

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 MEJA KALIBRASI 3D  
SCANNER GOM ATOS I DENGAN METODE *DESIGN  
FOR ASSEMBLY* (DFA)**

SKRIPSI

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

Oleh :  
**Imaduddin Ariefa**  
**NIM : 190243011**

**PROGRAM STUDI MANUFAKTUR  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

**2021**

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 MEJA KALIBRASI 3D  
SCANNER GOM ATOS I DENGAN METODE *DESIGN  
FOR ASSEMBLY* (DFA)**

SKRIPSI

Laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan  
Diploma IV Program Studi Teknik Mesin  
Di Jurusan Teknik Mesin

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

Oleh :  
**Imaduddin Ariefa**  
**NIM : 190243011**

**PROGRAM STUDI MANUFAKTUR  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA  
2021**

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 PERSETUJUAN  
SKRIPSI

ANALISA PEMILIHAN DESAIN MEJA KALIBRASI 3D SCANNER GOM  
ATOS I DENGAN METODE DESIGN FOR ASSEMBLY (DFA)

Oleh :

Imaduddin Ariefa

NIM. 190243011

Program Studi Sarjana Terapan Manufaktur

Skripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1



Drs. Mochammad Sholeh, S.T., M.T.  
NIP. 1957032219870310

Pembimbing 2



Dr. Ir. M. Sjahrul Annas, MT

Ketua Jurusan Teknik Mesin PNJ



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

Ketua Program Studi  
Sarjana Terapan Manufaktur



Drs. Mochammad Sholeh, S.T., M.T.  
NIP. 1957032219870310

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 MEJA KALIBRASI 3D SCANNER GOM  
ATOS I DENGAN METODE DESIGN FOR ASSEMBLY (DFA)

Oleh :



Imaduddien Ariefa

NIM. 190243011

Program Studi Sarjana Terapan Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan dihadapan Dewan Penguji pada tanggal 25 Agustus 2021 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 Yuhas, S.T., M.T.	Dosen Penguji 1		1/9/21
2	Seto Tjahyono, S.T., M.T.	Dosen Penguji 2		4/9/21

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

## LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Imaduddien Ariefa  
NIM : 190243011  
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Manufaktur

Menyatakan bahwa yang dituliskan di 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, 3 September 2021



POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA

Imaduddien Ariefa  
NIM : 190243011

# ANALISA PEMILIHAN DESAIN MEJA KALIBRASI 3D SCANNER GOM ATOS I DENGAN METODE DESIGN FOR ASSEMBLY (DFA)

Imaduddien Ariefa<sup>1</sup>, Mochammad Sholeh<sup>2</sup>, Muhammad Sjahrul Annas<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Sarjana Terapan Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.  
Kampus Baru UI Depok, 16425

<sup>2</sup> Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta

<sup>3</sup> Dosen Jurusan Teknik Mesin, Universitas Trisakti, Jl. Kyai Tapa, Jakarta Barat  
Email : [Imaduddienariefa08@gmail.com](mailto:Imaduddienariefa08@gmail.com)

## ABSTRAK

Salah satu metode pengembangan produk yaitu DFA (*design for assembly*) merupakan sebuah proses perancangan yang bertujuan untuk mengurangi biaya perakitan, waktu perakitan dan kemudahan dalam perakitan.

Penelitian ini merupakan pengembangan dari alat meja kalibrasi 3 DOF dengan pengaturan sudut semi otomatis berbasis Arduino sebagai alat bantu kalibrasi 3D *scanner*. Metode penelitian menggunakan metode yang dikembangkan oleh Boothroyd and Dewhurst yaitu DFA (*design for assembly*) dengan menganalisa waktu perakitan, efisiensi perakitan dan jumlah part dari alat yang sudah ada, kemudian alat dikembangkan lagi agar waktu perakitan lebih singkat, efisiensi perakitan menjadi lebih baik dan dari alat sebelumnya.

Hasil dari penelitian ini, dari ketiga desain alternatif penambahan jumlah komponen memengaruhi nilai efisiensi perakitan, semakin banyak komponen membuat efisiensi perakitan akan semakin menurun. Sedangkan dari segi waktu perakitan, semakin singkat waktu perakitan maka efisiensi perakitan semakin naik, hal tersebut dipengaruhi oleh tingkat kesulitan pada saat perakitan.

Kata Kunci : DFA (*design for assembly*), 3D Scanner, Kalibrasi

## Abstract

*One of the product development methods, namely DFA (design for assembly) is a design process that aims to reduce assembly costs, assembly time and ease of assembly.*

*This research is the development of a 3 DOF calibration table tool with an Arduino-based semi-automatic angle setting as a 3D scanner calibration tool. The research method uses the method developed by Boothroyd and Dewhurst, namely DFA (design for assembly) by analyzing assembly time, assembly efficiency and the number of parts from existing tools, then the tool is developed again so that assembly time is shorter, assembly efficiency is better and from previous tool.*

*The results of this study, from the three alternative designs, the addition of the number of components affects the value of assembly efficiency, the more components make the assembly efficiency decrease. Meanwhile, in terms of assembly time, the shorter the assembly time, the higher the assembly efficiency, this is influenced by the level of difficulty at the time of assembly.*

Keyword: DFA (*design for assembly*), 3D Scanner, Calibration

## 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 :

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

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“ANALISA PEMILIHAN DESAIN MEJA KALIBRASI 3D SCANNER GOM ATOS I DENGAN METODE DESIGN FOR ASSEMBLY (DFA)”** dengan lancar dan tepat waktu.

Skripsi ini disusun untuk melengkapi syarat kelulusan pada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta dengan gelar Sarjana Sains Terapan. Selama pelaksanaan pembuatan skripsi ini penulis mendapatkan banyak bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa syukur kepada Allah SWT dan berterima kasih kepada:

1. Bapak Dr.Eng. Muslimin, S.T., M.T. Selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Bapak Drs. Mochammad Sholeh, S.T., M.T. Selaku ketua Program Studi S1 Terapan Manufaktur merangkap Pembimbing 1
3. Bapak Dr. Muhammad Sjahrul Annas Selaku Dosen Pembimbing 2
4. Bapak, Ibu Dosen Teknik Mesin yang telah membantu dan memperlancar pembuatan skripsi.
5. Bapak, Ibu dan keluarga yang telah memberikan dorongan baik moral maupun material serta doa restunya selama pelaksanaan skripsi ini. Serta Keluarga besar Man – Lan 10T dan teman-teman Teknik Manufaktur Politeknik Negeri Jakarta

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini, untuk itu saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harap kan untuk perbaikan di masa yang akan datang.

Akhirnya penulis berharap semoga penyusunan skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca sekalian pada umumnya serta menambah pengetahuan dalam bidang dunia manufaktur.

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 SAMBUL .....	iii
ABSTRAK .....	iii
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	13
1.1 Latar Belakang .....	13
1.2 Rumusan Masalah .....	13
1.3 Tujuan dan Manfaat.....	13
1.4 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah .....	14
1.5 Lokasi Objek Tugas Akhir .....	14
1.6 Metode Penyelesaian Masalah .....	14
1.7 Sistematika Penulisan.....	14
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	4
2.1 Pengertian DFA ( <i>design for assembly</i> ) .....	4
2.1.1 DFA ( <i>design for assembly</i> ).....	4
2.1.2 Langkah – Langkah Analisa DFA .....	5
2.1.3 Macam – Macam Perakitan .....	6
2.1.4 Panduan <i>Design For Assembly</i> (DFA).....	7
2.1.5 Pengaruh <i>Part Symmetry on Handling Time</i> .....	7
2.1.6 Pengaruh ketebalan dan ukuran part pada waktu penanganan. ....	8
2.1.7 Pengaruh berat pada waktu penanganan. ....	9
2.1.8 Pengaruh kriteria lain pada waktu penanganan. ....	9
2.1.9 Assembly Efficiency.....	10
2.1.10 Identifikasi Kebutuhan Pelanggan .....	11



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

2.1.11 Spesifikasi Produk .....	11
2.1.12 Penyusunan Konsep.....	11
2.1.13 Seleksi Konsep.....	12
2.2 Pustaka Alat.....	12
2.2.1 Mesin 3D <i>Scanner</i> .....	12
2.2.2 Kalibrasi 3D <i>Scanner</i> .....	13
BAB III METODOLOGI.....	16
3.1 Diagram Metode Pelaksanaan .....	16
3.2 Metode Pelaksanaan .....	17
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA .....	19
4.1 Desain Awal Alat .....	19
4.2 Input data desain awal .....	21
4.3 Analisa Desain awal .....	26
4.4 Konsep Rancangan .....	29
4.5 Input Data Desain Terpilih .....	38
4.6 Analisa Desain Terpilih.....	42
BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	16
5.1 Analisa Hasil DFA .....	16
5.1.1 Analisa Kekurangan dan Perbaikan DFA.....	16
5.1.3 Analisa Perbandingan Desain alternatif 1, 2, dan 3 (terpilih).....	20
BAB VI PENUTUP .....	21
6.1 Kesimpulan.....	21
6.2 Saran .....	22
DAFTAR PUSTAKA .....	23

## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1 Alur proses perancangan ulang suatu produk
- Gambar 2.2 Tabel Analisa DFA
- Gambar 2.3 *Alpha and Beta rotational symmetries for various parts*
- Gambar 2.4 *size and thickness*
- Gambar 2.5 Pengaruh berat pada waktu penanganan
- Gambar 2.6 Pengaruh berat pada waktu penanganan
- Gambar 2.7 Aktivitas identifikasi kebutuhan pelanggan
- Gambar 2.8 Mesin 3D *Scanner* ATOS I
- Gambar 2.9 Papan Kalibrasi 3D *Scanner*
- Gambar 2.10 Tampilan Software GOM ATOS
- Gambar 3.1 Diagram Metode Pelaksanaan
- Gambar 4.1 Alat Kalibrasi Mesin 3D *Scanner* 3 DOF
- Gambar 4.2 Alat Kalibrasi Mesin 3D *Scanner* 3 DOF
- Gambar 4.3 Exploded View Alat Kalibrasi Mesin 3D *Scanner* 3 DOF
- Gambar 4.4 Penomoran Alat Kalibrasi Mesin 3D *Scanner* 3 DOF
- Gambar 4.5 Desain Alternatif
- Gambar 4.6 Desain Terpilih Tempak Depan
- Gambar 4.7 Desain Terpilih Samping Dan Atas
- Gambar 5.1 Grafik Jumlah Part
- Gambar 5.2 Diagram Efficiency Dan Grafik Waktu Perakitan
- Gambar 6.1 Grafik Hubungan antara jumlah part, waktu perakitan dan design efficiency

### 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 TABEL

Tabel 4.1 Hasil Pengamatan Di Lab Mesin PNJ Dan PT. X
Tabel 4.2 Spesifikasi Alat Meja Kalibrasi 3 DOF
Tabel 4.3 List Komponen Alat Kalibrasi Mesin 3D Scanner 3 DOF
Tabel 4.4 Sub Assembly Data
Tabel 4.5 Envelope Dimensions
Tabel 4.6 Alpha Beta Symmetry & Handling, Insertion Difficulties
Tabel 4.7 Jumlah Komponen
Tabel 4.8 Waktu Perakitan
Tabel 4.9 Indikator Kepentingan
Tabel 4.10 Indikator Kepentingan
Tabel 4.11 Analisa Kemampuan Produk
Tabel 4.12 Target Kebutuhan
Tabel 4.13 Spesifikasi Produk
Tabel 4.14 Waktu Perakitan
Tabel 4.15 Deskripsi Alat
Tabel 4.16 Kriteria Penilaian
Tabel 4.17 Pemilihan Konsep
Tabel 4.18 Spesifikasi Alat Desain Terpilih
Tabel 4.19 Komponen Desain Terpilih
Tabel 4.20 Sub Assembly Data Desain Terpilih
Tabel 4.21 Envelope Dimensions Desain Terpilih
Tabel 4.22 Envelope Dimensions Desain Terpilih
Tabel 4.23 Jumlah Komponen Desain Terpilih
Tabel 4.24 Waktu Perakitan Desain Terpilih
Tabel 5.1 Analisa Kekurangan Dan Perbaikan
Tabel 5.2 Perubahan Performansi
Tabel 5.3 Perbandingan Desain Awal Dan Desain Usulan

### 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 :

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 LAMPIRAN

- Lampiran 1 Analisa DFA Desain Alternatif 1
- Lampiran 2 Analisa DFA Desain Alternatif 2
- Lampiran 3 Harga Komponen
- Lampiran 4 Gambar Desain Alat
- Lampiran 5 Tabel estimasi waktu *handling*
- Lampiran 6 Tabel estimasi waktu *insertion*





**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

### Latar Belakang

Pengembangan produk menjadi proses utama dalam membuat suatu produk atau barang. Didalam pengembangan produk proses perakitan menjadi proses yang penting, karena besarnya biaya dan waktu perakitan dipengaruhi oleh jumlah komponen dari produk yang dibuat.

