

PROYEK AKHIR - VM191837

**ANALISA EFISIENSI PENERAPAN MODEL-BASED
DEFINITION SEBAGAI GAMBAR KERJA DALAM
PEMBUATAN BENDA KERJA SILINDRIS DENGAN
GAMBAR KERJA KERTAS SEBAGAI PEMBANDING
PADA STUDI KASUS DIVISI MESIN PERALATAN
INDUSTRI DI PT. BOMA BISMA INDRA (PERSERO)**

Zufar Rafif Nashrullah
NRP. 10211810000060

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 SILINDRIS DENGAN GAMBAR KERJA KERTAS SEBAGAI PEMBANDING PADA STUDI KASUS DIVISI MESIN PERALATAN INDUSTRI DI PT. BOMA BISMA INDRA (PERSERO)

Zufar Rafif Nashrullah

10211810000060

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 DEFINITIONS AS WORKING IMAGES IN
THE MANUFACTURING OF CYLINDRIC WORK OBJECTS
WITH PAPER WORKING IMAGES AS COMPARISON IN
CASE STUDY OF INDUSTRIAL EQUIPMENT
MACHINERY DIVISION AT PT. BOMA BISMA INDRA
(PERSERO)**

Zufar Rafif Nashrullah

10211810000060

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 SILINDRIS DENGAN GAMBAR KERJA KERTAS SEBAGAI PEMBANDING PADA STUDI KASUS DIVISI MESIN PERALATAN INDUSTRI DI PT. BOMA BISMA INDRA (PERSERO)

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 : ZUFAR RAFIF NASHRULLAH
NRP 10211810000060

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. **Ir. Arino Anzip, M.Eng, Sc**
NIP 19610714 198803 1 003
4. **Hendro Nurhadi, Dipl., Ing., Ph.D**
NIP. 19751120 200212 1 002



SURABAYA
JULY, 2022

PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama mahasiswa/NRP : ZUFAR RAFIF NASHRULLAH / 10211810000060
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 SILINDRIS DENGAN GAMBAR KERJA KERTAS SEBAGAI PEMBANDING PADA STUDI KASUS DIVISI MESIN PERALATAN INDUSTRI DI PT. BOMA BISMA INDRA (PERSERO)" 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, Juli 2022

Mengetahui

Dosen Pembimbing



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

Mahasiswa,



(Zufar Rafif Nashrullah)
NRP. 10211810000060

Analisa Efisiensi Penerapan Model-Based Definition Sebagai Gambar Kerja Dalam Pembuatan Benda Kerja Silindris Dengan Gambar Kerja Kertas Sebagai Perbandingan Pada Studi Kasus Divisi Mesin Peralatan Industri Di Pt. Boma Bisma Indra (Persero)

Nama : Zufar Rafif Nashrullah
NRP : 10211810000060
Jurusan : Teknik Mesin Industri
Dosen Pembimbing : Rivai Wardhani ST., M.Sc.

ABSTRAK

Dalam sejarah gambar teknik, perkembangan model gambar semakin meningkat mulai dari gambar 2D manual, lalu beralih ke 2D CAD dan 3D *Solid*. Akan tetapi dikarenakan menggunakan metode gambar 3D *Solid* ini masih akan tetap menggunakan informasi yang akan dibutuhkan untuk proses pemesinan seperti pemesinan *turning*, maka gambar 2D masih dibutuhkan guna memberikan informasi seperti GD&T, *Bill Of Materials*, dan informasi lainnya. *Model-Based Definition* merupakan model gambar 3D yang mendefinisikan informasi terkait GD&T, *Bill Of Materials Approval Note*, *General Note*. Dengan ini maka kekurangan dari model 3D *Solid* sebelumnya dalam pemberian informasi dapat teratasi, sehingga penggunaan gambar 2D dalam proses pemesinan dapat dihilangkan. Dalam proses pemesinan *turning* informasi yang dibutuhkan terkait GD&T dan informasi lainnya yang dibutuhkan untuk mendapatkan produk yang sesuai, agar pengerjaan dari *turning* ini lebih efisien maka dibutuhkan penggunaan 3D *Solid Model* yang tercantum informasi yang lengkap yaitu menggunakan *Model-Based Definition*.

Dalam memperoleh sebuah data peneliti mencari literatur, lalu studi lapangan di PT. Boma Bisma Indra khususnya pada proses pemesinan *turning* produk silindris. Setelah mendapatkan informasi yang dibutuhkan seperti produk yang dihasilkan dari perusahaan PT. Boma Bisma Indra barulah dibuat gambar kerja 2D kertas dan model MBD yang nantinya di *export* menjadi 3D PDF. Setelah itu dibuatlah alur pemesinan pada MasterCAM sebagai acuan untuk melakukan pemesinan. Pada proses pemesinan *turning* gambar kerja yang digunakan adalah gambar 2D kertas dan 3D PDF. Setelah proses pemesinan selesai dibuatlah skenario modifikasi design, disini yang dimaksudkan adalah perubahan dari dimensi benda kerja. Sehingga perlu dilakukan perubahan dari design, alur pemesinan, dan dilakukan lagi proses *turning*.

Dalam penerapan MBD ini didapatkan hasil kuantitatif berupa perbandingan waktu dari proses design, alur pemesinan, dan proses pemesinan *turning* dari acuan gambar kerja 2D kertas dan 3D PDF dan juga waktu dari modifikasi design. Dari hasil perbandingan waktu tersebut metode *Model-Based Definition* lebih cepat dibanding dengan metode gambar kertas 2D. Selain dari perbandingan waktu juga terdapat hasil penelitian kualitatif berupa survey terhadap penerapan *Model-Based Definition* pada PT. Boma Bisma Indra. Hasil penelitian kualitatif tersebut mendapat kesimpulan bahwa MBD lebih unggul dari segi kemudahan pembacaan gambar, namun perusahaan masih belum siap dalam menerapkan metode ini.

Kata Kunci : Model-Based Definition, Turning, Gambar Teknik, Alur Proses Turning

Efficiency Analysis Of The Application Of Model-Based Definitions As Working Images In The Manufacturing Of Cylindric Work Objects With Paper Working Images As Comparison In Case Study Of Industrial Equipment Machinery Division At Pt. Boma Bisma Indra (Persero)

Name : Zufar Rafif Nashrullah
NRP : 10211810000060
Major : Teknik Mesin Industri
Lecturer : Rivai Wardhani ST., M.Sc.

ABSTRACT

In the history of engineering drawing, the development of models has increased from manual 2D Drawing, to 2D CAD and 3D Solid. However, because using the Solid 3D drawing method will still use the information that will be needed for the machining process such as turning machining, then 2D drawings are still needed to provide information such as GD&T, Bill Of Materials, and other information. Model-Based Definition is a 3D image model that defines information related to GD&T, Bill Of Materials Approval Note, General Note. With this, the shortcomings of the previous Solid 3D model in presenting information can be overcome, so that the use of 2D images in the machining process can be eliminated. In the turning machining process, the required information related to GD&T and other information needed to get the right product, so that the turning process is more efficient, it is necessary to use a 3D Solid Model that includes complete information, namely using a Model-Based Definition.

In obtaining a data, the researcher looked for literature, then did a field study at PT. Boma Bisma Indra especially in the machining process of turning cylindrical products. After getting the required information such as products produced from the company PT. After that, Boma Bisma Indra made 2D paper working drawings and MBD models which would later be exported to 3D PDF. After that, a machining flow is made on MasterCAM as a desire to do the machining. In the turning machining process, the working drawings used are 2D paper and 3D PDF images. After the machining process is complete, a design modification scenario is made, this is where the changes in the dimensions of the workpiece are made. So it is necessary to make changes to the design, machining flow, and do the turning process again.

In the application of MBD, quantitative results are obtained in the form of a comparison of the time of the design process, machining flow, and turning machining process from the reference of 2D paper and 3D PDF working drawings and also the time of design modification. From the results of the time comparison, the Model-Based Definition method is faster than the 2D paper drawing method. In addition to the comparison of time, there are also qualitative research results in the form of a survey on the application of Model-Based Definition at PT. Boma Bishma Indra. The results of this qualitative study concluded that MBD is superior in terms of simple reading of images, but companies are still not ready to apply this method.

Keywords : *Model-Based Definition, Turning, Engineering Drawing, Turning Machining Process Flow*

KATA PENGANTAR

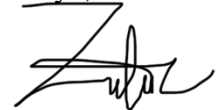
Puji syukur kepada Allah SWT berkat rahmat, hidayah, dan karunia-Nya kepada kita semua sehingga Proposal Proyek Akhir dengan judul “Analisa Efisiensi Penerapan Model-Based Definition Sebagai Gambar Kerja Dalam Pembuatan Benda Kerja Silindris Dengan Gambar Kerja Kertas Sebagai Pembanding Pada Studi Kasus Divisi Mesin Peralatan Industri Di Pt. Boma Bisma Indra (Persero)”, dapat selesai dengan baik dan tepat waktu. Penelitian 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 proposal 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 M. Iwan selaku operator mesin bubut pada penelitian yang dilakukan pada PT. Boma Bisma Indra Divisi Mesin Peralatan Industri.
6. Mohamad Ainur Rofiq selaku partner satu topik proyek akhir.
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 memberikan kesempatan bagi penulis untuk melakukan penelitian di PT. Boma Bisma Indra Divisi Mesin Peralatan Industri.
9. Kedua orang tua, yang selalu memberikan arahan, mendukung, dan mendoakan penulis selama perkuliahan berlangsung.
10. Kakak kandung penulis, Hasna Qatrunnada yang mendoakan dan mendukung penulis selama perkuliahan berlangsung
11. Teman – teman D3MITS 2018 yang selalu memberikan dukungan dan motivasi dalam penyusunan proposal proyek akhir.
12. 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 proposal proyek akhir ini tidak luput dari berbagai kekurangan. Penulis mengharapkan saran dan kritik demi kesempurnaan dan perbaikannya sehingga proposal proyek akhir ini dapat memberikan manfaat bagi bidang Pendidikan dan penerapan dilapangan serta bisa dikembangkan lagi lebih lanjut.

Surabaya, 27 Juli 2022



Zufar Rafif Nashrullah
1021181000060

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR NOTASI	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Proyek Akhir	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Model-Based Definition	4
2.1.1 Sejarah Gambar Teknik	4
2.1.2 Pengertian Model-Based Definition	4
2.2 Product Manufacturing Information	6
2.2.1 Pengertian Product Manufacturing Information	6
2.2.2 Graphical PMI	7
2.2.3 Semantic PMI	7
2.3 Bill Of Materials	7
2.4 Turning Process Manufacturing	8
2.4.1 Pengertian Turning	8
2.4.2 Macam-Macam Pahat Turning	9
2.4.3 Parameter Pada Pemesinan Bubut	11
2.5 Benda Kerja Silindris	13
2.6 Proses Manufaktur Produk Benda Silindris PT. Boma Bisma Indra.....	13
2.7 Penelitian Terdahulu.....	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1 Jenis Penelitian	17
3.2 Lokasi Penelitian	17
3.3 Teknik Pengumpulan Data	17
3.4 Alat & Bahan Penelitian	18
3.4.1 Alat Penelitian	18
3.4.2 Bahan Penelitian	19
3.5 Diagram Alir Penelitian.....	22
3.6 Diagram Alir <i>Design Experiment</i>	26
3.7 Jadwal Kegiatan Proyek Akhir	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
4.1 Hasil Penelitian.....	28
4.1.1 Tahap Design.....	28
4.1.2 Proses <i>Planning</i> Pada MasterCAM	34
4.1.3 Pemesinan Bubut	50
4.2 Parameter Hasil Penilaian.....	68
4.2.1 Hasil Design Eksperimen	68
4.2.2 Hasil Survey Perbandingan Penggunaan Gambar Kerja Pada PT. BBI.....	69

4.2.3 Hasil Survey Kesiapan Penerapan Model-Based Definition Pada PT. BBI.....	71
4.3 Analisa Hasil Penelitian.....	74
4.3.1 Analisa Hasil Data Kuantitatif.....	74
4.3.2 Analisa Hasil Data Kualitatif.....	74
4.3.3 Rekap Data Keseluruhan	75
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	77
5.1 Kesimpulan.....	77
5.2 Saran	77
DAFTAR PUSTAKA.....	78
LAMPIRAN	79
BIODATA PENULIS.....	102

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Model-Based Definition	5
Gambar 2. 2 Product Manufacturing Information	6
Gambar 2. 3 Perbedaan Antara Graphical PMI dan Semantic PMI	7
Gambar 2. 4 Contoh Bill of Materials	8
Gambar 2. 5 Pemasangan Pahat Bubut yang Sesumbu Dengan Benda Kerja.....	9
Gambar 2. 6 Pahat Drill.....	9
Gambar 2. 7 Pahat Boring	10
Gambar 2. 8 Pahat Muka	10
Gambar 2. 9 Pahat Alur	11
Gambar 2. 10 Pahat Fillet.....	11
Gambar 2. 11 Panjang Permukaan Benda Yang Dilalui Pahat Setiap Putaran	12
Gambar 2. 12 Gerak Makan (f) Dan Kedalaman Potong (a).....	12
Gambar 3. 1 ZMM CU 502 2000x250x500mm Lathe Machine.....	18
Gambar 3. 2 Laptop Lenovo Ideapad 330S.....	19
Gambar 3. 3 Desain 2D Double Wheel	20
Gambar 3. 4 Bentuk 3D PDF Produk Double Wheel Dalam Penerapan MBD	21
Gambar 3. 5 Diagram Alir Penelitian.....	22
Gambar 3. 6 Double Wheel 3D PDF.....	24
Gambar 3. 7 Diagram Alir Design Experiment.....	26
Gambar 4. 1 Design 3D Model Untuk Metode 2D Drawing	28
Gambar 4. 2 Design 2D Drawing	29
Gambar 4. 3 Memasukkan Anotasi Pada Design 2D Drawing	29
Gambar 4. 4 Hasil Print Gambar Kerja 2D Kertas	29
Gambar 4. 5 Design 3D Solid Untuk Metode Model-Based Definition	30
Gambar 4. 6 Menambahkan Anotasi Dimensi Dan Bill Of Materials.....	30
Gambar 4. 7 Capture 3D View	31
Gambar 4. 8 Proses Export File 3D PDF.....	31
Gambar 4. 9 Merubah Dimensi Design Solid.....	32
Gambar 4. 10 Membuat 2D Drawing	32
Gambar 4. 11 Merubah Anotasi Design 2D Drawing	33
Gambar 4. 12 Design Awal Alur Pemesinan Pada MasterCAM.....	34
Gambar 4. 13 Toolpath Drill Design Awal Pada MasterCAM	35
Gambar 4. 14 Toolpath Boring Design Awal Pada MasterCAM.....	35
Gambar 4. 15 Toolpath Roughing Sisi Depan Design Awal Pada MasterCAM.....	36
Gambar 4. 16 Toolpath Roughing Sisi Atas Design Awal Pada MasterCAM.....	36
Gambar 4. 17 Toolpath Fillet Design Awal Pada MasterCAM	37
Gambar 4. 18 Toolpath Groove Sisi Atas Design Awal Pada MasterCAM	37
Gambar 4. 19 Toolpath Groove Sisi Depan Design Awal Pada MasterCAM	37
Gambar 4. 20 Toolpath Chamfer Design Awal Pada MasterCAM.....	38
Gambar 4. 21 Design Modifikasi Alur Pemesinan Pada MasterCAM.....	38
Gambar 4. 22 Toolpath Boring Design Modifikasi Pada MasterCAM.....	39
Gambar 4. 23 Toolpath Groove Sisi Atas Design Modifikasi Pada MasterCAM.....	39
Gambar 4. 24 Toolpath Groove Sisi Depan Design Modifikasi Pada MasterCAM.....	39
Gambar 4. 25 Proses Drilling 40 mm Pada Mesin Turning Dengan Gambar Kerja 2D Kertas	51
Gambar 4. 26 Proses Roughing Diameter Luar 225 mm Pada Mesin Turning Dengan Gambar Kerja 2D Kertas	52

Gambar 4. 27 Proses Roughing Ketebalan 90 mm Pada Mesin Turning Dengan Gambar Kerja 2D Kertas.....	52
Gambar 4. 28 Proses Facing Diameter 220,5 mm Pada Mesin Turning Dengan Gambar Kerja 2D Kertas.....	53
Gambar 4. 29 Proses Facing 68,5 mm Pada Mesin Turning Dengan Gambar Kerja 2D Kertas	53
Gambar 4. 30 Proses Facing Fillet R3 mm Pada Mesin Turning Dengan Gambar Kerja 2D Kertas.....	54
Gambar 4. 31 Proses Roughing Ketebalan 90 mm Pada Mesin Turning Dengan Gambar Kerja 2D Kertas.....	54
Gambar 4. 32 Proses Facing 57 mm Pada Mesin Turning Dengan Gambar Kerja 2D Kertas.....	55
Gambar 4. 33 Proses Finishing Pada Mesin Turning Dengan Gambar Kerja 2D Kertas.....	55
Gambar 4. 34 Benda Kerja Double Wheel Tampak Depan Dengan Gambar Kerja 2D Kertas	57
Gambar 4. 35 Benda Kerja Double Wheel Tampak Samping Dengan Gambar Kerja 2D Kertas	57
Gambar 4. 36 Proses Pemesinan Dengan Gambar Kerja 3D PDF	59
Gambar 4. 37 Proses Drilling 40 mm Pada Mesin Turning Dengan Gambar Kerja 3D PDF..	59
Gambar 4. 38 Proses Roughing Diameter Luar 230 mm Pada Mesin Turning Dengan Gambar Kerja 3D PDF.....	60
Gambar 4. 39 Proses Roughing Ketebalan 90 mm Pada Mesin Turning Dengan Gambar Kerja 3D PDF.....	60
Gambar 4. 40 Proses Facing Diameter 216 mm Pada Mesin Turning Dengan Gambar Kerja 3D PDF.....	61
Gambar 4. 41 Proses Facing 68,5 mm Pada Mesin Turning Dengan Gambar Kerja 3D PDF.....	62
Gambar 4. 42 Proses Facing 68,5 mm Pada Mesin Turning Dengan Gambar Kerja 3D PDF.....	62
Gambar 4. 43 Proses Facing Fillet R3 mm Pada Mesin Turning Dengan Gambar Kerja 3D PDF.....	63
Gambar 4. 44 Proses Roughing Ketebalan 80 mm Pada Mesin Turning Dengan Gambar Kerja 3D PDF.....	63
Gambar 4. 45 Proses Facing 46 mm Pada Mesin Turning Dengan Gambar Kerja 3D PDF....	64
Gambar 4. 46 Proses Facing 46 mm Pada Mesin Turning Dengan Gambar Kerja 3D PDF....	64
Gambar 4. 47 Proses Facing Chamfer 1 mm Pada Mesin Turning Dengan Gambar Kerja 3D PDF.....	65
Gambar 4. 48 Proses Finishing Pada Mesin Turning Dengan Gambar Kerja 3D PDF.....	65
Gambar 4. 49 Benda Kerja Double Wheel Tampak Depan Dengan Gambar Kerja 3D PDF..	67
Gambar 4. 50 Benda Kerja Double Wheel Tampak Samping Dengan Gambar Kerja 3D PDF	67
Gambar 4. 51 Grafik Jumlah Responden Terkait Pengetahuan Mengenai MBD	71
Gambar 4. 52 Diagram Batang Keuntungan Apabila MBD Diterapkan.....	72
Gambar 4. 53 Diagram Batang Kekurangan Apabila MBD Diterapkan.....	73
Gambar 4. 54 Diagram Batang Master Data Yang Diperlukan Dalam Proses Produksi	74
Gambar 4. 55 Grafik Perbandingan Gambar Kerja 2D Kertas Dan 3D PDF.....	75

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Perbandingan Waktu Metode Gambar Kerja 3D PDF dan 2D Drawing	17
Tabel 3. 2 Perbandingan Waktu Dari Modifikasi Design	17
Tabel 3. 3 Spesifikasi ZMM CU 502 2000x250x500mm Lathe Machine	18
Tabel 3. 4 Perbandingan Penggunaan MBD 3D PDF dan 2D Paper	25
Tabel 3. 5 Jadwal Kegiatan Proyek Akhir	27
Tabel 4. 1 Alur Pemesinan Awal Sisi Depan Dengan Referensi 2D Drawing.....	48
Tabel 4. 2 Alur Pemesinan Awal Sisi Belakang Dengan Referensi 2D Drawing	49
Tabel 4. 3 Modifikasi Alur Pemesinan Sisi Depan Dengan Referensi 2D Drawing.....	49
Tabel 4. 4 Modifikasi Alur Pemesinan Sisi Belakang Dengan Referensi 2D Drawing	50
Tabel 4. 5 Alur Pemesinan Awal Sisi Depan Dengan Referensi 3D PDF	50
Tabel 4. 6 Alur Pemesinan Awal Sisi Belakang Dengan Referensi 3D PDF.....	51
Tabel 4. 7 Modifikasi Alur Pemesinan Sisi Depan Dengan Referensi 3D PDF	52
Tabel 4. 8 Modifikasi Alur Pemesinan Sisi Belakang Dengan Referensi 3D PDF.....	52
Tabel 4. 9 Waktu Pemesinan Awal Dengan Referensi 2D Drawing.....	61
Tabel 4. 10 Waktu Pemesinan Modifikasi Dengan Referensi 2D Drawing	61
Tabel 4. 11 Waktu Pemesinan Awal Dengan Referensi 3D PDF	71
Tabel 4. 12 Waktu Pemesinan Modifikasi Dengan Referensi 3D PDF.....	71
Tabel 4. 13 Rekap Waktu Hasil Design Eksperimen	72
Tabel 4. 14 Tabel Perbandingan Tingkat Kemudahan Membaca Geometri	73
Tabel 4. 15 Tabel Perbandingan Tingkat Kemudahan Membaca Anotasi	73
Tabel 4. 16 Tabel Perbandingan Probabilitas Penerapan Di PT. BBI.....	74
Tabel 4. 17 Tabel Rekap Data Kualitatif Dan Kuantitatif	78
Tabel 4. 18 Tabel Keuntungan dan Kekurangan Apabila MBD Diterapkan	79

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan / Unit
MBD	<i>Model-Based Definition</i>	
BoM	<i>Bill of Materials</i>	
2D	<i>2 Dimension</i>	
3D	<i>3 Dimension</i>	
3D PDF	<i>3 Dimension Portable Document Format</i>	
CAD	Computer Aided Design	
CAM	Computer Aided Manufacturing	
GD&T	Geometric Dimension & Tolerancing	
PT. BBI	Perseroan Terbatas Boma Bisma Indra	
V_c	Cutting Speed	m/min
π	Phi	
d	Diameter	mm
n	Putaran Spindel	rev/min
a	Depth Of Cut	mm
f_r	Kecepatan Potong	mm/menit
f	Feed	mm/putaran

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Di dalam dunia industri pemesinan, gambar teknik memegang peranan penting dalam proses pembuatan, dikarenakan gambar merupakan bahasa grafik *universal*. Gambar teknik adalah cara paling tepat untuk menjelaskan apa yang harus dibuat dan bagaimana cara membuatnya, dengan segala keterangan yang disampaikan secara jelas maka dapat menghilangkan pemahaman yang multitafsir. Tujuan dari gambar teknik ini sendiri adalah untuk mengendalikan atau mengontrol definisi produk dengan jelas dan tepat. Sehingga dalam proses pemesinan dimensi, geometri, dan toleransi diperlukan untuk mendapatkan standard pemesinan yang tepat.

Drawing telah dikembangkan sejak tahun 1781, yang awalnya gambar teknik 2D ini masih menggunakan kertas, namun setelah berkembangnya zaman maka dibentuklah sebuah proses *drawing* yang melibatkan barang elektronik yang disebut juga *electronic drawing*. Dengan menggunakan komputer sebagai media gambar, aplikasi yang diciptakan tersebut dapat memudahkan para *Drafter* untuk menggambar dengan menggunakan aplikasi CAD atau sejenisnya. Penggunaan dari aplikasi tersebut pastinya dapat menambah efisiensi kerja terutama pada waktu pengerjaan, sehingga proses produksi dapat lebih cepat selesai dengan adanya aplikasi tersebut.

Setelah melalui beberapa evaluasi dari penggunaan aplikasi CAD 2D *drawing* guna memenuhi kebutuhan industry yang semakin maju akhirnya dikembangkan lagi aplikasi *drawing* 3D. Di dalam perkembangan aplikasi *drawing* 3D pun juga bertahap yang pada awalnya hanya model solid, hingga muncullah tampilan *geometry*. Hal tersebut memberi keuntungan dengan mempertahankan statis 2D definisi produk. Lalu terdapat peningkatan lagi dalam aplikasi 3D *Drawing* yaitu adanya perencanaan proses pemesinan atau yang biasa dinamakan CAM, dan hal tersebut penting karena adanya data yang disediakan agar pelaksanaan proses pemesinan sesuai dengan rencana. Akan tetapi setelah perkembangan tersebut masih terdapat kekurangan dalam pelaksanaan pembuatan dalam machining, sehingga perlu diadakannya evaluasi yang dapat menunjang proses manufaktur ini.

Pada PT. Boma Bisma Indra Divisi Mesin Peralatan Industri, proses pemesinan masih menggunakan gambar teknik 2D dan juga 3D, sehingga apabila terdapat kekurangan, maka perlu adanya pengerjaan ulang sehingga memerlukan waktu yang lebih lama untuk proses produksi, apabila terdapat perubahan permintaan dari customer terkait dengan dimensi dan geometri.

Inovasi baru pasti dibutuhkan lagi untuk menangani beberapa kekurangan, dikarenakan dalam proses pemesinan perlu melewati banyak tahap dan apabila terjadi kesalahan pada satu tahap perlu diadakannya pengerjaan ulang pada tahap tersebut. Awal dari proses manufaktur yaitu dimulai dari proses Design CAD meliputi 2D *Drawing* dan 3D *Drawing* lalu setelah itu dibuat perencanaan proses manufakturnya dalam CAM, barulah bisa melakukan produksi dengan menggunakan data CAD berupa 2D dan 3D sebagai tampilan visual, lalu data CAM sebagai acuan perencanaan proses produksinya. Hal tersebut jelas membutuhkan waktu yang lumayan lama, selain itu juga memerlukan banyak penyimpanan data bahkan hanya untuk satu kali produksi.

Meskipun melewati beberapa proses panjang masih terdapat evaluasi selain dari segi waktu dan penyimpanan yaitu terjadinya miss informasi yang menyebabkan produk tidak sesuai dengan permintaan, yang pertama adalah terjadinya kurangnya data pada hasil *drawing* sehingga terjadi kesalahan pada proses machining, meski telah melewati pengecekan oleh *Quality Assurance* tetap memungkinkan terjadinya kesalahan tersebut. Dan juga dari setiap tahap pastinya memerlukan tenaga kerja yang berbeda, sehingga memungkinkan informasi

yang diberikan dari *Drafter* hingga sampai ke operator mesin *turning* tidak sepenuhnya tersampaikan. Maka hal tersebut dapat yang menyebabkan kecacatan dalam produk. Apabila telah terjadi sebuah kesalahan tersebut maka hal yang perlu dilakukan yaitu dengan mengulanginya lagi ketahap awal yaitu *Design* 2D dan 3D, maka waktu dan biaya diperlukan lagi untuk menangani hal tersebut.

Dengan semakin berkembangnya industri manufaktur, dan juga peningkatan permintaan konsumen. Maka dari itu terdapat solusi untuk memecahkan hal tersebut yaitu dengan menambahkan informasi produk, dimensi, geometri, dan toleransi pada hasil 3D *drawing* yang dibutuhkan untuk suatu proses pemesinan. Kemudian mulailah dikembangkan *Model-Based Definition* yang artinya adalah sebuah model 3D-CAD yang berisikan informasi produk dan definisinya. Hal tersebut menjawab kekurangan-kekurangan yang ada, dikarenakan semua informasi yang dibutuhkan telah ada pada sebuah model solid termasuk geometri, dimensi, dan toleransi, sehingga dapat mengatasi efisiensi waktu, biaya, dan kebutuhan penyimpanan data.

Dengan adanya *Model-Based Definition* dapat mengatasi adanya kurangnya informasi yang dibutuhkan dalam proses manufaktur, kemudian *Model-Based Definition* juga dapat mempersingkat tahap yang diperlukan apabila terjadi sebuah kesalahan pada *Design*, dikarenakan semua informasi telah tercantum pada model *solid* tersebut.

Dalam industri manufaktur khususnya pada PT. Boma Bisma Indra proses *turning* masih menggunakan gambar teknik pada kertas, sehingga penelitian *Model-Based Definition* pada industri perlu dilakukan, khususnya pada PT. Boma Bisma Indra karena perlu dilihat bagaimana implementasi pada industri dengan membandingkan gambar teknik 2D Kertas dan gambar kerja 3D PDF.

1.2 Rumusan Masalah

Dari Latar Belakang yang telah ada dirumuskan beberapa rumusan masalah yang perlu dilakukan penelitian, yaitu sebagai berikut :

1. Bagaimana penerapan *Model-Based Definition* sebagai acuan dalam proses dari penentuan alur pemesinan *Turning* hingga produk silindris terbentuk?
2. Bagaimana Perbandingan Penerapan Antara *Model-Based Definition* dan Gambar Teknik 2D pada skala Industri ?
3. Bagaimana Penerapan *Model-Based Definition* pada proses *turning* di PT. Boma Bisma Indra?

1.3 Batasan Masalah

Setelah dirumuskan sebuah permasalahan terdapat juga variabel yang perlu dibatasi karena sangat kecil pengaruhnya pada proses *Turning* di PT. Boma Bisma Indra, yaitu sebagai berikut:

1. Proses Pemesinan yang digunakan adalah Proses *Turning*.
2. Alur informasi proses manufaktur yang digunakan sesuai dengan skenario penelitian yang dibuat.
3. Produk yang dihasilkan dari proses *Turning* ini adalah *Double Wheel*.
4. Penelitian ini menganalisa perbandingan waktu penerapan antara *Model-Based Definition* dan gambar kertas.
5. Material pada penelitian ini adalah polyethylene.

1.4 Tujuan Proyek Akhir

Adapun Tujuan dilaksanakannya proyek akhir yaitu sebagai berikut :

1. Menganalisa data hasil penerapan *Model-Based Definition* sebagai acuan dalam proses dari penentuan alur pemesinan *Turning* hingga produk silindris terbentuk.
2. Uji coba metode *Model-Based Definition* pada skala industri dengan studi kasus di PT. Boma Bisma Indra.

3. Menganalisa Data hasil penerapan Model-Based Definition pada proses *Turning* di PT. Boma Bisma Indra.

1.5 Manfaat Penelitian

Terdapat juga manfaat yang dapat diperoleh dari Proyek Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini digunakan untuk menganalisa ketersediaan Model-Based Definition untuk digunakan di dunia Industri
2. Penelitian ini dapat menjadi jawaban dari kekurangan yang ada pada dunia Industri
3. Sebagai bahan masukan bagi para pembaca khususnya mahasiswa Departemen teknik mesin industri yang membahas masalah topik yang sama.
4. Dapat menambah wawasan terhadap Model-Based Definition.

1.6 Sistematika Penulisan

Skema penulisan yang dijadikan penulis sebagai arahan untuk menyelesaikan penulisan laporan adalah sebagai berikut :

1. Bab I Pendahuluan

Berisikan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

2. Bab II Tinjauan Pustaka

Menjelaskan tinjauan Pustaka yang dipakai sebagai landasan untuk mengerjakan laporan kerja praktik dan juga gambaran umum dari perusahaan tempat dari penulis melaksanakan kegiatan kerja praktik.

3. Bab III Metodologi

Menjelaskan mengenai metode penelitian, prosedur penelitian serta uraian mengenai tahap-tahap pekerjaan yang dilakukan penulis untuk menyusun laporan kerja praktik ini.

