

**DESAIN DAN PEMBUATAN PRODUK KREATIF  
AKSESORIS TUTUP *MASTER* REM YAMAHA AEROX 155  
MENGUNAKAN MESIN CNC SUPERMILL MK2.0**

**TUGAS AKHIR**

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



**Disusun Oleh :**

**Nama : Muhammad Rafi Geraldy**

**No. Mahasiswa : 19525065**

**NIRM : 1904240044**

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

**2024**

# LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

## DESAIN DAN PEMBUATAN PRODUK KREATIF AKSESORIS TUTUP *MASTER* REM YAMAHA AEROX 155 MENGUNAKAN MESIN CNC SUPERMILL MK2.0

### TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : **Muhammad Rafi Gerald**  
No. Mahasiswa : **19525065**  
NIRM : **1904240044**

Yogyakarta, 15 Februari 2024

Pembimbing I,



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

Pembimbing II,



Ir. Santo Ajie Dhewanto, S.T.,  
M.M., IPP

# LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

## DESAIN DAN PEMBUATAN PRODUK KREATIF AKSESORIS TUTUP MASTER REM YAMAHA AEROX 155 MENGUNAKAN MESIN CNC SUPERMILL MK2.0

### TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Muhammad Rafi Geraldly  
No. Mahasiswa : 19525065  
NIRM : 1904240044

Tim Penguji

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

Ketua



Tanggal : 6 Maret 2024

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

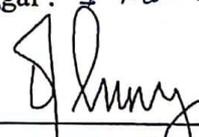
Anggota I



Tanggal : 7 Maret 2024

Finny Pratama Putera, S.T., M.Eng.

Anggota II



Tanggal : 03 Maret 2024

Mengetahui

Jurusan Teknik Mesin



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

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Rafi Geraldly

NIM : 19525065

Menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul “Desain dan Pembuatan Produk Kreatif Aksesoris Tutup *Master* Rem Yamaha Aerox 155 Menggunakan Mesin CNC Supermill MK2.0” adalah hasil penelitian, pemikiran, dan tulisan saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang saya cantumkan sumbernya sebagai referensi. Apabila kemudian hari terbukti tidak benar, saya siap menerima sanksi/hukuman sesuai hukum yang berlaku di Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 07 Maret 2024



Muhammad Rafi Geraldly

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Dengan rasa syukur dan dengan diselesaikannya laporan tugas akhir ini penulis mempersembahkan kepada:

- 1 Keluarga penulis, yang selalu mendoakan penulis untuk dapat menyelesaikan kuliah di waktu yang tepat.
- 2 Dosen pembimbing satu dan dua penulis, yang selalu sabar dalam membimbing penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
- 3 Teman-teman Teknik Mesin UII, yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan perkuliahan sejak awal kuliah hingga sekarang.

Besar harapan penulis semoga Tugas Akhir ini dapat berguna serta bermanfaat untuk perkembangan ilmu pengetahuan khususnya pada bidang yang sesuai dengan topik penulis pada masa yang akan mendatang kelak.

## HALAMAN MOTTO

*“Without hope we are lost”*  
(Mahmoud Darwish)

## **KATA PENGANTAR ATAU UCAPAN TERIMA KASIH**

Puji Syukur kehadirat Allah Swt. atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis akhirnya dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “Desain dan Pembuatan Produk Kreatif Aksesoris Tutup *Master* Rem Yamaha Aerox 155 Menggunakan Mesin CNC Supermill MK2.0”. Tugas Akhir ini dijalankan untuk mendapatkan gelar sarjana Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Penulis menyadari dalam kegiatan tugas akhir ini tidak akan terealisasi tanpa adanya bantuan dan dorongan dari semua pihak. Dengan segala hormat dan kerendahan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang mendalam kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan, baik secara moral maupun materiil selama tugas akhir hingga penyusunan laporan ini. Ucapan terima kasih ini disampaikan kepada:

- 1 Allah Swt. yang selalu memberikan rahmat dan ridho-Nya kepada hambanya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
- 2 Keluarga penulis yang selalu mendoakan memberikan dukungan baik moral maupun materi sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
- 3 Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo M.T. selaku dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
- 4 Bapak Dr. Ir. Muhammad Khafidh, S.T., M.T., IPP selaku ketua program studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
- 5 Bapak Ir. Arif Budi Wicaksono, S.T., M.Eng., IPP selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, nasihat serta arahan sebelum maupun hingga tugas akhir ini selesai dengan baik.
- 6 Bapak Ir. Santo Ajie Dhewanto, S.T., M.M., IPP selaku dosen pembimbing 2 yang memberikan arahan sehingga penulis dapat mendapatkan banyak ilmu dalam pengerjaan tugas akhir ini.
- 7 Staff laboratorium yang selalu membantu penulis dalam pelaksanaan tugas akhir maupun dalam proses penyusunan laporan.

8 Rekan-rekan Teknik Mesin angkatan 2019, penulis sangat bersyukur mengenal kalian.

Penulis menyadari bahwa dalam pengerjaan dan pengerjaan laporan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, sangat jauh dari kata sempurna. Hal tersebut karena penulis masih dalam tahap belajar. Saran yang membangun sangat diharapkan untuk proses belajar penulis. Atas perhatiannya penulis ucapkan terima kasih

Yogyakarta, 15 Februari 2024

Penyusun

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Rafi Geraldy', with a stylized, cursive script.

Muhammad Rafi Geraldy

## ABSTRAK

Saat ini, kepemilikan kendaraan bermotor tidak hanya didasarkan pada utilitas semata, melainkan juga dijadikan sebagai wadah bagi para penggemar otomotif untuk mengekspresikan minat mereka. Pemilik sepeda motor yang memiliki minat dalam dunia otomotif seringkali merasa belum puas meskipun sepeda motor mereka dalam kondisi baik. Seiring dengan meningkatnya jumlah kendaraan serta tingginya minat untuk melakukan modifikasi kendaraan bermotor, maka permintaan akan aksesoris kendaraan bermotor ikut meningkat pula. Di antara kendaraan bermotor yang sering dimodifikasi oleh pemiliknya adalah sepeda motor Yamaha Aerox 155. Salah satu aksesoris kendaraan bermotor yang banyak peminatnya adalah aksesoris tutup *master* rem. Oleh karena itu, potensi ini dapat dimanfaatkan untuk pembuatan aksesoris tutup *master* rem Yamaha Aerox 155 dengan desain yang belum ada di pasaran. Pada proses awal untuk produksi aksesoris tutup *master* rem ini adalah dengan mendesain produk dengan CAD, kemudian simulasi pemesinan dengan CAM, serta proses pemesinan dengan mesin CNC Supermill MK2.0. Hasil yang didapat adalah produk aksesoris tutup *master* rem Yamaha Aerox 155 sebanyak delapan buah dengan waktu 6 jam, 24 menit, dan 5 detik. Kemudian dibuat perhitungan Harga Pokok Produksi (HPP) dari pembuatan produk ini dengan didapat HPP sebesar Rp40.363,71 per produk. Selain itu, dilakukan pula survei untuk mengetahui respon calon konsumen terhadap hasil produk dengan respon yang positif.

Kata kunci: Sepeda motor, aksesoris, CAD, CAM, CNC.

## **ABSTRACT**

*Nowadays, motor vehicle ownership is not only based on utility, but also serves as a platform for automotive enthusiasts to express their interests. Motorcycle owners who have an interest in the automotive world often feel unsatisfied even though their motorcycle is in good condition. Along with the increasing number of vehicles and the high interest in modifying motor vehicles, the demand for motor vehicle accessories has also increased. Among the motorized vehicles that are often modified by their owners is the Yamaha Aerox 155 motorcycle. One of the motor vehicle accessories that are in great demand is brake master cap accessories. Therefore, this potential can be utilized to manufacture Yamaha Aerox 155 brake master cap accessories with a design that does not yet exist in the market. In the initial process for the production of this brake master cap accessory is to design the product with CAD, then simulate machining with CAM, and the machining process with a Supermill MK2.0 CNC machine. The results obtained are eight Yamaha Aerox 155 brake master cap accessories products with a time of 6 hours, 24 minutes, and 5 seconds. Then the calculation of the Cost of Goods Manufactured (COGS) or Harga Pokok Produksi (HPP) of making this product was obtained with a COGS of IDR 40,363.71 per product. In addition, a survey was also conducted to find out the response of potential consumers to the product results with a positive response.*

*Keywords: Motorcycle, accessories, CAD, CAM, CNC.*

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing .....	ii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji .....	iii
Halaman Persembahan .....	iv
Halaman Motto .....	v
Kata Pengantar atau Ucapan Terima Kasih .....	vi
Abstrak .....	viii
Daftar Isi .....	x
Daftar Tabel .....	xiii
Daftar Gambar .....	xiv
Daftar Notasi .....	xviii
Bab 1    Pendahuluan .....	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	2
1.3    Batasan Masalah .....	3
1.4    Tujuan Perancangan .....	3
1.5    Manfaat Perancangan .....	3
1.6    Sistematika Penulisan .....	4
Bab 2    Tinjauan Pustaka .....	5
2.1    Kajian Pustaka .....	5
2.2    Dasar Teori .....	7
2.2.1 <i>Computer Aided Design (CAD)</i> .....	7
2.2.2 <i>Computer Numerical Control (CNC)</i> .....	7
2.2.3 <i>Milling</i> .....	9
2.2.4    Aluminium .....	9
2.2.5 <i>High-Speed Steel (HSS)</i> .....	9
2.2.6    Harga Pokok Produksi .....	10
Bab 3    Metode Perancangan .....	11
3.1    Alur Perancangan .....	11
3.2    Alat .....	12

3.2.1	Laptop .....	12
3.2.2	Autodesk Fusion 360 Student Version .....	13
3.2.3	CNC Supermill MK2.0.....	13
3.2.4	Mesin 3D <i>Printing</i> .....	14
3.2.5	Mesin <i>Laser Marking</i> .....	15
3.2.6	<i>End Mill</i> HSS 12 Milimeter.....	15
3.2.7	<i>End Mill</i> HSS 6 Milimeter.....	16
3.2.8	<i>End Mill</i> HSS 4 Milimeter.....	16
3.2.9	<i>Center Drill</i> .....	16
3.2.10	<i>Drill</i> 5 Milimeter .....	17
3.2.11	<i>Chamfer Mill</i> 3 Milimeter 90° .....	17
3.2.12	Palu .....	17
3.2.13	Kunci Pas 8 Milimeter.....	18
3.2.14	Obeng .....	18
3.2.15	Baut <i>Countersunk</i> M5, Mur, dan Ring .....	18
3.2.16	Kunci Soket 19 Milimeter .....	19
3.2.17	Jangka Sorong .....	19
3.2.18	Kunci <i>Chuck</i> .....	19
3.2.19	Dudukan Ragum.....	20
3.2.20	<i>Deburring Tool</i> .....	20
3.2.21	Kompresor .....	21
3.3	Bahan .....	21
3.3.1	Aluminium 5052.....	21
3.3.2	Resin .....	22
3.3.3	Filamen PLA .....	22
Bab 4	Hasil dan Pembahasan .....	23
4.1	Perancangan .....	23
4.2	Kriteria Desain.....	24
4.3	Desain .....	24
4.4	Prototipe 3D <i>Print</i> .....	26
4.5	Desain <i>Jig</i> .....	27
4.6	Proses CAM.....	28

4.7	Persiapan Material Prototipe Resin.....	34
4.8	Pengaturan <i>Origin</i> Prototipe Resin.....	35
4.9	Pemesinan Prototipe Resin <i>Jig</i> .....	37
4.10	Pemesinan Prototipe Resin Produk .....	38
4.10.1	Pemesinan Prototipe Resin Produk bagian Bawah.....	38
4.10.2	Pemesinan Prototipe Resin Produk bagian Atas .....	39
4.10.3	Pemesinan Pemisahan Prototipe Resin Produk dari <i>Stock</i> .....	40
4.11	Hasil Prototipe Resin.....	41
4.12	Persiapan Benda Kerja Aluminium.....	43
4.13	Pengaturan <i>Origin</i> .....	44
4.14	Pemesinan <i>Jig</i> .....	47
4.15	Pemesinan Produk.....	47
4.15.1	Pemesinan Produk bagian Bawah .....	48
4.15.2	Pemesinan Produk bagian Atas .....	49
4.15.3	Pemesinan Pemisahan Produk dari <i>Stock</i> .....	50
4.16	Solusi Permasalahan dengan Perbaikan Desain .....	52
4.17	Percobaan Pengaplikasian Produk .....	56
4.18	<i>Deburring</i> .....	56
4.19	Laser <i>Marking</i> .....	57
4.20	Perhitungan Harga Pokok Produksi .....	60
4.21	Survei Pasar.....	63
Bab 5	Penutup .....	66
5.1	Kesimpulan .....	66
5.2	Saran untuk Perancangan Selanjutnya .....	66

## DAFTAR TABEL

Tabel 3-1 Spesifikasi CNC Supermill MK2.0.....	14
Tabel 4-1 Parameter pemesinan <i>jig</i> .....	29
Tabel 4-2 Estimasi waktu pemesinan <i>jig</i> pada CAM .....	29
Tabel 4-3 Parameter pemesinan produk .....	31
Tabel 4-4 Estimasi waktu pemesinan produk pada CAM .....	32
Tabel 4-5 Waktu riil pemesinan <i>jig</i> .....	47
Tabel 4-6 Waktu riil pemesinan produk .....	50
Tabel 4-7 Hasil pengukuran .....	52
Tabel 4-8 Parameter laser <i>marking</i> .....	58
Tabel 4-9 Asumsi untuk perhitungan Harga Pokok Produksi .....	60
Tabel 4-10 Biaya riset dan pengembangan .....	62
Tabel 4-11 <i>Overhead cost</i> .....	62
Tabel 4-12 Biaya produksi .....	63

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Desain produk yang akan dibuat .....	5
Gambar 2-2 Hasil produksi .....	6
Gambar 2-3 End grip .....	6
Gambar 3-1 Alur Perancangan .....	12
Gambar 3-2 Laptop Asus A455L .....	13
Gambar 3-3 Mesin CNC Supermill MK2.0 .....	13
Gambar 3-4 Mesin 3D <i>print</i> CREALTY Ender 3 .....	15
Gambar 3-5 Mesin laser <i>marking</i> Finmark .....	15
Gambar 3-6 <i>End mill</i> HSS 12 milimeter .....	15
Gambar 3-7 <i>End mill</i> HSS 6 milimeter .....	16
Gambar 3-8 <i>End mill</i> HSS 4 milimeter .....	16
Gambar 3-9 <i>Center drill</i> .....	16
Gambar 3-10 Mata pahat <i>drill</i> .....	17
Gambar 3-11 <i>Chamfer mill</i> 3 milimeter 90° .....	17
Gambar 3-12 Palu .....	17
Gambar 3-13 Kunci pas 8 milimeter .....	18
Gambar 3-14 Obeng .....	18
Gambar 3-15 Baut <i>countersunk</i> M5, mur, dan ring .....	18
Gambar 3-16 Kunci soket 19 milimeter .....	19
Gambar 3-17 Jangka sorong .....	19
Gambar 3-18 Kunci <i>chuck</i> .....	20
Gambar 3-19 Dudukan ragum .....	20
Gambar 3-20 <i>Deburring tool</i> .....	20
Gambar 3-21 Kompresor .....	21
Gambar 3-22 Aluminium 5052 .....	21
Gambar 3-23 Resin .....	22
Gambar 3-24 Filamen PLA .....	22
Gambar 4-1 Tutup <i>master</i> rem Yamaha Aerox 155 .....	23
Gambar 4-2 Ukuran tutup <i>master</i> rem standar Yamaha Aerox 155 .....	23
Gambar 4-3 Produk yang laku di pasaran .....	24

Gambar 4-4 Desain terinspirasi dari kaset pita.....	25
Gambar 4-5 Desain terinspirasi dari lampu belakang Yamaha Nmax 2020 .....	25
Gambar 4-6 Desain terinspirasi dari kunci pas.....	25
Gambar 4-7 Bagian tajam pada desain .....	26
Gambar 4-8 Desain kunci pas yang sudah diperbaiki .....	26
Gambar 4-9 Prototipe 3D <i>print</i> .....	26
Gambar 4-10 Pemasangan prototipe pada tutup <i>master</i> rem Yamaha Aerox 155	27
Gambar 4-11 Desain <i>jig</i> .....	27
Gambar 4-12 Urutan pemesinan.....	28
Gambar 4-13 Parameter aman CNC Supermill MK2.0.....	28
Gambar 4-14 Simulasi pergerakan <i>spindle</i> untuk proses pemesinan <i>jig</i> .....	29
Gambar 4-15 Simulasi pergerakan <i>spindle</i> untuk proses <i>facing</i> .....	30
Gambar 4-16 Simulasi pergerakan <i>spindle</i> untuk proses 2D <i>Adaptive</i> dan 2D <i>Contour</i> .....	30
Gambar 4-17 Proses <i>center drill</i> .....	31
Gambar 4-18 Proses <i>drill</i> .....	31
Gambar 4-19 Simulasi pergerakan <i>spindle</i> untuk proses pemesinan produk.....	32
Gambar 4-20 Simulasi pergerakan <i>spindle</i> untuk proses pemesinan produk bagian bawah.....	33
Gambar 4-21 Simulasi pergerakan <i>spindle</i> untuk proses pemesinan produk bagian atas.....	33
Gambar 4-22 Simulasi pergerakan <i>spindle</i> untuk proses pemisahan produk dari <i>stock</i> .....	34
Gambar 4-23 Proses pencetakan resin.....	34
Gambar 4-24 Proses <i>facing</i> sisi tegak resin.....	35
Gambar 4-25 Pengaturan <i>origin</i> sumbu x .....	36
Gambar 4-26 Pengaturan <i>origin</i> sumbu z.....	36
Gambar 4-27 Pengaturan <i>offset</i> pada mesin CNC .....	37
Gambar 4-28 Perbedaan ketinggian <i>jig</i> .....	38
Gambar 4-29 Hasil perbaikan <i>jig</i> .....	38
Gambar 4-30 Kegagalan pemesinan prototipe resin produk bagian bawah .....	39
Gambar 4-31 Hasil perbaikan prototipe resin produk bagian bawah .....	39

