



© 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



**MODIFIKASI MESIN MIXING KOMPOSIT HYBRID MECHANIC
DAN MAGNETIC UNTUK PENCAMPURAN KOMPOSIT
BAGIAN: INTEGRASI MECHANICAL DAN MAGNETIC STIRRER**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Oleh:

Abdullah Azzam Ayyasy

NIM. 2302311024

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

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

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



MODIFIKASI MESIN MIXING KOMPOSIT HYBRID MECHANIC DAN MAGNETIC UNTUK PENCAMPURAN KOMPOSIT BAGIAN: INTEGRASI MECHANICAL DAN MAGNETIC STIRRER

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan Pendidikan
Diploma III Program Studi Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin

Oleh:

Abdullah Azzam Ayyasy

NIM. 2302311024

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI 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

“Terimakasih banyak kepada Allah SWT atas hal baik, dan hal-hal yang lebih baik.”

“Terima kasih banyak kepada kedua orang tua penulis yang senantiasa memberikan kepercayaan dan motivasi.”

“Terima kasih kepada diriku yang tetap semangat dalam menjalani setiap proses hingga sejauh ini.”

“Terimakasih banyak kepada The Cloves and The Tobacco, FSTVLST, Perunggu, Jenny, The Jeblogs, Rumahsakit, The Jansen, Pamungkas, Dongker, dan Morfem yang telah mengajarkan banyak rasa melalui bait-bait lirik yang indah.”

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

HALAMAN PERSETUJUAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

**MODIFIKASI MESIN MIXING KOMPOSIT HYBRID MECHANIC DAN
MAGNETIC UNTUK PENCAMPURAN KOMPOSIT
BAGIAN: INTEGRASI MECHANICAL DAN MAGNETIC STIRRER**

Oleh :

Abdullah Azzam Ayyasy

2302311024

Program Studi D-III Teknik Mesin

Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Pembimbing 2

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

NIP. 197707142008121005

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

NIP. 199809212024062001

Kepala Program Studi

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

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

**MODIFIKASI MESIN MIXING KOMPOSIT HYBRID MECHANIC DAN
MAGNETIC UNTUK PENCAMPURAN KOMPOSIT
BAGIAN: INTEGRASI MECHANICAL DAN MAGNETIC STIRRER**

Oleh :

Abdullah Azzam Ayyasy

NIM.2302311024

Program Studi Teknik Mesin Konsentrasi Produksi

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 28 Juli 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi Teknik Mesin Konsentrasi Produksi Jurusan Teknik Mesin.

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T., M.T., IWE. NIP. 197707142008121005	Ketua Penguji/ Moderator		Rabu, 28 Juli 2026
2.	Budi Yuwono, S.T. NIP. 196306191990031002	Dosen Penguji 1		Rabu, 28 Juli 2026
3.	Dr. Vika Rizkia, S.T., M.T. NIP. 198608302009122001	Dosen Penguji 2		Rabu, 28 Juli 2026

Depok, 28 Juli 2026
Disahkan oleh
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Fuad Zanuari, S.T., M.S.i
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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PERNYATAAN ORISINIL

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Abdullah Azzam Ayyasy

NIM : 2302311024

Program Studi : D-III Teknik Mesin

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam 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 di dalam Laporan Tugas Akhir telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Bekasi, 30 Juli 2026



Abdullah Azzam Ayyasy
NIM. 2302311024



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

MODIFIKASI MESIN MIXING KOMPOSIT HYBRID MECHANIC DAN MAGNETIC UNTUK PENCAMPURAN KOMPOSIT BAGIAN: INTEGRASI MECHANICAL DAN MAGNETIC STIRRER

Abdullah Azzam Ayyasy¹⁾, Muslimin¹⁾, Dhiya Luqyana¹⁾

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

Email : abdullah.azzam.ayyasy.tn23@stu.pnj.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini membahas perancangan stirrer multifungsi dengan sistem pengadukan magnetik dan mekanis untuk skala laboratorium. Penelitian dilatarbelakangi oleh keterbatasan magnetic stirrer dalam mengaduk bahan berviskositas tinggi serta kebutuhan alat yang lebih fleksibel. Tujuan penelitian adalah merancang stirrer multifungsi, menentukan spesifikasi komponen utama, dan menghasilkan rancangan yang aman digunakan. Metode yang digunakan meliputi studi literatur, studi lapangan, Voice of Customer (VOC), Quality Function Deployment (QFD), perhitungan teknis, dan pemodelan 3D menggunakan SolidWorks 2020. Hasil penelitian menunjukkan rancangan yang mengintegrasikan sistem pengadukan magnetik dan mekanis dengan pengaturan kecepatan putaran dan temperatur pemanasan. QFD digunakan untuk menentukan prioritas komponen utama, yaitu poros, motor listrik, dan impeller, sebagai dasar penentuan spesifikasi teknis. Rancangan juga dilengkapi sistem pengendalian uap untuk mendukung keselamatan penggunaan bahan kimia seperti kloroform.

Kata kunci: stirrer multifungsi, *magnetic stirrer*, *mechanical stirrer*, hot plate, box filter.



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

MODIFIKASI MESIN MIXING KOMPOSIT HYBRID MECHANIC DAN MAGNETIC UNTUK PENCAMPURAN KOMPOSIT BAGIAN: INTEGRASI MECHANICAL DAN MAGNETIC STIRRER

Abdullah Azzam Ayyasy¹⁾, Muslimin¹⁾, Dhiya Luqyana¹⁾

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

Email : abdullah.azzam.ayyasy.tn23@stu.pnj.ac.id

ABSTRACT

This study discusses the design of a multifunctional stirrer with magnetic and mechanical stirring systems for laboratory-scale applications. The study was motivated by the limitations of conventional magnetic stirrers in mixing high-viscosity materials and the need for a more flexible device. The objectives of this study are to design a multifunctional stirrer, determine the specifications of the main components, and produce a design that is safe for laboratory use. The methods employed include literature review, field study, Voice of Customer (VOC), Quality Function Deployment (QFD), technical calculations, and three-dimensional modeling using SolidWorks 2020. The results show a design that integrates magnetic and mechanical stirring systems with adjustable rotational speed and heating temperature. QFD was used to determine the priority of the main components, namely the shaft, electric motor, and impeller, as the basis for determining the technical specifications. The design is also equipped with a vapor control system to enhance safety when handling chemicals such as chloroform.

Keywords: multifunctional stirrer, magnetic stirrer, mechanical stirrer, hot plate, filter box.



Hak Cipta :

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

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "MODIFIKASI MESIN MIXING KOMPOSIT HYBRID MECHANIC DAN MAGNETIC UNTUK PENCAMPURAN KOMPOSIT, BAGIAN: INTEGRASI MECHANICAL DAN MAGNETIC STIRRER" dengan baik. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat, dan seluruh umatnya hingga akhir zaman. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Program Studi D3 Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin. Penyusunan Tugas Akhir ini bertujuan untuk merancang sebuah stirrer multifungsi yang mengintegrasikan sistem pengadukan magnetik (*magnetic stirrer*) dan pengadukan mekanis (*mechanical stirrer*) dalam satu perangkat sehingga dapat digunakan sebagai alat pengaduk yang fleksibel dan sesuai untuk berbagai kebutuhan proses pengadukan pada skala laboratorium.

Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa penyelesaiannya tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, doa, motivasi, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si., selaku Kepala Jurusan Teknik Mesin.
2. Nabila Yudisha, S.T., M.T., selaku Kepala Program Studi D3 Teknik Mesin.
3. Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T., M.T., IWE., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan, saran, dan motivasi selama penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Dhiya Luqyana, S.Tr.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, masukan, dan saran sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. Seluruh dosen, staf akademik, dan teknisi Laboratorium Jurusan Teknik Mesin yang telah memberikan ilmu pengetahuan, pengalaman, serta bantuan selama penulis menempuh pendidikan.



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

6. Teman-teman M23 yang senantiasa memberikan dukungan, motivasi, semangat, kebersamaan, serta saling membantu selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.
7. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah memberikan bantuan, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih memiliki keterbatasan dan jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi penyempurnaan Tugas Akhir ini di masa mendatang. Akhir kata, penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca

Bekasi, 30 Juli 2026

Abdullah Azzam Ayyasy
NIM. 2302311024

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

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

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINIL.....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penulisan Tugas Akhir	5
1.6 Metode Penulisan Tugas Akhir	5
1.7 Sistematika Penulisan Tugas Akhir.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Stirrer.....	7
2.2 Magnetic Stirrer.....	7
2.3 Mechanical Stirrer	8
2.4 Hot Plate	9
2.5 Motor Listrik	10
2.6 Impeller	11
2.7 Gelas Kimia (Beaker Glass).....	11
2.8 Rangka Galvanis.....	12
2.9 Box Filter.....	13
2.10 Purposive Sampling	14



Hak Cipta :

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

2.11 Quality Function Deployment (QFD) Fase 1 (House of Quality).....	15
2.11.1 Importance Rating	16
2.11.2 Absolute Importance	17
2.11.3 Relative Importance	18
2.12 Quality Function Deployment (QFD) Fase 2 (Part Deployment).....	18
2.12.1 Part Kritis dan Hubungan Antar Part Kritis	19
2.12.2 Tingkat Kesulitan (Level of Difficulty).....	19
2.12.2 Derajat Kepentingan (Degree of Importance).....	20
2.12.3 Penentuan RPM	21
2.12.4 Penentuan Torsi.....	22
2.12.5 Penentuan Dimensi Stirrer	26
2.12.6 Penentuan Daya Pemanans.....	29
2.13 Quality Function Deployment (QFD) Fase 3 (Process Planning).....	31
2.13.1 Identifikasi Critical Parts Terpilih	32
2.13.2 Bobot Relatif <i>Critical Parts</i> Terpilih.....	32
2.13.3 Bobot kepentingan <i>Critical Process</i>	33
BAB III METODELOGI Pengerjaan Tugas Akhir	34
3.1 Diagram Alir Pengerjaan	34
3.2 Penjelasan Langkah Kerja	35
3.3 Metode Penyelesaian Masalah.....	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	43
4.1 QFD Fase 1 (House of Quality)	43
4.1.1 Identifikasi <i>Voice of Customer</i>	43
4.1.2 Importance Rating.....	44
4.1.3 Technical Response.....	45
4.1.4 House of Quality Fase 1	46
4.1.5 Penentuan Target.....	48
4.1.6 Prioritas Technical Response.....	49
4.2 QFD Fase 2 (Part Deployment)	50
4.2.1 Penentuan part kritis.....	51
4.2.2 Hubungan Antar Part Kritis	52