4. Bab IV Analisa Data dan Pembahasan

Membahas tentang hasil data dan analisa dari apa yang telah dilakukan selama proses pengerjaan Proyek Akhir

5. Bab V Kesimpulan dan Saran

Menjelaskan kesimpulan akhir dari penelitian tugas akhir dan saran yang direkomendasikan berdasarkan hasil analisa yang didapatkan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Model-Based Definition

2.1.1 Sejarah Gambar Teknik

Gambar teknik telah memainkan peran mendasar dalam manusia dari zaman ke zaman. Secara tradisional, gambar 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 menyediakan sarana untuk mengkomunikasikan kompleksitas dengan cara yang dapat dipahami dan efektif berkat visual abstraksi. Satu set atau gambar kerja menyampaikan semua fakta secara lengkap dan eksplisit, sehingga tidak diperlukan instruksi lebih lanjut. Gambar teknik telah ada sejak 1781 dengan hanya menggunakan gambar dari tangan dan kertas sebagai media gambar, gambar teknik menjadi acuan untuk memvisualisasikan sebuah benda, namun setelah berkembangnya zaman maka dibentuklah sebuah proses *drawing* yang melibatkan barang elektronik yang disebut juga *electronic drawing* pada saat itulah dikenalkan gambar teknik 2D menggunakan komputer. Dan setelah itu zaman telah berkembang lagi sehingga sejak 1980-an, muncullah pemodelan yang solid dan spesialisasi penyusunan paket perangkat lunak telah memberikan kontribusi yang signifikan terhadap perampingan produksi gambar teknik. Sepanjang perkembangan ini telah dikembangkan perangkat cerdas untuk menghasilkan gambar rakitan secara otomatis dari model rakitan komputer tiga dimensi produk mekanik. Model yang solid berfungsi sebagai dasar untuk bantuan komputer manufaktur (CAM). Pabrik dan mesin bubut yang dikendalikan numerik dapat impor model 3D yang akurat secara matematis untuk memotong prototipe atau untuk perkakas. Model solid sekarang digunakan untuk mendefinisikan produk geometri, yang telah menjadi fungsi kedua dari gambar teknik. Namun, gambar teknik tidak hanya menyampaikan informasi geometris. Banyak properti lainnya dari geometri yang dimodelkan atau ditentukan dalam gambar teknik (dimensi, toleransi, kondisi permukaan, perlakuan panas, bahan, proses manufaktur, perakitan dan data operasional, dll).

Informasi ini dijelaskan dalam gambar secara sistematis dan cara formal yang dipahami dengan baik dalam rekayasa. Karena itu, meskipun model solid dianggap sebagai master produk representasi, gambar teknik saat ini masih diproduksi. Dari sudut pandang teknis, sekarang dimungkinkan untuk menambahkan dimensi, toleransi, dan catatan untuk model geometris 3D dalam acara yang disepakati secara umum. Didorong oleh kedirgantaraan dan otomotif industri, American Society of Mechanical Engineers (ASME) dikeluarkan, pada tahun 2003, standar ASME Y14.41 dalam menanggapi perlu menggunakan data CAD 3D sebagai manufaktur dan/atau inspeksi sumber; dengan demikian, memungkinkan gambar 2D dihapus secara bertahap. Dengan kemajuan baru dalam solusi CAD, dimungkinkan untuk memasukkan GD&T (Pengukuran dan Toleransi Geometris) data serta catatan langsung ke model CAD, membentuk apa yang dikenal sebagai MBD (*Model-Based Definition*). (Quintana et al., 2010)

2.1.2 Pengertian Model-Based Definition

Dataset MBD berisi 3D geometri dan anotasi 3D dari dimensi produk dan toleransi (dan mungkin termasuk bagian/daftar catatan) untuk definisi produk. MBD dapat dilihat sebagai langkah logis berikutnya dalam transisi 2D ke 3D. Dengan menghilangkan kebutuhan untuk menghasilkan 2D gambar, biaya pengembangan produk dan penundaan dapat dikurangi dengan meningkatkan dan mempercepat siklus pengiriman produk.

Model-Based Definition (MBD) adalah model 3D yang beranotasi dan elemen data terkait yang sepenuhnya mendefinisikan produk. *Model-Based Definition* (MBD) dapat

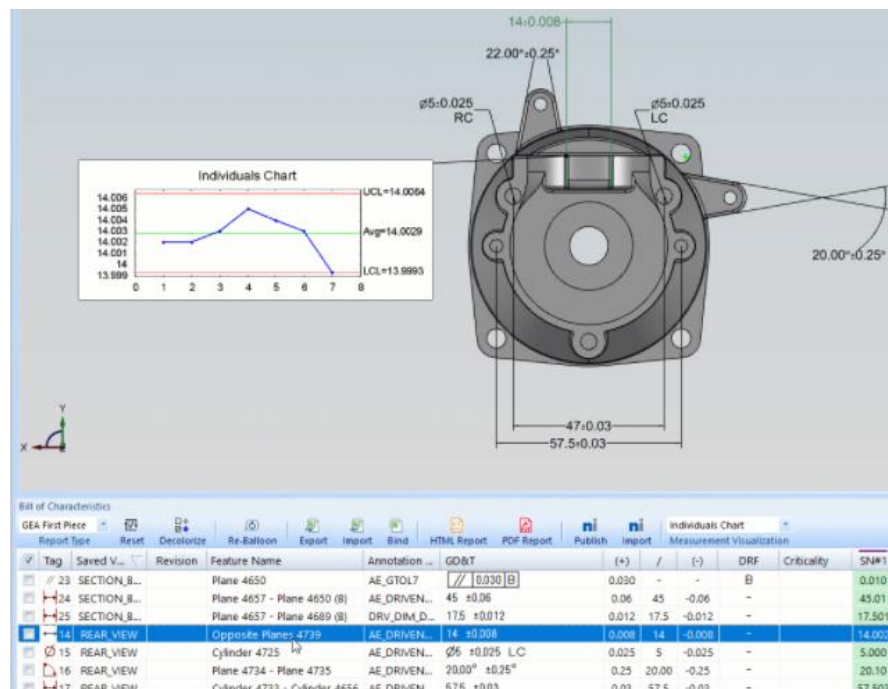
ditambahkan ke model 3D-CAD dan disertakan dalam kumpulan data MBD. (Weper, 2019)

2.2 Product Manufacturing Information

2.2.1 Pengertian Product Manufacturing Information

Informasi Produk dan Manufaktur, menurut Herron *Product Manufacturing Information* (PMI) menyampaikan atribut non-geometris di 3D CAD / *Manufacturing / Inspection / Engineering (CAx) systems* yang diperlukan untuk komponen produk manufaktur. PMI dapat mencakup *Geometric Dimensions & Tolerance* (GD&T), anotasi 3D (teks) dan dimensi, *surface finish*, dan spesifikasi material. Literatur aplikasi CAx juga dapat merujuk ke PMI secara sinonim dengan *Geometric Dimensions & Tolerance* (GD&T) atau *Functional Tolerancing and Annotation* (FT&A).

PMI sebagai bagian dari MBD mencakup jenis anotasi tersebut, yang digunakan untuk menentukan geometri produk dan spesifikasinya sesuai dengan standar. Semua untuk kebutuhan proses manufaktur dan inspeksi *part* yang tepat, seperti GD&T disampaikan melalui PMI dan disematkan ke dalam model 3D-CAD. Selain itu, data PMI yang dihasilkan dalam perangkat lunak CAD ini menyampaikan informasi definisi produk dan mendukung penggunaan kembali dalam proses analisis, manufaktur, dan spesifikasi. Atribut seperti GD&T, fitur datum, properti permukaan (mis. kekasaran), simbol las, spesifikasi material, persyaratan dan proses penyelesaian catatan adalah PMI. PMI berasal dari istilah MBD, hanya mengacu pada anotasi tersebut dan ditampilkan dengan simbol untuk komunikasi teknis yang sebagian besar dikenal dari teknis standar gambar.



Gambar 2.2 Product Manufacturing Information

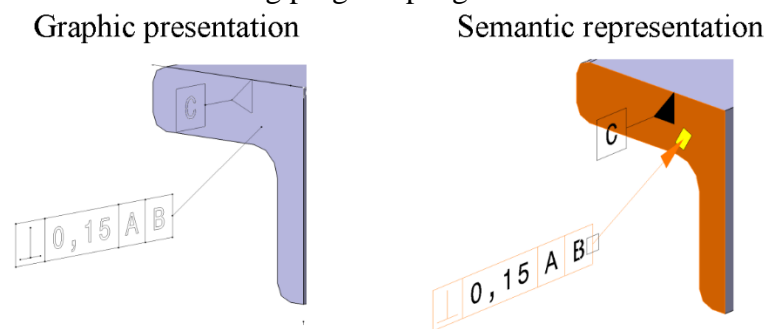
Informasi produk yang terkandung dalam istilah MBD termasuk PMI, yang hanya ditautkan ke GD&T dan data non-geometrik spesifik untuk memungkinkan pengecekan dalam proses rekayasa seperti manufaktur dan inspeksi. Istilah MBD digunakan dalam keseluruhan pengembangan produk digital dan memastikan produk tanpa gambar 2D yang lengkap definisinya. MBD menyertakan lebih banyak konten dari gambar teknis dan tampilan dengan informasi tambahan untuk mendefinisikan produk dan terdiri dari elemen CAD dari 3D model solid.

2.2.2 Graphical PMI

Graphical PMI bertujuan untuk mempresentasikan dan juga dikenal sebagai “*PMI Presentation*”. Pemetaan grafis dari PMI dan penempatannya dalam 3D-CAD model ditentukan dengan cara menghubungkan garis dan busur. Elemen penghubung itu menampilkan hubungan antara anotasi PMI dan bagian dari model geometri 3D-CAD (Andre dkk. 2002, 2). Dari elemen penghubung itu, yang mana penampilannya berbeda dari bentuk, warna dan posisi, membuatnya dapat dipahami oleh pemirsa untuk memahami, di mana anotasi tepat mengacu, yang mengurangi risiko interpretasi kesalahan. *Graphical PMI* memenuhi tujuan tampilan teknik dan visualisasi PMI dalam penggunaan MBD. Pengguna dapat menggunakan PMI dengan mengadopsinya dari gambar 2D secara langsung ditambahkan ke model 3D-CAD. Pada kasus ini, PMI grafis memenuhi tujuan komunikasi teknis yang sama seperti pada gambar 2D tetapi ditampilkan dalam format 3D. Mereka tidak dapat digunakan oleh manufaktur hilir atau perangkat lunak inspeksi dan dapat digunakan untuk manufaktur non-otomatis dan proses inspeksi dengan mengambil PMI secara manual dari model 3D-CAD yang beranotasi.

2.2.3 Semantic PMI

Semantic PMI dapat dibaca mesin dan untuk tujuan representasi. Mereka juga dikenal sebagai “*PMI Representation*” dalam literatur. PMI semantik berbasis karakter dan melengkapi *Graphical PMI*. Informasi tentang jenis, nilai, dan referensi disimpan dalam PMI semantik dan dapat dibaca *Software*. PMI semantik berisi nilai numerik dan ditentukan untuk mana referensi nilai-nilai tesis mengacu (Bijmens dkk. 2018, 315). Tidak ada tujuan presentasi dan PMI semantik memungkinkan pemanfaatan aplikasi yang dapat diinterpretasikan oleh komputer dalam proses *engineering*. PMI semantik, yang telah ditambahkan ke model CAD 3D, dapat digunakan kembali dalam fase PLC pemesinan dan inspeksi, yang merupakan manfaat mendasar dan berkontribusi pada lebih banyak otomatisasi. PMI ini dikaitkan dengan fitur silinder (lubang melalui lubang) dan disediakan dalam a format data yang dapat dibaca mesin. Itu dapat menjadikan penggunaan kembali data CAD untuk pengguna yang berbeda dalam aplikasi teknik memungkinkan dan GD&T termasuk dalam PMI semantik dapat ditransfer dari perangkat lunak CAD ke CAM dan CMM. PMI semantik tertanam di Data CAD diproses dalam perangkat lunak CMM dan mendukung program pengukuran otomatis.



Gambar 2. 3 Perbedaan Antara *Graphical PMI* dan *Semantic PMI*

2.3 Bill Of Materials

Bill of Materials (BoM) adalah sebuah diagram yang berisikan semua komponen dan *part* yang dibutuhkan untuk memproduksi satu unit produk atau *part* akhir. Biasanya direpresentasikan sebagai struktur yang terbuat dari hubungan antara komponen dan material yang berbeda.

Kontribusi yang beragam terkait pemanfaatan BoM di lingkungan industri disediakan di masa lalu. Memang, analisis BoM diterapkan pada topik bisnis yang berbeda seperti representasi data produk dalam otomasi industri, kustomisasi skala besar dan variasi manajemen, pembentukan barang baru, peningkatan perangkat lunak manajemen bisnis, memperkirakan sifat dinamis portofolio produk.

Analisa data dari BoM dapat memberi informasi signifikan terkait poin pening pada bahan dan produk setengah jadi, memberi tahu bagaimana komponen yang berbeda dapat berdampak pada produksi dan ketersediaan produk jadi. Namun demikian, analisis ini sulit dilakukan karena sejumlah besar data yang harus diperlakukan, terutama ketika itu dilakukan pada tingkat agregat; misalnya untuk pemrosesan paralel semua BoM dari portofolio produk. Karenanya, jaringan yang kompleks, yang dapat diterapkan dalam kaitannya dengan langkah-langkah sentralitas dan representasi grafis, berguna untuk deteksi beberapa aspek penting yang terkait dengan bahan dan manajemen produk antara.

	A	B	C	D	E
1	ITEM NO.	QTY.	Number	Description	ITAR
2	1	1	ASSY-00031	Base	N
3	2	1	PART-00833	Swivel	N
4	3	1	PART-00838	Head	N
5	4	1	PART-00842	Miniature Bulb	N
6	5	2	PART-00841	Locking Pin	N
7	6	1	PART-00834	Swivel Clip	N
8	7	1	PART-00844	Reflector	N
9	8	1	PART-00840	Lens Cover	N

Gambar 2. 4 Contoh Bill of Materials

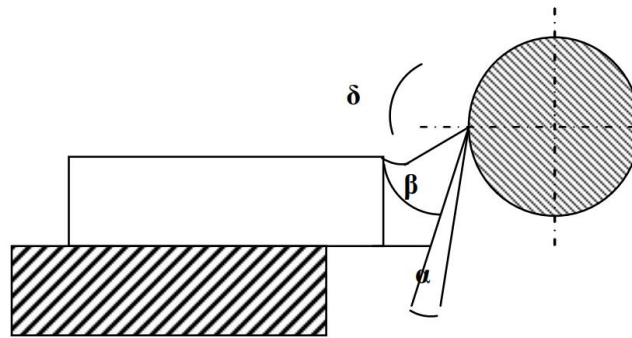
Dalam perencanaan produksi, BoM terkait dengan produksi perintah, karena mendefinisikan hubungan antara komponen, dan bahan setengah jadi atau bahan mentah, baik dalam persediaan atau menjadi dibeli. Stratifikasi semua pesanan produksi membutuhkan pola konsumsi bagian-bagian tersebut. Kebijakan inventaris dan keputusan manajemen tentang tingkat persediaan target harus menganggap pola-pola ini, dan kekritisn bagian-bagian secara keseluruhan proses manufaktur. Melihat hal ini, hasilnya lebih kritis komponen yang dimiliki bersama oleh semua BoM dari portofolio produk daripada komponen yang digunakan hanya dalam satu produk jadi.

2.4 Turning Process Manufacturing

2.4.1 Pengertian Turning

Mesin bubut adalah suatu mesin perkakas yang mempunyai gerakan utama berputar yang berfungsi untuk mengubah bentuk dan ukuran benda kerja dengan cara menyayat benda kerja tersebut dengan suatu pahat penyayat, posisi benda kerja berputar sesuai dengan sumbu mesin dan pahat bergerak ke kanan / kiri searah sumbu mesin bubut untuk melakukan penyayatan atau pemakanan. Bagian utama mesin bubut adalah; kepala tetap, eretan, kepala lepas dan poros pengantar. Kepala tetap merupakan rangkaian yang terdiri dari bagian pemegang dan pemutar, serta gear box. Eretan merupakan satu rangkaian untuk menempatkan dan menggerakkan pahat bubut. Kepala lepas merupakan bagian penahan ujung benda kerja yang dibubut dan dapat pula sebagai pemegang benda kerja. Poros pengantar adalah poros yang menggerakkan eretan. Pekerjaan yang dapat

dilakukan dengan mesin bubut antara lain; membubut lurus, tirus, dalam, alur, ulir sekrup, mengkartel dsb. Keberhasilan dalam melakukan pembubutan benda kerja sangat tergantung pada pahat bubut, karena pahat yang melakukan penyayatan terhadap benda kerja. Oleh karena itu pahat yang digunakan harus sesuai dan tajam. Agar diperoleh hasil yang baik, maka pemasangan pahat harus benar, yaitu letak ujung sisi pemotong pahat disesuaikan tepat pada gerakan sumbu benda kerja serta diikat sependek mungkin pada tempat pahat. (Hadimi, 2008)



Gambar 2. 5 Pemasangan Pahat Bubut yang Sesumbu Dengan Benda Kerja

2.4.2 Macam-Macam Pahat Turning

Pahat bubut merupakan suatu alat potong utama yang biasa digunakan pada proses pembubutan. Jenis pahat bubut itu bermacam-macam tergantung dari fungsinya.

1. Pahat Drill

Pahat ini digunakan untuk membuat lubang pada benda, saat pemesinan dilakukan pahat dipasang di *tailstock*.



Gambar 2. 6 Pahat Drill

2. Pahat Boring

Pahat Boring digunakan untuk melebarkan lubang dari benda yang telah dilakukan drill diawal tadi, sama dengan pahat drill untuk pahat boring ini dipasang di tailstock.



Gambar 2. 7 Pahat Boring

3. Pahat Muka

Hampir sama dengan pahat rata. perbedaannya terletak pada besar sudut puncaknya yaitu 55° . Digunakan untuk membubut permukaan ujung benda kerja hingga rata, baik benda kerja yang ditahan oleh senter atau tidak. Pemakanannya di mulai dari bagian tengah (titik senter) ke arah sisi pekerjaan. Jadi gerakannya mundur. Putaran benda kerja harus benar. Jika putaran salah akan menyebabkan benda kerja tidak terpotong dan memberi beban berlebih pada pahat sehingga patah.



Gambar 2. 8 Pahat Muka

4. Pahat Alur

Digunakan untuk membuat celah alur pada benda kerja sesuai dengan kebutuhan. Biasanya digunakan untuk pembatas ketika anak mengulir benda kerja. Bentuknya hampir sama dengan pahat alur.



Gambar 2. 9 Pahat Alur

5. Pahat Fillet

Pahat ini sebenarnya hanya ada di pemesinan *CNC Turning* namun pada penelitian ini mesin yang digunakan adalah mesin bubut konvensional sehingga untuk membentuk fillet pada benda kerja pahat bubut perlu dilakukan pemesinan untuk membentuk radius sesuai dengan fillet yang diinginkan.



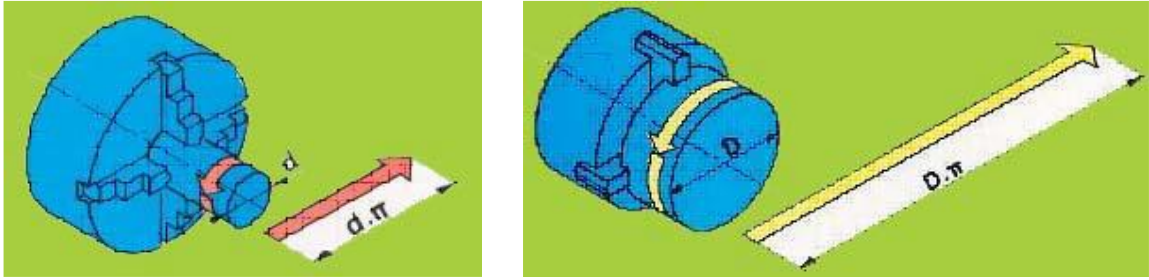
Gambar 2. 10 Pahat Fillet

2.4.3 Parameter Pada Pemesinan Bubut

Terdapat parameter utama yang ada pada setiap proses bubut yaitu putaran spindel (*speed*), gerak makan (*feed*), kedalaman potong (*depth of cut*). Sebenarnya juga terdapat faktor lain seperti dari bahan benda kerja, jenis pahat yang digunakan. Namun tiga parameter yang utama tersebut bisa diatur oleh operator pada mesin bubut.

Kecepatan putar, n (*speed*), yang pasti dikaitkan dengan sumbu utama dan benda kerja. Kecepatan putar dinotasikan putaran per menit (*rpm*). Namun pada proses bubut yang dijadikan faktor penting adalah kecepatan potong (*cutting speed*) dengan notasi v_c . dengan sebuah rumus keliling benda kerja dikali dengan kecepatan putar atau juga dapat dijelaskan sebagai berikut :

$$v_c = \frac{\pi dn}{1000} \quad (2.1)$$



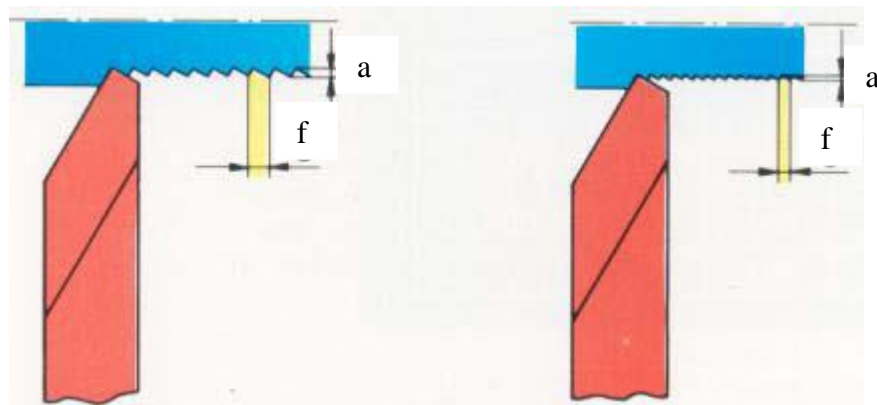
Gambar 2. 11 Panjang Permukaan Benda Yang Dilalui Pahat Setiap Putaran
(Widarto et al., 2008)

Tabel 2. 1 Rekomendasi Kecepatan Potong Berbagai Material

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

Gerak makan, f (*feed*), dapat dijelaskan sebagai jarak yang ditempuh oleh pahat setiap saat benda kerja berputar satu kali (gambar 2.11), satuan dari f adalah mm/putaran. Pada gerak makan material benda, material pahat, dan kekuatan mesin juga menjadi faktor penting. Gerak makan berkaitan dengan kedalaman potong dan kehalusan permukaan yang diinginkan. Sehingga dapat disimpulkan dengan rumus sebagai berikut :

$$f_r = nf \quad (2.2)$$



Gambar 2. 12 Gerak Makan (f) Dan Kedalaman Potong (a)
(Widarto et al., 2008)

Tabel 2. 2 Kecepatan Pemesinan
(Widarto et al., 2008)

<i>Material</i>	<i>Kecepatan Pemakanan (mm/min)</i>				
	<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
Aluminium	150-180	335-365	30-120	150-180	335-365

Free Machining	90-105	180-200	50-55	90-105	180-200
Other Brass & bronze	60-75	150-165	25-40	60-75	150-165
Copper & phosphor 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

Kedalaman Potong, a (*depth of cut*), adalah ketebalan dari benda yang dipotong dalam satu kali putaran, ketika pahat memotong benda sedalam a maka diameter dari benda akan berkurang sedalam $2a$, dikarenakan bagian benda yang dipotong ada pada dua sisi akibat dari perputaran benda. (Widarto et al., 2008)

2.5 Benda Kerja Silindris

Dalam proses pemesinan terdapat perbedaan dari benda kerja yang dihasilkan, untuk benda kerja silindris sendiri dapat dikerjakan dalam proses pemesinan bubut, dikarenakan dalam pemesinan bubut hanya memiliki 2 sumbu yaitu X dan Z, sehingga lebih tepat ketika menggunakan proses pemesinan ini.

Dari pengertian silindris sendiri yaitu merupakan bentuk dari tiga dimensi yang memiliki bentuk dasar tabung dan memiliki oval sebagai alasnya, sehingga dapat disimpulkan bahwa benda kerja silindris merupakan bentuk benda yang berbentuk dasar tabung dan memiliki alas berbentuk oval. Terdapat dua jenis benda kerja dalam proses pemesinan yaitu *Rotational Part* dan *Non Rotational Part*. Benda kerja silindris adalah benda kerja yang proses pemesinannya termasuk dalam *Rotational Part* atau dapat disebut dengan proses pemesinan yang benda kerjanya bergerak dengan berotasi sehingga dapat melakukan proses pemakanan.

Proses pemesinan bubut adalah proses yang sesuai untuk perlakuan pada benda kerja silindris. Hasil dari produk mesin bubut contohnya seperti *Double Wheel* merupakan produk benda kerja silindris.

2.6 Proses Manufaktur Produk Benda Silindris PT. Boma Bisma Indra

PT. Boma Bisma Indra (Persero) Divisi Mesin Peralatan Industri berdiri pada tahun 1971, merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN). Sebagai BUMN Industri Strategis PT. Boma Bisma Indra (Persero) mendukung kebijakan dan Program Pemerintah di bidang Ekonomis dan Pembangunan Nasional khususnya dalam bidang industri Konversi Energi, Industri Permesinan, Sarana dan Prasarana Industri dan Argo Industri, Jasa dan Perdagangan. Sejarah perusahaan ini diawali dari nasionalisasi tiga perusahaan Belanda yaitu NV. De Bromo, NV. De Industries dan NV. De Vulkam yang selanjutnya melalui dekrit Presiden dijadikan 3 Perusahaan milik Negara yaitu PN. Boma, PN. Bisma dan PN. Indra. PT. Boma Bisma Indra (Persero) yang berkantor pusat di Jl. KHM Mansyur 229 Surabaya, merupakan merger dari tiga Perusahaan tersebut.

Guna mencapai maksud dan tujuan perusahaan, PT Boma Bisma Indra (Persero) menjalankan kegiatan usaha antara lain Pembuatan motor diesel dan bensin, alat-alat pertanian, mesin mekanis dan peralatan pabrik, mesin dan peralatan listrik, alat angkut, alat konstruksi, dan peralatan lainnya yang berkaitan dengan bidang energi dan migas. Alur proses perusahaan, PT. Boma Bisma Indra dalam menangani produksi yaitu customer memberikan design gambar 2D untuk standar yang akan diproduksi oleh perusahaan lalu setelahnya akan diproses lagi oleh divisi engineering untuk pembuatan dari dokumen mulai dari gambar keseluruhan, Welding, Assembly, dan kebutuhan lainnya untuk diproses lebih lanjut pada divisi Fabrikasi.

Pada proses manufaktur di PT. Boma Bisma Indra alur dimulai dari gambar teknik 2D dari divisi *Engineering* lalu dilanjutkan ke divisi Fabrikasi untuk dilakukan proses pemesinan, tetapi tergantung juga dari kerumitan dan ukuran dari produk yang dihasilkan, apabila produk yang dihasilkan rumit *Double Wheel* maka bahan yang dihasilkan harus melewati proses pengecoran pada divisi *Foundry*, lalu hasil bahan tersebut baru diproses ke dalam divisi *Fabrikasi*. Setelah *Raw Material* jadi divisi *Fabrikasi* akan memprosesnya dalam proses *Turning* dikarenakan produk yang dihasilkan berbentuk silindris dengan membaca gambar teknik 2D yang telah diberi dari divisi *Engineering*.

2.7 Penelitian Terdahulu

Pada perkembangan metode gambar teknik tentunya terdapat penelitian-penelitian yang menunjang dalam implementasi yang akan dilakukan pada industry contohnya terdapat penelitian yang dilakukan *Tampere University of Applied Sciences*, yang meneliti tentang *Model-Based Definition* dalam hal *PMI* untuk inspeksi *CMM*.(Weper, 2019)

Pada proses penelitian tersebut mendapatkan hasil yaitu terdapat beberapa format file yang tidak kompatibel dengan *PMI* seperti *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*.

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.

Untuk penelitian berikutnya ini merupakan sebuah penelitian yang diterapkan pada industri penerbangan yang berjudul “*Will Model-based Definition replace engineering drawings throughout the product lifecycle? A global perspective from aerospace industry*”. Penelitian ini melakukan pengambilan data pada dua perusahaan kedirgantaraan yang mana pada salah satunya yaitu pesawat Boeing-777 merupakan pesawat pertama yang menggunakan gambar teknik digital dalam proses pembuatannya. Saat ini, industri kedirgantaraan Kanada, untuk meningkatkan daya saing, berusaha untuk menghilangkan kebutuhan untuk mengandalkan gambar teknik tradisional (baik elektronik atau berbasis kertas) dalam pengelolaan definisi produk.(Quintana et al., 2010)

Dalam penelitian dalam perusahaan pesawat tersebut menghasilkan sebuah kesimpulan bahwa mengganti gambar *2D* ke metode *MBD* adalah hal yang benar untuk dilakukan, namun dalam hal penghematan biaya masih kurang jelas digambarkan karena ditentukan bahwa tidak ada nilai tambah dalam mentranspos semua anotasi gambar ke dalam kumpulan data *MBD* dalam istilah mengurangi biaya dan penundaan yang terlibat langsung dalam mempersiapkan definisi produk. Dan juga perusahaan belum siap untuk menerima data *MBD* untuk tujuan penyimpanan jangka panjang, karena mereka menganggap bahwa tingkat kesiapannya masih belum memadai. Jadi Secara keseluruhan, gambar *2D* dan model digital *3D* keduanya diperlukan saat ini.

Penelitian yang juga membahas terkait kesiapan dari penerapan *MBD* tingkat industri adalah penelitian yang dilakukan oleh Shawn P. Ruemler dengan judul “*Analyzing the opinion of industry professionals on model-based definition datasets to determine the most efficient method*”. Pada penelitian ini metodologi yang digunakan berkaitan dengan survey penggunaan *master model dataset MBD* lebih efisien daripada metode alternatif menggunakan beberapa model. Responden dalam survei ditanyai serangkaian pertanyaan mengenai jenis pekerjaan mereka, pengalaman kerja dan pengalaman mereka menggunakan kumpulan data *MBD*, berbagai aspek kumpulan data *MBD*, serta pertanyaan lain yang menargetkan efisiensi penggunaan *MBD* dalam proses tertentu. Mengumpulkan data pendapat tentang masalah efisiensi *MBD* ini dapat menjelaskan masalah ini dan membantu menentukan apakah metode yang lebih efisien dapat ditentukan. Responden disuruh memilih mengenai

bentuk definisi produk mana yang mereka gunakan, atau bentuk mana yang paling mewakili apa yang mereka yakini sebagai bentuk definisi produk yang paling efisien. (Ruemler, 2016)

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Ada 2 jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu penelitian kuantitatif dan kualitatif. Penelitian kuantitatif adalah penelitian ilmiah yang sistematis terhadap bagian-bagian dan fenomena serta kausalitas hubungan-hubungannya. Tujuan penelitian kuantitatif adalah mengembangkan dan menggunakan model-model matematis, teori-teori dan/atau hipotesis yang berkaitan dengan fenomena alam. Proses pengukuran adalah bagian yang sentral dalam penelitian kuantitatif karena hal ini memberikan hubungan yang fundamental antara pengamat empiris dan ekspresi matematis dari hubungan-hubungan kuantitatif. Metode penelitian kuantitatif, sebagaimana dikemukakan oleh Sugiyono (2011: 8) yaitu : “Metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivisme, digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif/statistik, dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan”.

