

**Pembuatan Cetakan *Two Plate Mold* Berbahan *Aluminium 5052*
Untuk Mencetak Produk Komposit *Cover Shockbreaker Vespa*
Sprint 150 Melalui Metode *Compression Molding***

TUGAS AKHIR

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



Disusun Oleh:

Nama : Ariefattah Putra Dede

No. Mahasiswa : 19525005

NIRM : 1901290109

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

2024

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya bertanda tangan di bawah ini, Ariefattah Putra Dede selaku penulis Tugas Akhir yang berjudul "PEMBUATAN CETAKAN *TWO PLATE MOLD* BERBAHAN *ALUMINIUM 5052* UNTUK MENCETAK PRODUK KOMPOSIT COVER *SHOCKBREAKER* VESPA SPRINT 150 MELALUI METODE *COMPRESSION MOLDING*" menyatakan bahwa karya tulis ilmiah yang saya buat merupakan karya saya sendiri dan bukan dari plagiasi karya tulis orang lain. Seluruh kutipan atau gambar yang ada pada karya tulis ini telah saya sertakan sitasi dan sumber pustakanya. Apabila dikemudian hari saya dianggap melakukan pelanggaran hak cipta atau yang saya tulis pada karya ilmiah ini tidak benar, maka saya siap menerima sanksi dan hukum dengan ketentuan yang berlaku.

Yogyakarta, 13 Juni 2024



Ariefattah Putra Dede

**Pembuatan Cetakan *Two Plate Mold* Berbahan *Aluminium 5052*
Untuk Mencetak Produk Komposit *Cover Shockbreaker Vespa*
Sprint 150 Melalui Metode *Compression Molding***

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

Nama : Ariefattah Putra Dede

No. Mahasiswa : 19525005

NIRM : 1901290109

Yogyakarta, 13 Juni 2024

Pembimbing I,



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

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

Pembuatan Cetakan *Two Plate Mold* Berbahan *Aluminium 5052*
Untuk Mencetak Produk Komposit *Cover Shockbreaker Vespa*
Sprint 150 Melalui Metode *Compression Molding*

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

Nama : Ariefattah Putra Dede
No. Mahasiswa : 19525005
NIRM : 1901290109

Tim Penguji

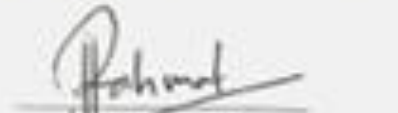
Ir. Faisal Arif Nurgesang, S.T.,
M.Sc. IPP
Ketua


Tanggal: 4 Juli 2024

Ir. Arif Budi Wicaksono, S.T.,
M.Eng., IPP
Anggota I

Tanggal: 28 Jun 2024

Rahmat Riza, S. T., M.Eng. ME
Anggota II


Tanggal: 01 Juli 2024

Mengetahui

Jurusan Teknik Mesin





Dr. Ir. Muhammad Khafidh, S.T., M.T., IPP

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur yang sangat mendalam, penulis mempersembahkan laporan tugas akhir ini kepada:

1. Papa mama yang saya sangat sayangi (Bapak Robby Dede dan Ibu Fita Yuniarti), adik-adik saya Devia Zahwa Putri Dede dan Ezra Raffi Putra Dede yang saya cintai, dan mbah yang selalu mendukung dan mendo'akan saya dalam segala urusan.
2. Dosen pembimbing tugas akhir saya Bapak Ir. Faisal Arif Nurgesang, S.T., M.Sc. IPP yang selalu memberikan masukan, motivasi, saran dan ilmu yang bermanfaat bagi saya.
3. Dosen-dosen Teknik Mesin UII yang selalu mendukung dan memberikan ilmu yang bermanfaat kepada saya.
4. Sahabat, teman satu Angkatan, maupun teman dari satu daerah yang telah senantiasa tidak bosan-bosan memberikan dukungan, semangat, dan juga membantu penulis.
5. Diri saya sendiri, Ariefattah Putra Dede yang telah berhasil melewati semuanya selama perkuliahan ini dengan kakinya sendiri bersama Allah SWT yang selalu menemaninya.

HALAMAN MOTTO

“Pada akhirnya kehidupan ini harus di tempuh sendirian, tidak ada keluarga, teman, bahkan pasangan. Hanya kau dan Allah”

“Hidup bukan hanya soal angka-angka di atas kertas, tapi juga soal ketahanan”

“Pastikan ada Allah di ujung perjalananmu”

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur kita panjatkan kepada Allah SWT yang hanya kepada-Nya penulis memohon pertolongan. Alhamdulillah atas segala pertolongan, rahmat, dan kasih sayang-Nya, laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat dan salam kepada Rasulullah SAW yang senantiasa menjadi sumber inspirasi dan teladan terbaik untuk seluruh umat manusia.

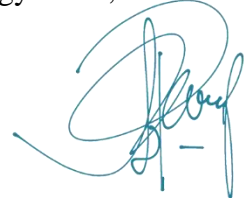
Pada proses penyelesaian tugas akhir ini banyak pihak yang memberikan dukungan dan bantuan baik secara langsung ataupun tidak langsung. Oleh karena itu, sudah seharusnya dengan penuh hormat penulis mengucapkan terima kasih dan mendoakan semoga Allah SWT memberikan balasan terbaik kepada:

1. Allah SWT, atas segala karunia yang telah diberikan untuk menyelesaikan Tugas Akhir
2. Mama, Papa, Uni, Dede, Mbah Tung, Mbah ti, selaku keluarga penulis dan tempat untuk berkeluh kesah penulis, beserta dukungan yang diberi melalui doa dan materi.
3. Bapak Dr. Ir. Muhammad Khafid, S.T., M.T., IPP, selaku Kaprodi Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Ir. Faisal Arif Nurgesang, S.T., M.Sc. IPP selaku Dosen Pembimbing tugas akhir yang telah sangat membantu dan membimbing dengan penuh kesabaran selama proses pengerjaan dan penyusunan laporan tugas akhir ini.
5. Abdurrahman Farishi dan Muhamad Faisal Akbar selaku rekan-rekan yang telah berhasil bekerja sama dan saling membantu selama proses pengerjaan dan penyusunan laporan tugas akhir ini.
6. Segenap Dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.
7. Mas Rizky, Mas Syafi'i, dan Mas Adi selaku staf laboran Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia yang telah membantu selama pengerjaan dan penyusunan laporan tugas akhir ini.
8. Teman-teman Angkatan 2019 Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia untuk dukungan dan bantuannya selama menjalani perkuliahan ini.

9. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan dengan berlipat ganda. Amin

Akhir kata, dalam penulisan tugas akhir ini disadari bahwa tidak ada yang sempurna, masih banyak kesalahan dalam penyusunannya. Oleh karena itu, penulis memohon maaf yang sebesar besarnya atas kesalahan yang terjadi. Harapannya laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat dan dapat dijadikan referensi demi pengembangan ke arah yang lebih baik. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat dan rida-Nya kepada kita semua.

Yogyakarta, 13 Juni 2024



Ariefattah Putra Dede

ABSTRAK

Komposit saat ini telah menjadi produk yang banyak digunakan diberbagai aplikasi karena memiliki sifat mekanik yang baik, ringan, dan memiliki tampilan yang menarik. Dalam proses pembuatannya, dapat dilakukan dengan berbagai metode seperti *hand lay-up*, *vacuum infusion*, *compression molding*, dan berbagai metode lainnya. Dari berbagai macam metode tersebut, masing-masing memiliki keunggulan dan kelemahan. Akan tetapi, jika dilihat dari ketebalan dan kekuatan dari struktur, metode *compression molding* memiliki keunggulan paling baik dibandingkan metode lainnya. Selain itu, metode ini dapat menghasilkan produk yang presisi, memiliki permukaan halus dikedua sisi, cetakan dapat digunakan secara berulang, dan cocok untuk pembuatan produk dalam skala besar. Oleh karena itu, perancangan ini bertujuan untuk membuat cetakan *two plate mold* berbahan *aluminium 5052* untuk mencetak produk *cover shockbreaker* vespa sprint 150 metode *compression molding*. Pembuatan cetakan diawali dengan mendesain dan memodifikasi *cover shockbreaker* vespa sprint 150 agar dapat dilakukan proses pemesinan menggunakan mesin CNC Supermill MK 2.0. Dari hasil perancangan yang telah dilakukan, telah berhasil dibuat cetakan *two plate mold* dengan lama waktu pemesinan 19 jam 01 menit 24 detik pada *cavity plate* dan 18 jam 20 menit 41 detik pada *core plate*. Cetakan telah digunakan dan berhasil untuk membuat produk komposit *cover shockbreaker* vespa sprint 150 berpenguat *chopped carbon fiber* dan *prepreg carbon fiber* menggunakan metode *compression molding*.

Kata kunci : Komposit, *Compression molding*, *Two plate mold*

ABSTRACT

Composites have now become products that are widely used in various applications because they have good mechanical properties, are light, and have an attractive appearance. In the manufacturing process, it can be done using various methods such as hand lay-up, vacuum infusion, compression molding, and various other methods. Of the various methods, each has advantages and disadvantages. However, when viewed from the thickness and strength of the structure, the compression molding method has the best advantages compared to other methods. In addition, this method can produce products that are precise, have smooth surfaces on both sides, the mold can be used repeatedly, and is suitable for making products on a large scale. Therefore, this design aims to make a two plate mold made from 5052 aluminum to print Vespa Sprint 150 shockbreaker cover products using the compression molding method. Making the mold begins with designing and modifying the Vespa Sprint 150 shockbreaker cover so that the machining process can be carried out using a Supermill MK.20 CNC machine. From the results of the design that has been carried out, a two plate mold has been successfully made with a machining time of 19 hours 01 minutes 24 seconds on the cavity plate and 18 hours 20 minutes 41 seconds on the core plate. Molds have been used and succeeded in making composite products for Vespa Sprint 150 shockbreaker covers with chopped carbon fiber reinforcement and carbon fiber prepreg using the compression molding method.

Keywords: Composite, Compression molding, Two plate mold.

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan Dosen Penguji	iv
Halaman Persembahan	iv
Halaman Motto	vi
Kata Pengantar.....	vii
Abstrak	ix
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 dan Perancangan	3
1.5 Manfaat Penelitian dan Perancangan	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
Bab 2 Tinjauan Pustaka	5
2.1 Kajian Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	6
2.2.1 Cetakan	6
2.2.2 <i>Computer Aided Design (CAD)</i>	7
2.2.3 <i>Computer Aided Manufacture (CAM)</i>	7
2.2.4 <i>Computer Numerical Control (CNC)</i>	8
2.2.5 Parameter Pemesinan.....	9
2.2.6 <i>Aluminium</i>	10
Bab 3 Metode Penelitian	12
3.1 Alur Penelitian	12
3.2 Alat dan Bahan.....	13
3.3 Perancangan Desain	14

3.3.1	Kriteria Desain.....	15
3.3.2	Desain Produk	15
3.3.3	Desain Cetakan	16
3.4	Simulasi Pemesinan	21
3.5	Persiapan Benda Kerja Aluminium	24
3.6	Pemesinan Cetakan	24
Bab 4	Hasil dan Pembahasan	29
4.1	Hasil Desain Produk Cover Shockbreaker Vespa Sprint 150.....	29
4.2	Hasil Desain Cetakan.....	29
4.3	Hasil Pemesinan dan Perbandingan Estimasi Waktu	31
4.4	Kendala Saat Pemesinan	33
4.5	Pencetakan Produk Komposit.....	35
4.6	Hasil Produk Komposit.....	36
4.7	Biaya Pembuatan Cetakan	36
Bab 5	Penutup.....	38
5.1	Kesimpulan	38
5.2	Saran atau Penelitian Selanjutnya.....	39
Daftar Pustaka	40

DAFTAR TABEL

Tabel 3-1 Alat.....	13
Tabel 3-2 Bahan.....	14
Tabel 3-3 Parameter pemesinan <i>Cavity Plate</i>	22
Tabel 3-4 Parameter pemesinan <i>Core Plate</i>	23
Tabel 4-1 Waktu estimasi simulasi Fusion 360 dan riil proses pemesinan supermill MK 2.0 untuk pembuatan <i>cavity plate</i>	32
Tabel 4-2 Waktu estimasi simulasi Fusion 360 dan riil proses pemesinan supermill MK 2.0 untuk pembuatan <i>core plate</i>	32
Tabel 4-3 Estimasi biaya pembuatan cetakan.....	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Perbandingan <i>three plate mold</i> dan <i>two plate mold</i>	6
Gambar 2-2 Visualisasi 2 Dimensi Menjadi 3 Dimensi	7
Gambar 2-3 Alur pemakanan pada benda kerja	8
Gambar 2-4 Prinsip kerja <i>computer numerical control</i>	8
Gambar 2-5 <i>Step Over</i>	9
Gambar 2-6 <i>Step Down</i>	9
Gambar 2-7 <i>Feedrate</i>	10
Gambar 2-8 <i>Spindle Speed</i>	10
Gambar 2-9 <i>Aluminium</i>	11
Gambar 3-1 Alur penelitian.....	12
Gambar 3-2 Cover <i>shockbreaker</i> pada motor vespa sprint 150	14
Gambar 3-3 Cover <i>shockbreaker</i> dari <i>GrabCAD</i>	15
Gambar 3-4 Bagian yang dimodifikasi.....	16
Gambar 3-5 Rencana desain produk komposit.....	16
Gambar 3-6 <i>Import</i> desain produk <i>cover shockbreaker vespa sprint 150</i>	17
Gambar 3-7 Mengatur dimensi cetakan.....	17
Gambar 3-8 Menyesuaikan orientasi	18
Gambar 3-9 Membuat <i>patching surface</i>	18
Gambar 3-10 Membuat <i>parting line</i>	19
Gambar 3-11 Melakukan konfirmasi <i>cavity plate</i> dan <i>core plate</i>	19
Gambar 3-12 Membuat komponen.....	20
Gambar 3-13 Membuat <i>return pin</i>	20
Gambar 3-14 <i>Import</i> desain cetakan <i>cavity plate</i> dan <i>core plate</i>	21
Gambar 3-15 Mengatur titik origin pada benda kerja	21
Gambar 3-16 Mengatur besar selisih antara benda kerja terhadap <i>stock</i>	22
Gambar 3-17 Simulasi permesinan <i>Cavity Plate a) Roughing b) Finishing1 c) Finishing2</i>	23
Gambar 3-18 Simulasi permesinan <i>Core Plate a) Roughing b) Finishing1 c) Finishing2</i>	23
Gambar 3-19 <i>Facing</i> sisi samping material.....	24

