

PROYEK AKHIR

**RANCANG BANGUN MOTOR SPINDLE BERBASIS CNC
(*COMPUTER NUMERICAL CONTROL*) 3 AXIS
UNTUK KERAJINAN *ACRYLIC***



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I Made Rai Gunawan

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2023**

PROYEK AKHIR

**RANCANG BANGUN MOTOR SPINDLE BERBASIS CNC
(*COMPUTER NUMERICAL CONTROL*) 3 AXIS
UNTUK KERAJINAN *ACRYLIC***



Oleh

I Made Rai Gunawan

NIM. 2015213006

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2023**

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : I Made Rai Gunawan

NIM : 2015213006

Program Studi : D3 Teknik Mesin

Judul Proposal Proyek Akhir : Rancang Bangun Motor Spindle Bebas Basis CNC (*Computer Numerical Control*) 3 Axis Untuk Kerajinan *Acrylic*.

Dengan ini menyatakan bahwa karya ilmiah Proyek Akhir ini bebas plagiat. Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam Buku Proyek Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai Peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan Perundang-undangan yang berlaku.

Badung, 18 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan,



I Made Rai Gunawan

NIM. 2015213006

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan Buku Proyek Akhir ini, penulis banyak menerima bimbingan, petunjuk dan bantuan serta dorongan dari berbagai pihak baik yang bersifat moral maupun material. Penulis secara khusus mengucapkan terimakasih yang sebesar- besarnya kepada semua pihak yang telah membantu. Dengan puji Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, penulis pada kesempatan ini menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar- besarnya kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, S.E., M.eCom. selaku Direktur Politeknik Negeri Bali
2. Bapak Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin
3. Bapak I Kadek Ervan Hadi Wiryanta., S.T., M.T. selaku Sekertaris Jurusan Teknik Mesin
4. Bapak I Wayan Suastawa, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Mesin
5. Bapak I Made Agus Putrawan, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing-1 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis, sehingga Buku Proyek Akhir ini dapat terselesaikan
6. Bapak I Dewa Made Pancarana, S.T.,M.T. selaku dosen pembimbing-2 yang selalu memberikan dukungan, perhatian, semangat dari awal menjadi mahasiswa hingga saat ini
7. Segenap dosen dan seluruh staf akademik serta PLP yang selalu membantu dalam memberikan fasilitas, ilmu, serta pendidikan kepada penulis hingga dapat menunjang dalam menyelesaikan Proyek Akhir ini
8. Kedua orang tua tercinta yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk perhatian, kasih saying, semangat, serta doa demi kelancaran dan kesuksesan dalam menyelesaikan Proyek Akhir ini
9. Teman-teman seperjuangan dalam menyelesaikan Proyek Akhir tahun 2023 yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan kepada penulis
10. Serta masih banyak lagi pihak-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses menyelesaikan Proyek Akhir yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, semoga Tuhan Yang Maha Kuasa senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan.

Semoga Buku Proyek Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca umumnya, peneliti atau penulis, dan khususnya kepada civitas akademik Politeknik Negeri Bali.

Badung, 08 Agustus 2023

ABSTRAK

Mesin Spindle Berbasis CNC ini merupakan alat untuk membantu para pengusaha dibidang produksi kreatif terutama dibidang seni ukir-mengukir terutama membuat kerajinan dari bahan akrilik (*acrylic*) yang membutuhkan kecepatan dan kualitas produksi yang tinggi. Dengan mesin ini para pengusaha dapat menghasilkan produk dengan kapasitas yang banyak dan seragam sehingga barang yang dihasilkan akan sama dan konsisten, dengan Hasil perpaduan teknologi komputer dan teknologi mekanik inilah yang selanjutnya dinamakan mesin CNC (*Computer numerical Control*). Sistem pengoprasian CNC menggunakan program yang dikontrol langsung oleh komputer.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang, membuat serta menguji Mesin Spindle Berbasis CNC yang dapat melakukan akurasi pemakanan akrilik (*acrylic*) menjadi suatu kerajinan seni yang memiliki dimensi yang akurat, presisi, rapi, dan efektif. Dalam penelitian ini dilakukan rancang bangun untuk merancang Mesin Spindle Berbasis CNC yang sesuai dengan kebutuhan industri skala menengah keatas. Prinsip kerja dari Mesin Spindle Berbasis CNC yaitu membuat desain dengan software CAD atau CAM, selanjutnya desain dikonversi menjadi *G-code* (kode mesin), sehingga mesin dapat bekerja sesuai dengan kordinat *G-code*. Hasil dari penelitian ini mencakup rancang bangun yang memuat desain rancangan, perhitungan rancangan, proses pembuatan, dan hasil dari akurasi pemakanan terhadap bahan akrilik (*acrylic*).

Hasil rancang bangun konstruksi Mesin Spindle Berbasis CNC yaitu area kerja pemotongan 800 mm x 600 mm x 100mm, menggunakan controller *Breakout board* sebagai controller, menggunakan PC atau laptop sebagai mengetahui MDI pergerakan kordinat *G-code*. Hasil pemotongan Rpm spindle 6000, 8000, dan 10.000 dengan *feed rate* yang divariasikan maka akan berpengaruh terhadap kekasaran hasil pemotongan benda kerja, Kesimpula dari *feed rate* yang divariasikan yaitu: semakin besar *feed rate* dengan satuan (mm/menit) maka hasil dari pemotongan semakin kasar, begitu sebaliknya apabila *feed rate* semakin kecil maka hasil dari pemotongan benda kerja semakin halus.

Kata kunci: Mesin CNC, *feed rate*, *G-code*

DESIGN OF CNC BASED SPINDLE MOTOR (COMPUTER NUMERICAL CONTROL) 3 AXIS FOR ACRYLIC CRAFTS

ABSTRACT

This CNC Spindle-Based Machine is a tool to help entrepreneurs in the field of creative production, especially in the field of carving, especially making crafts from acrylic (acrylic) materials that require speed and high production quality. With this machine, entrepreneurs can produce products with a large and uniform capacity so that the goods produced will be the same and consistent. The result of this combination of computer technology and mechanical technology is hereinafter referred to as a CNC (Computer Numerical Control) machine. The CNC operating system uses a program that is controlled directly by the computer.

This study aims to design, manufacture and test a CNC-based spindle machine that can accurately feed acrylic into an art craft that has dimensions that are accurate, precise, neat, and effective. In this study, a design was carried out to design a CNC-based spindle machine that suits the needs of the middle to upper industrial scale. The working principle of a CNC-based spindle machine is to make a design with CAD or CAM software, then the final design becomes a G-code (machine code), so that the machine can work according to the G-code coordinates. The results of this study include the design which includes the design, design calculations, manufacturing process, and the results of the accuracy of the feeding of acrylic materials (acrylic).

The results of the CNC-Based Spindle Machine construction design are a cutting work area of 800 mm x 600 mm x 100mm, using a Breakout board controller as a controller, using a PC or laptop to find out the MDI movement of G-code coordinates. The results of cutting Rpm spindle 6000, 8000, and 10,000 with a varied feed rate will affect the roughness of the workpiece cutting results. , and vice versa if the feed rate is smaller then the result of cutting the workpiece is smoother.

Keywords: CNC Machine, feed rate, G-code

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN MOTOR SPINDLE BERBASIS CNC (*COMPUTER NUMERICAL CONTROL*) 3 AXIS UNTUK KERAJINAN *ACRYLIC*

Oleh

I Made Rai Gunawan
NIM. 2015213006

Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Proyek Akhir
Program D3 pada Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Bali

Disetujui oleh:

Pembimbing I



I Made Agus Putrawan, S.T., M.T.
NIP. 198606132019031012

Pembimbing II



I Dewa Made Pancarana, S.T., M.T.
NIP. 196801011991031004

Disahkan oleh:

Jurusan Teknik Mesin



Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg.
NIP. 196009241993031003

LEMBAR PESETUJUAN

RANCANG BANGUN MOTOR SPINDLE BERBASIS CNC (COMPUTER NUMERICAL CONTROL) 3 AXIS UNTUK KERAJINAN ACRYLIC

Oleh

I Made Rai Gunawan

NIM. 2015213006

Proyek Akhir ini telah dipertahankan di depan Tim Penguji dan diterima untuk dapat dilanjutkan sebagai Proyek Akhir pada hari/tanggal:
18 Agustus 2023

Tim Penguji

Tanda Tangan

Ketua Penguji : Ir. I Nengah Ludra Antara, M.Si.
NIP : 196204211990031001



(.....)

Penguji I : Dr. M. Yusuf, S.Si, M.Erg
NIP : 197511201999031003



(.....)

Penguji II : I Wayan Suastawa, ST.,MT.
NIP : 197809042002212001



(.....)

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir ini yang berjudul Rancang Bangun Motor Spindle Berbasis CNC (*Computer Numerical Control*) 3 Axis Untuk Kerajinan *Acrylic* tepat pada waktunya. Penyusunan Proyek Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan program pendidikan pada jenjang Diploma 3 Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

Penulis menyadari Proyek Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran sebagai pembelajaran kami menyempurnaan karya-karya ilmiah penulis di masa yang akan datang.

Badung, 27 Februari 2023

I Made Rai Gunawan

DAFTAR ISI

Sampul	i
Halaman Judul.....	ii
Surat Pernyataan Bebas Plagiat.....	iii
Ucapan Terima Kasih.....	iv
Abstrak Dalam Bahasa Indonesia	v
Abstrak Dalam Bahasa Inggris.....	vi
Lembar Pengesahan	vii
Lembar Persetujuan	viii
Kata Pengantar	ix
Daftar Isi.....	x
Daftar Tabel	xiv
Daftar Gambar.....	xv
Daftar Lampiran	xviii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.4.1 Tujuan Umum :	5
1.4.2 Tujuan Khusus :	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.5.1 Bagi Penulis	6
1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali	6
1.5.3 Bagi Industri.....	6
BAB II. LANDASAN TEORI.....	7
2.1 Definisi Rancang Bangun	7
2.1.1 Rancang.....	7
2.1.2 Bangun	7
2.2 Motor Spindle	8
2.2.1 Pengertian motor spindle.....	8

2.2.2 Perencanaan Motor Spindle	9
2.3 Akrilik (<i>Acrylic</i>)	11
2.3.1 Pengertian <i>acrylic</i>	11
2.3.2 Macam-macam kerajinan bahan <i>acrylic</i>	13
2.3.3 Jenis-jenis <i>acrylic</i>	14
2.3.4 Sifat-sifat <i>acrylic</i>	15
2.3.5 Kecepatan potong bahan akrilik (<i>acrylic</i>).....	16
2.3.6 Kelebihan dan kekurangan akrilik (<i>acrylic</i>).....	17
2.3.7 Perbandingan <i>acrylic</i> dengan kaca.....	17
2.4 Mesin CNC	18
2.4.1 Pengertian Mesin CNC	18
2.4.2 Bagian-bagian sistem mesin CNC	20
2.4.3 Prinsip kerja CNC	22
2.4.4 Pengujian pemakanan mesin CNC terhadap bahan <i>acrylic</i>	22
2.5 Aktuator	23
2.5.1 Motor <i>stepper</i>	23
2.5.2 Perencanaan motor <i>stepper</i>	23
2.6 Ulir Daya dan Perencanaan Ulir	25
2.6.1 Pengeritian dan jenis-jenis ulir.....	25
2.6.2 Perencanaan ulir daya (<i>power srew</i>).....	27
2.7 <i>Rail Guide</i> dan Perencanaannya.....	30
2.7.1 Pengertian <i>Rail guide</i>	30
2.7.2 Perencanaan <i>liniear guide</i>	31
2.8 Kopling Jepit	31
2.8.1 Jenis-jenis kopling jepit	32
2.8.2 Perencanaan kopling jepit (<i>spider coupling</i>).....	32
2.9 Komponen Elektronik Sistem Control CNC.....	32
2.9.1 BOB (<i>Breakout Board</i>) atau MCU (<i>Machine Control Unit</i>)	32
2.9.2 <i>Driver</i> motor <i>stepper</i>	34
2.9.3 Sensor jarak (<i>proximity sensor</i>)	35
2.9.4 Relay	36
2.9.5 Catu daya (<i>power supply</i>).....	37

2.9.6 MCB 1 Phase	38
2.9.7 Sekring	39
2.9.8 Saklar (<i>switch</i>).....	39
2.9.9 Konektor (<i>connector</i>)	40
2.9.10 Kabel listrik.....	40
2.10 Perangkat Lunak (<i>Software</i>) Mach 3	41
2.11 Perawatan	42
2.11.1 Pengertian perawatan	42
2.11.2 Manajemen pemeliharaan (<i>maintenance</i>)	43
2.11.3 Pembagian <i>maintenance</i> perawatan	43
2.12 Analisis ekonomi.....	45
2.12.1 Biaya	45
BAB III. METODE PENELITIAN	46
3.1 Jenis Penelitian.....	46
3.1.1 Rancang bangun	46
3.1.2 Alur kerja mesin CNC.....	47
3.2 Alur Penelitian	49
3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian	50
3.4 Penentuan Sumber Data	50
3.5 Sumber Daya Penelitian.....	51
3.5.1 Alat.....	51
3.5.2 Bahan	51
3.6 Instrumen Penelitian.....	52
3.7 Prosedur Penelitian.....	52
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	53
4.1 Hasil Penelitian	53
4.1.1 Produk	53
4.1.2 <i>Wiring diagram</i> Motor Spindle Berbasis CNC.....	61
4.1.3 Perhitungan dan perencanaan motor <i>spindle</i>	63
4.1.4 Perhitungan dan perencanaan ulir daya.....	64
4.1.5 Perencanaan motor stepper	70
4.1.6 Perhitungan dan perencanaan <i>linear guide</i>	70

4.1.7 Perencanaan <i>flexible coupling</i>	71
4.1.8 Pembuatan Komponen	71
4.1.9 Langkah perakitan.....	78
4.1.10 Kalibrasi	80
4.2 Pembahasan.....	81
4.2.1 Pengujian Mesin.....	81
4.2.2 Pengujian akurasi pemakanan	82
4.2.3 Prosedur pengoperasian mesin.....	84
4.2.4 Perawatan mesin.....	86
4.2.5 Anggaran biaya	88
4.2.6 Analisa biaya investasi mesin	89
BAB. V PENUTUP	90
5.1 Kesimpulan	90
5.2 Saran.....	91
Daftar Pustaka	92
Lampiran	95

