



© 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



# **RANCANG BANGUN LENGAN 2 AXIS CNC DENGAN PENGGERAK MOTOR LISTRIK BERBASIS *ARDUINO***

LAPORAN TUGAS AKHIR

Oleh :

**Farhan Azis Maulidiansyah**

**1902311006**

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK MESIN**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

**JULI, 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, pennisan karya ilmiah, pennisan laporan, pennisan 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  
LAPORAN TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN LENGAN 2 *AXIS CNC* DENGAN  
PENGGERAK MOTOR LISTIK BERBASIS *ARDUINO*

Oleh:

Farhan Azis Mauliddiansyah

NIM : 1902311006

Laporan ini telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Hamdi, S.T., M.Kom.

NIP. 196004041984031002

Pembimbing 2

Devi Handaya, S.Pd., M.T

NIP. 199012112019031010

Ketua Program Studi

Diploma III – Teknik Mesin

Fajar Mulyana, S.T., M.T.

NIP. 197805222011011003



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 LAPORAN TUGAS AKHIR

### RANCANG BANGUN LENGAN 2 AXIS CNC DENGAN PENGGERAK MOTOR LISTIK BERBASIS ARDUINO

Oleh:

Farhan Azis Mauliddiansyah

NIM : 1902311006

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 24 Agustus 2022 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi D-III Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin

#### DEWAN PENGUJI

No	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Hamdi, S.T., M.Kom NIP. 196004041984031002	Ketua		24 Agustus 2022
2.	Drs. Darius Yuhans, S.T., M.T. NIP. 196002271986031003	Anggota		24 Agustus 2022
3.	Almahdi, S.T., M.T. NIP. 196001221987031002	Anggota		24 Agustus 2022

Depok, 24 Agustus 2022

Disahkan Oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T., IWE.

NIP. 197707142008121005



## © 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

### LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Farhan Azis Maulidiansyah

NIM : 1902311006

Program Studi : Diploma III – Teknik Mesin

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 24 Agustus 2022



Farhan Azis Maulidiansyah

NIM. 1902311006

# RANCANG BANGUN LENGAN 2 AXIS CNC DENGAN PENGGERAK MOTOR LISTRIK BERBASIS ARDUINO

Farhan Azis Maulidiansyah<sup>1</sup>, Hamdi<sup>2</sup>, Devi Handaya<sup>3</sup>

<sup>123</sup> Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta,  
Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Email: [farhan.azismaulidiansyah.tm19@mhs.w.pnj.ac.id](mailto:farhan.azismaulidiansyah.tm19@mhs.w.pnj.ac.id)

## ABSTRAK

Tujuan utama dalam pembuatan Lengan 2 axis CNC dengan motor listrik sebagai penggerak bertujuan untuk meringankan proses pekerjaan seperti *cutting pelat* atau yang lainnya, dengan memanfaatkan sistem *mikrokontroler Arduino*. Permasalahan yang akan dihadapi adalah bagaimana caranya Lengan ini dapat bekerja secara otomatis pada saat proses *cutting*. Maka dari itu, dalam penelitian ini penulis akan merancang bangun mekanisme dan pemrograman Lengan 2 axis CNC agar dapat beroperasi secara otomatis pada saat proses *cutting*. Lengan 2 axis CNC dengan dimensi ruang pemotongan sebesar 20 cm x 20 cm berhasil dibuat dengan menggunakan aluminium profil sebagai rangka dari Lengan dan akrilik sebagai pendukung dengan penggerak motor listrik. Pada sistem elektrik komponen *controller* menggunakan CNC Shield berbasis Arduin Uno dan penentuan *motor stepper Nema 17* menggunakan *driver motor A4988* dengan daya total sebesar 20,4 Watt.

Kata kunci: CNC, Arduino Uno, Motor Stepper Nema 17, CNC Shield, Driver Motor A4988

### 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



# RANCANG BANGUN LENGAN 2 AXIS CNC DENGAN PENGGERAK MOTOR LISTRIK BERBASIS ARDUINO

Farhan Azis Maulidiansyah<sup>1</sup>, Hamdi<sup>2</sup>, Devi Handaya<sup>3</sup>

<sup>123</sup> Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta,  
Jl.Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Email: [farhan.azismaulidiansyah.tm19@mhs.w.pnj.ac.id](mailto:farhan.azismaulidiansyah.tm19@mhs.w.pnj.ac.id)

## ABSTRACT

*The main goal in making a 2 Axis CNC table with an electric motor as a driver aims to ease work processes such as plate cutting or others, by utilizing the Arduino microcontroller system. The problem that will be faced is how this table can work automatically during the cutting process. Therefore, in this study the author will design the mechanism and programming of the 2 Axis CNC table so that it can operate automatically during the cutting process. A 2 Axis CNC table with a cutting space dimension of 20 cm x 20 cm was successfully made using an aluminum profile as the frame of the table and acrylic as a support with an electric motor drive. In the electrical system, the controller component uses a CNC Shield based on Arduino Uno and the determination of the Nema 17 stepper motor uses the A4988 motor driver with a total power of 20.4 Watt.*

*Keywords: CNC, Arduino Uno, Motor Stepper Nema 17, CNC Shield, Motor Driver A4988*



### 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

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa. Karena Berkat rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul **“RANCANG BANGUN LENGAN 2 AXIS CNC DENGAN PENGGERAK MOTOR LISTRIK BERBASIS ARDUINO”** Tujuan penyusunan laporan ini sebagai syarat untuk lulus dari Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.. Selanjutnya, penulis ingin mengucapkan terima kasih atas segala bimbingan dan pengarahan dan nasihat-nasihat selama ini, diantaranya kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T. Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Bapak Fajar Mulyana, ST., M.T. Ketua Program Studi Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
3. Bapak Hamdi, S.T, M.Kom dan Devi Handaya, S.Pd., M.T. selaku Dosen Pembimbing materi dan teknis.
4. Kedua orang tua yang telah memberikan doa, nasihat, serta dukungan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Untuk para dosen terima kasih banyak atas jasanya yang telah mendidik dan mengajar penulis selama ini.

Dengan segala kerendahan hati, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari para pembaca dengan harapan laporan tugas akhir ini dapat memberi manfaat.

Depok, 28 Juli 2022

Farhan Azis Maulidiansyah

NIM. 1902311006



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.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS .....	iii
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Perancangan.....	2
1.5 Manfaat .....	3
1.6 Metodologi Penulisan.....	3
1.7 Metodologi Penyelesaian Masalah.....	3
1.8 Sistematika Pembahasan.....	4
1.8.1 BAB I Pendahuluan.....	4
1.8.2 BAB II Studi Pustaka.....	4
1.8.3 BAB III Metodologi.....	4
1.8.4 BAB IV Pembahasan .....	4
1.8.5 BAB V Kesimpulan .....	5
<b>BAB II STUDI PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1 <i>Computer Numerical Control ( CNC )</i> .....	6
2.2 Motor Listrik.....	7





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

2.2.1 Perencanaan Daya Motor .....	8
2.3 Perencanaan Bahan .....	10
2.4 Perencanaan Desain Lengan <i>CNC</i> .....	12
2.5 Perencanaan Elemen Mesin .....	13
2.5.1 Baut.....	13
2.5.2 Perencanaan Baut untuk Pencekam Sumbu Z .....	13
2.5.3 Bantalan ( <i>Bearing</i> ).....	13
2.5.4 Perencanaan Bantalan ( <i>Bearing</i> ).....	14
2.5.5 Beban Ekvivalen pada Bantalan Gelinding .....	15
2.5.6 <i>Belt</i> .....	17
2.5.7 <i>Pulley</i> .....	17
2.5.8 Perencanaan <i>Pulley &amp; Belt</i> .....	17
2.6 <i>Arduino</i> .....	20
2.7 <i>CNC Shield</i> .....	21
2.8 <i>Driver Motor Stepper A4988</i> .....	22
2.9 <i>Power Supply</i> .....	22
<b>BAB III METODOLOGI</b> .....	23
3.1 Diagram Alur .....	23
3.2 Penjelasan Langkah Kerja.....	27
3.3 Metode Pemecahan Masalah.....	29
<b>BAB IV PEMBAHASAN</b> .....	30
4.1 Deskripsi Proses Desain .....	30
4.1.1 Identifikasi Kebutuhan.....	30
4.2 Perencanaan Desain .....	31
4.3 Perancangan Desain Awal.....	31
4.4 Penilaian Konsep Desain.....	33