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

4.2.3 Penentuan Tingkat Kesulitan (<i>Level of Difficulty</i>).....	53
4.2.4 Penentuan Derajat Kepentingan	54
4.2.5 Matriks House of Quality (HOQ) Fase II	55
4.2.6 Penentuan RPM	57
4.2.7 Penentuan Torsi.....	59
4.2.8 Penentuan Dimensi Stirrer	63
4.2.9 Penentuan Daya Pemanas.....	68
4.3 QFD Fase 3 (Process Planning)	71
4.3.1 Identifikasi Critical Parts Terpilih	71
4.3.2 Rencana Proses Produksi	75
4.3.3 Matriks House of Quality (HOQ) Fase III.....	78
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	79
5.1 Kesimpulan.....	79
5.2 Saran.....	80
DAFTAR PUSTAKA.....	82
LAMPIRAN	89

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

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

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Daftar Voice of Customer	43
Tabel 4. 2 Nilai Bobot.....	44
Tabel 4. 3 Penentuan Target.....	49
Tabel 4. 4 Prioritas Technical Response	50
Tabel 4. 5 Part Kritis	51
Tabel 4. 6 Nilai Hubungan Antar Part Kritis	53
Tabel 4. 7 Nilai Tingkat Kesulitan	54
Tabel 4. 8 Degree of Importance	55
Tabel 4. 9 Nilai Kepentingan Part Kritis	74
Tabel 4. 10 Bobot Relatif Critical part terpilih	75
Tabel 4. 11 Process Planning	76
Tabel 4. 12 Hubungan Critical Parts dengan proses	77
Tabel 4. 13 Bobot Kepentingan dan Prioritas	77



Hak Cipta :

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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Stirrer	7
Gambar 2. 2 Magnetic Stirrer	8
Gambar 2. 3 Mechanical Stirrer.....	9
Gambar 2. 4 Hot Plate	10
Gambar 2. 5 Motor Listrik.....	10
Gambar 2. 6 Impeller	11
Gambar 2. 7 Gelas Kimia	12
Gambar 2. 8 Hollow Galvanized	13
Gambar 2. 9 Karbon Aktif	14
Gambar 2. 10 Box Filter	14
Gambar 2. 11 House of Quality	16
Gambar 3. 1 Diagram Alir	34
Gambar 4. 1 House of Quality (HOQ) Fase I	47
Gambar 4. 2 House of Quality (HOQ) Fase II.....	56
Gambar 4. 3 House of Quality (HOQ) Fase III	78



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

Proses pengadukan merupakan salah satu tahapan penting dalam kegiatan praktikum dan penelitian di laboratorium kimia untuk memperoleh campuran yang homogen, Campuran homogen merupakan suatu larutan yang komponen penyusunnya terdistribusi secara merata sehingga setiap partikel tidak dapat dibedakan satu sama lain. Karakteristik campuran ini ditandai dengan warna yang seragam serta konsentrasi yang konsisten pada seluruh bagian larutan [1]. Peralatan yang umum digunakan adalah magnetic stirrer atau hot plate magnetic stirrer karena praktis dan mudah dioperasikan pada skala laboratorium. Namun, penggunaan alat tersebut masih memiliki beberapa keterbatasan, terutama pada pengadukan larutan dengan volume lebih besar maupun viskositas yang meningkat, sehingga diperlukan alternatif sistem pengadukan yang lebih fleksibel.

Senyawa alkil halida yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari adalah sebagai bahan pelarut contohnya kloroform (CHCl_3). Kloroform merupakan bahan yang berbau khas, selain sebagai pelarut kloroform digunakan juga sebagai bahan anestetik. Kloroform (CHCl_3) yang merupakan bahan pelarut dapat mengakibatkan kerusakan hati bila dihirup berlebihan [2]. Kloroform bersifat mudah menguap dan menghasilkan uap yang berbahaya apabila terhirup dalam konsentrasi tertentu. Kloroform (CHCl_3) disebut bersama CCl_4 dan APAP sebagai hepatotoksin klasik yang menyebabkan kematian hewan dalam 12–24 jam pada dosis letal [3]. Pada proses pengadukan menggunakan gelas beker berkapasitas 250 mL, potensi bahaya yang dapat terjadi antara lain percikan cairan, tumpahan larutan, serta penyebaran uap kloroform ke lingkungan kerja. Risiko tersebut dapat meningkat apabila pengadukan berlangsung pada putaran tinggi atau kondisi pengadukan tidak stabil, sehingga aspek keselamatan pengguna menjadi perhatian utama dalam perancangan peralatan laboratorium.



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

Magnetic stirrer bekerja melalui kopling medan magnet yang terjadi antara magnet penggerak di luar bejana reaksi dan *stir bar* di dalam bejana. Kopling ini menggerakkan *stir bar* untuk berputar sehingga menghasilkan pusaran (*vortex*) pada larutan. *Stir bar* pada magnetic stirrer konvensional menggunakan konfigurasi magnet bersegmen, yang dapat memunculkan sejumlah keterbatasan, seperti terjadinya kehilangan sinkronisasi (*desynchronization*) dan kesulitan dalam mempertahankan posisi *stir bar* di bagian tengah wadah (*centering difficulties*)[4]. Bertambahnya viskositas fluida menyebabkan resistansi terhadap putaran *stir bar* semakin besar, sehingga timbul keterlambatan sudut (*angular lag*) antara *stir bar* dengan magnet penggerak. Selain itu, pada viskositas tinggi ($\geq 1 \text{ Pa}\cdot\text{s}$), gaya magnet menjadi tidak cukup untuk mempertahankan putaran *stir bar* secara stabil [5]. Di sisi lain, Fluida dengan viskositas tinggi memerlukan sistem pengadukan mekanis yang mampu menghasilkan torsi besar serta menggunakan impeller khusus agar proses pencampuran tetap efektif [6]. tetapi biasanya tidak terintegrasi dengan sistem pengadukan magnetik dalam satu perangkat.

Selain keterbatasan fungsi pengadukan, sebagian besar alat yang tersedia belum secara khusus dirancang untuk meningkatkan keselamatan saat menangani bahan kimia volatil seperti kloroform. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan alat yang tidak hanya mampu melakukan pengadukan secara efektif, tetapi juga mempertimbangkan aspek keselamatan, seperti stabilitas bejana, pengurangan risiko percikan, serta perlindungan pengguna dari paparan bahan kimia selama proses pengadukan.

Modifikasi merupakan proses melakukan perubahan pada komponen atau sistem suatu mesin untuk memperoleh peningkatan performa sesuai tujuan yang diinginkan [7]. Modifikasi merupakan konsep pengembangan produk melalui penambahan atau perubahan komponen sehingga menghasilkan karakteristik dan nilai tambah baru [8]. Modifikasi merupakan proses perbaikan dan pengembangan produk atau alat kerja melalui perubahan desain untuk meningkatkan fungsi, kenyamanan, dan produktivitas [9]. Desain produk baru



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

tidak selalu berupa produk yang benar-benar baru, tetapi dapat berupa revisi atau penyempurnaan terhadap produk yang telah ada untuk memenuhi kebutuhan pasar [10]. Pengembangan produk diperlukan agar suatu produk tetap mampu memenuhi kebutuhan pelanggan dan mempertahankan daya saing melalui proses inovasi yang berkelanjutan [11]. Proses pengembangan produk dilakukan berdasarkan analisis kebutuhan konsumen sejak tahap awal sehingga rancangan yang dihasilkan lebih sesuai dengan keinginan pengguna [12].

Parameter desain diperoleh dari kebutuhan pelanggan (*voice of customer*) yang kemudian diterjemahkan ke dalam spesifikasi material, spesifikasi komponen, dan proses kerja sebagai dasar pengembangan rancangan mesin [13]. Pada penelitian ini, parameter rancangan dikelompokkan menjadi tiga aspek utama, yaitu keselamatan (*safety*), kinerja mesin (*machine performance*), dan kemudahan penggunaan (*usability*).

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan memodifikasi stirrer yang aman, dan dapat di integrasi antara sistem pengadukan magnetik dan mekanis untuk skala laboratorium menggunakan pendekatan QFD (*Quality Function Deployment*), QFD (*Quality Function Deployment*) digunakan untuk mengembangkan produk berdasarkan kebutuhan dan keinginan konsumen sehingga atribut yang menjadi prioritas pelanggan dapat diterjemahkan ke dalam karakteristik teknis produk [14]. Modifikasi yang dihasilkan diharapkan mampu digunakan pada gelas beker berkapasitas 250 mL, memberikan fleksibilitas untuk berbagai jenis pengadukan, serta meningkatkan aspek keselamatan pengguna, khususnya pada proses pengadukan bahan kimia seperti kloroform.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang stirrer multifungsi yang mengintegrasikan sistem pengadukan magnetik (*magnetic stirrer*) dan pengadukan mekanis (*mechanic stirrer*) dalam satu perangkat untuk skala laboratorium?



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. Bagaimana menentukan komponen utama yang sesuai agar stirrer multifungsi dapat bekerja secara optimal sesuai kebutuhan laboratorium?
3. Bagaimana menghasilkan rancangan stirrer multifungsi yang mendukung aspek keselamatan kerja pada proses pengadukan bahan kimia berbahaya yang mudah menguap?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan Tugas Akhir ini adalah:

1. Merancang stirrer multifungsi dengan sistem pengadukan magnetik dan mekanis untuk skala laboratorium.
2. Menentukan desain dan spesifikasi komponen utama alat.
3. Menghasilkan rancangan stirrer multifungsi yang mendukung keselamatan kerja di laboratorium melalui penerapan sistem pengendalian uap.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tugas Akhir berfokus pada aspek modifikasi stirrer multifungsi untuk skala laboratorium.
2. Alat yang dirancang menggabungkan sistem pengadukan magnetik (*magnetic stirrer*) dan pengadukan mekanis (*mechanic stirrer*) dalam satu perangkat.
3. Kapasitas maksimum wadah atau gelas kimia yang digunakan adalah 250 mL.
4. Modifikasi meliputi desain mekanik, pemilihan komponen, sistem penggerak, serta integrasi kedua metode pengadukan.
5. Alat dilengkapi dengan sistem pengaturan kecepatan putaran (*RPM*) dan temperatur pemanasan (*hot plate*).



