambar 4.36 Model Kemoceng



4.6 Perhitungan

4.6.1 Perhitungan *Clamp Force*



Gambar 4.37 Perhitungan *Clamp Force*

Diketahui:

$$P_{(inj\ act)} = 60,377\ MPa$$

$$A = 469,8661\ cm^2$$

Ditanya = F_c ?

$$\begin{aligned} F_c &= P_{(inj\ act)} \times A \\ &= 6037,7\ N/cm^2 \times 469,8661\ cm^2 \\ &= 2.836.910,55\ N \\ &= 2.836,9\ kN \end{aligned}$$

Perhitungan dilakukan bertujuan untuk menentukan mesin injeksi yang cocok untuk *mold* produk plastik yang telah dirancang, berdasarkan nilai *clamp force*. Dari hasil perhitungan, didapatkan nilai *clamp force* (F_c) sebesar 2.836,9 kN

4.7 Pemilihan Mesin Injeksi

Mengacu kepada sub-bab 4.6.1 Perhitungan *Clamp Force*, mesin injeksi yang akan digunakan harus memiliki nilai *clamp force* lebih besar dari 2.836,9 kN. Salah satu contoh

mesin yang sesuai dengan spesifikasi *molding* yang telah dirancang dan dapat digunakan adalah mesin dari DAYA MACHINERY tipe DY290 (gambar 4.38) dengan kapasitas *clamp force* maksimum 2900 kN. Spesifikasi mesin DY290 ditunjukkan pada gambar 4.39.



Gambar 4.38 Mesin DAYA MACHINERY tipe DY290

(sumber: dayamachinery.com)

MODEL: DY290					
TECHNICAL PARAMETER TABLE			A	B	C
INJECTION UNIT	SCREW DIAMETER	mm	55	60	65
	SCREW L/D RATIO	L/D	24	22	20.3
	INJECTION CAPACITY (THEORETICAL)	cm ³	676	805	945
	INJECTION WEIGHT(PS)	g	615	733	860
	INJECTION RATE	g/s	223.5	266	312.2
	INJECTION PRESSURE	Mpa	202.3	170	144.9
	SCREW SPEED	rpm	180		
CLAMPING UNIT	CLAMP FORCE	KN	2900		
	OPEN STROKE	mm	590		
	SPACE BWTWEEN TIE-BARS (W×H)	mm	620*620		
	MAX. MOULD HEIGHT	mm	630		
	MIN. MOULD HEIGHT	Mm	200		
	EJECTOR STROKE	Mm	150		
OTHERS	EJECTOR FORCE	Kn	70		
	PUMP PRESSURE	MPa	16		
	MOTOR POWER	KW	30		
	HEATING POWER	KW	19		
	MACHINE DIMENSION (L×W×H)	m	6.3*1.7&2.4		
	OIL TANK CAPACITY	L	385		
	MACHINE WEIGHT	t	9.3		

Gambar 4.39 Spesifikasi Mesin DAYA MACHINERY tipe DY290

(sumber: dayamachinery.com)

4.8 Penilaian Responden

Penilaian responden menggunakan metode seperti yang sudah dijelaskan pada sub-bab 3.6. *Survey* dilakukan kepada 3 orang *cleaning service* dari salah satu bank swasta. Dalam kuisisioner, terdapat 3 pertanyaan yang diajukan kepada responden berdasarkan desain produk rancangan yang dipaparkan di dalam kuisisioner. Gambar 4.40 menunjukkan profil pekerjaan responden dan gambar 4.41 menunjukkan pertanyaan yang diajukan kepada responden.

Pekerjaan

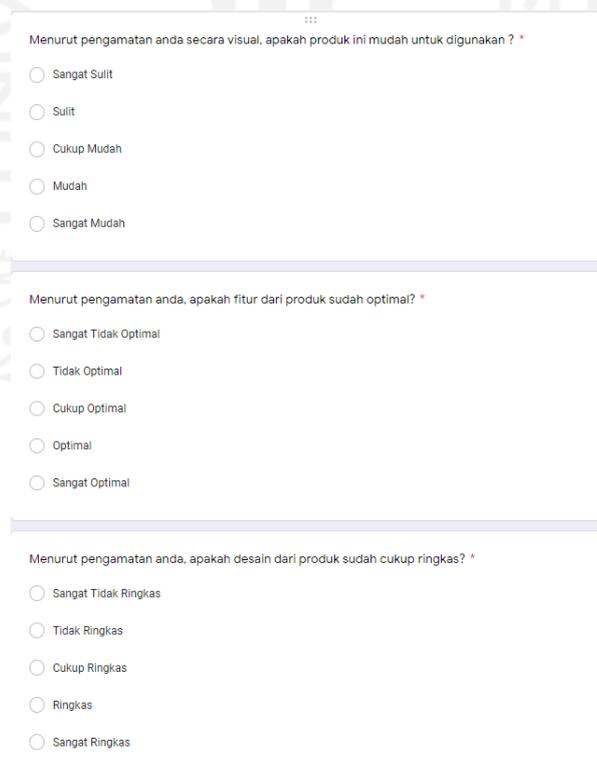
3 responses

Office boy

Cleaning Service

Swasta

Pertanyaan yang terlampir pada gambar 4.41 menggunakan skala *likert*, hal ini bertujuan untuk mengetahui tingkat penilaian responden terhadap produk yang telah dirancang. Hasil *survey* ditunjukkan pada gambar 4.42 hingga 4.44



Menurut pengamatan anda secara visual, apakah produk ini mudah untuk digunakan? *

Sangat Sulit

Sulit

Cukup Mudah

Mudah

Sangat Mudah

Menurut pengamatan anda, apakah fitur dari produk sudah optimal? *

Sangat Tidak Optimal

Tidak Optimal

Cukup Optimal

Optimal

Sangat Optimal

Menurut pengamatan anda, apakah desain dari produk sudah cukup ringkas? *

Sangat Tidak Ringkas

Tidak Ringkas

Cukup Ringkas

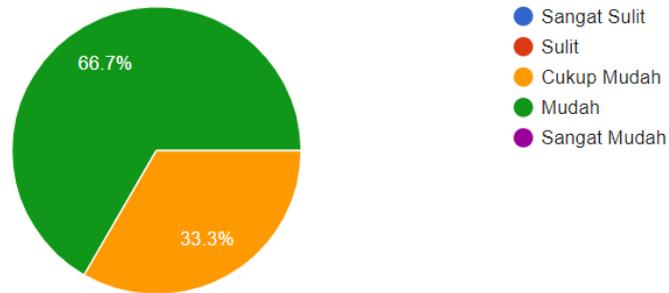
Ringkas

Sangat Ringkas

Gambar 4.40 Pertanyaan *Survey*

Menurut pengamatan anda secara visual, apakah produk ini mudah untuk digunakan ?

3 responses

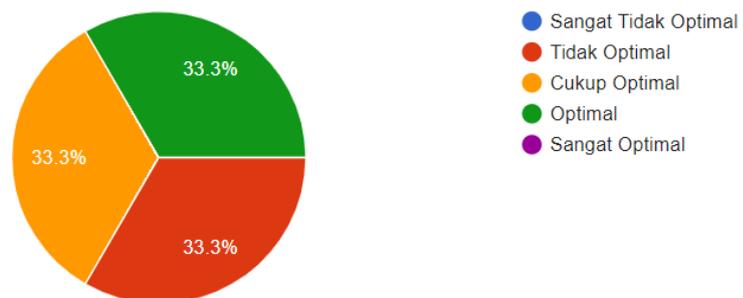


Gambar 4.41 Penilaian Kemudahan Produk

Pada gambar 4.42 dapat diketahui bahwa 2 responden menilai produk mudah untuk digunakan dan satu orang lainnya menilai produk cukup mudah untuk digunakan. Dari hasil penilaian dapat disimpulkan bahwa produk rancangan telah cukup efisien jika dinilai secara visual.

Menurut pengamatan anda, apakah fitur dari produk sudah optimal?

3 responses

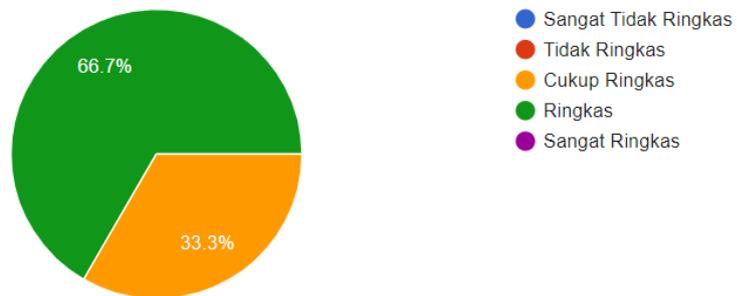


Gambar 4.42 Penilaian Tingkat Optimal Produk

Pada gambar 4.43 dapat diketahui bahwa 1 responden menilai produk optimal, kemudian responden kedua menilai produk cukup optimal, dan responden terakhir menilai bahwa produk tidak optimal. Dari penilaian ini dapat disimpulkan bahwa produk sudah cukup efektif namun masih terdapat kekurangan.

Menurut pengamatan anda, apakah desain dari produk sudah cukup ringkas?

3 responses

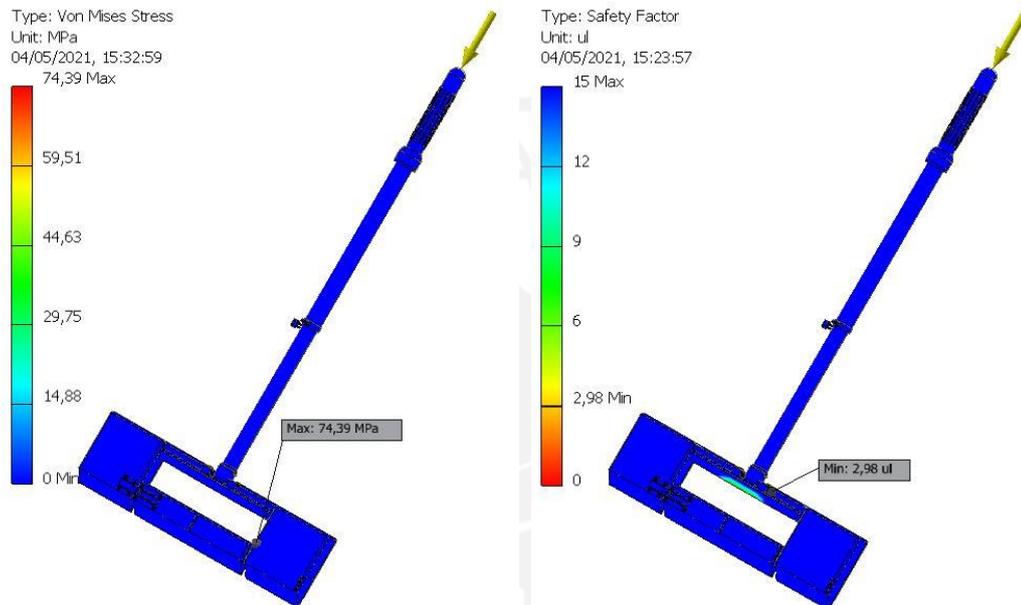


Gambar 4.43 Penilaian Keringkasan Produk

Pada gambar 4.44 dapat diketahui bahwa 2 responden menilai produk ringkas dan satu orang lainnya menilai produk cukup ringkas. Dari hasil penilaian dapat disimpulkan bahwa produk rancangan telah cukup ringkas jika dinilai secara visual.

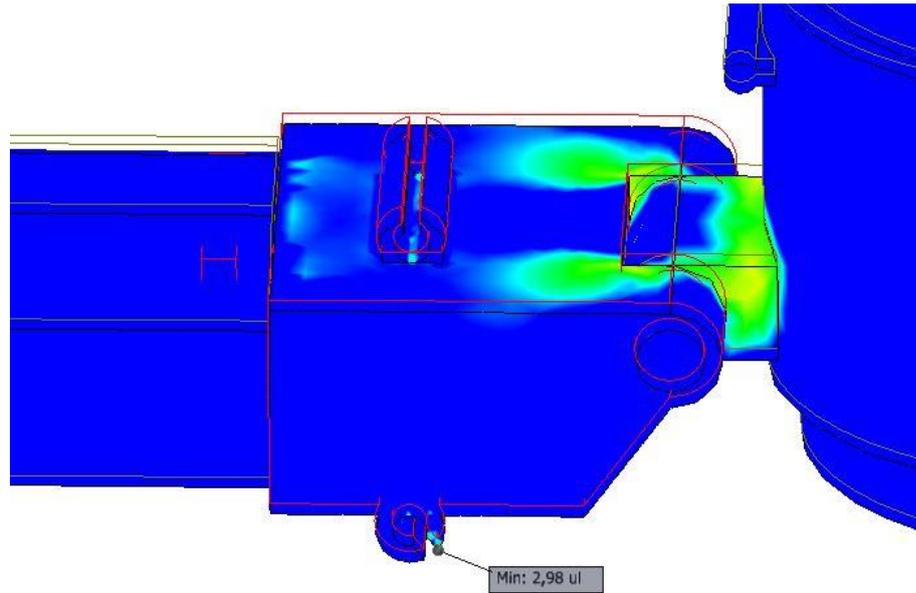
4.9 Analisis Kekuatan

Analisis kekuatan bertujuan untuk mengetahui kemampuan produk rancangan dalam menerima pembebanan. Asumsi arah beban yang diberikan adalah vertikal serta *fixed point* pada bagian bawah produk. Asumsi berat beban yang diterima produk adalah sebesar 100N. Hasil analisis kekuatan produk ditunjukkan pada gambar 4.44 hingga 4.47.

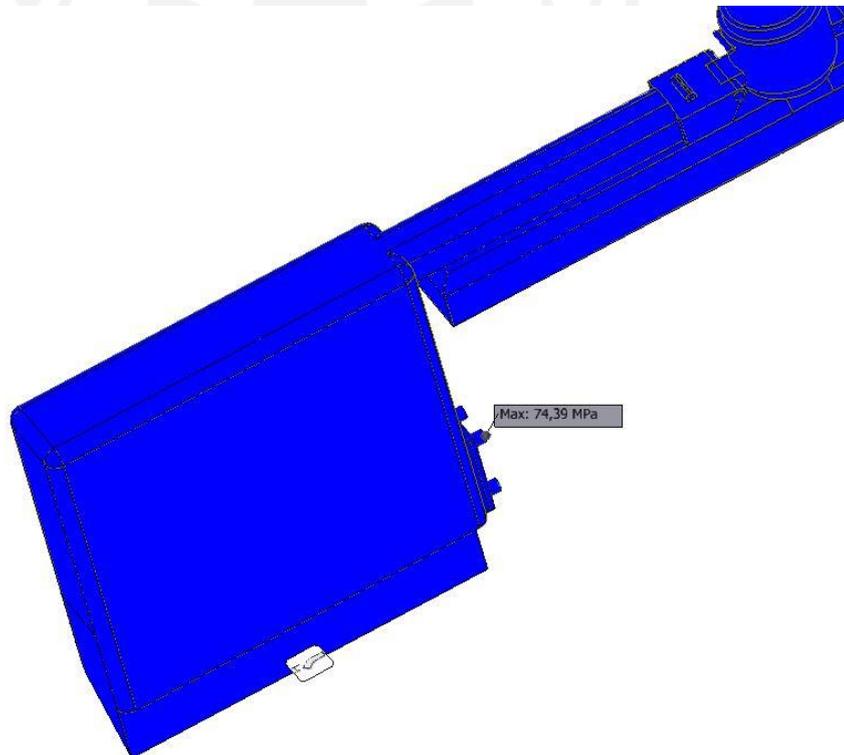


Gambar 4.44 *Von Mises Stress* Produk Gambar 4.45 *Safety Factor* Produk

Dari hasil analisis mode *scrapper* diatas, dapat diketahui bahwa produk menerima tegangan paling besar yaitu 74,9 MPa yang diterima oleh baut engsel *body scrapper* seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.48. Berikutnya adalah *safety factor* yang didapatkan paling kecil yaitu sebesar 2,98 pada sambungan antara engsel dengan *body* sapu seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.47.



Gambar 4.46 Lokasi *Safety Factor* Terendah



Gambar 4.47 Lokasi Tegangan Terbesar

Dari hasil analisis kekuatan di atas dapat disimpulkan bahwa produk telah cukup kuat untuk memenuhi kriteria desain.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan produk plastik alat kebersihan multifungsi, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Telah dirancang suatu alat kebersihan yang memiliki beberapa fungsi yaitu sapu, *scraper* serta kemoceng dalam satu alat.
2. Telah dilakukan simulasi serta analisis laju aliran fluida plastik menggunakan perancangan *layout feeding system* dengan kombinasi jumlah *gate* dan diameter *runner* yang optimal yaitu 6 *gate* dan 5 mm untuk diameter *runner*.
3. Telah dirancang *moldbase* untuk salah satu *part* dari rancangan produk sesuai dengan *feeding system* serta ukuran *cavity core* yang telah dirancang. Perancangan *moldbase* mengacu kepada katalog LKM dengan tipe 4040 dengan contoh mesin injeksi dari DAYA MACHINERY tipe DY290 dengan kapasitas *clamp force* maksimum 2900kN sesuai dengan hasil perhitungan *clamp force*.
4. Telah dilakukan *survey* terhadap 3 orang *cleaning service*, hasil dari *survey* adalah produk rancangan dapat dipertimbangkan telah memenuhi kriteria desain yang telah ditentukan sebelumnya
5. Telah dilakukan analisis kekuatan terhadap produk rancangan. Analisis kekuatan menyatakan bahwa produk sudah cukup kuat dengan nilai *safety factor* terendah 2,98.

5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya

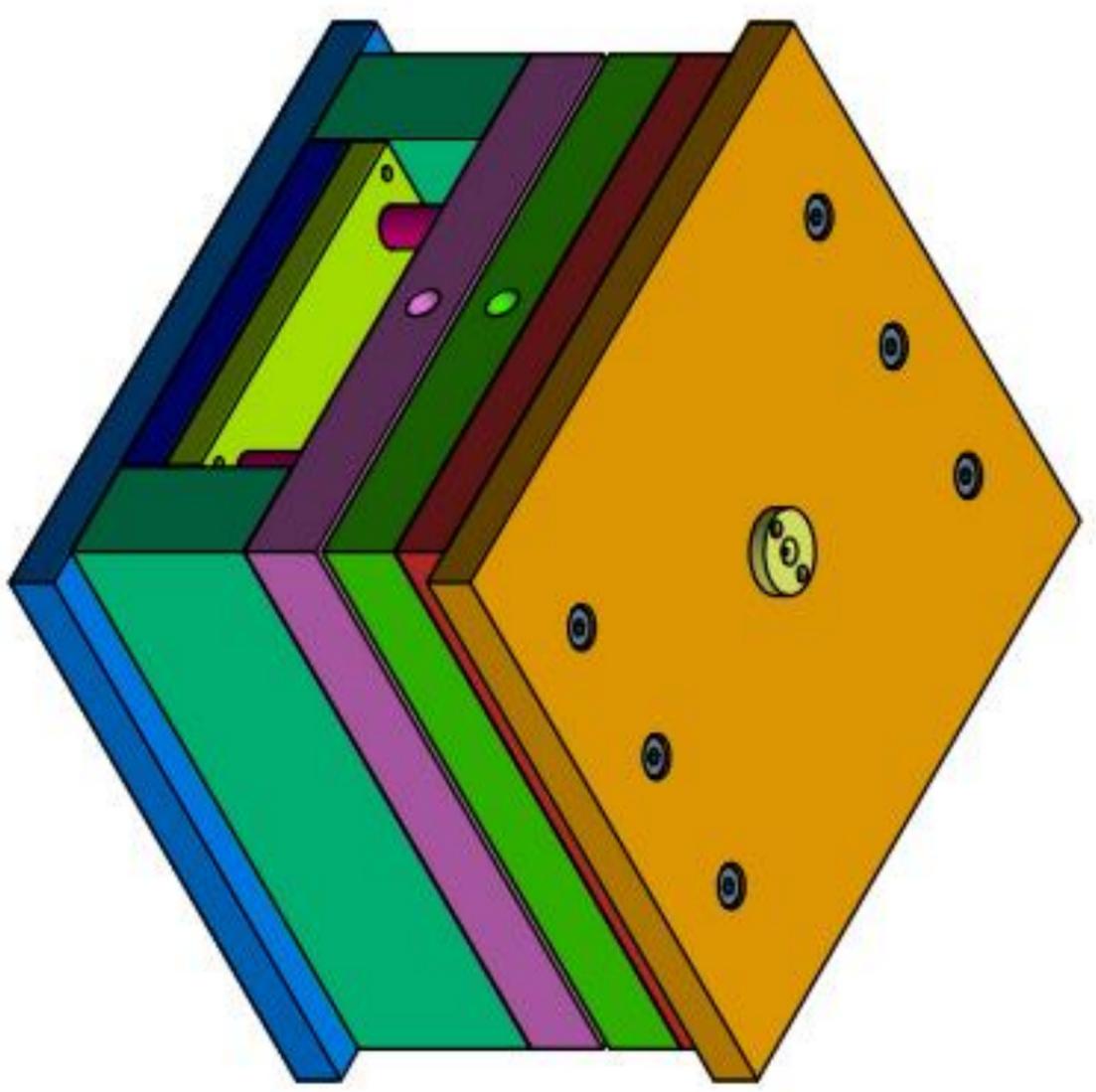
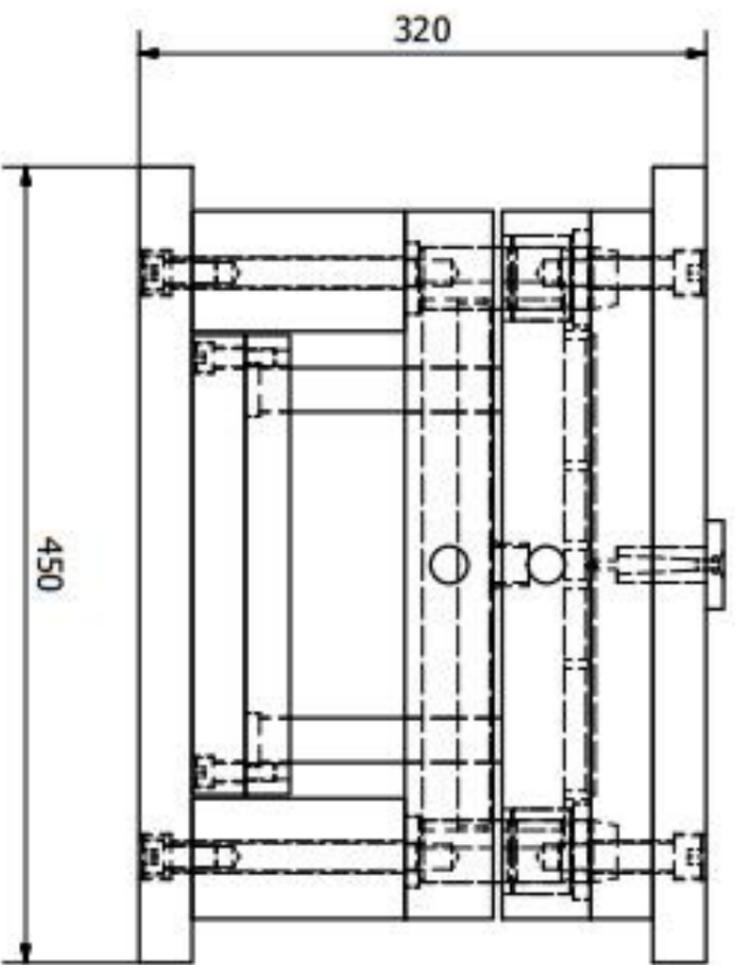
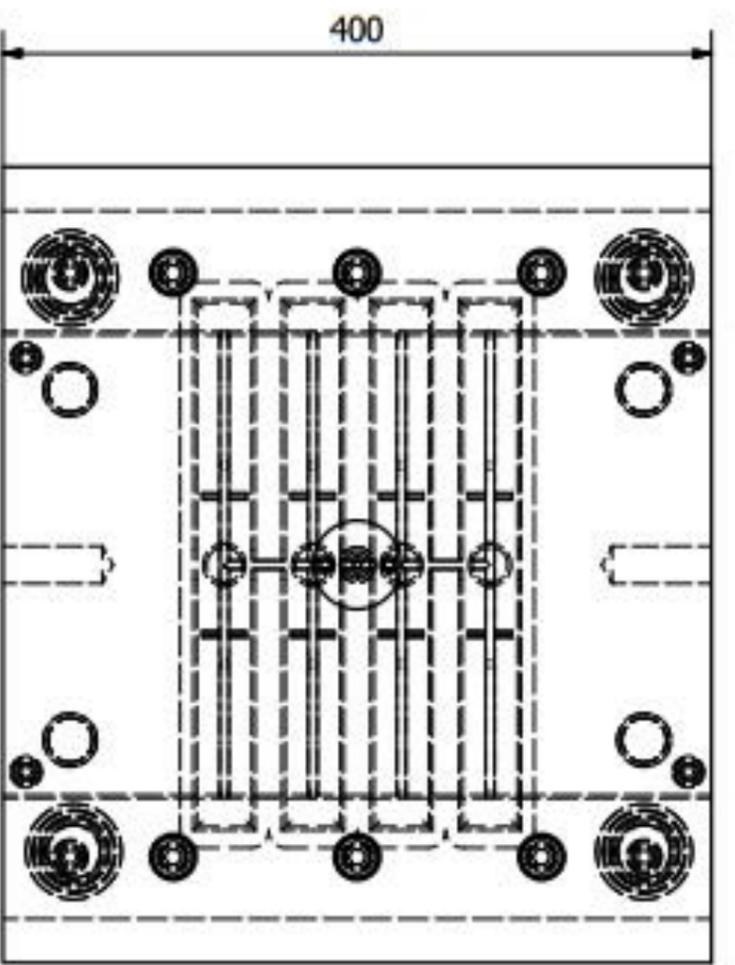
1. Pada penelitian selanjutnya, diharapkan dapat dilakukan optimasi terhadap produk hasil penelitian kali ini.
2. Melakukan penelitian *feeding system* serta merancang *moldbase* terhadap *part* lainnya dari produk.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung Kaswadi & Muhammad Insan Tauhid. (2017). Optimalisasi Perancangan Runner dan Gate Cetakan Injeksi Plastik dengan Metode Simulasi. *Prosiding SNTTM XVI*, 6.
- Arif Rahman Hakim. (2016). *Pengaruh Suhu, Tekanan dan Waktu Pendinginan Terhadap Cacat Warpage Produk Berbahan Plastik*.
- Douglas M. Bryce. (1998). *Plastic Injection Molding* (Vol. 3). The Society of Manufacturing Engineers.
- Heri Yanto, Ihsan Saputra, & Sapto Wiratno Satoto. (2018). Analisa Pengaruh Temperatur dan Tekanan Injeksi Moulding Terhadap Cacat Produk. *Jurnal Intergrasi*, 10, 6.
- Imam Mujiarto. (2005). *Sifat dan Karakteristik Material Plastik dan Bahan Aditif*. 3(2), 9.
- Jay Shoemaker. (2006). *Moldflow Design Guide: A Resource for Plastic Engineers* (1 ed.). Moldflow Corporation.
- Karl T. Ulrich & Steven D. Eppinger. (2012). *Product Design and Development* (5 ed.). Mcgraw-Hill.
- LANXESS. (2007). *Part and Mold Design Guide*. LANXESS Corporation.
- Lutfi Ni'am, Cahyo Budiyanoro, & Muhammad Budi Nur Rahman. (2017). Desain dan Optimasi Injection Molding Sistem Slider Pada Produk Preform Stick T15. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 8, 11.
- Routsis. (2020). *Scientific Molding Pocket Guide* (3 ed.). A. Routsis Associates Inc.

