

**DESAIN DAN PEMBUATAN PRODUK KREATIF AKSESORIS
TUTUP *MASTER* REM HONDA BEAT MENGGUNAKAN
MESIN CNC SUPERMILL MK2.0**

TUGAS AKHIR

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



Disusun Oleh :

Nama : Ade Bayu Syehtiaji

No. Mahasiswa : 19525067

NIRM : 1905270011

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

2024

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**DESAIN DAN PEMBUATAN PRODUK KREATIF AKSESORIS
TUTUP *MASTER* REM HONDA BEAT MENGGUNAKAN
MESIN CNC SUPERMILL MK2.0**

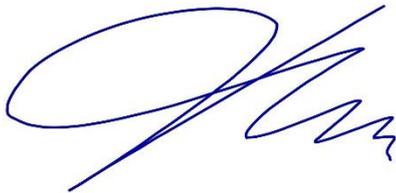
TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Ade Bayu Syehtiaji
No. Mahasiswa : 19525067
NIRM : 1905270011

Yogyakarta, 14 Maret 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 HONDA BEAT MENGGUNAKAN MESIN CNC SUPERMILL MK2.0

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Ade Bayu Syehtiaji

No. Mahasiswa : 19525067

NIRM : 1905270011

Tim Penguji

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

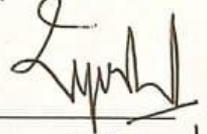
Ketua



Tanggal : 28 Maret 2024

Yustiasih Purwaningrum, S.T., M.T.

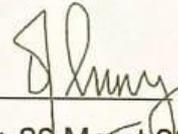
Anggota I



Tanggal : 28 Maret 24

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

Anggota II



Tanggal : 26 Maret 2024

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ade Bayu Syehtiaji

NIM : 19525067

Menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul "DESAIN DAN PEMBUATAN PRODUK KREATIF AKSESORIS TUTUP MASTER REM HONDA BEAT 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, 26 Maret 2024


Ade Bayu Syehtiaji

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur dan kesuksesan penyelesaian laporan tugas akhir ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Keluarga penulis, yang selalu mendoakan kesuksesan penulis dalam menyelesaikan studi tepat waktu.
2. Dosen pembimbing satu dan dua penulis, yang telah sabar membimbing penulis selama proses penulisan laporan tugas akhir ini.
3. Teman-teman di Teknik Mesin UII, yang telah memberikan dukungan dan bantuan dalam perjalanan akademis penulis dari awal hingga sekarang.

Penulis berharap agar hasil dari Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi positif untuk perkembangan ilmu pengetahuan, terutama dalam bidang yang relevan dengan topik yang penulis teliti, di masa mendatang.

HALAMAN MOTTO

“Hidup itu memang terkadang rumit, namun serumit apa pun kehidupan ini tetap harus kita jalani, karena Tuhan punya rencana dibalik semua ini”

(Jefri Al Buchori)

KATA PENGANTAR ATAU UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat dan petunjuk-Nya, penulis dengan akhirnya berhasil menyelesaikan Laporan Tugas Akhir berjudul "Desain dan Pembuatan Produk Kreatif Aksesoris Tutup Master Rem Honda Beat Menggunakan Mesin CNC Supermill MK2.0". Tugas akhir ini merupakan bagian dari perjalanan menuju gelar sarjana Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Penulis ingin menyampaikan penghargaan yang tulus kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, baik dalam bentuk moral maupun materiel, selama proses tugas akhir ini hingga penyusunan laporan ini. Terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas rahmat dan petunjuk-Nya yang memungkinkan penulis menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Keluarga penulis atas doa dan dukungan moral serta materiel yang diberikan selama proses 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 memberikan bimbingan, nasihat, dan arahan yang berharga hingga penyelesaian tugas akhir ini.
6. Bapak Ir. Santo Ajie Dhewanto, S.T., M.M. IPP., selaku dosen pembimbing kedua yang memberikan arahan yang sangat bermanfaat bagi penulis.
7. Staf laboratorium yang senantiasa membantu penulis selama proses tugas akhir dan penyusunan laporan.
8. Teman-teman seangkatan di Teknik Mesin angkatan 2019, penulis sangat bersyukur telah berkenalan dan berkarya bersama.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih terdapat kekurangan yang jauh dari kata sempurna, karena penulis masih dalam proses

belajar. Saran dan masukan yang membangun sangat diharapkan untuk peningkatan kualitas belajar penulis. Terima kasih atas perhatiannya.

Yogyakarta, 14 Maret 2024

Penyusun

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'ABSY' or similar, written in a cursive style.

Ade Bayu Syehtiaji

ABSTRAK

Produk otomotif yang semakin bertambah dan variasi peluncuran dari produk terbaru dengan produk sebelumnya yang tidak terlalu lama. Hal ini memberikan pengaruh pada perkembangan industri kreatif yang berhubungan dengan dunia otomotif. Banyak komponen-komponen modifikasi yang diproduksi oleh produsen untuk memenuhi kebutuhan dari para pemilik kendaraan bermotor. Di antara kendaraan bermotor yang sering diberikan modifikasi oleh pemiliknya adalah sepeda motor Honda Beat. Salah satu aksesoris yang diminati oleh banyak pengguna kendaraan ini adalah tutup *master* rem. Karena itu, potensi ini dapat dieksplorasi untuk menciptakan aksesoris tutup *master* rem Honda Beat dengan desain yang unik dan belum tersedia di pasaran. Langkah awal dalam proses produksi aksesoris ini adalah merancang produk menggunakan perangkat CAD, kemudian melakukan simulasi pemesinan menggunakan CAM, dan terakhir melakukan proses pemesinan dengan menggunakan mesin CNC Supermill MK2.0. Dalam hasil akhirnya, terdapat empat buah produk aksesoris tutup *master* rem Honda Beat yang diproduksi dalam waktu 4 jam 04 menit 35 detik. Setelah itu, dilakukan perhitungan Harga Pokok Produksi (HPP) untuk pembuatan produk ini, dengan hasil HPP sebesar Rp50.334.43 per produk. Selain itu, juga dilakukan survei untuk mendapatkan tanggapan positif dari calon konsumen terhadap produk tersebut.

Kata kunci: Desain, Industri kreatif, CAD, CAM, CNC Supermill.

ABSTRACT

Automotive products are increasing and the variety of launches from the latest product to the previous product is not too long. This has influenced the development of creative industries related to the automotive world. Many modified components are produced by manufacturers to meet the needs of motor vehicle owners. Among the motorised vehicles that are often given modifications by their owners are Honda Beat motorbikes. One of the accessories that many users of this vehicle are interested in is the brake master cap. Therefore, this potential can be explored to create Honda Beat brake master cap accessories with unique designs that are not yet available in the market. The initial step in the production process of these accessories is to design the product using CAD tools, then perform machining simulations using CAM, and finally perform the machining process using a Supermill MK2.0 CNC machine. In the end result, there are four Honda Beat brake master cap accessories products produced in 4 hours 04 minutes 35 seconds. After that, the calculation of Cost of Goods Manufactured (COGS) for the manufacture of this product was carried out, with the result of COGS of IDR 50.334.43 per product. In addition, a survey was also conducted to get positive responses from potential consumers on the product.

Keywords: Design, Creative industry, CAD, CAM, CNC Supermill.

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing	ii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji	iii
Halaman Persembahan	v
Halaman Motto	vi
Kata Pengantar atau Ucapan Terima Kasih	vii
Abstrak	ix
<i>Abstract</i>	x
Daftar Isi	xi
Daftar Tabel	xiv
Daftar Gambar	xv
Daftar Notasi	xviii
Bab 1 Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan	4
1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
Bab 2 Tinjauan Pustaka	6
2.1 Kajian Pustaka	6
2.2 Dasar Teori	9
2.2.1 CAD/CAM	9
2.2.2 Mesin CNC	10
2.2.3 Mata Pahat	12
2.2.4 Aluminium	13
2.2.5 Laser <i>Marking</i>	13
2.2.6 Harga Pokok Produksi	14
Bab 3 Metode Penelitian	15
3.1 Alur Penelitian	15

3.1.1	Studi Literatur.....	16
3.1.2	Kriteria Desain.....	16
3.1.3	Desain Produk	16
3.1.4	Prototipe 3D <i>Print</i>	16
3.1.5	Desain Jig	17
3.1.6	CAM.....	17
3.1.7	Prototipe Resin	17
3.1.8	Pembuatan Produk Aluminium	17
3.1.9	<i>Deburring</i>	17
3.1.10	Pembuatan Logo dengan Laser <i>Marking</i>	18
3.1.11	Survei Calon Konsumen.....	18
3.1.12	Analisis dan Hasil Pembahasan.....	18
3.2	Alat.....	19
3.3	Bahan	23
Bab 4 Hasil dan Pembahasan		24
4.1	Perancangan.....	24
4.2	Kriteria Desain.....	24
4.3	Desain	25
4.4	Prototipe 3D <i>Print</i>	26
4.5	Desain Jig.....	27
4.6	Proses CAM.....	27
4.6.1	Pemesinan Jig	28
4.6.2	Pemesinan Bagian Atas	31
4.6.3	Pemesinan Bagian Bawah	34
4.6.4	Pemisahan Produk	36
4.7	Persiapan Material Prototipe.....	36
4.8	Pengaturan <i>Origin</i>	37
4.9	Pemesinan Prototipe Jig.....	38
4.10	Pemesinan Prototipe Produk	39
4.11	Hasil Prototipe Resin.....	40
4.12	Persiapan Benda Kerja Aluminium.....	41
4.13	Pengaturan <i>Origin</i>	41

4.14	Pemesinan Jig.....	43
4.15	Pemesinan Produk.....	44
4.15.1	Percobaan Pertama	45
4.15.2	Percobaan Kedua	46
4.15.3	Percobaan Ketiga.....	48
4.15.4	Percobaan Keempat	49
4.16	Waktu Pemesinan Jig dan Produk.....	51
4.17	Hasil Produk.....	53
4.18	<i>Deburring</i>	57
4.19	Laser <i>Marking</i>	57
4.20	Percobaan Pengaplikasikan Produk	59
4.21	Perhitungan Harga Pokok Produksi	59
4.22	Survei Calon Konsumen	62
Bab 5 Penutup.....		65
5.1	Kesimpulan	65
5.2	Saran atau Penelitian Selanjutnya.....	65
Daftar Pustaka		66

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Alat	19
Tabel 3. 2 Bahan.....	23
Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Tutup <i>Master Rem</i>	24
Tabel 4. 2 Parameter Pemesinan Jig.....	29
Tabel 4. 3 Pemesinan Bagian Atas	31
Tabel 4. 4 Pemesinan Bagian Bawah	34
Tabel 4. 5 Parameter Pemisahan Produk.....	36
Tabel 4. 6 Waktu Pemesinan Jig	51
Tabel 4. 7 Waktu Pemesinan Bagian Atas	52
Tabel 4. 8 Waktu Pemesinan Bagian Bawah.....	52
Tabel 4. 9 Waktu Pemisahan Produk	53
Tabel 4. 10 Parameter Laser <i>Marking</i>	58
Tabel 4. 11 Asumsi HPP	59
Tabel 4. 12 R&D <i>Cost</i>	61
Tabel 4. 13 Biaya <i>Overhead</i>	61
Tabel 4. 14 Production <i>Cost</i>	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Desain Produk yang akan Dibuat	7
Gambar 2. 2 Hasil Produksi.....	7
Gambar 2. 3 <i>Bracket Caliper</i>	8
Gambar 2. 4 Hasil Jig <i>Fixture</i>	8
Gambar 3. 1 Alur Penelitian.....	16
Gambar 4. 1 Tutup Master Rem Honda Beat	24
Gambar 4. 2 Referensi Aksesoris Tutup <i>Master Rem</i>	25
Gambar 4. 3 Desain 1	25
Gambar 4. 4 Desain 2	26
Gambar 4. 5 Hasil 3D <i>Print</i>	26
Gambar 4. 6 Pemasangan Hasil 3D <i>Print</i>	27
Gambar 4. 7 Desain Jig	27
Gambar 4. 8 Parameter Aman pada Aluminium	28
Gambar 4. 9 <i>Facing</i>	29
Gambar 4. 10 2D <i>Adaptive</i>	30
Gambar 4. 11 <i>Center Drill</i>	30
Gambar 4. 12 <i>Drill</i>	31
Gambar 4. 13 <i>Center Drill</i>	32
Gambar 4. 14 <i>Drill</i>	32
Gambar 4. 15 <i>Facing</i>	33
Gambar 4. 16 2D <i>Adaptive</i>	33
Gambar 4. 17 <i>Trace</i>	34
Gambar 4. 18 <i>Facing</i>	35
Gambar 4. 19 2D <i>Pocket</i>	35
Gambar 4. 20 2D <i>Pocket</i>	36
Gambar 4. 21 Perisapan Material	37
Gambar 4. 22 Pengaturan Sumbu X.....	38
Gambar 4. 23 Pengaturan Sumbu Y	38
Gambar 4. 24 Prototipe Jig.....	39
Gambar 4. 25 Pemesinan Prototipe Bagian Atas.....	39

Gambar 4. 26 Pemisahan Prototipe Produk.....	40
Gambar 4. 27 Hasil Prototipe Resin	40
Gambar 4. 28 Pemasangan Prototipe Produk	41
Gambar 4. 29 <i>Facing</i> Bagian Samping Aluminium.....	41
Gambar 4. 30 Pengaturan Sumbu X.....	42
Gambar 4. 31 Pengaturan Sumbu Y	42
Gambar 4. 32 Pengaturan Sumbu Z	43
Gambar 4. 33 Percobaan Pertama Jig.....	43
Gambar 4. 34 Percobaan Kedua Jig	44
Gambar 4. 35 Percobaan Ketiga Jig	44
Gambar 4. 36 Percobaan Pertama Bagian Atas.....	45
Gambar 4. 37 Percobaan Pertama Bagian Bawah	46
Gambar 4. 38 Percobaan Pertama Pemisahan Produk.....	46
Gambar 4. 39 Percobaan kedua Bagian Atas	47
Gambar 4. 40 Percobaan Kedua Bagian Bawah.....	47
Gambar 4. 41 Percobaan Kedua Pemisahan Produk	48
Gambar 4. 42 Percobaan Ketiga Bagian Atas	48
Gambar 4. 43 Percobaan Ketiga Bagian Bawah	49
Gambar 4. 44 Percobaan Ketiga Pemisahan Produk	49
Gambar 4. 45 Percobaan Keempat Bagian Atas	50
Gambar 4. 46 Percobaan Keempat Bagian Bawah.....	50
Gambar 4. 47 Percobaan Keempat Pemisahan Produk	51
Gambar 4. 48 Percobaan Pertama Bagian Atas Produk	53
Gambar 4. 49 Percobaan Pertama Bagian Samping Produk	53
Gambar 4. 50 Percobaan Pertama Bagian Bawah Produk	54
Gambar 4. 51 Percobaan Kedua Bagian Atas Produk.....	54
Gambar 4. 52 Percobaan Kedua Bagian Samping Produk	54
Gambar 4. 53 Percobaan Kedua Bagian Bawah Produk	55
Gambar 4. 54 Percobaan Ketiga Bagian Atas Produk.....	55
Gambar 4. 55 Percobaan Ketiga Bagian Samping Produk.....	55
Gambar 4. 56 Percobaan Ketiga Bagian Bawah Produk.....	55
Gambar 4. 57 Percobaan Keempat Bagian Atas Produk.....	56

Gambar 4. 58 Percobaan Keempat Bagian Samping Produk	56
Gambar 4. 59 Percobaan Keempat Bagian Bawah Produk	56
Gambar 4. 60 Proses <i>Deburring</i>	57
Gambar 4. 61 Logo.....	57
Gambar 4. 62 Hasil Laser <i>Marking</i>	58
Gambar 4. 63 Preview Sebelum Laser <i>Marking</i>	58
Gambar 4. 64 Pengaplikasikan Produk	59
Gambar 4. 65 Grafik Penilaian Produk	62
Gambar 4. 66 Grafik Penilaian Produk Setelah dipasang.....	63
Gambar 4. 67 Diagram Survei Harga Jual.....	63
Gambar 4. 68 Diagram Ketertarikan Buat Beli Produk.....	64