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

6. Modifikasi mempertimbangkan aspek keselamatan kerja sehingga memungkinkan penggunaan pada proses yang melibatkan bahan kimia seperti kloroform.
7. Analisis dan perhitungan dalam penelitian ini hanya difokuskan pada penentuan spesifikasi komponen utama, meliputi sistem pengaduk, poros, impeller, motor penggerak, dan sistem pemanas berdasarkan metode QFD serta perhitungan teknik, tanpa melakukan analisis kekuatan struktur rangka maupun simulasi pembebanan konstruksi alat, dan tanpa membahas analisis kimia maupun karakteristik reaksi bahan yang diaduk.
8. Analisis dan perhitungan hanya dilakukan pada komponen yang dirancang, sedangkan komponen standar (off-the-shelf), seperti unit magnetic stirrer, tidak dianalisis maupun dirancang ula

1.5 Manfaat Penulisan Tugas Akhir

Manfaat penulisan Tugas Akhir ini adalah:

1. Mengetahui cara merancang stirrer yang terintegrasi.
2. Menghasilkan rancangan stirrer multifungsi yang aman.

1.6 Metode Penulisan Tugas Akhir

Metode yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah:

1. Melakukan studi literatur dari buku, jurnal, standar, dan referensi yang berkaitan dengan perancangan stirrer multifungsi.
2. Melakukan penyebaran kuesioner menggunakan Google Form untuk memperoleh data *Voice of Customer* (VOC) sebagai dasar identifikasi kebutuhan pengguna.
3. Menganalisis hasil kuesioner menggunakan metode *Quality Function Deployment* (QFD) untuk menerjemahkan kebutuhan pengguna menjadi karakteristik teknis 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4. Melakukan perhitungan teknik dan menentukan spesifikasi serta dimensi komponen alat.
5. Mendesain komponen menggunakan SolidWorks 2020.
6. Menyusun laporan Tugas Akhir.

1.7 Sistematika Penulisan Tugas Akhir

Sistematika penulisan Tugas Akhir ini disusun sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penulisan Tugas Akhir, metode penulisan Tugas Akhir, serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas teori-teori yang mendukung penelitian, meliputi magnetic stirrer, mechanical stirrer, sistem pemanas, motor listrik, komponen mekanik, dasar perancangan mesin, serta metode QFD Fase I, Fase II, dan Fase III.

BAB III METODOLOGI PERANCANGAN

Bab ini menjelaskan metode perancangan yang digunakan, identifikasi kebutuhan, penyusunan konsep desain, pemilihan komponen, perhitungan teknik, pembuatan gambar kerja, serta tahapan pembangunan alat.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil perancangan, hasil pembangunan alat, pengujian fungsional, analisis hasil pengujian, serta pembahasan mengenai kinerja stirrer multifungsi yang telah dibuat.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil perancangan dan pembangunan alat serta saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.



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 perancangan, pengembangan, dan pembahasan yang telah dilakukan mengenai integrasi sistem *mechanical stirrer* dan *magnetic stirrer* untuk mendukung proses pencampuran komposit pada skala laboratorium, dapat disimpulkan bahwa proses perancangan telah dilakukan secara sistematis dengan mempertimbangkan kebutuhan pengguna, karakteristik teknis, integrasi komponen, serta perhitungan teknis yang diperlukan dalam menentukan spesifikasi rancangan. Penerapan metode *Quality Function Deployment* (QFD) melalui penyusunan *House of Quality* (HOQ) digunakan sebagai dasar dalam menerjemahkan kebutuhan pengguna menjadi karakteristik teknis, yang selanjutnya digunakan dalam proses modifikasi dan perancangan mesin. Berdasarkan hasil perancangan dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Telah dihasilkan rancangan stirrer multifungsi yang mengintegrasikan sistem pengadukan *mechanical stirrer* dan *magnetic stirrer* dalam satu perangkat untuk mendukung proses pencampuran pada skala laboratorium.
2. Berdasarkan hasil identifikasi kebutuhan pengguna dan penyusunan *House of Quality* (HOQ), kebutuhan yang menjadi pertimbangan dalam proses modifikasi meliputi keamanan penggunaan, ketahanan terhadap korosi, kemudahan *maintenance*, kemampuan mengaduk bahan yang kental, dan ukuran alat yang ringkas. Kebutuhan tersebut selanjutnya diterjemahkan menjadi karakteristik teknis sebagai dasar dalam proses perancangan dan modifikasi alat.
3. Perancangan dan integrasi sistem meliputi *mechanical stirrer*, *magnetic stirrer*, sistem pemanas (*heater/hot plate*), serta sistem pengendalian



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

uap. Pemodelan komponen dan integrasi rancangan dilakukan menggunakan perangkat lunak SolidWorks 2020.

4. Penentuan spesifikasi komponen yang dirancang dan dimodifikasi dilakukan melalui perhitungan teknis yang meliputi penentuan kecepatan putaran (RPM), torsi pengadukan, dimensi *stirrer*, dan daya pemanas. Hasil perhitungan tersebut digunakan sebagai dasar dalam menentukan spesifikasi teknis komponen sesuai dengan kebutuhan proses pencampuran.
5. Komponen standar yang tersedia secara komersial, seperti unit *magnetic stirrer* dan *heater/hot plate*, dipilih berdasarkan spesifikasi produk yang tersedia dan disesuaikan dengan kebutuhan rancangan. Komponen tersebut tidak dilakukan perhitungan desain maupun analisis perpindahan panas secara rinci karena tidak mengalami modifikasi desain.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil perancangan dan pengembangan yang telah dilakukan, masih terdapat beberapa hal yang dapat dikembangkan lebih lanjut pada penelitian berikutnya. Pengembangan tersebut diharapkan dapat memberikan informasi tambahan mengenai penggunaan dan penerapan mesin *stirrer* multifungsi. Adapun saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya dapat melakukan analisis umur pakai dan keandalan komponen untuk mengetahui ketahanan alat dalam penggunaan jangka panjang.
2. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan rancangan mesin dengan skala kapasitas yang berbeda sehingga dapat diterapkan pada kebutuhan pencampuran dengan kapasitas yang lebih besar maupun lebih kecil.



© 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

3. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan mesin untuk dapat digunakan pada jenis material komposit lain dengan karakteristik viskositas dan temperatur proses yang berbeda.
4. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan variasi ukuran impeller yang disesuaikan dengan kapasitas gelas kimia atau bejana yang digunakan sehingga performa pengadukan dapat tetap optimal pada berbagai volume proses pencampuran.





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] I. Tri Harsoyo, M. Ulin Nuha ABA, B. Wahyudi, and D. Aji Firmansyach, "Hotplate Magnetic Stirrer Dilengkapi Pengatur Waktu, Suhu dan Kecepatan Melalui LCD Nextion," *J. Teor. dan Apl. Fis.*, vol. 12, no. 01, pp. 103–112, 2024, doi: 10.23960/jtaf.v12i1.14197.
- [2] A. P. Wardiyah, M.Si., "Kimia Organik Komprehensif," in *Kimia Organik Komprehensif*, Cetakan Pe., Jakarta: Pusat Pendidikan Sumber Daya Manusia Kesehatan, Badan Pengembangan dan Pemberdayaan Sumber Daya Manusia Kesehatan, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (PPSDM Kesehatan Kemenkes RI).
- [3] N. Kaplowitz and L. D. DeLeve, *Drug-induced liver disease, second edition*. 2007. doi: 10.1201/9780203909126.
- [4] J. Yan *et al.*, "Theoretical Analysis and Experimental Study on the Magnets' Structure of Magnetic Stirrer," *J. Magn.*, vol. 30, no. 4, pp. 533–543, 2025, doi: 10.4283/JMAG.2025.30.4.533.
- [5] D. Isakov and G. J. Gibbons, "Real-Time Rheological Monitoring With the Smart Stirrer," *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, vol. 73, pp. 1–6, 2024, doi: 10.1109/TIM.2024.3379413.
- [6] V. A. Atiemo-Obeng and R. V. Calabrese, *Rotor–Stator Mixing Devices*. 2004. doi: 10.1002/0471451452.ch8.
- [7] K. Haryana, N. A. Y. Pambayun, L. C. Yuswono, and Sukaswanto, "Jurnal Pendidikan Vokasi Otomotif, Volume 1 Nomor 1, November 2018," *J. Pendidik. Vokasi Otomotif*, vol. 1, no. November, pp. 66–76, 2018.
- [8] D. S. Wibowo, R. Riza, and P. Puspaputra, "Pengembangan Rear Diffuser City Car sebagai Komponen Modifikasi Berbasis Metode Reverse Engineering yang Didukung Teknologi 3D Scanning dan 3D Printing," vol. 10, no. 2, pp. 84–97, 2026, doi: 10.20885/ajie.vol10.iss2.art1.



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

- [9] A. Delfieco, F. J. Daywin, and Adianto, "Modifikasi Meja Packing Dengan Metode Reverse Engineering Dan Vdi 2221," *J. Mitra Tek. Ind.*, vol. 2, no. 3, pp. 287–298, 2023, doi: 10.24912/jmti.v2i3.28425.
- [10] S. Sihombing and D. Sitanggang, "Analisis Produk dan Jasa," *J. Ris. Akunt. dan Keuang.*, vol. 4, no. 2, pp. 137–156, 2018.
- [11] Jeni Carles and M. I. Miftahul, "Pengembangan produk resleting dengan metode quality function development," *JENIUS J. Terap. Tek. Ind.*, vol. 5, no. 1, pp. 22–32, 2024, doi: 10.37373/jenius.v5i1.723.
- [12] A. Indriati *et al.*, "Pengembangan Produk Rowe Luwa Menggunakan Metode Quality Function Deployment (Qfd)," *Agrointek*, vol. 15, no. 2, pp. 639–648, 2021, doi: 10.21107/agrointek.v15i2.9309.
- [13] I. D. Febryanto and S. D. Kartikasari, "Perancangan Mesin CNC Router 3 Axis Berbasis Metode Quality Function Deployment (QFD)," *Tekmapro J. Ind. Eng. Manag.*, vol. 17, no. 1, pp. 109–120, 2022, doi: 10.33005/tekmapro.v17i1.277.
- [14] R. Hidayat, M. Anggraini, and Sulastri, "Penerapan Metode Quality Function Deployment (Qfd) Dalam Pengembangan Produk Cutteristic," *Juti Unisi*, vol. 6, no. 1, pp. 33–38, 2022, doi: 10.32520/juti.v6i1.1718.
- [15] * Muhammad *et al.*, "Design Build a Hot Plate Magnetic Stirrer," *Int. J. Heal. Inf. Technol.*, no. 3, 2024.
- [16] M.Ali Imron Rosyidi, Imam Tri Harsoyo, and Patrisius Kusi Olla, "Heavy Dusty Over Head Stirrer Design and Construction," *J. Eng. Electr. Informatics*, vol. 5, no. 2, pp. 96–102, 2025, doi: 10.55606/jeei.v5i2.4715.
- [17] I. Made Agus Mahardiananta, I. Made Aditya Nugraha, P. A. M. Putra, and I. Gede Sura Adnyana, "Magnetic Stirrer with Speed Advisor and Timer Based on Microcontroller," *J. Robot. Control*, vol. 3, no. 1, pp. 18–25, 2022, doi: 10.18196/jrc.v3i1.11279.