Gambar 3-20 Mencekam benda kerja <i>aluminium</i> pada ragum mesin CNC <i>milling</i>	25
Gambar 3-21 Menyalakan mesin dan melakukan kalibrasi.....	25
Gambar 3-22 Memasang mata pahat	26
Gambar 3-23 Mengatur titik origin a) Sumbu X b) Sumbu Y c) Sumbu Z....	26
Gambar 3-24 Memasukan kode G00 X0 Y0	27
Gambar 3-25 Melakukan <i>stream</i> G-Code	27
Gambar 3-26 Proses pemesinan cetakan a) <i>Core Plate</i> b) <i>Cavity Plate</i>	28
Gambar 4-1 Hasil desain produk a) Sebelum b) Sesudah	29
Gambar 4-2 Sistem cetakan <i>two plate mold</i>	30
Gambar 4-3 Penambahan komponen a) <i>cavity plate</i> b) <i>core plate</i>	30
Gambar 4-4 Hasil pemesinan a) <i>cavity plate</i> b) <i>core plate</i>	31
Gambar 4-5 Kerusakan pada pompa <i>coolant</i>	33
Gambar 4-6 Pemesinan saat listrik padam	33
Gambar 4-7 Momen saat mata pahat menabrak benda kerja.....	34
Gambar 4-8 Pemakanan kurang optimal a) <i>cavity plate</i> b) <i>core plate</i>	34
Gambar 4-9 Pencetakan produk komposit <i>carbon chopped</i>	35
Gambar 4-10 Pencetakan produk komposit <i>prepreg carbon</i>	35
Gambar 4-11 Hasil produk komposit a) <i>carbon chop</i> b) <i>prepreg carbon</i>	36

DAFTAR NOTASI

CAD = *Computer Aided Design*

CAM = *Computer Aided Manufacture*

CNC = *Computer Numerical Control*

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kendaraan bermotor saat ini telah menjadi sarana mobilitas yang penting bagi manusia untuk mempermudah kegiatan manusia berpindah dari satu tempat ke tempat lainnya. Salah satu kendaraan bermotor yang diminati saat ini adalah sepeda motor. Salah satu kelebihan sepeda motor adalah mudah dibawa kemana saja dan konsumsi bahan bakar yang irit (Dianti, 2017). Berdasarkan data dari BPS terkait dengan jumlah sepeda motor di Indonesia per tahun 2022 adalah sebesar 125.305.332 unit (B. P. Statistik, 2021). Sedangkan untuk sepeda motor dengan merk Vespa, per tahun 2022 pada kuartal pertama telah terjual sebanyak 141.800 unit (Elko, 2022).

Vespa merupakan salah satu produsen sepeda motor yang memiliki desain berbeda dengan produsen sepeda motor lainnya. Hal ini dapat dilihat dari target pasar yang dipilih oleh produsen tersebut dimana sebagian besar pengguna adalah kawula muda. Mereka ingin tampil berbeda dengan yang lainnya yang ditunjukkan oleh banyaknya komponen *aftermarket* yang tersedia seperti penggunaan serat karbon untuk mengganti beberapa komponen pada sepeda motor.

Proses pembuatan produk komposit berpenguat serat karbon dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti *hand lay-up*, *vacuum infusion*, dan beberapa metode lainnya. Namun demikian, terdapat salah satu metode pembuatan yang memiliki kelebihan pada proses pengaplikasiannya serta menghasilkan produk dengan kekuatan yang tinggi yaitu dengan metode *compression molding* (Nugroho & Wantogia, 2019). Selain itu, kelebihan dari metode *compression molding* adalah dapat menghasilkan produk yang presisi, memiliki permukaan halus di kedua sisi, cetakan dapat digunakan secara berulang, dan cocok untuk pembuatan produk dalam skala besar. Akan tetapi metode ini memiliki kelemahan, yaitu pada cetakannya yang memerlukan material dan proses pemesinan dengan biaya yang relatif mahal.

Maka dari itu, pada penelitian kali ini akan melakukan pembuatan cetakan dengan sistem *two plate mold* dengan konstruksi yang sederhana sehingga dapat diproduksi dengan mudah dan relatif murah.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, maka dirumuskan masalah yaitu:

1. Bagaimana proses mendesain produk dan cetakan dengan *software* berbasis CAD?
2. Bagaimana cara membuat cetakan dengan *software* berbasis CAM/CNC menggunakan mesin CNC milling Supermill MK 2.0?
3. Bagaimana cara menggunakan cetakan untuk membuat produk *cover shockbreaker* motor vespa sprint 150 menggunakan metode *compression molding* dengan material *prepreg carbon* dan *chopped carbon fiber*?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah ada, maka dirumuskan batasan masalah antara lain:

1. Komponen yang dibuat cetakannya adalah *cover shockbreaker* motor vespa sprint 150.
2. Perancangan produk dan cetakan menggunakan *software* berbasis CAD (Solidworks dan Inventor).
3. Perancangan proses manufaktur dari cetakan menggunakan *software* berbasis CAM (Autodesk Fusion 360).
4. Proses pemesinan cetakan menggunakan mesin milling Supermill MK 2.0 dari D-tech Powermill.
5. Material cetakan yang digunakan Aluminium 5052.

1.4 Tujuan Penelitian dan Perancangan

Tujuan dari perancangan ini, antara lain:

1. Merancang dan membuat cetakan *two plate mold* untuk membuat produk *cover shockbreaker* vespa sprint 150 berpenguat *chopped carbon fiber* dan *prepreg carbon fiber* melalui metode *compression molding*.
2. Mengetahui kendala-kendala yang ditemukan saat membuat cetakan *cover shockbreaker* motor vespa sprint 150.
3. Mengetahui perbedaan estimasi proses pemesinan dengan simulasi menggunakan *software Autodesk Fusion 360* dengan Mesin CNC Supermill MK 2.0.

1.5 Manfaat Penelitian dan Perancangan

Adapun manfaat yang diperoleh dari perancangan ini adalah:

1. Memberikan alternatif lain untuk pembuatan produk komposit serat karbon.
2. Memberikan informasi proses pembuatan produk komposit serat karbon menggunakan *chopped carbon fiber* dan *prepreg carbon fiber* melalui *compression molding*.

1.6 Sistematika Penulisan

Pada bagian ini dituliskan urutan dan sistematika penulisan yang dilakukan. Berikan ringkasan mengenai isi masing-masing bab.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah tujuan perancangan, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan mengenai kajian pustaka dan menjelaskan dasar teori yang digunakan dalam perancangan yang dilakukan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan alur penelitian, peralatan dan bahan, serta proses pengerjaan dari penelitian ini.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan hasil dari proses pengerjaan, dan pembahasan dari penelitian.

BAB V PENUTUP

Bab ini menjelaskan mengenai kesimpulan dan saran untuk perancangan selanjutnya agar lebih baik selanjutnya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Proses pembuatan produk komposit dapat dilakukan dengan berbagai cara. Cara yang paling banyak digunakan adalah metode *hand lay-up* karena mudah pengaplikasiannya dan relatif murah. Akan tetapi metode ini menghasilkan produk yang belum optimal karena beberapa produk yang dihasilkan memiliki rongga udara. Hal ini tentunya akan berdampak negatif pada kekuatan produk tersebut (Sadik & Amalia, 2023). Selanjutnya, metode yang banyak digunakan adalah metode *vacuum infusion*. Metode ini memiliki kelebihan yaitu kekuatan terhadap produk karena adanya tahapan *vacuum* untuk meminimalisir adanya rongga udara dan menghilangkan resin berlebih pada produk. Akan tetapi penggunaan metode ini dapat dikatakan sulit dan relatif mahal karena apabila keterampilan yang dimiliki tidak mengahuni maka kemungkinan terjadi kebocoran pada bagging tinggi (Diaza Erlangga Briyan Nugraha et al., 2022).

Terdapat salah satu metode lain untuk membuat produk komposit, yaitu dengan metode *compression molding*. Metode ini memiliki kelebihan dimana proses pengaplikasiannya yang mudah dan produk yang dihasilkan memiliki struktur yang kuat dikarenakan tekanan dan suhu yang diberikan mampu menghilangkan resin berlebih dan mengurangi rongga udara (Nugroho & Wantogia, 2019). Akan tetapi dibalik kelebihannya, metode ini memiliki kelemahan dikarenakan cetaknya yang memerlukan material dan proses pemesinan yang relatif mahal. Untuk mengatasi hal tersebut penulis mencoba membuat cetakan dengan sistem *two plate mold* untuk diterapkan pada metode tersebut, dikarenakan sistem cetakan tersebut sederhana dan mudah untuk diaplikasikan (Sariski et al., 2023).

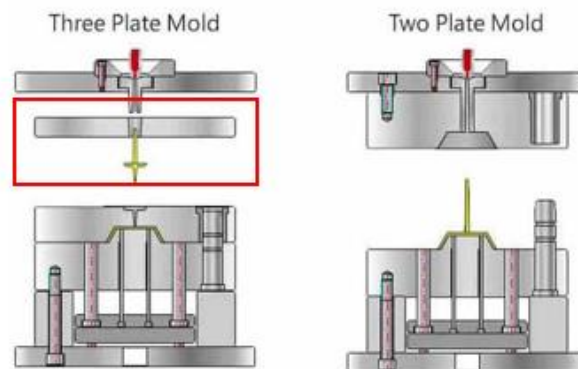
Dalam proses pembuatan *two plate mold*, dapat dilakukan dengan menggunakan mesin CNC. Adapun beberapa parameter penting dalam proses pemesinan, antara lain *step over*, *step down*, *feed rate*, dan *spindle speed*. Sebelumnya peneliti telah melakukan kajian awal dan penelitian terhadap

parameter yang akan digunakan guna memperoleh lama waktu yang paling singkat dengan hasil yang baik, yang mana penelitian tersebut memperoleh hasil pada *step over* sebesar 0.4 mm, *step down* sebesar 0.1 mm, *feed rate* sebesar 250 hingga 800 mm/min, dan kecepatan spindel sebesar 4.000 rpm hingga 5.000 rpm.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Cetakan

Cetakan merupakan sebuah alat bantu yang digunakan pada proses pembuatan sebuah produk. Fungsi utama dari sebuah cetakan adalah untuk mencetak material mentah menjadi sebuah produk. Cetakan memiliki dua macam jenis, yaitu *two plate mold* dan *three plate mold*. Kedua jenis cetakan tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Hal yang membedakan dari kedua jenis tersebut yaitu pada konstruksinya. Seperti namanya *two plate mold* cetakan jenis ini hanya memiliki dua buah plate yaitu *core plate* dan *cavity plate*, sedangkan *three plate mold* memiliki 1 tambahan *plate* yaitu *runner plate* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2-1.



Gambar 2-1 Perbandingan *three plate mold* dan *two plate mold*

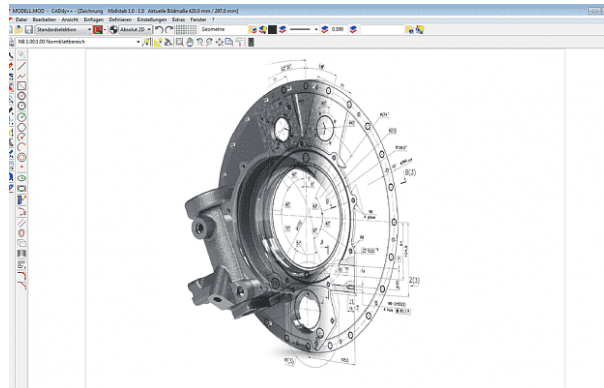
(David O. Kazmer, 2017)

Konstruksi dari cetakan tersebut yang mempengaruhi material apa saja dapat yang digunakan pada masing-masing jenis cetakan, seperti pada *runner plate* yang terdapat pada *three plate mold* yang bertujuan mengalirkan cairan material

menuju *core plate* dan *cavity plate*. Namun dibalik kelebihan *three plate mold* yang dapat menggunakan material cair sebagai bahan produk, cetakan jenis ini memiliki kekurangan yaitu pada biaya dan proses produksinya yang memerlukan tambahan di bandingkan dengan *two plate mold*.

2.2.2 Computer Aided Design (CAD)

Computer Aided Design (CAD) merupakan sebuah pengembangan pada perangkat lunak yang digunakan secara luas oleh insinyur teknik, arsitek, dan profesional yang berkaitan dengan perancangan untuk mempermudah kegiatannya. Tujuan utama dari pengembangan ini ialah visualisasi dari garis-garis desain 2 dimensi menjadi sebuah desain 3 dimensi dengan bentuk solid, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2-2. Tidak hanya itu *computer aided design* mampu memodifikasi desain serta kegiatan yang berkaitan dengan perancangan hingga manufaktur sehingga dapat mengurangi waktu pekerjaan dari insinyur (Puspaputra, 2020). Berikut beberapa contoh perangkat lunak terkait dengan *Computer Aided Design* antara lain, AutoCAD, Solidworks, Inventor, dan Fusion 360.