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

4.5 Desain.....	33
4.5.1 Perwujudan Desain.....	33
4.5.2 Komponen Berupa Barang Jadi .....	39
4.6 Perhitungan Beban .....	43
4.6.1 Beban Komponen Sumbu Y& Z.....	43
4.6.2 Beban Komponen Sumbu X.....	44
4.7 Analisis Gaya Reaksi pada Tumpuan Rangka .....	44
4.8 Perencanaan Daya Motor .....	46
4.8.1 Perencanaan Daya Motor pada Sumbu X .....	46
4.8.2 Perencanaan Daya Motor pada Sumbu Y .....	49
4.9 Perencanaan <i>Belt &amp; Pulley</i> .....	51
4.10 Perencanaan Bantalan .....	53
4.11 Gaya Pencekaman pada Sumbu Z.....	54
4.12 Perancangan Sistem Otomasi.....	55
4.12.1 <i>Wiring Diagram</i> .....	55
4.12.2 <i>Block Diagram</i> .....	56
4.13 Program G Code.....	57
4.14 Uji Coba Alat .....	58
<b>BAB IV PENUTUP .....</b>	<b>59</b>
5.1 Kesimpulan .....	59
5.2 Saran.....	59
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>61</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>63</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

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Dasar <i>CNC</i> .....	7
Gambar 2.2 Motor Listrik <i>Stepper Nema 17</i> .....	8
Gambar 2.3 Alumunium Profil .....	11
Gambar 2.4 Tumpuan Pada <i>Frame</i> .....	12
Gambar 2.5 Macam – Macam <i>Bearing</i> .....	14
Gambar 2.6 <i>Pulley &amp; Open Loops Belt</i> .....	18
Gambar 2.7 <i>Arduino Uno R3 Atmega 328</i> .....	20
Gambar 2.8 Modul <i>CNC Shield</i> .....	21
Gambar 2.9 <i>Driver Motor Stepper A4988</i> .....	22
Gambar 2.10 <i>Power Supply 12V 5A</i> .....	22
Gambar 3.1 Diagram Alir .....	23
Gambar 4.1 Desain Awal Pada Kertas.....	32
Gambar 4.2 Desain 2D & 3D <i>Gantry Sumbu X</i> .....	34
Gambar 4.3 Desain 2D & 3D <i>Gantry Sumbu Y</i> .....	35
Gambar 4.4 Desain 2D & 3D <i>Base</i> .....	36
Gambar 4.5 Desain 2D & 3D <i>Base Sumbu Y</i> .....	37
Gambar 4.6 Desain 2D & 3D Lengan <i>CNC</i> .....	38
Gambar 4.7 Barang Jadi Alumunium Profil .....	39
Gambar 4.8 Barang Jadi <i>Bracket Siku</i> .....	40
Gambar 4.9 Barang Jadi <i>Pulley</i> .....	40
Gambar 4.10 <i>Bearing MR150ZZ</i> .....	41
Gambar 4.11 <i>Eccentric Spacer</i> .....	41
Gambar 4.12 <i>Alumunium Spacer</i> .....	42



## © 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 4.13 Baut dan Mur M5 .....	43
Gambar 4.14 <i>Free Body Diagram</i> Tumpuan Rangka .....	44
Gambar 4.15 <i>Wiring Diagram</i> Sistem Otomasi .....	55
Gambar 4.16 <i>Block Diagram</i> Sistem Otomasi .....	56
Gambar 4.17 Contoh Program G Code .....	57
Gambar 4.18 Tampilan Program G Code .....	57
Gambar 4.19 Uji Coba Alat Menggunakan Spidol .....	58
Gambar 4.20 Hasil Uji Coba Alat .....	59





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 2.1 Sifat Fisik Alumunium.....	11
Tabel 2.2 Sifat Mekanis Alumunium.....	12
Tabel 2.3 Spesifikasi <i>Arduino Uno R3</i> .....	21
Tabel 4.1 Beban Sumbu Y .....	43
Tabel 4.2 Beban Komponen Sumbu X .....	44





**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 Sesifikasi <i>Motor Stepper Nema 17</i> .....	63
Lampiran 2. Spesifikasi <i>Ball Bearing</i> .....	64
Lampiran 3. Dimensi Standar Baut dan Mur .....	65
Lampiran 4. Standar Torsi Baut .....	67
Lampiran 5. Gambar Kerja .....	68



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

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

*Computer Numerical Control* atau *CNC*, dalam Bahasa Indonesia komputer kontrol numerik. Mesin ini merupakan mesin yang digunakan dalam proses manufaktur yang biasanya menggunakan kontrol terkomputerisasi dan peralatan mesin, kelebihan yang paling dominan yaitu kecepatan dalam proses produksi sehingga cocok digunakan untuk produksi massal.

Di bidang industri banyak pekerjaan yang masih dikerjakan secara manual atau masih menggunakan tenaga manusia, contohnya seperti proses pemotongan pelat menggunakan mesin *plasma cutting*. Mesin ini banyak digunakan untuk memotong berbagai material seperti pelat besi, aluminium. Permasalahan dari *plasma cutting* yang umum digunakan di pasaran saat ini yaitu masih *handy portable*, serta tidak dilengkapi peralatan penggerak. Hal ini mengakibatkan kinerja mesin *plasma cutting* saat pemotongan belum maksimal dan untuk gerakan dari *hand torch* relatif tidak konstan karena mesin masih dioperasikan secara manual (tangan), sehingga perlu adanya suatu alat bantu berupa Lengan *CNC* untuk mengoptimalkan kinerja mesin *plasma cutting* pada saat proses pemotongan pelat. Kinerja yang dioptimalkan adalah kecepatan pemotongan benda kerja dan *Stand-Off Distance (SOD)* yaitu jarak antara *nozzle* dan benda kerja, dengan memanfaatkan sistem otomatisasi yang mana nantinya tidak perlu tenaga manusia lagi dalam proses pemotongannya diharapkan bisa meningkatkan hasil produksi baik dari segi kualitas maupun kuantitas.



**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 Rumusan Masalah

Permasalahan paling umum di industri banyak proses seperti pemotongan yang masih manual, kurang rapih, dan kurang presisi. Dari masalah – masalah ini timbul sebuah pertanyaan, seperti:

1. Bagaimana mendesain Lengan yang bisa bergerak 2 arah.
2. Material seperti apa yang cocok untuk bahan Lengan CNC.
3. Bagaimana caranya agar Lengan ini bisa bergerak ke 2 arah secara otomatis.
4. Bagaimana mendesain sistem otomasinya.

## 1.3 Batasan Masalah

Agar perancangan yang dibahas dalam tugas akhir ini tidak terlalu luas dan menyimpang dari topik yang telah ditentukan, maka penulis perlu membatasi permasalahan sebagai berikut:

1. Perancangan keseluruhan masing-masing komponen rangka yang akan *diassembly* menggunakan aplikasi design *Solidworks*.
2. Material rangka yang digunakan adalah aluminium.
3. Penggunaan baut, mur, pada bagian-bagian sumbu x, y, z diasumsikan aman.
4. Perhitungan hanya mencakup perencanaan konstruksi.
5. Tidak membahas pemrograman.

## 1.4 Tujuan Perancangan

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam pembuatan Tugas Akhir ini, adalah :

1. Merancang desain rangka dengan *Solidwork*.
2. Mengetahui pemilihan material untuk Lengan CNC.
3. Merancang sistem otomasi pada alat ini.





**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

### 1.5 Manfaat

1. Memudahkan operator pada saat proses manufaktur seperti pemotongan pelat dengan mesin *plasma cutting*.
2. Hasil kerja akan lebih presisi dengan sistem otomasi.
3. Dapat digunakan untuk produksi massal.
4. Kecepatan pengerjaan akan lebih stabil, hasilnya barang akan lebih bagus.