Salah satu metode pengembangan produk yaitu DFA (design for assembly) Menurut Boothroyd-Dewhurst DFA merupakan design suatu produk yang mempertimbangkan bagaimana suatu produk itu dirakit untuk meminimalkan biaya perakitan (Boothroyd-Dewhurst, 1994) [1].

Proses pembuatan desain produk dibuat didasarkan pada bentuk dan spesifikasi yang diinginkan oleh konsumen. Proses desain produk perlu mempertimbangkan waktu perakitan, jumlah komponen, dan bagaimana cara perakitannya, sehingga akan mempermudah pada saat proses perakitan dan mempersingkat waktu perakitannya. Objek studi kasus dari penelitian ini adalah alat bantu Meja Kalibrasi 3 DOF pada mesin 3D scanner GOM ATOS I yang ada di lab Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta. Penelitian ini bertujuan mencari hubungan antara desain dengan efisiensi perakitan, waktu perakitan dan jumlah part terhadap pemilihan desain pada alat bantu Meja Kalibrasi 3 DOF.

### 1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana merancang alat bantu kalibrasi mesin 3D Scanner dengan menggunakan metode DFA (design for assembly).

### 1.3 Tujuan dan Manfaat

#### Tujuan

Mendapatkan Hubungan antara desain dengan efisiensi perakitan, waktu perakitan dan jumlah part terhadap pemilihan desain.



## Manfaat

Menghasilkan desain usulan rancangan alat kalibrasi mesin 3D Scanner yang lebih efisien dari segi jumlah komponen dan waktu perakitan.

## Ruang Lingkup dan Batasan Masalah

### 1.4.1 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari tugas akhir ini meliputi :

1. Analisa DFA (*design for assembly*)

### 1.4.2 Batasan Masalah

Dalam upaya memperjelas tujuan yang dicapai, maka batasan masalah ialah :

1. Melakukan analisa DFA pada alat kalibrasi mesin 3D *Scanner* yang ada di lab Politeknik Negeri Jakarta
2. Rancangan ini khusus mesin 3D scanner GOM ATOS I yang ada di lab PNJ
3. Waktu operasi perakitan diukur dari waktu *handling* dan insertion

## 1.5 Lokasi Objek Tugas Akhir

Penyelesaian tugas akhir ini dilakukan di kampus Politeknik Negeri Jakarta.

## 1.6 Metode Penyelesaian Masalah

Masalah yang ditemukan dalam pembuatan tugas akhir ini diawali dengan mengumpulkan data alat kalibrasi mesin 3D *Scanner* yang ada di lab teknik mesin Politeknik Negeri Jakarta berupa data komponen yang digunakan pada alat, jumlah komponen, dan penghitungan waktu perakitan pada alat. Setelah data kebutuhan didapatkan spesifikasi untuk konsep desain alat. Kemudian konsep desain dianalisa dengan menggunakan metode DFA (*design for assembly*) dan diambil konsep desain mana yang terbaik untuk diterapkan pada perancangan alat.

## 1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika dari tugas akhir ini terdiri dari 5 bab yang disertai dengan beberapa lampiran.

### Bab I Pendahuluan

Menguraikan latar belakang pemilihan topik, perumusan masalah, tujuan umum dan khusus, ruang lingkup penelitian dan pembatasan masalah, lokasi

## 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 :**

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

objek tugas akhir, garis besar metode penyelesaian masalah, manfaat yang akan didapat, dan sistematika penulisan keseluruhan tugas akhir.

**Bab II Studi Pustaka**

Memaparkan rangkuman kritis atas pustaka yang menunjang penyusunan/penelitian, meliputi pembahasan tentang topik yang akan dikaji lebih lanjut dalam tugas akhir.

**Bab III Metodologi**

Menguraikan tentang metodologi, yaitu metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah/penelitian, meliputi prosedur, pengambilan sampel dan pengumpulan data, pengumpulan data, teknik analisis data atau teknis perancangan.

**Bab IV Pengumpulan Dan Pengolahan Data**

Bab ini berisikan uraian mengenai data-data penelitian yang digunakan dalam proses pengolahan data dan hasil pengolahan yang digunakan sebagai rekomendasi

**BAB V Analisa Pembahasan**

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

**BAB VI Penutup**

Berisi kesimpulan dari seluruh hasil pembahasan. Isi kesimpulan harus menjawab permasalahan dan tujuan yang telah ditetapkan dalam tugas akhir. Serta berisi saran-saran yang berkaitan dengan tugas akhir.

**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

### ANALISA DAN PEMBAHASAN

#### 1. Analisa Hasil DFA

Pada pembahasan ini akan menjelaskan hasil dari analisa perbaikan DFA meja kalibrasi 3D *Scanner* yang meliputi analisa Kekurangan dan Perbaikan Meja Kalibrasi 3D *Scanner* Berdasarkan Prinsip DFA, Analisa Perbandingan Desain Awal dengan Desain Usulan, Analisa Perbandingan Desain alternatif 1, 2, dan terpilih

#### 1.1 Analisa Kekurangan dan Perbaikan DFA

Tabel 5.1 Analisa Kekurangan dan Perbaikan

No	Komponen	Kekurangan Desain	Perbaikan
1	Akrilik Atas	- Akrilik Tidak Dapat Dilepas - Desain Akrilik Masih Menggunakan Rangka Papan	- Desain Akrilik Berbentuk Lingkaran - Akrilik Dapat Dilepas Dan Dapat Dipasang Kembali - Tidak Menggunakan Frame Papan Lagi
2	Rangka Base	Dimensi Rangka Base Terlalu Besar	Dimensi Rangka Base Di Perkecil
3	Meja	-	Menggunakan Meja Tambahan
4	Motor Power Window Putar	Tingkat Keakurasian 96,13%	Menggunakan Motor Stepper Nema 23
5	Motor Power Window Miring	Tingkat Keakurasian 96,13%	Menggunakan Motor Stepper Nema 34
6	Rangka Kayu Bawah	Part Menggunakan Material Kayu Sehingga Mudah Rapuh	Part Diganti Dengan Menggunakan Alumunium
7	Plat Atas Hub	Membuat Rangka Papan Atas Tidak Dapat Dilepas	Part Digantikan Dengan Magnet



8	Papan Kayu Atas	Part Menggunakan Material Kayu Sehingga Mudah Rapuh Dan Berat	Part Digantikan Dengan Material Akrilik Sehingga Lebih Kuat Dan Ringan
9	Pillow Block	Material Part Menggunakan Cast Iron Sehingga Lebih Berat	Part digantikan dengan material PLA
10	Kotak Miring	-	Part Digantikan Dengan Menggunakan Pillow Blok
11	Dudukan La	-	Part Dihilangkan
12	Dudukan La Pla	-	
13	Linear Actuator	-	
14	Linear Bearing	-	
15	Rangka Atas	Part Menggunakan Material Kayu Sehingga Mudah Rapuh Dan Berat	
16	Rangka Hub Tengah		
17	Rangka Linear 1		
18	Rangka Linear 2		
19	Rangka Linear 3		
20	Rangka Linear 4	-	
21	Roda Caster	-	
22	Tutup Panel Kontrol	-	
23	Hub Tengah	Dimeter Hub Terlalu Besar 20 Cm, Dan Part Terlalu Berat	
24	Plat Power Window	Part Terlalu Berat	
25	Holder As Linear	-	
26	Papan Kayu Bawah	Part Menggunakan Material Kayu Sehingga Mudah Rapuh Dan Berat	
27	Rangka Papan Atas	Rangka Tidak Dapat Lepas Pasang	Part Menggunakan Material Akrilik Dan Dapat Di Lepas Pasang
28	Rangka Papan Kayu Tengah	Part Menggunakan Material Kayu Sehingga Mudah Rapuh	Part Menggunakan Material Akrilik Sehingga Lebih Kuat

**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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Analisa perbaikan adalah cara yang ampuh untuk mengidentifikasi kemungkinan penyederhanaan dalam suatu produk. Setelah dilakukan DFA ada beberapa part yang dihilangkan dikarenakan pada desain baru part tersebut tidak digunakan pada desain yang baru. Hal tersebut dikarenakan oleh beberapa faktor:

1. Faktor cost
2. Kinerja dari part sebelumnya
3. Material yang digunakan part tersebut

### 1.2 Analisa Perbandingan Desain Awal dengan Desain Terpilih

#### Perubahan Performansi dari Adanya Redesign Meja Kalibrasi 3D Scanner

Salah satu tujuan dilakukannya proses DFA terhadap suatu produk yaitu perubahan performansi dari produk tersebut. Berikut ini adalah perubahan performansi dari meja kalibrasi 3D Scanner setelah dilakukan DFA :

Tabel 5.2 Perubahan Performansi

No	Kriteria	Desain Awal	Desain setelah DFA	Perubahan Performansi	%
1	Total Waktu Perakitan ( TM )	982.2 Second	361 Second	Pengurangan Waktu Perakitan	63.20 %
2	Jumlah Part	139	63	Pengurangan Jumlah part	54.70 %
3	Design Efficiency ( E )	12.21%	24.12%	Selisih Design Efficiency usulan dengan awal	11.91 %

#### Total Waktu Perakitan

Waktu perakitan pada desain awal sebesar 982.2 detik, setelah dilakukan DFA waktu perakitan lebih singkat menjadi 361 detik oleh karena itu didapatkan pengurangan waktu setelah dilakukan DFA yaitu sebesar 63.20%

#### 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

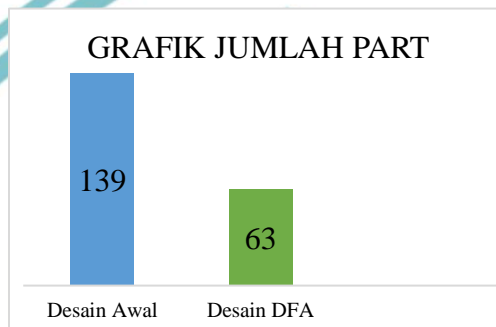
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, 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

**Jumlah Part**

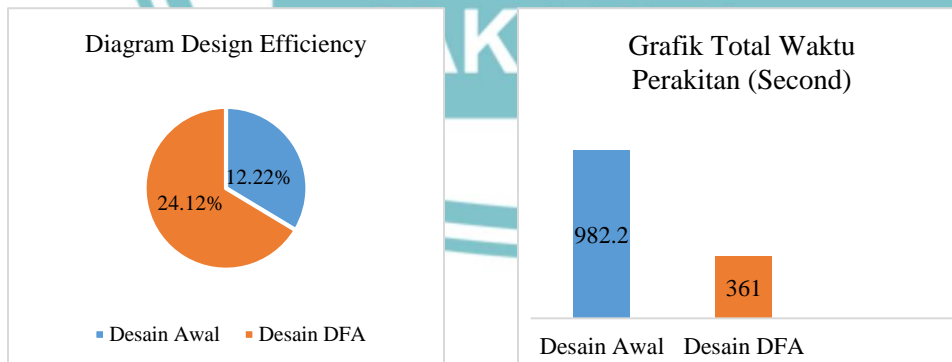
Dalam membuat suatu desain, banyaknya jumlah komponen sangat berpengaruh terhadap desain, semakin banyak jumlah komponen yang harus di rakit maka semakin banyak pula biaya perakitan yang dikeluarkan dan waktu perakitanya. Untuk kasus mesin meja kalibrasi 3D Scanner, desain awal mesin jumlah part sebanyak 139 part, kemudian setelah DFA menjadi 63 part. Sehingga didapatkan pengurangan jumlah part setelah DFA sebesar 54.70%



Gambar 5.1 Grafik Jumlah Part

**Design Efficiency ( E )**

Dari hasil analisa yang didapatkan, setelah dilakukan DFA selisih efficiency sebelum dengan sesudah DFA yaitu sebesar 11.91%. Untuk efficiency sebelum DFA didapatkan nilai sebesar 12.21 % sedangkan sesudah DFA sebesar 24.12%. Peningkatan efficeincy desain tersebut dipengaruhi oleh penyusutan jumlah part setelah dilakukan DFA sebesar 63 part.