Sedangkan penelitian kualitatif bertujuan untuk melihat bagaimana penerapan *Model-Based Definition* ini pada PT. Boma Bisma Indra dari respon para pembaca gambar. Metodologi penelitian ini didasarkan pada pertanyaan penelitian “apakah konsep master model dataset MBD lebih efisien daripada metode alternatif menggunakan beberapa model?” Untuk menentukan efisiensi strategi MBD yang berbeda, dilakukan survei. Responden dalam survei ditanyai serangkaian pertanyaan mengenai jenis pekerjaan mereka, pengalaman kerja dan pengalaman mereka menggunakan kumpulan data MBD, berbagai aspek kumpulan data MBD, serta pertanyaan lain yang menargetkan efisiensi penggunaan MBD dalam proses tertentu. Mengumpulkan data pendapat tentang masalah efisiensi MBD ini dapat menjelaskan masalah ini dan membantu menentukan apakah metode yang lebih efisien dapat ditentukan. (Ruemler, 2016)

3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. Boma Bisma Indra Divisi Mesin Peralatan Industri Pasuruan.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini penulis melakukan pengumpulan data yaitu dengan metode observasi yang mana metode ini adalah dengan melakukan pengamatan secara langsung secara sistematis dan terencana. Menurut Nana Sudjana observasi adalah pengamatan dan pencatatan yang sistematis terhadap gejala-gejala yang diteliti. Observasi ini dilakukan dengan parameter perbandingan pada *Product Lifecycle Management*.

Tabel 3. 1 Perbandingan Waktu Metode Gambar Kerja 3D PDF dan 2D Drawing

Pelaksanaan	3D PDF (waktu)	2D Drawing (waktu)
Desain benda kerja		
Proses Planning		
Proses Pemesinan		

Dengan perencanaan pelaksanaan tersebut bertujuan untuk memperoleh informasi dari kedua metode dari segi pelaksanaan, sehingga dapat dijelaskan dengan keterangan dalam tabel tersebut, namun masih perlu adanya pengukuran dari kedua metode yang dibandingkan.

Tabel 3. 2 Perbandingan Waktu Dari Modifikasi Design

Metode	Waktu Design	Waktu Proses Planning	Waktu Pemesinan
2D Drawing Modifikasi			
MBD Modifikasi			

Selain teknik pengumpulan kuantitatif, adapun teknik pengumpulan data kualitatif yaitu menggunakan survey terkait dengan penerapan *Model-Based Definition* di PT. Boma Bisma Indra dengan membandingkannya pada gambar kerja 2D kertas terhadap keuntungan dan kekurangan apabila nantinya diterapkan. Sehingga responden dari survey tersebut mayoritas adalah karyawan PT. Boma Bisma Indra.

3.4 Alat & Bahan Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh data yang dipengaruhi oleh perlakuan yang diberikan diantaranya adalah dari alat & bahan. Penelitian dilakukan di PT. Boma Bisma Indra Divisi Mesin Peralatan Industri.

3.4.1 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan adalah:

1. ZMM CU 502 2000x250x500mm Lathe Machine



Gambar 3. 1 ZMM CU 502 2000x250x500mm Lathe Machine

Mesin *Turning* adalah suatu mesin perkakas yang mempunyai gerakan utama berputar yang berfungsi untuk mengubah bentuk dan ukuran benda kerja dengan cara menyayat benda kerja tersebut dengan suatu pahat penyayat, posisi benda kerja berputar sesuai dengan sumbu mesin dan pahat bergerak ke kanan / kiri searah sumbu mesin bubut untuk melakukan penyayatan atau pemakanan. Berikut ini merupakan spesifikasi dari mesin ZMM CU 502 2000x250x500mm *Lathe Machine*:

Tabel 3. 3 Spesifikasi ZMM CU 502 2000x250x500mm Lathe Machine

Comment	Swing	1.120 mm
Over Bed		
Swing	Over	700 mm
Carriage		
Distance	Between	2.000 mm
Centers		
Bed	Width x	1.010 x 595 mm
Height		
Spindle Nose Type		JIS A2-15
Spindle	Bore	Ø104 mm
Diameter		
Center Size		1/10 meter taper

	No. 80 75°
Spindel Speed	1~500 rpm
Both Center Support Weight	10.000 kg
Chuck cantilever support weight	2.500 kg
Stroke	X : 750 mm, Z : 5.000 mm
Max. Travel Of Tail Stock Spindle	300 mm
Required Floor Space	2.728 x 9.065 mm
Height	2.545 mm
Machine Weight	18.000 kg

2. Laptop Lenovo Ideapad 330S



Gambar 3. 2 Laptop Lenovo Ideapad 330S

Laptop diperlukan pada proses pembuatan *MBD* mulai dari pengerjaan desain 3D *Solid* hingga membuat *GD&T*, lalu penentuan alur pemesinan, dan juga simulasi menggunakan aplikasi yang dinamakan *Solidworks* dan *SolidCAM* setelah itu baru di *export* menjadi 3D PDF.

3. Pahat

Pahat yang digunakan untuk proses *Turning* ini adalah:

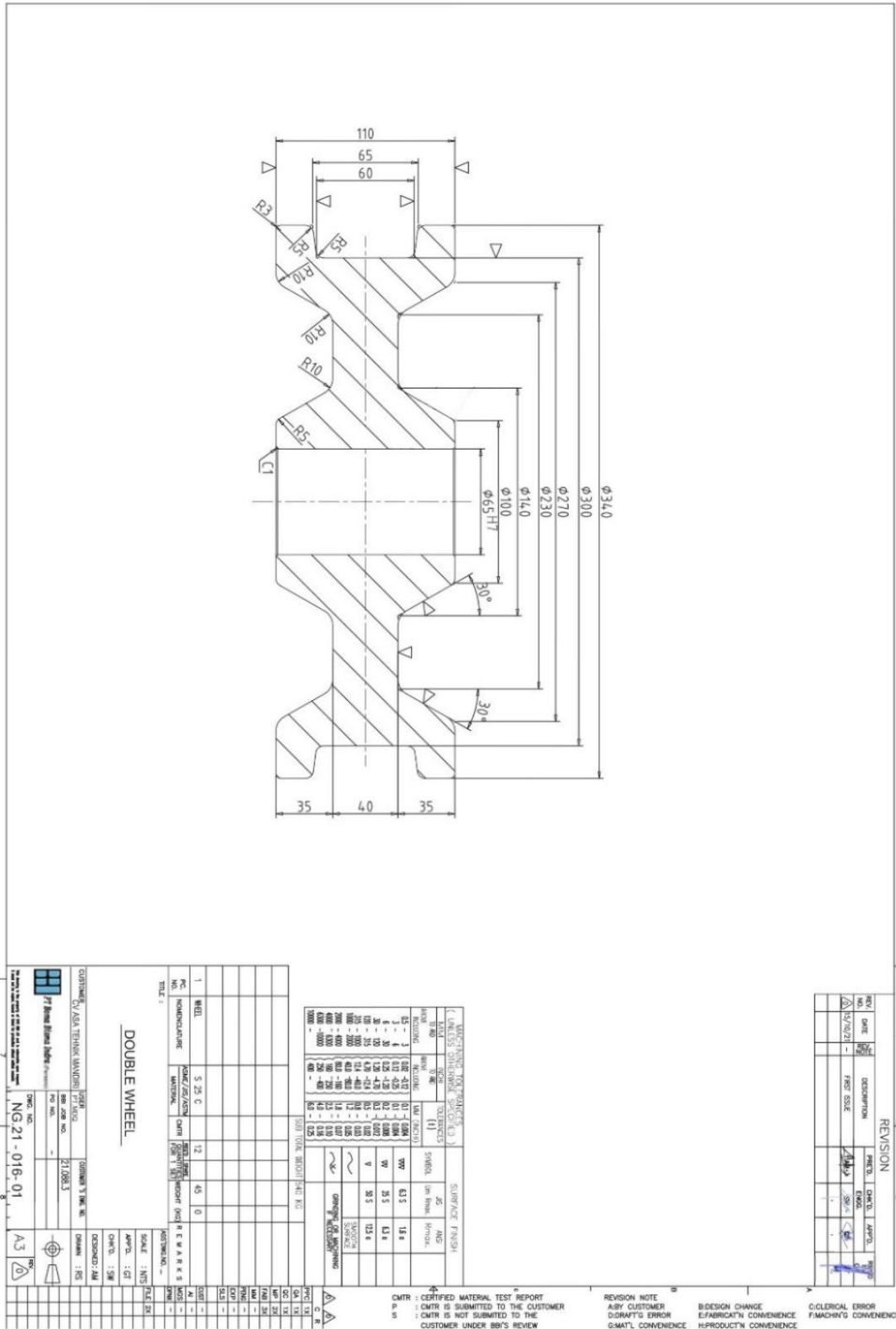
- a. Pahat Muka
- b. Pahat Alur Dalam
- c. Pahat Alur
- d. Pahat Facing Dalam

3.4.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini yaitu :

1. Benda Kerja

Untuk produk yang dihasilkan dalam proses ini yaitu *Double Wheel*



Gambar 3. 3 Desain 2D *Double Wheel*



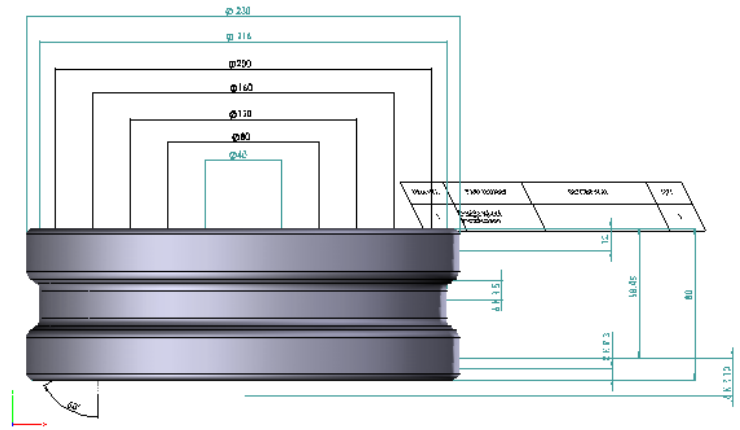
Part Name: Double Wheel
Comments:

Date: 05 - 04 - 2022
Revision:
Designed By: Zufar Raff Nashrullah
Material: Polyethylene
Weight:

APPROVALS		
TITLE	NAME	DATE
DRAWN	Zufar Rafif N	02 - 04 - 2022
CHECKED	Bintang Lazuardi	02 - 04 - 2022
APPROVED	Arif Mustofa	03 - 04 - 2022

GENERAL NOTES

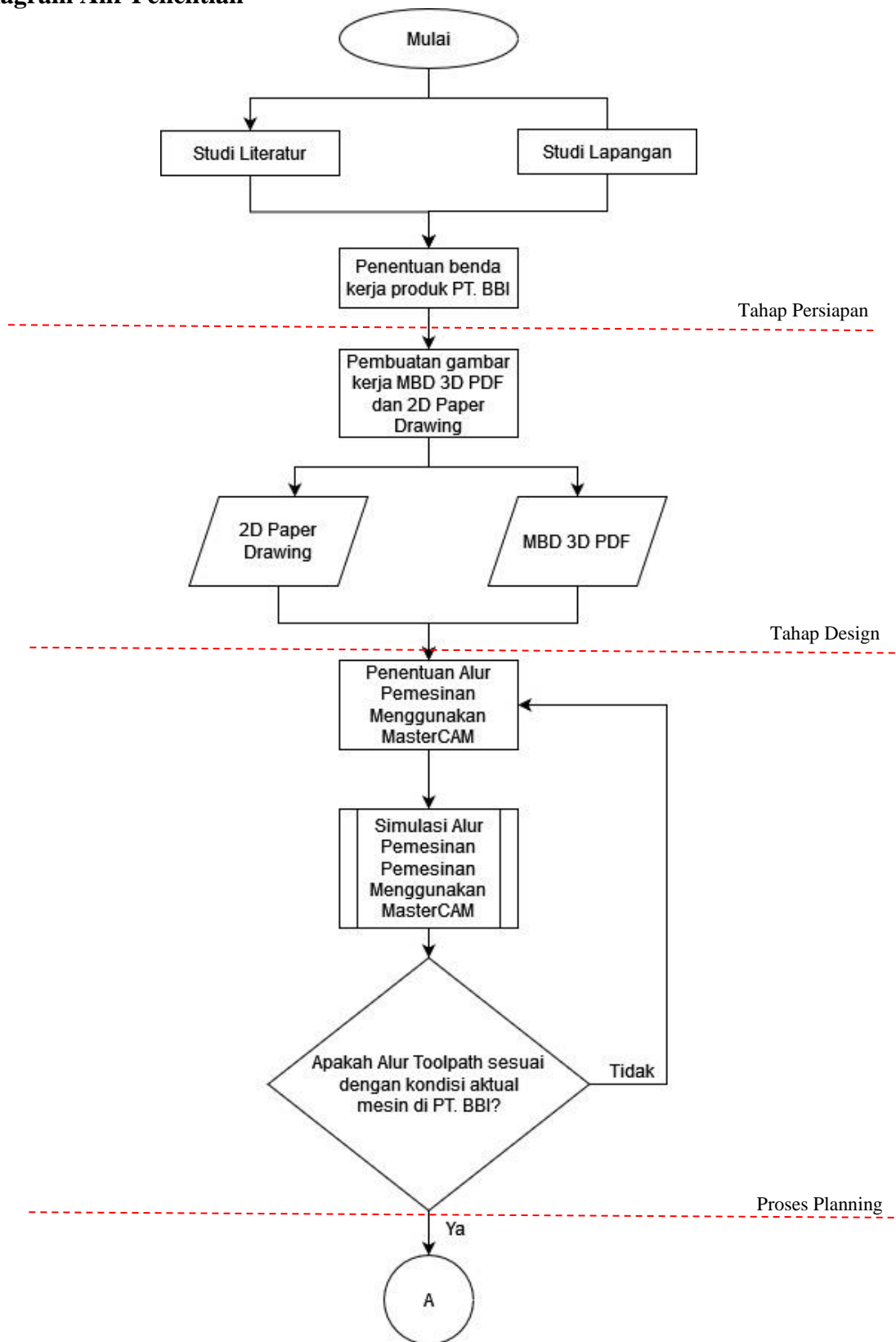
1. UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
2. DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
3. MODEL IS REQUIRED TO COMPLETE PRODUCT DEFINITION
4. FOR ALL NON-DIMENSIONED FEATURES IN THIS DOCUMENT
5. ALL DIMENSIONS OBTAINED FROM THE MODEL ARE BASIC
6. UNLESS OTHERWISE SPECIFIED
7. THE GENERAL TOLERANCE FOR ALL UNTOLERANCED
8. SURFACES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



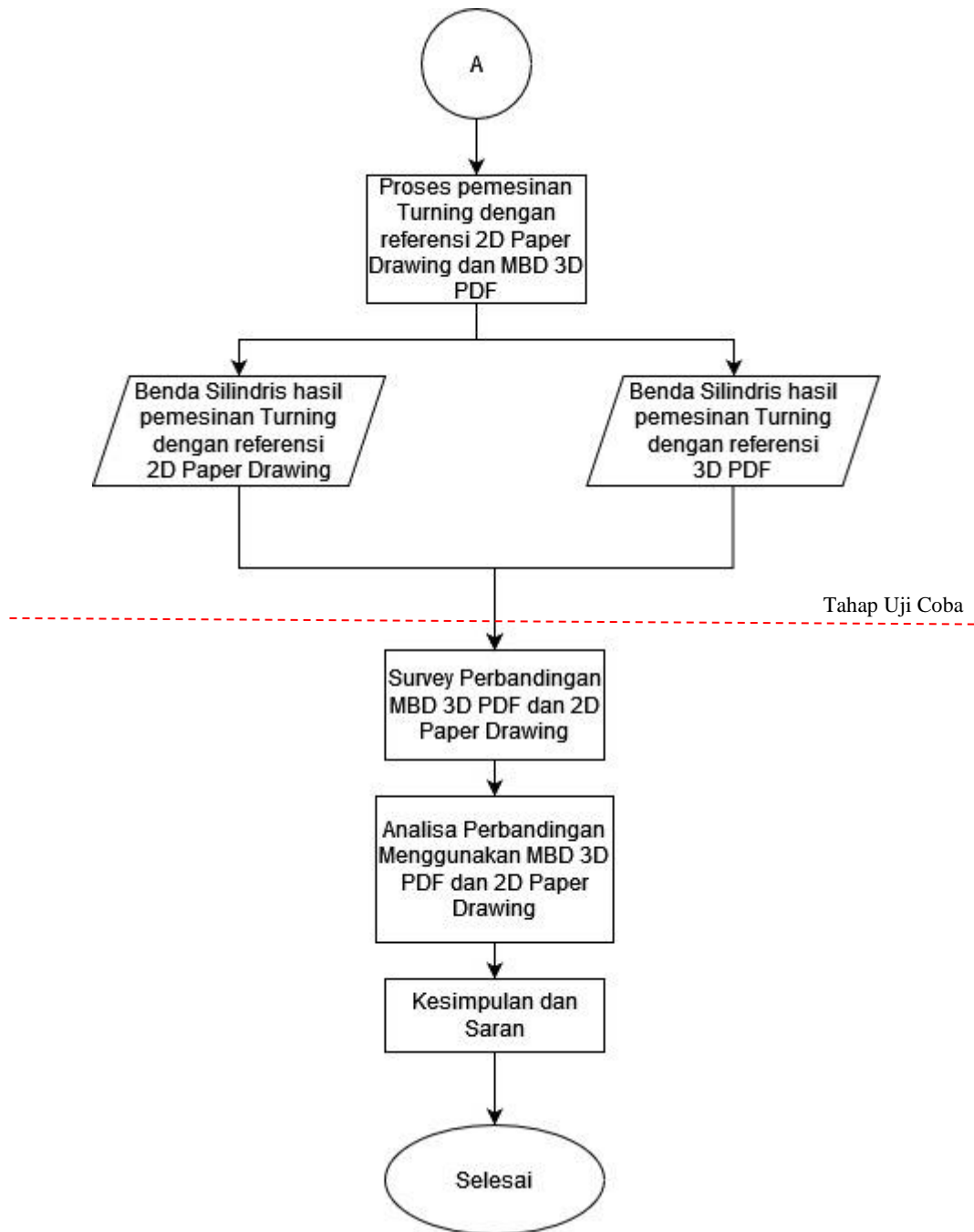
File name: Double wheel modification

Gambar 3. 4 Bentuk 3D PDF Produk *Double Wheel* Dalam Penerapan MBD

3.5 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 5 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 4 Diagram Alir Penelitian

Penjelasan Diagram Alir

Diagram Alir Penelitian merupakan sebuah diagram yang menjelaskan tahapan atau langkah-langkah dalam melakukan suatu penelitian dari mulainya suatu penelitian hingga penelitian tersebut berakhir. Berikut merupakan penjelasan diagram alir setiap tahapannya :

1. Studi Literatur

Studi Literatur merupakan proses yang dilakukan dengan mencari artikel yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan, seperti jurnal, buku, dan penelitian terdahulu untuk memperoleh data sekunder.

2. Studi Lapangan

Studi Lapangan merupakan proses yang dilakukan untuk mendapatkan data yang ada di lapangan dengan cara pengamatan langsung terhadap objek yang akan diteliti untuk memperoleh data primer, seperti observasi atau wawancara.

3. Penentuan Benda Kerja Produk PT. BBI

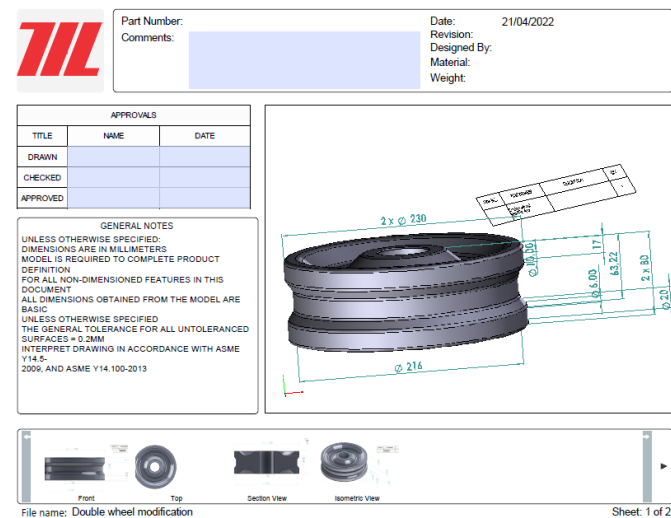
Kegiatan ini bertujuan untuk menentukan benda kerja yang nantinya akan dijadikan produk uji coba.

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

Setelah benda kerja ditentukan maka data yang dibutuhkan untuk pengerjaan sudah cukup. Proses ini dimulai dari mendesain gambar 3D lalu memberikan Geometri Dimensi dan juga Toleransi pada gambar 3D *solid*. Lalu memasukkan *Bill Of Materials*, dan *Process Notes*. Sedangkan untuk *2D Paper*, setelah gambar *solid* jadi maka langkah selanjutnya adalah menjadikan gambar kerja 2D dan memasukkan dimensi

5. MBD 3D PDF

Setelah semua ketentuan dalam membuat *Model-Based Definition* lengkap maka data yang nantinya akan diproses ke pemesinan disimpan dalam bentuk PDF atau juga dinamakan data 3D PDF.



Gambar 3. 6 Double Wheel 3D PDF

6. 2D Paper Drawing

Pada proses ini gambar kerja 2D yang telah dibuat tadi di print out untuk acuan tahap selanjutnya

7. Penentuan Alur Pemesinan Menggunakan *MasterCAM*

Setelah didapat desain 3D beserta informasi penting yang dibutuhkan pada proses pemesinan barulah langkah selanjutnya yaitu menentukan alur dari pemesinan atau yang biasa disebut *CAM*. Dengan ini langkah proses dari desain 3D beranotasi GD&T

dan juga membuat alur pemesinan menjadi lebih efisien dikarenakan masih dalam perangkat lunak yang sama sehingga tidak memerlukan eksportasi dari perangkat lunak ke perangkat lunak lainnya.

8. Simulasi Alur Pemesinan Menggunakan *MasterCAM*
Proses ini dilakukan dengan menggunakan *MasterCAM* untuk memantau alur pemesinan yang akan dilakukan nantinya kepada *raw material*, apabila dari simulasi yang dilakukan kepada *raw material* nantinya masih terdapat kekurangan maka harus dilakukan revisi terhadap alur pemesinan
9. Apakah Alur *Toolpath* sesuai dengan kondisi aktual mesin pada PT. BBI
Dalam Hal ini harus dipastikan bahwa alur pemesinan yang akan dilakukan sudah sesuai dengan mesin yang ada, dengan begitu maka tidak ada lagi kasalahan pada proses pemesinan.
10. Proses Pemesinan *Turning* dengan referensi 2D *Paper Drawing* dan MBD 3D PDF
Barulah setelah kita memiliki acuan dari 2D *Paper* dan MBD 3D PDF, maka dapat dilakukan proses uji coba pada pemesinan *Turning* yang nantinya menghasilkan produk benda kerja silindris.
11. Benda Silindris Hasil Pemesinan *Turning* dengan referensi 2D Paper dan juga 3D PDF
Setelah dilakukan proses pemesinan maka didapatkan hasil produk benda kerja silindris yaitu *Double Wheel* dari 2 referensi yaitu 2D Paper dan 3D PDF
12. Survey Perbandingan MBD 3D PDF dan 2D Paper Drawing
Setelah dilakukan proses design hingga pemesinan maka langkah selanjutnya adalah mengambil data survet terkait dengan pembaca gambar dalam memahami gambar kerja, dan juga probabilitas apabila MBD diterapkan.
13. Analisa Perbandingan Menggunakan MBD 3D PDF dan 2D Paper Drawing
Analisa dilakukan untuk mencari data yang diperlukan yaitu bagaimanakah peran *Model-Based Definition* dengan hasil 3D PDF dalam menggantikan peran gambar 2D pada proses *Turning* dimulai dari proses perancangan desain hingga proses pemesinan berlangsung.

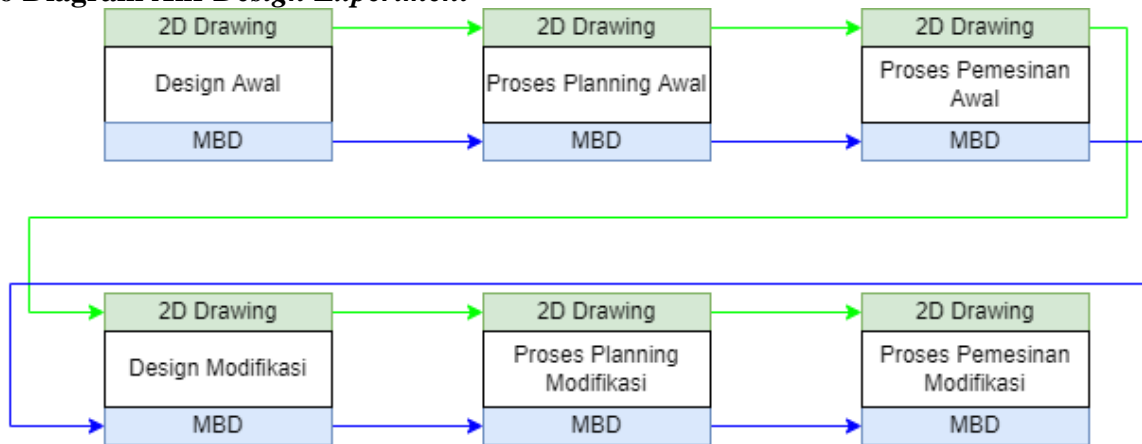
Tabel 3. 4 Perbandingan Penggunaan MBD 3D PDF dan 2D Paper

	2D Drawing	MBD
Kuantitatif	total waktu (menit)	
Design Awal		
Modifikasi Design		
Proses Planning Awal		
Proses Planning Modifikasi		
Proses Pemesinan Awal		
Proses Pemesinan Modifikasi		
Kualitatif	Total Nilai	
Tingkat Kemudahan Membaca Geometri		
Tingkat Kemudahan Membaca Anotasi		
Probabilitas Penerapan di PT. BBI		

14. Kesimpulan & Saran
Menyimpulkan semua yang telah dilakukan dalam penerapan *Model-Based Definition* benda kerja silindris pada proses *Turning* di PT.Boma Bisma Indra Divisi Mesin

Peralatan Industri, serta memberikan saran untuk penelitian yang akan dilakukan di masa mendatang.

3.6 Diagram Alir *Design Experiment*



Gambar 3. 7 Diagram Alir *Design Experiment*

Diagram tersebut menjelaskan bagaimana urutan dari pengerjaan penelitian ini berlangsung, dimulai dari design awal lalu masuk ke proses planning dan setelah itu ke proses pemesinan. Lalu dilakukan perubahan dimensi dari benda yang tadi telah dilakukan pemesinan, maka perlunya proses modifikasi dari design awal benda, lalu masuk lagi ke proses planning, barulah yang terakhir bisa dilakukan proses pemesinan.

1. Design Awal

Design awal yang dimaksud yaitu gambar 3D PDF dan gambar 2D kertas awal, disini peneliti membuatnya dengan acuan gambar teknik kertas 2D *Double Wheel* dari PT. Boma Bisma Indra. Dimulai dari model solid 3D hingga menjadi gambar kerja 2D kertas dan 3D PDF yang nantinya akan dibandingkan dari segi waktu.

2. Proses Planning Awal

Yang dimaksud disini adalah pembuatan alur pemesinan dan juga *toolpath* yang nantinya menjadi acuan untuk melakukan pemesinan pada mesin bubut di PT. Boma Bisma Indra. Dengan membandingkan gambar kerja 2D Kertas dan 3D PDF sebagai acuan untuk membuat alur pemesinan dari segi waktu yang dibutuhkan untuk membuat alur pemesinan dan preference dari pembaca gambar.

3. Proses Pemesinan

Proses ini dilakukan dengan menggunakan 2 gambar kerja yaitu gambar 2D kertas dan 3D PDF, dan melihat alur pemesinan yang telah dibuat.

4. Design Modifikasi

Design yang telah dibuat tadi kemudian akan dilakukan modifikasi dengan tujuan untuk melihat perbandingan waktu yang dibutuhkan ketika terdapat perubahan pada gambar kerja.

5. Proses Planning Modifikasi

Setelah dilakukan modifikasi pada *design* maka perlu dilakukan juga perubahan pada alur pemesinan yang telah dibuat. Perubahan ini dimulai dengan pembuatan alur pemesinan hingga *toolpath*. Dengan membandingkan waktu dari modifikasi alur pemesinan dan *toolpath* yang dibuat dengan acuan gambar kerja 2D kertas dan 3D PDF.

6. Proses Pemesinan Modifikasi

Yang terakhir adalah melakukan pemesinan pada material yang akan dimodifikasi, maka acuan akan tetap sama.

3.7 Jadwal Kegiatan Proyek Akhir

Jadwal Kegiatan Proyek Akhir ini bertujuan sebagai perencanaan jadwal kegiatan yang akan dilakukan pada setiap tahap, sehingga kegiatan yang dilakukan lebih sistematis dan terkontrol.

Tabel 3. 5 Jadwal Kegiatan Proyek Akhir

No.	Nama Kegiatan	September				Oktober				November				Desember				Januari				Februari				Maret				April				Mei									
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4						
A Analisa Permasalahan																																											
1	Perumusan Permasalahan	■	■	■																																							
2	Studi Literatur				■	■	■	■	■	■	■																																
3	Studi Lapangan				■	■	■	■	■	■	■																																
4	Kundungan Ke PT. BBI				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																													
B Perencanaan																																											
5	Pengerjaan Laporan Penelitian										■	■	■	■	■																												
6	Pengerjaan Studi Literatur						■	■	■	■	■	■																															
7	Pengerjaan Metodologi Penelitian											■	■	■	■																												
8	Pengajuan Proposal Penelitian Di Industri															■	■	■	■	■	■																						
C Desain																																											
9	Penetapan Design yang akan dijadikan MBD																																										
10	Desain Part Pada Solidworks, Memasukkan Dataset																																										
11	Penentuan Alur Pengerjaan (Turning) pada SolidCAM																																										
12	Pembuatan 3D PDF																																										
D Proses Pengambilan Data																																											
12	Proses Pemesinan Turning Di PT. BBI																																										
13	Pengambilan Data Survey																																										
E Pengolahan Data																																											
14	Analisa Data Hasil Pemesinan Turning																																										
15	Penulisan Laporan Hasil Penelitian																																										
16	Kesimpulan																																										

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Dalam proses penelitian yang dilakukan di PT. Boma Bisma Indra pada divisi Mesin Peralatan Industri, terdapat beberapa tahap yaitu tahap *design*, proses *planning*, dan proses pemesinan. Pada tahap design tentunya peneliti menggunakan design produk silindris dari PT. Boma Bisma Indra yang nantinya akan diadaptasi menjadi *prototype* sebagai bahan penelitian, setelah itu akan dibuat gambar teknik 2D dan *Model-Based Definition* sebagai pembandingan data penerapan metode MBD. Lalu hasil design tersebut pada tahap proses *Planning* akan dibuat alur pemesinan sehingga dapat menjadi acuan untuk melakukan proses pemesinan. Dalam setiap tahap tersebut diambil data dari segi waktu dan probabilitas MBD untuk diterapkan pada perusahaan tersebut dengan memberikan survey terkait hal tersebut.

