



© 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



**RANCANG BANGUN MESIN CNC LASER *DIODE* 5,5
WATT UNTUK PRODUK KREATIF BERBAHAN
AKRILIK**

Sub Judul : Perancangan Mesin CNC Laser Dengan Metode *VDI* 2222

LAPORAN TUGAS AKHIR

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh :

Muhammad Luthfi Suryaman
NIM. 2302311038

**PROGRAM STUDI D III TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

JULI, 2026



© 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 MESIN CNC LASER *DIODE* 5,5 WATT UNTUK PRODUK KREATIF BERBAHAN AKRILIK

Sub Judul : Perancangan Mesin CNC Laser Dengan Metode *VDI* 2222

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan
Diploma III Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin

Oleh :

Muhammad Luthfi Suryaman

NIM. 2302311038

**PROGRAM STUDI D III TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

JULI, 2026



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

HALAMAN PERSETUJUAN
LAPORAN TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN MESIN CNC LASER *DIODE* 5,5 WATT
UNTUK PRODUK KREATIF BERBAHAN AKRILIK

Sub Judul : Perancangan Mesin CNC Laser Dengan Metode *VDI 2222*

Oleh:

Muhammad Luthfi Suryaman
NIM. 2302311038

Program Studi Diploma Teknik Mesin
Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh pembimbing

POLITEKNIK
NEGERI

Pembimbing 1

Nabila Yudisha, S.T., M.T.
NIP. 199311302023212045

Pembimbing 2

Dhiya Luqyana, S.Tr.T., M.T.
NIP. 199809212024062001

Ketua Program Studi
Diploma Teknik Mesin

Nabila Yudisha, S.T., M.T.
NIP. 199311302023212045



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

HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN MESIN CNC LASER *DIODE* 5,5 WATT
UNTUK PRODUK KREATIF BERBAHAN AKRILIK

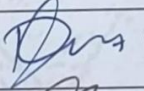
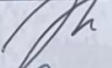
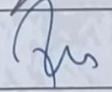
Sub Judul : Perancangan Mesin CNC Laser Dengan Metode *VDI 2222*

Oleh:
Muhammad Luthfi Suryaman
NIM. 2302311038
Program Studi Diploma Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir di hadapan Dewan
Penguji pada tanggal 20, Juli 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk
memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi Diploma Teknik Mesin,

Jurusan Teknik Mesin

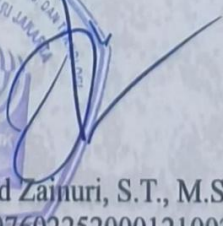
DEWAN PENGUJI

No	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1	Dhiya Luqyana, S.Tr.T., M.T.	Ketua Penguji		20 Juli 2026
2	Azam Milah Muhamad, M.T.	Penguji 1		20 Juli 2026
3	Muhammad Prasha Risfi, M.T.	Penguji 2		20 Juli 2026

Depok, 20 Juli 2026

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin


Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si.
NIP. 197602252000121002

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

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Luhfi Suryaman
NIM : 2302311038
Program Studi : Diploma III Teknik Mesin

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

Depok, 20 Juli 2026



Muhammad Luthfi Suryaman
NIM. 2302311038

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

RANCANG BANGUN MESIN CNC LASER *DIODE* 5,5 WATT UNTUK PRODUK KREATIF BERBAHAN AKRILIK

Sub Judul : Perancangan Mesin CNC Laser Dengan Metode *VDI* 2222

**Muhammad Luthfi Suryaman¹⁾, Nabila Yudisha, S.T., M.T.²⁾, Dhiya Luqyana,
S.Tr.T., M.T.³⁾**

¹⁾Program Studi Diploma Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus
UI Depok, 16424

Email: Muhammad.luthfi.suryaman.tm23@stu.pnj.ac.id

ABSTRAK

Mesin CNC laser banyak digunakan pada industri kreatif karena mampu menghasilkan proses pemotongan dan pengukiran dengan presisi tinggi. Penelitian ini bertujuan merancang mesin CNC laser dioda 5,5 Watt menggunakan metode *VDI* 2222. Tahapan penelitian meliputi identifikasi kebutuhan, pengembangan konsep, evaluasi konsep, perancangan detail, dan analisis struktur menggunakan simulasi *solidworks*. Konsep terbaik diperoleh melalui metode pembobotan dengan skor 4,86. Hasil simulasi menunjukkan distribusi tegangan, regangan, perpindahan, dan faktor keamanan masih berada pada batas aman, sehingga rancangan dinilai layak untuk proses manufaktur serta mampu memenuhi kebutuhan proses pengukiran dan pemotongan akrilik.

Kata kunci : CNC laser, *VDI* 2222, Simulasi *solidworks*, Analisis struktur, Laser dioda.

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

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A 5.5 WATT DIODE LASER CNC MACHINE FOR CREATIVE ACRYLIC PRODUCTS

Sub title: Design of CNC Laser Machine Using VDI 2222 Method

**Muhammad Luthfi Suryaman¹⁾, Nabila Yudisha, S.T., M.T.²⁾, Dhiya Luqyana,
S.Tr.T., M.T.³⁾**

*¹⁾Diploma Program in Mechanical Engineering, Department of Mechanical Engineering, Jakarta
State Polytechnic, UI Depok Campus, 16424*

Email: Muhammad.luthfi.suryaman.tm23@stu.pnj.ac.id

ABSTRACT

CNC laser machines are widely used in creative industries due to their high precision in cutting and engraving processes. This study aims to design a 5.5 W diode laser CNC machine using the VDI 2222 design method. The research stages include requirement identification, concept development, concept evaluation, detailed design, and structural analysis using SolidWorks Simulation. The selected concept achieved the highest weighted score of 4.86. Simulation results indicate that the stress, strain, displacement, and safety factor remain within acceptable limits, demonstrating that the proposed design is feasible for manufacturing and suitable for acrylic engraving and cutting applications

Keywords : CNC laser, VDI 2222, Solidworks simulation, Structural analysis, Laser diode.

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

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“PERANCANGAN MESIN CNC LASER DENGAN METODE VDI 2222”**. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Diploma III (Sarjana Terapan) Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.

Penulisan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang tiada terhingga kepada:

1. Bapak Dr., Fuad Zainuri, S.T., M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Ibu Nabila Yudisha, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, dan selaku dosen pembimbing pertama yang telah memberikan bantuan dalam mengarahkan dalam pelaksanaan tugas akhir ini.
3. Ibu Dhiya Luqyana, S.Tr.T., selaku dosen pembimbing ke dua yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Kedua orang tua yang telah memberikan doa dan dukungan kepada penulis sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.
5. Rekan-rekan Program Studi Teknik Mesin dan Program Studi Manufaktur yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam proses penyelesaian tugas akhir.

Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak terutama pada bidang teknik mesin dan manufaktur.

Depok, 20 Juli 2026



Muhammad Luthfi Suryaman

NIM. 2302311038

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 ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penulisan Laporan Tugas Akhir	1
1.2 Tujuan Penulisan Laporan Tugas Akhir	3
1.3 Manfaat Penulisan Laporan Tugas Akhir	4
1.3.1 Manfaat Teoritis.....	4
1.3.2 Manfaat Praktis.....	4
1.4 Rumusan Masalah	4
1.5 Batasan Masalah	5
1.6 Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Perancangan.....	7
2.1.1 Pengertian	7
2.1.2 Metode Perancangan	8



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

2.2 CNC Laser <i>Diode</i>	10
2.2.1 Pengertian	10
2.2.2 Prinsip Kerja	11
2.2.3 Komponen	12
2.3 Material.....	17
2.4 Perhitungan dan Analisis Struktur	18
2.4.1 Perhitungan.....	18
2.4.2 Analisis Struktur.....	21
BAB III METODELOGI Pengerjaan Tugas Akhir.....	27
3.1. Diagram Alir Perancangan.....	27
3.2. Penjelasan Langkah Kerja	27
3.3. Metode Pemecahan Masalah	31
BAB IV PEMBAHASAN	33
4.1 Identifikasi Masalah	33
4.2 Analisa Kebutuhan	35
4.3 Konsep Desain	35
4.4 Pemilihan Konsep Desain.....	38
4.4.1 Kriteria Konsep	38
4.4.2 Matrix Penilaian Konsep	39
4.4.3 Desain Terpilih	40
4.5 Perancangan Detail	42
4.5.1 Perancangan Rangka	42
4.5.2 Perancangan Sistem Transmisi Y	44
4.5.3 Perancangan Sistem Transmisi X	45
4.6 Perhitungan.....	47



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

4.6.1 Perencanaan Daya dan Pemilihan Motor	47
4.6.2 Perencanaan Diameter Poros	49
4.6.3 Perencanaan Penggunaan <i>Bearing</i>	51
4.6.4 Perencanaan Penggunaan <i>Screw</i>	52
4.7 Analisis Struktur	53
4.7.1 Tegangan	53
4.7.2 Regangan	55
4.7.3 <i>Displacement</i>	56
4.7.4 <i>Safety Factor</i>	58
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	61
5.1. Kesimpulan	61
5.2. Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	67

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 TABEL

Tabel 2. 1 Perhitungan daya motor	19
Tabel 4. 1 Analisa kebutuhan	35
Tabel 4. 2 Morofologi mesin	36
Tabel 4. 3 Kriteria konsep desain	39
Tabel 4. 4 Hasil penilaian konsep	40
Tabel 4. 5 Perhitungan daya motor	47



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 GAMBAR

Gambar 2. 1 Mesin CNC laser diode	10
Gambar 2. 2 Prinsip kerja.....	11
Gambar 2. 3 Alumunium <i>profile</i> & Alumunium <i>plate</i>	12
Gambar 2. 4 V-slot <i>wheel</i> , <i>Timing pulley</i> , <i>Belt</i> , <i>Bearing</i>	14
Gambar 2. 5 Microcontroller ESP32.....	15
Gambar 2. 6 <i>Power supply</i>	15
Gambar 2. 7 Motor <i>stepper</i>	16
Gambar 2. 8 Modul laser.....	17
Gambar 2. 9 <i>Opaque Acrylic</i>	17
Gambar 2. 10 Motor <i>stepper</i>	18
Gambar 2. 11 <i>Shaft</i>	19
Gambar 2. 12 <i>Bearing</i>	20
Gambar 2. 13 <i>Screw and nut</i>	21
Gambar 2. 14 <i>Solidworks software</i>	22
Gambar 2. 15 Simulasi tegangan	23
Gambar 2. 16 <i>Strain simulation</i>	24
Gambar 2. 17 <i>Displacement simulation</i>	25
Gambar 2. 18 FOS <i>simulation</i>	26
Gambar 3. 1 Diagram alir perancangan metode VDI 2222	27
Gambar 4. 1 <i>Fishbone</i>	34
Gambar 4. 2 Konsep desain	36
Gambar 4. 3 Perancangan Rangka	43
Gambar 4. 4 Rancangan sistem transmisi Y	44
Gambar 4. 5 Rancangan sistem transmisi X	46
Gambar 4. 6 Hasil simulasi tegangan.....	53
Gambar 4. 7 Hasil simulasi regangan	55
Gambar 4. 8 Hasil simulasi <i>displacement</i>	57
Gambar 4. 9 Hasil simulasi <i>safety factor</i>	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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Timeline pengerjaan alat.....	67
Lampiran 2 Rencana anggaran biaya	67
Lampiran 3 Dokumentasi wawancara	68
Lampiran 4 Spesifikasi motor <i>stepper</i>	68
Lampiran 5 Spesifikasi <i>bearing</i> Mr115zz	69
Lampiran 6 Spesifikasi ukuran baut dan mur	69
Lampiran 7 Spesifikasi v-slot <i>wheel</i>	70
Lampiran 8 Spesifikasi <i>timing pulley</i>	70
Lampiran 9 Spesifikasi <i>timing belt</i>	71
Lampiran 10 Spesifikasi <i>eccentric spacer</i>	71

**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

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penulisan Laporan Tugas Akhir

Perkembangan teknologi manufaktur telah mengalami perubahan yang sangat pesat sejak diperkenalkannya sistem *computer numerical control* (CNC) pada akhir tahun 1940-an dan mulai digunakan secara luas pada industri manufaktur sekitar tahun 1950-an. Teknologi CNC memungkinkan pengoperasian mesin dilakukan secara otomatis menggunakan program komputer sehingga menghasilkan tingkat presisi, produktivitas, dan konsistensi yang lebih tinggi dibandingkan metode konvensional [1]. Seiring perkembangan teknologi digital dan elektronika, mesin CNC tidak hanya digunakan pada proses pemesinan logam, tetapi juga berkembang pada aplikasi pemotongan dan pengukiran menggunakan teknologi laser. Dalam dua dekade terakhir, khususnya sejak tahun 2010, penggunaan mesin CNC laser mengalami peningkatan yang signifikan karena hadirnya laser diode berdaya rendah hingga menengah yang memiliki harga relatif terjangkau, ukuran yang lebih kompak, serta kemudahan integrasi dengan sistem kontrol berbasis mikrokontroler dan komputer [2]. Perkembangan tersebut mendorong munculnya berbagai penelitian dan pengembangan mesin CNC laser untuk aplikasi *engraving* dan *cutting* pada material non-logam seperti akrilik, kayu, MDF, kulit, kertas, dan plastik [3].