### 1.6 Metode Penulisan

Dalam menyusun laporan, penulis menggunakan beberapa metode seperti yang tertera dibawah ini :

1. Metode Studi Pusaka  
Metode dengan mengumpulkan langsung data-data melalui buku, majalah, dan melalui internet.
2. Metode Survey  
Metode yang dilakukan dengan cara terjun langsung ke lapangan untuk mencari data yang dibutuhkan untuk Tugas Akhir ini.

### 1.7 Metodologi Penyelesaian Masalah

Metode yang digunakan dalam menyelesaikan masalah dalam pembuatan Tugas Akhir ini antara lain:

1. Mencari konsep referensi bentuk *frame* Lengan *CNC* yang minimalis untuk mengurangi cost yang berlebih.
2. Mencari data – data material yang cocok digunakan untuk Lengan *CNC* 2 Axis.
3. Mencari referensi terkait rancangan sistem otomasi yang bekerja pada Lengan *CNC*.
4. Merancang bentuk dan ukuran Lengan *CNC* menggunakan *Solidwork*.



**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

5. Menganalisa setiap pekerjaan yang dilakukan dalam pembuatan Lengan *CNC*.

## 1.8 Sistematika Pembahasan

### 1.8.1 BAB I Pendahuluan

Bab ini menjelaskan serta menguraikan gambaran umum mengenai landasan pemikiran dalam penulisan tugas akhir ini, yaitu meliputi latar belakang masalah, tujuan dan manfaat rancang bangun, lokasi objek tugas akhir, garis besar metode penyelesaian masalah dan sistematika pembahasan tugas akhir.

### 1.8.2 BAB II Studi Pustaka

Bab ini menguraikan studi pustaka/literatur, memaparkan kritis atas pustaka yang menunjang Rancang Bangun *Lengan CNC*.

### 1.8.3 BAB III Metodologi

Bab ini menguraikan tentang metode rancang bangun, yaitu identifikasi masalah, pengumpulan data dan bahan, perencanaan dan perhitungan dalam pembuatan *frame Lengan CNC*.

### 1.8.4 BAB IV Pembahasan

Bab ini menjelaskan tentang analisis perancangan *frame Lengan CNC* yang berupa spesifikasi, pemilihan material, perencanaan dan perhitungan konstruksi *frame*.



**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

### 1.8.5 BAB V Kesimpulan

Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dan saran dalam pembuatan Lengan CNC mengenai penggunaannya dan pengembangannya.





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

## BAB IV PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil rancangan terkait penggunaan *Arduino* sebagai sistem otomasi yang digunakan pada Lengan *CNC 2 Axis* dapat disimpulkan beberapa pernyataan, yaitu:

1. Hasil desain rangka menggunakan *Solidwork* berhasil dengan baik, rangka dapat menopang seluruh beban yang ada dan seimbang saat digunakan.
2. Material yang digunakan berupa alumunium profil dengan dimensi keseluruhan sebesar, tinggi 148 mm, lebar 328 mm dan panjang 327 mm.
3. Sistem otomasi yang dirancang berjalan dengan lancar, *CNC Shield* yang dipasang pada *Arduino Uno R3* dapat menerjemah kan *G code* dengan baik.

### 5.2 Saran

Dalam kajian yang telah dibuat penulis, ada beberapa saran yang dapat digunakan untuk proses penelitian dan pengembangan lanjutan, penulis dapat memberikan saran sebagai berikut:

1. Untuk pengelolaan lebih lanjut, perlu dibuat kembali dengan dimensi yang lebih besar untuk mendapatkan pemotongan yang lebih besar.
2. Perlunya pengembangan lagi, agar sumbu *Z* dapat dikendalikan juga dengan sistem otomasi, agar bisa dipakai untuk mata pisau *frais*.
3. Perlunya penambahan chuck untuk pengembangan, agar mesin ini bisa dipakai untuk *frais* juga.

4. Agar Lengan ini bisa multifungsi, perlu penambahan alat seperti *laser engraver* untuk pemotongan atau pengukiran pada bahan – bahan yang jauh lebih lunak dari pelat besi.
5. Perlunya pengembangan lanjut terkait efisiensi alat, dengan cara uji coba secara langsung dan perbandingan dengan metode sebelumnya.



## © 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## Daftar Pustaka

1. Implementation of a Low-cost CNC Plotter Using Spare Parts | Semantic Scholar <https://www.semanticscholar.org/paper/Implementation-of-a-Low-cost-CNC-Plotter-Using-Prince> ( Akses 16 Juli 2022 )
2. CENTRAL LAB 3D PRINTER | Central Lab <https://centralab.co.id/> ( Akses 20 Juli 2022 )
3. Pramono Prof. Dr. Drs. Agus Edy, S.T., M.Si. 2019. Buku Ajar Elemen Mesin I. Depok : Politeknik Negeri Jakarta.
4. Sularso, & Suga, K. 2004. Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin. 5. Jakarta : Pradnya Paramita.
5. Khurmi, R. S., & Gupta, J. K. (2005). A Textbook of Machine Design. In Engg.
6. Schrittmotor startet umgehend nach Anschluss vom Arduino | Arduino Forum <https://forum.arduino.cc/t/schrittmotor-startet-umgehend-nach-anschluss-vom-arduino/601742> (Akses 27 Juni 2022)
7. Sthepen w.fordo,dale.r.patrick (2008) Electrical Power Systems Technology, third edition,497
8. Mini Arduino CNC | Arduino Forum [https://create.arduino.cc/projecthub/me\\_zain/mini-arduino-cnc-7e4e30?ref=similar&ref\\_id=388032&offset=3](https://create.arduino.cc/projecthub/me_zain/mini-arduino-cnc-7e4e30?ref=similar&ref_id=388032&offset=3) (Akses 02 Juli 2022)
9. How to Make GRBL + CNC V3 Shield Based Mini CNC | Arduino Forum <https://create.arduino.cc/projecthub/mrinnovative01/how-to-make-grbl-cnc-v3-shield-based-mini-cnc-5a2e69> (Akses 05 Juli 2022)
10. Arduino Based Mini CNC 2D Plotter | Arduino Forum [https://create.arduino.cc/projecthub/Mrinnovative/arduino-based-mini-cnc-2d-plotter-234462?ref=similar&ref\\_id=388032&offset=0](https://create.arduino.cc/projecthub/Mrinnovative/arduino-based-mini-cnc-2d-plotter-234462?ref=similar&ref_id=388032&offset=0) (Akses 05 Juli 2022)
11. Sketch It (CNC Plotter) | Arduino Forum [https://create.arduino.cc/projecthub/Yogeshmodi/sketch-it-cnc-plotter-95019d?ref=similar&ref\\_id=28106&offset=1](https://create.arduino.cc/projecthub/Yogeshmodi/sketch-it-cnc-plotter-95019d?ref=similar&ref_id=28106&offset=1) (Akses 15 Juli 2022)

### 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 mengumunkan 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

12. Akbar, Muhammad. Rancang Bangun 3d-Printer Tipe Fused Deposition Modeling (Fdm) Dengan Filamen Coklat. Diss. University of Muhammadiyah Malang, 2018.



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

## LAMPIRAN

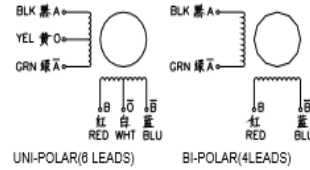
### Lampiran 1. Spesifikasi Motor Stepper Nema 17

MotionKing (China) Motor Industry Co., Ltd.