4.1.1 Tahap Design

4.1.1.1 Design Awal

Dalam proses produksi tentunya memerlukan sebuah gambar untuk memvisualisasikan dan sebagai acuan bagaimana sebuah *part* terbentuk, pada penelitian ini diambil sebuah desain yang merupakan desain dari sebuah produk dari perusahaan PT. Boma Bisma Indra yang bernama *Double Wheel*. Untuk itu pada penelitian ini desain sebuah benda kerja diadaptasikan menjadi sebuah *prototype* dari desain asli PT. Boma Bisma Indra. Sebagai acuan maka perlu adanya pembandingan antara design *MBD* dan *2D Drawing*, karena standard yang digunakan pada PT. Boma Bisma Indra sebagai acuan gambar adalah *2D Drawing* dalam bentuk kertas, maka yang dijadikan sebagai pembandingan dari 2 desain tersebut adalah waktu dari proses, dan *Preference* dari pembaca gambar.

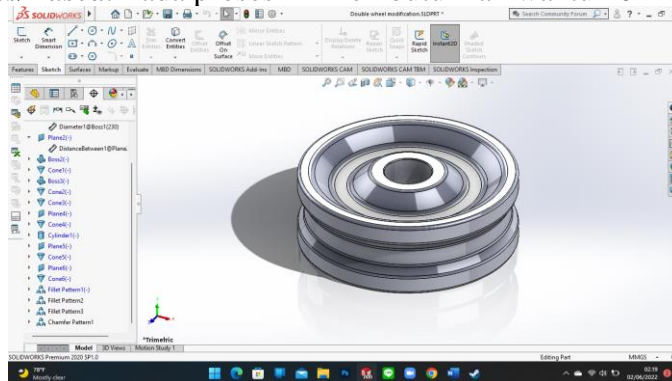
A. Design 2D Drawing

Pada proses ini yang dilakukan adalah menggambar design menjadi 3D *solid* pada aplikasi *Solidworks*, lalu gambar 3D tersebut dikonversikan menjadi proyeksi 2D dengan menambahkan anotasi seperti dimensi dan kepala gambar, setelah itu barulah di cetak pada kertas A4.

Tahapan dalam *Design 2D Drawing* yaitu terdapat *design 3D model*, merubahnya pada fitur *2D Drawing*, menambahkan anotasi, mengatur kepala gambar, dan yang terakhir mencetaknya pada kertas A4. Tahapan tersebut dapat diuraikan sebagai berikut.

1. Design 3D Model

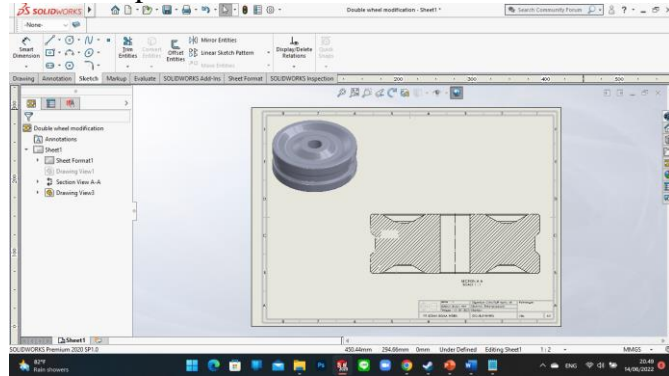
Pada proses ini yang dilakukan adalah membuat *Sketch* dengan bentuk setengah dari produk *Double Wheel* lalu dijadikan model *solid* dengan fitur *Revolved Boss/Based*. Pada proses ini membutuhkan waktu 20 menit.



Gambar 4. 1 Design 3D Model Untuk Metode 2D Drawing

2. Membuat Design 2D Drawing dari 3D Solid

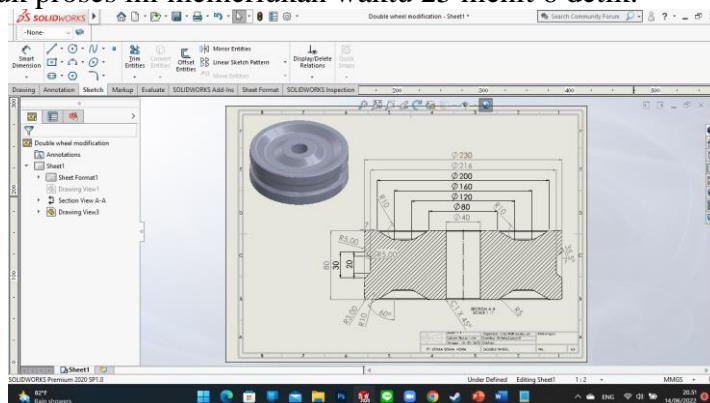
Proses ini dilakukan dengan membuat *Design 2D Drawing* dari fitur *Make Drawing from part* setelah itu menentukan ukuran kertas A4 dan memilih tampilan yang akan diletakkan yaitu *section view* dan bentuk isometri. Setelah itu karena tampilan dari *parti* terlalu kecil maka skala akan dibesarkan. Waktu yang dibutuhkan untuk proses ini adalah 5 menit.



Gambar 4. 2 *Design 2D Drawing*

3. Memasukkan anotasi

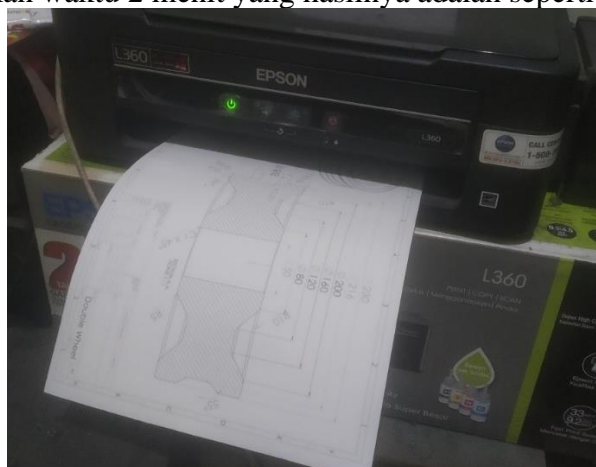
Memasukkan anotasi dengan cara manual, lalu menyesuaikan dimensi tersebut apabila masih terdapat yang tidak sesuai, seperti keterangan diameter dan radius. Untuk proses ini memerlukan waktu 25 menit 6 detik.



Gambar 4. 3 Memasukkan Anotasi Pada *Design 2D Drawing*

4. Print A4

Setelah semua selesai, maka langkah selanjutnya adalah print pada kertas A4 dan membutuhkan waktu 2 menit yang hasilnya adalah seperti berikut.



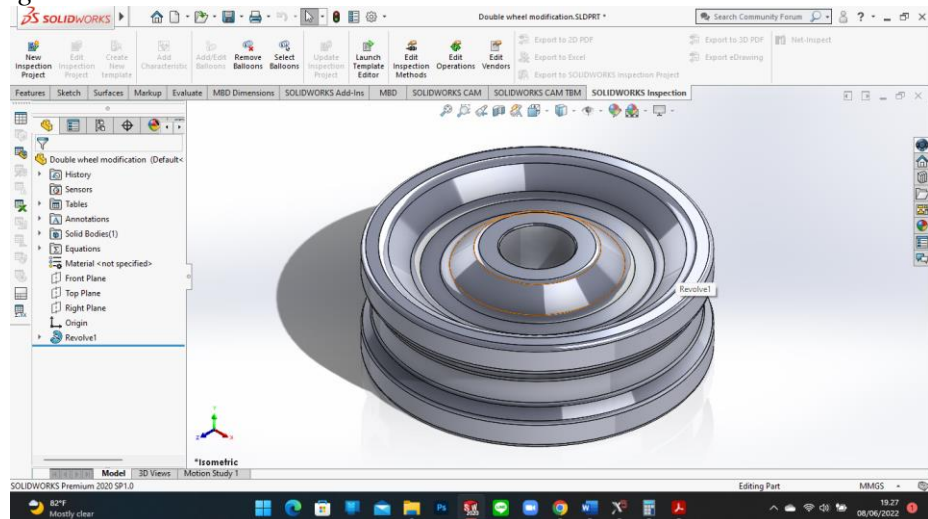
Gambar 4. 4 Hasil Print Gambar Kerja 2D Kertas

B. Design Model-Based Definition

Pada proses ini peneliti membuat design 3D *solid* dari gambar teknik 2D benda kerja PT. Boma Bisma Indra lalu diberi anotasi dimensi *Surface Roughness*, BOM. Setelah itu barulah peneliti meng-*capture* tampilan dari beberapa sisi seperti pandangan depan, atas, isometri, dan potongan.

Setelah itu barulah dibuatnya 3D PDF dengan mengeksport format dokumen dalam fitur *MBD*. Dalam proses ini waktu total yang dibutuhkan adalah 29 menit 41 detik.

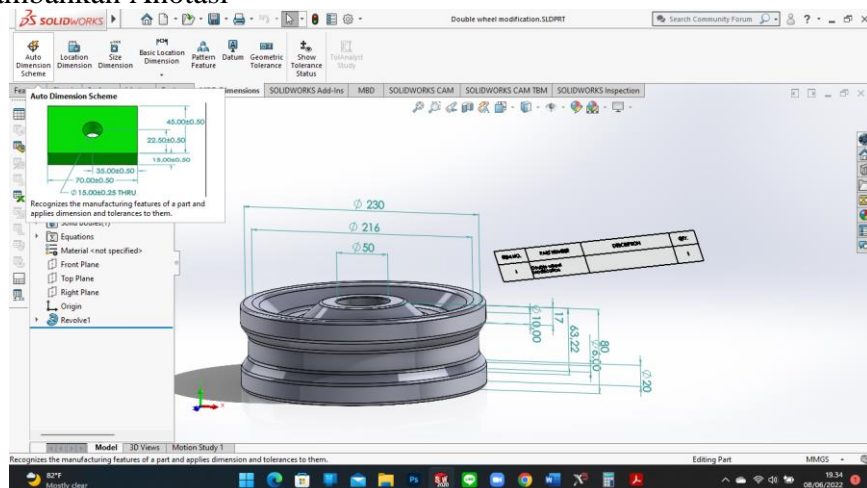
1. Design 3D Model



Gambar 4. 5 Design 3D Solid Untuk Metode Model-Based Definition

Tahap awal dalam metode *Model-Based Definition* adalah membuat sketch yang akan dijadikan model *solid*, pada proses ini membutuhkan waktu 20 menit.

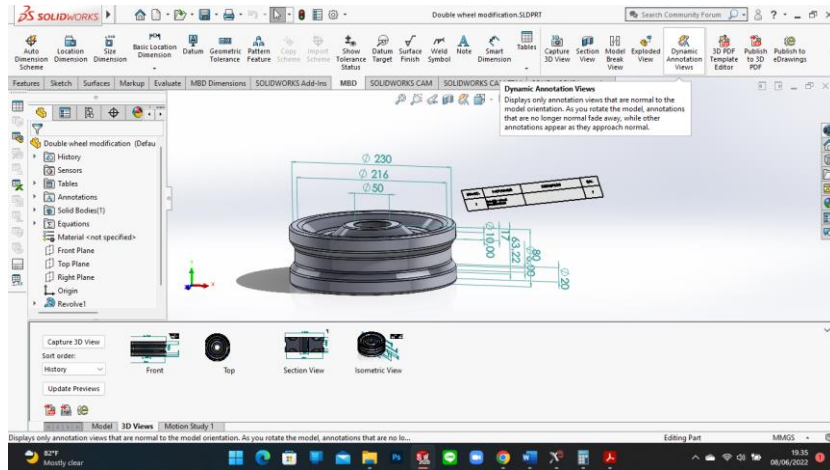
2. Menambahkan Anotasi



Gambar 4. 6 Menambahkan Anotasi Dimensi Dan Bill Of Materials

Setelah model *solid* dibuat, selanjutnya adalah menambahkan dimensi dengan fitur *auto dimension*, dan *Bill Of Materials*. Namun apabila terdapat juga kekasaran material dan kesejajaran dapat juga ditambahkan menggunakan fitur *geometric tolerance*. Untuk proses ini memerlukan waktu 28 menit.

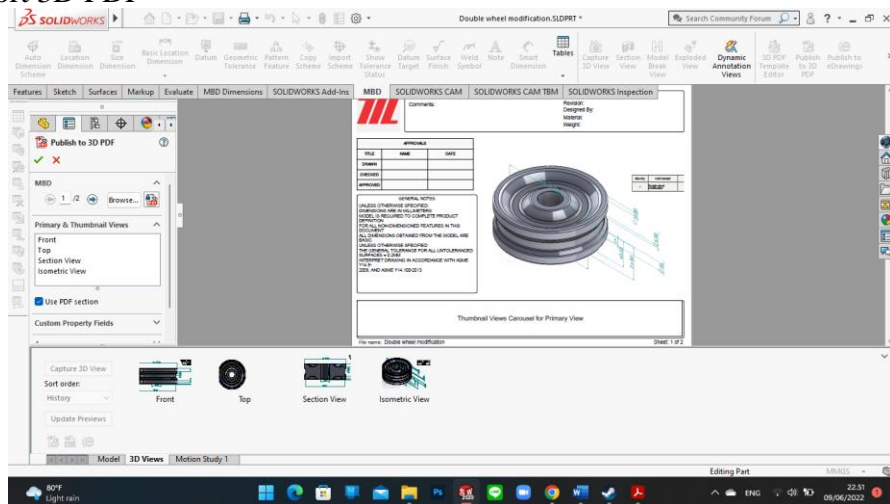
3. Capture 3D View



Gambar 4. 7 Capture 3D View

Langkah selanjutnya adalah capture pandangan depan, atas, potongan dan isometri dalam fitur MBD. Pada proses capture ini waktu yang diperlukan adalah 41 detik.

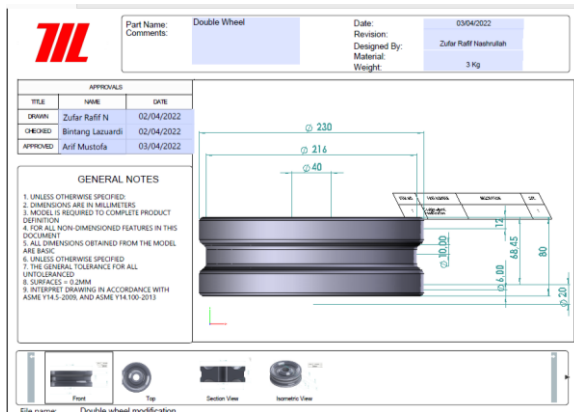
4. Export 3D PDF



Gambar 4. 8 Proses Export File 3D PDF

Langkah yang terakhir adalah mengekspor file menjadi PDF dengan fitur Publish to 3D PDF dengan waktu 2 menit.

5. Hasil 3D PDF



Gambar 4. 9 Hasil Export 3D PDF

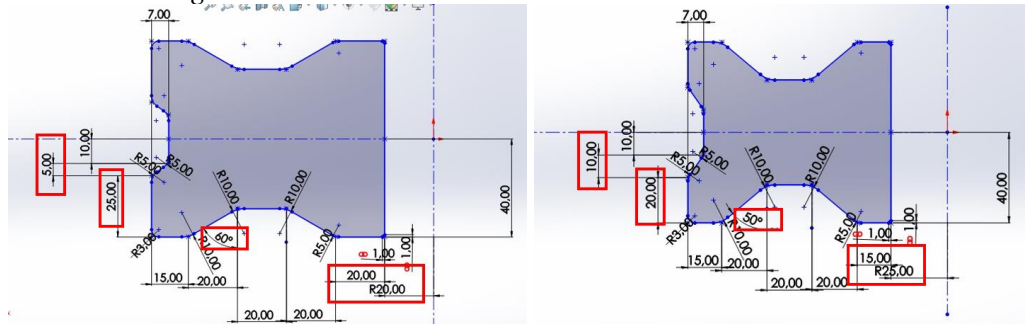
4.1.1.2 Design Modification

Design ini berfungsi sebagai uji coba terkait dengan revisi dari produk, apabila produk yang dihasilkan perlu dilakukan perubahan maka akan diadakan perubahan *design* juga, sehingga proses yang dilakukan dari kedua metode akan berbeda. Untuk revisi ini data yang dibutuhkan masih sama yaitu dari segi waktu dan *preference* dari pembaca gambar.

A. Design 2D Drawing Modification

Proses ini dilakukan dengan merubah hasil dari *design* 2D dengan merubahnya melalui gambar 3D *solid*, setelah dirubah maka ketika fitur *design* 2D pada *Solidworks* dibuka akan berubah otomatis, setelah itu barulah diprint pada kertas A4.

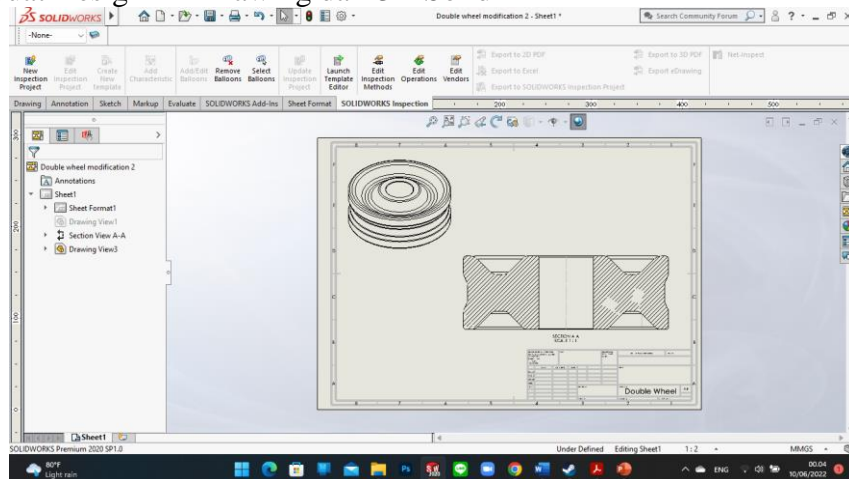
1. Merubah *Design Solid*



Gambar 4. 10 Merubah Dimensi *Design Solid*

Dimensi yang dirubah pada proses ini adalah lubang yang awalnya berdiameter 50 mm, lalu sudut yang awalnya adalah 50° dan dimensi yang lainnya. Proses merubah *design* ini membutuhkan waktu 10 menit

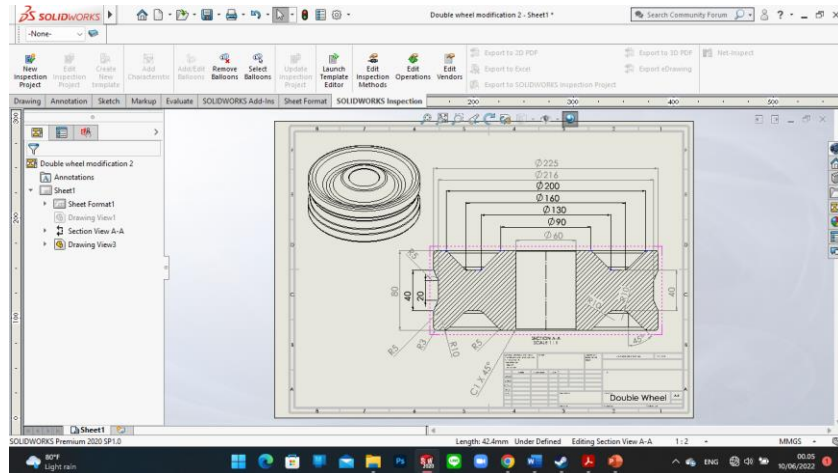
2. Membuat *Design 2D Drawing* dari 3D *Solid*



Gambar 4. 11 Membuat *2D Drawing*

Setelah dirubah dimensinya, langkah selanjutnya adalah merubahnya menjadi gambar kerja 2D.

3. Merubah Anotasi Pada Gambar 2D *Drawing*



Gambar 4. 12 Merubah Anotasi *Design 2D Drawing*

Setelah dirubah menjadi gambar kerja 2D, maka perlu dirubah juga dimensi yang tercantum di dalam gambar kerja dan waktu yang dibutuhkan adalah 23 menit.

4. Print A4



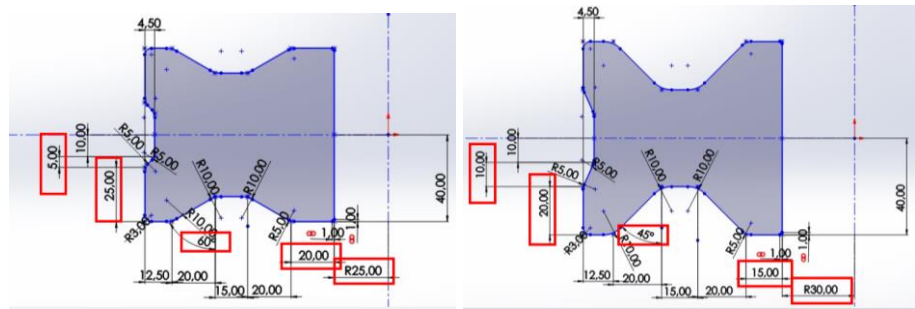
Gambar 4. 13 Hasil Print Modifikasi Gambar Kerja 2D Kertas

Setelah design dimodifikasi, maka gambar kerja siap di cetak, untuk proses ini membutuhkan waktu 2 menit.

B. Design Model-Based Definition Modification

Proses revisi pada *design Model-Based Definition* kurang lebih hampir sama pada tahap awal, yaitu merubah dimensi dari *design 3D solid*, dan anotasi yang ada pada model *solid* otomatis akan berubah. Setelah itu barulah dilakukan *capture* lagi pada fitur *MBD*.

1. Merubah *Design Solid*



Gambar 4. 14 Merubah Design Solid

Design 3D Solid dirubah dimensinya dengan merubah sketch. Pada tahap ini memerlukan waktu 10 menit

2. Capture 3D View

Setelah merubah dimensi, langkah selanjutnya tidak perlu merubah anotasi dikarenakan sudah otomatis berubah dengan sendiri.

3. Export 3D PDF

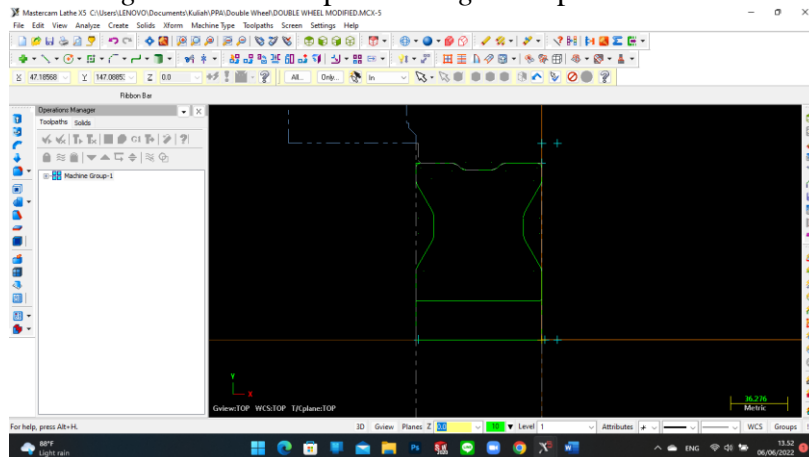
Langkah terakhir yaitu tinggal mengeksport hasil modifikasi tadi ke format PDF

4.1.2 Proses *Planning* Pada MasterCAM

Pada proses *planning* terdapat proses design alur pemesinan dan penentuan *toolpath* yang akan dilakukan pada mesin bubut. Acuan dalam proses *planning* ini adalah *design 2D Drawing* dan *design Model-Based Definition*. Sehingga data yang diambil adalah waktu dan *preference* dari pembaca gambar dalam membuat proses *planning* dengan 2 acuan yang berbeda.

4.1.2.1 Proses *Planning* Dengan Referensi 2D Drawing

Pada proses ini peneliti membuat alur dengan menggunakan acuan gambar *design 2D Drawing*. Berikut merupakan *design* alur pemesinan.

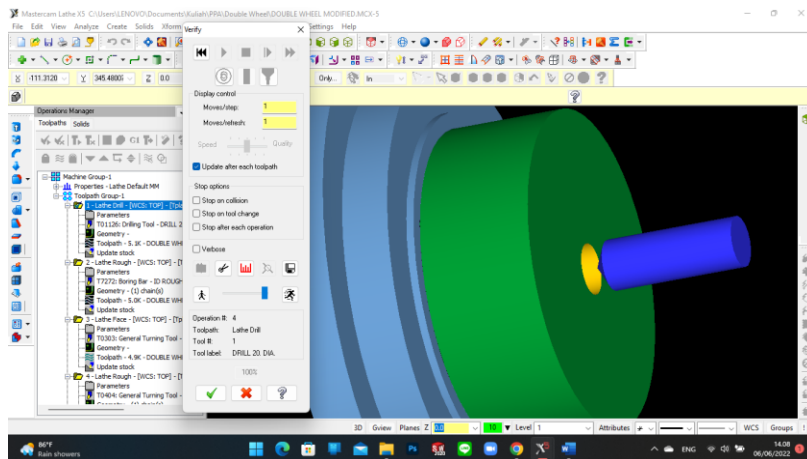


Gambar 4. 15 *Design* Awal Alur Pemesinan Pada MasterCAM Referensi 2D Drawing

Penentuan *Toolpath*

Penentuan *toolpath* ini dilakukan setelah *design* alur pemesinan telah jadi. Lalu dibuat lah *stock set up* berdasarkan dengan ukuran material yang telah ada, setelah itu barulah ditentukan proses pemesinan apa saja yang akan dilakukan dalam *MasterCAM* dan juga menentukan *tool* yang digunakan pada proses pemakanan.

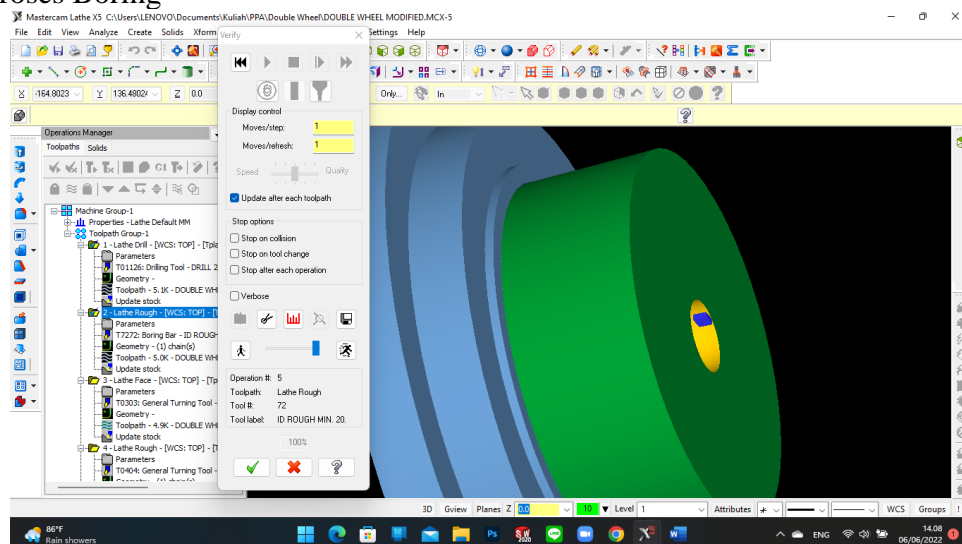
1. Proses Drilling



Gambar 4. 16 *Toolpath Drill Design Awal* Pada MasterCAM Dengan Referensi 2D Drawing

Proses yang pertama dilakukan yaitu *drilling* dengan menggunakan fitur *drill* berdiameter 40 mm *spindle speed* 250 rpm. Tujuan dari proses *drill* ini adalah untuk melubangi material hingga menembus ke belakang. Untuk waktu dari proses ini adalah 20 detik.

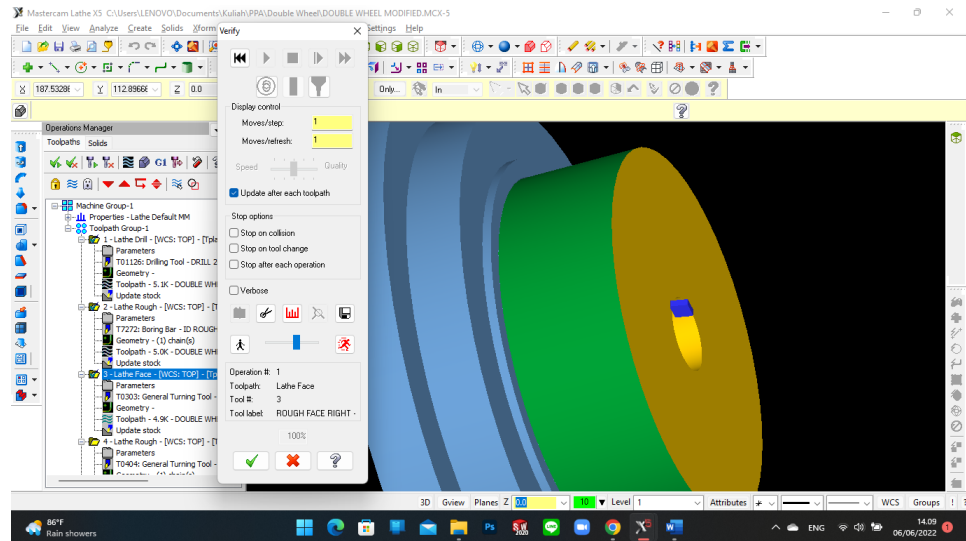
2. Proses Boring



Gambar 4. 17 *Toolpath Boring Design Awal* Pada MasterCAM Dengan Referensi 2D Drawing

Proses yang kedua setelah drill adalah proses boring dengan menggunakan fitur *lathe rough* pada MasterCAM, lalu untuk *tool* yang digunakan adalah boring bar diameter 20 mm dengan spindle speed 250 rpm. Tujuan dari proses ini adalah untuk membesarkan lubang dari proses *drilling* tadi yang berdiameter 40 mm menjadi 50 mm. Untuk waktu yang diperlukan pada proses ini adalah 5 detik.

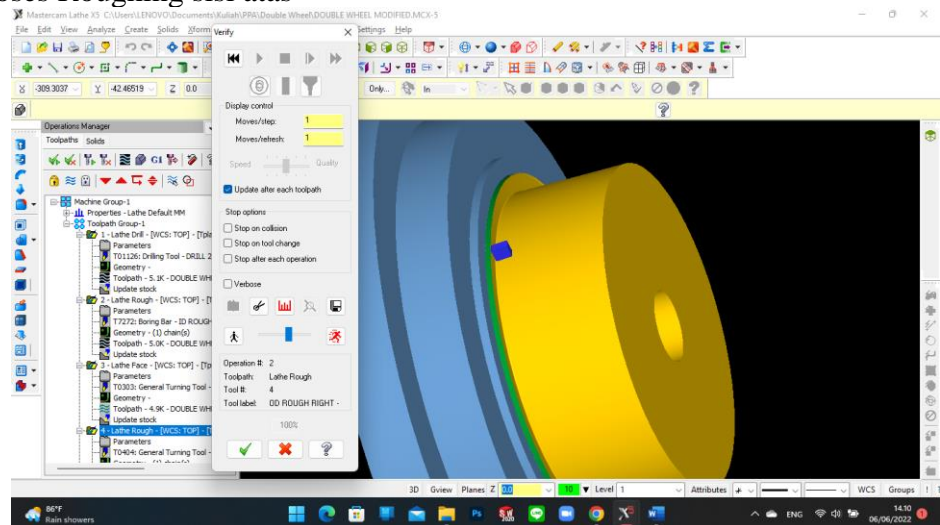
3. Proses Roughing Depan



Gambar 4. 18 *Toolpath Roughing Sisi Depan Design Awal Pada MasterCAM Dengan Referensi 2D Drawing*

Setelah proses *drilling* dan *boring* dilakukan, selanjutnya adalah proses roughing untuk sisi depan dari material dengan menggunakan *lathe rough* pada MasterCAM, tool yang digunakan adalah *general turning tool* yang sejajar sumbu x dengan *spindle speed* 250 rpm. Tujuan dari proses ini adalah untuk mengurangi ketebalan dari material dari yang awalnya memiliki ketebalan 100 mm dijadikan 90 mm.