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

- [18] C. Schirmer, R. W. Maschke, R. Pörtner, and D. Eibl, "An overview of drive systems and sealing types in stirred bioreactors used in biotechnological processes," *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, vol. 105, no. 6, pp. 2225–2242, 2021, doi: 10.1007/s00253-021-11180-7.
- [19] R. Alfita, A. Fiqhi Ibadillah, and D. Tri Laksono, "Seminar Nasional & Call for Paper Fakultas Sains dan Teknologi (SENASAINS 1 st)," *Procedia Eng. Life Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2021.
- [20] A. Setiawan, M. A. Hariyono, A. F. Habibi, and Gutrio, "Alat Monitoring Posisi Tulang Belakang Bagian Bawah Sebagai Pencegah Gejala Kifosis Postural Berbasis Arduino," *J. Electr. Eng.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–12, 2024, doi: 10.47134/jte.v1i2.3204.
- [21] J. Junaidi, H. W. Hesti, S. W. Sri, and S. Amir, "Kontrol Kecepatan dan Temperatur dengan Teknik Pulse Widht Modulation untuk Aplikasi Hotplate Stirrer Berbasis Arduino," *J. Fis. Flux J. Ilm. Fis. FMIPA Univ. Lambung Mangkurat*, vol. 17, no. 1, p. 37, 2020, doi: 10.20527/flux.v17i1.6634.
- [22] W. Zhang, Z. Gao, Q. Yang, S. Zhou, and D. Xia, "Study of novel punched-bionic impellers for high efficiency and homogeneity in pcm mixing and other solid-liquid stirs," *Appl. Sci.*, vol. 11, no. 21, 2021, doi: 10.3390/app11219883.
- [23] M. Jaszczur, A. Młynarczykowska, and L. Demurtas, "Effect of impeller design on power characteristics and Newtonian fluids mixing efficiency in a mechanically agitated vessel at low reynolds numbers," *Energies*, vol. 13, no. 3, 2020, doi: 10.3390/en13030640.
- [24] A. K. Sharma, "Laboratory Glassware Identification: Supervised Machine Learning Example for Science Students," *J. Comput. Sci. Educ.*, vol. 12, no. 1, pp. 8–15, 2021, doi: 10.22369/issn.2153-4136/12/1/2.
- [25] S. Markanda, "A Review Paper On Inclusive Applications Of Boro-Silicate Glasses," *Int. J. Res. Anal. Rev.*, vol. 10, no. 2, pp. 2348–2350, 2023,



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

[Online]. Available: www.ijrar.org

- [26] A. Wijaya and H. Wijaya, "EVALUASI PENGGUNAAN RANGKA BAJA HOLLOW SEBAGAI SISTEM Rumusan Masalah Tujuan," *JMTS J. Mitra Tek. Sipil*, vol. 7, no. 1, pp. 305–314, 2024.
- [27] A. Farooq, U. M. Chaudry, A. Saleem, K. M. Deen, K. Hamad, and R. Ahmad, "Sacrificial dissolution of zinc electroplated and cold galvanized coated steel in saline and soil environments: A comparison," *Materials (Basel)*, vol. 14, no. 4, pp. 1–17, 2021, doi: 10.3390/ma14040744.
- [28] M. Šmak, J. Kubíček, J. Kala, K. Podaný, and J. Vaněrek, "The influence of hot-dip galvanizing on the mechanical properties of high-strength steels," *Materials (Basel)*, vol. 14, no. 18, pp. 1–19, 2021, doi: 10.3390/ma14185219.
- [29] T. Dziubak, *Experimental Testing of Filter Materials for Two-Stage Inlet Air Systems of Internal Combustion Engines*, vol. 17, no. 11. 2024. doi: 10.3390/en17112462.
- [30] M. Angeles López-González, P. Morales-Landazábal, and G. Topa, "Psychodrama group therapy for social issues: A systematic review of controlled clinical trials," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 18, no. 9, 2021, doi: 10.3390/ijerph18094442.
- [31] R. Luo, S. Yang, Y. Zhou, P. Gao, and T. Zhang, "Spatial pattern analysis of a water-related ecosystem service and evaluation of the grassland-carrying capacity of the heihe river basin under land use change," *Water (Switzerland)*, vol. 13, no. 19, 2021, doi: 10.3390/w13192658.
- [32] S. K. Shukla, N. R. S. Al Mushaiqri, H. M. Al Subhi, K. Yoo, and H. Al Sadeq, "Low-cost activated carbon production from organic waste and its utilization for wastewater treatment," *Appl. Water Sci.*, vol. 10, no. 2, pp. 1–9, 2020, doi: 10.1007/s13201-020-1145-z.
- [33] M. A. Memon, R. Thurasamy, H. Ting, and J. H. Cheah, "Purposive



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

Sampling: a Review and Guidelines for Quantitative Research,” *J. Appl. Struct. Equ. Model.*, vol. 9, no. 1, pp. 1–23, 2025, doi: 10.47263/JASEM.9(1)01.

- [34] Dede and D. Firmansyah, “Teknik Pengambilan Sampel Umum dalam Metodologi,” *J. Ilm. Pendidik. Holistik*, vol. 1, no. 2, pp. 85–114, 2022.
- [35] L. R. Sharma and D. Ph, “International Journal of Atharva Choosing the Right Non-Probability Sampling Design in Research International Journal of Atharva,” vol. 4, no. 1, pp. 113–129, 2026, doi: 10.3126/ija.v4i1.92377.
- [36] Neysa Ivah Umma and Yitno Utomo, “Development of Generator Set Product Services Using Quality Function Deployment at PT X,” *J. Sist. Tek. Ind.*, vol. 25, no. 2, pp. 298–311, 2023, doi: 10.32734/jsti.v25i2.11890.
- [37] A. A. Mubarak and R. M. Sasongko, “MENERJEMAHAN VOICES OF THE CUSTOMER (VoC) KEDALAM INOVASI PRODUK MELALUI QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QFD) PADA UMKM KULINER,” *J. Econ. Bus. Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 206–221, 2023, doi: 10.32500/jebe.v4i2.4337.
- [38] R. S. Fia Mega and S. Zetli, “Redesign Kursi Bonceng Anak Yang Ergonomis Pada Kendaraan Roda Dua,” *Comput. Sci. Ind. Eng.*, vol. 9, no. 4, 2023, doi: 10.33884/comasiejournal.v9i4.7694.
- [39] L. Irawati and W. Handayani, “Usulan Perbaikan Desain Kemasan Menggunakan Metode Quality Function Deployment dan House Of Quality,” *Al-Kharaj J. Ekon. Keuang. Bisnis Syariah*, vol. 5, no. 4, pp. 1732–1738, 2022, doi: 10.47467/alkharaj.v5i4.1893.
- [40] D. Dwihatami and S. L. Siregar, “Implementasi Quality Function Deployment Melalui House of Quality Untuk Rencana Peningkatan Kualitas Website Learning Management System,” *J. Inf. Syst. Res.*, vol. 5, no. 4, pp. 1233–1241, 2024, doi: 10.47065/josh.v5i4.5199.
- [41] F. N. Falah, G. P. Adi, C. Saraswati, H. Prasetyo, M. Djunaidi, and R.



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

- Fitriadi, “Penetapan Spesifikasi Desain Body Composite untuk Urban Concept Berdasarkan Regulasi Kontes Mobil Hemat Energi 2018 Menggunakan Metode Quality Function Deployment (QFD),” *Proceeding 11th Univ. Res. Colloq. 2020 Bid. Sains dan Teknol.*, pp. 183–189, 2020.
- [42] R. Ginting, A. Ishak, and Widodo, “Prioritizing critical parts of crumb rubber product by using quality function deployment (QFD) phase II: Product design matrix,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 505, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/505/1/012090.
- [43] L. Northcutt, K. Migler, and A. Kotula, “Crystallization Kinetics during Materials Extrusion based Additive Manufacturing of Polycaprolactone,” *Annu. Tech. Conf. - ANTEC, Conf. Proc.*, vol. 2018-May, 2018, doi: 10.1016/j.polymer.2018.09.018.Effect.
- [44] C. J. Geankoplis, *Transport Processes and Unit Operations*, 2nd Editio. Boston, 1983.
- [45] P. Academy, S. Committee, and P. Engineering, “Chemical and Process Engineering - Inżynieria Chemiczna i Procesowa | Index Copernicus Journals Master List,” vol. 38, no. 4, 2017, [Online]. Available: <http://jml2012.indexcopernicus.com/abstract.php?icid=934586>
- [46] R. S. Khurmi and J. K. Gupta, “a Textbook of,” *Garden*, no. I, pp. 1087–1088, 2005.
- [47] Cengel Yunus A.; Cimbala John M., “Fluid Mechanics : Fundamentals and Applications INTRODUCTION AND BASIC CONCEPTS,” *Fluid Mech.*, p. 659, 2013.
- [48] J. Han *et al.*, “Surface Roughness and Biocompatibility of Polycaprolactone Bone Scaffolds: An Energy-Density-Guided Parameter Optimization for Selective Laser Sintering,” *Front. Bioeng. Biotechnol.*, vol. 10, no. July, pp. 1–12, 2022, doi: 10.3389/fbioe.2022.888267.
- [49] Halliday and Resnick, *Fundamental of Physics 10th Edition*, vol. 1. 2015.



© 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

- [50] Y. Ekawati, “Perencanaan proses produksi kemasan sirup wortel menggunakan metode,” *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 5, no. 2, pp. 104–111, 2017.
- [51] M. Kováčová, A. Vykydalová, and Z. Špitálský, “Polycaprolactone with Glass Beads for 3D Printing Filaments,” *Processes*, vol. 11, no. 2, pp. 1–13, 2023, doi: 10.3390/pr11020395.
- [52] B. Short, J., Williams, E., & Christie, *Digitized by the internet archive*, vol. 10, no. 2. 2011.





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

Daftar Pertanyaan dalam Kuesioner Google Form

1. Pengalaman yang berkaitan dengan penelitian ini
2. Apakah Saudara memenuhi kriteria sebagai pihak yang memahami proses perancangan atau penggunaan mesin stirrer?
3. Selama Bapak/Ibu/Saudara menggunakan mechanical stirrer maupun magnetic stirrer, kendala apa yang paling sering ditemui?
4. Menurut Bapak/Ibu/Saudara, apa saja kekurangan dari stirrer yang digunakan saat ini?
5. Jika mechanical stirrer dan magnetic stirrer diintegrasikan menjadi satu alat, apa yang Bapak/Ibu/Saudara harapkan dari alat tersebut?
6. Menurut Bapak/Ibu/Saudara, karakteristik apa yang paling penting agar alat dapat digunakan secara optimal dalam proses pencampuran komposit?
7. Apakah terdapat aspek yang menurut Bapak/Ibu/Saudara perlu diperbaiki dari stirrer yang ada saat ini? Jika ada, mohon dijelaskan.
8. Apakah terdapat kebutuhan atau masukan lain yang menurut Bapak/Ibu/Saudara penting untuk dipertimbangkan dalam perancangan alat ini?

