

PROYEK AKHIR - VM191837

**ANALISA EFISIENSI PENERAPAN MODEL-BASED  
DEFINITION SEBAGAI GAMBAR KERJA DALAM  
PEMBUATAN BENDA KERJA PRISMATIK DENGAN  
GAMBAR KERJA KERTAS SEBAGAI PEMBANDING  
PADA PT. BOMA BISMA INDRA**

**Mohamad Ainur Rofiq**  
NRP. 10211810000004

Dosen Pembimbing  
**Rivai Wardhani ST., M.Sc.**  
NIP 19810722 200912 1 004

Program Studi S1 Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur  
Departemen Teknik Mesin Industri  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2022



**PROYEK AKHIR - VM 191837**

**ANALISA EFISIENSI PENERAPAN MODEL-BASED  
DEFINITION SEBAGAI GAMBAR KERJA DALAM  
PEMBUATAN BENDA KERJA PRISMATIK DENGAN  
GAMBAR KERJA KERTAS SEBAGAI PEMBANDING  
PADA PT. BOMA BISMA INDRA**

**Mohamad Ainur Rofiq**

10211810000004

Dosen Pembimbing

**Rivai Wardhani, ST., M.Sc.**

NIP 19810722 200912 1 004

**Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur**

**Departemen Teknik Mesin Industri**

Fakultas Vokasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

2022



**FINAL PROJECT - VM 191837**

**EFFICIENCY ANALYSIS OF THE APPLICATION OF  
MODEL-BASED DEFINITION AS WORKING IMAGES IN  
THE MANUFACTURING OF PRISMATIC WORKS WITH  
PAPER WORKING IMAGES AS COMPARISON AT PT.  
BOMA BISMA INDRA**

**Mohamad Ainur Rofiq**

10211810000004

Advisor

**Rivai Wardhani, ST., M.Sc.**

NIP 19810722 200912 1 004

**Aplied Bachelor of Manufacturing Engineering**

**Mechanical Industrial Engineering**

Fakultas Vokasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

2022

## LEMBAR PENGESAHAN

### ANALISA EFISIENSI PENERAPAN MODEL-BASED DEFINITION SEBAGAI GAMBAR KERJA DALAM PEMBUATAN BENDA KERJA PRISMATIK DENGAN GAMBAR KERJA KERTAS SEBAGAI PEMBANDING PADA PT. BOMA BISMA INDRA

#### PROYEK AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat  
memperoleh gelar Sarjana Terapan pada  
Program Studi S1 Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur  
Departemen Teknik Mesin Industri  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh : MOHAMAD AINUR ROFIQ  
NRP. 1021181000004

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Rivai Wardhani, ST., M.Sc.  
NIP. 19810722 200912 1 004
2. Ir. Winarto, DEA  
NIP. 19601213 198811 1 001
3. Mashuri, S.Si., MT  
NIP. 1991202011002
4. Hendro Nurhadi, Dipl., Ing., Ph.D  
NIP. 19751120 200212 1 002

Pembimbing




Penguji



Penguji



Penguji



SURABAYA  
JULI, 2022

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama mahasiswa/NRP : MOHAMAD AINUR ROFIQ / 10211810000004  
Departemen : Teknik Mesin Industri  
Dosen Pembimbing / NIP : Rivai Wardhani, ST., MSc. / 19810722 200912 1 004

dengan ini menyatakan bahwa Proyek Akhir dengan judul “ANALISA EFISIENSI PENERAPAN MODEL-BASED DEFINITION SEBAGAI GAMBAR KERJA DALAM PEMBUATAN BENDA KERJA PRISMATIK DENGAN GAMBAR KERTAS SEBAGAI PEMBANDING PADA PT. BOMA BISMA INDRA” adalah hasil karya sendiri, bersifat orisinal, dan ditulis dengan mengikuti kaidah penulisan ilmiah.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya, 21 Juli 2022

Mengetahui

Dosen Pembimbing

Mahasiswa,



(Rivai Wardhani, ST., MSc)  
NIP. 19810722 200912 1 004



(Mohamad Ainur Rofiq)  
NRP. 10211810000004

# **ANALISA EFISIENSI PENERAPAN MODEL-BASED DEFINITION SEBAGAI GAMBAR KERJA DALAM PEMBUATAN BENDA KERJA PRISMATIK DENGAN GAMBAR KERJA KERTAS SEBAGAI PEMBANDING PADA PT. BOMA BISMA INDRA**

**Nama / NRP** : Mohamad Ainur Rofiq / 10211810000004  
**Departemen** : Teknik Mesin Industri  
**Dosen Pembimbing** : Rivai Wardhani, ST., MSc.

## **ABSTRAK**

Gambar Teknik telah memainkan peran penting dalam manufaktur. Sejarahnya dimulai dari gambar 2D manual, hingga sekarang sudah ada gambar 3D solid. Namun pada gambar 3D Solid ini juga masih dibutuhkan informasi dasar seperti Bill of Materials, GD&T, dan informasi-informasi lainnya sehingga membuat teknologi Gambar Teknik menjadi semakin kompleks. *Model-Based Definition* telah hadir dengan menawarkan satu file yang sudah menawarkan kelengkapan informasi dan Gambar Teknik yang sudah bisa terbaca dengan mudah oleh pembaca.

Dalam penelitian ini *Model-Based Definition* akan diterapkan pada proses Milling sebagai gambar kerjanya. Diharapkan dengan adanya MBD ini akan mempersingkat dan membuat efisiensi proses manufaktur di industri di PT. BBI menjadi semakin singkat dan mengurangi kesalahan pada tahap pembacaan gambar. Hal ini dikarenakan informasi yang diberikan dalam MBD ini sudah lebih mudah dipahami dan sudah mencakup seluruh informasi dasar dalam manufaktur produk. Dan juga MBD ini menggunakan satu sumber utama sebagai master datanya.

Penelitian ini menghasilkan data perbandingan waktu pembuatan yang dimulai dari pembuatan Gambar Kerja, Proses *Planning*, dan Pemesinan Milling untuk membuat benda kerja. Serta perbandingan hasil survey mengenai penggunaan dan kesiapan *Model-Based Definition*. Dimana dari hasil penelitian ini didapatkan waktu penerapan *Model-Based Definition* lebih singkat dan lebih mudah dalam pemahaman bentuk bendanya dibandingkan *2D Drawing*. serta *Model-Based Definition* mampu mengurangi penggunaan kertas.

**Kata Kunci** : Gambar Teknik, *Model-Based Definition*, Milling, Alur Manufaktur

**EFFICIENCY ANALYSIS OF THE APPLICATION OF MODEL-BASED  
DEFINITION AS WORKING IMAGES IN THE MANUFACTURING OF  
PRISMATIC WORKS WITH PAPER WORKING IMAGES AS  
COMPARISON AT PT. BOMA BISMA INDRA**

**Student Name / NRP : Mohamad Ainur Rofiq / 10211810000004**  
**Department : Mechanical Industrial Engineering**  
**Advisor : Rivai Wardhani, ST., MSc.**

**ABSTRACT**

*Mechanical Drawing has played an important role in manufacturing. Its history started from manual 2D drawing, until now there are solid 3D drawings. However, in this 3D Solid image, basic information such as Bill of Materials, GD&T, and other information is still needed, thus making Engineering Drawing technology more complex. Model-Based Definition is here by offering one file that already offers complete information and Technical Drawings that can be read easily by readers.*

*In this research the Model-Based Definition will be applied to the Milling process as a work drawing. It is hoped that this MBD will shorten and make the manufacturing process efficiency in the industry at PT. BBI becomes increasingly shorter and reduces errors at the image reading stage. This is because the information provided in this MBD is easier to understand and includes all basic information in product manufacturing. And also this MBD uses one main source as the master data.*

*This research produces comparison data of manufacturing time starting from making Work Drawings, Planning Processes, and Milling Machining to make a workpieces. As well as comparison of survey results regarding the use and readiness of Model-Based Definition. Where from the results of this study, it was found that the implementation time of the Model-Based Definition was shorter and easier to understand the shape of the object compared to 2D Drawing. and Model-Based Definition able to reduce paper usage.*

**.Keywords : Mechanical Drawing, Model-Based Definition, Milling, Manufactre Flow**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT berkat rahmat, hidayah, dan karunia-Nya kepada kita semua sehingga Laporan Proyek Akhir dengan judul “ANALISA EFISIENSI PENERAPAN MODEL-BASED DEFINITION SEBAGAI GAMBAR KERJA DALAM PEMBUATAN BENDA KERJA PRISMATIK DENGAN GAMBAR KERJA KERTAS SEBAGAI PEMBANDING PADA PT. BOMA BISMA INDRA”, dapat selesai dengan baik dan tepat waktu. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memenuhi syarat kelulusan dalam mata kuliah Proyek Akhir sebagai salah satu mata kuliah wajib di Departemen Teknik Mesin Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Penulis menyadari dalam penyusunan laporan ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak. Karena itu pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Rivai Wardhani ST., M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyusunan proposal proyek akhir ini.
2. Bapak Dr. Ir. Heru Mirmanto, MT. selaku Kepala Departemen Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi ITS.
3. Ibu Dr. Atria Pradityana, ST., MT. selaku Kepala Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur.
4. Bapak Bintang Timur Lazuardi selaku pembimbing lapangan pada penelitian yang dilakukan pada PT. Boma Bisma Indra Divisi Mesin Peralatan Industri.
5. Bapak Setiawan selaku operator Mesin Milling PT. Boma Bisma Indra Divisi Mesin Peralatan Industri.
6. Zufar Rafif Nashrullah selaku partner diskusi dengan topik yang sama dalam pengerjaan Laporan Proyek Akhir ini.
7. Seluruh dosen pengajar, staff, dan karyawan Departemen Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi ITS.
8. Seluruh Karyawan PT. Boma Bisma Indra Divisi Mesin Peralatan Industri yang telah meluangkan waktunya untuk bersedia membantu dan mengizinkan penulis untuk melakukan penelitian di PT. Boma Bisma Indra Divisi Mesin Peralatan Industri.
9. Kedua orang tua, yang selalu memberikan dukungan dan doa dalam penyelesaian penulisan proposal proyek akhir ini.
10. Teman-teman D3MITS 2018 yang selalu memberikan dukungan dan motivasi dalam penyusunan proposal proyek akhir.
11. Serta pihak – pihak lain yang tidak bisa penulis sebutkan satu – persatu yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan proposal tugas akhir ini.

Walaupun demikian, penulis menyadari laporan proyek akhir ini tidak luput dari berbagai kekurangan. Penulis mengharapkan saran dan kritik demi kesempurnaan dan perbaikannya sehingga laporan proyek akhir ini dapat memberikan manfaat bagi bidang Pendidikan dan penerapan dilapangan serta bisa dikembangkan lagi lebih lanjut.

Surabaya, Juli 2022

Mohamad Ainur Rofiq  
1021181000004



## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN .....	i
PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
ABSTRAK .....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR NOTASI .....	xii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	1
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Proyek Akhir .....	2
1.5 Manfaat Proyek Akhir .....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	3
2.1 <i>Prismatic Part</i> .....	3
2.2 <i>Model-Based Definition</i> .....	3
2.2.1 Pengertian .....	3
2.2.2 Sejarah <i>Model-Based Definition</i> .....	3
2.3 <i>Product Manufacturing Information</i> .....	4
2.3.1 Pengertian .....	4
2.3.2 <i>Geometric Dimensioning and Tolerancing</i> .....	5
2.3.3 <i>Bill of Material</i> .....	7
2.3.4 <i>Surface Finish</i> .....	8
2.3.5 <i>Datum Features</i> .....	9
2.3.6 <i>Process Notes</i> .....	9
2.4 Penelitian Terdahulu.....	9
2.5 Milling .....	10
2.6 Parameter Pemesinan.....	11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	13
3.1 Lokasi Penelitian .....	13
3.2 Teknik Pengumpulan Data .....	13

3.3	Alat Dan Bahan Penelitian .....	13
3.3.1	Alat .....	13
3.3.2	Bahan .....	16
3.4	Diagram Alir Penelitian.....	17
3.5	Penjelasan Diagram Alir Penelitian.....	18
3.6	Skenario Penelitian .....	21
3.7	Jadwal Alokasi Kegiatan .....	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		23
4.1	Model-Based Definition .....	23
4.1.1	Area Utama (Primary Viewport) .....	23
4.1.2	Area Gambar Mini (Thumbnail Viewport) .....	23
4.1.3	Area Kepala Gambar .....	23
4.1.4	Area Persetujuan ( <i>Approvals Area</i> ).....	24
4.2	Hasil Penelitian Kuantitatif.....	24
4.2.1	Tahap Design.....	25
4.2.2	Proses Planning .....	29
4.2.3	Proses Pemesinan Milling .....	42
4.2.4	Rekap Hasil Skenario Penelitian .....	58
4.3	Hasil Penelitian Kualitatif.....	59
4.3.1	Hasil Survey Perbandingan Penggunaan Gambar Kerja Pada PT. BBI.....	59
4.3.2	Hasil Survey Kesiapan Penerapan Model-Based Definition Pada PT. BBI.....	61
4.4	Analisa Data Hasil Penelitian .....	65
4.4.1	Analisa Data Hasil Penelitian Kuantitatif.....	65
4.4.2	Analisa Data Hasil Penelitian Kualitatif.....	69
4.4.3	Rekap Analisa Hasil Penelitian .....	71
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....		73
5.1	Kesimpulan .....	73
5.2	Saran .....	73
DAFTAR PUSTAKA.....		75
LAMPIRAN .....		76
BIODATA PENULIS.....		88

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Benda Prismatik.....	3
Gambar 2. 2 Contoh MBD .....	4
Gambar 2. 3 Contoh GD&T dan Non-Geometric PMI .....	5
Gambar 2. 4 Contoh Penambahan Toleransi Umum Pada Gambar Teknik.....	5
Gambar 2. 5 Contoh Toleransi Khusus Pada Gambar Teknik .....	6
Gambar 2. 6 Posisi Toleransi Suaian.....	6
Gambar 2. 7 Contoh Tampilan <i>Bill of Materials</i> .....	8
Gambar 2. 8 <i>Roughness Parameters for Machined Surfaces</i> .....	9
Gambar 2. 9 Contoh Lambang Datum .....	9
Gambar 2. 10 Mesin Milling .....	10
Gambar 3. 1 Mesin Milling Takeda TK-US2N.....	13
Gambar 3. 2 Laptop Acer Aspire E5-475G.....	14
Gambar 3. 3 <i>Flat Endmill cutter</i> .....	15
Gambar 3. 4 <i>Drillmill Cutter</i> .....	16
Gambar 3. 5 <i>Ball Endmill Cutter</i> .....	16
Gambar 3. 6 Gambar Teknik <i>Side Bearer Housing</i> dari PT. BBI.....	16
Gambar 3. 7 Diagram Alir Penelitian.....	17
Gambar 3. 8 Diagram Alir Penelitian.....	18
Gambar 3. 9 Nylon Polyethylene .....	20
Gambar 3. 10 Diagram Alir Skenario Penelitian.....	21
Gambar 4. 1 Area Utama MBD 3D PDF .....	23
Gambar 4. 2 Area Gambar Mini MBD 3D PDF .....	23
Gambar 4. 3 Kepala Gambar MBD 3D PDF.....	24
Gambar 4. 4 Area Persetujuan ( <i>Approvals Area</i> ) MBD 3D PDF.....	24
Gambar 4. 5 Catatan Umum ( <i>General Notes</i> ) MBD 3D PDF.....	24
Gambar 4. 6 3D model untuk 2D drawing .....	25
Gambar 4. 7 Input Anotasi Pada <i>Solidwork Drawing</i> .....	26
Gambar 4. 8 3D Model Untuk MBD 3D PDF.....	26
Gambar 4. 9 Input Anotasi Untuk MBD 3D PDF .....	27
Gambar 4. 10 Proses <i>Publish To MBD 3D PDF</i> .....	27
Gambar 4. 11 Design 3D Model untuk 2D <i>Drawing</i> yang telah dimodifikasi.....	28
Gambar 4. 12 <i>PrintOut 2D Drawing</i> Kertas .....	28
Gambar 4. 13 3D Model Modifikasi MBD 3D PDF .....	29
Gambar 4. 14 3D Model pada Mastercam X5.....	30
Gambar 4. 15 <i>Top View</i> dari Desain Alur <i>Tool</i> .....	30
Gambar 4. 16 <i>Contour Facing</i> Sisi Kanan dan Kiri pada Mastercam.....	31
Gambar 4. 17 <i>Contour Sisi</i> Depan dan Belakang pada Mastercam.....	31
Gambar 4. 18 <i>Contour 184x96 mm + Fillet R10</i> pada Mastercam .....	32
Gambar 4. 19 <i>Contour Depth 25 mm</i> Kiri dan Kanan pada Mastercam.....	32
Gambar 4. 20 <i>Contour 80 x 42.5 mm</i> kiri dan kanan pada Mastercam.....	33
Gambar 4. 21 <i>Contour Multipass</i> kiri dan kanan pada Mastercam.....	33
Gambar 4. 22 <i>Contour Groove Fillet R10</i> pada Mastercam .....	34
Gambar 4. 23 2 kali <i>Drill</i> pada Mastercam .....	34
Gambar 4. 24 <i>Facemill</i> pada Mastercam.....	34

Gambar 4. 26 <i>Contour Cut</i> pada Mastercam.....	35
Gambar 4. 27 Modifikasi <i>Contour Groove Fillet R10</i> Kanan dan Kiri .....	35
Gambar 4. 28 Modifikasi <i>Contour Multipass</i> kanan dan kiri pada Matercam.....	36
Gambar 4. 29 Modifikasi <i>Drill</i> Pada Mastercam .....	36
Gambar 4. 30 Modifikasi <i>Contour</i> Profil Miring pada Mastercam.....	37
Gambar 4. 31 Modifikasi <i>Contour Cut</i> Pada Mastercam .....	37
Gambar 4. 32 <i>Contour</i> Persegi Panjang Berfillet R10 180x96 mm Pada Pemesinan Milling Dengan 2D <i>Drawing</i> sebagai Gambar Kerja.....	43
Gambar 4. 33 <i>Contour</i> menuju 184x100 mm Pada Pemesinan Milling Dengan 2D <i>Drawing</i> sebagai Gambar Kerja .....	44
Gambar 4. 34 <i>Endmill</i> bagian kiri kedalaman 25 mm benda kerja Pada Pemesinan Milling Dengan 2D <i>Drawing</i> sebagai Gambar Kerja.....	44
Gambar 4. 35 <i>Endmill Contour Multipass</i> kedalaman 35 mm pada kanan dan kiri benda kerja dengan 2D <i>Drawing</i> sebagai Gambar Kerja.....	45
Gambar 4. 36 <i>Contour Fillet R10</i> Pada Pemesinan Milling Dengan 2D <i>Drawing</i> sebagai Gambar Kerja .....	45
Gambar 4. 37 Proses <i>Drilling</i> Pada Pemesinan Milling Dengan 2D <i>Drawing</i> sebagai Gambar Kerja .....	46
Gambar 4. 38 Proses <i>Facing</i> dengan 2D <i>Drawing</i> sebagai gambar kerja.....	46
Gambar 4. 39 Proses <i>marking</i> sisi miring Pada Pemesinan Milling Dengan 2D <i>Drawing</i> sebagai Gambar Kerja .....	47
Gambar 4. 40 Proses <i>Marking</i> sebelum melakukan <i>Contour Cut</i> dengan panjang 15 mm Pada Pemesinan Milling Dengan 2D <i>Drawing</i> sebagai Gambar Kerja.....	47
Gambar 4. 41 Proses Memodifikasi ketebalan Sisi kanan dan kiri benda kerja menjadi 12 mm Pada Modifikasi Pemesinan Milling Dengan 2D <i>Drawing</i> sebagai Gambar Kerja .....	48
Gambar 4. 42 Proses <i>Drilling</i> dengan diameter lubang 20 mm Pada Modifikasi Pemesinan Milling Dengan 2D <i>Drawing</i> sebagai Gambar Kerja.....	49
Gambar 4. 43 Proses Memodifikasi Sisi Miring Pada Modifikasi Pemesinan Milling Dengan 2D <i>Drawing</i> sebagai Gambar Kerja .....	49
Gambar 4. 44 Proses Memodifikasi <i>Cut</i> menjadi 20 mm Pada Modifikasi Pemesinan Milling Dengan 2D <i>Drawing</i> sebagai Gambar Kerja .....	50
Gambar 4. 45 Benda Kerja Hasil Milling dengan Gambar Kertas sebagai gambar kerja.....	50
Gambar 4. 46 Proses Pemahaman Gambar MBD 3D PDF oleh operator Mesin Milling.....	52
Gambar 4. 47 Proses <i>Contour Facing Bounding Box</i> menuju lebar 125 mm Pada Pemesinan Milling Dengan MBD 3D PDF Sebagai Gambar Kerja.....	52
Gambar 4. 48 <i>Endmill Contour</i> Bentuk Persegi Panjang Berfillet R10 180x96 mm Pada Pemesinan Milling Dengan MBD 3D PDF Sebagai Gambar Kerja.....	53
Gambar 4. 49 <i>Endmill Contour</i> menuju 184x100 mm Pada Pemesinan Milling Dengan MBD 3D PDF Sebagai Gambar Kerja .....	53
Gambar 4. 50 <i>Endmill Contour</i> Bagian kiri benda kerja Pada Pemesinan Milling Dengan MBD 3D PDF Sebagai Gambar Kerja .....	54
Gambar 4. 51 <i>Contour Fillet R10</i> Bagian Kanan Benda Kerja Pada Pemesinan Milling Dengan MBD 3D PDF Sebagai Gambar Kerja .....	54
Gambar 4. 52 Proses Modifikasi <i>Cut</i> menjadi 30 mm Pada Pemesinan Milling Dengan MBD 3D PDF Sebagai Gambar Kerja .....	56

Gambar 4. 53 Proses Modifikasi sisi Miring Pada Pemesinan Milling Dengan MBD 3D PDF Sebagai Gambar Kerja.....	57
Gambar 4. 54 Benda Kerja hasil MBD 3D PDF .....	57
Gambar 4. 55 Diagram Lingkaram Jumlah Responden Mengenai Pengetahuan Terhadap MBD .....	62
Gambar 4. 56 Diagram Batang Keuntungan Apabila MBD Diterapkan.....	63
Gambar 4. 57 Diagram Batang Kekurangan Apabila MBD Diterapkan.....	64
Gambar 4. 58 Diagram Batang Apabila MBD Diterapkan Dalam Proses Produksi .....	65
Gambar 4. 59 Diagram Batang Perbedaan Waktu Pembuatan 2D <i>Drawing</i> dan MBD 3D PDF Awal .....	65
Gambar 4. 60 Diagram Batang Perbedaan Waktu Pembuatan 2D <i>Drawing</i> dan MBD 3D PDF Modifikasi.....	66
Gambar 4. 61 Diagram Batang Perbedaan Waktu Pembuatan Proses <i>Planning</i> 2D <i>Drawing</i> dan MBD 3D PDF Awal .....	66
Gambar 4. 62 Diagram Batang Perbedaan Waktu Pembuatan Proses <i>Planning</i> 2D <i>Drawing</i> dan MBD 3D PDF .....	67
Gambar 4. 63 Diagram Batang Perbedaan Waktu Proses Pemesinan Dengan Gambar Kerja 2D <i>Drawing</i> dan MBD 3D PDF Awal .....	67
Gambar 4. 64 Diagram Batang Perbedaan Waktu Proses Pemesinan Dengan Gambar Kerja 2D <i>Drawing</i> dan MBD 3D PDF Modifikasi .....	68
Gambar 4. 65 Diagram Batang Perbandingan Waktu <i>Planning</i> dan Waktu Pemesinan Milling Aktual .....	69
Gambar 4. 66 Diagram Batang Rekap Perbandingan Penggunaan Gambar Kerja yang digunakan Pada PT. BBI .....	70

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Lambang Toleransi Geometri.....	7
Tabel 2. 2 <i>Roughness Surface</i> .....	8
Tabel 2. 3 Kecepatan Pemakanan dari Mesin.....	11
Tabel 2. 4 Rekomendasi Kecepatan Potong Berbagai Material .....	12
Tabel 3. 1 Spesifikasi Milling Takeda TK-US2N .....	14
Tabel 3. 2 Spesifikasi Acer Aspire E5-475G .....	14
Tabel 3. 3 Parameter Analisis Metode MBD dan Metode aktual PT. BBI .....	20
Tabel 3. 4 Jadwal Alokasi Kegiatan .....	21
Tabel 4. 1 Tabel Rangkuman Alur <i>Toolpath</i> Pada Proses <i>Planning</i> Untuk Gambar Kerja <i>2D Drawing</i> Awal .....	38
Tabel 4. 2 Tabel Rangkuman Alur <i>Toolpath</i> Pada Proses <i>Planning</i> Untuk Gambar Kerja <i>2D Drawing</i> Modifikasi .....	39
Tabel 4. 3 Tabel Rangkuman Alur <i>Toolpath</i> Pada Proses <i>Planning</i> Untuk Gambar Kerja MBD 3D PDF Awal .....	40
Tabel 4. 4 Tabel Rangkuman Alur <i>Toolpath</i> Pada Proses <i>Planning</i> Untuk Gambar Kerja MBD 3D PDF Modifikasi .....	41
Tabel 4. 5 Tabel Pemesinan awal dengan gambar kertas sebagai gambar kerja.....	50
Tabel 4. 6 Tabel Pemesinan modifikasi dengan gambar kertas sebagai gambar kerja .....	51
Tabel 4. 7 Tabel Pemesinan Milling Awal Menggunakan MBD 3D PDF sebagai Gambar Kerja .....	57
Tabel 4. 8 Tabel Pemesinan Milling Modifikasi Menggunakan MBD 3D PDF Sebagai Gambar Kerja .....	58
Tabel 4. 9 Rekap Hasil Skenario Penelitian .....	59
Tabel 4. 10 Tabel Perbandingan Tingkat Kemudahan Kemudaham Membaca Geometri.....	60
Tabel 4. 11 Tabel Perbandingan Tingkat Kemudahan Kemudaham Membaca Anotasi.....	60
Tabel 4. 12 Tabel Perbandingan Probabilitas Penerapan MBD Pada PT. BBI.....	61
Tabel 4. 13 Tabel Rekap Analisa Hasil Penelitian .....	71
Tabel 4. 14 Keuntungan dan Kekuranagn Apabila MBD Diterapkan.....	71

## DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan / Unit
$V_f$	Kecepatan pemakanan.	mm/menit
$f_z$	Kecepatan Makan Pergigi	mm/tooth
$n$	Putaran Spindel	rpm
$Z$	Jumlah Gigi Pada Pahat	
$V_c$	Kecepatan Potong	m/menit
$d$	Diameter Pisau/Pahat	mm
$\pi$	Phi	3,14
$\phi$	Diameter	mm
MBD	<i>Model-Based Definition</i>	
CAD	<i>Computer Aided Design</i>	
CNC	<i>Computer Numerical Control</i>	
3D PDF	<i>3 Dimensional Portable Document Format</i>	
2D	<i>2 Dimensional</i>	
PT. BBI	PT. Boma Bisma Indra	
GD&T	<i>Geometrical Dimensioning &amp; Tolerancing</i>	
BOM	<i>Bill of Materials</i>	

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Gambar teknik telah memainkan peran mendasar dalam kemajuan manusia dari zaman ke zaman. Secara tradisional, gambar teknik digunakan untuk komunikasi dalam industri karena gambar teknik adalah cara paling jelas untuk memberi tahu seseorang apa yang harus dibuat dan cara membuatnya. Gambar Teknik ditemukan pada tahun 1781 saat itu gambar Teknik yang dihasilkan berupa paper drawing manual tanpa adanya bantuan dari computer. Kemudian pada tahun 1970 ditemukan CAD 2D yang memungkinkan pengimplementasian gambar drawing yang sebelumnya dilakukan secara manual. Selanjutnya pada tahun 1980-an ditemukan 3D CAD yang dapat mendukung gambar Teknik 2D CAD yang sudah ada sebelumnya. Hingga seiring berjalannya waktu pada tahun 2010 ditemukan *Model-Based Definition* yang sudah melengkapi informasi gambar teknik dan lebih mudah diakses di beberapa software dengan satu master dan dengan informasi yang sudah lengkap dan mudah dimengerti (Quintana et al., 2010).

Pada banyak Industri saat ini masih belum banyak menerapkan *Model-Based Definition*. Banyak industri di Indonesia yang masih menerapkan metode konvensional, menggunakan gambar teknik 2D kertas untuk kemudian didistribusikan kepada operator dan pekerja lapangan. Hal ini sering menimbulkan kebingungan pada pekerja yang masih belum profesional dan menimbulkan produk yang dihasilkan menjadi tidak sesuai dengan apa yang diharapkan. Dan apabila terjadi kesalahan seperti ini maka harus memulai lagi langkah dari awal. Seperti pembuatan *2D Drawing*. Kemudian dibuat *Solid Model* nya, kemudian dibuat pemrogramannya apabila produk yang dihasilkan harus dikerjakan dengan Mesin CNC. Hal ini dirasa membutuhkan waktu yang terlalu lama jika harus kembali ke awal lagi

Dengan adanya *Model-Based Definitin* ini diharapkan dapat memangkas waktu karena menggunakan *Master Data* yang dapat di alirkan ke berbagai aspek industri nya. Dan kemudian dalam *Model-Based Definition* ini juga dapat menampilkan mulai dari berbagai pandangan dari *Drawing, ismetric View, Section View*. Dan *Base Suppoert Information* nya sehingga mudah dimengerti oleh operator dan mengurangi kesalahan pada proses manufakturnya.

Kemudian pada latar belakang yang selanjutnya adalah penggunaan kertas yang pada saat ini sudah semakin meningkat penulis ingin merintis perubahan untuk beralih dari *Printed Work Drawing* ke *Digital File* yang berupa *Portable Document Format* dengan tetap menjaga kualitas dari konten gambar teknik itu sendiri.

Berkaitan dengan latar belakang ini maka penelitian mengenai penerapan MBD di industri perlu dilakukan. Proses pemesinan milling pada PT. Boma Bisma Indra akan dijadikan sebagai studi kasus pada penelitian ini.

### 1.2 Rumusan Masalah

Dari Latar Belakang tersebut dirumuskan beberapa rumusan masalah adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana penerapan *Model-Based Definition* sebagai acuan dalam proses dari penentuan alur pemesinan Milling hingga produk prismatic terbentuk?
2. Bagaimana alur informasi Master Data Format *Model-Based Definition* pada proses pemesinan milling?
3. Bagaimana perbandingan perbedaan penerapan *Model-Based Definition* dan *2D Drawing* pada skala industri dengan Studi Kasus Di PT. Boma Bisma Indra?



### **1.3 Batasan Masalah**

Untuk mempermudah proses pengerjaan dan analisis penerapan *Model-Based Definition* pada proses Milling di PT. Boma Bisma Indra Divisi Mesin Peralatan Industri, maka diperlukan batasan permasalahan sebagai berikut :

1. Proses Pemesinan yang digunakan adalah Proses Milling.
2. Part hasil Milling yang digunakan dalam analisis ini adalah *Side Bearer Housing*.
3. Alur informasi gambar teknik sesuai dengan Skenario Penelitian yang dibuat.
4. Penelitian ini menganalisa perbandingan waktu antara *Model-Based Definition* dan Gambar Kerja Kertas sebagai acuan dalam pemesinan milling.
5. Material yang digunakan adalah Polyethylene.

### **1.4 Tujuan Proyek Akhir**

Adapun maksud dan tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisa cara penerapan *Model-Based Definition* pada proses Milling.
2. Membuat Alur informasi master data format yang baru dari hasil penerapan *Model-Based Definition* pada proses milling.
3. Analisa Perbandingan Penerapan *Model-Based Definition* dan *2D Drawing* pada skala industri dengan Studi Kasus di PT. Boma Bisma Indra.

### **1.5 Manfaat Proyek Akhir**

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penulisan penelitian proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini digunakan untuk mengetahui kesiapan penerapan *Model-Based Definition* untuk digunakan di dunia industri.
2. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan saran untuk penggunaan *Model-Based Definition* pada dunia industri.
3. Sebagai rintisan perubahan bagi pembaca khususnya Mahasiswa Departemen Teknik Mesin Industri untuk mengenal dan menerapkan *Model-Based Definition*.
4. Sebagai bahan masukan bagi pembaca yang akan mempelajari topik terkait, yakni *Model-Based Definition*.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

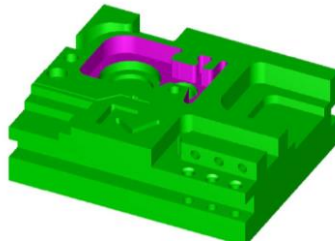
### 2.1 *Prismatic Part*

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia Prismatic adalah Berhubungan dengan prisma dan mirip dengan prisma. Sunil mengungkapkan bahwasannya Benda Prismatic adalah benda yang pada umumnya diproduksi oleh mesin CNC dengan 3 axis (Sunil et al., 2010).

Jadi dapat disimpulkan bahwasannya Benda Prismatic atau *Prismatic Part* adalah benda yang menyerupai prisma dan dihasilkan dari proses pemesinan 3 axis, lebih khususnya mesin CNC milling atau bisa juga dengan mesin milling konvensional dengan 3 axis.