Gambar 5.2 Diagram efficiency dan grafik waktu perakitan

### 1.3 Analisa Perbandingan Desain alternatif 1, 2, dan 3 (terpilih)

Tabel 5.4 Perbandingan Desain alternatif 1, 2, dan terpilih

No	Kriteria	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
1	Jumlah Part per Produk	71	73	63
2	Design Efficiency ( E )	15.63%	14.27%	24.12%
3	Jumlah Part Aktual	21	21	29
4	Total Waktu Perakitan ( TM )	404.99	441.47	360.59
5	Estimasi harga	4,058,830	3,506,521	3,173,000

Dari tabel diatas dapat diketahui desain alternatif 3 memiliki nilai efisien yang lebih tinggi dibandingkan dengan desain alternatif 1 dan 2, karena jumlah part yang digunakan pada desain alternatif 3 lebih sedikit. Dengan semakin tinggi nilai *efisiensi* dari desain, total waktu perakitan juga akan semakin cepat. Dari tabel diatas total waktu perakitan dari desain alternatif 3 yaitu sebesar 360.59 detik. Sedangkan dari segi estimasi harga, penambahan jumlah komponen tidak selalu menyebabkan peningkatan harga alat, hal ini dapat dilihat pada desain alternatif 2 dengan desain alternatif 1. Estimasi harga desain alternatif 2 lebih rendah dibandingkan dengan alternatif 1, dimana jumlah komponen desain alternative 2 lebih besar dibandingkan dengan desain alternative 1. Hal tersebut dapat dikarenakan pada saat melakukan pengurangan komponen namun ada penambahan seperti *jig* dan *fixture* pada proses perakitannya maka hal tersebut akan memengaruhi estimasi harga alat. Atau juga dapat dipengaruhi oleh perbedaan komponen yang digunakan dari masing – masing alternatif, semakin mahal komponen yang digunakan maka akan semakin tinggi estimasi harga alat walaupun jumlah komponen lebih sedikit.

#### 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.

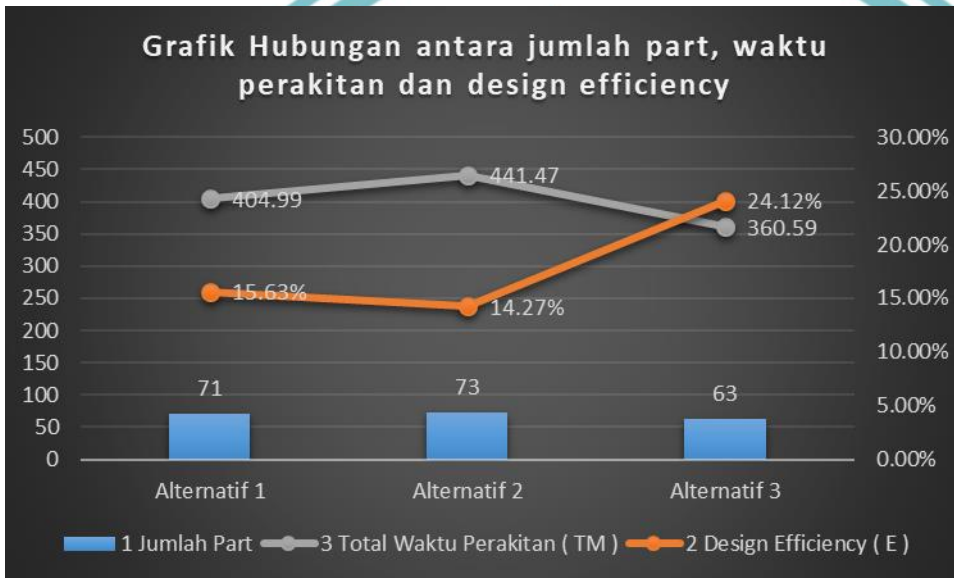
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB VI PENUTUP

### Kesimpulan

Setelah dilakukan analisa dan pembahasan hasil DFA didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :



Gambar 6.1 Grafik Hubungan antara jumlah part, waktu perakitan dan design efficiency

Dari ketiga desain alternatif dapat diketahui bahwa penambahan jumlah komponen memengaruhi nilai efisiensi perakitan, semakin banyak komponen membuat efisiensi perakitan akan semakin menurun. Sedangkan dari segi waktu perakitan semakin singkat waktu perakitan maka efisiensi perakitan semakin naik, hal tersebut dapat dipengaruhi oleh tingkat kesulitan pada saat perakitan, semakin sedikit jumlah komponennya diharapkan tingkat kesulitan perakitan juga semakin menurun sehingga efisiensi perakitan menjadi naik dan waktu perakitan menjadi lebih singkat

### 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



## Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian untuk langkah pengembangan atau penelitian selanjutnya, sebagai berikut:

- 1) Hasil yang didapat dari penelitian ini hanyalah analisa pada perakitan, waktu perakitan dan efisiensi perakitan. Sedangkan untuk membuat alat kalibrasi mesin 3D *Scanner* ini dapat diterapkan aplikasi *Design for Manufacturing* untuk mendapatkan biaya dan waktu dalam proses pembuatannya.



### 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 :

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

- Boothroyd, G., P. Dewhurst, W. Knight, "Product Design For Manufacture and Assembly", Third Edition , New York, 1994.
- George E. Dieter, Linda C. Schmidt, "Engineering Design", McGraw-Hill, 2013
- Yang, D.Y. et al. Development of integrated and intelligent design and analysis system for forging processes, Annals of CIRP, 49 (1), p. 177, 2000.
- Ulrich, Karl T. dan Eppinger, Steven D. Product Design and Development. 6 th New York, 2016
- Fadzilah M. Karima N I, "Rancang Bangun Meja Kalibrasi 3 DOF Dengan Pengaturan Sudut Semi Otomatis Berbasis Arduino Sebagai Penunjang Perangkat 3D Scanner", Skripsi, Program Studi Teknik Manufaktur Politeknik Negeri Jakarta, Depok, 2017.
- [6] Prastyo A, "Aplikasi Fotogrametri Jarak Dekat untuk Pemodelan 3D Candi Gedong Songo", Jurusan Teknik Geodesi Universitas Diponegoro, Semarang



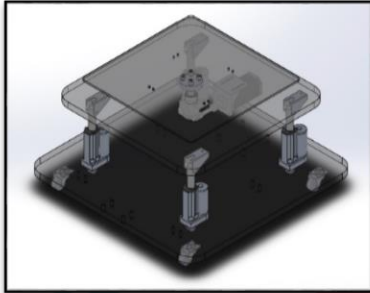
POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA

**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 1**

**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 (2) x [(4) + (6)]	figures for estimation of theoretical minimum of parts	<b>RICHTPRESSE</b>
001	1	10	1.5	00	1.5	3	0	Base atas
002	1	10	1.5	10	4	5.5	0	Hub
003	1	10	1.5	38	6	7.5	1	Baut M8
004	1	10	1.5	38	6	7.5	1	Baut M8
005	1	10	1.5	38	6	7.5	1	Baut M8
006	1	10	1.5	38	6	7.5	1	Baut M8
007	1	00	1.13	02	2.5	3.63	0	Shaft bavel gear
008	1	10	1.5	38	6	7.5	0	Baut M4
009	1	30	1.95	02	2.5	4.45	1	Bavel Gear set
010	1	30	1.95	02	2.5	4.45	0	Pasak
011	1	30	1.95	02	2.5	4.45	1	Motor Stepper Nema 23 Putar
012	1	30	1.95	00	1.5	3.45	1	Bracket Motor Stepper
013	6	10	1.5	38	6	45	1	Baut M8
014	1	00	1.13	00	1.5	2.63	0	Base Tengah
015	1	00	1.13	02	2.5	3.63	0	Bearing
016	1	10	1.5	00	1.5	3	0	Linear Actuator





## © 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

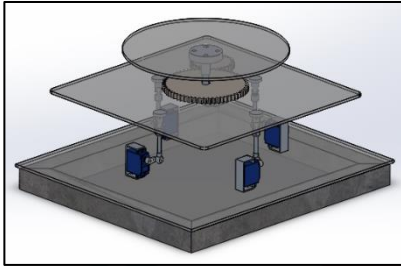
017	2	30	1.95	00	1.5	6.9	1	Linear Actuator Bracket
018	2	10	1.5	38	6	15	0	Baut M4
019	2	10	1.5	38	6	15	0	Baut M4
020	2	10	1.5	38	6	15	1	Baut M8
021	1	10	1.5	00	1.5	3	0	Linear Actuator
022	2	30	1.95	00	1.5	6.9	1	Linear Actuator Bracket
023	2	10	1.5	38	6	15	0	Baut M4
024	2	10	1.5	38	6	15	0	Baut M4
025	2	10	1.5	38	6	15	1	Baut M8
026	1	10	1.5	00	1.5	3	0	Linear Actuator
027	2	30	1.95	00	1.5	6.9	1	Linear Actuator Bracket
028	2	10	1.5	38	6	15	0	Baut M4
029	2	10	1.5	38	6	15	0	Baut M4
030	2	10	1.5	38	6	15	1	Baut M8
031	1	10	1.5	00	1.5	3	0	Linear Actuator
032	2	30	1.95	00	1.5	6.9	1	Linear Actuator Bracket
033	2	10	1.5	38	6	15	0	Baut M4
034	2	10	1.5	38	6	15	0	Baut M4
035	2	10	1.5	38	6	15	1	Baut M8
036	1	00	1.13	00	1.5	2.63	0	Base Bawah
037	1	10	1.5	38	6	7.5	1	Baut M8
038	1	10	1.5	38	6	7.5	1	Baut M8
039	1	10	1.5	38	6	7.5	1	Baut M8
040	1	10	1.5	38	6	7.5	1	Baut M8
041	1	00	1.13	02	2.5	3.63	0	Rangka Bawah
042	1	10	1.5	00	1.5	3	0	Frame Rangka 1
043	1	10	1.5	00	1.5	3	0	Frame Rangka 2
044	1	10	1.5	00	1.5	3	0	Frame Rangka 3
045	1	10	1.5	00	1.5	3	0	Frame Rangka 4
046	1	00	1.13	00	1.5	2.63	1	Bearing Housing Putar
047	1	00	1.13	02	2.5	3.63	0	Bearing 12 mm
048	1	00	1.13	02	2.5	3.63	0	Bearing 12 mm
049	2	10	1.5	38	6	15	0	Baut M8
					<b>407.44 s</b>		<b>21</b>	<b>E = 15.63%</b>
					<b>TM</b>		<b>NM</b>	

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 2

ANALISA DFA DESAIN ALTERNATIF 2



1	2	3	4	5	6	7	8	9	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)]	operation cost, Rp. 1.04 x (7)	figures for estimation of theoretical	RICHTPRESSE
001	1	10	1.5	00	1.5	3		0	Base atas
002	1	10	1.5	10	4	5.5		0	Hub
003	1	10	1.5	38	6	7.5		1	Baut M8
004	1	10	1.5	38	6	7.5		1	Baut M8
005	1	10	1.5	38	6	7.5		1	Baut M8
006	1	10	1.5	38	6	7.5		1	Baut M8
007	1	00	1.13	02	2.5	3.63		0	Poros worm gear
008	1	00	1.13	02	2.5	3.63		0	Bearing 12 mm
009	1	30	1.95	02	2.5	4.45		0	Spur Gear set
010	1	00	1.13	00	1.5	2.63		0	Base miring
011	1	30	1.95	02	2.5	4.45		0	Servo MG9996
012	1	14	2.55	00	1.5	4.05		1	Universal Joining
013	1	00	1.13	02	2.5	3.63		1	Rod Lever
014	1	14	2.55	00	1.5	4.05		1	Ball Ekstension Lever



## © 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

015	2	10	1.5	38	6	15	0	Baut M4
016	1	30	1.95	02	2.5	4.45	0	Servo MG9996
017	1	14	2.55	00	1.5	4.05	1	Universal Joining
018	1	00	1.13	02	2.5	3.63	1	Rod Lever
019	1	14	2.55	00	1.5	4.05	1	Ball Ekstension Lever
020	2	10	1.5	38	6	15	0	Baut M4
021	1	30	1.95	02	2.5	4.45	0	Servo MG9996
022	1	14	2.55	00	1.5	4.05	1	Universal Joining
023	1	00	1.13	02	2.5	3.63	1	Rod Lever
024	1	14	2.55	00	1.5	4.05	1	Ball Ekstension Lever
025	2	10	1.5	38	6	15	0	Baut M4
026	1	30	1.95	02	2.5	4.45	0	Servo MG9996
027	1	14	2.55	00	1.5	4.05	1	Universal Joining
028	1	00	1.13	02	2.5	3.63	1	Rod Lever
029	1	14	2.55	00	1.5	4.05	1	Ball Ekstension Lever
030	2	10	1.5	38	6	15	0	Baut M4
031	1	20	1.8	00	1.5	3.3	0	Bracket Motor Servo
032	1	10	1.5	38	6	7.5	0	Baut M4
033	1	10	1.5	38	6	7.5	0	Baut M4
034	1	10	1.5	38	6	7.5	0	Baut M4
035	1	10	1.5	38	6	7.5	0	Baut M4
036	1	10	1.5	38	6	7.5	0	Baut M4
037	1	10	1.5	38	6	7.5	0	Baut M4
038	1	20	1.8	00	1.5	3.3	0	Bracket Motor Servo
039	1	10	1.5	38	6	7.5	0	Baut M4
040	1	10	1.5	38	6	7.5	0	Baut M4
041	1	10	1.5	38	6	7.5	0	Baut M4
042	1	10	1.5	38	6	7.5	0	Baut M4
043	1	10	1.5	38	6	7.5	0	Baut M4
044	1	10	1.5	38	6	7.5	0	Baut M4
045	1	20	1.8	00	1.5	3.3	0	Bracket Motor Servo
046	1	10	1.5	38	6	7.5	0	Baut M4
047	1	10	1.5	38	6	7.5	0	Baut M4
048	1	10	1.5	38	6	7.5	0	Baut M4
049	1	10	1.5	38	6	7.5	0	Baut M4
050	1	10	1.5	38	6	7.5	0	Baut M4
051	1	10	1.5	38	6	7.5	0	Baut M4
052	1	20	1.8	00	1.5	3.3	0	Bracket Motor Servo
053	1	10	1.5	38	6	7.5	0	Baut M4
054	1	10	1.5	38	6	7.5	0	Baut M4
055	1	10	1.5	38	6	7.5	0	Baut M4

## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

056	1	10	1.5	38	6	7.5		0	Baut M4
057	1	10	1.5	38	6	7.5		0	Baut M4
058	1	10	1.5	38	6	7.5		0	Baut M4
059	1	00	1.13	00	1.5	2.63		0	Base Bawah
060	1	10	1.5	38	6	7.5		1	Baut M8
061	1	10	1.5	38	6	7.5		1	Baut M8
062	1	10	1.5	38	6	7.5		1	Baut M8
063	1	10	1.5	38	6	7.5		1	Baut M8
064	1	00	1.13	02	2.5	3.63		0	Rangka Bawah
065	1	30	1.95	02	2.5	4.45		1	Motor Stepper NEMA 23
066	1	10	1.5	38	6	7.5		0	Baut M4
067	1	10	1.5	38	6	7.5		0	Baut M4
068	1	10	1.5	38	6	7.5		0	Baut M4
069	1	10	1.5	38	6	7.5		0	Baut M4
						<b>441.47</b>		<b>21</b>	<b>E = 14.27</b>

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 3

HARGA KOMPONEN

1. Desain Awal`

Nama Part	Harga Satuan	Qty	Harga Total	Sumber	Berat (Gr)
Akrilik Atas	80,000	1	80,000	Offline	383.81
As Linear	78,000	4	312,000	Tokopedia	15.08
As Pw Miring	54,600	1	54,600	Tokopedia	23.17
Poros pw putar	15,600	1	15,600	Tokopedia	49.83
Baut M8	12,000	-	12,000	Tokopedia	220
Bearing Putar	39,000	2	78,000	Tokopedia	65
Dudukan La	60,000	1	60,000	Offline	40.39
Dudukan La Pla	60,000	1	60,000	Offline	240.66
Holder As Linear	60,000	4	240,000	Offline	110.33
Hub	80,000	1	80,000	Offline	27.59
Hub Tengah	100,000	1	100,000	Offline	78.31
Kotak Miring	45,000	2	90,000	Offline	28.06
Linear Actuator	175,000	1	175,000	Tokopedia	3500
Linear Bearing	33,500	4	134,000	Tokopedia	100
Motor Power Window Miring	125,000	1	125,000	Tokopedia	650
Motor Power Window Putar	125,000	1	125,000	Tokopedia	650
Papan Kayu Atas	42,000	1	42,000	Offline	558.96
Papan Kayu Bawah	42,000	1	42,000	Offline	1597.44
Pillow Block	34,500	2	69,000	Tokopedia	900
Plat Atas Hub	25,000	1	25,000	Offline	11.92
Plat Power Window	20,000	2	40,000	Offline	24.96
Rangka Atas	18,000	1	18,000	Offline	207.27
Rangka Base	18,000	1	18,000	Offline	83.1
Rangka Hub Tengah	18,000	1	18,000	Offline	136.04
Rangka Kayu Bawah	42,000	1	42,000	Offline	703.77
Rangka Linear	18,000	4	72,000	Offline	94.97
Rangka Papan Atas	42,000	1	42,000	Offline	69.61
Rangka Papan Kayu Tengah	42,000	1	42,000	Offline	601.62
Rivet	50,000	-	50,000	Tokopedia	0.45
Roda Caster	12,000	4	48,000	Tokopedia	370
Tutup Panel Kontrol	32,000	4	128,000	Offline	580.14
<b>Total</b>				2,437,200	

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. Desain Alternatif 1

Nama Part	Harga satuan	qty	Harga total	Sumber
Base atas	150,000	1	150,000	offline
Base Bawah	150,000	1	150,000	offline
Base Tengah	150,000	1	150,000	offline
Baut M4	50,000	-	50,000	Tokopedia
Baut M8	50,000	-	50,000	Tokopedia
Bavel Gear set	170,000	1	170,000	Tokopedia
Bearing 12 mm	39,000	3	117,000	Tokopedia
Bearing Housing Putar	42,902	1	42,902	Tokopedia
Bracket Motor Stepper	62,928	1	62,928	Tokopedia
Frame Rangka 1	75,000	1	75,000	offline
Frame Rangka 2	75,000	1	75,000	offline
Frame Rangka 3	75,000	1	75,000	offline
Frame Rangka 4	75,000	1	75,000	offline
Hub	200,000	1	200,000	offline
Linear Actuator	359,000	4	1,436,000	Tokopedia
Linear Actuator Bracket	70,000	8	560,000	Tokopedia
Motor Stepper Nema 23 Putar	400,000	1	400,000	Tokopedia
Rangka Bawah	100,000	1	100,000	offline
Shaft bavel gear	120,000	1	120,000	offline
<b>Total</b>			4,058,830	

3. Desain Alternatif 2

Nama Part	Harga satuan	qty	Harga total	Sumber
Ball Ekstension Lever	75,500	4	302,000	Tokopedia
Base atas	150,000	1	150,000	offline
Base Bawah	150,000	1	150,000	offline
Base miring	150,000	1	150,000	offline
Baut M8	50,000	-	50,000	Tokopedia
Bearing 12 mm	39,000	1	39,000	Tokopedia
Bracket Motor Servo	55,000	4	220,000	Tokopedia
Hub	200,000	1	200,000	offline
Motor Stepper NEMA 23	400,000	1	400,000	Tokopedia
Rangka Bawah	100,000	1	100,000	offline
Rod Lever	75,500	4	302,000	Tokopedia
Servo MG9996	150,000	4	600,000	Tokopedia
Shaft worm gear	120,000	1	120,000	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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Spur Gear set	100,000	1	100,000	Tokopedia
Universal Joining	60,000	4	240,000	Tokopedia
Baut M4	50,000	-	50,000	Tokopedia
<b>Total</b>			<b>3,173,000</b>	

4. Desain Alternatif 3 (Terpilih)

Nama Part	Harga Satuan	Qty	Harga Total	Sumber
Base Plat Miring	150,000	1	150,000	Offline
Base Plat Putar	75,000	1	75,000	Tokopedia
Baut M8	12,000	-	12,000	Tokopedia
Bearing 12 mm	39,000	4	156,000	Tokopedia
Bearing Housing Putar	42,902	1	42,902	Tokopedia
Bevel Gear Set Putar	45,687	1	45,687	Tokopedia
Bracket Motor Stepper	62,928	2	125,856	Offline
Casing Body Atas	80,000	1	80,000	Offline
Casing Body Belakang	80,000	1	80,000	Offline
Casing Body Depan	80,000	1	80,000	Offline
Casing Body Kanan	80,000	1	80,000	Offline
Casing Body Kiri	80,000	1	80,000	Offline
Coupling Shaft & Mtr Stepper	62,928	1	62,928	Offline
Frame Atas	75,000	1	75,000	Offline
Frame Bawah	75,000	1	75,000	Offline
Hub Shaft	200,000	1	200,000	Offline
Magnet Atas	21,000	1	21,000	Tokopedia
Magnet Bawah	45,000	1	45,000	Tokopedia
Motor Stepper Nema 23 Putar	400,000	1	400,000	Tokopedia
Motor Stepper Nema 34				
Miring	890,000	1	890,000	Tokopedia
Pillow Block Kanan	149,587	1	149,587	Offline
Pillow Block Kiri	149,587	1	149,587	Offline
Poros Putar	120,000	1	120,000	Tokopedia
Shaft Lock	70,975	1	70,975	Tokopedia
Poros Miring	120,000	1	120,000	Tokopedia
Shaft Penyangga	120,000	1	120,000	Tokopedia
<b>Total</b>			<b>3,506,522</b>	

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

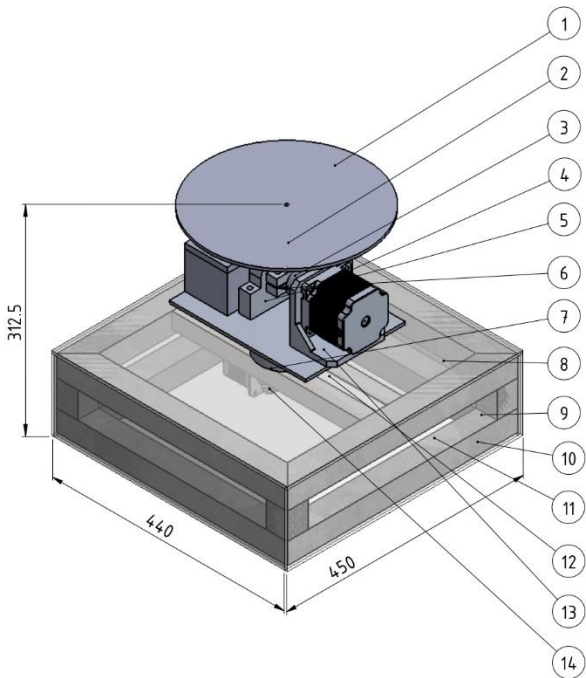
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

© **Hak Cipta** **Politeknik Negeri Jakarta**  
LAMPIRAN 4  
GAMBAR DESAIN ALAT

**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 buku, dan sebagainya.
  - 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.


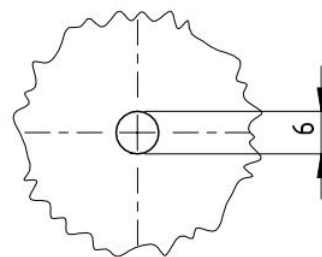
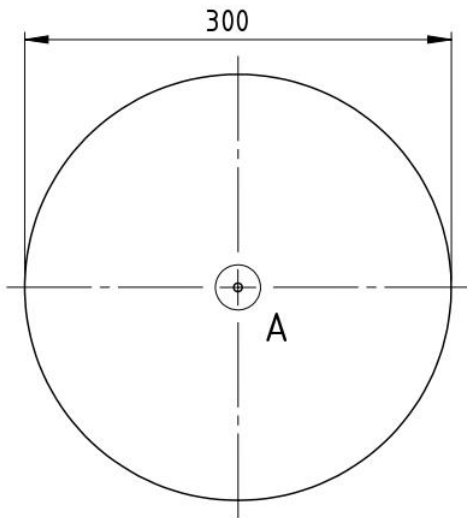
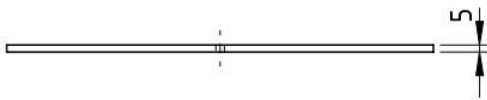
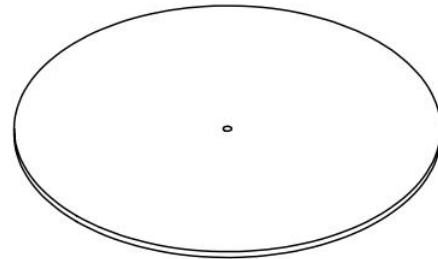


1	Poros Putar	14	Al Alloy	Ø 12 x 85		
2	Bracket Motor Stepper	13	ABS	68.5 x 65.5 x 75		
1	Hub Shaft	12	Aluminium	Ø 60 x 20 x 15		
2	Casing Body Samping	11	Acrylic	510 x 135 x 5		
1	Rangka Alat	10	Galvalume	500 x 440 x 130		
2	Casing Body Depan	09	Acrylic	440 x 135 x 5		
1	Baseplat atas alat	08	Acrylic	510 x 450 x 5		
1	Housing Bearing Putar	07	Aluminium	Ø60 x Ø33 x 25		
1	Shaft Lock	06	ABS	60 x 30 x 20		
2	Bearing Housing	05	ABS	100 x 20 x 60		
1	Base Plat Putar	04	Aluminium	260 x 190 x 5		
1	Poros Miring	03	Al Alloy	Ø 12 x 160		
1	Shaft Penyangga	02	AL Alloy	Ø 12 x 90		
1	Base atas miring	01	Acrylic	Ø 300 x 5		
Jumlah	Nama Bagian	No Bag	Bahan	Ukuran (mm)	Keterangan	
III	II	I	Perubahan :			
			Meja Kalibrasi 3D Scanner	Skala 1 : 5		Digambar
			Politeknik Negeri Jakarta			Diperiksa
					No 00/Meja Kalibrasi 3D Scanner/2021	