#### 2 Phase Hybrid Stepper Motor 17HS series-Size 42mm(1.8 degree)



Wiring Diagram:

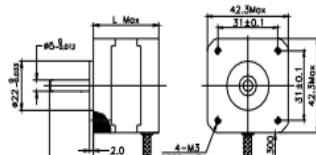


Electrical Specifications:

Series Model	Step Angle (deg)	Motor Length (mm)	Rated Current (A)	Phase Resistance (ohm)	Phase Inductance (mH)	Holding Torque (N.cm Min)	Detent Torque (N.cm Max)	Rotor Inertia (g.cm <sup>2</sup> )	Lead Wire (No.)	Motor Weight (g)
17HS2408	1.8	28	0.6	8	10	12	1.6	34	4	150
17HS3401	1.8	34	1.3	2.4	2.8	28	1.6	34	4	220
17HS3410	1.8	34	1.7	1.2	1.8	28	1.6	34	4	220
17HS3430	1.8	34	0.4	30	35	28	1.6	34	4	220
17HS3630	1.8	34	0.4	30	18	21	1.6	34	6	220
17HS3616	1.8	34	0.16	75	40	14	1.6	34	6	220
17HS4401	1.8	40	1.7	1.5	2.8	40	2.2	54	4	280
17HS4402	1.8	40	1.3	2.5	5.0	40	2.2	54	4	280
17HS4602	1.8	40	1.2	3.2	2.8	28	2.2	54	6	280
17HS4630	1.8	40	0.4	30	28	28	2.2	54	6	280
17HS8401	1.8	48	1.7	1.8	3.2	52	2.6	68	4	350
17HS8402	1.8	48	1.3	3.2	5.5	52	2.6	68	4	350
17HS8403	1.8	48	2.3	1.2	1.6	46	2.6	68	4	350
17HS8630	1.8	48	0.4	30	38	34	2.6	68	6	350

\*Note: We can manufacture products according to customer's requirements.

Dimensions: unit=mm



Motor Length:

Model	Length
17HS2XXX	28 mm
17HS3XXX	34 mm
16HS4XXX	40 mm

Sumber:

Motion Motor Industry Co, Ltd.



**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

## Lampiran 2. Spesifikasi Ball Bearing

608ZZ Shielded Grease Ball Bearing 8mm x 22mm x 7mm 608ZZ Shielded Grease Ball Bearing, 608ZZ is made of Carbon Steel, 608ZZ is self lubricated bearing (bearing is already lubricated with oil), 608ZZ bearing has 2 metal shields to protect the bearing from dust or any possible contamination.



Compare

- Item: 608ZZ Ball Bearing
- Type: Deep Groove Ball Bearing
- Dimensions: 8mm x 22mm x 7mm/Metric
- Bearing Inner Diameter: 8mm
- Bearing Outer Diameter: 22mm
- Bearing Width: 7mm
- Size: 8 x 22 x 7 mm
- Closures: 2 Metal Shields
- Material: Carbon Steel
- Quantity: One Bearing
- Dynamic load rating Cr: 3,300 N
- Static load rating Cor: 1,350 N
- Limiting Speed:
- Grease Lubrication: 34,000 RPM
- Equal: 608-2Z
- Applications: Skateboards, Roller Blade, Inline Skating, scooter and Rollerblade
- KOYO: 608ZZ
- NSK: 608ZZ
- NMB: R-2280ZZ
- Equal: 608-2Z

Sumber:

[www.Centrallab.com](http://www.Centrallab.com)

**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. Dimensi Standar Baut dan Mur**

Designation	Pitch mm	Major or nominal diameter Nut and Bolt ( $d = D$ ) mm	Effective or pitch diameter Nut and Bolt ( $d_p$ ) mm	Minor or core diameter ( $d_c$ ) mm		Depth of thread (bolt) mm	Stress area mm <sup>2</sup>
				Bolt	Nut		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
<b>Coarse series</b>							
M 0.4	0.1	0.400	0.335	0.277	0.292	0.061	0.074
M 0.6	0.15	0.600	0.503	0.416	0.438	0.092	0.166
M 0.8	0.2	0.800	0.670	0.555	0.584	0.123	0.295
M 1	0.25	1.000	0.838	0.693	0.729	0.153	0.460
M 1.2	0.25	1.200	1.038	0.893	0.929	0.158	0.732
M 1.4	0.3	1.400	1.205	1.032	1.075	0.184	0.983
M 1.6	0.35	1.600	1.373	1.171	1.221	0.215	1.27
M 1.8	0.35	1.800	1.573	1.371	1.421	0.215	1.70
M 2	0.4	2.000	1.740	1.509	1.567	0.245	2.07
M 2.2	0.45	2.200	1.908	1.648	1.713	0.276	2.48
M 2.5	0.45	2.500	2.208	1.948	2.013	0.276	3.39
M 3	0.5	3.000	2.675	2.387	2.459	0.307	5.03
M 3.5	0.6	3.500	3.110	2.764	2.850	0.368	6.78
M 4	0.7	4.000	3.545	3.141	3.242	0.429	8.78
M 4.5	0.75	4.500	4.013	3.580	3.688	0.460	11.3
M 5	0.8	5.000	4.480	4.019	4.134	0.491	14.2
M 6	1	6.000	5.350	4.773	4.918	0.613	20.1



## © 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)
M 7	1	7.000	6.350	5.773	5.918	0.613	28.9
M 8	1.25	8.000	7.188	6.466	6.647	0.767	36.6
M 10	1.5	10.000	9.026	8.160	8.876	0.920	58.3
M 12	1.75	12.000	10.863	9.858	10.106	1.074	84.0
M 14	2	14.000	12.701	11.546	11.835	1.227	115
M 16	2	16.000	14.701	13.546	13.835	1.227	157
M 18	2.5	18.000	16.376	14.933	15.294	1.534	192
M 20	2.5	20.000	18.376	16.933	17.294	1.534	245
M 22	2.5	22.000	20.376	18.933	19.294	1.534	303
M 24	3	24.000	22.051	20.320	20.752	1.840	353
M 27	3	27.000	25.051	23.320	23.752	1.840	459
M 30	3.5	30.000	27.727	25.706	26.211	2.147	561
M 33	3.5	33.000	30.727	28.706	29.211	2.147	694
M 36	4	36.000	33.402	31.093	31.670	2.454	817
M 39	4	39.000	36.402	34.093	34.670	2.454	976
M 42	4.5	42.000	39.077	36.416	37.129	2.760	1104
M 45	4.5	45.000	42.077	39.416	40.129	2.760	1300
M 48	5	48.000	44.752	41.795	42.587	3.067	1465
M 52	5	52.000	48.752	45.795	46.587	3.067	1755
M 56	5.5	56.000	52.428	49.177	50.046	3.067	2022
M 60	5.5	60.000	56.428	53.177	54.046	3.374	2360
<b>Fine series</b>							
M 8 × 1	1	8.000	7.350	6.773	6.918	0.613	39.2
M 10 × 1.25	1.25	10.000	9.188	8.466	8.647	0.767	61.6
M 12 × 1.25	1.25	12.000	11.184	10.466	10.647	0.767	92.1
M 14 × 1.5	1.5	14.000	13.026	12.160	12.376	0.920	125
M 16 × 1.5	1.5	16.000	15.026	14.160	14.376	0.920	167
M 18 × 1.5	1.5	18.000	17.026	16.160	16.376	0.920	216
M 20 × 1.5	1.5	20.000	19.026	18.160	18.376	0.920	272
M 22 × 1.5	1.5	22.000	21.026	20.160	20.376	0.920	333
M 24 × 2	2	24.000	22.701	21.546	21.835	1.227	384
M 27 × 2	2	27.000	25.701	24.546	24.835	1.227	496
M 30 × 2	2	30.000	28.701	27.546	27.835	1.227	621
M 33 × 2	2	33.000	31.701	30.546	30.835	1.227	761
M 36 × 3	3	36.000	34.051	32.319	32.752	1.840	865
M 39 × 3	3	39.000	37.051	35.319	35.752	1.840	1028

Sumber :

Khurmi, 2005: 387



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

#### Lampiran 4. Standar Torsi Baut

##### STANDARD TIGHTENING TORQUE

NO	TYPE BOLT	TARGET TORQUE	ACCURACY	TRQ min	TRQ max
		Nm	± ( % )	Nm	Nm
1	M4	1	3	0.97	1.03
2	M5	2.5	3	2.425	2.575
3	M5	3	3	2.91	3.09
4	M6	5.2	3	5.044	5.356
5	M8	12.5	3	12.125	12.875
6	M10	24.5	3	23.765	25.235
7	M12	42	3	40.74	43.26
8	M16	106	3	102.82	109.18
9	M18	146	3	141.62	150.38
10	M20	204	3	197.88	210.12
11	M24	360	3	349.2	370.8
12	M30	700	3	679	721
13	M36	1240	3	1202.8	1277.2
14	M42	2000	3	1940	2060
15	M48	2950	3	2861.5	3038.5
16	M56	4800	3	4656	4944
17	M64	8800	3	8536	9064

standard bolt stress : 210 [N/mm<sup>2</sup>] Stress area of bolt (JIS B 1082) accuracy yang dipakai pada torsi klik Tohnichi.