Pemanfaatan mesin CNC laser mulai banyak diterapkan pada sektor Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) sejak berkembangnya industri kreatif dan manufaktur digital pada dekade 2010-an. Harga mesin yang semakin terjangkau serta kemudahan pengoperasian menjadikan teknologi ini dapat diakses oleh pelaku usaha berskala kecil maupun menengah. Di sektor industri, mesin CNC laser digunakan untuk proses pemotongan, penandaan produk, pembuatan prototipe, serta proses fabrikasi yang membutuhkan ketelitian tinggi [3]. Sementara pada sektor UMKM, teknologi CNC laser banyak dimanfaatkan pada usaha pembuatan plakat akrilik, kerajinan kayu, *souvenir*, dekorasi *interior*, kemasan produk, media promosi, aksesoris, hingga industri percetakan dan *advertising*. Penggunaan mesin

CNC laser mampu meningkatkan produktivitas, mempercepat waktu produksi, serta menghasilkan produk dengan kualitas yang lebih konsisten dibandingkan metode pengerjaan manual [4]

Mesin CNC laser merupakan mesin yang menggabungkan teknologi *computer numerical control* dengan sumber energi laser untuk melakukan proses pemotongan maupun pengukiran pada berbagai jenis material. Sistem CNC berfungsi mengendalikan pergerakan sumbu mesin berdasarkan kode program (*G-Code*), sedangkan laser berfungsi sebagai alat pemotong atau pengukir material. Pada mesin CNC laser *diode*, sumber energi yang digunakan berasal dari laser *diode* yang memiliki ukuran relatif kecil, efisiensi tinggi, serta biaya operasional yang rendah dibandingkan jenis laser lainnya [1]. Laser diode berdaya 5,5 Watt banyak digunakan pada mesin CNC skala kecil hingga menengah karena mampu melakukan proses *engraving* dan *cutting* material non-logam dengan kualitas yang baik serta biaya investasi yang relatif ekonomis [5]

Meningkatnya kebutuhan industri kreatif dan UMKM terhadap mesin pemotong dan pengukir yang presisi, ekonomis, dan mudah dioperasikan menjadi salah satu alasan utama dilakukannya perancangan mesin CNC laser *diode* 5,5 Watt. Mesin yang tersedia di pasaran umumnya memiliki harga yang relatif tinggi atau belum sepenuhnya sesuai dengan kebutuhan pengguna tertentu. Selain itu, pengembangan mesin CNC laser secara mandiri memberikan peluang untuk menghasilkan desain yang lebih optimal, mudah dirawat, serta memiliki spesifikasi yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan proses produksi. Oleh karena itu, metode *VDI 2222* dipilih dalam penelitian ini karena menyediakan tahapan perancangan yang sistematis mulai dari identifikasi masalah dan analisa kebutuhan, pengembangan konsep, pemilihan konsep, hingga analisa berbasis simulasi sehingga dapat menghasilkan rancangan mesin yang efektif dan sesuai dengan kebutuhan pengguna [6]

Dalam proses perancangan mesin CNC laser, terdapat beberapa aspek teknis yang harus diperhitungkan agar mesin dapat bekerja secara optimal. Sistem penggerak menjadi salah satu komponen penting yang menentukan akurasi pergerakan mesin. Penggunaan motor *stepper*, khususnya tipe NEMA 17, dipilih

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

karena memiliki kemampuan menghasilkan gerakan diskrit yang presisi, mudah dikendalikan menggunakan sistem CNC, serta memiliki biaya yang relatif ekonomis [7]. Selain itu, pemilihan poros dan mekanisme transmisi harus memperhatikan kekakuan, kemampuan menahan beban, dan ketelitian gerak agar tidak terjadi penyimpangan posisi selama proses pemotongan maupun pengukiran. *Bearing* juga memiliki peran penting dalam mengurangi gesekan serta menjaga kestabilan pergerakan sumbu sehingga umur pakai komponen menjadi lebih panjang [8].

Selain sistem mekanik, kekuatan struktur rangka mesin merupakan faktor yang sangat menentukan kualitas hasil proses pemesinan. Struktur yang kurang kaku dapat menyebabkan getaran dan defleksi yang berdampak pada penurunan akurasi hasil pemotongan maupun pengukiran. Oleh karena itu, diperlukan analisis struktur menggunakan metode elemen hingga (*finite element analysis/FEA*) untuk mengetahui distribusi tegangan, regangan, perpindahan, serta faktor keamanan pada rangka mesin. Hasil analisis tersebut dapat digunakan sebagai dasar dalam menentukan dimensi dan material rangka yang mampu menahan beban kerja secara aman serta menjaga kestabilan mesin selama proses operasi berlangsung [9]. Dengan mempertimbangkan aspek sistem penggerak, transmisi, struktur rangka, dan metode perancangan yang sistematis, diharapkan rancangan mesin CNC laser diode 5,5 Watt yang dihasilkan mampu memenuhi kebutuhan proses *engraving* dan *cutting* material akrilik secara efektif, presisi, dan ekonomis [10].

1.2 Tujuan Penulisan Laporan Tugas Akhir

- A. Merancang mesin CNC laser *diode* 5,5 Watt untuk proses *cutting* dan *engraving* material akrilik menggunakan metode VDI 2222.
- B. Menentukan spesifikasi dan konfigurasi komponen utama mesin, meliputi rangka, sistem transmisi, motor *stepper*, yang sesuai dengan kebutuhan perancangan.
- C. Menganalisis kekuatan struktur rangka mesin melalui simulasi untuk mengetahui nilai tegangan, regangan, perpindahan, dan faktor keamanan.
- D. Menghasilkan rancangan mesin CNC laser *diode* yang memiliki

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

konstruksi kuat, presisi, dan sesuai untuk aplikasi pemotongan serta pengukuran material akrilik.

1.3 Manfaat Penulisan Laporan Tugas Akhir

1.3.1 Manfaat Teoritis

- A. Menambah referensi ilmiah mengenai perancangan mesin CNC laser diode menggunakan metode VDI 2222.
- B. Menjadi sumber informasi dalam pengembangan desain mesin CNC laser untuk proses *cutting* dan *engraving*.
- C. Memberikan pemahaman mengenai penerapan metode VDI 2222 dalam perancangan mesin manufaktur.
- D. Menambah kajian tentang analisis struktur rangka mesin melalui simulasi tegangan, regangan, perpindahan, dan faktor keamanan.
- E. Menjadi bahan acuan bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan mesin CNC laser dan sistem manufaktur otomatis.

1.3.2 Manfaat Praktis

- A. Menghasilkan rancangan mesin CNC laser diode 5,5 Watt yang dapat digunakan untuk proses *cutting* dan *engraving* material akrilik.
- B. Menjadi acuan dalam pemilihan komponen utama mesin seperti motor *stepper*, poros, *bearing*, dan sistem transmisi.
- C. Membantu meningkatkan efisiensi dan ketelitian proses produksi pada industri maupun UMKM.
- D. Memberikan informasi mengenai kekuatan dan keamanan struktur rangka mesin berdasarkan hasil analisis simulasi.
- E. Menjadi dasar pengembangan dan pembuatan prototipe mesin CNC laser yang lebih ekonomis, presisi, dan mudah dioperasikan.

1.4 Rumusan Masalah

- A. Bagaimana merancang mesin CNC laser diode 5,5 Watt untuk proses *cutting* dan *engraving* material akrilik menggunakan metode VDI 2222?
- B. Bagaimana menentukan spesifikasi komponen utama mesin, meliputi

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

rangka, motor *stepper*, poros, *bearing*, dan sistem transmisi yang sesuai dengan kebutuhan perancangan?

- C. Bagaimana menghasilkan desain mesin CNC laser yang memiliki konstruksi kuat, stabil, dan presisi selama proses operasi?
- D. Bagaimana memperoleh rancangan mesin CNC laser *diode* 5,5 Watt yang aman, fungsional, dan sesuai untuk aplikasi *cutting* serta *engraving* material akrilik?
- E. Bagaimana merancang mesin CNC laser *diode* 5,5 Watt untuk kesesuaian UMKM?

1.5 Batasan Masalah

- A. Penelitian ini difokuskan pada perancangan mesin CNC laser *diode* 5,5 Watt untuk proses *cutting* dan *engraving* material akrilik dengan ketebalan maksimum 5 mm menggunakan metode VDI 2222.
- B. Perancangan hanya mencakup sistem mekanik utama mesin yang terdiri atas rangka, sistem transmisi, poros, *bearing*, kedudukan komponen, dan mekanisme pergerakan sumbu X dan Y.
- C. Analisis yang dilakukan meliputi perhitungan desain dan simulasi struktur rangka menggunakan metode elemen hingga (*finite element analysis*/FEA) untuk memperoleh nilai tegangan, regangan, perpindahan, dan faktor keamanan.
- D. Penelitian tidak membahas perancangan rangkaian elektronika secara detail, pemrograman perangkat lunak, optimasi parameter pemotongan laser, maupun pengembangan sistem kontrol lanjutan.
- E. Hasil penelitian dibatasi pada rancangan dan analisis desain mesin CNC laser *diode* 5,5 Watt, sehingga tidak mencakup pengujian performa produksi secara massal maupun analisis biaya komersialisasi produk.

Hak Cipta :

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

1.6 Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir

Sistematika penulisan laporan tugas akhir ini adalah :

A. Pendahuluan (Bab I)

Bab ini membahas tentang latar belakang, tujuan, manfaat, rumusan masalah dan batasan masalah.

B. Tinjauan Pustaka (Bab II)

Bab ini berisi landasan teori yang digunakan sebagai dasar melakukan kajian dalam penulisan Laporan Tugas Akhir.

C. Metodologi Pengerjaan Tugas Akhir (Bab III)

Bab ini berisi cara untuk mengetahui hasil dari suatu permasalahan, yang meliputi langkah-langkah pengerjaan, prosedur pengambilan data atau sampel dan juga teknik analisis sampel.

D. Pembahasan (Bab IV)

Bab ini membahas proses dan hasil dari rancangan yang dibuat.

E. Kesimpulan dan saran (Bab V)

Bab ini berisi kesimpulan yang dapat diambil dan saran-saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil tinjauan.

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

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

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Perancangan mesin CNC laser diode 5,5 Watt berhasil dilakukan dengan menerapkan tahapan metode *VDI 2222* yang meliputi identifikasi masalah, analisis kebutuhan, penyusunan alternatif konsep, pemilihan konsep, hingga perancangan detail. Berdasarkan hasil evaluasi menggunakan matriks pembobotan, Konsep 3 memperoleh nilai tertinggi sebesar 4,86, sehingga dipilih sebagai konsep terbaik. Konsep tersebut menggunakan rangka aluminium profile yang diperkuat aluminium *plate*, sistem transmisi *timing belt*, motor *stepper* NEMA 17, mikrokontroler ESP32, serta laser diode 5,5 Watt, karena dinilai mampu memenuhi aspek kekuatan struktur, akurasi gerak, kemudahan manufaktur, biaya produksi, serta sesuai untuk kebutuhan UMKM.
2. Hasil perancangan detail menunjukkan bahwa seluruh komponen utama telah dirancang sesuai kebutuhan fungsional mesin CNC laser. Rangka memiliki massa 2,80 kg, sistem transmisi gantry memiliki massa 1,00 kg, sedangkan sistem laser assembly memiliki massa 0,80 kg. Distribusi pusat massa pada setiap *assembly* relatif seimbang sehingga mendukung kestabilan gerak dan mengurangi kecenderungan getaran selama proses operasi. Selain itu, hasil perhitungan elemen mesin menunjukkan penggunaan poros berdiameter 5 mm, *bearing* MR115ZZ, *bearing* 625ZZ, serta baut M5 telah memenuhi kebutuhan desain dan sesuai dengan komponen standar yang tersedia di pasaran.
3. Hasil analisis struktur menggunakan *solidworks simulation* menunjukkan bahwa rancangan rangka memiliki kinerja mekanik yang sangat baik. Nilai tegangan maksimum (*von Mises*) sebesar 0,881 MPa, *displacement* maksimum sebesar 0,003397 mm, serta faktor keamanan minimum (*factor*

of safety) sebesar 164,6. Nilai tegangan tersebut masih jauh berada di bawah tegangan luluh aluminium 6063-T6 sebesar 145 MPa, sehingga struktur dinyatakan aman untuk menahan beban kerja yang direncanakan. Dengan demikian, tujuan penelitian untuk memperoleh rancangan mesin CNC laser diode yang memiliki struktur kuat, stabil, dan layak digunakan sebagai dasar pengembangan mesin telah tercapai.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Penelitian ini masih berada pada tahap perancangan dan analisis struktur, sehingga penelitian selanjutnya disarankan melakukan proses fabrikasi dan pengujian eksperimental untuk membandingkan hasil simulasi dengan kondisi aktual mesin.
2. Pengujian performa mesin perlu dilakukan terhadap berbagai parameter pemotongan, seperti kecepatan gerak (*feed rate*), daya laser, serta jumlah lintasan, sehingga dapat diperoleh parameter operasi yang paling optimal pada berbagai jenis material.
3. Pengembangan sistem kendali dapat dilakukan dengan menambahkan *limit switch*, *auto homing*, pengaturan fokus laser otomatis, maupun monitoring berbasis *IoT* menggunakan kemampuan komunikasi yang dimiliki mikrokontroler ESP32 agar mesin menjadi lebih aman dan mudah dioperasikan.
4. Analisis struktur pada penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan melakukan analisis dinamis, analisis getaran (*vibration analysis*), maupun analisis kelelahan (*fatigue analysis*) sehingga karakteristik struktur dapat dievaluasi secara lebih komprehensif pada kondisi operasi jangka panjang.
5. Pengembangan berikutnya juga dapat mengoptimalkan dimensi rangka untuk memperoleh struktur yang lebih ringan namun tetap memiliki kekakuan dan faktor keamanan yang memenuhi kebutuhan desain, sehingga biaya material dan proses manufaktur menjadi lebih efisien.

Hak Cipta :

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

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Munadi, A. Syukri, J. D. Setiawan, and M. Ariyanto, "Rancang-bangun prototipe mesin CNC laser engraving dua sumbu menggunakan diode laser," *J. Tek. Mesin Indones.*, vol. 13, no. 1, pp. 32–37, 2018, doi: 10.36289/jtmi.v13i1.88.
- [2] R. A. Putra, A. Rukmana, and A. F. Ikhsan, "Rancang Bangun Mesin Laser Engraving 2-D Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," *Fuse-teknik Elektro*, vol. 2, no. 1, p. 21, 2022, doi: 10.52434/jft.v2i1.1901.
- [3] A. W. Pratomo, "PROTOTIPE MESIN CNC DIODE LASER CUTTING 5500 MILIWATT UNTUK PEMBUATAN PRODUK KREATIF BAHAN AKRILIK Abstrak Pendahuluan Kemajuan teknologi manufaktur di ditandai dengan sistem manual dimana peran manusia sangat dominan berubah menjadi sistem otomatis peran," vol. 19, no. 2, pp. 169–178, 2020.
- [4] V. Octowinandi and R. Yolanda, "Hasil Dari Mesin Laser Engraving Pada Material Akrilik," vol. 3, no. 1, pp. 34–48, 2022.
- [5] T. T. Tung, T. M. Tan, and T. V. Minh, "A Laser Cutting Machine Prototype," *Eng. Technol. Appl. Sci. Res.*, vol. 14, no. 1, pp. 12944–12949, 2024, doi: 10.48084/etasr.6733.
- [6] H. Irwan, M. R. Fattah, R. D. G. Tarigan, F. M. S. Aritonang, and E. Sumarya, "Application of the VDI 2221 method in the design of 3D printer machines utilizing additive manufacturing technology," *Opsi*, vol. 18, no. 1, pp. 126–135, 2025, doi: 10.31315/opsi.v18i1.13477.
- [7] L. K. Pacheco-Alvarado, A. L. González-Monzón, H. C. Piña-Alcantara, and L. G. Torres-Arreola, "Control of a CNC laser engraver machine for non-metallic materials," *Rev. Simulación y Lab.*, vol. 9, no. 27, pp. 14–19, 2022, doi: 10.35429/jsl.2022.27.9.14.19.
- [8] R. Kusmayanto, G. Heryana, and Jatira, "Perancangan Sistem Mekanik

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

Penggerak Sumbu X Dan Y Pada Mesin CNC (Computer Numerical Control) CO2 Laser Cutting,” *J. Appl. Mech. Technol.*, vol. 2, no. 2, pp. 20–27, Nov. 2023, doi: 10.31884/jamet.v2i2.38.