Nilai Kekasaran						Toleransi								
N12	50	N8	3.3	N4	0.2	Ukuran Minimum (mm)								
						>0.5-3	>3-6	>6-30	>30-120	>120-315	>315-1000	>1000-2000		
N11	25	N7	1.6	N3	0.1	Penyimpangan yang diizinkan	Teliti	±0.05	±0.05	±0.1	±0.15	±0.2	±0.3	±0.5
N10	12.5	N6	0.8	N2	0.05		Sedang	±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2
N9	6.3	N5	0.4	N1	0.025		Kasar		±0.2	±0.5	±0.8	±1.2	±2	±0.3

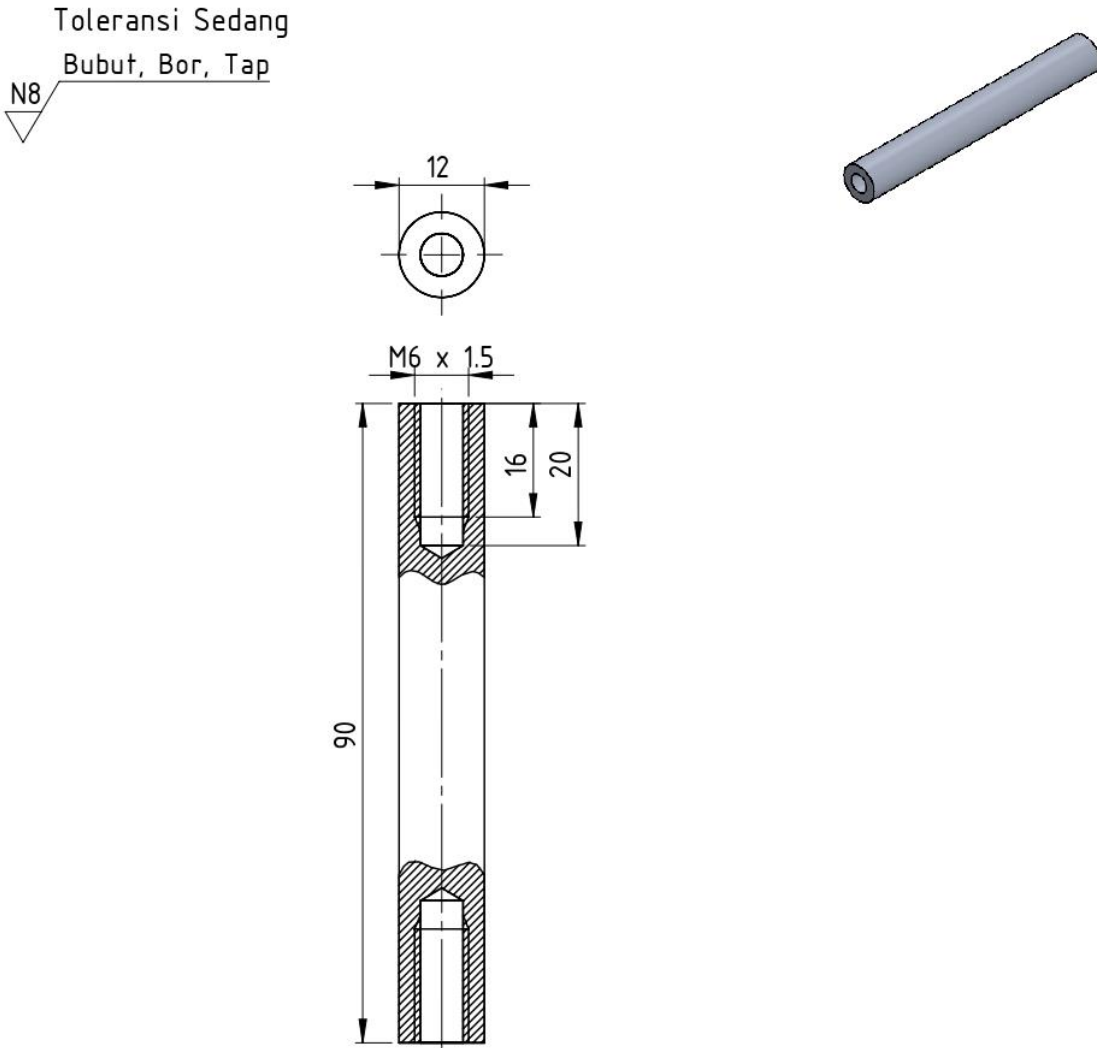
Tol. Sedang  
Laser Cutting

DETAIL A  
SCALE 1 : 1

			Base atas miring		Acrylic	∅ 305 x 5 mm							
Jumlah			Nama Bagian	No Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan						
III	II	I	Perubahan :										
			Meja Kalibrasi 3D Scanner			Skala 1:5	<table border="1"> <tr> <td>Digambar</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Diperiksa</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Digambar			Diperiksa		
Digambar													
Diperiksa													
			Politeknik Negeri Jakarta			No 01/Meja Kalibrasi 3D Scanner/2021							

Nilai Kekasaran						Toleransi								
N12	50	N8	3.3	N4	0.2	Ukuran Minimum (mm)		>0.5-3	>3-6	>6-30	>30-120	>120-315	>315-1000	>1000-2000
N11	25	N7	1.6	N3	0.1	Penyimpangan yang diizinkan	Teliti	±0.05	±0.05	±0.1	±0.15	±0.2	±0.3	±0.5
N10	12.5	N6	0.8	N2	0.05		Sedang	±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2
N9	6.3	N5	0.4	N1	0.025		Kasar		±0.2	±0.5	±0.8	±1.2	±2	±0.3

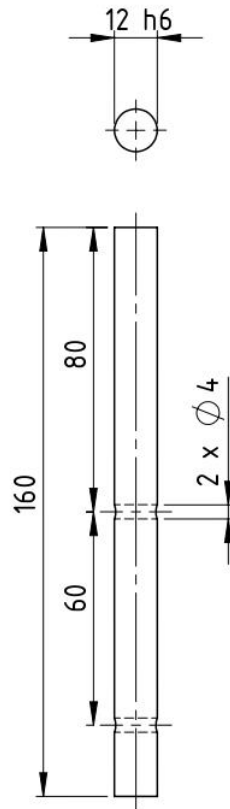
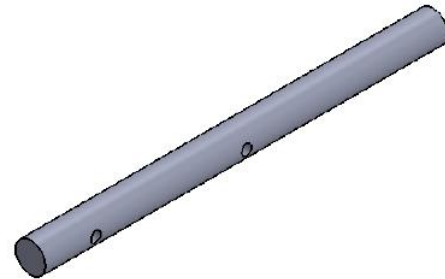


			Shaft Penyangga		AL Alloy	Ø 13 x 95 mm		
Jumlah			Nama Bagian	No Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
III	II	I	Perubahan :					
			Meja Kalibrasi 3D Scanner			Skala 1 : 1	Digambar	
							Diperiksa	
			Politeknik Negeri Jakarta			No 02/Meja Kalibrasi 3D Scanner/2021		

Nilai Kekasaran						Toleransi								
N12	50	N8	3.3	N4	0.2	Ukuran Minimum (mm)		>0.5-3	>3-6	>6-30	>30-120	>120-315	>315-1000	>1000-2000
N11	25	N7	1.6	N3	0.1	Penyimpangan yang diizinkan	Teliti	±0.05	±0.05	±0.1	±0.15	±0.2	±0.3	±0.5
N10	12.5	N6	0.8	N2	0.05		Sedang	±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2
N9	6.3	N5	0.4	N1	0.025		Kasar		±0.2	±0.5	±0.8	±1.2	± 2	±0.3

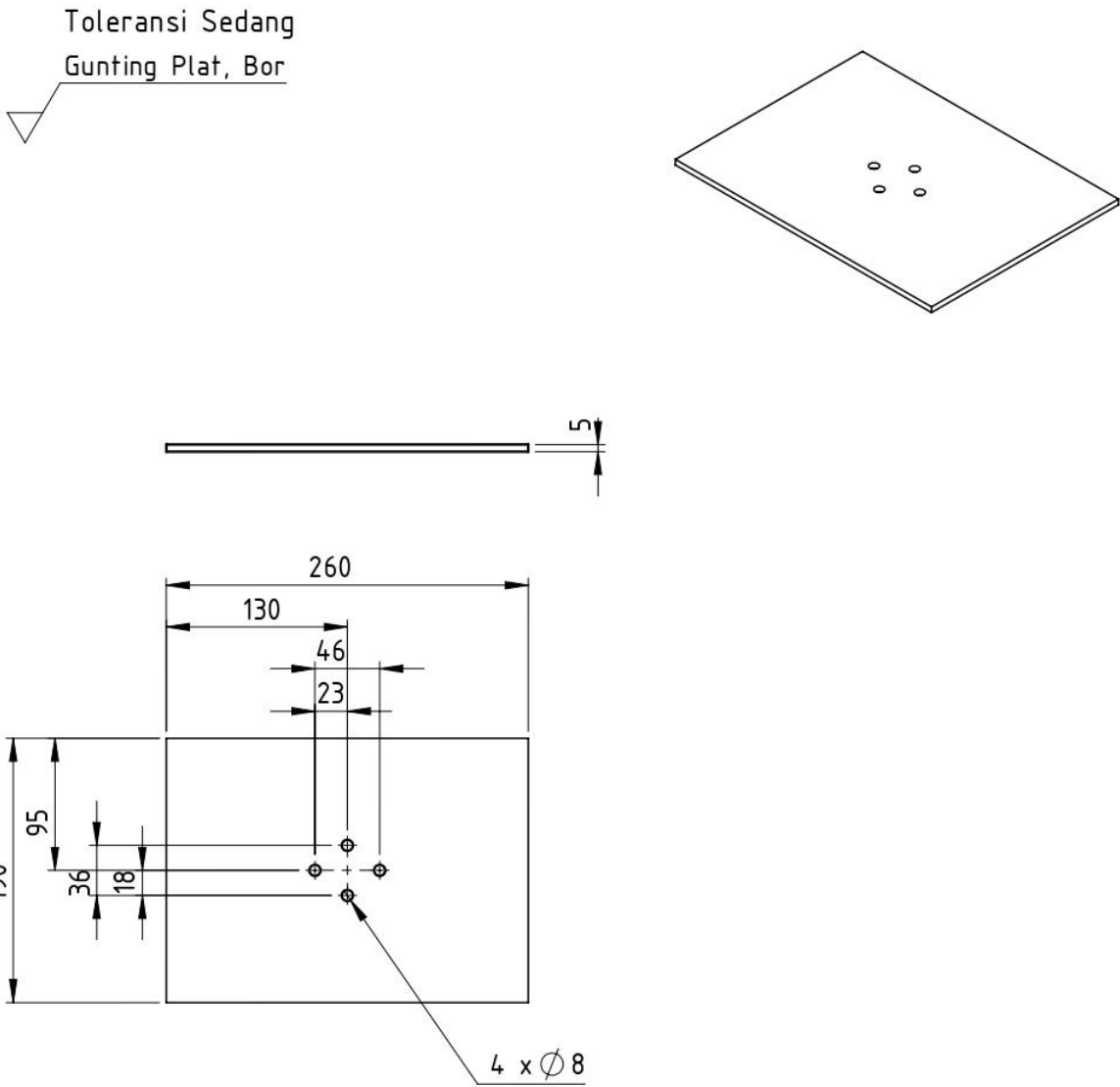
Toleransi Sedang

N8  
Bubut, Bor



			Poros Miring		Al Alloy	Ø 12 x 170		
Jumlah			Nama Bagian	No Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
III	II	I	Perubahan :					
			Meja Kalibrasi 3D Scanner			Skala 1 : 2	Digambar Diperiksa	
			Politeknik Negeri Jakarta			No 03/Meja Kalibrasi 3D Scanner/2021		

Nilai Kekasaran						Toleransi								
N12	50	N8	3.3	N4	0.2	Ukuran Minimum (mm)		>0.5-3	>3-6	>6-30	>30-120	>120-315	>315-1000	>1000-2000
N11	25	N7	1.6	N3	0.1	Penyimpangan yang diizinkan	Teliti	±0.05	±0.05	±0.1	±0.15	±0.2	±0.3	±0.5
N10	12.5	N6	0.8	N2	0.05		Sedang	±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2
N9	6.3	N5	0.4	N1	0.025		Kasar		±0.2	±0.5	±0.8	±1.2	± 2	±0.3