DAFTAR TABEL

Tabel 2 . 1 Kategori ukuran dan ketebalan akrilik (acrylic).....	12
Tabel 2 . 2 Kecepatan potong bahan akrilik (acrylic)	16
Tabel 2 . 3 Kelebihan dan kekurangan acrylic	17
Tabel 2 . 4 Tabel Pengujian mesin CNC pada proses pemotongan (cutting).....	22
Tabel 3 . 1 Time Schedule penelitian.....	50
Tabel 3 . 2 Data Pengujian variasi feed rate Rpm spindle 6000 Rpm.....	50
Tabel 3 . 3 Data pengujian variasi feed rate Rpm Spindle 8000 Rpm	50
Tabel 3 . 4 Data pengujian variasi feed rate Rpm Spindle 10.000 Rpm	51
Tabel 3 . 5 Bahan dan komponen	51
Tabel 4 . 1 Hasil pengujian variasi feed rate Rpm spindle 6000 Rpm.....	83
Tabel 4 . 2 Hasil pengujian variasi feed rate Rpm Spindle 8000 Rpm	83
Tabel 4 . 3 Hasil pengujian variasi feed rate Rpm Spindle 10.000 Rpm	83
Tabel 4 . 4 Anggaran Biaya.....	88

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mesin Spindle 800watt	9
Gambar 2. 2 Lembaran akrilik bening dan berwarna(acrylic).....	12
Gambar 2. 3 Piala (trophy) acrylic	13
Gambar 2. 4 Papan nama (name board)	13
Gambar 2. 5 Meja acrylic	13
Gambar 2. 6 Gantungan kunci acrylic	13
Gambar 2. 7 Meja acrylic	14
Gambar 2. 8 Rak acrylic	14
Gambar 2. 9 Aksesoris lainnya.....	14
Gambar 2. 10 Mesin CNC Router	19
Gambar 2. 11 Gambar diagram bagian-bagian sistem mesin CNC.....	20
Gambar 2. 12 Jenis alur pemotongan mesin CNC	22
Gambar 2. 13 Motor stepper.....	23
Gambar 2. 14 Gambar sudut ulir	25
Gambar 2. 15 Gambar ulir tunggal.....	25
Gambar 2. 16 Gambar ulir ganda	26
Gambar 2. 17 Gambar ulir tripel	26
Gambar 2. 18 Gambar tipe ulir daya	26
Gambar 2. 19 Ball screw	27
Gambar 2. 20 Gambar round linear guide dan block	31
Gambar 2. 21 Gambar kopling jepit	32
Gambar 2. 22 <i>Mach 3 Breakout Board (BOB) dan nama portnya</i>	33
Gambar 2. 23 Electric wiring diagram mach 3 axis kHz.....	34
Gambar 2. 24 Driver motor stepper jenis L298 serta nama portnya	35
Gambar 2. 25 Proximity sensor	36
Gambar 2. 26 Gambar bentuk relay dan simbol relay	36
Gambar 2. 27 Gambar komponen-komponen relay	37
Gambar 2. 28 Gambar power supply beserta diagram wiringnya	38
Gambar 2. 29 MCB 1(satu) terminal dan 3(tiga) terminal	39

Gambar 2. 30	Sekring tancap dan sekring tabung	39
Gambar 2. 31	Saklar	39
Gambar 2. 32	Berbagai jenis konektor (connector).....	40
Gambar 2. 33	Berbagai jenis kabel.....	41
Gambar 2. 34	Tapilan depan software mach 3	41
Gambar 2. 35	Gambar manajemen pembagian perawatan	43
Gambar 3 . 1	Gambar Desain Mesin Spindle berbasis CNC Untuk kerajinan akrilik (<i>acrylic</i>)	46
Gambar 3 . 2	Alur kerja mesin CNC	47
Gambar 3 . 3	Diagram Alur Penelitian	49
Gambar 4 . 1	Mesin Spindle berbasis CNC	53
Gambar 4 . 2	Gambar Rangka Utama Mesin CNC	55
Gambar 4 . 3	Ballscrew dan ballscrew nut	55
Gambar 4 . 4	End Support BKBF12.....	56
Gambar 4 . 5	Rail dan Guide Block.....	56
Gambar 4 . 6	Breakout Board Mach3 USB RnR.....	56
Gambar 4 . 7	Driver stepper TB6600	57
Gambar 4 . 8	Power supply unit	57
Gambar 4 . 9	Proximity sensor LJ12A3 NO	58
Gambar 4 . 10	Relay 48V dan Relay 24V	58
Gambar 4 . 11	Tombol Emergency	58
Gambar 4 . 12	Saklar/switch.....	59
Gambar 4 . 13	Kipas pendingin/cooling fan.....	59
Gambar 4 . 14	Motor stepper nema 23	59
Gambar 4 . 15	Lampu indicator.....	60
Gambar 4 . 16	PWM Dimmer DC 9-48 volt 20 ampere.....	60
Gambar 4 . 17	Motor Spidle 400 watt.	60
Gambar 4 . 18	MCB 1(satu) terminal dan 3(tiga) terminal	61
Gambar 4 . 19	Sekring tancap dan sekring tabung	61
Gambar 4 . 20	Wiring Diagram Mesin Spindle Berbasis CNC.....	62
Gambar 4 . 21	Dimensi (mm) Rangka Utama Mesin Spindle Berbasis CNC.....	72

Gambar 4 . 22	Proses pembuatan rangka mesin.....	73
Gambar 4 . 23	Dimensi ukuran sumbu Y	73
Gambar 4 . 24	Rangka sumbu Y setelah melakukan finishing.....	73
Gambar 4 . 25	Dimensi ukuran sumbu X.....	74
Gambar 4 . 26	Rangka sumbu X setelah melakukan finishing.....	74
Gambar 4 . 27	Dimensi ukuran sumbu X.....	74
Gambar 4 . 28	Rangka sumbu Z sebelum melakukan perakitan	75
Gambar 4 . 29	Dimensi ukuran bracket dudukan motor stepper X, Y dan Z.....	75
Gambar 4 . 30	Hasil pemotongan plat bracket dudukan motor stepper	76
Gambar 4 . 31	Dimensi ukuran plat dudukan end support	76
Gambar 4 . 32	Hasil pemotongan plat dudukan end support	76
Gambar 4 . 33	Dimensi ukuran dan kotak dudukan ballscrew nut.....	77
Gambar 4 . 34	Dimensi ukuran panel box electrical dan pembuatan	77
Gambar 4 . 35	Dimensi plat dudukan spindle	78
Gambar 4 . 36	Persiapan pemasangan Komponen per sumbu axis.....	78
Gambar 4 . 37	Pemasangan Sumbu X dan Y serta kelengkapannya.....	79
Gambar 4 . 38	Pemasangan Sumbu Z serta kelengkapannya.	79
Gambar 4 . 39	Hasil perakitan sumbu X,Y, dan Z	80
Gambar 4 . 40	Proses perakitan wiring Mesin Spindle Berbasis CNC	80
Gambar 4 . 41	Dimensi (mm) desain uji coba uji coba	82
Gambar 4 . 42	Hasil pengujian akrasi pemotongan (cutting) akrilik.....	82
Gambar 4 . 43	Tampilan awal software Vectric Aspire 9.5	84
Gambar 4 . 44	Tampilan setelah mengatur job sheet	85
Gambar 4 . 45	Simulasi Gerak pemotongan dan hasilnya.....	85
Gambar 4 . 46	Pengaturan posisi benda kerja	86
Gambar 4 . 47	Proses pemakanan benda kerja	86
Gambar 4 . 48	Hasil pengujian dengan software desain dan <i>G-Code</i> Aspire	86

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Lembar Materi Pembahasan Bimbingan Pembimbing 1 (satu) Proyek Akhir.
- Lampiran 2. Lembar Materi Pembahasan Bimbingan Pembimbing 2 (dua) Proyek Akhir.
- Lampiran 3. Wiring diagram Rancang Bangun Motor Spindle Berbasis CNC untuk kerajinan akrilik (*acrylic*).
- Lampiran 4. Gambar kerja dan Komponen Rancang Bangun Motor Spindle Berbasis CNC 3 *Axis* untuk kerajinan akrilik (*acrylic*).

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berdasarkan hasil observasi dan tanya jawab kendala masalah yang dialami oleh seorang pengrajin khususnya pengrajin akrilik (*acrylic*) yang masih menggunakan metode pemotongan secara manual yaitu dengan cara menggunakan mesin gerinda tangan, gergaji, dan pahat yang dipukul yang mempengaruhi kurangnya efisiensi kerja dan pekejaan secara ekonomis (Anshori, 2020).

Akibatnya pengrajin usaha kecil menengah (UKM) tidak mampu memproduksi produk-produk dengan geometri khusus dengan ketelitian yang tinggi, sehingga kalah bersaing dengan produk-produk impor yang berasal dari berbagai negara. Perkembangan komputer saat ini telah mengalami kemajuan yang amat pesat, dalam hal ini komputer telah diaplikasikan ke dalam alat-alat mesin perkakas diantaranya mesin bubut, mesin frais, mesin skrap, mesin bor, dan mesin *router* (Harrizal, 2015).

Oleh sebab itu diusulkan “Rancang Bangun Motor spindle Berbasis CNC (*Computer Numerical Control*) 3 Axis Untuk Kerajinan *Acrylic*” untuk mampu memproduksi produk-produk dengan geometri khusus dengan ketelitian yang tinggi yang memiliki standarisasi dengan produk-produk impor yang berasal dari berbagai negara.

Hasil perpaduan teknologi komputer dan teknologi mekanik inilah yang selanjutnya dinamakan mesin CNC (*Computer numerical Control*). Sistem pengoprasian CNC menggunakan program yang dikontrol langsung oleh komputer (Harrizal, 2015).

Peneliti terdahulu telah melakukan penelitian tentang rancang bangun *prototype* konstruksi mekanik mesin CNC *router* 3 axis untuk skala industri kecil harga yang murah. Pada penelitian tersebut telah didesain bentuk dan perhitungan pembebanannya sehingga memungkinkan untuk diproduksi. Diantaranya beberapa peneliti yaitu :

1. (Muhklis, 2019) : Rancang Bangun CNC *Mini Router* 3 Axis Berbasis Mikrokontroler Arduino untuk Pengrajin Kayu. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan membuat mesin CNC *Mini Router* 3 Axis Berbasis Mikrokontroler Arduino guna membantu para pengrajin dalam proses produksi dimana dengan menggunakan mesin perkakas ini akan mempercepat waktu pembuatan, mengurangi biaya, meningkatkan kualitas hasil produksi, dan harga mesin dijangkau oleh pelaku industri kreatif.
2. (Abdul, Muhammad, Muhammad , Sumantri , & Kurniawan, 2019) : Rancang Bangun Mesin CNC Router Mini Untuk Pembelajaran Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin. Penelitian ini bertujuan untuk mempercepat waktu penyelesaian dan meningkatkan akurasi pembuatan produk terukir maupun pemotongan pada benda kerja seperti logam lunak, dan kayu. Metode penelitian ini yaitu perancangan, manufaktur dan pengujian berdasarkan mesin hasil rancangan. Komponen-komponen mesin CNC router mini dirancang menggunakan *software autodesk*, dimensinya 60 x 60 cm, dikalibrasi oleh dengan *software mach3mill* dan pengujian kinerja mesin dalam mode pergerakan tiga sumbu; mode manual, MDI, dan mode otomatis tiga sumbu X, Y, dan Z menggunakan program NC (*Numerical Control*).
3. (Bambang Setiawan & Rasma, Thomas Djunaedi, 2020) : Rancang Bangun Mesin Cnc Router Portable Dengan Dimensi 1219×609 mm Untuk Skala Laboratorium. Mesin CNC pada umumnya CNC Router pada pasaran masih menggunakan poros ulir sebagai transmisi geraknya dan dengan daya motor yang besar. Maka dari itu transmisi gaya penulis menggunakan *ballscrew*. *Ballscrew* dipilih karena pada *ballscrew* tidak terjadi keterlambatan gerak balik atau biasa disebut backlash. Karena apabila terjadinya backlash dapat menyebabkan ketepatan nilai akurasi dan kalibrasi berkurang.
4. (Khaidir , Muhammad , Muhtar, Alang , & Nanang, 2021) : Rancang Bangun Mesin Cnc Router. Menggunakan kontroller papan breakout (*breakout board*), *Software Mach3*, hasil pengujian suatu bahan dari bahan dasar ACP (aluminium *composite panel*) dengan dimensi pengerjaan 310 mm x 35 mm

dan kedalaman pemotongan 5 mm dengan waktu 8.51 menit dan kayu dengan dimensi pengerjaan 89,4 mm x 64,1 mm dan waktu pengerjaan 3.35 menit.

5. (Ludvi & Hera, 2021) : Perancangan Mesin CNC Router Kayu Mini. Menggunakan BOB (*Breakout Board*), melakukan pengujian terhadap bahan kayu, digunakan software autodesk Inventor CAM, dan Perancangan mesin yang dibuat mampu menghasilkan mesin dengan luas area kerja 800 mm x 800 mm dengan ketinggian benda kerja sekitar 200 mm.

Hingga saat ini Peneliti selanjutnya (penulis): Rancang Bangun Motor Spindle Berbasis CNC (*Computer Numerical Control*) Terhadap Kerajinan *Acrylic*. Ingin membuat perbedaan daripada peneliti sebelumnya dengan menambahkan spesifikasi mesin CNC yaitu :

- a. Menggunakan kontroller BOB (*Breakout Board*).

Ada beberapa peneliti terdahulu yang dikutip beberapa masih sama menggunakan komponen BOB (*Breakout Board*) sebagai *controller* mesin CNC (*Computer Numerically Control*).

- b. *Software* Mach3mill.

Ada beberapa peneliti terdahulu yang dikutip beberapa masih sama menggunakan *Software* Mach3mill sebagai mengirim perintah ke BOB (*Breakout Board*).

- c. Pengujian terhadap bahan *acrylic*

Belum ada peneliti yang dikutip menggunakan bahan *acrylic* sebagai bahan pengujian untuk mesin CNC

- d. Menggunakan software CAD (*Computer Aided Design*): Autodesk Inventor tahun 2022.

Ada beberapa peneliti terdahulu yang dikutip beberapa masih sama menggunakan software CAD (*Computer Aided Design*) Autodesk Inventor tahun 2022 sebagai desain awal perencanaan pembuatan kerajinan.

- e. Menggunakan software CAM (*Computer Aided Manufacturing*): Vectric Aspire 9.5.

Belum ada peneliti yang dikutip menggunakan software ini, software ini digunakan sebagai menerjemahkan G-Code.

- f. Menambah dimensi pergerakan sumbu Y sehingga pergerakan semakin luas.

Metode ini digunakan sesuai dengan saran dari peneliti terdahulu dengan tujuan menyempurnakan hasil karya ilmiah.

- g. Menambah VFD (Variable Frequency Drive) untuk mengatur kecepatan motor spindle (Rpm).

Metode ini digunakan sesuai dengan saran dari peneliti terdahulu dengan tujuan menyempurnakan hasil karya ilmiah.

