



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**ANALISA PEMILIHAN DESAIN MESIN CNC  
ROUTER 3 AXIS DIMENSI 500 X 500 DENGAN  
METODE DESIGN FOR ASSEMBLY (DFA)**

SKRIPSI

Oleh:

**Muhamad Faza Firdaus**

**NIM.1802411023**

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI MANUFAKTUR**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

**AGUSTUS 2022**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**ANALISA PEMILIHAN DESAIN MESIN CNC  
ROUTER 3 AXIS DIMENSI 500 X 500 DENGAN  
METODE DESIGN FOR ASSEMBLY (DFA)**

SKRIPSI

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan  
Sarjana Terapan Program Studi Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin

Oleh:  
**Muhamad Faza Firdaus**  
**NIM.1802411023**

**PROGRAM STUDI MANFAKTUR  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA  
AGUSTUS 2022**



*“Skripsi ini kupersembahkan untuk papah, mamah, dan calon istriku, Ara”*

## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritis atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan karya ilmiah, penerbitan laporan, penerbitan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN  
SKRIPSI

ANALISA PEMILIHAN DESAIN MESIN CNC ROUTER 3 AXIS  
DIMENSI 500 X 500 DENGAN METODE DESIGN FOR ASSEMBLY  
(DFA)

Oleh:

Muhamad Faza Firdaus

NIM. 1802411023

Program Studi Sarjana Terapan Manufaktur

Skripsi telah disetujui oleh pembimbing

Ketua Program Studi  
Sarjana Terapan Manufaktur

Drs. R. Grenny Sudarmawan, S.T., M.T  
NIP. 196005141986031002

Pembimbing

Drs. Darius Yuhans, S.T., M.T  
NIP. 196002271986031003



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN  
SKRIPSI

ANALISA PEMILIHAN DESAIN MESIN CNC ROUTER 3 AXIS  
DIMENSI 500 X 500 DENGAN METODE DESIGN FOR ASSEMBLY  
(DFA)

Oleh:

Muhamad Faza Firdaus

NIM. 1802411023

Program Studi Sarjana Terapan Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan dihadapan Dewan Penguji pada tanggal 26 Agustus 2022 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Manufaktur Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

| No. | Nama   | Posisi Penguji | Tanda Tangan | Tanggal         |
|-----|--|----------------|--------------|-----------------|
| 1.  | Drs. Darius Yuhans, S.T., M.T<br>NIP. 196002271986031003 | Ketua          |              | 26 Agustus 2022 |
| 2.  | Rahmat Subarkah, S.T.M.T<br>NIP. 198905262019031008      | Penguji 1      |              | 26 Agustus 2022 |
| 3.  | Ir. Budi Yuwono<br>NIP. 196306191990031002               | Penguji 2      |              | 26 Agustus 2022 |

Depok, 26 Agustus 2022

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T  
NIP. 197707142008121005



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhamad Faza Firdaus  
NIM : 1802411023  
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Manufaktur

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Laporan Skripsi telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 25 Agustus 2022



**Muhamad Faza Firdaus**

**NIM. 1802411023**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## ANALISA PEMILIHAN DESAIN MESIN CNC ROUTER 3 AXIS DIMENSI 500 X 500 DENGAN METODE DESIGN FOR ASSEMBLY (DFA)

Muhammad Faza Firdaus<sup>(1)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Sarjana Terapan Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta,  
Kampus UI Depok, 16424

Email: [muhammad.fazafirdaus.tml8@mhs.w.pnj.ac.id](mailto:muhammad.fazafirdaus.tml8@mhs.w.pnj.ac.id)

### ABSTRAK

CNC Router merupakan alat yang sering digunakan dalam proses pemotongan (*cutting*) maupun pengukiran (*engraving*) dalam industry skala kecil maupun menengah atas. Perusahaan yang membuat alat CNC Router sering menghadapi masalah dalam merakit mesin CNC Router yaitu proses assembly yang rumit dengan parameter waktu perakitan yang tinggi (1468) sekon, dan jumlah part yang banyak (195 komponen) yang menyebabkan penyusunan produk yang banyak padahal sebenarnya tidak terlalu diperlukan. Metode *design for assembly* (DFA) dilakukan agar waktu proses perakitan mesin menjadi lebih sederhana, lebih singkat dan juga lebih meminimalisir part. Analisis DFA dimulai dengan menganalisis kebutuhan pelanggan menggunakan Quality Function Deployment (QFD), kemudian dibuat acuan dasar untuk membuat konsep desain, lalu setiap konsep desain akan dilakukan analisis DFA dan didapatkan yang terbaik. Hasil Konsep Desain terpilih memiliki waktu perakitan selama 948 detik lebih singkat dibandingkan dengan Desain awal (1468 sekon), menggunakan 136 Komponen lebih sedikit dibandingkan Desain awal (195 Komponen) dan memiliki efisiensi mesin sebesar 19.3% lebih besar dibandingkan dengan Efisiensi Desain awal (12.2%).

Kata-kata kunci: CNC Router, QFD, DFA, Waktu Perakitan, Jumlah Part, Efisiensi

POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## ANALISA PEMILIHAN DESAIN MESIN CNC ROUTER 3 AXIS DIMENSI 500 X 500 DENGAN METODE DESIGN FOR ASSEMBLY (DFA)

Muhammad Faza Firdaus<sup>(1)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Sarjana Terapan Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: [muhammad.fazafirdaus.tm18@mhs.w.pnj.ac.id](mailto:muhammad.fazafirdaus.tm18@mhs.w.pnj.ac.id)

### ABSTRACT

*CNC Router is a common machine used in cutting process and Engraving process on low level and high level industries. Those Company who made CNC Router usually facing the problem during assembling CNC Router because it has very complex assembly process which its parameters are high Assembly time (1468 secs) and much of parts used in the design (195) that caused much of no needed part in the Machine Components. Design For Assembly used in this paper to solve those problems to make the Design of the product shorter in assembly time and less parts used in the design. DFA Methode starts from analysing the costumer needs using Quality Function Deployment (QFD), then the results will be used to make design concept, then all the design concept will be analyzed using DFA to show which design is best. Results The selected design has an assembly time of 948 seconds shorter than the initial design (1468 seconds), uses 136 fewer Components than the initial Design (195 Components) and has an engine efficiency of 19.3% greater than the initial Design Efficiency (12 ,2%).*

*Keywords: CNC Router, QFD, DFA, Assembly Time, Mount of Part, Efficiency.*

POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga Skripsi yang berjudul “Analisa Pemilihan Desain Mesin CNC router 3 Axis Dimensi 500x500 Dengan Metode *Design for Assembly* (DFA)” dapat diselesaikan. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Sarjana Terapan Program Studi Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.

Disadari bahwa penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu ucapan terimakasih disampaikan kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
2. Bapak Drs. R. Grenny Sudarmawan, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Manufaktur
3. Bapak Drs. Darius Yuhas, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing di Politeknik Negeri Jakarta.
4. Bapak, Ibu di Jurusan Teknik Mesin yang sudah membantu dalam menyelesaikan pembuatan Skripsi
5. Saudari Tiara Rizki Amarsya yang telah membantu dalam menyelesaikan pembuatan Skripsi
6. Rekan-rekan Program Studi Manufaktur yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam proses penyelesaian skripsi.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak terutama pada bidang manufaktur.

Depok, 26 Agustus 2022

Muhamad Faza Firdaus  
NIM. 1802411023



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**DAFTAR ISI**

|   |      |
|---|------|
| HALAMAN PERSETUJUAN.....                | iv   |
| HALAMAN PENGESAHAN.....                 | v    |
| LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS .....    | vi   |
| ABSTRAK .....                           | vii  |
| KATA PENGANTAR .....                    | ix   |
| DAFTAR ISI.....                         | x    |
| DAFTAR GAMBAR .....                     | xiv  |
| DAFTAR TABEL.....                       | xvi  |
| DAFTAR LAMPIRAN.....                    | xvii |
| BAB I PENDAHULUAN .....                 | 1    |
| 1.1 Latar Belakang Penelitian .....     | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah Penelitian .....    | 2    |
| 1.3 Tujuan Penelitian.....              | 2    |
| 1.4 Manfaat Penelitian.....             | 3    |
| 1.5 Ruang Lingkup .....                 | 3    |
| 1.6 Batasan Masalah.....                | 3    |
| 1.7 Lokasi Objek Penelitian .....       | 3    |
| 1.8 Metode Penyelesaian Masalah .....   | 4    |
| 1.9 Sistematika Penulisan Skripsi ..... | 4    |
| BAB II TINJUAN PUSTAKA .....            | 6    |
| 2.1 CNC Router 3 Axis .....             | 6    |
| 2.2 Komponen CNC Router .....           | 6    |
| 2.2.1 Struktur <i>Frame</i> .....       | 6    |



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

|   |    |
|---|----|
| 2.2.2 Gantry .....  | 7  |
| 2.2.3 Rel Lintasan .....  | 7  |
| 2.2.4 Stepper Motor .....   | 8  |
| 2.2.5 Table .....   | 8  |
| 2.2.6 Quality Function Deployment (QFD) .....   | 9  |
| 2.3 DFA .....   | 9  |
| 2.3.1 Langkah- Langkah DFA .....  | 10 |
| 2.3.2 Part Symetry Handling .....   | 12 |
| 2.3.3 Ketebalan dan ukuran pada waktu penanganan .....  | 13 |
| 2.3.4 Pengaruh Berat Pada Waktu Penanganan .....  | 14 |
| 2.3.5 Assembly Efficiency .....   | 14 |
| 2.4 Kajian Literatur .....  | 15 |
| 2.4.1 Fabrication of Low Cost 3- CNC Router (International Journal of Engineering Science Invention, B. Jayachandriyah, O.Krishna, P. Khan et Al) ..... | 15 |
| 2.4.2 Design and fabrication of a CNC router machine for wood engraving (K. Bangse, A. Wibolo, I. Wiryanta) .....                                       | 16 |
| 2.4.3 CNC Machine Tool Having Two Spindles (US 2012/1017064 A1).....  | 17 |
| BAB III METODE PENELITIAN.....  | 18 |
| 3.1 Penetapan Judul .....   | 19 |
| 3.2 Identifikasi Masalah .....  | 19 |
| 3.3 Survey Lapangan .....   | 19 |
| 3.3 Studi Pustaka .....   | 19 |
| 3.4 Pengambilan data kebutuhan pelanggan .....  | 20 |
| 3.4.1 Pembuatan House of Quality (HOQ) .....  | 20 |



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

|   |           |
|---|-----------|
| 3.5 Pembuatan Konsep Desain .....   | 21        |
| 3.6 Pemilihan Konsep Desain.....  | 22        |
| 3.7 Pengolahan Data dan Analisa <i>Design For Assembly</i> (DFA).....                           | 22        |
| 3.8 Evaluasi Efisiensi Desain .....   | 22        |
| 3.9 Analisa dan Pembahasan .....  | 22        |
| 3.10 Kesimpulan dan Saran.....  | 22        |
| 3.11 Pembuatan Laporan .....  | 23        |
| <b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>   | <b>24</b> |
| 4.1 Pembuatan Konsep Desain .....   | 42        |
| 4.1.1 Alternatif Konsep Desain 1 (CNC Router dengan Menggunakan <i>Mounting</i> gabungan) ..... | 43        |
| 4.1.2 Alternatif Konsep Desain 2 Menggunakan Pelat SS400 saja .....                             | 44        |
| 4.1.3 Alternatif Konsep Desain 3 (Gabungan VSlot 2040 dan SS400).....                           | 45        |
| 4.2 Pemilihan Konsep Desain.....  | 46        |
| 4.2.1 Penyaringan Kosep ( <i>Screening</i> ).....   | 46        |
| 4.2.2 <i>Scoring</i> .....  | 50        |
| 4.3 Pemilihan Material .....  | 52        |
| 4.4 <i>Design For Assembly</i> (DFA).....   | 52        |
| 4.4.1 Input Data Desain Awal.....   | 57        |
| 4.4.2 Waktu Perakitan.....  | 68        |
| 4.5 Hasil QFD ( <i>Quality Function Deployment</i> ) .....                                      | 74        |
| 4.6 Analisa DFA Pada Desain Alat yang terpilih.....   | 75        |
| 4.6.1 Spesifikasi Alat.....   | 75        |
| 4.7.2 List Komponen Desain Terpilih .....   | 76        |
| 4.7 <i>Sub Assembly Data</i> .....  | 77        |



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritis atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

|   |     |
|---|-----|
| 4.8 <i>Envelope Dimension</i> .....   | 81  |
| 4.9 <i>Alpha Beta Symmetry &amp; Handling, Insertion Difficulties</i> .....   | 82  |
| 4.10 Waktu Perakitan Desain Terpilih .....  | 84  |
| 4.11 Analisa Hasil DFA .....  | 90  |
| 4.12 Hasil Analisa Perbandingan Desain Awal dengan Desain Terpilih dengan Variabel Total Waktu Perakitan, Jumlah Part, dan Efisiensi Desain DFA ..... | 92  |
| 4.12.1 Total Waktu Perakitan .....  | 93  |
| 4.12.2 Jumlah <i>Part</i> .....   | 93  |
| 4.12.3 <i>Design Efficiency</i> (Efisiensi Desain) .....  | 94  |
| 4.12.4 Analisa Perbandingan Hasil DFA Desain Alternatif 1, 2(terpilih) dan 3. ....  | 94  |
| 4.12.4 Analisa Perbandingan Harga <i>Cost Unit</i> Desain awal, Desain Alternatif 1, 2(terpilih) dan 3. ....  | 95  |
| BAB V PENUTUP.....  | 96  |
| 5.1 Kesimpulan dan Saran.....   | 96  |
| 5.2 Saran .....   | 97  |
| Daftar Pustaka .....  | 98  |
| LAMPIRAN.....   | 101 |



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**DAFTAR GAMBAR**

|   |    |
|---|----|
| Gambar 2.1 CNC Router.....  | 6  |
| Gambar 2.2 Jenis-Jenis Gantry, Model Open Frame (a), Model Close Frame (b).   | 7  |
| Gambar 2.3 Ballscrew (kiri) Pulley GT2 (kanan).....                           | 8  |
| Gambar 2.4 Motor Stepper.....   | 8  |
| Gambar 2.5 Jenis- Jenis Table Mesin CNC Router .....                          | 9  |
| Gambar 2.6 Alur Pengerjaan DFA.....   | 10 |
| Gambar 2.7 Alpha Beta Symmetry DFA .....                                      | 13 |
| Gambar 2.8 Pengertian Tebal (L) dan Panjang (D) .....                         | 13 |
| Gambar 2.9 Kajian Pembeding 1 CNC Router .....                                | 16 |
| Gambar 2.10 Kajian Pembeding 2 CNC Router .....                               | 16 |
| Gambar 2.11 Kajian Pembeding 3 CNC Router .....                               | 17 |
| Gambar 3.1 Diagram Metodologi Penelitian.....                                 | 18 |
| Gambar 4.1 Diagram alir detail menggunakan metode QFD.....                    | 24 |
| Gambar 4.2 Mesin CNC Router Desain Awal.....                                  | 25 |
| Gambar 4.3 Kompetitor 1 (kiri), Kompetitor 2 (tengah) , Kompetitor 3 (kanan). | 31 |
| Gambar 4.4 Relation Matrix .....  | 37 |
| Gambar 4.5 Technical Correlation Matrix.....                                  | 39 |
| Gambar 4.6 Desain Awal (kiri) Desain Alternatif 1 (kanan).....                | 44 |
| Gambar 4.7 Desain Awal (kiri) Desain Alternatif 2 (kanan).....                | 45 |
| Gambar 4.8 Desain Awal (kiri) Desain Alternatif 3 (kanan).....                | 46 |
| Gambar 4.9 Referensi desain Customer Competitive.....                         | 47 |
| Gambar 4.10 Diagram alir design for assembly.....                             | 52 |
| Gambar 4.11 CNC Router Desain Awal.....                                       | 53 |
| Gambar 4.12 Sub assembly rangka.....  | 54 |
| Gambar 4.13 Sub Assembly Meja .....   | 54 |
| Gambar 4.14 Sub Assembly Meja 2 .....   | 55 |
| Gambar 4.15 Sum Assembly Vertical.....  | 55 |



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

|  |    |
|--|----|
| Gambar 4 16 Tabel House of Quality dari CNC Router.....                            | 74 |
| Gambar 4 17 analisis DFA desain terpilih .....                                     | 76 |
| Gambar 4.18 Perbandingan Waktu Perakitan .....                                     | 93 |
| Gambar 4.19 Perbandingan Jumlah Part.....  | 94 |
| Gambar 4.20 Perbandingan Efisiensi Desain.....                                     | 94 |
| Gambar 5.1 Grafik Hubungan Waktu Perakitan, Jumlah Part, dan Efisiensi Produk..... | 96 |





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**DAFTAR TABEL**

|  |    |
|--|----|
| Tabel 2.1 Tabel Analisis DFA .....   | 12 |
| Tabel 4.1 Kebutuhan.....   | 25 |
| Tabel 4 2 Important Number.....  | 26 |
| Tabel 4 3 Competitor Analysis .....  | 31 |
| Tabel 4 4 Technical Requirement CNC Router 3 Axis.....   | 32 |
| Tabel 4 5 Penilaian Functional Requirement.....  | 34 |
| Tabel 4.6 Technical Competitive .....  | 42 |
| Tabel 4 7 Konsep Screening Matrix.....   | 49 |
| Tabel 4 8 Penilaian untuk konsep scoring .....   | 50 |
| Tabel 4 9 Konsep Scoring Matriks.....  | 51 |
| Tabel 4 10 Spesifikasi CNC Router Desain Awal .....  | 53 |
| Tabel 4 11 List Komponen alat CNC Router yang sudah ada.....   | 56 |
| Tabel 4 12 Sub Assembly Data Desain Awal.....  | 58 |
| Tabel 4 13 Envelope Dimensions Desain Awal.....  | 63 |
| Tabel 4 14 Alpha Beta Symmetry Desain Awal .....   | 65 |
| Tabel 4 15 Waktu Perakitan Desain Awal .....   | 68 |
| Tabel 4 16 Spesifikasi Alat Desain Terpilih .....  | 75 |
| Tabel 4.17 List Komponen Desain Terpilih.....  | 77 |
| Tabel 4.18 Subassebly Data Desain Terpilih .....   | 78 |
| Tabel 4.19 Envelope Dimension Desain Terpilih.....   | 81 |
| Tabel 4.20 Alpha Beta Symmetry Desain Terpilih.....  | 83 |
| Tabel 4.21 Waktu Perakitan Desain Terpilih.....  | 85 |
| Tabel 4.22 Analisa Perbaikan Hasil DFA.....  | 90 |
| Tabel 4.23 Hasil Analisa Perbandingan Desain Awal dengan Desain Terpilih....                           | 93 |
| Tabel 4.24 Analisa Perbandingan Hasil DFA Desain Alternatif 1.2 (terpilih) dan 3 .....                 | 95 |
| Tabel 4 25 tabel perbandingan harga cost unit desain awal, desain alternatif 1,2 (terpilih) dan 3..... | 95 |





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**DAFTAR LAMPIRAN**

|   |     |
|---|-----|
| Lampiran 1. Proses Manufaktur .....                           | 102 |
| Lampiran 2. Analisa DFA Desain Alternatif 1 .....             | 112 |
| Lampiran 3. Analisa DFA Desain Alternatif 3 .....             | 116 |
| Lampiran 4. Bukti Melakukan Survey Pada Perusahaan .....      | 120 |
| Lampiran 5. Bukti Kuisiner pada PT X .....                    | 121 |
| Lampiran 6. Bukti Kuisiner pada PT X .....                    | 122 |
| Lampiran 7. Tabel Manual Handling Boothroyd & Dewhurst .....  | 123 |
| Lampiran 8. Tabel Manual Insertion Boothroyd & Dewhurst ..... | 124 |
| Lampiran.9 Tabel Harga Desain Awal.....                       | 125 |
| Lampiran 10 Tabel Harga Desain Alternatif 1 .....             | 127 |
| Lampiran.11 Tabel Harga Desain alternatif 2.....              | 129 |
| Lampiran 12 Tabel Harga Desain Alternatif 3.....              | 131 |

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Penelitian

PT X adalah perusahaan industri manufaktur yang bergerak di bidang percetakan *mold*, pembuatan *Special Purpose Machine* (SPM), dan juga pembuatan *Jig and Fixture*. PT X telah mengerjakan produk *Special Purpose Machine* (SPM) berupa *Computer Numerical Control* (CNC) *Router* ukuran 500x500 mm yang dibuat untuk kebutuhan klien, namun pada pemenuhan permintaan tersebut perusahaan menghadapi masalah dalam merakit mesin CNC *Router*. Masalah tersebut adalah proses *assembly* yang rumit akibat komponen penyusun produk yang sebenarnya tidak diperlukan. Hal ini berdampak pada waktu *assembly product* yang cukup panjang yang menyebabkan *unit cost* produk menjadi tinggi.