Selain itu juga diklasifikasikan mengenai cara pemesinan dari pemebentukan benda kerja, yakni : *Rotational Part* dan *Non-Rotational Part*. Dimana *Rotational Part* adalah benda yang dilakukan pemesinan melalui jalan proses *Turning* atau Bubut. Yang prinsip kerja pemesinannya adalah benda nya yang diputar untuk dilakukan pemakanan. Sementara *Non-Rotational Part* pada umumnya adalah benda yang dibentuk dengan cara melakukan pemesinan *Milling*. Dimana prinsip kerja pemesinannya adalah pahat atau *tool* nya yang berputar untuk melakukan pemakanan.

Jadi untuk membuat benda Prismatic ini juga dihasilkan melalui proses pemesinan *Milling* atau Frais. Dimana proses pemesinan frais ini merupakan proses pemesinan dengan prinsip *Non-Rotational Part*, yakni pahat atau *tool* nya yang berputar untuk melakukan pemakanan.



**Gambar 2. 1** Benda Prismatic  
(Sunil et al., 2010)

### 2.2 *Model-Based Definition*

#### 2.2.1 *Pengertian*

*Model-Based Definition* (MBD), sering juga disebut *Digital Product Definition* (DPD), adalah praktik menggunakan model 3D (seperti solid model, PMI 3D, dan metadata terkait) dalam perangkat lunak CAD 3D untuk menentukan (menyediakan spesifikasi untuk) part dan produk assembly. Jenis informasi yang disertakan adalah dimensi dan toleransi geometrik (GD&T), material tingkat komponen, *Bill of Material* tingkat perakitan, konfigurasi teknik, maksud desain, dll. Sebaliknya, metodologi lain secara historis memerlukan penggunaan gambar teknik 2D yang menyertai untuk memberikan detail tersebut (Baker, 2020).

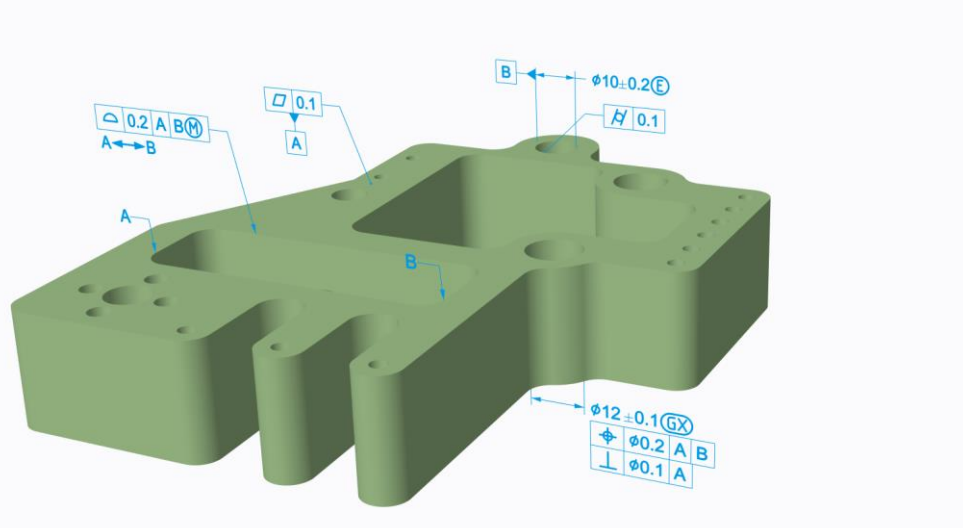
#### 2.2.2 *Sejarah Model-Based Definition*

*3D Modelling* dalam CAD muncul pada tahun 1980-an dengan diawali melalui gambar 2D. Ide pertama untuk menambahkan GD&T dan semua anotasi langsung ke model 3D sebagai penjas gambar 2D muncul di sekitar pergantian milenium. Istilah MBD dan teknologi ekstensifnya belum ada pada saat itu. Awalnya inisiatif untuk merubah komunikasi teknis dengan menggunakan model 3D beranotasi tanpa menggunakan kembali data tertentu untuk proses rekayasa lebih lanjut. Pengembangan

berkelanjutan dan peningkatan produk definisi berdasarkan model 3D didorong oleh perusahaan pengembangan perangkat lunak CAD.

Perusahaan Boeing adalah salah satu penggagas teknologi MBD (Zhu et al., 2016). Boeing membagikan keahliannya dan didukung juga oleh American Society of Mechanical Engineers (ASME), melakukan penelitian tentang MBD dimulai pada tahun 1997 dan standar MBD pertama (ASME Y14.41 2003 – Praktik data definisi produk digital) diterbitkan pada tahun 2003. Standar ini menjadi dasar MBD dan terakhir diperbarui pada tahun 2012. Ini masih penting untuk praktik definisi bagian 3D menggunakan MBD di AS hingga saat ini.

Penggunaan MBD terintegrasi dalam perangkat lunak CAD yang umum. Misalnya, *Franchise* dari perusahaan Dassault Systèmes, yang mengembangkan program CAD SolidWorks, menerbitkan aplikasi menggambar 3D pertama "eDrawings" pada tahun 1999. Dimensi MBD pertama perangkat lunak (DimXpert) yang disertakan dalam SolidWorks diperkenalkan pada tahun 2008 dan selesai dengan dirilisnya paket perangkat lunak SolidWorks MBD pada tahun 2015. Vendor perangkat lunak CAD lainnya, seperti Siemens PLM juga pada akhirnya merilis aplikasi MBD dalam program CAD mereka NX pada waktu yang hampir bersamaan (Weper, 2019).



**Gambar 2. 2** Contoh MBD  
(Weper, 2019)

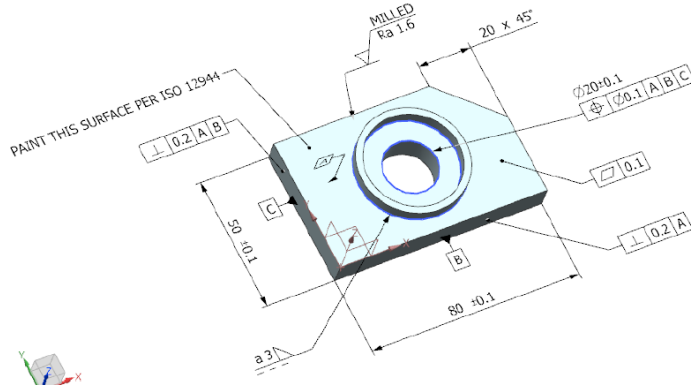
## 2.3 Product Manufacturing Information

### 2.3.1 Pengertian

Istilah "PMI" mencakup anotasi untuk menentukan Dimensi dan Toleransi Geometris (GD&T) dan data non-geometris terkait dengan model CAD sebagai bagian dari dataset MBD. Semua anotasi 3D itu disebut sebagai data PMI oleh literatur CAD komersial dan tujuan utamanya adalah untuk mewakili persyaratan fisik dan fungsional produk (Quintana et al., 2010).

PMI sebagai bagian dari istilah MBD mencakup jenis anotasi tersebut, yang digunakan untuk: menentukan geometri produk dan spesifikasinya sesuai dengan standar. Semua persyaratan untuk pembuatan dan inspeksi *parts* yang tepat, seperti GD&T disampaikan melalui PMI dan disematkan ke dalam model 3D-CAD. Model 3D bertindak sebagai yang sah dan metode yang disetujui untuk dokumentasi lengkap PMI. Selain itu, data PMI yang dihasilkan dalam perangkat lunak CAD ini menyampaikan produk informasi definisi dan mendukung penggunaan kembali dalam analisis, manufaktur, dan inspeksi proses. Atribut seperti GD&T, fitur datum, *surface properties*, simbol las,

spesifikasi material, *finish requirements* dan catatan proses adalah PMI. Beberapa contoh data PMI ditunjukkan pada Gambar 2.4 dan dijelaskan dalam tabel 2.1.



**Gambar 2. 3** Contoh GD&T dan Non-Geometric PMI Pada MBD (Weper, 2019)

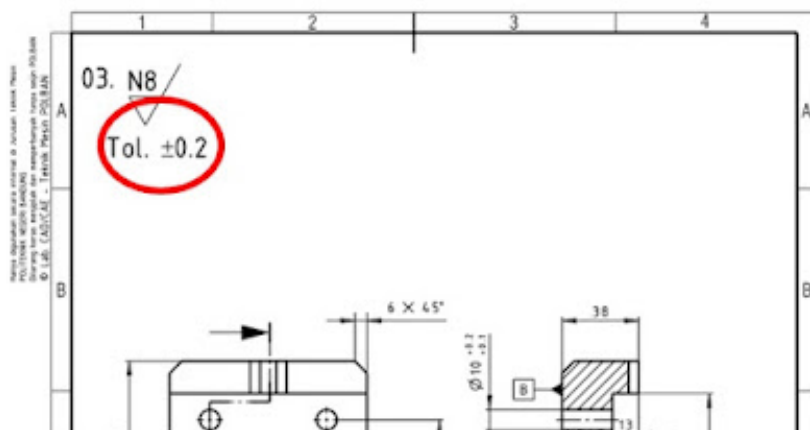
### 2.3.2 Geometric Dimensioning and Tolerancing

Geometric Dimensioning and Tolerancing adalah sistem untuk mendefinisikan dan mengomunikasikan toleransi teknik. GD&T menggunakan bahasa simbolis pada gambar teknik dan model padat tiga dimensi yang dihasilkan komputer yang secara eksplisit menggambarkan geometri nominal dan variasi yang diizinkan (Weper, 2019).

Toleransi ukuran adalah perbedaan ukuran antara kedua harga batas dimana ukuran atau jarak permukaan/batas geometri komponen harus terletak. Beberapa jenis toleransi dalam Gambar Teknik dibedakan menjadi 4, diantaranya :

#### 1. Toleransi Umum

Toleransi Umum adalah toleransi yang diizinkan dalam semua dimensi yang tersedia yang tidak mengandung toleransi khusus dalam dimensinya. Toleransi umum biasanya terletak pada Catatan Umum atau pada kiri atas gambar kerja dengan *font* yang berbeda dari dimensi yang lain (Sato, G.T. dan Hartanto, 1986).

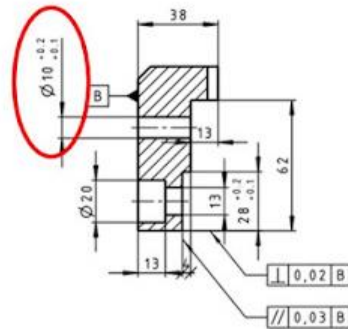


**Gambar 2. 4** Contoh Penambahan Toleransi Umum Pada Gambar Teknik (Sato, G.T. dan Hartanto, 1986)

#### 2. Toleransi Khusus

Toleransi khusus adalah toleransi di luar angka toleransi umum, dan diletakkan langsung setelah angka nominalnya. toleransi khusus hanya

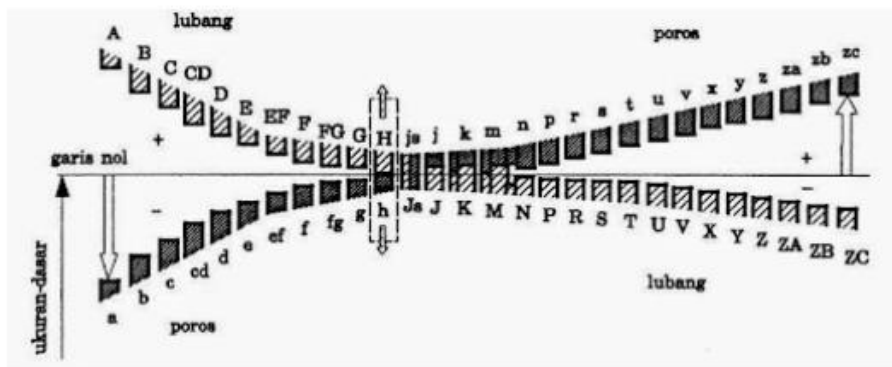
mewakili ukuran dasar dengan toleransi yang dicantumkan pada dimensi yang dibuat (Sato, G.T. dan Hartanto, 1986).



**Gambar 2. 5** Contoh Toleransi Khusus Pada Gambar Teknik (Sato, G.T. dan Hartanto, 1986)

### 3. Toleransi Suaian

Toleransi adalah suatu penyimpangan ukuran yang diperbolehkan atau diizinkan.



**Gambar 2. 6** Posisi Toleransi Suaian (Sato, G.T. dan Hartanto, 1986)

Pada Gambar diatas Huruf Kapital menunjukkan toleransi untuk lubang, sedangkan huruf kecil adalah toleransi untuk poros (Sato, G.T. dan Hartanto, 1986).

### 4. Toleransi Geometri

Toleransi geometri mencakup toleransi bentuk, posisi, tempat dan penyimpangan putar. Toleransi Geometri menempel pada gambar pandangan tanpa menempel pada dimensi ukuran (Sato, G.T. dan Hartanto, 1986).

**Tabel 2. 1** Lambang Toleransi Geometri  
(Sato, G.T. dan Hartanto, 1986)

Elemen dan toleransi		Sifat yang diberi toleransi	Lambang
Elemen Tunggal	Toleransi bentuk	Kelurusan	—
		Kedataran	
		Kebulatan	○
		Kesilindrisan	
Elemen Tunggal atau yang berhubungan	Toleransi bentuk	Profil garis	⤿
		Profil permukaan	⤿
Elemen-elemen yang berhubungan	Toleransi orientasi	Kesejajaran	//
		Ketegak lurus	⊥
		Ketirusan	∠
	Toleransi lokasi	Posisi	⊕
		Konsentrisitas dan koaksialitas	⊙
		Kesimetrisan	≡
	Toleransi putar	Putar tunggal	↗
		Putar total	↗↘

### 2.3.3 Bill of Material

*Bill of Material* adalah daftar komponen yang lengkap, formal, dan terstruktur yang mencantumkan keanggotaan hierarkis dan hubungan kuantitas dari bahan baku ke bagian, komponen hingga produk akhir. BOM digunakan untuk *Material Requirement Planning*. Menurut Sikorra, memperkirakan BOM saat merencanakan produksi *one-of-kind* sejenis memberikan dua keuntungan, yaitu transparansi yang lebih tinggi dalam proses perencanaan, karena ketidakpastian produk dan ketidakpastian proses dipisahkan dan estimasi BOM yang bagus dapat meningkatkan kepastian perencanaan. Wei, dkk menerapkan metode *BOM Transformation* untuk mendukung *Design-Manufacturing Integration* yang secara efektif memastikan integritas data, kebenaran dan konsistensi dalam sistem. Sales memasukkan order berupa daftar produk *finish good* yang dipesan *customer* beserta jumlahnya, namun *warehouse* harus melakukan konversi *Bill of Material* dari sejumlah *finish good* yang dipesan menjadi sejumlah *raw material* yang harus dikirim ke area produksi. Selama proses produksi, *raw material* telah berubah bentuk menjadi *work in process* sebelum dilakukan pemeriksaan *Quality Control* menjadi *finish good* yang akan dikirimkan ke *customer* sesuai pesanan (Cinelli et al., 2020).

ITEM NO.	QTY.	Number	Description	ITAR
1	1	ASSY-00031	Base	N
2	1	PART-00833	Swivel	N
3	1	PART-00838	Head	N
4	1	PART-00842	Miniature Bulb	N
5	2	PART-00841	Locking Pin	N
6	1	PART-00834	Swivel Clip	N
7	1	PART-00844	Reflector	N
8	1	PART-00840	Lens Cover	N

**Gambar 2. 7** Contoh Tampilan *Bill of Materials*  
(Cinelli et al., 2020)

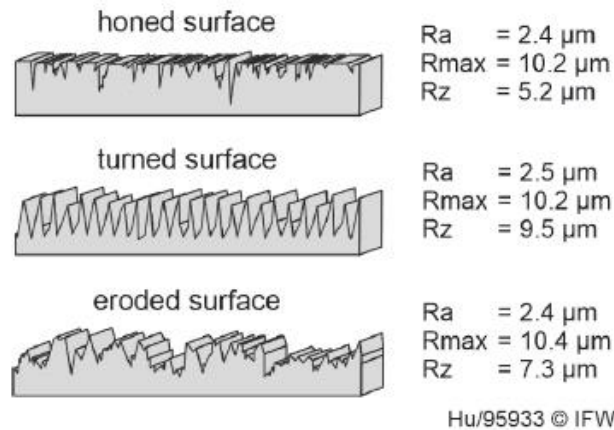
### 2.3.4 Surface Finish

*Surface finish* adalah istilah yang mengacu pada proses yang digunakan untuk mengubah permukaan logam dengan menambahkan, menghilangkan atau membentuk kembali. Tujuannya untuk melindungi logam dan meningkatkan sisi estetika. Hasilnya tergantung pada metode finishing logam. Seringkali, ada beberapa cara berbeda untuk mencapai hasil yang sama atau serupa.

**Tabel 2. 2** *Roughness Surface*  
(Denkena et al., 2021)

Roughness, N	Roughness values, Ra	
	Micrometers, $\mu\text{m}$	Micrometers, $\mu\text{m}$
N12	50	2000
N11	25	1000
N10	12.5	500
N9	6.3	250
N8	3.2	125
N7	1.6	63
N6	0.8	32
N5	0.4	16
N4	0.2	8
N3	0.1	4
N2	0.05	2
N1	0.025	1

Metode *Response Surface Method* digunakan untuk mengevaluasi efek variasi dalam parameter proses. Dimana diantaranya adalah : Kecepatan Spindel, Kedalaman Potong, Laju Gerak Makan, dan Material Benda Kerja khususnya pada proses *End-Mill*.



**Gambar 2. 8** *Roughness Parameters for Machined Surfaces*  
(Denkena et al., 2021)

### 2.3.5 Datum Features

Datum adalah bidang tepat teoretis, sumbu, atau lokasi titik yang dirujuk oleh GD&T atau toleransi dimensi. Datum dapat dianggap sebagai jangkar untuk keseluruhan bagian; dari mana fitur-fitur lain yang dirujuk. Fitur datum biasanya merupakan fitur fungsional penting yang perlu dikontrol selama pengukuran dan pemesinannya.

Semua simbol GD&T kecuali untuk toleransi bentuk (kelurusan, kerataan, lingkaran, kesejajaran, dan kesilindrisan) dapat menggunakan datum untuk membantu mengontrol geometris apa yang diperlukan pada bagian tersebut. Saat melihat GD&T, simbol datum adalah titik awal Anda di mana semua fitur lainnya direferensikan (Weper, 2019).



**Gambar 2. 9** Contoh Lambang Datum  
(Weper, 2019)

### 2.3.6 Process Notes

*Process Notes* adalah catatan tambahan yang ditujukan kepada pembaca gambar untuk dilakukan perlakuan khusus sesuai dengan notes pada tabel PMI yang tersedia. Contoh dari Process Notes adalah mengenai *finishing* dari proses manufaktur, atau pada Langkah didalam manufaktur dari produk yang akan dibuat (Weper, 2019).

## 2.4 Penelitian Terdahulu

Dalam melakukan penelitian ini penulis telah mempelajari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Berikut adalah penelitian mengenai *Model-Based Definition* yang sudah dilakukan sebelumnya oleh Tampere University of Applied Sciences

Penelitian tersebut menghasilkan format file yang bisa dibuka pada setiap software adalah STEP AP242. Dalam penggunaan PMI juga terdapat keuntungan dalam hal mengurangi kesalahan penerjemahan dari 2D Drawing dikarenakan pembacaan dan interpretasi 2D gambar dapat menyebabkan kesalahpahaman dalam komunikasi teknis. Meskipun terdapat keuntungan tetapi ada juga resiko penggunaan PMI ini yaitu ketergantungan pada system CAD, dikarenakan pada penelitian ini menggunakan CMM yang mana perangkat lunak CMM mendukung file bagian yang sesuai dengan PMI. Rilis perangkat lunak CMM yang diperbarui dapat membatasi



penggunaan file bagian dari sistem CAD tertentu, yang mengganggu transfer data PMI (Weper, 2019).

Pada penelitian ini mendapatkan sebuah kesimpulan yaitu penggunaan PMI untuk inspeksi CMM dimungkinkan di TAMK, tetapi lebih banyak persyaratan dalam hal perangkat lunak dan perangkat keras diperlukan untuk mengimplementasikan alur kerja MBD yang lengkap. MBD tidak banyak dimanfaatkan selain industri otomotif dan dirgantara. penggunaan dari Data PMI dalam proses manufaktur dan inspeksi masih terus berkembang (Quintana et al., 2010).

Selain itu juga terdapat penelitian dengan judul "Will Model-based Definition replace engineering drawings throughout the product lifecycle? A global perspective from aerospace industry." (Quintana et al., 2010). Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menganalisis alasan mengapa industri masih mengandalkan gambar teknik sepanjang siklus hidup produk dan pengamatan ketersediaan *Model-Based Definition* pada industri dalam hal ini dikhususkan pada Perusahaan Kedirgantaraan dan *Aerospace* di Kanada. Namun dalam penelitian ini dirasa masih terlalu universal dan masih meneliti mengenai kebutuhan-kebutuhan yang harus ada agar *Model-Based Definition* dapat diterapkan pada industri. Belum ada penelitian yang spesifik mengenai proses tertentu seperti proses *Forming*, *Casting*, *Turning*, atau, *Milling*.

## 2.5 Milling

Milling atau proses pemesinan frais adalah sebuah proses penyayatan atau pemotongan benda kerja atau logam dengan pemotong/pisau frais (*milling cutter*) yang bergerak berputar dan menghasilkan bentukan bidang datar.

Mesin frais merupakan salah satu mesin konvensional yang mampu mengerjakan suatu benda kerja dalam permukaan sisi datar, tegak, miring, bahkan alur roda gigi. Mesin perkakas ini mengerjakan atau menyelesaikan suatu benda kerja dengan menggunakan pisau milling (cutter) pemasangan media dikembangkan, computer processing power dan kapasitas memori terus meningkat, dan mesin-mesin NC dan CNC berangsur-angsur dirubah dari level perusahaan yang besar ke level perusahaan yang medium (menengah).

Mesin milling adalah mesin yang paling mampu melakukan banyak tugas bila dibandingkan dengan mesin perkakas yang lain. Hal ini disebabkan karena selain mampu memesin permukaan datar maupun berlekuk dengan penyelesaian dan ketelitian yang istimewa, juga berguna untuk menghaluskan atau meratakan benda kerja sesuai dengan dimensi yang dikehendaki.

Mesin frais adalah salah satu jenis mesin perkakas yang mampu melakukan berbagai macam tugas dibandingkan dengan mesin perkakas lainnya. Permukaan yang datar maupun yang belekuk, dapat diproses dengan mesin ini dengan ketelitian yang tinggi, termasuk pemotongan sudut, celah, roda gigi, dan ceruk juga dapat diproses dengan baik menggunakan mesin ini (Uski et al., 2020).



**Gambar 2. 10** Mesin Milling  
(Uski et al., 2020)

## 2.6 Parameter Pemesinan

Parameter pemesinan pada proses pemesinan Milling adalah sejumlah informasi berupa dasar-dasar perhitungan, rumus, atau table yang mendasari dilakukannya proses pemesinan pada mesin Milling. Parameter terkait diantaranya adalah Kecepatan Putaran *Tool* atau *Spindle Speed* (rpm), Kecepatan Pemakanan atau *Feed Rate* (Vf), dan kedalaman pemakanan atau *Depth of Cut* (Widarto, 2008).

a. Kecepatan Pemakanan (*Feed Rate*)

Kecepatan pemakanan dapat dinyatakan sebagai rasio gerak benda kerja terhadap gerak putar pisau frais. Penentuan kecepatan pemakanan dipertimbangkan oleh faktor kekerasan bahan, kedalaman penyayatan, sudut-sudut alat potong, ketajaman alat potong, dan kesiapan mesin yang digunakan (Widarto, 2008). Adapun rumusnya yaitu :

$$Vf = n \cdot fz \cdot z \quad (2.1)$$

Dimana : Vf = Kecepatan pemakanan (mm/menit)

Fz = Kecepatan Makan Pergigi (mm/tooth)

n = Putaran Spindle (rpm)

z = Jumlah gigi pada pahat

Kecepatan pemakanan dari beberapa penelitian untuk beberapa jenis bahan telah distandarkan dalam tabel. Berikut adalah tabel kecepatan pemakanan:

**Tabel 2. 3** Kecepatan Pemakanan dari Mesin  
(Widarto, 2008)

Material	Kecepatan Pemakanan (mm/min)				
	<i>Turning</i>		<i>Drilling</i>	<i>Milling</i>	
	<i>HSS</i>	<i>Carbide</i>	<i>HSS</i>	<i>HSS</i>	<i>Carbide</i>
Mild steel	20-30	90-135	20-30	20-35	75-130
Alumunium	150-180	335-365	30-120	150-180	335-365
Free machining brass	90-105	180-200	50-55	90-105	180-200
Other brass & bronze	60-75	150-165	35-40	60-75	150-165
Copper & phospher bronze	30-35	60-65	20	30-35	60-65
Wood & plastic	60-150	150-450	20-90	120	150-450
Unhardened stainless steel	20-35	70-120	15-25	15-30	60-115
Class 20 cast iron	35	135	30	130	30

b. Kedalaman Pemakanan (*depth of cut*)

Kedalaman pemakanan merupakan jarak permukaan yang telah dipotong dengan permukaan yang belum dipotong. Tebal pemakanan dapat dipilih berdasarkan pemilihan material benda kerja, *tool* yang digunakan, mesin, dan kecepatan potong. Semakin tinggi kecepatan pemakanan, maka *tool* yang digunakan semakin semakin kecil diameternya dan kedalaman pemakanan pada benda kerja menjadi semakin kecil pula.

c. Kecepatan Potong (*Cutting Speed*)

Kecepatan putaran spindel (*spindle speed*) ditentukan berdasarkan kecepatan potong (Rahdiyanta, 2010:8). Dalam menentukan kecepatan potong beberapa factor

yang dipertimbangkan antara lain jenis bahan yang akan dikerjakan, jenis pahat, diameter *tool*, dan hasil kehalusan permukaan yang diinginkan. Kecepatan potong ( $V_c$ ) adalah jarak yang ditempuh *tool* dalam satuan meter Ketika proses pemakanan atau pemotongan dalam satu menit. Adapun rumus kecepatan potong yaitu

$$CS = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \quad (2.2)$$

Dimana :  $CS$  = Kecepatan potong (m/menit)

$d$  = Diameter *tool* (mm)

$n$  = kecepatan spindle (rpm)

$\pi$  = 3,14

Kecepatan potong dari beberapa penelitian untuk beberapa jenis bahan telah distandarkan dalam tabel. Berikut adalah tabel kecepatan potong :

**Tabel 2. 4** Rekomendasi Kecepatan Potong Berbagai Material  
Cristiano Fragassa, 2021

<i>Materials</i>	<i>Cutting Speed</i> (m/min)	
	<i>Min</i>	<i>Max</i>
<i>MDF</i>	60	80
<i>Plywood</i>	60	80
<i>Hard Plywood</i>	60	80
<i>Chipboard</i>	60	120
<i>Softwood</i>	50	100
<i>Hardwood</i>	50	90

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

### **3.1 Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Workshop PT. Boma Bisma Indra (Persero) Divisi Mesin Peralatan Industri, Jl. Imam Bonjol No.18, Bugul Lor, Panggungrejo, Kota Pasuruan, Jawa Timur.

### **3.2 Teknik Pengumpulan Data**

Adapun teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu observasi. Observasi adalah suatu studi yang dilakukan secara terencana dan sistematis melalui pengamatan terhadap gejala-gejala spontan yang terjadi (Muthoharoh et al., 2017). Dan observasi yang dilakukan adalah observasi non-member. Maka pengumpulan data dengan observasi nonparticipant peneliti tidak terlibat dan hanya sebagai pengamat yang independent. Peneliti hanya mengamati alur penerapan MBD ketika diterapkan di industri, khususnya PT. BBI bekerja dengan lebih efisien.

Selanjutnya data akan dilakukan dengan menganalisa secara kuantitatif dengan mengamati waktu pada masing-masing proses untuk dibandingkan antara metode MBD 3D PDF dan 2D *Drawing* Konvensional. Untuk mendukung Penelitian mengenai perbandingan Penerapan *Model-Based Definition* dengan metode konvensional pada industri akan dilakukan survey kepada para pelaku proses yang ada. Pada Industri profesional saat ini bisa dimulai semua ukuran perusahaan. Sangat penting untuk menggunakan berbagai sektor ini untuk pengetahuan dan penggunaan MBD dalam rencana penerapan kedepannya, Para ahli memiliki pandangan yang berbeda tentang subjek masing-masing (Ruemler, 2016). *Feedback* dari responden sangat penting dalam membantu memahami bagaimana MBD digunakan dalam proses manufaktur.

### **3.3 Alat Dan Bahan Penelitian**

#### **3.3.1 Alat**

Peralatan yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah :

#### **1. Mesin Milling Takeda TK-US2N**



**Gambar 3. 1** Mesin Milling Takeda TK-US2N

Mesin Milling ini adalah mesin milling dengan 3 axis yang diproduksi dari negara Denmark pada tahun 1997. Berikut adalah spesifikasi dari Mesin Milling Takeda TK-US2N.

**Tabel 3. 1** Spesifikasi Milling Takeda TK-US2N

X axis	850 mm
Y axis	420 mm
Z axis	500 mm
Table length	1350 mm
Table width	520 mm
Max load on table	300 kg
Spindle taper	ISO 50
Max. spindle speed	1350 rpm
Spindle motor power	8.8 kW
Overhauled	no

## 2. Laptop Acer E5-475 G



**Gambar 3. 2** Laptop Acer Aspire E5-475G

Laptop atau *Personal Computer* sangat diperlukan dalam tahap perencanaan yang dalam hal ini adalah proses *Drawing* yang akan langsung mengarah pada proses pembuatan *MBD*. Laptop Acer Aspire E5-475G ini merupakan laptop yang sudah dibekali dapur pacu yang sudah mumpuni untuk melakukan tugas desain dan software yang memerlukan dapur pacu yang mumpuni, khususnya *solidworks ver 2020*, . Berikut adalah spesifikasi dari Laptop Acer Aspire E5-475G.

**Tabel 3. 2** Spesifikasi Acer Aspire E5-475G

<b>Processor</b>	2.50GHz Processor Intel Core i5-7200U (3M Cache, up to 3.10GHz)
<b>Memory</b>	RAM 4GB Tipe Memori DDR4 Memori Tambahan Maximum 32GB Slot Memori 2 slot
<b>Operating System</b>	Windows 10
<b>Display</b>	14 inchi (1366 x 768) piksel
<b>Graphic</b>	NVIDIA GeForce® 940MX with 2 GB of

	dedicated GDDR5 VRAM
<b>Storage</b>	1TB 2.5-inch 5400 RPM
<b>Optical Drive</b>	8X DVD-Super Multi double-layer drive
<b>Keyboard</b>	Touchpad and standard keyboard
<b>Card Reader</b>	SD Card Reader
<b>WebCam</b>	HD camera with 1280 x 720 resolution, 720p HD audio/video recording
<b>Networking</b>	Ethernet Gigabit Ethernet WiFi IEEE 802.11ac
<b>Interface</b>	HDMI , USB2.0 , USB3.0 , Bluetooth , Card Reader , Camera , Speakers , Microphon
<b>Audio</b>	Built-in digital microphone ,Two built-in stereo speakers
<b>Battery</b>	4-cell Lithium Ion (Li-Ion) 2800 mAh
<b>Power Adapter</b>	3-pin 65 W AC adapter

### 3. Pahat

Pahat yang digunakan dalam proses pemesinan milling ini adalah sebagai berikut :

#### a. *Flat Endmill Cutter*

Pahat Milling yang digunakan untuk membuat alur tembus atau bertingkat dan mengefrais rata untuk bidang yang lebarnya relatif kecil. Menurut bentuk tangkainya, pisau frais jari memiliki 3 jenis, yaitu pisau jari tangkai lurus, pisau jari tangkai bertingkat, dan pisau jari tangkai tirus.



**Gambar 3. 3** *Flat Endmill cutter*

(Sumber : <https://teknikece.com/mesin-frais/pisau-frais/jenis-pisau-frais>)

#### b. *Drillmill Cutter*

Pahat milling yang digunakan untuk membuat lubang tembus pada bidang yang akan dilakukan pemesinan milling.



**Gambar 3. 4 Drillmill Cutter**

(Sumber : <https://teknikece.com/mesin-frais/pisau-frais/jenis-pisau-frais>)

**c. Ball Endmill Cutter**

Pahat milling yang digunakan untuk membuat alur pada permukaan bidang berbentuk radius ke dalam (cekung).