- h. Menambahkan MDI untuk memudahkan saat melakukan pergerakan manual.

Metode ini digunakan sesuai dengan saran dari peneliti terdahulu dengan tujuan menyempurnakan hasil karya ilmiah.

- i. Menambahkan *electromagnetic brake* sumbu Z untuk membatasi pergerakan pada kondisi mesin OFF.

Metode ini digunakan sesuai dengan saran dari peneliti terdahulu dengan tujuan menyempurnakan hasil karya ilmiah.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang diatas maka dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana merancang dan membuat mesin perkakas CNC (*Computer numerical Control*) motor spindle 3 axis berbasis *board mach3*?
2. Apakah mesin yang dirancang bangun mampu melakukan proses pemakanan pada bahan *acrylic*?
3. Bagaimana pengaruh variasi kecepatan putar spindel dan feedrate terhadap akurasi pemakanan?

1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan tidak meluas maka batasan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sistem Pergerakan mesin CNC (*Computer numerical Control*) menggunakan board mach3 yang dikontrol oleh PC atau laptop.
2. Sumbu CNC (*Computer numerical Control*) Mesin *Spindle* 3 axis.
3. Pengujian di lakukan hanya untuk bahan *acrylic*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian rancang bangun mesin CNC (*Computer numerical Control*) berbasis Mesin *Spindle* yaitu sebagai berikut:

1.4.1 Tujuan Umum :

1. Untuk menambah wawasan tentang cara kerja system mesin CNC router.
2. Dapat menggunakan *software* CAD/CAM.
3. Mampu mengoperasikan mesin spindle berbasis CNC (*Computer numerical Control*)

1.4.2 Tujuan Khusus :

1. Dapat merancang dan membuat mesin perkakas CNC (*Computer numerical Control*) mini router 3 axis berbasis *board mach3*.
2. Dapat mengetahui apakah mesin mampu melakukan pemakanan pada bahan *acrylic*.
3. Dapat mengetahui pengaruh variasi kecepatan putar spindle dan feedrate terhadap akurasi pemakanan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang penulis dapatkan setelah melakukan perancangan terhadap mesin perkakas CNC (*Computer Numecal Control*) Router 3 axis adalah sebagai berikut :

1.5.1 Bagi Penulis

1. Sebagai Suatu penerapan teori dan praktik kerja yang diperoleh saat di bangku perkuliahan.
2. Meningkatkan daya kreativitas, inovasi, dan keahlian mahasiswa.
3. Menambah pengalaman serta wawasan terhadap pengembangan terutama terhadap ilmu rekayasa manufaktur.

1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali

1. Dapat membangun kerja sama antara Lembaga Pendidikan dengan dunia *industry*.
2. Dapat mengembangkan teknologi yang tepat guna bagi dunia *industry*.
3. Dapat dijadikan referensi atau acuan bagi peneliti selanjutnya.

1.5.3 Bagi Industri

1. Meringankan pekerjaan *engraving* dan *cutting* material.
2. Membantu para pengrajin kreatif.
3. Memberikan keuntungan yang lebih banyak bagi *industry* kerajinan *acrylic*.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pembuatan dan pembahasan Mesin Spindle Berbasis CNC untuk kerajinan akrilik (*acrylic*), dapat disimpulkan:

1. Cara merancang Mesin Spindle Berbasis CNC (*Computer Numerically Control*) 3 Axis menggunakan BOB (*Breakout Board*) Mach 3 yaitu dengan membuat desain, persiapan alat dan melakukan beberapa perencanaan seperti: motor spindle, jenis *ballscrew*, jenis *liniear guide* dan *liniear blok*, serta segala perhitungan beban dan area kerja pada Mesin Spindle Berbasis CNC 3 Axis yang sudah direncanakan, sehingga peneliti dapat merancang Mesin Spindle Berbasis CNC (*Computer Numerically Control*) 3 Axis Untuk Kerajinan *Acrylic*.
2. Setelah dilakukan uji coba untuk mencari data peneliti membuat 3 desain yaitu: desain lingkaran, kotak, dan bintang, dengan Rpm dan *feed rate* yang divariasikan, bahwa Mesin Spindle Berbasis CNC (*Computer Numerically Control*) 3 Axis mampu melakukan proses pemakanan pada bahan akrilik (*acrylic*) dengan aman, dan diharapkan kedepannya Mesin Spindle Berbasis CNC (*Computer Numerically Control*) 3 Axis dapat melakukan pengukiran dan pemotongan terhadap bahan akrilik (*acrylic*) dengan desain yang berbeda dan tentunya dimensinya yang lebih besar.
3. Dari beberapa data pengujian disimpulkan hasil pengujian bahwa *feed rate* divariasikan berpengaruh terhadap akurasi pemakanan yaitu, semakin tinggi *feed rate* maka selisih ketelitiannya menurun, dan sebaliknya, semakin rendah *feed rate* maka selisih ketelitiannya tinggi, serta hasil kekasaran pemotongan disimpulkan semakin lambat *feed rate* maka hasil pemotongan permukaan benda kerja semakin halus, sebaliknya semakin tinggi *feed rate* maka hasil pemotongan benda kerja semakin kasar, untuk mengetahui kekasaran hasil pemotongan hanya dengan melakukan visualisasi atau melihat permukaan benda kerja.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan sehubungan dengan Rancang Bangun Mesin Spindle Berbasis CNC untuk kerajinan akrilik (*acrylic*) yaitu:

1. Seiring berkembangnya teknologi disarankan kepada Politeknik Negeri Bali khususnya Jurusan Teknik Mesin untuk memberikan materi tentang pembelajaran CNC.
2. Dalam sebuah pengerjaan harus dibuat perencanaan langkah kerja terlebih dahulu sehingga pada waktu pengerjaan kesalahan pekerjaan dapat diminimalisir
3. Untuk peneliti selanjutnya yang ingin membuat mesin CNC, lakukan kalibrasi lebih dari 3 (tiga) kali karena kesalahan input pada motor tuning sangat berpengaruh terhadap dimensi akurasi pemakanan.
4. Untuk peneliti selanjutnya yang ingin mengembangkan mesin ini diharapkan menambahkan komponen *Inverter* sebagai pengatur kecepatan spindle secara otomatis, dan *controller hold* yang artinya mesin tidak menggunakan PC/laptop, cukup hanya menggunakan *remote control* jarak jauh.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, R. (2022, Desember 31). *Catu Daya: Pengertian, Fungsi, Prinsip Kerja, Jenis, Komponen*.
- Abadi, R. (2022, Desember 21). *Relay: Pengertian, Fungsi, Gambar Simbol, Cara Kerja, Jenis*.
- Abadi, R. (2023, Januari 12). *Konektor : Pengertian, Jenis, Fungsi Dan Gambarnya*.
- Abdul, S., Muhammad, I., Muhammad, R., Sumantri, M., & Kurniawan, P. (2019). Rancang Bangun Mesin Cnc Router Mini untuk Pembelajaran Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin.
- Agung, L. (2019). *Kopling Tetap*.
- Anshori, H. (2020). Perancangan Mesin Potong Akrilik. *Jurnal Surya Teknik*, 96-103.
- Bambang Setiawan, & Rasma, Thomas Djunaedi. (2020). Rancang Bangun Mesin Cnc Router Portable Dengan . *Cnc, Engraving, Router, Ukir Kayu, Bearing Rail Assembly*, 15-22.
- Budanis, D. M., & Faza, W. (2016). Ibm Pembuatan Kerajinan Acrilic . *Ejurnal.Itats.*, 29-32.
- Catalog, T. G. (N.D.). Ball Screw. *Thk General Catalog*.
- Cnc, C. I. (2018). *Cnc Brakout Board*.
- Dharmawan, D., & Prayoga, D. S. (2017). *Laporan Akhir Pratikum Mesin Cnc*. Bandung.
- Firsa, T. (2015). *Developmen Of Cnc 4-Axis By Modifying Milling Machine Emco Tu 3-Axis* (Vol. Xiv). Sulawewsi Selatan: Akademi Teknik Saroko.
- Firsa, T. (2015). Development Of Cnc 4-Axis By Modifying Milling Machine Emco. 66-71.
- Hansen. (2011). *Akutansi Manajerial*. Jakarta: Salemba Empat.
- Harrizal. (2015). *Rancang Bangun Sistem Kontrol Mesin Cnc Milling 3 Axis* (Vol. Iv). Jakarta: Jom Fteknik.
- Hasriyono. (2009). Management Perawatan Dan Perbaikan Mesin. *Repository*, Ii_1-Ii_22.
- Horngren. (2006). *Akutansi* (Keenam Ed.). Jakarta: Pt. Indeks Kelompok Gramedia.
- Ikhlash, S. H., Syafri, & Adh, P. (2017). Rancang Bangun Sistem Kontrol Mesin Cnc.

- Indo, T. G. (2021, April 6). *Mesin Cnc. Prinsip Kerja, Pengoperasian, Jenis*.
- Juniantoro, G. (2016). *Analisis Toolpath Variasi Zig Zag Dan Spiral Mesin Cnc*. Surakarta: Eprint.Ums.
- Khaidir , M., Muhammad , Y., Muhtar, Alang , S., & Nanang, R. W. (2021). Rancang Bangun Mesin Cnc Router. *Jurnal Tematis (Teknologi, Manufaktur Dan Industri)*.
- Khoir, M. (2011). *Proses Pembuatan Spindel Utama Pada Mesin Milling Cnc*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Khurmi, R. S., & Gupta, J. K. (2005). *Text Book Of Machine Design*. New Delhi-India: Eurasia Publishsing House (Pvt) Ltd.
- Komponen, C. T. (2021, Februari 03). *Ball Screw Dan Cara Perawatannya*.
- Ludvi , A., & Hera, S. (2021). Perancangan Mesin Cnc Router Kayu Mini. *Seminar Nasional Teknologi Dan Riset Terapan*, 242-247.
- Mach3. (2008). *Cnc Controller Software Installation And Configuration Version 3*.
- Martono, E. A. (2008). *Pengertian Dan Fungsi Mesin Router*. Yogyakarta.
- Maruta, H. (2019). Analisis Break Even Point (Bep) Sebagai Dasar. *Break Even Poin, Titik Impas, Perencanaan Laba*, 09-28.
- Muhklis, S. (2019). *Rancang Bangun Cnc Mini Router 3 Axis*. Universitas Bangka Belitung, Fakultas Teknik. Jakarta: Repository.
- Permana, A. (2011). *Linier Dan Roller Sliding Ball Bearing*. Jakarta.
- Pressman. (2009). *Prosedur Perancangan Dan Bangun Mesin*. Yogyakarta: Harnaningrum L.N.
- Putra, J. A. (2016). Analisis Kemampuan Proses Pelapisan Polyurea Pada Acrylic. *Journal Untar*, 131-138.
- Putri, R. (2012). *Meminimalisir Biaya Pemeliharaan*. .Jawatimur: Fakultas Teknologi Informasi Universitas.
- Rangga , Y. A. (2019). *Rancang Bangun Sistem Kontrol Cnc 3 Axis*. Jakarta: Perpustakaan Poltektegal.
- Robith. (2013). Arcylic Bending Machine Dengan Sudut Yang Dapat Ditentukan. *Portal Garuda*.
- Rosnani. (2010). Perancangan Produk. *Graha Ilmu*.
- Rusdiana, D. H. (2014). *Manajemen Operasi*. Jakarta: Pustaka Setia.
- Sarjono, & Haryadi. (2009). Analisis Proses Perawatanmesindenganmetode Total Productive. *Perawatan Preventif Untuk Mempertahankan Utilitas Performance*, 28-43.

- Sejahtera, P. D. (2014, Oktober 01). *Sejarah Dan Pengertian Mesin Cnc*.
- Simamora, H. (2012). *Akutansi Manajemen* (Ketiga Ed.). Riau: Star Gate Publisher.
- Sularso, & Dan, S. (2004). *Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin, Edisi 1*. Jakarta-Indonesia: Pradnya Paramita.
- Sutawan, A. (2019). Rancang Bangun Mesin Router Berbasis Cnc (Computer Numerical Control) Untuk Kerajinan Kayu. *Proyek Akhir*, 1-50.
- Syahriza. (2015). *Rancang Bangun Mesin Cnc 4 Axis Berbasis Pc (Personal Computer)* (Vol. Iii). Jurnal Teknik Mesin Unsyiah.
- U.S.Inc, P. (N.D.). Hybrid Stepper Motors. *Portescap U.S.Inc*.
- Wijayanto, D. (2016). Pengaruh Tool Path Dan Feed Rate Pada Proses Mesin. *Repository*, 01-14.