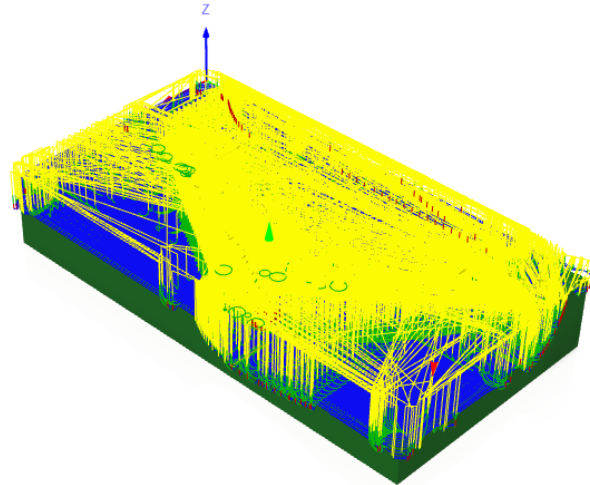


Gambar 2-2 Visualisasi 2 Dimensi Menjadi 3 Dimensi

2.2.3 Computer Aided Manufacture (CAM)

Computer Aided Manufacture (CAM) merupakan pengembangan teknologi yang mempermudah manusia dalam merealisasikan produk desain menjadi sebuah produk fisik. Dengan desain yang telah dirancang menggunakan CAD akan diperoleh instruksi dalam bentuk CNC yang diperuntukan kepada mesin otomatis, sehingga akan menghasilkan produk fisik yang sesuai dengan rancangan dengan efisiensi dan presisi yang tinggi. Dengan kata lain CAM merupakan sebuah

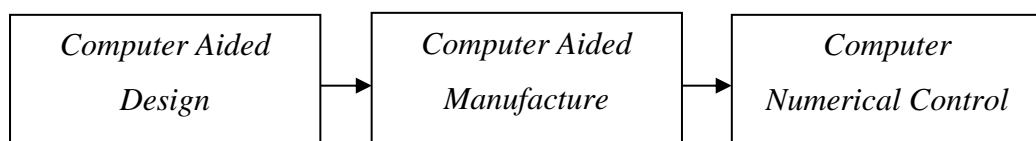
teknologi yang bertujuan untuk menerjemahkan desain dan memberikan instruksi kepada mesin otomatis bagaimana harus bergerak dan memangkas material tersebut (Rudolph et al., 2015), seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2-3. Berikut beberapa contoh perangkat lunak terkait dengan *computer aided manufacture* antara lain, MasterCAM, SolidCAM, Powermill, dan Autodesk HSM.



Gambar 2-3 Alur pemakanan pada benda kerja

2.2.4 *Computer Numerical Control (CNC)*

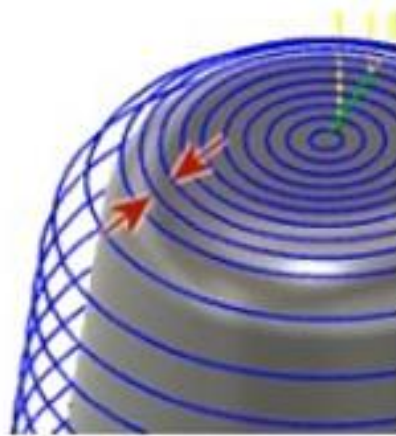
Computer Numerical Control (CNC) merupakan pengembangan dalam dunia manufaktur, yang menggunakan komputer sebagai kendali utama dengan instruksi berbentuk kode pada proses produksinya. Secara umum prinsip kerja CNC adalah sangkut paut antara CAD dan CAM, dengan CAD untuk mendesain produk yang ingin diproduksi lalu dilanjutkan dengan CAM untuk menetapkan parameter pemesinan, strategi pemakanan, titik koordinat, dan untuk memperoleh kode yang akan di aplikasi nantinya pada mesin otomatis yang berfungsi sebagai instruksi selama proses berlangsung seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2-4 (NexGenCAM, 2012).



Gambar 2-4 Prinsip kerja *computer numerical control*

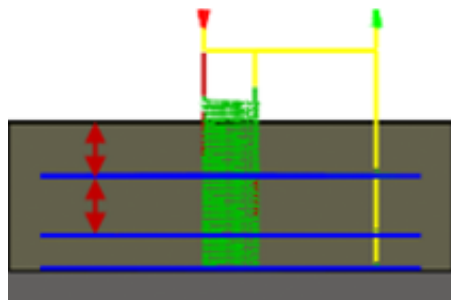
2.2.5 Parameter Pemesinan

Dalam melakukan perancangan pemesinan dengan computer aided manufacture, terdapat beberapa parameter yang harus diperhatikan dalam prosesnya, yaitu *Stepover*. *Step over* adalah langkah atau jarak pemakanan pada sumbu X dan Y seperti diilustrasikan pada Gambar 2-5 berikut.



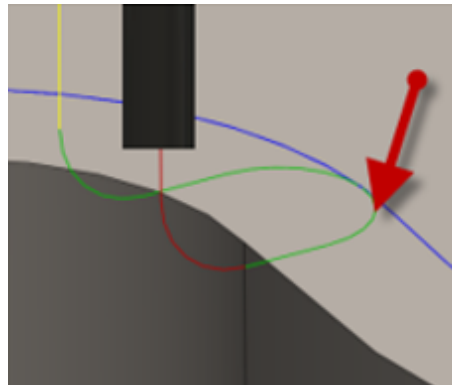
Gambar 2-5 *Step Over*

Step down adalah langkah atau jarak pemakanan pada sumbu Z seperti diilustrasikan pada Gambar 2-6 berikut.



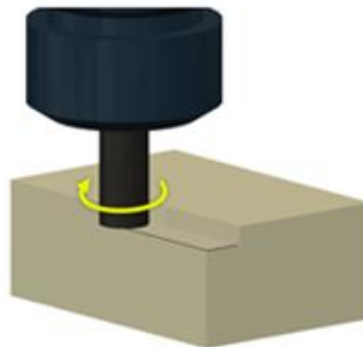
Gambar 2-6 *Step Down*

Feed rate adalah kecepatan pemakanan pada seperti diilustrasikan pada Gambar 2- 7 berikut.



Gambar 2-7 *Feed rate*

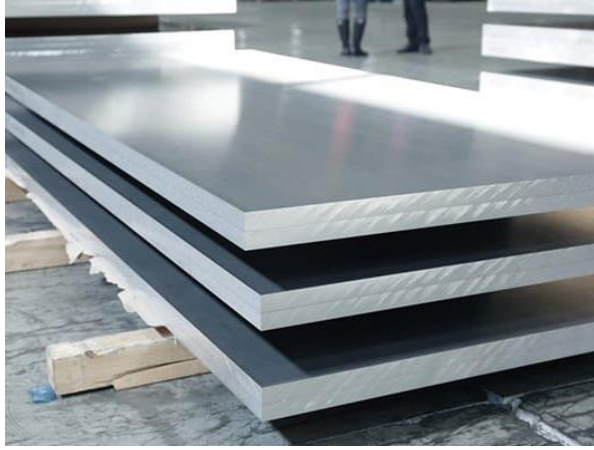
Spindle Speed adalah kecepatan dari *spindle* dalam melakukan pemakanan material seperti diilustrasikan pada Gambar 2-8 berikut.



Gambar 2-8 *Spindle Speed*

2.2.6 Aluminium

Aluminium merupakan salah satu material yang tergolong kedalam golongan logam dengan bobot yang ringan, namun demikian material ini memiliki kelebihan yang mana mampu menahan korosi, harga yang murah, konduktor panas yang baik, dan mampu menahan oksidasi. Material ini memiliki ke beberapa kelas di dalamnya diantaranya aluminium grade 4xxx hingga 7xxx, pada kelas tersebut juga terdapat beberapa indikator pada nomor serinya untuk menandakan kandungan dan keunggulan setiap serinya (Suratman, 2001), seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2-9.

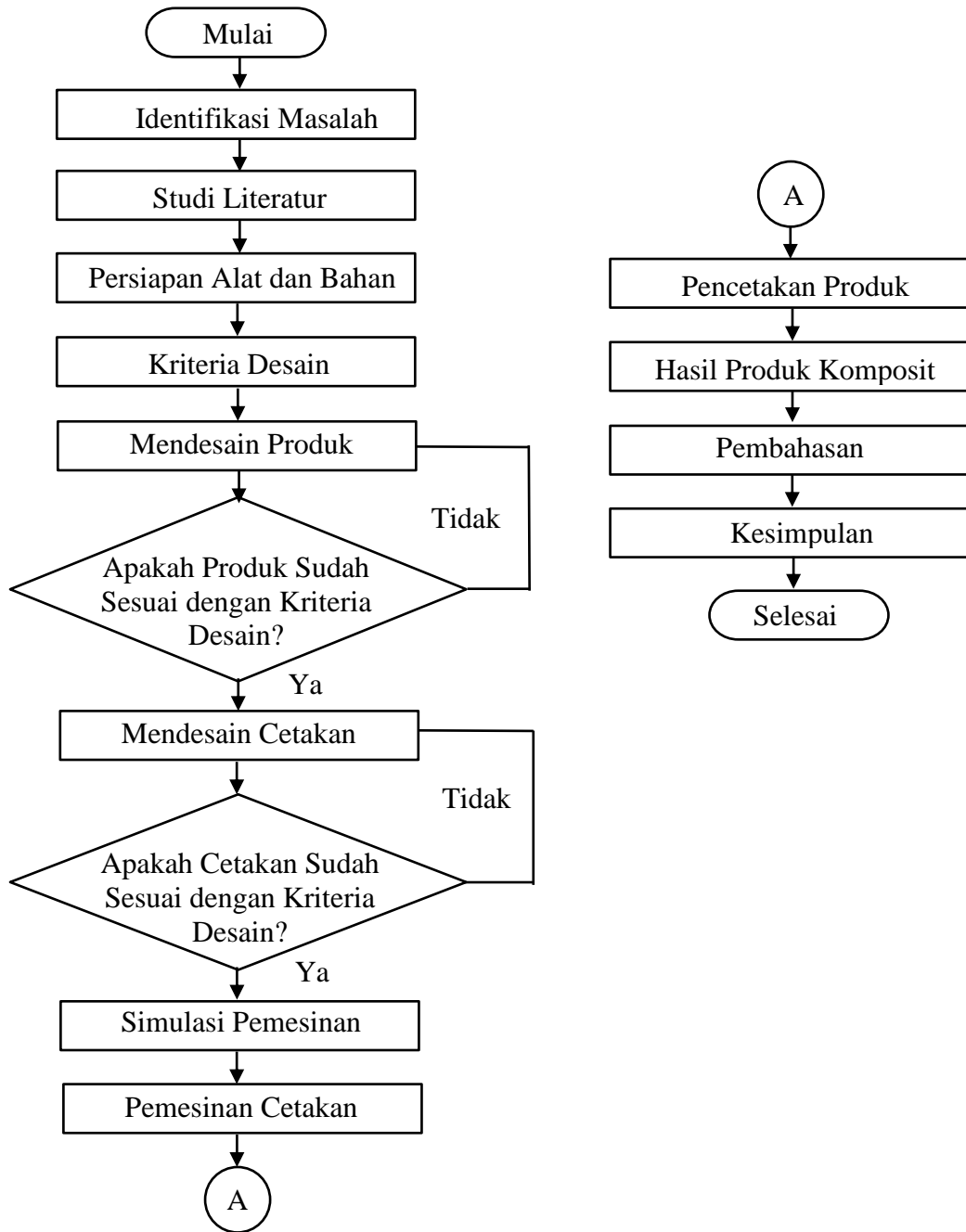


Gambar 2-9 *Aluminium*

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian



Gambar 3-1 Alur penelitian

3.2 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang dibutuhkan sebagai pendukung dalam melakukan perancangan dapat dilihat pada Tabel 3-1 dan bahan dapat dilihat pada Tabel 3-2.

Tabel 3-1 Alat

No	Nama Alat	Fungsi
1	3D Scan	Untuk visualisasi produk menjadi 3d desain.
2	Alat tulis	Untuk menulis hal yang dibutuhkan
3	<i>Arbor power chuck</i>	Untuk mencekam mata pahat
4	<i>Collet ER 32</i>	Untuk mengikat mata pahat
5	Gergaji / <i>Bandsaw</i>	Untuk memotong material
6	HP/ <i>Smartphone</i>	Untuk mengambil foto dan video
7	<i>Hydraulic Vice</i>	Untuk mencekam material
8	Jangka Sorong	Untuk mengetahui dimensi material yang dibutuhkan
9	Kunci ER 32	Untuk mengencangkan atau mengendorkan collet
10	Kunci Pas	Untuk mengencangkan atau mengendorkan <i>Hydraulic Vice</i>
11	Laptop	Untuk pengoprasian <i>software</i> Soliworks 2021, Autodesk Inventor, dan Fusion 360
12	Mata pahat <i>Endmill 10</i>	Untuk mengurai material
13	Mata pahat <i>Endmill 5</i>	Untuk mengurai material
14	Mata pahat <i>Bullnose 3</i>	Untuk mengurai material
15	Mistar	Untuk mengetahui dimensi material yang dibutuhkan
16	Mesin Frais	Untuk melakukan proses pemesinan
17	Mesin CNC <i>Milling Supermill MK 2.0</i>	Untuk melakukan proses pemesinan
18	Palu Karet	Untuk mengencangkan <i>Hydraulic Vice</i>

Tabel 3-2 Bahan

No	Nama Bahan	Fungsi
1	Aluminium	Untuk material utama
2	<i>Collant</i>	Untuk pendingin mesin <i>Milling</i>
3	Oli	Untuk pelumas mesin <i>Milling</i>
4	Air mineral	Untuk campuran <i>Collant</i>

3.3 Perancangan Desain

Perancangan dimulai dengan memilih komponen sepeda motor yang akan dibuatkan cetakan. Pemilihan cover *shockbreaker* vespa sprint 150 seperti pada Gambar 3-2, sebagai produk yang akan dibuatkan cetakan karena komponen ini merupakan salah satu komponen yang menonjol pada sepeda motor vespa sprint 150, selain berfungsi melindungi shockbreaker komponen ini juga memberikan nilai visual yang baik dikarenakan posisinya yang mudah terlihat.