Perusahaan membutuhkan mesin CNC *Router* yang baru dari permintaan *costumer*. Dengan adanya desakan tersebut, perusahaan mengadakan modifikasi pada mesin CNC *Router* berupa pengembangan produk CNC *Router* yang lebih efisien, lebih meminimalisir *part*, lebih singkat waktu perakitannya (*Assembly Product*). Satu metode yang dapat memenuhi kebutuhan perusahaan adalah dengan menggunakan metode *Design for Assembly* (DFA), yaitu metode untuk membuat sebuah rancangan yang lebih singkat waktu perakitan dan lebih meminimalisir *part*. Hasil dari analisis menggunakan metode DFA tersebut dapat menekan *unit cost* dari produk CNC *Router*.

Analisis DFA akan dimulai dengan menganalisis kebutuhan pokok menggunakan teknik *Quality Function Deployment* (QFD). QFD adalah suatu metode pengembangan produk untuk menafsirkan kebutuhan dan keinginan konsumen menjadi karakteristik teknis yang dapat disediakan oleh produsennya [1].

Metode QFD memiliki alat *House of Quality* (HOQ) yang membantu menunjukkan hubungan matriks antara karakteristik teknis dan keinginan *customer*



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

dan memberikan fokus kepada tim perancang untuk menghasilkan produk yang berkualitas (Boopana dan Azizi, 2009) serta memenuhi keinginan *customer*.

Hasil analisis QFD akan dilanjutkan dengan pembuatan konsep desain alternatif. Kemudian setelah alternatif desain dibuat sebanyak 3 alternatif, maka akan dilakukan analisis *Design for Assembly* (DFA) yang bertujuan untuk mengetahui semua komponen sebuah produk secara rinci dan diperoleh sistem perakitan yang efisien dengan mempertimbangkan biaya, waktu dan akhirnya memiliki produk yang lebih sederhana (komponen yang digunakan dalam produk lebih sedikit) dan lebih menekan *cost unit* (harga produk menjadi lebih murah dibandingkan dari sebelumnya).

Objek studi kasus dari pengembangan produk ini adalah mesin CNC *Router* yang memiliki 3 *axis* dengan dimensi 500x500 [mm]. Hasil desain alternatif produk sebanyak 3 buah pada penulisan ini pada akhirnya akan analisis untuk dipilih desain yang memiliki faktor QFD dan DFA yang terbaik .

### 1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Permasalahan yang dihadapi dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengembangan produk mesin CNC *Router* 3 *axis* dimensi 500x500 dapat menyelesaikan permasalahan kerumitan *assembly*?
2. Bagaimana pengumpulan data kebutuhan konsumen dan *part* perancangan mesin CNC *Router* 3 *axis* dimensi 500x500 dapat dilakukan?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Mengetahui hasil pengembangan produk dengan menggunakan teknik DFA yang dapat membantu menyelesaikan masalah kerumitan *assembly* berupa waktu perakitan, jumlah *part* produk, dan efisiensi.



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Mengetahui korelasi antara waktu perakitan, jumlah *part*, dan efisiensi desain.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Menghasilkan pengembangan produk dengan desain mesin CNC *Router* dimensi 500x500 [mm] yang lebih sederhana (lebih sedikit part yang digunakan) dan lebih menekan *cost unit* (lebih murah dibandingkan desain awal) bagi PT X.
2. Mengevaluasi dan menghasilkan desain yang dengan kriteria terbaik berdasarkan dari metode QFD dan DFA.

### 1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Proses pengembangan produk menggunakan Analisa DFA (*Design for Assembly*) terhadap mesin CNC *Router 3 axis* dimensi 500x500 mm.

### 1.6 Batasan Masalah

Ruang lingkup dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Hanya menganalisa *Design for Assembly* (DFA) pada mesin CNC router yang sudah ada di PT X dan Desain usulan.
2. Pemilihan desain hanya didasarkan efisiensi DFA, *Scoring*, HOQ.
3. Waktu operasi perakitan diukur dari waktu *handling* dan *insertionnya*.

### 1.7 Lokasi Objek Penelitian

Penyelesaian tugas akhir dilakukan di PT Toshiba Gama Zahara (Cikarang) dan Kampus Politeknik Negeri Jakarta.



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## 1.8 Metode Penyelesaian Masalah

Metode yang akan dilakukan dalam penulisan ini yang pertama dilakukan adalah mengambil data kebutuhan konsumen (perusahaan) terhadap mesin CNC Router 3 axis. Kemudian akan menggunakan data kebutuhan konsumen akan digunakan pada metode *Scoring* dan *House of Quality*. Lalu mengambil desain mesin CNC Router yang sudah ada di PT X dan melakukan analisis DFA serta membandingkan hasil DFA dari desain yang sudah dilakukan DFA dengan mesin CNC Router yang ada di PT X.

## 1.9 Sistematika Penulisan Skripsi

Sistematika penulisan skripsi terdiri dari lima bab yang disertai dengan lampiran.

### BAB I. PENDAHULUAN

Pendahuluan berisi tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup, batasan masalah, lokasi objek penelitian, metode penyelesaian masalah, serta sistematika penulisan skripsi.

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan uraian hasil pengkajian pustaka dan studi literatur dari jurnal, paten, makalah, dan web berupa landasan teori dan katalog yang mendukung dalam pengembangan produk CNC Router 500 x 500 dengan metode dan DFA.

### BAB III. METODOLOGI PERANCANGAN

Bab metodologi perancangan berisi tentang metode pelaksanaan dalam menyelesaikan masalah perancangan yang meliputi prosedur teknik analisis pengembangan produk, serta teknik QFD dan DFA.

### BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Bab ini berisikan uraian tentang analisa data pengembangan produk menggunakan metode QFD dan DFA, hasil pengolahan data QFD dan DFA akan digunakan sebagai rekomendasi pemilihan desain pengembangan produk CNC Router 500x500.

## BAB V. PENUTUP

Bab ini berisi tentang analisis dan interpretasi hasil terhadap pengumpulan dan pengolahan data.



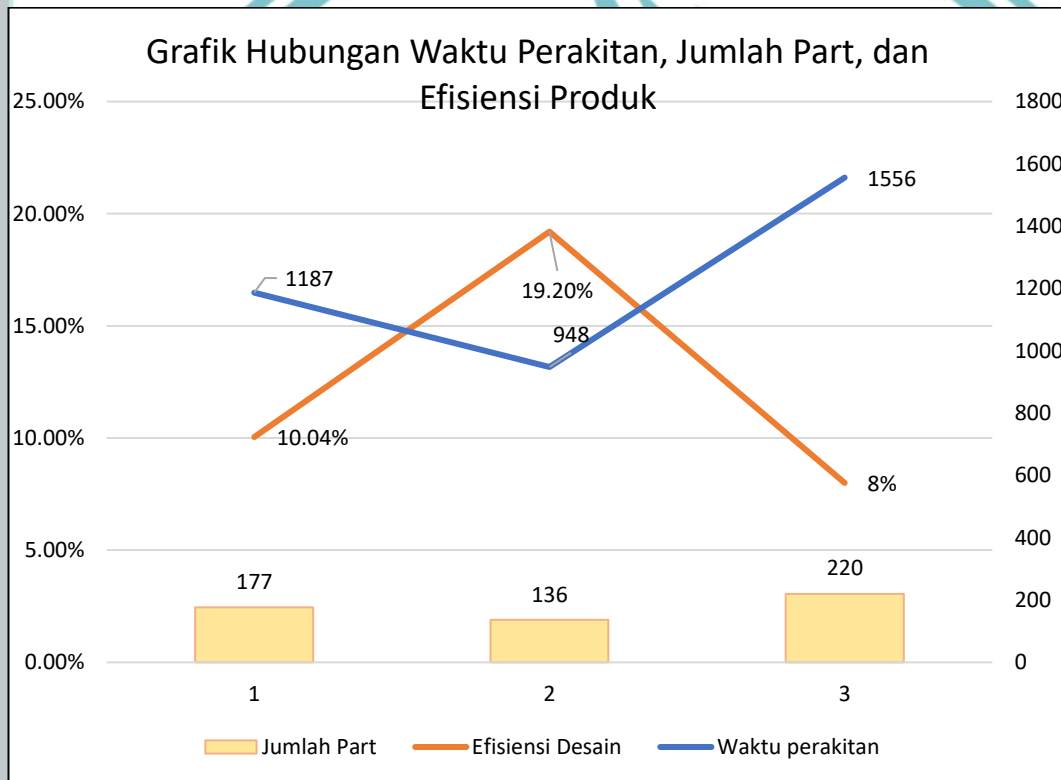
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan dan Saran

Setelah dilakukan analisa dan pembahasan hasil DFA, berikut adalah kesimpulan berupa grafik hubungan antara jumlah *part*, waktu perakitan dan efisiensi desain.



Gambar 5.1 Grafik Hubungan Waktu Perakitan, Jumlah Part, dan Efisiensi Produk

Sumber: Dokumen Pribadi

Dari grafik yang ditampilkan pada gambar 5.1 dapat diketahui bahwa penambahan jumlah komponen memiliki pengaruh terhadap lama waktu perakitan dan efisiensi produk. Semakin banyak komponen yang digunakan maka semakin lama juga waktu perakitannya, Sedangkan jika dilihat dari segi waktu, semakin singkat waktu perakitan, maka efisiensi produk semakin tinggi juga, hal tersebut dipengaruhi oleh kesulitan yang dihadapi pada proses perakitan.



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Maka berdasarkan hasil Analisa QFD dan DFA [23] yang telah dilakukan dalam analisis pemilihan desain CNC Router 3 axis dimensi 500x500, maka kesimpulannya adalah sebagai berikut:

1. Pengembangan produk menggunakan metode *Design for Assembly* (DFA) berhasil dilakukan pada desain terpilih yaitu alternatif 2. Alternatif 2 memiliki parameter lebih baik dibandingkan alternatif 1 dan alternatif 3, diantaranya waktu perakitan, jumlah part, dan efisiensi
2. Waktu perakitanya, Alternatif 2 yaitu 948 detik, Alternatif 1 1215 detik dan Alternatif 3 1556 detik. Mengacu pada data waktu perakitan tersebut, maka alternatif 2 memiliki waktu perakitan paling singkat.
3. Terhadap jumlah part, Alternatif 2 yaitu 136, Alternatif 1 177 Part dan Alternatif 3 220 Part. Mengacu pada data jumlah part tersebut, maka alternatif 2 memiliki jumlah part paling sedikit.
4. Terhadap efisiensi, Alternatif 2 19.2 %, Alternatif 1 10.4% dan Alternatif 3 8%. Mengacu pada data efisiensi tersebut, maka alternatif 2 memiliki efisiensi paling tinggi.
5. Hubungan grafik waktu perakitan, jumlah *part*, dan efisiensi menunjukkan bahwa semakin sedikit *part* yang digunakan maka semakin sedikit pula waktu yang dibutuhkan untuk merakit produk tersebut, mengakibatkan efisiensi mesin menjadi tinggi.

## 5.2 Saran

Agar Analisa pemilihan produk menjadi lebih baik, sebaiknya dibahas juga mengenai pemilihan produk berdasarkan *Design for Manufacturing* (DFM) yang berfokus pada biaya untuk memmanufaktur sebuah produk.





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Daftar Pustaka

- [1] H. F. Tampubolon, A. R. Matondang, dan R. Ginting, “Optimasi Quality Function Deployment Berbasis Model Kano untuk Memaksimalkan Kepuasan Konsumen”, eJurnal Teknik Industri FT USU, vol. 1, no. 1. Pp. 7-15, Januari 2013.
- [2] Jayachandraiah, B., Krishna, O. V., Khan, P. A., & Reddy, R. A. (2014). Fabrication of Low Cost 3-Axis Cnc Router. *International Journal of Engineering Science Invention*, 3(6), 1–10.
- [3] Liang, Y., Chen, W., Bai, Q., Sun, Y., Chen, G., Zhang, Q., & Sun, Y. (2013). Design and dynamic optimization of an ultraprecision diamond flycutting machine tool for large KDP crystal machining. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 69(1–4), 237–244. <https://doi.org/10.1007/s00170-013-5020-z>
- [4] Khalid, R., Al, H., & Rameshkumar, G. R. (2016). Design and Fabrication of 3-Axis Computer. *International Journal of Multidisciplinary Sciences and Engineering*, 7–16.
- [5] Gupta, M., & Impact, B. (2018). Low Cost Mini Multi-Tool CNC Machine. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE, Volume 15(issue2 ver. I ( Mar.-Apr. 2018 ))*, PP 49-55. <https://doi.org/10.9790/1684-1502014955>
- [6] Boothroyd, G., Dewhurst, P., & Knight, W. A. (2010). Product Design for Manufacture and Assembly. In *Product Design for Manufacture and Assembly*. <https://doi.org/10.1201/9781420089288>
- [7] Bangse, K., Wibolo, A., & Wiryanta, I. K. E. H. (2020). Design and fabrication of a CNC router machine for wood engraving. *Journal of Physics: Conference Series*, 1450(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1450/1/012094>
- [8] Chen, F., & City, T. (2012). (12) Patent Application Publication (10) Pub. No.: US 2012/0107064 A1. 1(19).
- [9] Chan, L. K., & Wu, M. L. (2002). Quality function deployment: A literature review. In *European Journal of Operational Research* (Vol. 143, Issue 3). [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(02\)00178-9](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(02)00178-9)
- [10] Tuz, M., & Rezwan, A. (2014). Simplified design and fabrication of water sprinkler system : a survey based analysis. *Procedia Engineering*, 90, 692–697. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.11.796>



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [11] Ulrich, K. T., Eppinger, S. D., & Ulrich, K. T. (n.d.). *PRODUCT DESIGN AND DEVELOPMENT and Development Sixth Edition*.
- [12] Rajesh Parekh and Vasant Honavar, “Learning DFA from Simple Examples”, *Journal of Machine Learning*, 44, pp. 9–35, 2001
- [13] Ulrich, K. T., Eppinger, S. D., & Ulrich, K. T. (n.d.). *PRODUCT DESIGN AND DEVELOPMENT and Development Sixth Edition*.
- [14] Morrell, N. E. (1987). Quality function deployment. *SAE Technical Papers, December*. <https://doi.org/10.4271/870272>
- [15] Orshella, D. D., Inggit, F., & Asmoro, W. (2019). *Penerapan QFD dan DFA pada*. 3(1), 22–29.
- [16] N. A. S. Hamzah, M. F. Rosli and M. S. M. Effendi, “Analysis on laserjet printer using design for manufacture and assembly”(In AIP Conference Proceedings, 2018), pp. 020137.
- [17] S. B. A. Fatima, M. S. M. Effendi and M. F. Rosli, “ An integration between sustainability and design for manufacturing and assembly (DFMA) analysis for angle grinder ” (In AIP Conference Proceedings, 2018), pp. 020073.
- [18] N. H. Razak, M. F. Rosli, M. S. M. Effendi and M. H. Abdullah, “ Performance analysis on inkjet printer using DFMA approach” (In AIP Conference Proceedings, 2018), pp. 020140
- [19] N. H. Razak, M. F. Rosli and M. S. M. Effendi, “ Performance analysis on inkjet printer using DFMA approach after redesign process” ( In AIP Conference Proceedings, 2018), pp. 020141.
- [20] N. M. Azri, M. S. M. Effendi and M. F. Rosli, “ Improvement of cordless drill using DFMA and sustainable design approach” (In AIP Conference Proceedings, 2018), pp. 020072.
- [21] Xin, T. J., Farizuan, R. M., Radhwan, H., & Shayfull, Z. (2019). *Redesign of drone remote control using design for manufacturing and assembly ( DFMA ) method Redesign of Drone Remote Control Using Design for Manufacturing and Assembly ( DFMA ) Method*. 020159(July).