LAMPIRAN

POLITEKNIK NEGERI BALI

JURUSAN TEKNIK MESIN

FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR TAHUN AKADEMIK 2022/2023






NAMA	: I Made Rai Gunawan
NIM	: 2015213006
PROGRAM STUDI	: D3 Teknik Mesin
PEMBIMBING	: I Made Agus Putrawan, ST., MT
(1/11)	

NO.	TGL/BLN/THN	URAIAN PERKEMBANGAN	PARAF PEMBIMBING
1	13/06/23	perubahan model mesin konsultasi ke Kaprod	
2	03/7/23	- Gambar di lengkapi dimensi dan keterangan - Dimensi Deph dari ukuran (mm)	
3	06/9/23	Rumus - rumus ditelururi dari sumber yg valid	
4	24/7/22	Asistensi lanjut bab 10	
5	7/8/2023	Pengolahan data penelitian - penentuan RPM - Penentuan Feed rate	
6	9/8/2023	kesimpulan / Acc	

POLITEKNIK NEGERI BALI
JURUSAN TEKNIK MESIN

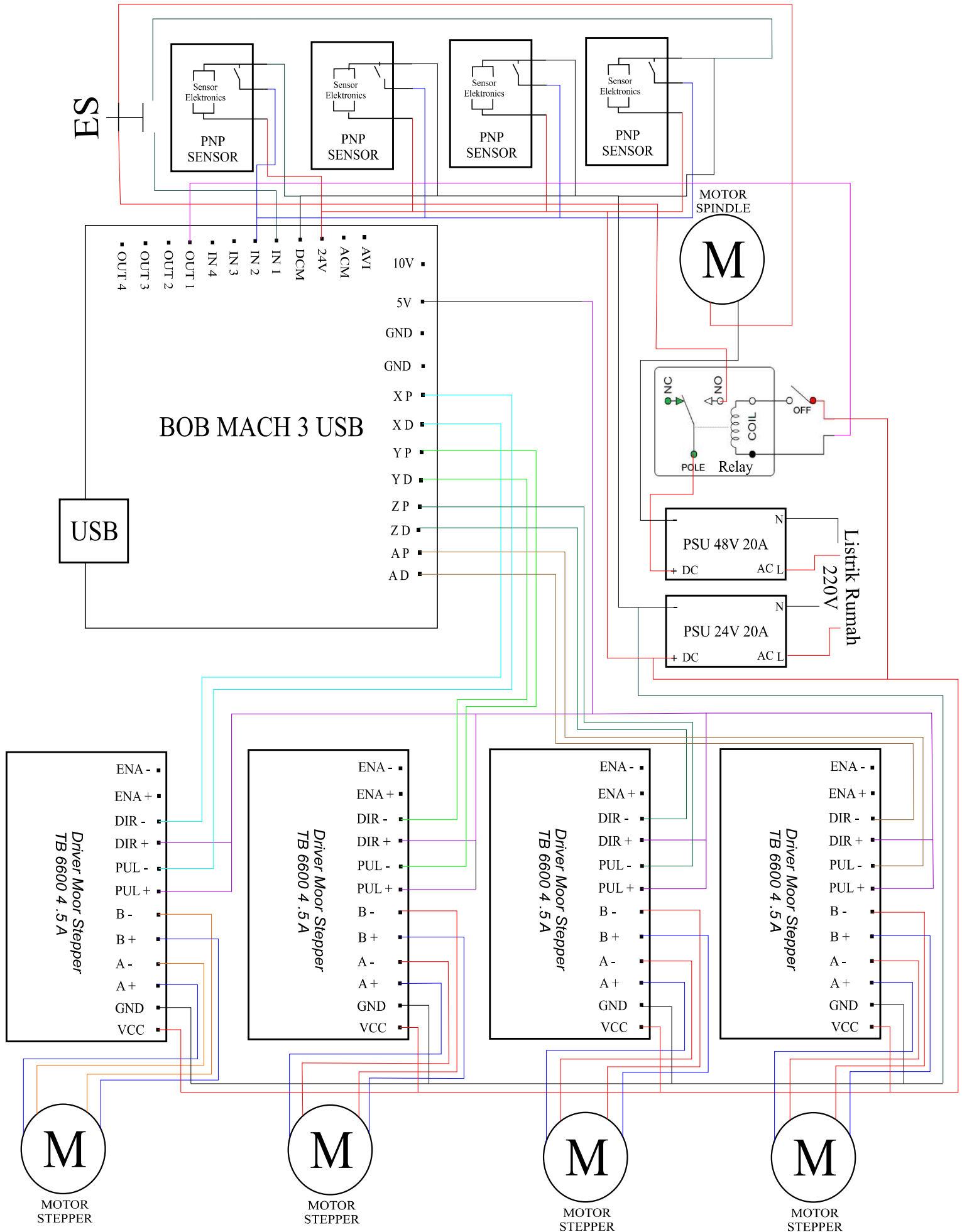
FORM BIMBINGAN TUGAS AKHIR TAHUN AKADEMIK 2022/2023

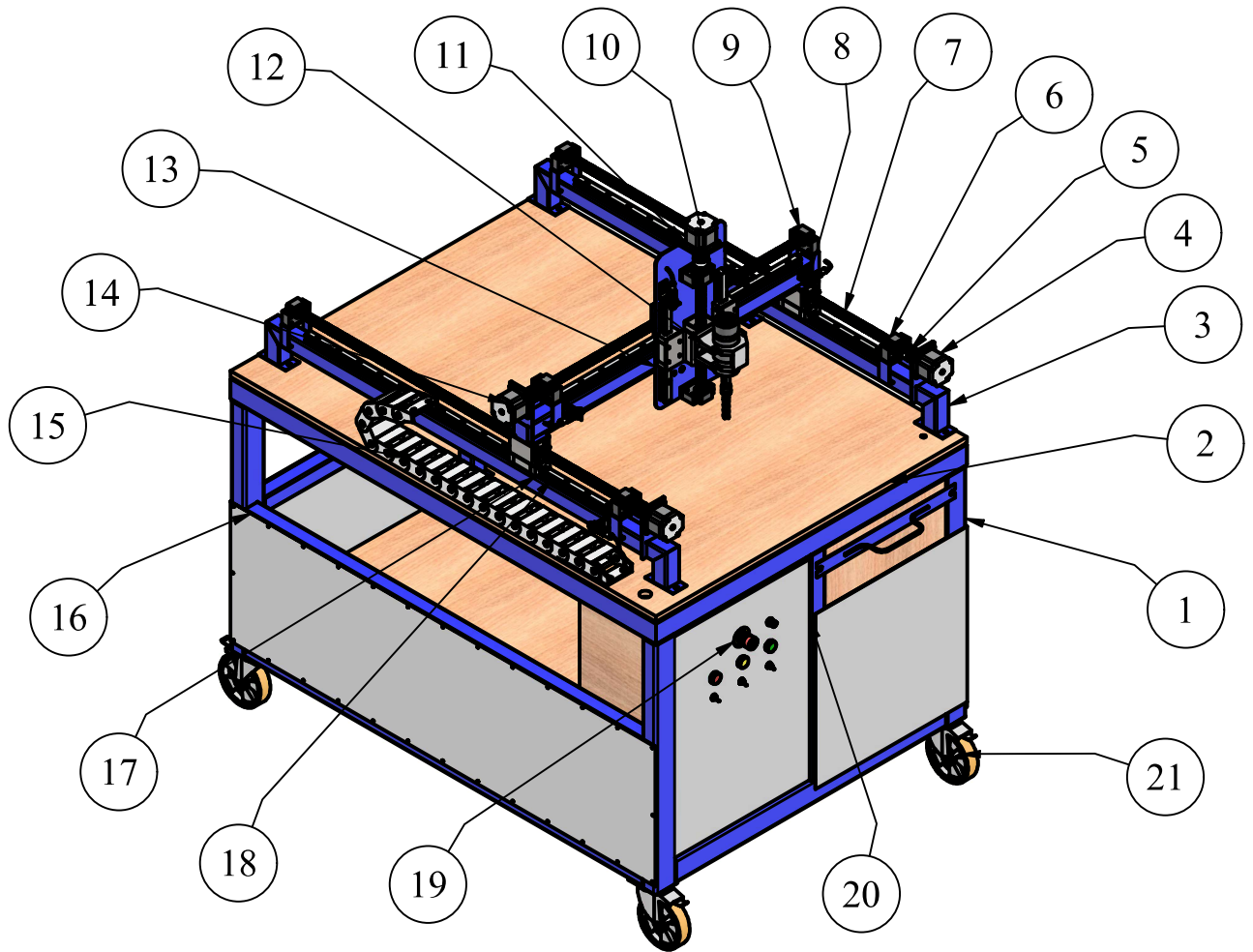
NAMA	: I Made Rai Gunawan
NIM	: 2015213006
PROGRAM STUDI	: D3 Teknik Mesin
PEMBIMBING (#/II)	: I Dewa Made Pancajana, S.T., M.T.

NO.	TGL/BLN/THN	URAIAN PERKEMBANGAN	PARAF PEMBIMBING
1	26/6/2023	- Perbaiki gambar teknik. Perhatikan garis dan keterangan gambar	
2	10/7/2023	- Cari kecepatan potong belah atas/bawah - gunakan sett. sularco	
3	26/7/2023	- Perbaiki tak pelis (peru- utan rumus) - lanjutkan kesimpulan	
4	10/8/2023	- Lengkapi lampiran dan gambar teknik - lengkapi rumus persamaan	
5	14/8/2023	- Berikan masalah fa sudah lengkap. - Ace untuk nisan	

WIRING DIAGRAM CNC

RANCANG BANGUN MOTOR SPINDLE BERBASIS CNC UNTUK KERAJINAN AKRILIK (ACRYLIC)

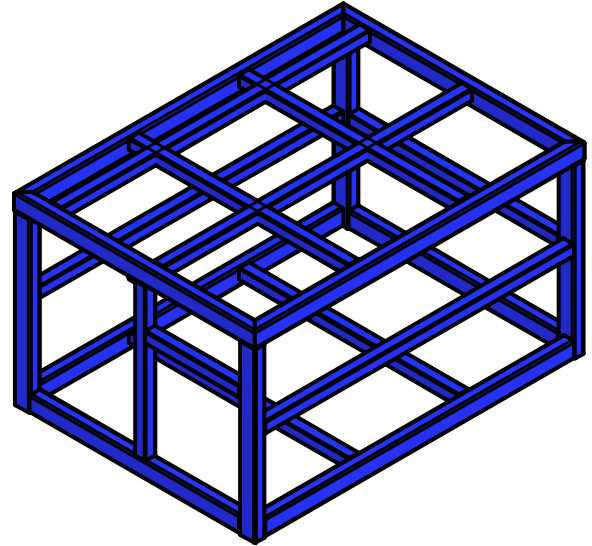
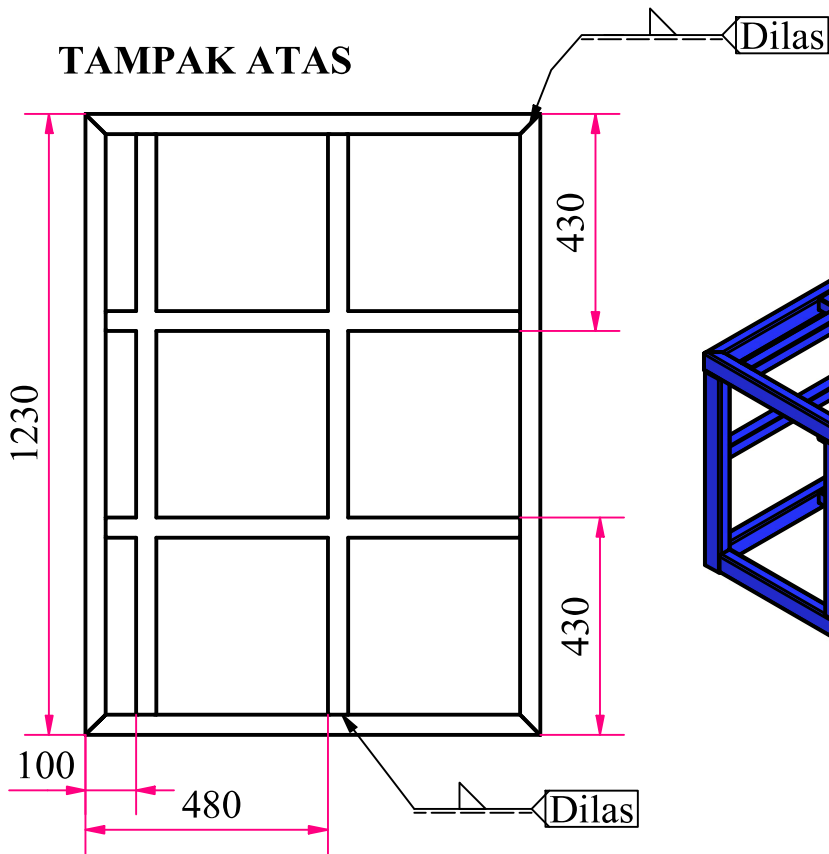




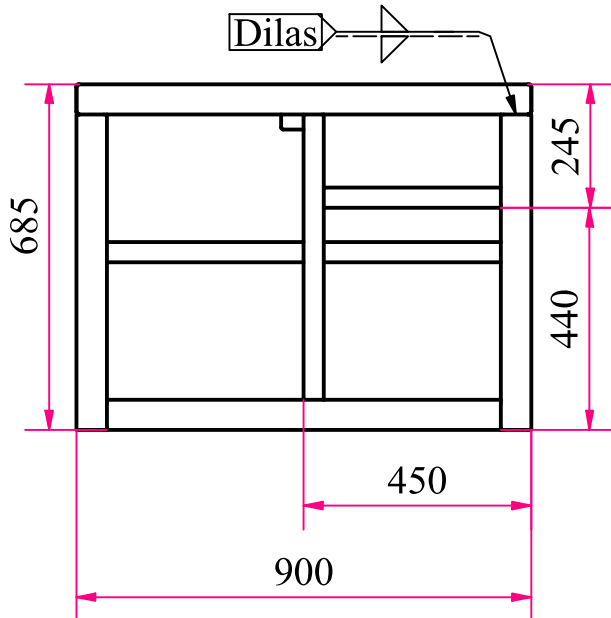
21	4 bh	Roda rangka	-	5" inch	Dibeli
20	1 set	Plat, pintu, dan laci mesin	Aluminium	560X90X1	Dibuat
19	1 bh	Panel Box Electrical	Kayu Mahoni	550X390X10	Dibuat
18	4 bh	<i>Rail Guide</i>	-	HGR 20	Dibeli
17	4 bh	<i>Rail block</i>	-	HGH 20	Dibeli
16	3 bh	Plat tutup samping	Akrilik	1230X560X2	Dibuat
15	1 bh	Kabel chain	-	25X38	Dibeli
14	1 bh	Motor stepper sumbu X	-	Nema 23	Dibeli
13	1 bh	Plat dukungan sumbu Z	Plat Besi	350X200	Dibeli
12	1 bh	Bracket motor spindle	Aluminium	Ø80	Dibuat
11	1 bh	Motor stepper sumbu Z	-	Nema 23	Dibeli
10	1 bh	Motor Spindle 400watt	-	Ø80X264	Dibeli
9	4 bh	<i>End Support</i>	-	BF Ø12	Dibeli
8	1 Set	Rangka Sumbu X	-	40x40x1.5	Dibuat
7	4 bh	<i>Ballscrew</i>	-	SFU 1605	Dibeli
6	4 bh	<i>End Support</i>	-	BKØ12	Dibeli
5	4 bh	<i>Flexible Coupling</i>	-	L30 Ø8/10	Dibeli
4	2 bh	Motor stepper sumbu Y	-	Nema 23	Dibeli
3	2 bh	Rangka sumbu Y	Hollow galvanis	60X40X3	Dibuat
2	1 bh	Meja Kerja	Kayu Triplek	1230X560X15	Dibuat
1	1 set	Rangka	Hollow galvanis	60X40X1.2	Dibuat

No.	Jumlah	Nama Komponen	Bahan	Ukuran	Keterangan
	Skala : 1 : 20		Digambar : I Made Rai Gunawan		Keterangan
	Satuan Ukuran : mm		Nim : 2015213006		
	Tanggal : 18 Agustus 2023		Diperiksa : Dosen Pembimbing I dan II		
POLITEKNIK NEGERI BALI			RANCANG BANGUN MESIN SPINDLE BERBASIS CNC UNTUK KERAJINAN ACRYLIC		ASSEMBLY A4