**Gambar 3. 5 Ball Endmill Cutter**

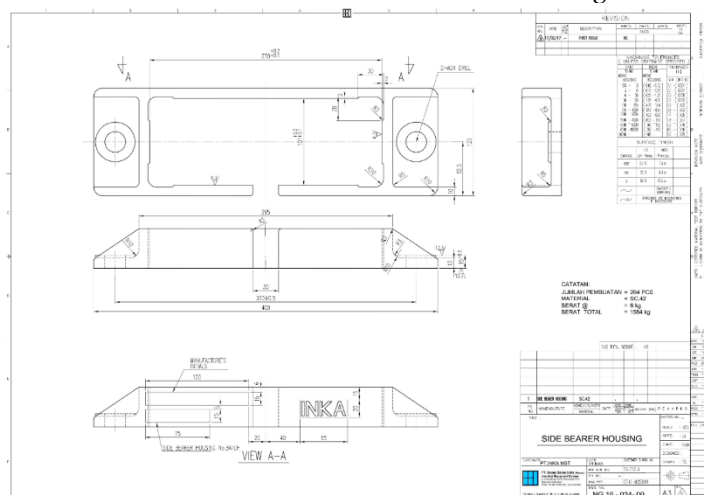
(Sumber : <https://teknikece.com/mesin-frais/pisau-frais/jenis-pisau-frais>)

**3.3.2 Bahan**

Bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah :

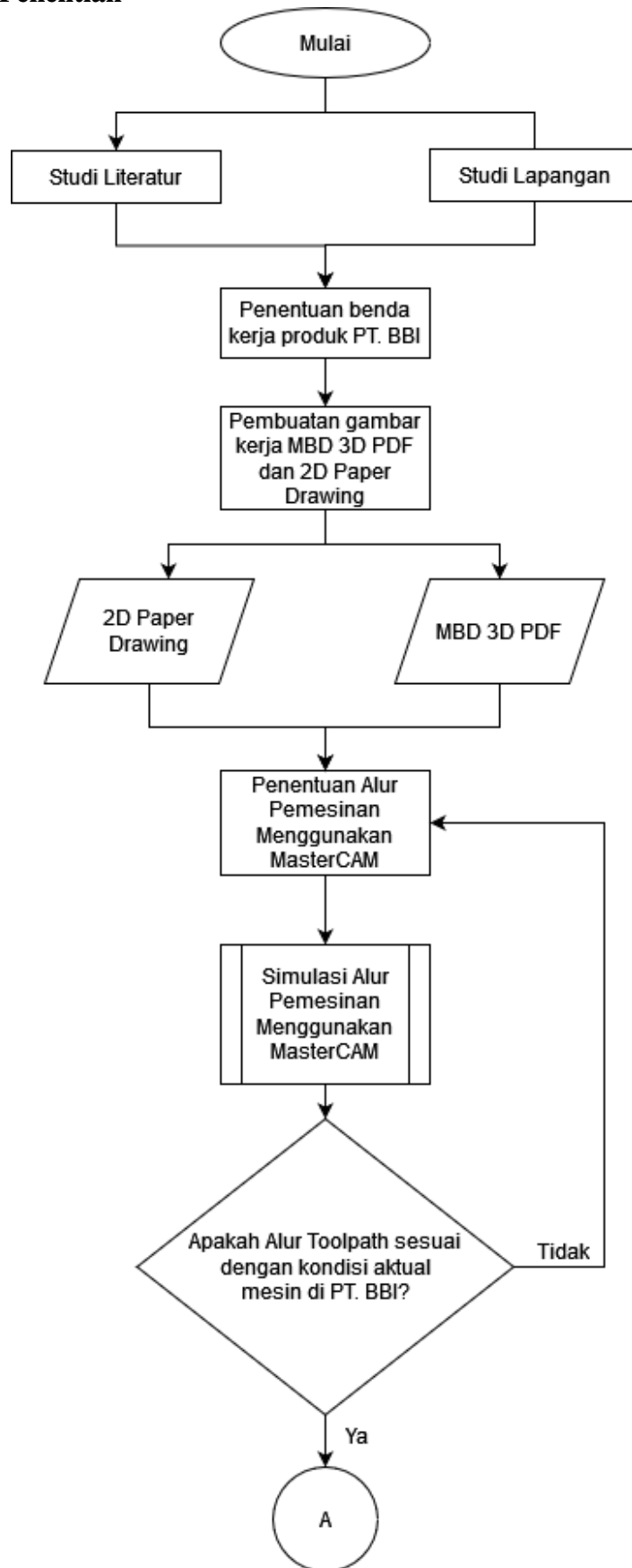
**1. Benda Kerja**

Benda kerja yang akan dihasilkan pada penelitian ini adalah *Side Bearer Housing*. *Side Bearer Housing* merupakan produk dari PT. Boma Bisma Indra yang juga merupakan order dari PT. INKA dimana *Side Bearer Housing* ini adalah bagian atau *part* dari *Boogie* yang terletak pada sistem Kereta Api. Namun pada percobaan Penerapan *Model-Based Definition* ini penulis tidak menggunakan material asli sesuai dengan *order* dari PT. INKA, namun menggunakan material lain yakni Aluminium Dural atau *Nylon Polyethylene* yang biasa digunakan dalam percobaan atau pelatihan Mesin CNC. Berikut adalah Gambar Teknik dari *Side Bearer Housing*.



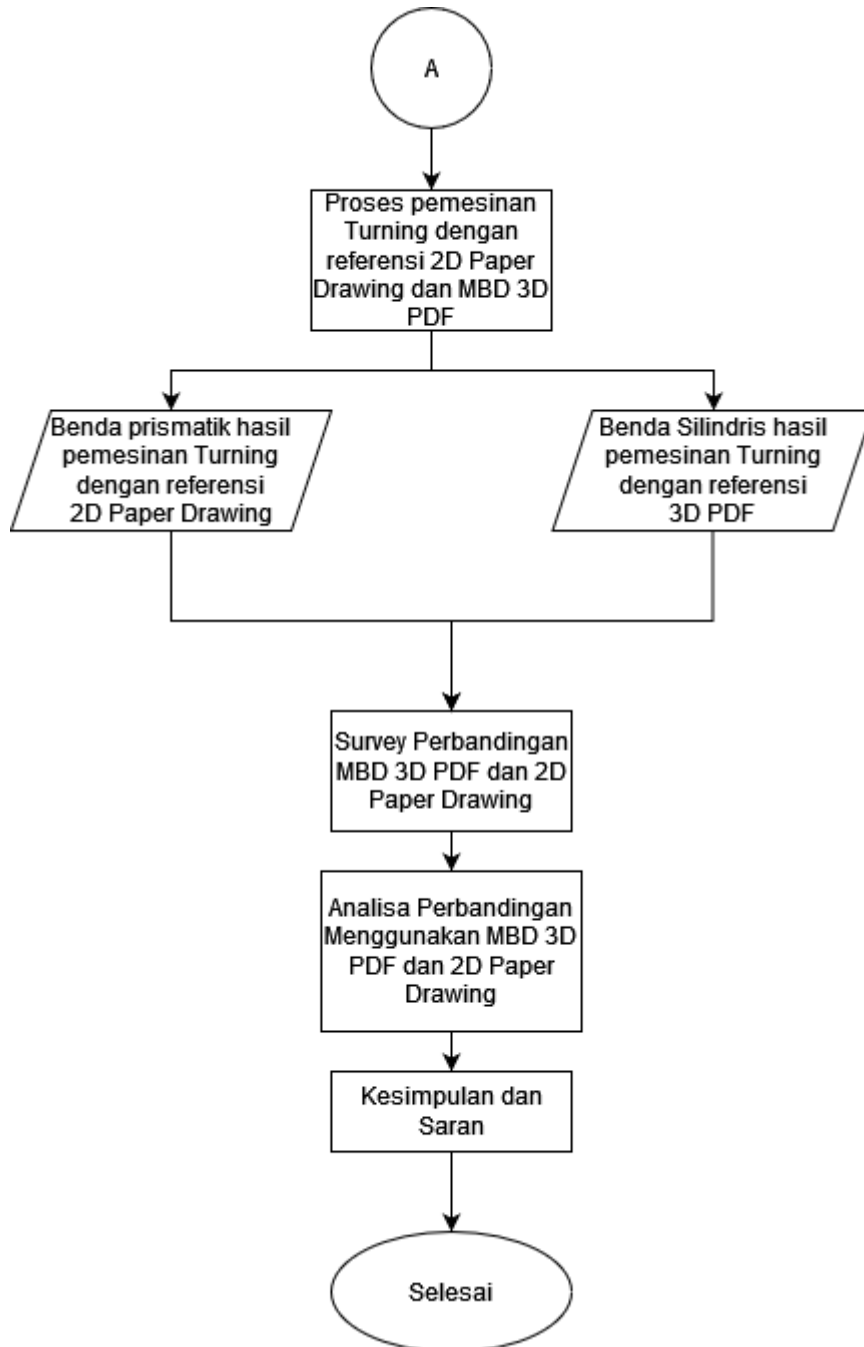
**Gambar 3. 6 Gambar Teknik Side Bearer Housing dari PT. BBI**

### 3.4 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 7 Diagram Alir Penelitian





**Gambar 3. 8** Diagram Alir Penelitian

### 3.5 Penjelasan Diagram Alir Penelitian

Diagram Alir Penelitian merupakan diagram yang menjelaskan dan menyebutkan Langkah-langkah dari penelitian yang akan dilaksanakan mulai dari awal hingga selesai. Penjelasan mengenai Langkah-langkah diagram alir dalam pelaksanaan Analisa Penerapan MBD pada proses Milling di Industri adalah sebagai berikut :

#### 1. Studi Literatur

Studi literatur adalah proses yang dilakukan dengan mempelajari buku, jurnal, atau artikel yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan, dalam hal ini *Drawing, Model-Based Definition* dan *Pemesinan Milling*.

**2. Studi Lapangan**

Studi lapangan adalah proses yang dilakukan untuk mendapatkan data aktual yang ada di lapangan dengan cara pengamatan langsung terhadap objek yang akan diteliti. Dalam hal ini penulis melakukan pengamatan terhadap workshop khususnya kondisi Mesin *Milling* di PT. BBI.

**3. Penentuan Benda Kerja Dari PT. BBI**

Tahap ini dilakukan setelah mendapatkan data aktual dari lapangan yang akan dijadikan lokasi penelitian, karena objek yang ditentukan harus relevan dengan kondisi yang ada di lapangan. Tahap ini bertujuan untuk mendapatkan benda kerja yang akan dijadikan objek penelitian. Dalam hal ini penulis akan menggunakan benda kerja yang sedang dikerjakan oleh PT. BBI dan merupakan pesanan dari PT. INKA berupa *Side Bearer Housing*.

**4. Pembuatan Gambar Kerja MBD 3D PDF dan 2D Paper Drawing**

Tahap selanjutnya setelah mendapatkan objek yang akan dilakukan pengujian adalah melakukan *Design* terhadap part atau objek yang sudah ditentukan sebelumnya. Pada tahap ini penulis menggunakan *software Solidworks*. Pada tahap *Design* yang sudah dibuat menjadi gambar kertas 2D dan MBD 3D PDF.

**5. Penentuan Alur Pemesinan Menggunakan Mastercam**

Setelah *solid model* selesai dikerjakan, tahap selanjutnya adalah menentukan Alur Pemesinan dari *solid model* yang telah dibuat. Untuk melakukan penentuan alur pemesinan atau *toolpath* akan dilakukan menggunakan *software Mastercam*.

**6. Simulasi Alur Pemesinan**

Tahap ini adalah tahap yang penulis gunakan untuk melihat dan mengamati apakah Alur Pemesinan yang dibuat pada tahap sebelumnya sudah realistis sesuai dengan kondisi aktual mesin, diantaranya pahat, kecepatan putar, dan dimensi sesuai kemampuan mesinnya. Apabila terdapat kesalahan atau kekurangan pada alur pemesinannya maka harus dilakukan perencanaan alur pemesinan lagi.

**7. Proses Pemesinan Milling**

Tahap ini sudah termasuk tahap uji coba pada mesin milling di PT. BBI, dimana file MBD 3D PDF dan 2D *Paper Drawing* yang sudah dibuat bisa langsung diterapkan dalam pengerjaan di mesin Milling yang ada di lapangan. Tahap ini menggunakan Mesin Milling yang ada pada PT. BBI yakni mesin *Milling Takeda TK-US2N*, Pahat tertentu yakni : *Flat Endmill*, *Drillmill*, dan *Ball Endmill*, dan Benda kerja dasar. Dalam hal ini penulis akan menggunakan material *Nylon Polyethylene* sebagai percobaan agar tidak mengganggu kerja dari PT. BBI. Hasil dari tahap ini adalah benda kerja prismatic berupa *Side Bearer Housing*.



**Gambar 3. 9** Nylon Polyethylene

(Sumber : <https://www.vanderveerplastics.com/compare-materials.html?sel1=nylon&sel2=polyethylene-ld>)

**8. Survey Perbandingan MBD 3D PDF Dan 2D Paper Drawing**

Tahap ini adalah melakukan survey perbandingan penggunaan MBD 3D PDF dan *2D Paper Drawing* mengenai pandangan subjektif tentang pembacaan gambar pada masing-masing gambar kerja, serta bagaimana penerapan MBD yang sudah dilakukan dari tahap design hingga tahap pemesinan milling kepada beberapa responden yang terikat dengan PT. BBI, seperti karyawan ataupun *stakeholder* yang lain yang berhubungan dengan proses.

**9. Analisa Perbandingan Metode MBD dan Metode PT. BBI**

Setelah benda prisma selesai dibuat langkah selanjutnya adalah menganalisa data yang didapatkan yakni perbandingan penggunaan metode MBD dan Metode yang dilaksanakan oleh PT. BBI. Berikut adalah tabel parameter Analisa perbandingan pemesinan metode MBD dan metode aktual PT. BBI.

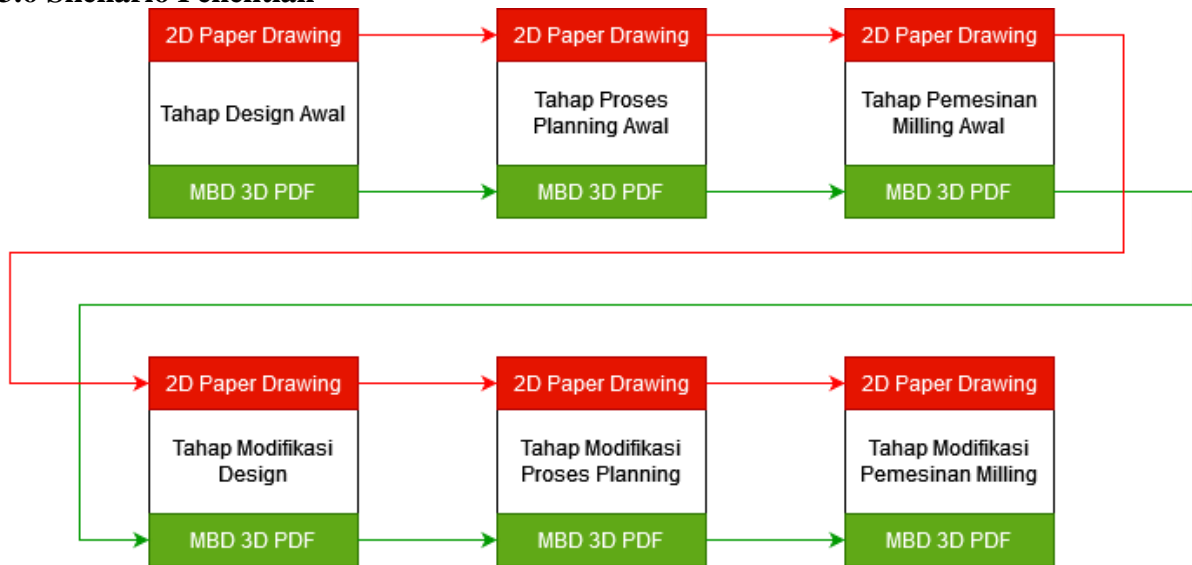
**Tabel 3. 3** Parameter Analisis Metode MBD dan Metode aktual PT. BBI

	Waktu Design	Waktu Pemahaman Gambar	Waktu Total Produksi	Keuntungan dan Kelemahan MBD	Preferensi Operator
Metode PT. BBI					
Metode MBD					

**10. Kesimpulan dan Saran**

Tahap terakhir adalah menyimpulkan penelitian yang sudah dilakukan sesuai diagram alir yang sudah direncanakan dan memberi saran untuk pengembangan penelitian di masa depan.

### 3.6 Skenario Penelitian



**Gambar 3. 10** Diagram Alir Skenario Penelitian

Pada *Skenario Penelitian* dimulai dengan Design Awal untuk 2D *Drawing* dan MBD 3 PDF, kemudian dilanjutkan dengan Membuat Proses *Planning* untuk Design 2D *Drawing* dan MBD 3D PDF. Tahap Awal diakhiri dengan Proses Pemesinan Pada Mesin Milling dengan menggunakan Gambar Kerja 2D *Drawing* dan MBD 3D PDF. Pada Tahap Awal ini dihitung berapa waktu yang dibutuhkan pada masing-masing 2D *Drawing* dan MBD 3D PDF.

Selanjutnya dibuat skenario dengan melakukan Modifikasi pada Design yang harus kembali untuk memodifikasi 2D *Drawing* dan MBD 3D PDF. Pada Proses *Planning* otomatis juga perlu dilakukan modifikasi namun pada modifikasi Proses *Planning* ini hanya membuat bagian-bagian yang mengalami modifikasi saja. Seperti tahap awal, Tahap Modifikasi ini juga dengan memodifikasi benda kerja yang sudah dikerjakan sebelumnya sesuai dengan Proses *Planning* yang sudah dibuat pada tahap proses pemesinan awal sebelumnya.

### 3.7 Jadwal Alokasi Kegiatan

**Tabel 3. 4** Jadwal Alokasi Kegiatan

No	Nama Kegiatan	Minggu ke-															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Studi Literatur	■	■														
2	Studi Lapangan		■	■	■												
3	Penetapan Design				■	■											
4	Pengerjaan Metodologi Penelitian				■	■	■										
5	Design Pada Solidworks						■	■									
6	Pembuatan Proses Planning pada Mastercam							■	■	■							
7	Pembuatan MBD 3D PDF								■	■	■						

8	Pengajuan Proposal Penelitian Pada PT. BBI																			
9	Eksperimen di mesin Milling PT. BBI																			
10	Analisa Hasil Eksperimen																			
11	Penyusunan Laporan Proyek Akhir																			

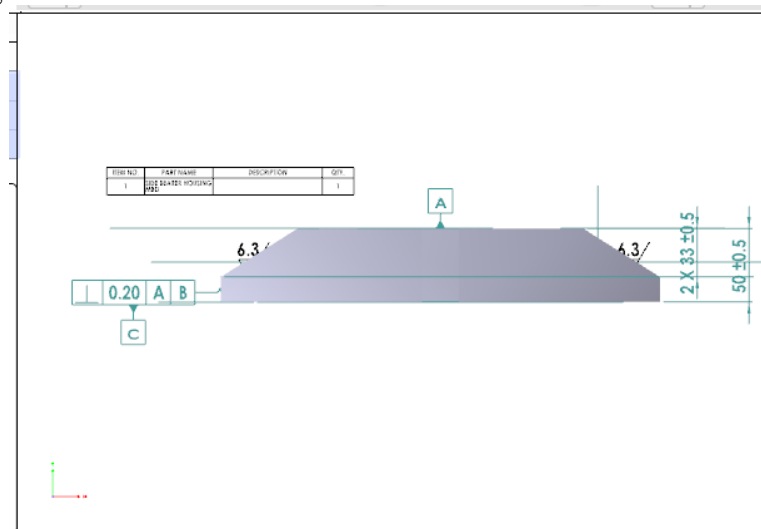
## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Model-Based Definition

Pada penelitian ini topik utama yang sekaligus dijadikan sebagai salah satu objek penelitian yang digunakan sebagai gambar referensi dalam pembuatan benda pramatik yang dibuat adalah MBD. MBD yang telah dibuat disini diwujudkan dalam bentuk format file .pdf 3D. Wujud dan konten atau isi dari MBD yang sudah dibuat adalah sebagai berikut.

#### 4.1.1 Area Utama (Primary Viewport)

Area Utama ini menampilkan tampilan 3D Model yang sudah dibuat beserta anotasi dan *Bill of Materials*. 3D Model pada area ini terhubung pada *thumbnail view* dibawah Area Utama dan juga bisa di putar sesuai gerakan pointer mouse sesuai kebutuhan pembaca gambar.



Gambar 4. 1 Area Utama MBD 3D PDF

#### 4.1.2 Area Gambar Mini (Thumbnail Viewport)

Area Gambar Mini atau *Thumbnail Viewport* ini menampilkan beberapa pandangan dari 3D Model, seperti pandangan atas, pandangan depan, pandangan kanan / kiri, pandangan isometri, hingga pandangan potongan. Pada MBD yang sudah dibuat ini menampilkan 5 unit *Thumbnail* diantaranya : Pandangan Isometri, Pandangan Atas, Pandangan Depan, Pandangan Kanan, dan Potongan.



Gambar 4. 2 Area Gambar Mini MBD 3D PDF

#### 4.1.3 Area Kepala Gambar

Area Kepala Gambar berisi informasi mengenai gambar dalam MBD 3D PDF seperti siapa pembuat gambar, material apa yang akan diwujudkan, berat dari material, dan sebagainya.

Part Name:	SIDE BEARER HOUSING	Date:	01/04/2022
Comments:		Revision:	001
		Designed By:	ROFIQ
		Material:	POLYETHYLENE
		Weight:	0.5 Kg

**Gambar 4. 3** Kepala Gambar MBD 3D PDF

#### 4.1.4 Area Persetujuan (*Approvals Area*)

Area Persetujuan atau *Approval* ini berfungsi sebagai kolom persetujuan untuk diedarkannya MBD 3D PDF nantinya sebagai sumber informasi gambar kerja untuk dilakukan pemesinan milling. Kolom *Approval* ini menyesuaikan gambar kerja kertas yang ada pada PT. BBI yaitu berisi Pembuat Gambar, Inspektor Gambar 1, dan Disetujui oleh Kepala Departemen Engineering. Namun pada tabel *Approval* MBD ini kolom tanda tangan diganti dengan kode unik yang dikeluarkan oleh masing-masing pengisi.

APPROVALS		
TITLE	NAME	APPROVAL CODE
DRAWN	MAR	0104221804001
CHECKED	ENG MANAGER	0204222809004
APPROVED	QC MANAGER	0204222731031

**Gambar 4. 4** Area Persetujuan (*Approvals Area*) MBD 3D PDF

#### 4.1.5 Catatan Umum (*General Notes*)

Catatan Umum berisi informasi umum dari gambar teknik yang dibuat dalam hal ini MBD khususnya 3D Model beserta anotasi. Catatan umum menginformasikan satuan yang digunakan dalam dimensi, toleransi yang digunakan, dan standard gambar teknik yang digunakan.

GENERAL NOTES
1. UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: 2. DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS 3. MODEL IS REQUIRED TO COMPLETE PRODUCT DEFINITION 4. FOR ALL NON-DIMENSIONED FEATURES IN THIS DOCUMENT 5. ALL DIMENSIONS OBTAINED FROM THE MODEL ARE BASIC 6. UNLESS OTHERWISE SPECIFIED 7. THE GENERAL TOLERANCE FOR ALL UNTOLERANCED 8. SURFACES = 0.2MM 9. INTERPRET DRAWING IN ACCORDANCE WITH ASME Y14.5-2009, AND ASME Y14.100-2013

**Gambar 4. 5** Catatan Umum (*General Notes*) MBD 3D PDF.

MBD 3D PDF secara utuh dapat dilihat pada <https://intip.in/MBDSBR>. Dengan cara download file didalamnya kemudian buka menggunakan *pdf reader* seperti *Adobe Acrobat* atau *Foxit Reader* dan pilih *Trust This Document Always*. MBD 3D PDF juga terdapat pada lampiran

## 4.2 Hasil Penelitian Kuantitatif

Pada penelitian ini proses manufaktur yang digunakan antara lain dimulai dari Tahap Design, Proses Planning, Dan di akhiri dengan Tahap Pemesinan. Pada masing-masing tahap

di hitung waktu pembuatannya dan dibagi menjadi 2 variasi juga, yaitu waktu membuat hingga penerapan gambar 2D kertas dan *Model-Based Definition* dalam bentuk 3D PDF. Untuk rincian waktu dan pembuatannya akan dijelaskan pada subsubbab berikut.

#### 4.2.1 Tahap Design

##### 4.2.1.1 Design Awal

Pada suatu produksi khususnya pemesinan tentunya memerlukan gambar kerja yang menjadi acuan dalam pembuatan atau pemesinannya. Pada gambar kerja harus memasukkan informasi yang jelas dan dapat dimengerti oleh operator dalam hal ini operator mesin milling.

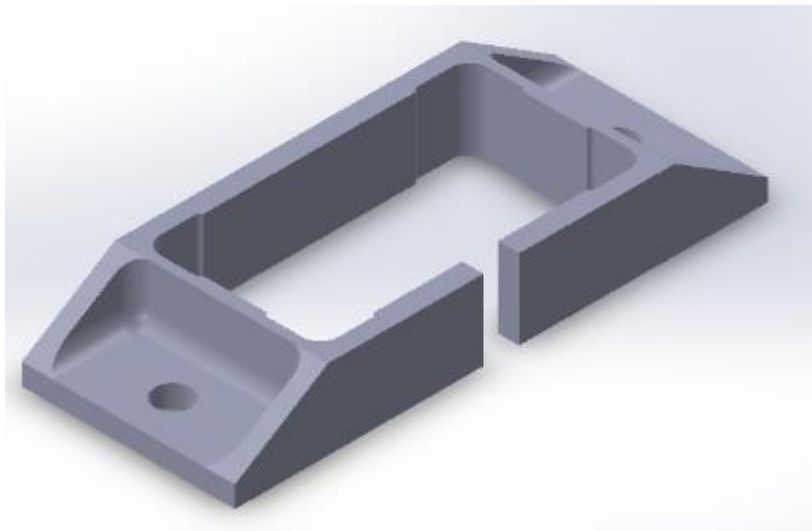
Pada penelitian ini sesuai pada bab sebelumnya benda yang di produksi adalah *Side Bearer Housing* dengan dengan dua variasi dimensi yang sedikit berbeda. Dua perbedaan ini mempunyai tujuan agar dua metode yang digunakan menjadi lebih objektif dalam alur manufakturnya.

Tahap design ini dilakukan pada software Solidworks 2020 untuk membuat model 3D untuk kemudian dilakukan *export 2D drawing* dan juga *export MBD 3D PDF*. Dimana untuk *exportnya* juga dilakukan dengan memanfaatkan fitur dari solidworks 2020 itu sendiri.

#### A. Design 2D Drawing

##### 1. Model

Dalam pembuatan design diawali dengan pembuatan 3D model. Acuan dari dari pembuatan 3D model ini adalah gambar kerja milik PT. Boma Bisma Indra.



**Gambar 4. 6** 3D model untuk 2D drawing

3D model dibuat oleh peneliti sendiri dengan membutuhkan waktu 15 menit sehingga menjadi 3D model utuh tanpa dimensi dan anotasi lainnya.

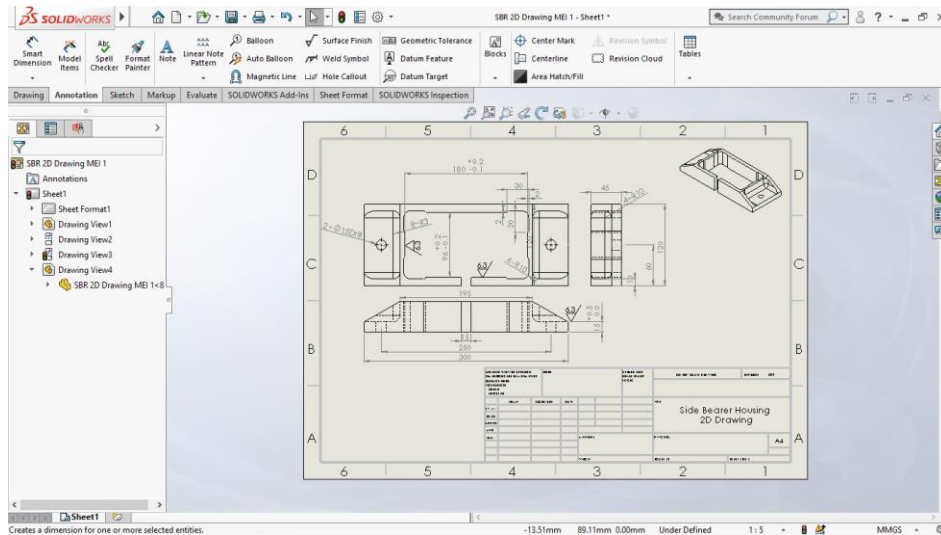
##### 2. Input Anotasi

Selanjutnya setelah 3D model selesai dibuat langkah selanjutnya adalah memasukkan informasi pendukung yang didalamnya terdapat dimensi, toleransi geometri, instruksi pemesinan (kekasaran), datum, *bill of materials*, dan *process notes* (jika ada). Gambar ini nantinya disesuaikan dengan *layout* atau etiket A4 *Landscape* dengan skala 1:2



### 3. Print Out 2D Drawing

Selanjutnya setelah 2D drawing selesai dibuat dilanjutkan dengan print dengan kertas A4 sesuai kebutuhan gambar. Total waktu dalam memasukkan informasi pendukung adalah 10 menit termasuk print.

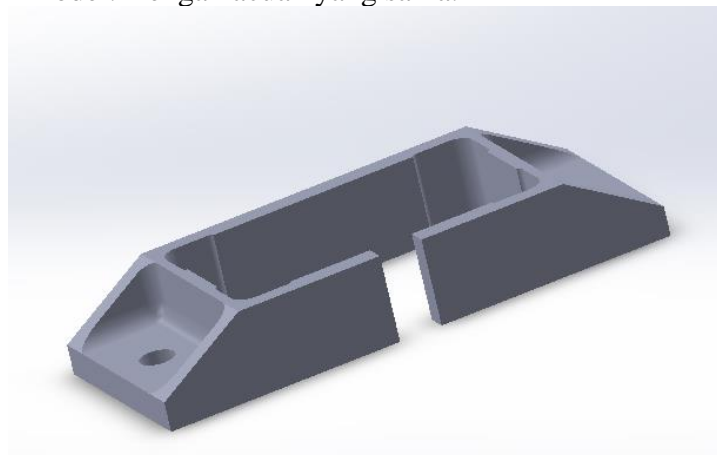


Gambar 4. 7 Input Anotasi Pada Solidwork Drawing

## B. Design Model-Based Definition

### 1. Model

Dalam pembuatan design untuk *Model-Based Definition* 3D PDF juga sama dengan untuk 2D *Drawing* yaitu diawali dengan pembuatan 3D model. Dengan acuan yang sama.



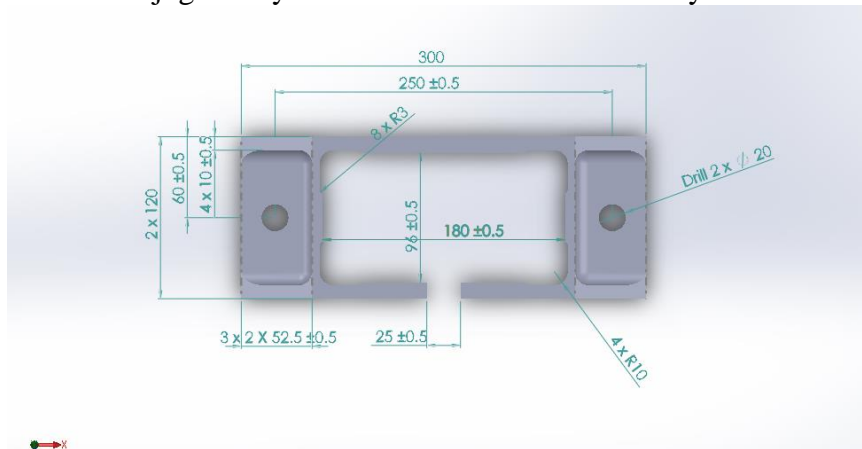
Gambar 4. 8 3D Model Untuk MBD 3D PDF

3D Model juga dibuat oleh peneliti sendiri dengan memulai dari awal dan membutuhkan waktu 15 menit sehingga menjadi 3D model utuh tanpa dimensi.

### 2. Input Anotasi

Selanjutnya setelah 3D model selesai dibuat langkah selanjutnya adalah memasukkan informasi pendukung yang didalamnya terdapat dimensi, toleransi geometri, kekasaran, datum, *bill of materials*, dan *process notes*

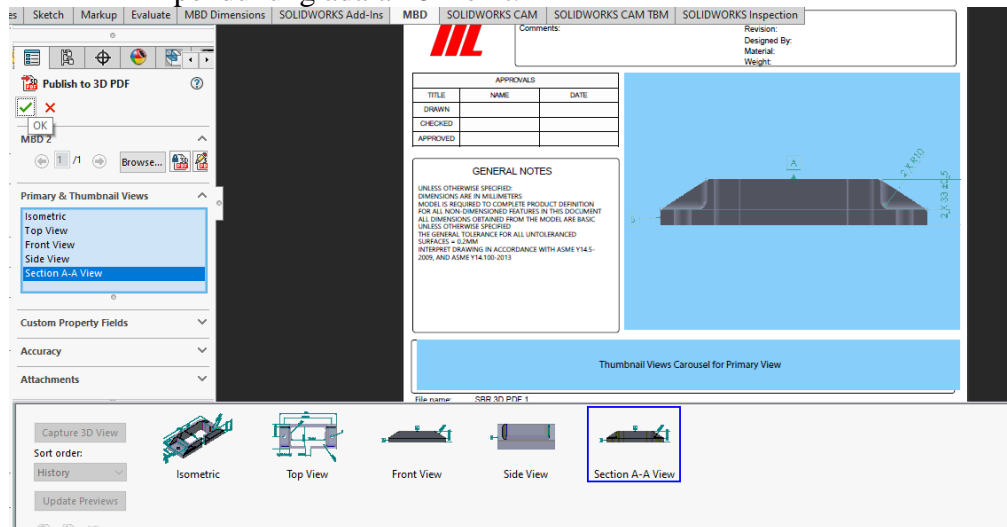
(jika ada). Namun perbedaannya disini adalah tidak menggunakan fitur *export* ke dwg tapi dengan memanfaatkan fitur *MBD Dimension* dan bisa langsung dimasukkan secara otomatis dengan menentukan 3 datum utama dan juga menyesuaikan kebutuhan informasinya.