Gambar 3-2 Cover *shockbreaker* pada motor vespa sprint 150

Sebelum dilanjutkan menuju proses desain produk tentunya diperlukan data untuk memperoleh dimensi dan geometri dari produk tersebut, untuk meminimalisir waktu dalam penelitian ini penulis menggunakan akses internet untuk memperoleh data tersebut melalui salah satu *marketplace* 3D model yaitu *GrabCAD*. Adapun data desain yang telah diperoleh seperti pada Gambar 3-3.



Gambar 3-3 Cover *shockbreaker* dari *GrabCAD*

3.3.1 Kriteria Desain

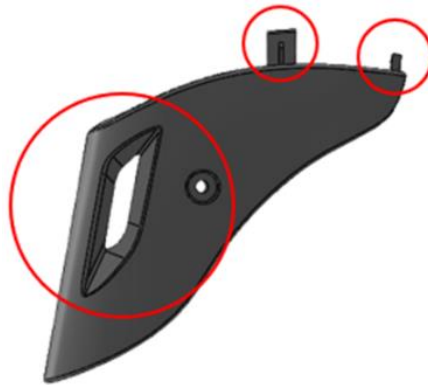
Setelah ditentukan produk yang akan dibuat, maka dilanjutkan dengan penentuan kriteria perancangan yang tentunya merupakan sebuah target dalam penelitian ini sebagai berikut;

1. Cetakan yang dibuat dapat digunakan dengan mudah dan dapat mencetak produk komposit menggunakan metode *compression molding*.
2. Proses pemesinan dapat dilakukan dengan CNC Supermill MK 2.0.

Setelah kriteria perancangan telah ditentukan maka dilanjutkan proses perancangan desain produk, perancangan desain cetakan, perancangan proses manufaktur, dan manufaktur cetakan.

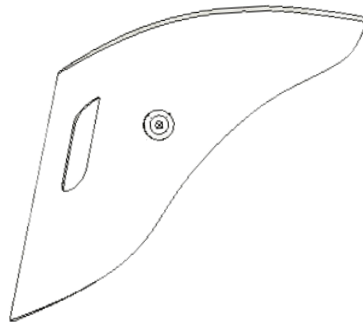
3.3.2 Desain Produk

Berdasarkan kriteria desain yang dirumuskan, maka perlu dilakukan modifikasi desain terhadap 3D model yang sebelumnya telah diperoleh dari GrabCAD. Proses ini dikerjakan menggunakan fitur *surface* yang terdapat pada software Solidworks. Modifikasi desain dilakukan pada beberapa bagian dari model seperti yang digambarkan pada Gambar 3-4. Modifikasi dilakukan karena pada mesin CNC Supermill MK 2.0 hanya mampu melakukan pemakanan material pada tiga axis saja, oleh karena itu apabila produk tidak dimodifikasi maka hasil dari produk nantinya tidak optimal.



Gambar 3-4 Bagian yang dimodifikasi

Selain karena mesin yang digunakan hanya memiliki tiga axis, modifikasi dilakukan karena cetakan juga akan diaplikasikan dengan menggunakan *prepreg carbon fiber*. Material *prepreg carbon fiber* akan kesulitan apabila diaplikasikan pada permukaan sudut yang berdampingan dengan permukaan lengkung, karena *prepreg carbon fiber* tidak dapat sepenuhnya menyentuh permukaan tersebut. Oleh karena itu rencana modifikasi dari desain produk akan dilakukan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3-5.



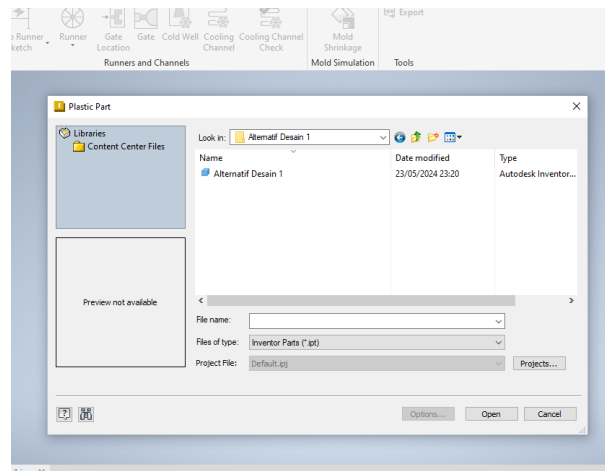
Gambar 3-5 Rencana desain produk komposit

3.3.3 Desain Cetakan

Proses desain cetakan diawali dengan menentukan konstruksi dari cetakan terlebih dahulu. Berdasarkan dari kriteria desain yang telah dirumuskan maka diperlukan komponen tambahan pada konstruksi cetakan. Komponen yang akan digunakan pada cetakan ini seperti *guide pin* dan *guide bush* yang berguna sebagai tempat pertemuan antara *core plate* dan *cavity plate*. Proses desain cetakan

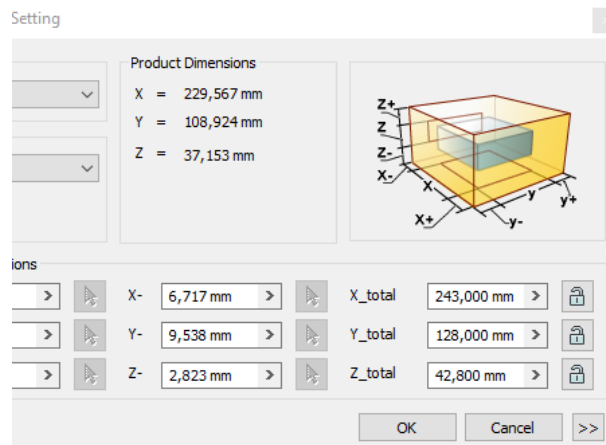
dilakukan dengan menggunakan software Autodesk Inventor Professional. Berikut adalah tahapan dalam melakukan desain cetakan yaitu:

1. Membuka *software* Autodesk Inventor Professional lalu *import* desain yang telah dibuat sebelumnya, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3-6.



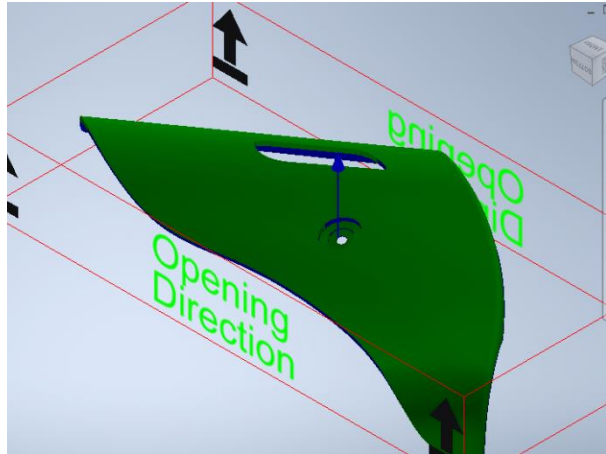
Gambar 3-6 *Import* desain produk *cover shockbreaker vespa sprint 150*

2. Mengatur besar dimensi dari cetakan, dengan nilai 243 mm pada sumbu X, 128 mm pada sumbu Y, dan 42.8 mm pada sumbu Z, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3-7.



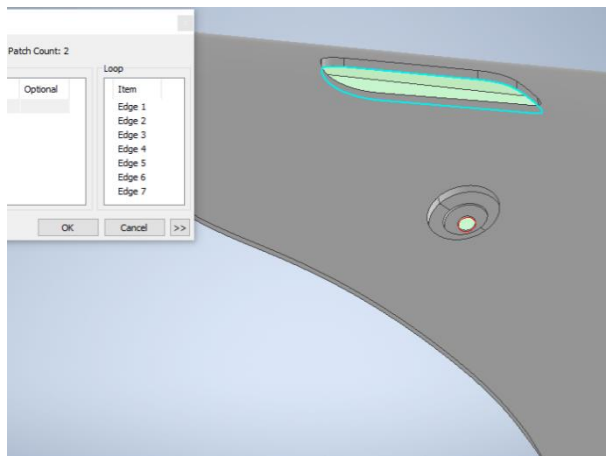
Gambar 3-7 Mengatur dimensi cetakan

3. Memilih sisi bagian produk yang akan menjadi bagian *core plate* dan bagian *cavity plate* pada cetakan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3-8.



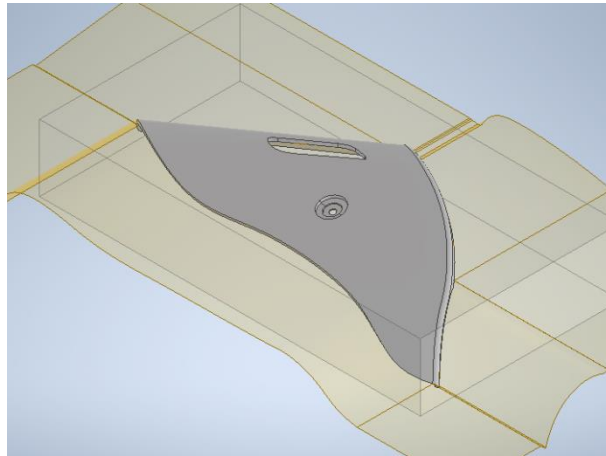
Gambar 3-8 Menyesuaikan orientasi

4. Membuat *patching* guna menutup bagian berlubang pada produk, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3-9.



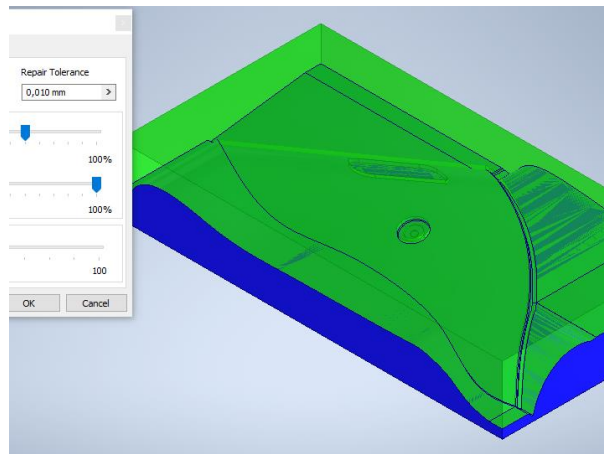
Gambar 3-9 Membuat *patching surface*

5. Membuat *parting line* yang berguna sebagai garis pemisah antara *cavity plate* dan *core plate*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3-10.



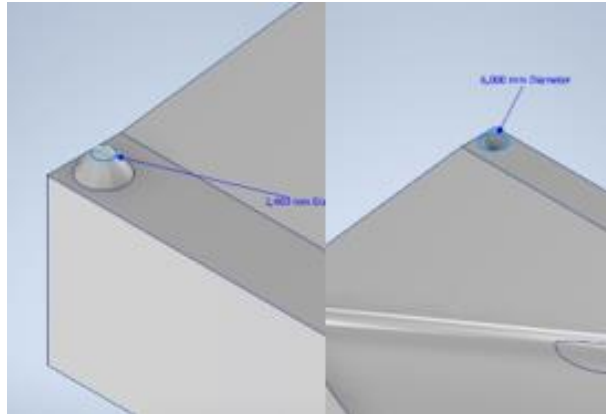
Gambar 3-10 Membuat *parting line*

6. Melakukan konfirmasi atas *cavity plate* dan *core plate*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3-11.



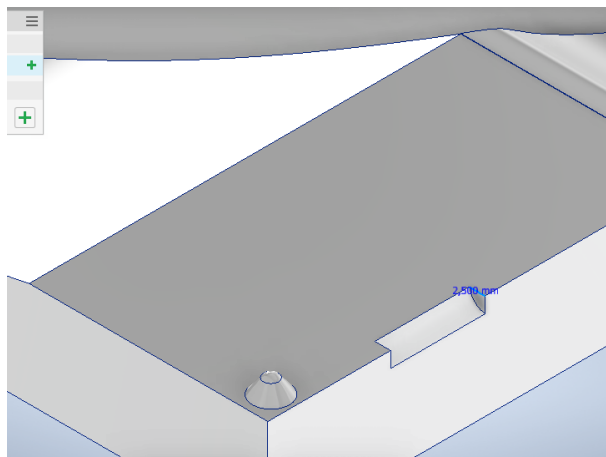
Gambar 3-11 Melakukan konfirmasi *cavity plate* dan *core plate*

7. Membuat komponen *guide pin* dan *guide bush* pada cetakan dengan diameter alas 6 mm dan diameter puncak sebesar 2.4 mm, terhadap sisi luar sebesar 4.5 mm, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3-12.



Gambar 3-12 Membuat komponen

8. Membuat *return pin* menggunakan *extrude cut* dengan panjang sebesar 15 mm, tinggi 2.5 mm, dan lebar 2.5 mm, lalu di fillet dengan dimensi 3 mm, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3-13.