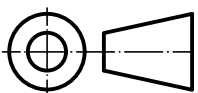
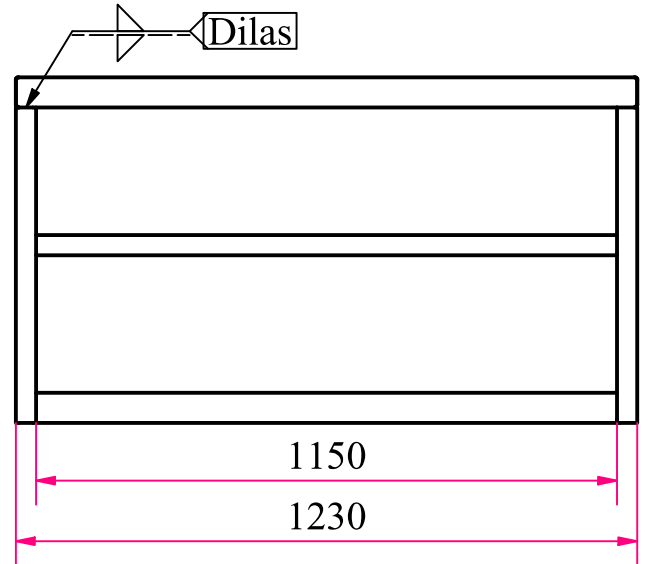
TAMPAK ATAS



TAMPAK DEPAN



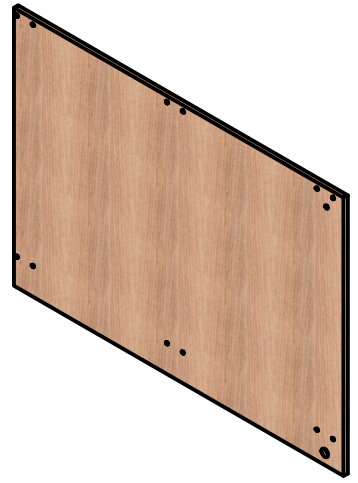
TAMPAK SAMPIING



Skala : 1 : 20
 Satuan Ukuran : mm
 Tanggal : 18 Agustus 2023

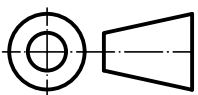
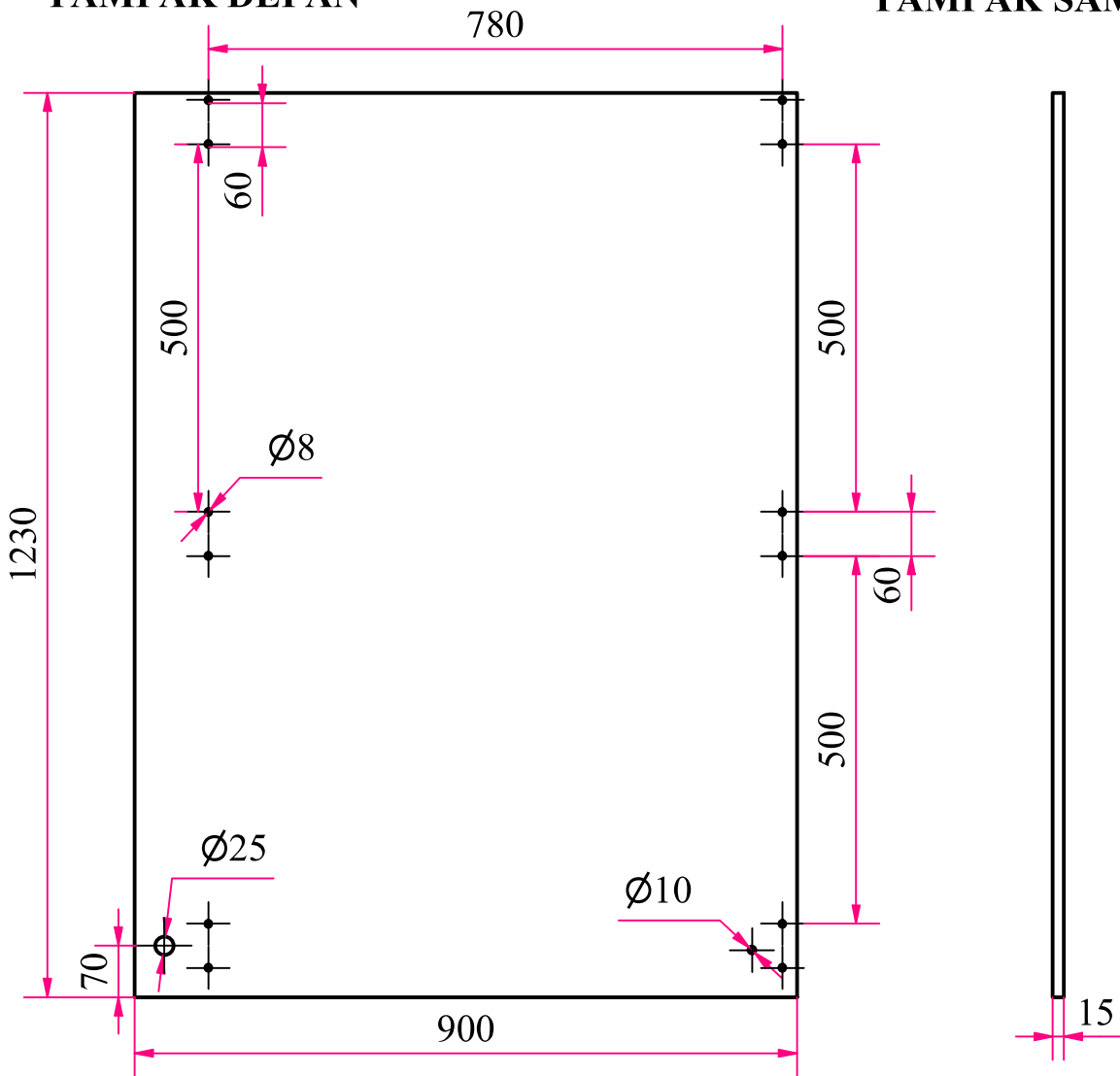
Digambar : I Made Rai Gunawan
 Nim : 2015213006
 Diperiksa : Dosen Pembimbing I dan II

Keterangan



TAMPAK DEPAN

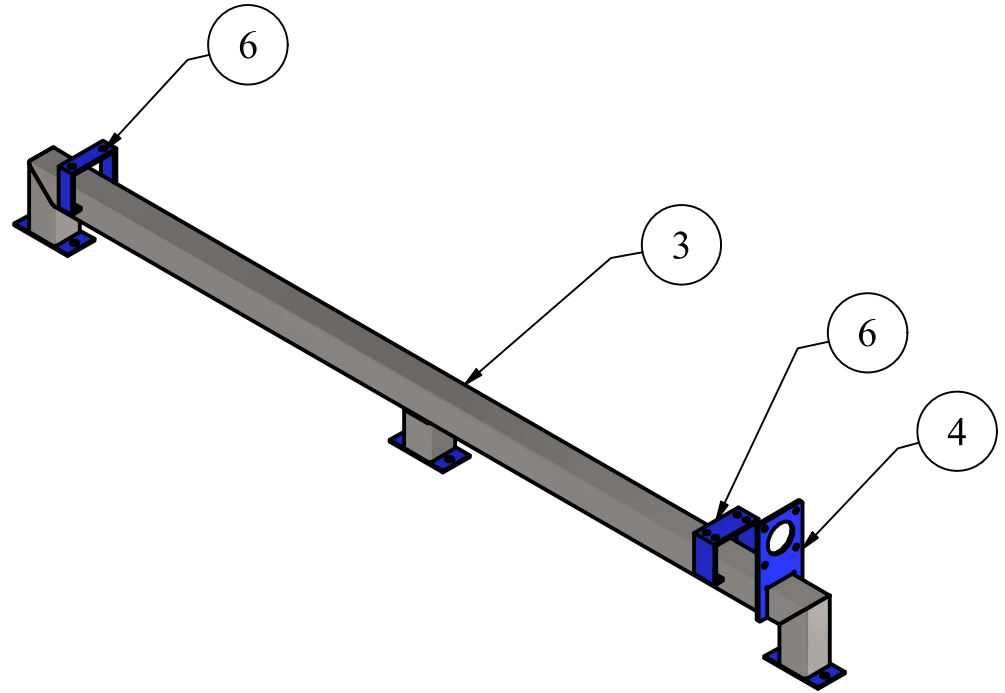
TAMPAK SAMPING



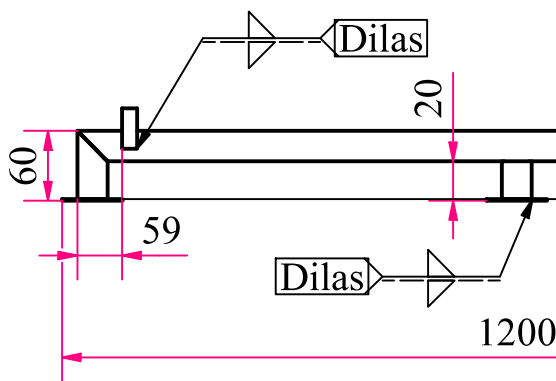
Skala : 1 : 10
 Satuan Ukuran : mm
 Tanggal : 18 Agustus 2023

Digambar : I Made Rai Gunawan
 Nim : 2015213006
 Diperiksa : Dosen Pembimbing I dan II

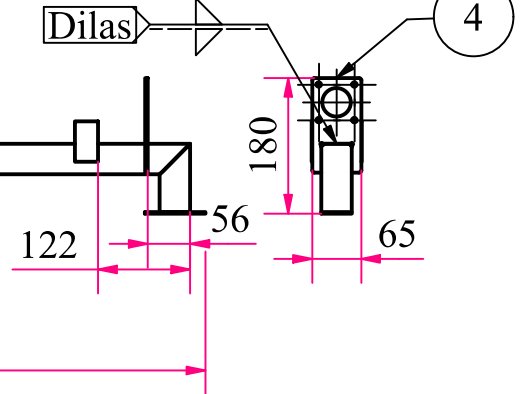
Keterangan



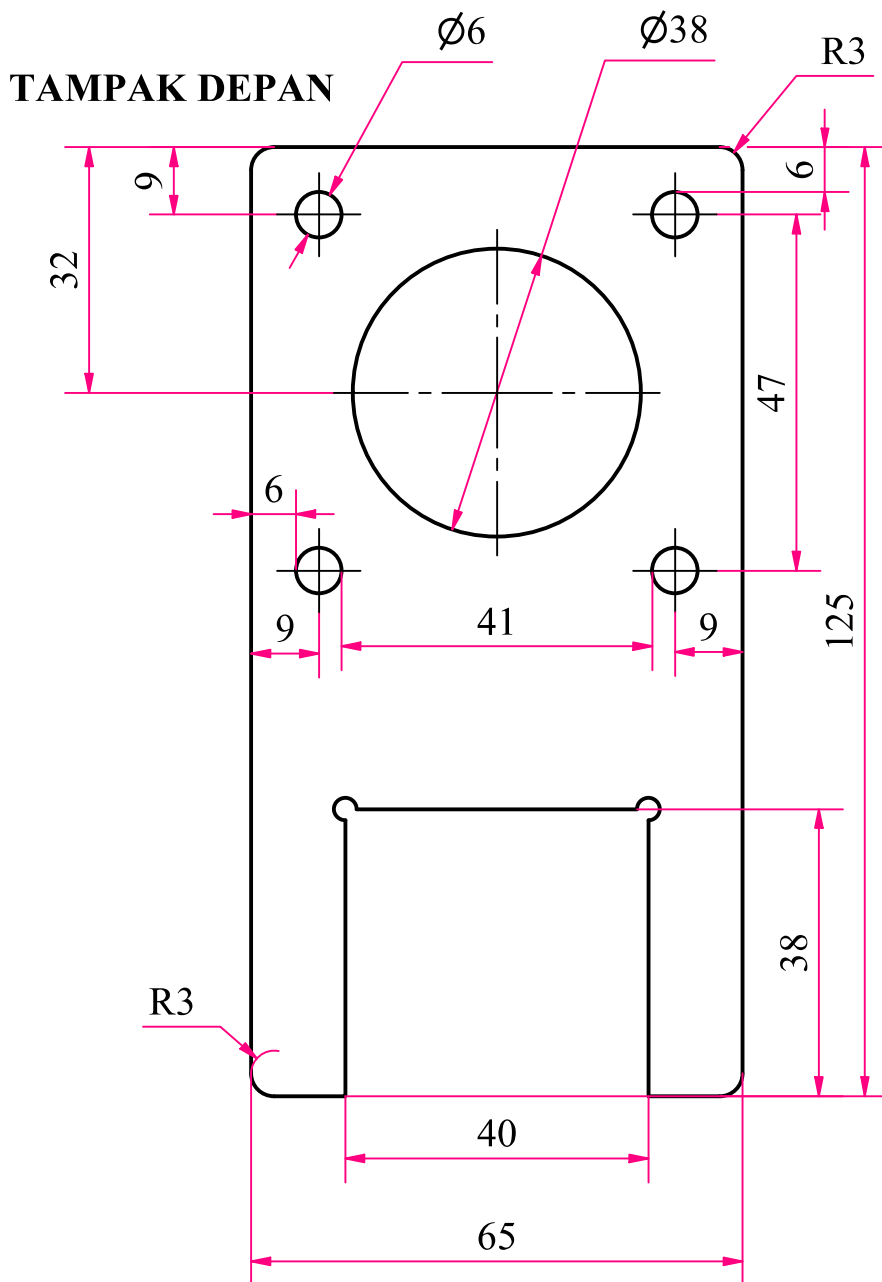
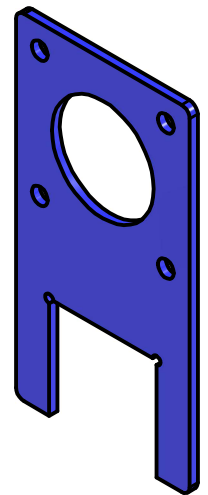
TAMPAK DEPAN