Gambar 4-32 Pemesinan prototipe resin produk bagian atas .....	40
Gambar 4-33 <i>Stock</i> produk yang dikencangkan dengan <i>jig</i> pada ragam .....	41
Gambar 4-34 Hasil pemisahan prototipe resin produk dari <i>stock</i> .....	41
Gambar 4-35 Pelepasan masing-masing prototipe resin produk dari <i>jig</i> .....	41
Gambar 4-36 Pemasangan prototipe resin produk pada tutup <i>master</i> rem Yamaha Aerox 155 .....	42
Gambar 4-37 Perbedaan tebal dinding dari prototipe resin produk.....	42
Gambar 4-38 Cacat produk dalam satu <i>badge</i> produksi .....	43
Gambar 4-39 Facing sisi tegak benda kerja aluminium .....	43
Gambar 4-40 Pengaturan <i>origin</i> sumbu x .....	44
Gambar 4-41 Pengaturan <i>origin</i> sumbu y .....	45
Gambar 4-42 Pengaturan <i>origin</i> sumbu z.....	45
Gambar 4-43 Pengaturan <i>offset</i> pada mesin CNC.....	46
Gambar 4-44 Hasil pemesinan <i>jig</i> .....	47
Gambar 4-45 Hasil pemesinan produk bagian bawah.....	48
Gambar 4-46 Sisa proses pemesinan.....	48
Gambar 4-47 Hasil pengikiran .....	49
Gambar 4-48 Hasil pemesinan produk bagian atas .....	49
Gambar 4-49 Hasil pemisahan produk dari <i>stock</i> .....	50
Gambar 4-50 Cacat produk .....	51
Gambar 4-51 Pengukuran dinding produk .....	51
Gambar 4-52 Detail bagian yang diukur .....	52
Gambar 4-53 Alur perbaikan desain.....	52
Gambar 4-54 <i>Jig</i> yang dkecilkan.....	53
Gambar 4-55 Kegagalan proses pemesinan produk .....	54
Gambar 4-56 Pemesinan <i>jig</i> yang sudah diubah panjangnya .....	55
Gambar 4-57 Hasil produk bagian atas .....	55
Gambar 4-58 Hasil produk bagian bawah .....	56
Gambar 4-59 Pengaplikasian produk pada sepeda motor .....	56
Gambar 4-60 Proses <i>deburring</i> .....	57
Gambar 4-61 Desain laser <i>marking</i> .....	57
Gambar 4-62 Hasil laser <i>marking</i> pada produk.....	59

Gambar 4-63 Hasil melebihi kotak <i>preview</i> .....	59
Gambar 4-64 Pengaplikasian produk yang sudah diberi laser <i>marking</i> .....	60
Gambar 4-65 Nilai ketertarikan responden ketika produk belum dipasang .....	63
Gambar 4-66 Nilai ketertarikan responden ketika produk sudah dipasang.....	64
Gambar 4-67 Pendapat responden mengenai harga jual yang tepat .....	64
Gambar 4-68 Ketertarikan responden untuk membeli produk .....	65

## DAFTAR NOTASI

CAD	= <i>Computer Aided Design</i>
CAM	= <i>Computer Aided Manufacturing</i>
CNC	= <i>Computer Numerical Control</i>
HPP	= Harga Pokok Produksi
HSS	= <i>High-speed Steel</i>
ml	= Mililiter
mm	= Milimeter
mm/min	= <i>Millimeter per Minute</i>
NC	= <i>Numerical Control</i>
rpm	= <i>Revolution per Minute</i>
Rp	= Rupiah
3D	= <i>Three-dimension</i>

# **Bab 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Rata-rata kenaikan jumlah kendaraan bermotor per tahun di Indonesia belakangan ini sangat pesat bahkan melebihi kenaikan jumlah penduduk Indonesia itu sendiri yaitu sebesar 14,55%, sedangkan rata-rata jumlah kenaikan penduduk pada rentang 2010-2016 hanya sebesar 1,36% (Kresnanto, 2019). Saat ini, kepemilikan kendaraan bermotor tidak hanya didasarkan pada utilitas semata, melainkan juga dijadikan sebagai wadah bagi para penggemar otomotif untuk mengekspresikan minat mereka. Pemilik sepeda motor yang memiliki minat dalam dunia otomotif seringkali merasa belum puas meskipun sepeda motor mereka dalam kondisi baik. Mereka selalu bersemangat untuk melakukan modifikasi guna meningkatkan performa atau tampilan sepeda motor mereka. Banyak dari mereka yang bersedia mengeluarkan jumlah uang yang cukup besar demi mengubah penampilan sepeda motor sesuai dengan preferensi mereka (Fahmi, 2022). Hal tersebut tentu dapat menghasilkan potensi baru, yaitu potensi penjualan aksesoris kendaraan bermotor.

Salah satu kendaraan yang laku di Indonesia adalah sepeda motor Yamaha Aerox 155. Bahkan, model sepeda motor ini menjadi salah satu sepeda motor yang paling laris di Pekan Raya Jakarta (PRJ) 2023 dengan penjualan hingga ribuan unit (Anshori, 2023). Model sepeda motor ini juga memiliki basis pemilik yang suka memodifikasi kendaraannya. Hal ini dapat dilihat dari salah satu grup komunitas modifikasi Yamaha Aerox 155 pada media sosial Facebook dengan jumlah anggota lebih dari 100 ribu orang.

Proses manufaktur dari aksesoris kendaraan bermotor ini dapat bervariasi tergantung metode yang akan dipakai, material yang akan digunakan, profil dari aksesoris yang akan dibuat, serta pada bagian mana aksesoris tersebut akan dipasang. Perkembangan teknologi dalam dunia manufaktur saat ini sudah dalam tahap hanya perlu memerlukan kode-kode untuk membuat alat manufaktur bekerja. Hal ini tentunya membuat pekerjaan manusia dalam dunia manufaktur menjadi

lebih mudah. Selain itu, perkembangan ini juga membuat hasil produk manufaktur menjadi lebih baik karena menurunkan kemungkinan *human error* pada saat proses produksi. Salah satu teknologi yang sudah umum digunakan dalam dunia manufaktur adalah Computer Numerical Control (CNC) *milling*. Mesin CNC memungkinkan untuk melakukan proses pemakanan hanya dengan menggunakan kode-kode yang disebut dengan NC Code.

Laboratorium Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia memiliki mesin CNC yang dapat digunakan untuk membuat berbagai macam produk hasil CNC. Mesin tersebut adalah mesin CNC Supermill MK2.0 3 Axis. Meskipun mesin CNC ini berpotensi untuk menghasilkan produk CNC yang dapat bersaing di pasaran, mesin CNC Supermill MK2.0 di Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia belum pernah digunakan untuk menghasilkan produk CNC yang dapat bersaing di pasaran. Potensi tersebut tentu harus dimanfaatkan, salah satunya adalah dimanfaatkan untuk memproduksi aksesoris kendaraan berupa aksesoris tutup *master* rem Yamaha Aerox 155 yang juga dapat diaplikasikan pada Yamaha Nmax, Yamaha X-Ride, dan Yamaha Lexi. Perancangan aksesoris tutup *master* rem ini dimaksudkan untuk dapat mempelajari cara menggunakan mesin CNC, mencari tahu apakah proses CNC dapat masuk dalam nilai ekonomis, serta memaksimalkan kapasitas produksi mesin CNC Supermill MK2.0 untuk proses *machining* agar dapat menghasilkan 8 produk dalam sekali pemesinan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dari perancangan tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana cara membuat produk aksesoris tutup *master* rem Yamaha Aerox 155 dengan CNC Supermill MK2.0?
2. Berapa harga pokok produksi yang dibutuhkan untuk membuat produk aksesoris tutup *master* rem Yamaha Aerox 155 menggunakan CNC Supermill MK2.0?

### **1.3 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dari perancangan tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Desain dan perancangan proses manufakturing dari aksesoris tutup *master* rem dibuat menggunakan aplikasi perangkat lunak Autodesk Fusion 360 Student Version.
2. Alat yang digunakan untuk proses pemesinan adalah mesin CNC Supermill MK2.0 yang berada pada Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Jumlah produk yang dihasilkan sebanyak 8 buah.
4. Material yang digunakan untuk produk adalah aluminium 5052.

### **1.4 Tujuan Perancangan**

Tujuan dari perancangan tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Merancang dan melakukan proses manufaktur untuk menghasilkan produk aksesoris tutup *master* rem Yamaha Aerox 155 dengan CNC Supermill MK2.0.
2. Menghitung harga pokok produksi dari produk aksesoris tutup *master* rem Yamaha Aerox 155 dengan CNC Supermill MK2.0.
3. Melakukan survei ke calon konsumen untuk memberikan penilaian terhadap hasil produk tutup *master* rem Yamaha Aerox 155 dengan CNC Supermill MK2.0.

### **1.5 Manfaat Perancangan**

Manfaat dari perancangan tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Memanfaatkan potensi produksi mesin CNC Supermill MK2.0 yang terdapat pada Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia guna bersaing di dunia industri.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

1. Bab 1 Pendahuluan: Bab ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan perancangan, manfaat perancangan, dan sistematika penulisan.
2. Bab 2 Tinjauan Pustaka: Bab ini berisi kajian pustaka dan menjelaskan dasar teori yang digunakan dalam perancangan yang dilakukan.
3. Bab 3 Metode Perancangan: Bab ini menjelaskan langkah-langkah apa saja dan metode apa yang digunakan dalam perancangan.
4. Bab 4 Hasil Dan Pembahasan: Bab ini berisi hasil dan juga pembahasan berdasarkan perancangan yang telah dilakukan.
5. Bab 5 Penutup: Bab ini merupakan bab akhir dari laporan yang berisi kesimpulan serta saran dari hasil dan pembahasan untuk perancangan selanjutnya.

## Bab 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Kajian Pustaka

Seiring berkembangnya penggunaan CNC *milling* dalam dunia industri manufaktur, penelitian mengenai proses manufaktur menggunakan mesin CNC *milling* sudah banyak dilakukan sebelumnya. Jika difokuskan pada penggunaan CNC *milling* untuk pembuat *spare part* kendaraan, banyak ditemukan penggunaan material aluminium untuk pembuatan *spare part* tersebut. Pada kajian pustaka ini akan membahas tentang CNC *milling* yang telah dilakukan pada penelitian-penelitian lain dan penelitian sebelumnya.

Berdasarkan perancangan *spare part* variasi sepeda motor yang dilakukan oleh (Harjono, 2022) dengan menggunakan mesin CNC Supermill MK2.0, serta proses pembuatan CAD dan CAM menggunakan perangkat lunak Autodesk Fusion 360. Perancangan ini bertujuan untuk membuat produk-produk yang tertera pada gambar 2-1.



Gambar 2-1 Desain produk yang akan dibuat

Penelitian ini mengalami kendala berupa ukuran dari beberapa *spare part* yang dipesan oleh pelanggan tidak diketahui sehingga menyulitkan saat proses desain, ketersediaan *tool* yang kurang memadai untuk beberapa model, ketersediaan material di Wonogiri yang masih terbatas, serta kerja lembur yang disebabkan oleh jumlah pemesanan yang banyak serta waktu yang terbatas. Namun perancangan ini berhasil membuat sejumlah produk seperti yang tertera pada gambar 2-2.



Gambar 2-2 Hasil produksi

Penelitian lain mengenai CNC juga sudah pernah dilakukan oleh (Budi et al., 2020) yang membahas perancangan *end grip* untuk aksesoris sepeda motor dengan menggunakan CAD, CAM, dan CNC. Dari penelitian ini, didapat hasil berupa *end grip* sepeda motor seperti pada gambar 2-3.



Gambar 2-3 *End grip*

Berdasarkan simulasi, pembuatan satu *end grip* membutuhkan waktu pengerjaan sebesar 13,33 menit, karna *end grip* yang dibuat adalah dua buah maka total waktu yang dibutuhkan dalam proses pengerjaan sebesar 27,32 menit. Sedangkan berdasarkan hasil pengujian riil dalam pembuatan *end grip*, untuk pemesinan satu buah *end grip* dibutuhkan waktu pemesinan sebesar 25 menit. Sehingga untuk menghasilkan dua buah produk, total waktu yang dibutuhkan adalah sebesar 50 menit.

## **2.2 Dasar Teori**

Perancangan dan eksperimen memerlukan beberapa teori untuk melandasi berbagai rangkaian proses yang dilakukan. Berikut merupakan dasar teori yang melandasi dari perancangan, proses manufaktur, dan perhitungan Harga Pokok Produksi (HPP) dari produk aksesoris tutup *master* rem Yamaha Aerox 155.

### **2.2.1 Computer Aided Design (CAD)**

*Computer Aided Design* (CAD) merupakan penggunaan sistem komputer untuk membantu pembuatan, modifikasi, analisis, ataupun optimasi dari desain. Perangkat lunak CAD terdiri dari program komputer untuk mengimplementasikan grafik dari komputer pada sistem dengan ditambahkan aplikasi dari program untuk memfasilitasi fungsi *engineering* untuk pengguna (Sarcar et al., 2008). Perangkat lunak CAD memungkinkan pembuatan desain tiga dimensi dengan pemberian dimensi yang dapat dilakukan secara otomatis dibandingkan dengan pembuatan desain dua dimensi yang dilakukan secara konvensional. *Tool* yang digunakan untuk proses manufaktur dapat digenerasi secara langsung dari *database* model tiga dimensi menggunakan *rapid prototyping additive methods* yang sering disebut juga *3D Printing* atau *STL (stereolithography)* (Budynas & Nisbett, 2020).

### **2.2.2 Computer Numerical Control (CNC)**

*Computer Numerical Control* (CNC) merupakan suatu proses yang menggunakan bantuan komputer untuk mengontrol mesin-mesin serbaguna dengan menggunakan instruksi yang dihasilkan oleh prosesor dan disimpan dalam sistem memori atau media penyimpanan (seperti pita, *disk*, *chip*, dll.) untuk

digunakan baik saat ini maupun di masa depan. Pengendalian numerik mengacu pada kontrol menggunakan angka. Pengendalian mesin-mesin dengan perintah numerik ini telah membawa revolusi dalam industri manufaktur. Teknologi CNC dapat disesuaikan dengan berbagai jenis mesin atau proses yang memerlukan arahan berdasarkan kecerdasan manusia (Madison, 1996). CNC umumnya digunakan untuk melakukan manufaktur untuk ukuran yang presisi. Penggunaan CNC sudah umum digunakan pada peralatan medis, mebel dan furnitur, otomotif, serta elektronik. Contoh produk yang dihasilkan dari proses manufaktur CNC di antaranya adalah instrumen bedah, roda gigi, sumbu, blok silinder, dan baut.

Secara umum, prinsip kerja mesin CNC adalah sinkronisasi antara komputer, elektronik, dan mesinnya. Mesin CNC lebih unggul dalam ketepatan, presisi, fleksibilitas, waktu pengerjaan, dan kapasitas produksi jika dibandingkan dengan alat-alat pemesinan tradisional seperti mesin bubut, mesin frais, mesin milling, dan lain-lain. Karena kelebihan-kelebihan tersebut, banyak perusahaan manufaktur besar beralih dari yang semula menggunakan alat-alat pemesinan tradisional menjadi menggunakan mesin CNC (Kurniawan et al., 2020).

Alur kerja umum untuk melakukan pemesinan CNC adalah memulai dengan model CAD, menetapkan parameter pemesinan seperti sistem koordinat CNC dan bentuk/ukuran stok, pemilihan strategi CNC, memilih alat pemotong dan parameter pemesinan, memilih geometri CAD, verifikasi jalur alat, Post Process, transfer program G-code ke mesin CNC, serta menyiapkan dan mengoperasikan mesin CNC untuk memulai pemesinan (Fundamentals of CNC Machining, 2014).

Salah satu mesin CNC yang dimiliki Universitas Islam Indonesia adalah mesin CNC Supermill MK2.0 yang terdapat pada Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Mesin CNC Supermill MK2.0 adalah mesin CNC dengan 3 axis. Mesin ini memiliki ukuran maksimal 300 mm x 300 mm x 300 mm. Mesin ini digunakan juga oleh beberapa produsen produk hasil CNC, di antaranya adalah produsen aksesoris kendaraan. Berdasarkan potensi dari mesin CNC tersebut, ada baiknya mesin tersebut dimanfaatkan untuk dapat menghasilkan kapasitas produksi maksimal.

### **2.2.3 Milling**

Proses *milling* merupakan proses *subtractive manufacturing* yaitu proses manufaktur dengan penghilangan material yang dimulai dengan blok padat, batang, batang plastik, logam, atau bahan lain yang dibentuk dengan menghilangkan material melalui pemotongan, pembor, pengeboran, dan penggilingan (Kumar et al., 2021). Proses *milling* adalah proses pemakanan dengan pisau yang berputar dan bergerak secara linear pada bidang datar. Milling adalah suatu proses pemakanan di mana permukaan datar maupun lengkung dihasilkan dengan menggunakan alat pemotong bernama *milling cutters* yang bergerak berputar (Singal, 2013).

### **2.2.4 Aluminium**

Salah satu material yang umum digunakan di industri adalah aluminium. Material ini banyak digunakan karena memiliki sifat yang ringan, ketahanan terhadap korosi yang tinggi, densitas yang tinggi, dapat dibentuk dengan baik, serta memiliki konduktivitas yang tinggi, baik konduktivitas panas maupun listrik. Penggunaan aluminium banyak ditemukan pada komponen-komponen mesin manufaktur contohnya *cylinder block*, *crankcase*, *bracket caliper* dan *cover CVT*. Segala kelebihan material aluminium tersebut tidak menutupi material tersebut dari kekurangan, salah satunya adalah kasarnya material aluminium yang sudah jadi batang kotak atau silinder dan ketika peleburan, permukaan aluminium tidak bisa halus. Namun, proses *machining* dengan mesin CNC dapat mengatasi masalah tersebut (Halimy, 2022). Salah satu seri aluminium yang dalam ketahanan terhadap korosi adalah aluminium seri 5052 (Davis, 1999). Aluminium 5052 sering dipakai untuk kebutuhan armada laut karena ketahanannya terhadap korosi. Aluminium ini cocok untuk dijadikan produk aksesoris karena ketahanannya terhadap korosi tersebut.

### **2.2.5 High-Speed Steel (HSS)**

Berdasarkan standar ASTM mengenai spesifikasi *high-speed steel* yang terdapat pada ASTM A600 92a, *high-speed steel* dinamakan demikian karena

kemampuannya dalam melakukan pemesinan dengan kecepatan pemakanan yang tinggi. Material ini merupakan paduan besi yang kompleks dengan kandungan karbon, kromium, vanadium, molibdenum atau tungsten, atau kombinasi dari unsur-unsur tersebut dan dalam beberapa kasus mengandung kobalt dalam jumlah besar. Kandungan karbon dan logam paduan (*alloy*) disesuaikan pada tingkat tertentu untuk memberikan respons pengerasan yang tinggi, ketahanan aus yang tinggi, ketahanan yang tinggi terhadap efek pelembutan panas, dan kekokohan yang baik untuk penggunaan efektif dalam operasi pemotongan industri (ASTM, 2016).