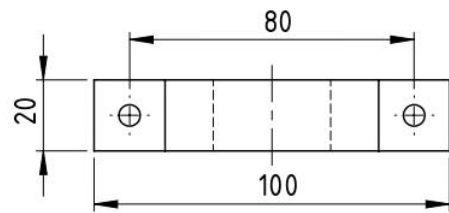
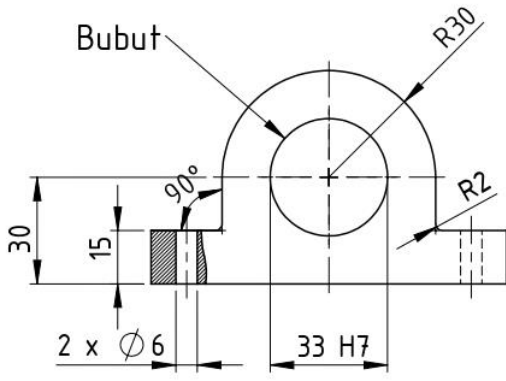
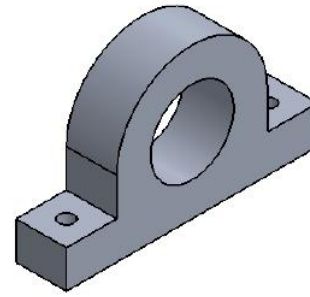


			Base Plat Putar	AL	270 x 200 x 5 mm			
Jumlah			Nama Bagian	No Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
III	II	I	Perubahan :					
			Meja Kalibrasi 3D Scanner			Skala 1 : 5	Digambar	
			Politeknik Negeri Jakarta				Diperiksa	
						No 04/Meja Kalibrasi 3D Scanner/2021		

Nilai Kekasaran						Toleransi								
N12	50	N8	3.3	N4	0.2	Ukuran Minimum (mm)		>0.5-3	>3-6	>6-30	>30-120	>120-315	>315-1000	>1000-2000
N11	25	N7	1.6	N3	0.1	Penyimpangan yang diizinkan	Teliti	±0.05	±0.05	±0.1	±0.15	±0.2	±0.3	±0.5
N10	12.5	N6	0.8	N2	0.05		Sedang	±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2
N9	6.3	N5	0.4	N1	0.025		Kasar		±0.2	±0.5	±0.8	±1.2	± 2	±0.3

Toleransi Kasar

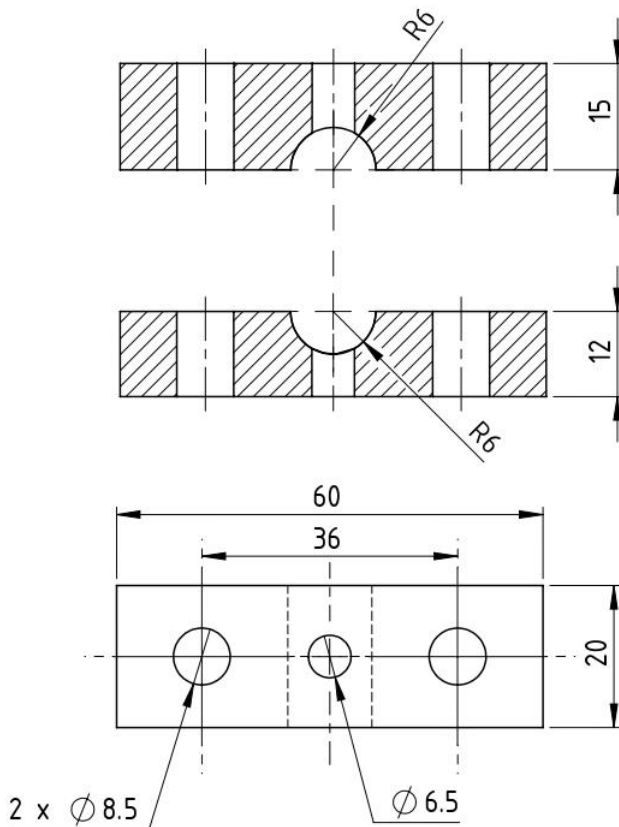
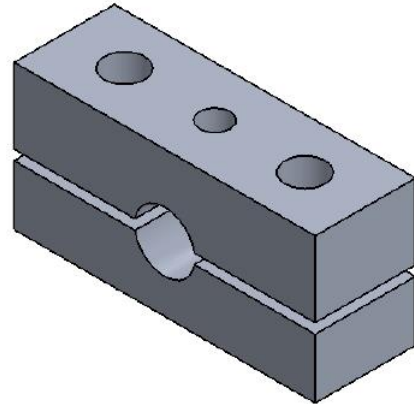
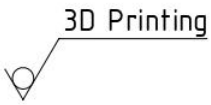
3D Printing, (Bubut)



			Bearing Housing		ABS	100 x 20 x 60 mm		
Jumlah			Nama Bagian	No Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
III	II	I	Perubahan :					
			Meja Kalibrasi 3D Scanner			Skala 1 : 2	Digambar	
			Politeknik Negeri Jakarta				Diperiksa	
						No 05/Meja Kalibrasi 3D Scanner/2021		

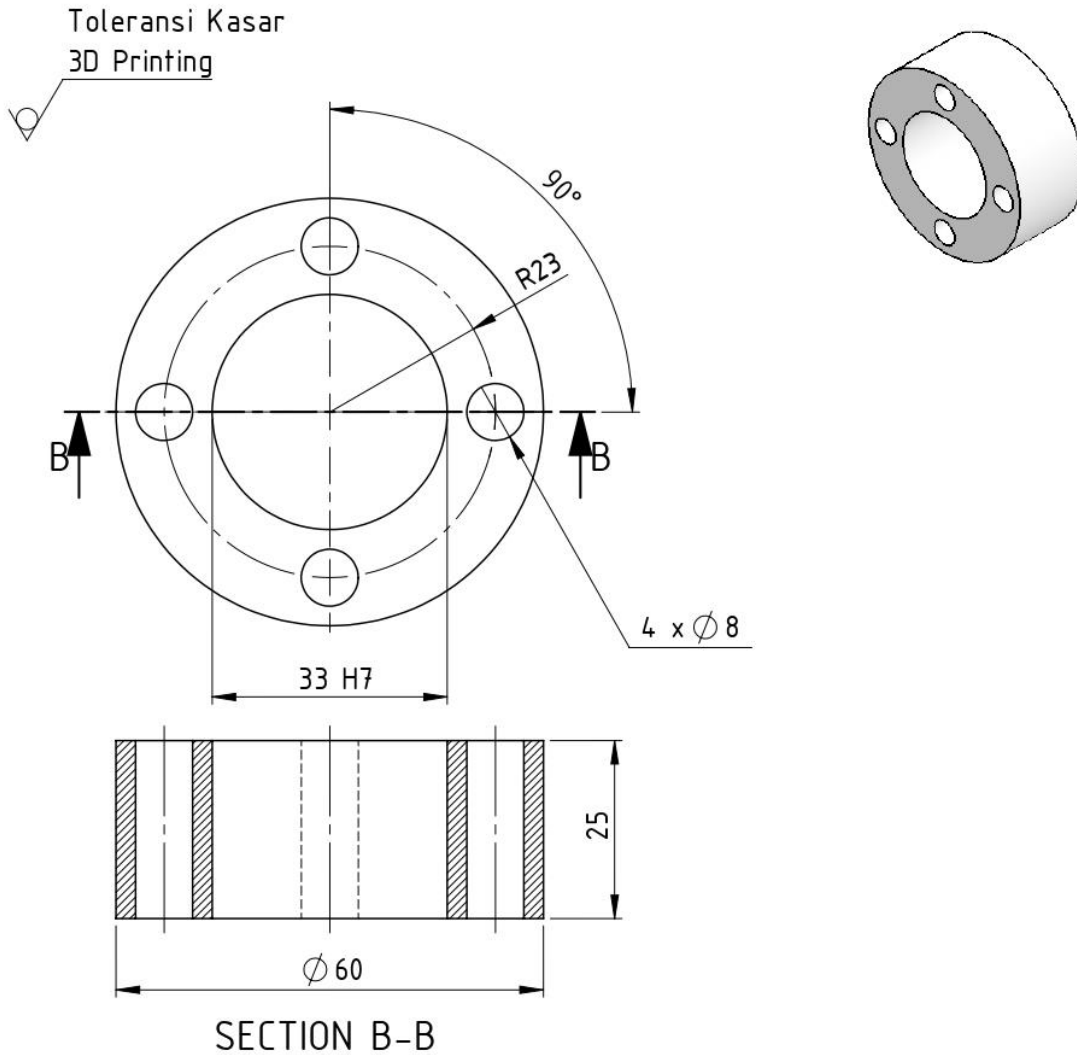
Nilai Kekasaran						Toleransi								
N12	50	N8	3.3	N4	0.2	Ukuran Minimum (mm)		>0.5-3	>3-6	>6-30	>30-120	>120-315	>315-1000	>1000-2000
N11	25	N7	1.6	N3	0.1	Penyimpangan yang diizinkan	Teliti	±0.05	±0.05	±0.1	±0.15	±0.2	±0.3	±0.5
N10	12.5	N6	0.8	N2	0.05		Sedang	±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2
N9	6.3	N5	0.4	N1	0.025		Kasar		±0.2	±0.5	±0.8	±1.2	±2	±0.3

**Toleransi Kasar**



			Shaft Lock		ABS	60 x 20 x 27 mm		
Jumlah			Nama Bagian	No Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
III	II	I	Perubahan :					
			Meja Kalibrasi 3D Scanner			Skala 1 : 1	Digambar	
			Politeknik Negeri Jakarta				Diperiksa	
						No 06/Meja Kalibrasi 3D Scanner/2021		

Nilai Kekasaran						Toleransi								
N12	50	N8	3.3	N4	0.2	Ukuran Minimum (mm)		>0.5-3	>3-6	>6-30	>30-120	>120-315	>315-1000	>1000-2000
N11	25	N7	1.6	N3	0.1	Penyimpangan yang diizinkan	Teliti	±0.05	±0.05	±0.1	±0.15	±0.2	±0.3	±0.5
N10	12.5	N6	0.8	N2	0.05		Sedang	±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2
N9	6.3	N5	0.4	N1	0.025		Kasar		±0.2	±0.5	±0.8	±1.2	± 2	±0.3



			Housing Bearing Putar		ABS	$\phi$ 60 x 25 mm		
Jumlah			Nama Bagian	No Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
III	II	I	Perubahan :					
			Meja Kalibrasi 3D Scanner			Skala 1 : 1	Digambar	
							Diperiksa	
			Politeknik Negeri Jakarta			No 07/Meja Kalibrasi 3D Scanner/2021		

Nilai Kekasaran						Toleransi								
N12	50	N8	3.3	N4	0.2	Ukuran Minimum (mm)		>0.5-3	>3-6	>6-30	>30-120	>120-315	>315-1000	>1000-2000
N11	25	N7	1.6	N3	0.1	Penyimpangan yang diizinkan	Teliti	±0.05	±0.05	±0.1	±0.15	±0.2	±0.3	±0.5
N10	12.5	N6	0.8	N2	0.05		Sedang	±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2
N9	6.3	N5	0.4	N1	0.025		Kasar		±0.2	±0.5	±0.8	±1.2	± 2	±0.3

**Toleransi Sedang**  
Laser Cutting

DETAIL B  
SCALE 1 : 2

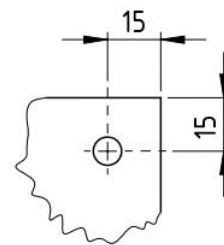
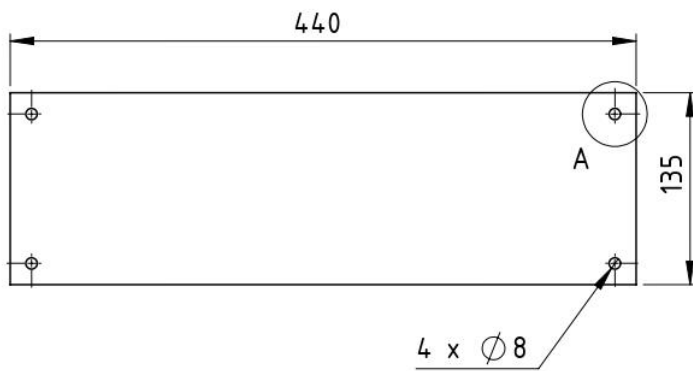
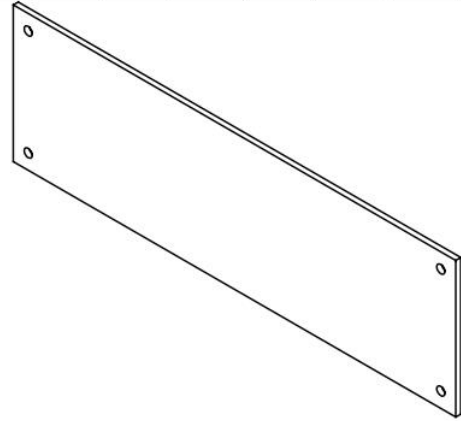
DETAIL A  
SCALE 1 : 2