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [22] Prakash, W. N., Sridhar, V. G., & Annamalai, K. (2014). New product development by DFMA and rapid prototyping. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 9(3), 274–279.
- [23] Ginting, R., Ishak, A., & Malik, A. F. (2020). *Product development and design with a combination of design for manufacturing or assembly and quality function deployment : A literature review Product Development and Design with a Combination of Design for Manufacturing or Assembly and Quality Function Deployment : A Literature Review. 030159*





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Lampiran 1. Proses Manufaktur

|  |            |                  |  |
|--|------------|------------------|--|
|  | Part Name  | Left Frame       |  |
|  | Material   | SS400            |  |
|  | Dimension  | 750x470x15       |  |
|  |            |                  |  |
|  | Operation# | Machine          | Operation  |
|  | 1          | Laser Cutting    | Memotong material pelat menjadi frame rangka sesuai dengan gambar teknik     |
|  | 2          | Drilling Machine | Lembaran pelat 15mm dibor dengan dimensi lubang $\varnothing 12$ untuk shaft |
|  | 3          | Drilling Machine | Lembaran pelat 15mm dibor dengan dimensi lubang $\varnothing 24$             |
|  | 4          | Drilling Machine | Pelat di bor dengan dimensi $\varnothing 8$ untuk punting motor stepper      |
|  | 5          | Gerinda          | Menghasilkan sudut dari setiap ujung benda kerja                             |



#### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

|            |                  |  |
|------------|------------------|--|
| Part Name  | Right Frame      |  |
| Material   | SS400            |  |
| Dimension  | 750x470x15       |  |
| Operation# | Machine          | Operation  |
| 1          | Laser Cutting    | Memotong material pelat menjadi frame rangka sesuai dengan gambar teknik                     |
| 2          | Drilling Machine | Lembaran pelat 15mm dibor dengan dimensi lubang $\varnothing 12$ untuk mounting Pillow block |
| 3          | Drilling Machine | Lembaran pelat 15mm dibor dengan dimensi lubang $\varnothing 24$                             |
| 4          | Gerinda          | Menghasilkan sudut dari setiap ujung benda kerja   |





## Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

|  |            |                    |  |
|--|------------|--------------------|--|
|  | Part Name  | Frame Rangka Depan |  |
|  | Material   | SS400              |  |
|  | Dimension  | 750x70x15          |  |
|  |            |                    |  |
|  | Operation# | Machine            | Operation  |
|  | 1          | Laser Cutting      | memotong lembaran pelat berukuran 750x70                                     |
|  | 2          | Drilling Machine   | Lembaran pelat 15mm dibor dengan dimensi lubang Ø12 untuk mounting Shaft     |
|  | 3          | Drilling Machine   | Lembaran pelat 15mm dibor dengan dimensi lubang Ø24 untuk mounting ballscrew |
|  | 4          | Drilling Machine   | Membuat lubang Ø8 untuk mounting pillowbock                                  |
|  | 5          | Gerinda            | Menghasilkan sudut dari setiap ujung benda kerja                             |



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

|            |                       |  |
|------------|-----------------------|--|
| Part Name  | Frame Rangka Belakang |  |
| Material   | SS400                 |  |
| Dimension  | 750x70x15             |  |
| Operation# | Machine               | Operation  |
| 1          | Laser Cutting         | memotong lembaran pelat berukuran 750x70                                     |
| 2          | Drilling Machine      | Lembaran pelat 15mm dibor dengan dimensi lubang Ø12 untuk mounting Shaft     |
| 3          | Drilling Machine      | Lembaran pelat 15mm dibor dengan dimensi lubang Ø24 untuk mounting ballscrew |
| 4          | Drilling Machine      | Membuat lubang Ø8 untuk mounting mototr sebanyak 4 buah                      |
| 5          | Gerinda               | Menghasilkan sudut dari setiap ujung benda kerja                             |

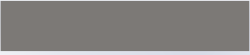





## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

|   |            |  |   |
|---|------------|--|---|
|  | Part Name  | Middle Frame                                     |   |
|   | Material   | SS400  |   |
|   | Dimension  | 750x150x75                                       |   |
|   | Operation# | Machine  | Operation                                 |
|   | 1          | Laser Cutting                                    | memotong lembaran pelat berukuran 750x150 |
| 2   | Gerinda    | Menghaluskan sudut dari setiap ujung benda kerja |   |

|  |            |  |                                 |
|--|------------|--|---------------------------------|
|  | Part Name  | Shaft 780 mm                           |                                 |
|  | Material   | SS400                                  |                                 |
|  | Dimension  | 780x12x12                              |                                 |
|  | Operation# | Machine                                | Operation                       |
|  | 1          | Gerinda                                | memotong shaft sepanjang 780 mm |
| 2  | bubut      | diameter shaft disesuaikan menjadi Ø12 |                                 |
| 3  | bubut      | Menghaluskan permukaan                 |                                 |

|   |            |  |                                 |
|---|------------|--|---------------------------------|
|  | Part Name  | Middle Frame                           |                                 |
|   | Material   | SS400                                  |                                 |
|   | Dimension  | 313 x12x12 mm                          |                                 |
|   | Operation# | Machine                                | Operation                       |
|   | 1          | Gerinda                                | memotong shaft sepanjang 313 mm |
| 2   | bubut      | diameter shaft disesuaikan menjadi Ø12 |                                 |
| 3   | bubut      | Menghaluskan permukaan                 |                                 |

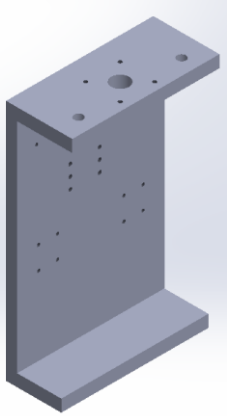


## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

|            |                                |  |
|------------|--------------------------------|--|
| Part Name  | Vertical Base Holder           |  |
| Material   | SS400                          |  |
| Dimension  | 330x200x90 mm                  |  |
| Operation# | Machine                        | Operation  |
| 1          | Laser<br>Cutting               | memotong vertical base plat berukuran 330x200 mm   |
| 2          | Drilling<br>Machine,<br>Tap M8 | Lembaran pelat ukuran 330x200mm dibor dengan dimensi lubang Ø8 dan dilakukan Tap untuk lubang Baut M8                |
| 3          | Laser<br>Cutting               | memotong vertical base plat berukuran 90x200 mm  |
| 4          | Drilling<br>Machine,<br>Tap M8 | Lembaran pelat ukuran 90x200 mm dibor dengan dimensi lubang Ø8 dan dilakukan Tap untuk lubang Baut M8 mounting motor |
| 5          | Drilling<br>Machine,<br>Tap M8 | Lembaran pelat ukuran 90x200 mm dibor dengan dimensi lubang Ø12 untuk lubang shaft 313mm                             |
| 6          | Laser<br>Cutting               | memotong vertical base plat berukuran 90x200 mm  |
| 7          | Las SMAW                       | Pelat mesin berukuran 90x200 mm sejumlah 2 buah di las ke vertical base plat   |





## Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

|   |                  |   |           |
|---|------------------|---|-----------|
|   | Part Name        | Vertical Holder   |           |
|   | Material         | SS400   |           |
|   | Dimension        | 313 x12x12 mm   |           |
|   | Operation#       | Machine   | Operation |
| 1 | Laser Cutting    | memotong lembaran pelat berukuran 182x60x10 mm  |           |
| 2 | Drilling Machine | Lembaran pelat 10mm dibor dengan dimensi lubang Ø8 untuk lubang M8 sesuai gambar teknik |           |
| 3 | Gerinda          | Menghaluskan sudut dari setiap ujung benda kerja  |           |

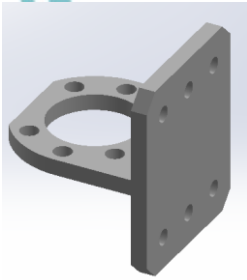
POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



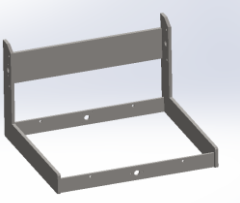
|            |                  |   |
|------------|------------------|---|
| Part Name  | Middle Frame     |   |
| Material   | SS400            |   |
| Dimension  | 60x50x50 @5mm    |   |
| Operation# | Machine          | Operation   |
| 1          | Gergaji Besi     | memotong lembaran pelat berukuran 50x50 mm @5mm ( Base Flange)  |
| 2          | Drilling Machine | Lembaran pelat 5mm ukuran 50x50mm dibor dengan dimensi lubang Ø4 untuk lubang M4 sesuai gambar teknik |
| 3          | Gerinda          | Menghaluskan sudut dari setiap ujung benda kerja  |
| 4          | Gergaji Besi     | memotong lembaran pelat berukuran 45x45 mm ( Flange)  |
| 5          | Drilling Machine | Lembaran pelat 5mm dibor dengan dimensi lubang Ø26  |
| 6          | Drilling Machine | Lembaran pelat 5mm ukuran 45x45mm dibor dengan dimensi lubang Ø4 untuk lubang M4 sesuai gambar teknik |
| 7          | Gerinda          | Menghaluskan sudut dari setiap ujung benda kerja  |
| 8          | Las SMAW         | Pelat mesin berukuran 50x50 dan 45x45 dilas pada 2 sisinya  |



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

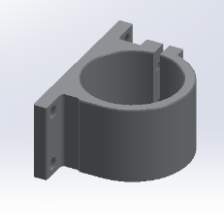
|   |                |  |   |
|---|----------------|--|---|
|  | Part Name      | Assembly Frame   |   |
|   | Material       | SS400  |   |
|   | Dimension      | 313 x12x12 mm  |   |
|   | Operation#     | Machine  | Operation   |
|   | 1              | Right Frame  | Frame Rangka kanan di las menggunakan las SMAW terhadap framme tengah, frame belakang dan frame depan |
| 2   | Left Frame     | Frame Rangka kiri di las menggunakan las SMAW terhadap framme tengah, frame belakang dan frame depan |   |
| 3   | Frame Depan    | Frame Depan di las menggunakan mesin las SMAW terhadap frame kanan dan kiri                          |   |
| 4   | Frame Belakang | Frame Depan di las menggunakan mesin las SMAW terhadap frame kanan dan kiri                          |   |
| 5   | Frame Tengah   | Frame Depan di las menggunakan mesin las SMAW terhadap frame kanan dan kiri                          |   |



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

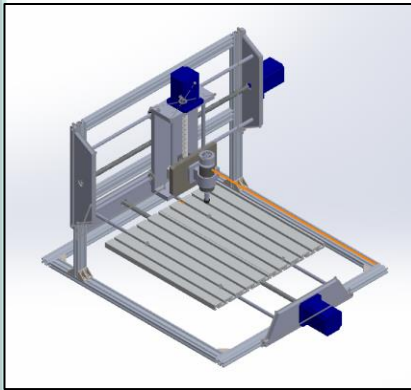
|   |            |                 |  |
|---|------------|-----------------|--|
|  | Part Name  | Spindle Bracket |  |
|   | Material   | SS400           |  |
|   | Dimension  | 313 x12x12 mm   |  |
|   |            |                 |  |
|   | Operation# | Machine         | Operation                                      |
|   | 1          | 3D scanner      | membuat spindle bracket menggunakan 3D scanner |

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2. Analisa DFA Desain Alternatif 1



| 1           | 2               | 3                              | 4                             | 5                               | 6                              | 7  | 8   | Name Of Assembly        |
|-------------|-----------------|--------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--|---|-------------------------|
| Part I.D No | Number Of Items | Two Digit Manual Handling Code | Manual Handling Time Per Part | Two Digit Manual Insertion Code | Manual Insertion Time Per Part | Operation Time, seconds<br>(2) x [(4) + (6)] | Figures For Estimation of Theoretical Minimum Parts | Assembly of CNC Routers |
| 1           | 4               | 0                              | 1.1                           | 0                               | 1.5                            | 6.02   | 1   | Vslot 2040              |
| 2           | 4               | 10                             | 1.5                           | 92                              | 5                              | 11   | 1   | Cornering               |
| 3           | 8               | 10                             | 1.5                           | 38                              | 6                              | 18   | 1   | Baut M8                 |
| 4           | 1               | 30                             | 2                             | 92                              | 5                              | 6.95   | 1   | Holder Front            |
| 5           | 2               | 10                             | 1.5                           | 38                              | 6                              | 9  | 1   | Baut M8                 |
| 6           | 1               | 10                             | 1.5                           | 38                              | 6                              | 7.5  | 1   | Bearing Flange          |
| 7           | 1               | 30                             | 2                             | 92                              | 5                              | 6.95   | 1   | Holder Back             |
| 8           | 2               | 10                             | 1.5                           | 38                              | 6                              | 9  | 0   | Baut M8                 |
| 9           | 1               | 10                             | 1.5                           | 38                              | 6                              | 7.5  | 1   | Bearing Flange          |

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

| 1           | 2               | 3                              | 4                             | 5                               | 6                              | 7   | 8   | Name Of Assembly        |
|-------------|-----------------|--------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---|---|-------------------------|
| Part I.D No | Number Of Items | Two Digit Manual Handling Code | Manual Handling Time Per Part | Two Digit Manual Insertion Code | Manual Insertion Time Per Part | Operation Time, seconds (2) x [(4) + (6)] | Figures For Estimation of Theoretical Minimum Parts | Assembly of CNC Routers |
| 10          | 1               | 2                              | 1.8                           | 40                              | 4.5                            | 6.3                                       | 1   | Motor Sumbu Z           |
| 11          | 2               | 0                              | 1.1                           | 30                              | 2                              | 4.26                                      | 1   | Shaft Linear            |
| 12          | 4               | 20                             | 1.8                           | 92                              | 5                              | 12.2                                      | 1   | Linear Guide            |
| 13          | 16              | 10                             | 1.5                           | 38                              | 6                              | 30  | 0   | Baut M8                 |
| 14          | 1               | 0                              | 1.1                           | 98                              | 9                              | 10.13                                     | 1   | Guide Screw             |
| 15          | 1               | 53                             | 2.7                           | 39                              | 8                              | 10.73                                     | 1   | Flange                  |
| 16          | 6               | 10                             | 1.5                           | 38                              | 6                              | 15  | 1   | Baut M8                 |
| 17          | 1               | 94                             | 3                             | 92                              | 5                              | 8   | 1   | Table T Slot 500 x 500  |
| 18          | 1               | 0                              | 1.1                           | 98                              | 9                              | 10.13                                     | 1   | Screw 800 mm            |
| 19          | 1               | 0                              | 1.1                           | 98                              | 9                              | 10.13                                     | 1   | Guide Screw             |
| 20          | 4               | 10                             | 1.5                           | 38                              | 6                              | 12  | 0   | Baut M8                 |
| 21          | 4               | 0                              | 1.1                           | 0                               | 1.5                            | 6.02                                      | 1   | Vslot 2040              |
| 22          | 12              | 4                              | 10                            | 1.5                             | 92                             | 132                                       | 1   | Cornering               |
| 23          | 8               | 6                              | 10                            | 1.5                             | 38                             | 118                                       | 0   | Baut M8                 |
| 24          | 1               | 30                             | 2                             | 92                              | 5                              | 6.95                                      | 1   | Holder kanan            |
| 25          | 2               | 6                              | 10                            | 1.5                             | 38                             | 58  | 1   | Baut M8                 |
| 26          | 1               | 10                             | 1.5                           | 38                              | 6                              | 7.5                                       | 1   | Bearing Flange          |





## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

| 1           | 2               | 3                              | 4                             | 5                               | 6                              | 7  | 8   | Name Of Assembly        |
|-------------|-----------------|--------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--|---|-------------------------|
| Part I.D No | Number Of Items | Two Digit Manual Handling Code | Manual Handling Time Per Part | Two Digit Manual Insertion Code | Manual Insertion Time Per Part | Operation Time, seconds $(2) \times [(4) + (6)]$ | Figures For Estimation of Theoretical Minimum Parts | Assembly of CNC Routers |
| 27          | 1               | 30                             | 2                             | 92                              | 5                              | 6.95   | 1   | Holder kanan            |
| 28          | 2               | 6                              | 10                            | 1.5                             | 38                             | 58   | 1   | Baut M8                 |
| 29          | 1               | 10                             | 1.5                           | 38                              | 6                              | 7.5  | 1   | Bearing Flange          |
| 30          | 2               | 0                              | 1.1                           | 30                              | 2                              | 4.26   | 1   | Shaft Linear            |
| 31          | 4               | 20                             | 1.8                           | 92                              | 5                              | 12.2   | 1   | Linear Guide            |
| 32          | 16              | 6                              | 10                            | 1.5                             | 38                             | 198  | 1   | Baut M8                 |
| 33          | 1               | 2                              | 1.8                           | 40                              | 4.5                            | 6.3  | 1   | Motor Sumbu Z           |
| 34          | 1               | 30                             | 2                             | 92                              | 5                              | 6.95   | 1   | Vertical Holder         |
| 35          | 1               | 0                              | 1.1                           | 98                              | 9                              | 10.13  | 1   | Screw 800 mm            |
| 36          | 1               | 0                              | 1.1                           | 98                              | 9                              | 10.13  | 1   | Guide Screw             |
| 37          | 1               | 53                             | 2.7                           | 39                              | 8                              | 10.73  | 1   | Flange                  |
| 38          | 6               | 10                             | 1.5                           | 38                              | 6                              | 15   | 0   | Baut M8                 |
| 39          | 2               | 0                              | 1.1                           | 30                              | 2                              | 4.26   | 1   | Shaft Linear            |
| 40          | 2               | 20                             | 1.8                           | 92                              | 5                              | 8.6  | 1   | Linear Guide            |
| 41          | 8               | 6                              | 10                            | 1.5                             | 38                             | 118  | 0   | Baut M8                 |
| 42          | 1               | 2                              | 1.8                           | 40                              | 4.5                            | 6.3  | 1   | Motor Sumbu Y           |



### © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

#### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

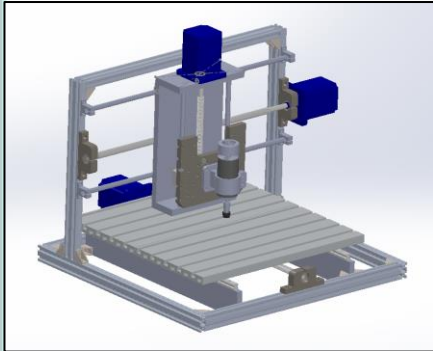
| 1   | 2               | 3                              | 4                             | 5                               | 6                              | 7   | 8   | Name Of Assembly        |
|---|-----------------|--------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---|---|-------------------------|
| Part I.D No   | Number Of Items | Two Digit Manual Handling Code | Manual Handling Time Per Part | Two Digit Manual Insertion Code | Manual Insertion Time Per Part | Operation Time, seconds (2) x [(4) + (6)] | Figures For Estimation of Theoretical Minimum Parts | Assembly of CNC Routers |
| 43  | 1               | 30                             | 2                             | 38                              | 6                              | 7.95                                      | 1   | Base Plate Vertical     |
| 44  | 1               | 10                             | 1.5                           | 92                              | 5                              | 6.5                                       | 1   | Router Holder           |
| 45  | 6               | 6                              | 10                            | 1.5                             | 38                             | 98  | 0   | Baut M8                 |
| $EM = (3x NM) / TM$ Nilai efisiensinya (EM) adalah 10.04% |                 |                                |                               |                                 |                                | 1187                                      | 38  |                         |
|   |                 |                                |                               |                                 |                                | TM  | NM  |                         |

POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA



## Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 3. Analisa DFA Desain Alternatif 3



| 1           | 2               | 3                              | 4                             | 5                               | 6                              | 7   | 8   | Name of Assembly        |
|-------------|-----------------|--------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---|---|-------------------------|
| Part I.D No | Number Of Items | Two Digit Manual Handling Code | Manual Handling Time Per Part | Two Digit Manual Insertion Code | Manual Insertion Time Per Part | Operation Time, seconds (2) x [(4) + (6)] | Figures For Estimation of Theoretical Minimum Parts | Assembly of CNC Routers |
| 1           | 4               | 0                              | 1.1                           | 0                               | 1.5                            | 10.4                                      | 1   | Vslot 2040              |
| 2           | 8               | 10                             | 1.5                           | 92                              | 5                              | 52  | 1   |                         |
| 3           | 1<br>6          | 10                             | 1.5                           | 38                              | 6                              | 120                                       | 0   | Baut M8                 |
| 4           | 2               | 52                             | 2.6                           | 38                              | 6                              | 17.1<br>4                                 | 1   | Slideer Sumbu Z         |
| 5           | 1<br>6          | 10                             | 1.5                           | 92                              | 5                              | 104                                       | 1   | Cornering               |
| 6           | 3<br>2          | 10                             | 1.5                           | 38                              | 6                              | 240                                       | 0   | Baut M8                 |
| 7           | 1               | 3                              | 2                             | 38                              | 6                              | 7.95                                      | 1   | Rail 550 mm             |
| 8           | 8               | 10                             | 1.5                           | 38                              | 6                              | 60  | 0   | Baut M8                 |
| 9           | 1               | 3                              | 2                             | 2                               | 2                              | 3.95                                      | 1   | Guide Rail              |
| 10          | 4               | 10                             | 1.5                           | 38                              | 6                              | 30  | 0   | Baut M8                 |
| 11          | 1               | 3                              | 2                             | 2                               | 2                              | 3.95                                      | 1   | Guide Rail              |

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

| 1           | 2               | 3                              | 4                             | 5                               | 6                              | 7   | 8   | Name Of Assembly        |
|-------------|-----------------|--------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---|---|-------------------------|
| Part I.D No | Number Of Items | Two Digit Manual Handling Code | Manual Handling Time Per Part | Two Digit Manual Insertion Code | Manual Insertion Time Per Part | Operation Time, seconds (2) x [(4) + (6)] | Figures For Estimation of Theoretical Minimum Parts | Assembly of CNC Routers |
| 12          | 4               | 10                             | 1.5                           | 38                              | 6                              | 30  | 0   | Baut M8                 |
| 13          | 1               | 3                              | 2                             | 38                              | 6                              | 7.95                                      | 1   | Rail 550 mm             |
| 14          | 8               | 10                             | 1.5                           | 38                              | 6                              | 60  | 0   | Baut M8                 |
| 15          | 1               | 3                              | 2                             | 2                               | 2                              | 3.95                                      | 1   | Guide Rail              |
| 16          | 4               | 10                             | 1.5                           | 38                              | 6                              | 30  | 0   | Baut M8                 |
| 17          | 1               | 3                              | 2                             | 2                               | 2                              | 3.95                                      | 1   | Guide Rail              |
| 18          | 4               | 10                             | 1.5                           | 38                              | 6                              | 30  | 0   | Baut M8                 |
| 19          | 1               | 2                              | 1.8                           | 40                              | 4.5                            | 6.3                                       | 1   | Mounting Sumbu Z        |
| 20          | 2               | 10                             | 1.5                           | 38                              | 6                              | 15  | 0   | Baut M8                 |
| 21          | 1               | 50                             | 1.8                           | 1                               | 1                              | 2.84                                      | 1   | Radial Bearing          |
| 22          | 1               | 2                              | 1.8                           | 40                              | 4.5                            | 6.3                                       | 1   | Mounting Sumbu x        |
| 23          | 2               | 10                             | 1.5                           | 38                              | 6                              | 15  | 0   | Baut M8                 |
| 24          | 1               | 50                             | 1.8                           | 1                               | 1                              | 2.84                                      | 1   | Radial Bearing          |
| 25          | 1               | 0                              | 1.1                           | 98                              | 9                              | 10.13                                     | 1   | Screw 600mm             |
| 26          | 1               | 10                             | 1.5                           | 38                              | 6                              | 7.5                                       | 1   | Flange                  |
| 27          | 1               | 0                              | 1.1                           | 98                              | 9                              | 10.13                                     | 1   | Guide Screw             |
| 28          | 6               | 10                             | 1.5                           | 38                              | 6                              | 45  | 0   | Baut M8                 |
| 29          | 1               | 2                              | 1.8                           | 38                              | 6                              | 7.8                                       | 1   | Motor Sumbu Z           |
| 30          | 1               | 10                             | 1.5                           | 92                              | 5                              | 6.5                                       | 1   | Shaft Coupler           |
| 31          | 4               | 10                             | 1.5                           | 38                              | 6                              | 30  | 0   | Baut M8                 |
| 32          | 1               | 94                             | 3                             | 92                              | 5                              | 8   | 1   | Table 500x500           |



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

| 1           | 2               | 3                              | 4                             | 5                               | 6                              | 7   | 8   | Name Of Assembly        |
|-------------|-----------------|--------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---|---|-------------------------|
| Part I.D No | Number Of Items | Two Digit Manual Handling Code | Manual Handling Time Per Part | Two Digit Manual Insertion Code | Manual Insertion Time Per Part | Operation Time, seconds (2) x [(4) + (6)] | Figures For Estimation of Theoretical Minimum Parts | Assembly of CNC Routers |
| 33          | 4               | 10                             | 1.5                           | 38                              | 6                              | 30  | 0   | Baut M8                 |
| 34          | 3               | 0                              | 1.1                           | 0                               | 1.5                            | 7.8                                       | 1   | Vslot 2040              |
| 35          | 6               | 10                             | 1.5                           | 92                              | 5                              | 39  | 1   | Cornering               |
| 36          | 1<br>2          | 10                             | 1.5                           | 38                              | 6                              | 90  | 0   | Baut M8                 |
| 37          | 4               | 2                              | 1.8                           | 40                              | 4.5                            | 25.2                                      | 0   | Bracket Linear          |
| 38          | 8               | 10                             | 1.5                           | 38                              | 6                              | 60  | 0   | Baut M 8                |
| 39          | 2               | 0                              | 1.1                           | 30                              | 2                              | 6.26                                      | 1   | Linear Shaft            |
| 40          | 2               | 2                              | 1.8                           | 40                              | 4.5                            | 12.6                                      | 1   | Mounting sumbu X        |
| 41          | 4               | 10                             | 1.5                           | 38                              | 6                              | 30  | 0   | Baut M8                 |
| 42          | 2               | 50                             | 1.8                           | 1                               | 1                              | 5.68                                      | 1   | Radial bearing          |
| 43          | 1               | 0                              | 1.1                           | 98                              | 9                              | 10.1<br>3                                 | 1   | Screw 600mm             |
| 44          | 1               | 2                              | 1.8                           | 38                              | 6                              | 7.8                                       | 1   | Motor Sumbu X           |
| 45          | 1               | 1                              | 1.5                           | 92                              | 5                              | 6.5                                       | 1   | Shaft Coupler           |
| 46          | 1               | 2                              | 1.8                           | 39                              | 8                              | 9.8                                       | 1   | Vertical Plate          |
| 47          | 1               | 2                              | 1.8                           | 38                              | 6                              | 7.8                                       | 1   | Motor Sumbu Y           |
| 48          | 4               | 10                             | 1.5                           | 38                              | 6                              | 30  | 0   | Baut M8                 |
| 49          | 1               | 10                             | 1.5                           | 92                              | 5                              | 6.5                                       | 1   | Shaft Coupler           |
| 50          | 1               | 0                              | 1.1                           | 98                              | 9                              | 10.1<br>3                                 | 1   | Screw 300mm             |
| 51          | 2               | 0                              | 1.1                           | 30                              | 2                              | 6.26                                      | 1   | Shaft Linear            |
| 52          | 1               | 10                             | 1.5                           | 38                              | 6                              | 7.5                                       | 1   | Flange                  |



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

| 1                                 | 2               | 3                              | 4                             | 5                               | 6                              | 7   | 8   | Name Of Assembly        |
|-----------------------------------|-----------------|--------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---|---|-------------------------|
| Part I.D No                       | Number Of Items | Two Digit Manual Handling Code | Manual Handling Time Per Part | Two Digit Manual Insertion Code | Manual Insertion Time Per Part | Operation Time, seconds (2) x [(4) + (6)] | Figures For Estimation of Theoretical Minimum Parts | Assembly of CNC Routers |
| 53                                | 1               | 0                              | 1.1                           | 98                              | 9                              | 10.13                                     | 1   | Guide Screw             |
| 54                                | 2               | 20                             | 1.8                           | 92                              | 5                              | 13.6                                      | 1   | Guide Bushing           |
| 55                                | 8               | 10                             | 1.5                           | 38                              | 6                              | 60  | 0   | Baut M8                 |
| 56                                | 1               | 51                             | 2.3                           | 8                               | 6.5                            | 8.75                                      | 1   | Stopper                 |
| 57                                | 1               | 30                             | 2                             | 38                              | 6                              | 8   | 0   | Vertical Base Plate     |
| 58                                | 1               | 10                             | 1.5                           | 92                              | 5                              | 6.5                                       | 1   | Spindle Barcket         |
| 59                                | 1               | 10                             | 1.5                           | 92                              | 5                              | 6.5                                       | 1   | Router                  |
| 60                                | 6               | 10                             | 1.5                           | 38                              | 6                              | 45  | 0   | Baut M5                 |
| $EM = (3x NM) / TM$               |                 |                                |                               |                                 |                                | 1556                                      | 39  |                         |
| Nilai efisiensinya (EM) adalah 8% |                 |                                |                               |                                 |                                | TM  | NM  |                         |



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

### Lampiran 4. Bukti Melakukan Survey Pada Perusahaan



Mesin CNC Router PT X



Pengambilan Kuisisioner kepada PT X



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

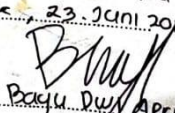
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

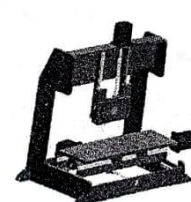
### Lampiran 5. Bukti Kuisisioner pada PT X

**VOICE OF CUSTOMER**

Saat ini PT. Tosida sedang melakukan pengembangan produk yaitu Pengembangan CNC Router yang Lebih efisien, lebih meminimalisir part dan lebih singkat waktu perakitannya. Namun sebelum itu, dilakukan penelitian kebutuhan konsumen terkait produk CNC Router.

1. Apa kriteria terpenting yang dibutuhkan oleh CNC Router yang diperuntukkan untuk dapat memotong/menggravir/ sebuah benda kerja?  
 Jawab :
  - Semua jenis material dengan ukuran tertentu (sesuai Pxl Table)
  - Material harus sudah difinishing bagian permukaannya
    - Mudah dalam operasi
    - Mudah dalam maintenance
2. Dari desain ini, apa kelebihanannya?  
 Jawab :
  - Desain minimalis, tidak memerlukan space besar
  - Dapat digunakan untuk mesin las (CNC-welding), dengan cara ganti kerangka.
3. Dari desain ini, apa kekurangannya?  
 Jawab :
  - Hanya untuk material ukuran tertentu (P... , e.. )
4. Apa improvement yang perlu ditambahkan dari design CNC Router yang sudah ada ?  
 Jawab :
  - Area kerja bisa dibuat lebih besar
5. Bahan Apa saja yang harus dapat di potong dari Mesin CNC yang ingin dirancang perusahaan PT Tosida  
 Jawab :
  - Diperuntukkan untuk bahan aluminium, kayu elbata, baja biasa (SUSC) tapi untuk material yang lebih keras juga bisa (SKD 11, SKD 61, VCN)

Depak, 23 Juni 2020  
  
 Bayu Dwi Aprianto







## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

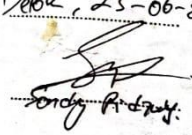
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta


### Lampiran 6. Bukti Kuisisioner pada PT X

**VOICE OF CUSTOMER**

Saat ini PT. Tosida sedang melakukan pengembangan produk yaitu Pengembangan CNC Router yang Lebih efisien, lebih meminimalisir part dan lebih singkat waktu perakitanya. Namun sebelum itu, dilakukan penelitian kebutuhan konsumen terkait produk CNC Router.

1. Apa kriteria terpenting yang dibutuhkan oleh CNC Router yang diperuntukkan untuk dapat memotong/menggravir/ sebuah benda kerja?  
 Jawab : Perakitan Material harus sudah di Finishing
2. Dari desain ini, apa kelebihanannya?  
 Jawab :  
 # Desain ini banyak menggunakan baut, Sehingga mudah untuk Perakitan  
 # Sudut Router bisa diatur  
 # Spare part mudah di Cari
3. Dari desain ini, apa kekurangannya?  
 Jawab :  
 Diperlukan tambahan (sistem pendinginan / cooling) jika material yg digunakan besi semi Harden (SKO 11, SKD 61, VCU)
4. Apa improvement yang perlu ditambahkan dari design CNC Router yang sudah ada ?  
 Jawab :  
 Untuk Dapat memudahkan Proses Pencukaman, Meja kerja dibuat Sama Seperti meja CNC milling.
5. Bahan Apa saja yang harus dapat di potong dari Mesin CNC yang ingin dirancang perusahaan PT Tosida  
 Jawab : Semua bahan bisa diproses

Dopo, 23-06-2022  
  
 Sony Pradya

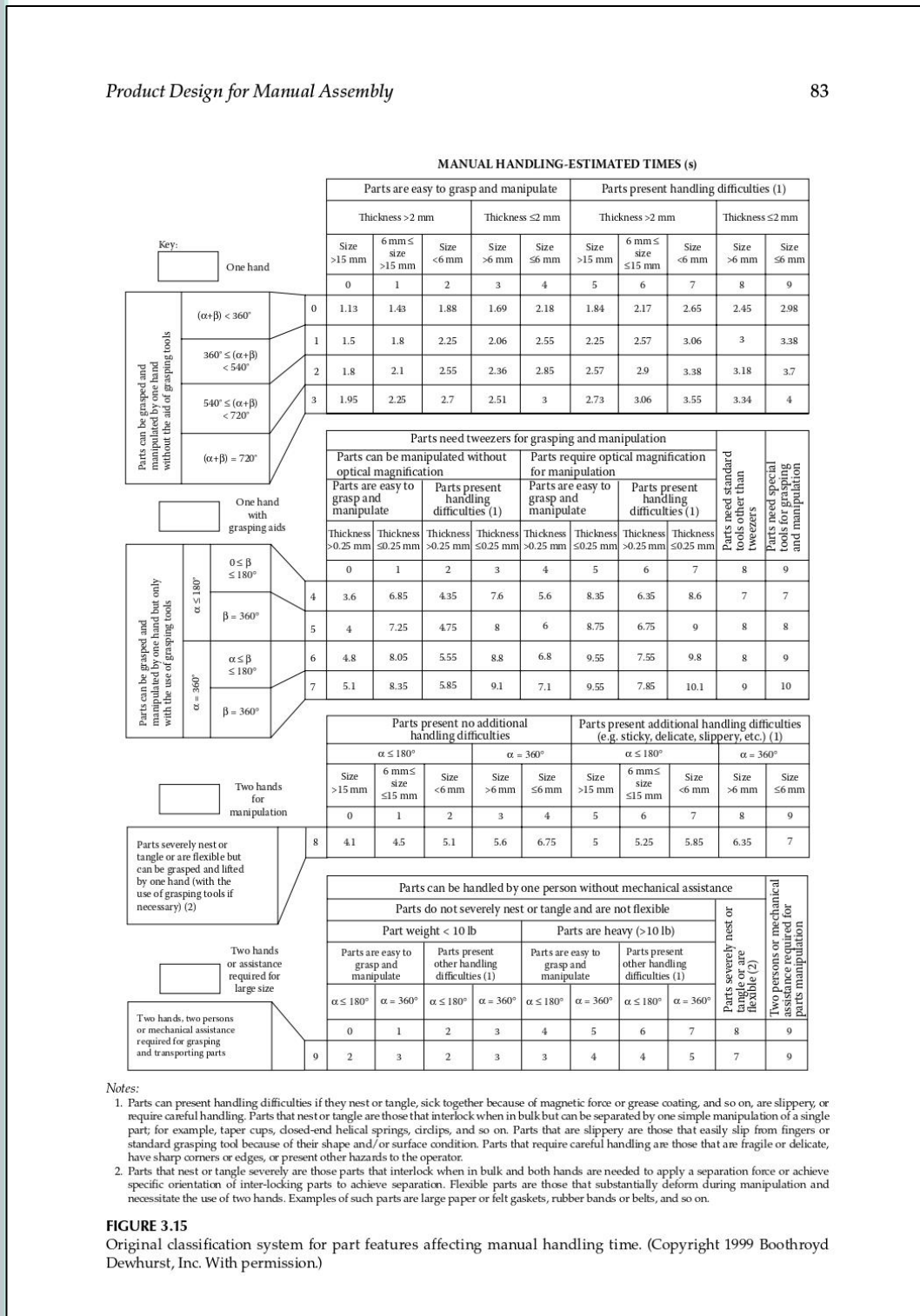




Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 7. Tabel Manual Handling Boothroyd & Dewhurst





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 8. Tabel *Manual Insertion Boothroyd & Dewhurst*