Berikan penilaian terhadap tingkat kepentingan setiap kebutuhan (Customer Requirement) menurut Bapak/Ibu/Saudara dalam integrasi mechanical dan magnetic stirrer untuk pencampuran komposit.

Keterangan:

(Pilih salah satu)

- 1 = Sangat Tidak Penting
- 2 = Tidak Penting
- 3 = Cukup Penting
- 4 = Penting
- 5 = Sangat Penting

1. Ukuran alat yang ringkas
2. Tahan korosi
3. Mudah dilakukan maintenance
4. Aman digunakan
5. Mampu mengaduk bahan dengan viskositas tinggi

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



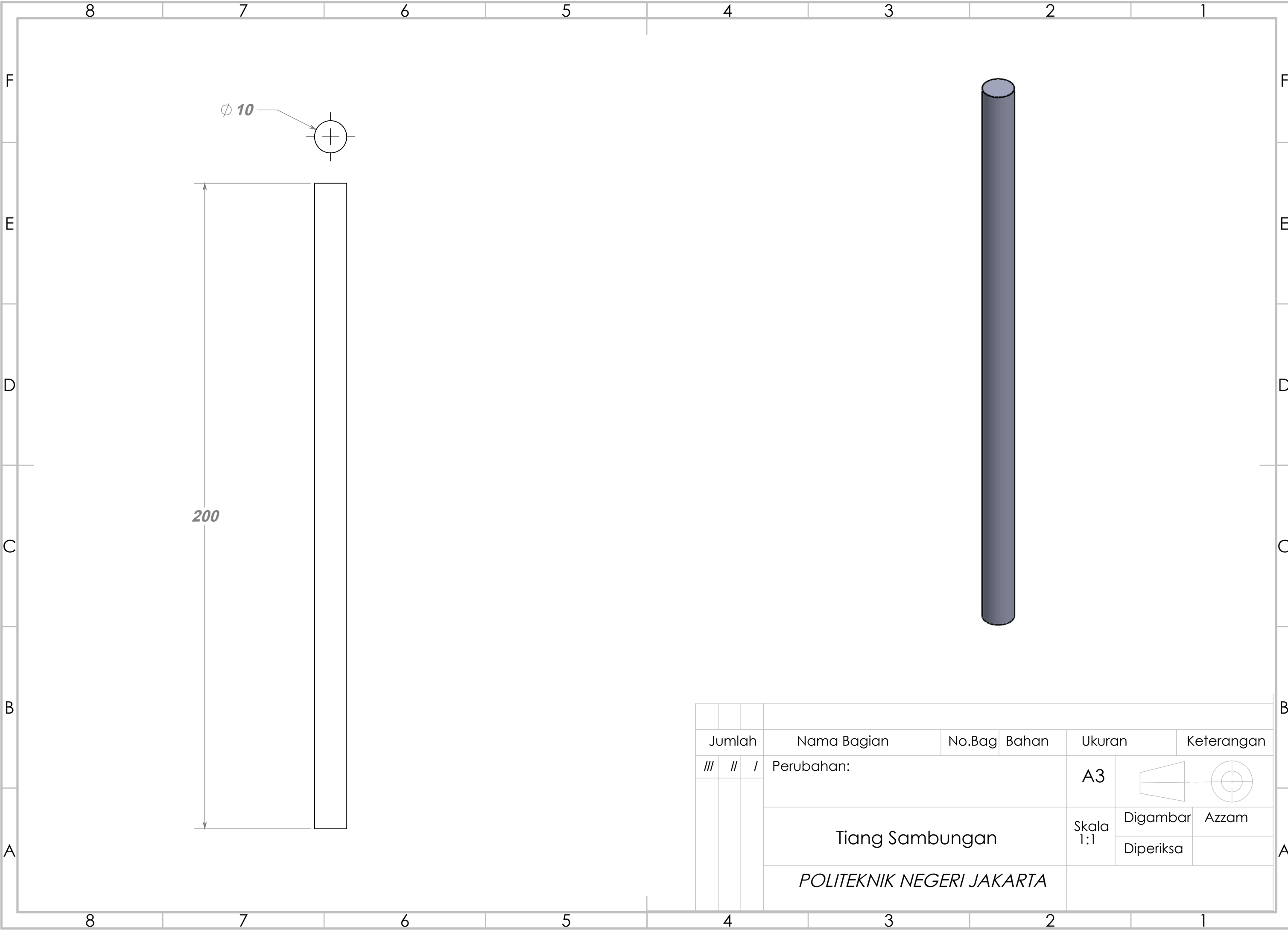
© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

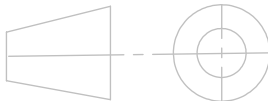
Hak Cipta :

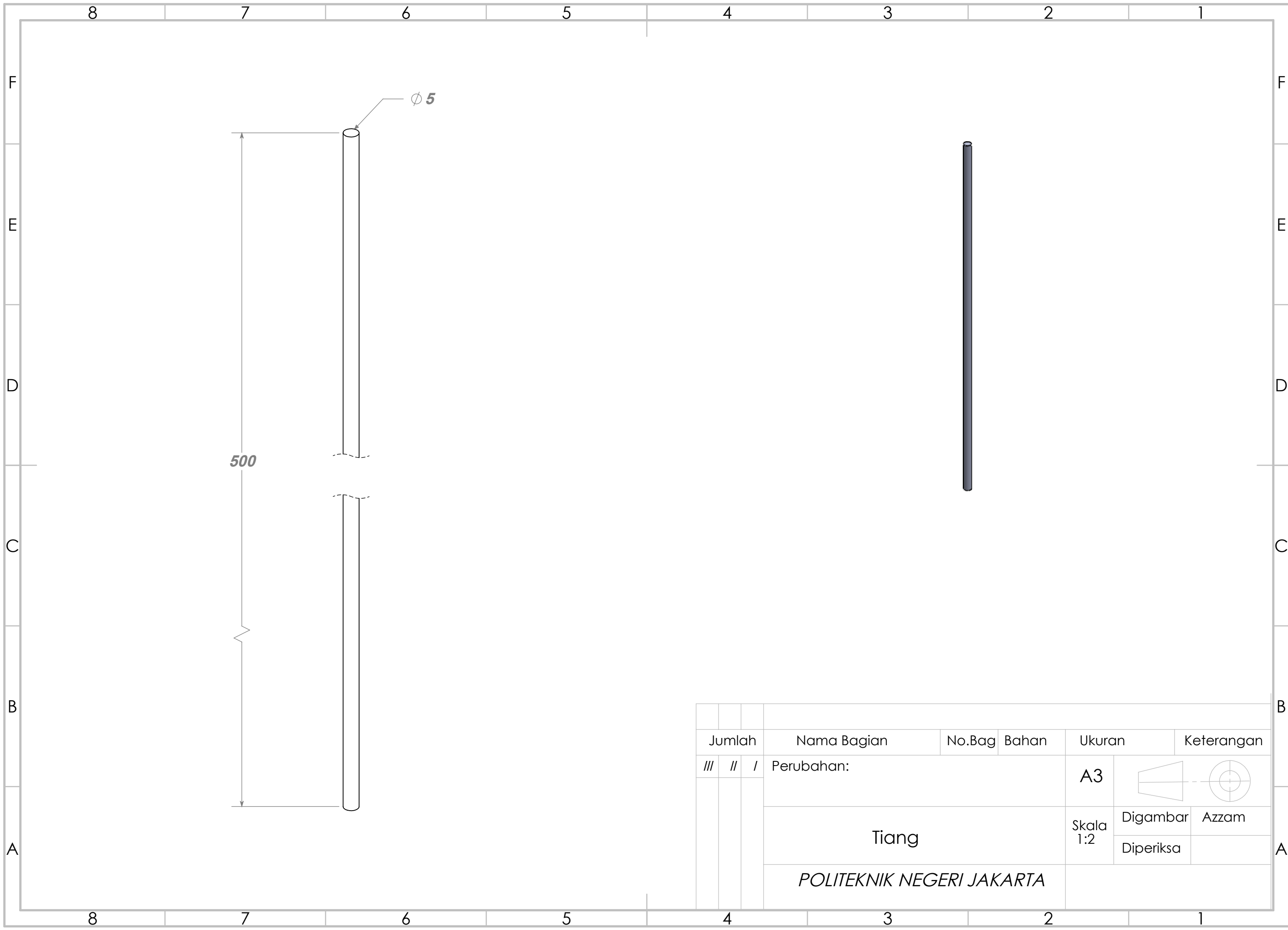
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

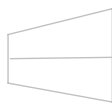


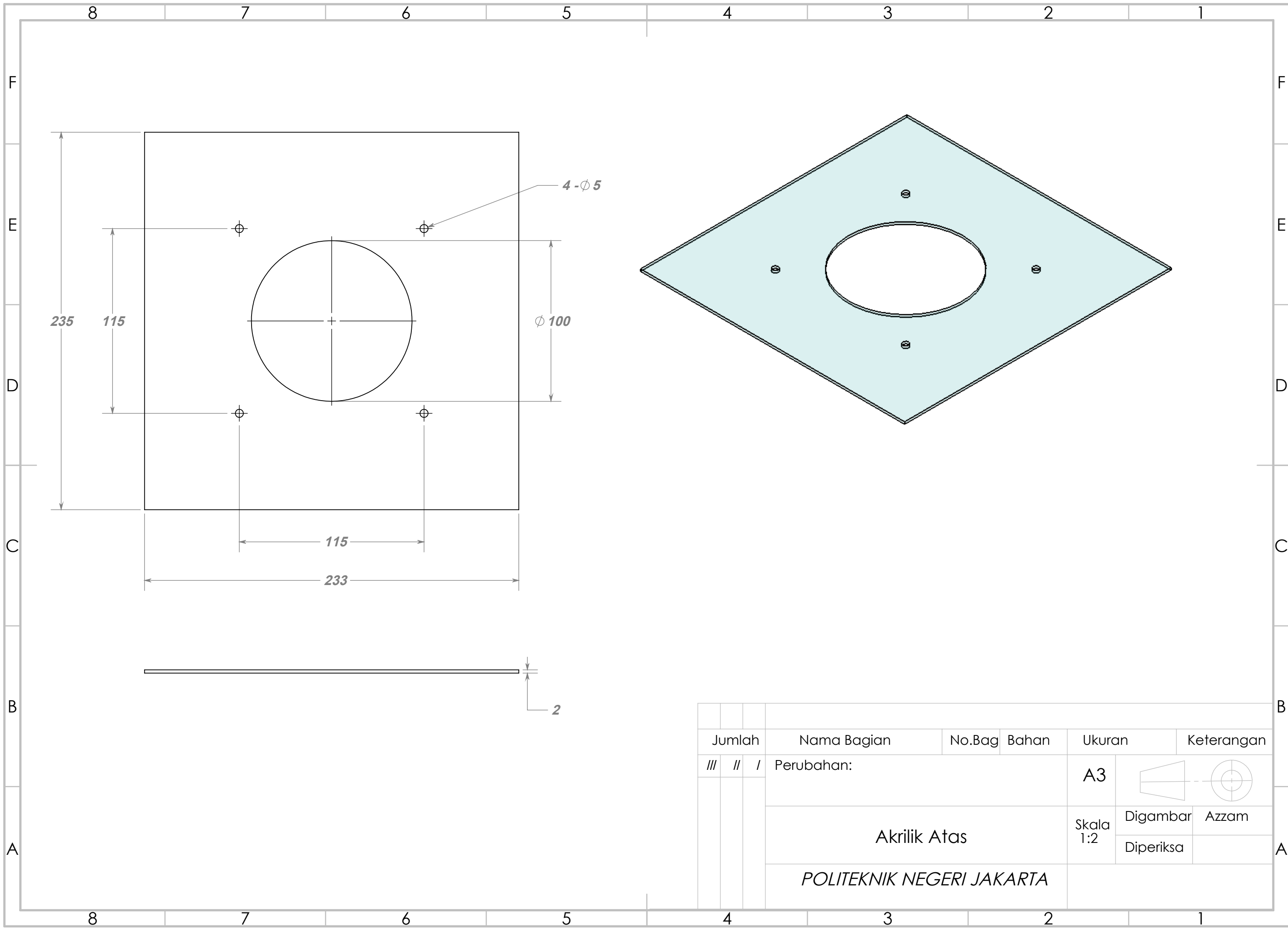
POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