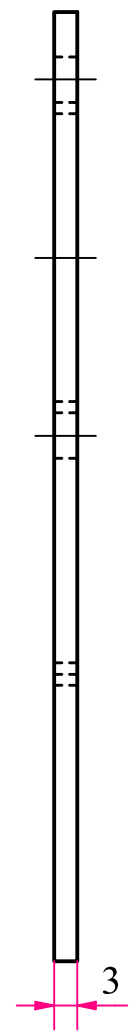
TAMPAK SAMPIING



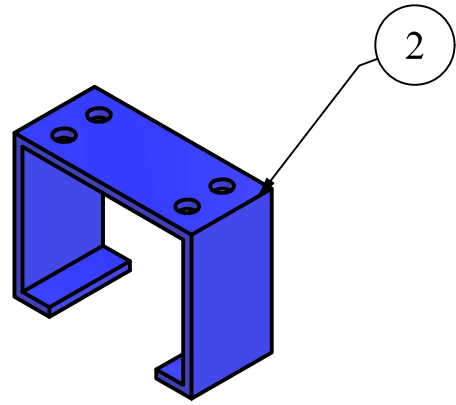
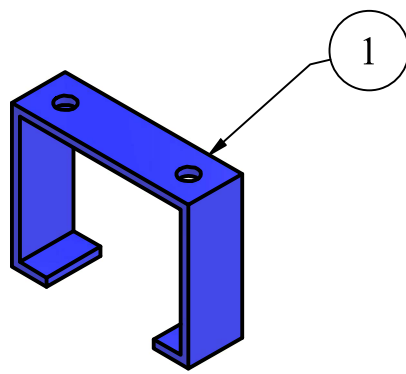
6	1	Plat Dudukan <i>End Support</i>	Pelat Besi	30x65x3	Dibuat
4	1	Plat Dudukan Motor Stepper	Pelat Besi	65x125x3	Dibuat
3	1	Rangka Sumbu Y	Hollow Square Galvanis	40x40x1.5	Dibuat
No.	Jumlah	Nama Komponen	Bahan	Ukuran	Keterangan
	Skala : 1 : 10		Digambar : I Made Rai Gunawan		Keterangan
	Satuan Ukuran : mm		Nim : 2015213006		
	Tanggal : 18 Agustus 2023		Diperiksa : Dosen Pembimbing I dan II		
POLITEKNIK NEGERI BALI			RANGKA SUMBU Y KIT		ASSEMBLY A4



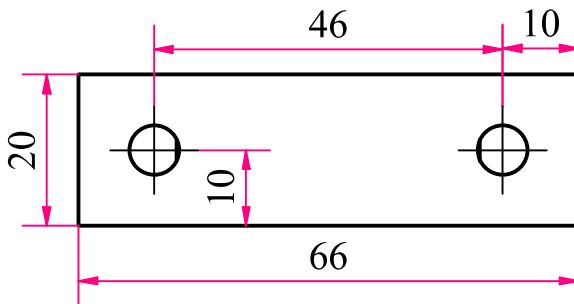
TAMPAK SAMPING



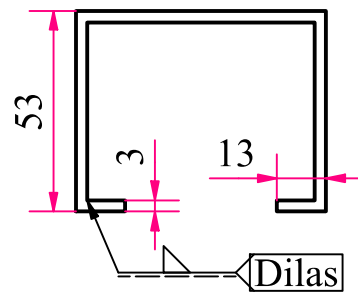
	Skala : 1 : 1	Digambar : I Made Rai Gunawan	Keterangan	
	Satuan Ukuran : mm	Nim : 2015213006		
	Tanggal : 18 Agustus 2023	Diperiksa : Dosen Pembimbing I dan II		
POLITEKNIK NEGERI BALI	BRACKET MOTOR STEPPER SUMBU X DAN Y		NO. 4	A4



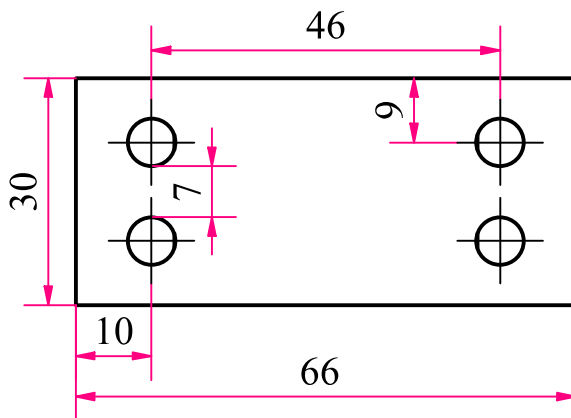
PANDANGAN DEPAN



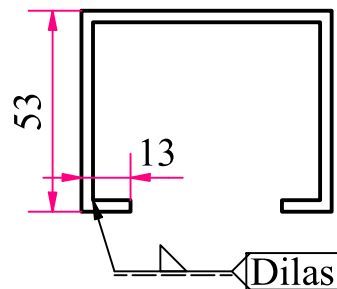
PANDANGAN SAMPING



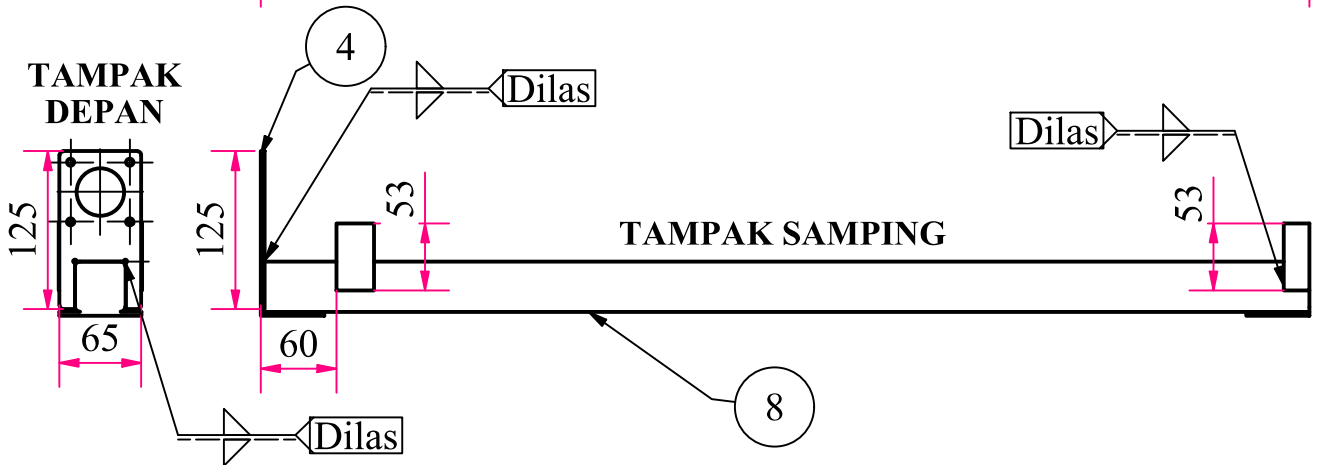
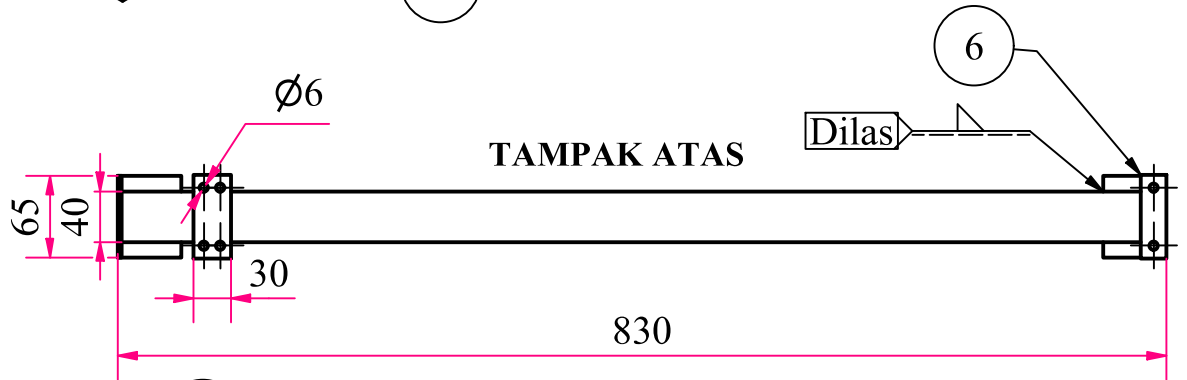
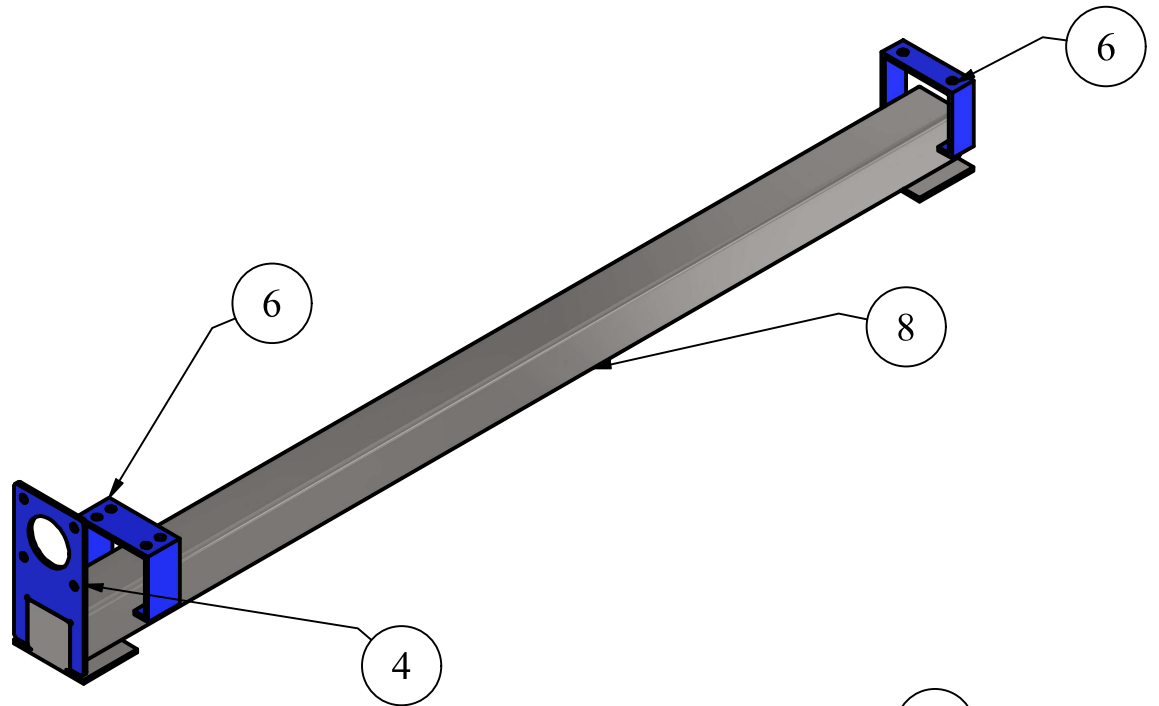
PANDANGAN DEPAN



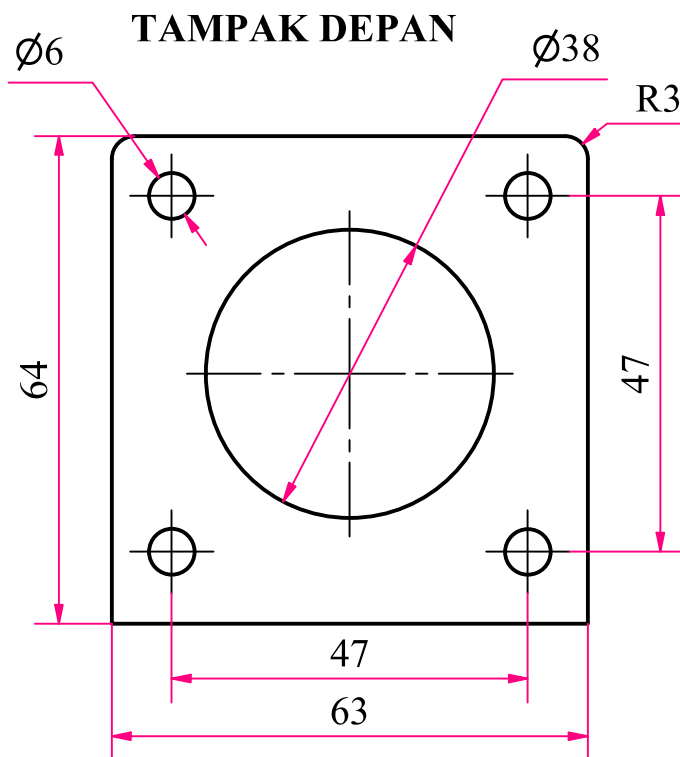
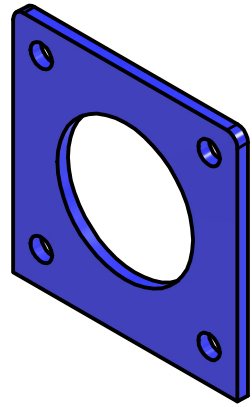
PANDANGAN SAMPING



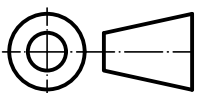
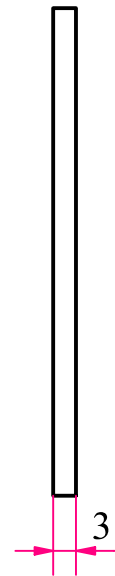
2	4	Dudukan End Support BK12	Plat Besi	66x30x3	Dibuat
1	4	Dudukan End Support BF12	Plat Besi	66x20x3	Dibuat
No.	Jumlah	Nama Komponen	Bahan	Ukuran	Keterangan
	Skala : 1 : 1		Digambar : I Made Rai Gunawan		Keterangan
	Satuan Ukuran : mm		Nim : 2015213006		
	Tanggal : 18 Agustus 2023		Diperiksa : Dosen Pembimbing I dan II		
POLITEKNIK NEGERI BALI			PLAT DUDUKAN END SUPPORT BKBF 12		NO. 6
					A4



4	1	Bracket Motor Stepper	Plat Besi	65x125x3	Dibuat
6	1 Set	Plat End Support BKBF12	Plat Besi	30x66x3	Dibuat
8	1	Rangka Sumbu X	Hollow Square Galvanis	40x40x1.5	Dibuat
No.	Jumlah	Nama Komponen	Bahan	Ukuran	Keterangan
	Skala : 1 : 5		Digambar : I Made Rai Gunawan		Keterangan
	Satuan Ukuran : mm		Nim : 2015213006		
	Tanggal : 18 Agustus 2023		Diperiksa : Dosen Pembimbing I dan II		
POLITEKNIK NEGERI BALI			RANGKA SUMBU X KIT		ASSEMBLY A4