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>
mm	= Milimeter
mm/min	= <i>Milimeter per Minute</i>
rpm	= <i>Revolution per Minute</i>
Rp	= Rupiah
3D	= <i>Three-dimension</i>
BBL	= Bahan Baku Langsung
TKL	= Tenaga Kerja Langsung
OHC	= <i>Over Head Camshaft</i>
HPP	= Harga Pokok Produksi

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada tahun 1970-an, industri otomotif di Indonesia khususnya sepeda motor terus berkembang. Produk otomotif yang semakin bertambah dan variasi peluncuran dari produk terbaru dengan produk sebelumnya yang tidak terlalu lama. Hal ini memberikan pengaruh pada perkembangan industri kreatif yang berhubungan dengan dunia otomotif. Banyak komponen-komponen modifikasi yang diproduksi oleh produsen untuk memenuhi kebutuhan dari para pemilik kendaraan bermotor. (Iswara, 2011)

Perkembangan pada dunia otomotif cukup pesat seperti perkembangan mobil atau motor dengan inovasi terbaru. Seiring berkembangnya kendaraan maka semakin banyak pula kendaraan. Dengan adanya pemilik kendaraan dengan jenis yang sama, terkadang akan terbentuk sebuah perkumpulan atau organisasi yang disebut sebuah klub. Pada setiap klub biasanya dilengkapi dengan simbol atau logo menggunakan nama tersendiri bertujuan untuk lebih cepat mengenali kelompoknya. Dengan adanya kebutuhan tentang logo sebuah klub, maka klub tersebut akan memproduksi untuk melengkapi klubnya. Sehingga akan tercipta usaha untuk membuat logo atau aksesoris lain sesuai apa yang diinginkan. Dilihat dari segi konsumen maka banyak peluang usaha untuk berkarya pada bidang tersebut. (Sugiarto, 2008)

Dalam konteks perkembangan infrastruktur dan mobilitas di Indonesia, ada satu fakta yang cukup menarik untuk diperhatikan. Pertumbuhan rata-rata kendaraan bermotor di negeri ini mencapai angka yang cukup tinggi, yaitu 14,55% per tahun. Angka ini menunjukkan bahwa semakin banyak warga Indonesia yang memiliki dan menggunakan kendaraan bermotor, baik itu mobil maupun sepeda motor, sebagai alat transportasi utama mereka. Namun, yang menjadi catatan penting adalah bahwa angka pertumbuhan tersebut sangat signifikan jika kita bandingkan dengan pertumbuhan penduduk rata-rata di Indonesia. Dalam periode 2010-2016, pertumbuhan penduduk rata-rata hanya

sebesar 1,36%. Ini berarti bahwa pertumbuhan kendaraan bermotor jauh melampaui pertumbuhan penduduk. Fenomena ini tentunya membawa berbagai implikasi, baik dari segi infrastruktur, lingkungan, hingga sosial ekonomi. Oleh karena itu, perlu adanya kebijakan dan strategi yang tepat dari pemerintah dan berbagai pihak terkait untuk mengelola pertumbuhan kendaraan bermotor ini agar tetap seimbang dan berkelanjutan. (Kresnanto, 2019)

Honda Beat, sebuah model sepeda motor yang telah menjadi ikon di Indonesia, terutama karena kualitas dan kinerjanya yang handal, telah mendominasi pasar sepeda motor di negara ini. Di Jawa Tengah, salah satu provinsi dengan populasi terbesar di Indonesia, penjualan Honda Beat mencapai angka yang mengesankan. Dari total penjualan produk Honda, yang mencapai lebih dari 182,000 unit selama periode enam bulan dari Januari hingga Juni 2022, Honda Beat berhasil meraih 32% dari total penjualan tersebut. Ini menunjukkan betapa populer dan diminati model ini oleh masyarakat Jawa Tengah. Namun, bukan hanya Honda Beat yang mendapatkan tempat di hati masyarakat. Dari total penjualan produk sepeda motor Honda, 95% adalah tipe matik. Ini menunjukkan bahwa sepeda motor tipe matik, dengan kemudahan dan kenyamanan penggunaannya, telah menjadi pilihan utama bagi konsumen di Indonesia. Dengan demikian, Honda, dengan berbagai model sepeda motor matiknya, termasuk Honda Beat, terus memimpin pasar sepeda motor di Indonesia. (Susanto, 2022)

Perkembangan dalam industri kendaraan bermotor merupakan kebutuhan yang penting, mengingat industri ini memiliki pasar penjualan yang luas dalam sektor ekonomi. Saat ini, terdapat mesin industri berskala besar yang telah dibuat dengan sistem otomatis. Salah satu jenis mesin otomatis yang sering digunakan dalam proses manufaktur adalah mesin CNC (*Computer Numerical Control*). Mesin CNC merupakan mesin yang digunakan dalam proses manufaktur, penggunaannya dapat dikontrol oleh komputer dan peralatan mesin yang menggunakan bahasa numerik, atau yang biasa disebut dengan *NC Code*. Di Universitas Islam Indonesia, tepatnya di laboratorium Teknik Mesin, terdapat sebuah mesin CNC Supermill 3 Axis. Mesin ini dapat digunakan untuk menghasilkan berbagai produk kreatif atau produk-produk lainnya yang

bermanfaat. Meski mesin CNC Supermill ini belum digunakan, potensinya dapat dimanfaatkan untuk membuat salah satu produk aksesoris kendaraan bermotor, seperti aksesoris tutup *master* rem, yang dapat diaplikasikan pada motor Honda Beat. Dengan memanfaatkan mesin ini, kita juga dapat mempelajari lebih dalam tentang cara penggunaan mesin CNC Supermill 3 Axis dan memaksimalkan pembuatan produk tersebut. Hal ini penting untuk mengetahui apakah produk yang dibuat dapat diterima oleh para pengguna motor. Proses pembuatan produk aksesoris tutup *master* rem ini menghasilkan empat buah produk dalam satu kali proses produksi. Proses pemesinan dan desain dari produk ini dibuat menggunakan *software* Autodesk Fusion 360 Student Version, yang memiliki dua bagian utama dalam aplikasinya, yaitu desain CAD (*Computer Aided Design*) dan desain CAM (*Computer Aided Manufacturing*).

Selain itu, terdapat juga mesin laser *marking* yang dapat digunakan untuk memberikan penamaan atau logo pada hasil produk CNC atau produk lain yang ingin diberi penamaan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan dapat diambil suatu rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara membuat produk tutup *master* rem Honda Beat menggunakan CNC Supermill MK2.0?
2. Berapa biaya bahan dan produksi yang diperlukan untuk membuat aksesoris tutup *master* rem Honda Beat dengan menggunakan mesin CNC Supermill MK2.0?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian atau perancangan tugas akhir, sebagai berikut:

1. Material yang akan digunakan pada proses pemesinan CNC adalah aluminium 5052.
2. Desain dan strategi pemesinan tutup *master* rem Honda Beat dibuat menggunakan *software* Autodesk Fusion 360 Student Version.

3. Proses pemesinan dilakukan dengan menggunakan mesin CNC Supermill MK2.0 yang terdapat di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.
4. Pembuatan logo pada produk menggunakan laser *marking*.

1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan

Tujuan penelitian atau perancangan tugas akhir, sebagai berikut:

1. Merancang dan melakukan proses manufaktur aksesoris tutup *master* rem Honda Beat.
2. Mengetahui harga pokok produksi dari aksesoris tutup *master* rem Honda Beat.
3. Mengetahui penilaian dari calon konsumen dengan metode survei untuk hasil produk aksesoris tutup *master* rem Honda Beat.

1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan

Manfaat dari penelitian atau perancangan tugas akhir, sebagai berikut:

1. Dapat menghasilkan produk yang diproses menggunakan mesin CNC Supermill MK2.0 serta dapat dijadikan sebagai referensi dalam pembuatan *spare part* lainnya.
2. Penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi untuk membandingkan harga di pasaran.

1.6 Sistematika Penulisan

Pada bagian sistematika penulisan tugas akhir, sebagai berikut ini:

1. Bab 1 Pendahuluan
Bab ini berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, Batasan masalah, tujuan, dan manfaat penelitian atau perancangan.
2. Bab 2 Tinjauan Pustaka
Bab ini berisi penjelasan secara terperinci mengenai teori-teori yang digunakan sebagai dasar dalam pemecah masalah.
3. Bab 3 Metode Penelitian

Bab ini berisi langkah-langkah dan metode yang akan digunakan dalam penelitian atau perancangan.

4. Bab 4 Hasil dan Pembahasan

Bab ini berisi hasil dan pembahasan berdasarkan penelitian atau perancangan yang telah dilakukan.

5. Bab 5 Penutup

Bab ini berisi kesimpulan dan saran penelitian selanjutnya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Computer Numerical Control (CNC) adalah elemen kunci dalam proses manufaktur presisi yang harus dikuasai oleh mahasiswa, terutama mahasiswa teknik mesin. Proses pemesinan CNC dimulai dengan merancang objek menggunakan perangkat lunak berbasis *Computer Aided Design* (CAD) dan kemudian meneruskannya ke dalam proses manufaktur menggunakan perangkat lunak berbasis *Computer Aided Manufacturing* (CAM). CAM adalah teknologi aplikasi yang menggunakan perangkat lunak komputer dan mesin untuk memfasilitasi dan otomatisasi proses manufaktur. CAM sering digunakan bersama dengan CAD, dan *integrasi* CAD dan CAM dalam perangkat lunak disebut sebagai CAD/CAM, contohnya seperti Fusion.

Selain dari persyaratan bahan, sistem *Computer Aided Manufacturing* (CAM) moderen juga mencakup kontrol *real-time* dan robotika. Simulasi proses pemotongan atau pembentukan benda kerja dapat dilakukan dalam perangkat lunak CAD/CAM.

Bedasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Harjono, 2022) melibatkan pembuatan berbagai variasi *sparepart* untuk sepeda motor menggunakan mesin CNC Supermill MK 2.0, serta proses perancangan menggunakan perangkat lunak CAD/CAM menggunakan Fusion 360. Contoh dalam pembuatan produk tertera pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Desain Produk yang akan Dibuat

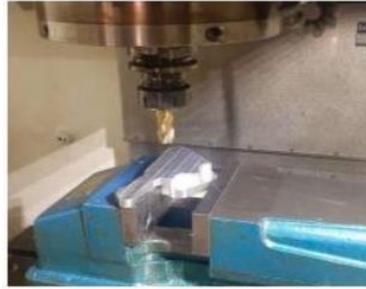
Penelitian ini menemui beberapa tantangan. Salah satunya adalah ketidakjelasan mengenai ukuran beberapa *spare part* yang dipesan oleh pelanggan, yang membuat proses desain menjadi sulit. Selain itu, ketersediaan alat yang tidak memadai untuk beberapa model juga menjadi kendala. Ketersediaan material di Wonogiri juga masih terbatas. Ditambah lagi, jumlah pemesanan yang banyak dan waktu yang terbatas mengakibatkan tim harus bekerja lembur. Meski demikian, perancangan ini berhasil menghasilkan sejumlah produk, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Hasil Produksi

Penelitian lain mengenai CNC juga pernah dilakukan oleh (Amaluddin & Jamaludin, 2023) yang membahas tentang pembuatan *bracket caliper* untuk Honda CBR 250 RR dengan menggunakan mesin CNC *milling* (MAZAK

A30AS) dan melakukan modifikasi ukuran variable menggunakan metode VDI 2221. Pada penelitian ini dimulai dari desain konsep *bracket caliper* Honda CBR 250 RR. Kemudian pembuatan program CNC. Setelah itu melakukan pemilihan *tool*, *holder*, dan jenis pemakanan dengan mempertimbangkan parameter pemesinan. Kemudian melakukan pemesinan dengan mesin CNC. Dari penelitian ini, didapat hasil berupa *bracket caliper* seperti pada gambar 2.3.



Gambar 2. 3 *Bracket Caliper*

Penelitian yang dilakukan (Indrawan, et al., 2022) dalam pemesinan CNC jig didefinisikan sebagai peralatan khusus yang memegang, menyangga, atau ditempatkan pada komponen yang akan menjalankan pemesinan. Hasil jig *fixture* dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Hasil Jig *Fixture*

Penggunaan jig *fixture* suction casing telah menghasilkan produk yang dapat diterima, dengan tingkat keberhasilan mencapai 100% dalam 4 percobaan, menghasilkan total 8 produk uji. Waktu rata-rata proses *machining* adalah 6 menit 30 detik untuk proses ketiga saja, dan 11 menit 30 detik untuk proses kedua dan ketiga secara bersamaan, dengan hasil langsung berupa 2 produk pada setiap proses. Dalam satu shift selama 8 jam kerja, dapat diperoleh 120 pcs untuk

pengerjaan proses P3 (*drilling* dan *tapping*) saja, dan 64 pcs untuk pengerjaan proses P2 (*facing* dan *pocketing*) dan P3 (*drilling* dan *tapping*) sekaligus. Oleh karena itu, dalam 3 shift, total produksi bisa mencapai 360 pcs untuk proses P3 (*drilling* dan *tapping*) dan 192 pcs untuk proses P2 (*facing* dan *pocketing*) dan P3 (*drilling* dan *tapping*) secara bersamaan.

2.2 Dasar Teori

Perancangan memerlukan dasar dari beberapa teori untuk mendukung berbagai tahapan proses yang dilakukan.

2.2.1 CAD/CAM

CAD merupakan istilah yang sering digunakan untuk menjelaskan suatu proses perancangan teknik menggunakan komputer sebagai sarana yang dapat menghasilkan, mengevaluasi, memodifikasi, dan menyelesaikan suatu desain. Komputer menjadi sebuah terminal yang digunakan oleh perancang untuk menganalisa data, membuat perhitungan dan menggunakan grafik komputer untuk membangun citra dimensi dengan cepat dan mudah. Pada tahun 1963 CAD dikembangkan oleh *Sage Project Massachusetts institute of technology* yang bertujuan membuat sebuah monitor untuk menampilkan grafis dari komputer. Pada era 1980-an teknologi CAD pada komputer sudah dalam bentuk *software*.

CAM adalah penggunaan komputer sebagai alat bantu proses manufaktur. Teknologi CAM dapat memberi kemudahan pada perancangan pemesinan seperti pengaturan strategi, penempatan benda kerja, pemilihan pahat, parameter, analisis, control produk pada pemesinan. CAM menjadi populer pada era 1970-an dimana menjadi elemen penting pada industri manufaktur. (Prastyo, 2011)

Proses rekayasa *G-Code* sebagai keluaran dari *software* CAM untuk menentukan alur potong bidang mana yang harus terpotong terlebih dahulu dan bagian mana yang belum terpotong agar masih ada pemegang bidang agar tidak terpotong seluruhnya. (Estiyono, Kurniawan, & Krisbianto, 2018)

2.2.2 Mesin CNC

CNC *Milling* merupakan mesin perkakas yang bisa membuat produk dalam bentuk persegi, roda gigi, kontur mesin dan lainnya dengan cara otomatis. Mesin CNC *Milling* bekerja dengan sistem kontrol komputer menggunakan bahasa mesin dalam bentuk *numeric* (kode huruf dan angka). Pergerakan komponen pada CNC akan mengikuti kode yang diberikan pada mesin CNC *Milling* memiliki 2 hingga 6 sumbu. Pada pembuatan produk dilakukan dengan membuat program CNC berupa kode-kode seperti G, M, F, T, S, dan lainnya. Kode pada mesin CNC *Milling* sudah standar internasional. Awal pembuatan produk dapat dilakukan dengan menggambar teknik, dilanjutkan dengan menghitung, mengkalkulasi pergerakan mesin dan pahat potong untuk melakukan proses pemotongan. Dalam metode ini dapat terjadi kesalahan dalam bentuk penginputan kode pemrograman, kurangnya hati-hati dalam menghitung nilai angka pergerakan mesin dan lainnya dapat menyebabkan produk yang dihasilkan *reject* atau tidak sesuai dengan gambar tekniknya. (Hendra, Saputra, Putri, Hernadewita, & Nasril, 2022)

Mesin CNC merupakan komponen utama dalam pengenalan instruksi mesin dan program pelatihan di sekolah menengah kejuruan dan unit pelatihan kejuruan. Bagi siswa, penting untuk mempelajari pemrograman CNC karena ini memungkinkan mereka untuk menulis program dalam pembuatan benda kerja, yang merupakan dasar dalam teknologi perancangan dan desain komputer (CAD/CAM). Namun, biaya peralatan yang tinggi, ketersediaan peralatan yang memadai, dan kerusakan peralatan yang sering terjadi dapat menghambat peserta didik dalam mendapatkan pengalaman praktis mengoperasikan mesin CNC secara langsung, sehingga hasil belajar tidak mencapai optimal. (Prianto & Pramono, 2017)

Mesin CNC memiliki dua atau lebih arah gerakan yang disebut dengan sumbu *axis*. Gerakan pada *axis* yaitu garis *linear* atau gerakan lurus dan gerakan *circular* atau gerakan melingkar. Sumbu yang terdapat pada mesin CNC adalah X, Y, dan Z. Salah satu spesifikasi yang dapat memperlihatkan kerja yang kompleks dari mesin CNC adalah banyaknya *axis* dan kombinasi gerakan yang dimiliki. (Syaifullah, Kabib, & Hudaya, 2021)

Keuntungan menggunakan mesin CNC sebagai berikut ini :

1. Keselamatan kerja operator terjamin.
2. Efisiensi kerja operator meningkat.
3. Akurasi yang tinggi.
4. Pengurangan tatal yang terbuang.
5. Pengurangan waktu produksi.
6. Peningkatan produktivitas.
7. Perlengkapan alat potong mesin lebih aman/ tidak mudah rusak.