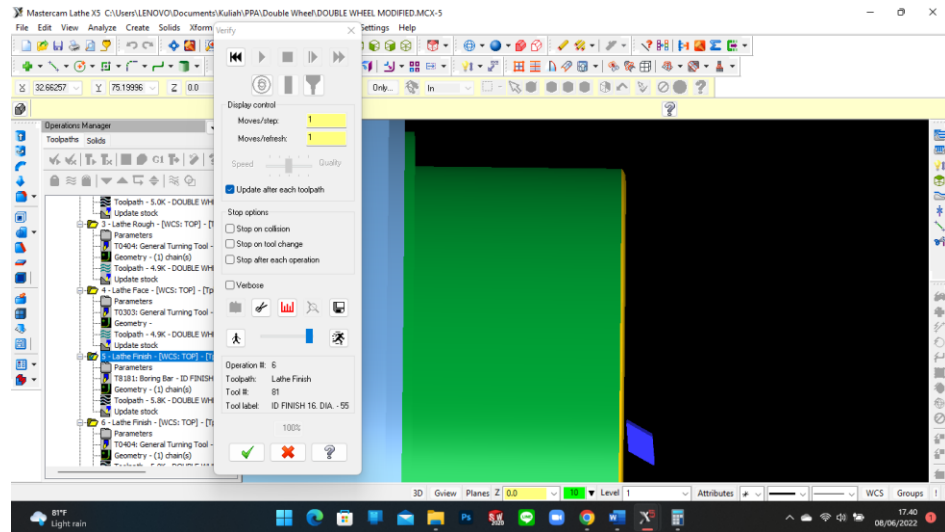
4. Proses Roughing sisi atas



Gambar 4. 19 *Toolpath Roughing Sisi Atas Design Awal Pada MasterCAM Dengan Referensi 2D Drawing*

Proses roughing di sisi atas ini menggunakan fitur *lathe rough* dengan *tool general turning* yang sejajar dengan sumbu y dan *spindle speed* 250 rpm. Tujuan dari proses ini adalah untuk mengurangi diameter material yang pada awalnya berukuran 250 mm menjadi 225 mm.

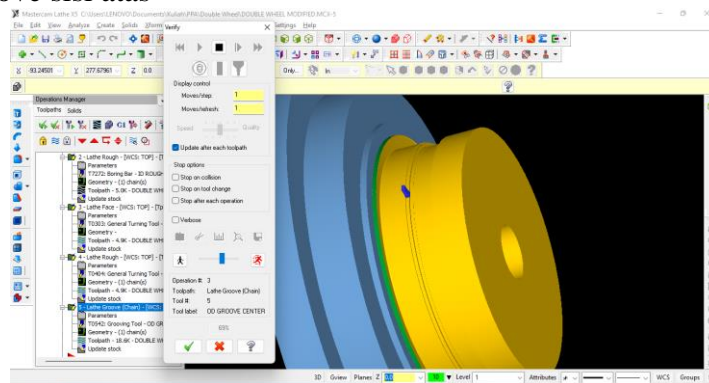
5. Proses Fillet



Gambar 4. 20 *Toolpath Fillet Design Awal* Pada MasterCAM Dengan Referensi 2D Drawing

Proses fillet ini dibuat dengan fitur *lathe finish* dengan tujuan untuk membuat R 5 mm. Dengan *tool general turning* dan *spindle speed* 250 rpm.

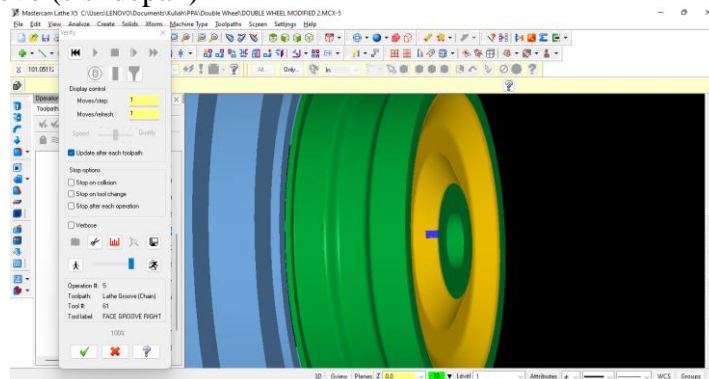
6. Proses Groove sisi atas



Gambar 4. 21 *Toolpath Groove Sisi Atas Design Awal* Pada MasterCAM Dengan Referensi 2D Drawing

Pada proses ini dilakukan untuk membuat alur pada suatu material pada sisi atas material, dengan fitur *lathe groove* dan dengan *grooving tool*. Untuk *spindle speed* di atur 250 rpm

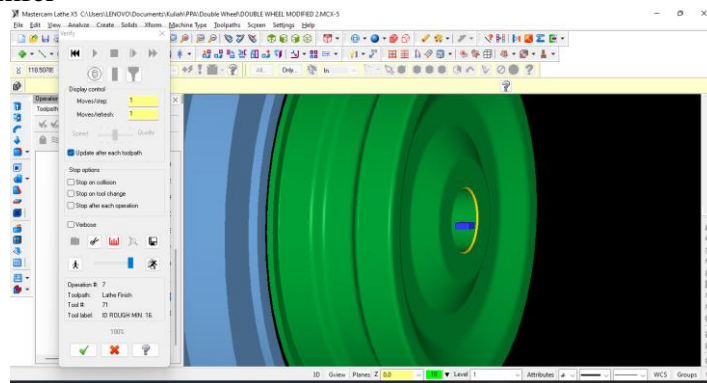
7. Proses Groove (sisi depan)



Gambar 4. 22 *Toolpath Groove Sisi Depan Design Awal* Pada MasterCAM Dengan Referensi 2D Drawing

Proses *groove* pada sisi depan material tool yang digunakan juga *grooving tool* namun tetapi yang sejajar dengan sumbu x.

8. Proses Chamfer



Gambar 4. 23 *Toolpath Chamfer Design Awal* Pada MasterCAM Dengan Referensi 2D Drawing

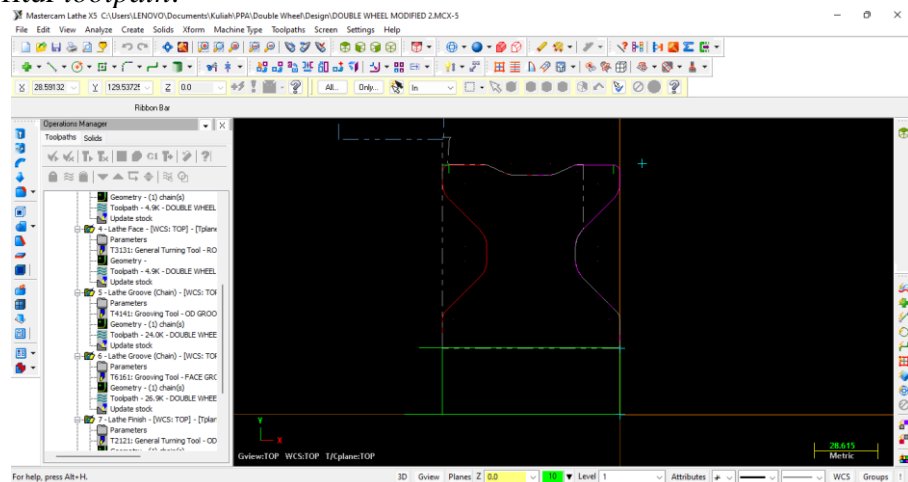
Proses Chamfer dilakukan dengan fitur *lathe rough* dengan *tool general turning* dibuat dengan ukuran 1 mm pada sisi luar lubang yang telah dibuat pada material.

Lalu dibuat *toolpath* lagi untuk menentukan proses bubut sisi belakang

1. Proses Roughing
2. Proses facing sisi belakang
3. Proses Fillet
4. Chamfer

4.1.2.2 Modifikasi Proses Planning Dengan Referensi 2D Drawing

Terdapat beberapa dimensi yang dirubah, termasuk juga dari *hole* yang telah dibuat, maka dari itu untuk *design* alur pemesinan juga harus dirubah. Untuk proses ini *design* akan dibuat lagi dari awal, agar nantinya tidak ada kesalahan pada fitur *toolpath*.

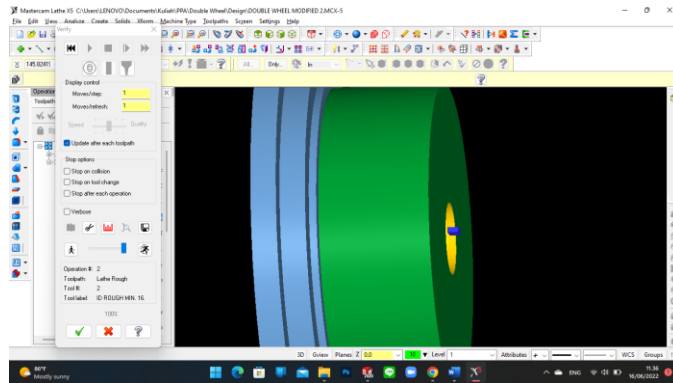


Gambar 4. 24 *Design Modifikasi Alur Pemesinan* Pada MasterCAM Dengan Referensi 2D Drawing

Modifikasi Penentuan *Toolpath*

Pada proses penentuan *toolpath* untuk tahapan yang dilakukan sama dengan sebelum dilakukan modifikasi, disini yang berbeda hanya karena perubahan dimensi saja.

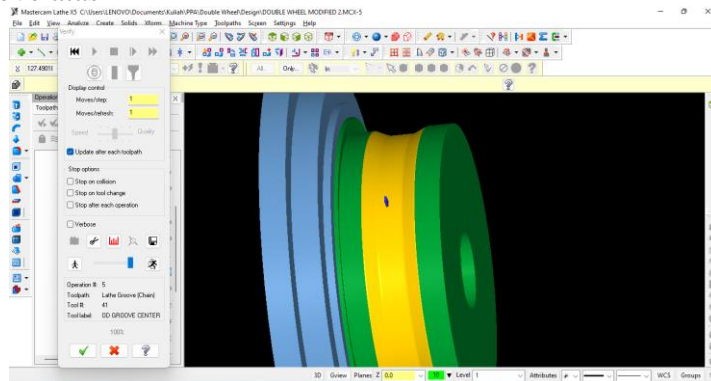
1. Proses Boring



Gambar 4. 25 *Toolpath Boring Design* Modifikasi Pada MasterCAM Dengan Referensi 2D Drawing

Proses *Boring* ini dilakukan untuk memperbesar ukuran lubang yang dibuat pada *design* awal benda, yang awalnya adalah berdiameter 50 mm dijadikan 60 mm. untuk *spindle speed* diatur menjadi 250 rpm.

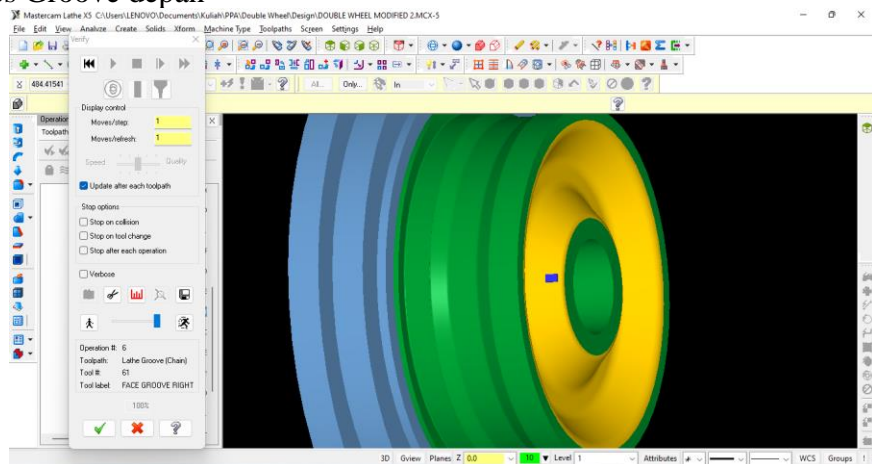
2. Proses Groove atas



Gambar 4. 26 *Toolpath Groove Sisi Atas Design* Modifikasi Pada MasterCAM Dengan Referensi 2D Drawing

Proses *Groove* pada material dilakukan lagi dikarenakan terdapat modifikasi pada *design* benda seperti kedalamannya dan sudut yang terbentuk, dengan *spindle speed* 250 rpm.

3. Proses Groove depan



Gambar 4. 27 *Toolpath Groove Sisi Depan Design* Modifikasi Pada MasterCAM Dengan Referensi 2D Drawing

Proses *Groove* sisi depan ini dilakukan karena terdapat modifikasi juga pada sisi depan material, dengan *spindle speed* 250 rpm.

4. Chamfer

Proses ini dilakukan lagi dikarenakan lubang yang telah dibuat tadi juga memotong hasil dari *chamfer* awal, sehingga perlu dilakukan *chamfer* ulang. Dengan *spindle speed* 250 rpm.

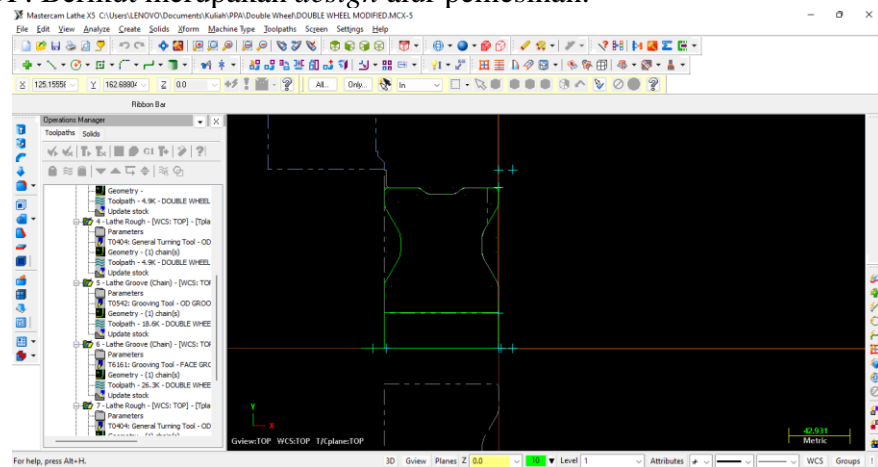
5. Finishing

Lalu dibuat *toolpath* lagi untuk menentukan proses bubut sisi belakang

1. Proses Groove Atas
2. Proses Groove Depan
3. Proses Fillet
4. Finishing

4.1.2.3 Proses Planning Dengan Referensi 3D PDF

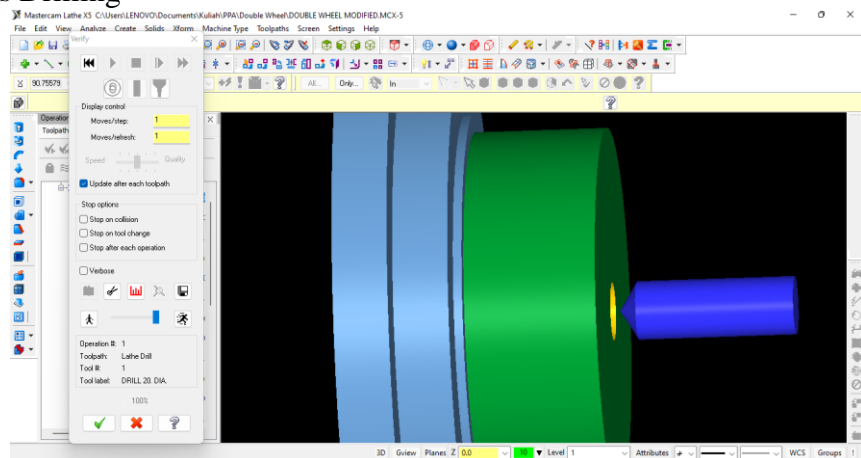
Pada proses ini peneliti membuat alur dengan menggunakan acuan gambar 3D PDF. Berikut merupakan *design* alur pemesinan.



Gambar 4. 28 *Design* Awal Alur Pemesinan Pada MasterCAM Referensi 3D PDF Penentuan *Toolpath*

Penentuan *toolpath* ini dilakukan setelah *design* alur pemesinan telah jadi. Lalu dibuat lah *stock set up* berdasarkan dengan ukuran material yang telah ada, setelah itu barulah ditentukan proses pemesinan apa saja yang akan dilakukan dalam *MasterCAM* dan juga menentukan *tool* yang digunakan pada proses pemakanan.

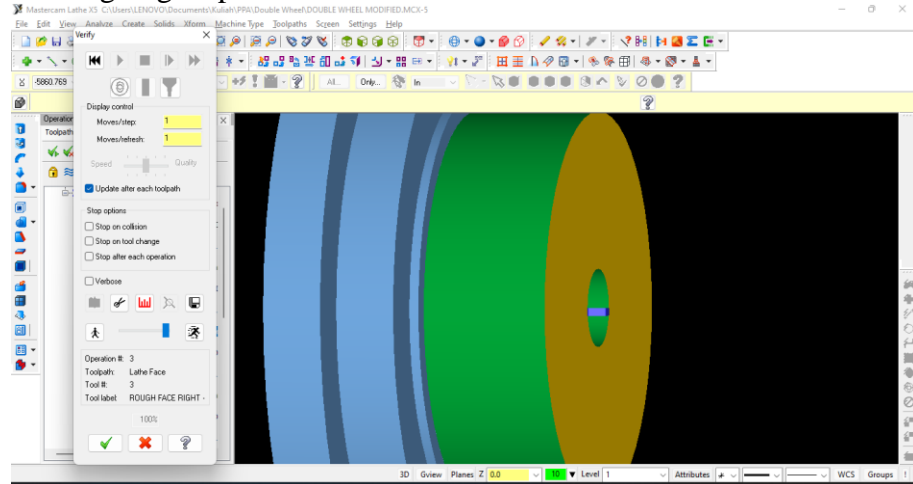
1. Proses Drilling



Gambar 4. 29 *Toolpath Drill Design* Awal Pada MasterCAM Dengan Referensi 3D PDF

Proses yang pertama dilakukan yaitu *drilling* dengan menggunakan fitur *drill* berdiameter 40 mm *spindle speed* 355 rpm. Tujuan dari proses *drill* ini adalah untuk melubangi material hingga menembus ke belakang. Untuk waktu dari proses ini adalah 20 detik.

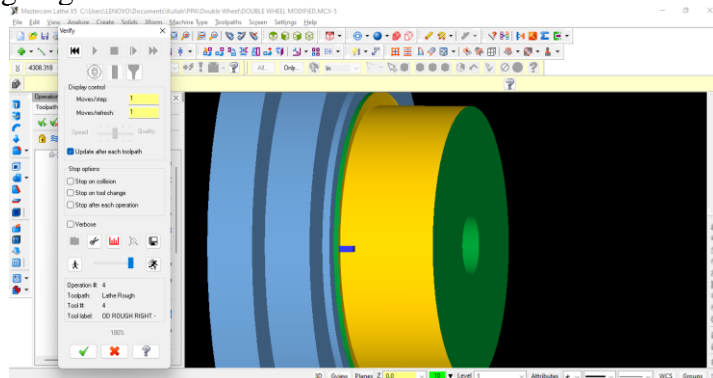
2. Proses Roughing Depan



Gambar 4. 30 Toolpath Roughing Sisi Depan Design Awal Pada MasterCAM Dengan Referensi 3D PDF

Setelah proses *drilling* dan *boring* dilakukan, selanjutnya adalah proses roughing untuk sisi depan dari material dengan menggunakan *lathe rough* pada MasterCAM, tool yang digunakan adalah *general turning tool* yang sejajar sumbu x dengan *spindle speed* 355 rpm. Tujuan dari proses ini adalah untuk mengurangi ketebalan dari material dari yang awalnya memiliki ketebalan 100 mm dijadikan 90 mm.

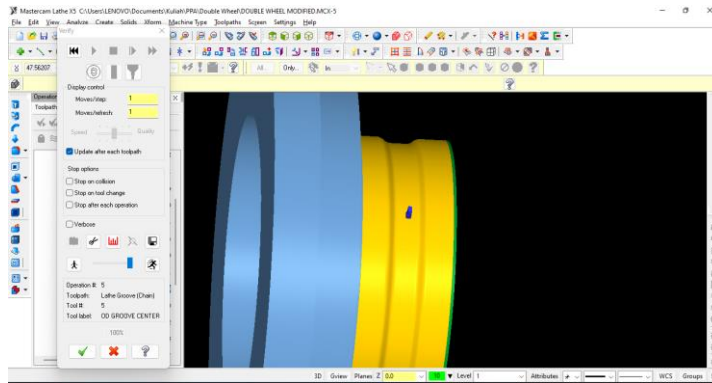
3. Proses Roughing sisi atas



Gambar 4. 31 Toolpath Roughing Sisi Atas Design Awal Pada MasterCAM Referensi 3D PDF

Proses roughing di sisi atas ini menggunakan fitur *lathe rough* dengan *tool general turning* yang sejajar dengan sumbu y dan *spindle speed* 355 rpm. Tujuan dari proses ini adalah untuk mengurangi diameter material yang pada awalnya berukuran 250 mm menjadi 230 mm.

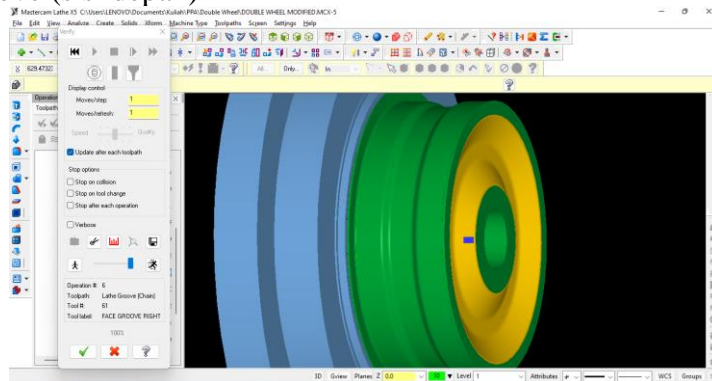
4. Proses Groove sisi atas



Gambar 4. 32 *Toolpath Groove Sisi Atas Design Awal Pada MasterCAM*
Referensi 3D PDF

Pada proses ini dilakukan untuk membuat alur pada suatu material pada sisi atas material, dengan fitur *lathe groove* dan dengan *grooving tool*. Untuk *spindle speed* di atur 355 rpm

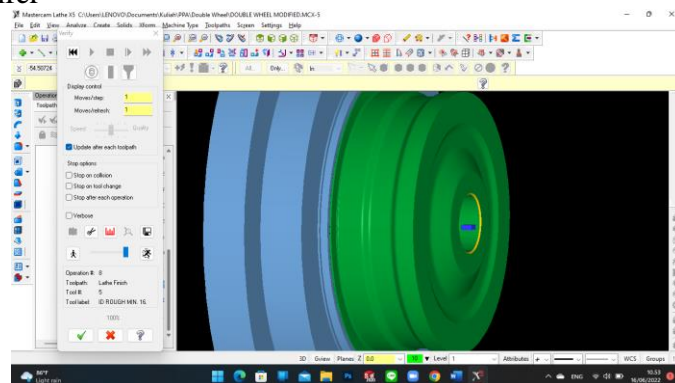
5. Proses Groove (sisi depan)



Gambar 4. 33 *Toolpath Groove Sisi Depan Design Awal Pada MasterCAM*
Referensi 3D PDF

Proses *groove* pada sisi depan material tool yang digunakan juga *grooving tool* namun tetapi yang sejajar dengan sumbu x.

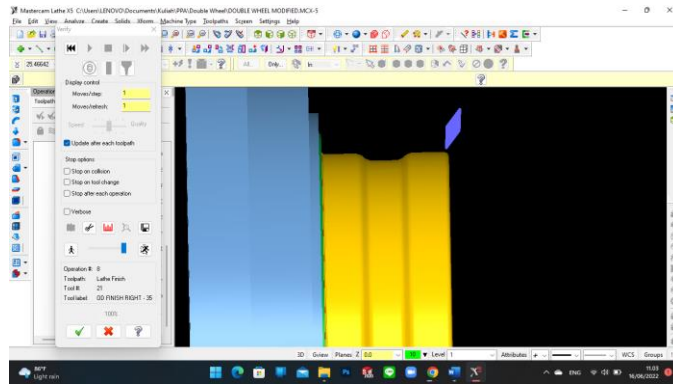
6. Proses Chamfer



Gambar 4. 34 *Toolpath Chamfer Design Awal Pada MasterCAM* Referensi 3D PDF

Proses Chamfer dilakukan dengan fitur *lathe rough* dengan *tool general turning* dibuat dengan ukuran 1 mm pada sisi luar lubang yang telah dibuat pada material.

7. Proses Fillet

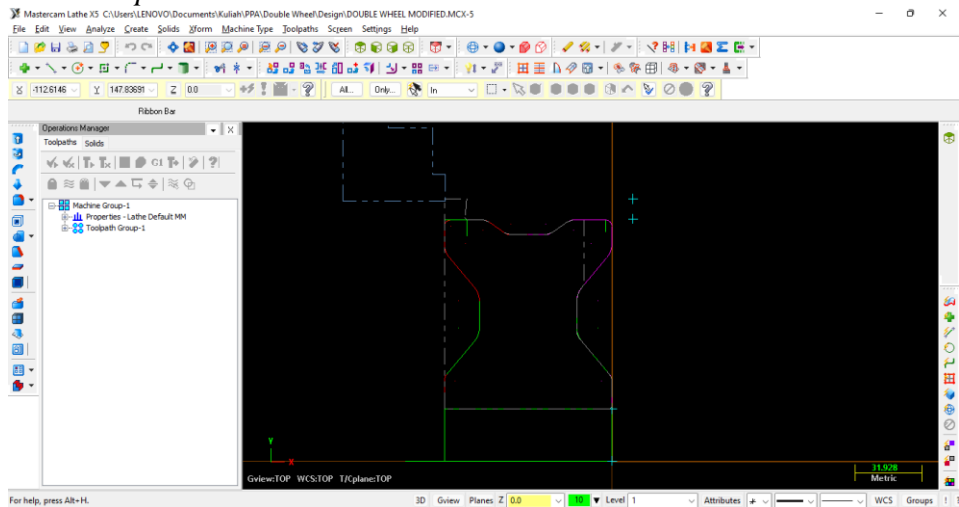


Gambar 4. 35 *Toolpath Fillet Design Awal* Pada MasterCAM Referensi 3D PDF
 Proses fillet ini dibuat dengan fitur *lathe finish* dengan tujuan untuk membuat R 3 mm. Dengan *tool general turning* dan *spindle speed* 355 rpm.
 Lalu dibuat *toolpath* lagi untuk menentukan proses bubut sisi belakang

1. Proses Roughing
2. Proses facing
3. Proses Fillet
4. Chamfer

4.1.2.4 Modifikasi Proses Planning Dengan Referensi 3D PDF

Terdapat beberapa dimensi yang dirubah, termasuk juga dari *hole* yang telah dibuat, maka dari itu untuk *design* alur pemesinan juga harus dirubah. Untuk proses ini *design* akan dibuat lagi dari awal, agar nantinya tidak ada kesalahan pada fitur *toolpath*.

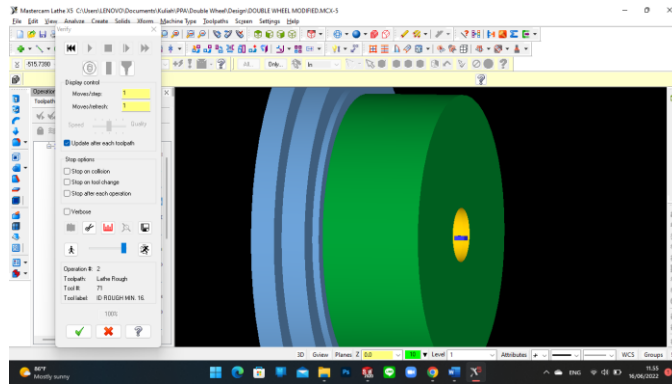


Gambar 4. 36 *Design Modifikasi Alur Pemesinan* Pada MasterCAM

Modifikasi Penentuan *Toolpath*

Pada proses penentuan *toolpath* untuk tahapan yang dilakukan sama dengan sebelum dilakukan modifikasi, disini yang berbeda hanya karena perubahan dimensi saja.

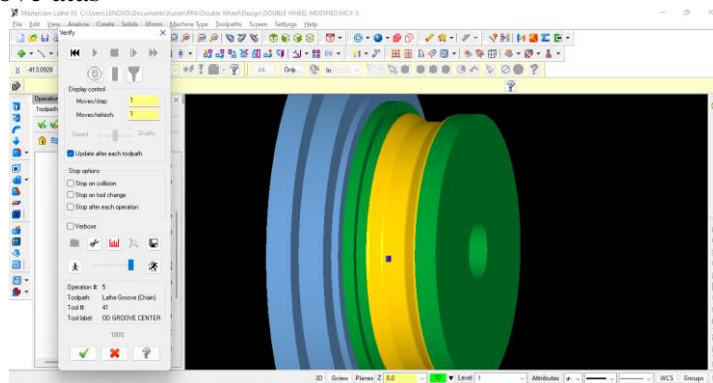
1. Proses Boring



Gambar 4. 37 *Toolpath Boring Design* Modifikasi Pada MasterCAM

Proses *Boring* ini dilakukan untuk memperbesar ukuran lubang yang dibuat pada *design* awal benda, yang awalnya adalah berdiameter 50 mm dijadikan 60 mm. untuk *spindle speed* diatur menjadi 355 rpm.

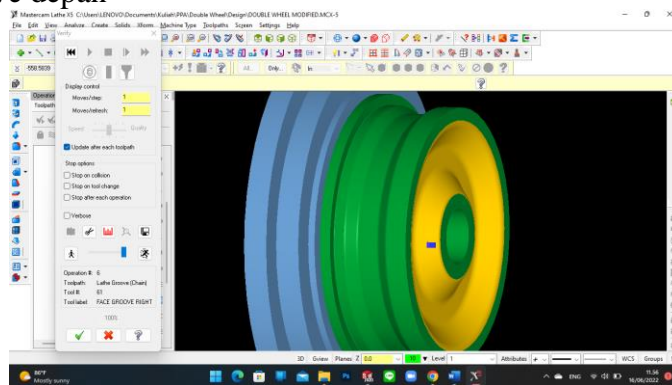
2. Proses Groove atas



Gambar 4. 38 *Toolpath Groove Sisi Atas Design* Modifikasi Pada MasterCAM

Proses *Groove* pada material dilakukan lagi dikarenakan terdapat modifikasi pada *design* benda seperti kedalamannya dan sudut yang terbentuk, dengan *spindle speed* 355 rpm.

3. Proses Groove depan



Gambar 4. 39 *Toolpath Groove Sisi Depan Design* Modifikasi Pada MasterCAM

Proses *Groove* sisi depan ini dilakukan karena terdapat modifikasi juga pada sisi depan material, dengan *spindle speed* 355 rpm.

4. Chamfer

Proses ini dilakukan lagi dikarenakan lubang yang telah dibuat tadi juga memotong hasil dari *chamfer* awal, sehingga perlu dilakukan *chamfer* ulang. Dengan *spindle speed* 250 rpm.

5. Finishing

Lalu dibuat *toolpath* lagi untuk menentukan proses bubut sisi belakang

1. Proses Groove Atas
2. Proses Groove Depan
3. Proses Fillet
4. Chamfer

4.1.2.5 Rangkuman Alur Pemesinan

Setelah penentuan *toolpath* dilakukan, hasil *toolpath* yang telah dibuat dijadikan tabel yang mana akan dijadikan sebuah acuan dari proses pemesinan dengan tertera urutan dari tiap proses, *spindle speed*, *tool* yang digunakan, dan waktu pemakanan dalam MasterCAM. Berikut merupakan tabel dari alur pemesinan yang dibuat.