84

*Product Design for Manufacture and Assembly*

**MANUAL INSERTION- ESTIMATED TIMES (s)**

|  |    | Alter assembly no holding down required to maintain orientation and location (3) |                             |   |                             | Holding down required during subsequent processes to maintain orientation at location (3) |                             |   |                             |
|--|----|--|-----------------------------|---|-----------------------------|---|-----------------------------|---|-----------------------------|
|  |    | Easy to align and position during assembly (4)                                   |                             | Not easy to align or position during assembly |                             | Easy to align and position during assembly (4)  |                             | Not easy to align or position during assembly |                             |
|  |    | No resistance to insertion   | Resistance to insertion (5) | No resistance to insertion                    | Resistance to insertion (5) | No resistance to insertion  | Resistance to insertion (5) | No resistance to insertion                    | Resistance to insertion (5) |
|  |    | 0  | 1                           | 2   | 3                           | 6   | 7                           | 8   | 9                           |
| Addition of any part (1) where neither the part itself nor any other part is finally secured immediately<br>Part and associated tool (including hands) can easily reach the desired location<br>Due to obstructed access or restricted vision (2)                                    | 0  | 1.5  | 2.5                         | 2.5   | 3.5                         | 5.5   | 6.5                         | 6.5   | 7.5                         |
|  | 1  | 4  | 5                           | 5   | 6                           | 8   | 9                           | 9   | 10                          |
|  | 2  | 5.5  | 6.5                         | 6.5   | 7.5                         | 9.5   | 10.5                        | 10.5  | 11.5                        |
| Addition of any part (1) where the part itself and/or other parts are being finally secured immediately<br>Part and associated tool (including hands) cannot easily reach the desired location or tool is obstructed<br>Due to obstructed access or restricted vision (2)            | 3  | 2  | 5                           | 4   | 5                           | 6   | 7                           | 8   | 9                           |
|  | 4  | 4.5  | 7.5                         | 6.5   | 7.5                         | 8.5   | 9.5                         | 10.5  | 11.5                        |
|  | 5  | 6  | 9                           | 8   | 9                           | 10  | 11                          | 12  | 13                          |
|  | 6  | 7  | 8                           | 9   | 10                          | 11  | 12                          | 13  | 14                          |
|  | 7  | 8  | 9                           | 10  | 11                          | 12  | 13                          | 14  | 15                          |
| Addition of any part (1) where the part itself and/or other parts are being finally secured immediately<br>Part and associated tool (including hands) can easily reach the desired location and the tool can be operated easily<br>Due to obstructed access or restricted vision (2) | 8  | 3  | 4                           | 5   | 6                           | 7   | 8                           | 9   | 10                          |
|  | 9  | 4  | 5                           | 6   | 7                           | 8   | 9                           | 10  | 11                          |
| Assembly processes where all solid parts are in place<br>Separate operation  | 9  | 4  | 7                           | 5   | 12                          | 7   | 8                           | 12  | 12                          |
|  | 10 | 4  | 7                           | 5   | 12                          | 7   | 8                           | 12  | 12                          |

Notes:

1. A part is the solid of non-solid element of an assembly during an assembly process. A subassembly is considered a part if it is added during assembly. However, adhesives, fluxes, fillers, and so on, used for joining parts are not considered to be parts.
2. Obstructed access means that the space available for the assembly operation causes a significant increase in the assembly time. Restricted vision means that the operator has to rely mainly on tactile sensing during the assembly process.
3. Holding down required means that the part is unstable after placement or insertion or during subsequent operations and will require gripping, realignment, or holding down before it is finally secured. Holding down refers to an operation that, if necessary, maintains the position and orientation of a part already in place, prior to, or during the next assembly operation. A part is located if it will not require holding down or realignment for subsequent operations and is only partially secured.
4. A part is easy to align and position if the position of the part is established by locating features on the part or on its mating part and insertion is facilitated by well designed chamfers or similar features.
5. The resistance encountered during part insertion can be due to small clearances, jamming or wedging, hang-up conditions, or insertion against a large force. For example, a press fit is an interference fit where a large force is required for assembly. The resistance encountered with self-tapping screws is similarly an example of insertion resistance.

FIGURE 3.16

Original classification system for part features affecting insertion and fastening. (Copyright 1999 Boothroyd Dewhurst, Inc. With permission)



## Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran.9 Tabel Harga Desain Awal

| Nama Part                 | Harga Satuan       | Quantity | Harga Total        | Sumber       |
|---------------------------|--------------------|----------|--------------------|--------------|
| Left Frame                | Rp<br>22,000.00    | 1        | Rp<br>396,000.00   | Offline      |
| Right Frame               | Rp<br>22,000.00    | 1        | Rp<br>374,000.00   | Offline      |
| Front Cross member        | Rp<br>22,000.00    | 1        | Rp<br>110,000.00   | Offline      |
| Baut M ( 8 )              | Rp<br>1,050.00     | 124      | Rp<br>130,200.00   | tokopedia    |
| Baut M(5)                 | Rp<br>585.00       | 6        | Rp<br>3,510.00     | tokopedia    |
| Back Cross Member         | Rp<br>22,000.00    | 1        | Rp<br>110,000.00   | Offline      |
| Back Upper Cross Member   | Rp<br>22,000.00    | 1        | Rp<br>110,000.00   | Offline      |
| Upper Cross Member        | Rp<br>22,000.00    | 1        | Rp<br>110,000.00   | Offline      |
| Middle Cross Member       | Rp<br>22,000.00    | 1        | Rp<br>110,000.00   | Offline      |
| Plat Adjuster 1           | Rp<br>22,000.00    | 4        | Rp<br>4,400.00     | Offline      |
| Screw 60 cm + Guide Screw | Rp<br>1,720,000.00 | 2        | Rp<br>3,440,000.00 | PO<br>TOSIDA |
| Flange                    | Rp<br>3,498.00     | 3        | Rp<br>10,494.00    | tokopedia    |
| Bearing Flange            | Rp<br>26,900.00    | 2        | Rp<br>53,800.00    | tokopedia    |
| Rail 450 mm               | Rp<br>390,000.00   | 2        | Rp<br>780,000.00   | tokopedia    |
| Guide Rail 1              | Rp<br>360,000.00   | 8        | Rp<br>2,880,000.00 | tokopedia    |
| Rail 550 mm               | Rp<br>460,000.00   | 2        | Rp<br>920,000.00   | tokopedia    |
| Holder Linier Guide       | Rp<br>3,498.00     | 3        | Rp<br>10,494.00    | tokopedia    |
| Motor Stepper Nema 23     | Rp<br>345,000.00   | 3        | Rp<br>1,035,000.00 | tokopedia    |
| Shaft Coupler             | Rp<br>31,500.00    | 3        | Rp<br>94,500.00    | tokopedia    |

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

| Nama Part                               | Harga Satuan    | Quantity | Harga Total      | Sumber    |
|---|-----------------|----------|------------------|-----------|
| Motor Nema Holder                       | Rp 27,900.00    | 3        | Rp 83,700.00     | tokopedia |
| Slider Base                             | Rp 22,000.00    | 4        | Rp 77,000.00     | Offline   |
| Table                                   | Rp 450,000.00   | 1        | Rp 450,000.00    | tokopedia |
| Mounting Motor Sumbu X 2                | Rp 7,238.00     | 3        | Rp 21,714.00     | tokopedia |
| Radial Bearing – 68 1                   | Rp 80,000.00    | 3        | Rp 240,000.00    | tokopedia |
| External Retaining ring 2               | Rp 550.00       | 6        | Rp 3,300.00      | tokopedia |
| Internal Retaining Ring 2               | Rp 950.00       | 6        | Rp 5,700.00      | tokopedia |
| Upper Silder Base 2                     | Rp 22,000.00    | 2        | Rp 44,000.00     | Offline   |
| Screw 30 cm + Guide Screw               | Rp 1,480,000.00 | 1        | Rp 1,480,000.00  | tokopedia |
| Guide Rail 350                          | Rp 330,000.00   | 1        | Rp 330,000.00    | tokopedia |
| Base Anvil                              | Rp 22,000.00    | 1        | Rp 46,200.00     | offline   |
| Base Plate Vertical                     | Rp 22,000.00    | 1        | Rp 66,000.00     | offline   |
| Stopper Vertical Ball Screw             | Rp 8,000.00     | 1        | Rp 8,000.00      | tokopedia |
| <b>Pin VLT 1</b>                        | Rp 12,000.00    | 1        | Rp 12,000.00     | tokopedia |
| <b>Pin VLT 2</b>                        | Rp 24,000.00    | 1        | Rp 24,000.00     | tokopedia |
| Flat Washer                             | Rp 650.00       | 1        | Rp 650.00        | tokopedia |
| Formed Hex Screw M 12 X 1.75 x 30 30 mm | Rp 3,099.00     | 1        | Rp 3,099.00      | tokopedia |
| Spindle Bracket                         | Rp 75,000.00    | 1        | Rp 75,000.00     | tokopedia |
| Router                                  | Rp 1,850,000.00 | 1        | Rp 1,850,000.00  | tokopedia |
| Total                                   |                 |          | Rp 15,502,761.00 |           |



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 10 Tabel Harga Desain Alternatif 1

| Nama Part                  | Harga Satuan    | Quantity | Harga Total     | Sumber    |
|----------------------------|-----------------|----------|-----------------|-----------|
| V-Slot 2040 Horizontal 750 | Rp 1,100.00     | 1        | Rp 330,000.00   | Tokopedia |
| VSlot 2040x 600            | Rp 1,100.00     | 1        | Rp 132,000.00   | Tokopedia |
| VSlot 2040 x 670           | Rp 1,100.00     | 1        | Rp 147,400.00   | Tokopedia |
| Cornering                  | Rp 1,800.00     | 16       | Rp 28,800.00    | Tokopedia |
| Baut M8                    | Rp 1,050.00     | 72       | Rp 75,600.00    | Tokopedia |
| Holder linier              | Rp 88,000.00    | 4        | Rp 352,000.00   | Tokopedia |
| BallScrew 800mm            | Rp 574,000.00   | 2        | Rp 1,148,000.00 | Tokopedia |
| Bearing Flange             | Rp 26,900.00    | 2        | Rp 53,800.00    | Tokopedia |
| Shaft Linear 780           | Rp 1,990.00     | 78       | Rp 155,220.00   | Tokopedia |
| Shaft Coupler              | Rp 31,500.00    | 3        | Rp 94,500.00    | tokopedia |
| Motor Stepper Nema 23      | Rp 345,000.00   | 3        | Rp 1,035,000.00 | tokopedia |
| Shaft Linear 860mm         | Rp 1,990.00     | 860      | Rp 1,711,400.00 | Tokopedia |
| Shaft Linear 330           | Rp 1,990.00     | 330      | Rp 656,700.00   | Tokopedia |
| Linear Guide               | Rp 33,000.00    | 10       | Rp 330,000.00   | Tokopedia |
| Flange                     | Rp 3,498.00     | 3        | Rp 10,494.00    | Tokopedia |
| Table 500x500              | Rp 450,000.00   | 1        | Rp 450,000.00   | tokopedia |
| Base Vertical Holder       | Rp 242,000.00   | 1        | Rp 242,000.00   | offline   |
| BallScrew 300 mm           | Rp 1,480,000.00 | 1        | Rp 1,480,000.00 | Tokopedia |

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , pennisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

| Nama Part           | Harga Satuan    | Quantity | Harga Total      | Sumber    |
|---------------------|-----------------|----------|------------------|-----------|
| Base Plate Vertical | Rp 66,000.00    | 3        | Rp 198,000.00    | Tokopedia |
| Spindle Bracket     | Rp 75,000.00    | 1        | Rp 75,000.00     | tokopedia |
| Router              | Rp 1,850,000.00 | 1        | Rp 1,850,000.00  | tokopedia |
| Total Harga         |                 |          | Rp 10,555,914.00 |           |





## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran.11 Tabel Harga Desain alternatif 2

| Nama Part                              | Harga Satuan    | Quantity | Harga Total     | Sumber    |
|--|-----------------|----------|-----------------|-----------|
| Frame Rangka Depan                     | Rp 22,000.00    | 1        | Rp 90,200.00    | tokopedia |
| Frame Rangka Belakang                  | Rp 22,000.00    | 1        | Rp 90,200.00    | Tokopedia |
| Frame rangka Kanan                     | Rp 22,000.00    | 1        | Rp 286,000.00   | tokopedia |
| Frame Rangka Kiri                      | Rp 22,000.00    | 1        | Rp 286,000.00   | Tokopedia |
| Shaft Guide/ linear                    | Rp 33,000.00    | 10       | Rp 330,000.00   | tokopedia |
| KFL 003 Block Flange Ball Bearing      | Rp 27,500.00    | 2        | Rp 55,000.00    | Tokopedia |
| Frame Tengah                           | Rp 22,000.00    | 1        | Rp 297,000.00   | tokopedia |
| BallScrew 700                          | Rp 564,000.00   | 1        | Rp 564,000.00   | Tokopedia |
| Table 500x500                          | Rp 450,000.00   | 1        | Rp 450,000.00   | tokopedia |
| Linear rail Bearing SC12 Alternative 3 | Rp 33,000.00    | 10       | Rp 330,000.00   | Tokopedia |
| Motor Stepper Nema 23                  | Rp 345,000.00   | 3        | Rp 1,035,000.00 | tokopedia |
| Screw 60 cm + Guide Screw              | Rp 1,720,000.00 | 1        | Rp 1,720,000.00 | PO TOSIDA |
| Shaft Coupler 6.35 x12 mm              | Rp 31,500.00    | 3        | Rp 94,500.00    | tokopedia |
| Base Vertical                          | Rp 242,000.00   | 1        | Rp 242,000.00   | offline   |
| Screw Vertical 300 mm                  | Rp 1,480,000.00 | 1        | Rp 1,480,000.00 | Tokopedia |
| Shaft Vertical 313 mm                  | Rp 1,990.00     | 313      | Rp 622,870.00   |           |
| Flange                                 | Rp 3,498.00     | 3        | Rp 10,494.00    | Tokopedia |

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

| Nama Part                   | Harga Satuan    | Quantity | Harga Total      | Sumber    |
|-----------------------------|-----------------|----------|------------------|-----------|
| Stopper Vertical Ball Screw | Rp 8,000.00     | 1        | Rp 8,000.00      | tokopedia |
| Vertical Holder             | Rp 22,000.00    | 1        | Rp 18,964.00     | Tokopedia |
| Baut M(5)                   | Rp 585.00       | 6        | Rp 3,510.00      | tokopedia |
| Spindle Bracket             | Rp 75,000.00    | 1        | Rp 75,000.00     | tokopedia |
| Router                      | Rp 1,850,000.00 | 1        | Rp 1,850,000.00  | tokopedia |
| BAUT M8                     | Rp 1,050.00     | 76       | Rp 79,800.00     | tokopedia |
| Total                       |                 |          | Rp 10,018,538.00 |           |

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**



## Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 12 Tabel Harga Desain Alternatif 3

| Nama Part                  | Harga Satuan       | Quantity | Harga Total        | Sumber    |
|----------------------------|--------------------|----------|--------------------|-----------|
| V-Slot 2040 Horizontal 750 | Rp<br>1,100.00     | 4        | Rp<br>330,000.00   | Tokopedia |
| VSlot 2040x 600            | Rp<br>1,100.00     | 2        | Rp<br>132,000.00   | Tokopedia |
| VSlot 2040 x 670           | Rp<br>1,100.00     | 2        | Rp<br>147,400.00   | Tokopedia |
| cornering                  | Rp<br>1,800.00     | 24       | Rp<br>43,200.00    | Tokopedia |
| Baut M (8 )                | Rp<br>1,050.00     | 134      | Rp<br>140,700.00   | Tokopedia |
| Slider Sumbu Z             | Rp<br>22,000.00    | 2        | Rp<br>198,000.00   | Tokopedia |
| Rail 550 mm                | Rp<br>460,000.00   | 2        | Rp<br>920,000.00   | Tokopedia |
| Guide Rail 1               | Rp<br>360,000.00   | 2        | Rp<br>720,000.00   | Tokopedia |
| Mounting Motor Sumbu X 2   | Rp<br>7,238.00     | 4        | Rp<br>28,952.00    | Tokopedia |
| Radial Bearing – 68 1      | Rp<br>80,000.00    | 4        | Rp<br>320,000.00   | Tokopedia |
| Screw 60 cm + Guide Screw  | Rp<br>1,720,000.00 | 1        | Rp<br>1,720,000.00 | PO TOSIDA |
| Flange                     | Rp<br>3,498.00     | 3        | Rp<br>10,494.00    | Tokopedia |
| Motor Stepper Nema 23      | Rp<br>345,000.00   | 3        | Rp<br>1,035,000.00 | Tokopedia |
| Shaft Coupler 6.35 x12 mm  | Rp<br>31,500.00    | 3        | Rp<br>94,500.00    | Tokopedia |
| Table 500x500              | Rp<br>450,000.00   | 1        | Rp<br>450,000.00   | Tokopedia |
| Bracket Linear SK12        | Rp<br>15,000.00    | 4        | Rp<br>60,000.00    | Tokopedia |
| Linear shaft 600           | Rp<br>1,990.00     | 2        | Rp<br>238,800.00   | Tokopedia |
| Base Vertical Holder       | Rp<br>242,000.00   | 1        | Rp<br>242,000.00   | Tokopedia |
| Screw Vertical 300 mm      | Rp<br>1,480,000.00 | 1        | Rp<br>1,480,000.00 | Tokopedia |