- [9] A. Yanto, Anrinal, and I. Mandala Putra, “Design and Structure Analysis of a CNC Laser Engraver Machine,” *J. Tek. Mesin*, vol. 11, no. 2, pp. 107–116, 2021, doi: 10.21063/jtm.2021.v11.i2.107-116.
- [10] M. Syaifullah, M. Kabib, and A. Z. Hudaya, “Desain Dan Simulasi Tegangan Pada Mesin Cnc Laser Cutting Untuk Produk Berbahan Acrilic,” *J. CRANKSHAFT*, vol. 4, no. 1, pp. 2623–0755, 2021.
- [11] R. Adhiharto, A. B. Nusantara, A. I. Komara, and D. H. Wigenaputra, “Perancangan Ulang dan Analisa Mesin Benchtop Injection Molding dengan Metode VDI 2222,” *JTRM (Jurnal Teknol. dan Rekayasa Manufaktur)*, vol. 5, no. 2, pp. 153–168, 2023, doi: 10.48182/jtrm.v5i2.148.
- [12] R. Dermawan and A. Wibowo, “Perancangan Mesin Pengupas Kulit Kentang Dengan Metode VDI 2221,” *Sainstech J. Penelit. Dan Pengkaj. Sains Dan Teknol.*, vol. 33, no. 3, pp. 96–104, 2023, doi: 10.37277/stch.v33i3.1737.
- [13] A. Wulansari and V. D. Refkia, “Perancangan mesin pencacah limbah medis padat dengan metode french,” *Prosiding.Bkstm.Org*, pp. 107–114, 2023.
- [14] G. Fomitchev, “Diode Laser In CNC and 3D Printing,” *Manufacturing Tomorrow*. Accessed: Jul. 05, 2026. [Online]. Available: <https://www.manufacturingtomorrow.com/article/2019/08/diode-lasers-in-cnc-and-3d-printing/13793>/<https://www.manufacturingtomorrow.com/article/2019/08/diode-lasers-in-cnc-and-3d-printing/13793/>
- [15] Marcelina Tian, Kusuma Wijaya Dewa, Tjahyono Rudi, and Suprijono Herwin, “Optimasi roses cutting material akrilik pada CNC laser G-weike LC6090 dengan metode simplex centroid design dan optimasi plot

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

- multirespon,” *J. Ilm. GIGA*, vol. 24, no. 1, pp. 23–34, 2021, [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.47313/jig.v%25vi%25i.1120>
- [16] M. Indonesi, “MISUMI.” [Online]. Available: <https://id.misumi-ec.com/?srsltid=AfmBOOpTYOi2XouJ-6TZ0kR26UQ0wASRJ90MfJtY6Hd1U43IUpQ9nlhT>
- [17] P. J. Kumar, A. S. S. Tarun, M. Gowtham, P. T. Rao, and G. Yashwanth, “Design and fabrication of portable laser cutting and engraving machine,” *Int. J. Eng. Technol.*, vol. 7, no. 1.1 Special Issue 1, pp. 570–573, 2018, doi: 10.14419/ijet.v7i1.1.10170.
- [18] W. S. Irlanto, S. Marwanto, and Suharjanto, “Mesin Laser Perancangan Sistem Kendali Mesin Laser Engraving Dengan Arduino Nano,” *Teknika*, vol. 7, no. 4, pp. 211–216, 2022, doi: 10.52561/teknika.v7i4.213.
- [19] H. W. Handani, S. R. Sulistiyanti, Y. Yulianti, P. Manurung, and J. Junaidi, “Rancang Bangun Mesin CNC Laser 4 Axis menggunakan Motor Stepper Tipe Nema 23 Terintegrasi Mach3 USB untuk Aplikasi Mesin Cutting Otomatis,” *J. Teor. dan Apl. Fis.*, vol. 13, no. 02, pp. 13–22, 2025, doi: 10.23960/jtaf.v13i02.413.
- [20] S. Sunarto *et al.*, “Pengaruh Kecepatan Potong Mesin CNC Laser Cutting terhadap Akurasi Potong untuk Efisiensi Proses Blanking,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 18, no. 3, p. 453, 2023, doi: 10.32497/jrm.v18i3.5115.
- [21] R. N. Natarajan, “Machine design,” *Handb. Mach. Dyn.*, no. I, pp. 11–28, 2000, doi: 10.1038/042171a0.
- [22] P. By ALLDATASHEETCOM, “8HY MOTIONKING | Alldatasheet,” pp. 1–22, [Online]. Available: www.MotionKing.com
- [23] Solidworks, “Solidworks.” [Online]. Available: <https://www.solidworks.com/>
- [24] D. Rosa, P. Cupu, E. Afrizal, and I. Kaldum, “Perancangan alat uji roda gigi



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

menggunakan metode VDI 2221,” *Peranc. alat uji roda gigi*, vol. 21, no. oktober, pp. 1–9, 2023.

- [25] I. SANTOSA, M. Rifqi, and M. A. Shidiq, “Rancang Bangun Mesin Cnc Laser Grafir Untuk Pembuatan Bidang Silinder Dan Datar,” *Mach. J. Tek. Mesin*, vol. 8, no. 2, pp. 6–11, 2022, doi: 10.33019/jm.v8i2.2741.
- [26] X. Wang, D. Zhang, and Z. Zhang, “A review of dynamics design methods for high-speed and high-precision CNC machine tool feed systems,” pp. 1–52, 2023, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2307.03440>



LAMPIRAN

Lampiran 1 Timeline pengerjaan alat

TIMELINE Pengerjaan ALAT

No	Pekerjaan	Keterangan	JUNI 2026						
1	Pembuatan Drawing Rangka		1	2	3	4	5	6	7
2	Pembelian Bahan								
3	Proses Manufaktur Rangka		8	9	10	11	12	13	14
4	Pembuatan Drawing Sitem Transmisi X, Y								
5	Pembelian Bahan		15	16	17	18	19	20	21
6	Proses Manufaktur Sistem Transmisi X,y								
7	Assembly Seluruh Rangkaian		22	23	24	25	26	27	28
			29	30					

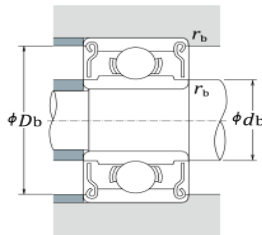
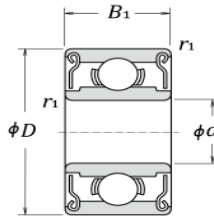
Lampiran 2 Rencana anggaran biaya

RENCANA ANGGARAN BIAYA

No	Part Name	Qty	Price	Total	Total
1	Aluminium Profile 20.20mm 500mm	5	Rp 2.000	Rp 10.000,00	Rp 2.863.500,00
2	Aluminium Plate 3mm 500.500mm	2	Rp 240.000	Rp 480.000,00	
3	M5 Aluminium screw 20mm	30	Rp 750	Rp 22.500,00	
4	Modul Laser	1	Rp 1.000.000	Rp 1.000.000,00	
5	Microcontroller ESP32 Set	1	Rp 800.000	Rp 800.000,00	
6	V-slot wheel	9	Rp 20.000	Rp 180.000,00	
7	MR115z Bearing	1	Rp 8.000	Rp 8.000,00	
8	S40C8 shaft Ø5mm 500mm	1	Rp 20.000	Rp 20.000,00	
9	Timing belt	3	Rp 20.000	Rp 60.000,00	
10	Timing pulley	3	Rp 15.000	Rp 45.000,00	
11	Motor Stepper	2	Rp 100.000	Rp 200.000,00	
12	M5 Alumunium Nut	9	Rp 1.000	Rp 9.000,00	
13	Aluminium Rigid coupling clamping	1	Rp 20.000	Rp 20.000,00	
14	T Nut	6	Rp 1.500	Rp 9.000,00	

- 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

Lampiran 5 Spesifikasi bearing Mr115zz



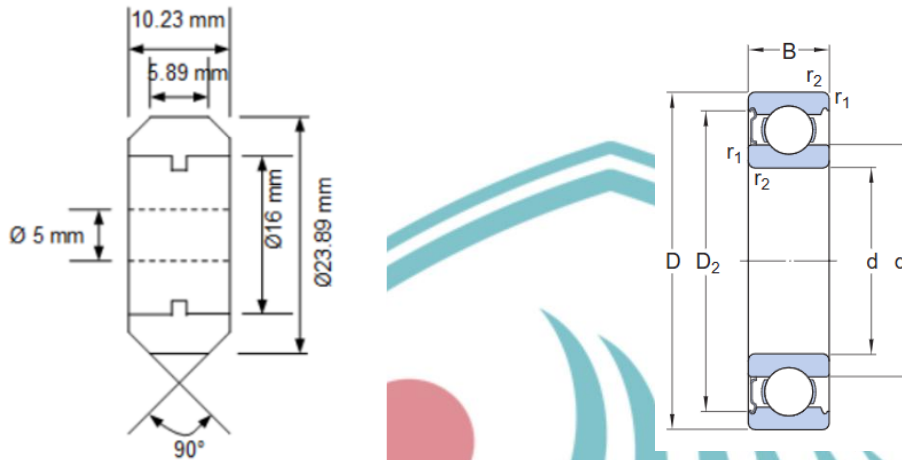
Boundary Dimensions			
d	5	mm	Bore diameter
D	11	mm	Outside diameter
B	4	mm	Width
r1 (min.)	0.15	mm	Chamfer dimension
Basic Load Ratings			
C _r	790	N	Basic dynamic load rating
C _{0r}	276	N	Basic static load rating
Speeds			
Grease	48000	min ⁻¹	Grease lubrication
Abutment and Fillet Dimensions			
db (max.)	6.3	mm	Diameter of shaft abutment
Db (max.)	9.8	mm	Diameter of housing abutment
rb (max.)	0.15	mm	Radius of shaft or housing fillet
Additional information			
z	8		Number of Balls
Dw	1.588	mm	Ball Diameter
Mass			
(approx.)	0.0015	kg	
Properties			
Types	MR series		
Cage	(): Pressed steel cage		
Seals, Shields	ZZ: Shield on both sides		

Lampiran 6 Spesifikasi ukuran 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 ²
				Bolt	Nut		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Coarse series							
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 :**
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

Lampiran 7 Spesifikasi v-slot wheel



DIMENSION					
d	D	d1	D2	B	r1,2
Bore Diameter	Outside Diameter	Shoulder Diameter	Recess Diameter	Width	Chamfer Dimension
5 mm	16mm	8,4 mm	13,22 mm	5 mm	Min 0,3 mm

Lampiran 8 Spesifikasi timing pulley



Model	A	B	C	D	E
GT2-20-5-6W	5mm	16mm	7mm	12mm	16mm

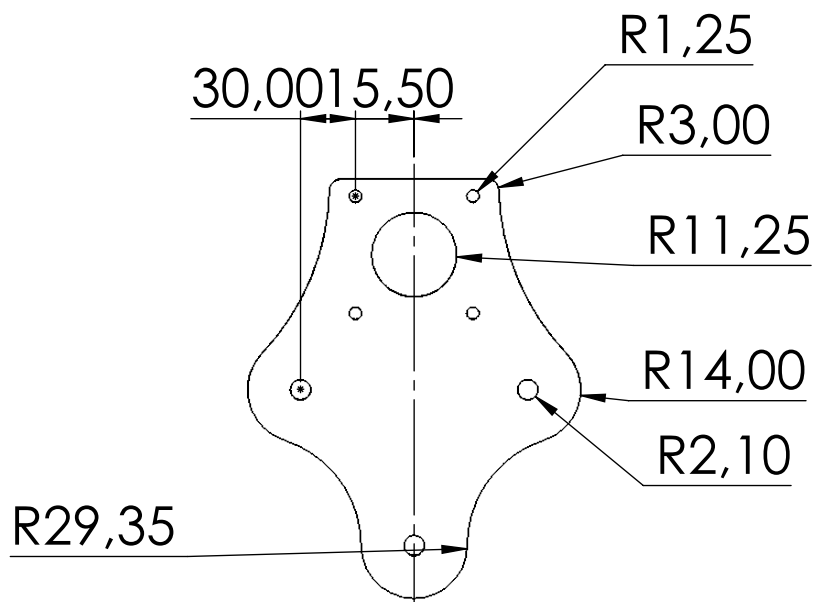
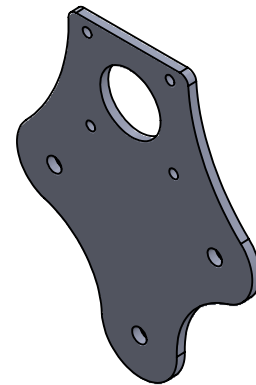
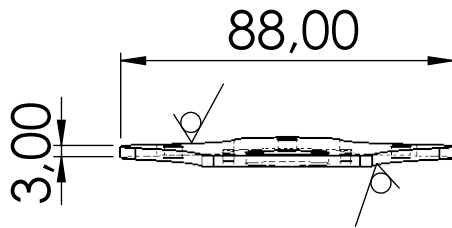
Hak Cipta :

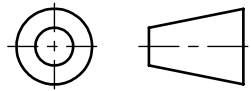
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan 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

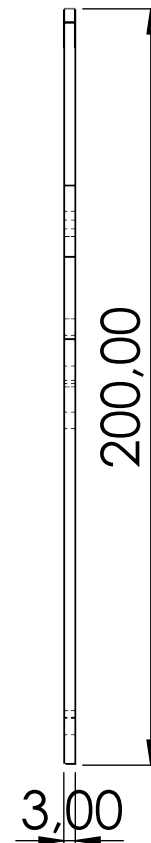
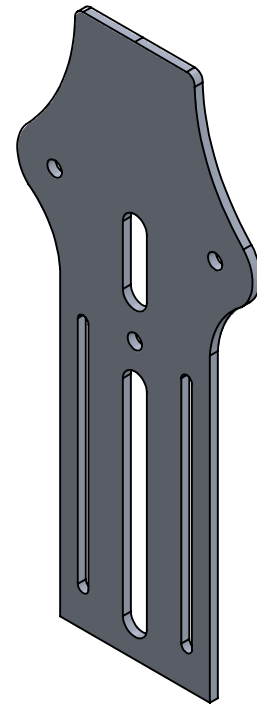
① ✓

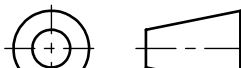
ISOMETRIC VIEW 1:2



Jumlah			Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
III	II	I	Perubahan :						
			Cover Out			Skala 1:2	Diperiksa		
						Satuan : mm	Digambar	Luthfi S	
			POLITEKNIK NEGERI JAKARTA			NO. 03/01/TM/23/A4			