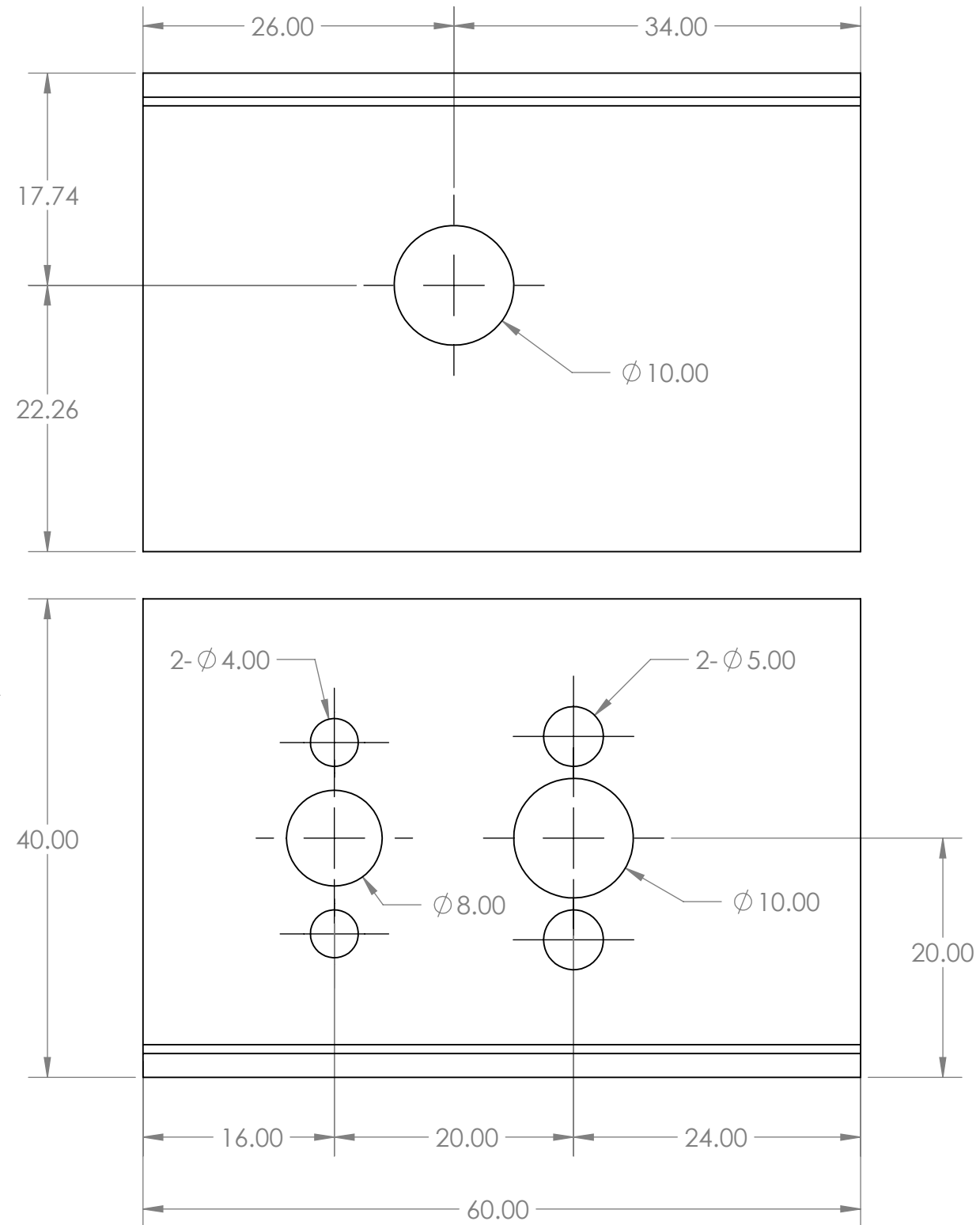
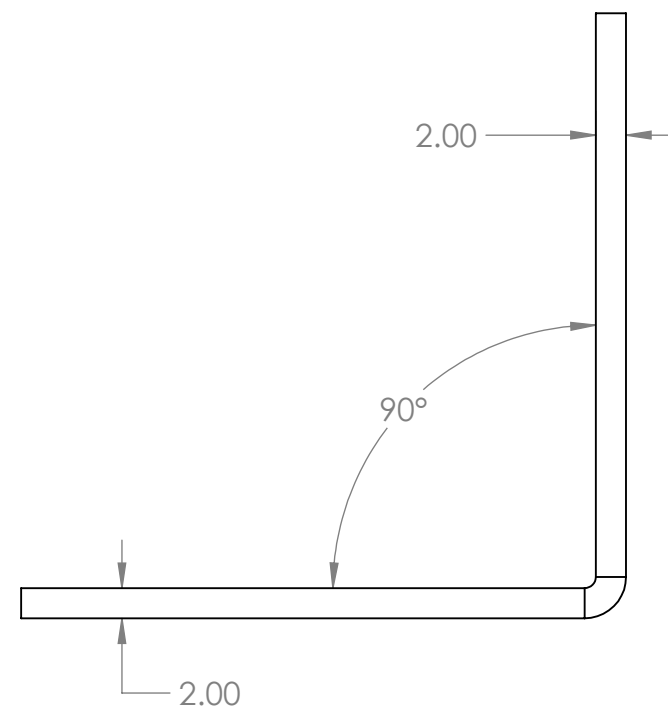


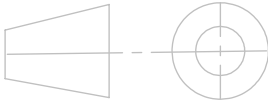
Jumlah			Nama Bagian		No.Bag	Bahan	Ukuran		Keterangan	
///	//	/	Perubahan:					A3		
			Tiang Sambungan					Skala 1:1	Digambar	Azzam
									Diperiksa	
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA										