Hal yang perlu diperhatikan dalam kerugian mesin CNC antara lain :

1. Biaya investasi awal yang besar bila dibandingkan dengan mesin konvensional.
2. Biaya operasi yang lebih tinggi untuk melakukan produksi dengan jumlah yang sedikit.
3. Membutuhkan biaya reparasi yang rumit dengan biaya yang lebih tinggi.

Penyesuaian waktu dengan *rating performance* merupakan aktivitas yang digunakan untuk mengevaluasi atau menilai kecepatan kerja operator. Ketidaknormalan waktu kerja disebabkan oleh operator yang bekerja secara kurang wajar yaitu dengan bekerja dalam tempo atau kecepatan yang tidak semestinya. Suatu saat dirasakan terlalu cepat dan disisi lain terlalu lambat. *Rating performance* adalah satu persoalan penilaian yang merupakan bagian dari aktivitas. Pengukuran kerja untuk menetapkan waktu baku penyelesaian kerja maka faktor penilaian (cenderung bersifat subjektif) pada tempo kerja harus dibuat oleh *time study analyst*. Untuk menormalkan waktu kerja, maka hal ini dapat dilakukan dengan penyesuaian yaitu dengan cara mengalihkan waktu pengamatan rata-rata dengan faktor penyesuaian. (Nugroho & Sujadi, 2019)

Untuk memproduksi mengacu pada pembuatan bagian-bagian komponen individu dari suatu produk atau perakitan dan untuk merakit mengacu pada penambahan atau penggabungan bagian-bagian untuk membentuk produk yang telah selesai. (Rahman, Prabowo, & Santika, 2019)

2.2.3 Mata Pahat

Pahat merupakan salah satu alat yang sangat penting untuk proses pemesinan dalam pembuatan produk. Untuk menghasilkan produk yang presisi dan akurat dengan hasil yang maksimal maka harus bisa menentukan jenis pahat sesuai kebutuhan. Beberapa elemen pahat yang didefinisikan antara lain:

1. Badan (*Body*)

Bagian pahat yang berfungsi sebagai mata potong.

2. Pemegang/gagang

Bagian pahat yang digunakan untuk mesin perkakas.

3. Lubang pahat (*Tool Bore*)

Lubang pada pahat yang dapat dipasang pada poros utama *spindle* atau proses pemegang dari mesin perkakas.

4. Sumbu pahat (*tool Axis*)

Garis maya yang digunakan untuk mendefinisikan geometri pahat umumnya merupakan garis tengah dari pemegang atau lubang tengah.

Mata pahat harus lebih keras dari pada benda kerja yang akan digunakan. Bahan mata pahat yang digunakan, antara lain:

1. *High Speed Steel*

Bahan ini penyempurnaan dari *carbo steel* dengan tambahan beberapa unsur sehingga diperoleh karakteristik pemotongan yang diinginkan. Terdapat tiga jenis bahan yang dihasilkan, yaitu:

1. Penambahan *tungsten* dan *manganese* menghasilkan *High Speed Steel* (HSS).
2. Penambahan *tungsten*, *chromium*, dan *Vanadium* menghasilkan *High Speed Steel* (HSS).
3. Penambahan *Cobalt* menghasilkan super *High Speed Steel* (HSS).

High Speed Steel (HSS) memiliki kemampuan maksimum untuk kecepatan pemotongan yang tinggi dan dapat menangani suhu tinggi. Hal ini memungkinkan bahan ini digunakan pada tingkat pemakanan yang lebih tinggi.

2. *Carbide*

Bahan ini dibuat dari *tungsten* yang diubah menjadi tepung, kemudian ditekan, dan akhirnya dilelehkan pada suhu sangat tinggi, dengan suhu seekitar 1370 derajat Celsius digunakan untuk pembuatan pahat. Saat dipanaskan, bubuk *tungsten* membentuk campuran yang akhirnya menjadi massa padat yang disebut karbida. Karbida memiliki kecepatan pemotongan maksimum yang tinggi, yaitu 90 meter per menit, dan toleransi suhu maksimum sebesar 1100 derajat Celcius memungkinkan penggunaan kecepatan pemotongan yang tinggi. Namun, kelemahan dari bahan ini adalah sifat yang getas (rapuh), sehingga kejutan tekanan harus dihindari.

2.2.4 Aluminium

Pada tahun 1809 aluminium ditemukan oleh *sir Humphrey Davy*. Penggunaan aluminium sebagai logam setiap tahunnya adalah urutan yang kedua setelah besi dan baja. Diantara *non ferro*. Aluminium merupakan logam ringan dengan mempunyai ketahanan korosi yang baik dan hantaran listrik yang baik serta sifat-sifat yang baik sebagai sifat logam. Aluminium 5052 adalah paduan aluminium yang kuat dan tahan karat. Paduan ini mengandung aluminium, magnesium, dan sedikit kromium. Tidak bisa diperkuat dengan panas tapi bisa dikeraskan dengan dingin. Sangat baik untuk pengerjaan logam dan memiliki resistensi korosi yang tinggi.

2.2.5 Laser Marking

Proses *marking* adalah langkah memberikan tanda, logo, kode, atau bentuk tertentu pada produk jadi atau setengah jadi untuk memberikan identitas khusus pada produk tersebut. Pada logam, awalnya penandaan dilakukan secara manual dengan memahat menggunakan tangan dan alat pahat. Namun, seiring meningkatnya jumlah produksi dan beragamnya bahan yang digunakan, penandaan tidak lagi dapat dilakukan secara manual karena kurang efisien dan lambat. Saat ini, tantangan tersebut dapat diatasi dengan menggunakan mesin *marking*. (Antonius & Pandu, 2020)

Logo adalah simbol atau desain grafis yang unik dan khusus yang digunakan oleh individu, organisasi, atau perusahaan untuk mengidentifikasi dan

membedakan produk, layanan, atau entitas mereka dari yang lain. Pola geometris pada logo saat digunakan dengan benar dapat sangat fleksibel, secara visual, dan efektif. Pola ini dapat membawa mengakui vibrasi kehidupan untuk desain yang lebih lembut atau *style*. Pola ini adalah cara terbaik untuk meraih banyak perhatian. (Banindro, 2017)

2.2.6 Harga Pokok Produksi

Perhitungan harga pokok produksi adalah aspek krusial dalam menetapkan harga jual suatu produk. Kesesuaian dan ketepatan dalam menghitung harga pokok produksi sangat penting bagi setiap perusahaan. Tanpa perhitungan yang tepat, perusahaan manufaktur dapat mengalami kesulitan dalam menentukan harga jual produk mereka. Bagi perusahaan yang bertujuan mencapai laba maksimal, harga jual dan biaya produksi yang terealisasi sangat memengaruhi kesuksesan perusahaan tersebut dan mempertahankan posisinya dalam persaingan yang semakin ketat dengan perusahaan sejenis. Salah satu kunci untuk mencapai tujuan tersebut adalah dengan mengoptimalkan biaya produksi sehingga laba dapat diperbesar. Strategi penghematan biaya produksi dan penetapan harga yang tepat harus sejalan dengan peningkatan kualitas produk dan pelayanan kepada pelanggan untuk memastikan kepuasan mereka. Hal ini akan membantu perusahaan mempertahankan nilai kompetitif yang tinggi di pasar yang didominasi oleh produk sejenis. (Setiadi, Saerang, & Runtu, 2014). Dapat disimpulkan bahwa cara menghitung HPP per produk menggunakan 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 = *Over Head Camshaft*

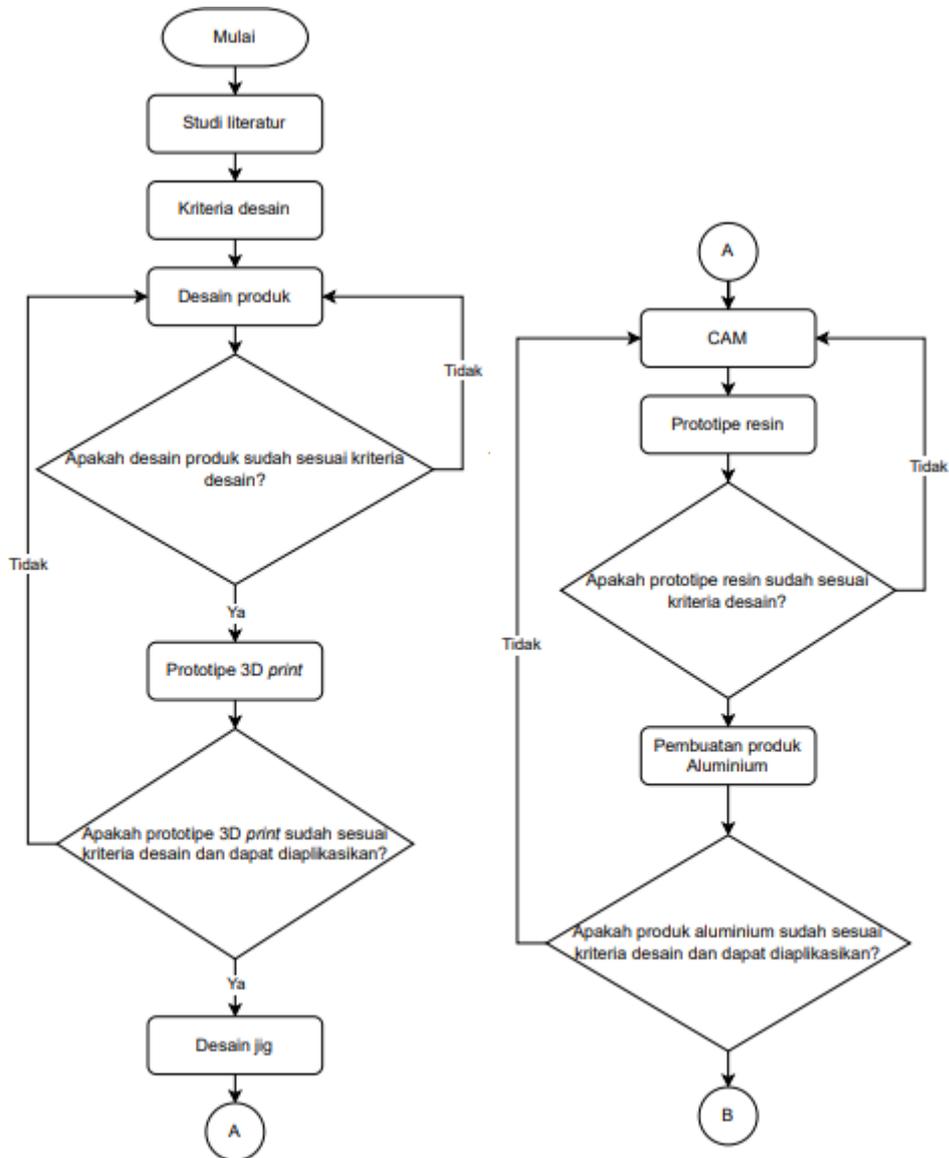
HPP = Harga Pokok Produksi

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Alur dari penelitian yang digunakan terdapat pada gambar 3.1.





Gambar 3. 1 Alur Penelitian

3.1.1 Studi Literatur

Referensi dari studi literatur dijadikan sebagai landasan, dengan mengacu pada riset-riset sebelumnya yang terdokumentasi dalam jurnal-jurnal ilmiah, buku, dan artikel.

3.1.2 Kriteria Desain

Langkah selanjutnya adalah menetapkan kriteria desain yang akan digunakan saat merancang produk, sehingga produk tersebut dapat digunakan sesuai dengan tujuannya tanpa mengancam keselamatan pengguna. Kriteria ini akan menjadi panduan dalam proses perancangan produk.

3.1.3 Desain Produk

Tahap awal dari pembuatan desain adalah dengan mengukur tutup *master* rem menggunakan jangka sorong. Tahapan selanjutnya adalah menggambar secara detail dengan menggunakan *software* Autodesk Fusion 360 Student Version.

3.1.4 Prototipe 3D *Print*

Setelah desain selesai dibuat, langkah selanjutnya adalah mencetak prototipe 3D yang bertujuan untuk melakukan pengujian dengan memasangnya

pada tutup *master* rem Honda Beat. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa tutup *master* rem sudah memenuhi kriteria desain atau belum.

3.1.5 Desain Jig

Setelah prototipe berhasil terpasang, langkah selanjutnya adalah membuat jig dengan mempertimbangkan model yang telah dibuat sebelumnya. Jig ini berfungsi sebagai alat bantu dalam proses pemisahan model.

3.1.6 CAM

Setelah itu, CAM merupakan penggunaan perangkat lunak untuk mengontrol mesin CNC. Dengan memilih strategi pemakanan benda kerja seperti *facing*, *2D adaptive*, dan lain sebagainya. Proses simulasi pemesinan dilakukan sebelum melakukan CNC untuk memastikan keakuratan dan keefektifan prosesnya.

3.1.7 Prototipe Resin

Setelah melalui tahap simulasi, prototipe produk dan jig dari bahan resin dibuat menggunakan mesin CNC. Tujuannya adalah untuk mengamati kondisi nyata selama proses pemesinan. Setelah selesai pemesinan, prototipe akan dipasang pada tutup *master* rem Honda Beat untuk memastikan kesesuaian dengan kriteria desain yang telah ditetapkan.

3.1.8 Pembuatan Produk Aluminium

Setelah berhasil membuat prototipe resin, produk dan jig selanjutnya dibuat menggunakan bahan aluminium. Produk yang telah selesai dibuat kemudian dipasang pada tutup *master* rem Honda Beat untuk memastikan kesesuaian dengan kriteria desain yang telah ditetapkan.

3.1.9 Deburring

Langkah berikutnya adalah membersihkan sisa-sisa pemakanan pada produk. Ini dilakukan dengan menggunakan alat khusus yang disebut alat

deburring tool. Dengan melakukan ini, dapat memastikan bahwa produk akhir tidak hanya bebas dari cacat, tetapi juga aman untuk digunakan dan memiliki penampilan yang bersih dan rapi.

3.1.10 Pembuatan Logo dengan Laser *Marking*

Setelah proses *deburring* selesai, langkah selanjutnya adalah pembuatan logo. Logo tersebut dibuat dengan menggunakan laser *marking*. Proses ini dilakukan pada bagian atas produk, memberikan penampilan yang elegan dan profesional. Dengan demikian, setiap produk tidak hanya memiliki fungsi utama, tetapi juga estetika yang menarik melalui logo yang dibuat dengan laser *marking* ini.