### 2.2.6 Harga Pokok Produksi

Harga pokok produksi dapat diartikan sebagai biaya barang yang telah diselesaikan selama satu periode. Harga pokok produksi dapat disebut juga harga pokok produksi barang selesai (*cost of good manufactured*). Harga pokok produksi dapat dihitung dengan cara menjumlahkan biaya pabrik dengan persediaan dalam proses awal periode, kemudian dikurangi dengan persediaan dalam proses akhir periode (Anwar et al., 2010). Terdapat tiga elemen yang membentuk Harga Pokok Produksi (HPP). Elemen-elemen tersebut di antaranya adalah Bahan Baku Langsung, Tenaga Kerja Langsung, dan *Overhead* Pabrik (Setiadi, 2014). Berdasarkan jurnal dari (Setiadi, 2014), dapat disimpulkan bahwa cara menghitung Harga Pokok Produksi per Produk dapat dilakukan dengan persamaan 2.1.

$$\frac{\text{BBL} + \text{TKL} + \text{OHC}}{\text{Jumlah produk dalam sekali produksi}} = \text{HPP per produk} \quad (2.1)$$

Keterangan:

BBL = Biaya bahan baku langsung

TKL = Biaya tenaga kerja langsung

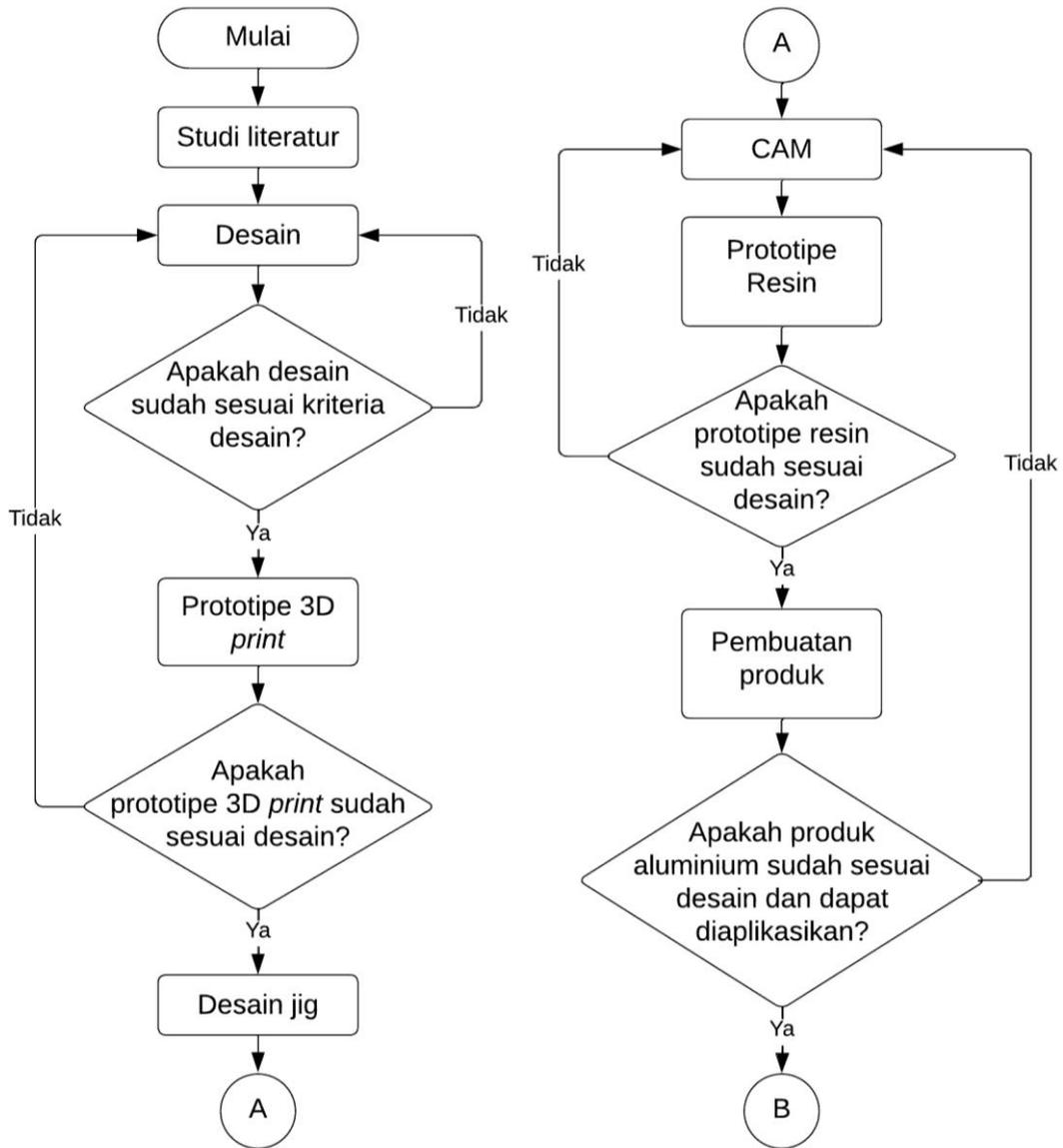
OHC = Biaya *overhead* pabrik

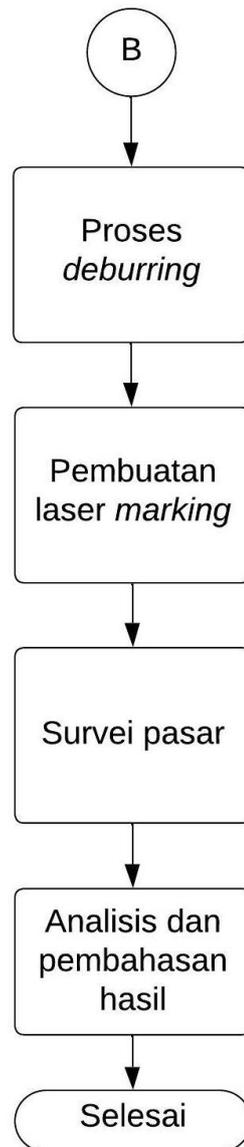
HPP = Harga Pokok Produksi

# Bab 3

## METODE PERANCANGAN

### 3.1 Alur Perancangan





Gambar 3-1 Alur Perancangan

## 3.2 Alat

Alat-alat yang digunakan untuk membuat aksesoris tutup *master* rem Yamaha Aerox 155 di antaranya adalah sebagai berikut.

### 3.2.1 Laptop

Laptop yang digunakan adalah laptop dengan merek Asus A455L seperti pada gambar 3-2.



Gambar 3-2 Laptop Asus A455L

### 3.2.2 Autodesk Fusion 360 Student Version

Perangkat lunak yang digunakan untuk membuat desain produk (CAD), kemudian membuat perancangan proses manufaktur (CAM), hingga menghasilkan *output* berupa G-Code yang nantinya akan di-*input* pada mesin CNC adalah perangkat lunak Autodesk Fusion 360 Student Version.

### 3.2.3 CNC Supermill MK2.0

Mesin CNC yang digunakan untuk melakukan proses CNC *milling* adalah mesin CNC Supermill MK2.0 yang diproduksi oleh DTech Engineering seperti yang dapat dilihat pada gambar 3-3 serta spesifikasi mesin tersebut dapat dilihat pada tabel 3-1.



Gambar 3-3 Mesin CNC Supermill MK2.0

Tabel 3-1 Spesifikasi CNC Supermill MK2.0

Travel	
Travel in X/Y/Z axis	300mm   300mm   300mm
Spindle Nose to Table Max	424mm
Spindle Nose to Table Min	120mm
Table	
Length (Work Area)   Width	450mm   300mm
T-Slot Width   T-Slot Distance	10mm   90mm
Number of T-Slots   Max Table Load	3   50kg
Feedrates	
Max Cutting Speed	8m/min
Rapid on X,Y, and Z axis	12.5m/min
Spindle	
Max Rating	1.5KW
Max Speed	6000 (optional 8000) RPM
Taper	BT30
Spindle Motor Cooling	Air Cooled with Integrated Fan <sup>3</sup>
Tool Clamping	Electronically Controlled Pneumatic
Controller	
Controller System	DTECH-AUTOMATION Controller
Screen & UI	10.1" High Resolution Touch Screen
File & G Code Storage	80 GB Dedicated High Speed Storage
MPG Type	Integrated MPG with High Res Encoder
Electrical, Coolant, & Air Requirement	
Input AC Voltage   Full load Amps	1 Phase 220 VAC 20 A
Full Load Amps	1 Phase 220 VAC 20 A
Full Load Wattage	4.4 W (4,400 watt) *2
Air Requirement	113 Liter/Min @ 6.9 bar
Air Pressure Min	6 bar
Coolant Capacity	40 Liter (Recirculated)
Coolant Pump	120 Watt High Pressure Pump
Lubrication System	Lubrication System
Light	Activated
Additional Features	
Computer Generated	Ready
Side Window (Left & Right)	Activated
4.0 Connectivity	Activated
Automatic Tool Changer	Ready
Warranty	1 year (optional extended warranty)

### 3.2.4 Mesin 3D Printing

Mesin 3D *print* yang dipakai adalah merek CREALTY dengan seri Ender 3 seperti pada gambar 3-4.



Gambar 3-4 Mesin 3D *print* CREALTY Ender 3

### 3.2.5 Mesin *Laser Marking*

Mesin *laser marking* digunakan untuk melakukan *laser marking* merek Finmark seperti pada gambar 3-5.



Gambar 3-5 Mesin *laser marking* Finmark

### 3.2.6 *End Mill* HSS 12 Milimeter

*End mill* HSS 12 milimeter seperti pada gambar 3-6 digunakan untuk memakan bagian dengan profil lebih dari 12 milimeter. *End mill* HSS 12 milimeter digunakan untuk melakukan proses *facing* dan pembuatan *pocket* bagian bawah produk.



Gambar 3-6 *End mill* HSS 12 milimeter

### **3.2.7 End Mill HSS 6 Milimeter**

*End mill* HSS 6 milimeter seperti pada gambar 3-7 digunakan untuk memakan bagian dengan profil lebih dari 6 milimeter. *End mill* HSS 6 milimeter digunakan untuk melakukan pemesinan *jig*.



Gambar 3-7 End mill HSS 6 milimeter

### **3.2.8 End Mill HSS 4 Milimeter**

*End mill* HSS 4 milimeter seperti pada gambar 3-8 digunakan untuk memakan bagian dengan profil lebih dari 4 milimeter. *End mill* HSS 4 milimeter digunakan untuk melakukan pemesinan dari produk.



Gambar 3-8 End mill HSS 4 milimeter

### **3.2.9 Center Drill**

*Center drill* seperti pada gambar 3-9 digunakan untuk tahap awal proses *drilling*. *Center drill* digunakan untuk memastikan mata pahat *drill* melubangi benda kerja sesuai dengan desain



Gambar 3-9 Center drill

### 3.2.10 *Drill* 5 Milimeter

Mata pahat *drill* 5 milimeter seperti pada gambar 3-10 digunakan untuk membuat lubang yang berukuran 5 milimeter. Mata pahat ini digunakan untuk melubangi *jig* dan juga produk.



Gambar 3-10 Mata pahat *drill*

### 3.2.11 *Chamfer Mill* 3 Milimeter 90°

*Chamfer mill* 3 milimeter 90° seperti pada gambar 3-11 digunakan untuk membuat profil dengan *chamfer* 90°. Mata pahat ini digunakan untuk membuat *chamfer* pada produk.



Gambar 3-11 Chamfer mill 3 milimeter 90°

### 3.2.12 Palu

Palu seperti pada gambar 3-12 digunakan untuk mengencangkan benda kerja pada dudukan ragum. Hal ini diperlukan untuk memastikan ketinggian dari benda kerja yang dicengkeram pada ragum sesuai.



Gambar 3-12 Palu

### 3.2.13 Kunci Pas 8 Milimeter

Kunci pas 8 milimeter seperti pada gambar 3-13 digunakan untuk mengencangkan mur yang digunakan untuk menyatukan *stock* produk dengan *jig*.



Gambar 3-13 Kunci pas 8 milimeter

### 3.2.14 Obeng

Obeng seperti pada gambar 3-14 digunakan untuk mengencangkan baut yang digunakan untuk menyatukan *stock* produk dengan *jig*.



Gambar 3-14 Obeng

### 3.2.15 Baut *Countersunk* M5, Mur, dan Ring

Baut *countersunk* M5, mur, dan ring seperti pada gambar 3-15 digunakan untuk mengencangkan *stock* produk dengan *jig* untuk proses pemisahan produk.



Gambar 3-15 Baut *countersunk* M5, mur, dan ring

### 3.2.16 Kunci Soket 19 Milimeter

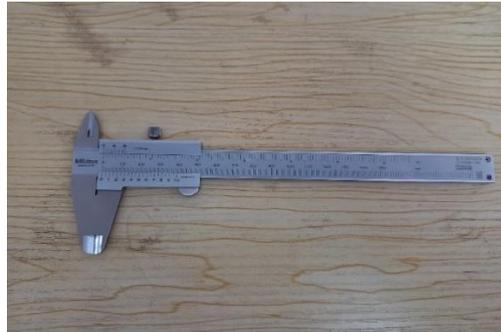
Kunci soket 19 milimeter seperti pada gambar 3-16 digunakan untuk mengencangkan ragum.



Gambar 3-16 Kunci soket 19 milimeter

### 3.2.17 Jangka Sorong

Jangka sorong seperti pada gambar 3-17 digunakan untuk mengukur dengan ketelitian 0,05 milimeter.



Gambar 3-17 Jangka sorong

### 3.2.18 Kunci Chuck

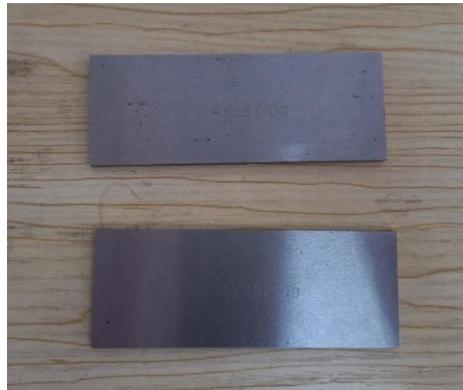
Kunci *chuck* seperti pada gambar 3-18 diperlukan untuk membuka dan mengencangkan mata pahat pada *collet*.



Gambar 3-18 Kunci *chuck*

### 3.2.19 Dudukan Ragum

Dudukan ragum seperti pada gambar 3-19 digunakan untuk mengatur ketinggian benda kerja yang dijepit pada ragum.



Gambar 3-19 Dudukan ragum

### 3.2.20 *Deburring Tool*

*Deburring tool* seperti pada gambar 3-20 digunakan untuk mengikis bagian produk yang masih tajam.



Gambar 3-20 *Deburring tool*

### 3.2.21 Kompresor

Kompresor seperti pada gambar 3-21 digunakan untuk fungsi pneumatik dari mesin CNC serta untuk membersihkan sisa proses pemesinan CNC pada benda kerja.



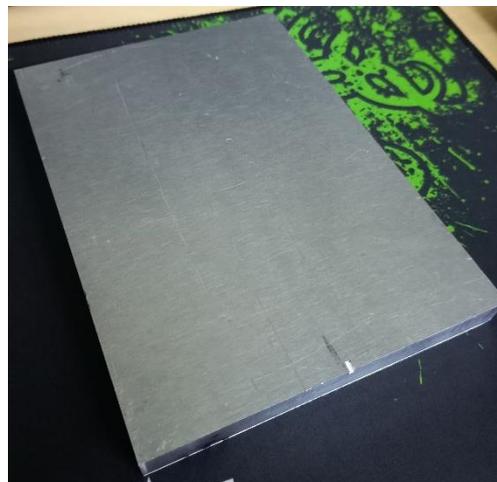
Gambar 3-21 Kompresor

### 3.3 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan untuk membuat aksesoris tutup *master* rem Yamaha Aerox 155 di antaranya adalah sebagai berikut.

#### 3.3.1 Aluminium 5052

Aluminium 5052 seperti pada gambar 3-22 digunakan sebagai material untuk produk final dari aksesoris tutup *master* rem Yamaha Aerox 155.



Gambar 3-22 Aluminium 5052

### 3.3.2 Resin

Resin seperti pada gambar 3-23 digunakan sebagai material untuk prototipe resin dari aksesoris tutup *master* rem Yamaha Aerox 155.



Gambar 3-23 Resin

### 3.3.3 Filamen PLA

Filamen PLA seperti pada gambar 3-24 digunakan untuk membuat prototipe *3D print* dari aksesoris tutup *master* rem Yamaha Aerox 155.



Gambar 3-24 Filamen PLA

## Bab 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

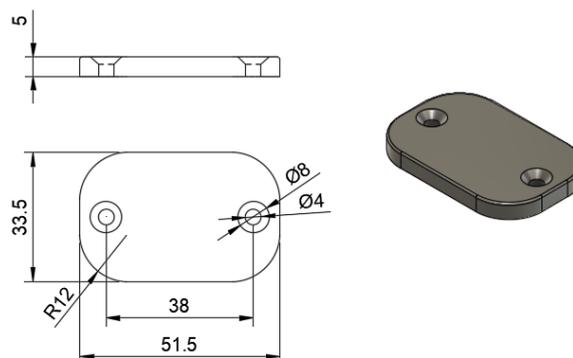
#### 4.1 Perancangan

Perancangan dimulai dengan memilih bagian sepeda motor yang akan dibuatkan aksesoris, dalam hal ini adalah tutup *master* rem Yamaha Aerox 155 seperti yang dapat dilihat pada gambar 4-1.



Gambar 4-1 Tutup *master* rem Yamaha Aerox 155

Pemilihan tutup *master* rem sebagai bagian yang akan dibuat aksesoris adalah karena bagian ini merupakan salah satu bagian yang mudah terlihat dari sepeda motor. Selain itu, bagian ini juga merupakan salah satu bagian yang sering dimodifikasi oleh pemilik sepeda motor. Fungsi dari aksesoris tutup *master* rem Yamaha Aerox 155 adalah untuk menambah estetika dan personalisasi dari pemilik sepeda motor. Adapun ukuran dari tutup *master* rem standar Yamaha Aerox 155 dapat dilihat pada gambar 4-2.



Gambar 4-2 Ukuran tutup *master* rem standar Yamaha Aerox 155

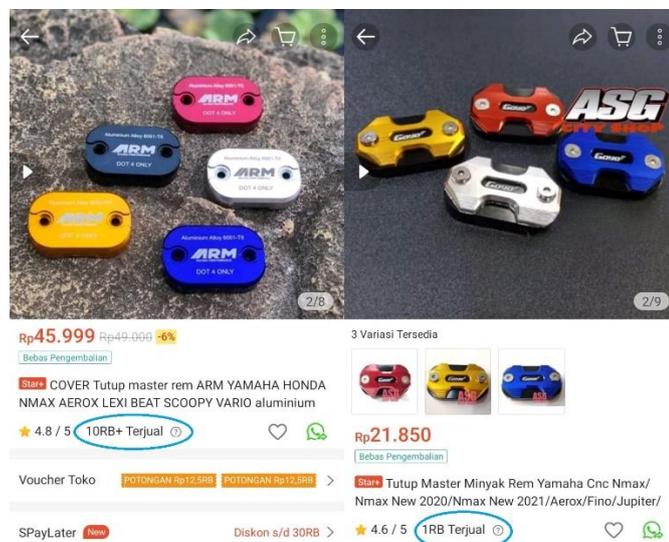
## 4.2 Kriteria Desain

Kriteria desain dari aksesoris tutup *master* rem Yamaha Aerox ini adalah sebagai berikut.