			Baseplat atas alat	Acrylic	520 x 460 x 5 mm			
Jumlah			Nama Bagian	No Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
III	II	I	Perubahan :					
			Meja Kalibrasi 3D Scanner			Skala 1 : 10	Digambar	
			Politeknik Negeri Jakarta				Diperiksa	
						No 08/Meja Kalibrasi 3D Scanner/2021		



Nilai Kekasaran						Toleransi								
						Ukuran Minimum (mm)								
N12	50	N8	3.3	N4	0.2	>0.5-3	>3-6	>6-30	>30-120	>120-315	>315-1000	>1000-2000		
N11	25	N7	1.6	N3	0.1	Penyimpangan yang diizinkan	Teliti	±0.05	±0.05	±0.1	±0.15	±0.2	±0.3	±0.5
N10	12.5	N6	0.8	N2	0.05		Sedang	±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2
N9	6.3	N5	0.4	N1	0.025		Kasar		±0.2	±0.5	±0.8	±1.2	±2	±0.3

Toleransi Sedang  
Laser Cutting



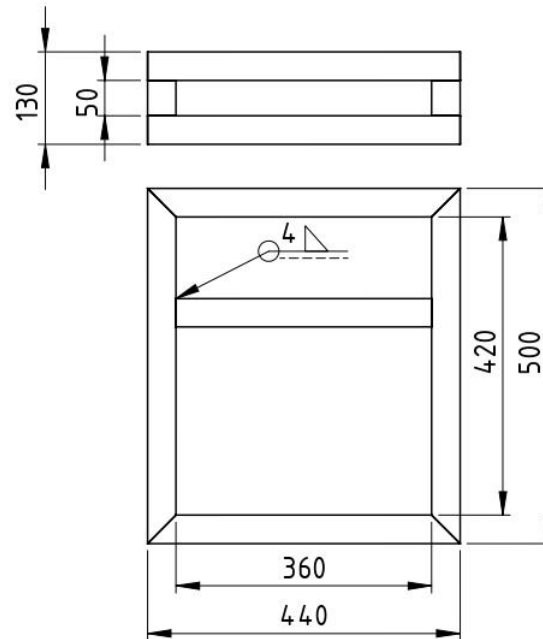
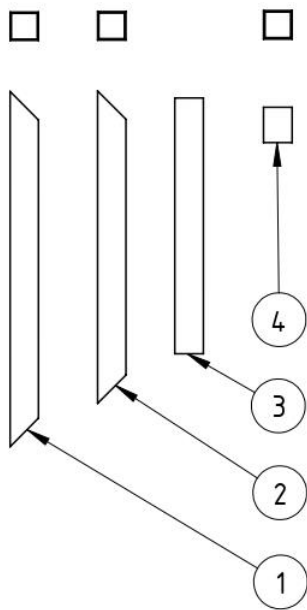
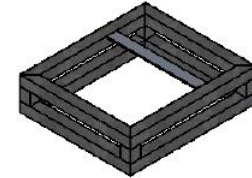
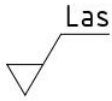
DETAIL A  
SCALE 1 : 2



			Casing Body Depan		Acrylic	450 x 145 x 5 mm		
Jumlah			Nama Bagian	No Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
III	II	I	Perubahan :					
			Meja Kalibrasi 3D Scanner			Skala 1 : 5	Digambar Diperiksa	
			Politeknik Negeri Jakarta			No 09/Meja Kalibrasi 3D Scanner/2021		

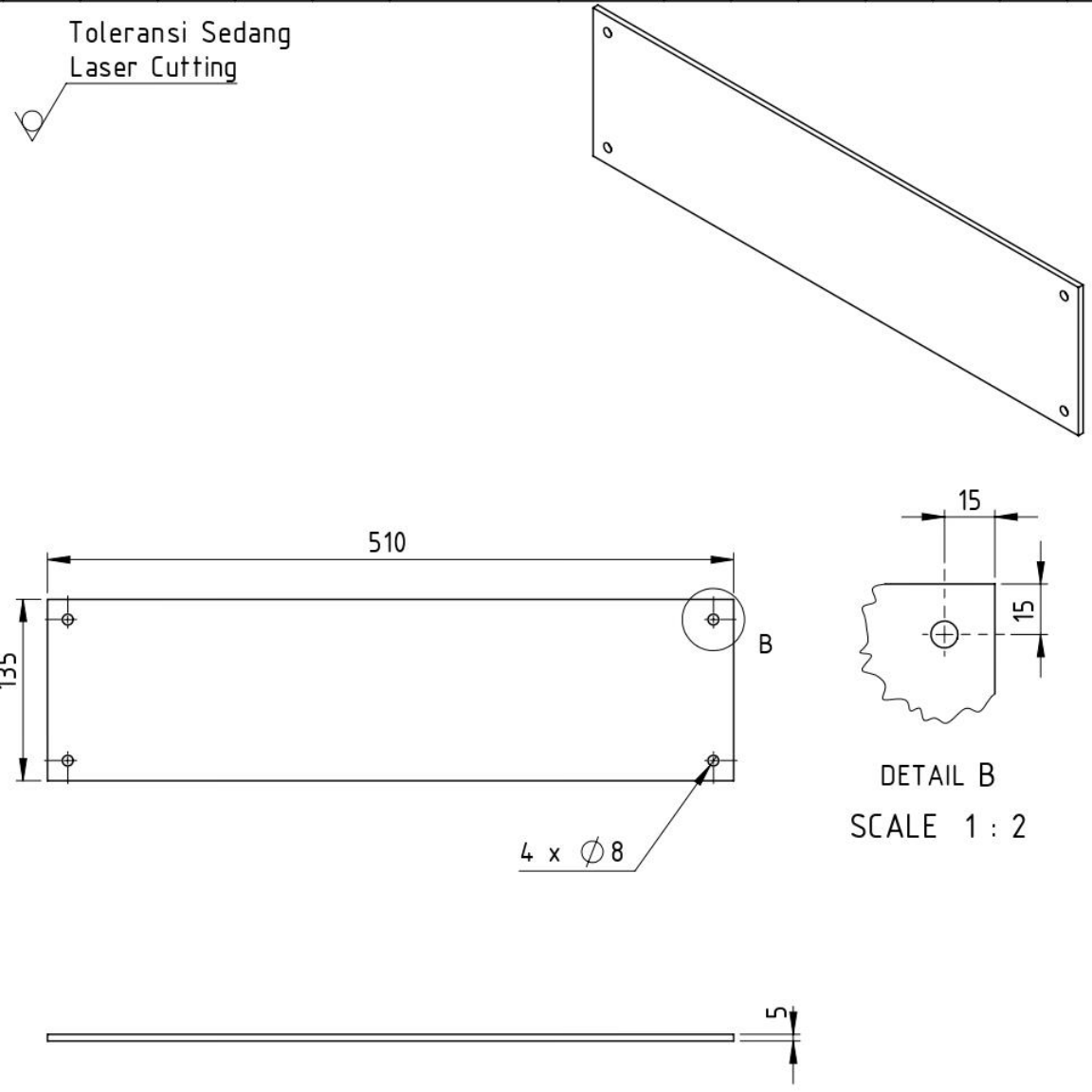
Nilai Kekasaran						Toleransi								
						Ukuran Minimum (mm)	>0.5-3	>3-6	>6-30	>30-120	>120-315	>315-1000	>1000-2000	
N12	50	N8	3.3	N4	0.2									
N11	25	N7	1.6	N3	0.1	Penyimpangan yang diizinkan	Teliti	±0.05	±0.05	±0.1	±0.15	±0.2	±0.3	±0.5
N10	12.5	N6	0.8	N2	0.05		Sedang	±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2
N9	6.3	N5	0.4	N1	0.025		Kasar		±0.2	±0.5	±0.8	±1.2	± 2	±0.3

Toleransi Kasar



4	Frame	4	Galvalume	360 x 40 mm	
1	Besi Plat	3	Baja	50 x 40 mm	
4	Frame Depan	2	Galvalume	440 x 40 x 360 mm	
4	Frame Samping	1	Galvalume	500 x 40 x 420 mm	
	Rangka Alat		Galvalume	520 x 460 x 150 mm	
Jumlah	Nama Bagian	No Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
III	II	I	Perubahan :		
			Meja Kalibrasi 3D Scanner	Skala 1 : 10	Digambar
					Diperiksa
			Politeknik Negeri Jakarta	No 10/Meja Kalibrasi 3D Scanner/2021	

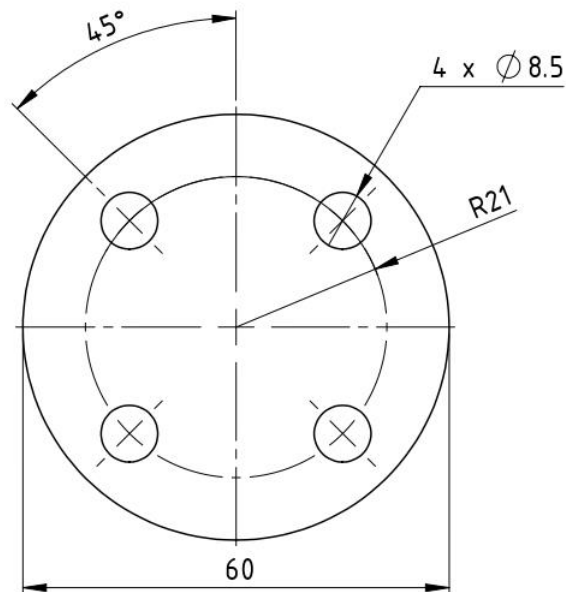
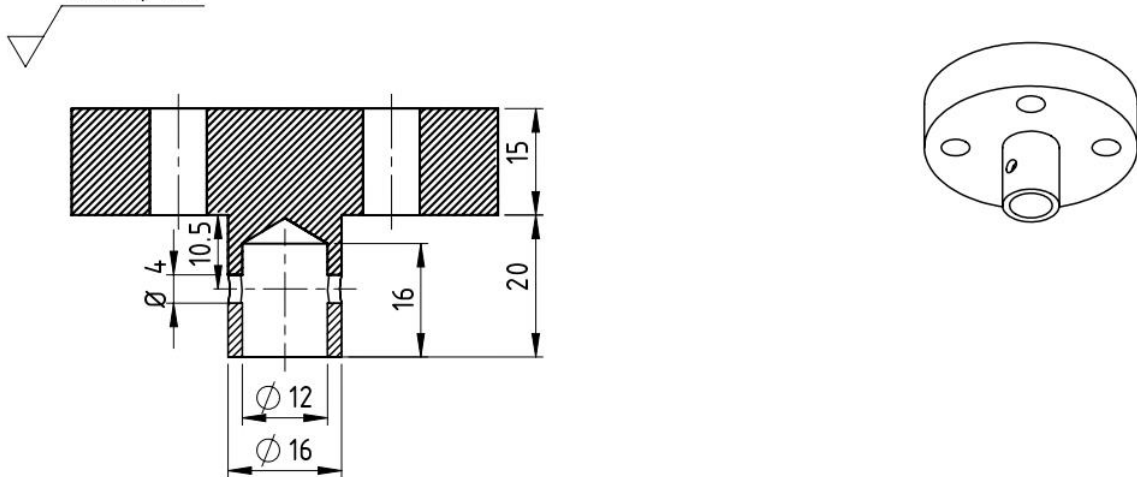
Nilai Kekasaran						Toleransi								
N12	50	N8	3.3	N4	0.2	Ukuran Minimum (mm)		>0.5-3	>3-6	>6-30	>30-120	>120-315	>315-1000	>1000-2000
N11	25	N7	1.6	N3	0.1	Penyimpangan yang diizinkan	Teliti	±0.05	±0.05	±0.1	±0.15	±0.2	±0.3	±0.5
N10	12.5	N6	0.8	N2	0.05		Sedang	±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2
N9	6.3	N5	0.4	N1	0.025		Kasar		±0.2	±0.5	±0.8	±1.2	± 2	±0.3



			Casing Body Samping		Acrylic	520 x 145 x 5 mm		
Jumlah			Nama Bagian	No Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
III	II	I	Perubahan :					
			Meja Kalibrasi 3D Scanner			Skala 1 : 5	Digambar	
							Diperiksa	
			Politeknik Negeri Jakarta			No 11/Meja Kalibrasi 3D Scanner/2021		