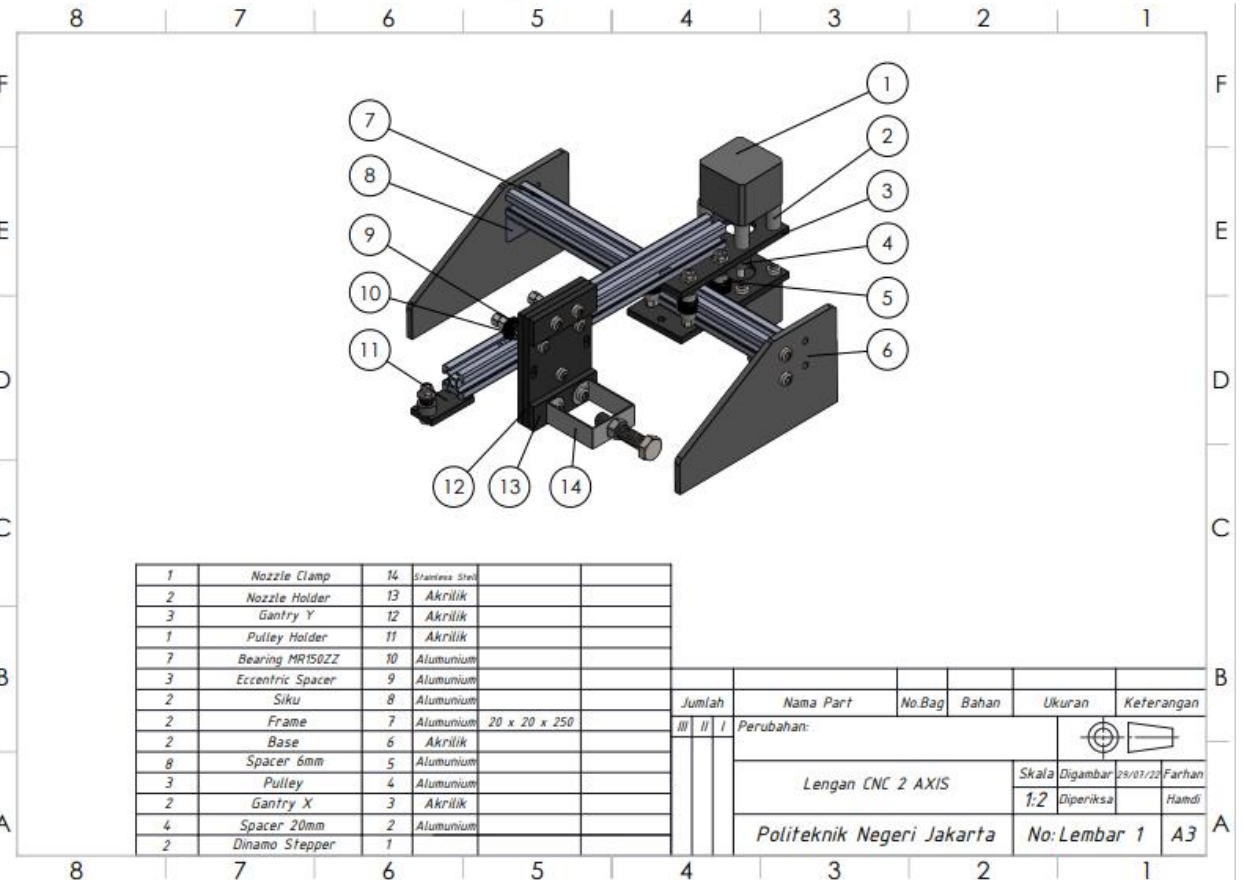
Sumber:

<http://warrenteknik.blogspot.com/2019/01/rekomendasi-torsi-standart-sesuai.html>


**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

Lampiran 5. Gambar Kerja

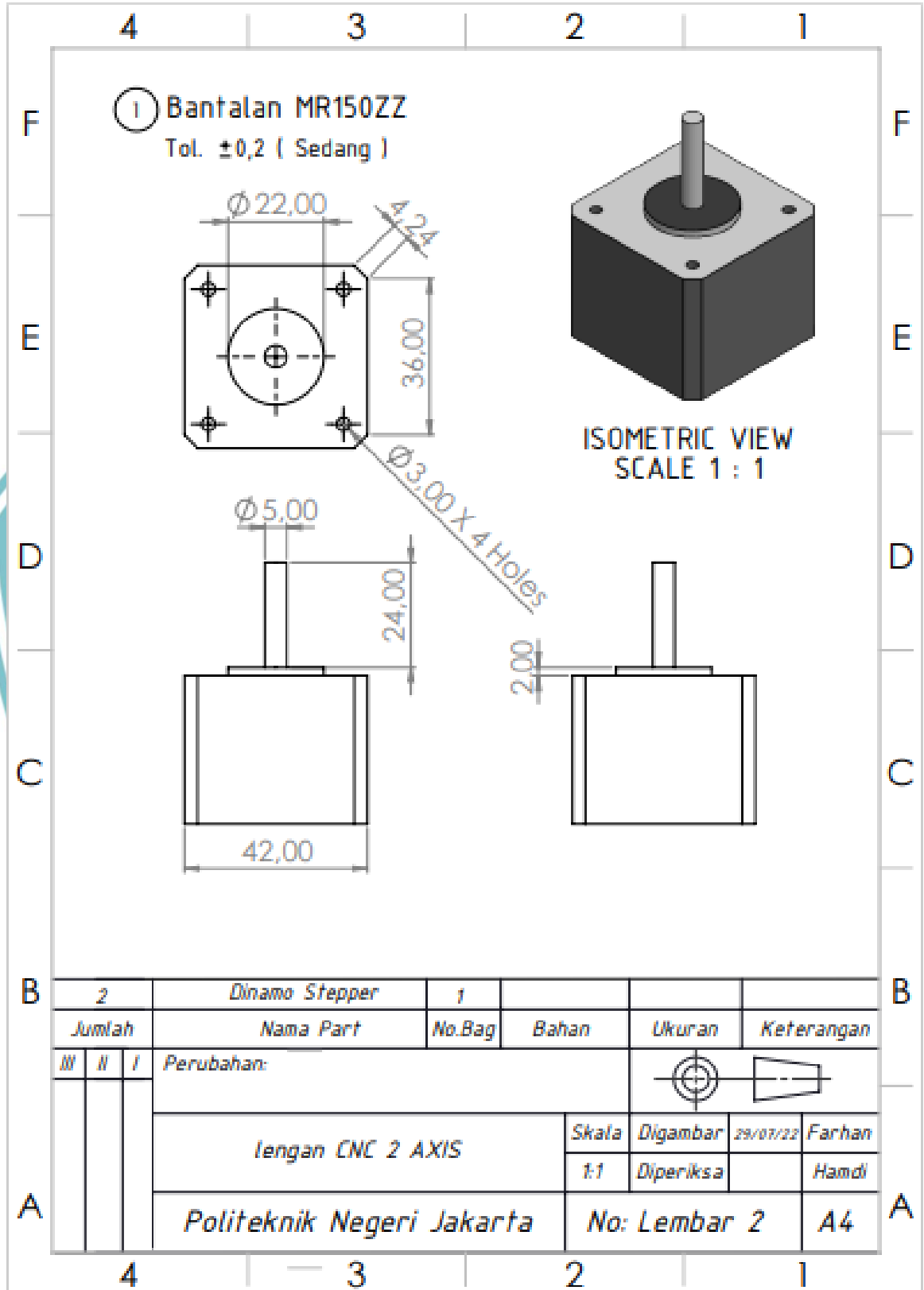


1	Nozzle Clamp	14	Stainless Steel		
2	Nozzle Holder	13	Akrilik		
3	Gantry Y	12	Akrilik		
1	Pulley Holder	11	Akrilik		
7	Bearing MR150ZZ	10	Aluminium		
3	Eccentric Spacer	9	Aluminium		
2	Siku	8	Aluminium		
2	Frame	7	Aluminium	20 x 20 x 250	
2	Base	6	Akrilik		
8	Spacer 6mm	5	Aluminium		
3	Pulley	4	Aluminium		
2	Gantry X	3	Akrilik		
4	Spacer 20mm	2	Aluminium		
2	Dinamo Stepper	1			