LAMPIRAN



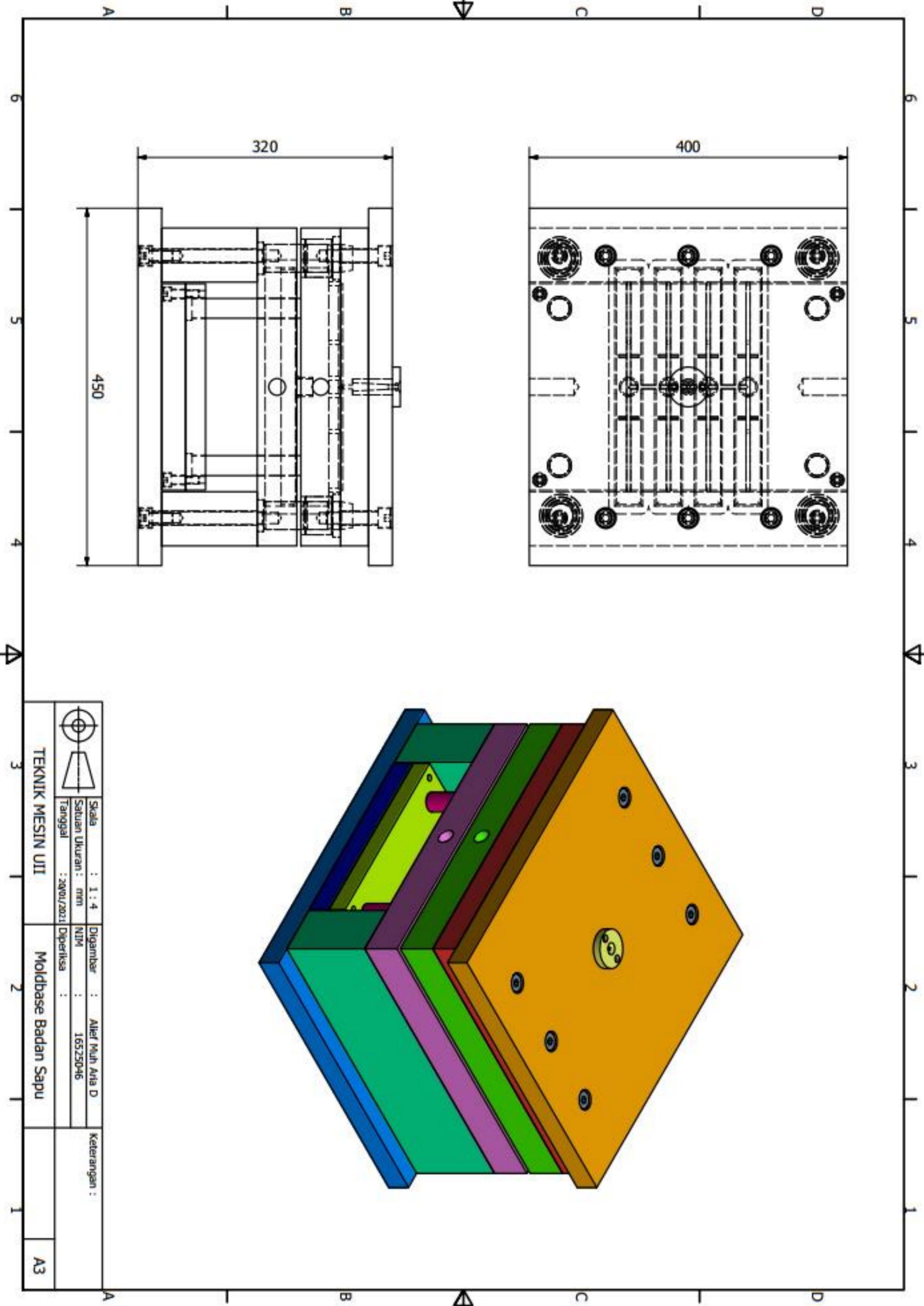


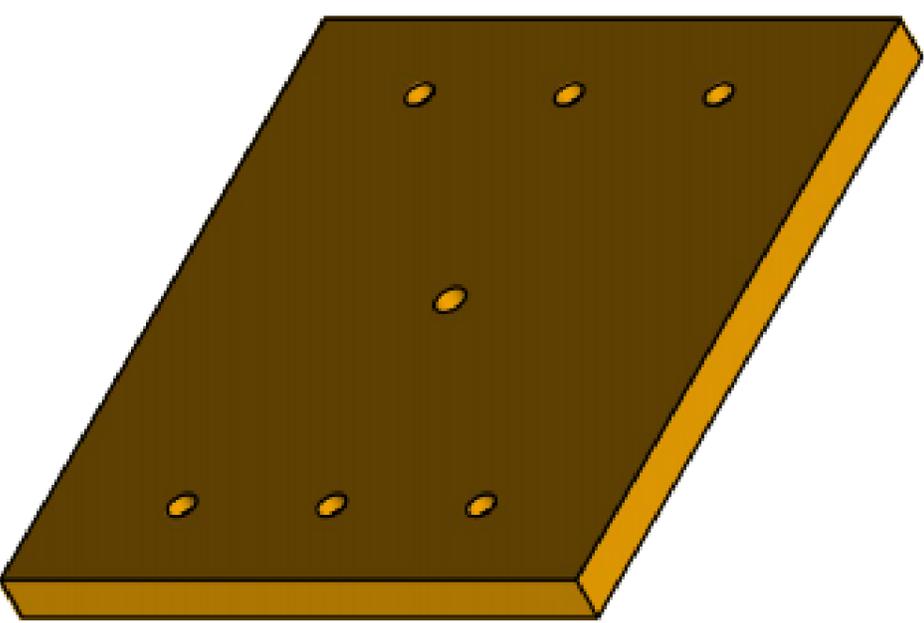
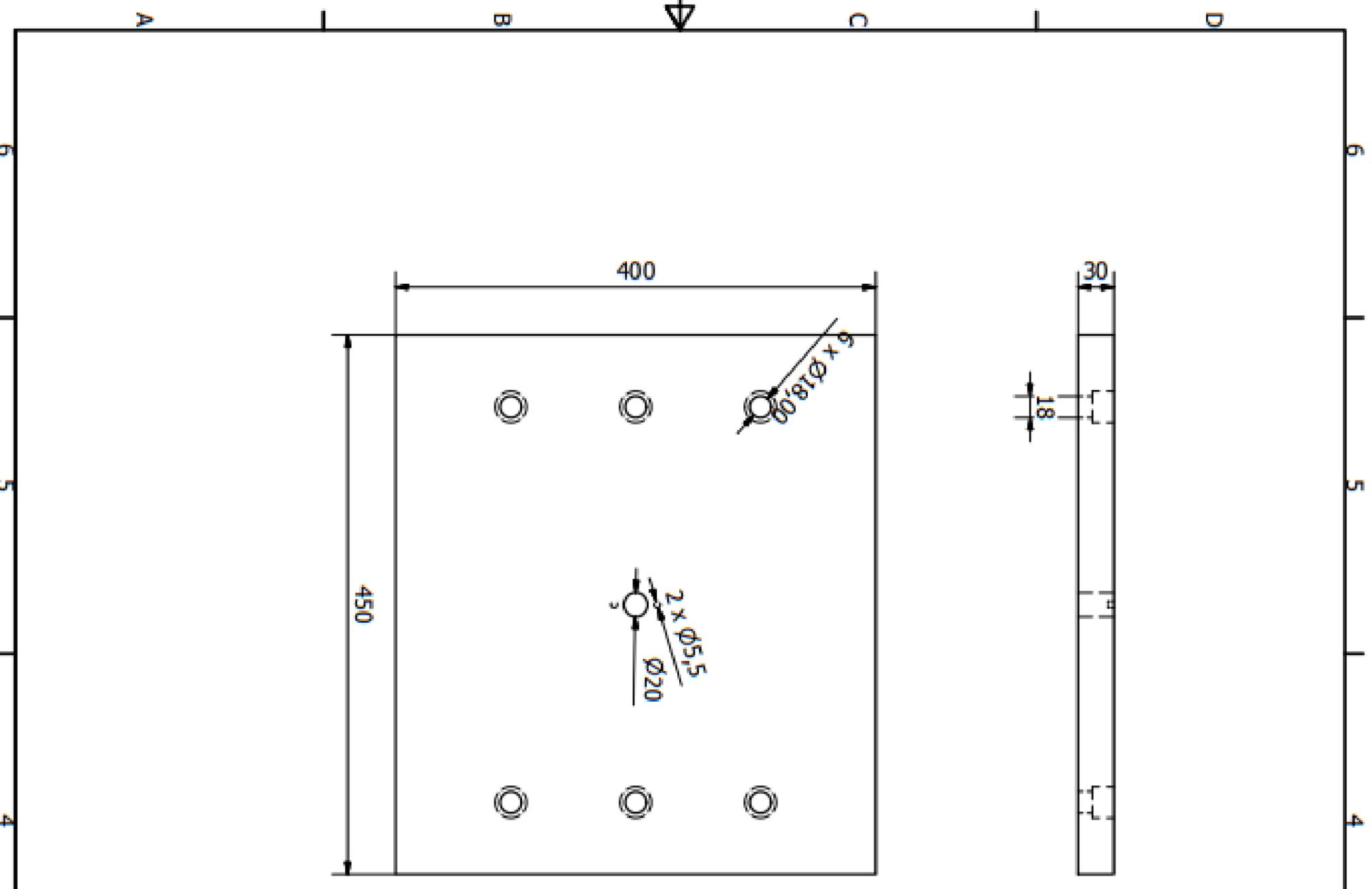
	Skala	: 1 : 4	Digambar	: Alief Muhi Aria D	Keterangan :
	Satuan Ukuran	: mm	NIM	: 16525046	
	Tanggal	: 20/04/2021	Diperiksa	:	

TEKNIK MESIN UII

Moldbase Badan Sapu

A3



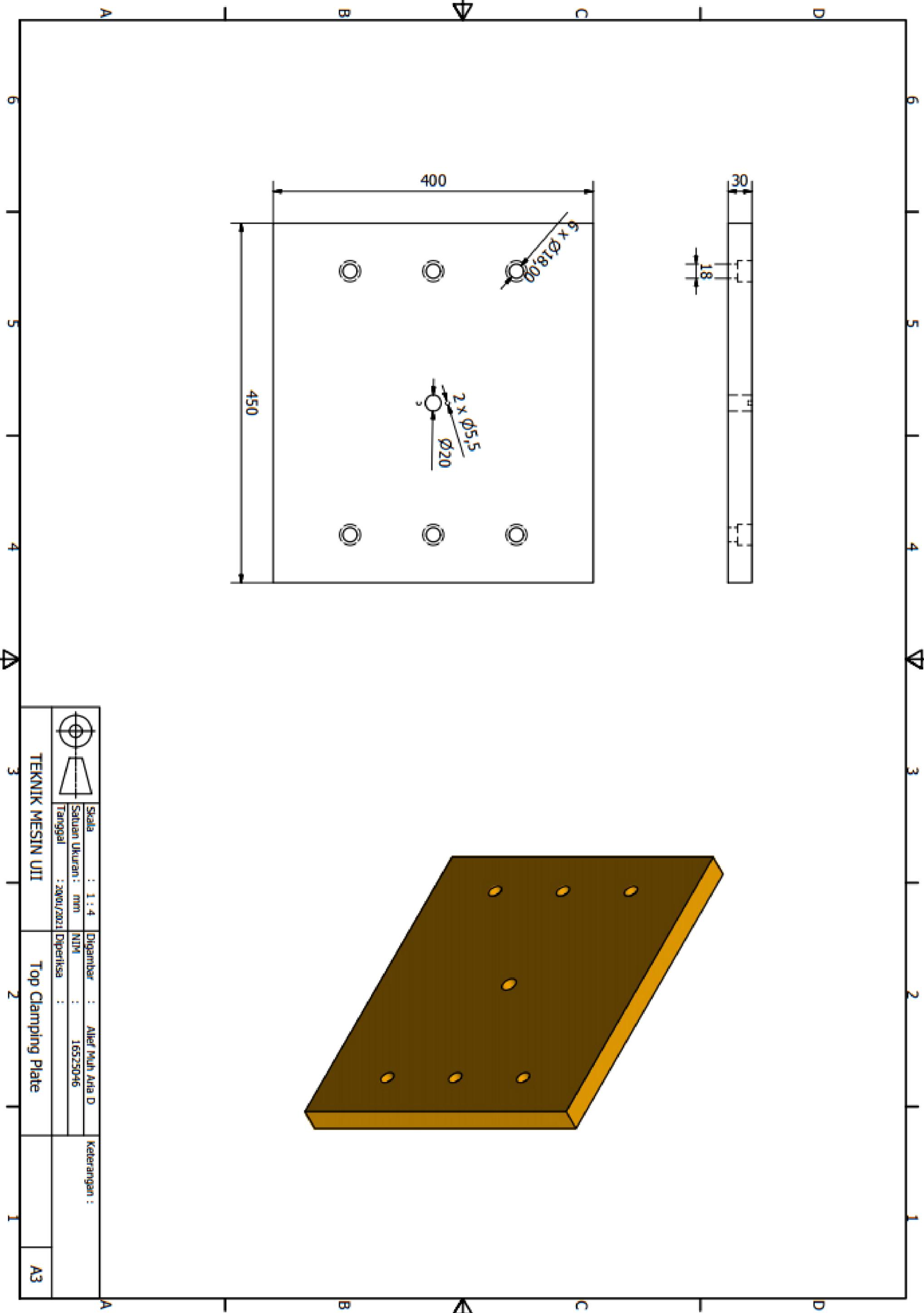


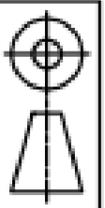
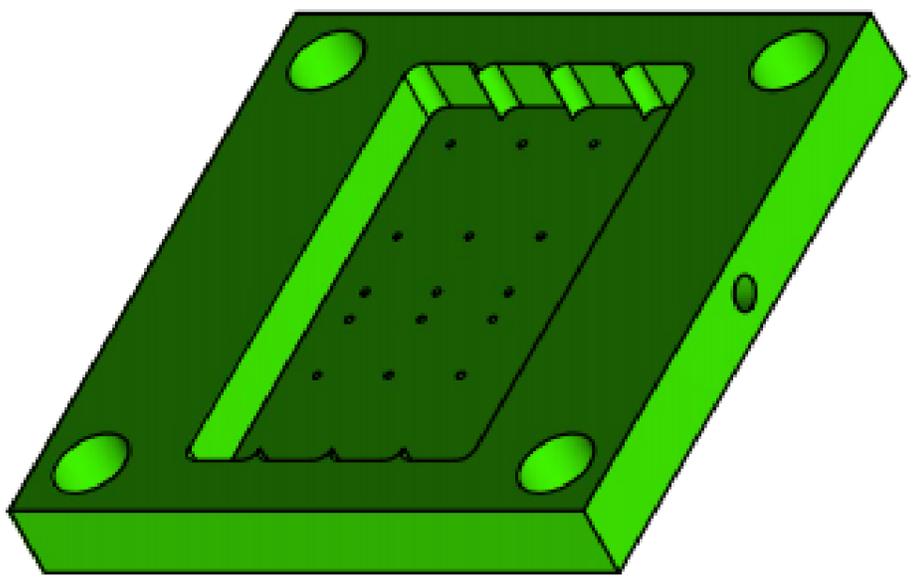
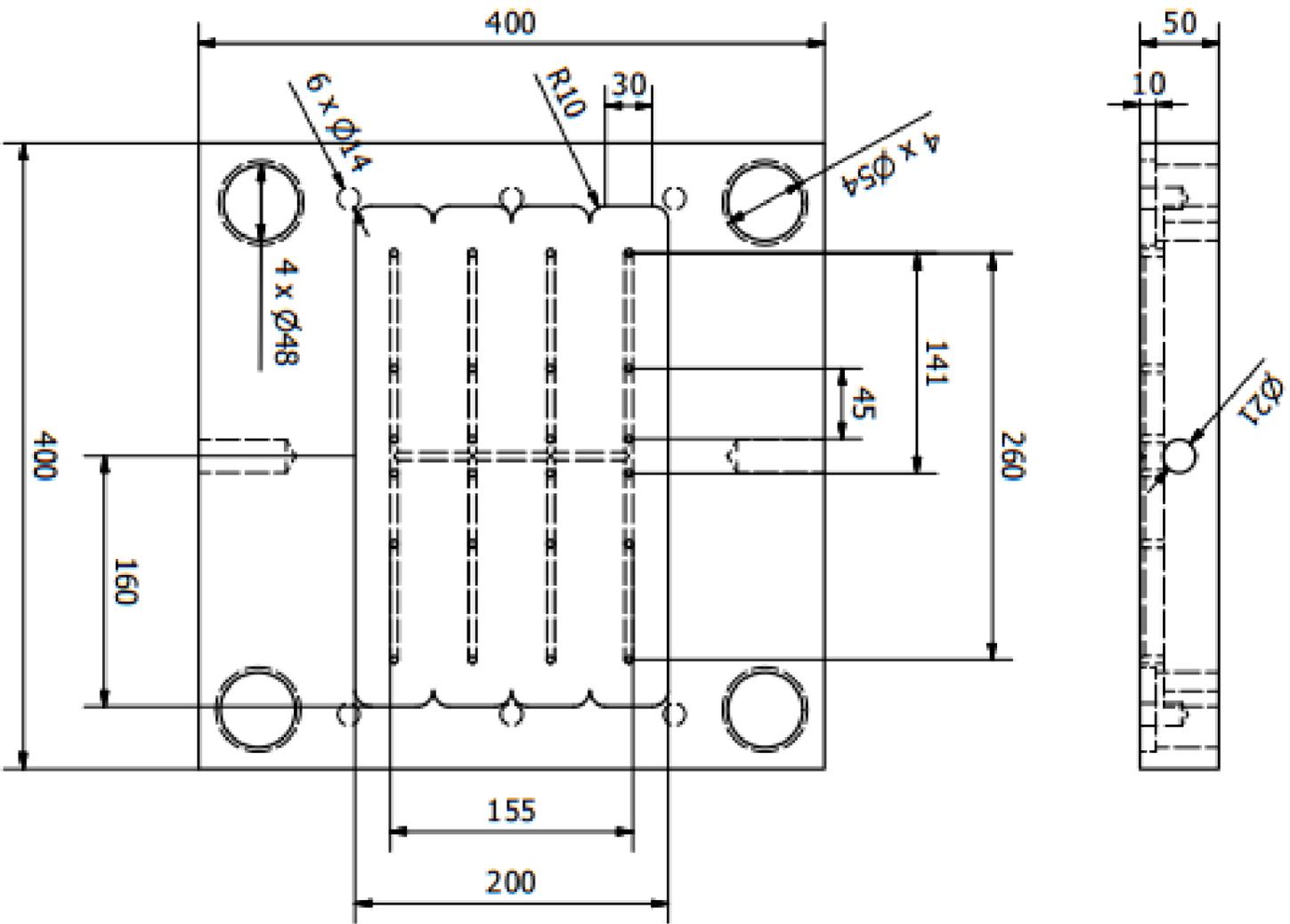
Skala	: 1 : 4	Digambar	: Alief Muh Ania D	Keterangan :
Satuan Ukuran	: mm	NIM	: 16525046	
Tanggal	: 20/04/2021	Diperiksa	:	

TEKNIK MESIN UJI

Top Clamping Plate

A3





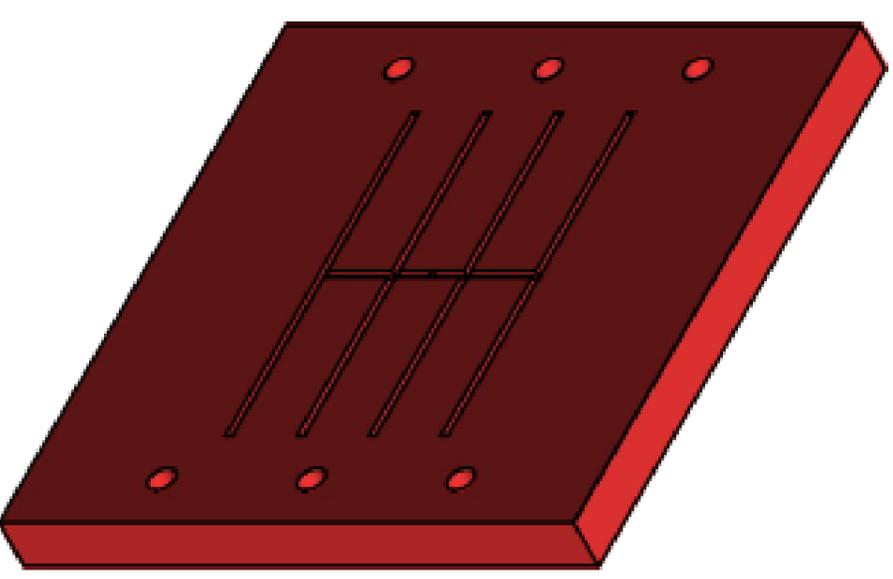
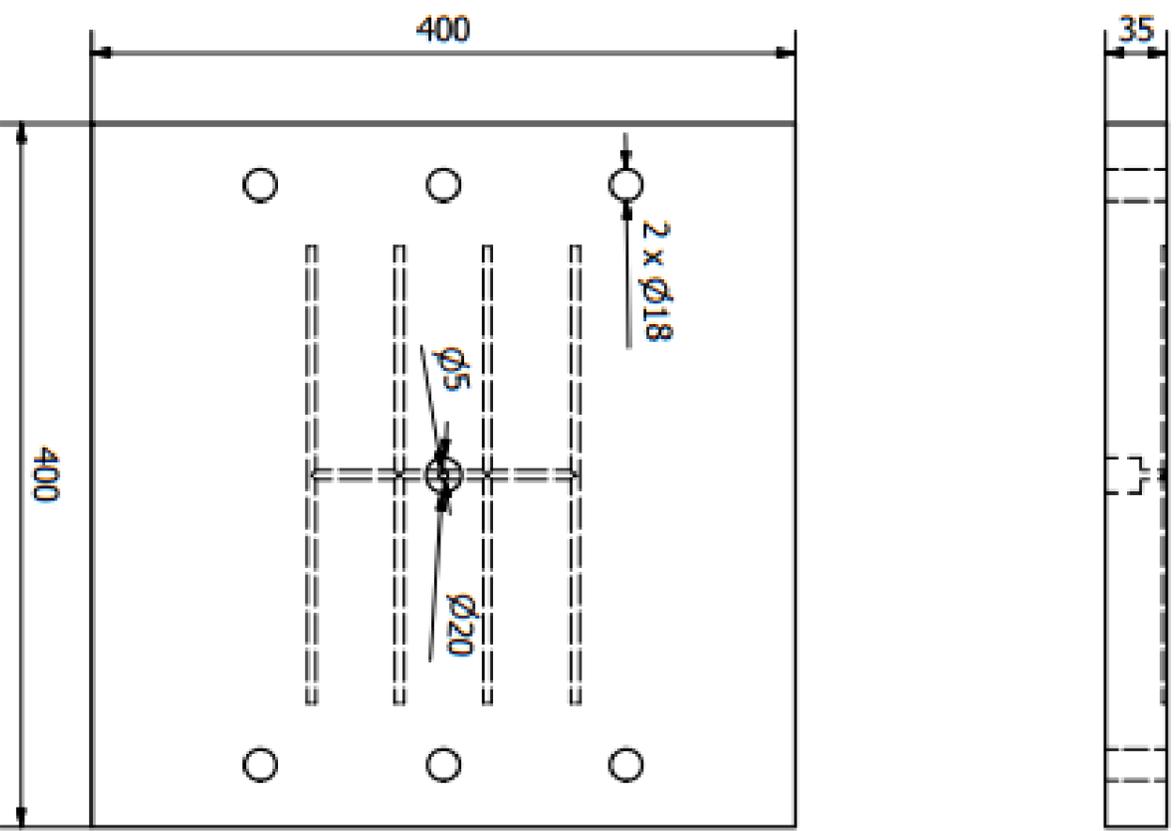
TEKNIK MESIN UII

Cavity Plate

Skala	: 1 : 4	Digambar	: Alief Muh Anis D
Satuan Ukuran	: mm	NIM	: 16525046
Tanggal	: 20/01/2021	Diperiksa	:

Keterangan :