3.1.11 Survei Calon Konsumen

Langkah berikutnya adalah melakukan survei kepada calon konsumen. Survei ini dilakukan dengan menggunakan *Google Form*, sebuah platform survei online yang mudah digunakan dan dapat diakses oleh siapa saja dengan koneksi internet. Tujuan dari survei ini adalah untuk mengetahui seberapa menarik produk yang telah dibuat menurut calon konsumen. Dengan mendapatkan umpan balik langsung, dapat memahami apa yang disukai dan tidak disukai tentang produk aksesoris tutup *master* rem Honda Beat.

3.1.12 Analisis dan Hasil Pembahasan

Langkah terakhir adalah menentukan Harga Pokok Produksi. HPP adalah total biaya yang dikeluarkan untuk memproduksi suatu produk, dan sangat penting untuk menentukan harga jual produk. Untuk menghitung HPP, perlu mempertimbangkan biaya bahan baku langsung, biaya tenaga kerja langsung, dan *Over Head Camshaft*.

3.2 Alat

Berikut merupakan peralatan yang digunakan, terdapat pada tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Alat

No	Nama Alat	Foto	Kegunaan
1	Laptop		Digunakan sebagai perantara <i>software</i> Autodesk Fusion 360 <i>Students Version</i>
2	Autodesk Fusion 360 <i>Students Version</i>		Digunakan untuk menggambarkan desain dua dimensi, tiga dimensi, simulasi, dan CNC <i>Machining</i> .
3	CNC Supermill MK2.0 MK2.0.		Digunakan untuk proses <i>machining</i> atau pemesinan.
4	Mesin 3D <i>Printing</i>		Digunakan untuk pembuatan prototipe 3D <i>print</i> .

No	Nama Alat	Foto	Kegunaan
5	Mesin laser <i>marking</i>		Digunakan untuk menandai permukaan produk.
6	<i>End mill</i> HSS		Digunakan untuk melakukan pemakanan pada produk dan jig.
7	<i>Center drill</i>		Digunakan pada tahap awal proses <i>drilling</i> . <i>Center drill</i> ini bertujuan untuk memastikan <i>drill</i> melubangi benda kerja dengan sesuai.
8	<i>Drill</i>		Digunakan untuk melubangi benda kerja.
9	<i>Chamfer</i>		Digunakan untuk meruncingkan atau menumpulkan bagian-bagian ujung yang tajam.

No	Nama Alat	Foto	Kegunaan
10	Palu karet		Digunakan untuk mengencangkan benda kerja pada ragum.
11	Kunci soket 19 mm		Digunakan untuk mengencangkan dan mengendurkan ragum.
12	Obeng		Digunakan untuk mengencangkan baut pada saat model menggunakan jig.
13	Baut countersunk, mur, dan ring		Digunakan untuk mengencangkan model dengan jig pada saat tahap akhir dari pemesinan.

No	Nama Alat	Foto	Kegunaan
14	Kunci <i>chuck</i>		Digunakan untuk membuka dan mengencangkan mata pahat pada collet.
15	<i>Deburring tool</i>		Digunakan untuk membersihkan serpihan yang tersisa dari proses CNC.
16	Jangka sorong		Jangka sorong dengan ketelitian 0,05, digunakan untuk mengukur model dan jig.
17	Kunci pas		Digunakan untuk mengencangkan mur pada saat model menggunakan jig.

3.3 Bahan

Berikut merupakan bahan yang digunakan, terdapat pada tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Bahan

No	Nama Bahan	Foto	Kegunaan
1	Filamen PLA		Digunakan untuk membuat prototipe model
2	Resin		Digunakan untuk membuat prototipe aksesoris tutup <i>master</i> rem Honda dan jig dengan mesin CNC.
3	Aluminium		Digunakan untuk pembuatan jig dan model setelah prototipe resin.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perancangan

Perancangan dimulai dengan mengukur tutup *master* rem, dengan hasil pengukuran yang tertera pada tabel 4.1. Tutup *master* rem Honda Beat dapat dilihat pada gambar 4.1.

Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Tutup *Master* Rem

Dimensi	Hasil
P	51,8 mm
L	26,4 mm
Jarak lubang dengan bagian atas dan samping	5,4 mm



Gambar 4. 1 Tutup *Master* Rem Honda Beat

4.2 Kriteria Desain

Proses perancangan tutup *master* rem Honda

1. Produk bersifat sebagai aksesoris.

Produk aksesoris ini tidak mengubah fungsi utama pada tutup *master* rem, melainkan ditujukan sebagai tambahan untuk meningkatkan tampilan motor agar lebih menarik.

2. Baut menggunakan standar baut Honda Beat.

Desain aksesoris tutup *master* rem dibuat sesuai dengan lubang baut Honda Beat, sehingga ukuran lubang pada aksesoris dan tutup *master* rem menjadi presisi, memungkinkan penggunaan baut standar dari Honda Beat.

3. Menghindari desain yang tajam dan runcing.

Bentuk yang runcing dan tajam dapat menjadi bahaya karena aksesoris tutup *master* rem dipasang di bagian luar yang sering terkena sentuhan saat mencuci motor.

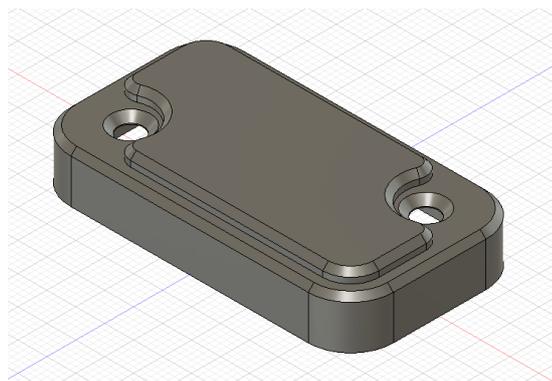
4.3 Desain

Perancangan dimulai dengan mengukur tutup *master* rem dan mempertimbangkan referensi tutup *master* rem yang sudah tersedia dipasaran. Untuk referensi desain dapat dilihat pada gambar 4.2.

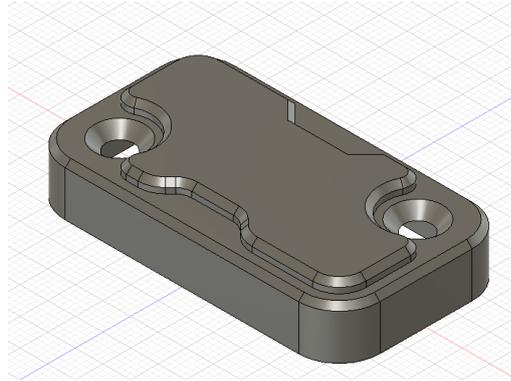


Gambar 4. 2 Referensi Aksesoris Tutup *Master* Rem

Terdapat 2 alternatif desain. Desain pertama terlihat simpel dan minimalis, dapat dilihat pada gambar 4.3 dan desain kedua bagian atas terinspirasi dari lika-liku kehidupan, bahwa jalan yang akan ditempuh tidak seindah apa yang diharapkan, dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4. 3 Desain 1



Gambar 4. 4 Desain 2

Setelah mempertimbangkan berbagai aspek dan dengan melihat gambar yang telah disajikan di atas, sehingga dapat menentukan bahwa desain yang terpilih adalah desain kedua. Alasan utama di balik pilihan ini adalah karena desain kedua memiliki bagian atas yang lebih menarik.

4.4 Prototipe 3D Print

Setelah menyelesaikan desain, langkah berikutnya adalah membuat 3D *print* dari desain aksesoris yang telah dibuat. Ini bertujuan untuk membuat prototipe awal dan menguji desain sebelum beralih ke proses pemesinan CNC untuk produksi. Untuk melihat hasil 3D *print* dapat dilihat pada gambar 4.5 dan hasil pemasangan 3D *print* tutup *master* rem dapat dilihat pada gambar 4.6.



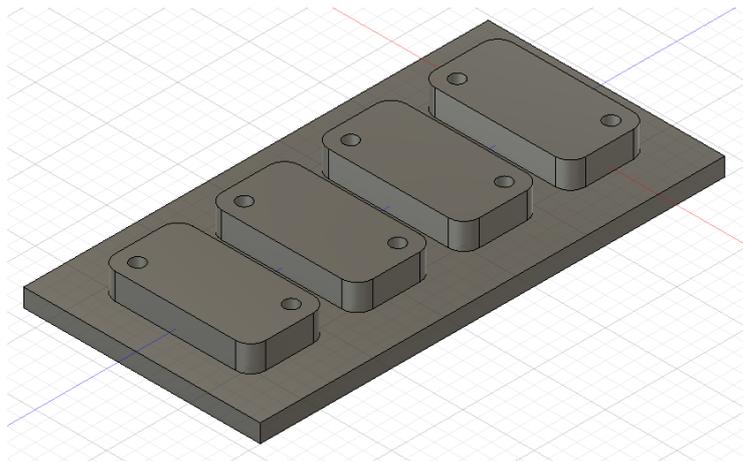
Gambar 4. 5 Hasil 3D Print



Gambar 4. 6 Pemasangan Hasil 3D Print

4.5 Desain Jig

Setelah tahap penyelesaian prototipe produk pada tutup aksesoris telah dilakukan dengan sukses, langkah selanjutnya dalam proses ini adalah membuat jig. Jig memiliki fungsi sebagai alat bantu yang digunakan dalam proses pemisahan produk. Jig yang dibuat khusus ini ditujukan untuk produk aksesoris tutup *master* rem yang berjumlah empat. Desain jig dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4. 7 Desain Jig

4.6 Proses CAM

Strategi pemesinan diterapkan pada setiap profil di jig dan produk. Proses CAM dan simulasi pemesinan bisa dijalankan menggunakan perangkat lunak Autodesk Fusion 360 *Students Version*. Tentu saja, ada parameter yang perlu ditetapkan saat melakukan pemesinan CNC. Parameter yang aman untuk bahan aluminium ditujukan pada gambar 4.8, sesuai dengan DTech Engineering.

Beberapa parameter ini dapat diubah sesuai dengan jenis dan ukuran alat pemotong yang akan digunakan.

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. 8 Parameter Aman pada Aluminium

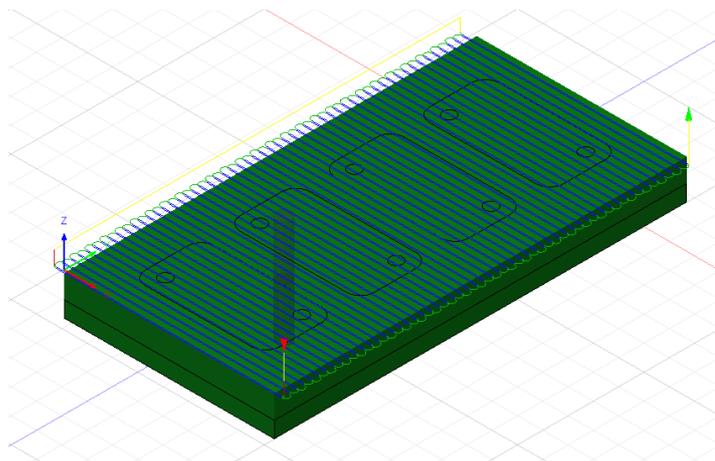
4.6.1 Pemesinan Jig

Tahap pertama dalam proses CAM adalah pemesinan jig. Disini, profil jig yang telah dirancang diproses menggunakan strategi pemesinan yang spesifik. Strategi ini mencakup pemilihan alat potong, kecepatan putar, dan kecepatan makan, yang semuanya disesuaikan untuk mencapai efisiensi dan akurasi maksimal. Estimasi dari proses pemesinan jig adalah 01 jam 26 menit 30 detik. Berikut parameter dari pemesinan jig pada table 4.2.

Tabel 4. 2 Parameter Pemesinan Jig

No	Strategi	Mata Pahat	<i>Step over</i> (mm)	<i>Step down</i> (mm)	<i>Feed rate</i> (mm/min)	<i>Spindel speed</i> (rpm)
1	<i>Facing</i>	<i>End Mill 6 mm</i>	3	0,5	1500	5570
2	<i>2D Adaptive</i>	<i>End Mill 6 mm</i>	3	0,5	1000	5570
3	<i>Drill</i>	<i>Center Drill</i>	0	5	40	5570
4	<i>Drill</i>	<i>Drill</i>	0	16	40	5570

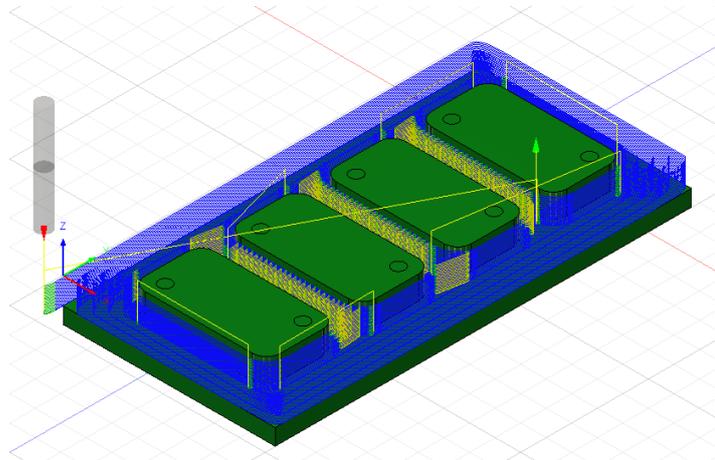
Dalam tahap awal pemesinan jig, langkah pertama yang dilakukan adalah melakukan *facing*. Proses ini melibatkan penghilangan material dari permukaan benda kerja untuk menciptakan permukaan yang rata dan halus. Simulasi dari proses *facing* ini, yang memberikan visualisasi langkah demi langkah dari proses tersebut, dapat dilihat pada gambar 4.9.



Gambar 4. 9 *Facing*

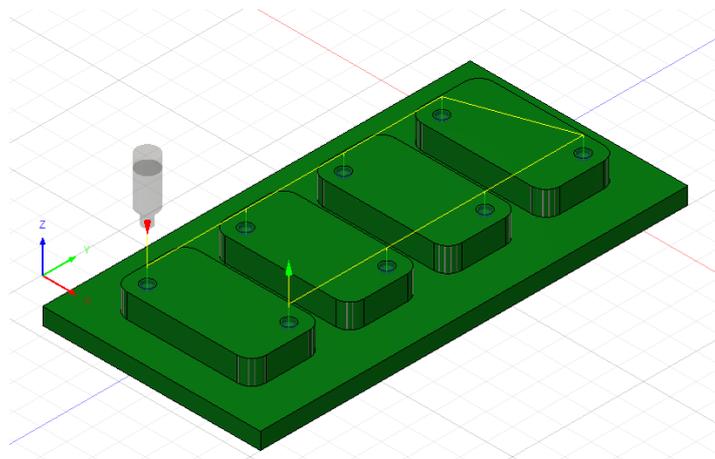
Setelah proses *facing*, langkah kedua dalam pemesinan jig adalah melakukan proses *2D Adaptive*. Proses *2D Adaptive* adalah strategi pemesinan yang efisien dan efektif yang menyesuaikan jalur alat untuk meminimalkan

beban pada alat potong, menghasilkan pemotongan yang lebih seragam dan memperpanjang umur alat. Simulasi 2D *Adaptive* dapat dilihat pada gambar 4.10.



Gambar 4. 10 2D *Adaptive*

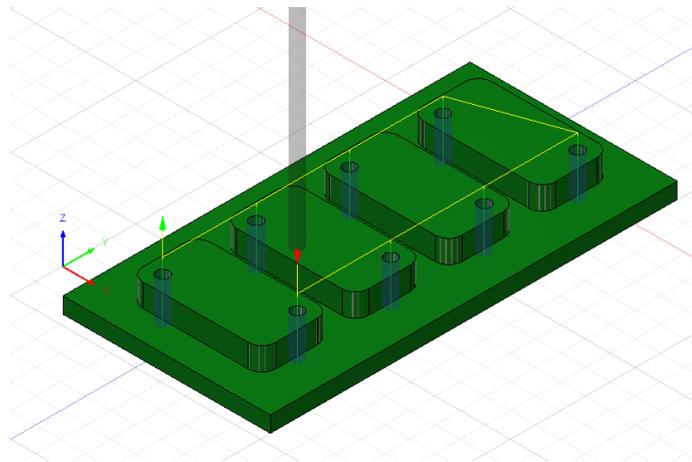
Setelah proses 2D *Adaptive*, langkah ketiga dalam pemesinan jig adalah melakukan proses *center drill*. Proses *center drill* adalah tahap penting dalam pemesinan yang melibatkan pembuatan lubang awal atau “*center*” yang akan digunakan sebagai panduan untuk pengeboran atau pemesinan lebih lanjut. Simulasi proses *center drill* dapat dilihat pada gambar 4.11.