**Gambar 4. 9** Input Anotasi Untuk MBD 3D PDF

### 3. Export Model-Based Definition 3D PDF

Selanjutnya setelah MBD selesai dibuat dilanjutkan dengan export 3D pdf sesuai kebutuhan gambar. Total waktu dalam memasukkan informasi pendukung adalah 8 menit.



**Gambar 4. 10** Proses *Publish To MBD 3D PDF*

#### 4.2.1.2 Design Modifikasi

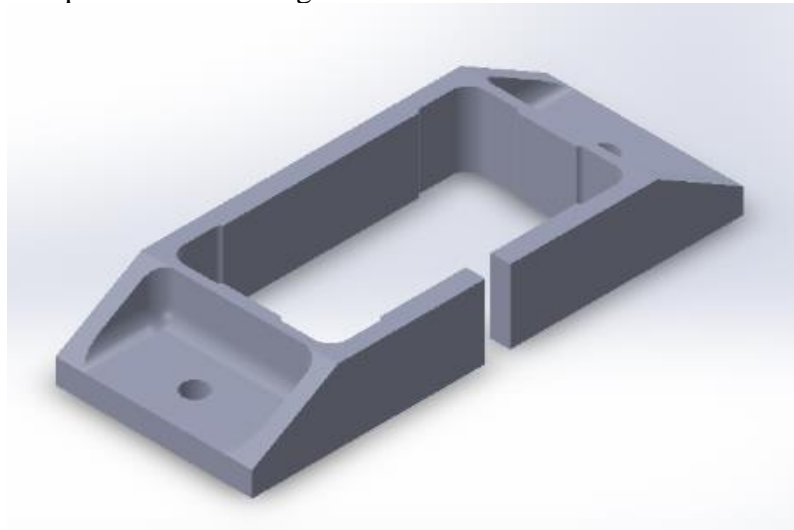
Skenario Penelitian yang dilakukan disini adalah melakukan modifikasi yang dimulai dari tahap design hingga tahap pemesinan. Berikut adalah penjelasan mengenai Modifikasi pada tahap design.

#### A. Modifikasi Design 2D Drawing

##### 1. Model

Dalam tahap modifikasi ini kita kembali pada tahap *Modelling*, dimana file 3D Model diawal tadi dilakukan perubahan pada bagian-bagian tertentu sesuai kebutuhan Modifikasi. Pada penelitian ini ditentukan 3 titik

perubahan modifikasi, yaitu : kedalaman *Pocket*, lebar *Cut* sisi depan, dan pembesaran lubang *drill*



**Gambar 4. 11** Design 3D Model untuk 2D *Drawing* yang telah dimodifikasi

Modifikasi 3D Model ini mengubah kedalaman *Pocket* menjadi 33 mm, Lebar *Cut* depan menjadi 20 mm, dan Diameter 2 *Drill* menjadi 20 mm. Tahap Modifikasi 3D Model ini memerlukan waktu 4 menit.

## 2. Input Anotasi

Selanjutnya setelah 3D model selesai dimodifikasi langkah selanjutnya masih sama yaitu memasukkan informasi pendukung atau anotasi yang didalamnya terdapat dimensi, toleransi geometri, instruksi pemesinan (kekasaran), datum, *bill of materials*, dan *process notes* (jika ada).

## 3. Print Out 2D Drawing

Selanjutnya setelah 2D drawing selesai dibuat diakhiri dengan print dengan kertas A4 sesuai kebutuhan gambar. Total waktu dalam memasukkan informasi pendukung adalah 8 menit termasuk print.

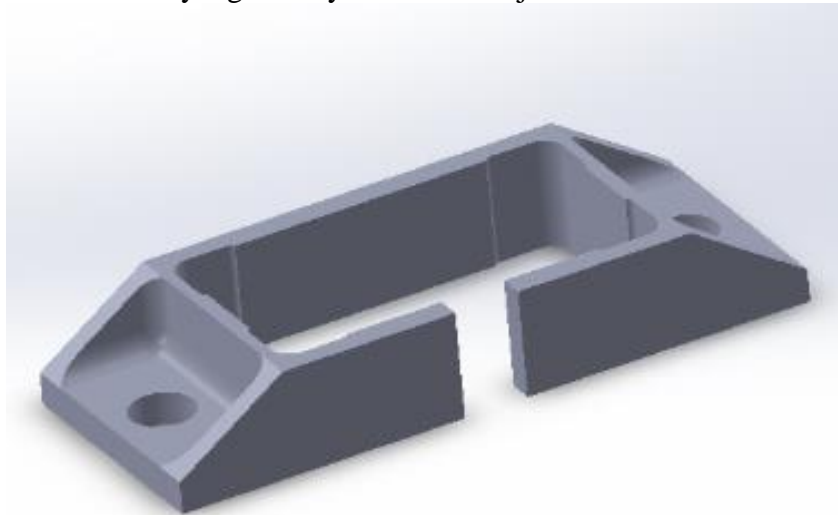


**Gambar 4. 12** PrintOut 2D *Drawing* Kertas

## B. Modifikasi Design Model-Based Definition 3D PDF

### 1. Model

Pada Modifikasi Design untuk *Model-Based Definition 3D PDF* ini juga kembali ke tahap *Modelling* guna melakukan perubahan pada bagian-bagian tertentu. Sama dengan modifikasi untuk *2D Drawing* yaitu ada 3 titik perubahan pada kedalaman *pocket* yang sebelumnya 33 mm menjadi 35 mm, lebar *cut* yang sebelumnya 25 mm menjadi 30 mm, dan diameter 2 *Drill* yang awalnya 20 mm menjadi 24 mm.



**Gambar 4. 13** 3D Model Modifikasi MBD 3D PDF

Pada tahap modifikasi design ini membutuhkan waktu 3 menit untuk memodifikasinya.

### 2. Input Anotasi

Terdapat perbedaan pada tahap ini karena 3D model yang disimpan pada tahap design awal sebelumnya sudah terdapat *MBD Dimension* yang secara otomatis berubah sehingga tidak memerlukan waktu untuk membuat anotasi lagi.

### 3. Export Model-Based Definition 3D PDF

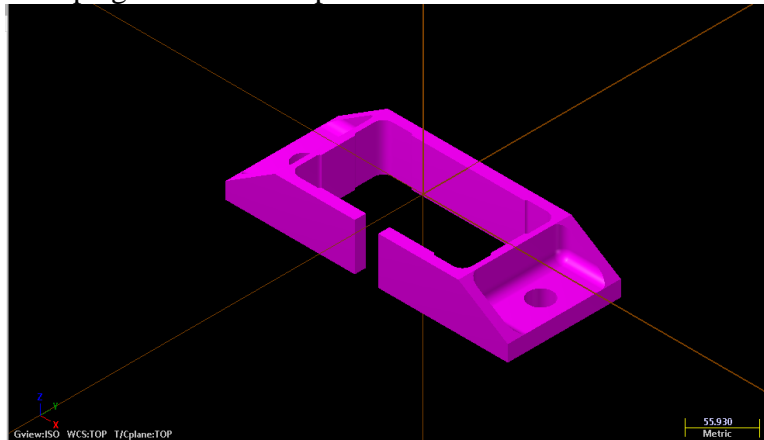
Sama dengan tahap design awal, untuk modifikasi design yang digunakan untuk membuat *Model-Based Definition 3D PDF* di akhiri dengan melakukan *export* atau *publish Model-Based Definition 3D PDF*. Tahap ini membutuhkan waktu 1 menit sehingga menjadi 3D PDF.

## 4.2.2 Proses Planning

Pada tahap ini dilakukan penentuan alur pemesinan dengan menggunakan Mastercam X5 untuk mengetahui alur pemesinan yang ideal sebelum gambar kerja, baik gambar kertas maupun 3D PDF, diserahkan ke operator mesin milling. Pada tahap ini 3D model dari solidworks masih digunakan untuk membuat alur pemesinan khususnya digunakan sebagai marking untuk pembuatan alur tool pada Mastercam X5. Pada proses planning ini juga dibuat 2 file Mastercam dengan referensi 2D Drawing Kertas dan juga *Model-Based Definition 3D PDF*.

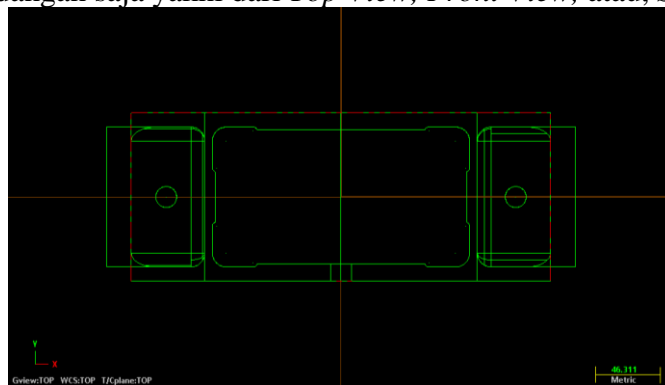
#### 4.2.2.1 Pembuatan Alur Tool Pada Mastercam X5

Untuk pembuatan alur tool, 3D model dari solidworks di *export* menjadi format .step agar bisa dibuka pada software Mastercam X5.



**Gambar 4. 14** 3D Model pada Mastercam X5

Setelah 3D model berhasil di import selanjutnya adalah pembuatan alur tool yang menggunakan fitur *curve* pada Mastercam X5. Pada proses *curving* ini di pilih satu pandangan saja yakni dari *Top View*, *Front View*, atau, *Side View* saja.



**Gambar 4. 15** *Top View* dari Desain Alur Tool

Waktu pembuatan atau design alur *tool* dari referensi 2D Drawing adalah 15 menit, sedangkan untuk design alur *tool* dari referensi *Model-Based Definition* 3D PDF adalah 14 menit.

#### 4.2.2.2 Penentuan *Toolpath*

Pada tahap penentuan *toolpath* ini juga dibuat 2 file yang berbeda dari alur tool yang sudah dibuat sebelumnya.

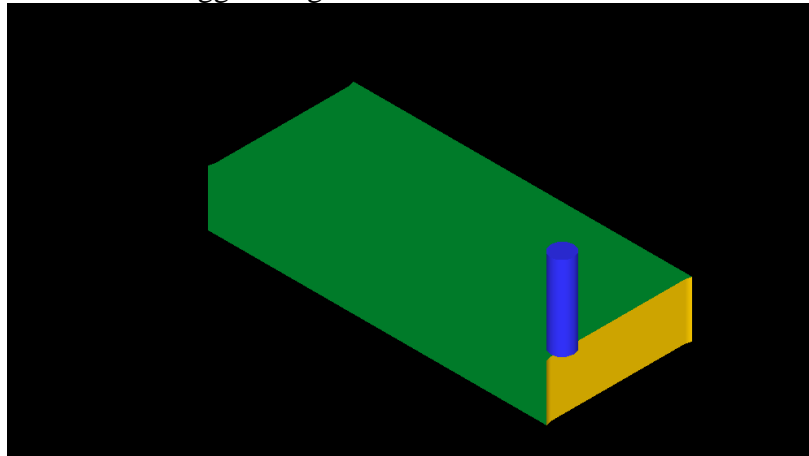
##### A. *Toolpath* Awal

Selanjutnya setelah alur *tool* selesai dibuat langkah selanjutnya adalah menentukan *toolpath* yang diawali dengan menentukan *Stock Setup* dengan menyesuaikan dimensi Panjang x Lebar x Tinggi terluar dari 3D Model hasil *export* sebelumnya, Yaitu 300 x 120 x 45 mm dari referensi 2D *Drawing* Kertas, dan 300 x 120 x 50 mm dari referensi *Model-Based Definition* 3D PDF.

##### 1. **Endmill Contour Facing Lebar 120 mm**

Proses ini direncanakan menggunakan *tool Flat Endmill* Diameter 20 mm dengan arah kompensasi *tool* berada di sisi kiri garis alur, tanpa

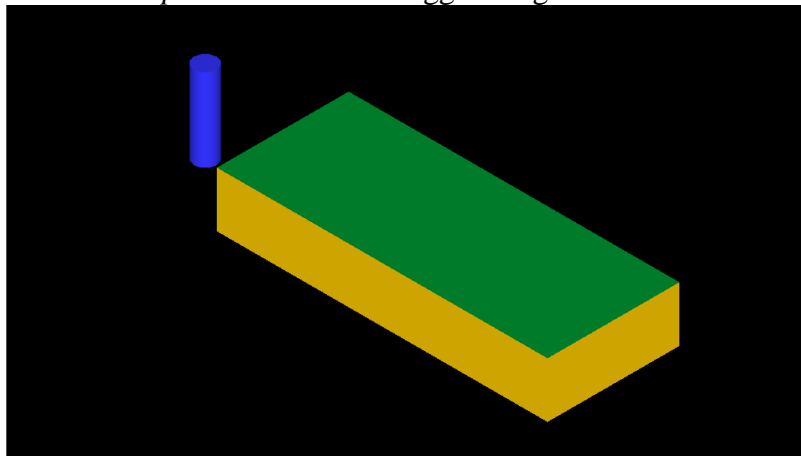
menggunakan *multipass*, dan *depth cut* karena hanya merupakan proses *Contour Facing*. Dengan menggunakan *Spindle Speed* 1500 rpm, *Cutting Speed* 94,25, *feed Rate* 120 dan *Depth Cut* 5 mm. sehingga menghasilkan waktu 5 menit 24 detik.



**Gambar 4. 16** *Contour Facing* Sisi Kanan dan Kiri pada Mastercam

## 2. **Contour Facing Sisi Depan dan Belakang**

Proses ini juga direncanakan menggunakan *tool Flat Endmill* diameter 20 mm dengan arah kompensasi *tool* berada di sisi kiri garis alur, tanpa menggunakan *multipass*, dan *depth cut*. Dengan menggunakan *Spindle Speed* 1500 rpm, *Cutting Speed* 94,25, *Feed Rate* 120 dan *Depth Cut* 5 mm. sehingga menghasilkan waktu 2 menit 16 detik.



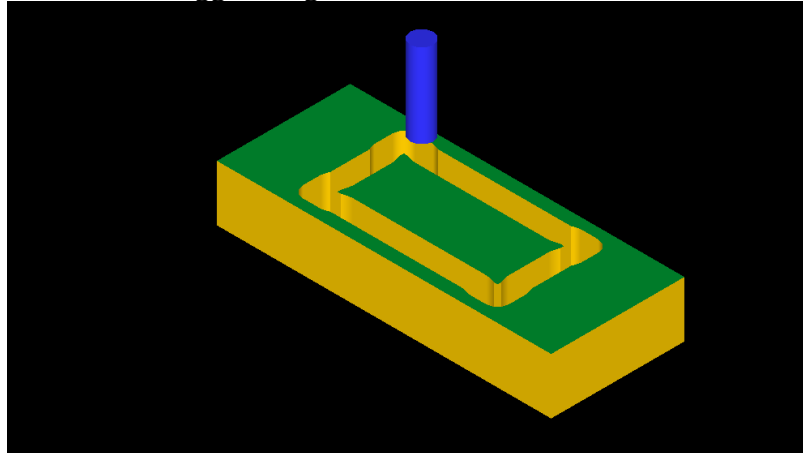
**Gambar 4. 17** *Contour Sisi Depan dan Belakang* pada Mastercam

## 3. **Contour 180 x 96 mm**

Proses ini direncanakan menggunakan *tool Flat Endmill* diameter 20 mm sesuai dengan fillet pada profil yang mempunyai R10 mm. Dengan arah kompensasi *tool* berada di sisi kiri garis alur, tanpa menggunakan *multipass*. Dengan menggunakan *Spindle Speed* 1500 rpm, *Cutting Speed* 94.25, *Feed Rate* 120 dan *Depth Cut* 5 mm. sehingga menghasilkan waktu 4 menit 3 detik.

## 4. **Contour 184x100 Fillet R 10**

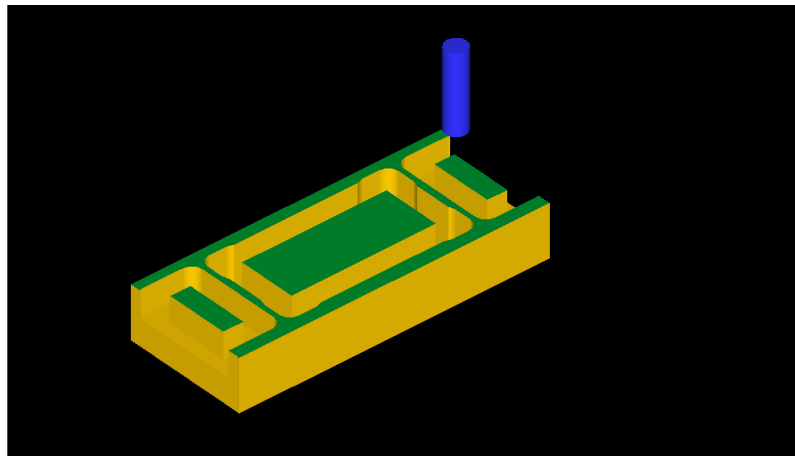
Proses ini direncanakan menggunakan *tool Flat Endmill* diameter 20 mm sesuai dengan fillet pada profil yang mempunyai R10 mm. Dengan arah kompensasi *tool* berada di sisi kiri garis alur, tanpa menggunakan *multipass*. Dengan menggunakan *Spindle Speed* 1500 rpm, *Cutting Speed* 94.25, *Feed Rate* 120 dan *Depth Cut* 5 mm. sehingga menghasilkan waktu 4 menit 13 detik.



**Gambar 4. 18** *Contour 184x96 mm + Fillet R10* pada Mastercam

**5. Contour 100x52.5 mm Kanan dan Kiri sisa 25 mm**

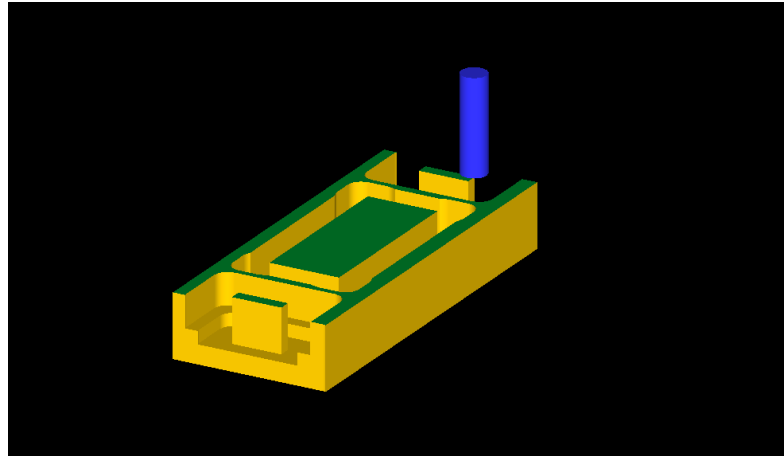
Proses ini direncanakan menggunakan *Tool Flat Endmill* Diameter 20 mm sesuai dengan kebutuhan fillet R10 pada sisi kanan, kiri benda kerja. Dengan menggunakan *Spindle Speed* 1500 rpm, *Cutting Speed* 94.25, *Feed Rate* 120 dan *Depth Cut* 5 mm. sehingga menghasilkan waktu 4 menit 15 detik.



**Gambar 4. 19** *Contour Depth 25 mm Kiri dan Kanan* pada Mastercam

**6. Contour 80x42.5 mm kanan dan kiri sisa 15 mm**

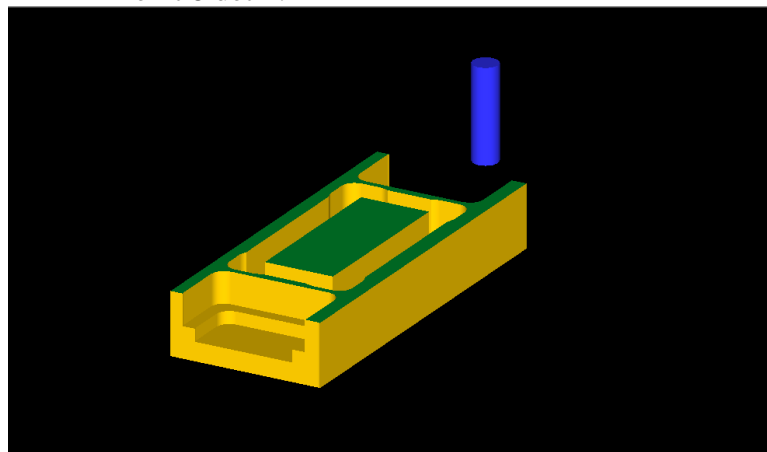
Proses ini direncanakan menggunakan *Tool Flat Endmill* Diameter 20 mm sesuai dengan kebutuhan fillet R10 pada sisi kanan, kiri benda kerja. Dengan menggunakan *Spindle Speed* 1500 rpm, *Cutting Speed* 94.25, *Feed Rate* 120 dan *Depth Cut* 5 mm. sehingga menghasilkan waktu 13 menit 15 detik.



**Gambar 4. 20** *Contour* 80 x 42.5 mm kiri dan kanan pada Mastercam

**7. Contour Multipass kanan dan kiri sisa 15 mm**

Proses ini direncanakan menggunakan *Flat Endmill* 20 mm dengan arah kompensasi *tool* berada di sisi kiri garis alur, dengan menggunakan 3 kali *multipass* jarak 10 mm, dan *depth cut* 5 mm. Dengan menggunakan *Spindle Speed* 1500 rpm, *Cutting Speed* 94,25, *Feed Rate* 120 dan *Depth Cut* 5 mm. sehingga menghasilkan waktu 3 menit 8 detik.

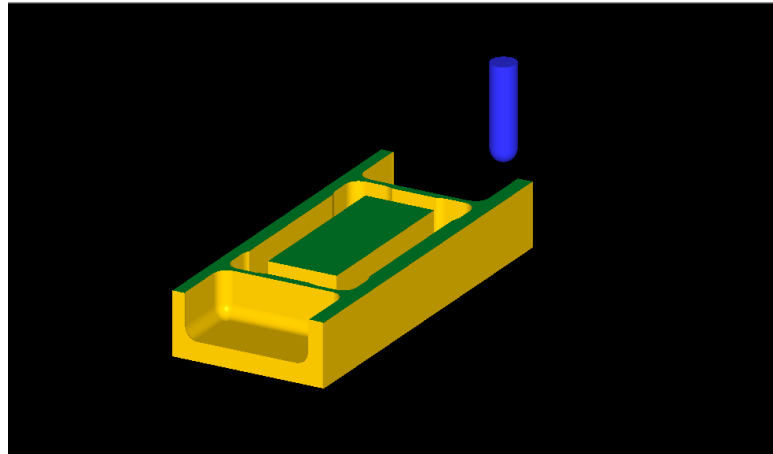


**Gambar 4. 21** *Contour Multipass* kiri dan kanan pada Mastercam

**8. Groove R 10 sisa 15 mm**

Proses ini direncanakan menggunakan *Ballmill* Diameter 20 mm sesuai dengan kebutuhan alur fillet R10 benda kerja. Dengan menggunakan *Spindle Speed* 1500 rpm, *Cutting Speed* 94.25, *Feed Rate* 120 dan *Depth Cut* 5 mm. sehingga menghasilkan waktu 4 menit 15 detik.

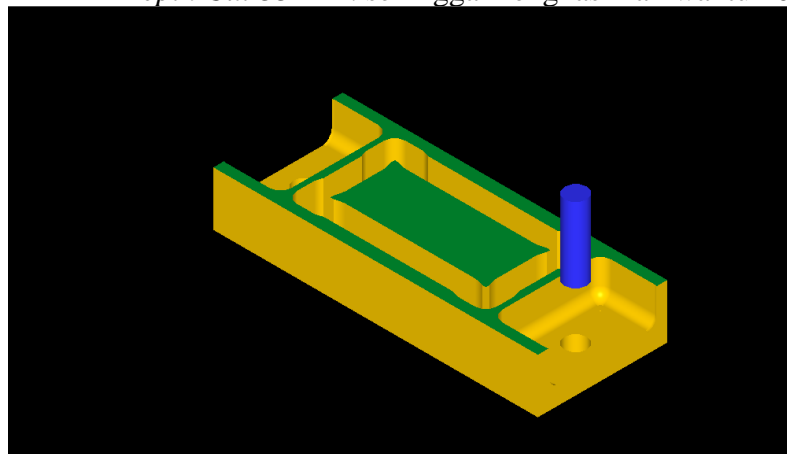




**Gambar 4. 22** *Contour Groove Fillet R10* pada Mastercam

### 9. Drilling

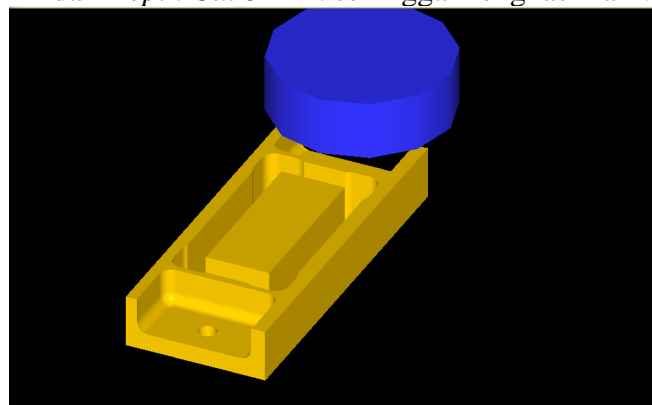
Proses ini direncanakan menggunakan *Tool Drill* Diameter 15 mm, *Spindle Speed* 1500 rpm, *Cutting Speed* 70.65, *Feed Rate* 120 dan *Depth Cut* 55 mm. sehingga menghasilkan waktu 20 detik.



**Gambar 4. 23** 2 kali *Drill* pada Mastercam

### 10. Facing 45 mm

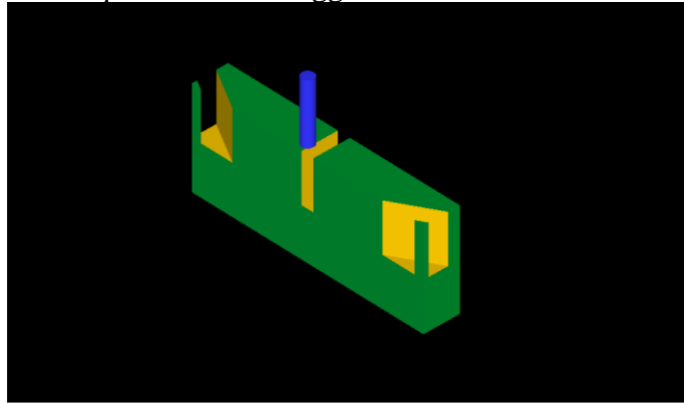
Proses ini direncanakan menggunakan *Tool Facemill* Diameter 150 mm, *Spindle Speed* 1500 rpm, *Cutting Speed* 706.5, *Feed Rate* 120 dan *Depth Cut* 5 mm. sehingga menghasilkan waktu 2 menit 49 detik.



**Gambar 4. 24** *Facemill* pada Mastercam

### 11. Contour Sisi Miring

Proses ini juga menggunakan pengecaman yang sama seperti sebelumnya namun hanya dilakukan satu kali pada sisi depan saja untuk melakukan pemotongan pada sisi depan dengan jarak 15 mm. Menggunakan *Spindle Speed* 1500 rpm, *Depth* 5 mm. *Tool Flat Endmill* Diameter 15 mm. *Cutting Speed* 94,25, *Feed Rate* 120 dan *Depth* 5 mm. sehingga memerlukan waktu 32 detik.



**Gambar 4. 25** *Contour Cut* pada Mastercam

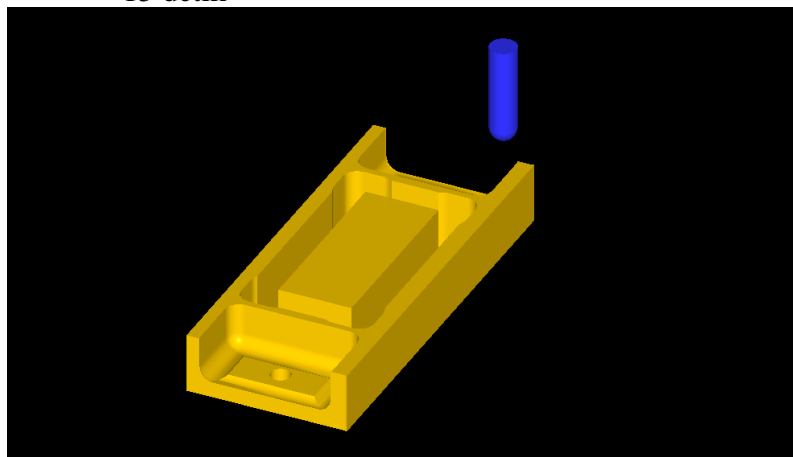
Pada tahap pembuatan *toolpath* proses *planning* ini membutuhkan waktu 96 menit untuk pembuatan *toolpath* dari gambar 2D *Drawing* maupun MBD 3D PDF.

### B. Toolpath Modifikasi

Karena Design mengalami modifikasi maka pada proses *Planning* khususnya pada penentuan *Toolpath* juga harus di modifikasi, berikut rincian modifikasi *Toolpath* pada bagian-bagian yang mengalami modifikasi.

#### 1. Contour Groove Fillet R10 Kanan dan Kiri.

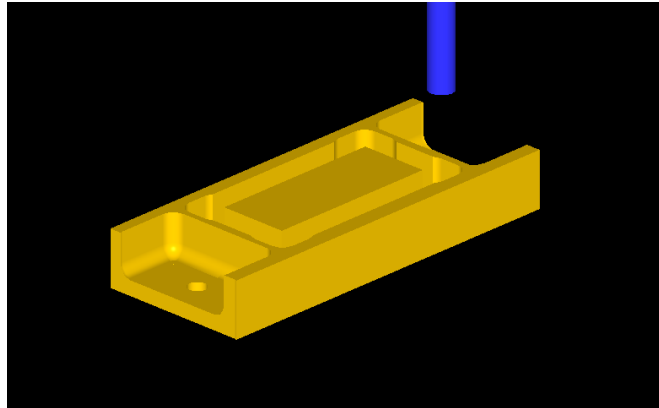
Proses ini direncanakan menggunakan *Ballmill* Diameter 20 mm sesuai dengan kebutuhan alur fillet R10 benda kerja. Dengan menggunakan *Spindle Speed* 1500 rpm, *Cutting Speed* 94.25, *Feed Rate* 120 dan *Depth Cut* 3 mm. sehingga menghasilkan waktu 4 menit 15 detik



**Gambar 4. 26** Modifikasi *Contour Groove Fillet* R10 Kanan dan Kiri

## 2. Contour Multipass Kanan dan Kiri

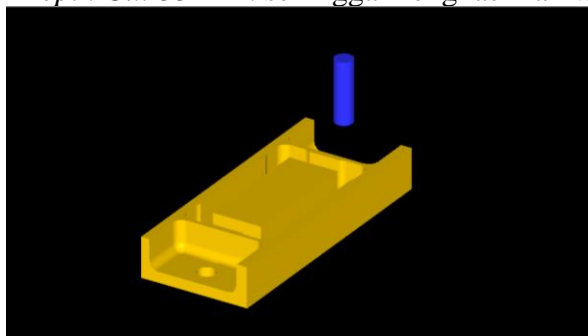
Proses ini direncanakan menggunakan *Flat Endmill* 20 mm dengan arah kompensasi *tool* berada di sisi kiri garis alur, dengan menggunakan 3 kali *multipass* jarak 10 mm, dan *depth cut* 3 mm. Dengan menggunakan *Spindle Speed* 1500 rpm, *Cutting Speed* 94,25, *Feed Rate* 120 dan *Depth Cut* 5 mm. sehingga menghasilkan waktu 3 menit 8 detik.