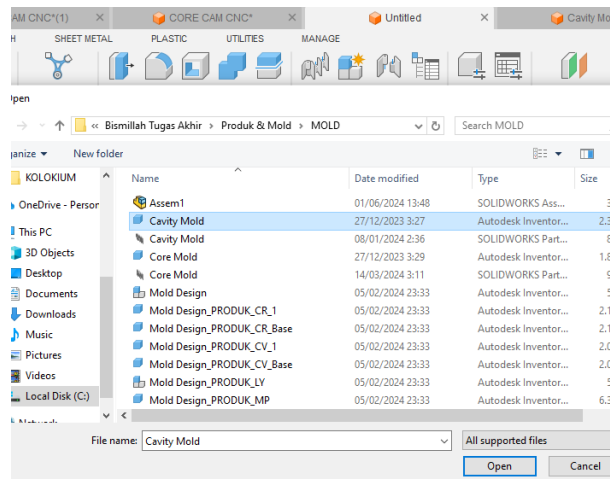


Gambar 3-13 Membuat *return pin*

3.4 Simulasi Pemesinan

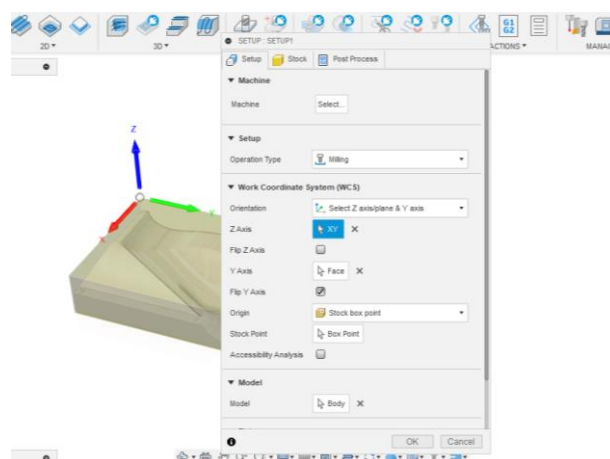
Simulasi pemesinan dilakukan dengan menggunakan *software* Autodesk Fusion 360. Proses ini dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu:

1. Membuka *software* Autodesk Fusion 360 lalu *import* desain *cavity plate* dan *core plate* yang telah dibuat sebelumnya, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3-14.



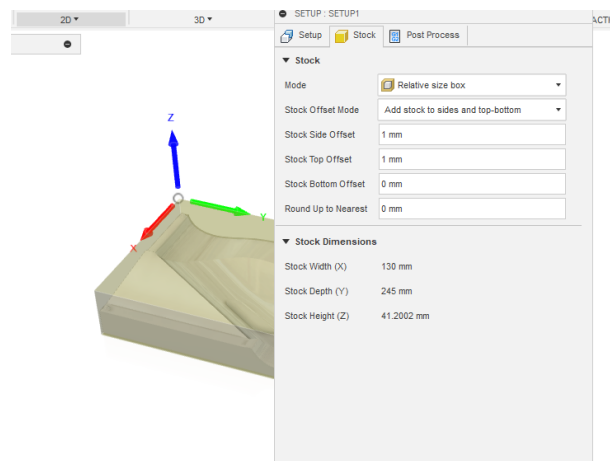
Gambar 3-14 *Import* desain cetakan *cavity plate* dan *core plate*

2. Melakukan pengaturan titik origin terhadap benda kerja pada sumbu X,Y, dan Z, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3-15.



Gambar 3-15 Mengatur titik origin pada benda kerja

- Mengatur besar selisih antara benda kerja terhadap *stock* yang akan digunakan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3-16.



Gambar 3-16 Mengatur besar selisih antara benda kerja terhadap *stock*

- Melakukan pemilihan strategi, mata pahat, dan parameter yang digunakan sebagai kondimen dari pemesinan. Parameter dan mata pahat yang digunakan merupakan hasil dari penelitian yang sebelumnya telah dilakukan guna memperoleh estimasi waktu yang terbaik seperti yang dilampirkan pada tabel 3-3 dan pada tabel 3-4.

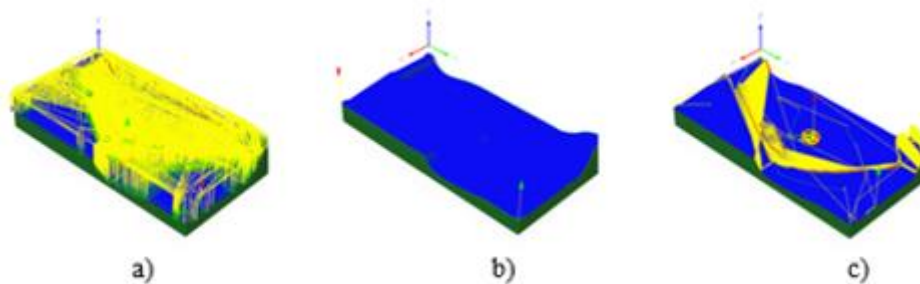
Tabel 3-3 Parameter pemesinan *Cavity Plate*

Tahap	<i>Roughing</i>	<i>Finishing 1</i>	<i>Finishing 2</i>
Diameter	<i>Flat End Mill</i>	<i>Flat End Mill</i>	<i>Flat End Mill</i>
Pahat	Ø 10 mm	Ø 10 mm	Ø 10 mm
<i>Strategy</i>	<i>Adaptive Clearing</i>	<i>Parallel</i>	<i>Steep and Shallow</i>
<i>Step Over</i>	0.4 mm	0.4 mm	0.4 mm
<i>Step Down</i>	0.1 mm	0.1 mm	0.1 mm
<i>Feed Rate</i>	800 mm/min	500 mm/min	250 mm/min
<i>Spindle Speed</i>	4000 rpm	4500 rpm	5000 rpm
<i>Tolerance</i>	0.01 mm	0.01 mm	0.01 mm

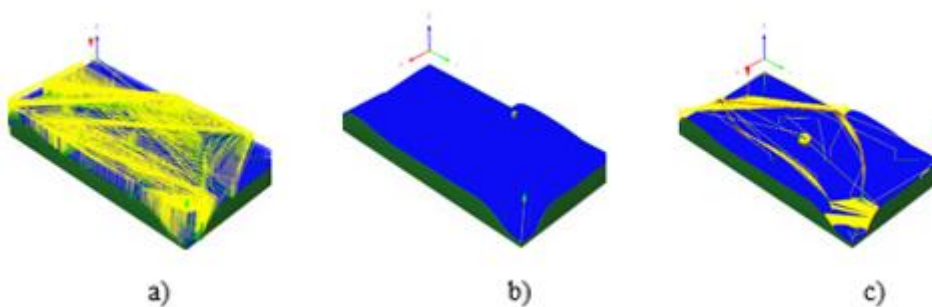
Tabel 3-4 Parameter pemesinan *Core Plate*

Tahap	<i>Roughing</i>	<i>Finishing 1</i>	<i>Finishing 2</i>
Diameter Pahat	<i>Flat End Mill</i> Ø 10 mm	<i>Flat End Mill</i> Ø 10 mm	<i>Flat End Mill</i> Ø 10 mm
<i>Strategy</i>	<i>Adaptive Clearing</i>	<i>Parallel</i>	<i>Steep and Shallow</i>
<i>Step Over</i>	0.4 mm	0.4 mm	0.4 mm
<i>Step Down</i>	0.1 mm	0.1 mm	0.1 mm
<i>Feed Rate</i>	800 mm/min	500 mm/min	250 mm/min
<i>Spindle Speed</i>	4000 rpm	4500 rpm	5000 rpm
<i>Tolerance</i>	0.01 mm	0.01 mm	0.01 mm

Tahap ini dilakukan secara bertahap kepada setiap tahap, antara lain *roughing*, *finishing 1* dan *finishing 2*. Tahap ini memperoleh alur *toolpath* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3-17 untuk *cavity plate* dan Gambar 3-18 untuk *core plate*.



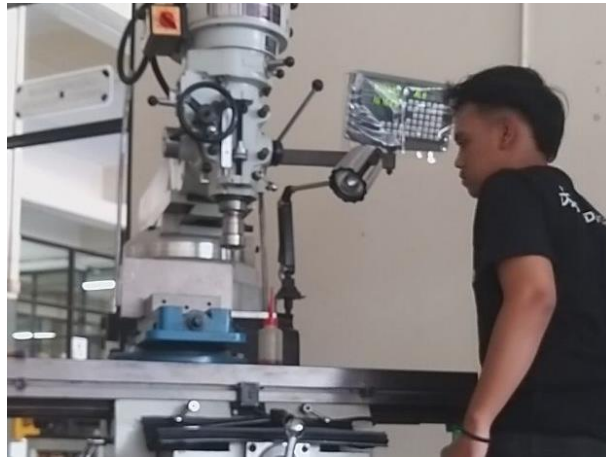
Gambar 3-17 Simulasi pemesinan *Cavity Plate* a) *Roughing* b) *Finishing1* c) *Finishing2*



Gambar 3-18 Simulasi pemesinan *Core Plate* a) *Roughing* b) *Finishing1* c) *Finishing2*

3.5 Persiapan Benda Kerja Aluminium

Persiapan benda kerja aluminium dilakukan dengan proses *facing* untuk bagian sisi tegak benda kerja agar benda kerja dapat dijepit dengan baik pada ragum. *Facing* sisi tegak dilakukan menggunakan mesin frais, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3-19.



Gambar 3-19 *Facing* sisi samping material

3.6 Pemesinan Cetakan

Cetakan yang sebelumnya telah melewati proses perancangan dan simulasi pemesinan, selanjutnya melakukan proses pemesinan cetakan dengan menggunakan parameter yang sebelumnya telah diperoleh pada simulasi pemesinan. Mesin yang digunakan dalam proses pemesinan cetakan ialah mesin milling Supermill MK 2.0 dari D-tech Powermill. Berikut adalah tahapan dalam melakukan proses pemesinan cetakan yaitu:

1. Mencekam benda kerja *aluminium* pada ragum dengan sangat kuat dan pastikan permukaan benda kerja menempel dengan baik pada ragum, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3-20.



Gambar 3-20 Mencekam benda kerja *aluminium* pada ragum mesin CNC *milling*

2. Menyalakan mesin milling Supermill MK 2.0 dan melakukan kalibrasi pada mesin untuk meminimalisir kerusakan pada mesin ataupun benda kerja nantinya, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3-21.



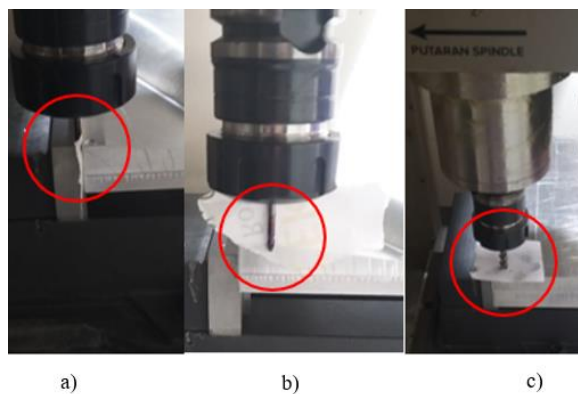
Gambar 3-21 Menyalakan mesin dan melakukan kalibrasi

3. Memasang mata pahat secara bertahap berdasarkan hasil simulasi pemesinan sebelumnya, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3-22.



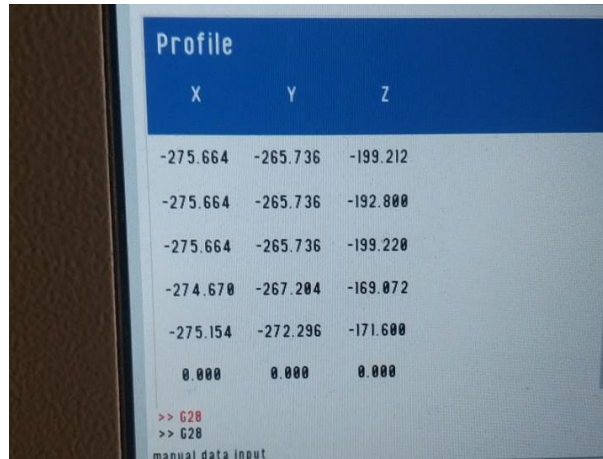
Gambar 3-22 Memasang mata pahat

4. Melakukan pengaturan titik origin mesin milling kepada benda kerja terhadap sumbu X, Y, dan Z, lalu memasukan data titik origin ke parameter *offset* yang telah tersedia di mesin milling Supermill MK 2.0, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3-23.



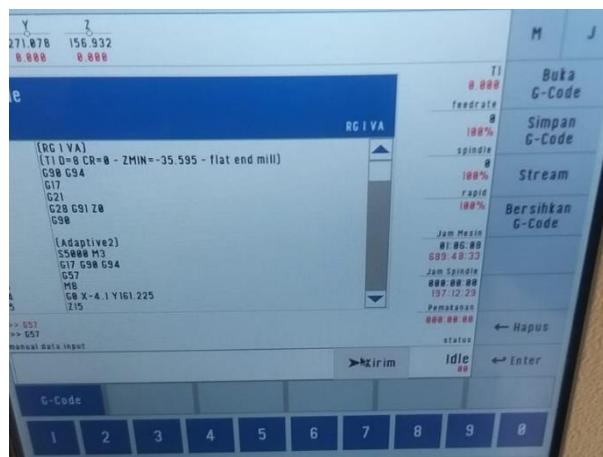
Gambar 3-23 Mengatur titik origin a) Sumbu X b) Sumbu Y c) Sumbu Z

5. Dilanjutkan dengan melakukan konfirmasi ulang dengan memasukan kode G00 X0 Y0 kepada sistem mesin, kemudian melakukan konfirmasi ulang secara manual dengan mendekatkan mata pahat terhadap benda kerja dengan jarak setengah diameter dari mata pahat, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3-24.