1. Produk bersifat aksesoris dan tidak mengganggu fungsi utama tutup *master* rem.
2. Produk tidak merusak tutup *master* rem standar Yamaha Aerox 155.
3. Baut menggunakan baut Yamaha Aerox 155.
4. Desain tidak runcing dan tajam.

## 4.3 Desain

Proses perancangan dilanjutkan dengan proses desain dari produk yang akan dibuat. Karena tujuan dari produk ini adalah aksesoris untuk penambahan tutup *master* rem bawaan Yamaha Aerox 155, yang artinya bagian dalam produk ini harus menyesuaikan dengan tutup *master* rem standar Yamaha Aerox 155. Bagian dalam aksesoris tutup *master* ini akan dibuat lebih besar 0,5 milimeter untuk memastikan produk tidak merusak tutup *master* rem standar Yamaha Aerox 155. Hal ini menyebabkan produk ini memiliki tipe suaian longgar. Desain dibuat dengan mempertimbangkan model tutup *master* rem yang laku di pasaran seperti pada gambar 4-3.

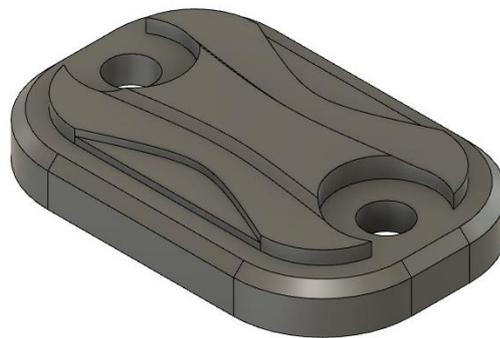


Gambar 4-3 Produk yang laku di pasaran

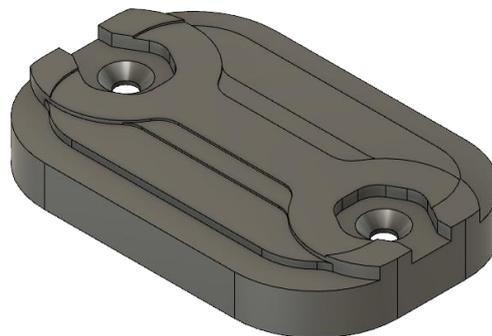
Dibuat tiga buah alternatif desain sebagai berikut. Desain pertama terinspirasi dari kaset pita seperti pada gambar 4-4, desain kedua terinspirasi dari lampu belakang Yamaha Nmax keluaran 2020 seperti pada gambar 4-5, dan desain terakhir terinspirasi dari bentuk kunci pas seperti pada gambar 4-6.



Gambar 4-4 Desain terinspirasi dari kaset pita



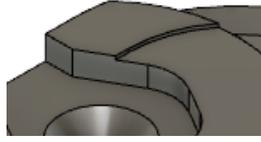
Gambar 4-5 Desain terinspirasi dari lampu belakang Yamaha Nmax 2020



Gambar 4-6 Desain terinspirasi dari kunci pas

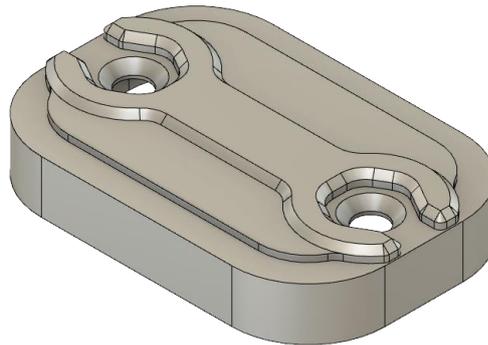
Dengan mempertimbangkan model desain yang laku di pasaran, sekaligus mempertimbangkan soal identitas dari pembuat desain yaitu desain yang berasal dari Teknik Mesin, maka dipilihlah desain ketiga yang memiliki pola berbentuk kunci pas. Desain terpilih tersebut adalah seperti pada gambar 4-6. Namun, pada

desain tersebut terdapat bagian tajam yang dikhawatirkan dapat membahayakan pengguna seperti yang ditunjukkan pada gambar 4-7.



Gambar 4-7 Bagian tajam pada desain

Oleh karena itu, desain dengan pola kunci pas tersebut diperbaiki pada bagian yang memiliki pola kunci pas untuk menghilangkan bagian tajam. Desain yang telah diperbaiki dapat dilihat pada gambar 4-8.



Gambar 4-8 Desain kunci pas yang sudah diperbaiki

#### **4.4 Prototipe 3D Print**

Setelah desain produk dibuat, desain tersebut kemudian dicetak dengan mesin 3D *print* untuk memastikan apakah prototipe tersebut sudah sesuai desain CAD. Hasil pencetakan menggunakan 3D *print* dapat dilihat pada gambar 4-9.



Gambar 4-9 Prototipe 3D *print*

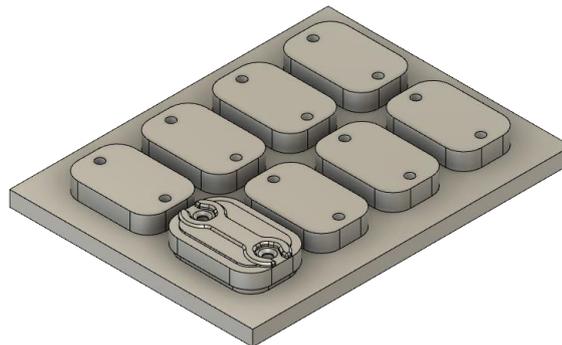
Kemudian dilakukan percobaan pemasangan prototipe 3D *print* pada tutup *master* rem Yamaha Aerox 155 dan hasilnya adalah prototipe dapat diaplikasikan pada tutup *master* rem Yamaha Aerox 155 dengan menggunakan baut bawaan seperti pada gambar 4-10.



Gambar 4-10 Pemasangan prototipe pada tutup *master* rem Yamaha Aerox 155

#### 4.5 Desain *Jig*

Setelah prototipe produk berhasil dipasang pada tutup *master* rem Yamaha Aerox 155, proses dilanjutkan dengan membuat desain *jig* untuk proses pemesinan dengan mesin CNC. Desain *jig* dapat dilihat pada gambar 4-11.

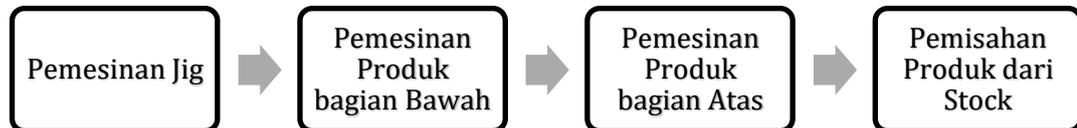


Gambar 4-11 Desain *jig*

Desain *jig* dibuat untuk proses manufaktur produk sebanyak delapan buah aksesoris tutup *master* rem guna memaksimalkan kapasitas produksi dari mesin CNC Supermill MK2.0. Setelah desain *jig*, dilanjutkan proses CAM dari desain produk dan juga *jig*.

## 4.6 Proses CAM

Proses CAM dilakukan dengan melakukan strategi pemesinan untuk masing-masing profil baik pada *jig* maupun pada produk. Proses CAM serta simulasi proses pemesinan dapat dilakukan melalui perangkat lunak Autodesk Fusion 360 Student Version. Adapun urutan pemesinan yang akan dilakukan dapat dilihat pada gambar 4-12.



Gambar 4-12 Urutan pemesinan

Parameter untuk masing-masing proses pemesinan mengikuti parameter yang disarankan oleh produsen mesin CNC Supermill MK2.0 seperti yang tertera pada gambar 4-13.

### PARAMETER AMAN

1. **Spindle Speed** : 5570
2. **Ramp Spindle Speed** : 5570
3. **Feed Per Tooth** :
  - a. **Roughing** : 0,07
  - b. **Finishing** : 0,02
  - c. **Bore** : 0,03
4. **Ramp Feedrate** : Kurang Dari 1000
5. **Optimal Load** : 0,7
6. **Bore** :
  - a. Diameter lubang > daripada Diameter endmill
  - b. Pitch Harus Sesuai

Selisih lubang dan diameter endmill	Pitch Yang Dipakai
0-0,5	0,1
0,6-1	0,2
1,1-1,5	0,3
1,6-2	0,4
>2	0,5
7. **Drill** :
  - a. Plunge Feedrate : 80
  - b. Max. Pecking : 1
  - c. Chip Breaking

Gambar 4-13 Parameter aman CNC Supermill MK2.0

Proses pemesinan *jig* dilakukan dengan empat *setup* yaitu *facing* untuk *jig*, kemudian proses pemesinan dengan 2D *Adaptive* serta 2D *Contour* untuk

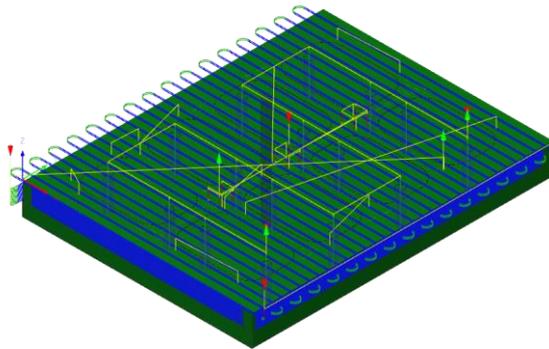
memakan bagian tengah *jig*, kemudian *center drill* untuk persiapan proses *drill*, dan proses *drill*. Estimasi waktu semua proses tersebut dengan memakai parameter yang dijabarkan pada tabel 4-1 memakan waktu selama 2 jam, 43 menit, dan 49 detik dengan detail dapat dilihat pada tabel 4-2 dan simulasi pergerakan *spindle* untuk proses pemesinan *jig* dapat dilihat pada gambar 4-14.

Tabel 4-1 Parameter pemesinan *jig*

No.	Strategi	Mata pahat	Step over (mm)	Step down (mm)	Feed rate (mm/min)	Spindle speed (rpm)
1	<i>Facing</i>	<i>End mill 12 mm</i>	6	0,5	1500	5570
2	<i>2D Adaptive</i>	<i>End mill 6 mm</i>	3	0,5	1000	5570
3	<i>2D Contour</i>	<i>End mill 6 mm</i>	0	5	1000	5570
4	<i>Drill</i>	<i>Center drill</i>	0	3	80	5570
5	<i>Drill</i>	<i>Drill 5 mm</i>	0	19	80	5570

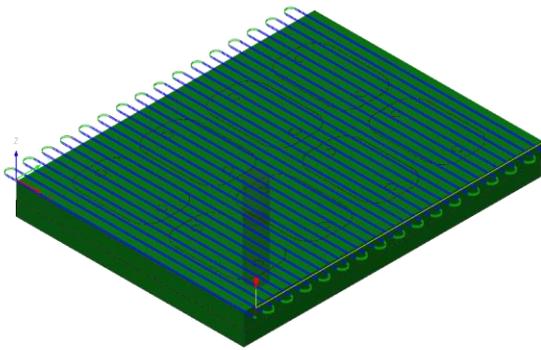
Tabel 4-2 Estimasi waktu pemesinan *jig* pada CAM

No.	Nama Proses	Waktu
1	<i>Facing</i>	10 menit dan 28 detik
2	<i>2D Adaptive</i>	2 jam, 22 menit, dan 9 detik
3	<i>2D Contour</i>	3 menit dan 23 detik
4	<i>Center drill</i>	1 menit dan 37 detik
5	<i>Drill</i>	5 menit dan 26 detik
Total waktu		2 jam, 43 menit, dan 49 detik



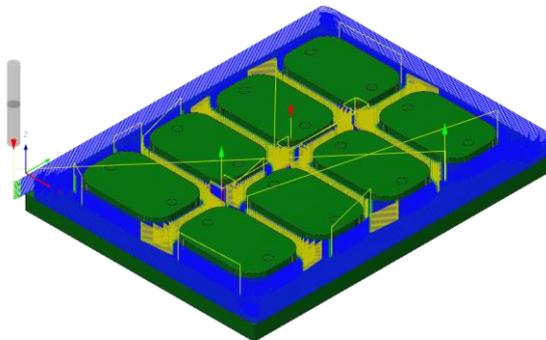
Gambar 4-14 Simulasi pergerakan *spindle* untuk proses pemesinan *jig*

Proses *facing* menggunakan mata pahat *end mill 12 milimeter* dengan waktu selama 10 menit dan 28 detik menggunakan parameter *step over* setengah dari mata pahat yaitu sebesar 6 milimeter, *feed rate 1500 mm/min*, *step down 0,5 milimeter*, dan *spindle speed 5570 rpm*. Simulasi pergerakan *spindle* untuk proses *facing* dapat dilihat pada gambar 4-15.



Gambar 4-15 Simulasi pergerakan *spindle* untuk proses *facing*

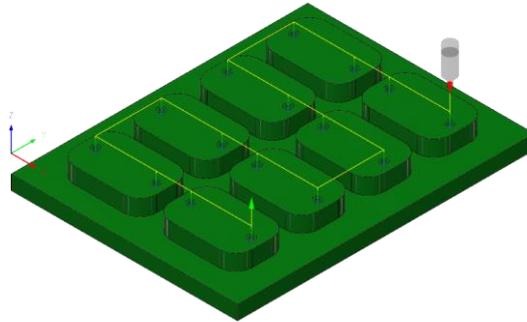
Setelah proses *facing*, dilanjutkan dengan proses *2D Adaptive* dan *2D Contour* dari *jig* untuk membuat profil bagian tonjolan untuk menopang bagian bawah model. Proses ini membutuhkan waktu selama 2 jam, 22 menit, dan 9 detik untuk *2D Adaptive* dan 3 menit dan 23 detik untuk *2D Contour* memakai mata pahat *end mill* 6 milimeter, *feed rate* 1000 mm/min, *step down* 0,5 milimeter, *step over* 3 milimeter, dan *spindle speed* 5570 rpm untuk *2D Adaptive* dan perbedaan pada *step down* 5 milimeter dan *step over* 0 milimeter pada *2D Contour*. Simulasi pergerakan *spindle* untuk proses *2D Adaptive* dan *2D Contour* dapat dilihat pada gambar 4-16.



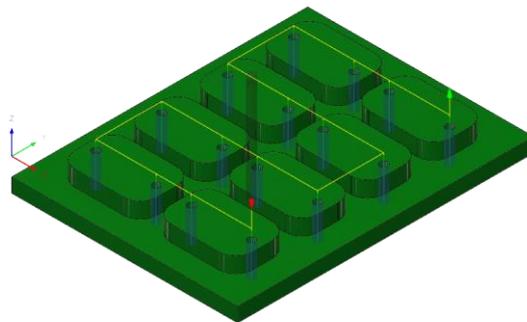
Gambar 4-16 Simulasi pergerakan *spindle* untuk proses *2D Adaptive* dan *2D Contour*

Setelah proses *2D Adaptive* dan *2D Contour*, dilakukan proses pembuatan lubang yang dilakukan dengan *center drill* dan dilanjutkan dengan proses *drill* dengan mata pahat 5 milimeter. Proses *center drill* hanya untuk melubangi sedalam 5 milimeter dengan waktu 1 menit dan 37 detik seperti pada gambar 4-17 yang dilanjutkan dengan proses *drill* sampai melubangi *jig* sampai tembus seperti pada

gambar 4-18. Kedua proses ini menggunakan *plunge feed rate* 80 mm/min dan *spindle speed* 5570 rpm.



Gambar 4-17 Proses *center drill*



Gambar 4-18 Proses *drill*

Setelah melakukan simulasi pemesinan *jig*, dilanjutkan dengan simulasi pemesinan produk yang akan dihasilkan. Dimulai dengan pemesinan bagian bawah yang pada bagian akhir akan disambungkan dengan *jig*, kemudian *stock* dibalik dan dilakukan pemesinan profil atas, serta pemesinan untuk pelepasan dari *stock* untuk menjadi delapan produk tutup *master rem*. Estimasi waktu semua proses tersebut dengan memakai parameter yang dijabarkan pada tabel 4-3 memakan waktu selama 4 jam, 2 menit, dan 1 detik dengan detail pada tabel 4-4 dan simulasi pergerakan *spindle* untuk proses pemesinan produk dapat dilihat pada gambar 4-19.