**Gambar 4. 27** Modifikasi *Contour Multipass* kanan dan kiri pada Mathercam

## 3. Drilling

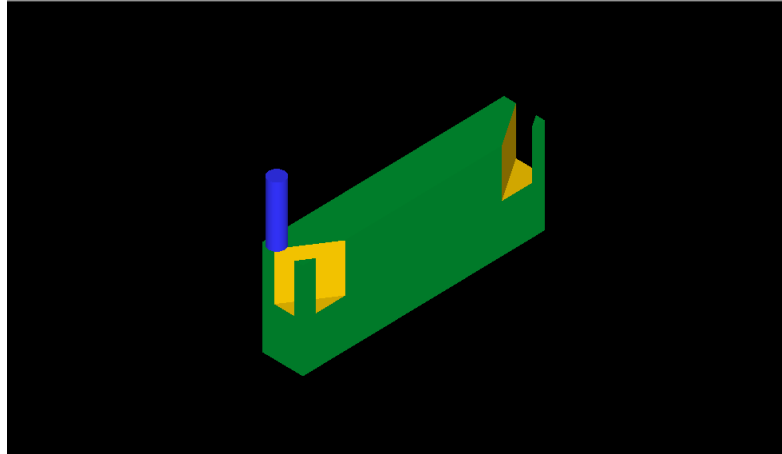
Proses ini direncanakan menggunakan *Tool Drill* Diameter 20 mm, *Spindle Speed* 1500 rpm, *Cutting Speed* 70.65, *Feed Rate* 120 dan *Depth Cut* 55 mm. sehingga menghasilkan waktu 20 detik.



**Gambar 4. 28** Modifikasi *Drill* Pada Mastercam

## 4. Contour Sisi Miring

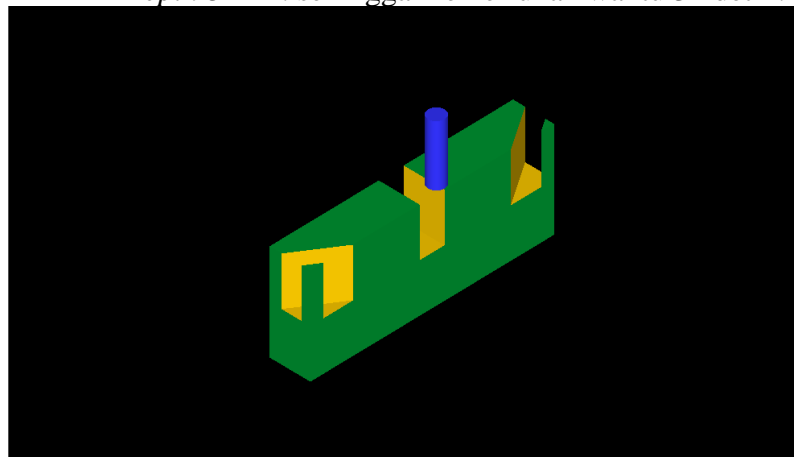
Proses ini juga menggunakan pencekaman yang sama seperti sebelumnya namun hanya dilakukan satu kali pada sisi depan saja untuk melakukan pemotongan pada sisi depan dengan jarak 15 mm. Menggunakan *Spindle Speed* 1500 rpm, *Depth* 3 mm. *Tool Flat Endmill* Diameter 15 mm. *Cutting Speed* 94,25, *Feed Rate* 120 dan *Depth* 5 mm. sehingga memerlukan waktu 32 detik.



**Gambar 4. 29** Modifikasi *Contour* Profil Miring pada Mastercam

### 5. Contour Cut

Proses ini juga menggunakan pencekaman yang sama seperti sebelumnya namun hanya dilakukan satu kali pada sisi depan saja untuk melakukan pemotongan pada sisi depan dengan jarak 15 mm. Menggunakan *Spindle Speed* 1500 rpm, *Depth* 3 mm. *Tool Flat Endmill* Diameter 15 mm. *Cutting Speed* 94,25, *Feed Rate* 120 dan *Depth* 5 mm. sehingga memerlukan waktu 32 detik.



**Gambar 4. 30** Modifikasi *Contour Cut* Pada Mastercam

Proses modifikasi *toolpath* ini memerlukan waktu 2 menit untuk membuat gambar alur *tool* dan 7 menit untuk penentuan *toolpath* baru.

#### 4.2.2.3 Rangkuman Alur Pemesinan

Dari semua proses *toolpath* diatas nantinya akan dijadikan sebagai referensi oleh operator mesin milling dalam urutan pengerjaan dan tool yang digunakan. Berikut adalah rangkuman dalam bentuk table mengenai apa saja proses *toolpath* yang ada pada tahap proses *planning*.

**Tabel 4. 1** Tabel Rangkuman Alur *Toolpath* Pada Proses *Planning* Untuk Gambar Kerja 2D *Drawing Awal*

No.	Nama Proses	Tool	Depth of Cut (mm)	Cutting speed (m/menit)	Feed Rate (mm/menit)	Spindle Speed (rpm)	Waktu Proses
1	Endmill Contour Facing Lebar 120 mm	Flat Endmill $\phi$ 20 mm	0.8	94.25	120	1500	00:05:24
2	Endmill Contour Facing Panjang 300 mm	Flat Endmill $\phi$ 20 mm	0.8	94.25	120	1500	00:02:16
3	Endmill Contour 180x96	Flat Endmill $\phi$ 20 mm	0.8	94.25	120	1500	00:04:03
4	Endmill Contour 184x100 Fillet R10	Flat Endmill $\phi$ 20 mm	0.8	94.25	120	1500	00:04:13
5	Endmill Contour Kanan dan Kiri Kedalaman 25	Flat Endmill $\phi$ 20 mm	0.8	94.25	120	1500	00:04:15
7	Endmill Contour 80 x 42.5 kanan dan kiri kedalaman 35 mm	Flat Endmill $\phi$ 20 mm	0.8	94.25	120	1500	00:13:15
8	Endmill Contour Multipass kanan dan kiri kedalaman 35 mm	Flat Endmill $\phi$ 20 mm	0.8	94.25	120	1500	00:03:08

8	Groove Fillet R 10 kedalaman 35 mm	Ballmill $\phi$ 20 mm	0.8	94.25	120	1500	00:04:15
9	Drill 15 mm Kanan dan Kiri	Drillmill $\phi$ 15 mm	0.8	70.65	120	1900	00:00:20
10	Facing Tinggi 45 mm	Facemill $\phi$ 150 mm	0.5	706.5	120	1500	00:02:49
11	Endmill Cut 15 mm	Flat Endmill $\phi$ 15 mm	0.8	70.65	120	1500	00:00:32
12	Endmill Contour sisi miring	Flat Endmill $\phi$ 20 mm	0.8	94.25	120	1500	00:01:20
<b>Total</b>							<b>00:45:50</b>

**Tabel 4. 2** Tabel Rangkuman Alur *Toolpath* Pada Proses *Planning* Untuk Gambar Kerja 2D *Drawing* Modifikasi

No.	Nama Proses	Tool	Depth of Cut (mm)	Cutting speed (m/menit)	Feed Rate (mm/menit)	Spindle Speed (rpm)	Waktu Proses
1	Groove R 10 Kedalaman 38 mm	Flat Endmill $\phi$ 20 mm	0.8	94.25	120	1500	00:04:15
2	Endmill Contour Multipass kanan dan kiri Kedalaman 38 mm	Ballmill $\phi$ 20 mm	0.8	94.25	120	1500	00:04:14
3	Drill 20 mm Kanan dan Kiri	Drillmill $\phi$ 20 mm	0.8	94.25	120	1500	00:01:14

4	Endmill Cut 20 mm	Flat Endmill ø 20 mm	0.8	94.25	120	1500	00:00:32
5	Endmill Contour sisi miring	Flat Endmill ø 20 mm	0.8	94.25	120	1500	00:02:44
<b>Total</b>							<b>00:12:59</b>

**Tabel 4. 3** Tabel Rangkuman Alur *Toolpath* Pada Proses *Planning* Untuk Gambar Kerja MBD 3D PDF Awal

No.	Nama Proses	Tool	Depth of Cut (mm)	Cutting speed (m/menit)	Feed Rate (mm/menit)	Spindle Speed (rpm)	Waktu Proses
1	Endmill Contour Facing Lebar 120 mm	Flat Endmill ø 20 mm	0.8	94.25	120	1500	00:05:24
2	Endmill Contour Facing Panjang 300 mm	Flat Endmill ø 20 mm	0.8	94.25	120	1500	00:02:16
3	Endmill Contour 180x96	Flat Endmill ø 20 mm	0.8	94.25	120	1500	00:04:03
4	Endmill Contour 184x100 Fillet R10	Flat Endmill ø 20 mm	0.8	94.25	120	1500	00:04:13
5	Endmill Contour Kanan dan Kiri Kedalaman 23	Flat Endmill ø 20 mm	0.8	94.25	120	1500	00:04:15

6	Endmill Contour 80 x 42.5 kanan dan kiri kedalaman 33 mm	Flat Endmill ø 20 mm	0.8	94.25	120	1500	00:13:15
7	Endmill Contour Multipass kanan dan kiri kedalaman 33 mm	Flat Endmill ø 20 mm	0.8	94.25	120	1500	00:03:08
8	Groove Fillet R 10 kedalaman 33 mm	Ballmill ø 20 mm	0.8	94.25	120	1500	00:04:15
9	Drill 20 mm Kanan dan Kiri	Drillmill ø 20 mm	0.8	70.65	120	1900	00:00:20
10	Endmill Cut 20 mm	Flat Endmill ø 20 mm	0.8	70.65	120	1500	00:00:32
11	Endmill Contour sisi miring	Flat Endmill ø 20 mm	0.8	94.25	120	1500	00:01:20
<b>Total</b>							<b>00:43:50</b>

**Tabel 4. 4** Tabel Rangkuman Alur *Toolpath* Pada Proses *Planning* Untuk Gambar Kerja MBD 3D PDF Modifikasi

No.	Nama Proses	Tool	Depth of Cut (mm)	Cutting speed (m/menit)	Feed Rate (mm/menit)	Spindle Speed	Waktu Proses
1	Groove R 10 Kedalaman 35 mm	Flat Endmill ø 20 mm	0.8	94.25	120	1500	00:04:15



2	Endmill Contour Multipass kanan dan kiri Kedalaman 35 mm	Ballmill ø 20 mm	0.8	94.25	120	1500	00:04:14
3	Drill 24 mm Kanan dan Kiri	Drillmill ø 24 mm	0.8	94.25	120	1500	00:01:14
4	Endmill Cut 30 mm	Flat Endmill ø 30 mm	0.8	94.25	120	1500	00:00:32
5	Endmill Contour sisi miring	Flat Endmill ø 20 mm	0.8	94.25	120	1500	00:02:44
<b>Total</b>							<b>00:12:59</b>

#### 4.2.3 Proses Pemesinan Milling

Seperti yang sudah dijelaskan pada Bab sebelumnya, proses pemesinan pada penerapan *Model-Based Definition* ini dilakukan pada workshop PT. Boma Bisma Indra (Persero) Divisi Mesin Peralatan Industri yang berlokasi di Kota Pasuruan.

Pada penerapannya ini *Model-Based Definition* dalam bentuk 3D PDF dijadikan sebagai gambar kerja yang akan digunakan sebagai referensi atau gambar kerja dalam proses pemesinannya. Gambar kertas 2D Drawing juga digunakan sebagai referensi pemesinan dan juga sebagai pembanding dengan gambar kerja dalam bentuk *Model-Based Definition* 3D PDF.

##### 4.2.3.1 Proses Pemesinan Dengan Referensi 2D Drawing

Pada proses pemesinan ini *raw material* yang digunakan seperti dijelaskan pada Bab sebelumnya adalah material Nylon Polyethylene dengan dimensi awal 330x130x50 mm. Kemudian rincian semua prosesnya dari *raw material* hingga menjadi benda jadi adalah sebagai berikut.

##### 1. Endmill Facing (Bounding Box Lebar 120 mm)

Pada proses pemesinan yang pertama dilakukan adalah *Facing* depan dan belakang dari yang awalnya *raw material* mempunyai lebar 130 mm menjadi 120 mm sudah sejajar sisi depan dan belakang dengan menggunakan proses *facing* pada sisi depan dan belakang *raw material* dengan *tool Flat Endmill* diameter 20 mm dan *spindle speed* 500 rpm. Pada tahap ini memerlukan waktu 2 menit untuk pembacaan gambar,

14 menit untuk *marking*, 7 menit untuk *setting tool*, dan 24 menit untuk proses *facing*nya.

**2. Endmill Facing (Bounding Box Panjang 300 mm)**

Kemudian proses yang kedua juga sama yaitu *roughing* untuk membuat panjang benda, dari yang awalnya 330 mm menjadi 300 mm sudah sejajar sisi kiri dan kanannya. Pada proses yang kedua ini dilakukan pemakanan pada bagian kiri dan kanan material dengan menggunakan *tool* dan *spindle speed* yang sama seperti pada proses sebelumnya. Pada tahap ini tidak dilakukan lagi pembacaan gambar, *marking*, dan *setting tool*. Tapi langsung pada *facing* yang memerlukan waktu 10 menit.

**3. Endmill Contour (180x96 mm)**

Tahap yang ketiga adalah contour untuk melubangi material berbentuk persegi panjang berfillet R10 bagian tengah dari material dengan panjang x lebar 180 x 96 mm. Proses ini menggunakan *tool* dan *spindle speed* yang sama tapi memerlukan *setting* penempatan benda kerja dengan pencekaman yang berbeda juga. Proses ini memerlukan waktu 3 menit 35 detik untuk pembacaan gambar, 39 menit untuk *marking*, 7 menit untuk *setting* pencekaman benda kerja, dan 37 menit untuk proses pemesinan contournya.



**Gambar 4. 31** *Contour* Persegi Panjang Berfillet R10 180x96 mm Pada Pemesinan Milling Dengan 2D *Drawing* sebagai Gambar Kerja

**4. Endmill Contour (184x100 mm)**

Tahap ini adalah pembuatan Fillet dengan R10 dan dengan pemakanan 2 x 2 mm pada 4 sudut contour yang sudah dibuat pada proses sebelumnya. Pada proses ini juga masih digunakan *tool* dan *spindle speed* yang sama dan tidak diperlukan *setting* material lagi. Pada proses ini memerlukan waktu 44 menit untuk proses pemesinannya.



**Gambar 4. 32** *Contour* menuju 184x100 mm Pada Pemesinan Milling Dengan 2D *Drawing* sebagai Gambar Kerja

**5. Endmill Contour (Kanan Kiri Kedalaman 25 mm)**

Tahap ini adalah pemakanan bagian kiri dan kanan dari material dengan dimensi 52.5 x 100 mm dengan kedalaman 25 mm. Proses ini menggunakan *tool Flat Endmill Dia 20 mm* dan *spindle speed 500 rpm* sehingga memerlukan waktu 10 menit untuk pemesinannya. Tahap ini memerlukan 12 menit untuk pembacaan gambar dan 13 menit untuk *marking* pada bagian kiri dan kanan material.



**Gambar 4. 33** *Endmill* bagian kiri kedalaman 25 mm benda kerja Pada Pemesinan Milling Dengan 2D *Drawing* sebagai Gambar Kerja

**6. Endmill Contour (80 x 42.5 mm Kanan Kiri Kedalaman 35 mm)**

Proses ini adalah tahap pemakanan mengikuti alur pada sisi kanan dan kiri. Dengan menggunakan *spindle speed 500 rpm* dan *depth of cut 35 mm*. Tahap ini memerlukan waktu 8 menit untuk pemesinannya.

**7. Endmill Contour (80 x 42.5 Multipass Kanan Kiri kedalaman 35 mm)**

Selanjutnya disini adalah proses pemakanan sisa bagian kiri dan kanan yang belum termakan pada proses sebelumnya. Dengan menggunakan

*tool* dan *spindle speed* yang sama proses ini memerlukan waktu 40 menit.



**Gambar 4. 34** *Endmill Contour Multipass* kedalaman 35 mm pada kanan dan kiri benda kerja dengan *2D Drawing* sebagai Gambar Kerja.

#### **8. Endmill Contour (Fillet R10)**

Tahap ini adalah pembuatan fillet dengan R 10 pada bagian kiri dan kanan benda kerja. Dengan menggunakan *Ballmill 20*, *Spindle Speed* 500 rpm. Proses ini memerlukan waktu 2 menit untuk mengganti *tool* dan 5 menit untuk pemesinannya.



**Gambar 4. 35** *Contour Fillet R10* Pada Pemesinan Milling Dengan *2D Drawing* sebagai Gambar Kerja

#### **9. Drill Diameter 15 x 2**

Tahap ini adalah pembuatan lubang dengan diameter 15 mm. Tahap ini menggunakan proses *drilling* sehingga menggunakan *tool Drill* Diameter 15 mm. Tahap ini memerlukan waktu 2 menit untuk pembacaan gambar, 15 menit untuk *marking*, 33 menit untuk *setting tool*, dan 15 menit untuk proses *drill* pada kedua sisi benda kerja.



**Gambar 4. 36** Proses *Drilling* Pada Pemesinan Milling Dengan 2D Drawing sebagai Gambar Kerja

**10. Face Milling 45 mm**

Tahap ini adalah pemakanan sisi bawah benda kerja yang awalnya 50 mm menjadi 45 mm. Proses ini menggunakan *tool Facemill* diameter 150mm, *Spindle Speed* 500 rpm. Memerlukan waktu 12 menit untuk mengganti *tool* dan 6 menit untuk *machiningnya*.



**Gambar 4. 37** Proses *Facing* dengan 2D *Drawing* sebagai gambar kerja

**11. Endmill Contour Sisi Miring**

Tahap ini adalah pemakanan sisi miring pada kiri dan kanan dari benda kerja. Tahap ini menggunakan sisi axis *tool* vertikal milling, dengan mengubah pencekaman benda kerja menjadi rotasi dengan sumbu x sebesar  $90^0$ . Tahap ini menggunakan *marking* dengan referensi sisi *pocket* sebelumnya dengan kedalaman 15 mm dan sisi atas dengan tinggi 45 mm. Tahap ini membutuhkan waktu 17 menit 32 detik untuk pembacaan gambar, 14 menit untuk *marking*, 7 menit untuk *setting tool* dan memosisikan benda kerja, dan 39 menit untuk *machiningnya*

dengan menggunakan *tool Flat Endmill dia 20* dan *spindle speed 500 rpm*.



**Gambar 4. 38** Proses *marking* sisi miring Pada Pemesinan Milling Dengan 2D Drawing sebagai Gambar Kerja

#### 12. **Contour Cut 15 mm**

Tahap terakhir dalam Tahap Pemesinan ini adalah *Contour Cut* untuk memotong sisi depan dengan lebar 15 mm. Tahap ini menggunakan *Flat Endmill* Diameter 15 mm dan *Spindle Speed 500 rpm*. Tahap ini memerlukan waktu 3 menit untuk pembacaan gambar, 4 menit untuk *marking*. 4 menit untuk *setting tool*, dan 10 menit untuk *machining* nya.



**Gambar 4. 39** Proses *Marking* sebelum melakukan *Contour Cut* dengan panjang 15 mm Pada Pemesinan Milling Dengan 2D Drawing sebagai Gambar Kerja

#### 4.2.3.2 Proses Modifikasi Pemesinan Dengan Referensi 2D Drawing

Setelah benda kerja selesai dilakukan *machining* sesuai dengan *Skenario Penelitian* yang disebutkan sebelumnya tahap ini juga dilakukan modifikasi. Berikut adalah rincian modifikasi pada tahap pemesinannya.

##### 1. **Endmill R10**

Proses yang pertama dari modifikasi pada tahap pemesinan adalah pembuatan Fillet dengan R10 mm. Proses ini menggunakan *tool Ball Endmill* seperti pada pemesinan awal dan membutuhkan waktu 3 menit untuk Pemahaman Gambar, 8 menit untuk *marking*, 11 menit untuk pergantian *tool* dan 6 menit untuk pemesinan *contour* nya.

**2. Endmill Contour (Multipass Kanan dan Kiri tebal 12 mm)**

Proses selanjutnya dalam modifikasi adalah pemakanan sisi kanan dan kiri benda kerja yang awalnya mempunyai tebal 15 mm menjadi 12 mm. Dengan menggunakan *Flat Endmill 20 mm spindle speed 500 rpm*. Proses ini memerlukan waktu 3 menit untuk pemahaman gambar, 11 menit untuk *marking* 8 menit untuk *setting tool*, dan 18 menit untuk *machiningnya*.



**Gambar 4. 40** Proses Memodifikasi ketebalan Sisi kanan dan kiri benda kerja menjadi 12 mm Pada Modifikasi Pemesinan Milling Dengan 2D *Drawing* sebagai Gambar Kerja

**3. Drill Diameter 20 x 2**

Tahap modifikasi pada proses pemesinan ini langsung dilakukan pada bagian-bagian yang mengalami modifikasi saja. Yang dimulai dengan proses *Drilling* pada kedua sisinya dimana diameter lubang yang sebelumnya 15 mm menjadi 20 mm. Proses ini menggunakan *Drillmill* sebagai toolnya. Proses ini memerlukan waktu 3 menit untuk pembacaan Gambar, 8 menit untuk *marking*, 11 menit untuk *setting tool*, dan 5 menit untuk *Drillingnya*.



**Gambar 4. 41** Proses *Drilling* dengan diameter lubang 20 mm Pada Modifikasi Pemesinan Milling Dengan 2D *Drawing* sebagai Gambar Kerja

**4. Endmill Contour Sisi Miring**

Proses ini adalah memodifikasi sisi miring yang sebelumnya berdasarkan referensi ketebalan 15 mm dan 45 mm menjadi 12 mm dan 45 mm atau sudut  $32.15^{\circ}$ . Proses ini memerlukan waktu 4 menit 36 detik untuk pembacaan gambar, 8 menit untuk *marking*, 6 menit untuk *setting tool*, dan 10 menit 41 detik untuk pemesinannya.



**Gambar 4. 42** Proses Memodifikasi Sisi Miring Pada Modifikasi Pemesinan Milling Dengan 2D *Drawing* sebagai Gambar Kerja

**5. Endmill Contour Cut 20 mm**

Diakhiri dengan melakukan modifikasi sisi pematangan depan yang sebelumnya 15 mm menjadi 20 mm. Proses ini memerlukan waktu 1 menit untuk pembacaan gambar, 7 menit untuk *marking*, 6 menit untuk *setting tool*, dan 2 menit untuk pemesinannya. Proses ini menggunakan *Tool Flat Endmill Diameter 20 mm*.





**Gambar 4. 43** Posees Memodifikasi *Cut* menjadi 20 mm Pada Modifikasi Pemesinan Milling Dengan 2D Drawing sebagai Gambar Kerja

Hasil dari tahap design, proses *planning*, proses pemesinan milling, hingga modifikasi menghasilkan benda kerja sesuai design *2D Paper Drawing* hasil modifikasi.



**Gambar 4. 44** Benda Kerja Hasil Milling dengan Gambar Kertas sebagai gambar kerja

**Tabel 4. 5** Tabel Pemesinan awal dengan gambar kertas sebagai gambar kerja

No.	Nama Proses	Pembacaan Gambar	Marking	Setting Tool	Waktu Pemesinan
1	Endmill Contour Facing Lebar 120 mm	00:02:12	00:12:59	00:07:06	00:23:47
2	Endmill Contour Facing Panjang 300 mm	00:00:00	00:00:00	00:06:54	00:10:12
3	Endmill Contour 180x96	00:09:35	00:24:31	00:00:00	00:37:09

4	Endmill Contour 184x100 Fillet R10	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:43:51
5	Endmill Contour Kanan dan Kiri Kedalaman 25	00:07:22	00:13:24	00:00:00	00:10:06
6	Endmill Contour 80 x 42.5 kanan dan kiri kedalaman 35 mm	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:08:08
7	Endmill Contour Multipass kanan dan kiri kedalaman 35 mm	00:00:00	00:00:00	00:00:14	00:39:59
8	Groove Fillet R 10 kedalaman 35 mm	00:00:00	00:00:00	00:19:00	00:05:02
9	Drill 15 mm Kanan dan Kiri	00:02:06	00:15:39	00:33:02	00:14:57
10	Facing Tinggi 45 mm	00:00:00	00:00:00	00:04:14	00:06:20
11	Endmill Cut 15 mm	00:03:24	00:03:22	00:13:55	00:10:03
12	Endmill Contour sisi miring	00:12:32	00:26:29	00:07:32	00:39:12
Total		00:37:11	01:36:24	01:31:57	04:08:46

**Tabel 4. 6** Tabel Pemesinan modifikasi dengan gambar kertas sebagai gambar kerja

No.	Nama Proses	Pembacaan Gambar	Marking	Setting Tool	Waktu Pemesinan
1	Groove R 10 Kedalaman 38 mm	00:01:12	00:08:09	00:06:03	00:06:17
2	Endmill Contour Multipass kanan dan kiri Kedalaman 38 mm	00:00:00	00:00:00	00:08:19	00:17:46
3	Drill 20 mm Kanan dan Kiri	00:00:59	00:08:51	00:02:01	00:05:22
4	Endmill Cut 20 mm	00:02:00	00:01:00	00:06:48	00:02:08
5	Endmill Contour sisi miring	00:02:14	00:01:04	00:00:00	00:10:22
Total		00:06:25	00:19:04	00:23:11	00:41:55

#### 4.2.3.3 Proses Pemesinan Dengan Referensi Model-Based Definition 3D PDF

Pada proses pemesinan ini *raw material* yang digunakan seperti dijelaskan pada Bab sebelumnya adalah material Nylon Polyethylene dengan dimensi awal 330x130x50 mm. Namun Tahap ini menggunakan *Model-Based Definition 3D PDF* sebagai gambar kerja untuk dilakukan pemesinannya.



**Gambar 4. 45** Proses Pemahaman Gambar MBD 3D PDF oleh operator Mesin Milling

Rincian semua prosesnya dari *raw material* hingga menjadi benda jadi adalah sebagai berikut.

**1. Endmill Facing (Bounding Box Lebar 120 mm)**

Pemesinan yang pertama dilakukan adalah *facing* depan dan belakang material yang awalnya mempunyai lebar 130 mm menjadi 120 mm sudah sejajar sisi depan dan belakang dengan menggunakan proses contour pada sisi depan dan belakang *raw material* dengan *tool Flat Endmill* diameter 20 mm dan *spindle speed* 500 rpm. Pada tahap ini memerlukan waktu 2 menit untuk pembacaan gambar, 12 menit untuk *marking*, 7 menit detik untuk *setting tool*, dan 44 menit untuk proses *facingnya*.



**Gambar 4. 46** Proses *Contour Facing Bounding Box* menuju lebar 125 mm Pada Pemesinan Milling Dengan MBD 3D PDF Sebagai Gambar Kerja

**2. Endmill Facing (Bounding Box Panjang 300 mm)**

Proses yang kedua juga sama yaitu *facing* untuk membuat panjang benda, dari yang awalnya 330 mm menjadi 300 mm sudah sejajar sisi kiri dan kanannya. Pada proses yang kedua ini dilakukan pemakanan pada bagian kiri dan kanan material dengan menggunakan *tool* dan *spindle speed* yang sama seperti pada proses sebelumnya. Pada tahap ini tidak dilakukan lagi pembacaan gambar, *marking*, dan *setting tool*. Tapi langsung pada *facing* yang memerlukan waktu 19 menit.

**3. Endmill Contour (180x96 mm)**

Tahap ketiga adalah contour untuk melubangi material berbentuk persegi panjang berfillet R10 bagian tengah dari material dengan panjang x lebar 180 x 96 mm. Proses ini menggunakan *tool* dan *spindle speed* yang sama tapi memerlukan *setting* penempatan benda kerja dengan pencekaman yang berbeda juga. Proses ini memerlukan waktu 4 menit untuk pembacaan gambar, 26 menit 27 detik untuk *marking*, 7 menit untuk *setting* pencekaman benda kerja, dan 34 menit untuk proses pemesinannya.



**Gambar 4. 47** *Endmill Contour* Bentuk Persegi Panjang Berfillet R10 180x96 mm Pada Pemesinan Milling Dengan MBD 3D PDF Sebagai Gambar Kerja

#### 4. **Endmill Contour 184x100 mm dan Fillet R10**

Tahap ini adalah pembuatan fillet dengan R10 dan dengan pemakanan 2 x 2 mm pada 4 sudut contour yang sudah dibuat pada proses sebelumnya. Pada proses ini juga masih digunakan *tool* dan *spindle speed* yang sama dan tidak diperlukan *setting* material lagi. Pada proses ini memerlukan waktu 37 menit untuk proses pemesinannya.



**Gambar 4. 48** *Endmill Contour* menuju 184x100 mm Pada Pemesinan Milling Dengan MBD 3D PDF Sebagai Gambar Kerja

#### 5. **Endmill Contour (Kanan Kiri Kedalaman 23 mm)**

Tahap ini adalah pemakanan bagian kiri dan kanan dari material dengan dimensi 52.5 x 100 mm dengan kedalaman 23 mm. Proses ini menggunakan *tool Flat Endmill Dia 20 mm* dan *spindle speed 500 rpm*

sehingga memerlukan waktu 17 menit untuk pemesinannya. Tahap ini memerlukan 11 menit untuk pembacaan gambar dan 12 menit untuk *marking* pada bagian kiri dan kanan material.



**Gambar 4. 49** *Endmill Contour* Bagian kiri benda kerja Pada Pemesinan Milling Dengan MBD 3D PDF Sebagai Gambar Kerja

6. **Endmill Contour (Kanan Kiri 80 x 42.5 mm Kedalaman 33 mm)**  
Proses ini adalah tahap pemakanan mengikuti alur pada sisi kanan dan kiri. Dengan menggunakan *spindle speed* 500 rpm dan *depth of cut* 5 mm. Tahap ini memerlukan waktu 11 menit untuk pemesinannya.



**Gambar 4. 50** *Contour Fillet R10* Bagia Kanan Benda Kerja Pada Pemesinan Milling Dengan MBD 3D PDF Sebagai Gambar Kerja

7. **Endmill Contour (80 x 42.5 Multipass Kanan Kiri kedalaman 33 mm)**  
Selanjutnya disini adalah proses pemakanan sisa bagian kiri dan kanan yang belum termakan pada proses sebelumnya. Dengan menggunakan *tool Flat Endmill 20* dan *spindle speed* yang sama proses ini memerlukan waktu 11 menit.

**8. Endmill Contour (Fillet R10)**

Tahap ini adalah pembuatan fillet dengan R 10 pada bagian kiri dan kanan benda kerja. Dengan menggunakan *Ballmill 20*, *Spindle Speed* 500 rpm. Proses ini memerlukan waktu 2 menit untuk mengganti *tool* dan 5 menit untuk pemesinannya.

**9. Drill Diameter 20 mm x 2**

Proses ini adalah pembuatan lubang dengan diameter 20 mm. Tahap ini menggunakan proses *drilling* sehingga menggunakan *tool Drill* Diameter 20 mm. Tahap ini memerlukan waktu 1 menit untuk pembacaan gambar, 17 menit untuk *marking*, 33 menit untuk *setting tool*, dan 17 menit untuk proses *drill* pada kedua sisi benda kerja.

**10. Endmill Contour (Sisi Miring)**

Proses ini adalah pemakanan sisi miring pada kiri dan kanan dari benda kerja. Tahap ini masih menggunakan sisi axis *tool* yang sama (vertikal milling) namun dengan mengubah pencekaman benda kerja menjadi rotasi dengan sumbu x sebesar  $90^0$ . Tahap ini menggunakan *marking* dengan referensi sisi *pocket* sebelumnya dengan tebal 17 mm dan sisi atas dengan tinggi 50 mm. sehingga menghasilkan sudut  $32.15^0$ . Tahap ini membutuhkan waktu 15 menit 29 detik untuk pembacaan gambar, 26 menit untuk *marking*, 7 menit untuk *setting tool* dan pemosisian benda kerja, dan 25 menit 35 detik untuk *contour* nya dengan menggunakan *tool Flat Endmill dia 20* dan *spindle speed* 500 rpm.

**11. Endmill Contour Cut (Panjang 25 mm)**

Tahap terakhir dalam Tahap Pemesinan ini adalah *Contour Cut* untuk memotong sisi depan dengan lebar 25 mm. Tahap ini menggunakan *Flat Endmill* Diameter 25 mm dan *Spindle Speed* 500 rpm. Tahap ini memerlukan waktu 31 detik untuk pembacaan gambar, 26 menit untuk *marking*. 7 menit untuk *setting tool*, dan 25 menit untuk *machining* nya.

**4.2.3.4 Proses Modifikasi Pemesinan Dengan Referensi Model-Based Definition 3D PDF**

Setelah benda kerja selesai dilakukan *machining* dengan *Model-Based Definition* sebagai gambar kerja atau gambar referensi, sesuai dengan *Skenario Penelitian* yang disebutkan sebelumnya tahap ini juga dilakukan modifikasi. Berikut adalah rincian modifikasi pada tahap *Maching* dengan referensi *Model-Based Definition* 3D PDF.

**1. Endmill Contour (R 10)**

Proses modifikasi yang pertama adalah melakukan modifikasi kedalaman fillet yang sebelumnya 33mm menjadi 35 mm, dengan menggunakan *tool Ballmill 20*, *spindle speed* 500 rpm. Proses ini memerlukan waktu 2 menit untuk pembacaan gambar, 6 menit untuk *marking*, 11 menit untuk *setting tool*, dan 8 menit untuk pemesinannya.

**2. Endmill Contour (Multipass Tebal 15 mm)**

Proses selanjutnya dalam modifikasi adalah pemakanan sisi kanan dan kiri benda kerja yang awalnya mempunyai tebal 17 mm menjadi 15mm. Dengan menggunakan *Flat Endmill* 20 mm *spindle speed* 500 rpm. Proses ini memerlukan waktu 2 menit untuk pemahaman gambar, 11 menit untuk *marking* 7 menit untuk *setting tool*, dan 23 menit untuk *machiningnya*.