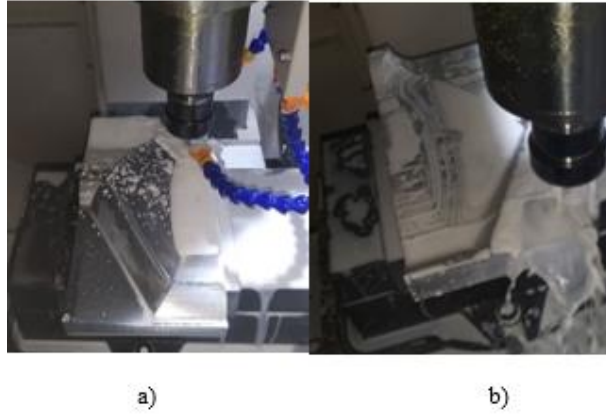
Gambar 3-24 Memasukan kode G00 X0 Y0

6. Setelah memastikan titik origin sudah benar, memasukkan *g-code* *roughing*, *finishing* 1 dan *finishing* 2 yang telah diperoleh dari hasil simulasi permesinan pada mesin milling Supermill MK 2.0 secara bertahap, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3-25.



Gambar 3-25 Melakukan *stream* G-Code

7. Menunggu dan memantau proses pemesinan CNC, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3-26.



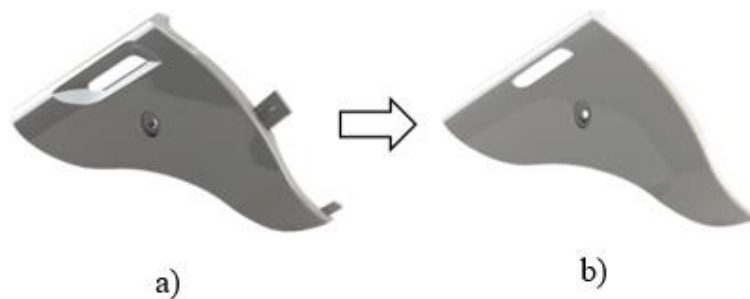
Gambar 3-26 Proses pemesinan cetakan a) *Core Plate* b) *Cavity Plate*

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Desain Produk Cover Shockbreaker Vespa Sprint 150

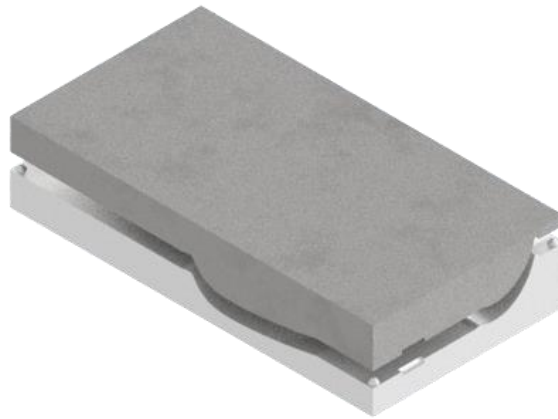
Desain produk telah dibuat menggunakan fitur *surface* pada *software* Solidworks, hasil dari desain ini digunakan untuk pembuatan desain cetakan. Desain pada produk ini telah dimodifikasi sesuai dengan kriteria desain dengan melakukan pengurangan pada beberapa bagian agar mempermudah pada proses pembuatan dan penggunaan cetakan. Namun demikian, produk tetap memiliki dimensi yang sama dan tidak mengubah fungsi dari produk tersebut hanya saja memiliki motif yang berbeda seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4-1.



Gambar 4-1 Hasil desain produk a) Sebelum b) Sesudah

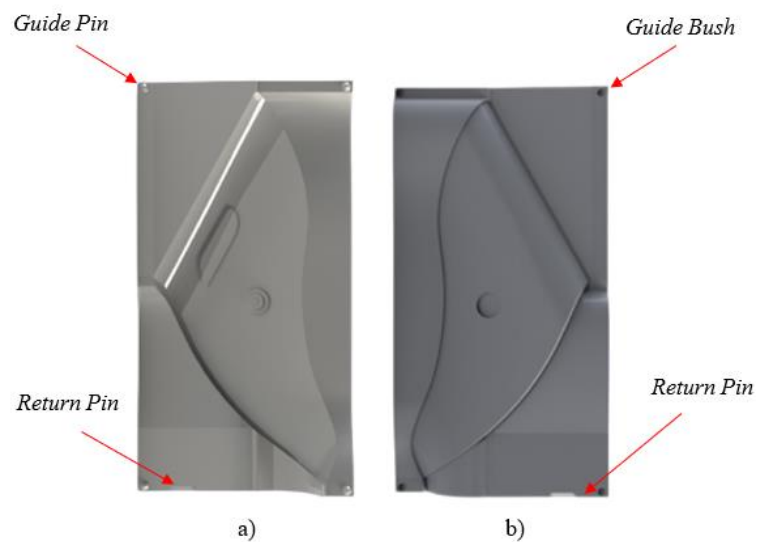
4.2 Hasil Desain Cetakan

Desain cetakan telah dibuat menggunakan fitur *mold* pada *software* Autodesk Inventor Professional. Hasil cetakan merupakan modifikasi yang telah dilakukan berulang kali agar sesuai dengan kriteria desain seperti bagian-bagian yang tidak dapat diraih oleh mesin *milling* Supermill MK 2.0. Desain pada cetakan menggunakan sistem *two plate mold*. Sistem ini terbagi menjadi dua bagian yaitu pada bagian *cavity plate* dan *core plate* dengan dimensi keseluruhan yang memiliki panjang 243 mm, lebar 128 mm, dan 42.8 mm seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4-2.



Gambar 4-2 Sistem cetakan *two plate mold*

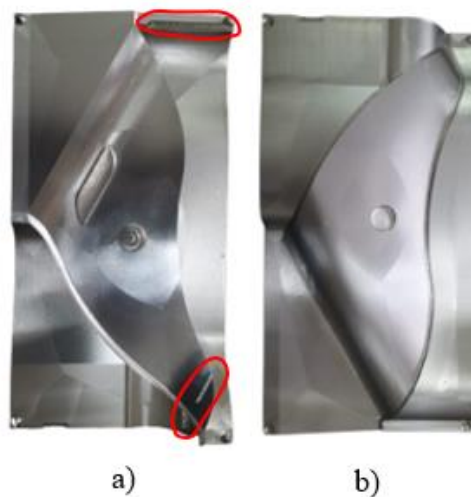
Hasil dari desain cetakan pada setiap platnya memiliki beberapa tambahan komponen seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4-3. Tambahan komponen tersebut adalah pada *cavity plate* terdapat *guide pin* dan *return pin* lalu pada *core plate* memiliki *guide bush* dan *return pin*. Penambahan komponen pada cetakan tentunya tidak semerta-merta ditambahkan namun untuk mempermudah saat cetakan digunakan saat mencetak produk komposit.



Gambar 4-3 Penambahan komponen a) *cavity plate* b) *core plate*

4.3 Hasil Pemesinan dan Perbandingan Estimasi Waktu

Pada pemesinan cetakan menggunakan mesin milling Supermill MK 2.0 dan *g-code* hasil dari simulasi pemesinan menggunakan *software* Autodesk Fusion 360. Hal terpenting dalam proses pemesinan pada cetakan agar mendapatkan hasil yang bagus, halus, dan presisi sesuai dengan desain yaitu melakukan *setting* titik origin yang tepat baik dari sumbu X, Y, dan Z. Dalam melakukan *setting* titik origin pada proses pemesinan tergolong ke tahap yang rumit dan memerlukan ketelitian yang baik, sebab apabila tidak teliti dalam melakukan akan terjadinya kerusakan pada benda kerja seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4-4 terdapat kerusakan pada beberapa bagian *cavity plate*. Namun demikian, pada *core plate* hasil yang diperoleh memiliki permukaan yang halus dan sesuai yang diharapkan dari hasil simulasi pemesinan.



Gambar 4-4 Hasil pemesinan a) *cavity plate* b) *core plate*

Lama pemesinan cetakan tidak sama dengan hasil simulasi pemesinan yang telah dilakukan. Proses pemesinan cetakan ini membutuhkan waktu 19 jam 01 menit 24 detik pada *cavity plate* dan 18 jam 20 menit 41 detik pada *core plate* dengan penjabaran pada Tabel 4-1 dan Tabel 4-2.

Tabel 4-1 Waktu estimasi simulasi Fusion 360 dan riil proses pemesinan supermill MK 2.0 untuk pembuatan *cavity plate*

Tahap	Strategy	Lama Waktu Pemesinan	
		Simulasi Fusion 360	Supermill MK 2.0
<i>Roughing 1 Cavity</i>	<i>Adaptive Clearing</i>	5 jam 47 menit 54 detik	6 jam 45 menit 25 detik
<i>Finishing 1 Cavity</i>	<i>Parallel</i>	2 jam 48 menit 24 detik	3 jam 13 menit 21 detik
<i>Finishing 2 Cavity</i>	<i>Steep and Shallow</i>	8 jam 19 menit 38 detik	9 jam 02 menit 38 detik
Total		16 jam 55 menit 56 detik	19 jam 01 menit 24 detik

Tabel 4-2 Waktu estimasi simulasi Fusion 360 dan riil proses pemesinan supermill MK 2.0 untuk pembuatan *core plate*

Tahap	Strategy	Lama Waktu Pemesinan	
		Simulasi Fusion 360	Supermill MK 2.0
<i>Roughing 1 Core</i>	<i>Adaptive Clearing</i>	4 jam 04 menit 10 detik	6 jam 45 menit 25 detik
<i>Finishing 1 Core</i>	<i>Parallel</i>	2 jam 44 menit 29 detik	3 jam 13 menit 21 detik
<i>Finishing 2 Core</i>	<i>Steep and Shallow</i>	7 jam 56 menit 05 detik	9 jam 02 menit 38 detik
Total		14 jam 44 menit 44 detik	18 jam 20 menit 41 detik

4.4 Kendala Saat Pemesinan

Dalam melakukan proses pemesinan, ditemukan beberapa kendala baik pada mesin milling Supermill MK 2.0 ataupun terhadap benda kerja, berikut beberapa kendala yang yang dihadapi, pompa *coolant* yang berhenti mengalirkan cairan *coolant* dikarenakan modul pompa yang mengalami kerusakan sehingga menyebabkan proses pemesinan sempat tertunda, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4-5.



Gambar 4-5 Kerusakan pada pompa *coolant*

Kendala lainya yang dialami yaitu padamnya listrik, sehingga harus mengulangi kembali proses pemesinan dari awal yang menyebabkan estimasi waktu produksi tidak optimal, selain itu menyebabkan timbulnya *pot* pada benda kerja seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4-6.



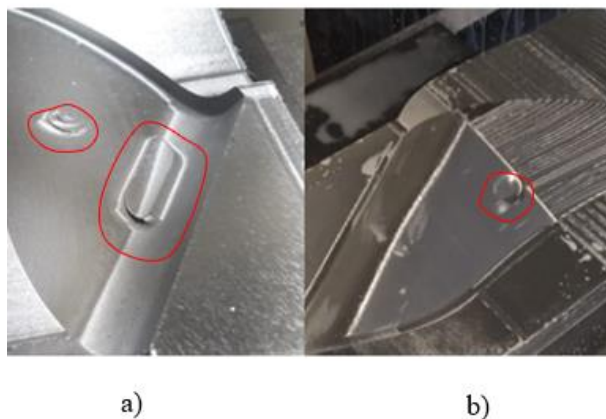
Gambar 4-6 Pemesinan saat listrik padam

Selain itu kendala yang dialami saat proses pemesinan yaitu *delay* progres pada *dial setting* di mesin milling Supermill MK 2.0 yang menyebabkan momen mata pahat mengalami kerusakan saat menabrak benda kerja seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4-7.



Gambar 4-7 Momen saat mata pahat menabrak benda kerja

Kendala terakhir yang dialami pada saat proses pemesinan terhadap benda kerja yaitu terdapat beberapa bagian pada benda yang sulit dicapai oleh mata pahat diantaranya pada bagian melengkung dan bagian sudut baik pada *cavity plate* dan *core plate*, sehingga hasil yang diperoleh kurang optimal seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4-8.



Gambar 4-8 Pemakanan kurang optimal a) *cavity plate* b) *core plate*

4.5 Pencetakan Produk Komposit

Pencetakan produk komposit dilakukan dengan metode *compression molding*, dengan dua macam komposit yang digunakan yaitu *chopped carbon fiber* dan *prepreg carbon fiber*. Dengan adanya penambahan komponen *guide bush*, *guide pin* dan return pin membuat proses pencetakan menjadi mudah. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4-9 merupakan tahap membuka cetakan dengan bantuan return pin pada pencetakan produk komposit dengan *chopped carbon fiber* pada Gambar 4-10 merupakan tahap menutup cetakan dengan bantuan *guide bush* dan *guide pin* pada pencetakan produk komposit dengan *prepreg karbon fiber*.



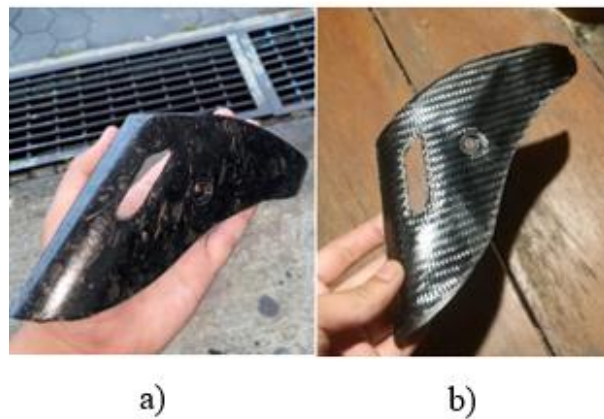
Gambar 4-9 Pencetakan produk komposit *chopped carbon fiber*



Gambar 4-10 Pencetakan produk komposit *prepreg carbon fiber*

4.6 Hasil Produk Komposit

Pencetakan produk dengan menggunakan metode *compression molding* dilakukan pada material komposit bermacam antara lain *chopped carbon fiber* dan *prepreg carbon fiber*. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4-11 bagian a, merupakan hasil dari produk komposit berbahan *chopped carbon fiber*, sedangkan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4-11 bagian b merupakan hasil dari pencetakan produk komposit berbahan *prepreg carbon fiber*.