Jumlah	Nama Part	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
III	Perubahan:				
	Lengan CNC 2 AXIS			Skala	Digambar 25/07/22 Farhan
	Politeknik Negeri Jakarta			1:2	Diperiksa Hamdi
				No: Lembar 1	A3

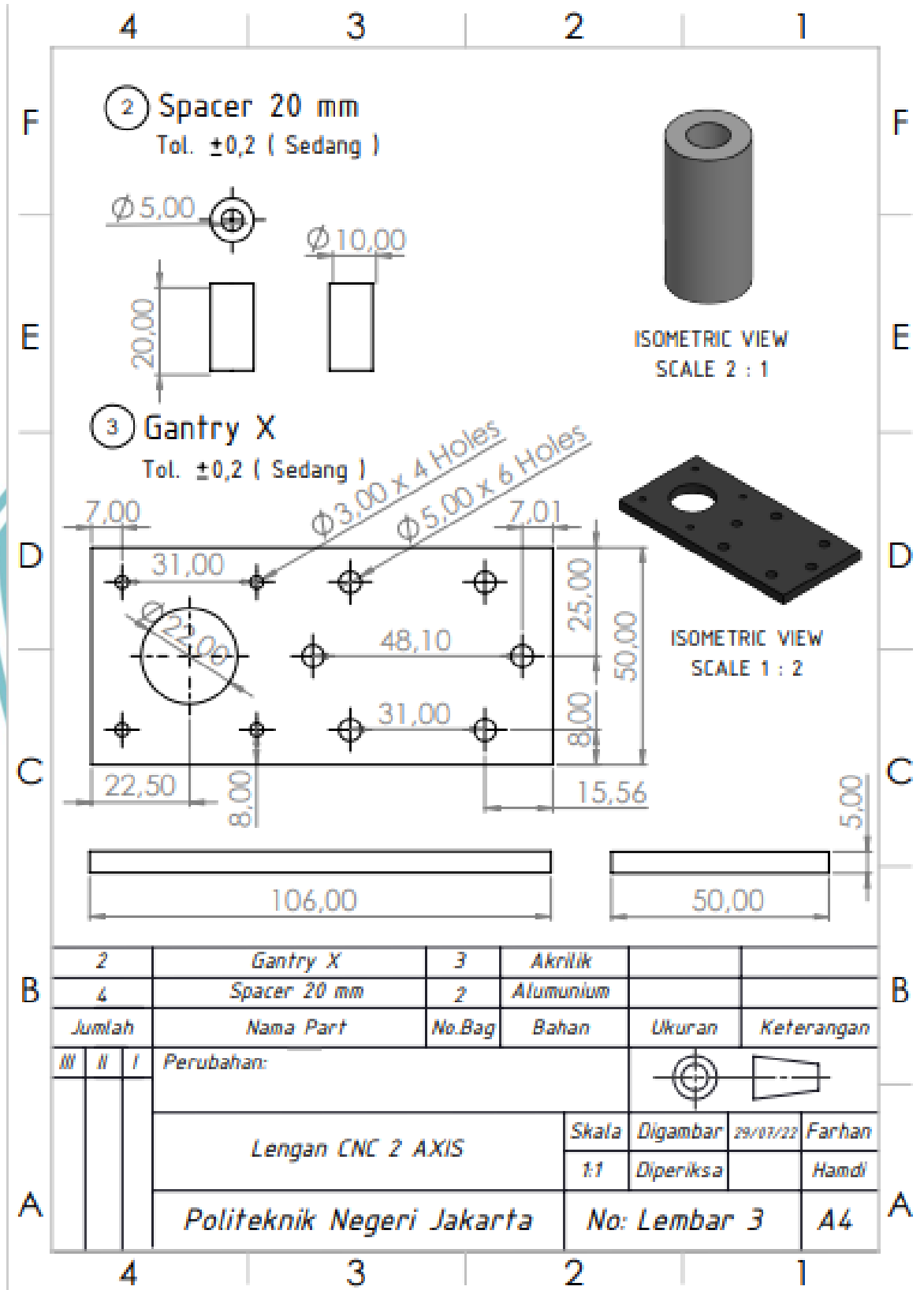
Hak Cipta :

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



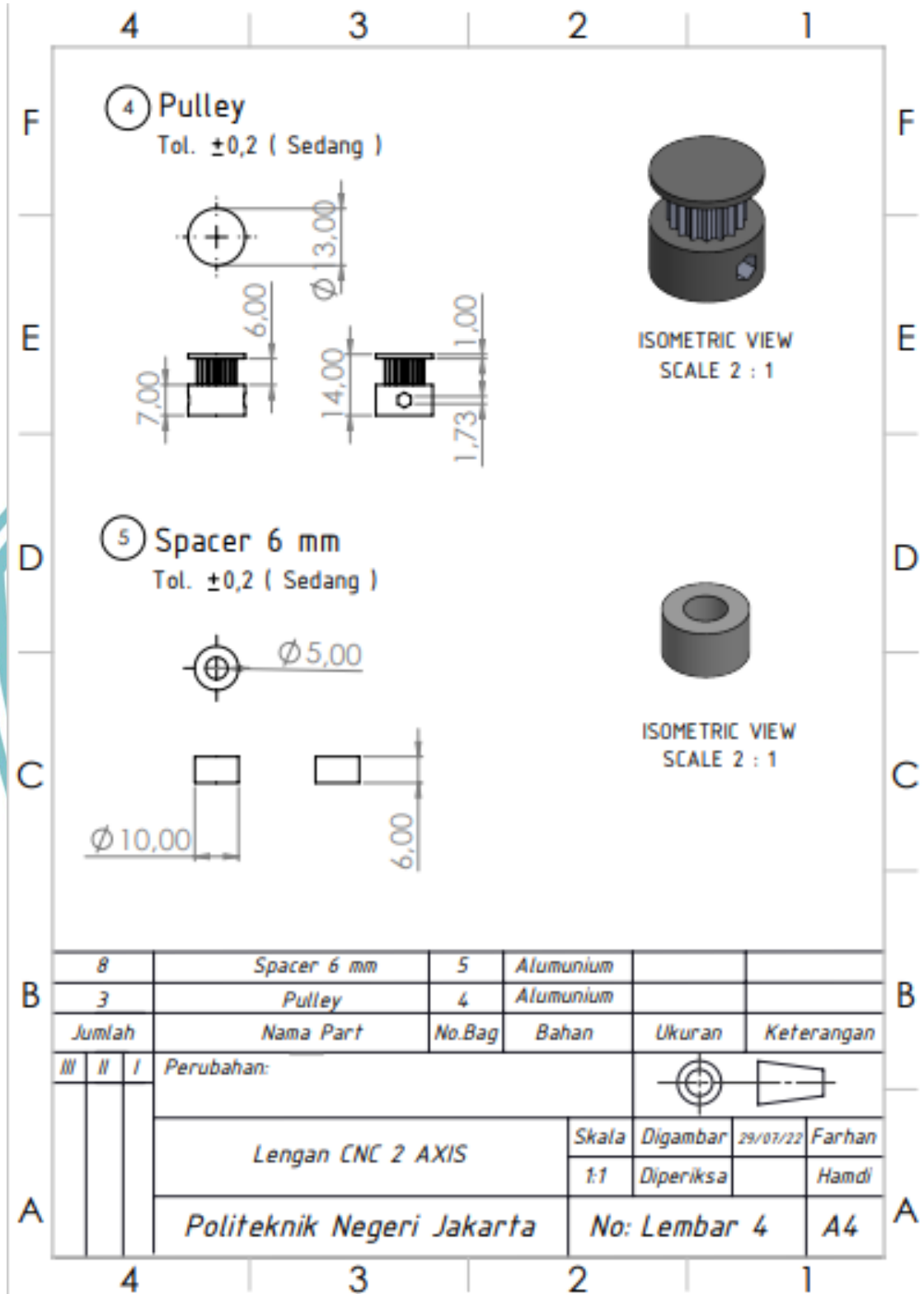
**Hak Cipta :**

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



Hak Cipta :