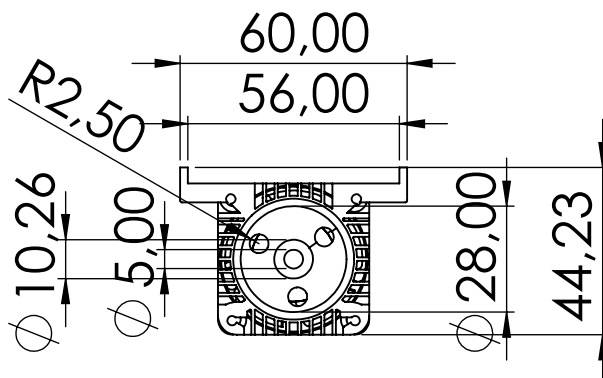
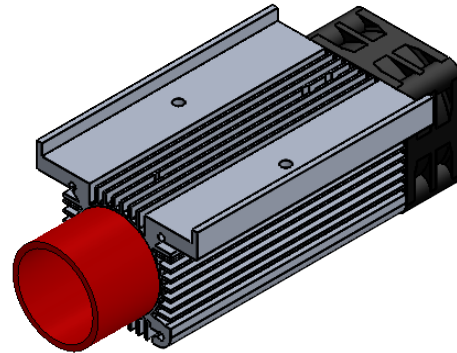
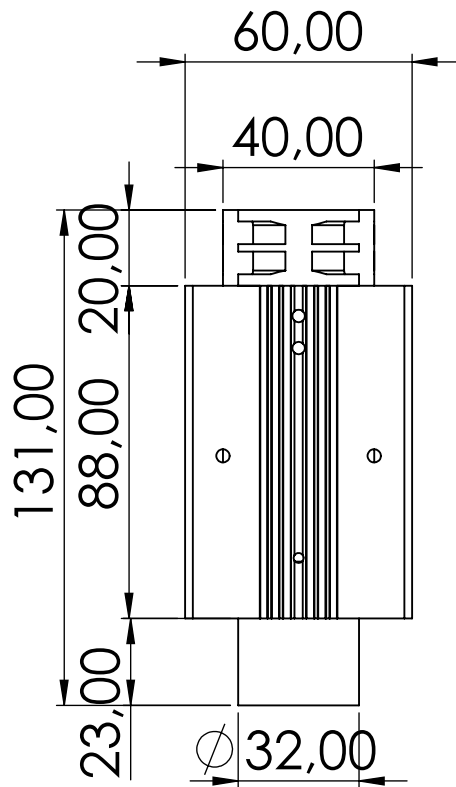
ISOMETRIC VIEW 1:2

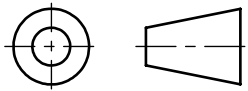


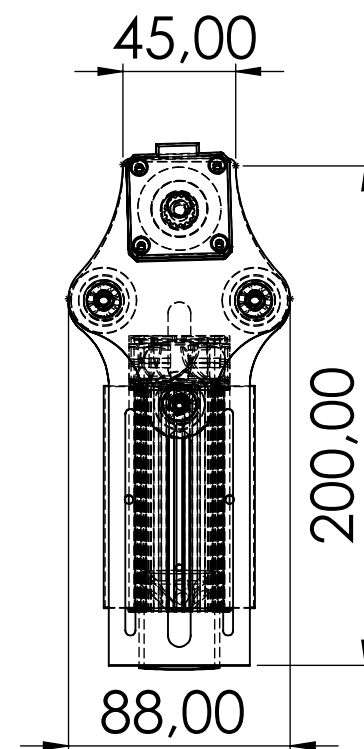
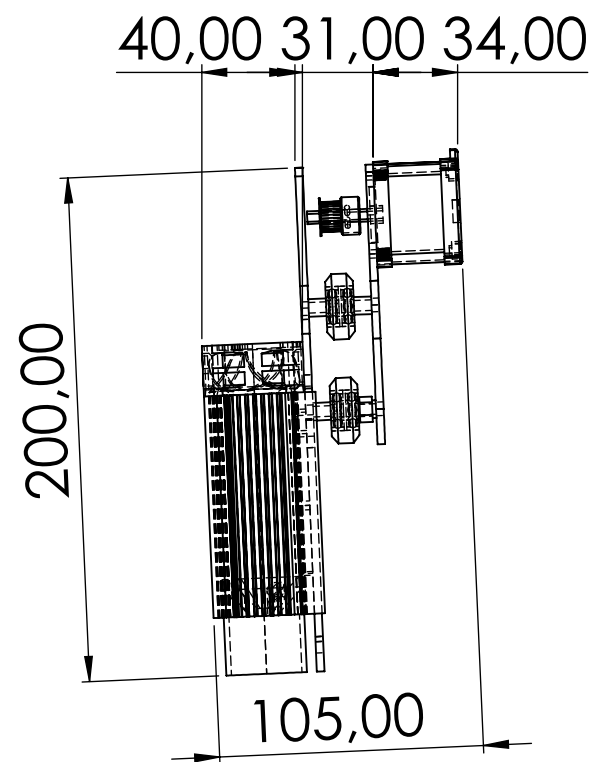
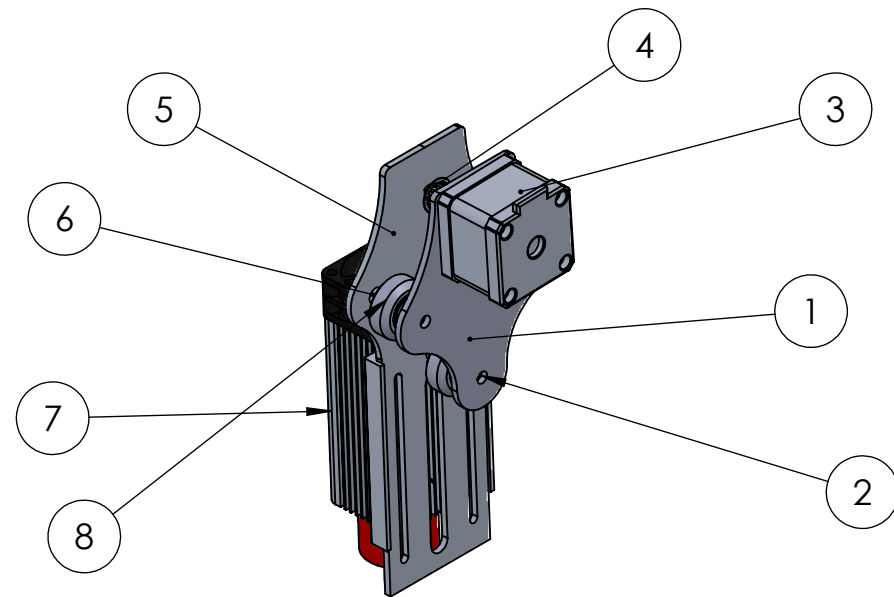
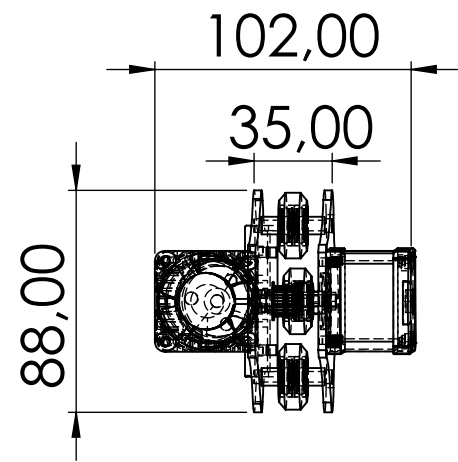
Jumlah			Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
III	II	I	Perubahan :						
			Cover In			Skala 1:2	Diperiksa		
						Satuan : mm	Digambar	Luthfi S	
			POLITEKNIK NEGERI JAKARTA				NO. 03/05/TM/23/A4		

7

ISOMETRIC VIEW 1:2



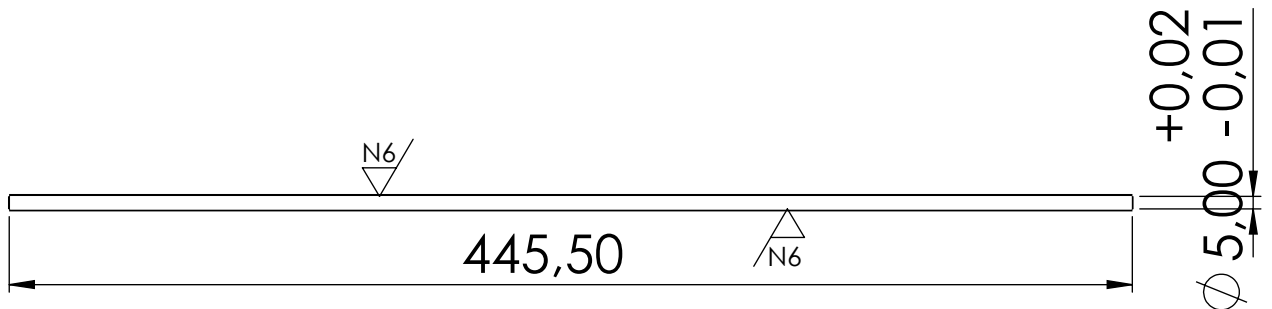
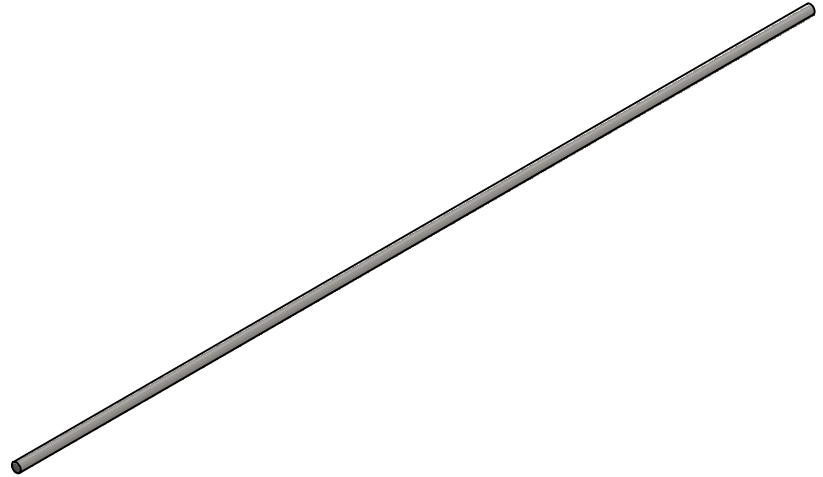
Jumlah			Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
III	II	I	Perubahan :						
			Laser			Skala 1:2	Diperiksa		
						Satuan : mm	Digambar	Luthfi S	
			POLITEKNIK NEGERI JAKARTA			NO. 03/07/TM/23/A4			

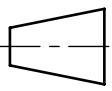


		3	Vslot Wheel	(8)			
		1	Laser	(7)			
		5	Spacer 1	(6)	AL 1001		
		1	Cover In	(5)	AL 1001		
		1	Timing Pulley	(4)	AL 1001		
		1	Motor Stepper	(3)			
		1	Spacer 2	(2)	AL 1001		
		1	Cover Out	(1)	AL 1001		
Jumlah		Nama Bagian		No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
III	II	I	Perubahan :				
		Assy Gantry X				Skala 1:3	Diperiksa
						Satuan : mm	Digambar
		POLITEKNIK NEGERI JAKARTA				NO. 03/TM/23/A3	
						Luthfi S	

13 ∇ N6

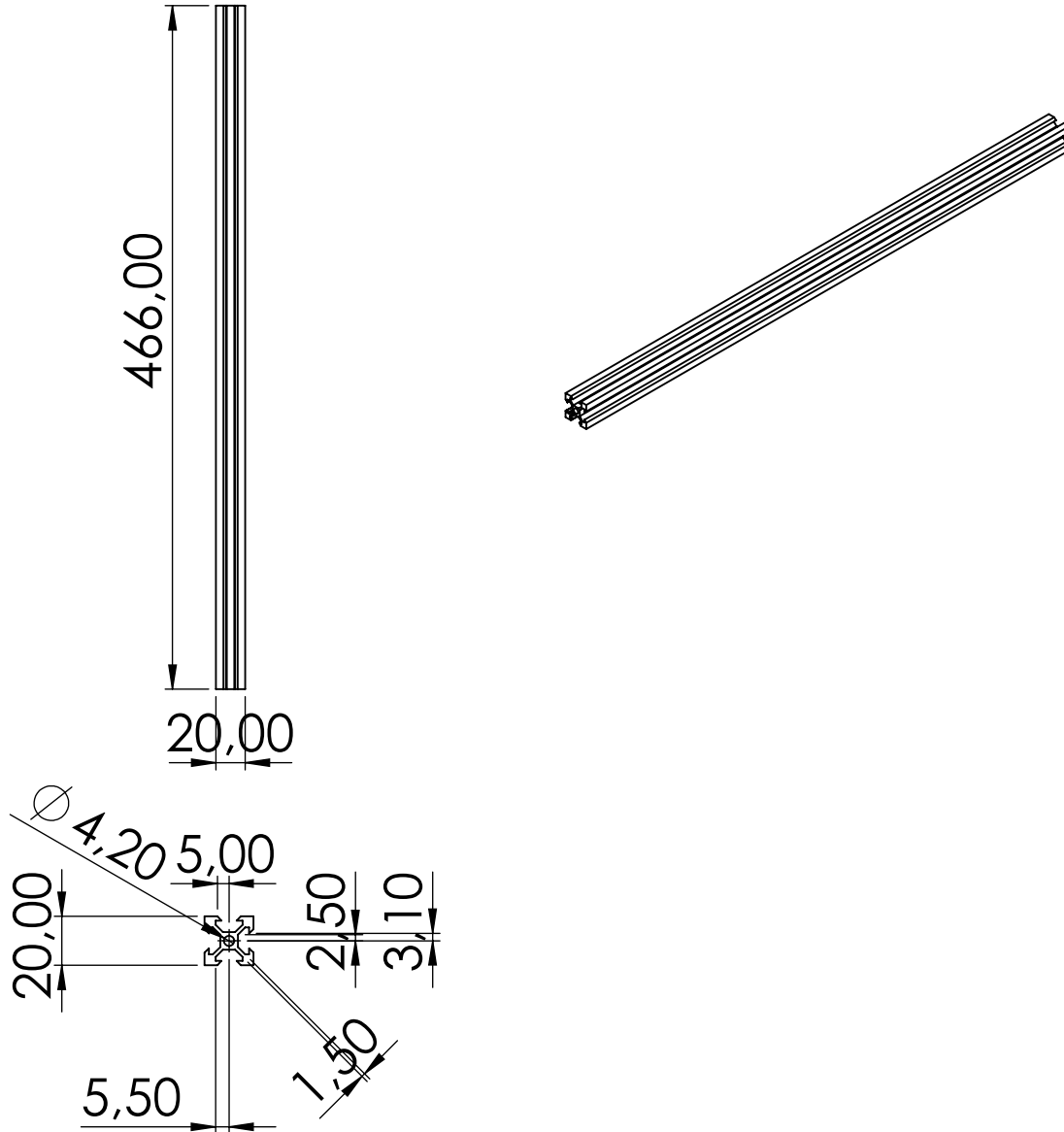
ISOMETRIC VIEW 1:3

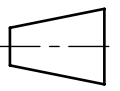


Jumlah			Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
III	II	I	Perubahan :				 		
			Poros			Skala 1:3	Diperiksa		
						Satuan : mm	Digambar	Luthfi S	
			POLITEKNIK NEGERI JAKARTA			NO. 02/13/TM/23/A4			