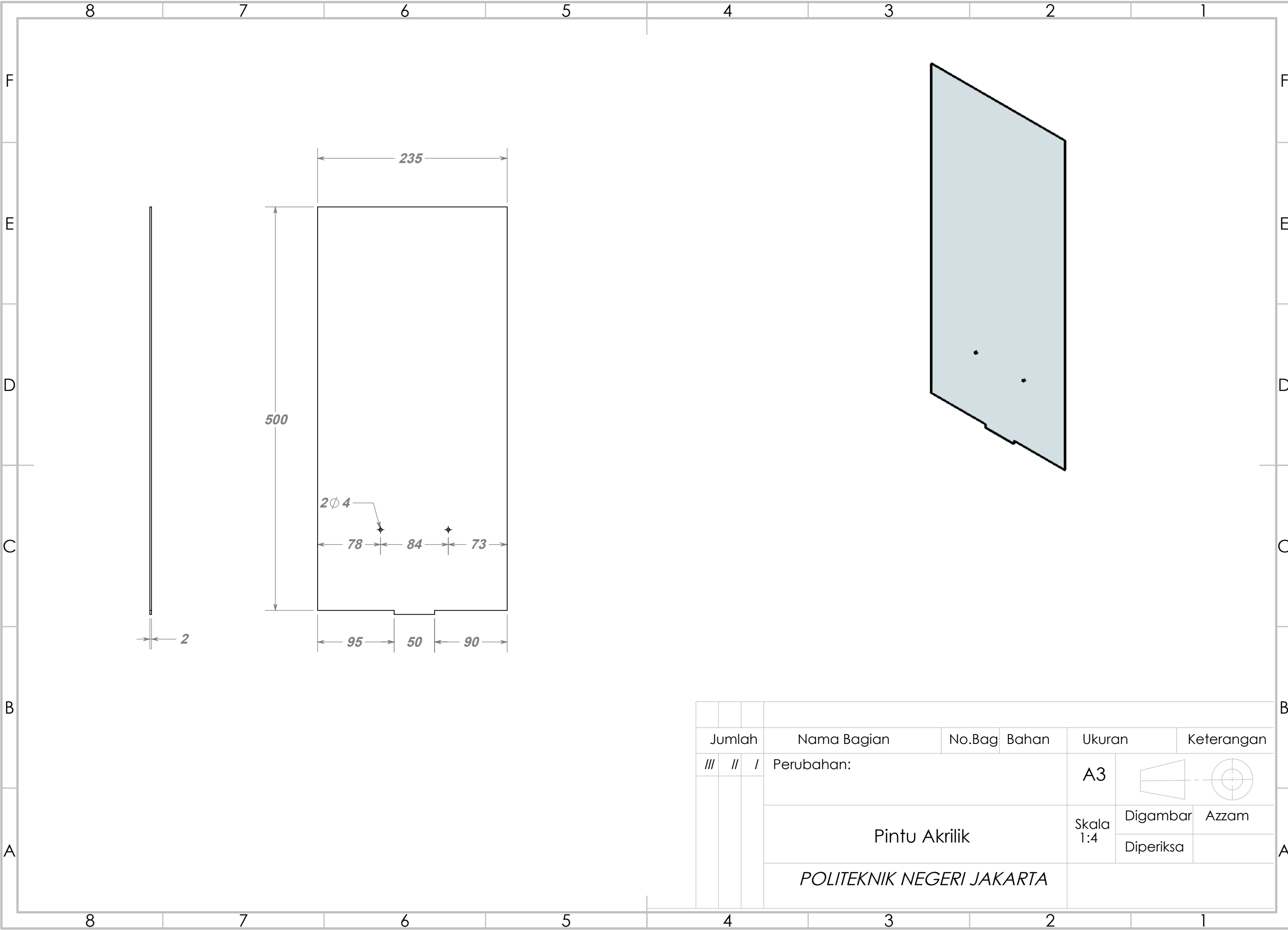


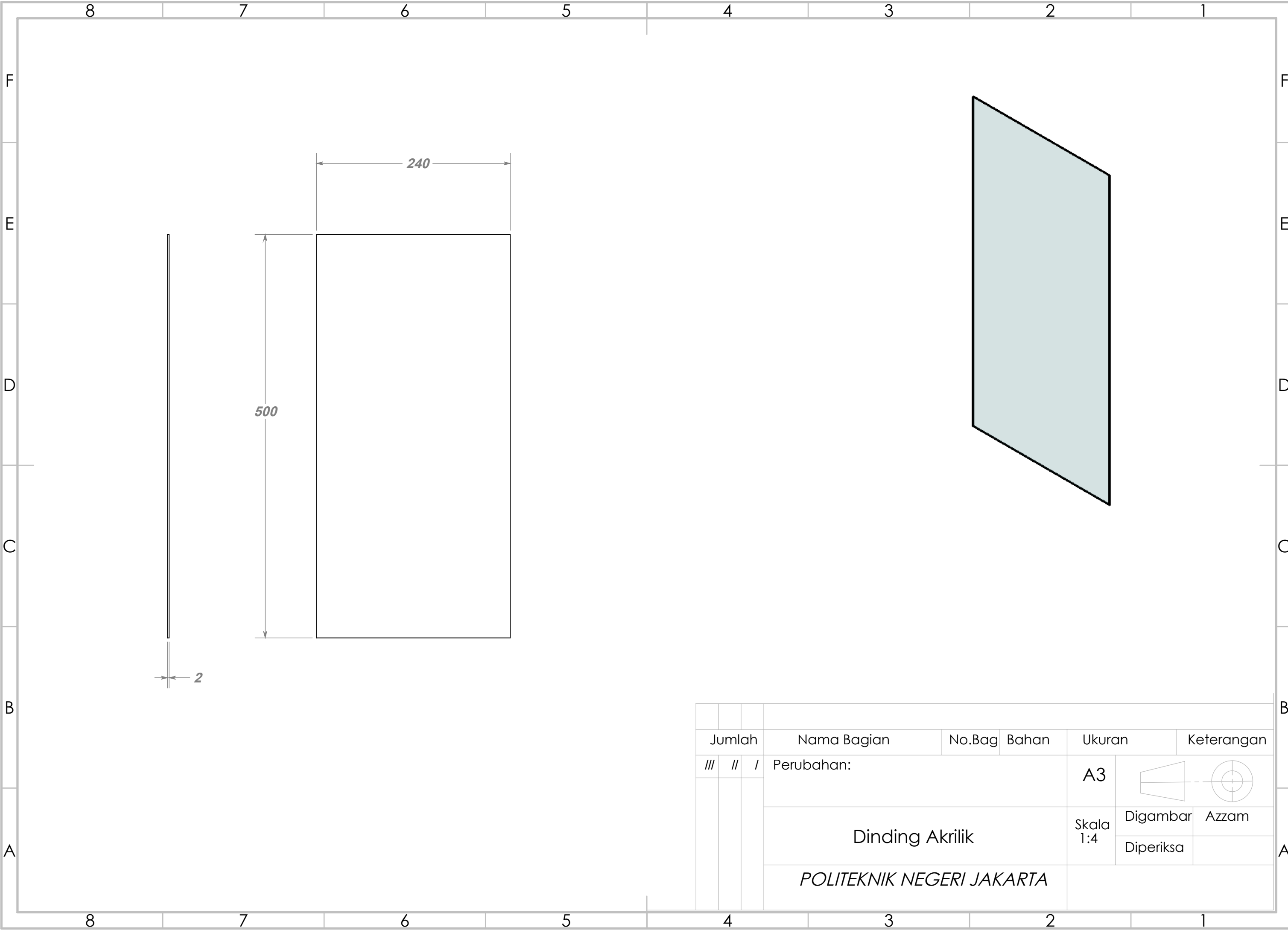
Jumlah			Nama Bagian		No.Bag	Bahan	Ukuran		Keterangan
///	//	/	Perubahan:				A3		
			Tiang				Skala 1:2	Digambar	Azzam
								Diperiksa	
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA									

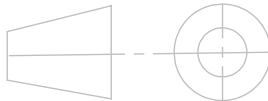


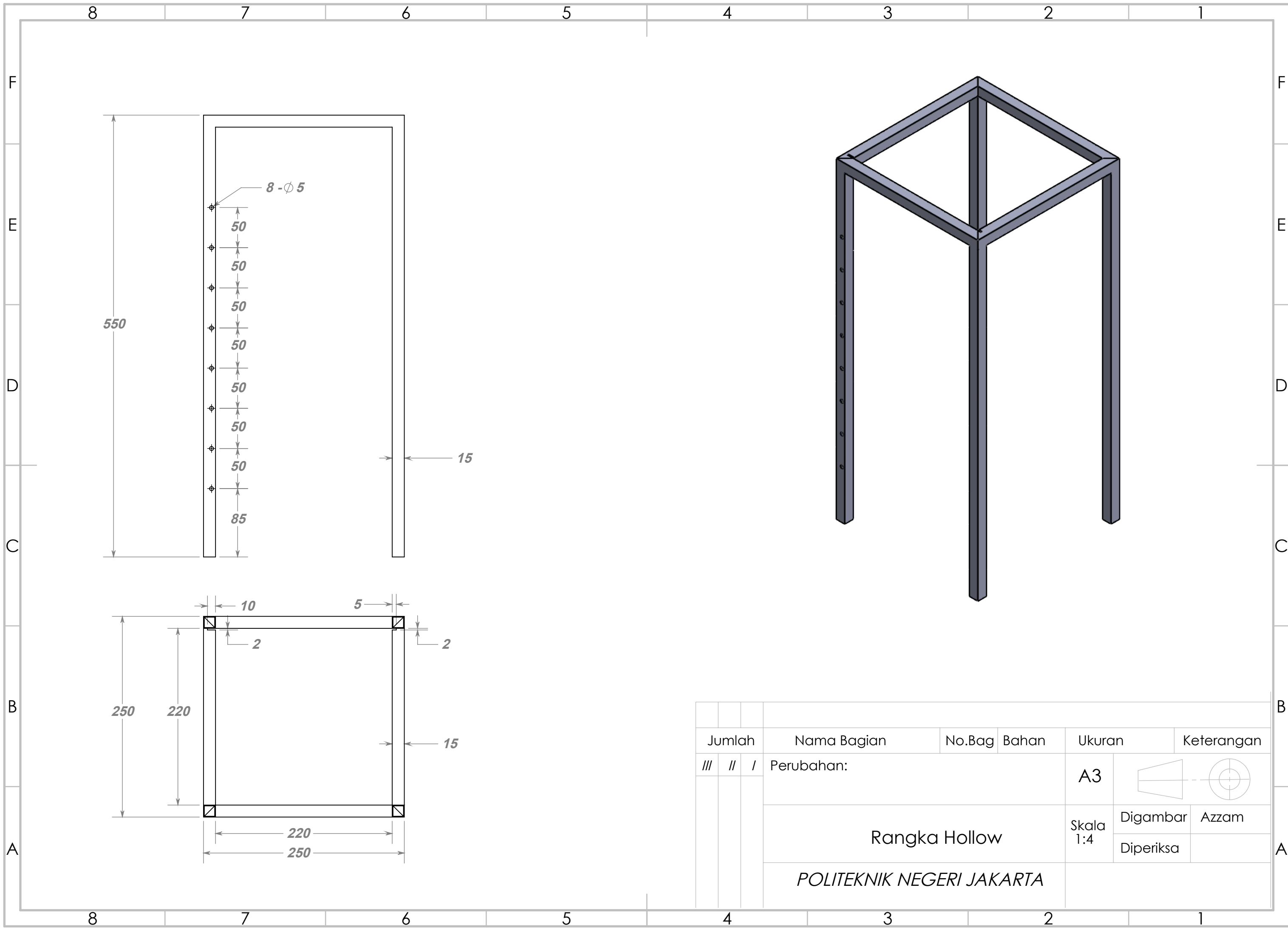


Jumlah	Nama Bagian		No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
///	//	/	Perubahan:		A3		
			Dudukan Motor Mekanikal		Skala 2:1	Digambar	Azzam
						Diperiksa	
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA							