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



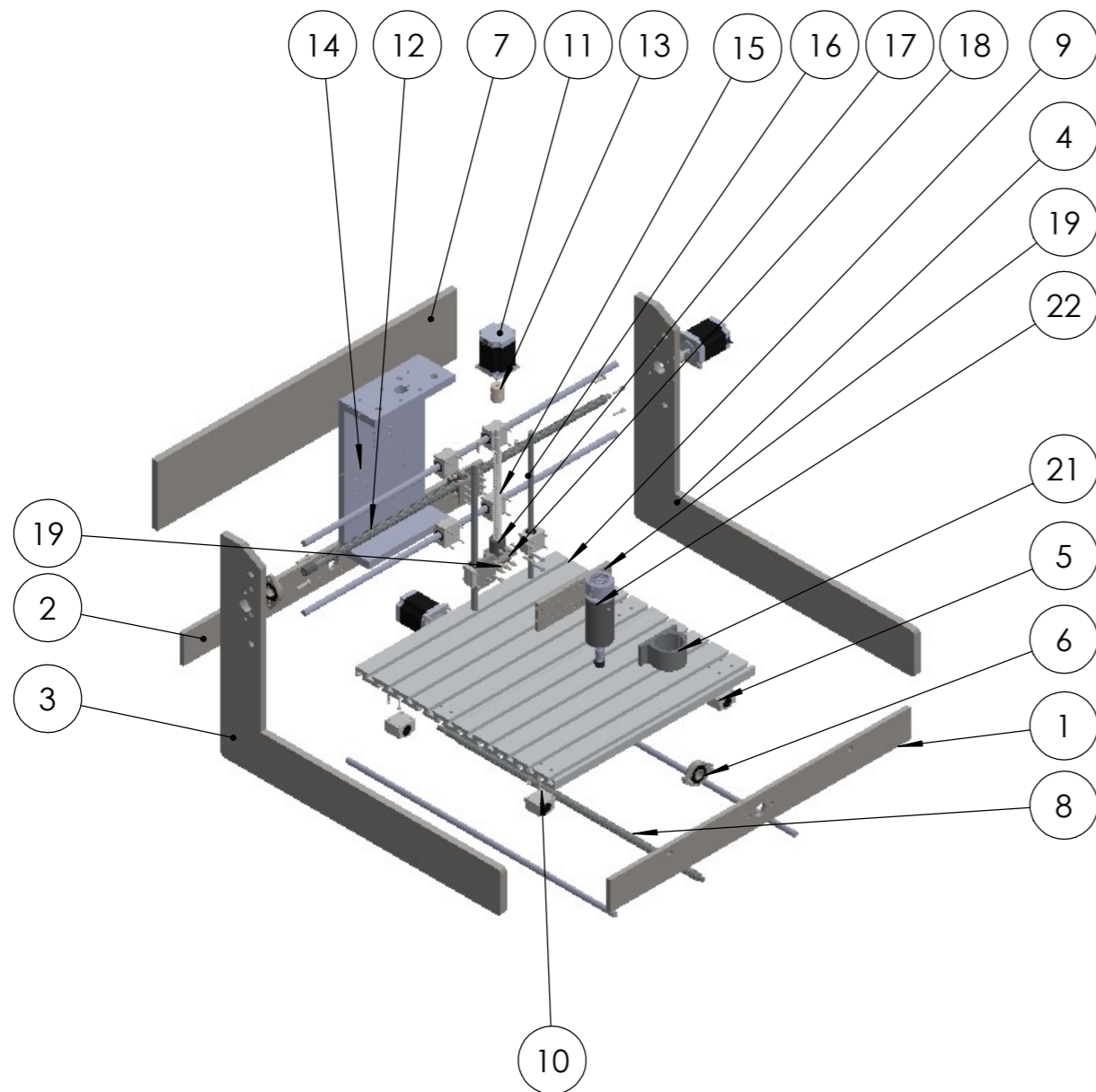
## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

| Nama Part                      | Harga Satuan       | Quantity | Harga Total         | Sumber         |
|--------------------------------|--------------------|----------|---------------------|----------------|
| Guide Bush                     | Rp<br>33,000.00    | 10       | Rp<br>330,000.00    | Tokopedia<br>a |
| Stopper Vertical<br>Ball Screw | Rp<br>8,000.00     | 1        | Rp<br>8,000.00      | Tokopedia<br>a |
| Router                         | Rp<br>1,850,000.00 | 1        | Rp<br>1,850,000.00  | Tokopedia<br>a |
| Total Harga                    |                    |          | Rp<br>10,499,046.00 |                |

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

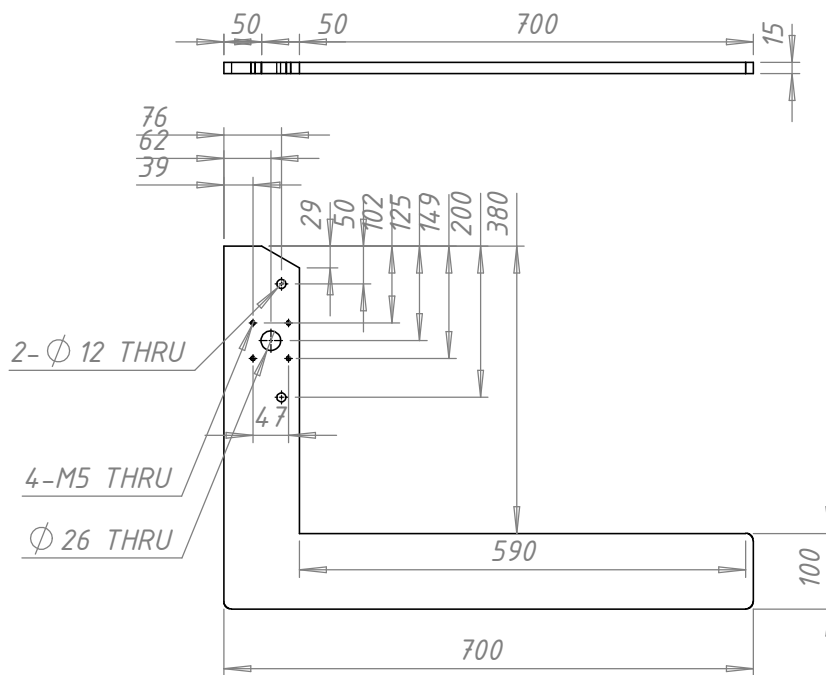
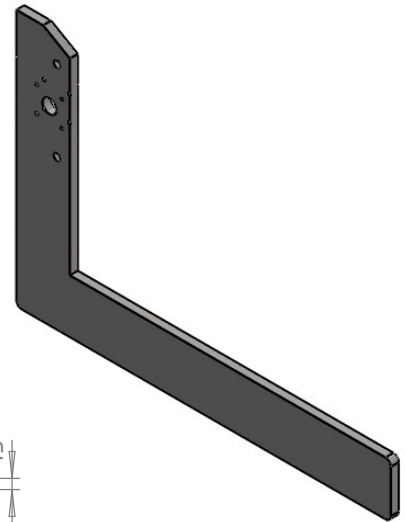


|    |                          |    |                  |                     |  |
|----|--------------------------|----|------------------|---------------------|--|
| 1  | Router                   | 22 | Steel            | 188.4x52x52         |  |
| 1  | Spindle Bracket          | 21 | SS400            | 92.8x42x42          |  |
| 1  | Vertical Holder          | 20 | SS400            | 182x60x10           |  |
| 1  | Stopper Vertical         | 19 | Steel            | 25x25x8             |  |
| 3  | Base Flange              | 18 | Chrome Steel     | 60x50x5             |  |
| 3  | Guide Screw              | 17 | S55C             | 48x44x40            |  |
| 2  | Shaft Vertical 313mm     | 16 | S55C             | 313x12x12           |  |
| 1  | Screw 300mm Vertical     | 15 | Chrome Steel     | 300x16.02x16.0<br>2 |  |
| 1  | Base Vertical            | 14 | SS400            | 330x200x90          |  |
| 3  | Shaft Coupler 6x12mm     | 13 | Steel            | 30x12x12            |  |
| 2  | Ballscrew 600 mm         | 12 | Chrome Steel     | 600x16.02x16.0<br>2 |  |
| 3  | Motor Nema 23            | 11 | Steel            | 95.4x57x57          |  |
| 3  | Linear rail Bearing SC12 | 10 | S55C             | 42x36x24            |  |
| 1  | Table 500 x 500          | 09 | 1060 alloy Steel | 500x500x20          |  |
| 1  | Ballscrew 700            | 08 | Chrome Steel     | 700x16.02x16.0<br>2 |  |
| 1  | Frame tengah             | 07 | SS400            | 750x150x15          |  |
| 1  | Pillow Block dia 17      | 06 | Iron Cast        | 71x19.5x19.5        |  |
| 10 | Shaft Guide              | 05 | S55C             | 780x12x12           |  |
| 1  | Frame Rangka Kiri        | 04 | SS400            | 700x470x15          |  |
| 1  | Frame Rangka Kanan       | 03 | SS400            | 700x470x15          |  |
| 1  | Frame Rangka Belakang    | 02 | SS400            | 750x70x15           |  |
| 1  | Frame Rangka depan       | 01 | SS400            | 750x70x15           |  |

| Amount                           | Part Name | Part No. | material | Size                         | Desc.                        |
|----------------------------------|-----------|----------|----------|------------------------------|------------------------------|
|                                  |           |          |          |                              |                              |
| <b>Mesin CNC Router</b>          |           |          |          | Scale<br>1:10                | Drawn 4/8/22 Faza<br>Checked |
| <b>Jakarta State Polytechnic</b> |           |          |          | No 00/Mesin CNC Router /2022 |                              |

| Tingkat Ketelitian | Ukuran Nominal (mm) |       |        |          |           |          |           |
|--------------------|---------------------|-------|--------|----------|-----------|----------|-----------|
|                    | 0,5 - 3             | 3 - 6 | 6 - 30 | 30 - 120 | 120 - 315 | 315-1000 | 1000-1200 |
| Kasar              | ±0,15               | ±0,2  | ±0,5   | ±0,8     | ±1,2      | ±2       | ±3        |
| Menengah           | ±0,1                | ±0,1  | ±0,2   | ±0,3     | ±0,5      | ±0,8     | ±1,2      |
| Halus              | ±0,05               | ±0,05 | ±0,1   | ±0,15    | ±0,2      | ±0,3     | ±0,5      |

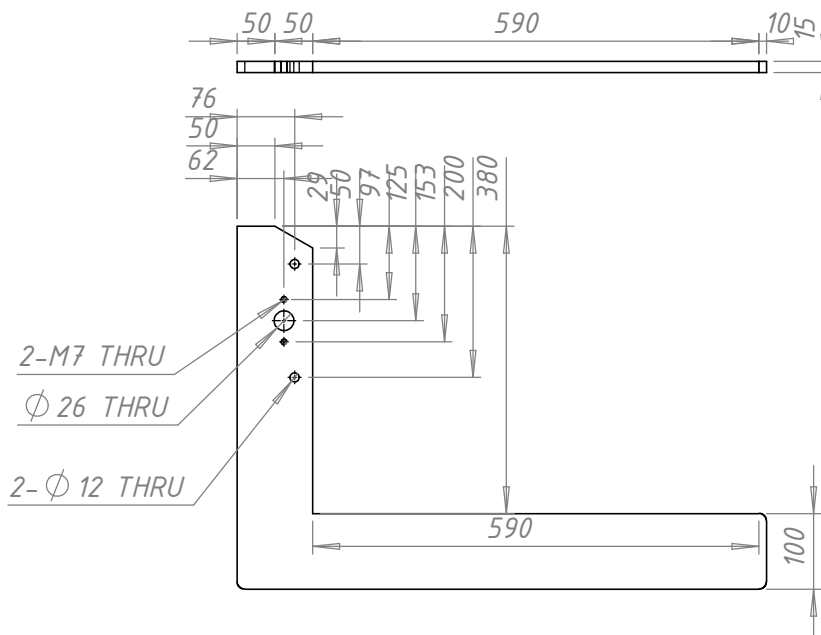
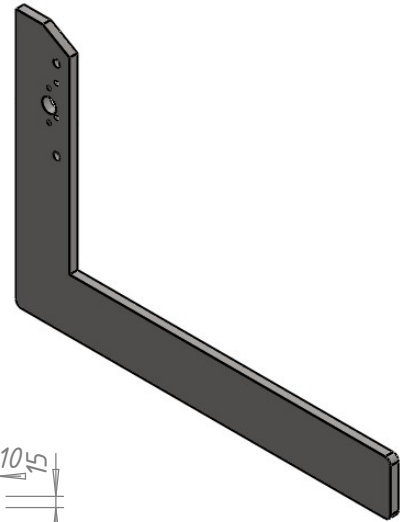
Tol. Sedang  
 N8  
 0.8



|        |                   |        |                           |                              |                     |
|--------|-------------------|--------|---------------------------|------------------------------|---------------------|
| 1      | Frame Rangka Kiri | 1.3    | SS400                     | 800x500x15                   | -                   |
| Jumlah | Nama Bagian       | No.bag | Bahan                     | Ukuran                       | Keterangan          |
| III    | II                | I      | Perubahan:                |                              | A4                  |
|        |                   |        | Mesin CNC Router 3 Axis   | Skala 1:10                   | Digambar040822 Faza |
|        |                   |        | Politeknik Negeri Jakarta |                              | Diperiksa           |
|        |                   |        |                           | No:01/Frame Rangka Kiri/2022 |                     |

| Tingkat Ketelitian | Ukuran Nominal (mm) |       |        |          |           |          |           |
|--------------------|---------------------|-------|--------|----------|-----------|----------|-----------|
|                    | 0,5 - 3             | 3 - 6 | 6 - 30 | 30 - 120 | 120 - 315 | 315-1000 | 1000-1200 |
| Kasar              | ±0,15               | ±0,2  | ±0,5   | ±0,8     | ±1,2      | ±2       | ±3        |
| Menengah           | ±0,1                | ±0,1  | ±0,2   | ±0,3     | ±0,5      | ±0,8     | ±1,2      |
| Halus              | ±0,05               | ±0,05 | ±0,1   | ±0,15    | ±0,2      | ±0,3     | ±0,5      |

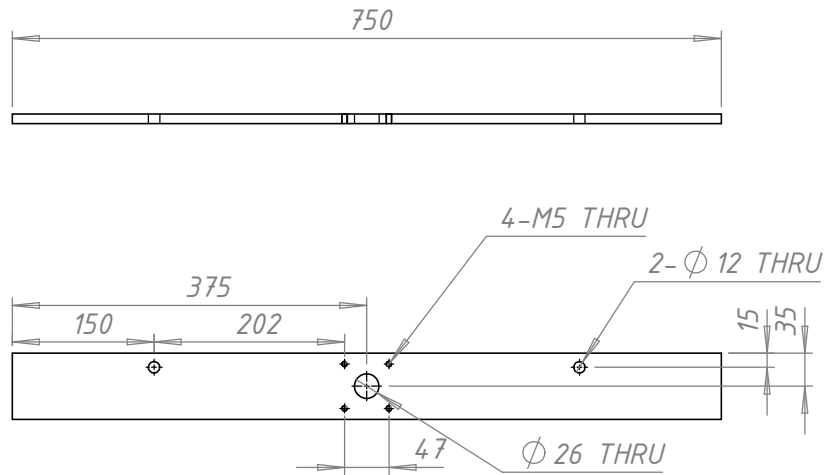
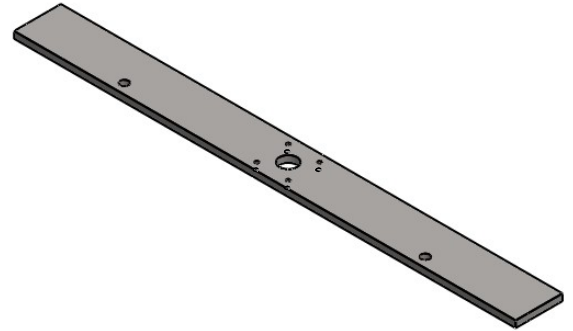
Tol. Sedang  
 $0.8 \sqrt{N8}$



|        |                    |        |                           |                               |                     |
|--------|--------------------|--------|---------------------------|-------------------------------|---------------------|
| 1      | Frame Rangka Kanan | 1.4    | SS400                     | 800x500x15                    | -                   |
| Jumlah | Nama Bagian        | No.bag | Bahan                     | Ukuran                        | Keterangan          |
| III    | II                 | I      | Perubahan:                |                               | A4                  |
|        |                    |        | Mesin CNC Router 3 Axis   | Skala 1:10                    | Digambar040822 Faza |
|        |                    |        | Politeknik Negeri Jakarta | Diperiksa                     |                     |
|        |                    |        |                           | No:02/Frame Rangka Kanan/2022 |                     |

| Tingkat Ketelitian | Ukuran Nominal (mm) |            |           |            |           |           |           |
|--------------------|---------------------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|
|                    | 0,5 - 3             | 3 - 6      | 6 - 30    | 30 - 120   | 120 - 315 | 315-1000  | 1000-1200 |
| Kasar              | $\pm 0,15$          | $\pm 0,2$  | $\pm 0,5$ | $\pm 0,8$  | $\pm 1,2$ | $\pm 2$   | $\pm 3$   |
| Menengah           | $\pm 0,1$           | $\pm 0,1$  | $\pm 0,2$ | $\pm 0,3$  | $\pm 0,5$ | $\pm 0,8$ | $\pm 1,2$ |
| Halus              | $\pm 0,05$          | $\pm 0,05$ | $\pm 0,1$ | $\pm 0,15$ | $\pm 0,2$ | $\pm 0,3$ | $\pm 0,5$ |

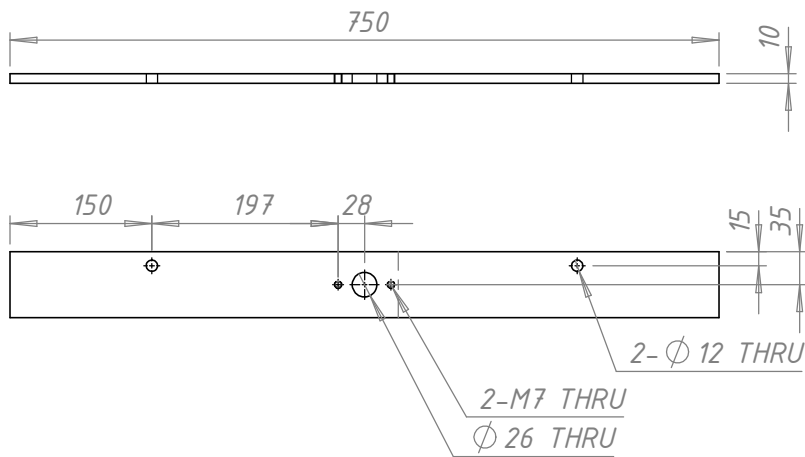
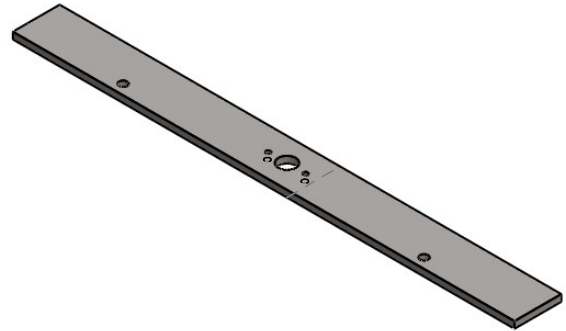
Tol. Sedang  
 N8  
 0.8



|        |                       |        |                           |                                  |                      |
|--------|-----------------------|--------|---------------------------|----------------------------------|----------------------|
| 1      | Frame Rangka Belakang | 1.2    | SS400                     | 800x100x15                       | -                    |
| Jumlah | Nama Bagian           | No.bag | Bahan                     | Ukuran                           | Keterangan           |
| III    | II                    | I      | Perubahan:                |                                  | A4                   |
|        |                       |        | Mesin CNC Router 3 Axis   | Skala 1:8                        | Digambar 040822 Faza |
|        |                       |        | Politeknik Negeri Jakarta | Diperiksa                        |                      |
|        |                       |        |                           | No:03/Frame Rangka Belakang/2022 |                      |

| Tingkat Ketelitian | Ukuran Nominal (mm) |       |        |          |           |          |           |
|--------------------|---------------------|-------|--------|----------|-----------|----------|-----------|
|                    | 0,5 - 3             | 3 - 6 | 6 - 30 | 30 - 120 | 120 - 315 | 315-1000 | 1000-1200 |
| Kasar              | ±0,15               | ±0,2  | ±0,5   | ±0,8     | ±1,2      | ±2       | ±3        |
| Menengah           | ±0,1                | ±0,1  | ±0,2   | ±0,3     | ±0,5      | ±0,8     | ±1,2      |
| Halus              | ±0,05               | ±0,05 | ±0,1   | ±0,15    | ±0,2      | ±0,3     | ±0,5      |