Alur Pemesinan Dengan Referensi 2D Drawing

1. Alur Pemesinan Awal Sisi Depan Dengan Referensi 2D Drawing

Tabel 4. 1 Alur Pemesinan Awal Sisi Depan Dengan Referensi 2D Drawing

No	Nama Proses	Spindle Speed	Tool	Cutting Speed (m/menit)	Depth Of Cut (mm)	Feed Rate (mm/m enit)	Waktu Proses
1	Drill 40 mm	355 rpm	Drill dia. 40 mm	44,588	2	40	11 menit
2	Boring 10 mm	355 rpm	Boring Bar dia. 20	11,147	1	20	4,7 menit
3	Lathe Face 12,5 mm	355 rpm	Rough Face Right	27,8675	1	12,5	8,5 menit
4	Lathe Rough 200 mm	355 rpm	OD Rough Right	222,94	1	200	6,7 menit
5	Lathe Groove 9 mm	355 rpm	OD Groove Center - Narrow	10,0323	2	9	57,8 menit
6	Lathe Groove 55 mm	355 rpm	Face Groove Right Tool - Narrow	122,617	2	20	42 menit
7	Chamfer 1 mm	355 rpm	Boring Bar	2,2294	1	50	0,1 menit
8	Fillet R3	355 rpm	OD Finisih	6,6882	1	20	2 menit

			Right - 35°					
			Total Waktu				132,8	menit

2. Alur Pemesinan Awal Sisi Belakang Dengan Referensi 2D Drawing

Tabel 4. 2 Alur Pemesinan Awal Sisi Belakang Dengan Referensi 2D Drawing

No	Nama Proses	Spindle Speed	Tool	Cutting Speed (m/menit)	Depth Of Cut (mm)	Feed Rate (mm/menit)	Waktu Proses	
1	Lathe Rough 200 mm	355 rpm	Rough Face Right	222,94	1	200	6,7 menit	
2	Lathe Groove 55 mm	355 rpm	Face Groove Right Tool - Narrow	122,617	2	20	42 menit	
3	Fillet R3	355 rpm	OD Finisih Right - 35°	6,6882	1	20	2 menit	
4	Chamfer 1 mm	355 rpm	Boring Bar	2,2294	1	50	0,1 menit	
			Total Waktu				50,8	menit

Setelah dijelaskan proses planning dari *design* awal selanjutnya adalah proses *planning* dari modifikasi *design* yang nantinya akan menjadi acuan dari modifikasi pemesinan bubut.

1. Modifikasi Alur Pemesinan Sisi Depan Dengan Referensi 2D Drawing

Tabel 4. 3 Modifikasi Alur Pemesinan Sisi Depan Dengan Referensi 2D Drawing

No	Nama Proses	Spindle Speed	Tool	Cutting Speed (m/menit)	Depth Of Cut (mm)	Feed Rate (mm/menit)	Waktu Proses
1	Boring 10 mm	355 rpm	Boring Bar 20 Dia	11,147	1	20	20 menit
2	Lathe Groove 9 mm	355 rpm	OD Groove Center - Narrow	10,0323	2	9	15 menit
3	Lathe Groove 55	355 rpm	Face Groove Right	122,617	2	20	13 menit

	mm		Tool - Narrow				
4	Fillet R3	355 rpm	OD Finisih Right - 35°	6,6882	1	20	2 menit
5	Chamfer 1 mm	355 rpm	Boring Bar	2,2294	1	50	0,1 menit
Total Waktu							50,1 menit

2. Modifikasi Alur Pemesinan Sisi Belakang Dengan Referensi 2D Drawing

Tabel 4. 4 Modifikasi Alur Pemesinan Sisi Belakang Dengan Referensi 2D Drawing

No	Nama Proses	Spindle Speed	Tool	Cutting Speed (m/menit)	Depth Of Cut (mm)	Feed Rate (mm/menit)	Waktu Proses
1	Lathe Groove 55 mm	355 rpm	Face Groove Right Tool - Narrow	122,617	2	20	13 menit
2	Fillet	355 rpm	OD Finisih Right - 35°	6,6882	1	20	2 menit
3	Chamfer	355 rpm	Boring Bar	2,2294	1	50	0,1 menit
Total Waktu							15,1 menit

Alur Pemesinan Dengan Referensi 3D PDF

1. Alur Pemesinan Awal Sisi Depan Dengan Referensi 3D PDF

Tabel 4. 5 Alur Pemesinan Awal Sisi Depan Dengan Referensi 3D PDF

No	Nama Proses	Spindle Speed	Tool	Cutting Speed (m/menit)	Depth Of Cut (mm)	Feed Rate (mm/menit)	Waktu Proses
1	Drill 40 mm	355 rpm	Drill dia. 40 mm	44,588	2	40	10 menit
2	Lathe Face 210 mm	355 rpm	Rough Face Right	22,294	1	210	6,6 menit
3	Lathe Rough	355 rpm	OD Rough	234,087	1	10	8,7 menit

	20 mm		Right				
4	Lathe Groove 14 mm	355 rpm	OD Groove Center - Narrow	15,6058	2	14	33 menit
5	Lathe Groove 60 mm	355 rpm	Face Groove Right Tool - Narrow	133,764	2	20	48 menit
6	Chamfer 1 mm	355 rpm	Boring Bar	2,2294	1	50	0,1 menit
7	Fillet R3	355 rpm	OD Finisih Right - 35°	6,6882	1	20	1 menit
			Total Waktu				107,4 menit

2. Alur Pemesinan Awal Sisi Belakang Dengan Referensi 3D PDF

Tabel 4. 6 Alur Pemesinan Awal Sisi Belakang Dengan Referensi 3D PDF

No	Nama Proses	Spindle Speed	Tool	Cutting Speed (m/menit)	Depth Of Cut (mm)	Feed Rate (mm/menit)	Waktu Proses
1	Lathe Rough 20 mm	355 rpm	OD Rough Right	234,087	1	10	8,7 menit
2	Lathe Groove 60 mm	355 rpm	Face Groove Right Tool - Narrow	133,764	2	20	48 menit
3	Fillet R3	355 rpm	OD Finisih Right - 35°	6,6882	1	20	1 menit
4	Chamfer 1 mm	355 rpm	Boring Bar	2,2294	1	50	0,1 menit
			Total Waktu				57,7 menit

Setelah dijelaskan proses planning dari *design* awal selanjutnya adalah proses *planning* dari modifikasi *design* yang nantinya akan menjadi acuan dari modifikasi pemesinan bubut.

1. Modifikasi Alur Pemesinan Sisi Depan Dengan Referensi 3D PDF

Tabel 4. 7 Modifikasi Alur Pemesinan Sisi Depan Dengan Referensi 3D PDF

No	Nama Proses	Spindle Speed	Tool	Cutting Speed (m/menit)	Depth Of Cut (mm)	Feed Rate (mm/menit)	Waktu Proses
1	Boring 10 mm	355 rpm	Boring Bar 20 Dia	11,147	1	20	20 menit
2	Lathe Groove 14 mm	355 rpm	OD Groove Center - Narrow	15,6058	2	14	18,7 menit
3	Lathe Groove 60 mm	355 rpm	Face Groove Right Tool - Narrow	133,764	2	20	13 menit
4	Fillet R3	355 rpm	OD Finisih Right - 35°	6,6882	1	20	1 menit
5	Chamfer 1 mm	355 rpm	Boring Bar	2,2294	1	50	0,1 menit
			Total Waktu				52,8 menit

2. Modifikasi Alur Pemesinan Sisi Belakang Dengan Referensi 3D PDF

Tabel 4. 8 Modifikasi Alur Pemesinan Sisi Belakang Dengan Referensi 3D PDF

No	Nama Proses	Spindle Speed	Tool	Cutting Speed (m/menit)	Depth Of Cut (mm)	Feed Rate (mm/menit)	Waktu Proses
1	Lathe Groove 60 mm	355 rpm	Face Groove Right Tool - Narrow	133,764	2	20	13 menit
2	Fillet R3	355 rpm	OD Finisih Right - 35°	6,6882	1	20	1 menit
3	Chamfer 1 mm	355 rpm	Boring Bar	2,2294	1	50	0,1 menit
			Total Waktu				14,1 menit

4.1.3 Pemesinan Bubut

Proses pemesinan ini dilakukan dengan mesin bubut. Dengan 2 acuan yaitu *design 2D Drawing* kertas dan *design Model-Based Definition*.



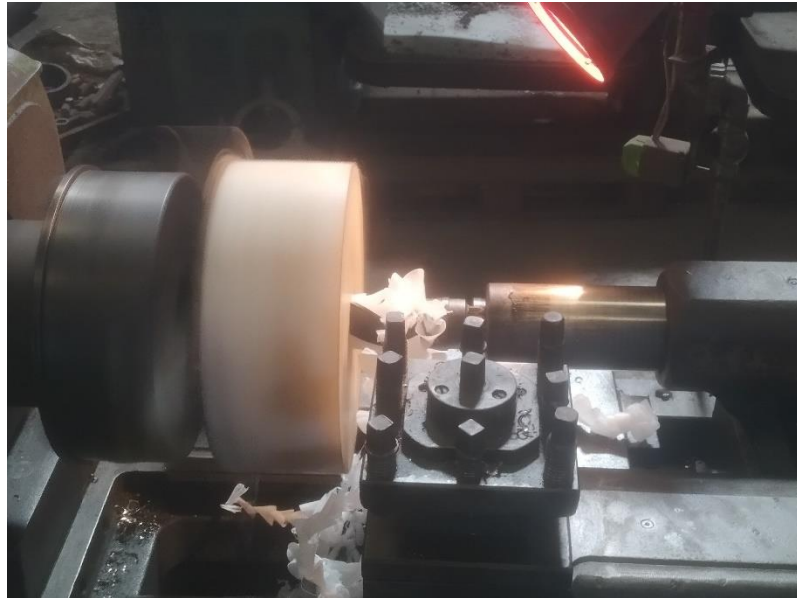
Gambar 4. 40 Raw Material Polyethylene Diameter 250 mm Tebal 100 mm

4.1.3.1 Proses Pemesinan Dengan Referensi *Design 2D Drawing*

Pada proses ini operator adalah pegawai PT. Boma Bisma Indra dengan melihat gambar 2D kertas sebagai acuan dari pemesinan, pada penelitian ini material yang digunakan berbahan *polyethylene* yang berbentuk silindris dengan ukuran diameter 250 mm, dan memiliki ketebalan 100 mm, proses bubut yang dilakukan berdasarkan urutannya adalah sebagai berikut.

1. Drill 40 mm

Pada proses ini, raw material yang memiliki ukuran diameter 250 mm, dan ketebalan 100 mm diletakkan pada cekam bubut dan disesuaikan agar permukaan material sejajar dengan sumbu y. Untuk ukuran *hole* yang akan dibuat yaitu 40 mm. Setelah itu barulah tail stock dipasang mata bor berukuran 40 mm, lalu dilakukan proses pemakanan dengan kecepatan 250 rpm *CCW* sampai mata bor menembus material dengan waktu 12 menit.



Gambar 4. 41 Proses Drilling 40 mm Pada Mesin Turning Dengan Gambar Kerja 2D Kertas

2. Boring 50 mm

Setelah dilakukan proses *drill* pada material, selanjutnya dilakukan proses *Boring* dikarenakan *hole* masih berukuran 40 mm, yang akan dijadikan 50 mm. Mata bor diganti dengan pahat *boring*, lalu dilakukan pemakanan dengan kecepatan yang masih sama hingga diameter lubang menjadi 50 mm.

3. Roughing diameter 225 mm

Proses *roughing* ini dilakukan untuk mengurangi diameter material yang awalnya berdiameter 250 mm akan dijadikan 225 mm. Mata bor dilepas, lalu pahat muka dipasang. Pemakanan ini dilakukan dengan kecepatan 250 rpm *CCW*, dengan waktu 8 menit untuk bagian depan dan samping material.



Gambar 4. 42 Proses Roughing Diameter Luar 225 mm Pada Mesin Turning Dengan Gambar Kerja 2D Kertas

4. Roughing 90 mm

Proses ini bertujuan untuk melakukan pemakanan sisi depan dari material agar ketebalan material yang awalnya berukuran 100 mm menjadi 90 mm, pahat muka yang terpasang dirubah menjadi sejajar sumbu Y. Proses pemakanan ini membutuhkan waktu 7 menit.

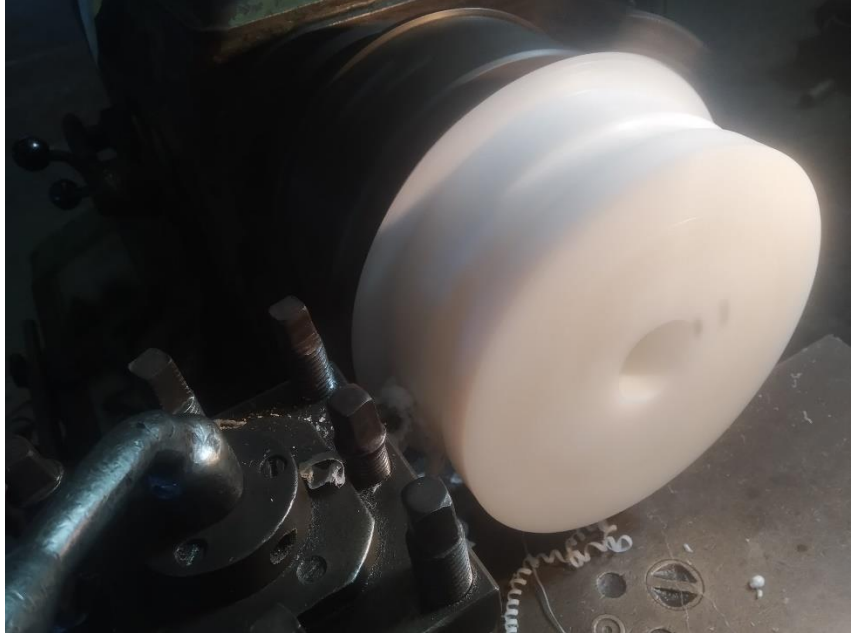


Gambar 4. 43 Proses Roughing Ketebalan 90 mm Pada Mesin Turning Dengan Gambar Kerja 2D Kertas

5. Facing diameter 216 mm

Proses *facing* ini dilakukan untuk mengurangi diameter benda sedalam 4,5 mm dengan kelebaran 20 mm dengan jarak 30 mm dari permukaan depan material, dari yang awalnya berdiameter 225 mm menjadi 216

mm. Lalu dilakukan pemakanan lagi di sisi kanan dan kiri dari yang telah dilakukan pemakanan 20 mm diawal tadi dengan kemiringan 48° selebar 5 mm dari permukaan benda, hingga mencapai permukaan luar berdiameter 225 mm. Untuk proses ini membutuhkan waktu 53 menit.



Gambar 4. 44 Proses Facing Diameter 216 mm Pada Mesin Turning Dengan Gambar Kerja 2D Kertas

6. Facing 68,5 mm

Proses *facing* ini dilakukan untuk mengurangi ketebalan permukaan material sisi depan sedalam 11,5 mm dengan jarak 32,5 mm dari sisi terluar benda dengan dimensi 15 mm, dari yang awalnya memiliki ketebalan 80 mm menjadi 68,5 mm. Lalu dilakukan pemakanan lagi dengan dimensi 20 mm dari permukaan benda dengan kemiringan 60° di sisi kanan dan kiri dari pemakanan awal selebar 15 mm tadi. Untuk proses ini membutuhkan waktu 42 menit.



Gambar 4. 45 Proses Facing 68,5 mm Pada Mesin Turning Dengan Gambar Kerja 2D Kertas

7. Fillet

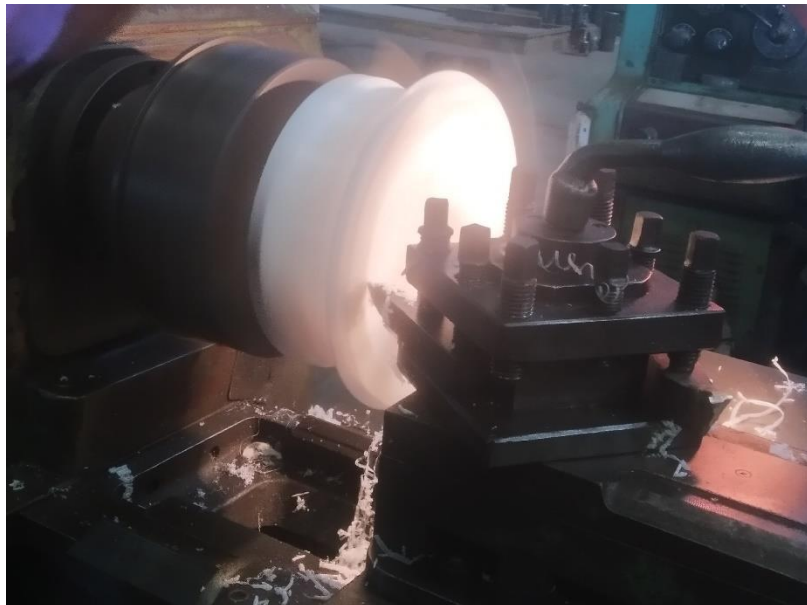
Proses ini dilakukan dengan membuat fillet R3 dan R10, untuk fillet R3 dibuat pada ujung material, namun untuk fillet R10 dibuat pada tiap sudut pada material. Untuk proses ini membutuhkan waktu 21 menit.



Gambar 4. 46 Proses Facing Fillet R3 mm Pada Mesin Turning Dengan Gambar Kerja 2D Kertas

8. Roughing 80 mm

Pada proses ini material yang dibubut adalah sisi belakang material, untuk ketebalan yang awalnya 90 mm akan dibubut lagi menjadi 80 mm. Proses ini membutuhkan waktu 20 menit.



Gambar 4. 47 Proses Roughing Ketebalan 90 mm Pada Mesin Turning Dengan Gambar Kerja 2D Kertas

9. Facing 57 mm (sisi belakang)

Proses *facing* ini sama dengan yang dilakukan sebelumnya, namun kali ini dilakukan pada sisi belakang material, untuk proses ini membutuhkan waktu 50 menit.



Gambar 4. 48 Proses Facing 57 mm Pada Mesin Turning Dengan Gambar Kerja 2D Kertas

10. Chamfer 1 mm

Proses chamfer ini dilakukan pada sisi depan dan belakang, yaitu pada sisi yang telah dilakukan proses drilling tadi. Untuk proses ini membutuhkan waktu 10 detik.

11. Finishing

Untuk proses *finishing* yang dilakukan adalah menghaluskan permukaan material yang telah dilakukan proses pembubutan, seperti menggunakan amplas dan pahat *facing*



Gambar 4. 49 Proses Finishing Pada Mesin Turning Dengan Gambar Kerja 2D Kertas

4.1.3.2 Proses Modifikasi Pemesinan Dengan Referensi 2D Drawing

Pada proses ini terdapat beberapa sisi yang dirubah dimensinya sesuai dengan *Design 2D Drawing* yang ada,

1. Boring 60 mm

Setelah dilakukan proses *drill* pada material, selanjutnya dilakukan proses *Boring* dikarenakan *hole* masih berukuran 50 mm, yang akan dijadikan 60 mm. Mata bor diganti dengan pahat *boring*, lalu dilakukan pemakanan dengan kecepatan yang masih sama hingga diameter lubang menjadi 60 mm.

2. Facing diameter 216 mm

Proses *facing* ini dilakukan untuk mengurangi diameter benda sedalam 7 mm dengan kelebaran 20 mm dengan jarak 30 mm dari permukaan depan material, dari yang awalnya berdiameter 225 mm menjadi 216 mm. Lalu dilakukan pemakanan lagi di sisi kanan dan kiri dari yang telah dilakukan pemakanan 20 mm diawal tadi dengan kemiringan 65° selebar 10 mm dari permukaan benda, hingga mencapai permukaan luar berdiameter 230 mm. Untuk proses ini membutuhkan waktu 53 menit.

3. Facing 60 mm

Proses *facing* ini dilakukan untuk mengurangi ketebalan permukaan material sisi depan sedalam 20 mm dengan jarak 32,5 mm dari sisi terluar benda dengan dimensi 15 mm, dari yang awalnya memiliki ketebalan 80 mm menjadi 60 mm. Lalu dilakukan pemakanan lagi dengan dimensi 20 mm dari permukaan benda dengan kemiringan 45° di sisi kanan dan kiri dari pemakanan awal selebar 15 mm tadi. Untuk proses ini membutuhkan waktu 42 menit.

4. Facing 40 mm (sisi belakang)

Proses *facing* ini sama dengan yang dilakukan sebelumnya, namun kali ini dilakukan pada sisi belakang material, untuk proses ini membutuhkan waktu 50 menit.



5. Fillet

Proses ini dilakukan dengan membuat fillet R3 dan R10, untuk fillet R3 dibuat pada ujung material, namun untuk fillet R10 dibuat pada tiap sudut pada material. Untuk proses ini membutuhkan waktu 21 menit.

6. Chamfer 1 mm

Proses chamfer ini dilakukan pada sisi depan dan belakang, yaitu pada sisi yang telah dilakukan proses drilling tadi. Untuk proses ini membutuhkan waktu 10 detik.



Gambar 4. 50 Benda Kerja *Double Wheel* Tampak Depan Dengan Gambar Kerja 2D Kertas



Gambar 4. 51 Benda Kerja *Double Wheel* Tampak Samping Dengan Gambar Kerja 2D Kertas

Tabel 4. 9 Waktu Pemesinan Awal Dengan Referensi 2D Drawing

2D Drawing Awal				
No	Nama Proses	Pembacaan Gambar	Setting Tool	Waktu Pemesinan
1	Drill	00.00.10	2 menit	12 menit
2	Roughing (Depan&atas)	00.00.05	3 menit	15 menit
3	Facing (sisi atas)	00.02.00	14 menit	58 menit
4	facing (sisi depan)	00.03.00	15 menit	42 menit
5	Fillet R3	00.00.30	3 menit	3 menit
6	fillet R10x4	00.02.00	8 menit	10 menit
7	boring	00.00.15	2 menit	4 menit
8	chamfer	00.00.10	1 menit	10 detik
9	Roughing (sisi belakang)	00.00.00	2 menit	23 menit
10	facing (sisi belakang)	00.00.15	12 menit	33 menit
11	Fillet R3	00.00.00	3 menit	3 menit
12	Fillet R10x8	00.01.00		5 menit
13	finishing	00.00.00		3 menit
total waktu		00.09.25	63 menit	211 menit 10 detik

Tabel 4. 10 Waktu Pemesinan Modifikasi Dengan Referensi 2D Drawing

2D Drawing Modifikasi				
No	Nama Proses	Pembacaan Gambar	Setting Tool	Waktu Pemesinan
1	Boring	15 detik	2 menit	26 menit
2	Facing (sisi atas)	1 menit 30 detik	13 menit	15 menit
3	Chamfer		1 menit	10 detik
4	facing (sisi depan)	2 menit	15 menit	13 menit
5	Facing (sisi belakang)	1 menit	5 menit	12 menit
6	Fillet	30 detik	3 menit	5 menit
total waktu		4 menit 15 detik	39 menit	71 menit 10 detik

4.1.3.3 Proses Pemesinan Dengan Referensi *Model-Based Definition*

Pada proses ini operator dari PT. Boma Bisma Indra melihat tampilan 3D PDF dari peneliti dengan sarana laptop yang disediakan oleh peneliti. Operator memahami dahulu bagaimana geometri dan dimensi benda yang akan dilakukan proses bubut dari format 3D PDF, laptop dari peneliti diletakkan di dekat mesin bubut dengan penyangga kursi agar memudahkan operator dalam melakukan proses pemesinan. Bahan yang digunakan dalam proses ini masih sama yaitu *Polyethylene* dengan dimensi diameter 250 mm dan ketebalan 100 mm. Berikut

adalah tahapan yang dilakukan saat proses pemesinan dengan referensi *Model-Based Definition*.



Gambar 4. 52 Proses Pemesinan Dengan Gambar Kerja 3D PDF

1. Drill 40 mm

Pada proses ini, raw material yang memiliki ukuran diameter 250 mm, dan ketebalan 100 mm diletakkan pada cekam bubut dan disesuaikan agar permukaan material sejajar dengan sumbu y. Untuk ukuran *hole* yang akan dibuat yaitu 40 mm. Setelah itu barulah tail stock dipasang mata bor berukuran 40 mm, lalu dilakukan proses pemakanan dengan kecepatan 355 rpm CCW sampai mata bor menembus material dengan waktu 10 menit.



Gambar 4. 53 Proses Drilling 40 mm Pada Mesin Turning Dengan Gambar Kerja 3D PDF

2. Roughing diameter 230 mm

Proses *roughing* ini dilakukan untuk mengurangi diameter material yang awalnya berdiameter 250 mm akan dijadikan 230 mm. Mata bor dilepas, lalu pahat muka dipasang. Pemakanan ini dilakukan dengan kecepatan 355 rpm CCW, dengan waktu 6 menit untuk bagian depan dan samping material.



Gambar 4. 54 Proses Roughing Diameter Luar 230 mm Pada Mesin Turning Dengan Gambar Kerja 3D PDF

3. Roughing 90 mm

Proses ini bertujuan untuk melakukan pemakanan sisi depan dari material agar ketebalan material yang awalnya berukuran 100 mm menjadi 90 mm, pahat muka yang terpasang dirubah menjadi sejajar sumbu Y. Proses pemakanan ini membutuhkan waktu 9 menit.



Gambar 4. 55 Proses Roughing Ketebalan 90 mm Pada Mesin Turning Dengan Gambar Kerja 3D PDF

4. Facing diameter 216 mm

Proses *facing* ini dilakukan untuk mengurangi diameter benda sedalam 7 mm dengan kelebaran 20 mm dengan jarak 30 mm dari permukaan depan material, dari yang awalnya berdiameter 230 mm menjadi 216 mm. Lalu dilakukan pemakanan lagi di sisi kanan dan kiri dari yang telah dilakukan pemakanan 20 mm diawal tadi dengan kemiringan 35° selebar 5 mm dari permukaan benda, hingga mencapai permukaan luar berdiameter 230 mm. Untuk proses ini membutuhkan waktu 33 menit.



Gambar 4. 56 Proses Facing Diameter 216 mm Pada Mesin Turning Dengan Gambar Kerja 3D PDF

5. Facing 68,5 mm

Proses *facing* ini dilakukan untuk mengurangi ketebalan permukaan material sisi depan sedalam 11,5 mm dengan jarak 35 mm dari sisi terluar benda dengan dimensi 20 mm, dari yang awalnya memiliki ketebalan 80 mm menjadi 68,5 mm. Lalu dilakukan pemakanan lagi dengan dimensi 20 mm dari permukaan benda dengan kemiringan 60° di sisi kanan dan kiri dari pemakanan awal selebar 20 mm tadi. Untuk proses ini membutuhkan waktu 48 menit.



Gambar 4. 57 Proses Facing 68,5 mm Pada Mesin Turning Dengan Gambar Kerja 3D PDF



Gambar 4. 58 Proses Facing 68,5 mm Pada Mesin Turning Dengan Gambar Kerja 3D PDF

6. Fillet

Proses ini dilakukan dengan membuat fillet R3 dan R10, untuk fillet R3 dibuat pada ujung material, namun untuk fillet R10 dibuat pada tiap sudut pada material. Untuk proses ini membutuhkan waktu 25 menit.



Gambar 4. 59 Proses Facing Fillet R3 mm Pada Mesin Turning Dengan Gambar Kerja 3D PDF

7. Roughing 80 mm

Pada proses ini material yang dibubut adalah sisi belakang material, untuk ketebalan yang awalnya 90 mm akan dibubut lagi menjadi 80 mm. Proses ini membutuhkan waktu 25 menit.



Gambar 4. 60 Proses Roughing Ketebalan 80 mm Pada Mesin Turning Dengan Gambar Kerja 3D PDF

8. Facing 56 mm (sisi belakang)

Proses facing ini sama dengan yang dilakukan sebelumnya, namun kali ini dilakukan pada sisi belakang material, untuk proses ini membutuhkan waktu 50 menit.



Gambar 4. 61 Proses Facing 56 mm Pada Mesin Turning Dengan Gambar Kerja 3D PDF



Gambar 4. 62 Proses Facing 46 mm Pada Mesin Turning Dengan Gambar Kerja 3D PDF

9. Chamfer 1 mm

Proses chamfer ini dilakukan pada sisi depan dan belakang, yaitu pada sisi yang telah dilakukan proses drilling tadi. Untuk proses ini membutuhkan waktu 10 detik.



Gambar 4. 63 Proses Facing Chamfer 1 mm Pada Mesin Turning Dengan Gambar Kerja 3D PDF

10. Finishing

Untuk proses *finishing* yang dilakukan adalah menghaluskan permukaan material yang telah dilakukan proses pembubutan, seperti menggunakan amplas dan pahat *facing*.



Gambar 4. 64 Proses Finishing Pada Mesin Turning Dengan Gambar Kerja 3D PDF

4.1.3.4 Proses Modifikasi Pemesinan Dengan Referensi Model-Based Definition

Dalam proses ini terdapat beberapa modifikasi yang dilakukan diantaranya yaitu lubang dari material, dan beberapa dimensi lainnya. Proses tersebut dapat diuraikan seperti ini.

1. Boring 50 mm

Proses *Boring* dilakukan pada *hole* yang berukuran 40 mm, yang akan dijadikan 50 mm. Pahat *boring* dipasang, lalu dilakukan pemakanan dengan kecepatan yang masih sama hingga diameter lubang menjadi 50 mm.



2. Facing diameter 216 mm

Proses *facing* ini dilakukan untuk mengurangi diameter benda sedalam 7 mm dengan kelebaran 20 mm dengan jarak 30 mm dari permukaan depan material, dari yang awalnya berdiameter 230 mm menjadi 216 mm. Lalu dilakukan pemakanan lagi di sisi kanan dan kiri dari yang telah dilakukan pemakanan 20 mm diawal tadi dengan kemiringan 55° selebar 5 mm dari permukaan benda, hingga mencapai permukaan luar berdiameter 230 mm. Untuk proses ini membutuhkan waktu 33 menit.

3. Facing 63 mm

Proses *facing* ini dilakukan untuk mengurangi ketebalan permukaan material sisi depan sedalam 17 mm dengan jarak 35 mm dari sisi terluar benda dengan dimensi 20 mm, dari yang awalnya memiliki ketebalan 80 mm menjadi 63 mm. Lalu dilakukan pemakanan lagi dengan dimensi 20 mm dari permukaan benda dengan kemiringan 50° di sisi kanan dan kiri dari pemakanan awal selebar 20 mm tadi. Untuk proses ini membutuhkan waktu 48 menit.

4. Facing 46 mm (sisi belakang)

Proses facing ini sama dengan yang dilakukan sebelumnya, namun kali ini dilakukan pada sisi belakang material, untuk proses ini membutuhkan waktu 50 menit.

5. Fillet

Proses ini dilakukan dengan membuat fillet R3 dan R10, untuk fillet R3 dibuat pada ujung material, namun untuk fillet R10 dibuat pada tiap sudut pada material. Untuk proses ini membutuhkan waktu 25 menit.

6. Chamfer 1 mm

Proses chamfer ini dilakukan pada sisi depan dan belakang, yaitu pada sisi yang telah dilakukan proses drilling tadi. Untuk proses ini membutuhkan waktu 10 detik.