### 3. Drill Diameter 24 mm

Tahap modifikasi pada proses pemesinan ini langsung dilakukan pada bagian-bagian yang mengalami modifikasi saja. Yang dimulai dengan proses *Drilling* pada kedua sisinya dimana diameter lubang yang sebelumnya 15 mm menjadi 20 mm. Proses ini menggunakan *Drillmill* sebagai toolnya. Proses ini memerlukan waktu 3 menit untuk pembacaan Gambar, 8 menit untuk *marking*, 11 menit untuk *setting tool*, dan 5 menit untuk *Drillingnya*.

### 4. Endmill Contour Cut (Panjang 30 mm)

memodifikasi sisi pemotongan depan yang sebelumnya 25 mm menjadi 30 mm. Proses ini memerlukan waktu 2 menit untuk pembacaan gambar, 8 menit untuk *marking*, 6 menit untuk *setting tool*, dan 3 menit untuk pemesinannya. Proses ini menggunakan *Tool Flat Endmill* Diameter 20 mm dilakukan pemakanan pada sisi kanan dan kiri sebanyak 2.5 mm pada masing-masing sisi.



**Gambar 4. 51** Proses Modifikasi *Cut* menjadi 30 mm Pada Pemesinan Milling Dengan MBD 3D PDF Sebagai Gambar Kerja

### 5. Endmill Contour Sisi Miring

Melakukan modifikasi sisi miring benda kerja yang sebelumnya berdasar referensi tebal 17 mm dan 50 mm menjadi 15 mm dan 50mm. proses ini menggunakan *Flat Endmill* 20 mm, *spindle speed* 500 rpm. Memerlukan waktu 1 menit untuk *machiningnya*.



**Gambar 4. 52** Proses Modifikasi sisi Miring Pada Pemesinan Milling Dengan MBD 3D PDF Sebagai Gambar Kerja

Hasil dari tahap design, proses *planning*, proses pemesinan milling, hingga modifikasi menghasilkan benda kerja sesuai design MBD 3D PDF hasil modifikasi.



**Gambar 4. 53** Benda Kerja hasil MBD 3D PDF

**Tabel 4. 7** Tabel Pemesinan Milling Awal Menggunakan MBD 3D PDF sebagai Gambar Kerja

No	Nama Proses	Pembacaan Gambar	Marking	Setting Tool	Waktu Pemesinan
1	Endmill Contour Facing Lebar 120 mm	00:01:22	00:11:49	00:06:56	00:22:47
2	Endmill Contour Facing Panjang 300 mm	00:00:00	00:00:00	00:06:44	00:09:58
3	Endmill Contour 180x96	00:06:52	00:26:27	00:00:00	00:38:19



4	Endmill Contour 184x100 Fillet R10	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:40:01
5	Endmill Contour Kanan dan Kiri Kedalaman 23	00:07:01	00:12:14	00:00:00	00:12:16
6	Endmill Contour 80 x 42.5 kanan dan kiri kedalaman 33 mm	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:05:06
7	Endmill Contour Multipass kanan dan kiri kedalaman 33 mm	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:34:22
8	Groove Fillet R 10 kedalaman 33 mm	00:00:00	00:00:00	00:19:57	00:10:04
9	Drill 20 mm Kanan dan Kiri	00:02:06	00:16:58	00:33:24	00:17:32
10	Facing Tinggi 50 mm	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:06:49
11	Endmill Cut 20 mm	00:02:32	00:02:59	00:11:43	00:11:10
12	Endmill Contour sisi miring	00:11:11	00:26:04	00:08:35	00:39:43
Total		00:31:04	01:36:31	01:27:19	04:08:07

**Tabel 4. 8** Tabel Pemesinan Milling Modifikasi Menggunakan MBD 3D PDF Sebagai Gambar Kerja

No	Nama Proses	Pembacaan Gambar	Marking	Setting Tool	Waktu Pemesinan
1	Groove R 10 Kedalaman 35 mm	00:00:41	00:06:15	00:06:03	00:06:07
2	Endmill Contour Multipass kanan dan kiri Kedalaman 35 mm	00:00:00	00:00:00	00:07:19	00:18:56
3	Drill 24 mm Kanan dan Kiri	00:00:59	00:07:20	00:02:01	00:03:59
4	Endmill Cut 30 mm	00:00:49	00:00:49	00:06:48	00:02:41
5	Endmill Contour sisi miring	00:01:19	00:03:01	00:01:58	00:08:21
Total		00:03:48	00:17:25	00:24:09	00:40:04

#### 4.2.4 Rekap Hasil Skenario Penelitian

Seperti yang sudah dijelaskan pada bab sebelumnya bahwa pada Penelitian ini menggunakan Design Experimen dengan menghitung waktu pengerjaan yang dimulai dari Tahap Design Awal, dilanjutkan dengan proses *Planning*, dilanjutkan dengan Proses Pemesinan, untuk kemudian dibuat modifikasi yang dimulai dari Modifikasi Design, Modifikasi Proses *Planning*, dan diakhiri dengan modifikasi pada proses pemesinannya.

Berdasarkan rincian yang sudah dijelaskan pada poin subbab sebelumnya, ringkasan dari waktu pengerjaan pada masing-masing tahap adalah sebagai berikut.

**Tabel 4. 9** Rekap Hasil Skenario Penelitian

		Design (menit)		Planning (menit)		Machining (menit)		Total Waktu (menit)
2D Drawing	Awal	3D Model	15	Gambar Alur	15	Pemahaman gambar	37	609
		Anotasi	8	Perencanaan Toolpath	96	Setting Tool	92	
		Print	2			Marking	96	
						Pemesinan	248	
		<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>Total</b>	<b>111</b>	<b>Total</b>	<b>473</b>	
	Modifikasi	3D Model	4	Gambar Alur	8	Pemahaman gambar	6	144
		Anotasi	8	Perencanaan Toolpath	32	Setting Tool	23	
		Print	2			Marking	19	
					Pemesinan	42		
	<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>Total</b>	<b>90</b>		
MBD 3D PDF	Awal	3D Model	15	Gambar Alur	14	Pemahaman gambar	34	599
		Anotasi	7	Perencanaan Toolpath	96	Setting Tool	87	
		Publish 3D PDF	1			Marking	96	
						Pemesinan	249	
		<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>Total</b>	<b>110</b>	<b>Total</b>	<b>466</b>	
	Modifikasi	3D Model	3	Gambar Alur	8	Pemahaman gambar	3	129
		Anotasi	0	Perencanaan Toolpath	33	Setting Tool	24	
		Publish 3D PDF	1			Marking	17	
					Pemesinan	40		
	<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>Total</b>	<b>84</b>		

### 4.3 Hasil Penelitian Kualitatif

#### 4.3.1 Hasil Survey Perbandingan Penggunaan Gambar Kerja Pada PT. BBI

Untuk memenuhi data penerapan *Model-Based Definition* pada PT. BBI maka dilakukan survey yang ditujukan kepada karyawan dan *stakeholder* yang berhubungan dengan PT. BBI sendiri dengan poin penilaian Tingkat Kemudahan Membaca Geometri, Tingkat Kemudahan Membaca Anotasi, dan Kemungkinan Penerapan *Model-Based Definition* Pada PT. BBI, serta data tambahan yang akan dibahas pada poin subbab selanjutnya. Berikut adalah hasil survey perbandingan *2D Drawing* dan *Model-Based definition 3D PDF* pada masing-masing poin penilaian. Hasil Survey bisa dilihat pada lampiran 1-7.

##### 4.3.1.1 Tingkat Kemudahan Membaca Geometri

Poin penilaian ini diambil untuk mengetahui bagaimana karyawan PT. BBI memahami geometri atau bentuk benda yang akan dikerjakan pada proses pemesinan, serta untuk mengetahui kenyamanan secara subjektif dalam memahami geometri benda yang dikerjakan.

Pada poin ini diambil skala 1 sampai 5, dimana 1 adalah *lower point* atau sangat sulit dan 5 adalah *higher point* atau sangat mudah. Nantinya berapa pilihan yang dipilih responden di total dan dibandingkan.

**Tabel 4. 10** Tabel Perbandingan Tingkat Kemudahan Kemudaham Membaca Geometri

	Gambar Kertas	MBD 3D PDF
Responden 1	2	4
Responden 2	4	5
Responden 3	5	5
Responden 4	3	5
Responden 5	5	5
Responden 6	3	5
Responden 7	4	5
Total	26	<b>34</b>

Pada poin kemudahan membaca geometri ini didapatkan nilai untuk *Model-Based Definition* 3D PDF sebanyak 34 poin, sedangkan untuk *2D Drawing* Kertas mendapat poin 26 dari maksimal poin 35 yang diambil dari 7 responden.

Dengan ini dapat diketahui bahwasannya *Model-Based Definition* 3D PDF lebih mudah dipahami geometrinya dibandingkan *2D Drawing* Kertas.

#### 4.3.1.2 Tingkat Kemudahan Membaca Anotasi

Poin penilaian ini diambil untuk mengetahui bagaimana karyawan PT. BBI memahami anotasi atau dimensi dan toleransi yang digunakan dalam pembuatan benda yang akan dikerjakan pada proses pemesinan, serta untuk mengetahui kenyamanan secara subjektif dalam memahami anotasi benda yang dikerjakan.

Pada poin ini diambil skala 1 sampai 5, dimana 1 adalah *lower point* atau sangat sulit dan 5 adalah *higher point* atau sangat mudah. Nantinya berapa pilihan yang dipilih responden juga di total dan dibandingkan.

**Tabel 4. 11** Tabel Perbandingan Tingkat Kemudahan Kemudaham Membaca Anotasi

	Gambar Kertas	MBD 3D PDF
Responden 1	3	4
Responden 2	4	5
Responden 3	4	5
Responden 4	5	4
Responden 5	5	4
Responden 6	3	5
Responden 7	3	4
Total	27	<b>31</b>

Pada poin kemudahan membaca anotasi ini didapatkan nilai untuk *Model-Based Definition* 3D PDF sebanyak 31 poin, sedangkan untuk *2D Drawing* Kertas mendapat poin 27 dari maksimal poin 35 yang diambil dari 7 responden.

Dengan ini dapat diketahui bahwasannya *Model-Based Definition* 3D PDF lebih mudah dipahami pembacaan anotasinya dibandingkan *2D Drawing* Kertas.

#### 4.3.1.3 Probabilitas Penerapan Di PT. BBI

Poin penilaian ini diambil untuk mengetahui perbandingan kemungkinan *2D Drawing* Kertas dan *Model-Based Definition* 3D PDF untuk diterapkan pada PT. BBI secara subjektif. Dimana poin 1 adalah *lower point* atau sangat tidak mungkin dan poin 5 adalah *higher point* atau sangat mungkin.

**Tabel 4. 12** Tabel Perbandingan Probabilitas Penerapan MBD Pada PT. BBI

	Gambar Kertas	MBD 3D PDF
Responden 1	5	4
Responden 2	5	3
Responden 3	5	4
Responden 4	3	5
Responden 5	5	4
Responden 6	5	4
Responden 7	5	5
Total	<b>33</b>	29

Pada poin kemudahan probabilitas diterapkan di PT. BBI ini didapatkan nilai untuk *Model-Based Definition* 3D PDF sebanyak 33 poin, sedangkan untuk *2D Drawing* Kertas mendapat poin 29 dari maksimal poin 35 yang diambil dari 7 responden.

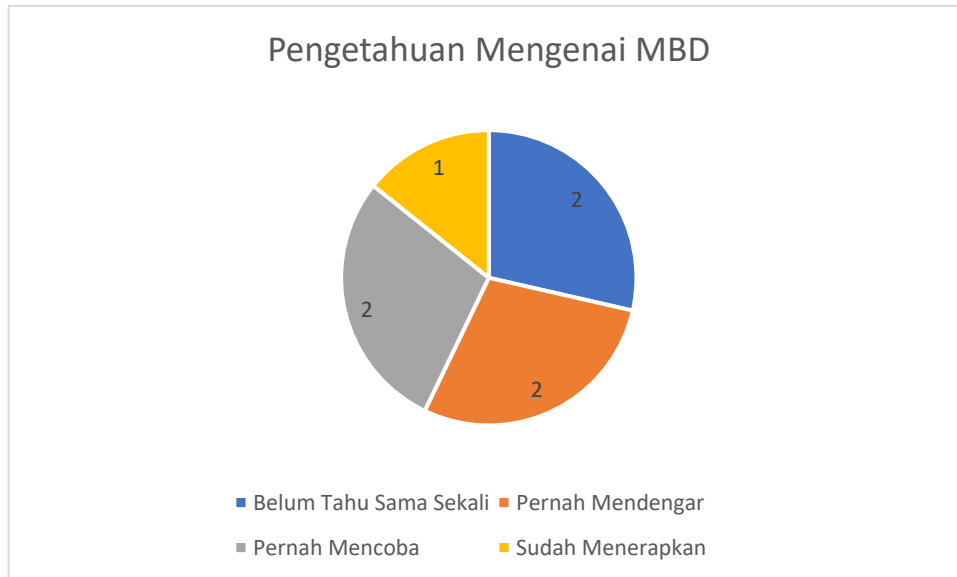
Dengan ini dapat diketahui bahwasannya *Model-Based Definition* 3D PDF masih perlu dilakukan penyesuaian dibandingkan *2D Drawing* Kertas yang sudah biasa diterapkan pada PT. BBI.

#### 4.3.2 Hasil Survey Kesiapan Penerapan Model-Based Definition Pada PT. BBI

Pada bagian kedua dari survey kualitatif ini ditujukan untuk mengetahui kesiapan penerapan *Model-Based Definition* pada PT. BBI. Poin penilaiannya diantaranya adalah Pengetahuan mengenai MBD, Keuntungan dan Kelemahan apabila MBD diterapkan, dan Master Data yang diperlukan apabila MBD diterapkan. Untuk rincian dari masing-masing poin Survey Kesiapan Penerapan *Model-Based Definition* akan dijabarkan sebagai berikut.

##### 4.3.2.1 Pengetahuan Mengenai Model-Based Definition

Pada poin survey pertama disini adalah mengenai Pengetahuan tentang MBD. Apakah responden ini belum pernah mendengar sama sekali, pernah mendengar, mencoba, atau sudah menerapkan.



**Gambar 4. 54** Diagram Lingkaram Jumlah Responden Mengenai Pengetahuan Terhadap MBD

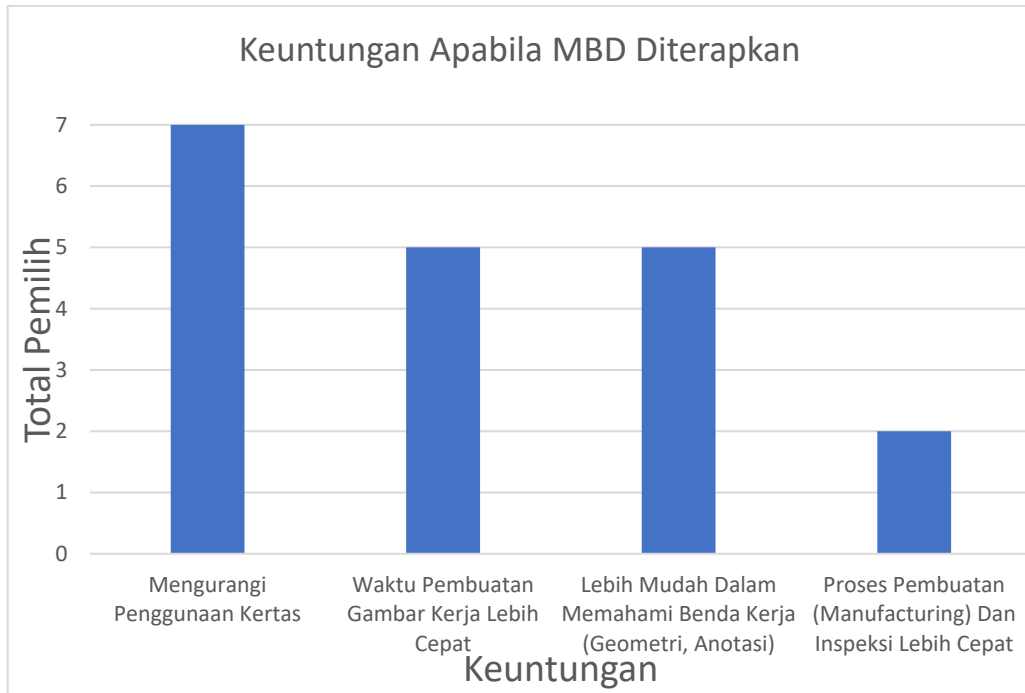
Berdasarkan diagram batang diatas terdapat 2 orang belum tahu sama sekali, 2 orang pernah mendengar, 1 orang pernah mencoba, dan 2 orang sudah menerapkan. Menerapkan disini adalah sampai pada tingkat sudah sering membuat MBD 3D PDF.

Oleh karena itu didapati bahwasannya masih banyak yang masih belum tahu sama sekali mengenai *Model-Based Definition* ini karena juga di Indonesia sendiri memang masih belum banyak yang menerapkan dan dianggap sebagai inovasi terbaru untuk kemajuan digitalisasi dimasa depan.

#### **4.3.2.2 Keuntungan Apabila Model-Based Definition Diterapkan Pada PT.**

##### **BB1**

Poin survey yang kedua disini adalah mengenai keuntungan yang nantinya apabila MBD ini diterapkan. Pada poin ini seorang responden dapat memilih lebih dari satu sesuai pandangan subjektif dari responden.



**Gambar 4.55** Diagram Batang Keuntungan Apabila MBD Diterapkan

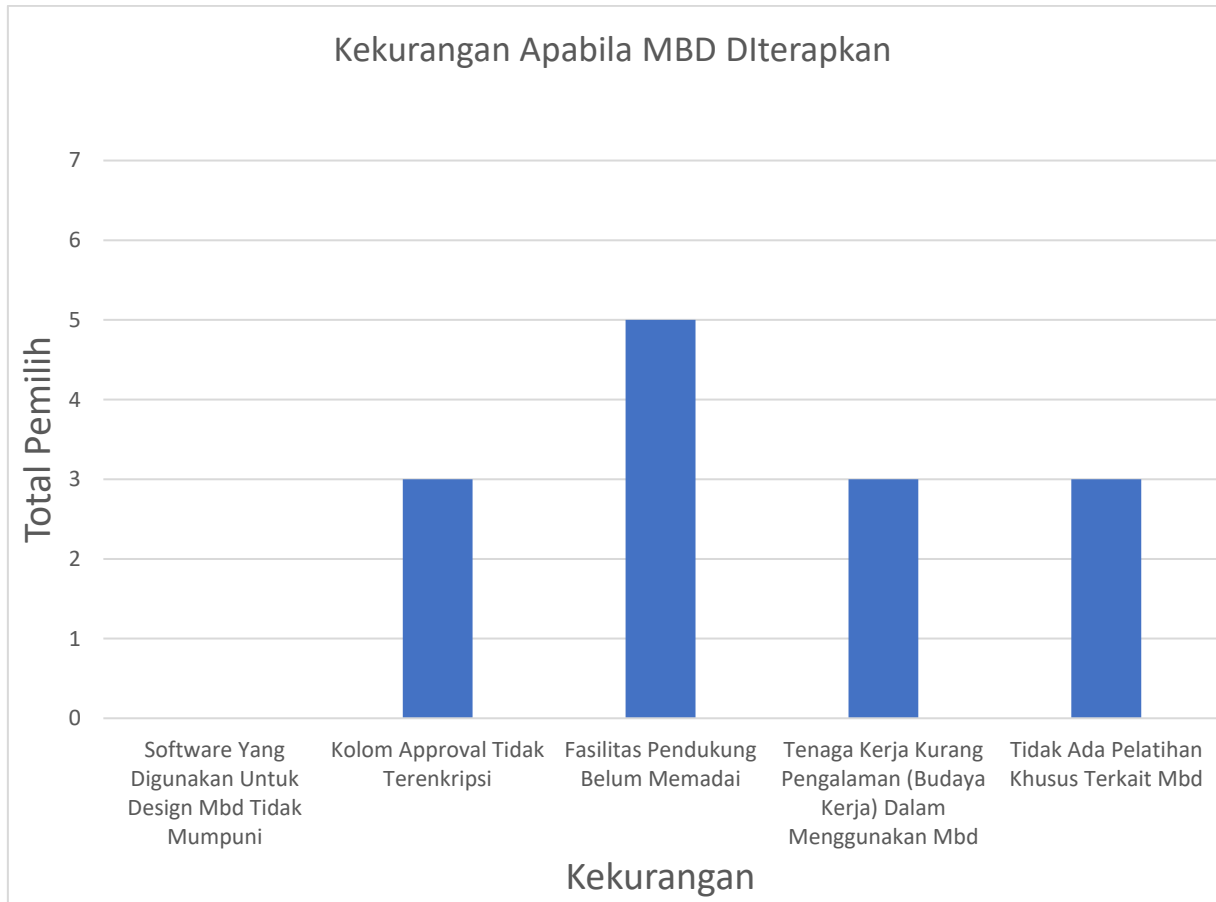
Berdasarkan diagram batang diatas didapati Keuntungan Mengurangi Penggunaan Kertas terpilih sebanyak 7 orang, Waktu Pembuatan Gambar Kerja Lebih Cepat 5 orang, Lebih Mudah dalam memahami Benda Kerja seperti Geometri dan Anotasi sebanyak 5 orang, dan Proses Pembuatan dan Inspeksi Lebih Cepat sebanyak 2 orang.

#### 4.3.2.3 Kekurangan Apabila *Model-Based Definition* Diterapkan Pada PT.

##### BBI

Poin survey yang ketiga disini adalah mengenai Kekurangan atau Kelemahan yang nantinya apabila MBD ini diterapkan. Pada poin ini seorang responden juga dapat memilih lebih dari satu sesuai pandangan subjektif dari responden.

Poin penilaian pada survey yang ketiga disini terdiri dari pertama Software Yang Digunakan Untuk Design MBD tidak mumpuni, maksudnya adalah tidak semua *software* design tidak bisa digunakan untuk membuat MBD 3D PDF. Kemudian yang kedua adalah mengenai Kolom *Approval* Tidak terenkripsi, maksudnya adalah MBD ini kurang bisa mencakup persetujuan dalam hal siapa pembuatnya, siapa yang melakukan pengecekan, dan siapa yang menyetujui. Poin penilaian yang ketiga adalah Fasilitas Pendukung Belum Memadai, maksudnya adalah apakah Fasilitas Pendukung yang ada pada PT. BBI ini sudah siap untuk era digitalisasi, seperti banyaknya monitor untuk diedarkan pada operator mesin. Poin yang keempat dan kelima masih berhubungan yaitu mengenai Budaya Kerja yang terbiasa menggunakan 2D *Drawing* kertas dan Tidak Adanya Pelatihan Khusus Terkait MBD.

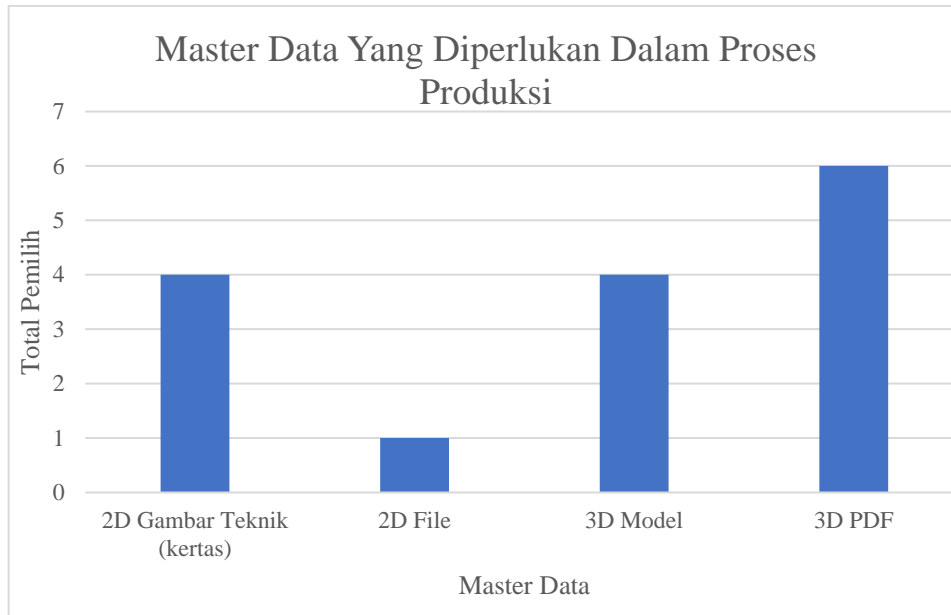


**Gambar 4. 56** Diagram Batang Kekurangan Apabila MBD Diterapkan

Berdasarkan diagram batang diatas didapati Kelemahan apabila MBD diterapkan menurut pandangan subjektif responden diantaranya 3 orang memilih Kolom *Approval* tidak terenkripsi, 4 orang memilih Fasilitas Pendukung Belum Memadai, Tenaga Kerja Kurang Pengalaman Dalam Penggunaan MBD, 3 orang memilih Tidak ada Pelatihan Khusus Terkait MBD.

#### 4.3.2.4 Master Data Yang Diperlukan Dalam Proses Produksi Apabila Model-Based Definition Diterapkan

Poin penilaian keempat pada survey kesiapan MBD ini adalah mengenai *Master data* yang diperlukan apabila MBD diterapkan berdasarakan pandangan subjektif dari responden. Pada poin penilaian ini seorang responden juga bisa memilih lebih dari satu.



**Gambar 4. 57** Diagram Batang Apabila MBD Diterapkan Dalam Proses Produksi

Berdasarkan diagram batang diatas didapati 4 orang masih memerlukan 2D *Drawing* Kertas, 1 orang memerlukan file 2D *Drawing*, 4 orang memerlukan file 3D Model, dan 6 orang memerlukan file MBD 3D PDF.

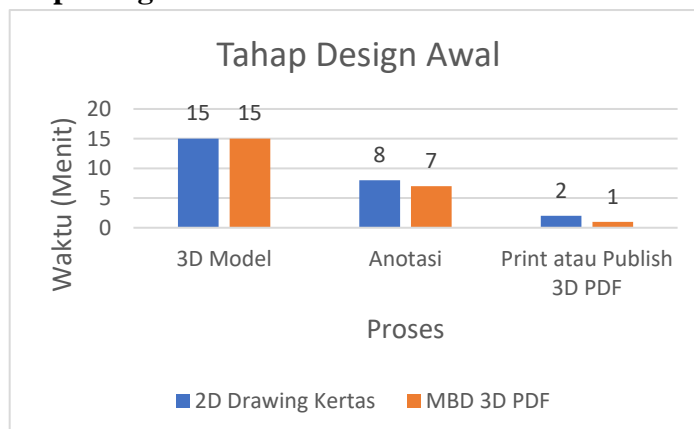
#### 4.4 Analisa Data Hasil Penelitian

Berdasarkan data yang sudah diambil dengan metode kuantitatif mengenai waktu yang digunakan pada setiap proses *Skenario Penelitian* dan juga metode kualitatif dengan menggunakan survey langkah selanjutnya dalam penelitian ini adalah melakukan Analisa berdasar data yang sudah didapatkan untuk selanjutnya dibuat kesimpulan dan saran.

##### 4.4.1 Analisa Data Hasil Penelitian Kuantitatif

Data kuantitatif disini adalah total waktu yang didapat mulai dari pembuatan design hingga tahap pemesanan. dimana waktu totalnya adalah 756 menit atau 12 jam 36 menit 2D *Drawing* dan 733 menit atau 12 jam 13 menit *Model-Based Definition* 3D PDF.

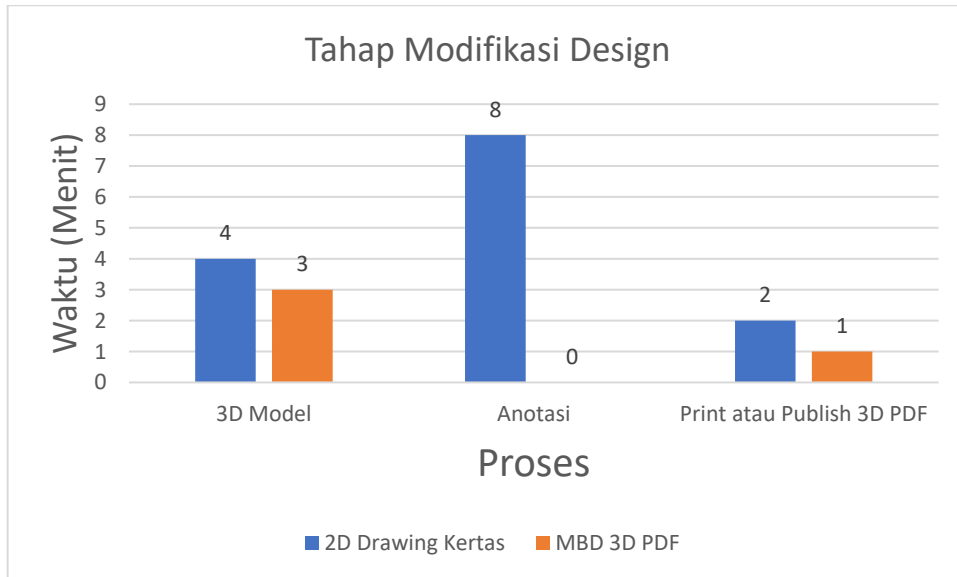
##### 1. Tahap Design



**Gambar 4. 58** Diagram Batang Perbedaan Waktu Pembuatan 2D *Drawing* dan MBD 3D PDF Awal



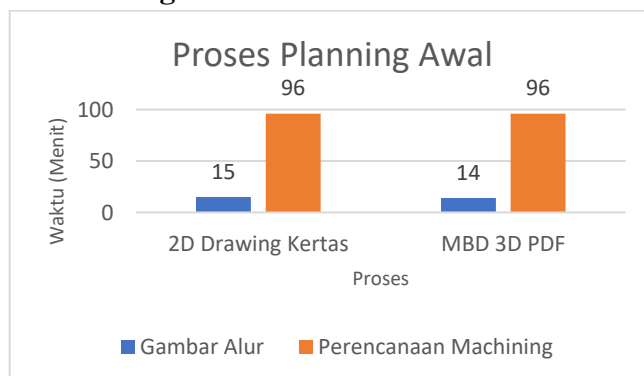
Pada Tahap design awal ini dilihat dari diagram batang diatas terdapat sedikit perbedaan pada waktu total dari pembuatannya dimana untuk 2D *Drawing* Kertas membutuhkan waktu 25 menit, sedangkan untuk MBD 3D PDF memerlukan waktu 23 menit. Perbedaan terletak pada pembuatan anotasi yang berselisih 1 menit dan pada proses print atau *publish* 3D PDF.



**Gambar 4. 59** Diagram Batang Perbedaan Waktu Pembuatan 2D *Drawing* dan MBD 3D PDF Modifikasi

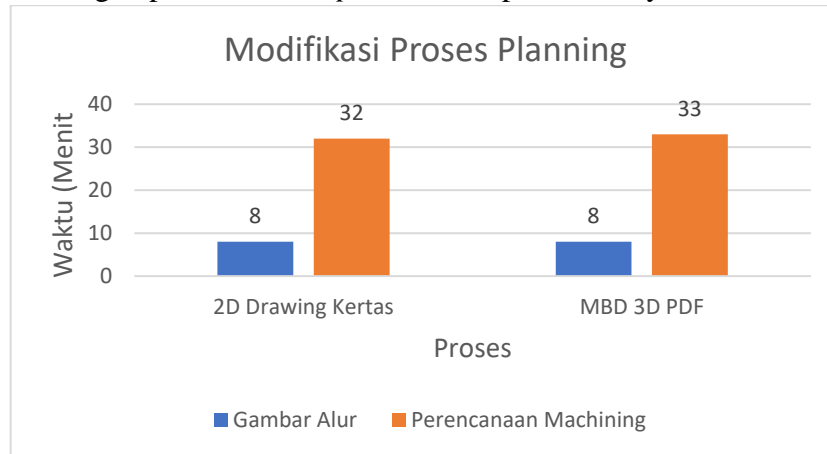
Pada Tahap Modifikasi Design ini dilihat dari diagram batang diatas terdapat perbedaan yang cukup jauh total waktu pembuatannya dimana 2D *drawing* kertas memerlukan waktu 14 menit, sedangkan pembuatan 3D PDF memerlukan waktu 4 menit saja. Perbedaan paling mencolok terlihat pada proses pembuatan anotasi dimana pembuatan anotasi untuk memodifikasi 2D *Drawing* kertas memerlukan waktu 8 menit, sedangkan untuk MBD 3D PDF anotasi seperti dimensi benda otomatis berubah mengikuti 3D Model yang dimodifikasi.