12

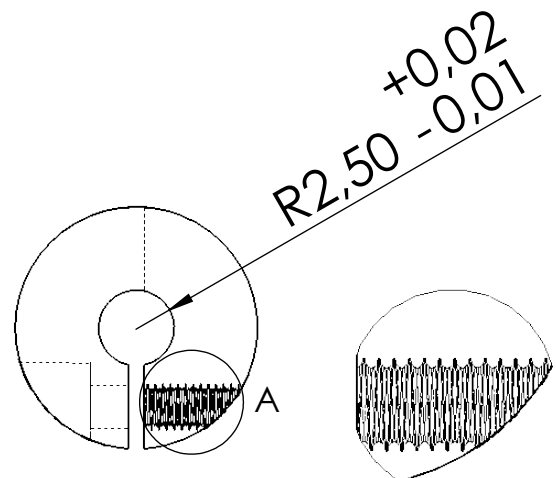
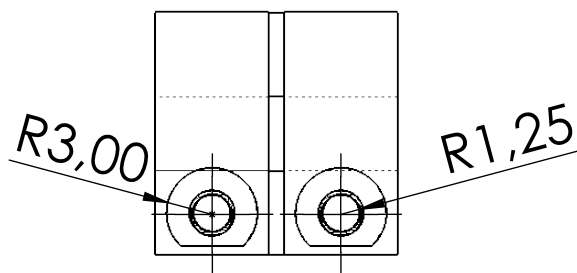
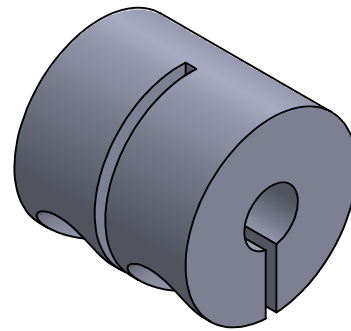
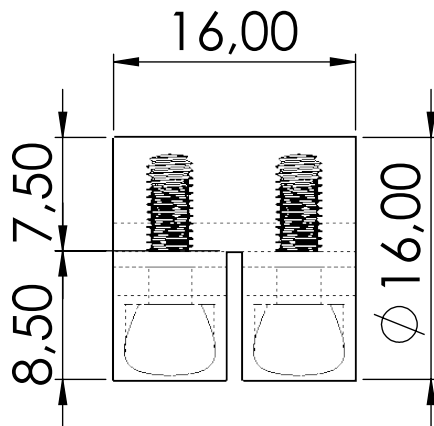
ISOMETRIC VIEW 1:3



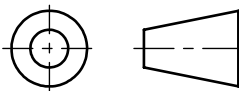
Jumlah			Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
III	II	I	Perubahan :				 		
			AL Profile X			Skala 1:3	Diperiksa		
						Satuan : mm	Digambar	Luthfi S	
			POLITEKNIK NEGERI JAKARTA			NO. 02/12/TM/23/A4			

11

ISOMETRIC VIEW 2:1

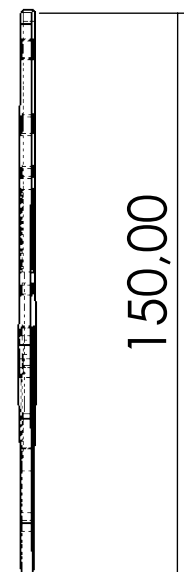
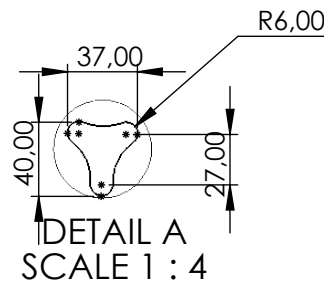
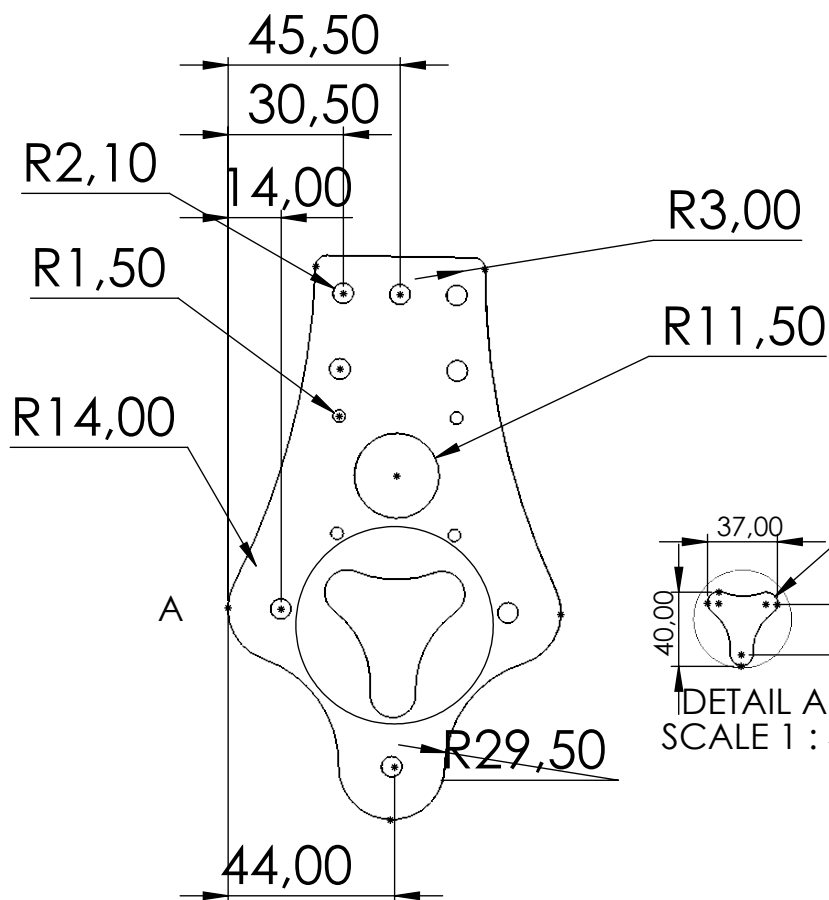
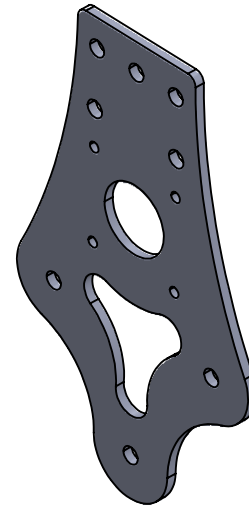
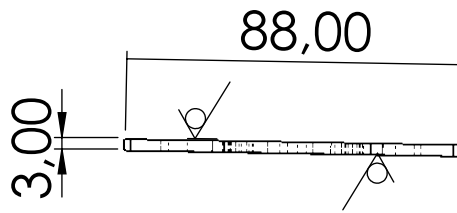


DETAIL A
SCALE 4 : 1
M3 x 1,5

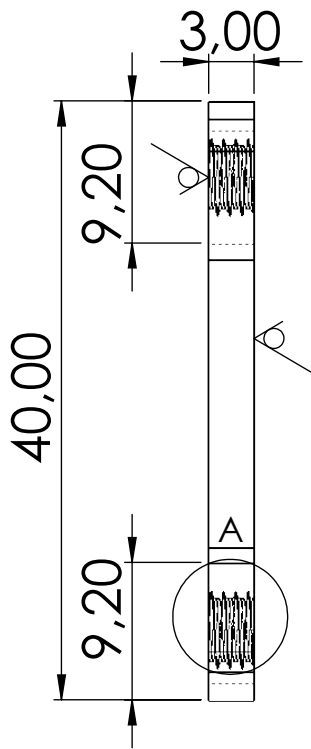
Jumlah			Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
III	II	I	Perubahan :						
			Rigid Coupling			Skala 2:1	Diperiksa		
						Satuan : mm	Digambar	Luthfi S	
			POLITEKNIK NEGERI JAKARTA			NO. 02/11/TM/23/A4			

8 ✓

ISOMETRIC VIEW 1:2



Jumlah			Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
III	II	I	Perubahan :						
			Cover Out 2			Skala 1:2	Diperiksa		
						Satuan : mm	Digambar	Luthfi S	
			POLITEKNIK NEGERI JAKARTA			NO. 02/08/TM/23/A4			

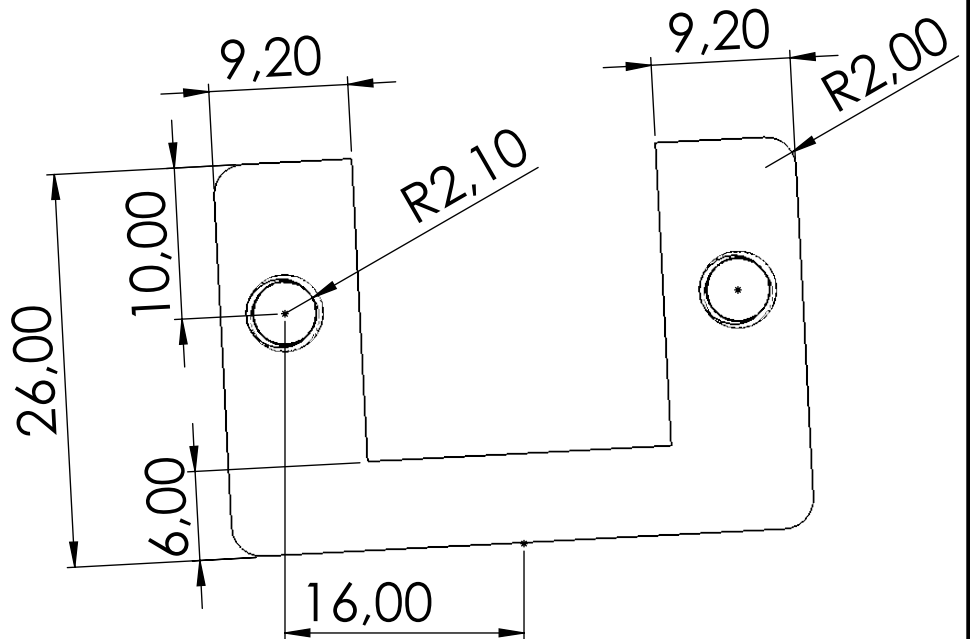
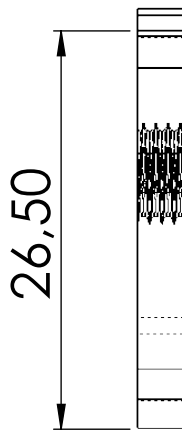
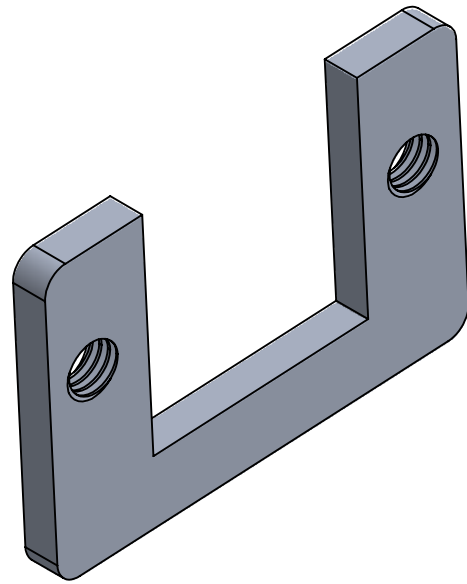


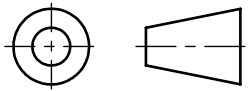
DETAIL A
2:1
M5 x 0.8



7 ✓

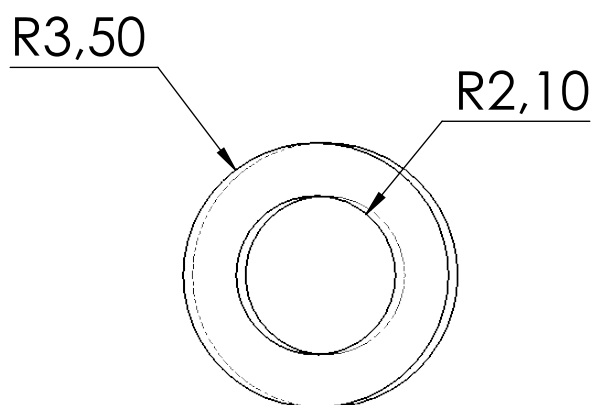
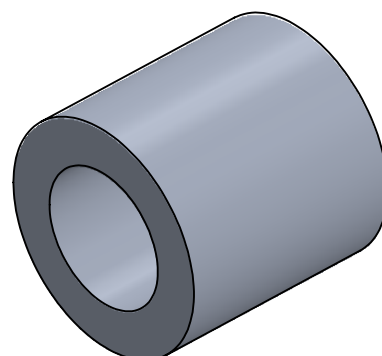
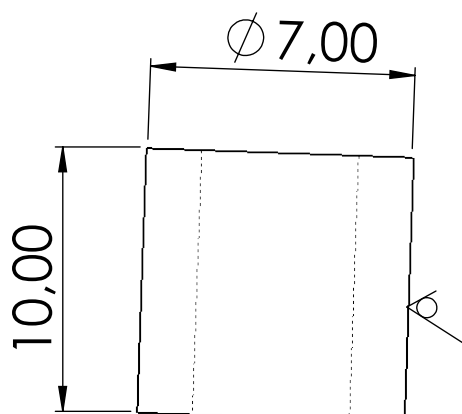
ISOMETRIC VIEW 2:1

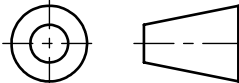


Jumlah			Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
III	II	I	Perubahan :						
			Clamp			Skala 2:1	Diperiksa		
						Satuan : mm	Digambar	Luthfi S	
			POLITEKNIK NEGERI JAKARTA			NO. 02/07/TM/23/A4			