A3

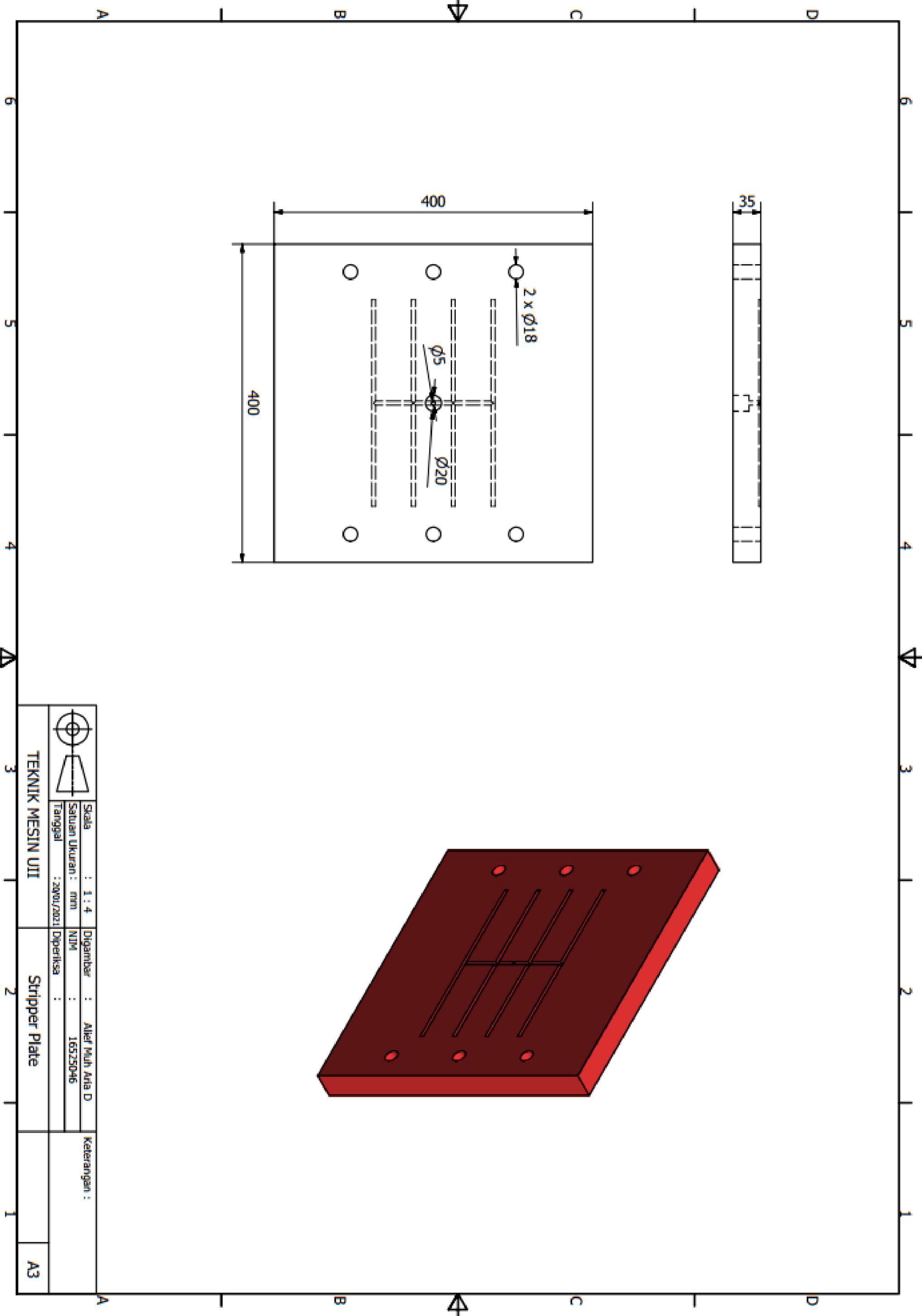


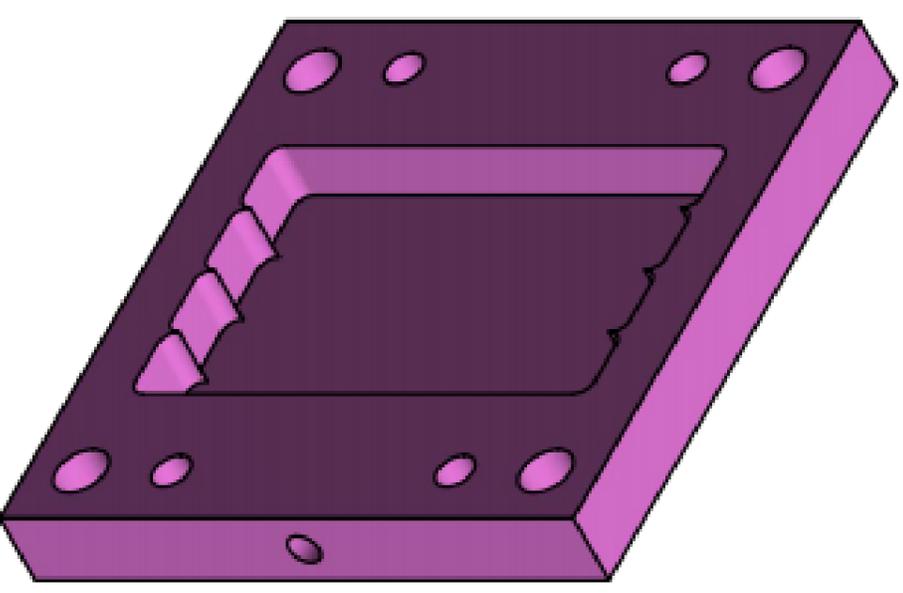
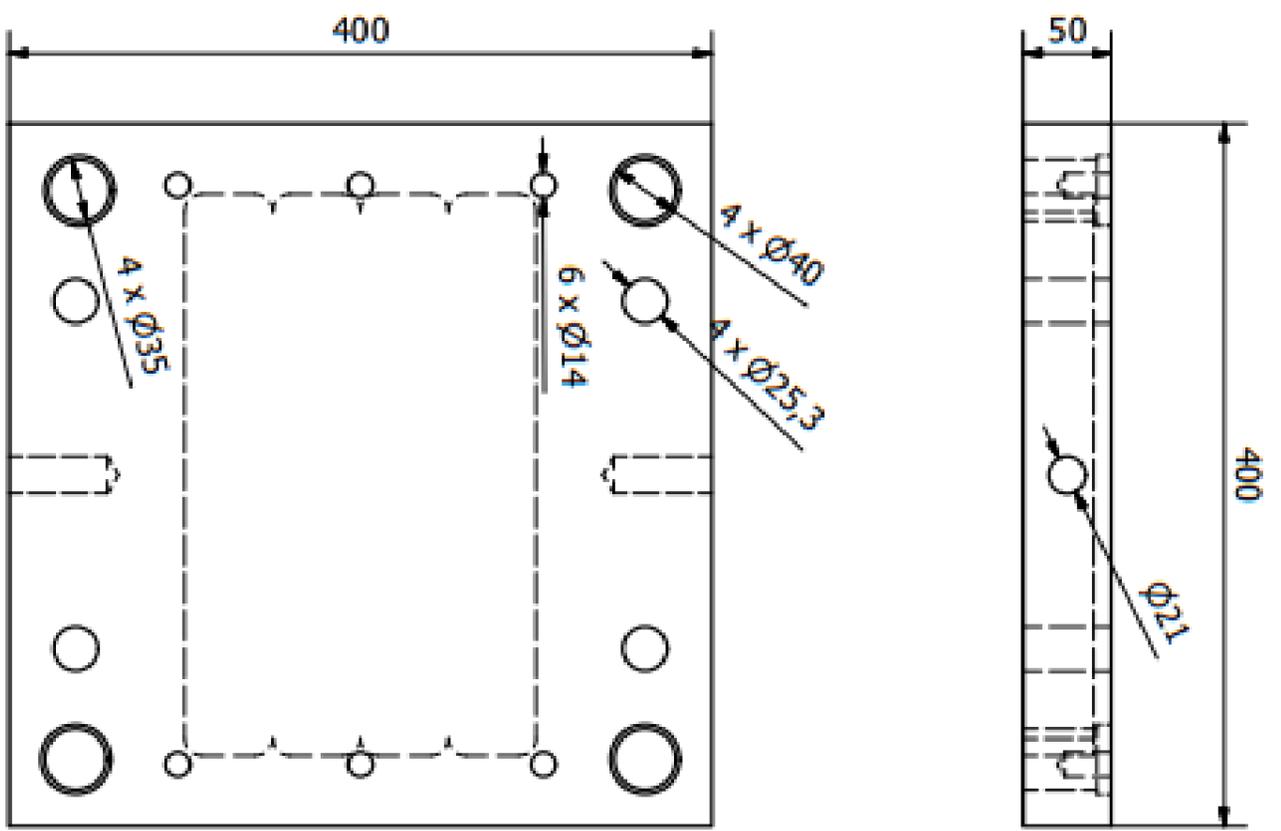
Skala	: 1 : 4	Digambar	: Alief Muli Aria D	Keterangan :
Satuan Ukuran	: mm	NIM	: 16525046	
Tanggal	: 20/01/2021	Diperiksa	:	

TEKNIK MESIN UII

Stripper Plate

A3





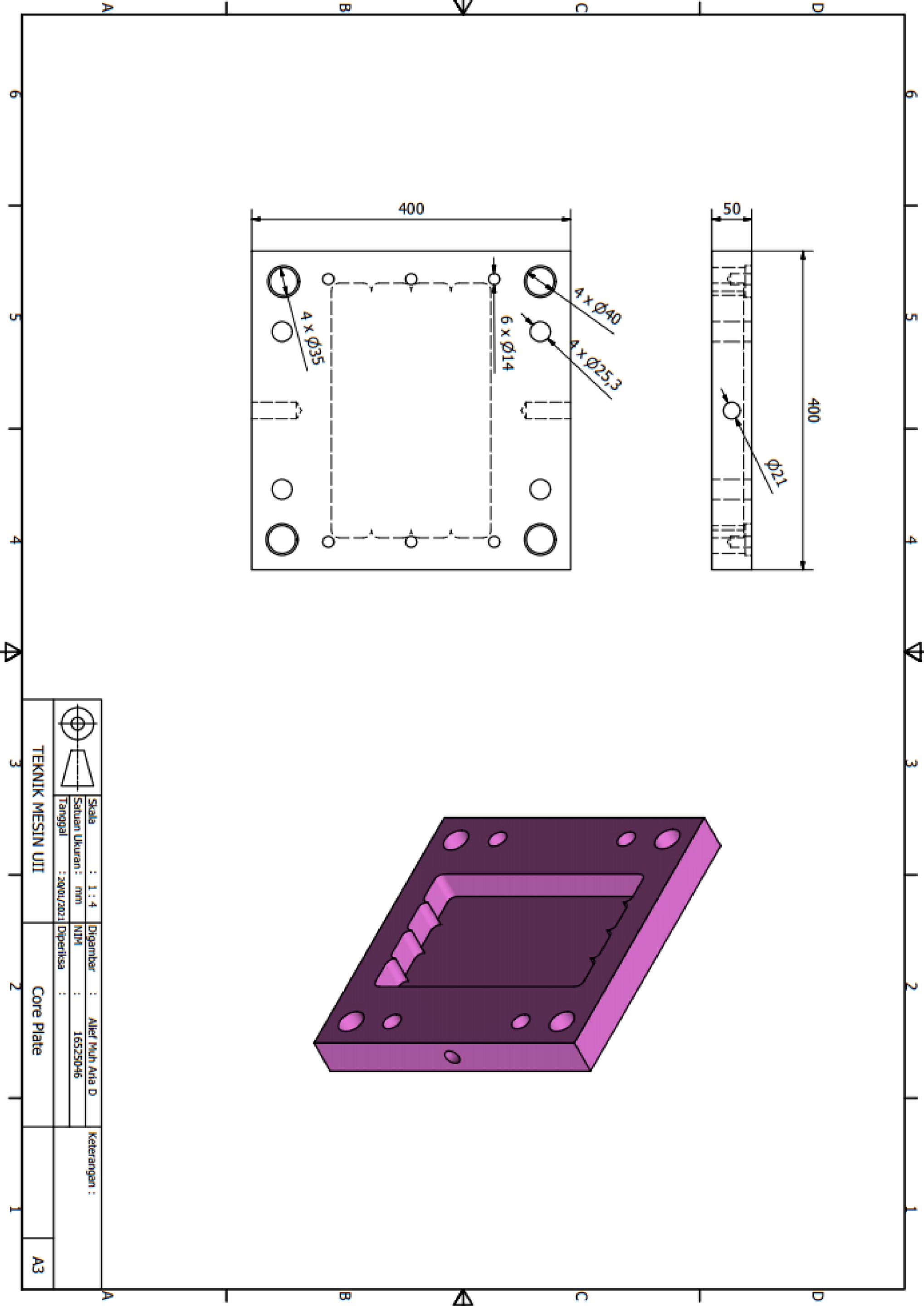
Skala	: 1 : 4	Digambar	: Alief Muh Ania D
Satuan Ukuran	: mm	NIM	: 16525046
Tanggal	: 20/01/2021	Diperiksa	:

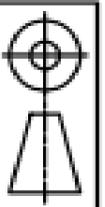
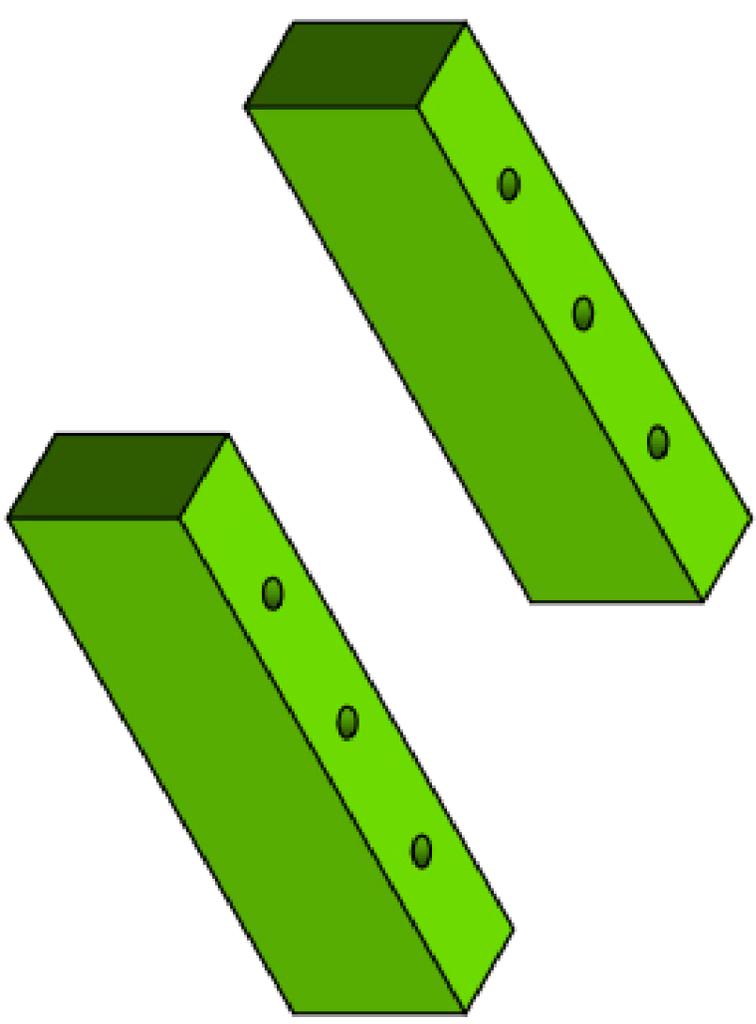
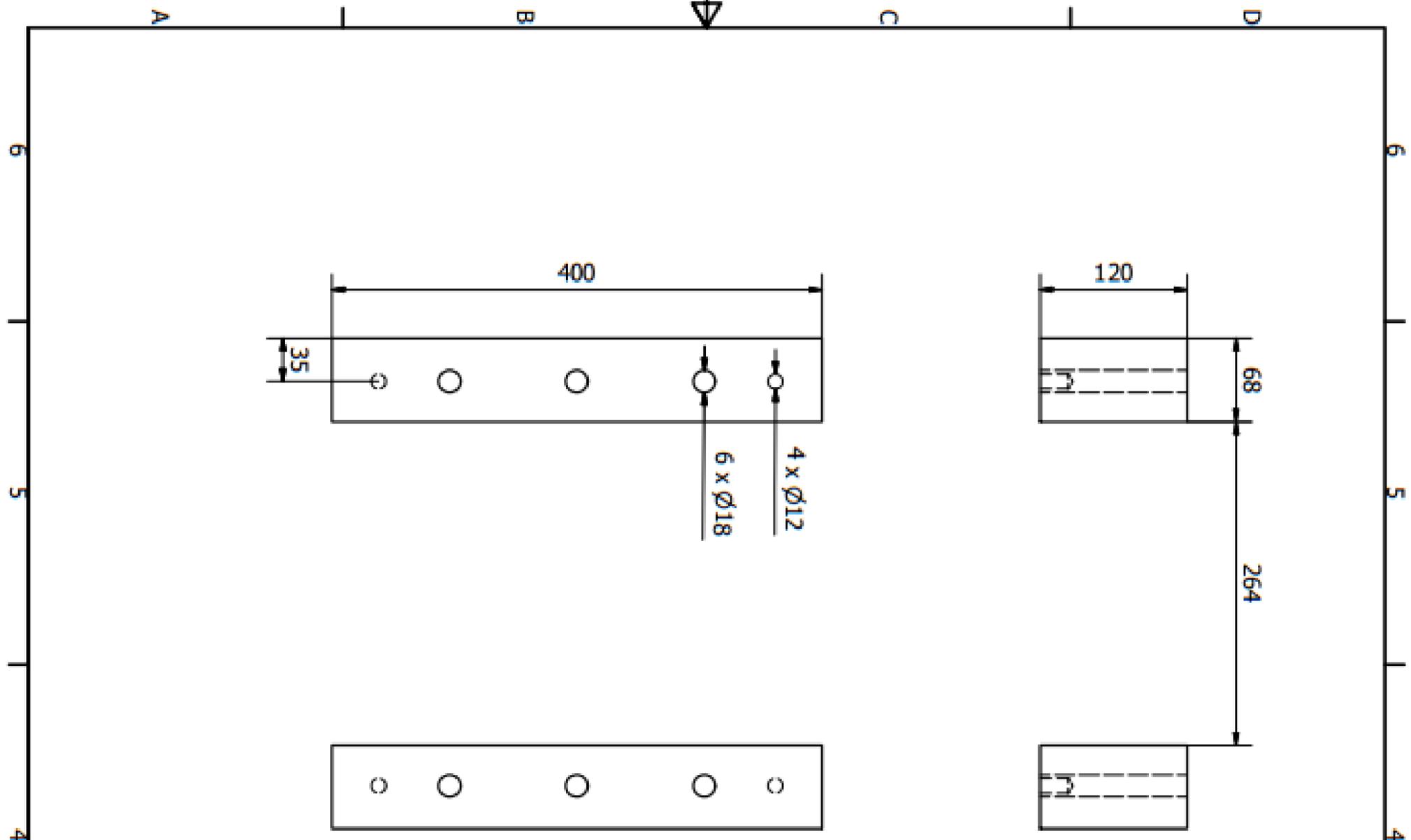
Keterangan :

TEKNIK MESIN UII

Core Plate

A3



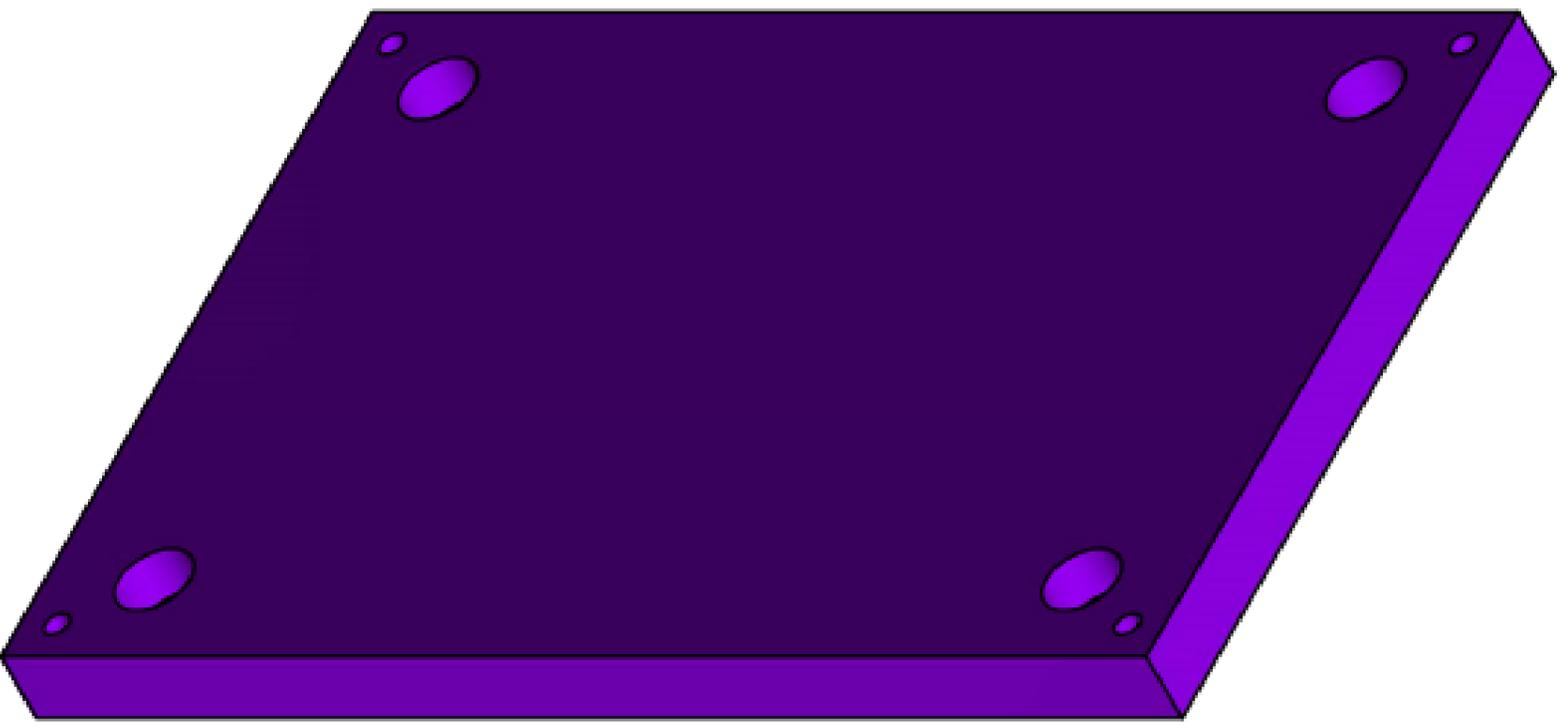
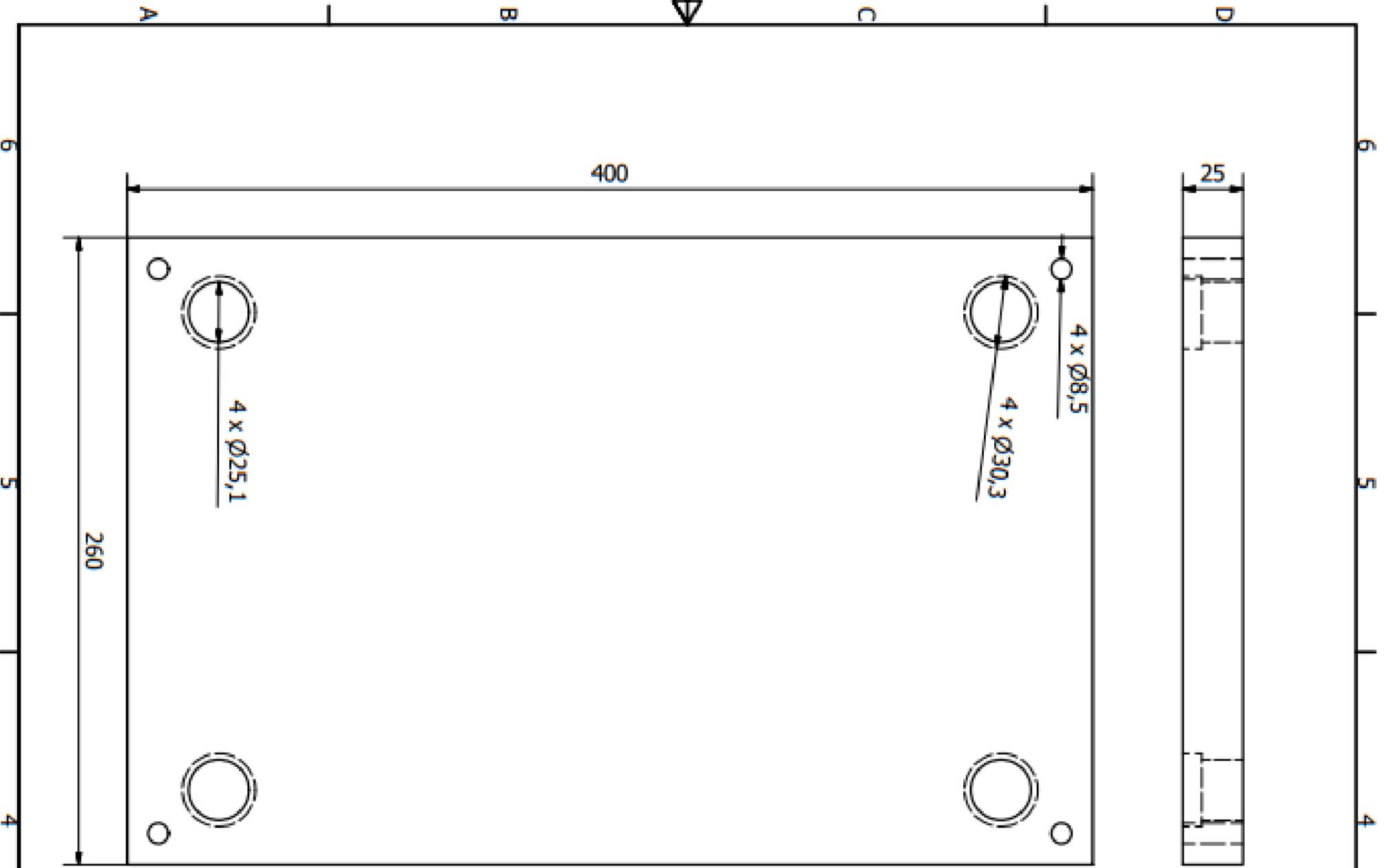


Skala	: 1 : 4	Digambar	: Alief Muli Aria D	Keterangan :
Satuan Ukuran	: mm	NIM	: 16525046	
Tanggal	: 20/01/2021	Diperiksa	:	

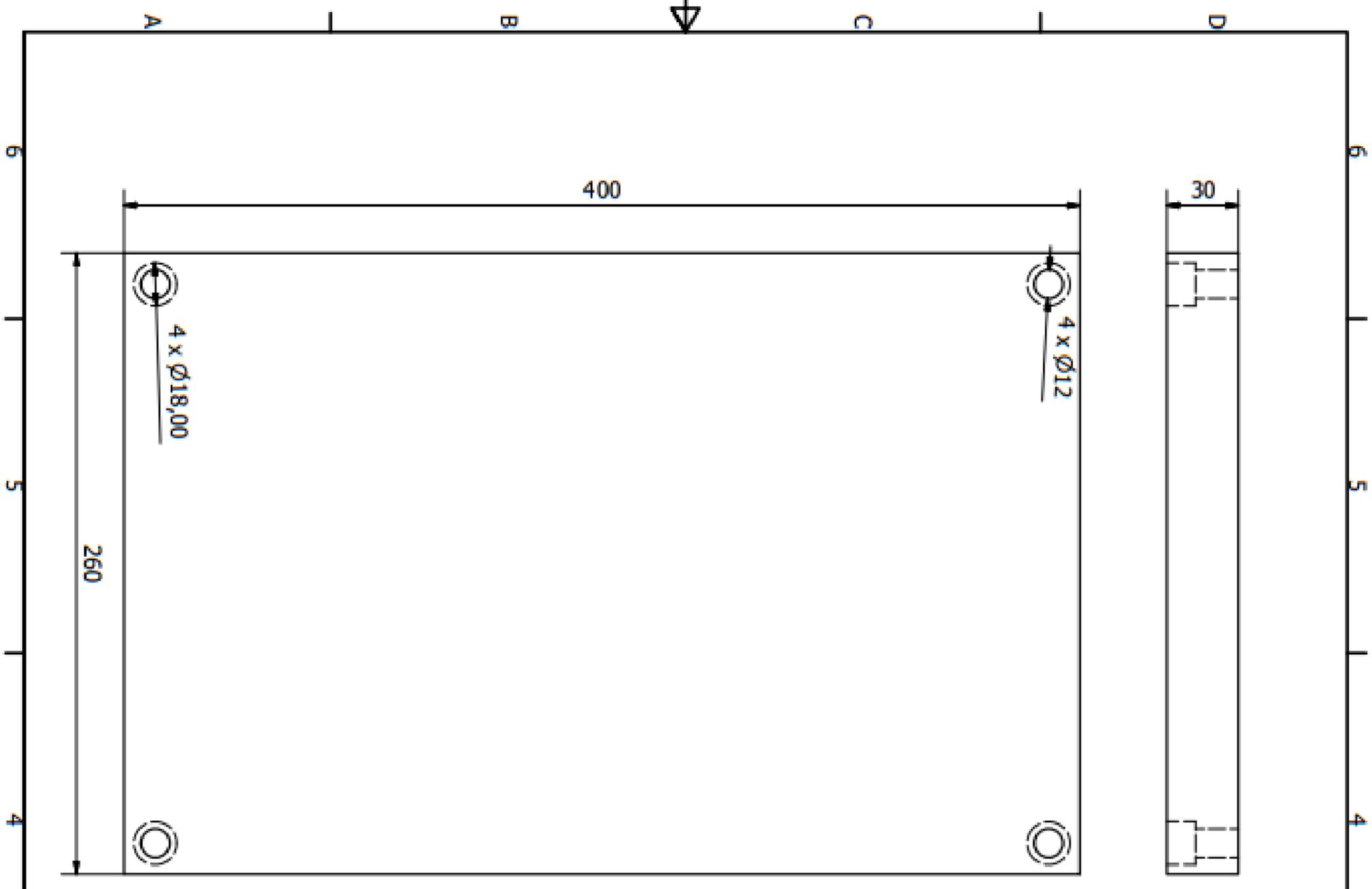
TEKNIK MESIN UJI

Riser

A3



		Skala : 1 : 2 Satuan Ukuran : mm Tanggal : 20/09/2021		Dikambar : Aliet Muli Ana D NIM : 16525046 Diperiksa :		Keterangan :	
TEKNIK MESIN UII		Ejector Base Plate					
						A3	



Skala : 1 : 2
 Satuan Ukuran : mm
 Tanggal : 20/04/2021

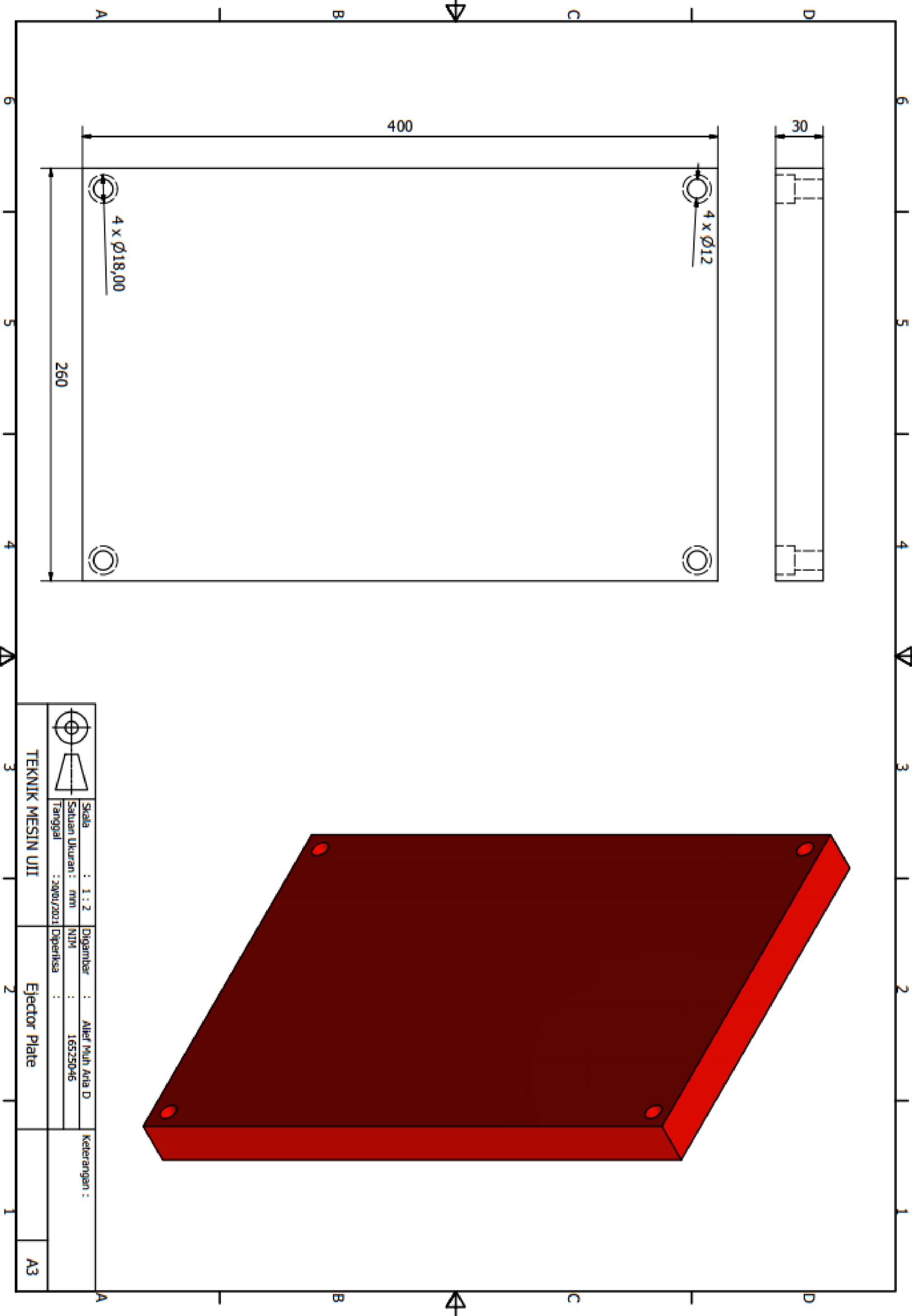
Digerambar : Alief Muji Ania D
 NIM : 165250416