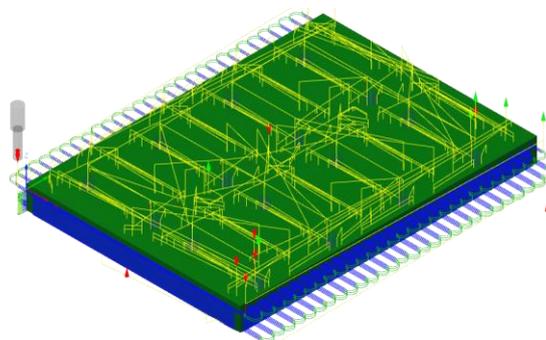
Tabel 4-3 Parameter pemesinan produk

No.	Pemesinan	Strategi	Mata pahat	<i>Step over</i> (mm)	<i>Step down</i> (mm)	<i>Feed rate</i> (mm/min)	<i>Spindle speed</i> (rpm)
1		<i>Facing</i>	<i>End mill</i> 12 mm	6	0,5	1500	5570

	Produk bagian bawah	<i>Pocket</i>	<i>End mill</i> 12 mm	6	0,5	1000	5570
2	Produk bagian atas	<i>Facing</i>	<i>End mill</i> 12 mm	6	0,5	1500	5570
		<i>2D Adaptive</i>	<i>End mill</i> 4 mm	2	0,5	1000	5570
		<i>Drill</i>	<i>Drill</i> 5 mm	0	8	40	5570
		<i>Trace</i>	<i>Chamfer mill</i> 3 mm 90°	0	1	500	5570
3	Pemisahan produk	<i>2D Adaptive</i>	<i>End mill</i> 4 mm	2	0,5	1000	5570
		<i>2D Contour</i>	<i>End mill</i> 4 mm	0	4,5	1000	5570

Tabel 4-4 Estimasi waktu pemesinan produk pada CAM

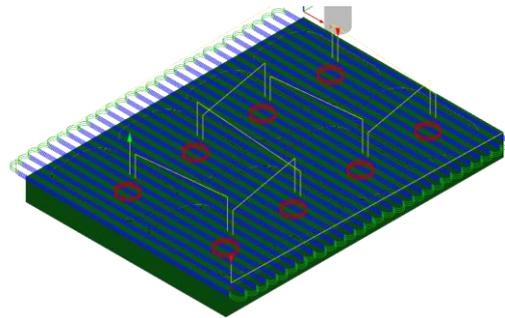
No.	Pemesinan	Strategi	Waktu
1	Produk bagian bawah	<i>Facing</i>	17 menit dan 14 detik
		<i>Pocket</i>	44 menit dan 48 detik
2	Produk bagian atas	<i>Facing</i>	11 menit dan 29 detik
		<i>2D Adaptive</i>	47 menit dan 10 detik
		<i>Drill</i>	4 menit dan 37 detik
		<i>Trace</i>	5 menit dan 9 detik
3	Pemisahan Produk	<i>2D Adaptive</i>	1 jam, 47 menit, dan 6 detik
		<i>2D Adaptive</i>	3 menit dan 25 detik
Total waktu			4 jam, 2 menit, dan 1 detik



Gambar 4-19 Simulasi pergerakan *spindle* untuk proses pemesinan produk

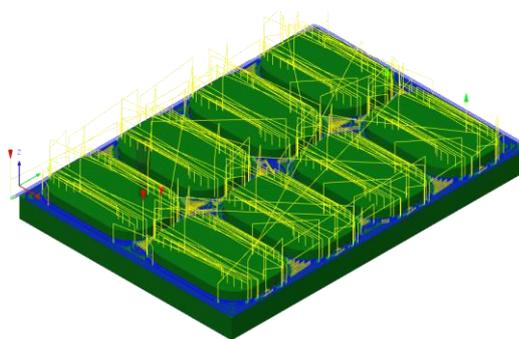
Dimulai dengan proses pemesinan bagian bawah produk, yang mana pada *setup* ini berisi proses *facing* serta *2D Pocket*. *Setup* ini memakai mata pahat *end mill* 12 milimeter untuk mempersingkat waktu serta profil yang akan dimesinkan

memungkinkan untuk memakai mata pahat tersebut. Simulasi pergerakan *spindle* untuk proses pemesinan produk bagian bawah dapat dilihat pada gambar 4-20.



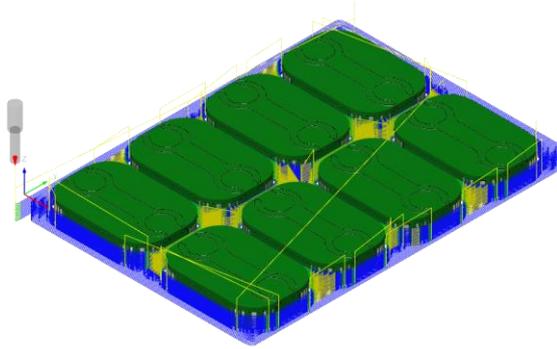
Gambar 4-20 Simulasi pergerakan *spindle* untuk proses pemesinan produk bagian bawah

Setelah proses pemesinan bagian bawah, dilanjutkan dengan proses pemesinan bagian atas. Proses ini dibagi menjadi tiga *setup* dikarenakan proses ini menggunakan empat jenis mata pahat yang berbeda, yaitu *end mill* 12 milimeter untuk *facing*, *end mill* 4 milimeter untuk pemesinan profil atas, *drill* 5 milimeter untuk pembuatan lubang, serta *engrave/chamfer mill* 3 milimeter dengan sudut 90 derajat untuk pembuatan profil bagiadilihn sekitar lubang yang berfungsi untuk mengakomodasi baut standar dari tutup *master rem* yaitu *countersunk* M3. Simulasi pergerakan *spindle* untuk proses pemesinan produk bagian atas dapat dilihat pada gambar 4-21.



Gambar 4-21 Simulasi pergerakan *spindle* untuk proses pemesinan produk bagian atas

Bagian terakhir adalah bagian pelepasan produk dari *stock*, proses ini memerlukan *jig* untuk menahan produk supaya bagian terluar dari stock dapat dimakan. Simulasi pergerakan *spindle* untuk proses pemisahan produk dari *stock* dapat dilihat pada gambar 4-22.



Gambar 4-22 Simulasi pergerakan *spindle* untuk proses pemisahan produk dari *stock*

#### 4.7 Persiapan Material Prototipe Resin

Sebelum melakukan pemesinan dengan material aluminium, dilakukan percobaan pemesinan dengan menggunakan material pengganti yaitu resin. Resin dicetak menggunakan cetakan kaca yang ukuran panjangnya bisa disesuaikan. Untuk penyesuaian ukuran panjang, diberikan material kaca tambahan untuk bisa mengatur panjang dari resin yang dihasilkan. Proses pencetakan resin dapat dilihat pada gambar 4-23.



Gambar 4-23 Proses pencetakan resin

Setelah resin mengering, resin dikeluarkan dari cetakan dan dilakukan *facing* pada sisi tegak resin agar dapat dijepit dengan baik oleh ragum. Proses *facing* sisi tegak resin ini dilakukan menggunakan mesin frais dengan mata pahat *end mill* 12 milimeter seperti pada gambar 4-24.



Gambar 4-24 Proses *facing* sisi tegak resin

#### 4.8 Pengaturan *Origin* Prototipe Resin

Pengaturan *origin* dilakukan dengan merapatkan mata pahat dengan benda kerja pada sumbu x, y, dan z. Posisi *origin* pada mesin CNC disesuaikan dengan posisi *origin* pada perangkat lunak CAM. Untuk memastikan bahwa mata pahat sudah benar-benar rapat dengan kerja, diletakkan kertas di antara mata pahat dan benda kerja. Jika kertas sudah tidak bisa bergerak, berarti mata pahat sudah rapat dengan benda kerja. Mata pahat sebaiknya ditempelkan pada bagian tengah dari masing-masing sumbu untuk memastikan saat pembalikan *stock*, titik pengaturan *origin* berada pada tempat yang sama. Jika dalam satu proses membutuhkan lebih dari satu mata pahat, maka masing-masing mata pahat hanya perlu diatur sumbu z saja dan sumbu x dan y mengikuti nilai *offset* mata pahat yang lain. Proses pengaturan *origin* sumbu x dapat dilihat pada gambar 4-25 dan pengaturan *origin* sumbu z dapat dilihat pada gambar 4-26. Untuk pengaturan *origin* sumbu y dilakukan dengan cara yang sama dengan pengaturan *origin* sumbu x namun bagian yang dirapatkan mata pahat adalah bagian depan dari benda kerja.

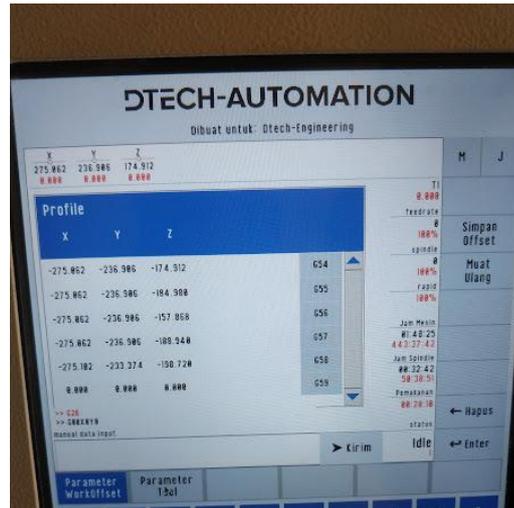


Gambar 4-25 Pengaturan *origin* sumbu x



Gambar 4-26 Pengaturan *origin* sumbu z

Setelah mata pahat sudah rapat dengan benda kerja, dimasukkan nilai *offset* pada parameter di mesin CNC seperti pada gambar 4-27.

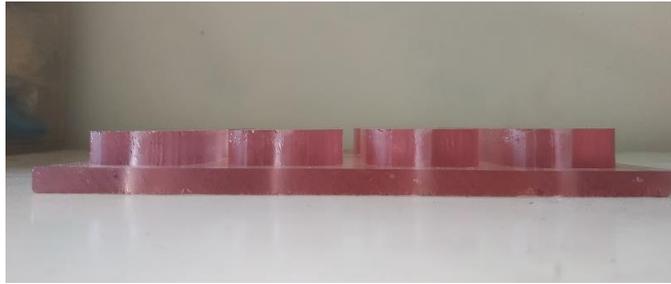


Gambar 4-27 Pengaturan *offset* pada mesin CNC

Setelah nilai *offset* dimasukkan pada parameter di mesin CNC, *offset* parameter tersebut dicoba untuk memastikan apakah nilai *offset* sudah benar. Dimasukkan kode untuk memindahkan *spindle* ke titik 0 dari benda kerja yaitu dengan mengirimkan kode parameter *offset* yang sudah dimasukkan nilai *offset* yaitu G54, G55, G56, G57, ataupun G58. Kemudian memasukkan kode G00 X0 Y0 untuk memindahkan sumbu x dan sumbu y ke titik 0. Kemudian pemeriksaan sumbu z dilakukan secara manual dengan mendekatkan mata pahat ke sumbu z. Jika benar, maka setengah bagian mata pahat berada pada benda kerja.

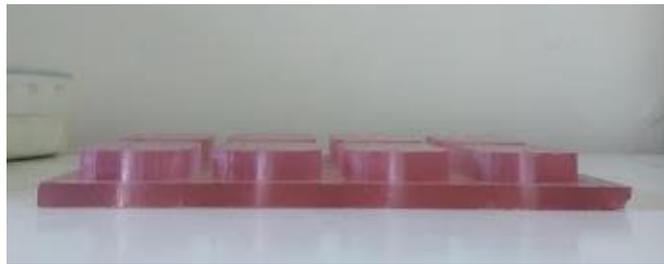
#### 4.9 Pemesinan Prototipe Resin *Jig*

Pada percobaan pertama pemesinan *jig*, terjadi kegagalan berupa panjang sumbu z yang tidak sama sehingga ketinggian *jig* tidak rata. Bagian terendah memiliki tinggi 16,5 milimeter sedangkan bagian terendah memiliki tinggi 18,5 milimeter. Perbedaan ketinggian ini diduga disebabkan oleh benda kerja yang tidak tercengkeram dengan sempurna oleh ragum. Perbedaan ketinggian dapat dilihat pada gambar 4-28.



Gambar 4-28 Perbedaan ketinggian *jig*

Kemudian dilakukan perbaikan untuk menyamakan ketinggian dari *jig* dengan pemakanan 0,5 milimeter dari bagian yang paling rendah. Pengaturan *origin* sumbu z ditaruh pada bagian yang terendah. Hasil dari perbaikan *jig* dapat dilihat pada gambar 4-29.



Gambar 4-29 Hasil perbaikan *jig*

#### **4.10 Pemesinan Prototipe Resin Produk**

Proses pemesinan prototipe resin produk terdiri dari pemesinan prototipe produk bagian bawah, pemesinan prototipe produk bagian atas, pemesinan pemisahan prototipe produk dari *stock*.

##### **4.10.1 Pemesinan Prototipe Resin Produk bagian Bawah**

Pada pemesinan produk bagian bawah, terjadi kesalahan berupa panjang arah sumbu x pada benda kerja yang lebih pendek dari ukuran *stock* yang diatur pada perangkat lunak CAM sehingga mengakibatkan pemakanan melebihi benda kerja seperti pada gambar 4-30.



Gambar 4-30 Kegagalan pemesinan prototipe resin produk bagian bawah

Kemudian dilakukan pencetakan resin kembali dengan menyesuaikan ukuran resin dengan ukuran pada *setup* di perangkat lunak CAM dan dilakukan pemesinan kembali dengan hasil seperti pada gambar 4-31.



Gambar 4-31 Hasil perbaikan prototipe resin produk bagian bawah

#### **4.10.2 Pemesinan Prototipe Resin Produk bagian Atas**

Pemesinan produk bagian atas berhasil dilakukan sesuai dengan perancangan yang sudah dilakukan pada CAD dan CAM seperti pada gambar 4-

32. Namun, pada tahap ini masing-masing produk masih menyatu dengan *stock* sehingga diperlukan tahapan pemisahan produk dari *stock*.



Gambar 4-32 Pemesinan prototipe resin produk bagian atas

#### **4.10.3 Pemesinan Pemisahan Prototipe Resin Produk dari *Stock***

Pemisahan prototipe resin produk dari *stock* dilakukan dengan mengencangkan *stock* produk bagian atas dengan *jig* menggunakan baut dan mur. Kemudian *jig* dicengkeram dengan ragum dan dilakukan pemesinan untuk pemisahan prototipe resin produk produk dari *stock* seperti pada gambar 4-33. Hasil dari proses pemesinan prototipe resin produk dari *stock* dapat dilihat pada gambar 4-34 dan pelepasan masing-masing prototipe resin produk dari *jig* dapat dilihat pada gambar 4-35.



Gambar 4-33 *Stock* produk yang dikencangkan dengan *jig* pada ragam



Gambar 4-34 Hasil pemisahan prototipe resin produk dari *stock*



Gambar 4-35 Pelepasan masing-masing prototipe resin produk dari *jig*

#### 4.11 Hasil Prototipe Resin

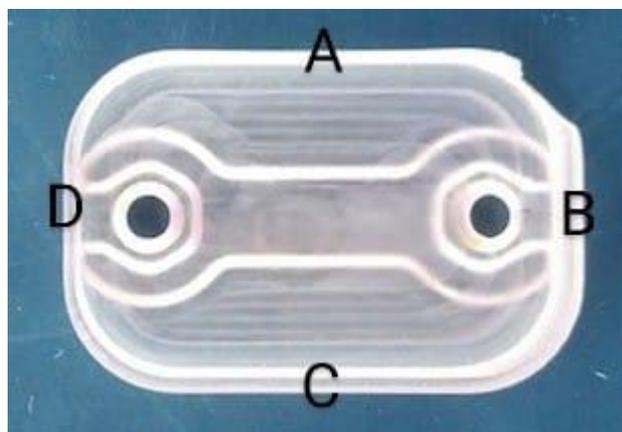
Tahapan-tahapan proses pembuatan desain produk kreatif aksesoris tutup *master* rem Yamaha Aerox 155 menggunakan mesin CNC Supermill MK2.0 ini

menghasilkan prototipe resin produk yang dapat diaplikasikan pada Yamaha Aerox 155 seperti pada gambar 4-36.



Gambar 4-36 Pemasangan prototipe resin produk pada tutup *master* rem Yamaha Aerox 155

Namun, hasil tersebut belum sempurna dikarenakan terdapat perbedaan ketebalan dinding bagian dalam dari produk. Perbedaan ketebalan ini terjadi pada pemakanan arah sumbu y seperti yang dapat dilihat pada gambar 4-37. Dinding yang ditandai huruf “A” memiliki ketebalan 0,5 milimeter sedangkan dinding yang ditandai huruf “C” memiliki ketebalan 1,8 milimeter. Sedangkan pemakanan arah sumbu x yang ditandai huruf “B” dan “D” sudah sesuai dengan desain yaitu memiliki tebal dinding 1 milimeter.



Gambar 4-37 Perbedaan tebal dinding dari prototipe resin produk

Hal ini menyebabkan dinding yang lebih tipis mudah hancur sehingga semua produk dalam satu *badge* produksi ini memiliki kecacatan seperti pada gambar 4-38.



Gambar 4-38 Cacat produk dalam satu *badge* produksi

Penyebab dari kecacatan produk tersebut kemungkinan besar terjadi karena terjadi kesalahan pada saat pengaturan *origin* sumbu y baik pada saat pemesinan bagian atas maupun bagian bawah. Hal tersebut mengakibatkan pemakanan sumbu y yang tidak sama saat pemesinan bagian atas dan bagian bawah.

#### **4.12 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 pada gambar 4-39.



Gambar 4-39 Facing sisi tegak benda kerja aluminium

### 4.13 Pengaturan *Origin*

Pengaturan *origin* dilakukan dengan merapatkan mata pahat dengan benda kerja pada sumbu x, y, dan z. Posisi *origin* pada mesin CNC disesuaikan dengan posisi *origin* pada perangkat lunak CAM. Untuk memastikan bahwa mata pahat sudah benar-benar rapat dengan kerja, diletakkan kertas di antara mata pahat dan benda kerja. Jika kertas sudah tidak bisa bergerak, berarti mata pahat sudah rapat dengan benda kerja. Mata pahat sebaiknya ditempelkan pada bagian tengah dari masing-masing sumbu untuk memastikan saat pembalikan *stock*, titik pengaturan *origin* berada pada tempat yang sama. Jika dalam satu proses membutuhkan lebih dari satu mata pahat, maka masing-masing mata pahat hanya perlu diatur sumbu z saja dan sumbu x dan y mengikuti nilai *offset* mata pahat yang lain. Pengaturan *origin* sumbu x dapat dilihat pada gambar 4-40, pengaturan *origin* sumbu y pada gambar 4-41, dan pengaturan *origin* sumbu z pada gambar 4-42.



Gambar 4-40 Pengaturan *origin* sumbu x

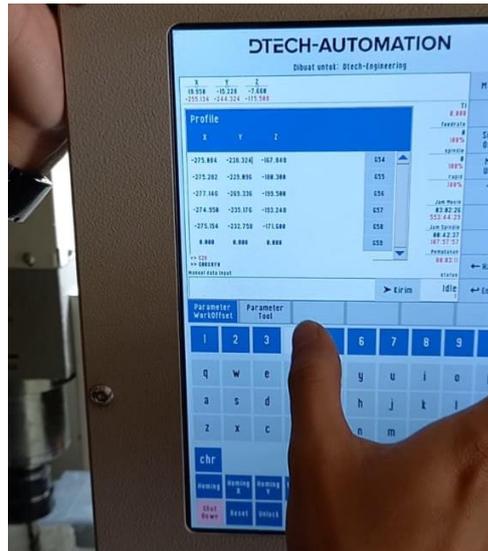


Gambar 4-41 Pengaturan *origin* sumbu y



Gambar 4-42 Pengaturan *origin* sumbu z

Setelah dipastikan bahwa mata pahat sudah rapat dengan benda kerja pada setiap sumbunya, nilai *offset* dimasukkan pada bagian parameter di layar mesin CNC seperti pada gambar 4-43.



Gambar 4-43 Pengaturan *offset* pada mesin CNC

Setelah nilai *offset* dimasukkan pada parameter di mesin CNC, *offset* parameter tersebut dicoba untuk memastikan apakah nilai *offset* sudah benar. Dimasukkan kode untuk memindahkan *spindle* ke titik 0 dari benda kerja yaitu dengan mengirimkan kode parameter *offset* yang sudah dimasukkan nilai *offset* yaitu G54, G55, G56, G57, ataupun G58. Kemudian memasukkan kode G00 X0 Y0 untuk memindahkan sumbu x dan sumbu y ke titik 0. Kemudian pemeriksaan sumbu z dilakukan secara manual dengan mendekatkan mata pahat ke sumbu z. Jika benar, maka setengah bagian mata pahat berada pada benda kerja.