4 ✓

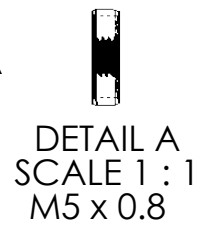
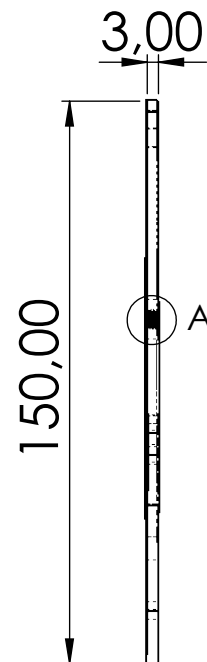
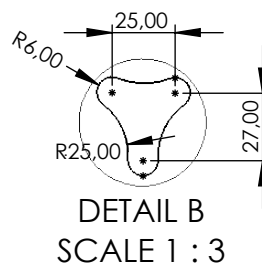
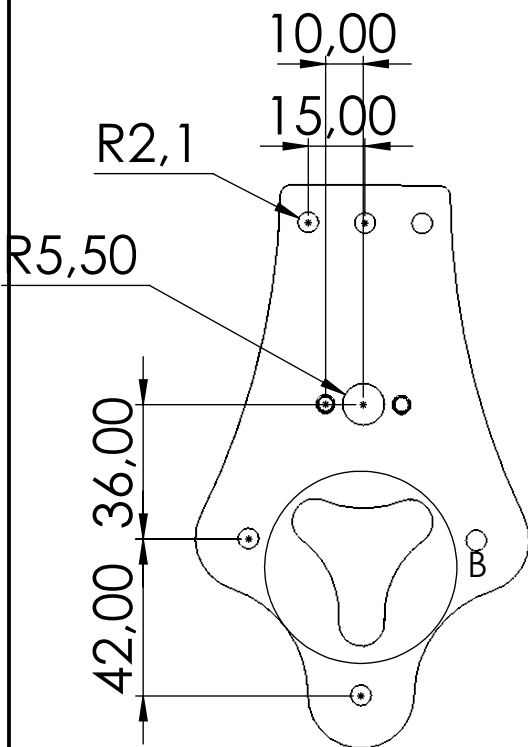
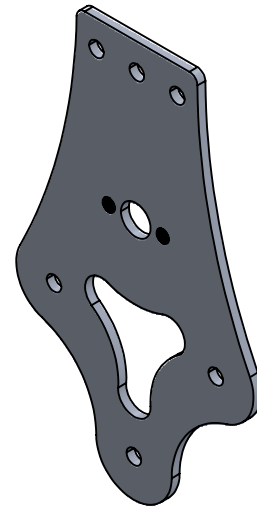
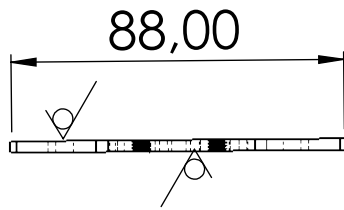
ISOMETRIC VIEW 5:1



Jumlah			Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
III	II	I	Perubahan :						
			Spacer AL 1			Skala 5:1	Diperiksa		
						Satuan : mm	Digambar	Luthfi S	
			POLITEKNIK NEGERI JAKARTA			NO. 02/04/TM/23/A4			

2 ✓

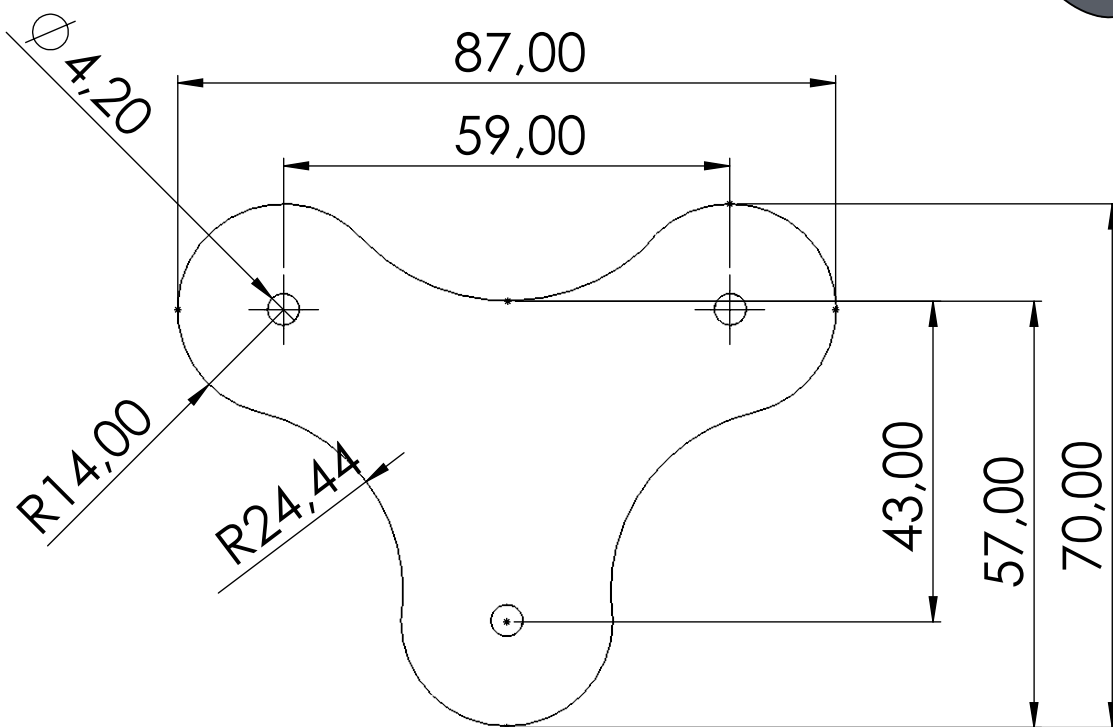
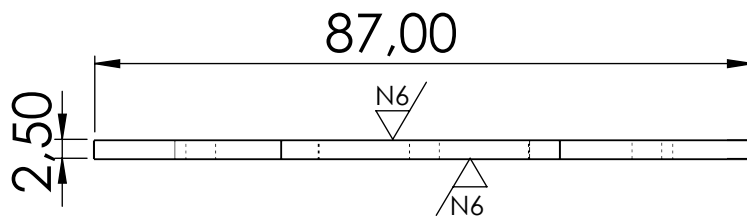
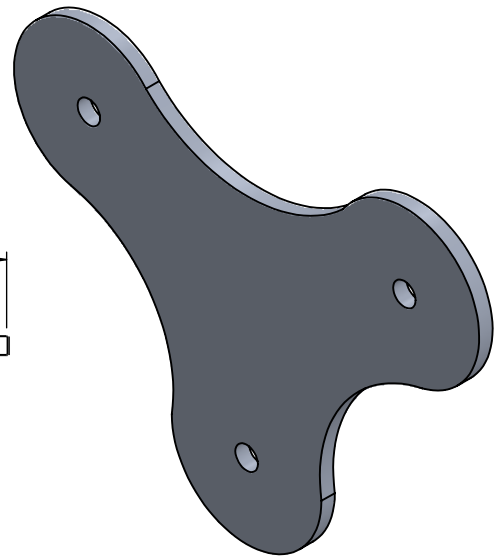
ISOMETRIC VIEW 1:2

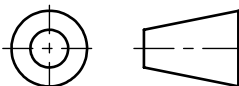


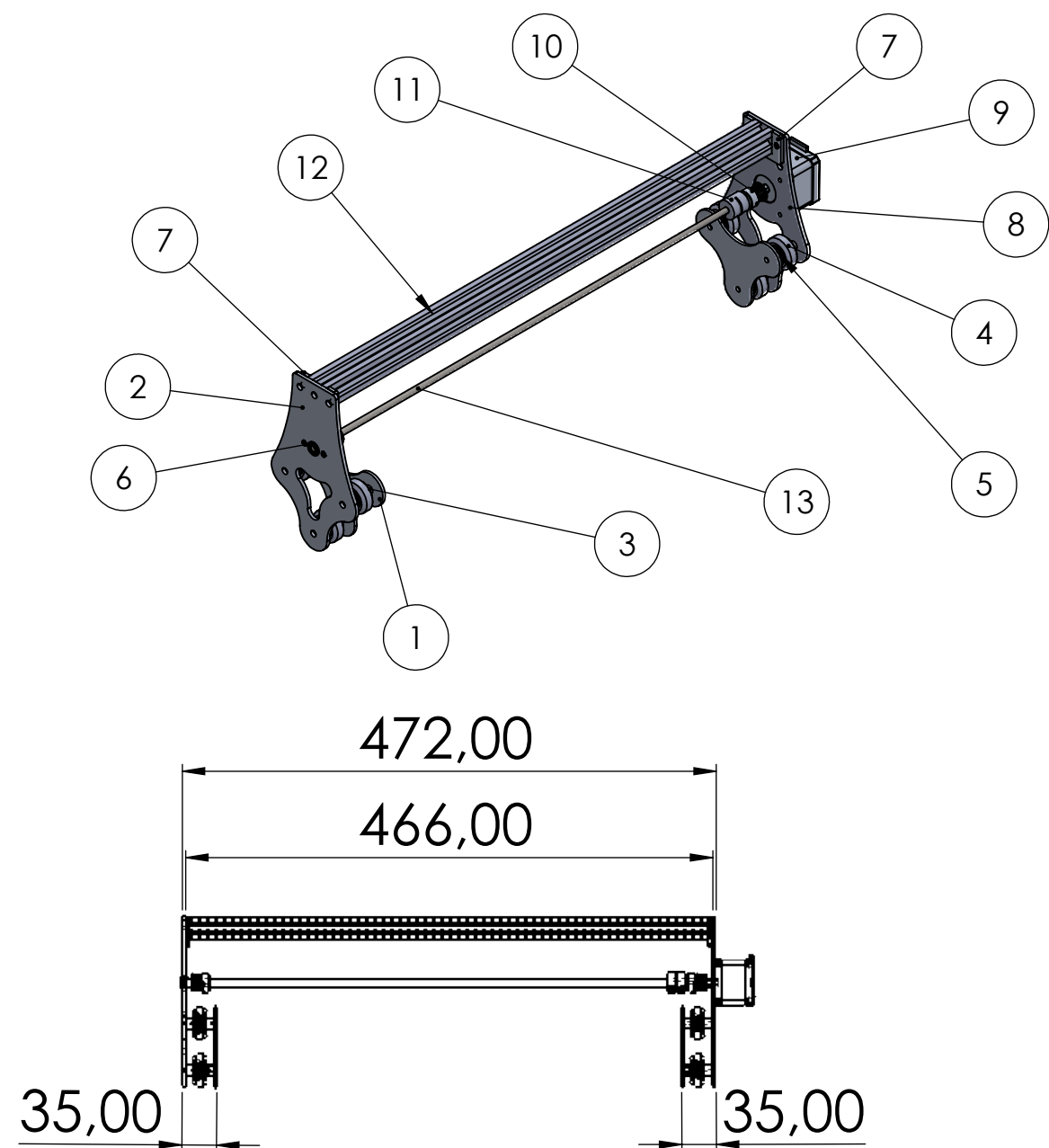
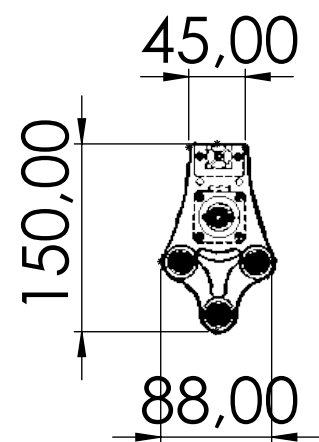
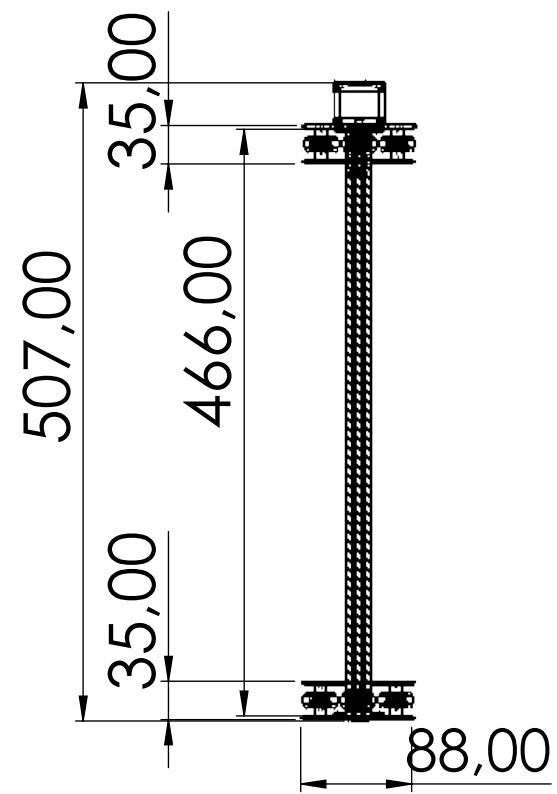
Jumlah			Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
III	II	I	Perubahan :					
			Cover Out			Skala 1:2	Diperiksa	
						Satuan : mm	Digambar	Luthfi S
			POLITEKNIK NEGERI JAKARTA			NO. 02/02/TM/23/A4		