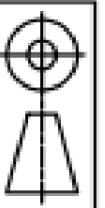
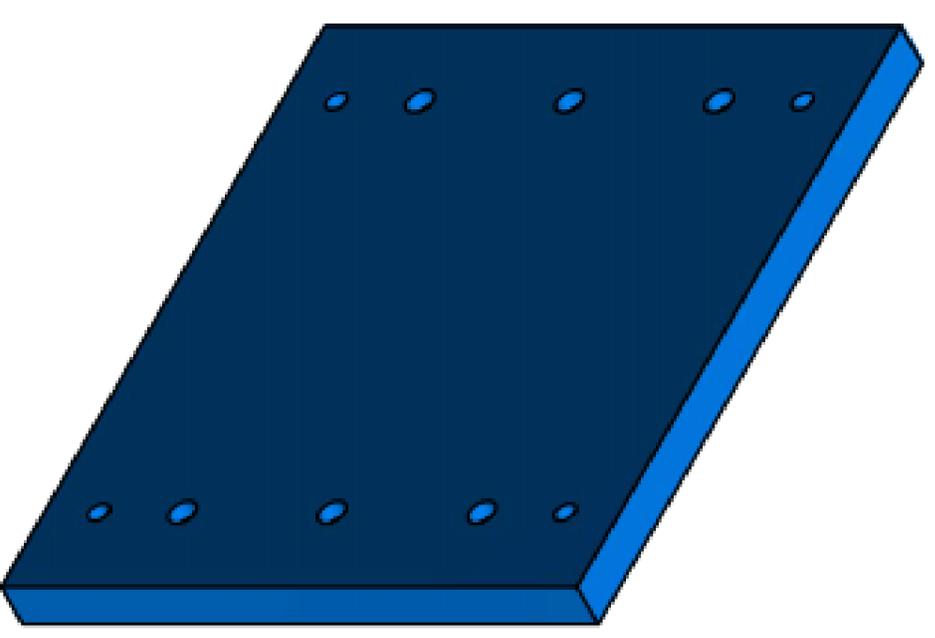
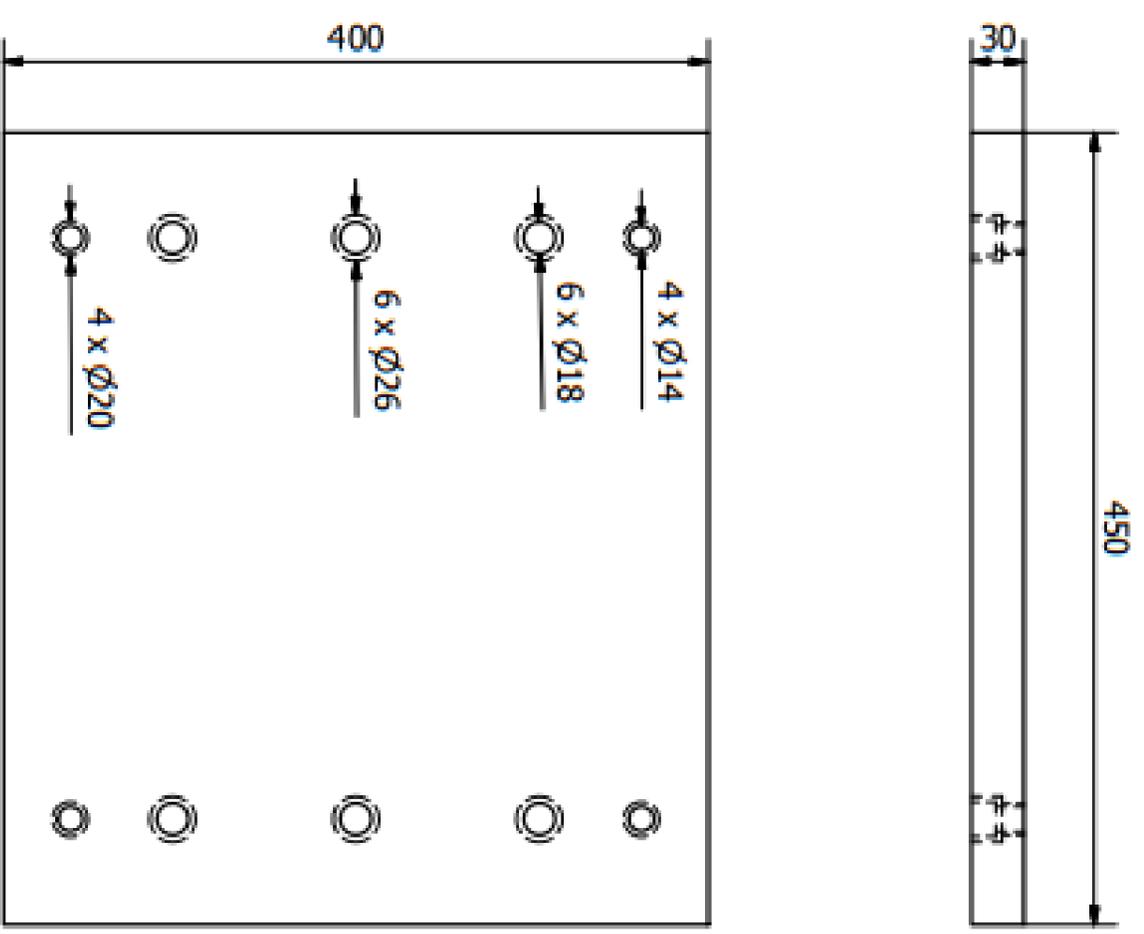
Diperiksa :
 Keterangan :

TEKNIK MESIN UII

Ejector Plate

A3



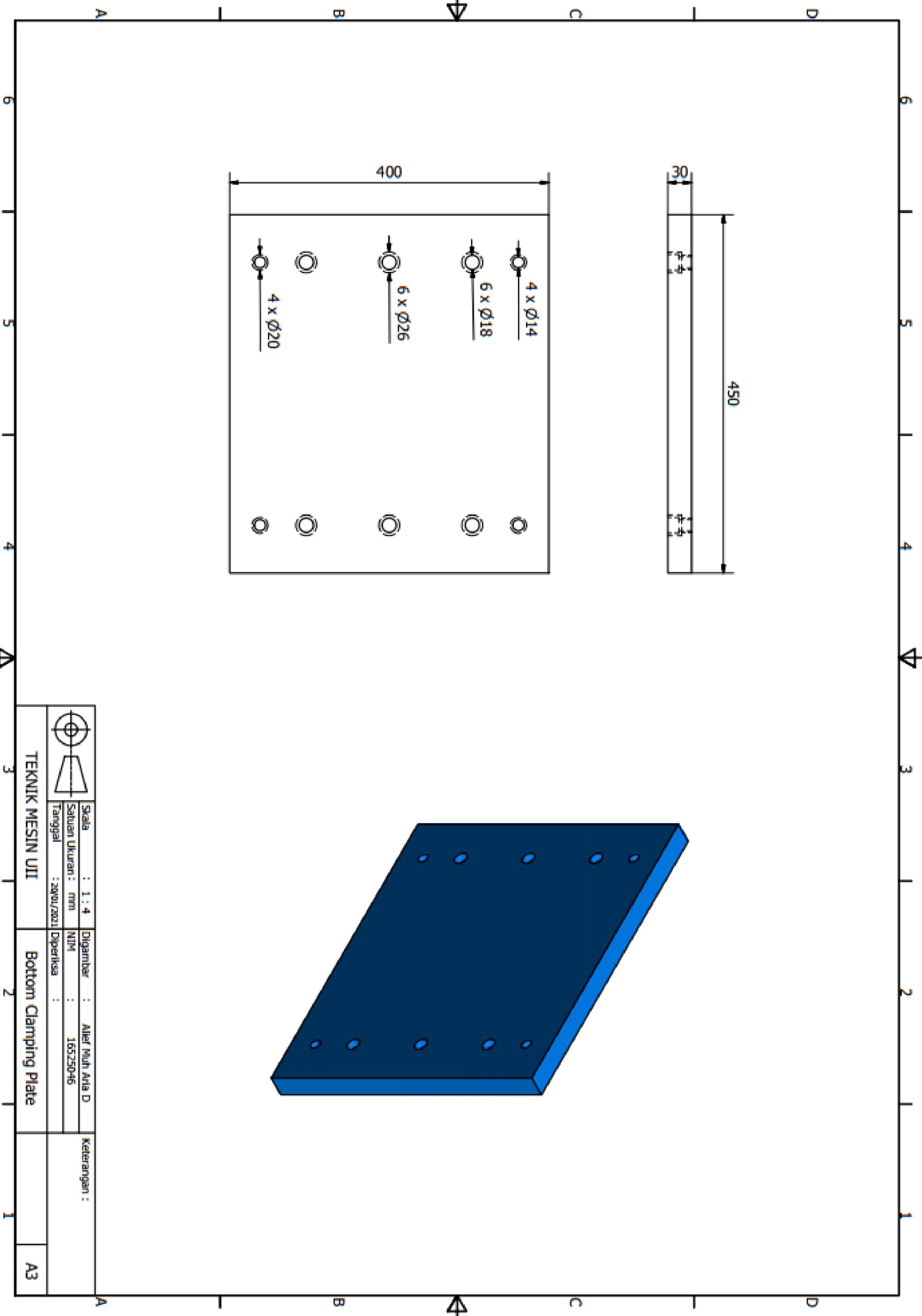


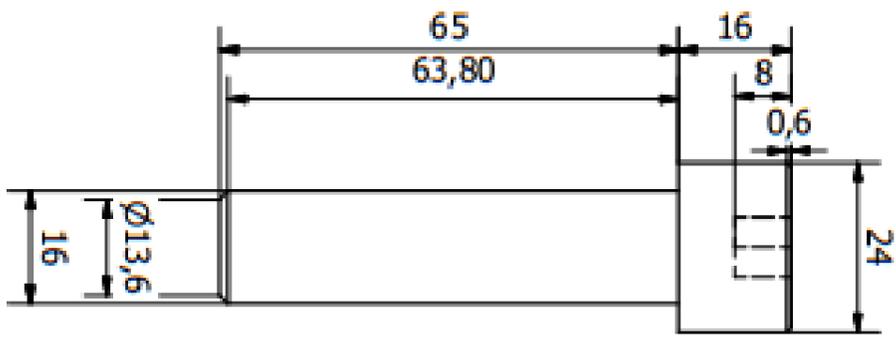
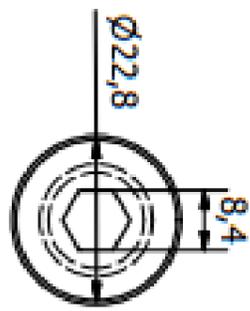
Skala	: 1 : 4	Digambar	: Alief Muli Aria D	Keterangan :
Satuan Ukuran	: mm	NIM	: 16525046	
Tanggal	: 20/01/2021	Diperiksa	:	

TEKNIK MESIN UII

Bottom Clamping Plate

A3





Skala : 1 : 1
 Satuan Ukuran : mm
 Tanggal : 20/04/2021

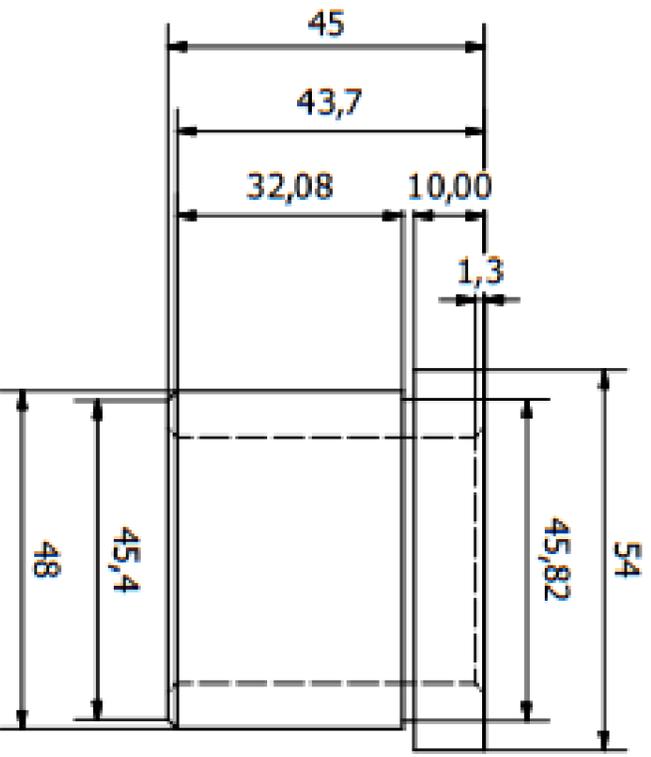
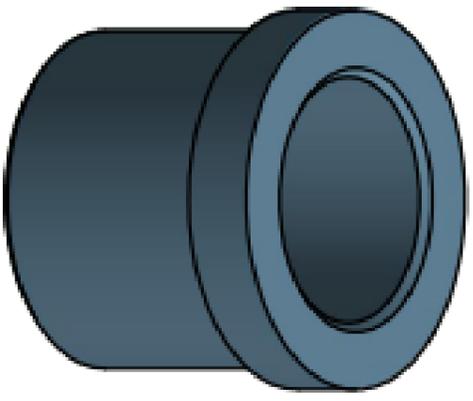
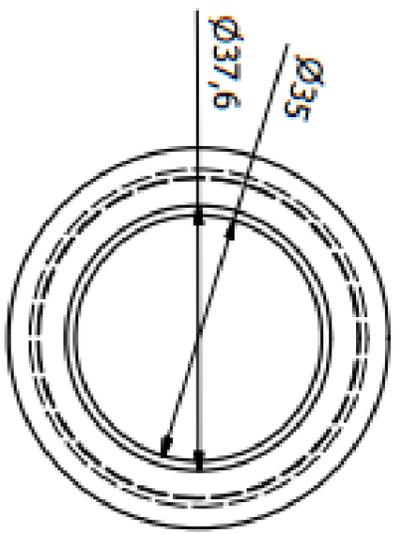
Digambar : Alief Muli Arita D
 NIM : 16525016
 Diperiksa :

Keterangan :

TEKNIK MESIN UII

Fixed Half Screw

A3

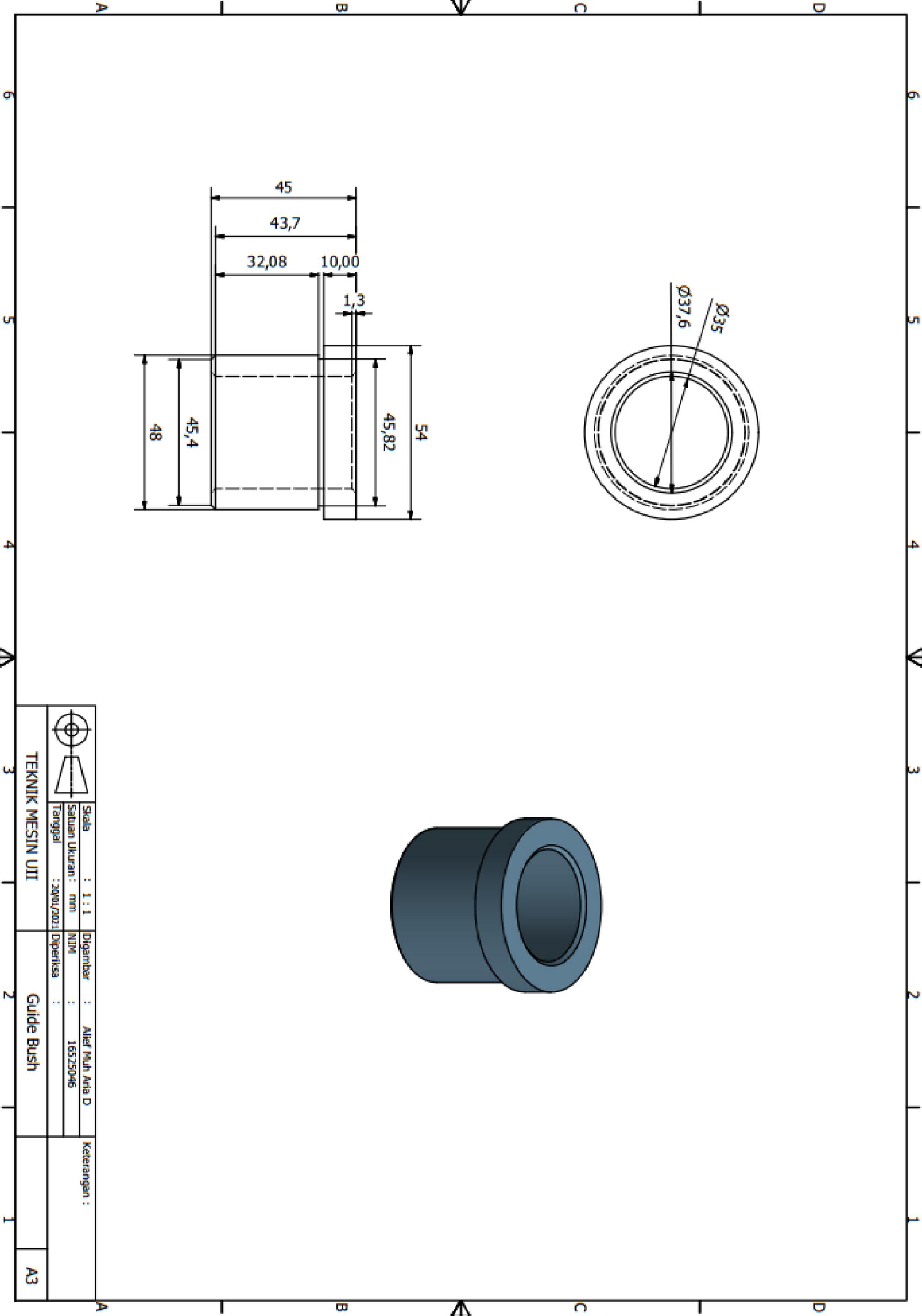


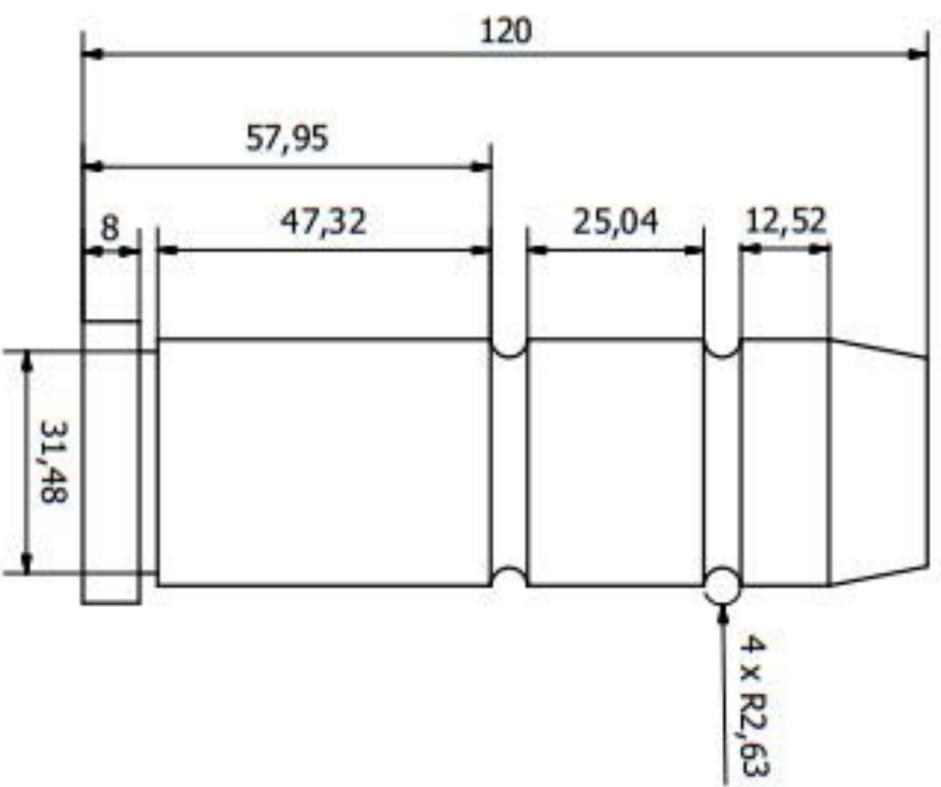
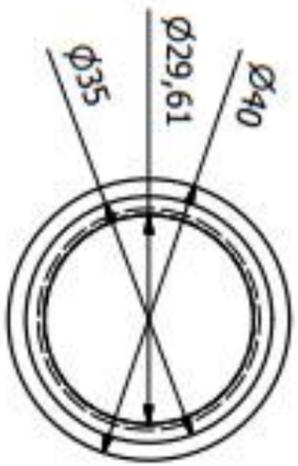
Skala	: 1 : 1	Digambar	: Alief Muli Arta D	Keterangan :
Satuan Ukuran	: mm	NIM	: 16525046	
Tanggal	: 20/04/2021	Diperiksa	:	

TEKNIK MESIN UITI

Guide Bush

A3



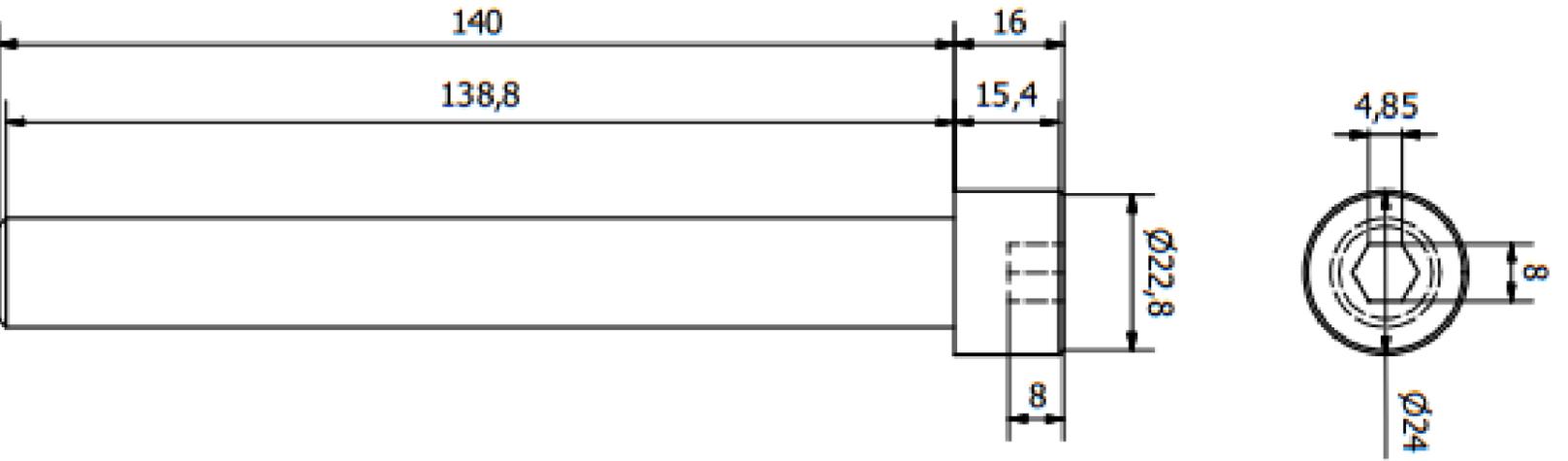


Skala	: 1 : 1	Digambar	: Alief Muli Arita D	Keterangan :
Satuan Ukuran	: mm	NIM	: 16525046	
Tanggal	: 24/01/2021	Diperiksa	:	

TEKNIK MESIN UII

Guide Pin

A3



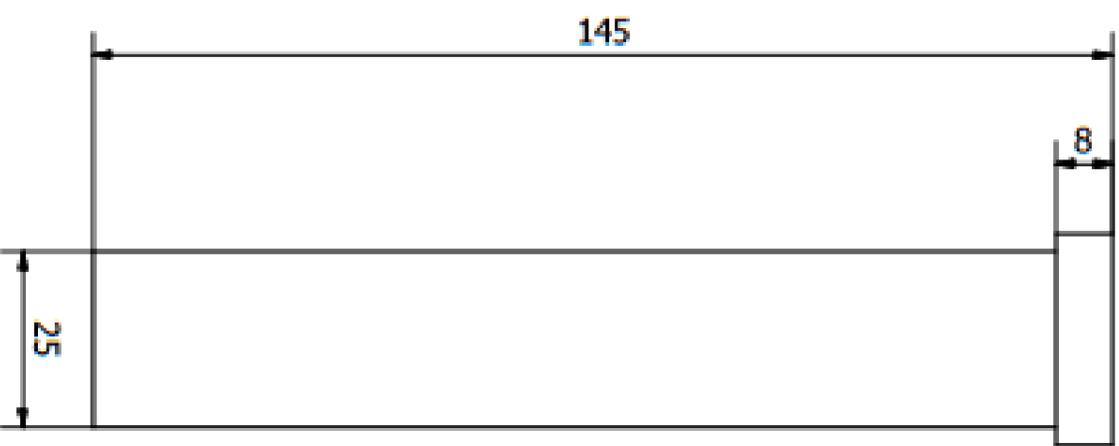
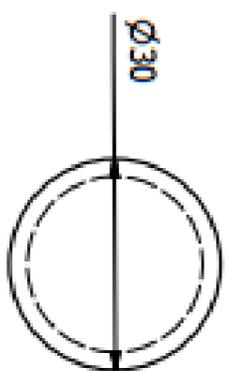
Skala	: 1 : 1	Digambar	: Alier Muli Aha D
Satuan Ukuran	: mm	NIM	: 16523046
Tanggal	: 24/04/2021	Diperiksa	:

TEKNIK MESIN UII

Moving Half Screw

Keterangan :