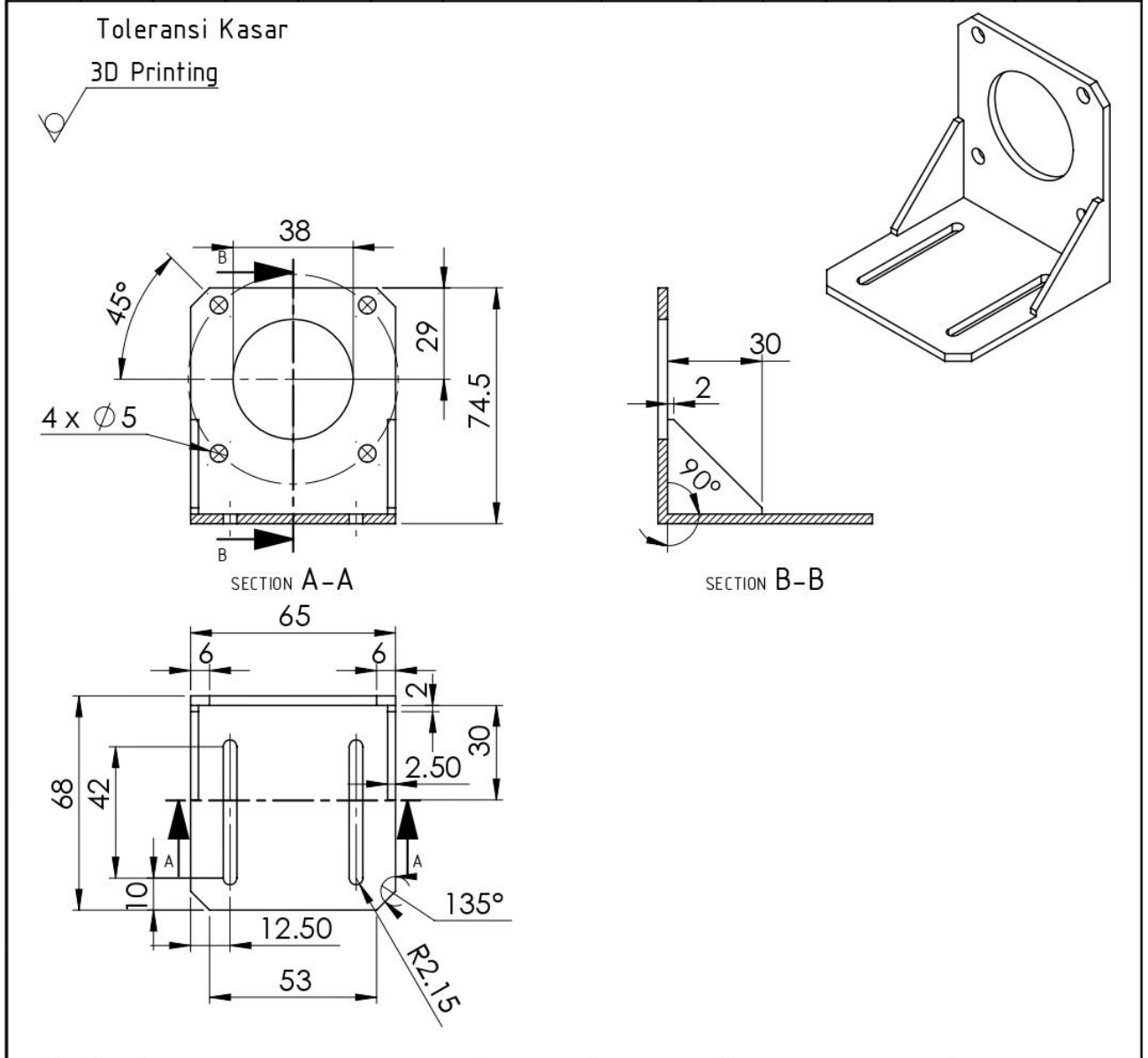
Nilai Kekasaran						Toleransi								
N12	50	N8	3.3	N4	0.2	Ukuran Minimum (mm)	>0.5-3	>3-6	>6-30	>30-120	>120-315	>315-1000	>1000-2000	
N11	25	N7	1.6	N3	0.1	Penyimpangan yang diizinkan	Teliti	±0.05	±0.05	±0.1	±0.15	±0.2	±0.3	±0.5
N10	12.5	N6	0.8	N2	0.05		Sedang	±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2
N9	6.3	N5	0.4	N1	0.025		Kasar		±0.2	±0.5	±0.8	±1.2	± 2	±0.3

Toleransi Sedang  
Bubut, Bor



			Hub		Alumunium	Ø 65 x 37 mm		
Jumlah			Nama Bagian	No Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
III	II	I	Perubahan :					
			Meja Kalibrasi 3D Scanner			Skala 1 : 1	Digambar	
			Politeknik Negeri Jakarta				Diperiksa	
						No 02/Meja Kalibrasi 3D Scanner/2021		

Nilai Kekasaran						Toleransi								
N12	50	N8	3.3	N4	0.2	Ukuran Minimum (mm)	>0.5-3	>3-6	>6-30	>30-120	>120-315	>315-1000	>1000-2000	
N11	25	N7	1.6	N3	0.1	Penyimpangan yang diizinkan	Teliti	±0.05	±0.05	±0.1	±0.15	±0.2	±0.3	±0.5
N10	12.5	N6	0.8	N2	0.05		Sedang	±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2
N9	6.3	N5	0.4	N1	0.025		Kasar		±0.2	±0.5	±0.8	±1.2	±2	±0.3



			Bracket Motor Stepper		ABS	68.5 x 65.5 x 75 mm		
Jumlah			Nama Bagian	No Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
III	II	I	Perubahan :					
			Meja Kalibrasi 3D Scanner			Skala 1 : 1	Digambar	
			Politeknik Negeri Jakarta				Diperiksa	
						No 13/Meja Kalibrasi 3D Scanner/2021		



**LAMPIRAN 5**

**TABEL ESTIMASI WAKTU *HANDLING***

MANUAL HANDLING—ESTIMATED TIMES (seconds)													
Key:			Parts are easy to grasp and manipulate					Parts present handling difficulties (1)					
			Thickness >2 mm		Thickness ≤2 mm			Thickness >2 mm		Thickness ≤2 mm			
			Size >15 mm	6 mm ≤ size >15 mm	Size <6 mm	Size >6 mm	Size ≤6 mm	Size >15 mm	6 mm ≤ size ≤15 mm	Size <6 mm	Size >6 mm	Size ≤6 mm	
ONE HAND			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Parts can be grasped and manipulated by one hand without the aid of grasping tools	$(\alpha + \beta) < 360^\circ$	0	1.13	1.43	1.88	1.69	2.18	1.84	2.17	2.65	2.45	2.98	
	$360^\circ \leq (\alpha + \beta) < 540^\circ$	1	1.5	1.8	2.25	2.06	2.55	2.25	2.57	3.06	3	3.38	
	$540^\circ \leq (\alpha + \beta) < 720^\circ$	2	1.8	2.1	2.55	2.36	2.85	2.57	2.9	3.38	3.18	3.7	
	$(\alpha + \beta) = 720^\circ$	3	1.95	2.25	2.7	2.51	3	2.73	3.06	3.55	3.34	4	
Parts can be grasped and manipulated by one hand but only with the use of grasping tools	$\alpha \leq 180^\circ$	$0 \leq \beta \leq 180^\circ$	4	3.6	6.85	4.35	7.6	5.6	8.35	6.35	8.6	7	7
		$\beta = 360^\circ$	5	4	7.25	4.75	8	6	8.75	6.75	9	8	8
	$\alpha \leq 360^\circ$	$\alpha \leq \beta \leq 180^\circ$	6	4.8	8.05	5.55	8.8	6.8	9.55	7.55	9.8	8	9
		$\beta = 360^\circ$	7	5.1	8.35	5.85	9.1	7.1	9.55	7.85	10.1	9	10
	Parts need tweezers for grasping and manipulation	Parts can be manipulated without optical magnification				Parts require optical magnification for manipulation				Parts need standard tools other than tweezers	Parts need special tools for grasping and manipulation		
		Parts are easy to grasp and manipulate		Parts present handling difficulties (1)		Parts are easy to grasp and manipulate		Parts present handling difficulties (1)					
	Thickness >0.25 mm		Thickness ≤0.25 mm		Thickness >0.25 mm		Thickness ≤0.25 mm		Thickness >0.25 mm		Thickness ≤0.25 mm		
	0		1		2		3		4		5		
	6		7		8		9		10		11		
	Parts severely nest or tangle or are flexible but can be grasped and lifted by one hand (with the use of grasping tools if necessary) (2)	Parts present no additional handling difficulties				Parts present additional handling difficulties (e.g. sticky, delicate, slippery, etc.) (1)							
$\alpha \leq 180^\circ$		$\alpha = 360^\circ$		$\alpha \leq 180^\circ$		$\alpha = 360^\circ$							
Size >15 mm		6 mm ≤ size ≤15 mm	Size <6 mm	Size >6 mm	Size ≤6 mm	Size >15 mm	6 mm ≤ size ≤15 mm	Size <6 mm	Size >6 mm	Size ≤6 mm			
0		1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Two hands, two persons or mechanical assistance required for grasping and transporting parts	Parts can be handled by one person without mechanical assistance												
	Parts do not severely nest or tangle and are not flexible												
	Part weight <10 lb						Parts are heavy (>10 lb)						
	Parts are easy to grasp and manipulate			Parts present other handling difficulties (1)			Parts are easy to grasp and manipulate			Parts present other handling difficulties (1)			
	$\alpha \leq 180^\circ$	$\alpha = 360^\circ$	$\alpha \leq 180^\circ$	$\alpha = 360^\circ$	$\alpha \leq 180^\circ$	$\alpha = 360^\circ$	$\alpha \leq 180^\circ$	$\alpha = 360^\circ$	$\alpha \leq 180^\circ$	$\alpha = 360^\circ$	Parts severely nest or tangle or are flexible (2)	Two persons or mechanical assistance required for parts manipulation	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
	2	3	2	3	3	4	4	5	7	9			
	TWO HANDS or assistance required for LARGE SIZE												

**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

## TABEL ESTIMASI WAKTU INSERTION

Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

MANUAL INSERTION—ESTIMATED TIMES (seconds)

		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			
Key:		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 Part and associated tool (including hands) can easily reach the desired location Part and associated tool (including hands) cannot easily reach the desired location Due to obstructed access or restricted vision (2) Due to obstructed access and 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 Part and associated tool (including hands) can easily reach the desired location and the tool can be operated easily Part and associated tool (including hands) cannot easily reach desired location or tool cannot be operated easily Due to obstructed access or restricted vision (2) Due to obstructed access and restricted vision (2)	3	2	5	4	5	7	8	9	6	8	
	4	4.5	7.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5	8.5	10.5
	5	6	9	8	9	10	11	12	13	10	12
	6	7	10	9	10	11	12	13	14	11	13
	7	8	11	10	11	12	13	14	15	12	14
	8	9	12	11	12	13	14	15	16	13	15
SEPARATE OPERATION Assembly processes where all solid parts are in place	9	4	7	5	12	7	8	12	12	9	12

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



## DAFTAR ISTILAH

Istilah	Penjelasan
DFA	( <i>design for assembly</i> ) merupakan sebuah proses perancangan yang bertujuan untuk mengurangi biaya perakitan, waktu perakitan dan memudahkan untuk dirakit serta kemampuan perakitan secara bersamaan.
DOF	merupakan derajat independensi yang diperlukan untuk menyatakan posisi suatu sistem pada setiap saat
Design Efficiency ( E )	Penggunaan ukuran indeks DFA atau " <i>efisiensi</i> perakitan" dari desain yang diusulkan
3D Scanner	Alat yang dapat menangkap bentuk objek fisik setelah itu ditampilkan ke pc, data yang telah dikumpulkan hendak berupa 3D
Alpha ( $\alpha$ ) symmetry	sudut di mana suatu bagian harus diputar pada sumbu tegak
Beta ( $\beta$ ) symmetry	sudut di mana suatu bagian harus diputar pada sumbu <i>insertion</i> untuk mengulangi orientasinya.
Kalibrasi	Proses pengecekan dan pengaturan akurasi dari alat ukur dengan cara membandingkannya dengan standar/tolak ukur.
Handling Code	Didapatkan dari tabel manual <i>handling</i> estimated times dengan memperhitungkan simetri putar, ketebalan, serta material <i>handling</i> suatu komponen.
Insertion Code	Didapatkan dari tabel manual <i>insertion</i> estimated times dengan menganalisis tindakan pada saat proses <i>insertion</i> dan fastening suatu komponen.
total waktu perakitan (TM)	Merupakan hasil penjumlahan dari <i>handling</i> dan <i>insertion</i> times dikali dengan jumlah item

### Hak Cipta :

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