Gambar 4. 11 *Center Drill*

Setelah proses *center drill*, langkah keempat dalam pemesinan jig adalah melakukan proses *drill*. Proses *drill* adalah tahap penting yang melibatkan

pembuatan lubang yang lebih dalam dan lebih besar menggunakan lubang awal atau “center” yang telah dibuat sebelumnya. Simulasi *drill* dapat dilihat pada gambar 4.12.



Gambar 4. 12 *Drill*

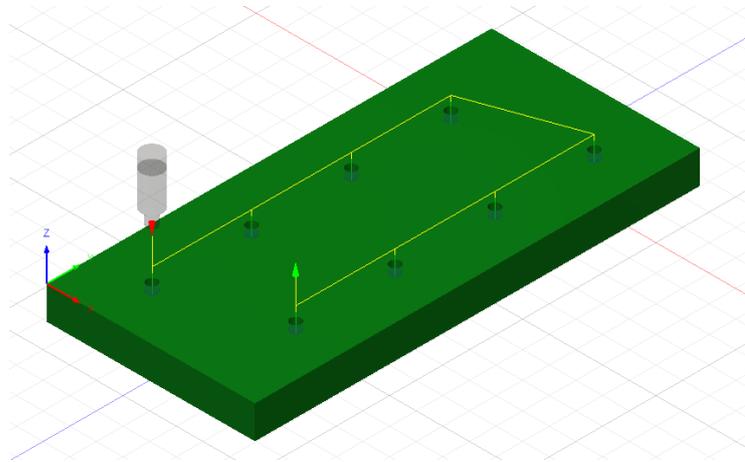
4.6.2 Pemesinan Bagian Atas

Setelah jig selesai diproses, maka beralih ke pemesinan bagian atas produk. Strategi pemesinan yang sama diterapkan di sini untuk memastikan kualitas dan presisi bagian atas produk. Ini melibatkan pemilihan alat potong yang tepat, penentuan jalur alat, dan pengaturan parameter pemesinan lainnya. Estimasi dari proses pemesinan bagian atas adalah 43 menit 55 detik. Parameter dari pemesinan bagian atas dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Pemesinan Bagian Atas

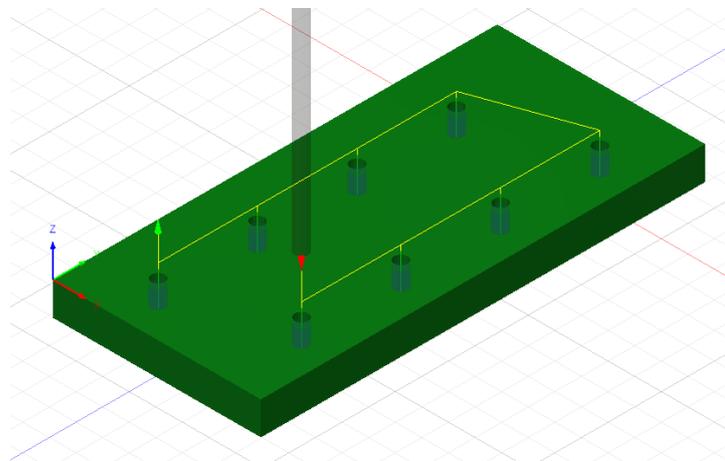
No	Strategi	Mata Pahat	<i>Step over</i> (mm)	<i>Step down</i> (mm)	<i>Feed rate</i> (mm/min)	<i>Spindel speed</i> (rpm)
1	<i>Drill</i>	<i>Center Drill</i>	0	2	40	5570
2	<i>Drill</i>	<i>Drill</i>	0	12	40	5570
3	<i>Facing</i>	<i>End Mill 6 mm</i>	2,5	0,5	1000	5570
4	<i>2D Adaptive</i>	<i>End Mill 6 mm</i>	2,5	0,5	1000	5570
5	<i>Trace</i>	<i>Chamfer 6 mm</i>	3	0,5	500	5570

Pada tahap awal pemesinan bagian atas produk, langkah pertama yang diambil adalah proses *center drill*. Proses *center drill* adalah tahap penting yang melibatkan pembuatan lubang dalam benda kerja. Simulasi *center drill* dapat dilihat pada gambar 4.13.



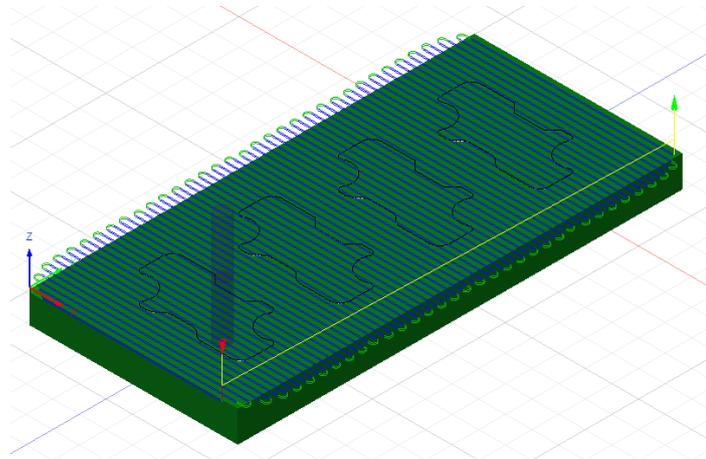
Gambar 4. 13 *Center Drill*

Setelah proses *center drill*, langkah kedua dalam pemesinan bagian atas produk juga melibatkan proses *drill*. Proses ini mungkin melibatkan pembuatan lubang yang berbeda atau lebih dalam dari yang dibuat sebelumnya. Simulasi *drill* dapat dilihat pada gambar 4.14.



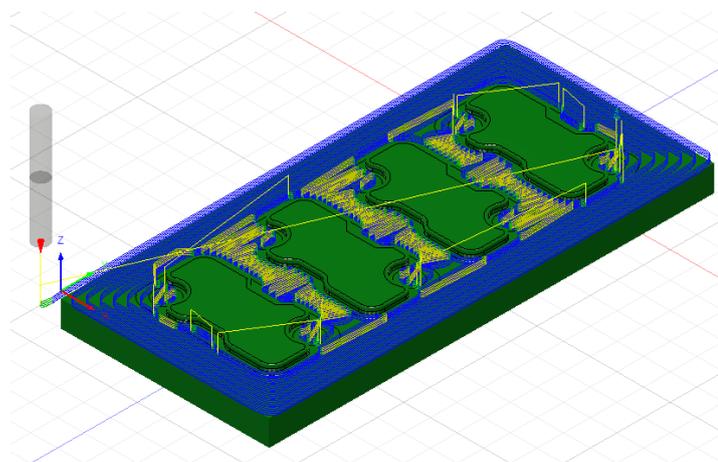
Gambar 4. 14 *Drill*

Setelah proses *drill*, langkah ketiga dalam pemesinan bagian atas produk adalah melakukan proses *facing*. Proses ini melibatkan penghilangan material dari permukaan benda kerja untuk menciptakan permukaan yang rata dan halus. Simulasi *facing* dapat dilihat pada gambar 4.15.



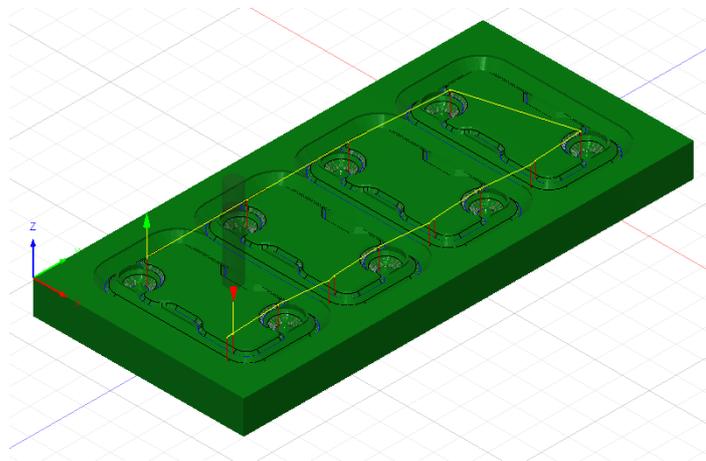
Gambar 4. 15 *Facing*

Setelah proses *facing*, langkah keempat dalam pemesinan bagian atas produk adalah melakukan proses *2D Adaptive*. Proses *2D Adaptive* adalah strategi pemesinan yang efisien dan efektif yang menyesuaikan jalur alat untuk meminimalkan beban pada alat potong, menghasilkan pemotongan yang lebih seragam dan memperpanjang umur alat. Simulasi *2D Adaptive* dapat dilihat pada gambar 4.16.



Gambar 4. 16 *2D Adaptive*

Setelah proses *2D Adaptive*, langkah kelima dalam pemesinan bagian atas produk juga melibatkan proses *Trace*. Proses *Trace* adalah strategi pemesinan yang melibatkan penelusuran jalur atau pola tertentu pada permukaan benda kerja. Ini biasanya digunakan untuk aplikasi seperti *engraving* atau pembuatan fitur permukaan yang kompleks. Simulasi dapat dilihat pada gambar 4.17.



Gambar 4. 17 *Trace*

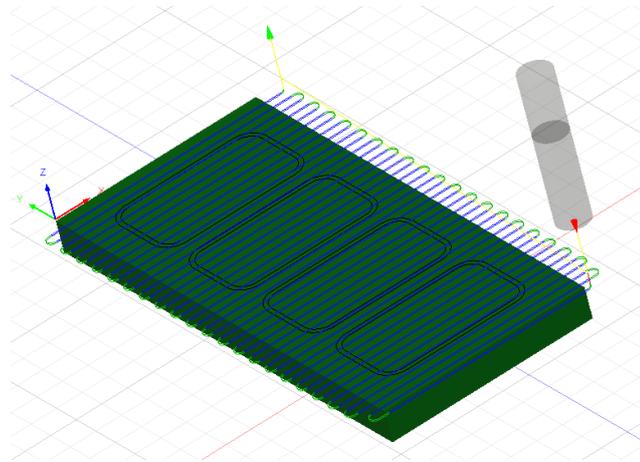
4.6.3 Pemesinan Bagian Bawah

Kemudian, beralih ke pemesinan bagian bawah produk. Tahap ini memerlukan penyesuaian strategi pemesinan untuk memastikan bahwa bagian bawah produk sejajar dengan bagian atas. Ini mungkin melibatkan penggunaan alat potong yang berbeda atau penyesuaian parameter pemesinan. Estimasi dari proses pemesinan bagian bawah adalah 33 menit 46 detik. Dapat dilihat pada tabel 4.4 parameter dari pemesinan bagian bawah.

Tabel 4. 4 Pemesinan Bagian Bawah

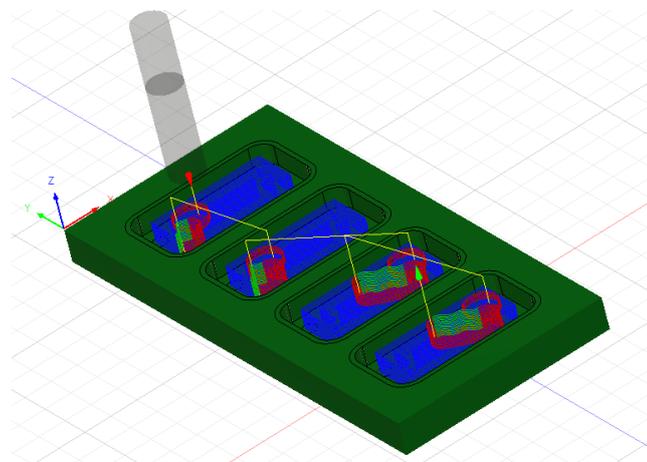
No	Strategi	Mata Pahat	<i>Step over</i> (mm)	<i>Step down</i> (mm)	<i>Feed rate</i> (mm/min)	<i>Spindel speed</i> (rpm)
1	<i>Facing</i>	<i>End Mill 12 mm</i>	4	0,5	1500	5570
2	<i>2D Pocket</i>	<i>End Mill 12 mm</i>	4	0,5	1000	5570

Pada tahap awal pemesinan bagian bawah produk, langkah pertama yang diambil adalah proses *facing*. Proses ini melibatkan penghilangan material dari permukaan benda kerja untuk menciptakan permukaan yang rata dan halus. Simulasi *facing* dapat dilihat pada gambar 4.18.



Gambar 4. 18 *Facing*

Setelah proses *facing*, langkah kedua dalam pemesinan bagian bawah produk adalah melakukan proses *2D Pocket*. Proses *2D Pocket* adalah strategi pemesinan yang melibatkan penghilangan material dari area tertentu pada permukaan benda kerja untuk menciptakan “*pocket*” atau rongga. Simulasi *2D Pocket* dapat dilihat pada gambar 4.19.



Gambar 4. 19 *2D Pocket*

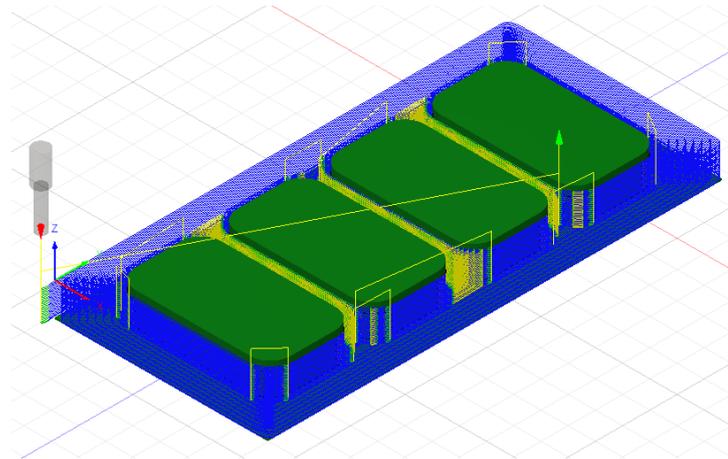
4.6.4 Pemisahan Produk

Dalam tahap pemisahan produk, jig digunakan untuk memastikan presisi dan konsistensi. Estimasi dari proses pemesinan pemisahan produk adalah 2 jam 14 menit 14 detik. Parameter dari pemesinan pemisahan produk dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Parameter Pemisahan Produk

No	Strategi	Mata Pahat	<i>Step over</i> (mm)	<i>Step down</i> (mm)	<i>Feed rate</i> (mm/min)	<i>Spindel speed</i> (rpm)
1	<i>2D Pocket</i>	<i>End Mill 4 mm</i>	1,5	0,5	1000	5570

Dalam tahap pemisahan produk, proses *2D Pocket* digunakan. Proses *2D Pocket* adalah strategi pemesinan yang melibatkan penghilangan material dari area tertentu pada permukaan benda kerja untuk menciptakan “*pocket*” atau rongga. Simulasi *2D Pocket* dapat dilihat pada gambar 4.20.



Gambar 4. 20 *2D Pocket*

4.7 Persiapan Material Prototipe

Setelah melakukan simulasi menggunakan *software* Autodesk Fusion 360 Student Version, langkah selanjutnya dalam proses ini adalah menyiapkan material prototipe yang berupa resin. Resin ini dicetak menggunakan cetakan

kaca dengan ukuran yang sesuai dengan hasil simulasi pemesinan. Setelah resin mengering dan mengeras, langkah selanjutnya adalah melakukan proses *facing* pada sisi samping. Proses ini penting untuk memastikan bahwa resin dapat dijepit dengan kuat oleh ragum, yang akan memungkinkan pemesinan lebih lanjut dilakukan dengan presisi dan keamanan. Dapat dilihat proses *facing* pada gambar 4.21.