A3

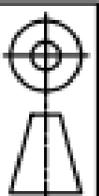
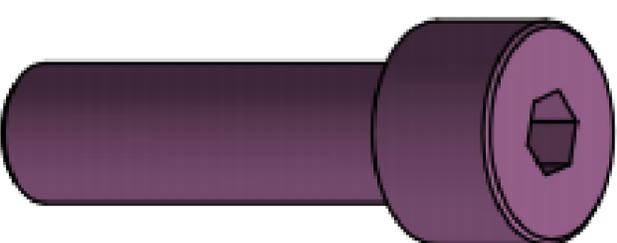
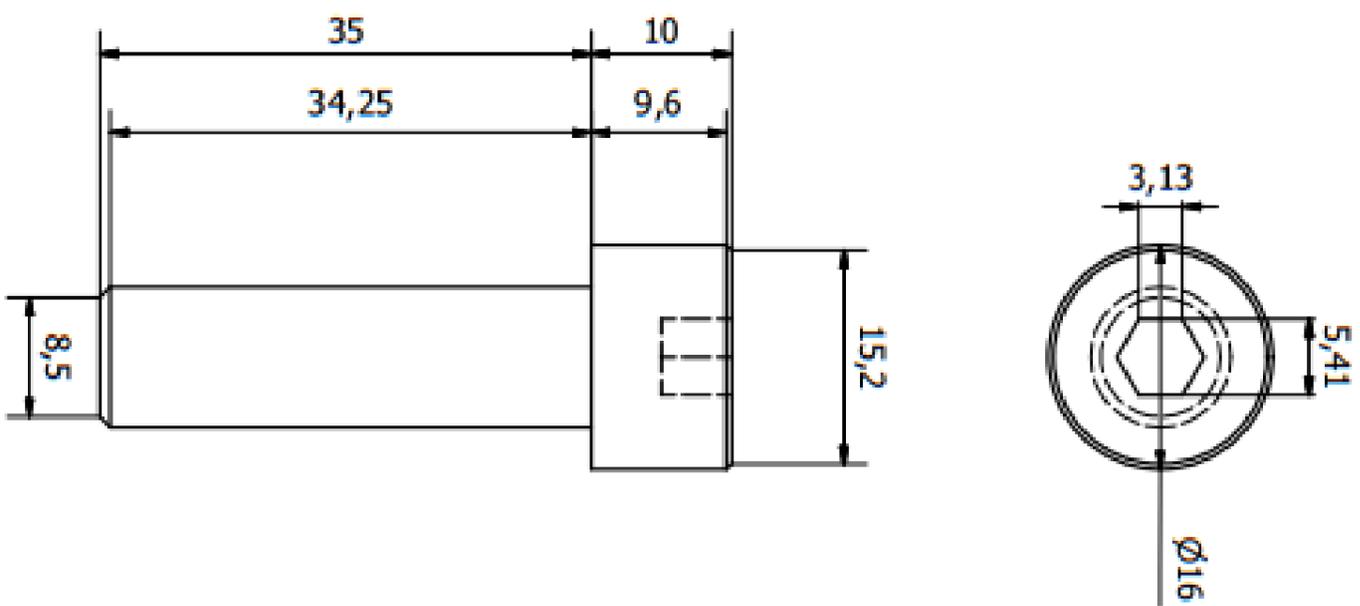


Skala	: 1 : 1	Digambar	: Alief Muh Aria D	Keterangan :
Satuan Ukuran	: mm	NIM	: 16525046	
Tanggal	: 20/01/2021	Diperiksa	:	

TEKNIK MESIN UII

Return Pin

A3



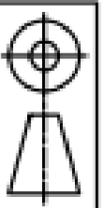
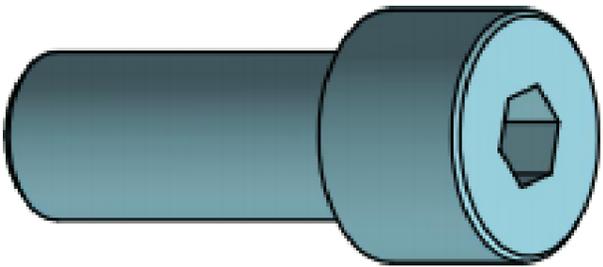
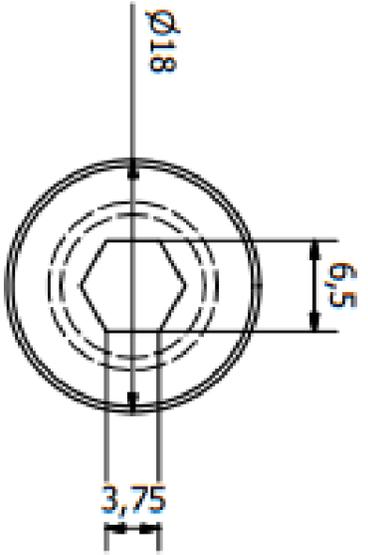
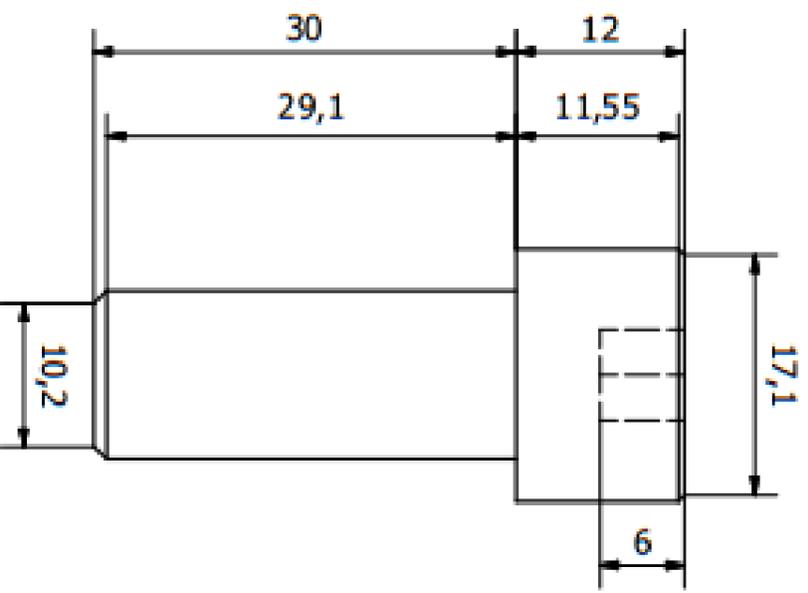
Scale	: 2 : 1	Digambar	: A1117 Muli Aha D
Satuan Ukuran	: mm	NIM	: 16525046
Tanggal	: 20/04/2021	Diperiksa	:

TEKNIK MESIN UII

Ejector Base Plate Screw

Keterangan :

A3

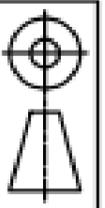
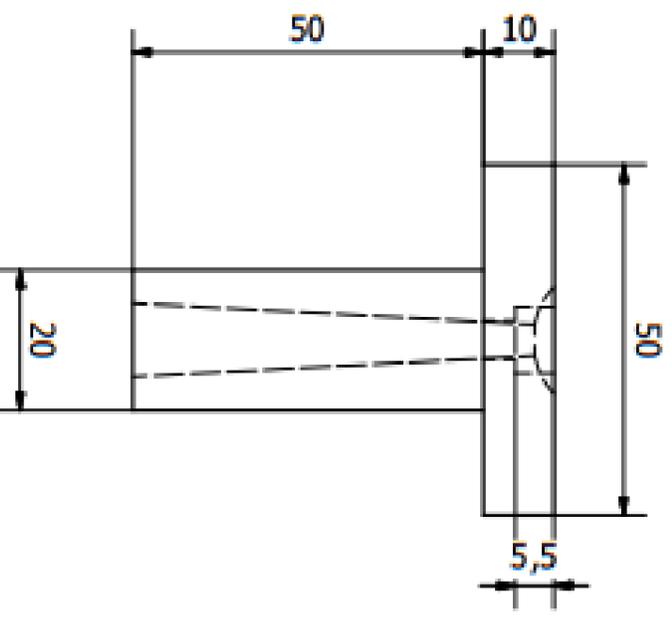
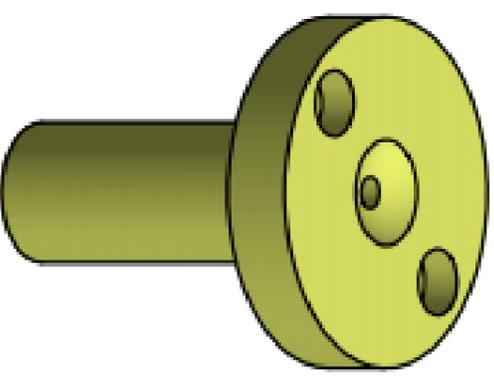
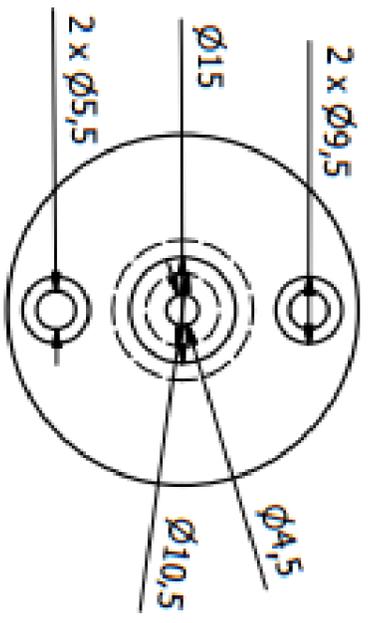


Skala	: 2 : 1	Digambar	: Alief Muli Aria D	Keterangan :
Satuan Ukuran	: mm	NIM	: 16525046	
Tanggal	: 20/01/2021	Diperiksa	:	

TEKNIK MESIN UII

Spacer Screws

A3



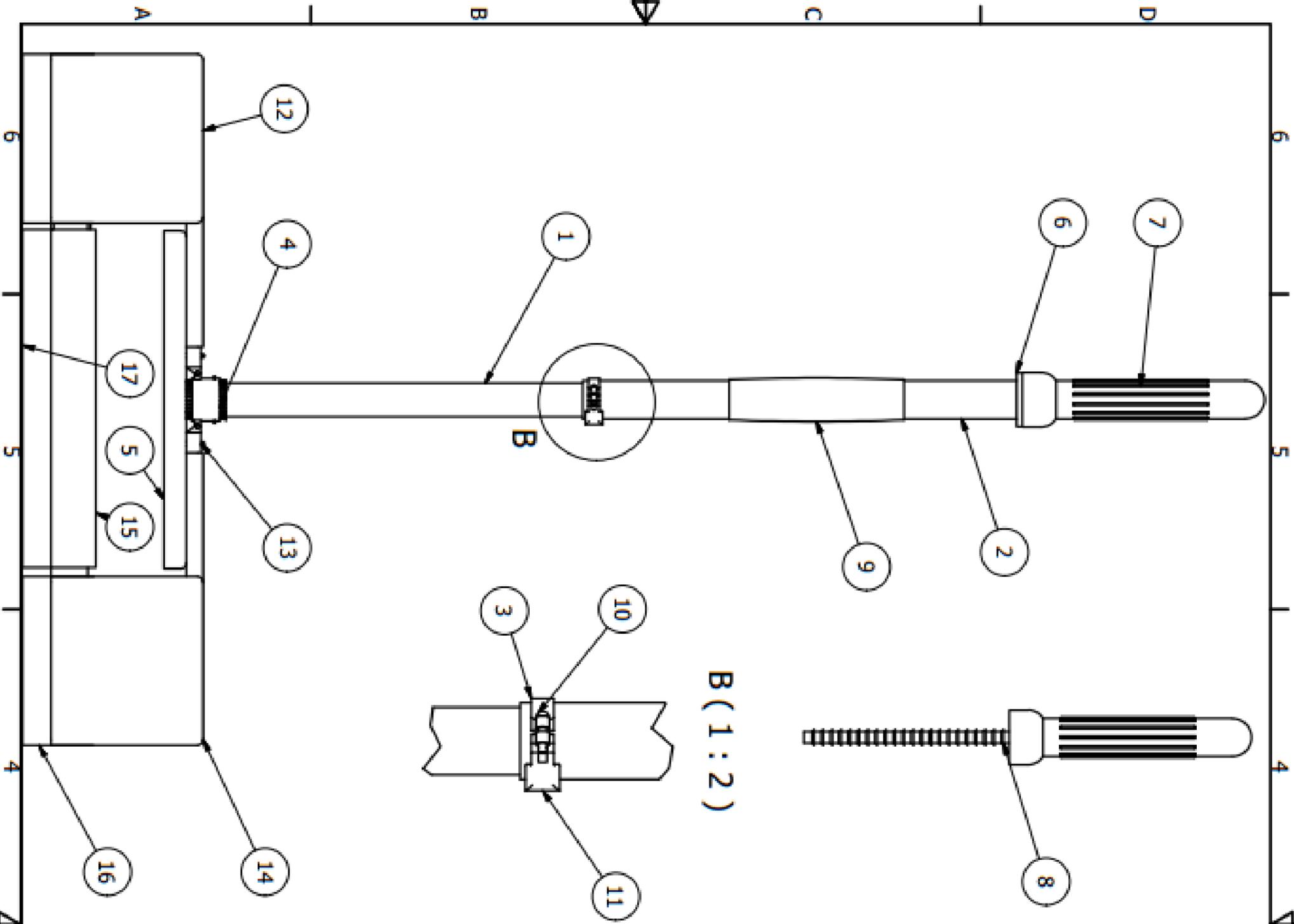
Skala	: 1 : 1	Digambar	: Alief Muh Ania D
Satuan Ukuran	: mm	NIM	: 16525046
Tanggal	: 20/01/2021	Diperiksa	:

TEKNIK MESIN UII

Sprue Bush

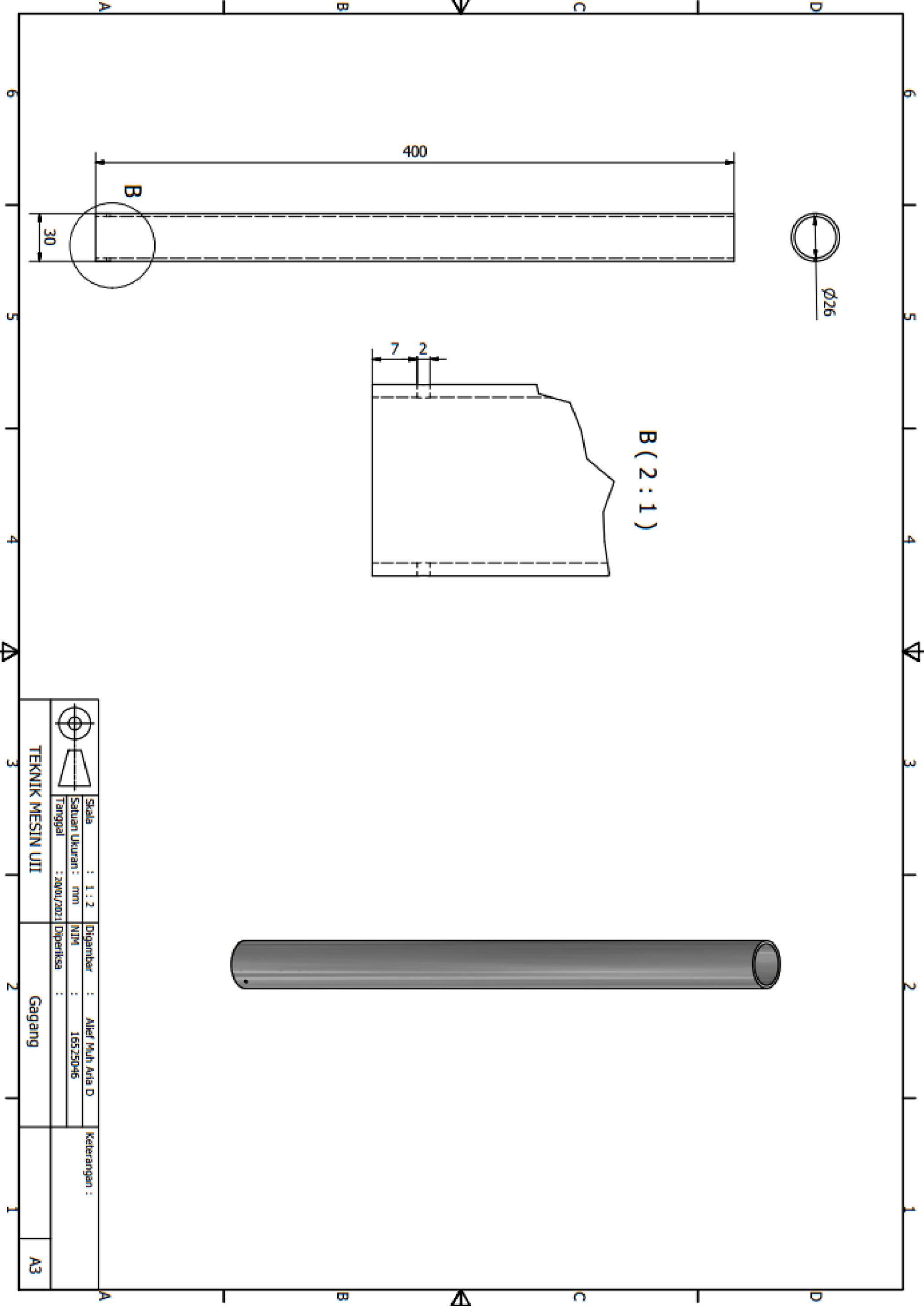
Keterangan :

A3

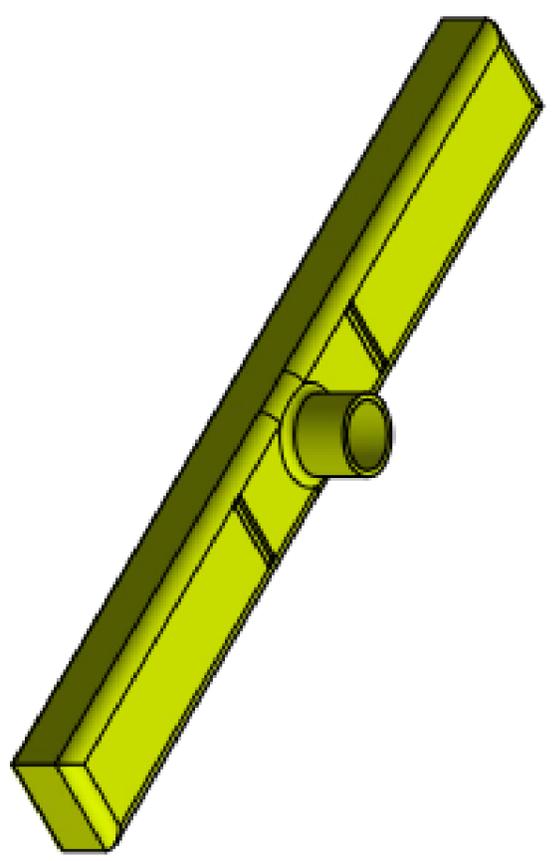
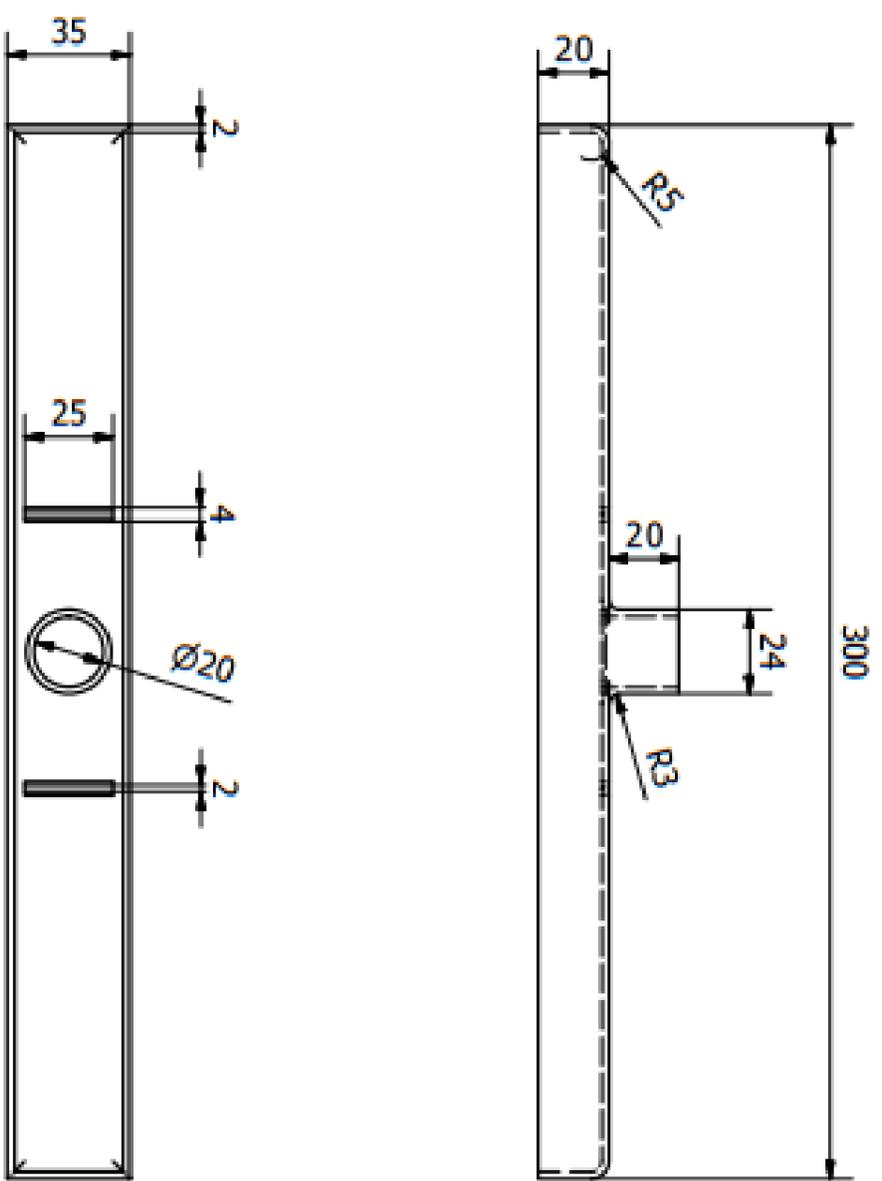


PARTS LIST

ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	1	Extender	Aluminium
2	1	Gagang	Aluminium
3	1	Lock	ABS 0% Rubber
4	1	Lock 2	ABS 0% Rubber
5	1	Badan Sapu	ABS 0% Rubber
6	1	Base Kemoceng	ABS 0% Rubber
7	1	Gagang Kemoceng	ABS 0% Rubber
8	1	Body Kemoceng	Kayu
9	1	Pegangan	Rubber
10	1	Pin	Aluminium
11	1	Handle	ABS 0% Rubber
12	1	Badan Pel	ABS 0% Rubber
13	2	Engsel	ABS 0% Rubber
14	1	Badan Pel 2	ABS 0% Rubber
15	1	Badan Pel Tengah	ABS 0% Rubber
16	2	Busa Pel	Sponge
17	1	Busa Pel 2	Sponge



	Skala	: 1 : 2	Digambar	: Alief Muh Arha D	Keterangan :
	Satuan Ukuran	: mm	NIM	: 16525046	
TEKNIK MESIN UII		Tanggal	: 20/09/2021	Diperiksa	:
			Gagang		
					A3



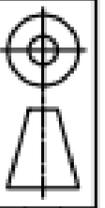
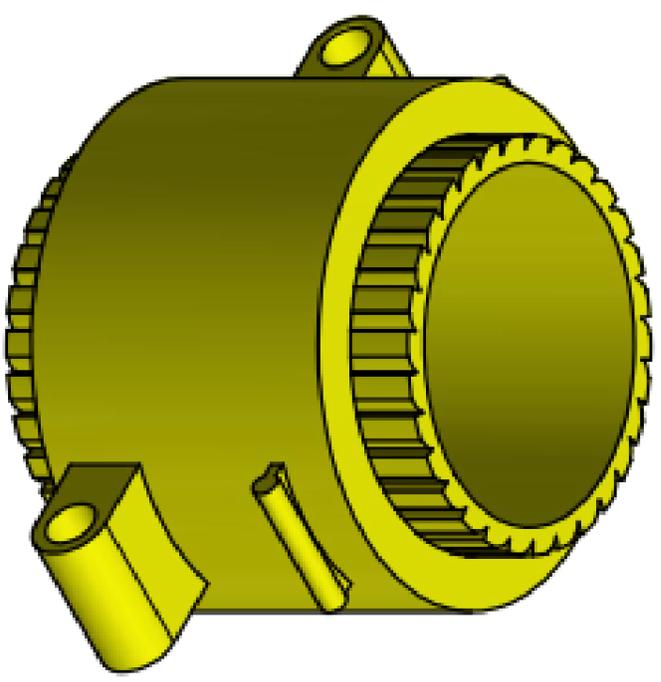
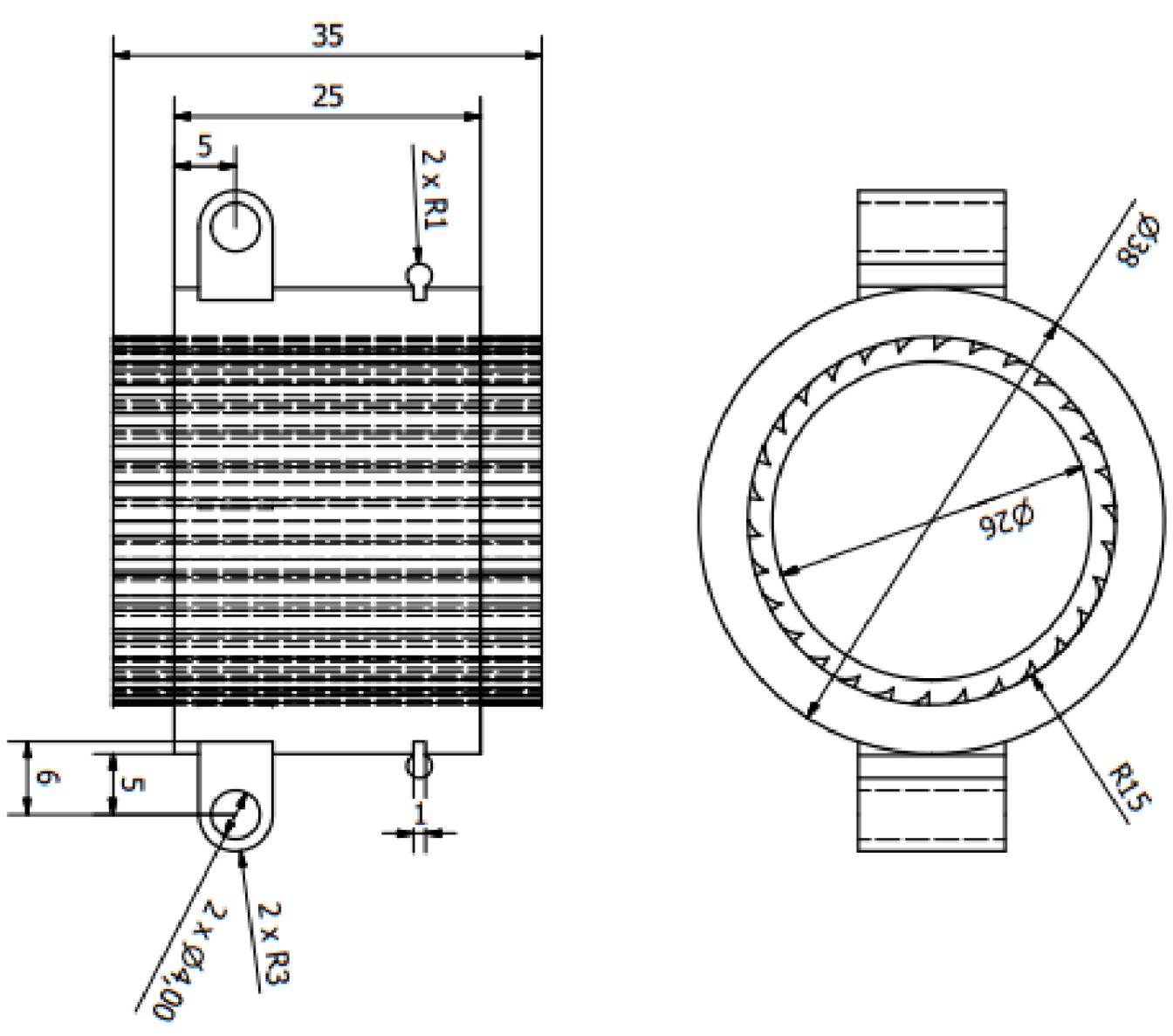
Skala	: 1 : 2	Digambar	: Alief Muhi Ania D
Satuan Ukuran	: mm	NIM	: 16525046
Tanggal	: 20/09/2021	Diperiksa	:

TEKNIK MESIN UJI

Badan Sapu

Keterangan :