Kendala saat proses pengaturan *origin* ini adalah sulitnya memastikan bahwa bagian mata pahat yang mengenai benda kerja dan bagian yang tidak mengenai benda kerja sudah sama panjangnya. Hal ini diakibatkan sulitnya melakukan pengukuran menggunakan jangka sorong pada mesin CNC. Solusi untuk memastikan bahwa pengaturan sudah tepat adalah dengan menggunakan mata pahat yang lebih besar saat pengaturan sumbu x dan y untuk memudahkan operator untuk melihat apakah bagian mata pahat yang mengenai benda kerja dan bagian yang tidak mengenai benda kerja sudah sama panjangnya.

#### 4.14 Pemesinan *Jig*

Pemesinan *jig* dilakukan sesuai dengan *setup* yang sudah diatur sebelumnya pada perangkat lunak CAM. Pemesinan ini berhasil dalam sekali pengerjaan. Hasil dari pemesinan *jig* adalah seperti pada gambar 4-44.



Gambar 4-44 Hasil pemesinan *jig*

Lama waktu pemesinan *jig* secara realita tidak sama dengan lama waktu pemesinan pada simulasi CAM. Pada realitanya, pemesinan *jig* ini memakan waktu selama 3 jam, 27 menit, dan 14 detik dengan penjabaran pada tabel 4-5.

Tabel 4-5 Waktu riil pemesinan *jig*

No.	Nama Proses	Waktu
1	Pemasangan <i>stock</i> pada ragum dan pengaturan <i>origin</i>	31 menit dan 42 detik
2	<i>Facing</i>	11 menit dan 5 detik
3	Penggantian mata pahat end mill 12 milimeter ke end mill 6 milimeter	1 menit 26 detik
4	Pemakanan <i>adaptive</i> dan <i>contour</i>	2 jam, 31 menit, dan 11 detik
5	Penggantian mata pahat end mill 4 milimeter ke center drill	2 menit dan 6 detik
6	Center drill	1 menit dan 29 detik
7	Penggantian mata pahat center drill ke drill 5 milimeter	2 menit dan 3 detik
8	<i>Drill</i>	6 menit dan 8 detik
Total waktu pemesinan		3 jam, 27 menit, dan 14 detik

#### 4.15 Pemesinan Produk

Proses pemesinan produk terdiri dari pemesinan produk bagian bawah, pemesinan produk bagian atas, dan pemesinan pemisahan produk dari *stock*.

#### 4.15.1 Pemesinan Produk bagian Bawah

Pemesinan produk bagian bawah dilakukan sesuai dengan *setup* yang sudah diatur sebelumnya pada perangkat lunak CAM. Pemesinan ini berhasil dalam sekali pengerjaan. Hasil dari pemesinan produk bagian bawah dapat dilihat pada gambar 4-45.



Gambar 4-45 Hasil pemesinan produk bagian bawah

Namun, hasil pemesinan ini masih memiliki sisa dari proses pemesinan seperti yang terlihat pada gambar 4-46.



Gambar 4-46 Sisa proses pemesinan

Kemudian sisa dari pemesinan tersebut dikikir supaya bagian samping rapi dan aman ketika dikencangkan pada ragum. Hasil pengikiran dapat dilihat pada gambar 4-47.



Gambar 4-47 Hasil pengikiran

#### 4.15.2 Pemesinan Produk bagian Atas

Pemesinan produk bagian atas dilakukan sesuai dengan *setup* yang sudah diatur sebelumnya pada perangkat lunak CAM. Pemesinan ini berhasil dalam sekali pengerjaan. Hasil dari pemesinan produk bagian atas dapat dilihat pada gambar 4-48.



Gambar 4-48 Hasil pemesinan produk bagian atas

### 4.15.3 Pemesinan Pemisahan Produk dari *Stock*

Proses pemesinan pemisahan produk dari *stock* dilakukan sesuai dengan *setup* yang sudah diatur sebelumnya pada perangkat lunak CAM. Proses ini didahului dengan pemasangan *stock* produk dengan *jig*. Pemesinan ini berhasil dalam sekali pengerjaan. Hasil dari pemisahan produk dari *stock* dapat dilihat pada gambar 4-49.



Gambar 4-49 Hasil pemisahan produk dari *stock*

Lama proses pemesinan produk tidak sama dengan hasil simulasi lama waktu pemesinan pada CAM. Pada realitanya, proses pemesinan produk ini membutuhkan waktu selama 6 jam, 24 menit, dan 5 detik dengan penjabaran pada tabel 4-6.

Tabel 4-6 Waktu riil pemesinan produk

No.	Nama Proses	Waktu
1	Pemasangan <i>stock</i> dan pengaturan origin untuk pemesinan bawah	15 menit dan 11 detik
2	<i>Facing</i> dan <i>pocket</i> bawah	1 jam, 3 menit, dan 10 detik
3	Pemasangan <i>stock</i> dan pengaturan origin untuk pemesinan atas	28 menit dan 34 detik
4	<i>Facing</i> atas	12 menit dan 3 detik
5	Penggantian mata pahat end mill 12 milimeter ke 4 milimeter	2 menit dan 50 detik
6	<i>Adaptive</i> dan <i>contour</i> atas	54 menit dan 26 detik
7	Penggantian mata pahat end mill 4 milimeter ke drill 5 milimeter	1 menit dan 14 detik
8	<i>Drill</i>	4 menit dan 35 detik
9	Penggantian mata pahat drill 5 milimeter ke engrave 3 milimeter 90°	59 detik
10	<i>Trace chamfer</i>	5 menit dan 21 detik

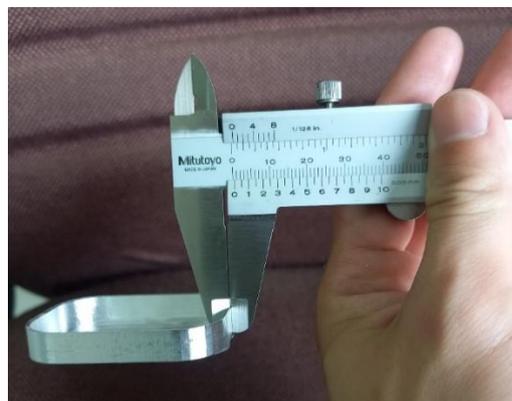
11	Pemasangan <i>stock</i> produk pada <i>jig</i>	15 menit dan 4 detik
12	Pemasangan <i>jig</i> dan <i>stock</i> pada ragam	30 menit dan 14 detik
13	<i>Adaptive</i> dan <i>contour</i>	2 jam, 30 menit, dan 24 detik
Total		6 jam, 24 menit, dan 5 detik

Setelah masing-masing produk dilepas dari *jig*, dapat dilihat pada gambar 4-50 masih terjadi kecacatan yang diakibatkan dari perbedaan tebal dinding dari produk. Hal ini menyebabkan produk rusak pada salah satu sudut akibat dinding yang terlalu tipis.



Gambar 4-50 Cacat produk

Kemudian dilakukan pengukuran ketebalan dinding pada masing-masing sisi untuk memastikan selisih tebal dinding seperti yang dapat dilihat pada gambar 4-51 serta detail bagian yang diukur dapat dilihat pada gambar 4-52 yang hasil pengukurannya ditulis pada tabel 4-7.



Gambar 4-51 Pengukuran dinding produk



Gambar 4-52 Detail bagian yang diukur

Tabel 4-7 Hasil pengukuran

No.	Huruf	Tebal (mm)
1	A	1,6
2	B	0,4
3	C	0,5
4	D	1,5

Untuk pemakanan arah sumbu x, bagian yang diberi huruf “A” memiliki ketebalan 1,5 milimeter dan bagian yang diberi huruf “C” memiliki ketebalan 0,5 milimeter. Hal ini juga terjadi pada bagian yang dilakukan pemakanan arah sumbu y, bagian yang diberi huruf “D” memiliki ketebalan 1,6 milimeter dan bagian paling diberi huruf “B” memiliki ketebalan 0,4 milimeter.

Penyebab dari kecacatan produk tersebut kemungkinan besar terjadi karena terjadi kesalahan pada saat pengaturan *origin* sumbu x dan y baik pada saat pemesinan bagian atas maupun bagian bawah. Hal tersebut mengakibatkan pemakanan sumbu x dan y yang tidak sama saat pemesinan bagian atas dan bagian bawah.

#### 4.16 Solusi Permasalahan dengan Perbaikan Desain

Setelah kegagalan pada percobaan sebelumnya, dilakukan perubahan ukuran pada desain produk untuk membuat dinding produk lebih tebal. Alur perbaikan desain dapat dilihat pada gambar 4-53.



Gambar 4-53 Alur perbaikan desain

Ukuran dinding produk diubah dari yang sebelumnya 1 milimeter menjadi 1,3 milimeter. Hal ini dilakukan untuk mencegah supaya jika terjadi kesalahan saat proses pengaturan sumbu x dan sumbu y, bagian dinding yang lebih tipis tidak sampai rusak. Dikarenakan pada desain *jig* dibuat jarak 0,3 milimeter dari bagian bawah produk, maka bagian bawah produk diperkecil untuk menghasilkan dinding yang lebih tebal yaitu 1,3 milimeter.

Setelah proses pemesinan produk bagian bawah, benda kerja dicoba untuk dimasukkan pada *jig*. Namun, benda kerja tidak dapat masuk pada *jig*. Oleh karena itu, dilakukan proses pemakanan pada *jig* untuk mengecilkan bagian yang berfungsi sebagai dudukan dari *stock* produk. Hasil *jig* yang dikecilkan dapat dilihat pada gambar 4-54.



Gambar 4-54 *Jig* yang dikecilkan

Kemudian proses pemesinan dari produk dilanjutkan dengan pemesinan bagian atas produk. Namun, pada saat proses pemesinan bagian atas, pemesinan pada sumbu z melebihi dari desain. Hal ini akibat tebal dari benda kerja yang tidak sesuai dengan desain sehingga tidak ada ketebalan pada bagian tengah produk seperti yang dapat dilihat pada gambar 4-55.



Gambar 4-55 Kegagalan proses pemesinan produk

Kemudian dilakukan perbaikan desain kembali dengan mengubah ukuran produk yaitu bagian dinding dari yang sebelumnya 1,3 milimeter menjadi 1,5 milimeter dengan cara mengecilkan bagian bawah produk dan membesarkan bagian atas produk. Hal ini dilakukan karena jika hanya dilakukan pengecilan bagian bawah produk, bagian ini tidak memiliki jarak dari ukuran tutup *master* rem bawaan dari Yamaha Aerox. Yang mana pada pengalaman sebelumnya, jika tidak ada jarak antara bagian timbul dan bagian yang akan menjadi tempat masuknya, maka kedua bagian tersebut tidak dapat menyatu. Perubahan ukuran tersebut menyebabkan diperlukannya pembesaran jarak antardesain produk pada CAD agar dapat dilakukan proses pemesinan dengan mata pahat *end mill* 4 milimeter. Perubahan jarak ini tentunya menyebabkan diperlukannya pembuatan *jig* ulang dengan perubahan jarak antar dudukan. Pembuatan *jig* ini dilakukan dengan langkah-langkah yang sama dengan pembuatan *jig* pertama dengan pemesinan *jig* dapat dilihat pada gambar 4-56.



Gambar 4-56 Pemesinan *jig* yang sudah diubah panjangnya

Setelah pembuatan *jig*, dilanjutkan pemesinan produk dengan langkah-langkah yang sama dengan sebelumnya namun setiap setelah salah satu proses, benda kerja diukur kembali. Jika benda kerja tidak sesuai dengan desain, maka ukuran *stock* pada proses CAM disesuaikan dengan benda kerja yang sedang dalam proses pengerjaan. Hasil pemesinan produk ini berhasil walaupun masih terdapat selisih 0,05 milimeter pada dinding arah sumbu x yang disebabkan karena pengaturan origin yang kurang sempurna. Hasil produk dapat dilihat pada gambar 4-57 untuk bagian atas dan gambar 4-58 untuk bagian bawah.



Gambar 4-57 Hasil produk bagian atas



Gambar 4-58 Hasil produk bagian bawah

#### 4.17 Percobaan Pengaplikasian Produk

Hasil produk dicoba dipasang pada sepeda motor Yamaha Aerox 155 dan produk dapat terpasang dengan baik menggunakan baut bawaan sepeda motor. Tidak ada kendala saat proses pemasangan. Produk aksesoris tutup *master* rem ini dapat dimasukkan pada tutup *master* rem bawaan sepeda motor serta lubang baut pas sehingga aksesoris tutup *master* rem dapat dikencangkan baik. Hasil pengaplikasian produk dapat dilihat pada gambar 4-59.



Gambar 4-59 Pengaplikasian produk pada sepeda motor

#### 4.18 *Deburring*

Setelah percobaan pemasangan produk berhasil, dilakukan proses *deburring*. Proses *deburring* seperti pada gambar 4-60 dilakukan menggunakan *deburring tool* untuk menghilangkan bagian tajam dari produk tutup *master* rem.



Gambar 4-60 Proses *deburring*

#### 4.19 Laser *Marking*

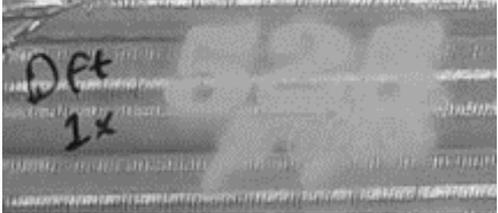
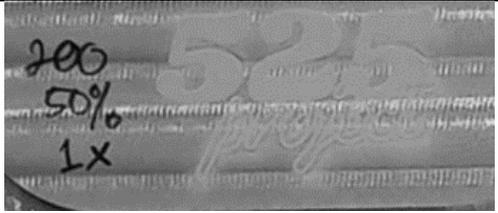
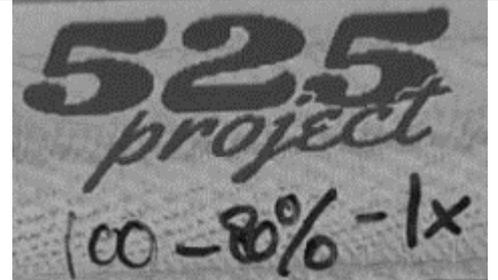
Setelah proses *deburring* selesai, dilakukan proses laser *marking* untuk membuat merek pada produk. Desain laser *marking* harus mengandung unsur Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia yaitu dengan nomor “525” sehingga dibuat desain laser *marking* yang bertuliskan “525 Project” karena produk ini merupakan *project* dari mahasiswa Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia. Kemudian pemilihan *font* dipilih menggunakan desain *font retro* dengan nama *font* yaitu Shrikhand untuk tulisan “525” dan *font Yellowtail* untuk tulisan “Project” dikarenakan konsep *retro* sedang populer ketika produk ini dibuat. Desain laser *marking* adalah seperti pada gambar 4-61.



Gambar 4-61 Desain laser *marking*

Percobaan laser *marking* dilakukan pada produk yang gagal di bagian yang sudah dilakukan proses pemesinan untuk mendapatkan hasil yang sesuai. Percobaan dilakukan dengan menggunakan beberapa parameter yang berbeda yang dapat dilihat pada tabel 4-8 berikut.

Tabel 4-8 Parameter laser *marking*

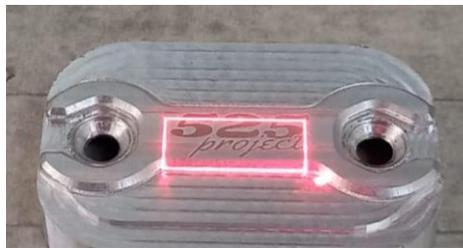
No	<i>Speed</i> (mm/s)	<i>Power</i> (%)	Repetisi <i>marking</i>	Hasil
1	800 ( <i>Default</i> )	30 ( <i>Default</i> )	1	 <p>Warna cenderung terang, hasil <i>marking</i> masih bias dan kurang terlihat.</p>
2	200	50	1	 <p>Warna lebih gelap dari parameter sebelumnya namun masih kurang terlihat, sudah tidak terlalu bias.</p>
3	100	80	1	 <p>Warna sudah gelap, tidak bias, dan hasil <i>marking</i> sudah terlihat jelas.</p>

Dari percobaan tersebut, parameter yang digunakan untuk produk final adalah dengan *speed* 100 mm/s, *power* 80%, dan *marking* dilakukan sebanyak satu kali. Hasil laser *marking* dapat dilihat pada gambar 4-62.



Gambar 4-62 Hasil laser *marking* pada produk

Kendala pada proses laser *marking* terdapat pada *preview* dan hasil *marking* yang tidak sesuai. Hasil *marking* melebihi kotak *preview*, tepatnya melebihi ke bagian kanan atas dari *preview* seperti pada gambar 4-63.



Gambar 4-63 Hasil melebihi kotak *preview*

Setelah semua laser *marking* selesai, dilakukan pemasangan produk pada sepeda motor Yamaha Aerox 155 untuk memastikan apakah hasil laser *marking* terlihat dengan jelas setelah produk diaplikasikan pada sepeda motor. Hasilnya dapat dilihat pada gambar 4-64. Dari gambar tersebut, hasil laser *marking* terlihat jelas ketika sudah diaplikasikan pada sepeda motor.



Gambar 4-64 Pengaplikasian produk yang sudah diberi laser *marking*

#### 4.20 Perhitungan Harga Pokok Produksi

Setelah berhasil melakukan produksi aksesoris tutup *master* rem yang menghasilkan delapan buah aksesoris *tutup* master rem, dilakukan perhitungan Harga Pokok Produksi dengan asumsi-asumsi yang tertera pada tabel 4-9.

Tabel 4-9 Asumsi untuk perhitungan Harga Pokok Produksi

No.	Item	Asumsi
1	<i>Shift</i>	1 <i>shift</i> = 8 jam. Dalam satu hari hanya ada 1 <i>shift</i> .
2	Hari kerja	Dalam 1 minggu terdapat 5 hari kerja dan dalam 1 bulan terdapat 22 hari kerja.
3	Mesin CNC	Mesin CNC dapat digunakan sampai 10 tahun jam kerja (87660 jam). Paket pembelian sudah termasuk kompresor serta <i>arbor</i> dan <i>collet set</i> .
4	<i>End mill</i> 12 mm, 6 mm, dan 4 mm	Mata pahat dapat dipakai hingga 1 minggu jam kerja (5 <i>shift</i> ). Asumsi dibuat karena pada proses pemesinan, setelah 5 <i>shift</i> mata pahat mulai tumpul hingga menimbulkan suara yang keras saat pemesinan.
5	<i>Chamfer mill</i> 3 mm 90°	Mata pahat dapat dipakai hingga 2 minggu jam kerja (10 <i>shift</i> ). Asumsi dibuat karena pada proses pemesinan, setelah 10 <i>shift</i> mata pahat tidak dapat membuang geram aluminium dengan baik.
6	<i>Drill mill</i> 5 mm dan <i>center drill</i>	Mata pahat dapat dipakai hingga 1 bulan jam kerja (22 <i>shift</i> ). Asumsi dibuat karena pada proses pemesinan, setelah 22 <i>shift</i> mata pahat mulai menimbulkan suara yang keras saat pemesinan.