① N6/

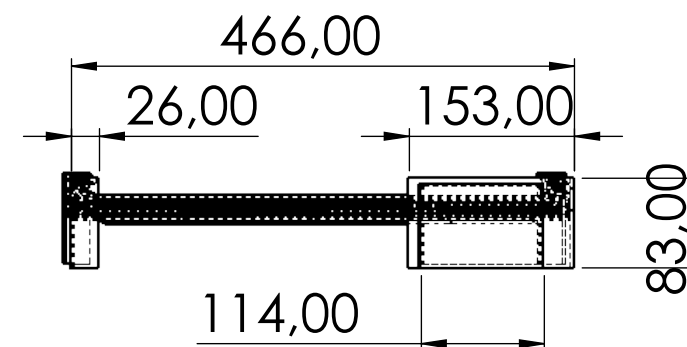
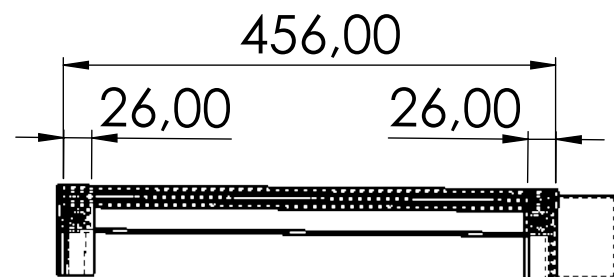
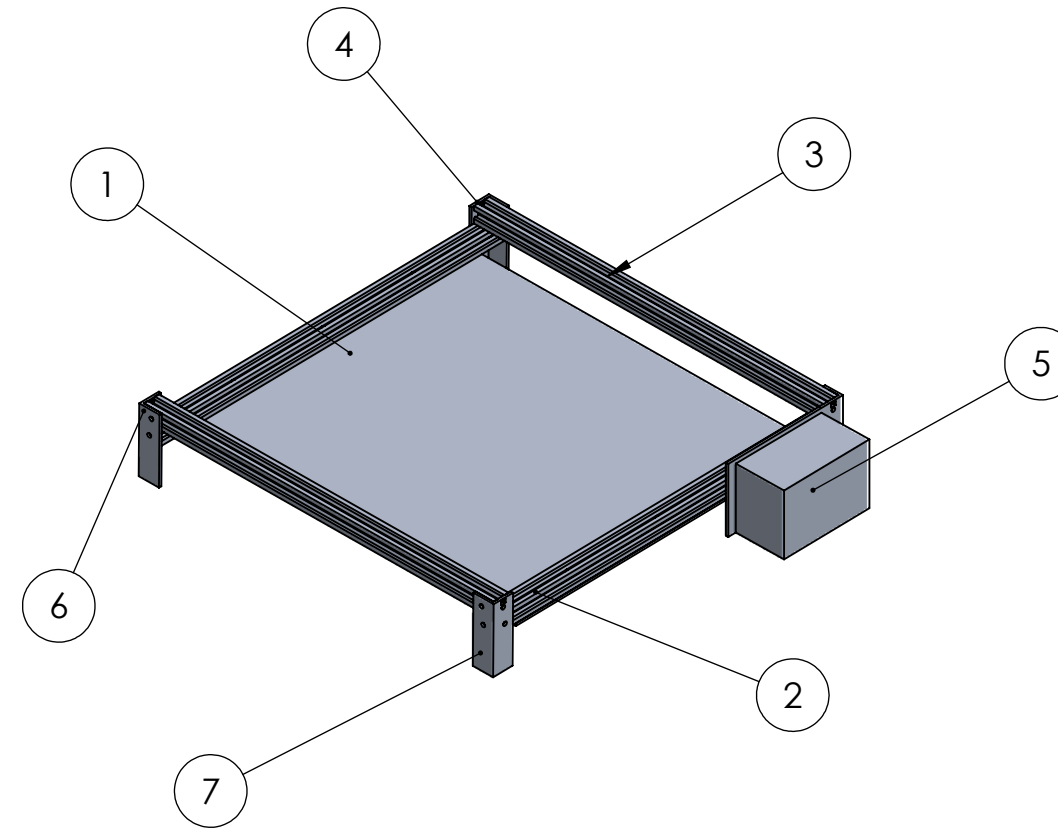
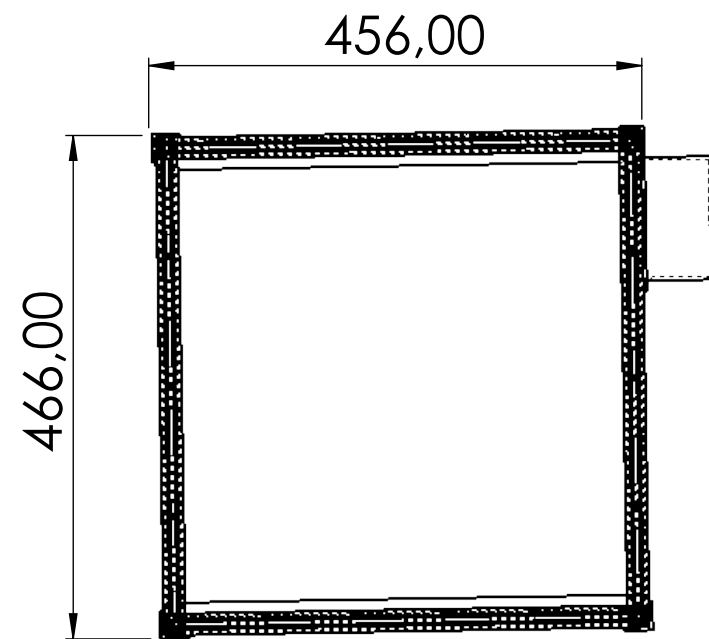
ISOMETRIC VIEW 1:1

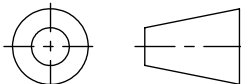


Jumlah			Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
III	II	I	Perubahan :						
			Cover In			Skala 1:1	Diperiksa		
						Satuan : mm	Digambar	Luthfi S	
			POLITEKNIK NEGERI JAKARTA				NO. 02/01/TM/23/A4		



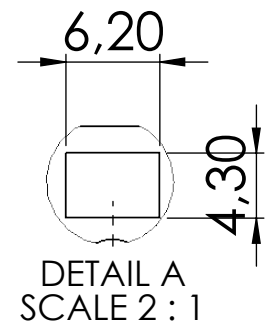
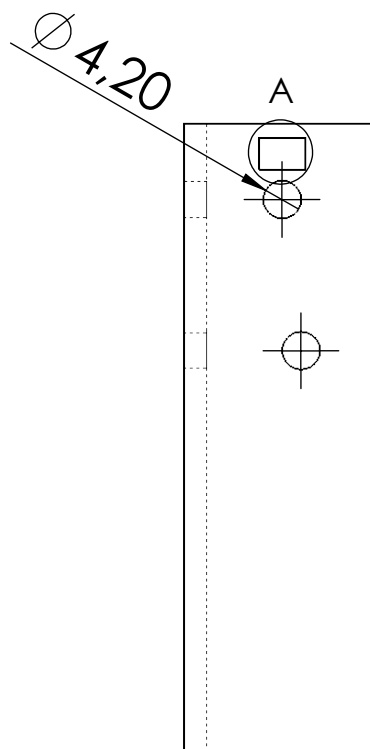
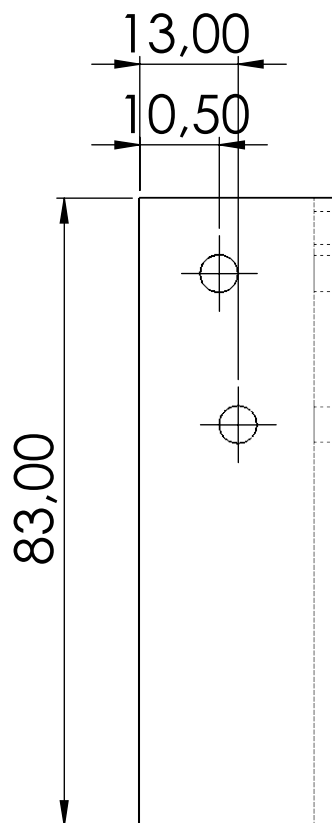
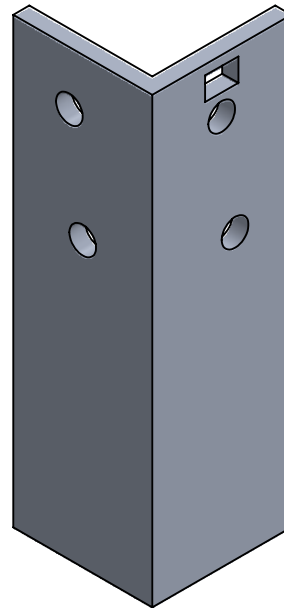
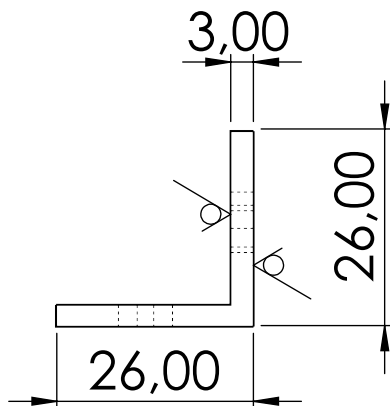
		1	Poros	(13)	S40C8		
		1	Profile X	(12)	AL 6063-T6		
		1	Rigid Coupling	(11)	AL 6063-T6		
		2	Timing Pulley	(10)	AL 1001		
		1	Motor Stepper	(9)			
		1	Cover Out 2	(8)	AL 1001		
		2	Clamp Profile	(7)	AL 1001		
		1	Bearing MR115zz	(6)			
		2	Spacer AL 2	(5)	AL 1001		
		10	Spacer AL 1	(4)	AL 1001		
		6	vslot Wheel	(3)			
		1	Cover Out 1	(2)	AL 1001		
		2	Cover In	(1)	AL 1001		
Jumlah			Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
III	II	I	Perubahan :				
Assy Gantry Y						Skala 1:6	Diperiksa
						Satuan : mm	Digambar Luthfi S
						POLITEKNIK NEGERI JAKARTA	
						NO. 02/TM/23/A3	

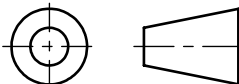


		1	Kaki siku 1	⑦	AL 1001			
		1	Kaki siku 2	⑥	AL 1001			
		1	Kaki siku 4	⑤	AL 1001			
		1	Kaki siku 3	④	AL 1001			
		1	Profile V	③	AL 6063-T6			
		1	Profile V	②	AL 6063-T6			
		1	Plate	①	AL 1001			
Jumlah			Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
III	II	I	Perubahan :					
Assembly Rangka					Skala 1:7	Diperiksa		
					Satuan : mm	Digambar	Luthfi S	
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA					NO. 01/A3/TM/23			

7 ✓

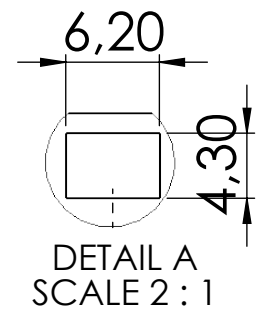
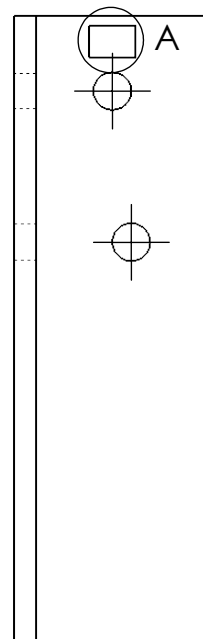
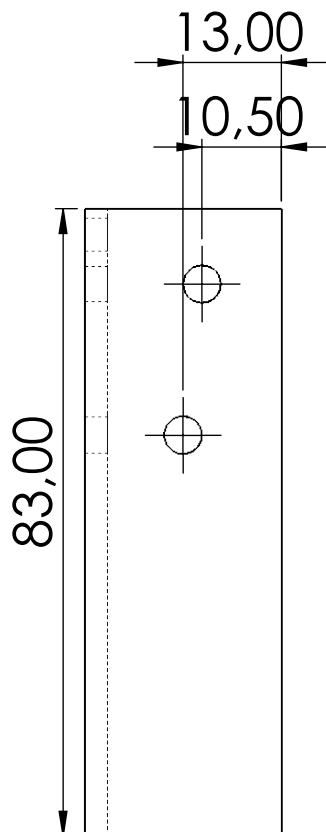
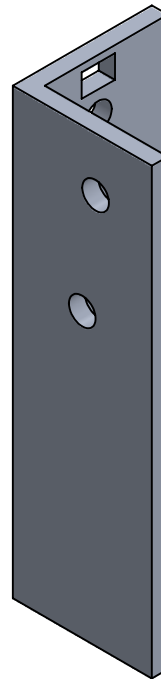
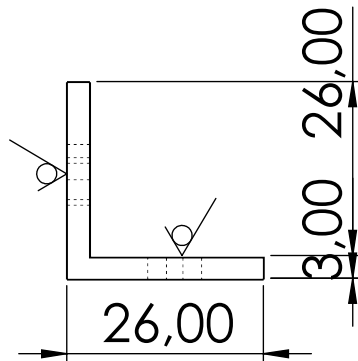
ISOMETRIC VIEW 1:1

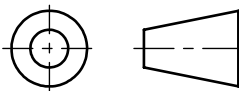


Jumlah			Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
III	II	I	Perubahan :						
			Kaki Siku 1			Skala 1:1	Diperiksa		
						Satuan : mm	Digambar	Luthfi S	
			POLITEKNIK NEGERI JAKARTA			NO. 01/07/TM/23/A4			

6 ✓

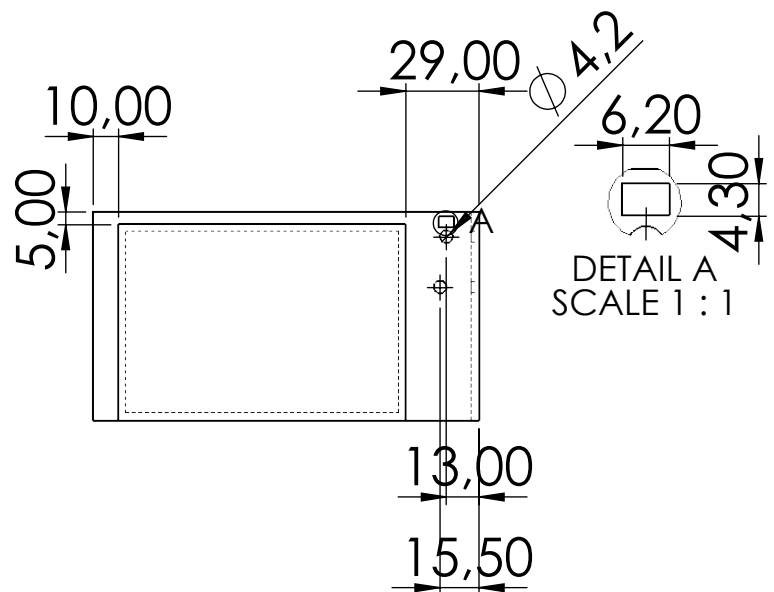
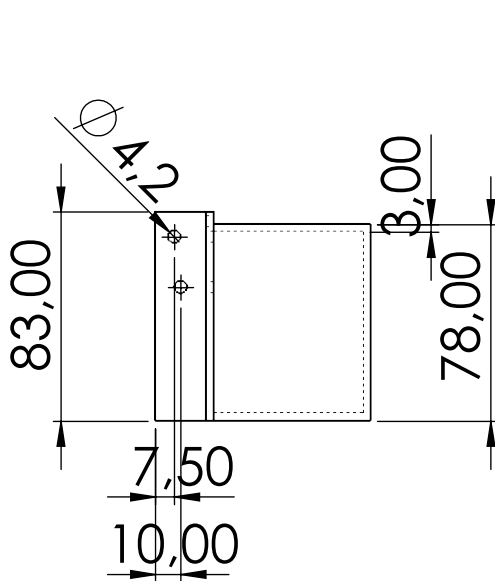
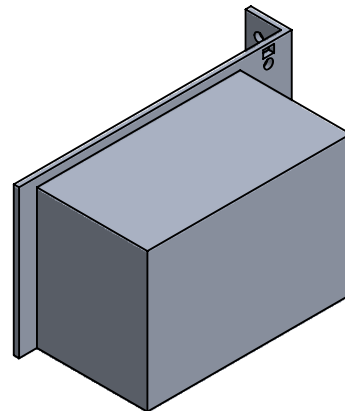
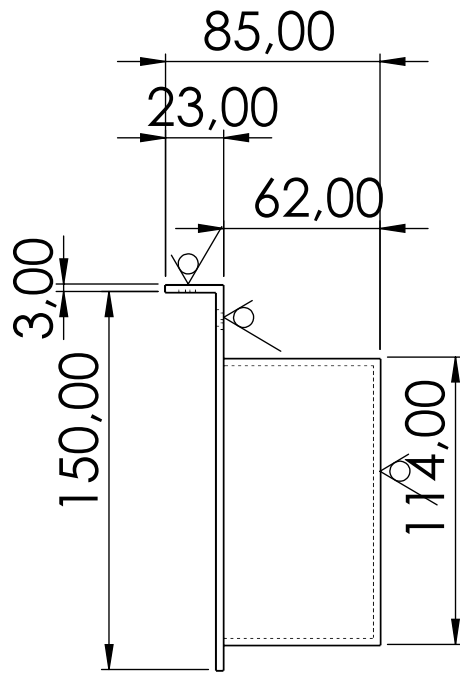
ISOMETRIC VIEW 1:1