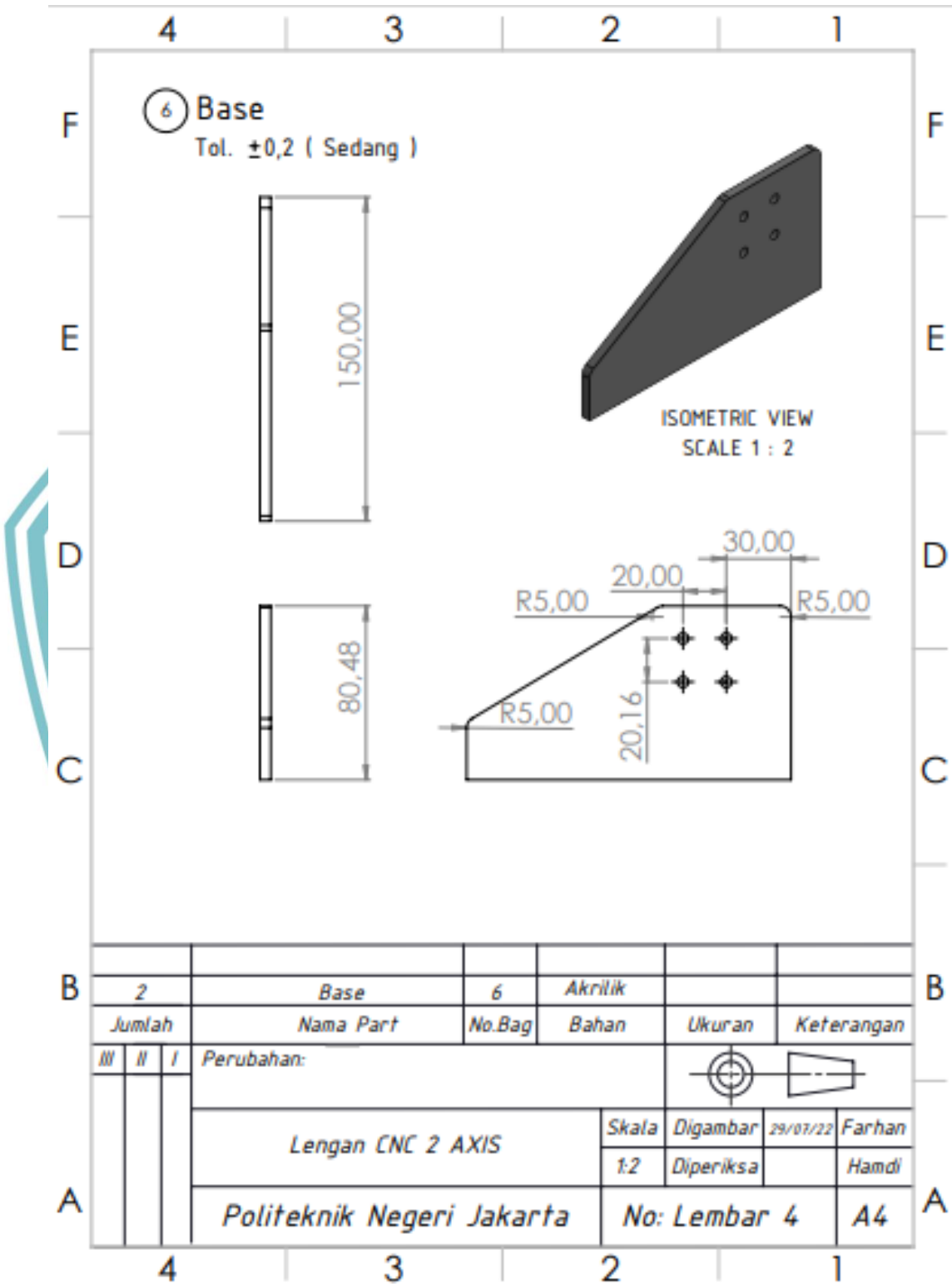
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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





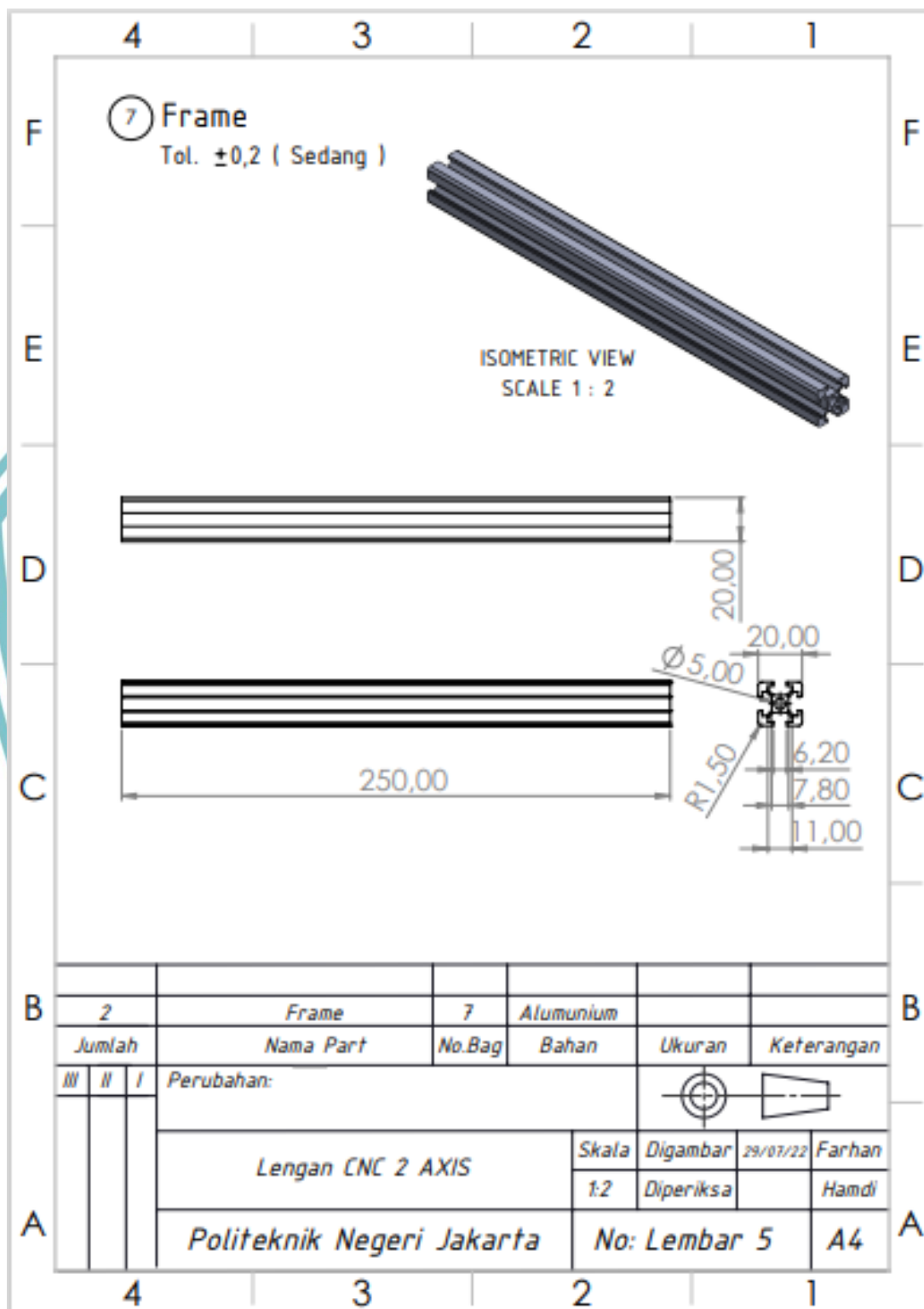
Hak Cipta :