## 2. Proses Planning



**Gambar 4. 60** Diagram Batang Perbedaan Waktu Pembuatan Proses *Planning* 2D *Drawing* dan MBD 3D PDF Awal

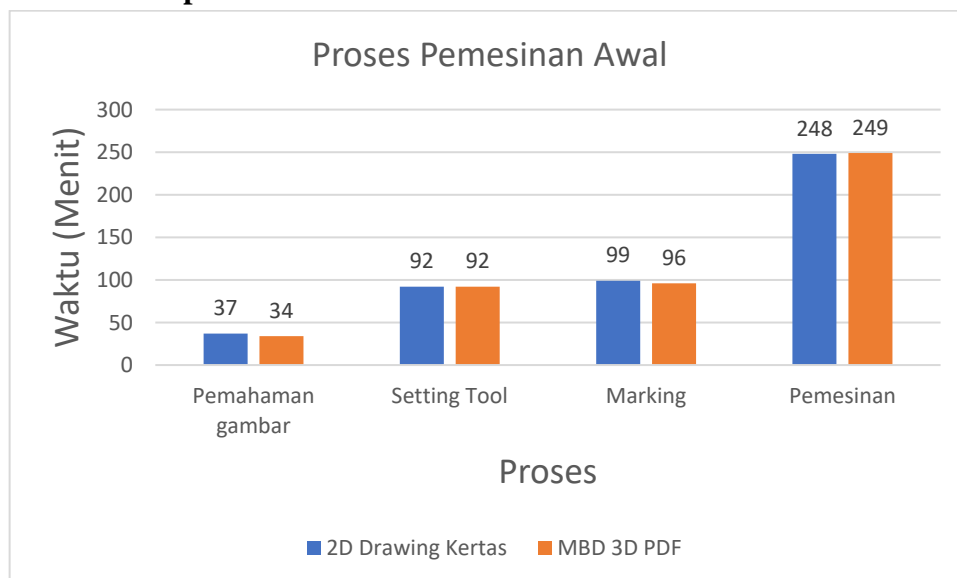
Pada tahap pembuatan proses *planning* awal ini dilihat dari diagram batang diatas tidak terlihat perbedaan yang signifikan karena proses yang dilakukan juga sama antara *2D Drawing* Kertas dan juga *MBD 3D PDF*, yaitu *3D Model* di *export* menjadi file jenis *.STP* untuk kemudian di *import* pada *Mastercam* selanjutnya dilakukan *curving* untuk mendesign alur pemesinan, dan diakhiri dengan penentuan *toolpath* beserta parameternya.



**Gambar 4. 61** Diagram Batang Perbedaan Waktu Pembuatan Proses *Planning* *2D Drawing* dan *MBD 3D PDF*

Tahap modifikasi proses *planning* ini juga tidak terdapat perbedaan waktu yang signifikan. sama dengan pembuatan proses *planning* awal namun disini pada penentuan *toolpath* beserta parameternya hanya pada bagian yang mengalami modifikasi saja.

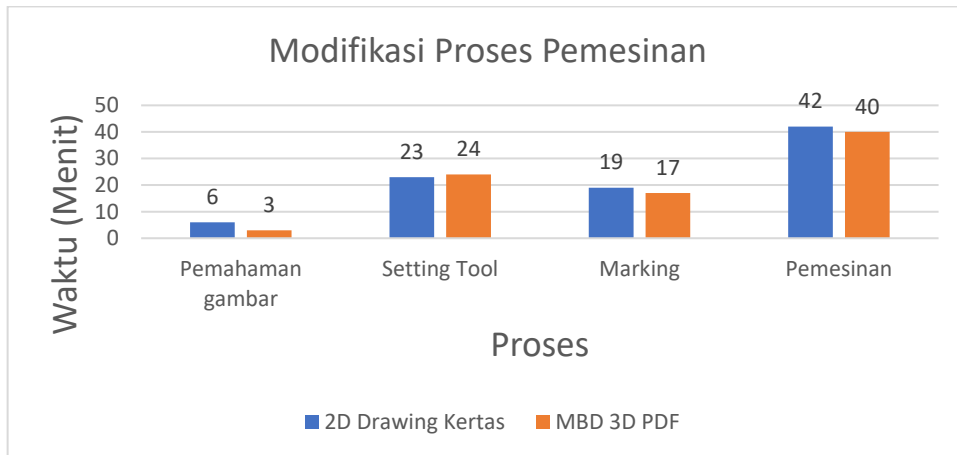
### 3. Tahap Pemesinan



**Gambar 4. 62** Diagram Batang Perbedaan Waktu Proses Pemesinan Dengan Gambar Kerja *2D Drawing* dan *MBD 3D PDF* Awal

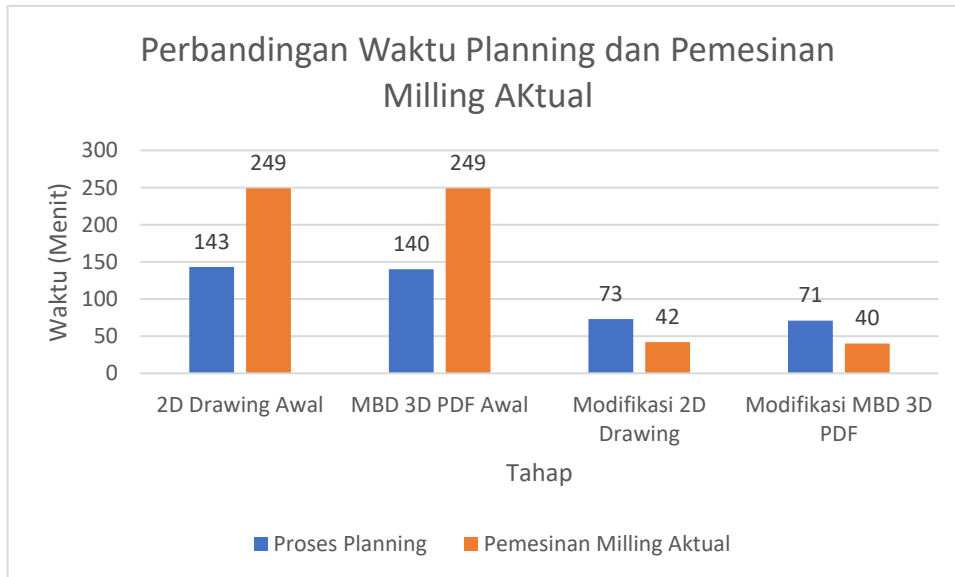
Tahap Pemesinan Skenario Penelitian awal ini terdapat perbedaan pada total waktu dimana untuk Proses Pemesinan dengan referensi *2D Drawing* ini memerlukan

waktu total 476 menit, sedangkan untuk proses pemesinan dengan referensi MBD 3D PDF ini memerlukan waktu total 471 menit. Perbedaan paling signifikan terdapat pada waktu pemahaman atau pembacaan gambar dimana waktu total untuk memahami gambar 2D *Drawing* Kertas adalah 37 menit, sedangkan untuk memahami gambar MBD 3D PDF memerlukan waktu total hanya 34 menit,.Terdapat perbedaan 3 menit. Disini menunjukkan bahwasannya MBD 3D PDF lebih mudah pemahaman gambarnya dari 2D *Drawing* kertas yang sebenarnya juga sudah lama diterapkan pada PT. BBI.



**Gambar 4. 63** Diagram Batang Perbedaan Waktu Proses Pemesinan Dengan Gambar Kerja 2D *Drawing* dan MBD 3D PDF Modifikasi

Berdasarkan Diagram Batang diatas, Tahap Modifikasi Proses Pemesinan terdapat perbedaan waktu pada total waktu masing-masing proses. Dimana untuk total waktu modifikasi proses pemesinan berdasarkan referensi 2D *Drawing* membutuhkan waktu 90 menit, sementara untuk modifikasi proses pemesinan menggunakan MBD 3D PDF hanya memerlukan waktu 84 menit, perbedaan yang signifikan pada Tahap Skenario Penelitian ini masih sama seperti sebelumnya yaitu pada pemahaman atau pembacaan gambar. Dimana waktu total pemahaman gambar 2D *Drawing* Kertas adalah 6 menit, sedangkan untuk waktu total pemahaman gambar MBD 3D PDF adalah 3 menit. Disini mendukung poin sebelumnya bahwasannya MBD 3D PDF lebih mudah dalam pemahaman gambar daripada 2D *Drawing* Kertas yang sudah biasa diterapkan pada PT. BBI.



**Gambar 4. 64** Diagram Batang Perbandingan Waktu Planning dan Waktu Pemesinan Milling Aktual

Pada Diagram batang diatas dapat dilihat bahwasannya terdapat perbedaan waktu yang cukup signifikan diantara masing-masing tahap, hal ini dikarenakan pada pemesinan milling aktualnya dilakukan dengan menggunakan mesin Milling Konvensional yang ada pada PT. BBI dengan kondisi layer digital yang sudah tidak berfungsi sehingga menyebabkan pemesinan Milling setiap proses dilakukan dengan pelan-pelan tanpa adanya *depth of cut* dan *plunge rate* yang sudah direncanakan pada proses planning.

Total waktu yang didapat dari tahap design hingga tahap pemesinan adalah 756 menit atau 12 jam 36 menit untuk Proses Pemesinan dengan referensi 2D *Drawing* kertas dan 733 menit untuk Proses Pemesinan dengan referensi MBD 3D PDF. Terdapat selisih waktu 23 menit pada total waktu *Skenario Penelitian* awal.

Kemudian untuk total waktu *Skenario Penelitian modifikasi* adalah 90 menit atau 1 jam 30 menit untuk 2D *Drawing* dan 84 menit atau 1 jam 24 menit untuk *Model-Based Definition* 3D PDF.

Dari data ini yang paling signifikan adalah pada proses modifikasi design, dimana untuk melakukan modifikasi *design* 2D *Drawing* memerlukan waktu 7 menit sedangkan untuk modifikasi design *Model-Based Definition* 3D PDF tidak memerlukan waktu untuk membuat anotasi. Selisih tersebut disebabkan karena pada saat proses modifikasi dimensi benda kerja 2D *Drawing* Kertas memerlukan pembuatan anotasi ulang, sedangkan untuk modifikasi design 3D PDF anotasi otomatis berubah mengikuti design 3D model.

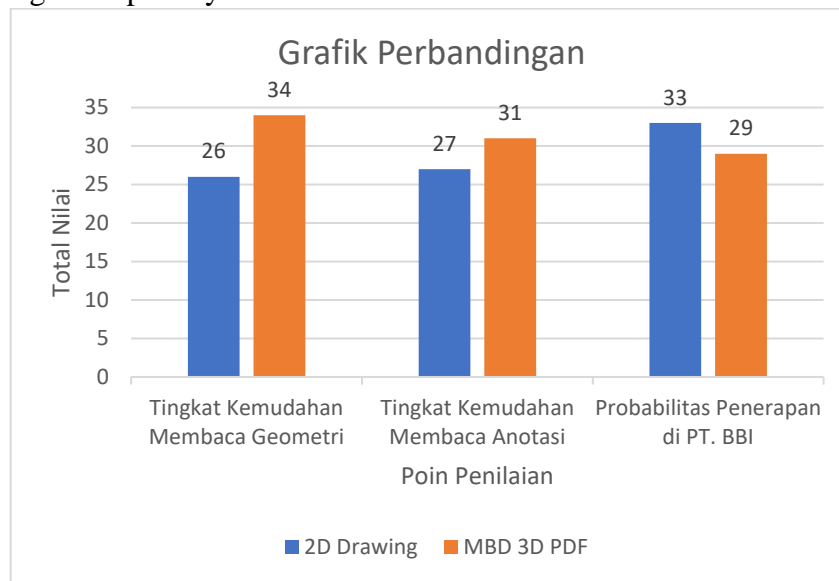
#### 4.4.2 Analisa Data Hasil Penelitian Kualitatif

Pada Hasil Kualitatif yang didapat dari survey Didapatkan perbandingan penggunaan 2D *Drawing* Kertas dan MBD 3D PDF, dan juga kesiapan penerapan MBD pada PT.BBI. Dari perbandingan penggunaan 2D *Drawing* Kertas dan MBD 3D PDF dapat dilihat bahwa MBD lebih unggul dari gambar kertas pada poin Tingkat Kemudahan Pembacaan Geometri dan Pembacaan Anotasi,. Namun MBD 3D PDF mendapat nilai

lebih rendah pada poin Probabilitas Penerapan di PT. BBI. Hal ini disebabkan karena Bentuk atau Geometri pada MBD 3D PDF dapat dilihat dengan jelas karena dapat menampilkan semua pandangan hingga potongan dengan satu tampilan saja.

Kemudian pada poin kemudahan membaca anotasi, MBD 3D PDF lebih unggul karena setiap dimensi dapat menunjukkan area mana saja yang ditunjukkan oleh masing-masing dimensi dengan tampilan warna yang berbeda apabila diklik pada dimensi yang tertera.

Pada poin yang terakhir yaitu probabilitas penerapan di PT. BBI, MBD 3D PDF mendapat nilai lebih rendah karena menurut responden yang mayoritas adalah karyawan PT. BBI, kesiapan dari diterapkannya MBD 3D PDF pada perusahaan masih sangat minim dan memerlukan generasi yang siap akan digitalisasi dan adanya investor pendukung diterapkannya MBD.



**Gambar 4. 65** Diagram Batang Rekap Perbandingan Penggunaan Gambar Kerja yang digunakan Pada PT. BBI

Pada survey kesiapan penerapan MBD pada PT. BBI dapat dilihat bahwasannya terdapat beberapa tolak ukur diantaranya pengetahuan mengenai MBD, keuntungan dan kekurangan apabila MBD diterapkan, dan yang terakhir adalah Master Data yang diperlukan.

Dari poin pengetahuan mengenai MBD dapat dilihat bahwa sebanyak 3 orang sudah menerapkan MBD namun masih terdapat responden yang belum mengetahui sama sekali.

Kemudian pada poin keuntungan dan kekurangan penerapan MBD dapat dilihat terdapat 3 faktor yang dipilih secara subjektif menjadi keuntungan diterapkannya MBD diantaranya mengurangi penggunaan kertas, waktu pembuatan gambar kerja lebih cepat, dan juga lebih mudah dalam memahami gambar kerja. Sedangkan untuk kekurangan diterapkan MBD terdapat 3 faktor diantaranya yaitu fasilitas yang belum memadai, tenaga kerja yang kurang pengalaman, dan tidak ada pelatihan khusus terkait MBD.

Yang terakhir mengenai master data yang diperlukan terdapat 3 jenis format yaitu 2D gambar kertas, 3D model, 3D PDF.

Oleh karena itu berdasarkan survey kesiapan penerapan MBD pada PT. BBI perlu adanya beberapa penyesuaian yang dilakukan oleh perusahaan untuk mengatasi kekurangan diantaranya penyediaan fasilitas seperti meja atau support untuk menyangga

layar yang digunakan untuk menampilkan MBD, pelatihan khusus mengenai MBD untuk karyawan, dan pembiasaan dari perusahaan dalam menerapkan MBD.

#### 4.4.3 Rekap Analisa Hasil Penelitian

Dari hasil dan juga Analisa pada subbab sebelumnya disini adalah rekap mengenai Analisa untuk selanjutnya dibuat kesimpulan. Rekanan dari Analisa pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 4. 13** Tabel Rekap Analisa Hasil Penelitian

	2D Drawing	MBD 3D PDF
<b>Kuantitatif</b>	<b>Total Waktu (Menit)</b>	
Design Awal	25	23
Modifikasi Design	<b>14</b>	4
Proses Planning Awal	111	110
Proses Planning Modifikasi	40	41
Proses Pemesinan Awal	473	466
Proses Pemesinan Modifikasi	90	84
<b>Total</b>	<b>753</b>	<b>728</b>
<b>Kualitatif</b>	<b>Total Nilai</b>	
Tingkat Kemudahan Membaca Geometri	26	<b>34</b>
Tingkat Kemudahan Membaca Anotasi	27	<b>31</b>
Probabilitas Penerapan Di PT. BBI	<b>33</b>	29

Dari Tabel diatas diketahui bahwasannya MBD 3D PDF lebih cepat dalam pembuatannya khususnya pada Tahap Modifikasi Design. Kemudian pada penilaian kualitatif MBD 3D PDF lebih mudah dalam Pemahaman terhadap Geometri dan Anotasi dibandingkan 2D *Drawing* Kertas.

**Tabel 4. 14** Keuntungan dan Kekuranagn Apabila MBD Diterapkan

Poin Keuntungan MBD	Pemilih	Poin Kekurangan MBD	Pemilih
Mengurangi Penggunaan Kertas	7	Fasilitas Pendukung Belum Memadai	5
Waktu Pembuatan Gambar Kerja Lebih Cepat	5	Tenaga Kerja Kurang Pengalaman (Budaya Kerja) Dalam Menggunakan MBD	3
Lebih Mudah Dalam Memahami Benda Kerja (Geometri, Anotasi)	5	Tidak Ada Pelatihan Khusus Terkait MBD	3
Proses Pembuatan (Manufacturing) Dan Inspeksi Lebih Cepat	2	Kolom Approval Tidak Terenkripsi	3

Dari tabel diatas diketahui bahwasannya keuntungan apabila MBD diterapkan antara lain Mengurangi Penggunaan Kertas, Waktu Pembuatan Gambar Kerja Menjadi lebih cepat, Pemahaman mengenai bentuk geometri dan dimensi benda kerja lebih mudah, dan Proses Pembuatan serta Inspeksi menjadi lebih cepat.

Sementara kekurangan MBD diantaranya Fasilitas Pendukung Belum Memadai, Tenaga Kerja Kurang Pengalaman (Terkait dengan budaya kerja), Tidak adanya pelatihan khusus mengenai MBD pada pelaku manufaktur khususnya PT. BBI, dan kolom approval yang belum terenkripsi.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari Hasil dan Analisa penelitian “**Penerapan *Model-Based Definition* Dalam Pembuatan Benda Prismatik Pada Divisi Mesin Peralatan Industri Di PT. Boma Bisma Indra**” diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Penerapan *Model-Based Definition* pada proses Milling adalah dimulai dengan pembuatan 3D Model selanjutnya dimasukkan anotasi seperti dimensi, toleransi geometri, dan instruksi pemesinan, kemudian dilakukan *export* atau *publish* 3D PDF. Selanjutnya bisa di buat Proses *Planning* untuk menentukan urutan proses alur pada Pemesinan Milling. Dan diakhiri dengan proses pemesinan Milling untuk membuat benda prismatic.
2. Alur Master Data Format baru yang telah digunakan pada Proses Milling adalah Pembuatan 3D Model, Dilanjutkan dengan memasukkan Anotasi dengan menggunakan *MBD Dimension* dilanjutkan dengan *export* atau *publish* ke 3D PDF. Nantinya 3D Model ini masih diperlukan sebagai master data apabila suatu saat terdapat kesalahan dan perlu dilakukan modifikasi maka tidak perlu melakukan revisi terhadap anotasi yang sebelumnya sudah menempel pada 3D Model sehingga saat 3D Model mengalami perubahan Anotasi khususnya Dimensi otomatis berubah mengikuti dimensi 3D Model yang baru. Selain itu juga 3D PDF juga bisa diakses oleh siapa saja sehingga lebih mudah dalam opsi *sharing* guna inspeksi.
3. Perbandingan Perbedaan Penerapan *Model-Based Definition* 3D PDF dengan 2D *Drawing* pada skala industri dengan studi kasus PT. Boma Bisma Indra terdapat pada waktu proses pembuatan dan modifikasi gambar kerja (MBD 3D PDF atau 2D *Drawing*). Dimana untuk pembuatan khususnya MBD 3D PDF memerlukan waktu yang lebih singkat dibandingkan 2D *Drawing*. Kemudian dengan dilakukan survey didapati *Model-Based Definition* lebih mudah dalam pemahaman geometri dan anotasi, sementara untuk probabilitas diterapkan di PT. BBI *Model-Based Definition* mendapat poin yang lebih rendah karena kebiasaan PT. BBI yang sudah terbiasa menggunakan 2D *Drawing*. Kemudian juga didapati Keuntungan dan Kekurangan apabila MBD diterapkan diantaranya Keuntungannya adalah mengurangi penggunaan kertas, Waktu Pembuatan Gambar Kerja Lebih Cepat, Pemahaman Geometri dan Dimensi lebih mudah sehingga proses manufaktur dan inspeksinya menjadi lebih cepat. Sementara untuk kekurangannya adalah Fasilitas Pendukung Yang Belum Memadai, Tenaga Kerja Kurang Pengalaman dalam Hal MBD (Budaya Kerja), Kolom *Approval* Tidak Terenkripsi, dan belum adanya pelatihan khusus mengenai MBD ini.

#### **5.2 Saran**

1. Untuk Penelitian selanjutnya mengenai *Model-Based Definition* ini bisa dilakukan dengan objek yang punya fasilitas lebih mendukung dan juga objek individu yang merupakan generasi yang siap untuk menerima kemajuan era digitalisasi




2. *Model-Based Definition* masih sangat luas jika di *explore* lebih dalam lagi, ada tingkatan tersendiri dalam penerapan *Model-Based Definition* ini. harapannya ada penelitian selanjutnya mengenai *Model-Based Definition* ini dan menjadi generasi penerus bangsa yang bisa membawa perubahan terhadap kemajuan era digitalisasi di Indonesia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Baker, D. J. (2020). *The Model-Based Definition Handbook: A Four-Step Path to MBD Success*.
- Cinelli, M., Ferraro, G., Iovanella, A., Lucci, G., & Schiraldi, M. M. (2020). A network perspective for the analysis of bill of material. *Procedia CIRP*, 88, 19–24. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.05.004>
- Denkena, B., Dittrich, M. A., & Huuk, J. (2021). Simulation-based surface roughness modelling in end milling. *Procedia CIRP*, 99, 151–156. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.03.096>
- Muthoharoh, M., Kirna, I. M., Indrawati, G. A., & Singaraja, S. M. A. N. (2017). *Penerapan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Multimedia untuk Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar Kimia. 1*.
- Quintana, V., Rivest, L., Pellerin, R., Venne, F., & Kheddouci, F. (2010). Will Model-based Definition replace engineering drawings throughout the product lifecycle? A global perspective from aerospace industry. *Computers in Industry*, 61(5), 497–508. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2010.01.005>
- Ruemler, S. P. (2016). *Purdue e-Pubs Analyzing the opinion of industry professionals on model-based definition datasets to determine the most efficient method*. [http://docs.lib.purdue.edu/open\\_access\\_theseshttp://docs.lib.purdue.edu/open\\_access\\_theses/994](http://docs.lib.purdue.edu/open_access_theseshttp://docs.lib.purdue.edu/open_access_theses/994)
- Sato, G.T. dan Hartanto, N. S. (1986). *Menggambar Mesin Menurut Standar ISO.pdf*.
- Sunil, V. B., Agarwal, R., & Pande, S. S. (2010). An approach to recognize interacting features from B-Rep CAD models of prismatic machined parts using a hybrid (graph and rule based) technique. *Computers in Industry*, 61(7), 686–701. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2010.03.011>
- Uski, P., Pulkkinen, A., Hillman, L., & Ellman, A. (2020). Issues on Introducing Model-Based Definition - Case of Manufacturing Ecosystem. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, 594, 604–617. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-62807-9\\_48](https://doi.org/10.1007/978-3-030-62807-9_48)
- Weper, S. (2019). *Analysis and Implementation of Product Manufacturing Information at TAMK*. May. [https://www.theseus.fi/handle/10024/171553%0Ahttps://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/171553/Weper\\_Sven.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/handle/10024/171553%0Ahttps://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/171553/Weper_Sven.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Widarto. (2008). *Teknik Pemesinan*. Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Zhu, W., Bricogne, M., Durupt, A., Remy, S., Li, B., & Eynard, B. (2016). Implementations of Model Based Definition and Product Lifecycle Management Technologies: a Case Study in Chinese Aeronautical Industry. *IFAC-PapersOnLine*, 49(12), 485–490. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.07.664>

# LAMPIRAN

## Lampiran 1 : MBD 3D PDF Side Bearer Housing



Part Name: **SIDE BEARER HOUSING**

Comments:

Date: 01 04 2022

Revision: 001

Designed By: ROFIQ

Material: POLYETHYLENE

Weight: 0.5 Kg

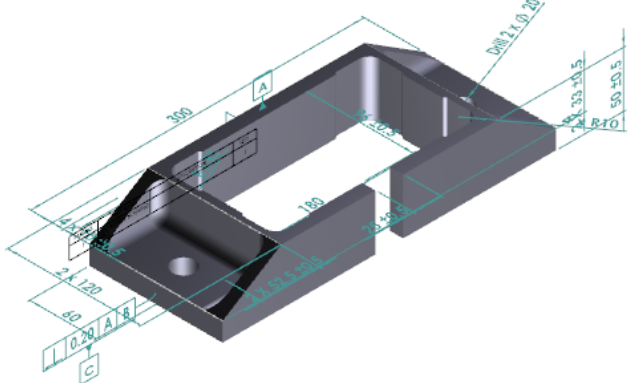
  

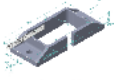
APPROVALS		
TITLE	NAME	APPROVAL CODE
DRAWN	ROFIQ	0104221804001
CHECKED	ENG MANAGER	0204222809004
APPROVED	QC MANAGER	0204222731031


**GENERAL NOTES**

1. UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
2. DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
3. MODEL IS REQUIRED TO COMPLETE PRODUCT DEFINITION
4. FOR ALL NON-DIMENSIONED FEATURES IN THIS DOCUMENT
5. ALL DIMENSIONS OBTAINED FROM THE MODEL ARE BASIC
6. UNLESS OTHERWISE SPECIFIED
7. THE GENERAL TOLERANCE FOR ALL UNTOLERANCED
8. SURFACES = 0.2MM
9. INTERPRET DRAWING IN ACCORDANCE WITH ASME Y14.5-2009, AND ASME Y14.100-2013







Isometric



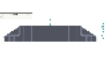
Top View



Front View



Side View

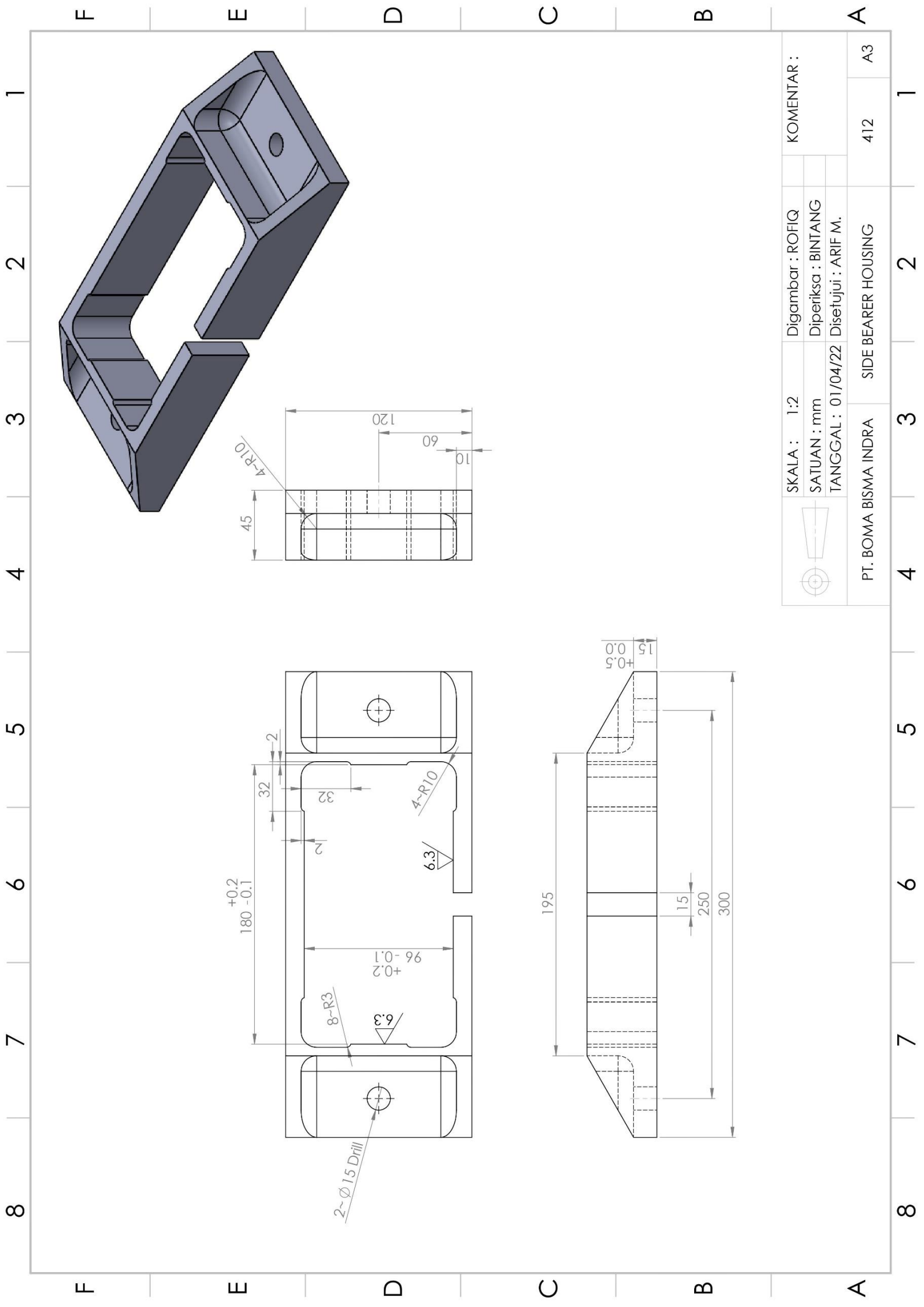


Section A-A View

File name: SBR 3D.PDF 1

File 3D PDF dapat dilihat pada : <https://intip.in/MBDSBR>

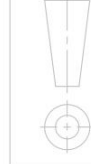
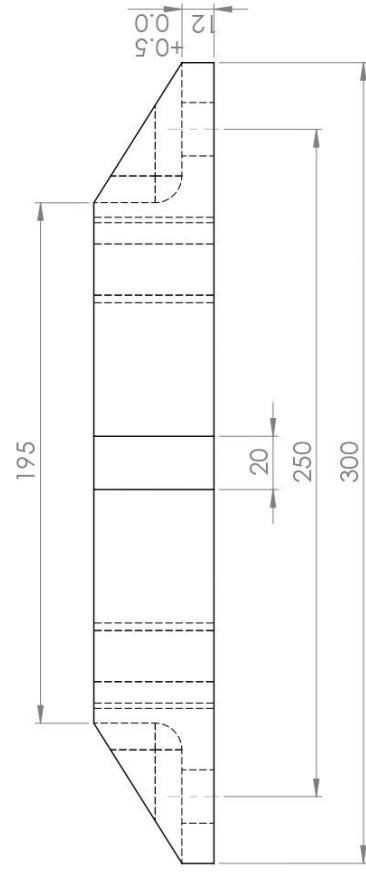
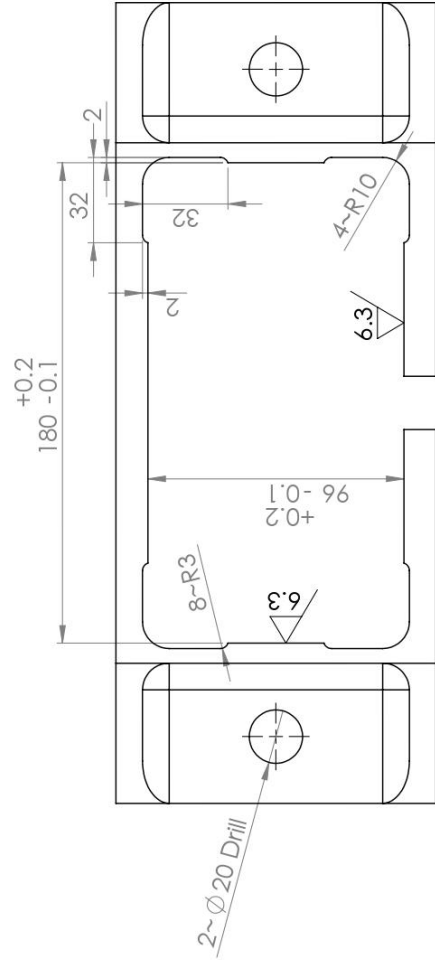
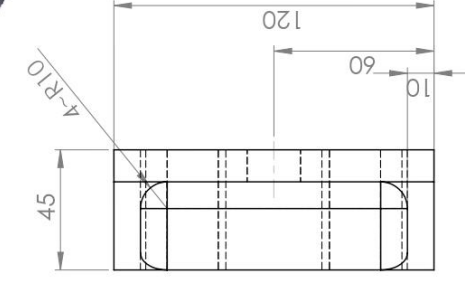
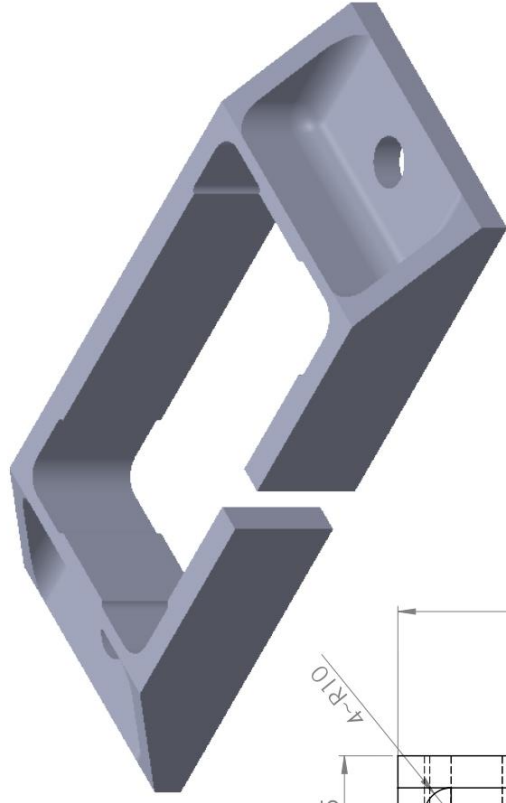
Download file pdf yang tersedia kemudian buka menggunakan **adobe acrobat pdf** atau **foxit pdf reader** dan memilih **trust this document always**



	SKALA : 1:2	Digambar : ROFIQ	KOMENTAR :	
	SATUAN : mm	Diperiksa : BINTANG	412	A3
	TANGGAL : 01/04/22	Disetujui : ARIF M.		
PT. BOMA BISMA INDRA	SIDE BEARER HOUSING	412	A3	

1      2      3      4      5      6      7      8

F      E      D      C      B      A



SKALA : 1:2  
 SATUAN : mm  
 TANGGAL : 05/04/22

Digambar : ROFIQ

Diperiksa : BINTANG

Disetujui : ARIF M.