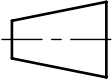


Jumlah			Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
III	II	I	Perubahan :						
			Kaki Siku 2			Skala 1:1	Diperiksa		
						Satuan : mm	Digambar	Luthfi S	
			POLITEKNIK NEGERI JAKARTA			NO. 01/06/TM/23/A4			

5 ✓

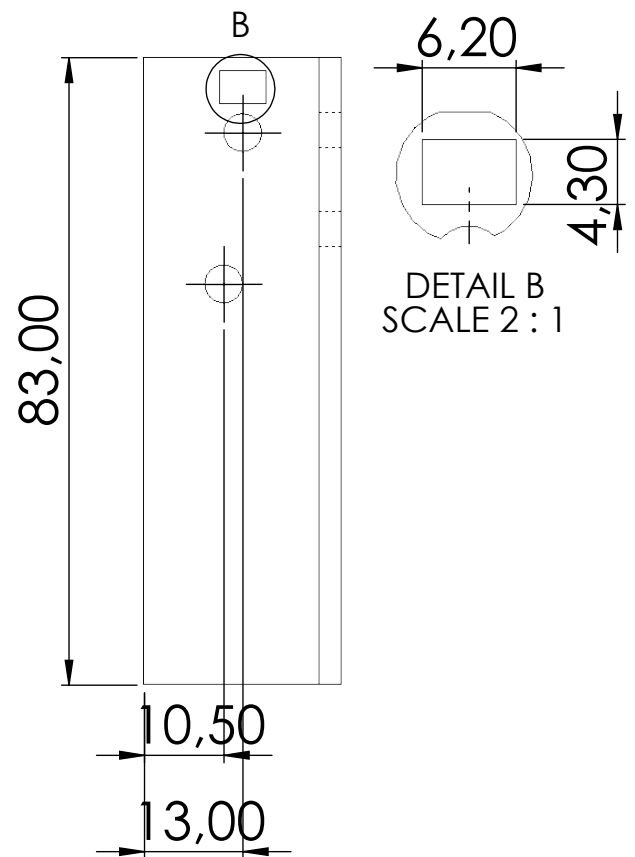
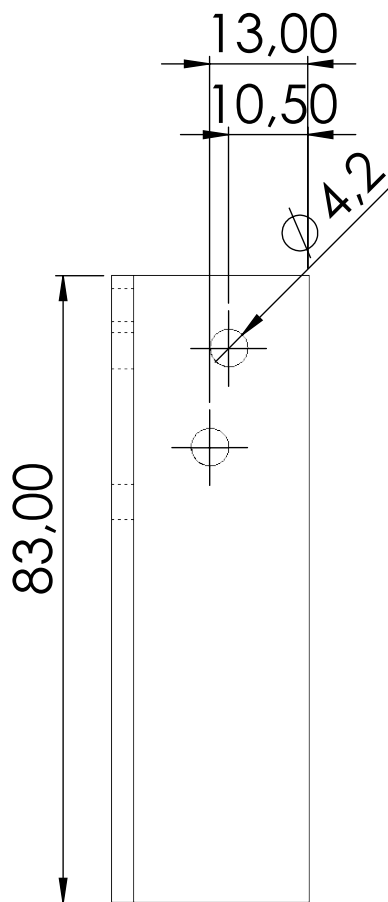
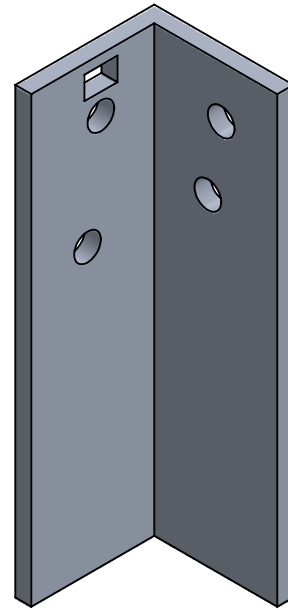
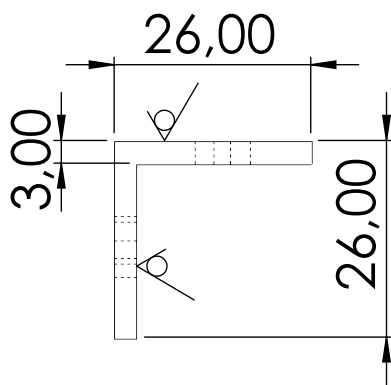
ISOMETRIC VIEW 1:3

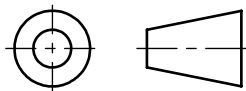


Jumlah			Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
III	II	I	Perubahan :				 		
			Kaki Siku 4			Skala 1:3	Diperiksa		
						Satuan : mm	Digambar	Luthfi S	
			POLITEKNIK NEGERI JAKARTA			NO. 01/05/TM/23/A4			

4 ✓

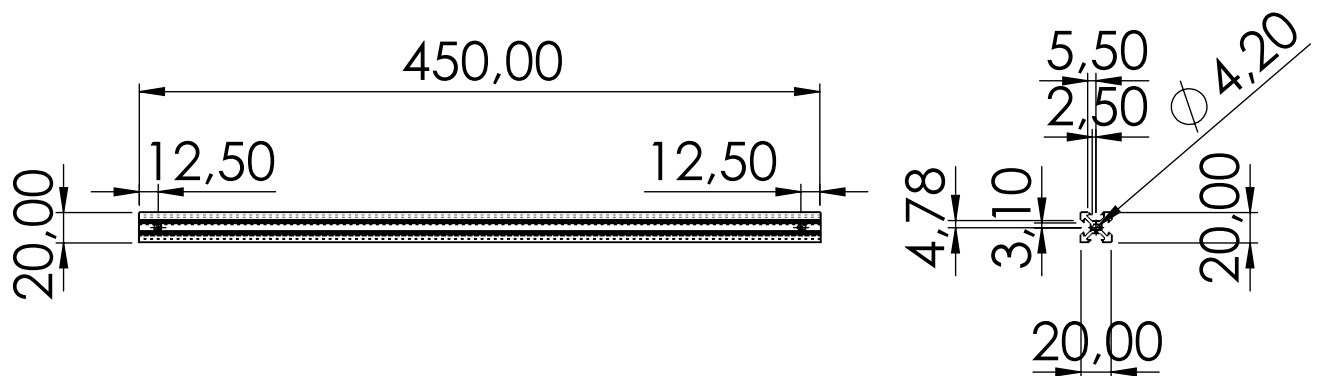
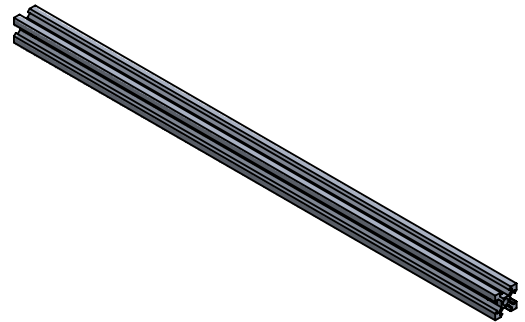
ISOMETRIC VIEW 1:1

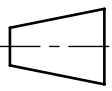


Jumlah			Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
III	II	I	Perubahan :						
			Kaki Siku 3			Skala 1:1	Diperiksa		
						Satuan : mm	Digambar	Luthfi S	
			POLITEKNIK NEGERI JAKARTA			NO. 01/04/TM/23/A4			

3

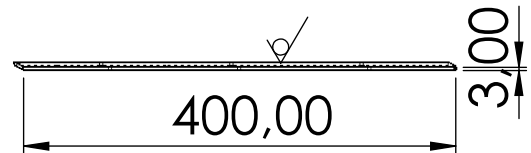
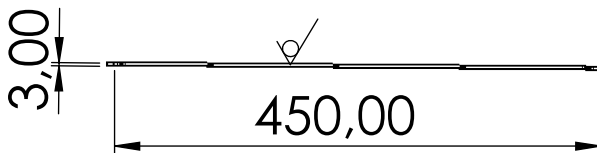
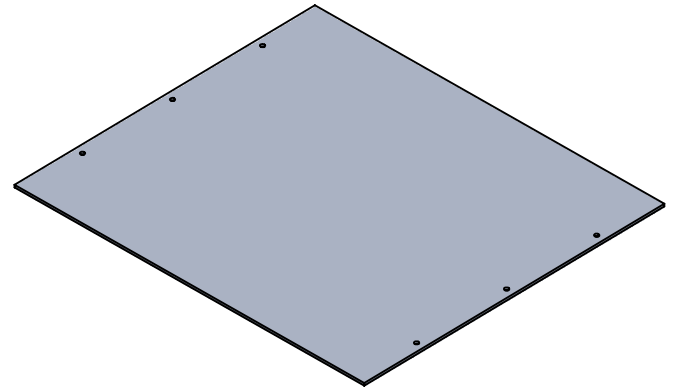
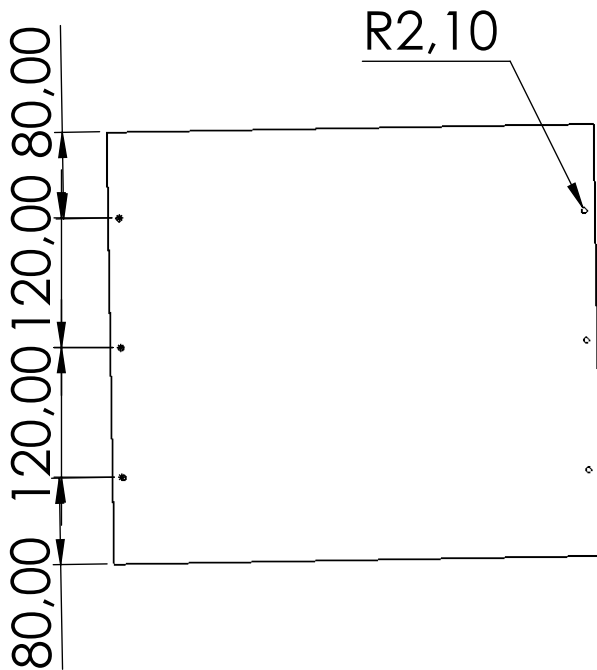
ISOMETRIC VIEW 1:5

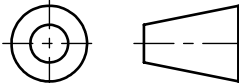


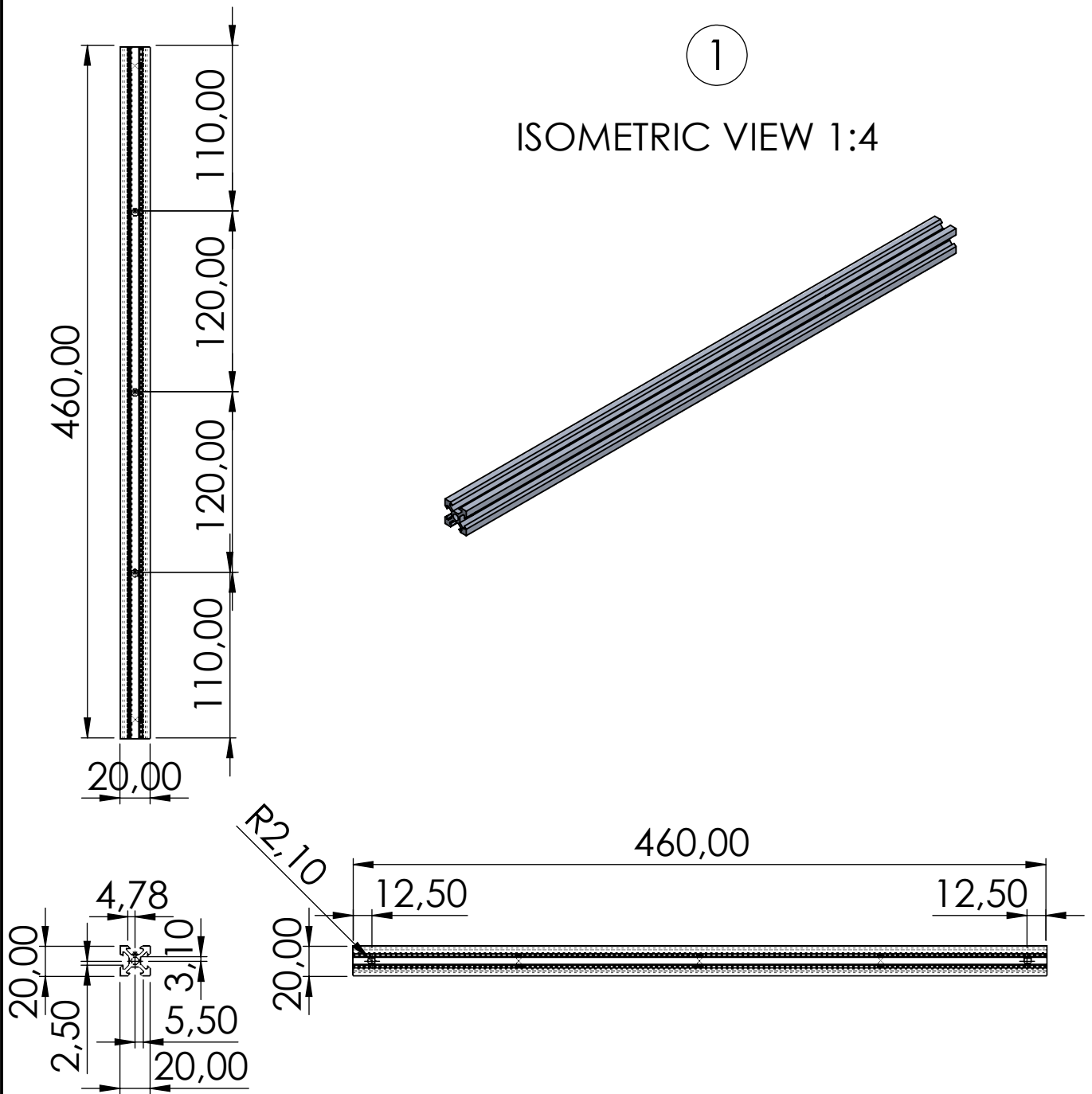
Jumlah			Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
III	II	I	Perubahan :				 		
			AL Profile V-Slot Rangka			Skala 1:5	Diperiksa		
						Satuan : mm	Digambar	Luthfi S	
			POLITEKNIK NEGERI JAKARTA			NO. 01/03/TM/23/A4			

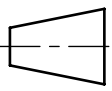
2 ✓

ISOMETRIC VIEW 1: 7



Jumlah			Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
III	II	I	Perubahan :						
			AL Plate			Skala 1:7	Diperiksa		
						Satuan : mm	Digambar	Luthfi S	
			POLITEKNIK NEGERI JAKARTA			NO. 01/02/TM/23/A4			



Jumlah			Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
III	II	I	Perubahan :				 		
			AL Profile Plate			Skala 1:4	Diperiksa		
						Satuan : mm	Digambar	Luthfi S	
			POLITEKNIK NEGERI JAKARTA			NO. 01.01/TM/23/A4			