A3



Skala : 2 : 1
 Satuan Ukuran : mm
 Tanggal : 20/01/2021

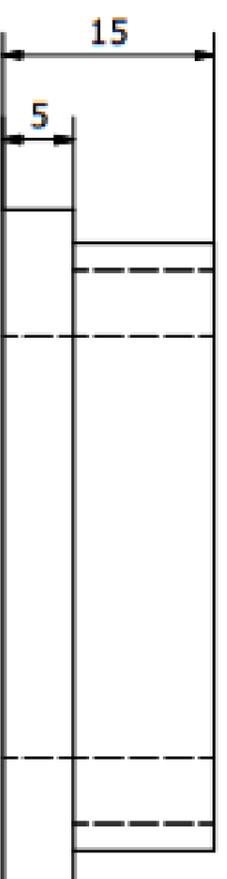
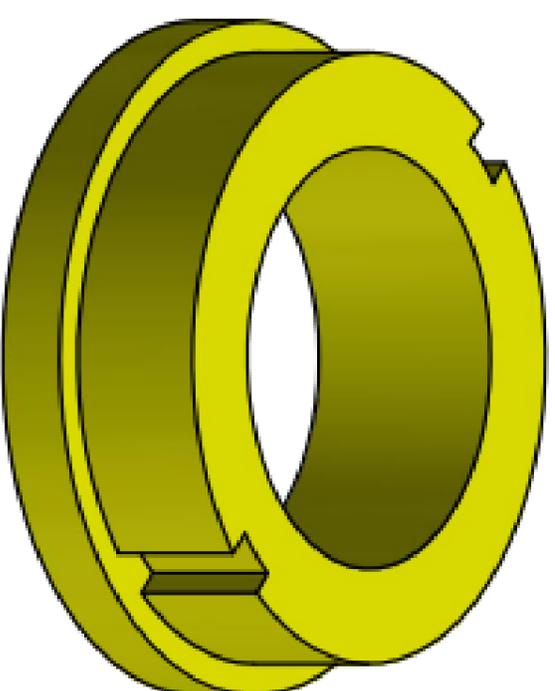
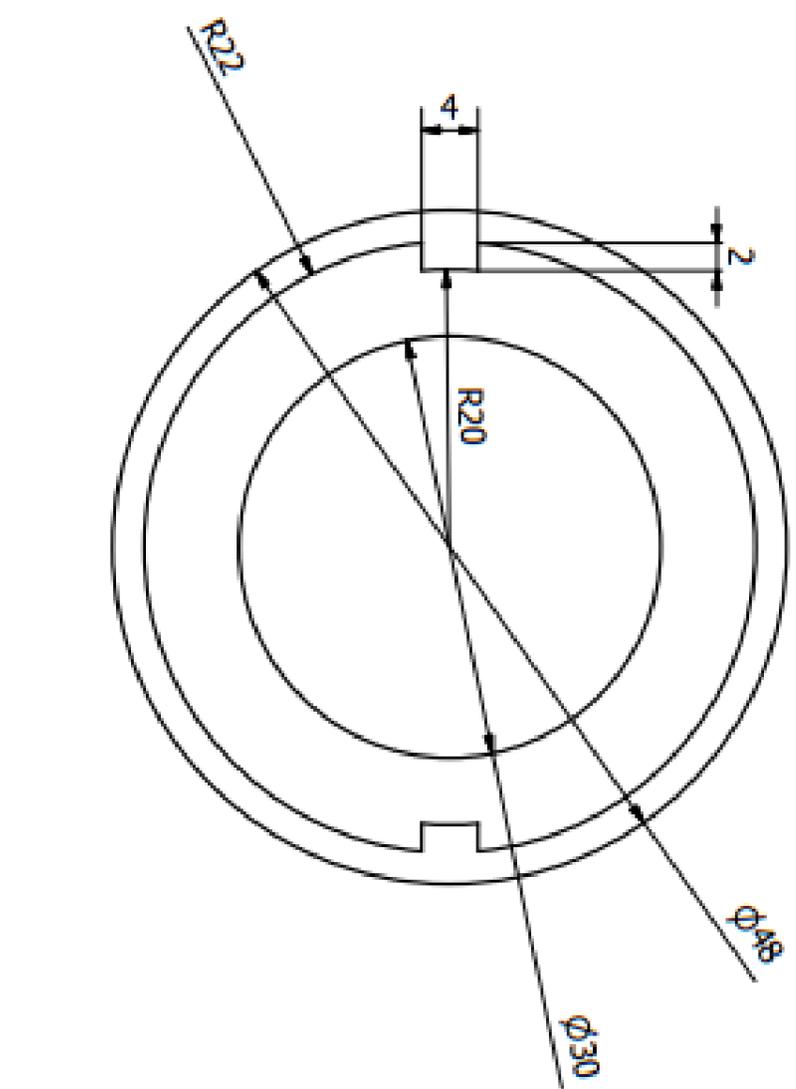
Disambar : Alief Muhi Anis D
 NIM : 165250416

TEKNIK MESIN UII

Lock 2

Keterangan :

A3



Skala : 2 : 1
 Satuan Ukuran : mm
 Tanggal : 20/01/2021

Digambar : Alief Muli Aulia D
 NIM : 16525046

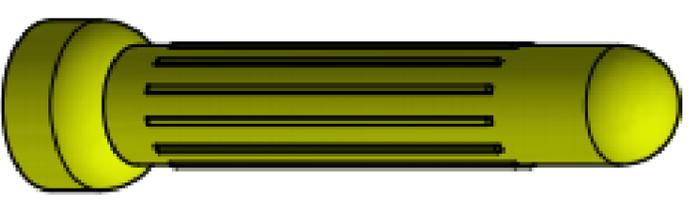
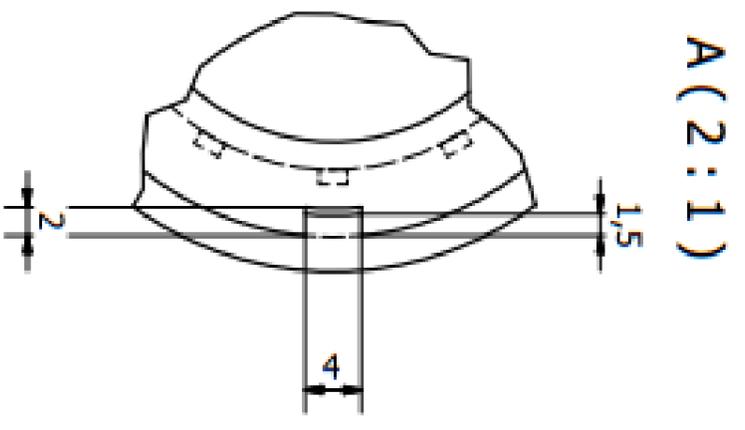
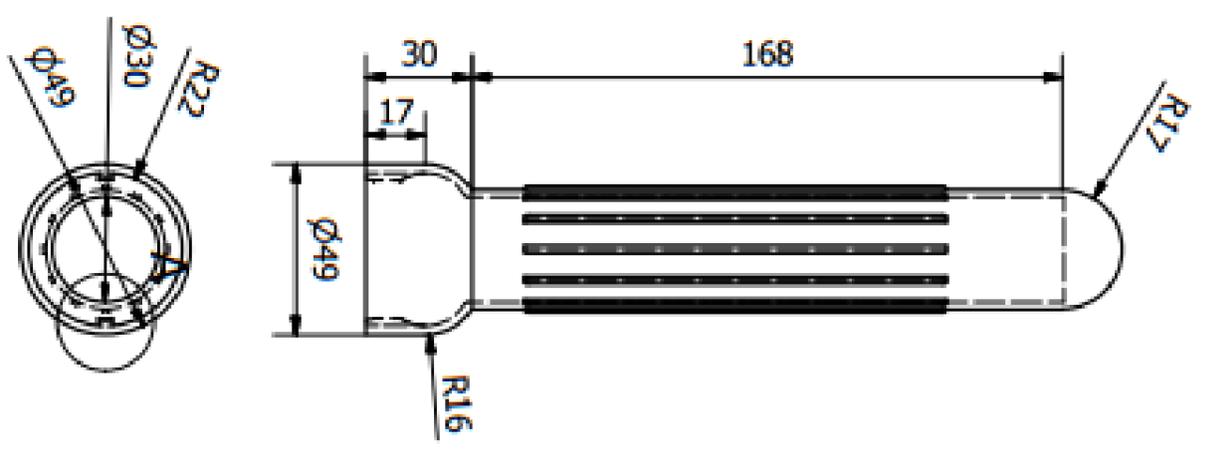
Diperiksa :

Keterangan :

TEKNIK MESIN UJI

Base Kemoceng

A3



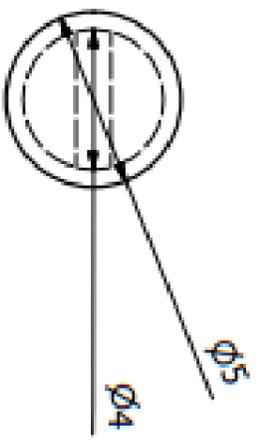
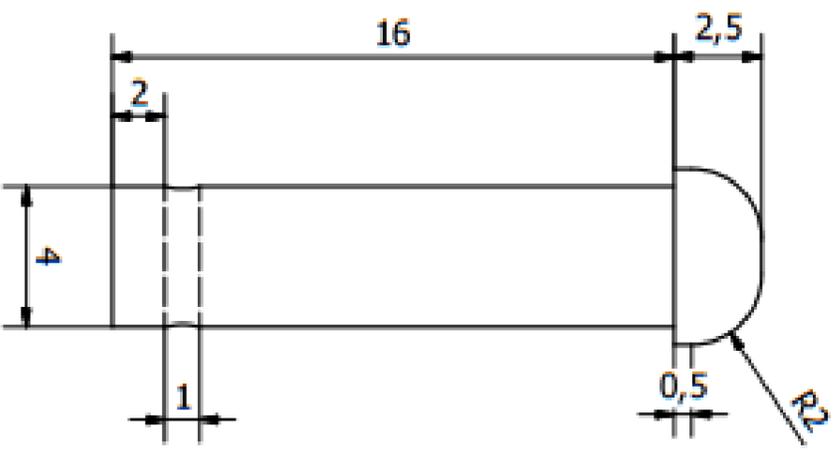
Skala	: 1 : 2	Digambar	: Alief Muh Aria D
Satuan Ukuran	: mm	NIM	: 16525046
Tanggal	: 20/01/2021	Diperiksa	:

TEKNIK MESIN UJI

Gagang Kermoceng

Keterangan :

A3



Skala : 5 : 1
 Satuan Ukuran : mm
 Tanggal : 24/04/2021

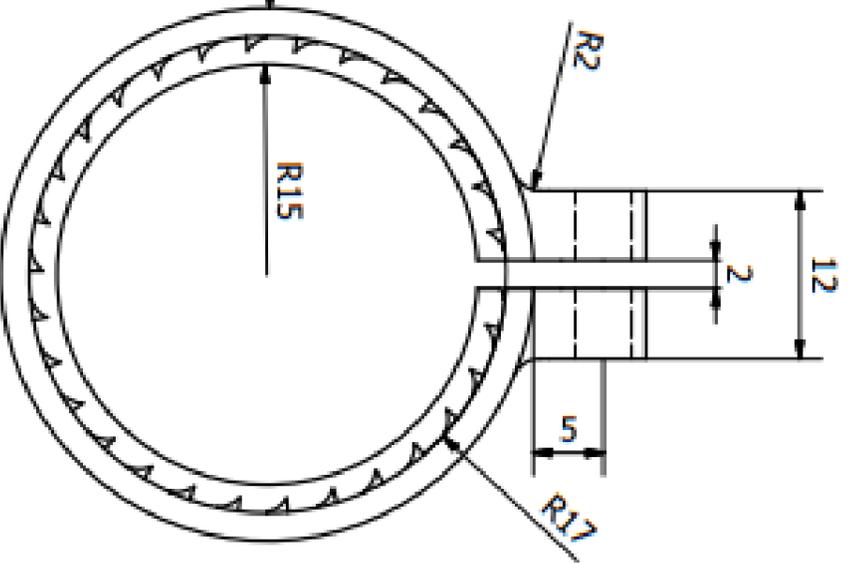
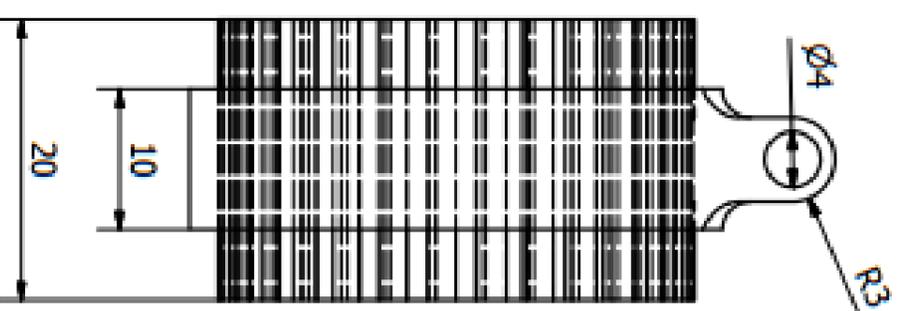
Disambar : Alief Muh Aria D
 NIM : 16525046
 Diperiksa :

Keterangan :

TEKNIK MESIN UII

Pin

A3



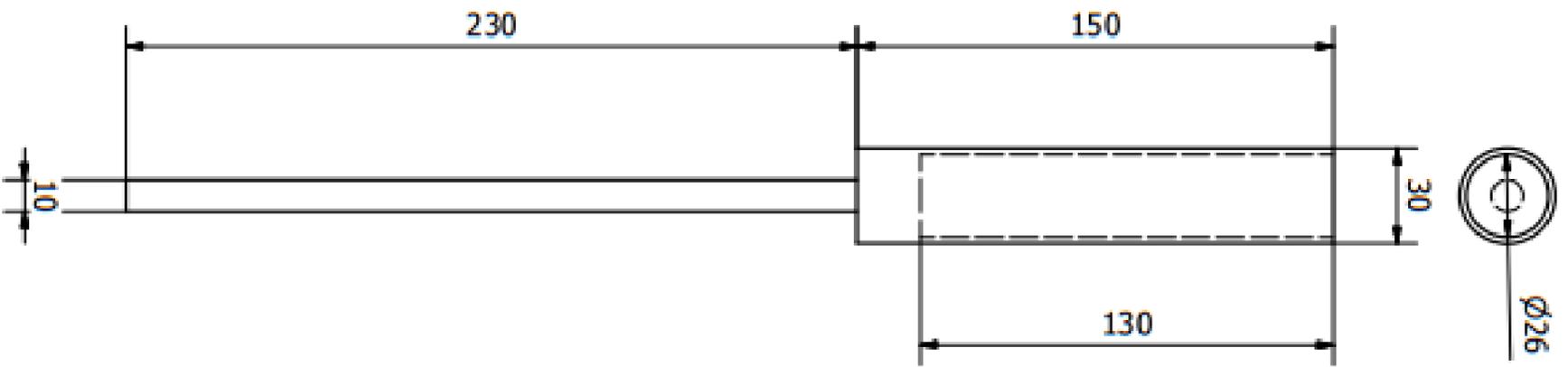
Skala	: 2 : 1	Digambar	: Alief Muli Ana D
Satuan Ukuran	: mm	NIM	: 16525046
Tanggal	: 24/04/2021	Diperiksa	:

Keterangan :

TEKNIK MESIN UII

Lock

A3



Skala : 1 : 2
Satuan Ukuran : mm
Tanggal : 20/04/2021

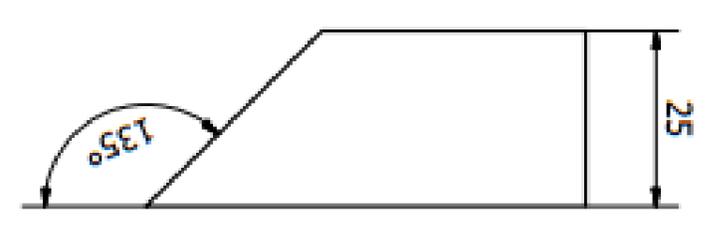
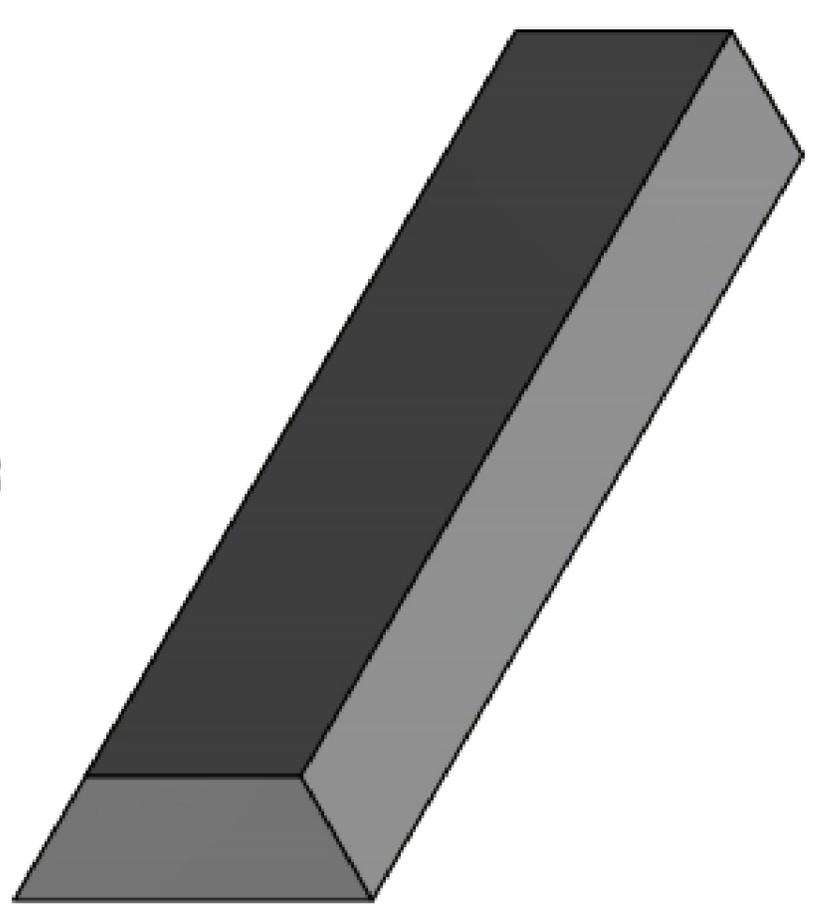
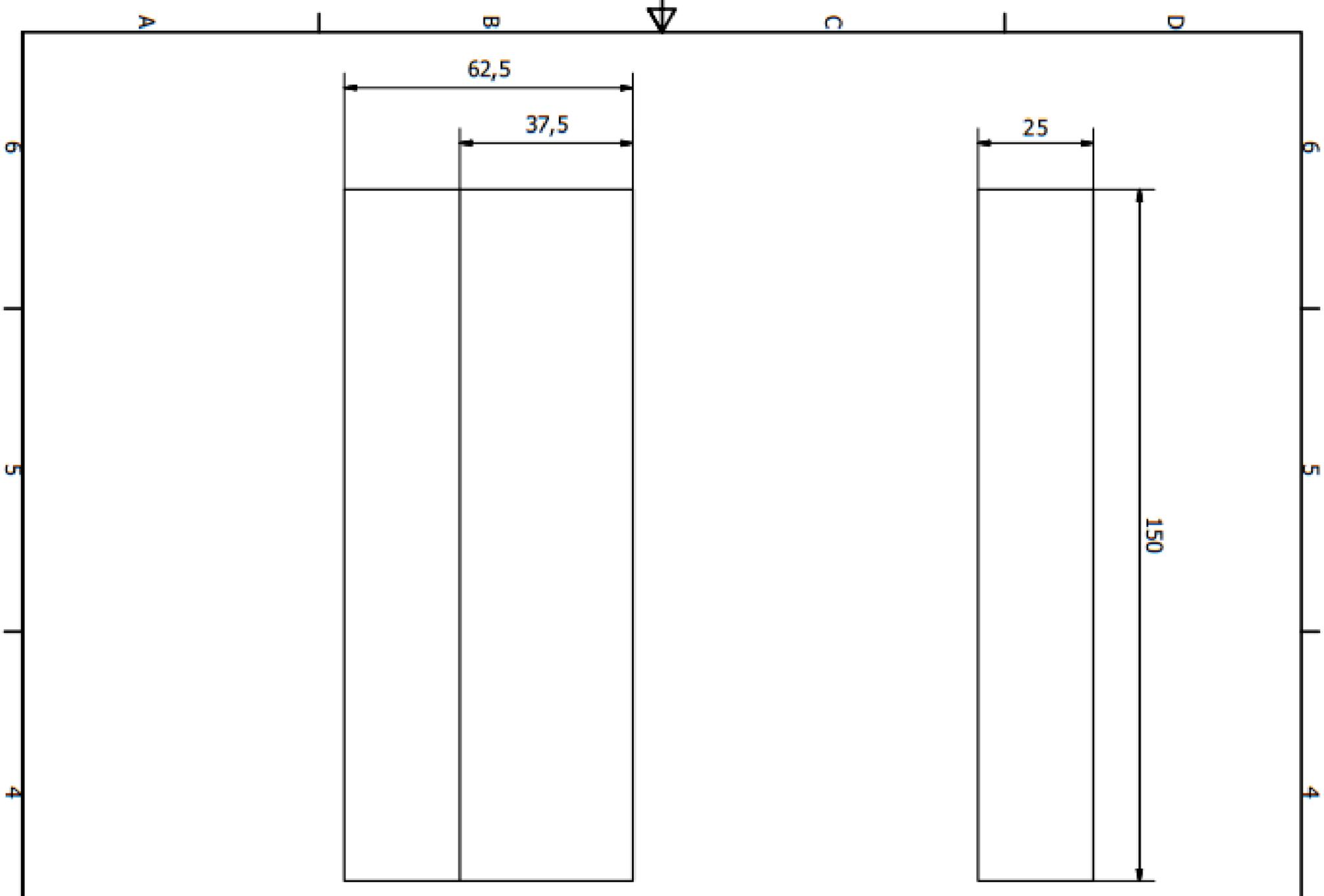
Digambar : Alief Muthi Aria D
NIM : 165250046
Diperiksa :

Keterangan :

TEKNIK MESIN UII

Body Kemoceng

A3



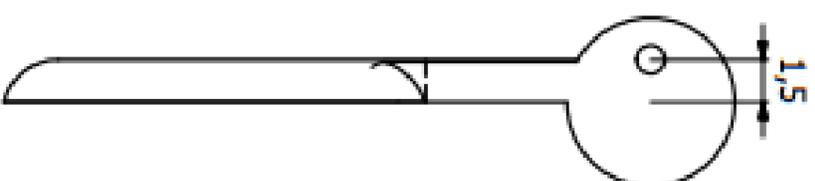
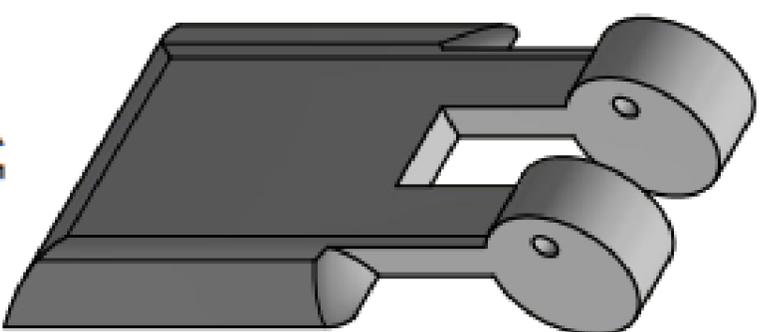
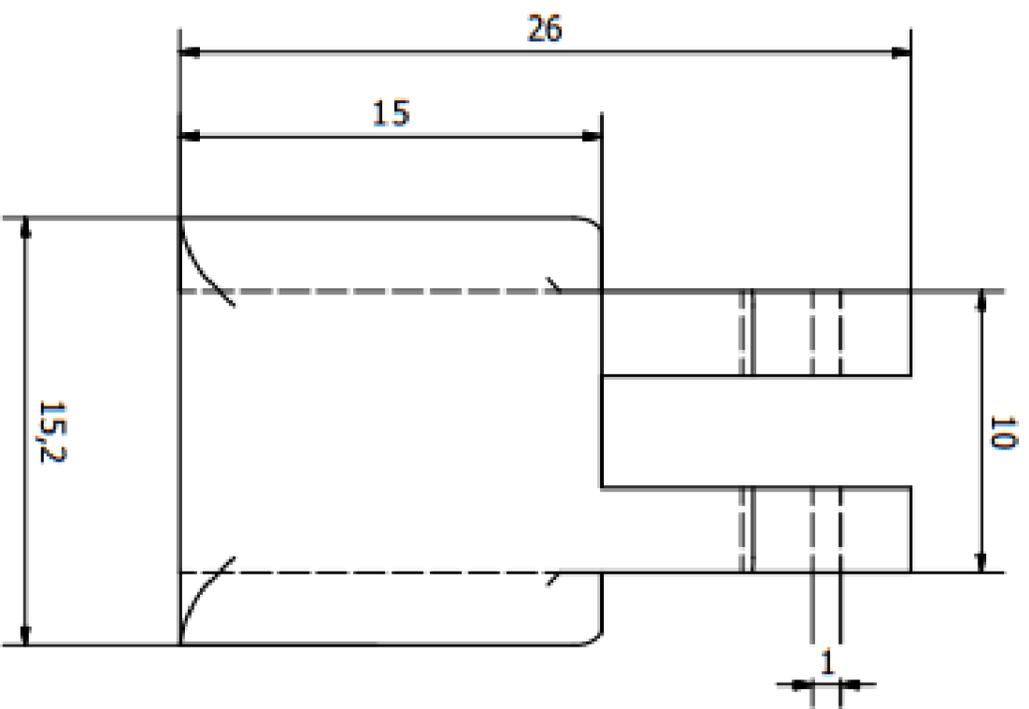
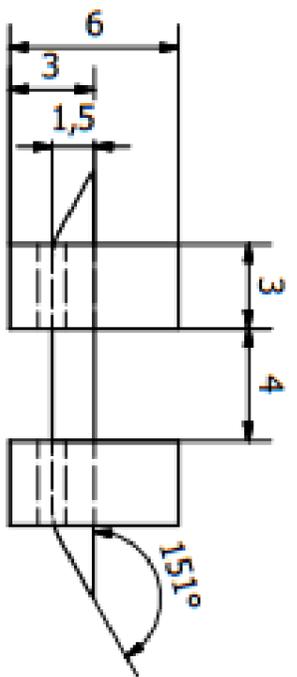
Skala	: 1 : 1	Digambar	: Alief Mulh Aria D
Satuan Ukuran	: mm	NIM	: 16525046
Tanggal	: 20/09/2021	Diperiksa	:

TEKNIK MESIN UII

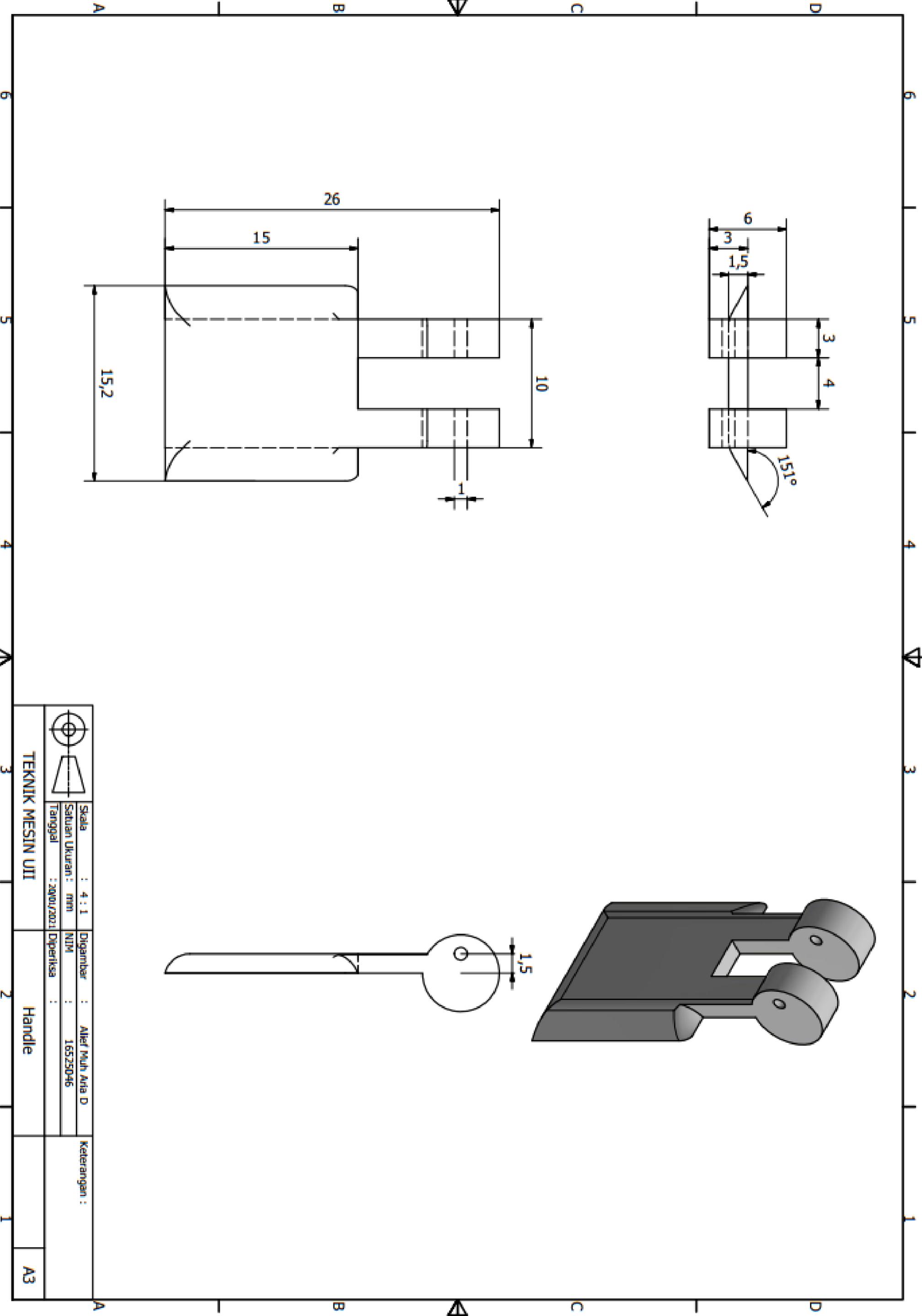
Busa Pel

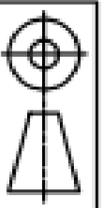
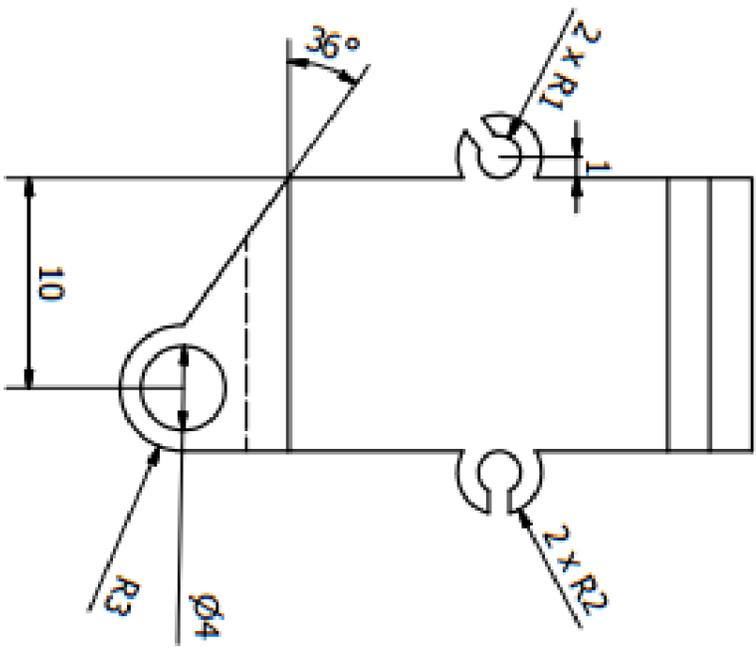
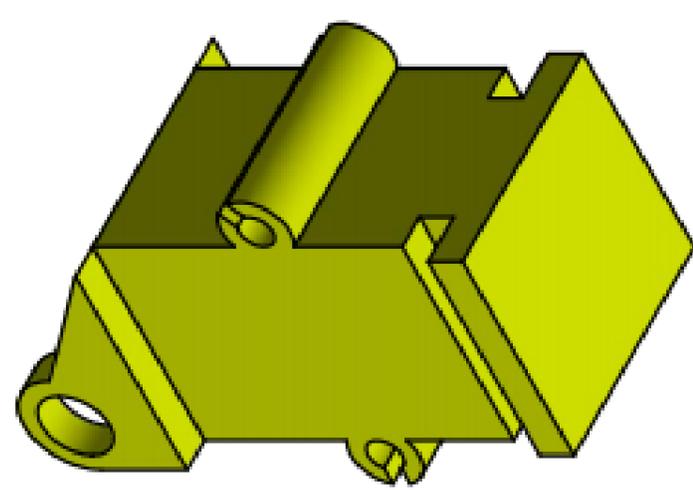
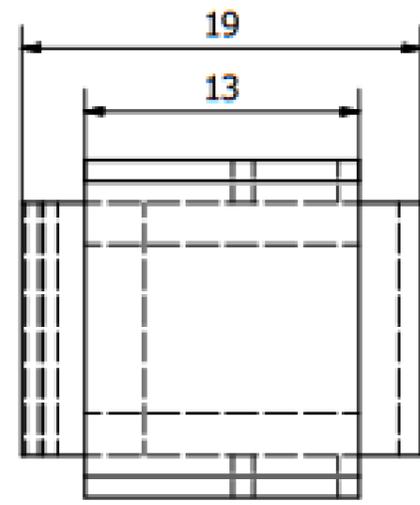
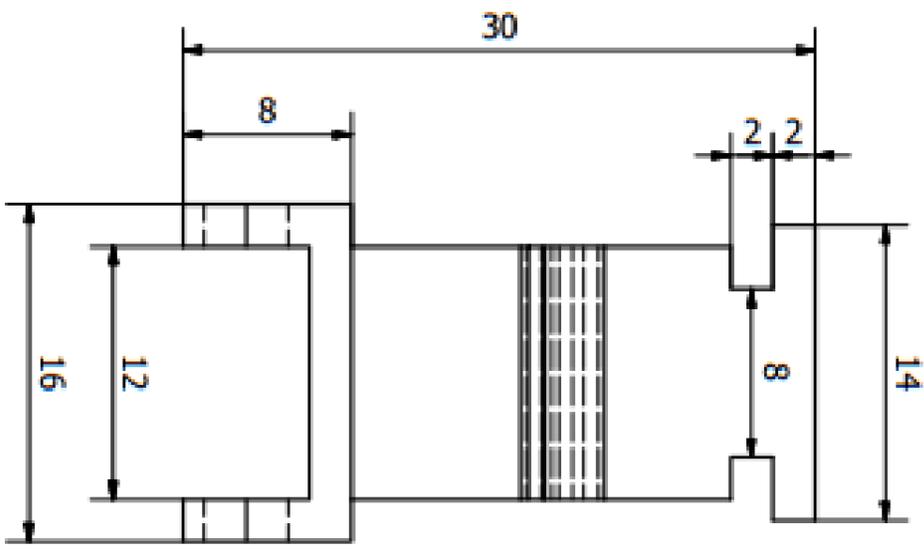
Keterangan :

A3



		Skala : 4 : 1 Satuan Ukuran : mm Tanggal : 20/01/2021	Disambar : NIM : 165250046 Diperiksa :	Dibambar : Aliel Muh Ania D	Keterangan :
TEKNIK MESIN UII		Handle			
					A3





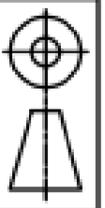
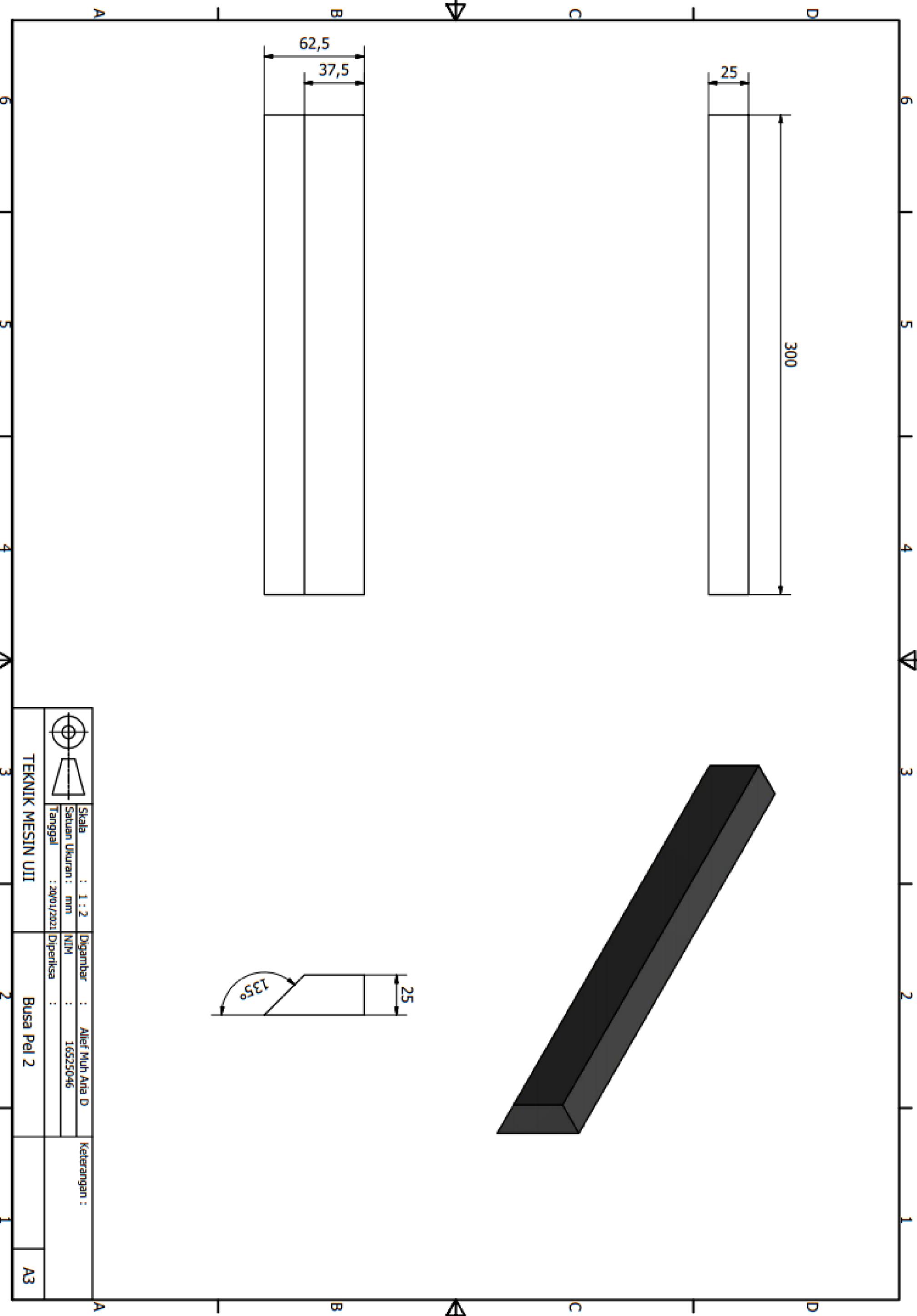
Skala	: 3 : 1	Digambar	: Alief Muli Aria D
Satuan Ukuran	: mm	NIM	: 16525046
Tanggal	: 24/04/2021	Diperiksa	:

TEKNIK MESIN UII

Engsel

Keterangan :

A3



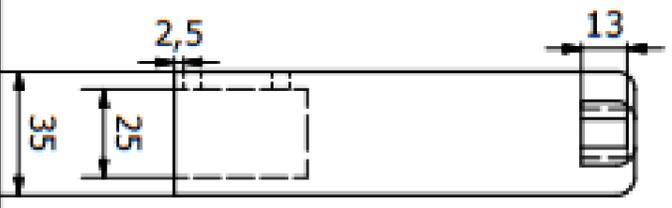
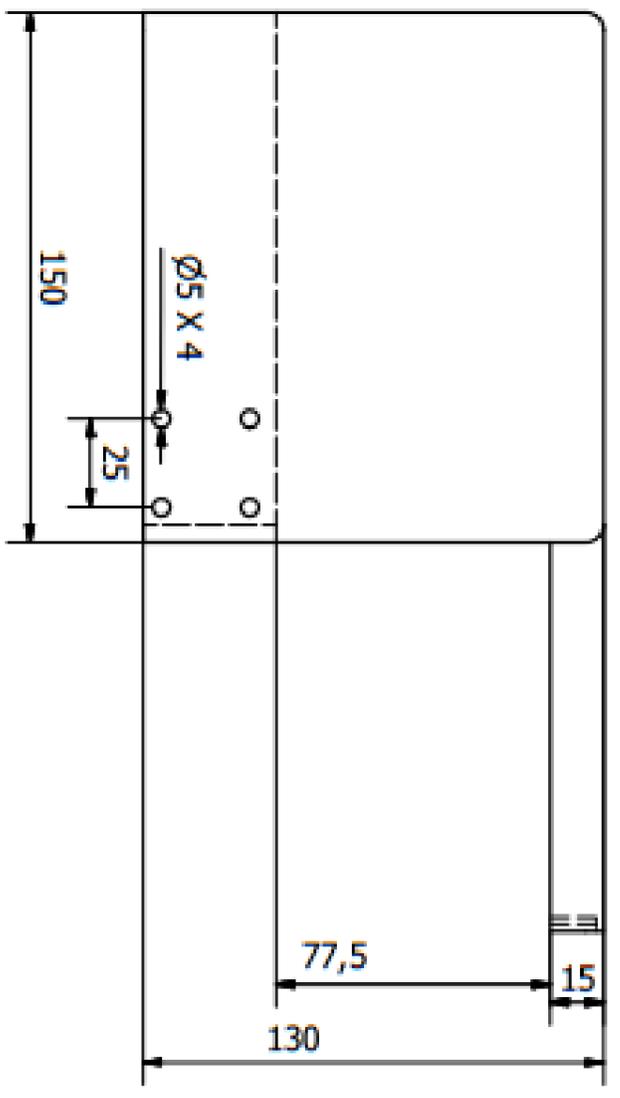
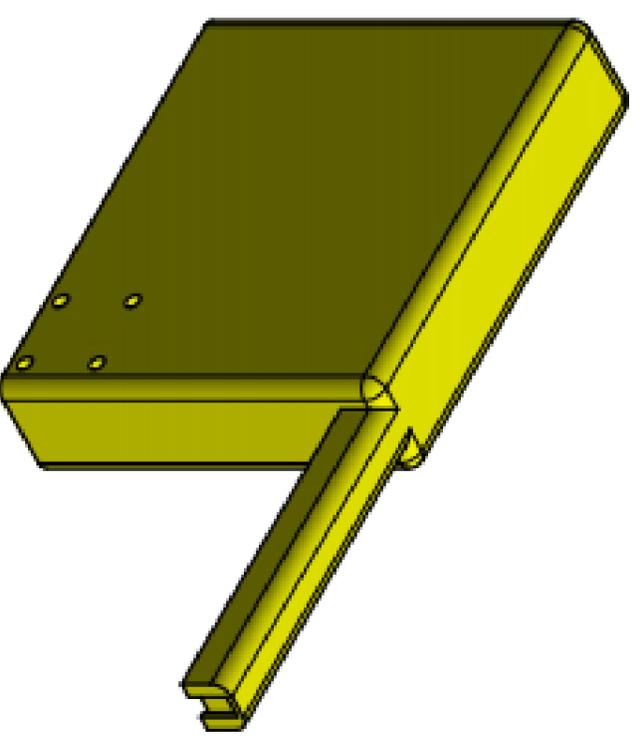
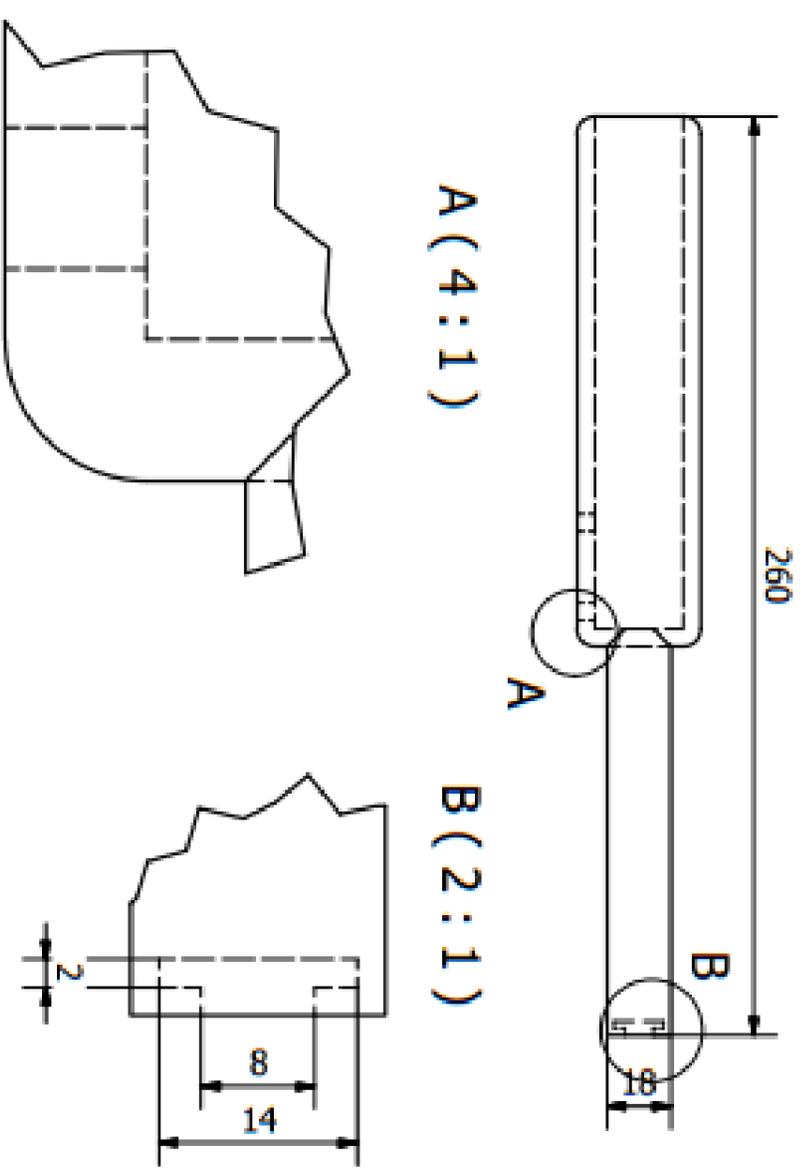
Skala	: 1 : 2	Digambar	: Alief Muh Aria D
Satuan Ukuran	: mm	NIM	: 16525046
Tanggal	: 20/01/2021	Diperiksa	:

TEKNIK MESIN UII

Busa Pel 2

Keterangan :

A3



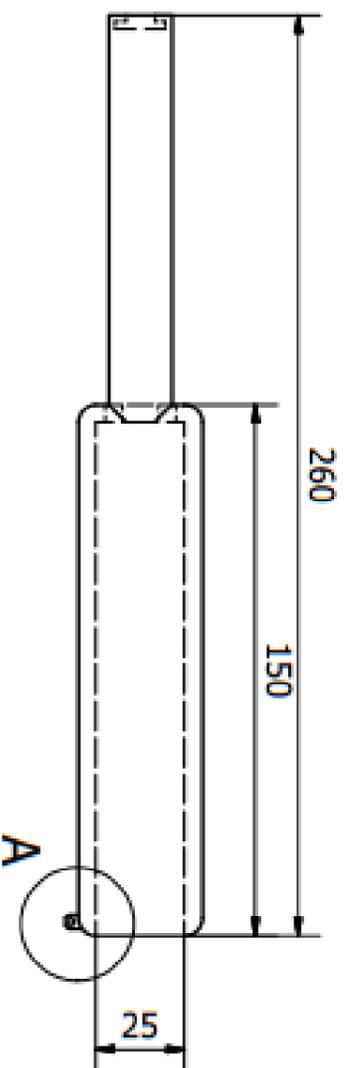
Skala	: 1 : 2	Digambar	: Aliel Muli Aria D
Satuan Ukuran	: mm	NIM	: 16525046
Tanggal	: 20/09/2021	Diperiksa	:

Keterangan :

TEKNIK MESIN UII

Badan Scrappier 2

A3

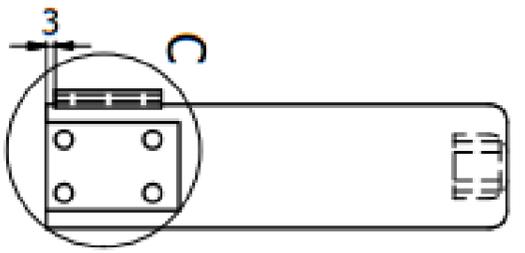
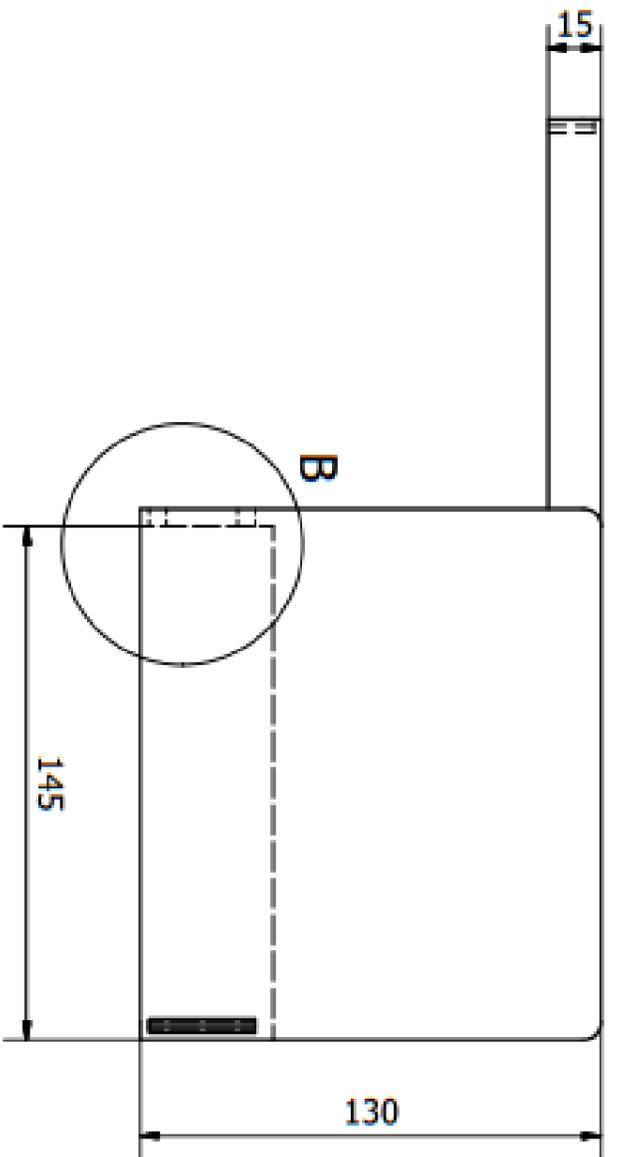
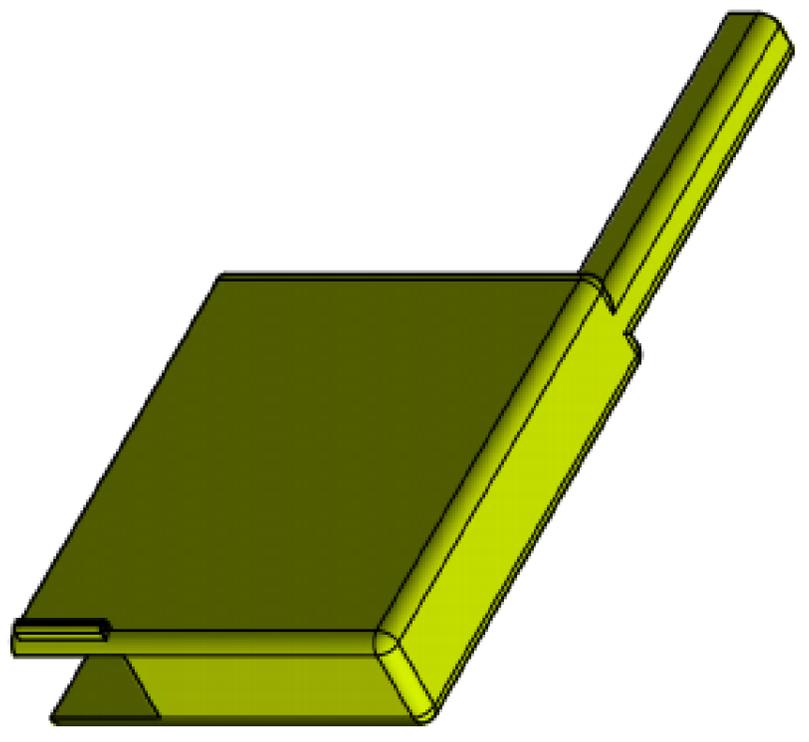
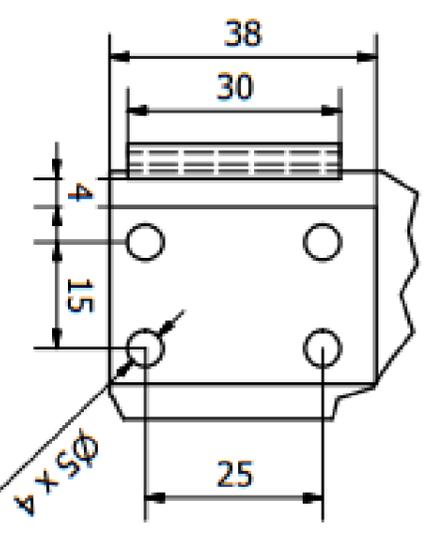
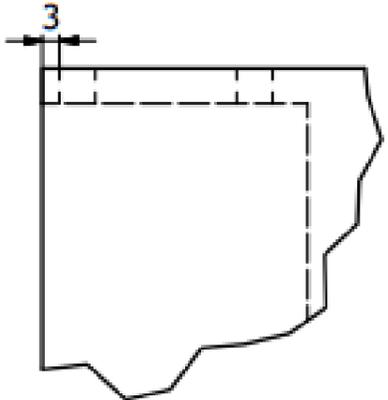
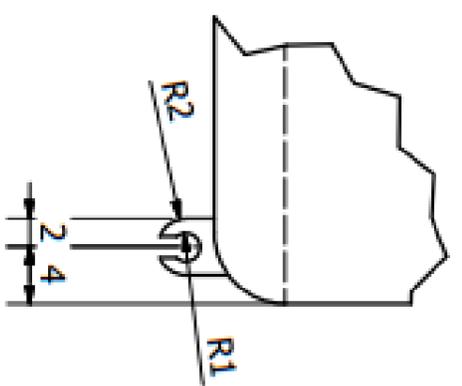


A

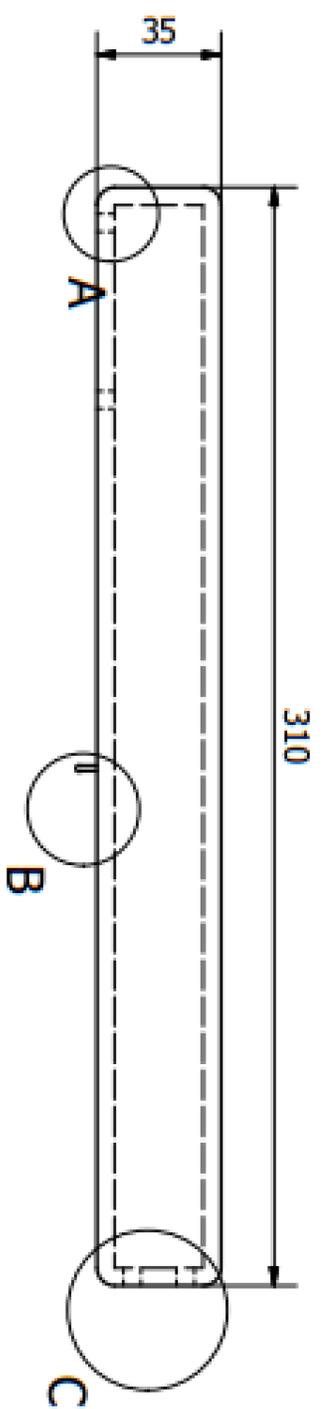
A(2:1)