TAMPAK SAMPING



Skala : 1 : 1

Satuan Ukuran : mm

Tanggal : 18 Agustus 2023

Digambar : I Made Rai Gunawan

Nim : 2015213006

Diperiksa : Dosen Pembimbing I dan II

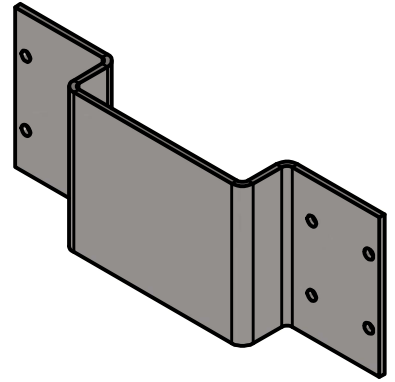
Keterangan

POLITEKNIK NEGERI BALI

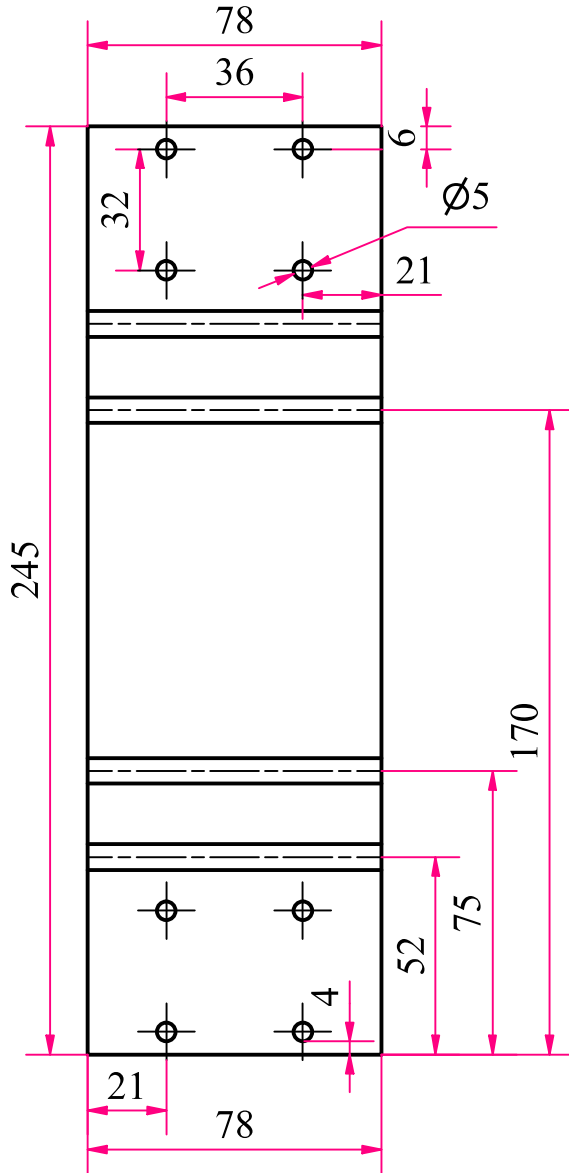
**BRACKET MOTOR
STEPPER SUMBU Z**

NO. 11

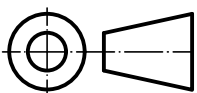
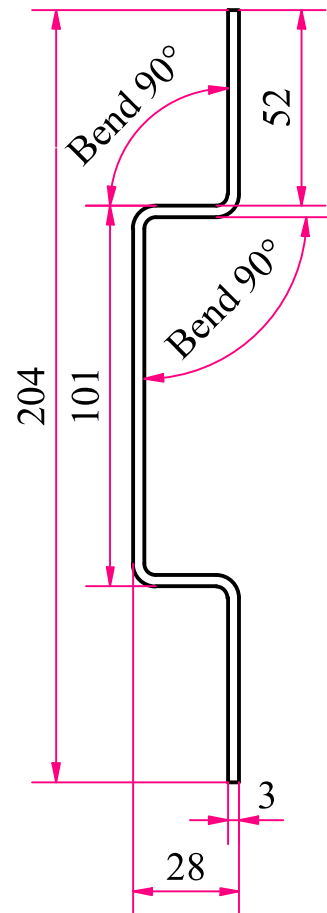
A4



TAMPAK DEPAN



TAMPAK SAMPING



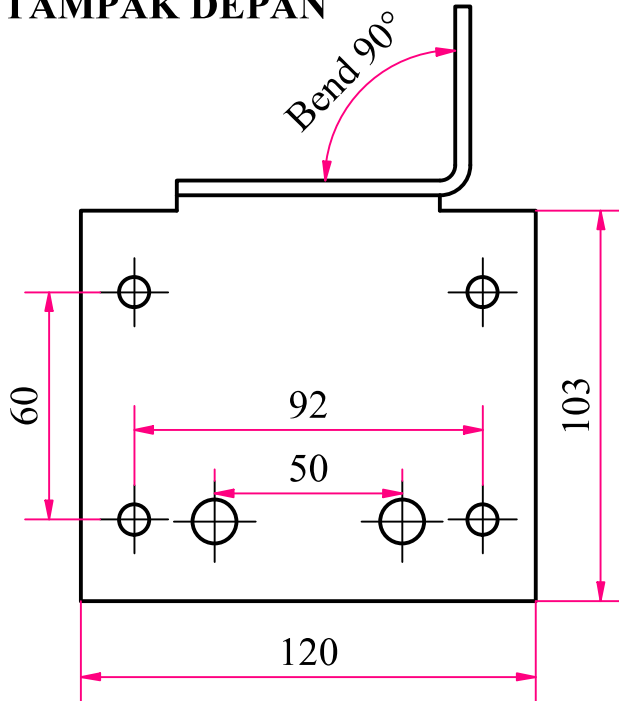
Skala : 1 : 2
 Satuan Ukuran : mm
 Tanggal : 18 Agustus 2023

Digambar : I Made Rai Gunawan
 Nim : 2015213006
 Diperiksa : Dosen Pembimbing I dan II

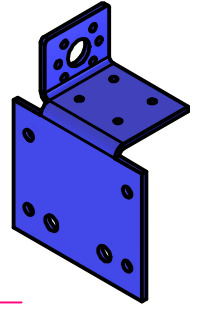
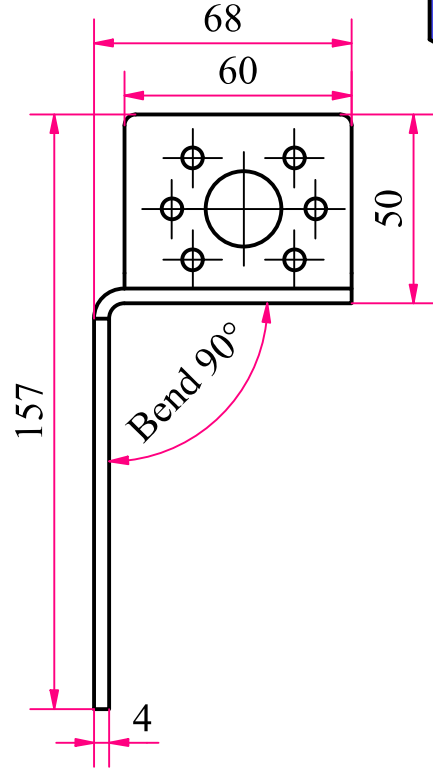
Keterangan

SUDAH DITEKUK

TAMPAK DEPAN

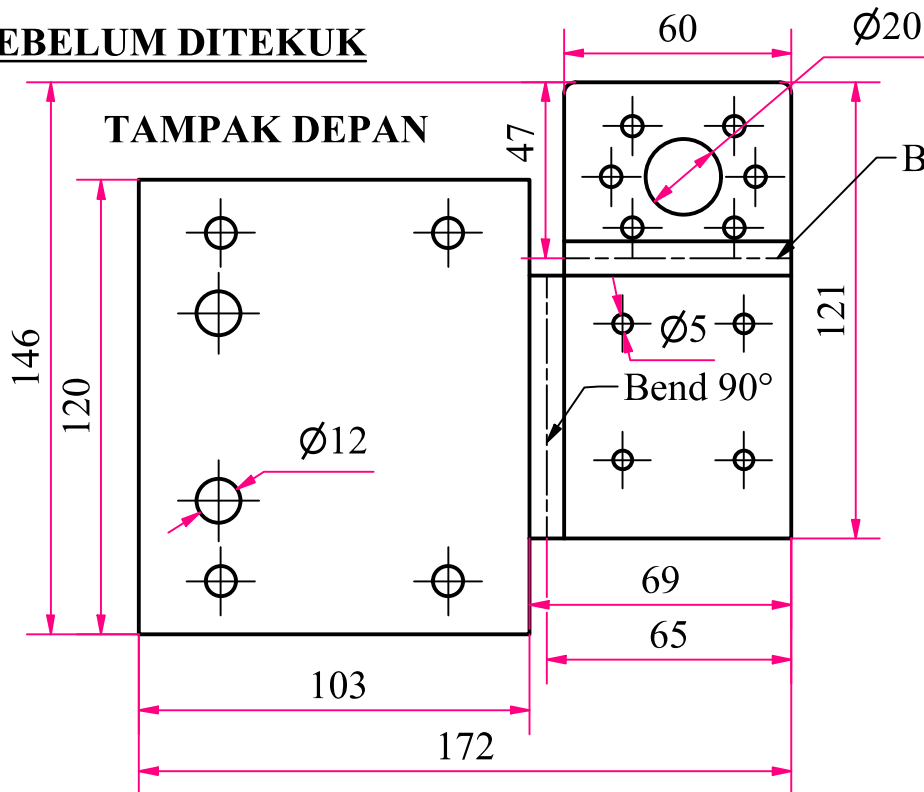


TAMPAK SAMPING

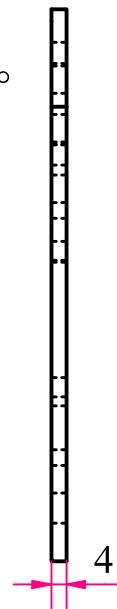


SEBELUM DITEKUK

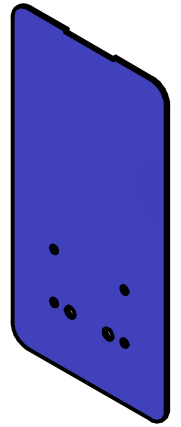
TAMPAK DEPAN



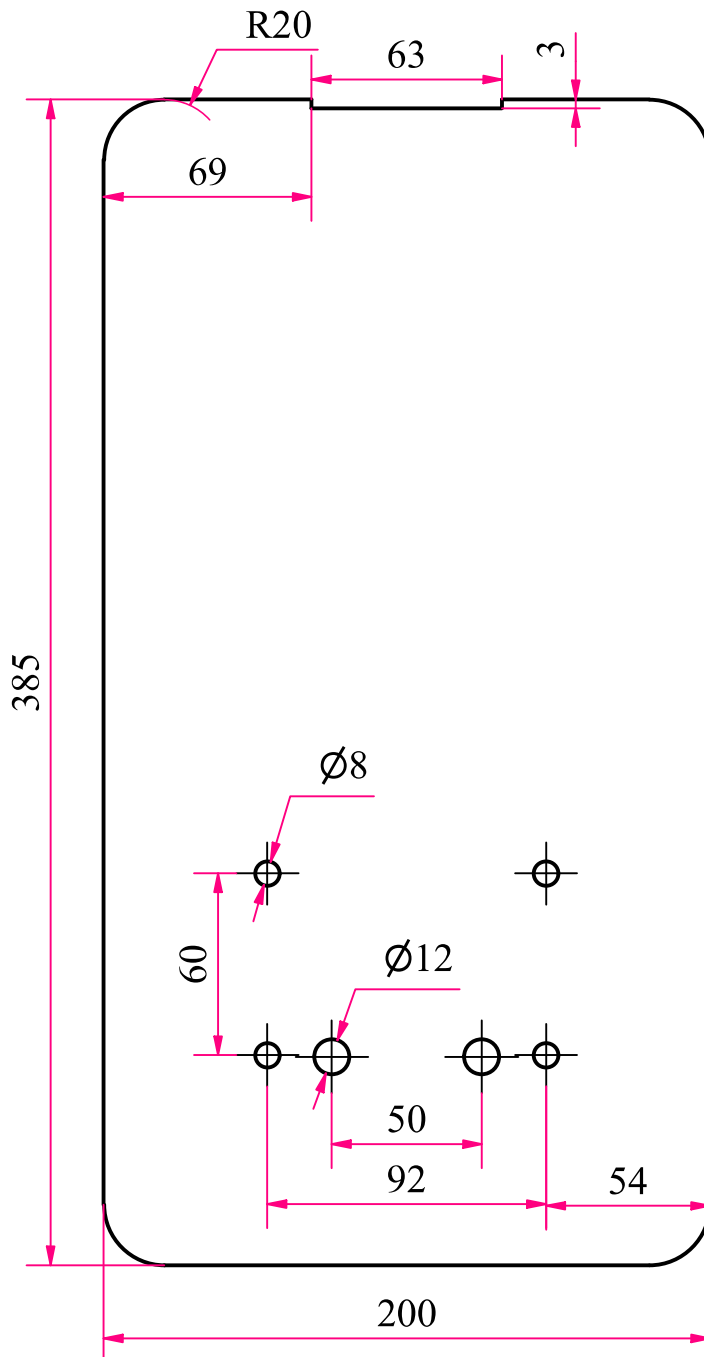
TAMPAK SAMPING



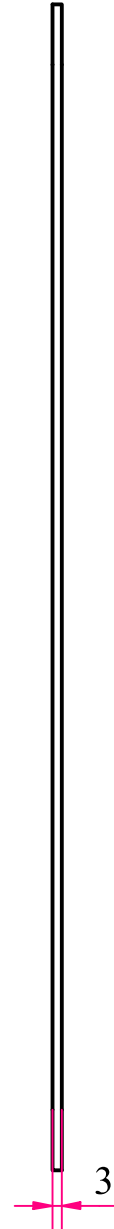
1	1	Dudukan Plat Sumbu Z	Plat Besi	200x385x4	Dibuat
No.	Jumlah	Nama Komponen	Bahan	Ukuran	Keterangan
	Skala : 1 : 2		Digambar : I Made Rai Gunawan		Keterangan
	Satuan Ukuran : mm		Nim : 2015213006		
	Tanggal : 18 Agustus 2023		Diperiksa : Dosen Pembimbing I dan II		
POLITEKNIK NEGERI BALI			DUDUKAN PLAT SUMBU Z		NO. 13
					A4