Gambar 4-11 Hasil produk komposit a) *chopped carbon fiber* b) *prepreg carbon fiber*

4.7 Biaya Pembuatan Cetakan

Selama pembuatan terdapat biaya yang dibutuhkan untuk melakukan pembuatan *two plate mold* berbahan *aluminium 5052*. Estimasi biaya yang dikeluarkan untuk membuat *two plate mold* tercantum pada Tabel 4-3. Dapat diketahui bahwa estimasi yang dihitung hanya untuk pemuatan *two plate mold*.

Tabel 4-3 Estimasi biaya pembuatan cetakan

No	Nama Barang	Harga	Banyaknya	Jumlah
1.	Plat Aluminium 5052 tebal 40 mm	Rp. 400.000	2	Rp. 871.200
2.	Carbide Endmill 3F 5mm x 50	Rp. 85.000	1	Rp. 85.000
3.	Carbide Endmill 8 x 100 3F	Rp. 145.000	1	Rp. 145.000

4.	<i>Endmill Ballnose 2F R 1.5 x</i> 6	Rp. 49.000	4	Rp. 196.000
Total				Rp. 1.297.200

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, beberapa kesimpulan yang dapat diambil yaitu:

1. Telah berhasil dibuat cetakan *two plate mold* berbahan *aluminium 5052* yang dapat digunakan untuk membuat produk komposit cover *shockbreaker vespa sprint 150* berpenguat *chopped carbon fiber* dan *prepreg carbon fiber* melalui metode *compression molding*.
2. Dalam melakukan pembuatan *two plate mold* terdapat beberapa kendala yang dialami yaitu,
 - Rusaknya modul pompa *coolant* yang menyebabkan cairan *coolant* tidak keluar saat proses pemesinan cetakan.
 - Seringnya padam listrik yang menyebabkan proses pemesinan berhenti dan harus memulai proses pemesinan dari awal kembali.
 - Adanya *delay* pada *dial setting* yang menyebabkan patahnya mata pahat dalam melakukan *setting* origin pada benda kerja.
 - Terdapat beberapa bagian dari benda kerja yang sulit dicapai oleh mata pahat dalam melakukan pemakanan.
3. Hasil dari proses pemesinan memperoleh waktu yang berbeda dengan hasil yang diperoleh pada proses simulasi pemesinan. Simulasi pemesinan dengan *software* Autodesk Fusion 360 menghasilkan estimasi waktu selama 16 jam 55 menit 56 detik pada *cavity plate* dan 14 jam 44 menit 44 detik pada *core plate*, sedangkan pada proses pemesinan dengan mesin Supermill MK 2.0 memperoleh estimasi waktu selama 19 jam 01 menit 24 detik pada *cavity plate* dan 18 jam 20 menit 41 detik pada *core plate*.

5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya

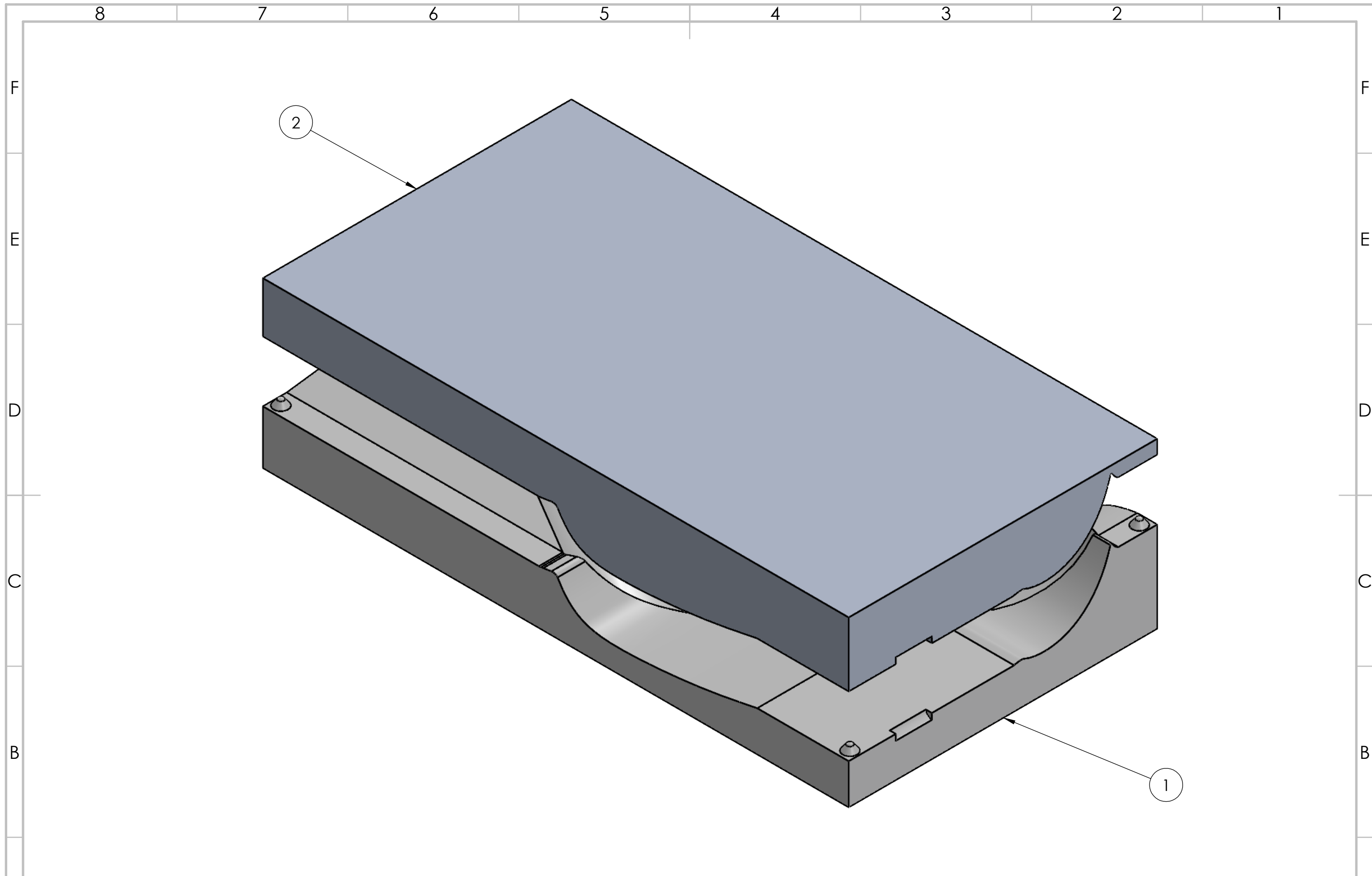
Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran untuk dapat menyempurnakan pada penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Pada penelitian selanjutnya diharapkan saat melakukan proses pemesinan lebih teliti terutama saat melakukan *setting* origin pada benda kerja, agar tidak terjadi pemakanan terhadap benda kerja yang tidak diharapkan.

A. T. K., Bantul, K., & Yogyakarta, D. I. (2023). *Perancangan Mold Base Dengan Sistem Two Plate Mold Untuk Produk Spesimen Uji Tarik Material plastik yang banyak digunakan dalam pembuatan produk plastik sehari-hari , termasuk produk untuk (Priohutomo et al ., 2020). Salah satunya dihasilkan dari proses.* 7(1), 7–14.

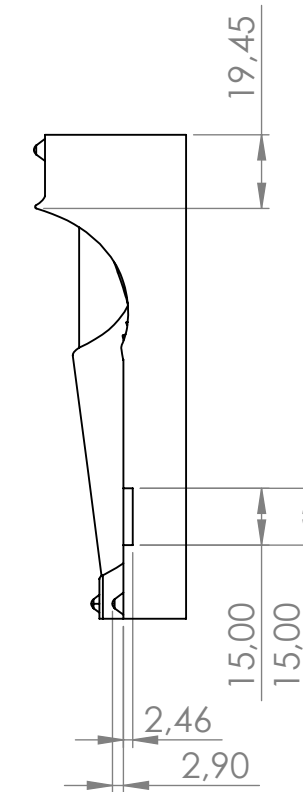
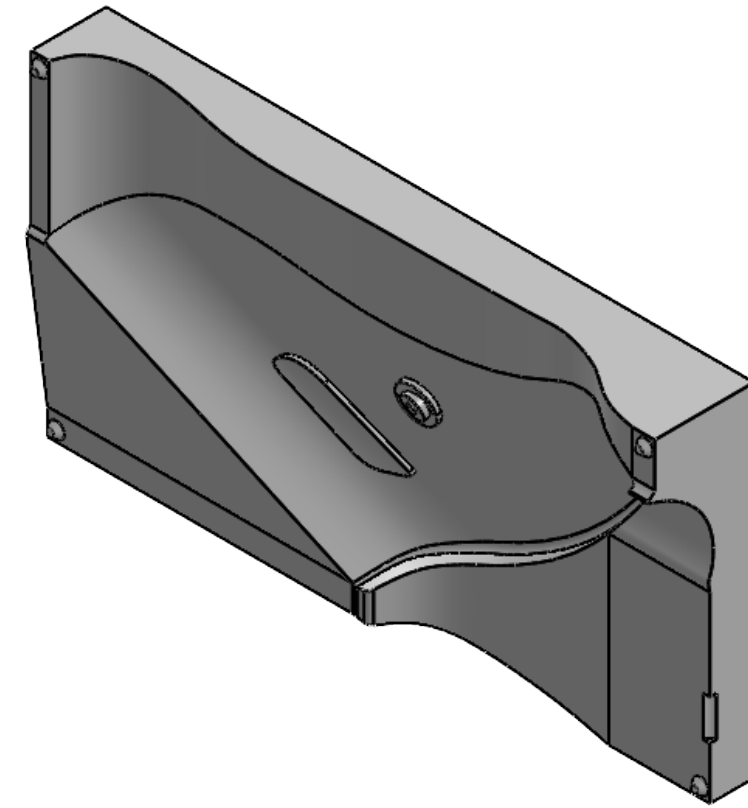
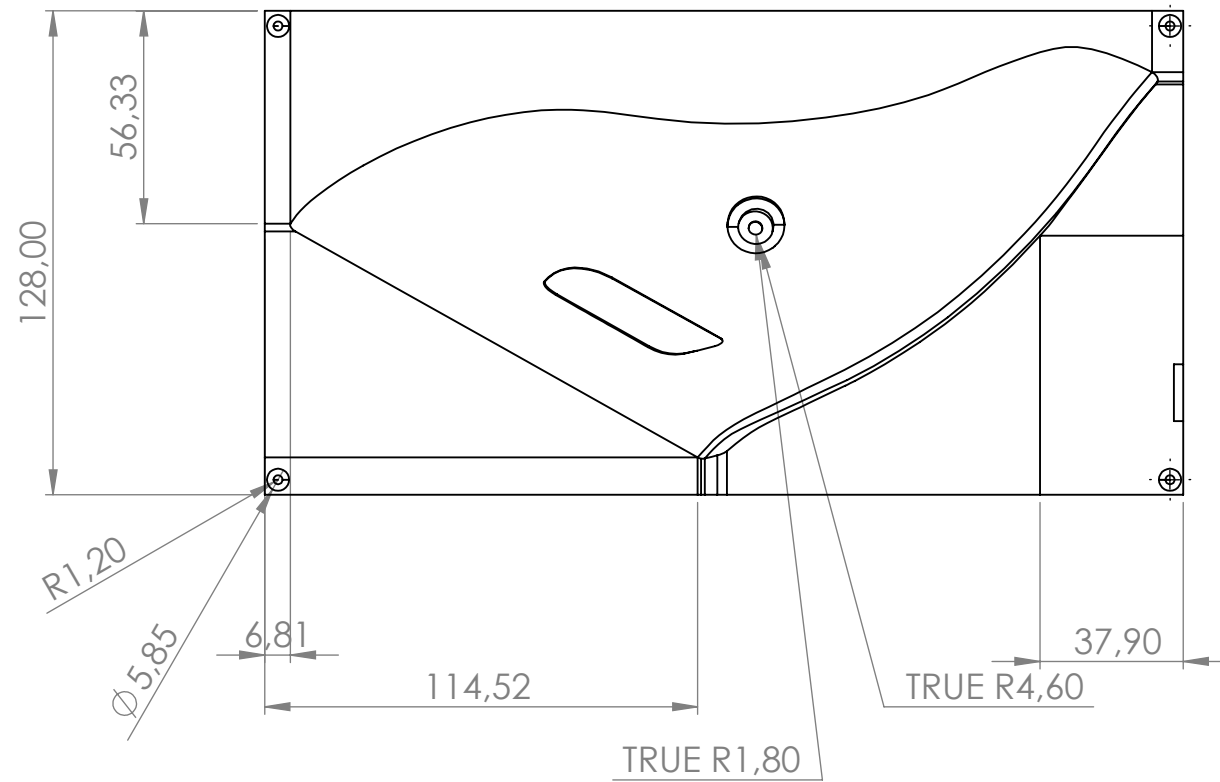
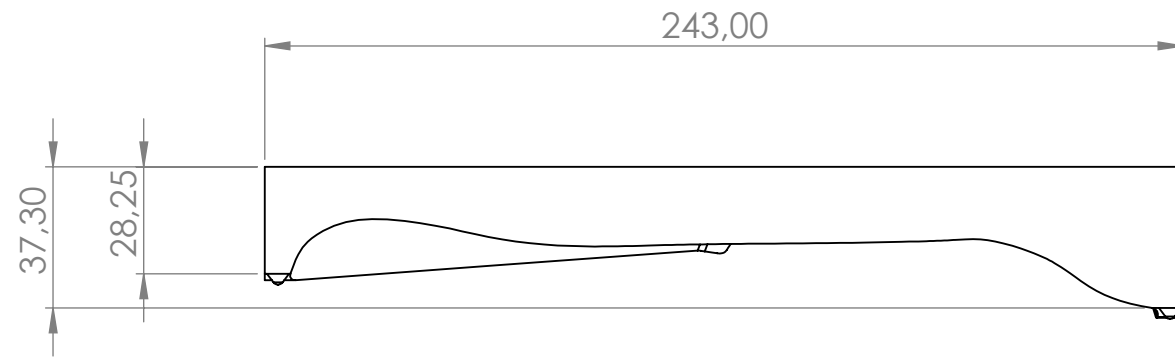
Suratman, R. (2001). Korosi Dan Baja Tahan Karat. In *Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia* (Vol. 2, Issue 1, pp. 27–38).