Gambar 4. 21 Perisapan Material

4.8 Pengaturan *Origin*

Pengaturan *origin* pada mesin CNC merupakan langkah penting dalam proses pemesinan. Ini dilakukan untuk menyesuaikan sumbu X, Y, dan Z pada benda kerja yang akan diproses. Posisi *origin* pada mesin harus disesuaikan dengan posisi *origin* pada *software* CAM untuk memastikan konsistensi dan akurasi dalam proses pemesinan. Cara melakukan pengaturan *origin* adalah dengan merapatkan mata pahat ke benda kerja dengan bantuan kertas. Jika kertas sudah tidak bergerak, ini menandakan bahwa mata pahat sudah rapat dengan benda kerja. Pada titik ini, nilai offset dimasukkan pada parameter mesin CNC. Nilai offset ini penting untuk memastikan bahwa mesin CNC beroperasi dengan benar dan akurat. Dapat dilihat pada gambar 4.22 untuk pengaturan sumbu X dan gambar 4.23 untuk pengaturan sumbu Y.



Gambar 4. 22 Pengaturan Sumbu X



Gambar 4. 23 Pengaturan Sumbu Y

4.9 Pemesinan Prototipe Jig

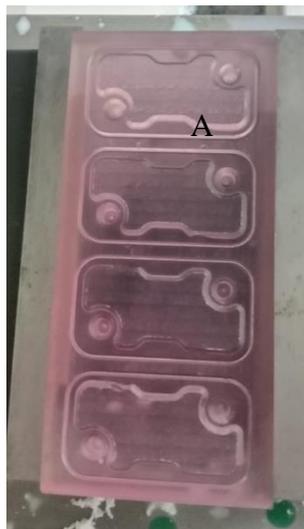
Selama tahap awal dari proses pemesinan, yang melibatkan pemesinan jig, sebuah insiden yang tidak diinginkan terjadi. Secara spesifik, retakan muncul pada bagian atas jig. Penyebab utama dari fenomena ini adalah sifat rapuh dari material yang digunakan dalam proses ini. Dapat dilihat pada gambar 4.24.



Gambar 4. 24 Prototipe Jig

4.10 Pemesinan Prototipe Produk

Selama proses pemesinan bagian atas produk, terdapat sebuah insiden yang tidak diinginkan. Secara spesifik, ada bagian yang seharusnya tidak terkena pemesinan, namun malah terkikis. Kesalahan ini tampaknya terjadi selama tahap profil pemesinan, yang mengakibatkan kerusakan pada bagian yang ditandai dengan huruf “A”. Ini adalah situasi yang tidak ideal karena dapat mempengaruhi kualitas dan presisi dari hasil pemesinan. Hasil pemesinan bagian atas dapat dilihat pada gambar 4.25.



Gambar 4. 25 Pemesinan Prototipe Bagian Atas

Pemesinan pemisahan produk prototipe dilakukan dengan mengencangkan *stock* dengan bagian atas jig menggunakan baut dan mur. Terjadi kerusakan pada produk karena material rapuh dan kesalahan pada *set origin*. Hasil pemisahan dapat dilihat pada gambar 4.26.



Gambar 4. 26 Pemisahan Prototipe Produk

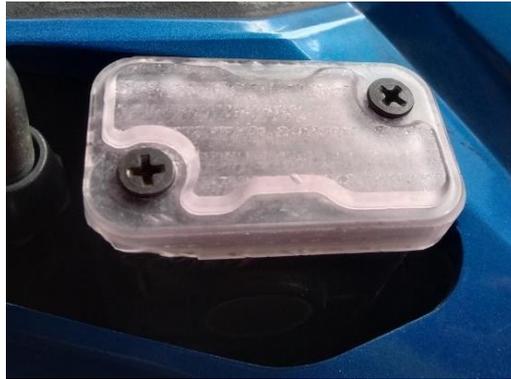
4.11 Hasil Prototipe Resin

Hasil prototipe belum sempurna karena terdapat perbedaan tebal antara yang bertanda huruf “A” dan “B”. Dikarenakan pada saat setting *origin* berbeda dan material mudah rusak. Bagian produk dapat dilihat pada gambar 4.27.



Gambar 4. 27 Hasil Prototipe Resin

Untuk percobaan pemasangan produk ke tutup *master* rem dapat dilihat pada gambar 4.28.



Gambar 4. 28 Pemasangan Prototipe Produk

4.12 Persiapan Benda Kerja Aluminium

Persiapan benda kerja aluminium dilakukan dengan proses *facing* pada bagian samping. Tujuan *facing* ini adalah benda kerja dengan mudah dijepit oleh ragum. *Facing* aluminium seperti pada gambar 4.29.



Gambar 4. 29 *Facing* Bagian Samping Aluminium

4.13 Pengaturan *Origin*

Pengaturan *origin* pada mesin CNC merupakan langkah penting dalam proses pemesinan. Ini dilakukan untuk menyesuaikan sumbu X, Y, dan Z pada benda kerja yang akan diproses. Posisi *origin* pada mesin harus disesuaikan dengan posisi *origin* pada *software* CAM untuk memastikan konsistensi dan akurasi dalam proses pemesinan. Cara melakukan pengaturan *origin* adalah dengan merapatkan mata pahat ke benda kerja dengan bantuan kertas. Jika kertas

sudah tidak bergerak, ini menandakan bahwa mata pahat sudah rapat dengan benda kerja. Pada titik ini, nilai *offset* dimasukkan pada parameter mesin CNC. Nilai offset ini penting untuk memastikan bahwa mesin CNC beroperasi dengan benar dan akurat. Dapat dilihat pada gambar 4.30 untuk pengaturan sumbu X, gambar 4.31 untuk pengaturan sumbu Y, dan 4.32 untuk pengaturan sumbu Z.



Gambar 4. 30 Pengaturan Sumbu X



Gambar 4. 31 Pengaturan Sumbu Y



Gambar 4. 32 Pengaturan Sumbu Z

4.14 Pemesinan Jig

Pada percobaan pertama terdapat kesalahan pada pembuatan jig dikarenakan salah pemasangan mata pahat. Mata pahat yang digunakan yaitu 12 mm, seharusnya memakai mata pahat 6 mm. Untuk hasil jig dapat dilihat pada gambar 4.33.



Gambar 4. 33 Percobaan Pertama Jig

Percobaan kedua dilakukan menggunakan mata pahat 6 mm dengan jarak bagian atas jig dan bagian bawah model selisih 0,5 mm disetiap sisi. Percobaan kedua dapat dilihat pada gambar 4.34.



Gambar 4. 34 Percobaan Kedua Jig

Percobaan ketiga dilakukan menggunakan mata pahat 6 mm dengan jarak bagian atas jig dan bagian bawah model selisih 0,3 mm disetiap sisi. Percobaan ketiga dapat dilihat pada gambar 4.35.



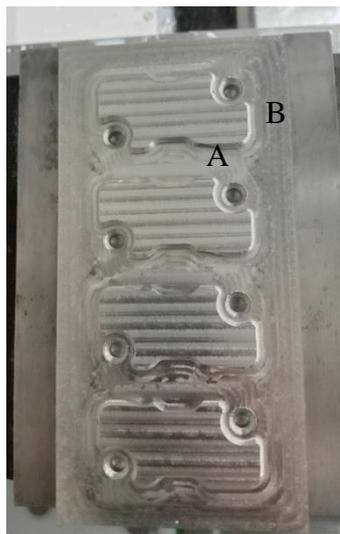
Gambar 4. 35 Percobaan Ketiga Jig

4.15 Pemesinan Produk

Dalam proses pembuatan produk melalui pemesinan telah mengalami 4 percobaan.

4.15.1 Percobaan Pertama

Pada pemesinan bagian atas mengalami kegagalan. Kegagalan pertama pada yang ditandai huruf "A" karena ada bagian yang tidak seharusnya kemakan pada waktu pemesinan karena di simulasi pemesinan terdapat dua strategi pemesinan yaitu menggunakan 2D *Adaptive* dan 2D *Pocket*. Kemudian yang kedua ditandai pada huruf "B", seharusnya pada bagian sisi samping melakukan pemesinan *chamfer*. Pada percobaan pertama menggunakan *chamfer* dengan diameter 3 mm. Hasil percobaan pertama dapat dilihat pada gambar 4.36.



Gambar 4. 36 Percobaan Pertama Bagian Atas

Pada pemesinan bagian bawah terdapat sedikit kesalahan pada *set origin* supaya presisi pada bagian atas. Percobaan pertama dapat dilihat pada gambar 4.37.



Gambar 4. 37 Percobaan Pertama Bagian Bawah

Pada pemesinan pemisahan produk mengalami kegagalan dengan menggunakan *step down* 1,5 mm sehingga mata pahat menjadi patah. Hasil dapat dilihat pada gambar 4.38.



Gambar 4. 38 Percobaan Pertama Pemisahan Produk

4.15.2 Percobaan Kedua

Pada pemesinan bagian atas merevisi pada percobaan pertama dengan menggunakan proses 2D *adaptive*, dan menggunakan mata pahat *chamfer* dengan diameter 6 mm. Hasil percobaan kedua dapat dilihat pada gambar 4.39.



Gambar 4. 39 Percobaan kedua Bagian Atas

Pada pemesinan bagian bawah sudah merevisi pada kesalahan pertama. Hasil percobaan kedua dapat dilihat pada gambar 4.40.



Gambar 4. 40 Percobaan Kedua Bagian Bawah

Pada pemesinan pemisahan produk menggunakan *step down* 0,5 mm, kemudian terjadi kesalahan pada saat pengencangan mur dan baut. Hasil dapat dilihat pada gambar 4.41.



Gambar 4. 41 Percobaan Kedua Pemisahan Produk

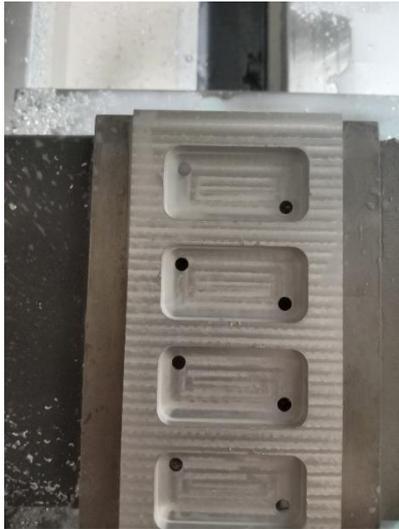
4.15.3 Percobaan Ketiga

Pada pemesinan bagian atas sama seperti percobaan sebelumnya dengan mengganti *set origin* supaya bagian atas dan bagian bawah presisi. Hasil percobaan ketiga dapat dilihat pada gambar 4.42.



Gambar 4. 42 Percobaan Ketiga Bagian Atas

Pada pemisahan bagian bawah mengalami kesalahan seperti percobaan pertama. Hasil percobaan ketiga dapat dilihat pada gambar 4.43.



Gambar 4. 43 Percobaan Ketiga Bagian Bawah

Pada pemesinan pemisahan produk mengalami kesuksesan pada waktu pemisahan produk. Hasil dapat dilihat pada gambar 4.44.



Gambar 4. 44 Percobaan Ketiga Pemisahan Produk

4.15.4 Percobaan Keempat

Pada pemesinan bagian atas sama seperti percobaan sebelumnya dengan mengganti *set origin* supaya bagian atas dan bagian bawah presisi. Hasil percobaan keempat dapat dilihat pada gambar 4.45.



Gambar 4. 45 Percobaan Keempat Bagian Atas

Pada pemesinan bagian bawah merevisi kesalahan sebelumnya dengan cara pada *set origin* bagian atas dan bagian bawah menggunakan mata pahat yang sama. Hasil percobaan keempat dapat dilihat pada gambar 4.46.



Gambar 4. 46 Percobaan Keempat Bagian Bawah

Pada pemesinan pemisahan produk mengalami keberhasilan pada proses pemisahan produk. Hasil dapat dilihat pada gambar 4.47.



Gambar 4. 47 Percobaan Keempat Pemisahan Produk

4.16 Waktu Pemesinan Jig dan Produk

Dalam mengerjakan pemesinan jig dapat memakan waktu selama 2 jam, 07 menit 06 detik. Untuk waktu pemesinan jig dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Waktu Pemesinan Jig

No	Nama Proses	Waktu
1	Pemasangan <i>stock</i> pada ragum dan pengaturan <i>origin</i>	9 menit
2	Penggantian mata pahat <i>end mill</i> 6 mm, center dill, dan <i>drill</i> 5mm	2 menit
3	Proses <i>facing</i> dan 2D <i>Adaptive</i>	1 jam 53 menit
4	Proses <i>center drill</i>	46 detik
5	Proses <i>drill</i>	2 menit 20 detik
Total waktu pemesinan		2 jam 07 menit 06 detik

Dalam mengerjakan pemesinan bagian atas dapat memakan waktu selama 55 menit 59 detik. Untuk waktu pemesinan bagian atas dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Waktu Pemesinan Bagian Atas

No	Nama Proses	Waktu
1	Pemasangan <i>stock</i> pada ragum dan pengaturan <i>origin</i>	9 menit
2	Penggantian mata pahat <i>end mill</i> 6 mm, <i>center drill</i> , <i>drill</i> 5mm, dan <i>chamfer</i> 6 mm	2 menit
3	Proses <i>center drill</i>	43 detik
4	Proses <i>drill</i>	1 menit 20 detik
5	Proses <i>facing</i> dan <i>2D adaptive</i>	39 menit 08 detik
6	Proses <i>chamfer</i>	3 menit 48 detik
Total waktu pemesinan		55 menit 59 detik

Dalam mengerjakan pemesinan bagian bawah dapat memakan waktu selama 43 menit 21 detik. Untuk waktu pemesinan bagian bawah dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Waktu Pemesinan Bagian Bawah

No	Nama Proses	Waktu
1	Pemasangan <i>stock</i> pada ragum dan pengaturan <i>origin</i>	9 menit
2	Penggantian mata pahat <i>end mill</i> 12mm	1 menit
3	Proses <i>facing</i> dan <i>2D pocket</i>	33 menit 21 detik
Total waktu pemesinan		43 menit 21 detik

Dalam mengerjakan pemesinan produk dapat memakan waktu selama 2 jam, 25 menit 15 detik. Untuk waktu pemesinan produk dapat dilihat pada tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Waktu Pemisahan Produk

No	Nama Proses	Waktu
1	Pemasangan <i>stock</i> pada ragum dan pengaturan <i>origin</i>	9 menit
2	Penggantian mata pahat <i>end mill</i> 4 mm	1 menit
3	Proses <i>2D Pocket</i>	2 jam 15 menit 15 detik
Total waktu pemesinan		2 jam 25 menit 15 detik

4.17 Hasil Produk

Pada percobaan pertama mengalami kegagalan karena bagian atas produk terdapat kerusakan. Bagian samping juga mengalami kerusakan akibat menggunakan *step down* 1,5 mm seharusnya memakai *step down* 0,5 mm Bagian atas dapat dilihat pada gambar 4.48.



Gambar 4. 48 Percobaan Pertama Bagian Atas Produk

Pada bagian samping mengalami kesalahan pada melakukan proses pemisahan dua kali dikarenakan pahat patah. Bagian samping dapat dilihat pada gambar 4.49.



Gambar 4. 49 Percobaan Pertama Bagian Samping Produk

Untuk ukuran tebal bagian bawah memiliki tebal 1,6 mm, tebal bagian atas memiliki tebal 1,85 mm, tebal bagian samping kiri memiliki tebal 1,45 mm,

dan tebal bagian samping kanan memiliki tebal 2,1 mm. Bagian bawah dapat dilihat pada gambar 4.50.



Gambar 4. 50 Percobaan Pertama Bagian Bawah Produk

Percobaan kedua mengalami kerusakan pada saat proses pemisahan produk diakibatkan karena tidak mengencangkan mur dan baut. Bagian atas dapat dilihat pada gambar 4.51.



Gambar 4. 51 Percobaan Kedua Bagian Atas Produk

Bagian samping mengalami kegagalan dikarenakan pada waktu pemesinan menggunakan jig, baut dan mur tidak dalam kondisi kencang. Bagian samping dapat dilihat pada gambar 4.52.