Tol. Sedang  
N8  
0.8

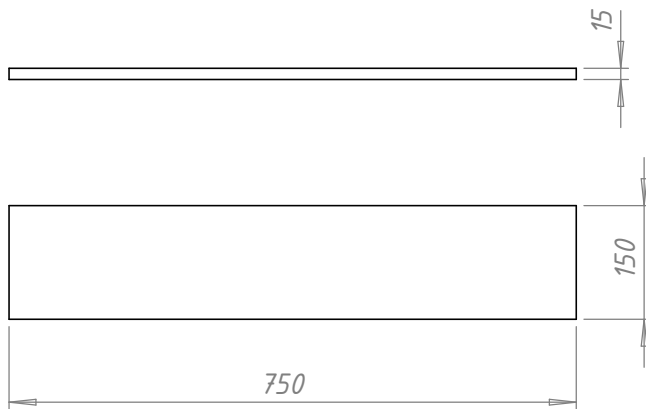
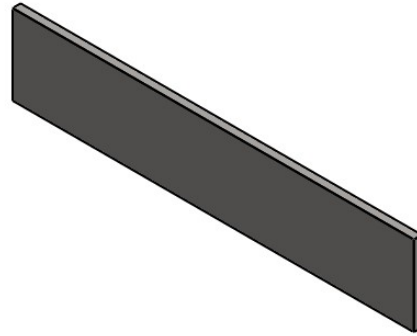


|        |                    |        |                           |                               |                                  |
|--------|--------------------|--------|---------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| 1      | Frame Rangka Depan | 1.1    | SS400                     | 800x100x15                    | -                                |
| Jumlah | Nama Bagian        | No.bag | Bahan                     | Ukuran                        | Keterangan                       |
| III    | II                 | I      | Perubahan:                |                               | A4                               |
|        |                    |        | Mesin CNC Router 3 Axis   | Skala 1:8                     | Digambar040822 Faza<br>Diperiksa |
|        |                    |        | Politeknik Negeri Jakarta | No:04/Frame Rangka Depan/2022 |                                  |



| Tingkat Ketelitian | Ukuran Nominal (mm) |            |           |            |           |           |           |
|--------------------|---------------------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|
|                    | 0,5 - 3             | 3 - 6      | 6 - 30    | 30 - 120   | 120 - 315 | 315-1000  | 1000-1200 |
| Kasar              | $\pm 0,15$          | $\pm 0,2$  | $\pm 0,5$ | $\pm 0,8$  | $\pm 1,2$ | $\pm 2$   | $\pm 3$   |
| Menengah           | $\pm 0,1$           | $\pm 0,1$  | $\pm 0,2$ | $\pm 0,3$  | $\pm 0,5$ | $\pm 0,8$ | $\pm 1,2$ |
| Halus              | $\pm 0,05$          | $\pm 0,05$ | $\pm 0,1$ | $\pm 0,15$ | $\pm 0,2$ | $\pm 0,3$ | $\pm 0,5$ |

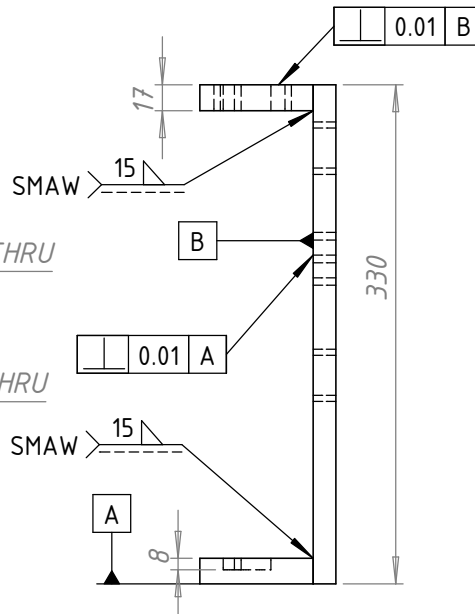
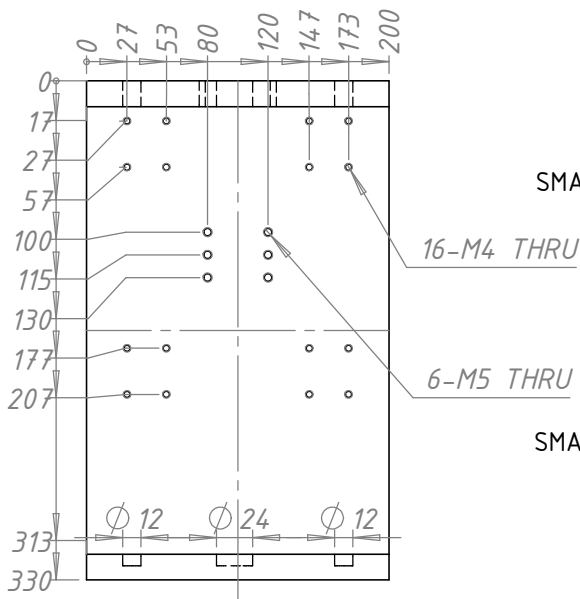
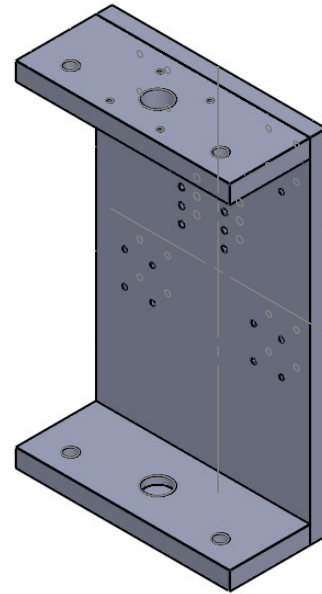
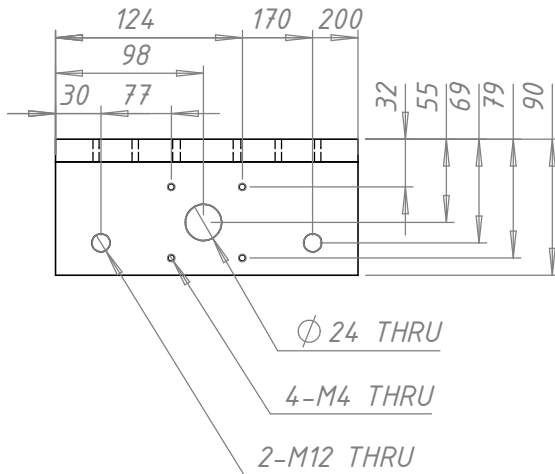
Tol. Sedang  
 N8  
 0.8



|        |                     |        |                           |                                |                     |
|--------|---------------------|--------|---------------------------|--------------------------------|---------------------|
| 1      | Frame Rangka Tengah | 1.5    | SS400                     | 800x200x15                     | -                   |
| Jumlah | Nama Bagian         | No.bag | Bahan                     | Ukuran                         | Keterangan          |
| III    | II                  | I      | Perubahan:                |                                | A4                  |
|        |                     |        | Mesin CNC Router 3 Axis   | Skala 1:10                     | Digambar040822 Faza |
|        |                     |        | Politeknik Negeri Jakarta |                                | Diperiksa           |
|        |                     |        |                           | No:05/Frame Rangka Tengah/2022 |                     |

| Tingkat Ketelitian | Ukuran Nominal (mm) |       |        |          |           |          |           |
|--------------------|---------------------|-------|--------|----------|-----------|----------|-----------|
|                    | 0,5 - 3             | 3 - 6 | 6 - 30 | 30 - 120 | 120 - 315 | 315-1000 | 1000-1200 |
| Kasar              | ±0,15               | ±0,2  | ±0,5   | ±0,8     | ±1,2      | ±2       | ±3        |
| Menengah           | ±0,1                | ±0,1  | ±0,2   | ±0,3     | ±0,5      | ±0,8     | ±1,2      |
| Halus              | ±0,05               | ±0,05 | ±0,1   | ±0,15    | ±0,2      | ±0,3     | ±0,5      |

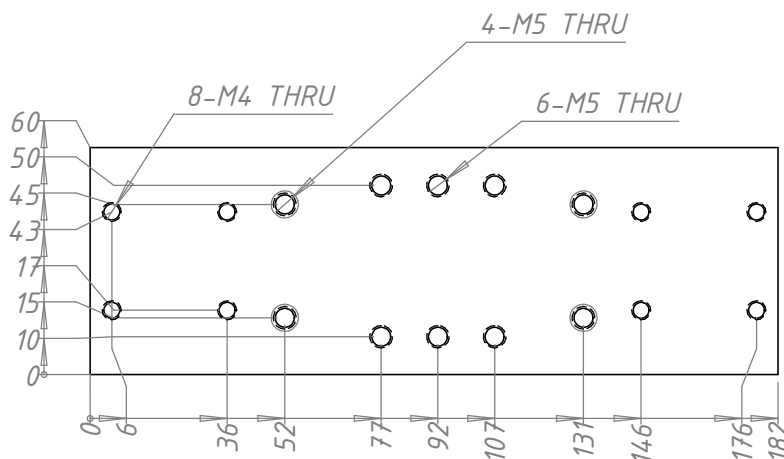
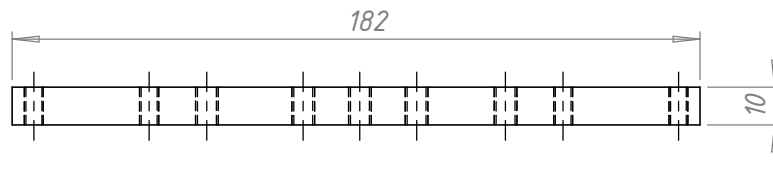
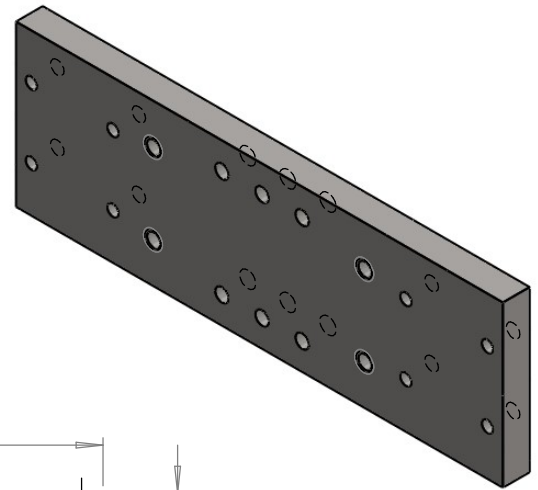
Tol. Sedang  
N8  
0.8



|        |                           |        |            |                          |            |
|--------|---------------------------|--------|------------|--------------------------|------------|
| 1      | Vertical Base             | 3.11   | SS400      | 400x200x15               | -          |
| Jumlah | Nama Bagian               | No.bag | Bahan      | Ukuran                   | Keterangan |
| III    | II                        | I      | Perubahan: |                          |            |
|        |                           |        | A4         |                          |            |
|        | Mesin CNC Router 3 Axis   |        | Skala 1:10 | Digambar040822           | Faza       |
|        | Politeknik Negeri Jakarta |        |            | Diperiksa                |            |
|        |                           |        |            | No:06/Vertical Base/2022 |            |

| Tingkat Ketelitian | Ukuran Nominal (mm) |       |        |          |           |          |           |
|--------------------|---------------------|-------|--------|----------|-----------|----------|-----------|
|                    | 0,5 - 3             | 3 - 6 | 6 - 30 | 30 - 120 | 120 - 315 | 315-1000 | 1000-1200 |
| Kasar              | ±0,15               | ±0,2  | ±0,5   | ±0,8     | ±1,2      | ±2       | ±3        |
| Menengah           | ±0,1                | ±0,1  | ±0,2   | ±0,3     | ±0,5      | ±0,8     | ±1,2      |
| Halus              | ±0,05               | ±0,05 | ±0,1   | ±0,15    | ±0,2      | ±0,3     | ±0,5      |

Tol. Sedang  
N8  
0.8

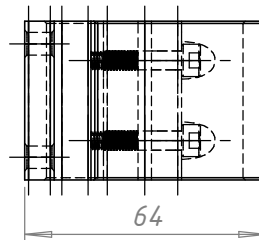
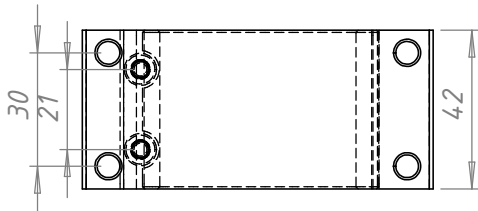
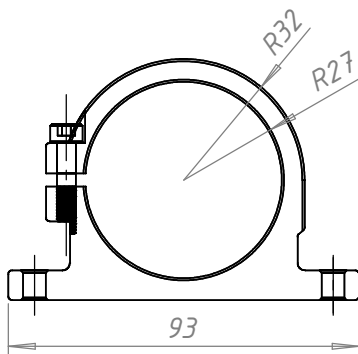
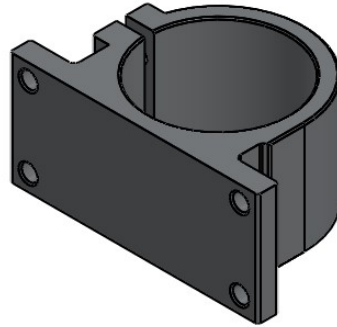


All Taped Hole

|        |                 |        |                           |                            |                     |
|--------|-----------------|--------|---------------------------|----------------------------|---------------------|
| 1      | Vertical Holder | 3.2.11 | SS400                     | 200x100x10                 | -                   |
| Jumlah | Nama Bagian     | No.bag | Bahan                     | Ukuran                     | Keterangan          |
| III    | II              | I      | Perubahan:                |                            | A4                  |
|        |                 |        | Mesin CNC Router 3 Axis   | Skala 1:10                 | Digambar040822 Faza |
|        |                 |        | Politeknik Negeri Jakarta | Diperiksa                  |                     |
|        |                 |        |                           | No:07/Vertical Holder/2022 |                     |

| Tingkat Ketelitian | Ukuran Nominal (mm) |       |        |          |           |          |           |
|--------------------|---------------------|-------|--------|----------|-----------|----------|-----------|
|                    | 0,5 - 3             | 3 - 6 | 6 - 30 | 30 - 120 | 120 - 315 | 315-1000 | 1000-1200 |
| Kasar              | ±0,15               | ±0,2  | ±0,5   | ±0,8     | ±1,2      | ±2       | ±3        |
| Menengah           | ±0,1                | ±0,1  | ±0,2   | ±0,3     | ±0,5      | ±0,8     | ±1,2      |
| Halus              | ±0,05               | ±0,05 | ±0,1   | ±0,15    | ±0,2      | ±0,3     | ±0,5      |

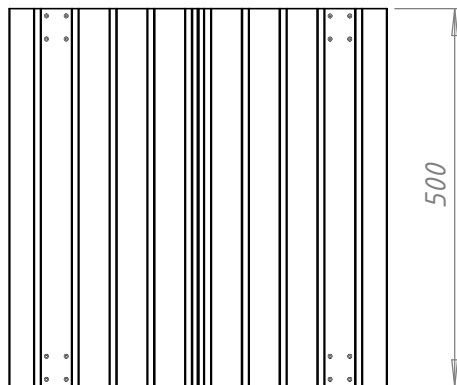
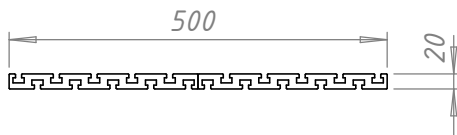
Tol. Sedang  
N8  
0.8



|        |                 |        |                           |                            |                     |
|--------|-----------------|--------|---------------------------|----------------------------|---------------------|
| 1      | Spindle Bracket | 3.2.12 | PVC                       | 92.8x42x42                 | -                   |
| Jumlah | Nama Bagian     | No.bag | Bahan                     | Ukuran                     | Keterangan          |
| III    | II              | I      | Perubahan:                |                            | A4                  |
|        |                 |        | Mesin CNC Router 3 Axis   | Skala 1:2                  | Digambar040822 Faza |
|        |                 |        | Politeknik Negeri Jakarta |                            | Diperiksa           |
|        |                 |        |                           | No:08/Spindle Bracket/2022 |                     |

| Tingkat Ketelitian | Ukuran Nominal (mm) |            |           |            |           |           |           |
|--------------------|---------------------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|
|                    | 0,5 - 3             | 3 - 6      | 6 - 30    | 30 - 120   | 120 - 315 | 315-1000  | 1000-1200 |
| Kasar              | $\pm 0,15$          | $\pm 0,2$  | $\pm 0,5$ | $\pm 0,8$  | $\pm 1,2$ | $\pm 2$   | $\pm 3$   |
| Menengah           | $\pm 0,1$           | $\pm 0,1$  | $\pm 0,2$ | $\pm 0,3$  | $\pm 0,5$ | $\pm 0,8$ | $\pm 1,2$ |
| Halus              | $\pm 0,05$          | $\pm 0,05$ | $\pm 0,1$ | $\pm 0,15$ | $\pm 0,2$ | $\pm 0,3$ | $\pm 0,5$ |