LAMPIRAN

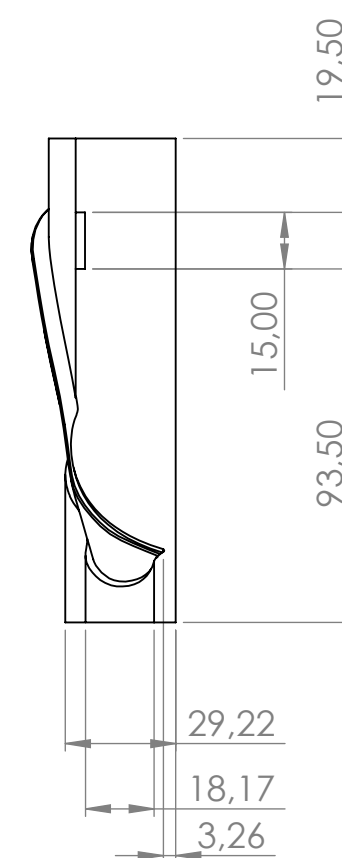
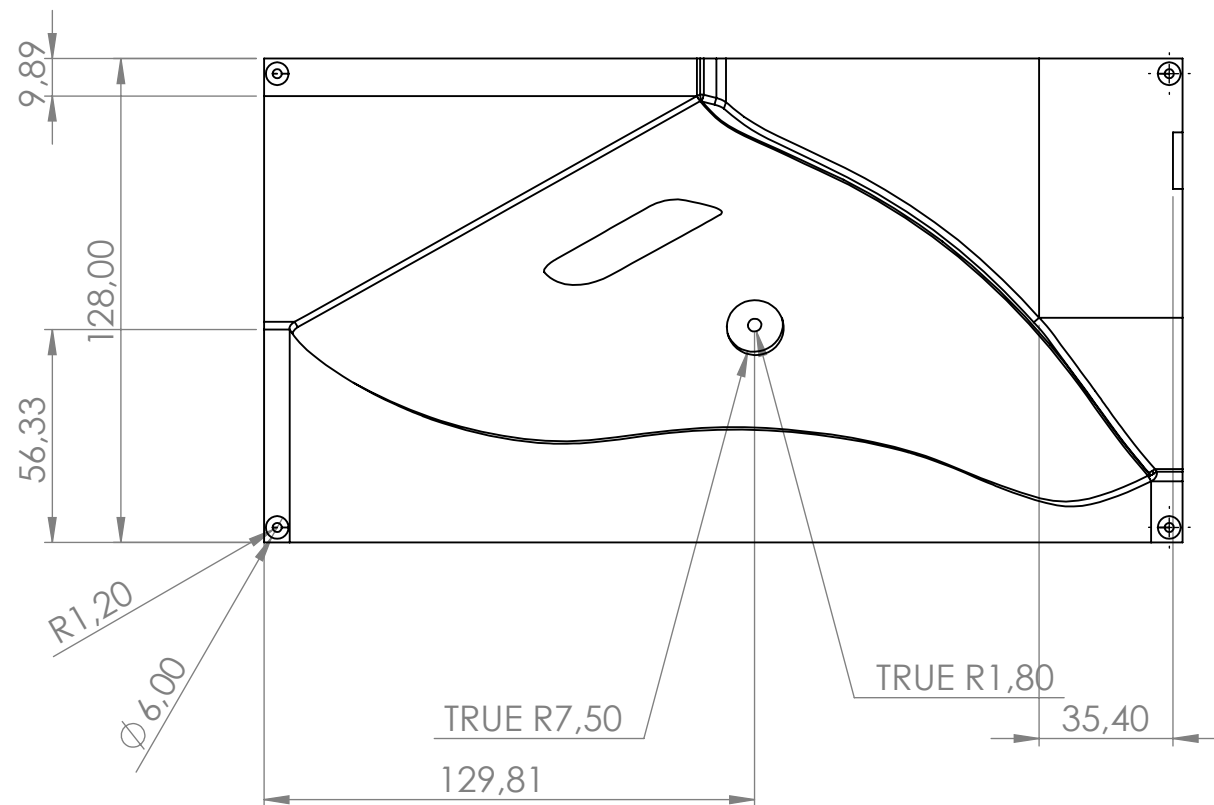
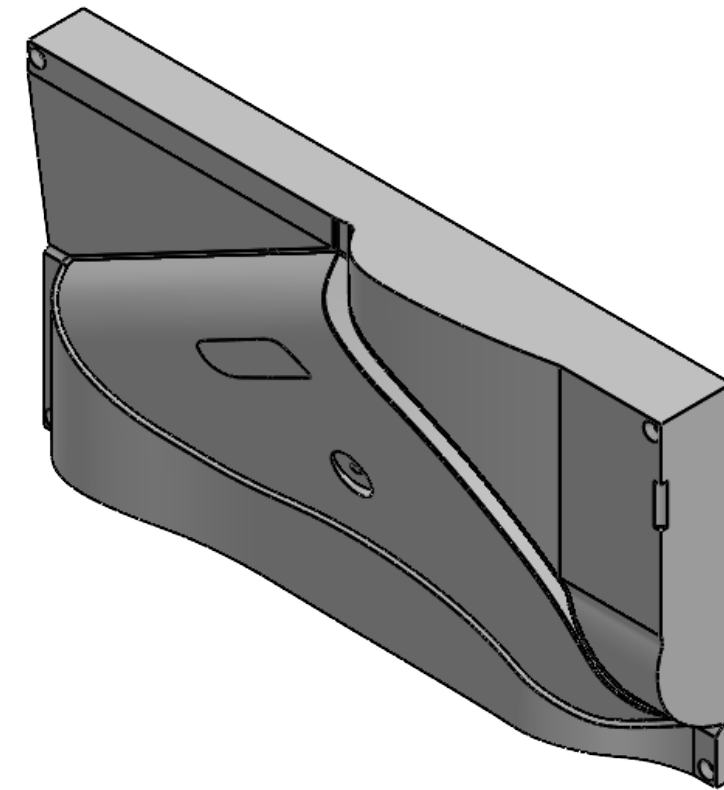
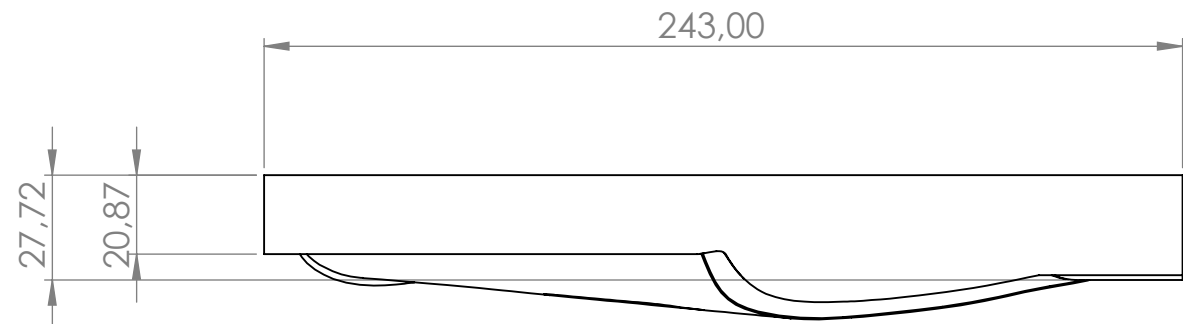


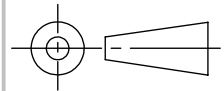
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	Cavity Plate		1
2	Core Plate		1

	Skala : 1 : 1	Digambar : Ariefattah Putra Dede	Keterangan : TUGAS AKHIR		
	Satuan Ukur : mm	NIM : 19525005			
	Tanggal : 31 Mei 2024	Diperiksa :			
TEKNIK MESIN FTI-UII		Part	ASSEMBLY	Lampiran	A3



	Skala : 1 : 2	Digambar : Ariefattah Putra Dede	Keterangan : TUGAS AKHIR	
	Satuan Ukur : mm	NIM : 19525005		
	Tanggal : 31 Mei 2024	Diperiksa :		
TEKNIK MESIN FTI-UII	Part		CAVITY PLATE	Lampiran
				A3



	Skala : 1 : 2	Digambar : Ariefattah Putra Dede	Keterangan : TUGAS AKHIR		
	Satuan Ukur : mm	NIM : 19525005			
	Tanggal : 31 Mei 2024	Diperiksa :			
TEKNIK MESIN FTI-UII	Part		CORE PLATE	Lampiran	A3

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

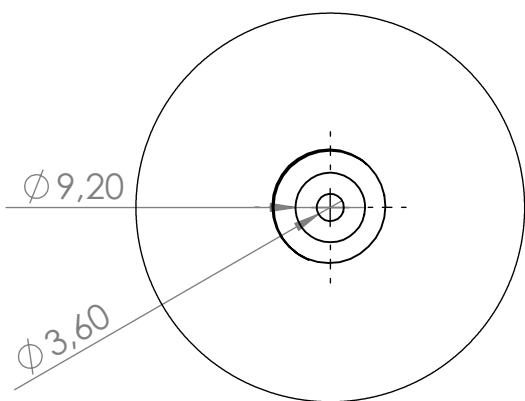
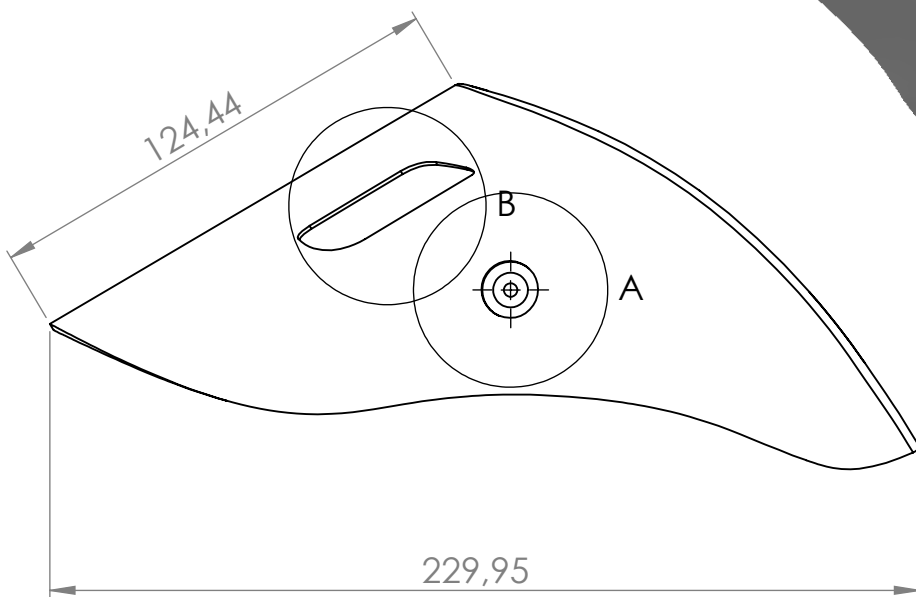
C

B

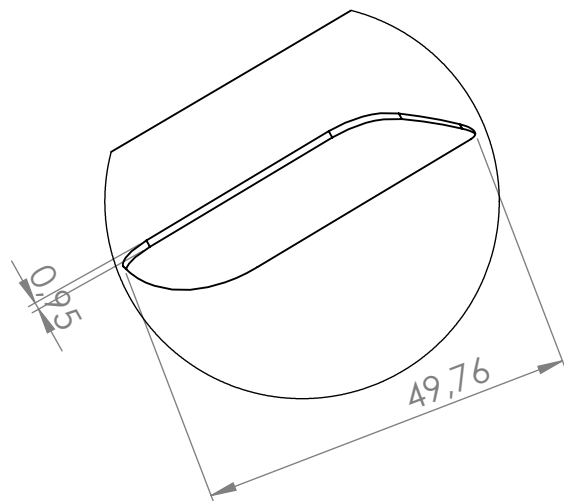
B

A

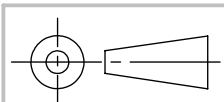
A



DETAIL A
SCALE 1 : 1



DETAIL B
SCALE 1 : 1



Skala : 1 : 2
 Satuan Ukur : mm
 Tanggal : 31 Mei 2024

Digambar : Ariefattah Putra Dede
 NIM : 19525005
 Diperiksa :

Keterangan :
 Tugas Akhir

TEKNIK MESIN FTI-UII

Part Cover Shockbreaker
 Vespa Sprint 150

Lampiran

A4

4

3

2

1