Gambar 4. 52 Percobaan Kedua Bagian Samping Produk

Untuk ukuran tebal bagian bawah memiliki tebal 1,6 mm, tebal bagian atas memiliki tebal 1,6 mm, tebal bagian samping kanan memiliki tebal 1,65 mm, dan tebal bagian samping kiri memiliki tebal 1,95 mm. Bagian bawah dapat dilihat pada gambar 4.53.



Gambar 4. 53 Percobaan Kedua Bagian Bawah Produk

Percobaan ketiga mengalami kegagalan pada saat proses bagian bawah, karena kesalahan pada saat *set origin*. Bagian atas dapat dilihat pada gambar 4.54.



Gambar 4. 54 Percobaan Ketiga Bagian Atas Produk

Pada bagian samping pemesinan sudah berhasil dilakukan. Bagian samping dapat dilihat pada gambar 4.55.



Gambar 4. 55 Percobaan Ketiga Bagian Samping Produk

Untuk ukuran tebal bagian atas memiliki tebal 2,35 mm, tebal bagian bawah memiliki tebal 1 mm, tebal bagian samping kanan memiliki tebal 1,9 mm, dan tebal bagian samping kiri memiliki tebal 1,4 mm. Bagian bawah dapat dilihat pada gambar 4.56.



Gambar 4. 56 Percobaan Ketiga Bagian Bawah Produk

Percobaan keempat pemesinan produk bagian atas berhasil dilakukan. Bagian atas dapat dilihat pada gambar 4.57.



Gambar 4. 57 Percobaan Keempat Bagian Atas Produk

Pada bagian samping pemesinan sudah berhasil dilakukan. Bagian samping dapat dilihat pada gambar 4.58.



Gambar 4. 58 Percobaan Keempat Bagian Samping Produk

Untuk ukuran tebal bagian bawah memiliki tebal 1,7 mm, tebal bagian atas memiliki tebal 1,7 mm, tebal bagian samping kiri memiliki tebal 1,6 mm, dan tebal bagian samping kanan memiliki tebal 1,8 mm. Bagian bawah dapat dilihat pada gambar 4.59.



Gambar 4. 59 Percobaan Keempat Bagian Bawah Produk

4.18 *Deburring*

Setelah proses CNC selesai maka selanjutnya dilakukan proses *deburring*. Tujuan *deburring* untuk menghilangkan bagian tajam dari produk tutup *master* rem. Dapat dilihat pada gambar 4.60.



Gambar 4. 60 Proses *Deburring*

4.19 *Laser Marking*

Setelah melakukan *deburring*, selanjutnya akan dilakukan proses laser *marking* untuk membuat merek atau logo pada produk. Desain laser *marking* seperti pada gambar 4.61.



Gambar 4. 61 Logo

Setelah melakukan laser *marking* dengan beberapa parameter hasil percobaan parameter dapat dilihat pada tabel 4.10.

Tabel 4. 10 Parameter Laser *Marking*

No	<i>Speed</i> (mm/s)	<i>Power</i> (%)	<i>Repetisi</i> <i>marking</i>	Hasil
1	800	30	1	
2	200	100	1	
3	100	100	1	

Dari parameter diatas, parameter yang digunakan adalah *speed* 100 mm/s, *power* 100%, dengan melakukan *marking* sebanyak satu kali. Hasil *marking* dapat dilihat pada gambar 4.62.



Gambar 4. 62 Hasil Laser *Marking*

Masalah yang muncul dalam proses laser *marking* adalah ketidaksesuaian antara pratinjau dan hasil penandaan. Hasil penandaan melebihi batas kotak pratinjau, khususnya di bagian kanan atas. Dapat dilihat pada gambar 4.63.



Gambar 4. 63 *Preview* Sebelum Laser *Marking*

4.20 Percobaan Pengaplikasian Produk

Setelah melakukan laser *marking*, langkah selanjutnya melakukan uji coba produk. Hasil produk dipasang di tutup *master* rem Honda Beat dengan menggunakan baut bawaan motor. Hasil uji coba produk seperti gambar 4.64.



Gambar 4. 64 Pengaplikasian Produk

4.21 Perhitungan Harga Pokok Produksi

Setelah berhasil memproduksi tutup *master* rem, maka dilakukan perhitungan harga pokok produksi. Asumsi dapat dilihat pada tabel 4.11.

Tabel 4. 11 Asumsi HPP

No	Item	Asumsi
1	<i>Shift</i>	1 <i>shift</i> = 8 jam kerja.
2	Hari kerja	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 yang berarti 2640 <i>shift</i> . Paket pembelian sudah termasuk kompresor serta <i>arbor</i> dan <i>collet</i> set.
4	<i>End mill</i> 12 mm, 6mm, dan 4 mm	Mata pahat dapat dipakai hingga 1 minggu jam kerja (5 <i>shift</i>).
5	<i>Drill mill</i> 5mm dan <i>center drill</i> 8 mm	Mata pahat dapat dipakai hingga 1 bulan jam kerja (22 <i>shift</i>).
6	<i>Chamfer mill</i> 6 mm 90°	Mata pahat dapat dipakai hingga 2 minggu jam kerja (10 <i>shift</i>).

No	Item	Asumsi
7	Aluminium jig, baut <i>countersunk</i> M5, mur 5 mm, <i>ring</i> 5 mm, kikir, spidol dan <i>deburring</i> .	Dapat dipakai hingga 3 bulan jam kerja (66 <i>shift</i>).
8	Kunci pas 8 mm dan obeng	Dapat dipakai hingga 1 tahun jam kerja (264 <i>shift</i>).
9	Oli	Pemakaian oli tiap <i>shift</i> adalah 75 ml, sehingga 1 liter oli dapat digunakan hingga 13 <i>shift</i> .
10	Air	1 galon air digunakan dalam 5 <i>shift</i> .
11	<i>Coolant</i>	Penggantian <i>coolant</i> setiap 22 <i>shift</i> . Setiap penggantian membutuhkan 4 liter.
12	Listrik pembuatan jig	Listrik pembuatan jig selama 2 jam 07 menit 06 detik dan jig dapat digunakan hingga 66 <i>shift</i> .
13	Listrik pembuatan produk	Listrik pemakaian station CNC dalam 1 <i>shift</i> (8jam).
14	Biaya riset dan pengembangan (R&D <i>Cost</i>)	R&D dilakukan menggunakan alat-alat yang sama dengan <i>overhead</i> dan dilakukan Kembali setelah 1 tahun (264 <i>shift</i>).
15	<i>Manpower</i>	Tenaga kerja memegang pekerjaan di 4 stasiun selama 1 <i>shift</i> dengan total biaya sebesar Rp150.000 per <i>shift</i> . Oleh karena itu, biaya tenaga kerja yang diperlukan di stasiun CNC adalah Rp37.500. Untuk yang melebihi 1 <i>shift</i> maka akan dapat tambahan sebesar Rp4.000 untuk setiap 30 menit.

Dalam proses produksi sebuah produk, biaya riset dan pengembangan (R&D *Cost*) tentu saja menjadi bagian yang penting. Rincian biaya R&D *Cost* dapat dilihat pada tabel 4.12.

Tabel 4. 12 R&D Cost

R&D Cost					
No.	Item	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Harga Total
1	Resin	1,5	Kg	Rp32.580,00	Rp48.870,00
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					Rp105.870,00

Dibawah ini adalah rincian biaya *overhead* produksi yang diperlukan untuk proses produksi aksesoris tutup *master* rem honda beat. Dapat dilihat pada tabel 4.13.

Tabel 4. 13 Biaya Overhead

Overhead Cost							
No.	Item	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Harga Total	Sesi Pakai	Harga per Shift
1	R&D Cost	1	Kali	Rp105.870,00	Rp105.870,00	264	Rp401,02
2	Mesin CNC	1	Pes	Rp330.000.000,00	Rp330.000.000,00	2640	Rp125.000,00
3	End Mill 12 mm	1	Pcs	Rp60.000,00	Rp60.000,00	5	Rp12.000,00
4	End Mill 6 mm	1	Pcs	Rp25.000,00	Rp25.000,00	5	Rp5.000,00
5	End Mill 4 mm	1	Pes	Rp15.000,00	Rp15.000,00	5	Rp3.000,00
6	Chamfer Mill 6 mm	1	Pes	Rp148.850,00	Rp148.850,00	10	Rp14.885,00
7	Drill Mill 5 mm	1	Pes	Rp26.000,00	Rp26.000,00	22	Rp1.181,82
8	Center Drill 8 mm	1	Pes	Rp25.000,00	Rp25.000,00	22	Rp1.136,36
9	Aluminium Jig	1	Pes	Rp95.000,00	Rp95.000,00	66	Rp1.439,39
10	Kunci Pas 8 mm	1	Pes	Rp8.000,00	Rp8.000,00	264	Rp30,30
11	Obeng Kembang	1	Pes	Rp10.000,00	Rp10.000,00	264	Rp37,88
12	Baut Countersunk M5	8	Pes	Rp200,00	Rp1.600,00	66	Rp24,24
13	Mur 5 mm	8	Pes	Rp200,00	Rp1.600,00	66	Rp24,24
14	Ring 5 mm	8	Pes	Rp100,00	Rp800,00	66	Rp12,12
15	Deburring	1	Pes	Rp145.613,00	Rp145.613,00	264	Rp551,56
16	Kikir	1	Pes	Rp10.000,00	Rp10.000,00	66	Rp151,52
17	Spidol	1	Pes	Rp10.000,00	Rp10.000,00	66	Rp151,52
18	Listrik Pembuatan Jig	2,1	Jam	Rp6.456,03	Rp13.557,66	66	Rp205,42
19	Listrik Pembuatan Produk	4	Jam	Rp6.456,03	Rp25.824,12	1	Rp25.824,12
20	Oli	1	Liter	Rp50.000,00	Rp50.000,00	13	Rp3.846,15
21	Air	1	Galon	Rp20.000,00	Rp20.000,00	5	Rp4.000,00
22	Coolant	20	Liter	Rp67.500,00	Rp1.350.000,00	110	Rp12.272,73
Total					Rp332.147.714,78	Harga per Shift	Rp211.175,40

Dengan mempertimbangkan biaya *overhead*, termasuk biaya R&D, berikut adalah rincian biaya produksi dapat dilihat pada table 4.14.

Tabel 4. 14 Production Cost

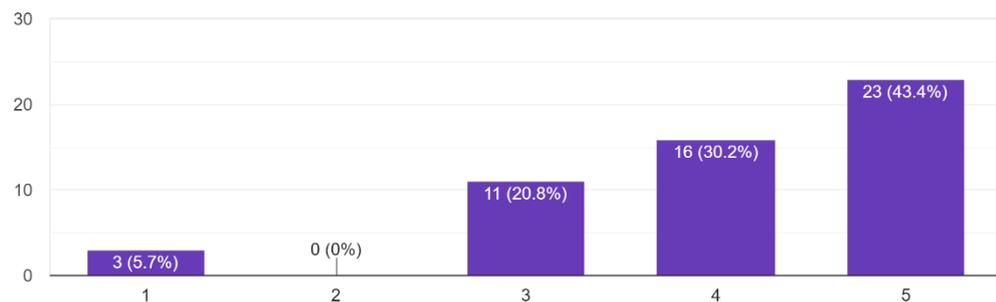
Production Cost					
No.	Item	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Harga Total
1	Overhead Cost	1	Shift	Rp211.175,40	Rp211.175,40
2	Aluminium Block	2	Pes	Rp75.000,00	Rp150.000,00
3	Manpower	1	Sesi	Rp41.500,00	Rp41.500,00
Harga Pokok Produksi					Rp402.675,40
HPP per Piece					Rp50.334,43

Dari perhitungan biaya produksi, diperoleh harga pokok produksi sejumlah Rp402.675.40. Selanjutnya, harga poko produksi per *piece* adalah Rp50.334.43.

4.22 Survei Calon Konsumen

Hasil survei pasar tentang produk aksesoris tutup *master* rem honda beat menunjukkan bahwa dari 53 responden. Gambar 4.65 menunjukkan tingkat minat responden terhadap produk aksesoris tutup *master* rem Honda Beat.

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

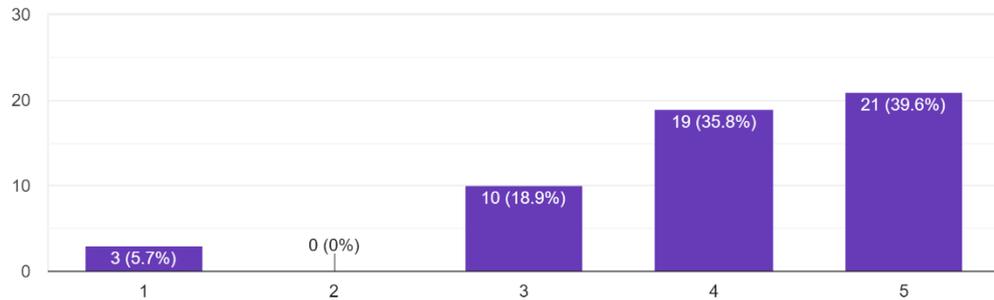


Gambar 4. 65 Grafik Penilaian Produk

Dari hasil penilaian diatas, sebanyak 3 orang (5,7%) memberi nilai 1, tidak ada yang memberi nilai 2, sebanyak 11 orang (20,8%) memberi nilai 3, sebanyak 16 orang (30,2%) memberikan nilai 4, dan sebanyak 23 orang (43,3%) memberikan nilai 5. Kemudian gambar 4.66 menunjukkan tingkat minat responden terhadap produk aksesoris tutup *master* rem honda beat setelah dipasang.

Seberapa menarik produk aksesoris tutup master rem ketika sudah terpasang di sepeda motor pada gambar diatas?

53 responses

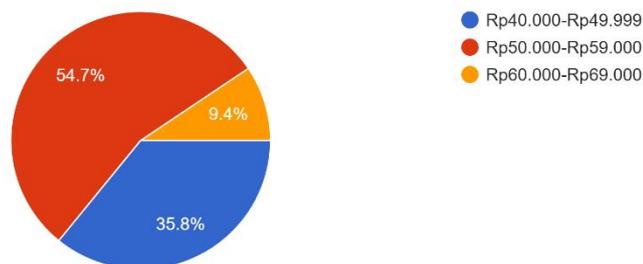


Gambar 4. 66 Gafik Penilaian Produk Setelah dipasang

Dari hasil penilaian diatas, sebanyak 3 orang (5,7%) memberi nilai 1, tidak ada yang memberi nilai 2, sebanyak 10 orang (18,9%) memberi nilai 3, sebanyak 19 orang (35,8%) memberikan nilai 4, dan sebanyak 21 orang (39,6%) memberikan nilai 5. Pada gambar 4.67 menunjukkan bahwa paling banyak rentang harga Rp50.000-Rp59.999.

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

53 responses

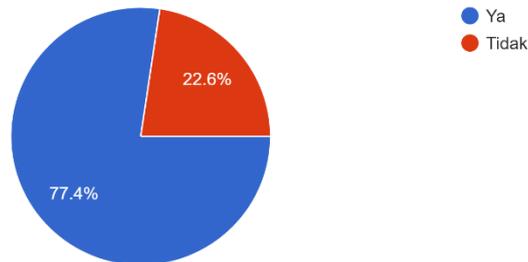


Gambar 4. 67 Diagram Survei Harga Jual

Pada hasil diatas menunjukkan sebanyak 35,6% menilai harga yang cocok untuk produk ini di rentang harga Rp40.000 sampai dengan Rp49.999, sebanyak 54,7% menilai harga yang cocok untuk produk ini di rentang Rp50.000 sampai dengan Rp59.000, dan sebanyak 35,8% menilai harga yang cocok untuk produk ini dengan rentang Rp60.000 sampai dengan Rp69.000. Pada gambar 4.68

menunjukkan bahwa responden 77.4% dari 53 responden tertarik untuk membeli produk ini dan 22,6% tidak tertarik untuk membeli produk ini.