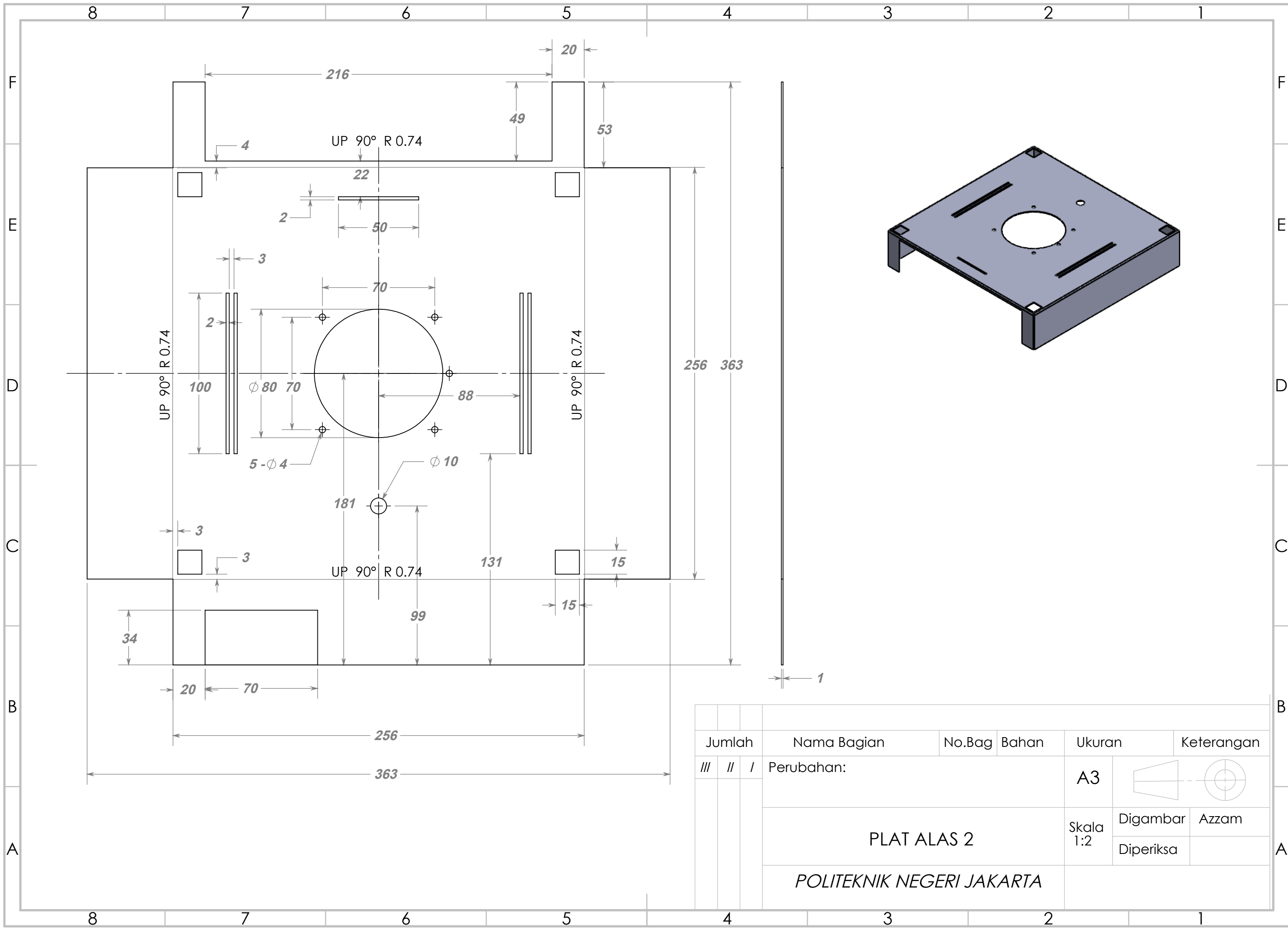




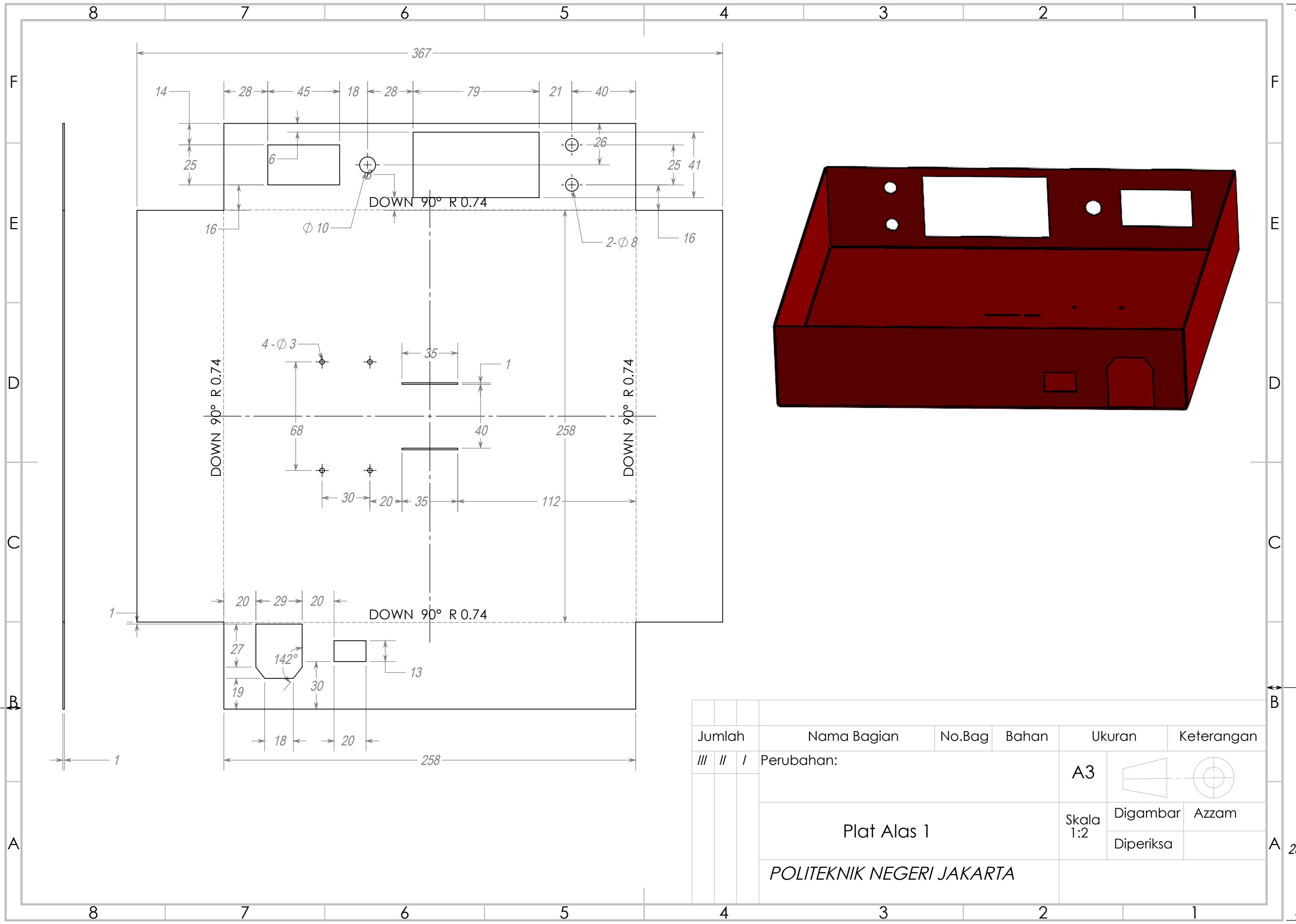
Jumlah			Nama Bagian		No.Bag	Bahan	Ukuran		Keterangan
///	//	/	Perubahan:				A3		
			Dinding Akrilik				Skala 1:4	Digambar	Azzam
								Diperiksa	
			POLITEKNIK NEGERI JAKARTA						

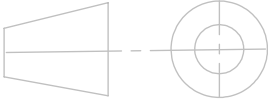


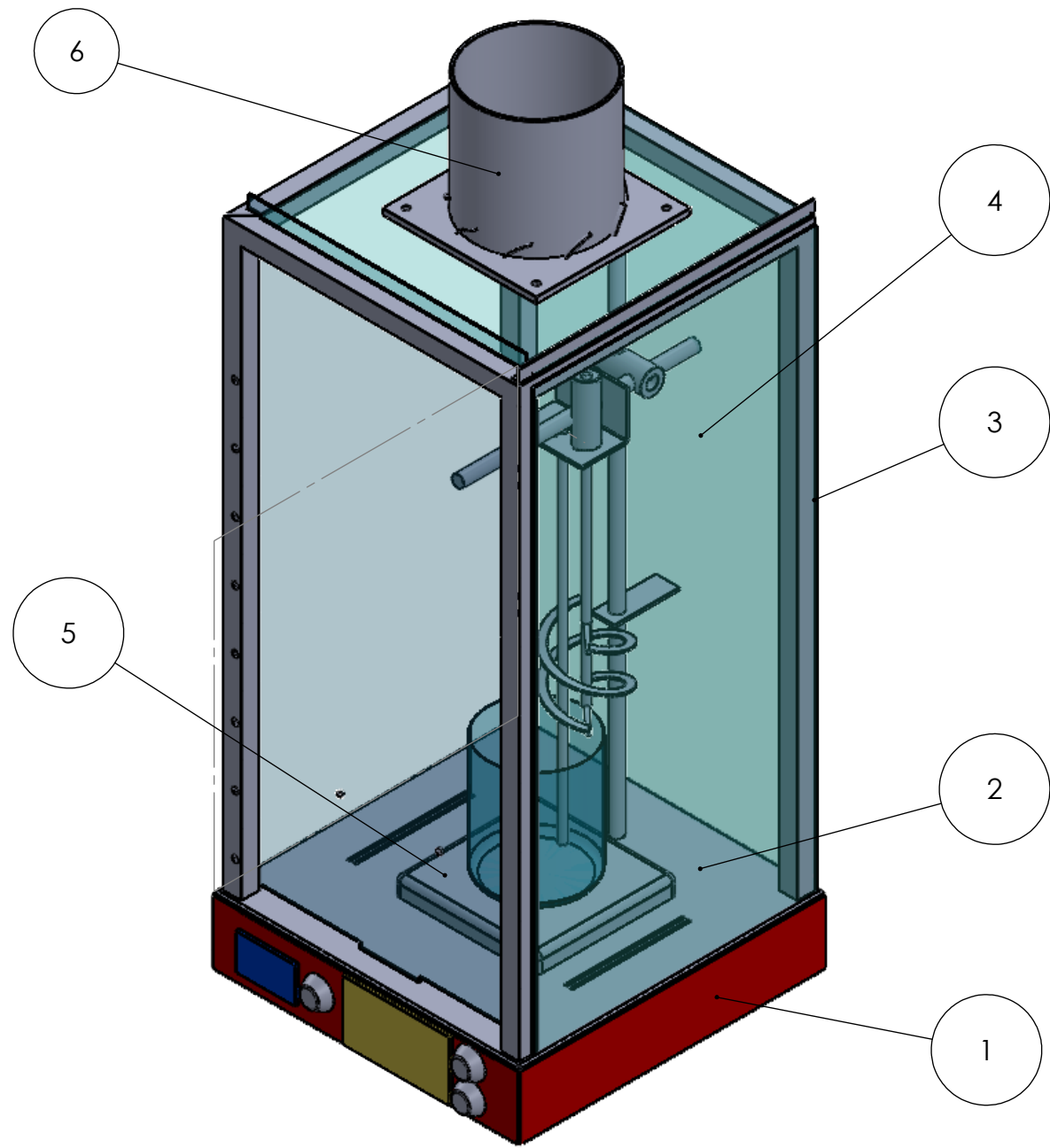
Jumlah			Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
///	//	/	Perubahan:			A3		
			Rangka Hollow			Skala 1:4	Digambar	Azzam
								Diperiksa
			POLITEKNIK NEGERI JAKARTA					



Jumlah	Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
III	II	I	Perubahan:	A3	
			PLAT ALAS 2	Skala 1:2	Digambar Azzam
			POLITEKNIK NEGERI JAKARTA		Diperiksa



Jumlah	Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
III	II	I	Perubahan:		
				A3	
			Plat Alas 1	Skala 1:2	Digambar Azzam
					Diperiksa
			POLITEKNIK NEGERI JAKARTA		



1	Plat Alas 1	1			Dibuat		
1	Plat Alas 2	2			Dibuat		
1	Rangka Hollow	3			Dibuat		
1	Dinding Akrilik	4			Dibeli		
1	<i>Hot Plate</i>	5			Dibeli		
1	<i>Exhaust</i>	6			Dibeli		
Jumlah	Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
///	//	/	Perubahan:		A3		
			STIRRER		Skala 1:10	Digambar	Azzam
						Diperiksa	
<i>POLITEKNIK NEGERI JAKARTA</i>							