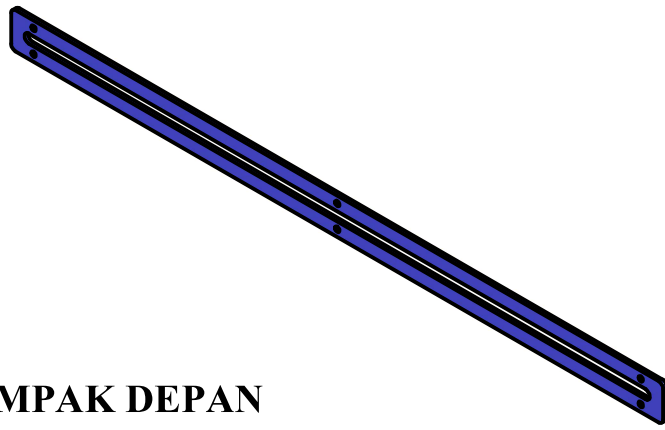
TAMPAK DEPAN



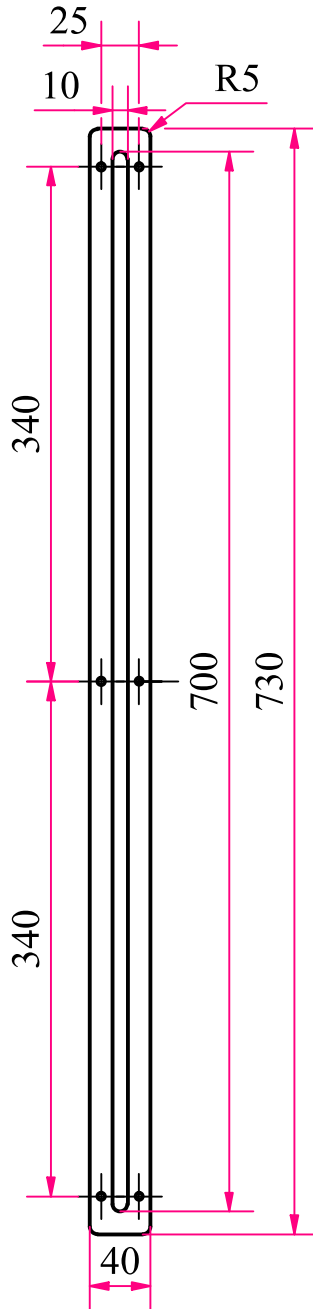
TAMPAK SAMPING



	Skala : 1 : 2	Digambar : I Made Rai Gunawan	Keterangan	
	Satuan Ukuran : mm	Nim : 2015213006		
	Tanggal : 18 Agustus 2023	Diperiksa : Dosen Pembimbing I dan II		
POLITEKNIK NEGERI BALI	PLAT DUDUKAN SUMBU Z		NO. 13	A4



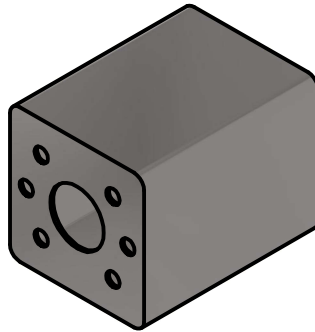
TAMPAK DEPAN



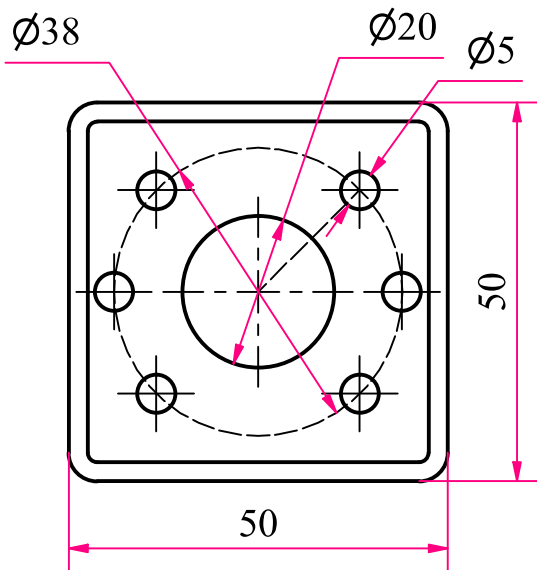
TAMPAK SAMPING



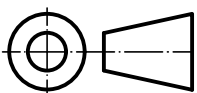
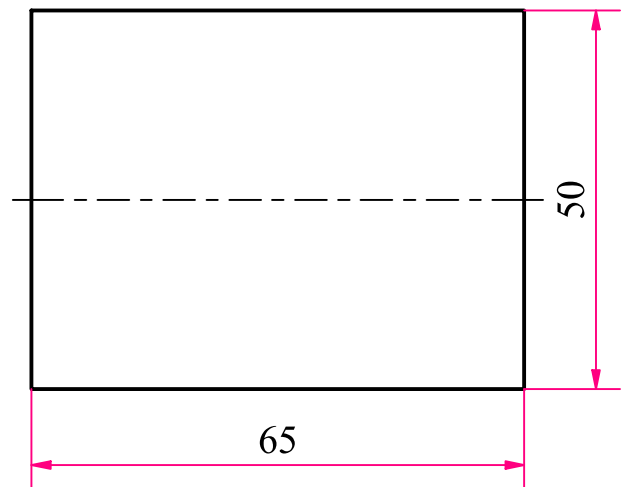
	Skala : 1 : 5	Digambar : I Made Rai Gunawan	Keterangan	
	Satuan Ukuran : mm	Nim : 2015213006		
	Tanggal : 18 Agustus 2023	Diperiksa : Dosen Pembimbing I dan II		
POLITEKNIK NEGERI BALI	PLAT DUDUKAN BEARING SUMBU Z	NO. 13	A4	



TAMPAK DEPAN



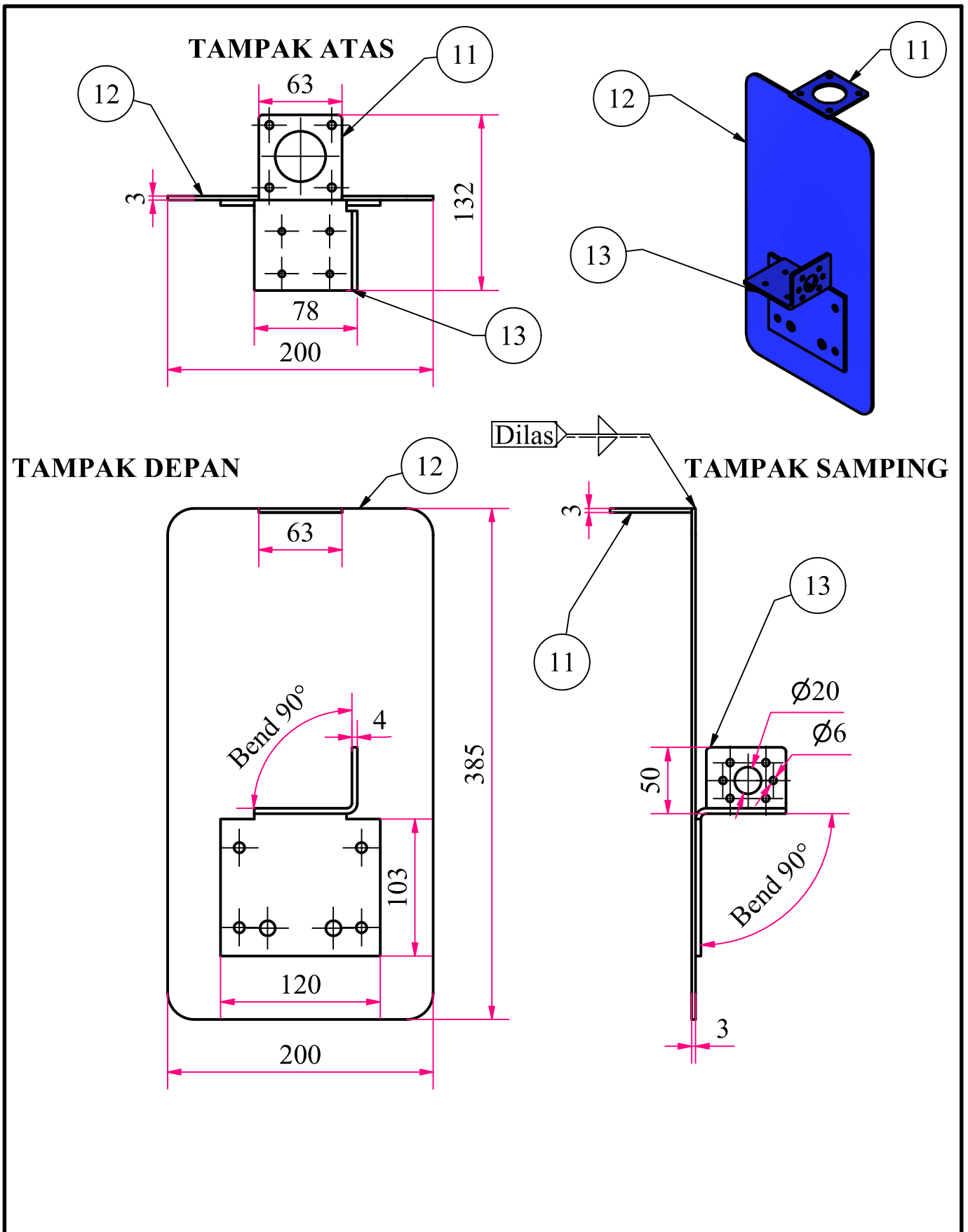
TAMPAK SAMPING



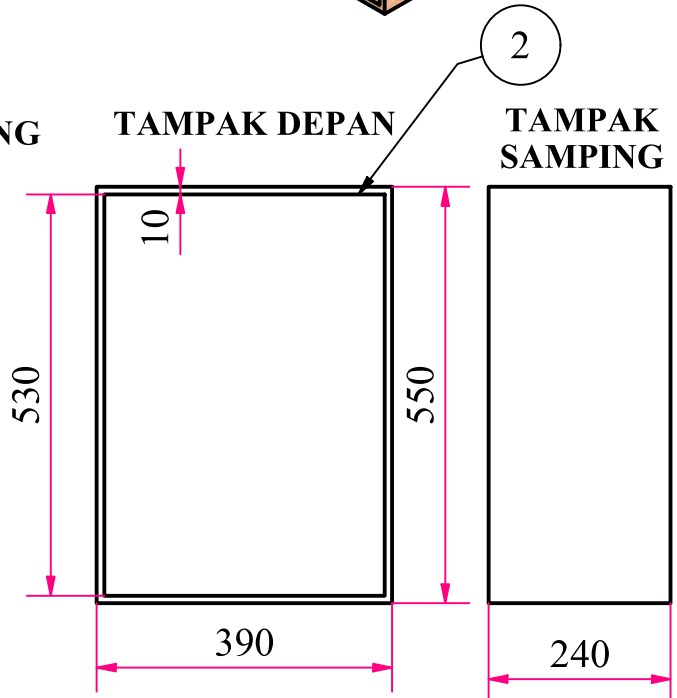
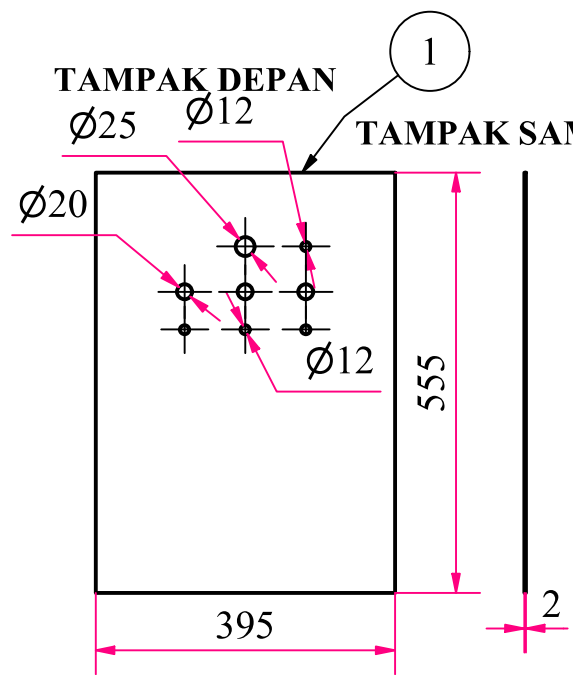
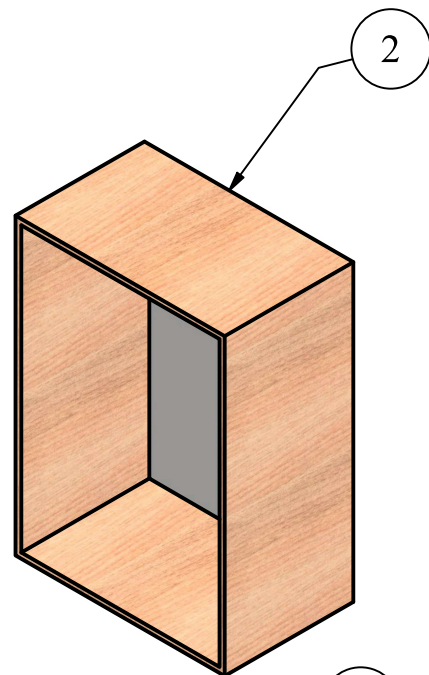
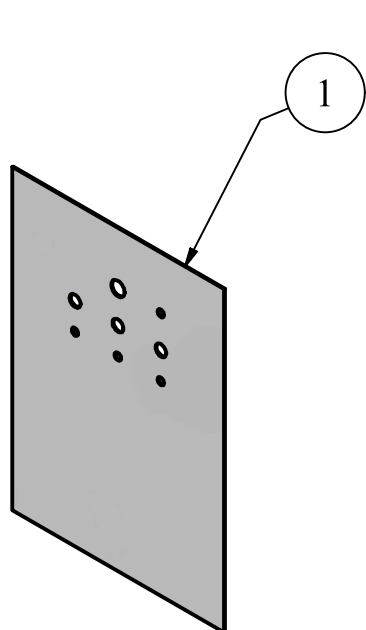
Skala : 1 : 1
 Satuan Ukuran : mm
 Tanggal : 18 Agustus 2023

Digambar : I Made Rai Gunawan
 Nim : 2015213006
 Diperiksa : Dosen Pembimbing I dan II

Keterangan



11	1	Dudukan Motor Stepper Z	Plat Besi	63x64x3	Dibuat
13	1	Dudukan Plat Sumbu Z	Plat Besi	172x146x4	Dibuat
12	1	Plat Dudukan Sumbu Z	Plat Besi	385x200x3	Dibuat
No.	Jumlah	Nama Komponen	Bahan	Ukuran	Keterangan
	Skala : 1 : 5		Digambar : I Made Rai Gunawan		Keterangan
	Satuan Ukuran : mm		Nim : 2015213006		
	Tanggal : 18 Agustus 2023		Diperiksa : Dosen Pembimbing I dan II		
POLITEKNIK NEGERI BALI			RANGKA SUMBU Z KIT		ASSEMBLY A4



19	1	Kotak Elektrikal	Kayu Mahoni	390x530x10	Dibuat
20	1	Plat Panel Elektrikal Box	Aluminium	395x555x1	Dibuat
No.	Jumlah	Nama Komponen	Bahan	Ukuran	Keterangan
	Skala : 1 : 10		Digambar : I Made Rai Gunawan		Keterangan
	Satuan Ukuran : mm		Nim : 2015213006		
	Tanggal : 18 Agustus 2023		Diperiksa : Dosen Pembimbing I dan II		
POLITEKNIK NEGERI BALI			PANEL KELISTRIKAN KIT		ASSEMBLY A4