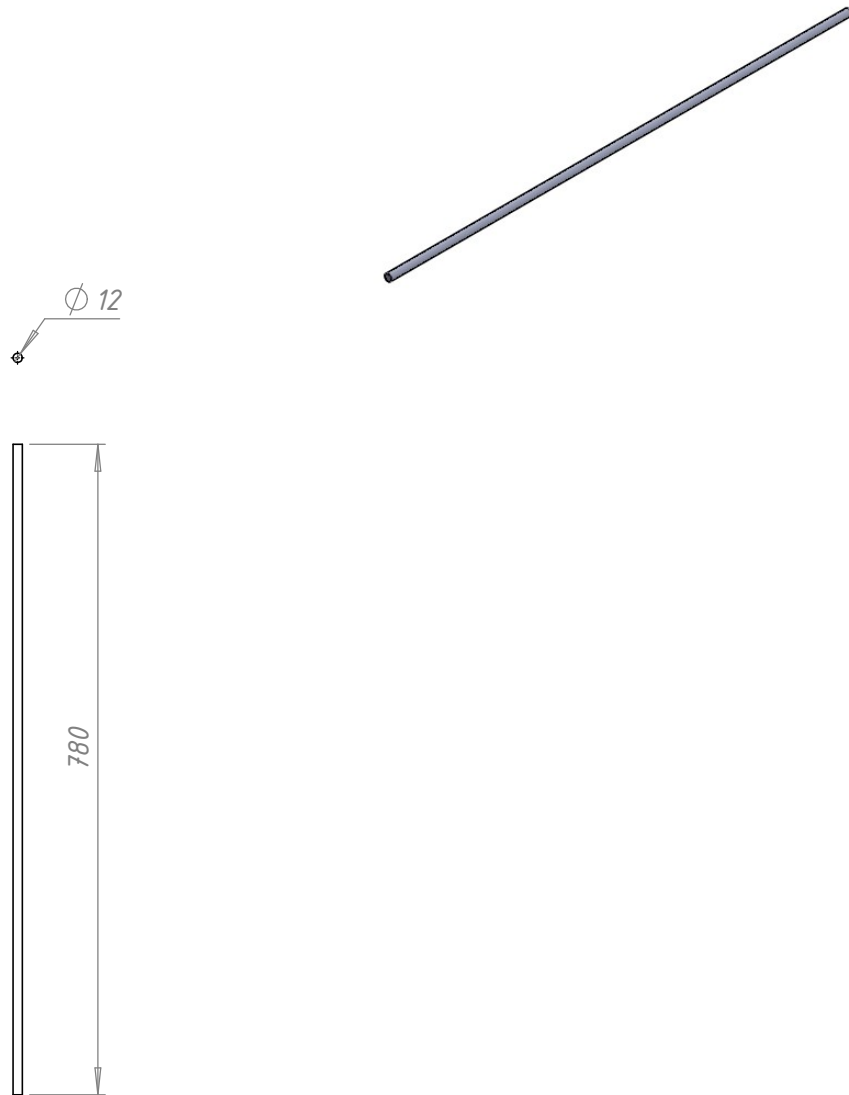
Tol. Sedang  
 N8  
 0.8



|        |               |        |                           |                  |                     |
|--------|---------------|--------|---------------------------|------------------|---------------------|
| 1      | Table 500x500 | 2.1.14 | AISI 1060                 | 600x600x20       | -                   |
| Jumlah | Nama Bagian   | No.bag | Bahan                     | Ukuran           | Keterangan          |
| III    | II            | I      | Perubahan:                |                  | A4                  |
|        |               |        | Mesin CNC Router 3 Axis   | Skala 1:10       | Digambar040822 Faza |
|        |               |        | Politeknik Negeri Jakarta |                  | Diperiksa           |
|        |               |        |                           | No:09/Table/2022 |                     |

| Tingkat Ketelitian | Ukuran Nominal (mm) |            |           |            |           |           |           |
|--------------------|---------------------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|
|                    | 0,5 - 3             | 3 - 6      | 6 - 30    | 30 - 120   | 120 - 315 | 315-1000  | 1000-1200 |
| Kasar              | $\pm 0,15$          | $\pm 0,2$  | $\pm 0,5$ | $\pm 0,8$  | $\pm 1,2$ | $\pm 2$   | $\pm 3$   |
| Menengah           | $\pm 0,1$           | $\pm 0,1$  | $\pm 0,2$ | $\pm 0,3$  | $\pm 0,5$ | $\pm 0,8$ | $\pm 1,2$ |
| Halus              | $\pm 0,05$          | $\pm 0,05$ | $\pm 0,1$ | $\pm 0,15$ | $\pm 0,2$ | $\pm 0,3$ | $\pm 0,5$ |

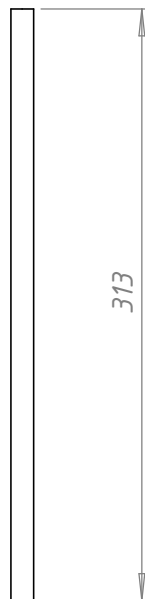
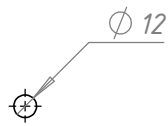
Tol. Sedang  
 N8  
 0.8



|        |             |        |                           |                  |                     |
|--------|-------------|--------|---------------------------|------------------|---------------------|
| 4      | Shaft       | 1.6.2  | Ch.Steel                  | 800x12x12        | -                   |
| Jumlah | Nama Bagian | No.bag | Bahan                     | Ukuran           | Keterangan          |
| III    | II          | I      | Perubahan:                |                  | A4                  |
|        |             |        | Mesin CNC Router 3 Axis   | Skala 1:10       | Digambar040822 Faza |
|        |             |        | Politeknik Negeri Jakarta |                  | Diperiksa           |
|        |             |        |                           | No:10/Shaft/2022 |                     |

| Tingkat Ketelitian | Ukuran Nominal (mm) |            |           |            |           |           |           |
|--------------------|---------------------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|
|                    | 0,5 - 3             | 3 - 6      | 6 - 30    | 30 - 120   | 120 - 315 | 315-1000  | 1000-1200 |
| Kasar              | $\pm 0,15$          | $\pm 0,2$  | $\pm 0,5$ | $\pm 0,8$  | $\pm 1,2$ | $\pm 2$   | $\pm 3$   |
| Menengah           | $\pm 0,1$           | $\pm 0,1$  | $\pm 0,2$ | $\pm 0,3$  | $\pm 0,5$ | $\pm 0,8$ | $\pm 1,2$ |
| Halus              | $\pm 0,05$          | $\pm 0,05$ | $\pm 0,1$ | $\pm 0,15$ | $\pm 0,2$ | $\pm 0,3$ | $\pm 0,5$ |

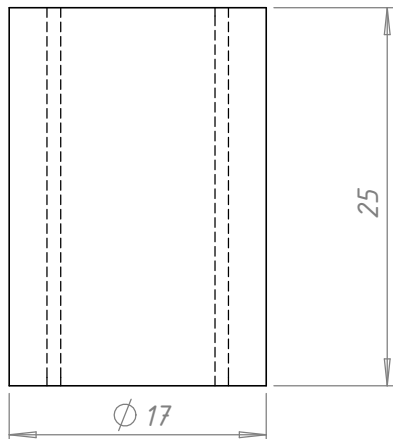
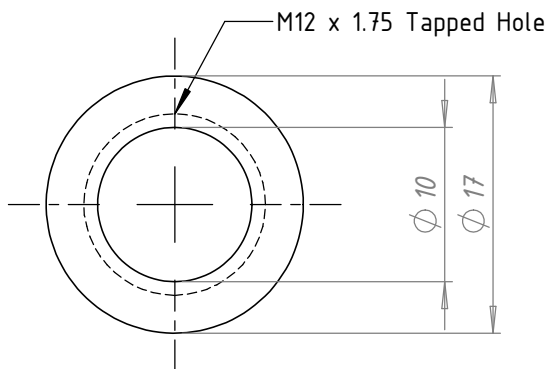
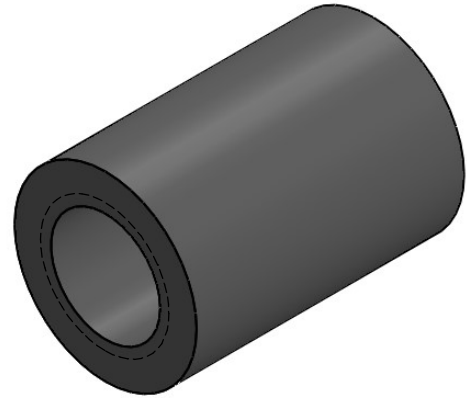
0.8 N8 Tol. Sedang



|        |             |        |                           |            |                      |
|--------|-------------|--------|---------------------------|------------|----------------------|
| 2      | Shaft 313   | 3.2.2  | Ch.Steel                  | 350x12x12  | -                    |
| Jumlah | Nama Bagian | No.bag | Bahan                     | Ukuran     | Keterangan           |
| III    | II          | I      | Perubahan:                |            | A4                   |
|        |             |        | Mesin CNC Router 3 Axis   | Skala 1:10 | Digambar040822 Faza  |
|        |             |        | Politeknik Negeri Jakarta |            | Diperiksa            |
|        |             |        |                           |            | No:11/Shaft 313/2022 |

| Tingkat Ketelitian | Ukuran Nominal (mm) |       |        |          |           |          |           |
|--------------------|---------------------|-------|--------|----------|-----------|----------|-----------|
|                    | 0,5 - 3             | 3 - 6 | 6 - 30 | 30 - 120 | 120 - 315 | 315-1000 | 1000-1200 |
| Kasar              | ±0,15               | ±0,2  | ±0,5   | ±0,8     | ±1,2      | ±2       | ±3        |
| Menengah           | ±0,1                | ±0,1  | ±0,2   | ±0,3     | ±0,5      | ±0,8     | ±1,2      |
| Halus              | ±0,05               | ±0,05 | ±0,1   | ±0,15    | ±0,2      | ±0,3     | ±0,5      |

Tol. Sedang  
N8  
0.8

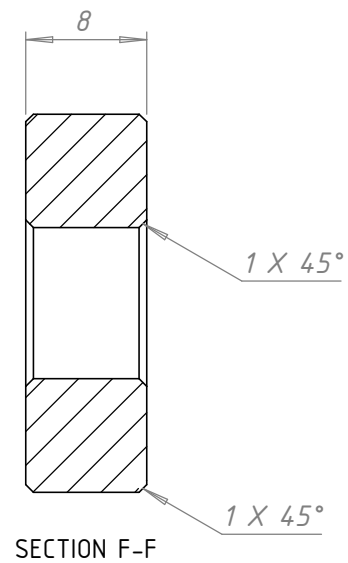
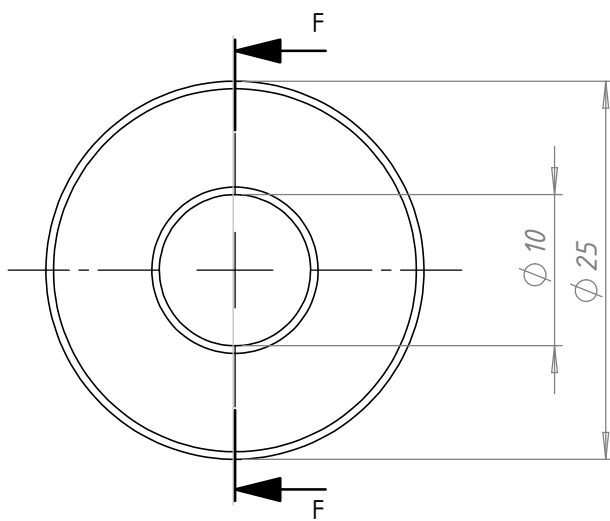
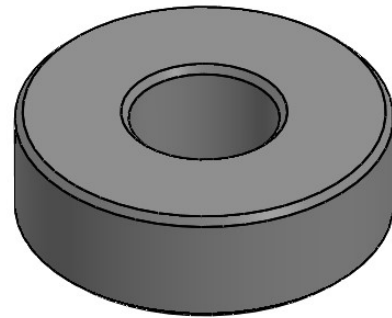


|        |             |        |                           |            |                     |
|--------|-------------|--------|---------------------------|------------|---------------------|
| 2      | Bushing     | 3.2.13 | Ch.Steel                  | 30x20x20   | -                   |
| Jumlah | Nama Bagian | No.bag | Bahan                     | Ukuran     | Keterangan          |
| III    | II          | I      | Perubahan:                | A4         |                     |
|        |             |        | Mesin CNC Router 3 Axis   | Skala 1:10 | Digambar040822 Faza |
|        |             |        | Politeknik Negeri Jakarta |            | Diperiksa           |
|        |             |        |                           |            | No:12/Bushing/2022  |



| Tingkat Ketelitian | Ukuran Nominal (mm) |            |           |            |           |           |           |
|--------------------|---------------------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|
|                    | 0,5 - 3             | 3 - 6      | 6 - 30    | 30 - 120   | 120 - 315 | 315-1000  | 1000-1200 |
| Kasar              | $\pm 0,15$          | $\pm 0,2$  | $\pm 0,5$ | $\pm 0,8$  | $\pm 1,2$ | $\pm 2$   | $\pm 3$   |
| Menengah           | $\pm 0,1$           | $\pm 0,1$  | $\pm 0,2$ | $\pm 0,3$  | $\pm 0,5$ | $\pm 0,8$ | $\pm 1,2$ |
| Halus              | $\pm 0,05$          | $\pm 0,05$ | $\pm 0,1$ | $\pm 0,15$ | $\pm 0,2$ | $\pm 0,3$ | $\pm 0,5$ |

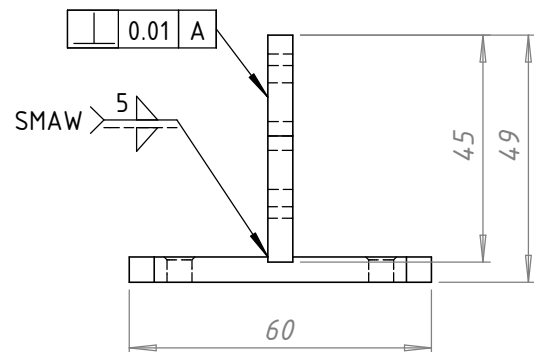
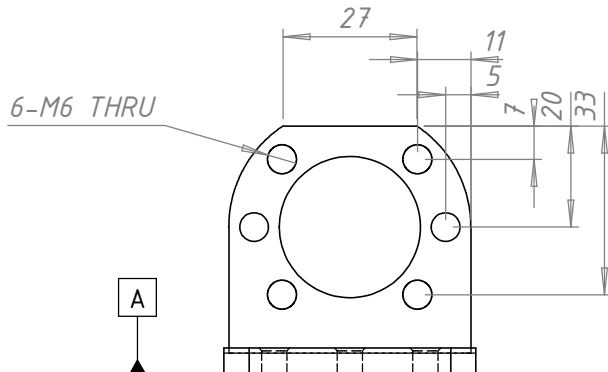
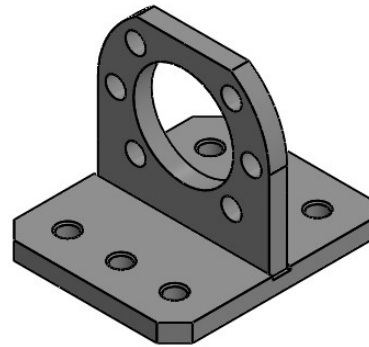
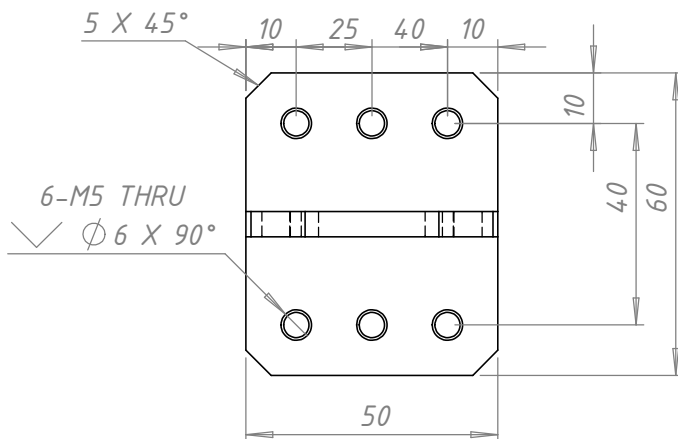
Tol. Sedang  
 $0.8 \sqrt{N8}$



|        |                           |        |            |            |                     |
|--------|---------------------------|--------|------------|------------|---------------------|
| 1      | Stopper                   | 3.2.7  | SS400      | 30x30x8    | -                   |
| Jumlah | Nama Bagian               | No.bag | Bahan      | Ukuran     | Keterangan          |
| III    | II                        | I      | Perubahan: | A4         |                     |
|        | Mesin CNC Router 3 Axis   |        |            | Skala 1:10 | Digambar040822 Faza |
|        | Politeknik Negeri Jakarta |        |            |            | Diperiksa           |
|        |                           |        |            |            | No:13/Stopper/2022  |

| Tingkat Ketelitian | Ukuran Nominal (mm) |       |        |          |           |          |           |
|--------------------|---------------------|-------|--------|----------|-----------|----------|-----------|
|                    | 0,5 - 3             | 3 - 6 | 6 - 30 | 30 - 120 | 120 - 315 | 315-1000 | 1000-1200 |
| Kasar              | ±0,15               | ±0,2  | ±0,5   | ±0,8     | ±1,2      | ±2       | ±3        |
| Menengah           | ±0,1                | ±0,1  | ±0,2   | ±0,3     | ±0,5      | ±0,8     | ±1,2      |
| Halus              | ±0,05               | ±0,05 | ±0,1   | ±0,15    | ±0,2      | ±0,3     | ±0,5      |

Tol. Sedang  
N8  
0.8



|        |             |        |                           |                   |                     |
|--------|-------------|--------|---------------------------|-------------------|---------------------|
| 3      | Flange      | 1.6.8  | Ch.Steel                  | 150x150x5         | -                   |
| Jumlah | Nama Bagian | No.bag | Bahan                     | Ukuran            | Keterangan          |
| III    | II          | I      | Perubahan:                |                   | A4                  |
|        |             |        | Mesin CNC Router 3 Axis   | Skala 1:10        | Digambar040822 Faza |
|        |             |        | Politeknik Negeri Jakarta |                   | Diperiksa           |
|        |             |        |                           | No:14/Flange/2022 |                     |