Gambar 4. 65 Benda Kerja *Double Wheel* Tampak Depan Dengan Gambar Kerja 3D PDF



Gambar 4. 66 Benda Kerja *Double Wheel* Tampak Samping Dengan Gambar Kerja 3D PDF

Tabel 4. 11 Waktu Pemesinan Awal Dengan Referensi 3D PDF

3D PDF Awal				
No	Nama Proses	Pembacaan Gambar	Setting Tool	Waktu Pemesinan
1	Drill	00.00.10	2 menit	10 menit
2	Roughing	00.00.05	3 menit	15 menit
3	Facing (sisi atas)	00.00.30	14 menit	33 menit
4	facing (sisi depan)	00.01.00	15 menit	48 menit
5	fillet R3	00.00.06	3 menit	3 menit
6	fillet R 5			
6	fillet R10	00.02.00	8 menit	10 menit
7	chamfer	00.00.10	1 menit	10 detik
8	Roughing (sisi belakang)	00.00.00	2 menit	25 menit
9	facing (sisi belakang)	00.00.15	12 menit	50 menit
10	fillet R3x2	00.00.00	3 menit	5 menit
11	fillet R10x8	00.01.00		10 menit
12	finishing			3 menit
total waktu		00.05.16	63 menit	212 menit 10 detik

Tabel 4. 12 Waktu Pemesinan Modifikasi Dengan Referensi 3D PDF

3D PDF Modifikasi				
No	Nama Proses	Pembacaan Gambar	Setting Tool	Waktu Pemesinan
1	Boring	10 detik	2 menit	26 menit
2	Facing (sisi atas)	1 menit	13 menit	20 menit
3	Chamfer		1 menit	10 detik
4	facing (sisi depan)	2 menit	15 menit	13 menit
5	Facing (sisi belakang)	30 detik	5 menit	12 menit
6	Fillet		3 menit	5 menit
total waktu		3 menit 40 detik	39 menit	76 menit 10 detik

4.2 Parameter Hasil Penilaian

4.2.1 Hasil Design Eksperimen

Setelah semua proses dilakukan dan waktu setiap tahap telah didapatkan, dibuat perincian untuk melihat perbedaan waktu dari 2 jenis gambar kerja yaitu 3D PDF dan Gambar 2D kertas berupa tabel. Dalam tabel terdiri dari beberapa tahap yang dilakukan yaitu tahap design, tahap planning, dan machining. Lalu juga terdapat waktu proses modifikasi dari kedua perbedaan gambar kerja tersebut.

Tabel 4. 13 Rekap Waktu Hasil Design Eksperiman

	Gambar Kerja	Design (menit)	Planning (menit)	Machining (menit)	Total Waktu				
Awal	Gambar Kerta	3D Model	20	Gambar alur	15	Pemahaman gambar	9	423,2	
		Anotasi	30,1	Perencanaan Machining	73	Setting Tool	62		
		Print	3			Marking	0		
						Pemesinan	211,1		
		Total	53,1	Total	88	Total	282,1		
		3D PDF	3D Model	20	Gambar alur	15	Pemahaman gambar	5	415,7
		Anotasi	28,6	Perencanaan Machining	72	Setting Tool	62		
		Publish 3D PDF	1			Marking	0		
						Pemesinan	212,1		
		Total	49,6	Total	87	Total	279,1		
Modifikas	Gambar Kerta	3D Model	10	Gambar alur	10	Pemahaman gambar	4,2	202,3	
		Anotasi	23	Perencanaan Machining	42	Setting Tool	39		
		Print	3			Marking	0		
						Pemesinan	71,1		
		Total	36	Total	52	Total	114,3		
		3D PDF	3D Model	10	Gambar alur	10	Pemahaman gambar	3,6	179,7
		Anotasi	0	Perencanaan Machining	40	Setting Tool	39		
		Publish 3D PDF	1			Marking	0		
						Pemesinan	76,1		
		Total	11	Total	50	Total	118,7		

Dalam diagram tersebut menampilkan tiap proses yang dilakukan dengan indikator waktu. Pada tabel tersebut menjelaskan bahwa terdapat total waktu dari tiap tahap. Untuk tahap design dengan *output* gambar kertas, total waktu yang dibutuhkan 53 menit 6 detik. Sedangkan untuk total waktu dari design *output* 3D PDF adalah 49 menit 41 detik. Lalu masuk ke tahap *planning* dari metode gambar kertas dengan total waktu 88 menit, sedangkan untuk metode 3D PDF mendapat total waktu 87 menit. Yang terakhir adalah proses pemesinan, dari metode gambar kertas didapatkan total waktu 282 menit 10 detik, dan untuk metode 3D PDF didapatkan total waktu 279 menit 10 detik.

Proses modifikasi yang dilakukan ini dimulai ulang lagi dari tahap *design*, untuk total waktu yang didapatkan dari gambar kertas 36 menit, sedangkan untuk 3D PDF didapatkan total waktu 11 menit. Lalu masuk ke tahap *planning* dengan total waktu untuk metode gambar kertas yaitu 52 menit, sedangkan untuk 3D PDF adalah 50 menit. Dan yang terakhir pada proses pemesinan diperoleh total waktu 114 menit untuk metode gambar kertas, dan 118 menit untuk 3D PDF.

4.2.2 Hasil Survey Perbandingan Penggunaan Gambar Kerja Pada PT. BBI

4.2.2.1 Tingkat Kemudahan Membaca Geometri

Survey tingkat kemudahan membaca geometri terdapat skala 1-5 yang diurutkan dari skala 1 yaitu sulit, dan skala 5 yaitu mudah. Survey ini bertujuan

untuk melihat bagaimana responden menanggapi dari kedua gambar kerja dari segi kemudahan dalam membaca geometri.

Tabel 4. 14 Tabel Perbandingan Tingkat Kemudahan Membaca Geometri

	Gambar Kertas	MBD 3D PDF
Responden 1	5	5
Responden 2	5	5
Responden 3	4	5
Responden 4	3	5
Responden 5	5	5
Responden 6	3	5
Responden 7	4	5
Total	29	35

Pada tabel tersebut didapatkan hasil yaitu MBD 3D PDF lebih unggul dari gambar kertas dengan total nilai 35 untuk 3D PDF dan 29 untuk gambar kertas dengan selisih yang tidak terlalu jauh yaitu 6 poin. Sehingga disimpulkan MBD 3D PDF lebih mudah dibaca geometrinya daripada gambar kertas.

4.2.2.2 Tingkat Kemudahan Membaca Anotasi

Survey tingkat kemudahan membaca anotasi terdapat skala 1-5 yang diurutkan dari skala 1 yaitu sulit, dan skala 5 yaitu mudah. Survey ini bertujuan untuk melihat bagaimana responden menanggapi dari kedua gambar kerja dari segi kemudahan dalam membaca dimensi dari benda.

Tabel 4. 15 Tabel Perbandingan Tingkat Kemudahan Membaca Anotasi

	Gambar Kertas	MBD 3D PDF
Responden 1	4	5
Responden 2	4	3
Responden 3	4	5
Responden 4	5	3
Responden 5	4	5
Responden 6	3	5
Responden 7	4	5
	28	31

Pada tabel tersebut didapatkan hasil yaitu MBD 3D PDF lebih unggul dari gambar kertas dengan total nilai 31 untuk 3D PDF dan 28 untuk gambar kertas dengan selisih 3 poin. Sehingga disimpulkan MBD 3D PDF lebih mudah dibaca dimensinya daripada gambar kertas.

4.2.2.3 Probabilitas Penerapan Di PT. BBI

Survey probabilitas penerapan terdapat skala 1-5 yang diurutkan dari skala 1 yaitu tidak bisa diterapkan dan skala 5 yaitu bisa diterapkan. Survey ini bertujuan untuk melihat kemungkinan diterapkannya MBD pada PT. BBI dibanding dengan penggunaan gambar kertas yang mana gambar kertas merupakan gambar kerja yang digunakan pada PT. Boma Bisma Indra.

Tabel 4. 16 Tabel Perbandingan Probabilitas Penerapan Di PT. BBI

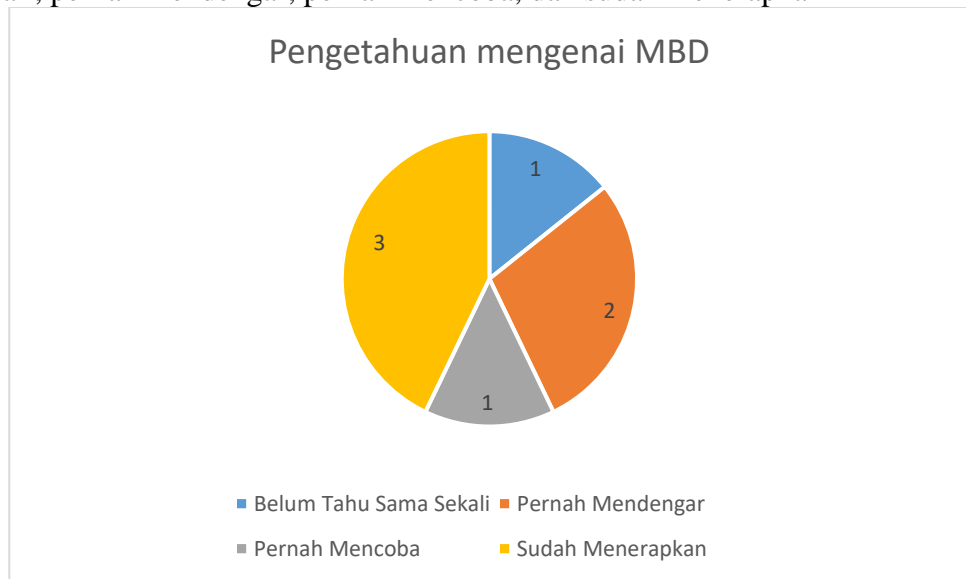
	Gambar Kertas	MBD 3D PDF
Responden 1	5	5
Responden 2	5	4
Responden 3	5	3
Responden 4	3	5
Responden 5	5	4
Responden 6	5	4
Responden 7	5	5
	33	30

Pada tabel tersebut dapat dilihat bahwa probabilitas penerapan MBD 3D PDF memiliki total nilai 30 dan gambar kertas memiliki total nilai 33, sehingga dapat disimpulkan penerapan MBD 3D PDF kurang memungkinkan untuk diterapkan pada PT. Boma Bisma Indra dibandingkan gambar kertas.

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

4.2.3.1 Pengetahuan Mengenai Model-Based Definition

Survey ini bertujuan untuk melihat pengetahuan dari responden terhadap *Model-Based Definition*. Terdapat 4 pilihan yang diberikan yaitu belum tahu sama sekali, pernah mendengar, pernah mencoba, dan sudah menerapkan



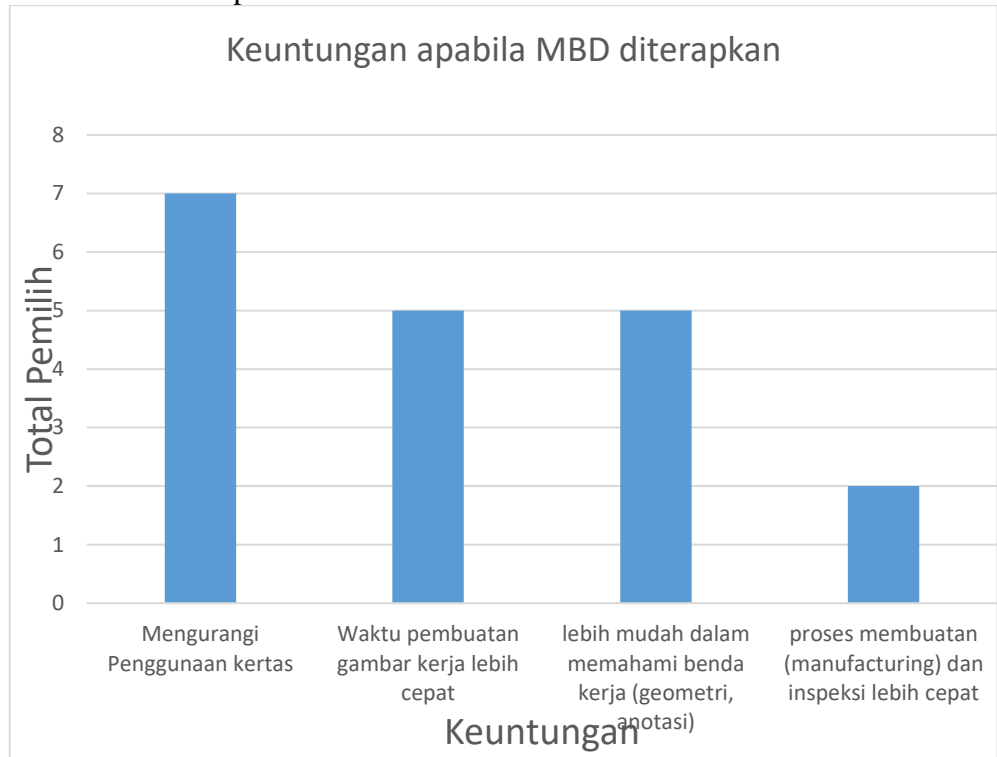
Gambar 4. 67 Diagram Lingkaran Jumlah Responden Terkait Pengetahuan Mengenai MBD

Dari diagram tersebut dapat dilihat bahwa ada 1 responden yang belum tahu sama sekali, dan juga 1 responden yang pernah mencoba, lalu untuk yang pernah mencoba MBD ada 2 responden dan 3 responden untuk yang sudah menerapkan.

4.2.3.2 Keuntungan Apabila Model-Based Definition Diterapkan

Survey ini untuk melihat dari keuntungan dari *Model-Based Definition* apabila diterapkan pada PT. Boma Bisma Indra. Yang mana terdapat beberapa keuntungan dari penerapan *Model-Based Definition* yaitu mengurangi

penggunaan kertas, waktu pembuatan gambar kerja lebih cepat, lebih mudah dalam memahami benda kerja (geometri, anotasi) dan proses pembuatan (manufacturing) dan inspeksi lebih cepat. Pada survey ini responden dapat memilih lebih dari 1 pilihan.

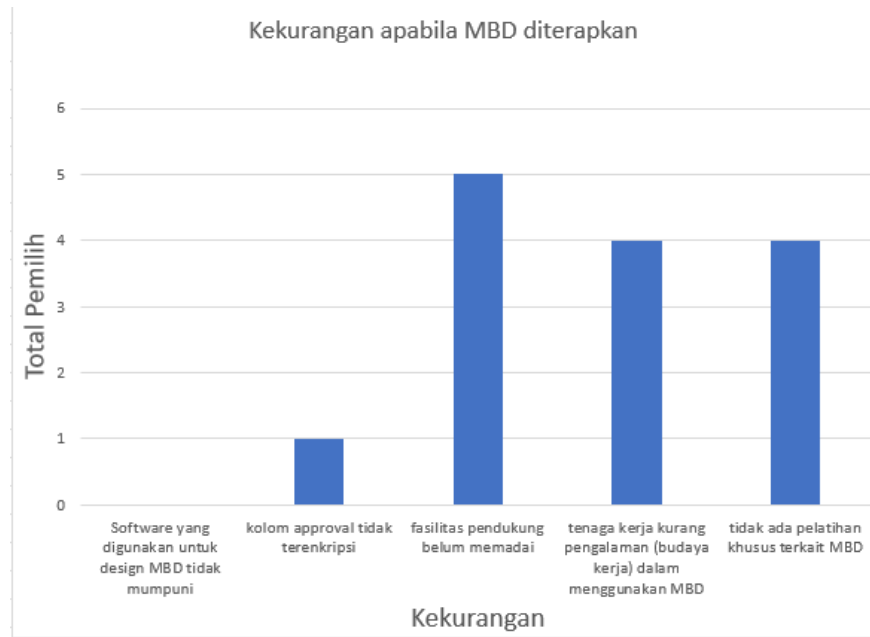


Gambar 4. 68 Diagram Batang Keuntungan Apabila MBD Diterapkan

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa keuntungan dari penerapan *Model-Based Definition* apabila diurutkan dari poin yang terbanyak ke paling rendah yaitu mengurangi penggunaan kertas dengan total 7 poin, waktu pembuatan gambar kerja lebih cepat dan kemudahan dalam memahami benda kerja (geometri, anotasi) dengan poin 5, dan yang terakhir adalah proses manufaktur dan inspeksi lebih cepat dengan poin 2.

4.2.3.3 Kekurangan Apabila Model-Based Definition Diterapkan

Survey ini bertujuan untuk melihat dari beberapa kekurangan apabila *Model-Based Definition* diterapkan, diantaranya software yang digunakan untuk design MBD tidak mumpuni, kolom approval tidak terenkripsi, fasilitas pendukung belum memadai, tenaga kerja kurang pengalaman (budaya kerja) dalam menggunakan MBD, dan tidak ada pelatihan khusus terkait MBD.

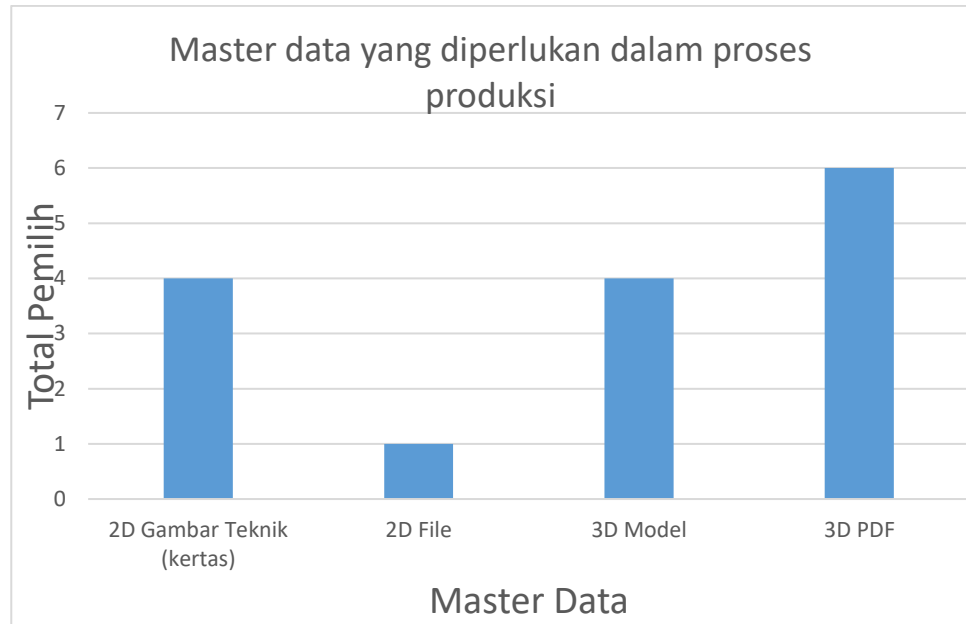


Gambar 4. 69 Diagram Batang Kekurangan Apabila MBD Diterapkan

Dari grafik tersebut dapat dilihat dari nilai yang terbanyak ke paling rendah dapat diurutkan yaitu fasilitas pendukung belum memadai dengan total 5 poin, tenaga kerja kurang pengalaman (budaya kerja) dalam menggunakan MBD dengan poin 4, tidak ada pelatihan khusus terkait MBD dengan poin yang sama yaitu 4, dan yang terakhir kolom approval tidak terenkripsi dengan poin 1. Untuk software yang digunakan untuk design MBD tidak mumpuni tidak mendapatkan poin sama sekali.

4.2.3.4 Master Data Yang Diperlukan Dalam Proses Produksi

Survey ini bertujuan untuk melihat bagaimana ketika nantinya *Model-Based Definition* diterapkan di PT. BBI, master data apa saja yang dibutuhkan dalam proses produksi.



Gambar 4. 70 Diagram Batang Master Data Yang Diperlukan Dalam Proses Produksi

Sehingga dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa master data yang dibutuhkan mulai dari poin nilai yang tertinggi ke paling rendah yaitu 3D PDF dengan 6 poin, 3D model 4 poin, 2D gambar teknik (kertas) 4 poin, dan terakhir 2D file 1 poin.

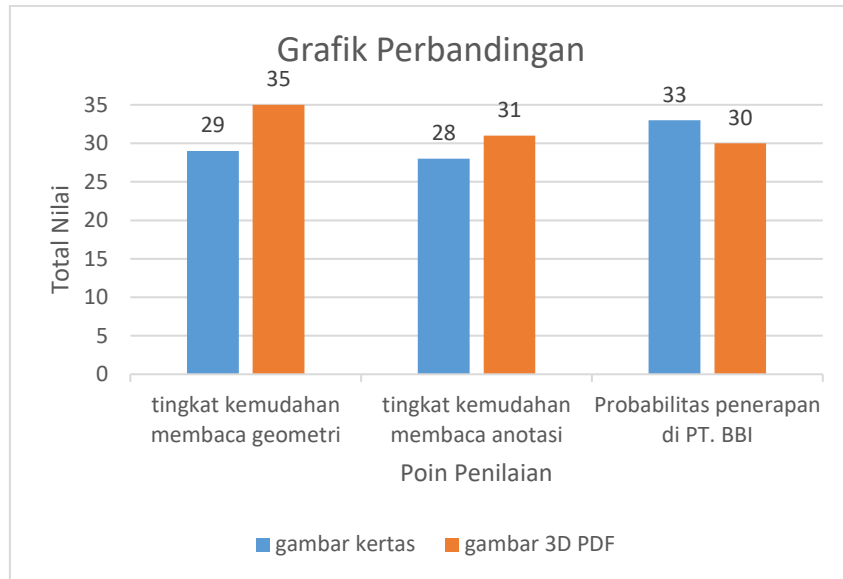
4.3 Analisa Hasil Penelitian

4.3.1 Analisa Hasil Data Kuantitatif

Total waktu yang didapat dari tahap design hingga tahap pemesanan adalah 423,2 menit gambar kertas dan 415,7 menit Gambar 3D PDF. Jadi terdapat selisih waktu 7,5 menit dan yang paling signifikan pada proses modifikasi design, dimana untuk modifikasi design gambar kertas memerlukan waktu 202,3 menit sedangkan untuk modifikasi design 3D PDF memerlukan waktu 179,7 menit. Selisih tersebut disebabkan karena disaat proses modifikasi dimensi benda kerja gambar kertas memerlukan pembuatan anotasi ulang, sedangkan untuk modifikasi design 3D PDF anotasi otomatis berubah mengikuti design 3D model.

4.3.2 Analisa Hasil Data Kualitatif

Didapatkan hasil data kualitatif dari survey yaitu perbandingan penggunaan gambar kertas dan 3D PDF, dan juga kesiapan penerapan MBD pada PT.BBI. Dari perbandingan penggunaan gambar kertas dan 3D PDF dapat dilihat bahwa MBD lebih unggul dari gambar kertas pada poin tingkat kemudahan membaca geometri dan membaca anotasi, namun mendapat nilai lebih rendah pada poin probabilitas penerapan di PT. BBI. Hal ini disebabkan karena geometri pada 3D PDF dapat dilihat dengan jelas karena dapat melihat semua sisi 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. 71 Grafik Perbandingan Gambar Kerja 2D Kertas Dan 3D PDF

Pada survey kesiapan penerapan MBD pada PT. BBI dapat dilihat bahwa 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 beberapa responden yang belum mengetahui sama sekali. Kemudian pada poin keuntungan dan kekurangan penerapan MBD dapat dilihat terdapat 3 faktor yang menjadi keuntungan diterapkannya MBD diantaranya menurangi penggunaan kertas, waktu pembuatan gambar kerja lebih cepat dan 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.

4.3.3 Rekap Data Keseluruhan

Dari perolehan data yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, terkait data kualitatif maupun kuantitatif dapat dijadikan perbandingan dengan tujuan untuk menunjukkan perbedaan dari segi waktu maupun preferensi pembaca gambar.

Tabel 4. 17 Tabel Rekap Data Kualitatif Dan Kuantitatif

	2D Drawing	MBD
Kuantitatif	total waktu (menit)	
Design Awal	53,1	49,6
Modifikasi Design	36	11
Proses Planning Awal	88	87

Proses Planning Modifikasi	52	50
Proses Pemesinan Awal	282,1	279,1
Proses Pemesinan Modifikasi	114,3	118,7
Kualitatif	Total Nilai	
Tingkat Kemudahan Membaca Geometri	29	35
Tingkat Kemudahan Membaca Anotasi	28	31
Probabilitas Penerapan di PT. BBI	33	30

Dilihat dari perbandingan data kuantitatif total waktu yang dibutuhkan untuk metode MBD 3D PDF lebih sedikit dibandingkan dengan metode gambar 2D Kertas. Lalu dengan perbandingan data kualitatif total nilai dari metode MBD 3D PDF lebih unggul dari metode 2D Gambar Kertas yaitu dari tingkat kemudahan membaca geometri dan membaca anotasi, sedangkan untuk probabilitas penerapan di PT. BBI, MBD 3D PDF lebih rendah nilainya dari gambar 2D Kertas.

Tabel 4. 18 Tabel Keuntungan dan Kekurangan Apabila MBD Diterapkan

Keuntungan Apabila MBD Diterapkan	Nilai	Kekurangan Apabila MBD Diterapkan	Nilai
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	4
Lebih Mudah Dalam Memahami Benda Kerja (Geometri, Anotasi)	5	Tidak Ada Pelatihan Khusus Terkait MBD	4
Proses Membuat (Manufacturing) Dan Inspeksi Lebih Cepat	2	Kolom Approval Tidak Terenkripsi	1

Tabel kelebihan dan kekurangan apabila MBD diterapkan menjelaskan bahwa terdapat beberapa faktor dari kelebihan dan kekurangan dari MBD apabila nantinya diterapkan pada PT. BBI

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari perolehan data dan Analisa yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan dari **“Penerapan *Model-Based Definition* Dalam Pembuatan Benda Kerja Silindris Pada Studi Kasus Divisi Mesin Peralatan Industri Di PT. Boma Bisma Indra”**

1. Dari penelitian yang dilakukan data yang didapatkan adalah waktu dari penentuan alur pemesinan hingga produk silindris terbentuk dengan perbandingan dari 2 gambar kerja 3D PDF dan 2D Drawing. Total waktu yang didapatkan dari design awal dari acuan gambar kerja 2D Drawing 358,1 menit dan 355 menit dengan acuan 3D PDF. Lalu untuk modikasi design didapatkan waktu 154 menit untuk 2D Drawing, dan 150 menit untuk 3D PDF. Sehingga dapat disimpulkan pengerjaan dengan acuan 3D PDF lebih cepat daripada 2D Drawing.
2. Pada skala industri *Model-Based Definition* berperan sangat penting dan hal tersebut akan merubah metode lama atau budaya lama yang digunakan pada perusahaan. Dikarenakan di Indonesia mayoritas perusahaan melakukan proses manufaktur masih menggunakan acuan 2D *Drawing* contohnya pada perusahaan PT. Boma Bisma Indra Divisi Mesin Peralatan Industri di Pasuruan, di perusahaan ini gambar acuan yang digunakan untuk proses pemesinan adalah gambar kertas 2D. Fasilitas yang mendukung untuk diterapkannya *Model-Based Definition* masih minim, dan karyawan yang bekerja pada bidang pemesinan belum pernah menerapkan *Model-Based Definition* sehingga perlu pembiasaan dahulu. Namun, karyawan yang bekerja pada bidang *Engineering* sudah pernah melihat atau sudah mengerti bagaimana *Model-Based Definition*. Sehingga didapatkan kesimpulan bahwa pada skala industri *Model-Based Definition* dapat diterapkan dengan proses yang bertahap, dengan melihat kondisi dari karyawan dan fasilitas yang ada.
3. Analisa data kuantitatif yang didapatkan merupakan waktu dari proses design hingga produk silindris terbentuk, dilakukan juga proses modifikasi yang mana lebih efisien dari metode 3D PDF. Analisa data kualitatif menunjukkan terdapat keuntungan, kekurangan dan juga probabilitas dari penerapan *Model-Based Definition* yang mana keuntungan tersebut dapat mengatasi permasalahan yang ada, namun kurangnya pengalaman dan fasilitas dari perusahaan tersebut maka penerapan dari *Model-Based Definition* masih kurang maksimal.

5.2 Saran

1. Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan pada perusahaan dengan fasilitas yang lebih memadai dan tenaga kerja yang siap menerima era digitalisasi.
2. Dalam penelitian ini *Model-Based Definition* masih belum maksimal, harapannya kedepan akan ada penelitian yang menyempurnakan penelitian ini dari segi parameter dan proses yang dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Uski Pekka, Pulkkinen Antti, Hillman Lasse, Ellman Asko. 2020. *Issues on Introducing Model-Based Definition - Case of Manufacturing Ecosystem*
- Cinelli Matteo, Ferraro Giovanna, Iovanella Antonio, Lucci Giulia, Schiraldi Massimiliano. 2019. *A Network Perspective For The Analysis Of Bill Of Material*
- Sudjana Nana. Penelitian dan Penilaian . Sinar Baru. (1989)
- Mohammed Shafi, Arbo Mathias, Tingelstad Lars. 2020. *Leveraging Model Based Definition And STEP AP242 In Task Specification For Robotic Assembly*
- Rhinos Konstantinos, Kostis Nikolaos, Varitis Emmanouil, Vekis Vasileios .2021. *Implementation Of Model-Based Definition and Product Data Management For The Optimization Of Industrial Collaboration and Productivity*
- Sato Takeshi, Hartanto Sugiarto. 2013. *Menggambar Mesin Menurut Standar ISO, PT. Balai Pustaka*
- Baker D.J. (2020) *The Model-Based Definition Handbook*
- Reza Muhammad (2021) Pahat Bubut. From : <https://teknikece.com/mesin-bubut/pahat-bubut/>
- Han Xinghui, Hua Lin. 2009. *Effect of size of the cylindrical workpiece on the cold rotary-forging process*
- Hadimi. (2008). Pengaruh Perubahan Kecepatan Pemakanan terhadap Kekasaran Permukaan Pada Proses Pembubutan. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik*, 11(1), 18–28.
- 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_the ses/994
- 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
- Widarto, Wijanarka, B. S., Sutopo, & Paryanto. (2008). Teknik Permesinan. *Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan*, 505.
- Shawn P, Ruemler., Kyle E, Zimmerman., Nathan W, Hartman., Thomas Hedberg. Jr., Bernard F, Allison. (2017) *Promoting Model-Based Definition to Establish a Complete Product Definition.* ASME

LAMPIRAN

Lampiran 1 : Surat Persetujuan Ijin Penelitian Proyek Akhir



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 Raffi Nashrullah	102118100000060	(Staf Muda Mechanical Design)

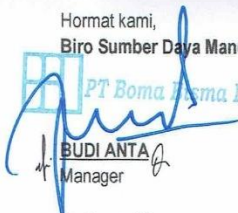
Selanjutnya hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain:

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 +62.21.50209096



Lampiran 2 : Kuisioner 1



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 Sukolilo Surabaya 60111
Telepon: 031-5922942, 5932625, PABX 1275
Fax: 5932625
<https://www.its.ac.id/tmi/> email: d3_tmesin@its.ac.id

Survey Penerapan MBD Pada Proses Pemesinan

Nama : M. Iwan
Umur : 50 tahun
Tahun masuk PT. BBI : 1990
Bidang/Divisi : Pemesinan
Instansi bergerak dalam bidang : manufaktur
Mesin Yang Digunakan : Bubut
Software yang digunakan :
Produk yang pernah dibuat : baut, gelang, susut
Metode inspeksi produk :
Kelengkapan gambar kertas peneliti :
Kelengkapan gambar 3D PDF :

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)

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 terekripsi
- 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 Sukolilo Surabaya 60111

Telepon: 031-5922942, 5932625, PABX 1275

Fax: 5932625

<https://www.its.ac.id/tmi/> email: d3_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 :

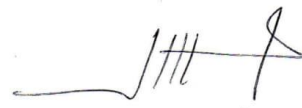
material dasar, ukuran diberikan agar saat pematangan tidak berlebihan

Pasuruan, Mei 2022

Mahasiswa

Responden


Zulfar Rafiq N.