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



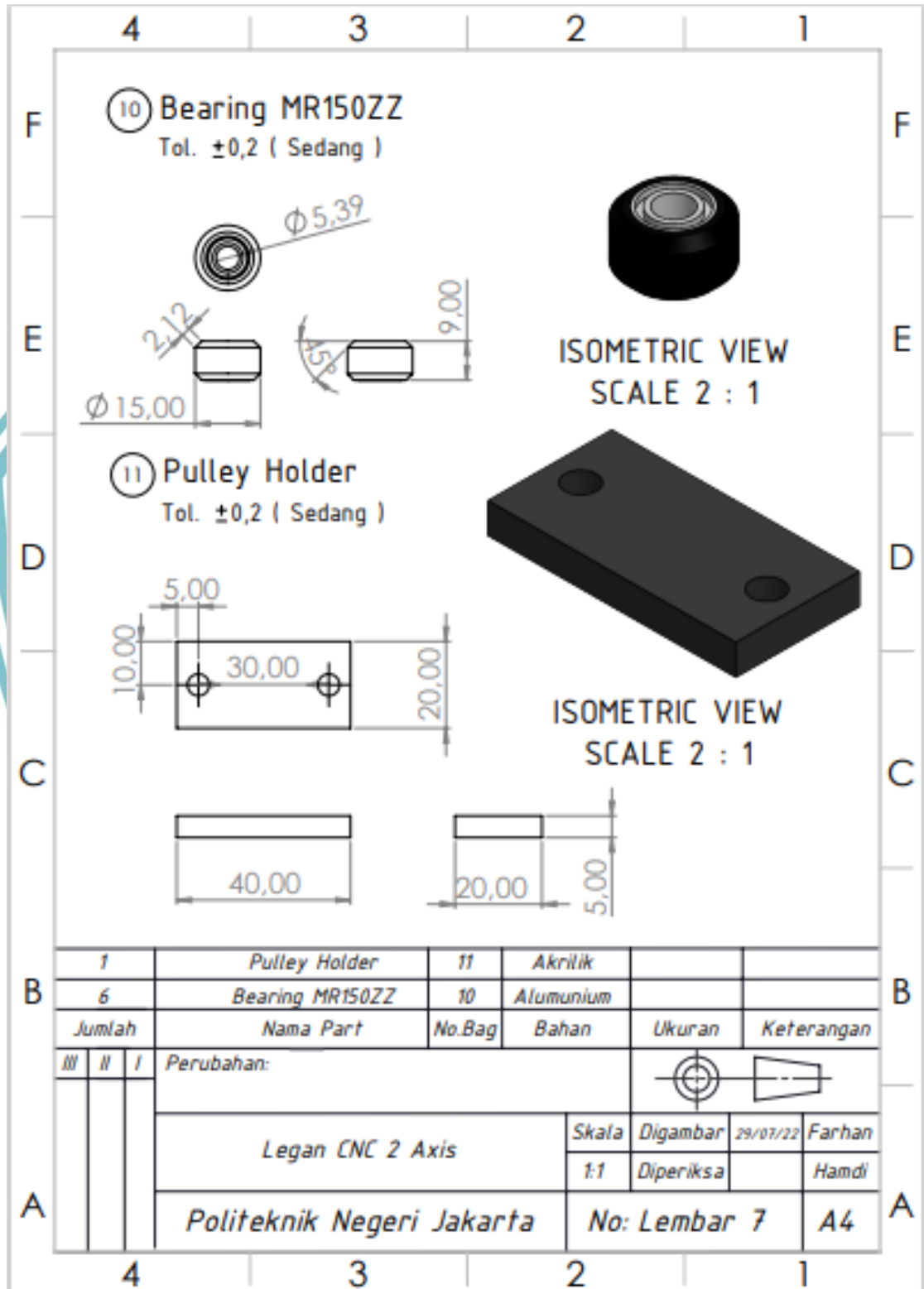
Hak Cipta :

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

	4	3	2	1	
F	<p>8 Siku Tol. <math>\pm 0,2</math> ( Sedang )</p> <p style="text-align: right;">ISOMETRIC VIEW SCALE 2 : 1</p>				F
E					E
D					D
C	<p>9 Eccentric Spacer Tol. <math>\pm 0,2</math> ( Sedang )</p> <p style="text-align: right;">ISOMETRIC VIEW SCALE 2 : 1</p>				C
B	3	Eccentric Spacer	9	Alumunium	B
B	2	Siku	8	Alumunium	B
A	Jumlah	Nama Part	No.Bag	Bahan	Ukuran
A	III	II	I	Perubahan:	
A	Lengan CNC 2 AXIS			Skala	Digambar
A				1:1	Diperiksa
A	Politeknik Negeri Jakarta			No: Lembar	6
A				A4	A
A	4	3	2	1	A

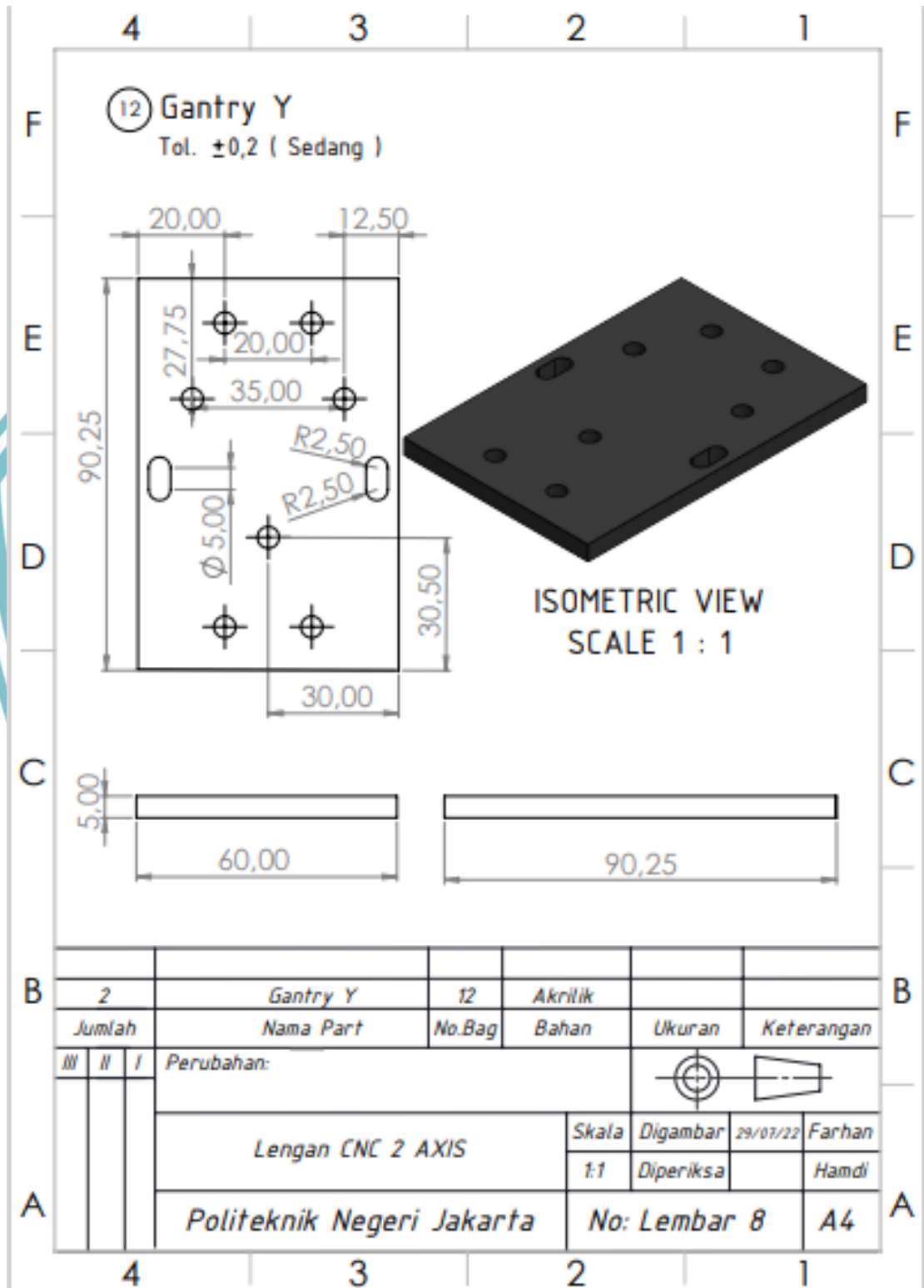
Hak Cipta :

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



**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