7	Aluminium <i>jig</i> , baut <i>countersunk</i> M5, mur 5 mm, <i>ring</i> 5 mm, kikir, dan spidol	Dapat dipakai hingga 3 bulan jam kerja (66 <i>shift</i> ). Asumsi dibuat karena setelah 66 <i>shift</i> , alur dari baut dan mur mulai aus.
8	Kunci pas 8 mm dan obeng kembang	Kunci pas dan obeng dapat dipakai hingga 1 tahun jam kerja (264 <i>shift</i> ). Asumsi dibuat karena dilakukan pembaruan kunci pas dan obeng kembang setelah 264 <i>shift</i> .
9	Oli	Pemakaian oli tiap <i>shift</i> adalah 75 ml, sehingga 1 liter oli dapat dipakai hingga 13 <i>shift</i> .
10	Air	1 galon air bisa dipakai untuk 5 <i>shift</i> . Asumsi dibuat karena dalam setiap bulan, dibutuhkan 4 galon air untuk campuran <i>coolant</i> .
11	<i>Coolant</i>	<i>Coolant</i> diganti setelah 22 <i>shift</i> . setiap penggantian membutuhkan 4 liter. Asumsi dibuat karena setelah 22 <i>shift</i> , <i>coolant</i> menimbulkan bau tidak sedap.
12	Listrik pembuatan <i>jig</i>	Listrik pembuatan <i>jig</i> selama 3 jam 30 menit dan <i>jig</i> dapat dipakai hingga 66 <i>shift</i> .
13	Listrik pembuatan produk	Listrik pemakaian <i>station</i> CNC dalam 1 <i>shift</i> (8 jam).
14	Biaya riset dan pengembangan ( <i>R&amp;D Cost</i> )	R&D dilakukan menggunakan alat-alat yang sama dengan overhead dan dilakukan kembali setelah 1 tahun (264 <i>shift</i> ).
15	<i>Manpower</i>	<i>Manpower</i> pada memiliki pekerjaan pada 4 <i>station</i> dalam 1 <i>shift</i> dengan total biaya per <i>shift</i> sebesar Rp150.000. Sehingga pada <i>station</i> CNC, biaya yang diperlukan untuk <i>manpower</i> sebesar Rp37.500

Dari setiap produk yang dihasilkan, dibutuhkan biaya riset dan pengembangan (*R&D Cost*). Total dari biaya riset dan pengembangan (*R&D Cost*) adalah sebesar Rp122.160,00. Adapun penjabaran biaya riset dan pengembangan dapat dilihat pada tabel 4-10. Kemudian biaya riset dan pengembangan tersebut dimasukkan ke dalam perhitungan *overhead cost* seperti yang dijabarkan pada tabel 4-11. Riset dan pengembangan dilakukan setiap 1 tahun sekali (264 *shift*). Sehingga dalam HPP per produk, terdapat biaya sebesar Rp462,73 (1,14%) untuk riset dan pengembangan.

Tabel 4-10 Biaya riset dan pengembangan

Biaya Riset dan Pengembangan ( <i>R&amp;D Cost</i> )					
No.	Item	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Harga Total
1	Resin	2	Kg	Rp32.580,00	Rp65.160,00
2	Cetakan resin	1	Pcs	Rp30.000,00	Rp30.000,00
3	Plastisin	1	Plastik	Rp12.000,00	Rp12.000,00
4	3D Print	1	Pcs	Rp15.000,00	Rp15.000,00
Total					Rp122.160,00

Tabel 4-11 *Overhead cost*

Biaya Overhead ( <i>Overhead Cost</i> )							
No.	Item	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Harga Total	Jumlah Shift	Harga per Shift
1	<i>R&amp;D Cost</i>	1	Kali	Rp122.160,00	Rp122.160,00	264	Rp462,73
2	Mesin CNC	1	Pcs	Rp330.000.000,00	Rp330.000.000,00	10957	Rp30.117,73
3	<i>End Mill</i> 12 mm	1	Pcs	Rp60.000,00	Rp60.000,00	5	Rp12.000,00
4	<i>End Mill</i> 6 mm	1	Pcs	Rp25.000,00	Rp25.000,00	5	Rp5.000,00
5	<i>End Mill</i> 4 mm	1	Pcs	Rp15.000,00	Rp15.000,00	5	Rp3.000,00
6	<i>Chamfer Mill</i> 3 mm	1	Pcs	Rp65.000,00	Rp65.000,00	10	Rp6.500,00
7	<i>Drill Mill</i> 5 mm	1	Pcs	Rp26.000,00	Rp26.000,00	22	Rp1.181,82
8	<i>Center Drill</i> 8 mm	1	Pcs	Rp25.000,00	Rp25.000,00	22	Rp1.136,36
9	Aluminium <i>Jig</i>	1	Pcs	Rp225.000,00	Rp225.000,00	66	Rp3.409,09
10	Kunci Pas 8 mm	1	Pcs	Rp8.000,00	Rp8.000,00	264	Rp30,30
11	Obeng Kembang	1	Pcs	Rp10.000,00	Rp10.000,00	264	Rp37,88
12	Baut <i>Countersunk</i> M5	16	Pcs	Rp200,00	Rp3.200,00	66	Rp48,48
13	Mur 5 mm	16	Pcs	Rp200,00	Rp3.200,00	66	Rp48,48
14	Ring 5 mm	16	Pcs	Rp100,00	Rp1.600,00	66	Rp24,24
15	Kikir	1	Pcs	Rp10.000,00	Rp10.000,00	66	Rp151,52
16	Spidol	1	Pcs	Rp10.000,00	Rp10.000,00	66	Rp151,52
17	Listrik Pembuatan <i>Jig</i>	3,5	Jam	Rp6.456,03	Rp22.596,11	66	Rp342,37
18	Listrik Pembuatan Produk	8	Jam	Rp6.456,03	Rp51.648,24	1	Rp51.648,24
19	Oli	1	Liter	Rp50.000,00	Rp50.000,00	13	Rp3.846,15
20	Air	1	Galon	Rp20.000,00	Rp20.000,00	5	Rp4.000,00
21	<i>Coolant</i>	20	Liter	Rp67.500,00	Rp1.350.000,00	110	Rp12.272,73
Total					Rp332.103.404,35	Biaya per Shift	Rp135.409,64

Biaya *overhead* per *shift* dihitung dengan membagi biaya *overhead* total per *item* dengan jumlah *shift* yang dapat ditempuh sampai *item* tersebut rusak ataupun habis. Hal ini juga merujuk pada asumsi-asumsi yang sudah tertera pada tabel 4-9. Berdasarkan biaya *overhead* (*Overhead Cost*) yang di dalamnya terdapat

biaya riset dan pengembangan tersebut, dapat dihitung biaya produksi (*production cost*) menggunakan rumus 4.1 dengan rincian yang dapat dilihat pada tabel 4-12.

$$\frac{\text{Bahan Baku Langsung} + \text{Tenaga Kerja Langsung} + \text{Overhead}}{\text{Jumlah produk dalam sekali produksi}} = \text{HPP per Produk} \quad (4.1)$$

Tabel 4-12 Biaya produksi

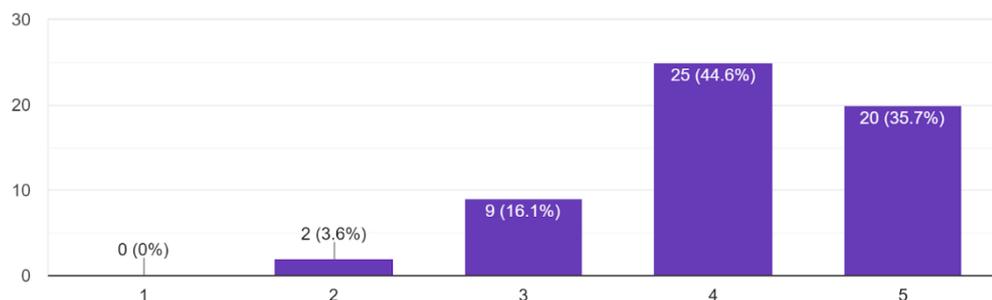
Biaya Produksi ( <i>Production Cost</i> )					
No.	Item	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Harga Total
1	<i>Overhead Cost</i>	1	<i>Shift</i>	Rp135.409,64	Rp135.409,64
2	<i>Aluminium Block</i>	1	<i>Pcs</i>	Rp150.000,00	Rp150.000,00
3	<i>Manpower</i>	1	<i>Shift</i>	Rp37.500,00	Rp37.500,00
Harga Pokok Produksi					Rp322.909,64
Harga Pokok Produksi per Produk					Rp40.363,71

Berdasarkan perhitungan biaya produksi tersebut, didapat Harga Pokok Produksi sebesar Rp322.909,64 yang kemudian didapat pula Harga Pokok Produksi per Produk adalah sebesar Rp40.363,71.

## 4.21 Survei Pasar

Survei pasar mengenai hasil pembuatan produk aksesoris tutup *master rem* Aerox 155 yang dilakukan menggunakan metode *random sampling* kepada 56 responden dengan 45 orang (80,4%) di antaranya tertarik dengan dunia otomotif, didapatkan hasil nilai ketertarikan responden terhadap produk aksesoris tutup *master rem* Yamaha Aerox 155 ketika belum dipasang pada sepeda motor dapat dilihat pada gambar 4-65.

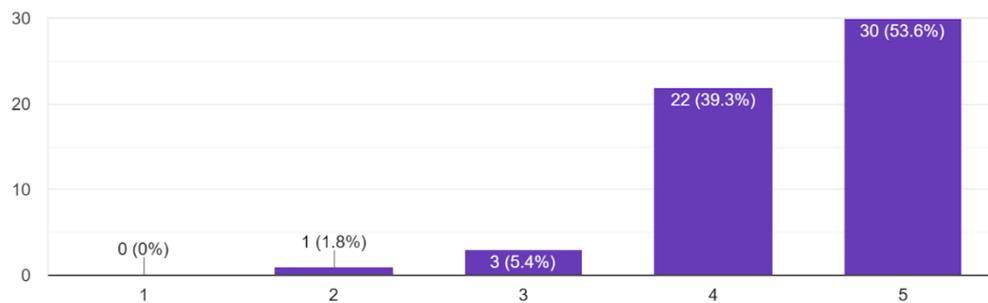
Seberapa menarik produk aksesoris tutup master rem pada gambar berikut?  
56 responses



Gambar 4-65 Nilai ketertarikan responden ketika produk belum dipasang

Dari hasil penilaian tersebut, tidak ada yang memberi nilai 1, sebanyak 3,6% (2 orang) memberi nilai 2, sebanyak 16,1% (9 orang) memberi nilai 3, sebanyak 44,6% (25 orang) memberi nilai 4, dan sebanyak 35,7% (20 orang) memberi nilai 5. Kemudian, nilai hasil ketertarikan responden terhadap produk aksesoris tutup *master* rem Yamaha Aerox 155 setelah dipasang pada sepeda motor dapat dilihat pada gambar 4-66.

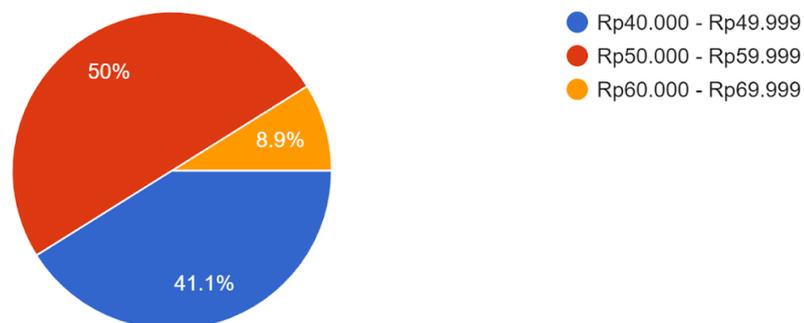
Seberapa menarik produk aksesoris tutup master rem ketika sudah terpasang di sepeda motor?  
56 responses



Gambar 4-66 Nilai ketertarikan responden ketika produk sudah dipasang

Dari hasil penilaian tersebut, tidak ada yang memberi nilai 1, sebanyak 1,8% (1 orang) memberi nilai 2, sebanyak 5,4% (3 orang) memberi nilai 3, sebanyak 39,3% (22 orang) memberi nilai 4, dan sebanyak 53,6% (30 orang) memberi nilai 5. Kemudian, responden diminta untuk memberikan pendapat mengenai harga jual yang tepat untuk produk ini. Hasil pendapat responden dapat dilihat pada gambar 4-67.

Menurut Anda, berapa harga jual yang cocok untuk produk tersebut?  
56 responses

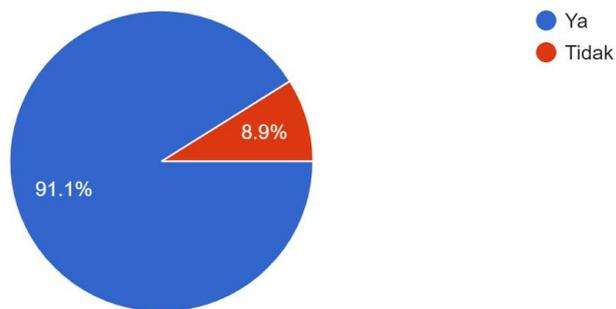


Gambar 4-67 Pendapat responden mengenai harga jual yang tepat

Sebanyak 50% (28 orang) menilai harga yang tepat untuk produk ini berada di rentang harga Rp50.000 sampai dengan Rp59.999, sebanyak 41,1% (23 orang)

menilai harga yang tepat untuk produk ini berada di rentang harga Rp40.000 sampai dengan Rp49.999, dan sebanyak 8,9% (5 orang) menilai harga yang tepat untuk produk ini berada di rentang harga Rp60.000 sampai dengan Rp69.999. Berdasarkan rentang harga produk tersebut, dapat dilihat pada gambar 4-68 bahwa 91,1% (51 orang) tertarik untuk membeli produk ini dan 8,9% (5 orang) tidak tertarik untuk membeli produk ini.

Dengan rentang harga tersebut, apakah Anda tertarik untuk membeli produk ini?  
56 responses



Gambar 4-68 Ketertarikan responden untuk membeli produk

## **Bab 5**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan dari pembuatan tugas akhir Desain dan Pembuatan Produk Kreatif Aksesoris Tutup Master Rem Yamaha Aerox 155 menggunakan Mesin CNC Supermill MK2.0 adalah sebagai berikut.

1. Telah dirancang dan dilakukan proses manufaktur dengan hasil produk aksesoris tutup *master* rem Yamaha Aerox 155 menggunakan CNC Supermill MK2.0 dengan waktu 6 jam, 24 menit, dan 5 detik untuk menghasilkan 8 produk.
2. Telah didapatkan hasil perhitungan harga pokok produksi dari aksesoris tutup *master* rem Yamaha Aerox 155 menggunakan CNC Supermill MK2.0 yaitu seharga Rp40.363,71 untuk masing-masing produk.
3. Telah dilakukan survei ke calon konsumen untuk memberikan penilaian terhadap hasil produk tutup *master* rem Yamaha Aerox 155 menggunakan CNC Supermill MK2.0 dengan respon positif.

#### **5.2 Saran untuk Perancangan Selanjutnya**

Saran yang dapat diberikan untuk perancangan selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Meneliti cara untuk mengefisienkan waktu dan biaya produksi sehingga produk dapat bersaing secara harga di pasaran.
2. Melakukan optimasi parameter pemesinan agar proses pemesinan lebih efisien.
3. Menambahkan proses *finishing* serta pewarnaan pada produk agar produk lebih menarik minat konsumen.
4. Pemberian merek dengan *laser* marking diperingkas hanya dengan tulisan “525” saja agar merek lebih dapat terlihat jelas.
5. Responden untuk survei pasar dibuat lebih spesifik kepada pengguna sepeda motor Yamaha Aerox 155 maupun sepeda motor lain yang dapat

menggunakan produk ini seperti Yamaha Nmax, Yamaha Lexi, dan Yamaha X-Ride.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anshori, L. (2023, July 20). *Yamaha Aerox dan Honda Vario Jadi Motor yang Paling Laris di PRJ 2023*. detikoto. <https://oto.detik.com/motor/d-6832014/yamaha-aerox-dan-honda-vario-jadi-motor-yang-paling-laris-di-prj-2023>
- Anwar, C., Ashari, L. F., & Indrayenti, I. (2010). Harga Pokok Produksi dalam Kaitannya dengan Penentuan Harga Jual untuk Pencapaian Target Laba Analisis (Studi Kasus pada PT. Indra Brothers di Bandar Lampung). *Jurnal Akuntansi Dan Keuangan*, 1(1), 79–94.
- ASTM. (2016). *Standard Specification for Tool Steel High Speed*. <https://doi.org/10.1520/A0600-92AR16>
- Autodesk. (2014). *Fundamentals of CNC Machining*. Library of Congress.
- Budi, R. S., Waluyo, J., & Purwanto, A. (2020). *PROSES MANUFAKTUR END GRIP PADA SEPEDA MOTOR BERBANTUAN CAD, CAM, CNC* [PhD Thesis, Institut Sains dan Teknologi AKPRIND Yogyakarta]. <https://mesin.akprind.ac.id/wp-content/uploads/2020/02/JURNAL-1.pdf>
- Budynas, R. G., & Nisbett, K. J. (2020). *Shigley's Mechanical Engineering Design* (11th edition). McGraw Hill.
- Davis, J. R. (1999). *Corrosion of Aluminum and Aluminum Alloys*. ASM International.
- Fahmi, A. M. (2022). *FENOMENA MODIFIKASI SEPEDA MOTOR DI KALANGAN REMAJA KOTA BANDUNG* [Other, FISIP UNPAS]. <http://repository.unpas.ac.id/56482/>

- Halimy, D. (2022). *ANALISIS PENGARUH VARIASI FEED PER TOOTH DAN KECEPATAN PUTARAN SPINDLE TERHADAP TINGKAT KEKASARAN PERMUKAAN ALUMUNIUM MELALUI PROSES CNC MILLING SUPERMILL ES-200-S* [PhD Thesis, Universitas Islam" 45" Bekasi].  
<http://repository.unismabekasi.ac.id/727/>
- Harjono, A. S. (2022). PROSES MANUFACTURE SPARE PART VARIASI SEPEDA MOTOR DENGAN PROGRAM AUTODESK FUSION 360 PADA MESIN CNC MILLING 3 AXIS. *Inisiasi*, 9–14.
- Kresnanto, N. C. (2019). Model Pertumbuhan Sepeda Motor Berdasarkan Produk Dosmetik Regional Bruto (PRDB) Perkapita (Studi Kasus Pulau Jawa). *MEDIA KOMUNIKASI TEKNIK SIPIL*, 25(1), 107–114.  
<https://doi.org/10.14710/mkts.v25i1.18585>
- Kumar, V., Isanaka, B. R., Gupta, S., & Kushvaha, V. (2021). Future Trends and Technologies in Additive and Subtractive Manufacturing. In S. Mavinkere Rangappa, M. K. Gupta, S. Siengchin, & Q. Song (Eds.), *Additive and Subtractive Manufacturing of Composites* (pp. 227–247). Springer Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-16-3184-9\\_9](https://doi.org/10.1007/978-981-16-3184-9_9)
- Kurniawan, E., Syaifurrahman, S., & Jekky, B. (2020). Rancang Bangun Mesin CNC Lathe Mini 2 Axis. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, Dan Material*, 4(2), 83–90.
- Madison, J. (1996). *CNC machining handbook: Basic theory, production data, and machining procedures*. Industrial Press Inc.  
[https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=35igMxvwFNYC&oi=fnd&pg=PR19&dq=Madison,+J.+\(1996\).+CNC+Machining+Handbook:+B](https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=35igMxvwFNYC&oi=fnd&pg=PR19&dq=Madison,+J.+(1996).+CNC+Machining+Handbook:+B)

asic+Theory,+Production+Data,+and+Machining+Procedures.+Industrial  
+Press+Inc&ots=64SH7KuFDw&sig=sIG-7sJPlg8s3Owcldyf9AyK7mQ

Sarcar, M. M. M., Rao, K. M., & Narayan, K. L. (2008). *Computer Aided Design and Manufacturing*. PHI Learning Pvt. Ltd.