Dengan harga yang telah anda pilih, apakah anda tertarik untuk membeli produk tersebut?
53 responses



Gambar 4. 68 Diagram Ketertarikan Buat Beli Produk

Hasil saran dari calon konsumen sebanyak 40% dari 52 orang menyarankan untuk menambahkan variasi desain aksesoris tutup *master* rem Honda Beat dan proses *finishing* dengan pewarnaan pada produk supaya lebih menarik minat konsumen.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penulisan tugas akhir "Desain dan Pembuatan Produk Kreatif Aksesoris Tutup Master Rem Honda Beat menggunakan Mesin CNC Supermill MK2.0" adalah sebagai berikut:

1. Telah berhasil dirancang dan diproduksi aksesoris tutup *master* rem Honda Beat menggunakan mesin CNC Supermill MK2.0 dengan waktu 04 jam 04 menit 35 detik dengan menghasilkan 4 produk.
2. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa harga pokok produksi untuk setiap aksesoris tutup *master* rem Honda Beat menggunakan CNC Supermill MK2.0 yaitu seharga Rp50.334.43 untuk masing masing produk.
3. Survei yang telah dilakukan terhadap calon konsumen menunjukkan bahwa hasil produk tutup *master* rem Honda Beat yang diproduksi menggunakan CNC Supermill MK2.0 mendapat respon positif.

5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya

Berikut adalah beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya:

1. Menambahkan proses *finishing* dengan pewarnaan pada produk supaya lebih menarik minat konsumen.
2. Meneliti cara untuk mengefisienkan waktu dan biaya produksi sehingga produk dapat bersaing di pasaran.
3. Menambah desain atau membuat desain lain dari produk aksesoris tutup *master* rem Honda Beat.

DAFTAR PUSTAKA

- Amaluddin, M. H., & Jamaludin, R. (2023). MODIFIKASI RANCANGAN BRACKET CALIPER MENGGUNAKAN MESIN CNC DENGAN METODE PERANCANGAN VDI 2221. *POLITEKNIK ATI MAKASSAR*, 59-66.
- Antonius, D., & Pandu, C. (2020). ANALISA PARAMETER LASER MARKING PADA MATERIAL STAINLESS STEEL TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN KEDALAMAN MARKING. *UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA*, 129-139.
- Banindro, B. S. (2017). TEOREMA MATEMATIKA DALAM PERANCANGAN DESAIN. *INSTITUT SENI INDONESIA YOGYAKARTA*, 72-81.
- Estiyono, A., Kurniawan, A., & Krisbianto, A. D. (2018). PROTOTIPE MESIN CNC 3 AXIS SEDERHANA UNTUK IKM MAINAN EDUKASI BERBAHAN KAYU. *INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER*, 17-20.
- Harjono, A. S. (2022). PROSES MANUFACTURE PART VARIASI SEPEDA MOTOR DENGAN PROGRAM AUTODESK FUSION 360 PADA MESIN CNC MILLING 3 AXIS. *INISIASI*, 9-14.
- Hendra, Saputra, Y., Putri, Hernadewita, & Nasril. (2022). PERBANDINGAN PEMBUATAN PRODUK MENGGUNAKAN SIMULASI PROGRAM CNC DAN CNC MILLING. *JURNAL SISTEM MEKANIK DAN TERMAL*, 53-59.
- Indrawan, R., Kurniawan, B. W., Bisono, F., Purnomo, D. A., Hamzah, F., Setiawan, T. A., & Renato, N. E. (2022). RANCANG BANGUN JIG AND FIXTURE SUCTION CASING UNTUK PROSES MILLING DI MESIN CNC MILLING 3-AXIS. *PENDIDIKAN TEKNIK MESIN UNDIKSHA*, 212-220.
- Iswara, A. T. (2011). PEMILIHAN MESIN BUBUT CNC UNTUK KEBUTUHAN BENGKEL DENGAN METODE ANALYTIC HIERARCHY PROCES. *UNIVERSITAS INDONESIA*, 1-89.

- Kresnanto, N. C. (2019). MODEL PERTUMBUHAN SEPEDA MOTOR BERDASARKAN PRODUK DOSMETIK REGIONAL BRUTO (PRDB) PERKAPITA (STUDI KASUS PULAU JAWA). *MEDIA KOMUNIKASI TEKNIK SIPIL*, 107-114.
- Nugroho , A., & Sujadi. (2019). PENGARUH PENGGUNAAN MESIN CNC ROUTER TERHADAP WAKTU STANDAR Pengerjaan ORNAMEN DESAIN INTERIOR. *JURNAL REKAYASA SISTEM INDUSTRI*, 86-92.
- Prastyo, H. (2011). PERANCANGAN DAN PEMBUATAN KALIGRAFI PADA PLAT ALUMINIUM DENGAN TEKNIK ENGRAVING MENGGUNAKAN TEKNOLOGI CAD CAM CNC. *UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA*, 1-58.
- Prianto, E., & Pramono, H. S. (2017). PROSES PERMESINAN CNC DALAM PEMBELAJARAN SIMULASI CNC. *UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA*, 62-68.
- Rahman, A. Z., Prabowo, T. S., & Santika, P. M. (2019). DESAIN DAN MANUFaktur MESIN CNC PLASMA 3 SUMBU PT. BANGUN MESIN SEJAHTERA. *JURNAL TEKNIK MESIN*, 1-6.
- Setiadi, P., Saerang, D. P., & Runtu, T. (2014). PERHITUNGAN HARGA POKOK PRODUKSI DALAM PENENTUAN HARGA JUAL PADA CV.MINAHASA MANTAP PERKASA. *BERKALA ILMIAH EFISIENSI*, 70-81.
- Sugiarto, A. (2008). PEMBUATAN LOGO KLUB BMW (BMW CAR CLUB OF INDONESIA) DENGAN TEKNOLOGI CAM-CNC. *UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA*, 1-74.
- Susanto, B. (2022). HONDA BEAT RAJAI PENJUALAN SEPEDA MOTOR HONDA DI JATENG, DISUSUL SCOOPY DAN VARIO. <https://pantura.tribunnews.com/2022/07/28/honda-beat-rajai-penjualan-sepeda-motor-honda-di-jateng-disusul-scoopy-dan-vario>.
- Syaifullah, M., Kabib, M., & Hudaya, A. Z. (2021). DESAIN DAN SIMULASI TEGANGAN PADA MESIN CNC LASER CUTTING UNTUK

PRODUK BERBAHAN ACRILIC. *UNIVERSITAS MURIA KUDUS*, 39-48.

LAMPIRAN

Survei produk:

1. Pertanyaan 1 : Seberapa menarik produk aksesoris tutup *master* rem pada gambar berikut?
2. Pertanyaan 2 : Seberapa menarik produk aksesoris tutup *master* rem Ketika sudah terpasang di sepeda motor pada gambar diatas?
3. Pertanyaan 3 : Menurut anda, berapa harga jual yang cocok untuk produk tersebut?
4. Pertanyaan 4 : Dengan harga yang telah anda pilih, apakah anda tertarik untuk membeli produk tersebut?

Timestamp	Nama	Pertanyaan 1	Pertanyaan 2	Pertanyaan 3	Pertanyaan 4	Saran
2/4/2024 19:18:25	Ferdy Riki	4	4	Rp50.000- Rp59.000	Ya	Mungkin ada beberapa varian warna
2/4/2024 19:21:26	Fajri	5	5	Rp50.000- Rp59.000	Ya	Apakah produk ini bisa diberikan finishing berupa painting guna lebih meningkatkan antusias masyarakat untuk beralih menggunakan tutup master rem tersebut. Apakah ada manfaat lebih selain untuk estetika pada kendar aan bernotor honda
2/4/2024 19:36:00	Juli Yana	4	4	Rp50.000- Rp59.000	Ya	Adanya beberapa varian warna agar terlihat lebih menarik
2/4/2024 19:46:18	Ridho Hidayat	5	5	Rp50.000- Rp59.000	Ya	Saran coba terapkan warna agar terlihat elegan
2/4/2024 19:47:55	Rafi	4	4	Rp50.000- Rp59.000	Ya	Pemberian warna akan menambah daya tarik
2/4/2024 20:17:23	Daffa	5	5	Rp40.000- Rp49.999	Ya	Bagus bgt bayu
2/4/2024 20:18:06	Pram	4	4	Rp60.000- Rp69.000	Ya	Ditambah pewarnaan
2/4/2024 20:19:25	Ariefattah Putra Dede	5	5	Rp50.000- Rp59.000	Ya	Mungkin untuk variasi warna bisa di tambahkan
2/4/2024 20:21:04	Uyab	1	1	Rp40.000- Rp49.999	Tidak	Jelek
2/4/2024 20:21:14	Adnid	5	4	Rp50.000- Rp59.000	Ya	-
2/4/2024 20:22:20	Imam Bima Pratama	4	4	Rp40.000- Rp49.999	Ya	Mungkin perbanyak varian warna yg lain

Timestamp	Nama	Pertanyaan 1	Pertanyaan 2	Pertanyaan 3	Pertanyaan 4	Saran
2/4/2024 20:24:46	Satrio Adi Wibowo	4	3	Rp40.000- Rp49.999	Ya	Masih banyak kemiripan produk ini dengan produk yang dijual dipasaran. Bisa di improve lagi
2/4/2024 20:24:50	Hazan	5	5	Rp40.000- Rp49.999	Ya	Harganya kalau bisa 10-20 ribu
2/4/2024 20:40:27	Annisa	3	3	Rp40.000- Rp49.999	Tidak	Untuk visualisasi terlalu sederhana, mungkin bisa lebih menarik lagi
2/4/2024 20:43:29	Muhammad Rizky Sunation	4	4	Rp50.000- Rp59.000	Ya	Mungkin diberi corak atau warna agar lebih menarik
2/4/2024 20:46:49	Fachrur rosy	5	5	Rp50.000- Rp59.000	Ya	Speechless
2/4/2024 20:54:32	Ahmad Jihar Sabilla	4	4	Rp50.000- Rp59.000	Ya	Dapat divariasi dengan warna lainya agar lebih banyak pilihan warna
2/4/2024 20:55:05	Addinta Rajwa Annida	3	5	Rp50.000- Rp59.000	Tidak	Saran Saya semoga semakin jaya trs
2/4/2024 20:56:11	Fajar	5	5	Rp50.000- Rp59.000	Ya	Warna merk mungkin lebih bagus jika berbeda dengan warna tutup,mungkin bisa dikasih warna hitam untuk merknya/warna yang lebih gelap dari warna tutup
2/4/2024 20:59:04	Reza Fadly Nugraha	3	4	Rp40.000- Rp49.999	Tidak	Desaign di rubah agar lebih menarik serta memberikan sentuhan warna
2/4/2024 21:02:12	Alvin Junio	3	3	Rp40.000- Rp49.999	Ya	Jangan mudah rusak
2/4/2024 21:09:34	Alam Hijau Alghazali	5	5	Rp40.000- Rp49.999	Ya	Finishing bisa diperhalus lagi dan diberi warna
2/4/2024 21:12:02	Enjel	3	3	Rp50.000- Rp59.000	Tidak	Lebih berwarna lgi
2/4/2024 21:13:26	Raihan Muhammad Syafiq	5	5	Rp40.000- Rp49.999	Ya	Beberapa pilihan warna
2/4/2024 21:18:07	Yudha	1	1	Rp50.000- Rp59.000	Ya	Mudah di pasang, bagus pengereman'nya sangat bagus kalo di pake
2/4/2024 21:21:59	Panca	5	5	Rp50.000- Rp59.000	Ya	Untuk pemilihan warna biasanya ada ya di setiap produk-produk lainnya. Semoga segera hadir dengan variasi warna terbaru
2/4/2024 21:22:41	Yudi	1	1	Rp50.000- Rp59.000	Ya	Bagus di pake, lebih seportif, saat buat jalan pengereman'nya bagus,
2/4/2024 21:26:27	Bee	3	4	Rp50.000- Rp59.000	Tidak	

Timestamp	Nama	Pertanyaan 1	Pertanyaan 2	Pertanyaan 3	Pertanyaan 4	Saran
2/4/2024 21:28:27	Dywa	4	5	Rp50.000- Rp59.000	Ya	Aksesories bisa diperkenalkan dan digunakan ke lebih banyak khalayak, dengan terus mempromosikannya.
2/4/2024 21:30:35	Rinda OcikTamara	3	3	Rp40.000- Rp49.999	Ya	Mungkin dikasi variasi warna biar lebih menarik dan banyak pilihan
2/4/2024 21:34:33	Tsabitah	4	4	Rp40.000- Rp49.999	Ya	Dapat dibuat dengan banyak pilihan warna sehingga lebih menarik
2/4/2024 21:43:06	Seokjin	4	4	Rp60.000- Rp69.000	Ya	Tidak ada, sudah menarik dan bagus
2/4/2024 21:43:11	Agum	4	4	Rp50.000- Rp59.000	Ya	Mungkin saran dari saya untuk menambahkan aksesoris warna agar lebih terlihat menarik dan bervariasi
2/4/2024 21:51:27	Sang	4	4	Rp50.000- Rp59.000	Ya	Mungkin jika tulisan warna putih dan basic item keren
2/4/2024 21:57:20	akbar	5	5	Rp60.000- Rp69.000	Ya	Sejauh ini belum ada saran
2/4/2024 21:57:33	Sadian Pasadi	5	5	Rp40.000- Rp49.999	Ya	Saran untuk memperbanyak kostum warna
2/4/2024 22:07:41	Wahyu Setyoaji	5	5	Rp50.000- Rp59.000	Ya	Tambah warna lain
2/4/2024 22:15:11	Ferdiantoro	5	5	Rp40.000- Rp49.999	Ya	Tidak ada
2/4/2024 22:22:56	Fara	5	5	Rp50.000- Rp59.000	Ya	-
2/4/2024 23:27:40	Taufiq	3	3	Rp50.000- Rp59.000	Ya	Ya
2/5/2024 5:50:34	Raja	5	5	Rp50.000- Rp59.000	Tidak	Gada saran mas udah baguss
2/5/2024 6:15:52	Rohmah	3	3	Rp60.000- Rp69.000	Tidak	Gak tau gak tertarik sama yang begituan
2/5/2024 9:06:05	Dwi Donski	4	3	Rp50.000- Rp59.000	Tidak	
2/5/2024 9:37:34	Moh. Zakky Mubarak	3	3	Rp40.000- Rp49.999	Tidak	Mungkin dengan penambahan warna produk akan lebih terlihat menarik. Saya tidak tau harga tutup master rem di pasaran berkisar berapa, tapi dengan harga segitu dengan produk yang menurut saya masih belum selesai terlihat sedikit mahal.
2/5/2024 14:43:11	Kalza Aulia Khautsar	5	4	Rp50.000- Rp59.000	Ya	Jika ada buat yamaha aerox juga
2/5/2024 14:46:03	Taufik Bimo Riyadi	4	4	Rp40.000- Rp49.999	Ya	.

Timestamp	Nama	Pertanyaan 1	Pertanyaan 2	Pertanyaan 3	Pertanyaan 4	Saran
2/5/2024 14:46:35	Aditya Bagas Eka Putra	5	5	Rp50.000- Rp59.000	Ya	Tidak ada
2/5/2024 18:57:09	Njep Brokoli	5	4	Rp40.000- Rp49.999	Tidak	Murahkan harga
2/5/2024 20:19:28	Hendra Kusuma	5	4	Rp50.000- Rp59.000	Ya	Bila perlu terdapat pilihan warna yang bisa disesuaikan dengan warna motornya. Terimakasih
2/5/2024 20:32:10	Dimas Marwanto	5	5	Rp50.000- Rp59.000	Ya	Sebaiknya produk lebih berwarna agar minat beli lebih banyak
2/5/2024 21:32:10	Bayu F	4	4	Rp40.000- Rp49.999	Ya	Dikasih warna yg lebih menarik bang
2/8/2024 8:23:36	Avgan	5	5	Rp60.000- Rp69.000	Ya	Tambah varian lain
2/11/2024 8:49:09	Khaita	3	3	Rp40.000- Rp49.999	Tidak	Produk yang ditawarkan sudah menarik namun kebanyakan orang masih jarang untuk membeli sehingga perlu inovasi yang dapat meningkatkan daya beli konsumen