M. Iwan

Keterangan : *hanya bisa memilih 1 pilihan

** bisa memilih lebih dari 1 pilihan

Lampiran 3 : Kuisioner 2



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 Sukolilo Surabaya 60111

Telepon: 031-5922942. 5932625. PABX 1275

Fax: 5932625

<https://www.its.ac.id/tmi/> email: d3_tmessin@its.ac.id

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 : Auto CAD

Produk yang pernah dibuat : Impeller CWP

Metode inspeksi produk : kertas (H&A), 3D PDF menggunakan kode

Kelengkapan gambar kertas peneliti : tanda machining, diameter, approval

Kelengkapan gambar 3D PDF : tanda machining, kurang review by QA

Tingkat kemudahan dalam membaca geometri/bentuk benda kerja *

Gambar kertas	1 <input type="radio"/>	2 <input type="radio"/>	3 <input type="radio"/>	4 <input checked="" type="radio"/>	5 <input type="radio"/>	(1=sulit, 5=mudah)
Gambar 3D PDF	1 <input type="radio"/>	2 <input type="radio"/>	3 <input type="radio"/>	4 <input type="radio"/>	5 <input checked="" type="radio"/>	(1=sulit, 5=mudah)

Tingkat kemudahan dalam membaca ukuran/dimensi gambar *

Gambar kertas	1 <input type="radio"/>	2 <input type="radio"/>	3 <input type="radio"/>	4 <input checked="" type="radio"/>	5 <input type="radio"/>	(1=sulit, 5=mudah)
Gambar 3D PDF	1 <input type="radio"/>	2 <input type="radio"/>	3 <input type="radio"/>	4 <input type="radio"/>	5 <input checked="" type="radio"/>	(1=sulit, 5=mudah)

Probabilitas penerapan pada mesin CNC Turning PT. BBI *

Gambar Kertas	1 <input type="radio"/>	2 <input type="radio"/>	3 <input type="radio"/>	4 <input type="radio"/>	5 <input checked="" type="radio"/>	(1=tidak bisa, 5=bisa)
Gambar 3D PDF	1 <input type="radio"/>	2 <input type="radio"/>	3 <input checked="" type="radio"/>	4 <input type="radio"/>	5 <input type="radio"/>	(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 Sukolilo Surabaya 60111

Telepon: 031-5922942, 5932625, PABX 1275

Fax: 5932625

<https://www.its.ac.id/tmi/> email: d3_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 :

Dimensi pada MBD perlu diperhatikan, tanda Machining

Pasuruan, 18 Mei 2022

Mahasiswa

Responden


Zulfar Pafri Ni.


ARIF MULYA

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 Sukolilo Surabaya 60111

Telepon: 031-5922942. 5932625. PABX 1275

Fax: 5932625

<https://www.its.ac.id/tmi/> email: d3_tmesin@its.ac.id

Survey Penerapan MBD Pada Proses Pemesinan

Nama : Budi Widedo
 Umur : 53 tahun
 Tahun masuk PT. BBI : 1991
 Bidang/Divisi : Pemesinan
 Instansi bergerak dalam bidang : Manufaktur
 Mesin Yang Digunakan : CNC Milling
 Software yang digunakan :
 Produk yang pernah dibuat :
 Metode inspeksi produk :
 Kelengkapan gambar kertas peneliti : keterangan diameter, kepala gambar, identitas
 Kelengkapan gambar 3D PDF : bahasa Indonesia

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 Milling 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)

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 B.B.R. Sekretariat AA Lt.2, Kampus ITS Sukolilo Surabaya 60111

Telepon: 031-5922942, 5932625, PABX 1275

Fax: 5932625

<https://www.its.ac.id/tmi/> email: d3_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 :

Dan biaya masih belum bisa, keamanan dalam produksi karena menggunakan gadget (laptop)

Pasuruan, Mei 2022

Mahasiswa

Responden

Keterangan : *hanya bisa memilih 1 pilihan

** bisa memilih lebih dari 1 pilihan

Lampiran 5 : Kuisioner 4



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 Sukolilo Surabaya 60111

Telepon: 031-5922942, 5932625, PABX 1275

Fax: 5932625

<https://www.its.ac.id/tmi/> email: d3_tmesin@its.ac.id

Survey Penerapan MBD Pada Proses Pemesinan

Nama : BINTANG TIMUR LAZUARDI

Umur : 29 TH

Tahun masuk PT. BBI : 2017

Bidang/Divisi : ENGINEERING/MPI

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 :

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)

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 Sukolilo Surabaya 60111

Telepon: 031-5922942, 5932625, PABX 1275

Fax: 5932625

<https://www.its.ac.id/tmi/> email: d3_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 :

SARAN :

- Saya melihat penerapan MBD di PT. Boma Bisma Indra akan bisa digunakan secara luas di bagian produksi dimana tidak hanya berkaitan dengan pembuatan barang, namun mulai dari pemotongan bahan mentah, inspeksi, hingga pengujian sehingga diharapkan pada penelitian selanjutnya mengenai MBD di PT. BBI bisa dilakukan kepada objek teliti yang berbeda.

MASUKAN :

- Saya berharap pada penelitian yang dilakukan di PT. BBI ini memberikan feedback ke BBI berupa masukan yang bisa diaplikasikan (applicable) di produksi BBI secara detail mulai dari persiapan fasilitas/sarana apa saja yang dibutuhkan, kualifikasi personil yang bagaimana, serta metode-metode dalam mengaplikasikan MBD. Dari masukan tersebut mudah-mudahan akan menciptakan penelitian yang berkelanjutan kedepannya yang berguna untuk pengembangan BBI secara berkelanjutan.

Pasuruan, ²⁴ Mei 2022

Mahasiswa

Responden

BINTANG TIMUR LAZUARDI
ENGINEERING MANAGER

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 Sukolilo Surabaya 60111

Telepon: 031-5922942, 5932625, PABX 1275

Fax: 5932625

<https://www.its.ac.id/tmi/> email: d3_tmesin@its.ac.id

Survey Penerapan MBD Pada Proses Pemesinan

Nama : Muhammad Fikri Pratama
Umur : 21 tahun
Tahun masuk PT. BBI : -
Bidang : Manufaktur
Instansi bergerak dalam bidang : -
Software Yang Digunakan : Inventor, Mastercam
Design yang pernah dibuat : Desain Body Mobil
Kelengkapan gambar kertas peneliti : -
Kelengkapan gambar 3D PDF : -

Tingkat kemudahan dalam membaca 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)

Tingkat kemudahan dalam membaca geometri benda *

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

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

Probabilitas diterapkan pada gambar kerja pada 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)

Pengetahuan mengenai Model-Based Definition *

Belum tahu sama sekali Pernah mendengar Pernah melihat Pernah menerapkan

Kekurangan apabila Model-Based Definition diterapkan **

- Software yang digunakan untuk design MBD tidak mumpuni
- kolom approval tidak terenkripsi
- fasilitas pendukung belum memadai (seperti meja, tab/device/monitor workshop)
- tenaga kerja kurang pengalaman 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 Sukolilo Surabaya 60111

Telepon: 031-5922942. 5932625. PABX 1275

Fax: 5932625

<https://www.its.ac.id/tmi/> email: d3_tmesin@its.ac.id

Kelebihan apabila Model-Based Definition diterapkan **

- mengurangi penggunaan kertas
- waktu pembuatan gambar kerja lebih efisien
- lebih mudah dalam memahami geometri gambar kerja

Master data yang diperlukan dalam proses produksi **

- 2D Kertas saja
- 2D file
- 3D Model
- 3D PDF

Saran dan Masukan untuk penerapan 3d pdf pada bagian Drawing :

Mahasiswa

Drafter

Zuar Rafiq N.

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

Lampiran 7 : Kuisisioner 6



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 Sukolilo Surabaya 60111

Telepon: 031-5922942. 5932625, PABX 1275

Fax: 5932625

<https://www.its.ac.id/tmi/> email: d3_tmesin@its.ac.id

Survey Penerapan MBD Pada Proses Pemesinan

Nama : M. A. Rofiq
Umur : 23
Tahun masuk PT. BBI : 2021
Bidang : Engineering
Instansi bergerak dalam bidang : Manufaktur
Software Yang Digunakan : Solidworks
Design yang pernah dibuat : Side Bearer Housing
Kelengkapan gambar kertas peneliti :
Kelengkapan gambar 3D PDF :

Tingkat kemudahan dalam membaca dimensi gambar *

Gambar kertas	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input checked="" type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	(1=sulit, 5=mudah)
Gambar 3D PDF	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input checked="" type="radio"/> 5	(1=sulit, 5=mudah)

Tingkat kemudahan dalam membaca geometri benda *

Gambar kertas	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input checked="" type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	(1=sulit, 5=mudah)
Gambar 3D PDF	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input checked="" type="radio"/> 5	(1=sulit, 5=mudah)

Probabilitas diterapkan pada gambar kerja pada PT. BBI*

Gambar Kertas	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input checked="" type="radio"/> 5	(1=tidak bisa, 5=bisa)
Gambar 3d PDF	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input checked="" type="radio"/> 5	(1=tidak bisa, 5=bisa)

Pengetahuan mengenai Model-Based Definition *

Belum tahu sama sekali Pernah mendengar Pernah melihat Pernah menerapkan

Kekurangan apabila Model-Based Definition diterapkan **

- Software yang digunakan untuk design MBD tidak mumpuni
- kolom approval tidak terenkripsi
- fasilitas pendukung belum memadai (seperti meja, tab/device/monitor workshop)
- tenaga kerja kurang pengalaman 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 Sukolilo Surabaya 60111

Telepon: 031-5922942, 5932625, PABX 1275

Fax: 5932625

<https://www.its.ac.id/tmi/> email: d3_mesin@its.ac.id

Kelebihan apabila Model-Based Definition diterapkan **


- mengurangi penggunaan kertas
- waktu pembuatan gambar kerja lebih efisien
- lebih mudah dalam memahami geometri gambar kerja

Master data yang diperlukan dalam proses produksi **


- 2D Kertas saja
- 2D file
- 3D Model
- 3D PDF

Saran dan Masukan untuk penerapan 3d pdf pada bagian Drawing :

Mahasiswa


Zuzar Pahr N.

Drafter


M. A. Rofiq.

Keterangan : *hanya bisa memilih 1 pilihan

** bisa memilih lebih dari 1 pilihan

Lampiran 8 : Kuisisioner 7



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/hmi/> email: d3_tmesin@its.ac.id

Survey Penerapan MBD Pada Proses Pemesinan

Nama : Andito Febrian H.P
 Umur : 26
 Tahun masuk PT. BBI : 2019
 Bidang : Process Planning Engineering
 Instansi bergerak dalam bidang : Manufaktur
 Software Yang Digunakan : Master CAM
 Design yang pernah dibuat : Flange
 Kelengkapan gambar kertas peneliti :
 Kelengkapan gambar 3D PDF :

Tingkat kemudahan dalam membaca dimensi gambar *

Gambar kertas	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input checked="" type="radio"/> 5	(1=sulit, 5=mudah)
Gambar 3D PDF	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input checked="" type="radio"/> 5	(1=sulit, 5=mudah)

Tingkat kemudahan dalam membaca geometri benda *

Gambar kertas	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input checked="" type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	(1=sulit, 5=mudah)
Gambar 3D PDF	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input checked="" type="radio"/> 5	(1=sulit, 5=mudah)

Probabilitas diterapkan pada gambar kerja pada PT. BBI*

Gambar Kertas	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input checked="" type="radio"/> 5	(1=tidak bisa, 5=bisa)
Gambar 3d PDF	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input checked="" type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	(1=tidak bisa, 5=bisa)

Pengetahuan mengenai Model-Based Definition *

Belum tahu sama sekali Pernah mendengar Pernah melihat Pernah menerapkan

Kekurangan apabila Model-Based Definition diterapkan **

- Software yang digunakan untuk design MBD tidak mumpuni
- kolom approval tidak terenkripsi
- fasilitas pendukung belum memadai (seperti meja, tab/device/monitor workshop)
- tenaga kerja kurang pengalaman 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 Sukolilo Surabaya 60111

Telepon: 031-5922942, 5932625, PABX 1275

Fax: 5932625

<https://www.its.ac.id/tmi/> email: d3_tmesin@its.ac.id

Kelebihan apabila Model-Based Definition diterapkan **

- mengurangi penggunaan kertas
- waktu pembuatan gambar kerja lebih efisien
- lebih mudah dalam memahami geometri gambar kerja

Master data yang diperlukan dalam proses produksi **


- 2D Kertas saja
- 2D file
- 3D Model
- 3D PDF

Saran dan Masukan untuk penerapan 3d pdf pada bagian Drawing :

Mahasiswa


Zulfar Rafiq N.


Drafter


(Andito)

Keterangan : *hanya bisa memilih 1 pilihan

** bisa memilih lebih dari 1 pilihan

Lampiran 9 : Model-Based Definition benda kerja Double Wheel



Part Name: Double Wheel

Comments:

Date: 05 - 04 - 2022

Revision:

Designed By: Zufar Raff Nashrullah

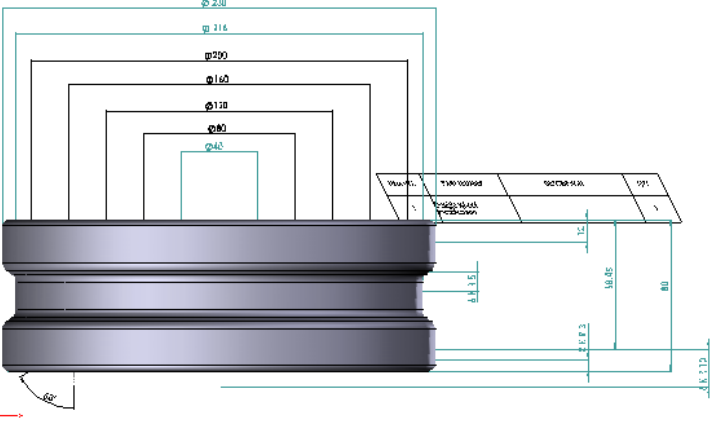
Material: Polyethylene

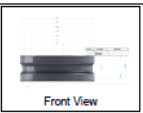



Weight:

APPROVALS		
TITLE	NAME	DATE
DRAWN	Zufar Rafif N	02 - 04 - 2022
CHECKED	Bintang Lazuardi	02 - 04 - 2022
APPROVED	Arif Mustofa	03 - 04 - 2022


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



File name: Double wheel modification



Part Name: Double Wheel

Comments:

Date: 05 - 04 - 2022

Revision:

Designed By: Zufar Raff Nashrullah

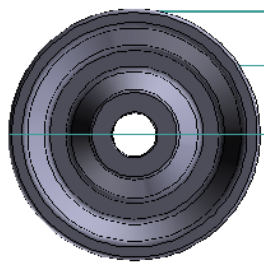
Material: Polyethylene



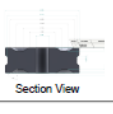

Weight:

APPROVALS		
TITLE	NAME	DATE
DRAWN	Zufar Rafif N	02 - 04 - 2022
CHECKED	Bintang Lazuardi	02 - 04 - 2022
APPROVED	Arif Mustofa	03 - 04 - 2022

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



File name: Double wheel modification



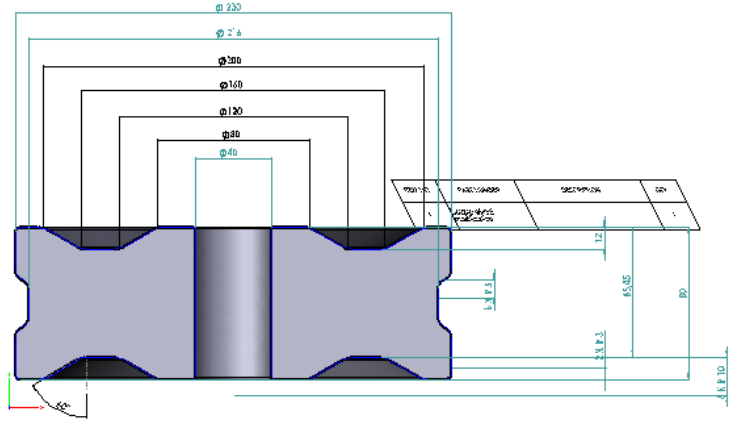
Part Name: Double Wheel
 Comments:

Date: 05 - 04 - 2022
 Revision:
 Designed By: Zufar Rafif Nashrullah
 Material: Polyethylene
 Weight:

APPROVALS		
TITLE	NAME	DATE
DRAWN	Zufar Rafif N	02 - 04 - 2022
CHECKED	Bintang Lazuardi	02 - 04 - 2022
APPROVED	Arif Mustofa	03 - 04 - 2022

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



File name: Double wheel modification



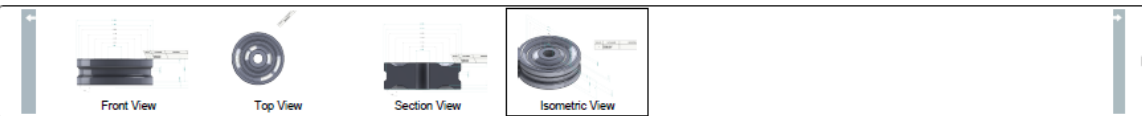
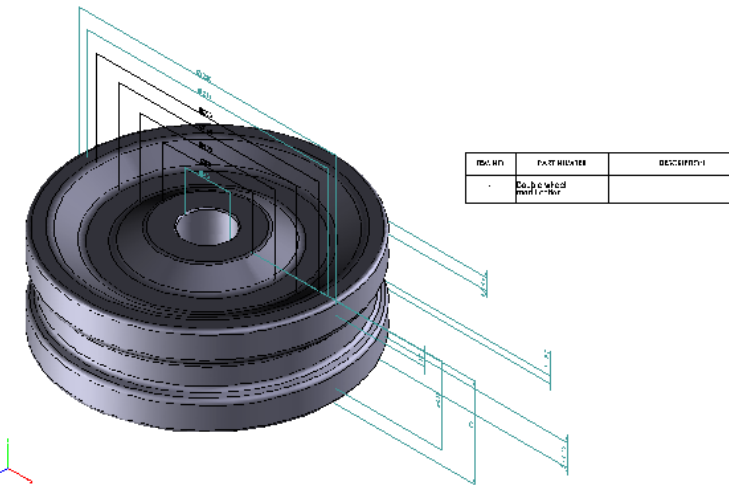
Part Name: Double Wheel
 Comments:

Date: 05 - 04 - 2022
 Revision:
 Designed By: Zufar Rafif Nashrullah
 Material: Polyethylene
 Weight:

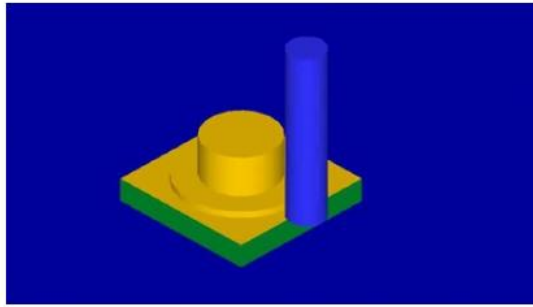
APPROVALS		
TITLE	NAME	DATE
DRAWN	Zufar Rafif N	02 - 04 - 2022
CHECKED	Bintang Lazuardi	02 - 04 - 2022
APPROVED	Arif Mustofa	03 - 04 - 2022

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



File name: Double wheel modification



Machining order can be seen in : <https://intip.in/8nPE>

Alur Pemesinan Bagian Depan

No	Nama Proses	Spindle Speed	Tool	Cutting Speed (m/menit)	Depth Of Cut (mm)	Feed Rate (mm/menit)	Waktu Proses
1	Drill 40 mm	355 rpm	Drill dia. 40 mm	44,588	2	40	2,6 menit
2	Lathe Face 210 mm	355 rpm	Rough Face Right	22,294	1	210	4,6 menit
3	Lathe Rough 20 mm	355 rpm	OD Rough Right	234,087	1	10	8,7 menit
4	Lathe Groove 14 mm	355 rpm	OD Groove Center - Narrow	15,6058	2	14	9,6 menit
5	Lathe Groove 60 mm	355 rpm	Face Groove Right Tool - Narrow	133,764	2	20	21 menit
6	Chamfer 1 mm	355 rpm	Boring Bar	2,2294	1	50	0,1 menit
7	Fillet R3	355 rpm	OD Finish Right - 35°	6,6882	1	20	1 menit
			Total Waktu				47,6 menit

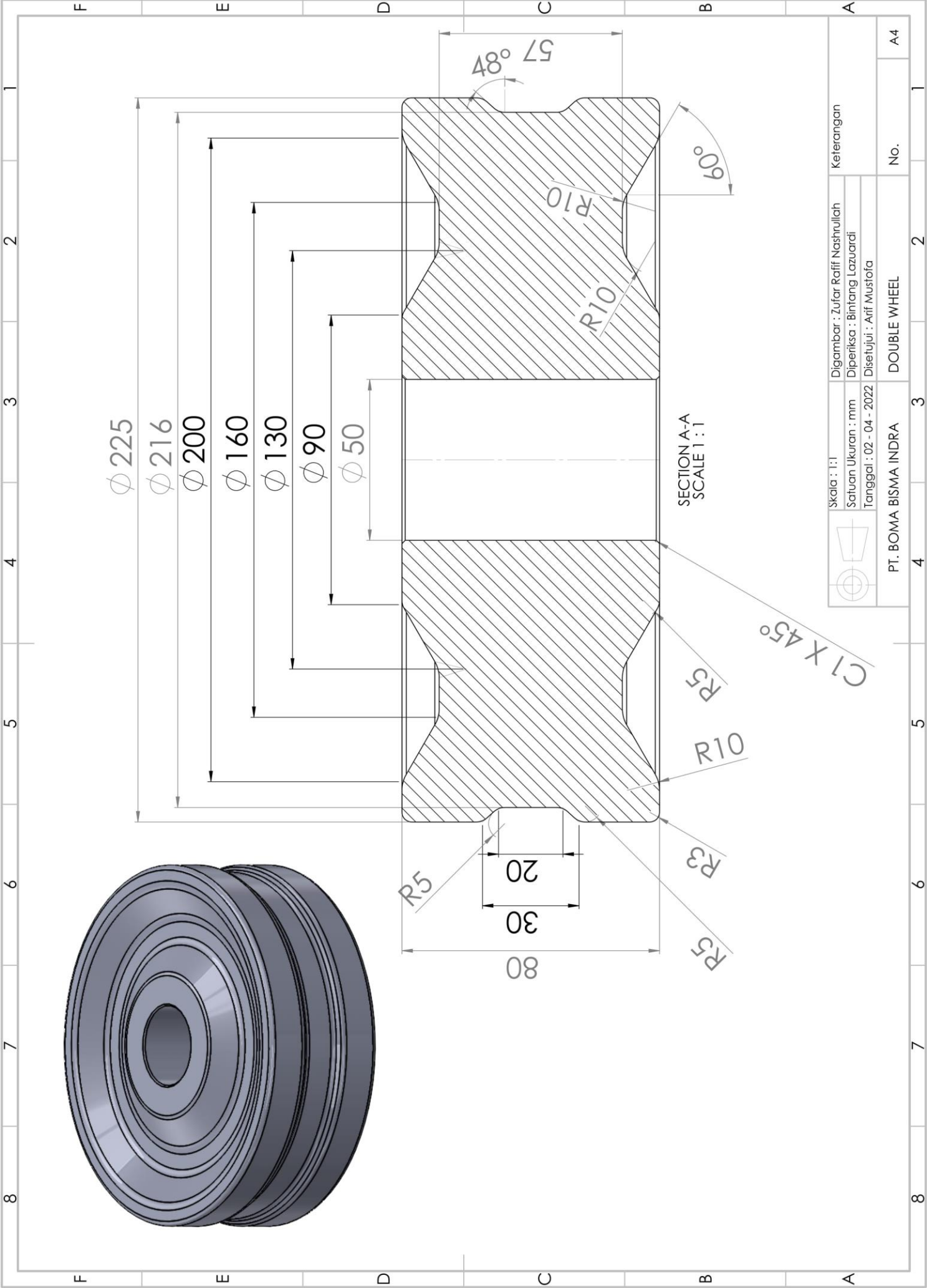
Alur Pemesinan Bagian Belakang

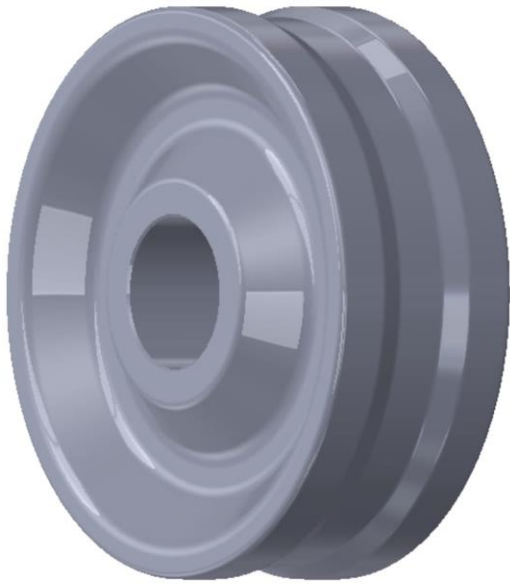
No	Nama Proses	Spindle Speed	Tool	Cutting Speed (m/menit)	Depth Of Cut (mm)	Feed Rate (mm/menit)	Waktu Proses
1	Lathe Rough 20 mm	355 rpm	OD Rough Right	234,087	1	10	8,7 menit
2	Lathe Groove 60 mm	355 rpm	Face Groove Right Tool - Narrow	133,764	2	20	21 menit
3	Fillet R3	355 rpm	OD Finish Right - 35°	6,6882	1	20	1 menit
4	Chamfer 1 mm	355 rpm	Boring Bar	2,2294	1	50	0,1 menit
			Total Waktu				30,8 menit

File tersebut dapat diunduh pada link :

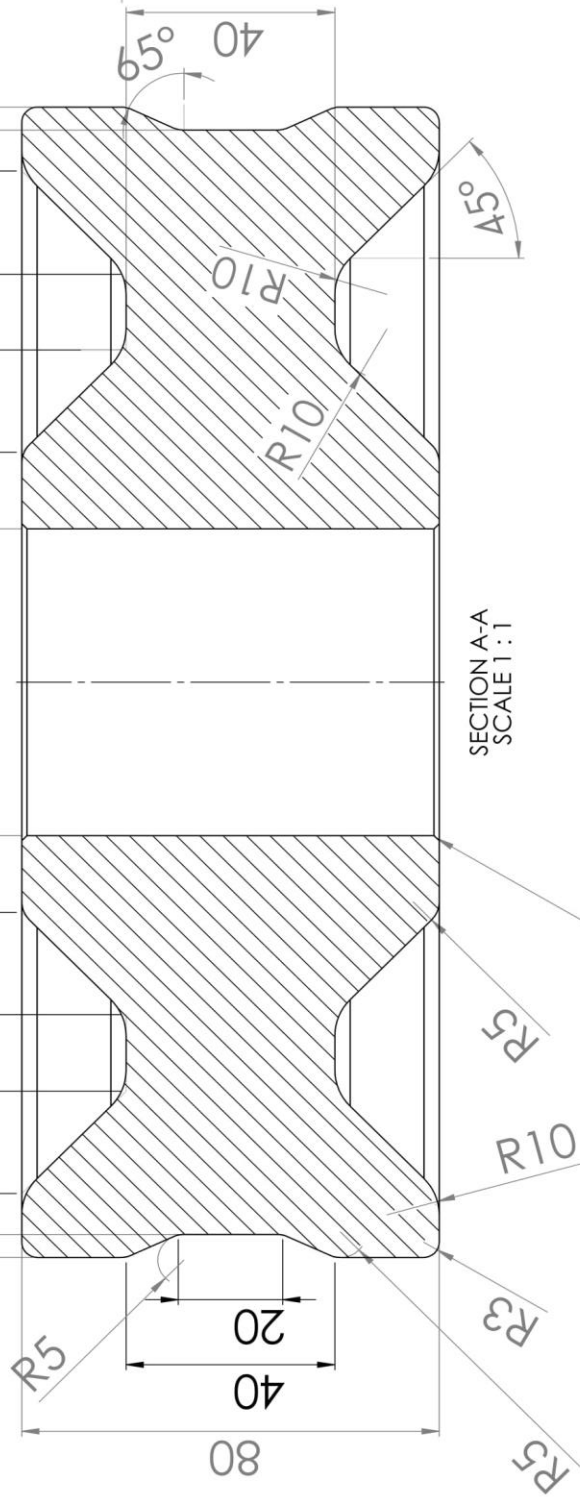
<https://drive.google.com/file/d/1P-3zDoZ7MKCyau1bRfrd33ENMTtB6Zc/view?usp=sharing>

Setelah diunduh, kemudian buka menggunakan adobe acrobat pdf, lalu pilih trust documents as always





$\phi 225$
 $\phi 216$
 $\phi 200$
 $\phi 160$
 $\phi 130$
 $\phi 90$
 $\phi 60$

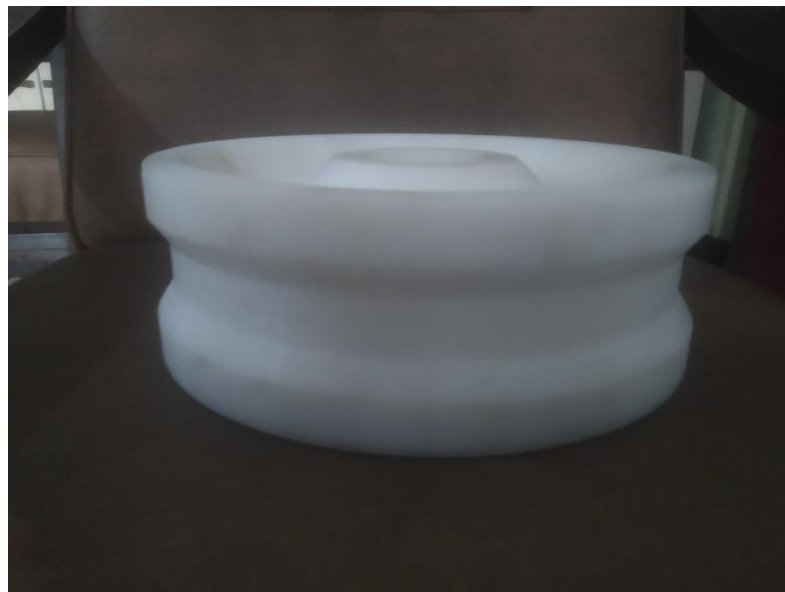


SECTION A-A
SCALE 1:1



Skala : 1:1 Satuan Ukuran : mm Tanggal : 20 - 04 - 2022	Digambar : Zufar Rafif Nashrullah Diperiksa : Bintang Lazuardi Disetujui : Arif Mustofa		Keterangan DOUBLE WHEEL	
	PT. BOMA BISMA INDRA		No. A4	
	C1 X 45°		No. A4	

Lampiran 10



Lampiran 11



Lampiran 12



BIODATA PENULIS



Penulis yang mempunyai nama lengkap Zufar Rafif Nashrullah dilahirkan di Surabaya, 4 April 2000. Merupakan putra kedua dari dua bersaudara pasangan Bapak Ansori dan Ibu Aisyah Meinawati yang beralamat di Tenggilis Lama, Kecamatan Tenggilis, Kota Surabaya. Menempuh Pendidikan formal pertama di SDN Kendangsari 5, dilanjutkan di SMPN 35 Surabaya, dan SMAN 17 Surabaya. 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) 10211810000060.

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. Selain itu penulis juga berperan aktif dalam kegiatan didalam maupun diluar kampus yang diwujudkan dalam peran aktif sebagai Ketua Steering Committee Kaderisasi Mahasiswa Baru dan juga Pengembangan Sumber Daya Mahasiswa HMDM ITS.