Setiadi, P. (2014). PERHITUNGAN HARGA POKOK PRODUKSI DALAM PENENTUAN HARGA JUAL PADA CV. MINAHASA MANTAP PERKASA. *Jurnal Berkala Ilmiah Efisiensi*, 14(2), Article 2.  
<https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/jbie/article/view/4186>

Singal, M. (2013). *Fundamentals of Machining and Machine Tools*. I. K. International Pvt Ltd.

## LAMPIRAN

Survei produk:

1. Pertanyaan 1: Apakah Anda tertarik dengan dunia otomotif?
2. Pertanyaan 2: Seberapa menarik produk aksesoris tutup *master* rem pada gambar berikut?
3. Pertanyaan 3: Seberapa menarik produk aksesoris tutup *master* rem ketika sudah terpasang di sepeda motor?
4. Pertanyaan 4: Menurut Anda, berapa harga jual yang cocok untuk produk tersebut?
5. Pertanyaan 5: Dengan rentang harga tersebut, apakah Anda tertarik untuk membeli produk ini?

Timestamp	Nama	Pekerjaan	Pertanyaan 1	Pertanyaan 2	Pertanyaan 3	Pertanyaan 4	Pertanyaan 5	Saran
1/23/2024 18:47:17	M***** H****	Fresh Graduate	Ya	5	5	Rp60.000 - Rp69.999	Ya	Untuk modelnya sudah bagus, mungkin bisa ditambah variasi warna hitam biar tidak kelihatan polos
1/23/2024 18:51:23	P***** G*****	Fresh Graduate	Ya	5	5	Rp50.000 - Rp59.999	Ya	Untuk design sudah bagus, akan tetapi lebih baik lagi ditambah varian warna yang lain
1/23/2024 18:54:25	D*** D**** D	Mahasiswa	Ya	4	4	Rp50.000 - Rp59.999	Ya	Diberikan warna agar lebih menarik untuk menarik para konsumen
1/23/2024 18:54:27	m*****	Mahasiswa	Ya	4	4	Rp50.000 - Rp59.999	Ya	buat warna yg lain agar lebih bervariasi dan dapat menyesuaikan warna motor

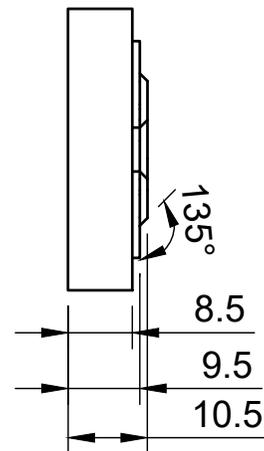
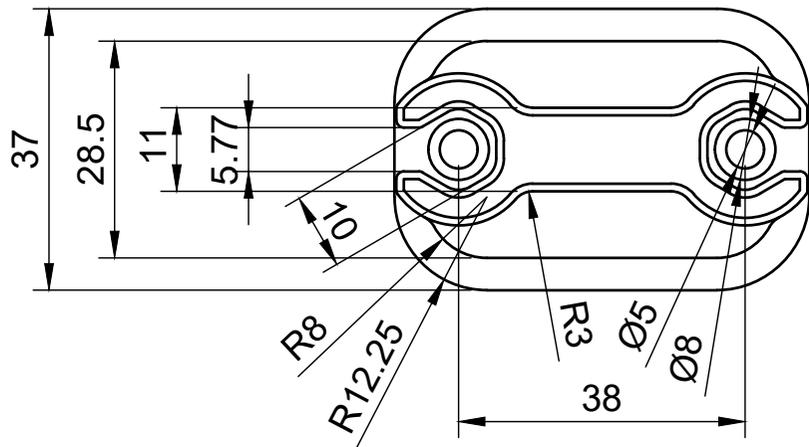
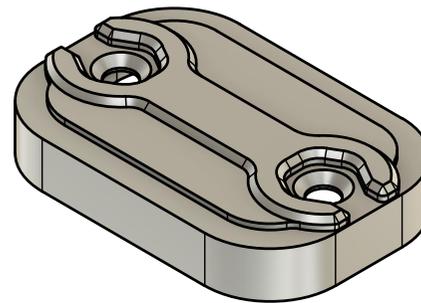
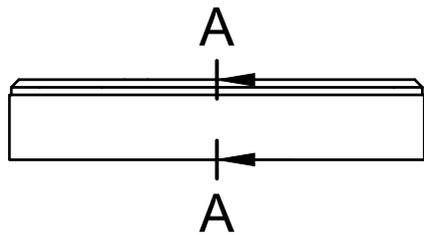
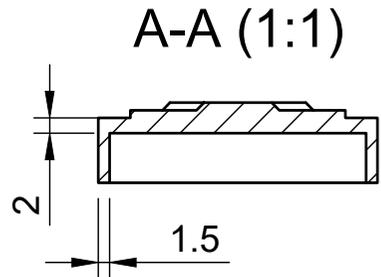
1/23/2024 18:55:57	A*** H***** A*****	Mahasiswa	Ya	5	5	Rp60.000 - Rp69.999	Ya	produk sangat bagus
1/23/2024 18:58:35	A***** P**** D***	Mahasiswa	Ya	5	5	Rp40.000 - Rp49.999	Ya	Jika surface lebih halus mungkin terlihat lebih menarik
1/23/2024 19:05:47	K****	Mahasiswa	Ya	4	5	Rp50.000 - Rp59.999	Ya	Mungkin untuk variasi warnanya diperbanyak
1/23/2024 19:06:03	A*** LA	Pelajar	Ya	4	4	Rp50.000 - Rp59.999	Ya	Tidak ada, menurut saya dari bentuk dan juga design sudah sesuai
1/23/2024 19:08:33	R****	Fresh Graduate	Tidak	4	5	Rp50.000 - Rp59.999	Ya	Tidak ada
1/23/2024 19:13:24	a****	Mahasiswa	Tidak	3	3	Rp40.000 - Rp49.999	Tidak	Saya tidak paham otomotif
1/23/2024 19:14:01	m***	Fresh Graduate	Tidak	2	4	Rp40.000 - Rp49.999	Tidak	minta sample
1/23/2024 19:14:34	J****	Mahasiswa	Tidak	4	4	Rp50.000 - Rp59.999	Ya	-
1/23/2024 19:16:52	A***** F*****	Mahasiswa	Ya	4	4	Rp50.000 - Rp59.999	Ya	Kasih warna warna biar kalcer
1/23/2024 19:30:30	A***** A***** A*****	Mahasiswa	Ya	4	5	Rp60.000 - Rp69.999	Ya	Saran dari saya agar lebih menarik untuk tutup master rem tersebut agar kedepannya dapat tersedia dengan berbagai macam pilihan warna, jadi para pembeli dapat menyesuaikan pilihan warna pada kendaraannya masing-masing.
1/23/2024 20:25:53	M Y***	Mahasiswa	Ya	4	4	Rp50.000 - Rp59.999	Tidak	sukses terus untuk ke depannya.
1/23/2024 20:34:04	A** P*****	Fresh Graduate	Ya	4	5	Rp50.000 - Rp59.999	Ya	Bisa request inisial atau nama

1/23/2024 20:34:38	m**** j****	Fresh Graduate	Tidak	4	5	Rp50.000 - Rp59.999	Ya	Sudah bagus
1/23/2024 20:38:07	N*****	Mahasiswa	Ya	4	4	Rp50.000 - Rp59.999	Ya	
1/23/2024 21:16:52	F*** Z***** H	Mahasiswa	Ya	5	5	Rp50.000 - Rp59.999	Ya	-
1/23/2024 21:21:33	M***** F*****	Mahasiswa	Ya	4	5	Rp40.000 - Rp49.999	Ya	menambahkan pilihan warna lain
1/23/2024 22:15:29	S*** N*****	Mahasiswa	Ya	4	4	Rp50.000 - Rp59.999	Ya	lebih menonjolkan desain yang menarik dan gampang menarik perhatian customer
1/23/2024 22:29:14	a**	Mahasiswa	Ya	5	5	Rp40.000 - Rp49.999	Ya	Jika untuk bagian dalam belum ada ruber saran dari saya harus diberikan karena untuk pencegahan jika ada celah yang akan menyebabkan oli keluar
1/24/2024 0:18:57	L***** H*****	Mahasiswa	Tidak	3	4	Rp50.000 - Rp59.999	Ya	cukup baik
1/24/2024 4:33:31	H*****	Mahasiswa	Ya	2	2	Rp50.000 - Rp59.999	Ya	lebih di desain lfi agar lebih menarik
1/24/2024 5:20:42	L*** R*** S*****	Fresh Graduate	Tidak	4	5	Rp50.000 - Rp59.999	Ya	Good job Gerald, semangat!!!
1/24/2024 5:50:32	I*** B*****	Fresh Graduate	Tidak	4	5	Rp50.000 - Rp59.999	Ya	perhalus kembali, pic 1 terdapat beberapa bagian yang masih kurang rapi sehingga mengurangi nilai estetika
1/24/2024 10:21:39	G*** A*** W*****	Mahasiswa	Ya	5	5	Rp50.000 - Rp59.999	Ya	Gada
1/24/2024 10:25:09	A*****	Mahasiswa	Ya	3	4	Rp40.000 - Rp49.999	Ya	model nya diperhalus lagi mas

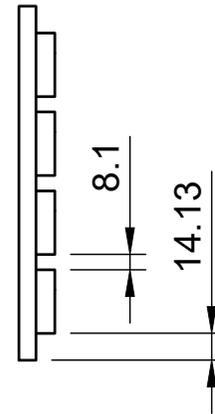
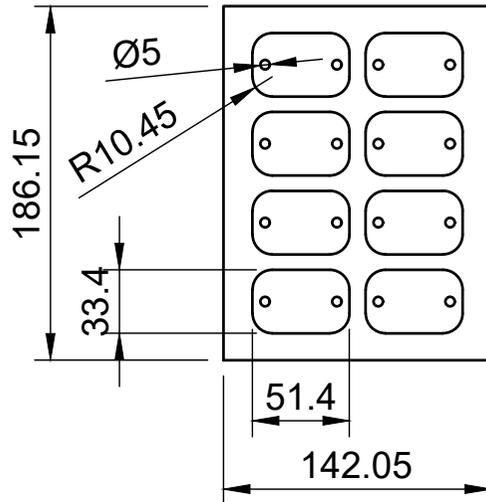
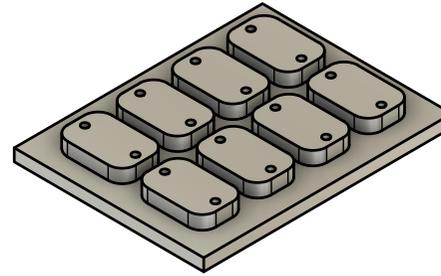
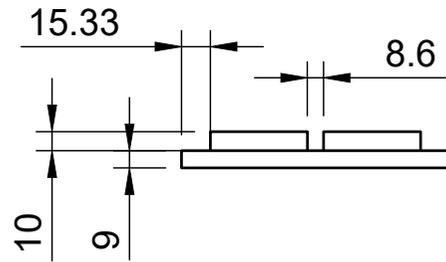
1/24/2024 10:25:49	M***** R*** S*****	Mahasiswa	Ya	5	5	Rp40.000 - Rp49.999	Ya	Berikan beberapa pilihan warna pada aksesoris tersebut
1/24/2024 10:27:31	g*****	Mahasiswa	Ya	4	4	Rp40.000 - Rp49.999	Ya	Tutup remnya sudah cukup menarik, tapi mungkin bisa ditambah warna motif atau corak agar lebih menarik lagi.
1/24/2024 10:37:46	i*****	Fresh Graduate	Ya	4	5	Rp50.000 - Rp59.999	Ya	mempunyai warna lain
1/24/2024 11:35:26	M***** R**** R*****	Mahasiswa	Ya	5	5	Rp40.000 - Rp49.999	Tidak	murahin lagi dong harganya
1/24/2024 12:48:05	H*** F*****	Mahasiswa	Ya	4	5	Rp40.000 - Rp49.999	Ya	Variasi warna pada produk mungkin bisa ditambah
1/24/2024 13:13:11	q***	Fresh Graduate	Tidak	4	5	Rp60.000 - Rp69.999	Ya	sudah bagus
1/24/2024 13:48:38	J***** M****	Fresh Graduate	Ya	4	4	Rp40.000 - Rp49.999	Ya	Perbanyak warnanya
1/24/2024 14:49:46	A**	Freelancer	Ya	4	4	Rp50.000 - Rp59.999	Ya	Dibuat variasi warna dan uji ketahanan warna agar tahan lama
1/24/2024 15:01:25	A** B** S*****	Freelancer	Ya	3	3	Rp40.000 - Rp49.999	Ya	design/warna lain
1/24/2024 16:18:19	F***** A**** P**	Mahasiswa	Ya	5	5	Rp40.000 - Rp49.999	Ya	Belum ada
1/24/2024 16:32:14	Z***** A**** M****	Mahasiswa	Ya	3	4	Rp40.000 - Rp49.999	Ya	Mungkin diberi pewarna agar lebih menarik
1/24/2024 22:07:31	S***** C***** P****	Mahasiswa	Ya	5	5	Rp50.000 - Rp59.999	Ya	menyala abangku
1/25/2024 17:26:10	S*****	Mahasiswa	Ya	5	5	Rp50.000 - Rp59.999	Ya	Keren mantap

1/25/2024 17:32:00	A**** R***** *	Wiraswasta	Tidak	3	4	Rp40.000 - Rp49.999	Ya	Cukup
1/25/2024 17:33:56	T****	Mahasiswa	Ya	5	5	Rp50.000 - Rp59.999	Ya	Akan lebih menarik jika ada banyak warna pilihan dan bisa menyesuaikan dengan warna motor.
1/25/2024 17:35:43	N**** L**** K*****, S.Tr.T	Fresh Graduate	Ya	5	5	Rp50.000 - Rp59.999	Ya	-
1/25/2024 18:17:45	D***** **	Fresh Graduate	Tidak	5	4	Rp40.000 - Rp49.999	Tidak	Penelitian yang sangat baik, harapannya semoga cepat sidang dan wisuda, kemudian lanjutkan produksi masal aksesoris tersebut.
1/25/2024 18:33:13	e***	Mahasiswa	Ya	5	5	Rp40.000 - Rp49.999	Ya	Cakeppp lebih cakep lagi di sepuh, biar ada warnanya dikits
1/25/2024 19:23:10	A***** R***** A*****	Mahasiswa	Ya	4	4	Rp40.000 - Rp49.999	Ya	a
1/25/2024 19:52:18	B*****	Fresh Graduate	Ya	3	4	Rp40.000 - Rp49.999	Ya	membuat sesuai keinginan konsumen atau dapat di custom designnya
1/25/2024 20:47:04	h**** h*****	Mahasiswa	Ya	4	4	Rp50.000 - Rp59.999	Ya	Semua tentang produk sudah baik, saran untuk selalu menjaga kualitas tetap sama.
1/25/2024 21:40:39	P**** M***	Fresh Graduate	Ya	5	5	Rp60.000 - Rp69.999	Ya	tidak ada, perfect
1/26/2024 11:20:35	A*****	Pegawai Swasta	Ya	4	5	Rp50.000 - Rp59.999	Ya	Sudah bagus dimana saya membelinya tolong info ke ig @kuetekmubawu

1/30/2024 15:52:06	M***** F***** A****	Mahasiswa	Ya	3	4	Rp40.000 - Rp49.999	Ya	Tidak ada
1/30/2024 19:14:59	N***** *****	Mahasiswa	Ya	3	3	Rp40.000 - Rp49.999	Ya	saran dari saya, alangkah lebih baik kalau produk tersebut diberi sentuhan finishing seperti pemberian warna-warna yang menarik
2/8/2024 10:48:08	M***** A*****	Pegawai Swasta	Ya	5	5	Rp50.000 - Rp59.999	Ya	mungkin bisa diperbanyak variasi warnanya
2/8/2024 11:26:40	M***** H****	Pegawai Swasta	Ya	5	4	Rp40.000 - Rp49.999	Ya	lebih dirapikan di finishing dan dibanyakin variasi warna
2/8/2024 13:31:25	P***** G*****	Wiraswast a	Ya	5	5	Rp40.000 - Rp49.999	Ya	Dibuat juga tutup master rem dengan warna- warna yang lain selain silver, bisa warna gold dan juga merah.



Dept.	Technical reference	Created by <b>Muhammad Rafi Geraldy</b>	Approved by	
		Document type	Document status	
		Title <b>Produk Tutup Master Rem Aerox 155</b>	DWG No.	
		Scale <b>1:1</b>	Date of issue <b>15/02/2024</b>	Sheet <b>1/1</b>



Dept.	Technical reference	Created by <b>Muhammad Rafi Geraldy</b>	Approved by	
		Document type	Document status	
		Title <b>Jig Tutup Master Rem Aerox 155</b>	DWG No.	
		Scale <b>1:4</b>	Date of issue <b>15/02/2024</b>	Sheet <b>1/1</b>