KOMENTAR :

PT. BOMA BISMA INDRRA

SIDE BEARER HOUSING 2

412

A3

1 2 3 4 5 6 7 8 1 2 3 4 5 6 7 8

Lampiran 3 : Surat Persetujuan Penelitian Proyek Akhir dari PT. BBI



**PT Boma Bisma Indra (Persero)**

KANTOR PUSAT Jl. KHM Mansyur 229 Surabaya - Indonesia 60162 | Ph. +62.31.3530513-4 | Fax +62.31.3531686 | corporate@ptbbi.co.id | www.ptbbi.co.id

Surabaya, 11 Maret 2022

Nomor : 677 /BBI.1400/1420/03.2022  
Lampiran : -  
Perihal : Persetujuan Ijin Penelitian Proyek Akhir

Kepada Yth:  
**Kepala Departemen Teknik Mesin Industri**  
**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**  
**Kampus ITS Sukolilo Surabaya**  
**Up. Dr. Ir. Heru Mirmanto, M. T.**

Dengan Hormat,

Setelah membaca dan mempelajari surat saudara tanggal 4 Februari 2022 Nomor: 463/IT2.IX.7.1.2/B/PP.05.02.00/2022 tentang "Ijin Penelitian Proyek Akhir", dengan ini kami sampaikan bahwa dapat memenuhi sebagaimana pokok surat. Terkait dengan hal tersebut, kami dapat menerima 2 (dua) mahasiswa D4 Teknik Mesin Industri dengan penjelasan sebagai berikut :

No.	Nama	NIM	Pembimbing
1	Mohamad Ainur Rofiq	10211810000004	Bp. Bintang Timur Lazuardi
2	Zufar Rafif Nashrullah	10211810000060	(Staf Muda Mechanical Design)

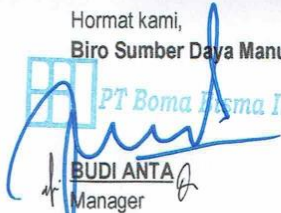
Selanjutnya hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain:

1. Melampirkan hasil rapid antigen resmi dengan hasil negative (masa aktif 2 x 24 jam).
2. Mendapat pembekalan tata tertib, K3 (safety induction) dan protokol COVID-19 di Perusahaan.
3. Peserta magang bisa koordinasi sebelum pelaksanaan dimulai melalui PIC (Sdri. Shobah: 081358681178).

Adapun pelaksanaannya selama 1,5 bulan ( 15 Maret - 30 April 2022) bertempat di Divisi Mesin Peralatan Industri (Pasuruan).

Demikian disampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Hormat kami,  
**Biro Sumber Daya Manusia**

  
**BUDI ANTA**  
Manager

Tembusan Yth:

1. GM Divisi MPI
2. Manager Bagian Engineering
3. Pembimbing
4. Arsip

*Balance Business Innovation*

DIVISI MANAJEMEN PROYEK & JASA - DIVISI MANAJEMEN PEMELIHARAAN & SERVICES | Jl. KHM Mansyur 229 Surabaya - Indonesia 60162 | Ph +62.31.3530513-4 | Fax +62.31.3531686  
DIVISI MESIN PERALATAN INDUSTRI | Jl. Imam Bonjol 18, Pasuruan - Indonesia 67122 | Ph +62.343.421063, +62.343.421116 | Fax +62.343.426490 | info@ptbbipas.com  
KANTOR CABANG JAKARTA | Menara MTH Lantai 10 Suite 10-04 Jl. Letjen MT Haryono Kav 23 Jakarta Selatan - Indonesia 12820 | Ph +62.21.50209066



Lampiran 4 : Kuisisioner 1




KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET, DAN TEKNOLOGI  
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
FAKULTAS VOKASI  
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI  
Gedung VOKASI AA dan BBR, Sekretariat AA Lt.2, Kampus ITS Sukolilo Surabaya 60111  
Telepon: 031-5922942, 5932625, PABX 1275  
Fax: 5932625  
https://www.its.ac.id/mail/ email: ds\_mesin@its.ac.id

**Survey Penerapan MBD Pada Proses Pemesinan**

Nama : Kiki Wudodo  
 Umur : 53 Tahun  
 Tahun masuk PT. BBI : 1991  
 Bidang/Divisi : Pemesinan  
 Instansi bergerak dalam bidang : Machinist  
 Mesin Yang Digunakan : CNC Milling  
 Software yang digunakan :  
 Produk yang pernah dibuat :  
 Metode inspeksi produk :  
 Kelengkapan gambar kertas peneliti : Kelengkapan gambar lengkap  
 Kelengkapan gambar 3D PDF : Selengkap  
 Tingkat kemudahan dalam membaca geometri/bentuk benda kerja \*  
 Gambar kertas 10 20 30 40 50 (1=sulit, 5=mudah)  
 Gambar 3D PDF 10 20 30 40 50 (1=sulit, 5=mudah)  
 Tingkat kemudahan dalam membaca ukuran/dimensi gambar \*  
 Gambar kertas 10 20 30 40 50 (1=sulit, 5=mudah)  
 Gambar 3D PDF 10 20 30 40 50 (1=sulit, 5=mudah)  
 Probabilitas penerapan pada mesin Milling PT. BBI \*  
 Gambar Kertas 10 20 30 40 50 (1=tidak bisa, 5=bisa)  
 Gambar 3D PDF 10 20 30 40 50 (1=tidak bisa, 5=bisa)  
 Pengetahuan mengenai Model-Based Definition \*  
 Belum tahu sama sekali  Pernah mendengar  Pernah mencoba  Sudah menerapkan

- Kekurangan apabila Model-Based Definition (MBD) diterapkan \*\*
- Software yang digunakan untuk design MBD tidak mumpuni
  - Kolom approval tidak terenkripsi
  - Fasilitas pendukung belum memadai (seperti meja, tab/device/monitor di workshop)
  - Tenaga kerja kurang pengalaman (budaya kerja) dalam menggunakan MBD
  - Tidak ada pelatihan khusus terkait MBD



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET, DAN TEKNOLOGI  
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
FAKULTAS VOKASI  
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI  
Gedung VOKASI AA dan BBR, Sekretariat AA Lt.2, Kampus ITS Sukolilo Surabaya 60111  
Telepon: 031-5922942, 5932625, PABX 1275  
Fax: 5932625  
https://www.its.ac.id/mail/ email: ds\_mesin@its.ac.id

**Kelebihan apabila Model-Based Definition diterapkan \*\***

- Mengurangi penggunaan kertas
  - Waktu pembuatan gambar kerja lebih cepat
  - Lebih mudah dalam memahami benda kerja (geometri, ukuran, informasi lain)
  - Proses pembuatan (manufacturing) dan inspeksi lebih cepat
- Master data yang diperlukan dalam proses produksi \*\*
- 2D Gambar Teknik (kertas)
  - 2D file
  - 3D Model
  - 3D PDF

\* Saran dan Masukan untuk penelitian penerapan MBD dan 3D PDF di PT. Boma Bisma Indra :

*Mengoptimasi fungsi dan kegunaan. Berhubung yang contoh, jadi dibuat mudah*

Mahasiswa  
 Pasuruan, 10 Mei 2022  
 Responden

*[Signature]*  
 M. Anis Pertiq

Keterangan : \*hanya bisa memilih 1 pilihan  
 \*\* bisa memilih lebih dari 1 pilihan



**Survey Penerapan MBD Pada Proses Pemesinan**

Nama : ARIF MUSTAFA  
 Umur : 27 th  
 Tahun masuk PT. BBI : 2016  
 Bidang/Divisi : ENGINEERING FOUNDRY  
 Instansi bergerak dalam bidang : MANUFAKTUR  
 Mesin Yang Digunakan :  
 Software yang digunakan : KITCAD  
 Produk yang pernah dibuat : IMPELLER CWP  
 Metode inspeksi produk :  
 Kelengkapan gambar kertas peneliti : Pada Perambahan detail section  
 Kelengkapan gambar 3D PDF : Pada diaplikan dihand  
 Tingkat kemudahan dalam membaca geometri/bentuk benda kerja \*  
 Gambar kertas 1 0 2 0 3 0 4 0 5 0 (1=sulit, 5=mudah)  
 Gambar 3D PDF 1 0 2 0 3 0 4 0 5 0 (1=sulit, 5=mudah)  
 Tingkat kemudahan dalam membaca ukuran/dimensi gambar \*  
 Gambar kertas 1 0 2 0 3 0 4 0 5 0 (1=sulit, 5=mudah)  
 Gambar 3D PDF 1 0 2 0 3 0 4 0 5 0 (1=sulit, 5=mudah)  
 Probabilitas penerapan pada mesin Milling PT. BBI \*  
 Gambar Kertas 1 0 2 0 3 0 4 0 5 0 (1=tidak bisa, 5=bisa)  
 Gambar 3D PDF 1 0 2 0 3 0 4 0 5 0 (1=tidak bisa, 5=bisa)  
 Pengetahuan mengenai Model-Based Definition \*  
 Belum tahu sama sekali  Pernah mendengar  Pernah mencoba  Sudah menerapkan

**Kekurangan apabila Model-Based Definition (MBD) diterapkan \*\***

- Software yang digunakan untuk design MBD tidak mumpuni
- Kolom approval tidak terenkripsi
- Fasilitas pendukung belum memadai (seperti meja, taby/device/monitor di workshop)
- Tenaga kerja kurang pengalaman (budaya kerja) dalam menggunakan MBD
- Tidak ada pelatihan khusus terkait MBD

**Kelebihan apabila Model-Based Definition diterapkan \*\***

- Mengurangi penggunaan kertas
  - Waktu pembuatan gambar kerja lebih cepat
  - Lebih mudah dalam memahami benda kerja (geometri, ukuran, informasi lain)
  - Proses pembuatan (manufacturing) dan inspeksi lebih cepat
- Master data yang diperlukan dalam proses produksi \*\*
- 2D Gambar Teknik (kertas)
  - 2D file
  - 3D Model
  - 3D PDF

**Saran dan Masukan untuk penelitian penerapan MBD dan 3D PDF di PT. Boma Bisma Indra :**

*SARAN : - Dimensi pada MBD perlu penataan agar lebih rapi & memudahkan dalam pembacaan Drawing  
 Masukan & Komunikasi lebih dituratkan dalam setiap Penyempitan Drawing.*

Pasuruan, 18 Mei 2022

Mahasiswa

*[Signature]*  
M. Amur Rafiq

Responden


*[Signature]*  
A.F. MUSTAFA

Keterangan : \* hanya bisa memilih 1 pilihan  
 \*\* bisa memilih lebih dari 1 pilihan





KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET, DAN TEKNOLOGI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI  
Gechung VOKASI AA dan BBR, Sekretariat AA Lt.2, Kampus ITS Sukohilo Surabaya 60111  
Telepon: 031-5922942, 5932625, PABX 1275  
Fax: 5932625  
https://www.its.ac.id/ email: d3\_mesin@its.ac.id



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET, DAN TEKNOLOGI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI  
Gechung VOKASI AA dan BBR, Sekretariat AA Lt.2, Kampus ITS Sukohilo Surabaya 60111  
Telepon: 031-5922942, 5932625, PABX 1275  
Fax: 5932625  
https://www.its.ac.id/ email: d3\_mesin@its.ac.id

**Survey Penerapan MBD Pada Proses Pemesinan**

Nama : Sektiawan  
 Umur : 48  
 Tahun masuk PT. BBI : 1993  
 Bidang/Divisi : Operator Pemesinan Milling, Bore, Drill  
 Instansi bergerak dalam bidang : Mekanika  
 Mesin Yang Digunakan : Mesin Milling konvensional  
 Software yang digunakan : Kadab, Bore  
 Produk yang pernah dibuat : ...  
 Metode inspeksi produk : ...  
 Kelengkapan gambar kertas peneliti : Ditulis pada baysan 3 ter-kentu (dibaca, pss, ps)  
 Kelengkapan gambar 3D PDF : ...

Tingkat kemudahan dalam membaca geometri/bentuk benda kerja \*

Gambar kertas	10	20	30	40	50	(1=sulit, 5=mudah)
Gambar 3D PDF	10	20	30	40	50	(1=sulit, 5=mudah)

Tingkat kemudahan dalam membaca ukuran/dimensi gambar \*

Gambar kertas	10	20	30	40	50	(1=sulit, 5=mudah)
Gambar 3D PDF	10	20	30	40	50	(1=sulit, 5=mudah)

Probabilitas penerapan pada mesin Milling PT. BBI \*

Gambar Kertas	10	20	30	40	50	(1=tidak bisa, 5=bisa)
Gambar 3D PDF	10	20	30	40	50	(1=tidak bisa, 5=bisa)

Pengetahuan mengenai Model-Based Definition \*

Belum tahu sama sekali  Pernah mendengar  Pernah mencoba  Sudah menerapkan

- Kekurangan apabila Model-Based Definition (MBD) diterapkan \*\*
- Software yang digunakan untuk design MBD tidak mumpuni
  - Kolom approval tidak terenkripsi
  - Fasilitas pendukung belum memadai (seperti meja, tab/device/monitor di workshop)
  - Tenaga kerja kurang pengalaman (budaya kerja) dalam menggunakan MBD
  - Tidak ada pelatihan khusus terkait MBD

**Kelebihan apabila Model-Based Definition diterapkan \*\***

- Mengurangi penggunaan kertas
  - Waktu pembuatan gambar kerja lebih cepat
  - Lebih mudah dalam memahami benda kerja (geometri, ukuran, informasi lain)
  - Proses pembuatan (manufacturing) dan inspeksi lebih cepat
- Master data yang diperlukan dalam proses produksi \*\*
- 2D Gambar Teknik (kertas)
  - 2D file
  - 3D Model
  - 3D PDF

Saran dan Masukan untuk penelitian penerapan MBD dan 3D PDF di PT. Boma Bisma Indra :

*Perlu pelatihan khusus, perlu regenerasi.*

Mahasiswa *[Signature]* Responden *[Signature]*  
 Pasuruan, 02 Mei 2022

Keterangan : \*hanya bisa memilih 1 pilihan  
 \*\* bisa memilih lebih dari 1 pilihan

Lampiran 7 Kuisisioner 4

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET, DAN TEKNOLOGI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI  
Gedung VOKASI AA dan BBR, Sekeloa AA Lt.2, Kampus ITS Sukohilo Surabaya 60111  
Telepon: 031-5922942, 5932625, PABX 1275  
Fax: 5932625  
https://www.its.ac.id/ email: d3\_mesin@its.ac.id

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET, DAN TEKNOLOGI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI  
Gedung VOKASI AA dan BBR, Sekeloa AA Lt.2, Kampus ITS Sukohilo Surabaya 60111  
Telepon: 031-5922942, 5932625, PABX 1275  
Fax: 5932625  
https://www.its.ac.id/ email: d3\_mesin@its.ac.id

**Survey Penerapan MBD Pada Proses Pemesinan**

Nama : BINTANG TIMUR LAZUARDI  
Umur : 28 TH  
Tahun masuk PT. BBI : 2017  
Bidang/Divisi : ENGINEERING/MP1  
Instansi bergerak dalam bidang : MANUFAKTUR BAJA  
Mesin Yang Digunakan :  
Software yang digunakan :  
Produk yang pernah dibuat :  
Metode-inspeksi-produk :  
Kelengkapan gambar kertas peneliti :  
Kelengkapan gambar 3D PDF :

Kelebihan apabila Model-Based Definition diterapkan \*\*

Mengurangi penggunaan kertas  
 Waktu pembuatan gambar kerja lebih cepat  
 Lebih mudah dalam memahami benda kerja (geometri, ukuran, informasi lain)  
 Proses pembuatan (manufacturing) dan inspeksi lebih cepat  
Master data yang diperlukan dalam proses produksi \*\*

2D Gambar Teknik (kertas)  
 2D file  
 3D Model  
 3D PDF

Saran dan Masukan untuk penelitian penerapan MBD dan 3D PDF di PT. Boma Bisma Indra :

DIPAKAI :  
1. Untuk penerapan MBD di PT. Boma Bisma Indra bisa dilakukan secara bertahap, dimulai dengan pembuatan gambar, kemudian dilanjutkan dengan pembuatan model 3D, dan terakhir pembuatan model 3D PDF. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa proses pembuatan gambar, model 3D, dan model 3D PDF berjalan dengan lancar.  
2. Untuk penerapan MBD di PT. Boma Bisma Indra bisa dilakukan secara bertahap, dimulai dengan pembuatan gambar, kemudian dilanjutkan dengan pembuatan model 3D, dan terakhir pembuatan model 3D PDF. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa proses pembuatan gambar, model 3D, dan model 3D PDF berjalan dengan lancar.  
3. Untuk penerapan MBD di PT. Boma Bisma Indra bisa dilakukan secara bertahap, dimulai dengan pembuatan gambar, kemudian dilanjutkan dengan pembuatan model 3D, dan terakhir pembuatan model 3D PDF. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa proses pembuatan gambar, model 3D, dan model 3D PDF berjalan dengan lancar.

Tingkat kemudahan dalam membaca geometri/bentuk benda kerja \*

Gambar kertas	1	2	3	4	5	(1=sulit, 5=mudah)
Gambar 3D PDF	1	2	3	4	5	(1=sulit, 5=mudah)

Tingkat kemudahan dalam membaca ukuran/dimensi gambar \*

Gambar kertas	1	2	3	4	5	(1=sulit, 5=mudah)
Gambar 3D PDF	1	2	3	4	5	(1=sulit, 5=mudah)

Probabilitas penerapan pada mesin CNC Turning PT. BBI \*

Gambar Kertas	1	2	3	4	5	(1=tidak bisa, 5=bisa)
Gambar 3D PDF	1	2	3	4	5	(1=tidak bisa, 5=bisa)

Pengetahui mengenai Model-Based Definition \*

Belum tahu sama sekali  pernah mendengar  pernah mencoba  sudah menerapkan

Kekurangan apabila Model-Based Definition (MBD) diterapkan \*\*

Software yang digunakan untuk design MBD tidak mumpuni  
 Kolom approval tidak terenkripsi  
 Fasilitas pendukung belum memadai (seperti meja, tab/device/monitor di workshop)  
 Tenaga kerja kurang pengalaman (budaya kerja) dalam menggunakan MBD  
 Tidak ada pelatihan khusus terkait MBD

Pasuruan, 05 Mei 2022

Responden

Mahasiswa

BINTANG TIMUR LAZUARDI  
ENGINEERING/MEKANSIS

Keterangan : \*hanya bisa memilih 1 pilihan  
\*\* bisa memilih lebih dari 1 pilihan



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET, DAN TEKNOLOGI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS YOKASI

DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI

Gedung YOKASI AA dan BB.R. Sekretariat AA L1.2, Kampus ITS Sukohilo Surabaya 60111  
Telepon: 031-5922942, 5932625, PABX 1275

Fax: 5932625

<https://www.its.ac.id/tmr/> email: [cd\\_tmesin@its.ac.id](mailto:cd_tmesin@its.ac.id)

### Survey Penerapan MBD Pada Proses Pemesinan

Nama : BANKI LAB-C  
Umur : 28  
Tahun masuk PT. BBI : 2015  
Bidang/Divisi : Engineering  
Instansi bergerak dalam bidang : Manufacturing  
Mesin Yang Digunakan :  
Software yang digunakan : Auto CAD  
Produk yang pernah dibuat :  
Metode inspeksi produk :  
Kelengkapan gambar kertas penalti :  
Kelengkapan gambar 3D PDF :  
Tingkat kemudahan dalam membaca geometri/bentuk benda kerja \*  
Gambar kertas 10 20 30 40 50 (1=sulit, 5=mudah)  
Gambar 3D PDF 10 20 30 40 50 (1=sulit, 5=mudah)  
Tingkat kemudahan dalam membaca ukuran/dimensi gambar \*  
Gambar kertas 10 20 30 40 50 (1=sulit, 5=mudah)  
Gambar 3D PDF 10 20 30 40 50 (1=sulit, 5=mudah)  
Probabilitas penerapan pada mesin Milling PT. BBI \*  
Gambar Kertas 10 20 30 40 50 (1=tidak bisa, 5=bisa)  
Gambar 3D PDF 10 20 30 40 50 (1=tidak bisa, 5=bisa)  
Pengetahuan mengenai Model-Based Definition \*  
 Belum tahu sama sekali  Pernah mendengar  Pernah mencoba  Sudah menerapkan

Kekurangan apabila Model-Based Definition (MBD) diterapkan \*\*

- Software yang digunakan untuk design MBD tidak mempunyai
- Kolom approval tidak terenkripsi
- Fasilitas pendukung belum memadai (seperti meja, tab/device/monitor di workshop)
- Tenaga kerja kurang pengalaman (budaya kerja) dalam menggunakan MBD
- Tidak ada pelatihan khusus terkait MBD



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET, DAN TEKNOLOGI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS YOKASI

DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI

Gedung YOKASI AA dan BB.R. Sekretariat AA L1.2, Kampus ITS Sukohilo Surabaya 60111  
Telepon: 031-5922942, 5932625, PABX 1275

Fax: 5932625

<https://www.its.ac.id/tmr/> email: [cd\\_tmesin@its.ac.id](mailto:cd_tmesin@its.ac.id)

Kelebihan apabila Model-Based Definition diterapkan \*\*

- Mengurangi penggunaan kertas
  - Waktu pembuatan gambar kerja lebih cepat
  - Lebih mudah dalam memahami benda kerja (geometri, ukuran, informasi lain)
  - Proses pembuatan (manufacturing) dan inspeksi lebih cepat
- Master data yang diperlukan dalam proses produksi \*\*
- 2D Gambar Teknik (kertas)
  - 2D file
  - 3D Model
  - 3D PDF

Saran dan Masukan untuk penelitian penerapan MBD dan 3D PDF di PT. Boma Bisma Indra :

Pasuruan, .... Mei 2022

Mahasiswa

.....  
M. Anis Fofiq

Responden

Keterangan : \*hanya bisa memilih 1 pilihan

\*\* bisa memilih lebih dari 1 pilihan



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET, DAN TEKNOLOGI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI  
Gedung VOKASI AA dan BB.R. Sekretariat AA Lt.2, Kampus ITS Sokoilo Surabaya 60111  
Telepon: 031-5922942, 5932625, PABX 1275  
Fax: 5932625  
[https://www.its.ac.id/mii/ email: ds\\_mesin@its.ac.id](https://www.its.ac.id/mii/ email: ds_mesin@its.ac.id)

### Survey Penerapan MBD Pada Proses Pemecinan

Nama : Zetris  
Umur : 22 th  
Bidang/Divisi : Depart. Nasholah  
Instansi bergerak dalam bidang : Engineering  
Mesin Yang Digunakan : Manufaktur  
Software yang digunakan : Turnig  
Produk yang pernah dibuat : Solidworks / Master CAM  
Metode inspeksi produk : Double check  
Kelengkapan gambar kertas peneliti :  
Kelengkapan gambar 3D PDF :  
Tingkat kemudahan dalam membaca geometri/bentuk benda kerja \*  
Gambar kertas 1 0 2 0 3 0 4 0 5 0 (1=sulit, 5=mudah)  
Gambar 3D PDF 1 0 2 0 3 0 4 0 5 0 (1=sulit, 5=mudah)  
Tingkat kemudahan dalam membaca ukuran/dimensi gambar \*  
Gambar kertas 1 0 2 0 3 0 4 0 5 0 (1=sulit, 5=mudah)  
Gambar 3D PDF 1 0 2 0 3 0 4 0 5 0 (1=sulit, 5=mudah)  
Probabilitas penerapan pada mesin CNC Turning PT. BBI \*  
Gambar Kertas 1 0 2 0 3 0 4 0 5 0 (1=tidak bisa, 5=bisa)  
Gambar 3D PDF 1 0 2 0 3 0 4 0 5 0 (1=tidak bisa, 5=bisa)  
Pengetahuan mengenai Model-Based Definition \*  
 Belum tahu sama sekali  Pernah mendengar  Pernah mencoba  Sudah menerapkan

Kekurangan apabila Model-Based Definition (MBD) diterapkan \*\*  
 Software yang digunakan untuk design MBD tidak mumpuni  
 Kolom approval tidak terenkripsi  
 Fasilitas pendukung belum memadai (seperti meja, tab/device/monitor di workshop)  
 Tenaga kerja kurang pengalaman (budaya kerja) dalam menggunakan MBD  
 Tidak ada pelatihan khusus terkait MBD



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET, DAN TEKNOLOGI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI  
Gedung VOKASI AA dan BB.R. Sekretariat AA Lt.2, Kampus ITS Sokoilo Surabaya 60111  
Telepon: 031-5922942, 5932625, PABX 1275  
Fax: 5932625  
[https://www.its.ac.id/mii/ email: ds\\_mesin@its.ac.id](https://www.its.ac.id/mii/ email: ds_mesin@its.ac.id)

### Kelebihan apabila Model-Based Definition diterapkan \*\*

- Mengurangi penggunaan kertas
- Waktu pembuatan gambar kerja lebih cepat
- Lebih mudah dalam memahami benda kerja (geometri, ukuran, informasi lain)
- Proses pembuatan (manufacturing) dan inspeksi lebih cepat
- Master data yang diperlukan dalam proses produksi \*\*
- 2D Gambar Teknik (kertas)
- 2D file
- 3D Model
- 3D PDF

Saran dan Masukan untuk penelitian penerapan MBD dan 3D PDF di PT. Boma Bisma Indra :

Pasuruan, 25 Mei 2022  
Responden

Mahasiswa

Keterangan : \*hanya bisa memilih 1 pilihan  
\*\* bisa memilih lebih dari 1 pilihan



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET, DAN TEKNOLOGI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS VOKASI  
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI  
Gedung VOKASI AA dan BBR, Sekretariat AA Lt.2, Kampus ITS Sukohilo Surabaya 60111  
Telepon: 031-5922942, 5932625, PABX 1275  
Fax: 5932625  
https://www.its.ac.id/mti/ email: d3\_mesin@its.ac.id

### Survey Penerapan MBD Pada Proses Pemesinan

Nama : *Nurhidayah Purnama*  
Umur : *21 tahun*  
Tahun masuk PT. BBI :  
Bidang/Divisi : *Mesin-fabrik*  
Instansi bergerak dalam bidang :  
Mesin Yang Digunakan : *Hyarbor Makula-Lan*  
Software yang digunakan : *Hyperfor, Kadercam*  
Produk yang pernah dibuat : *Dialisa, body mobil*  
Metode inspeksi produk :  
Kelengkapan gambar kertas peneliti :  
Kelengkapan gambar 3D PDF :  
Tingkat kemudahan dalam membaca geometri/bentuk benda kerja \*  
Gambar kertas 1 0 2 0 3 0 4 0 5 0 (1=sulit, 5=mudah)  
Gambar 3D PDF 1 0 2 0 3 0 4 0 5 0 (1=sulit, 5=mudah)  
Tingkat kemudahan dalam membaca ukuran/dimensi gambar \*  
Gambar kertas 1 0 2 0 3 0 4 0 5 0 (1=sulit, 5=mudah)  
Gambar 3D PDF 1 0 2 0 3 0 4 0 5 0 (1=sulit, 5=mudah)  
Probabilitas penerapan pada mesin CNC Turning PT. BBI \*  
Gambar Kertas 1 0 2 0 3 0 4 0 5 0 (1=tidak bisa, 5=bisa)  
Gambar 3D PDF 1 0 2 0 3 0 4 0 5 0 (1=tidak bisa, 5=bisa)  
Pengetahuan mengenai Model-Based Definition \*  
 Belum tahu sama sekali  Pernah mendengar  Pernah mencoba  Sudah menerapkan

Kelurangan apabila Model-Based Definition (MBD) diterapkan \*\*

- Software yang digunakan untuk design MBD tidak mumpuni
- Kolom approval tidak terenkripsi
- Fasilitas pendukung belum memadai (seperti meja, tab/device/monitor di workshop)
- Tenaga kerja kurang pengalaman (budaya kerja) dalam menggunakan MBD
- Tidak ada pelatihan khusus terkait MBD



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET, DAN TEKNOLOGI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS VOKASI  
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI  
Gedung VOKASI AA dan BBR, Sekretariat AA Lt.2, Kampus ITS Sukohilo Surabaya 60111  
Telepon: 031-5922942, 5932625, PABX 1275  
Fax: 5932625  
https://www.its.ac.id/mti/ email: d3\_mesin@its.ac.id

### Kelurahan apabila Model-Based Definition diterapkan \*\*

- Mengurangi penggunaan kertas
- Waktu pembuatan gambar kerja lebih cepat
- Lebih mudah dalam memahami benda kerja (geometri, ukuran, informasi lain)
- Proses pembuatan (manufacturing) dan inspeksi lebih cepat
- Master data yang diperlukan dalam proses produksi \*\*
  - 2D Gambar Teknik (kertas)
  - 2D file
  - 3D Model
  - 3D PDF

Saran dan Masukan untuk penelitian penerapan MBD dan 3D PDF di PT. Boma Bisma Indra :

Pasuruan, 25 Mei 2022

Responden

*[Signature]*

*Nurhidayah Purnama*

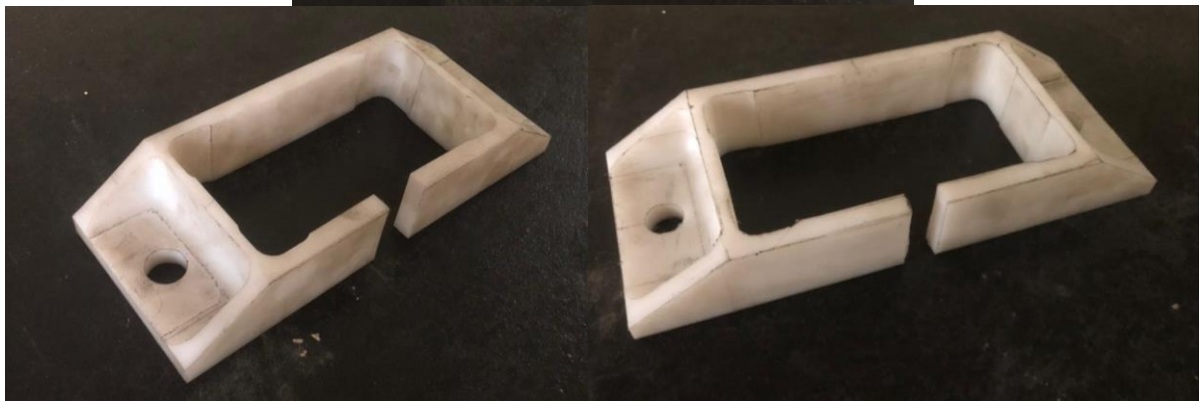
Mahasiswa

*[Signature]*

*M. Anus Kary*

Keterangan : \*hanya bisa memilih 1 pilihan  
\*\* bisa memilih lebih dari 1 pilihan

Lampiran 7



## BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Mojokerto, 23 April 1999. Merupakan putra kedua dari dua bersaudara pasangan Bapak Matsari dan Ibu Sudarsini yang beralamat di Dusun Sambikerep, Desa Pekukuhan, Kecamatan Mojosari, Kabupaten Mojokerto. Menempuh Pendidikan formal pertama di SDN Pekukuhan, dilanjutkan di SMPN 1 Mojosari, dan SMAN 1 Sooko Mojokerto. Kemudian penulis lulus dan melanjutkan studi Sarjana Terapan di Departemen Teknik Mesin Industri ITS melalui program seleksi SMITS (Seleksi Masuk ITS) pada tahun 2018 dengan Nomor Registrasi Pokok (NRP) 10211810000004.

Di Departemen Teknik Mesin Industri ITS ini penulis mengambil spesialisasi di program studi Teknologi Rekayasa Manufaktur. Penulis sempat melakukan Magang Industri selama 4 bulan di PT. Boma Bisma Indra (Persero) pada Divisi Mesin Peralatan Industri dan juga 5 bulan di PT. Barata Indonesia pada unit Foundry. Selain itu penulis juga berperan aktif dalam kegiatan didalam maupun diluar kampus yang diwujudkan dalam peran aktif sebagai Koordinator Grader Laboratorium Material Teknik & Metalurgi dan juga Sekretaris Departemen Dalam Negeri HMDM ITS.