B(1:1)

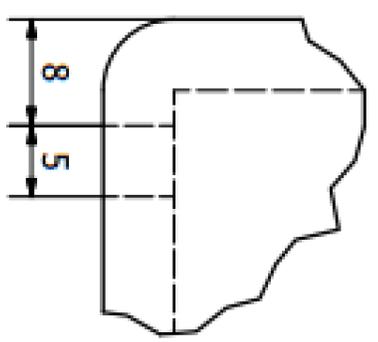
C(1:1)



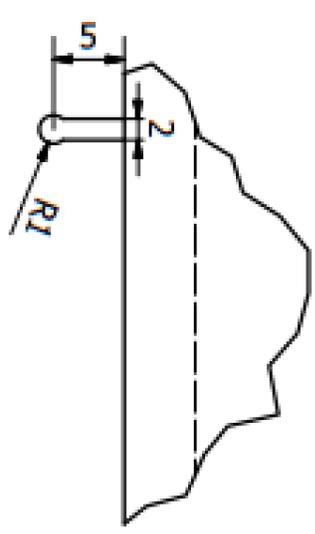
		Skala	: 1 : 2	Digambar	: Alief Muh Aria D	Keterangan :
		Satuan Ukuran	: mm	NIM	: 16525046	
TEKNIK MESIN UII		Tanggal	: 20/01/2021	Diperiksa	:	
		Badan Scrapper				
						A3



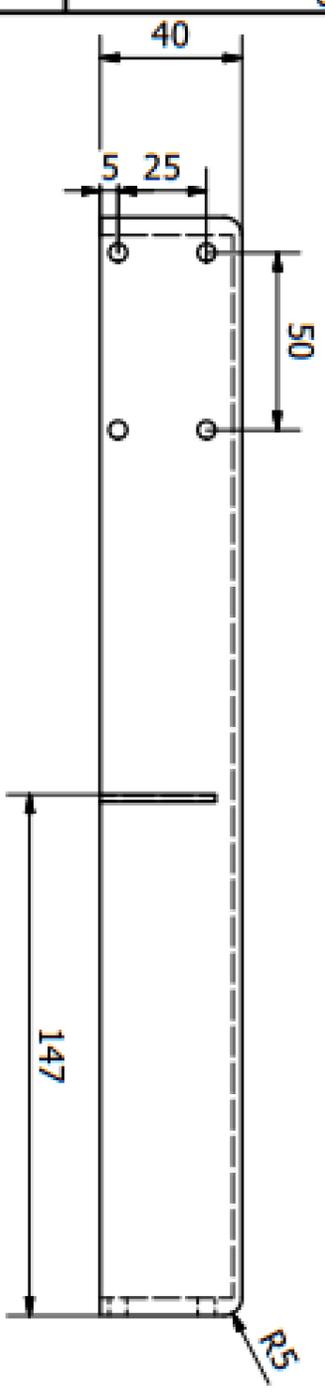
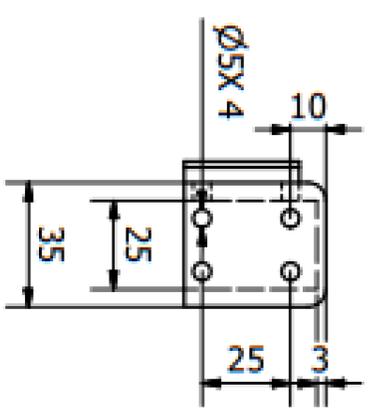
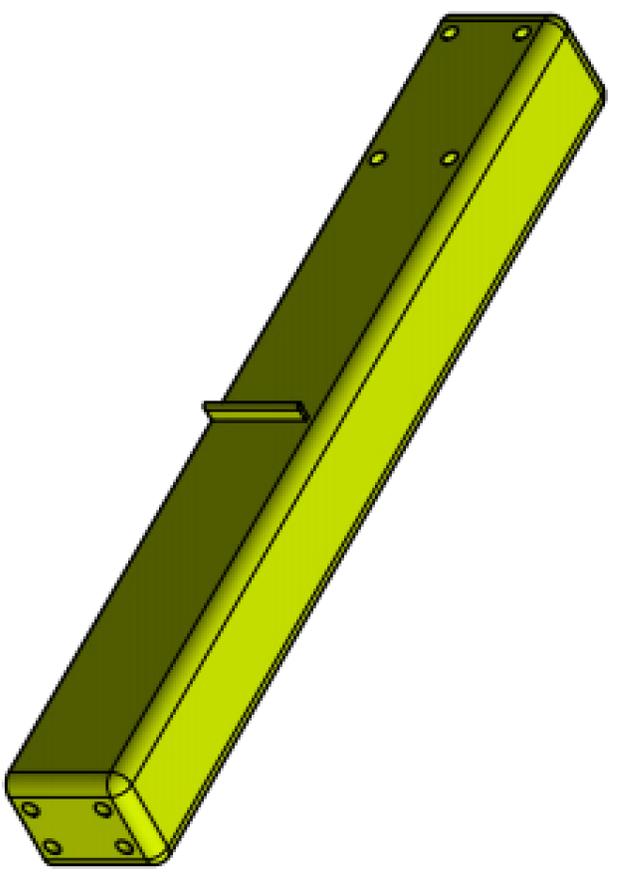
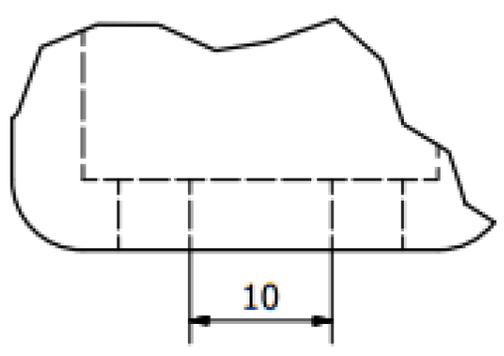
A (2:1)



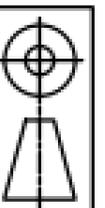
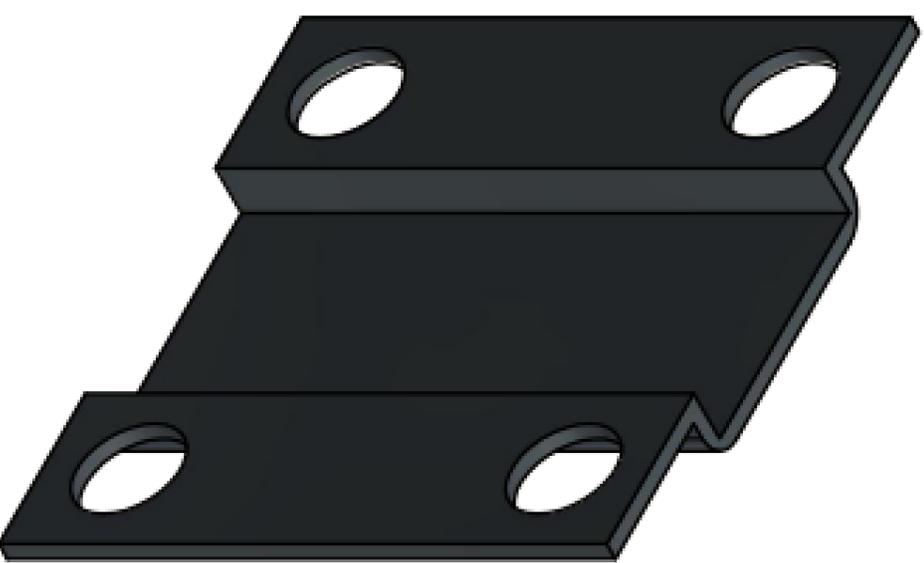
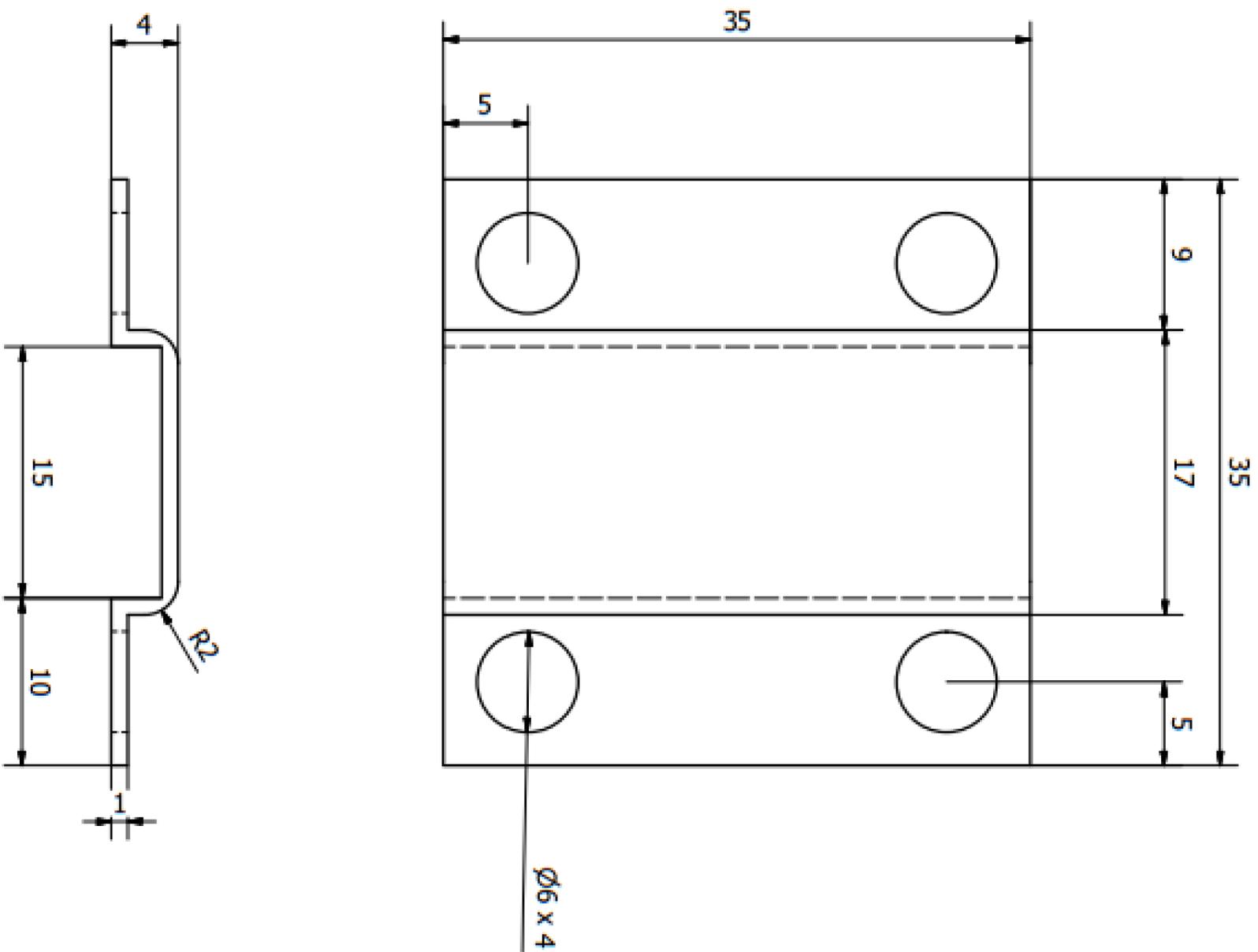
B (2:1)



C (2:1)



		Skala : 1 : 2 Satuan Ukuran : mm Tanggal : 20/01/2021	Dikambar : Alief Muli Arie D NIM : 16525046	Keterangan :	
TEKNIK MESIN UII		Badan Scraper Tengah		A3	



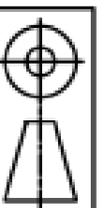
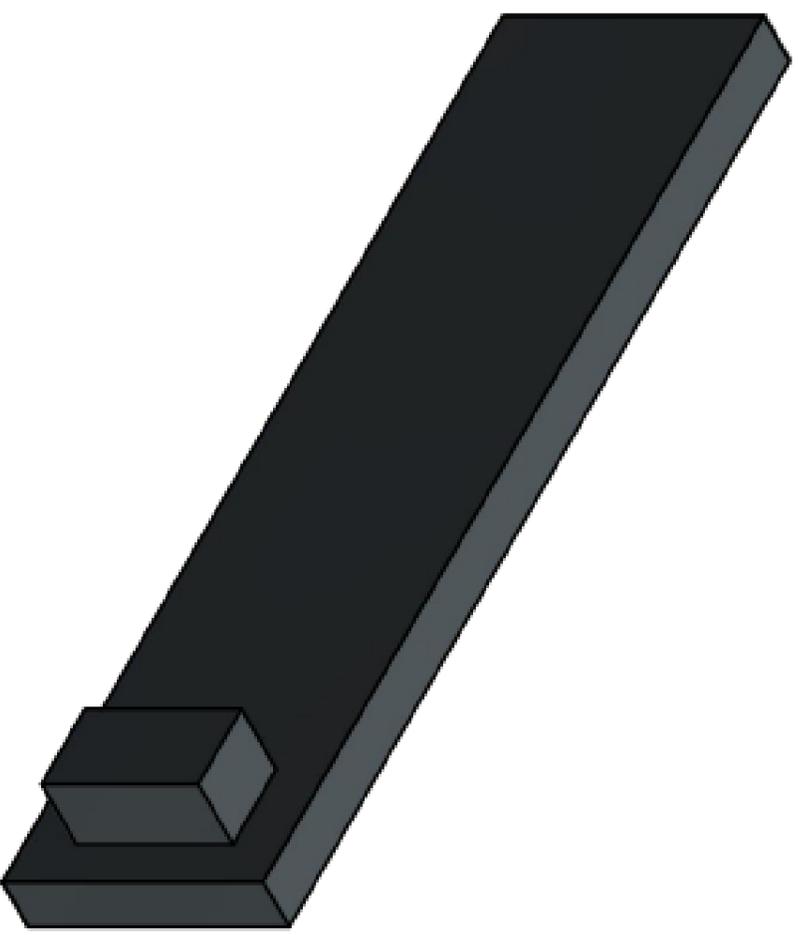
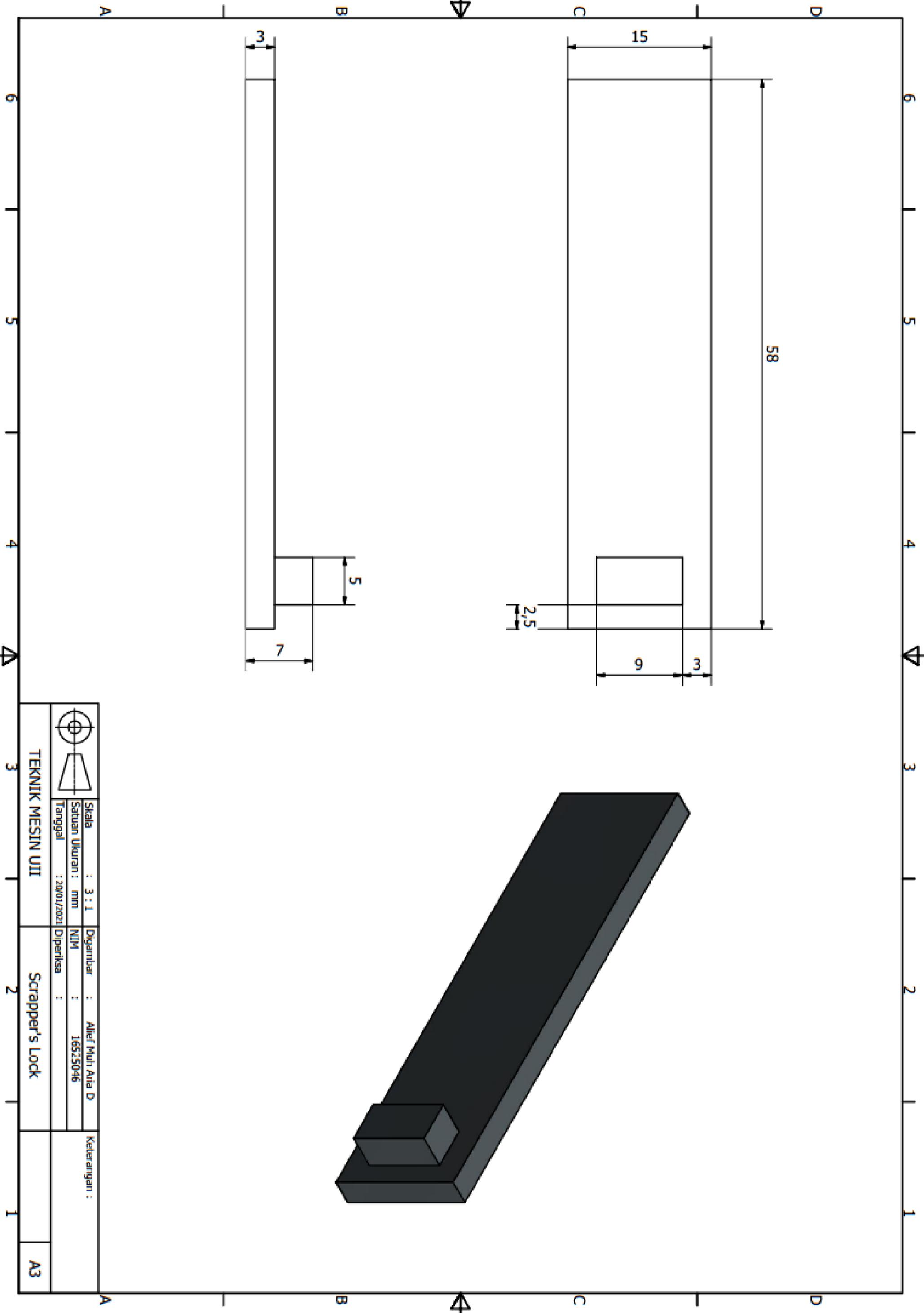
Skala	: 3 : 1	Digambar	: Alief Muli Aulia D
Satuan Ukuran	: mm	NIM	: 16525046
Tanggal	: 20/01/2021	Diperiksa	:

TEKNIK MESIN UJI

Rumah Lock Scrapper 2

Keterangan :

A3

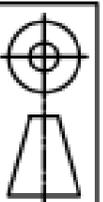
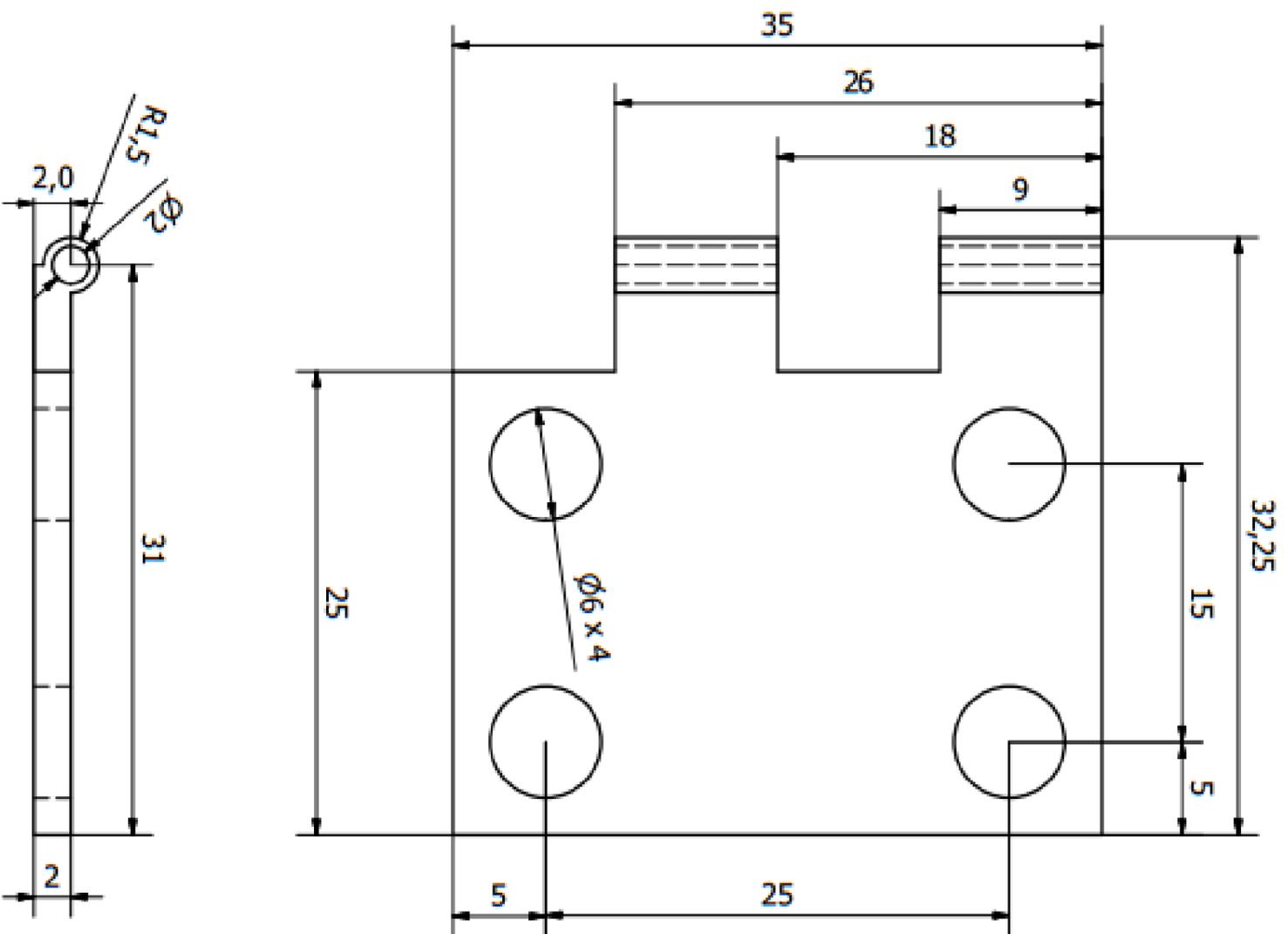
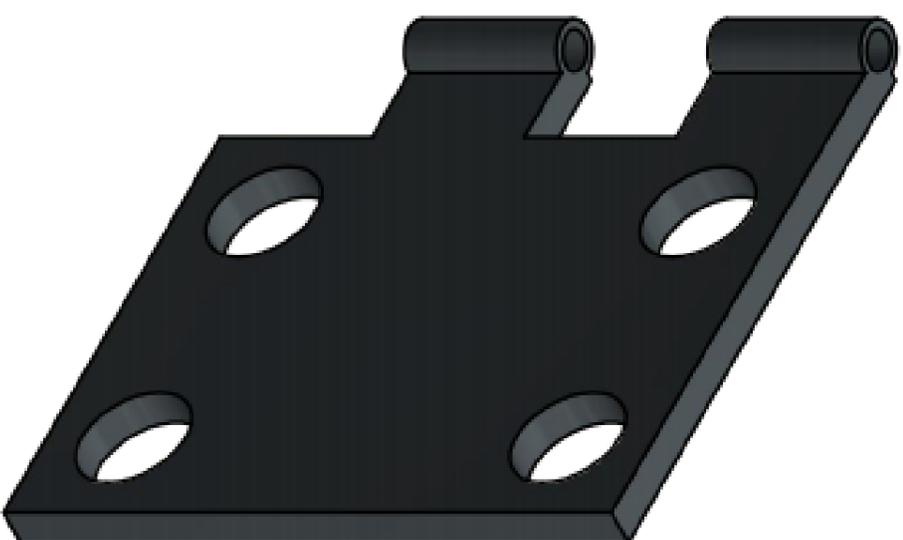


Skala	: 3 : 1	Digambar	: Alief Muh Ania D	Keterangan :
Satuan Ukuran	: mm	NIM	: 16525046	
Tanggal	: 20/01/2021	Diperiksa	:	

TEKNIK MESIN UII

Scraper's Lock

A3



Skala	: 3 : 1	Digambar	: Alief Muh Ania D	Keterangan :
Satuan Ukuran	: mm	NIM	: 16525046	
Tanggal	: 20/01/2021	Diperiksa	:	

TEKNIK MESIN UII

Engsel Scrapper

A3

A

B

C

D

A

B

C

D

6

5

4

3

2

1

6

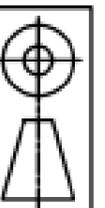
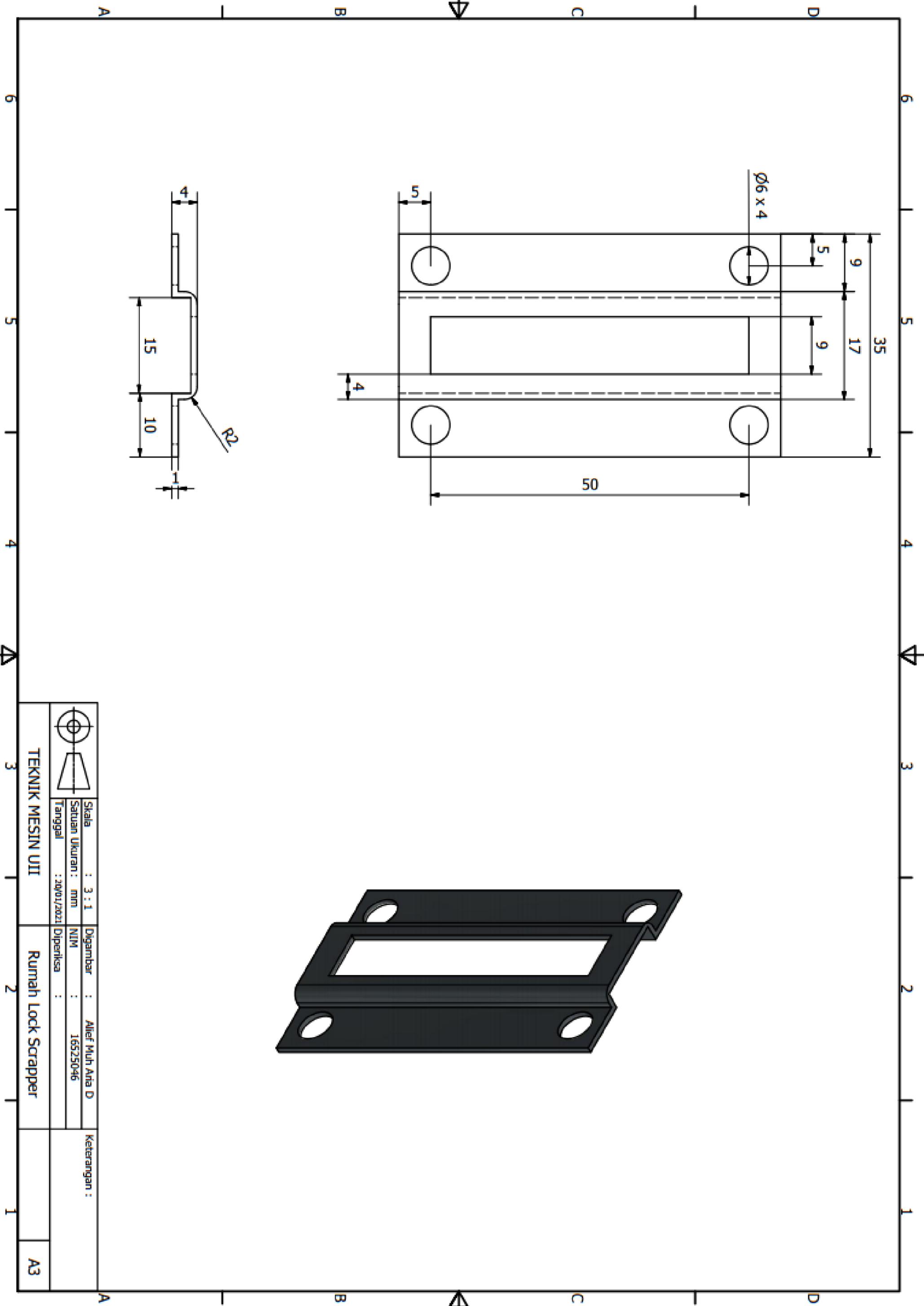
5

4

3

2

1



Skala : 3 : 1
 Satuan Ukuran : mm
 Tanggal : 20/01/2021

Diganbar : Alief Muh Ania D
 NIM : 16525046

Keterangan :

TEKNIK MESIN UII

Rumah Lock Scrapper

A3