



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



RANCANG BANGUN PIROLISIS PLASTIK JENIS PET MENJADI BAHAN BAKAR MINYAK

“Sub Judul : Perancangan Furnace, Rangka Reaktor, Rangka Kondensor, dan Sistem Monitoring Suhu Berbasis Termokopel Tipe-K Pada Pirolisis Plastik PET”

LAPORAN TUGAS AKHIR

Oleh :
Ahmad Raffi Albarra
NIM.2302311111

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
JULI, 2026**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



RANCANG BANGUN PIROLISIS PLASTIK JENIS PET MENJADI BAHAN BAKAR MINYAK

“Sub Judul : Perancangan Furnace, Rangka Reaktor, Rangka Kondensor, dan Sistem Monitoring Suhu Berbasis Termokopel Tipe-K Pada Pirolisis Plastik PET”

LAPORAN TUGAS AKHIR

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

Oleh :
Ahmad Raffi Albarra
NIM.2302311111

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
JULI, 2026**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

PERANCANGAN FURNACE, RANGKA REAKTOR, RANGKA KONDENSOR, DAN SISTEM MONITORING SUHU BERBASIS TERMOKOPEL TIPE-K PADA PIROLISIS PLASTIK PET

Oleh :
Ahmad Raffi Albarra
NIM.2302311111
Program Studi D3 Teknik Mesin

Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Drs. Nugroho Eko Setijogiarto,
Dipl.Ing., M.T.
NIP. 196512131992031001

Pembimbing 2

Muhammad Prasha Risfi Silitonga,
M.T
NIP. 199403192022031006

Ketua Program Studi
Diploma III Teknik Mesin

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



© 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

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

PERANCANGAN FURNACE, RANGKA REAKTOR, RANGKA KONDENSOR, DAN SISTEM MONITORING SUHU BERBASIS TERMOKOPEL TIPE-K PADA PROSES PIROLISIS PLASTIK PET

Oleh :

Ahmad Raffi Albarra

NIM.2302311111

Program Studi Diploma III Teknik Mesin

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

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Muhammad Prasha Risfi Silitonga, M.T. NIP.199403192022031006	Ketua		21-7-2026
2.	Dr., Fuad Zainuri, S.T., M.Si NIP. 197602252000121002	Anggota		21-7-2026
3.	Asep Apriana, S.T., M.Kom. NIP. 196211101989031004	Anggota		27/7. '26

Depok, Juni 2026

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

NIP. 197602252000121002



Hak Cipta :

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

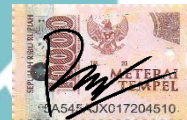
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ahmad Raffi Albarra
NIM : 2302311111
Program Studi : D3 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.

Depok, 20 Juli 2026



Ahmad Raffi Albarra
NIM. 2302311111



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

PERANCANGAN FURNACE, RANGKA REAKTOR, RANGKA KONDENSOR, DAN SISTEM MONITORING SUHU BERBASIS TERMOKOPEL TIPE-K PADA PROSES PIROLISIS PLASTIK PET

Ahmad Raffi Albarra¹⁾, Nugroho Eko Setijogiarto¹⁾, Muhammad Prasha
Risfi Silitonga¹⁾

¹⁾ Program Studi D3 Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri
Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email : ahmad.raffi.albarra.tm23@stu.pnj.ac.id

ABSTRAK

Peningkatan jumlah limbah plastik *polyethylene terephthalate* (PET) memerlukan metode pengolahan yang tepat, salah satunya melalui proses pirolisis. Penelitian ini bertujuan merancang furnace, rangka reaktor, rangka kondensor, dan sistem monitoring suhu berbasis termokopel tipe-K pada alat pirolisis plastik PET. Perancangan dilakukan melalui pembuatan sistem monitoring suhu menggunakan termokopel tipe-K, MAX6675, dan Arduino Uno R3, serta perhitungan kebutuhan panas, konsumsi LPG, dan kehilangan panas (*heat loss*) pada furnace. Kekuatan rangka reaktor dan rangka kondensor berbahan ASTM A36 dianalisis melalui perhitungan manual dan simulasi *Finite Element Analysis* (FEA) menggunakan SolidWorks. Hasil penelitian menunjukkan sistem monitoring suhu mampu membaca temperatur furnace hingga 321°C secara stabil, kebutuhan panas total sebesar 9,87 MJ terpenuhi oleh kompor 25,7 kW dengan kehilangan panas 11,55%. Simulasi menghasilkan tegangan Von Mises maksimum sebesar 39,032 MPa pada rangka reaktor dan 83,302 MPa pada rangka kondensor, dengan *Factor of Safety* (FOS) berturut-turut 1,537 dan 3,001, sehingga kedua rangka dinyatakan aman.

Kata kunci: pirolisis, plastik PET, termokopel tipe-K, analisis termal, Factor of Safety



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

Design of the Furnace, Reactor Frame, Condenser Frame, and Type-K Thermocouple-Based Temperature Monitoring System for PET Plastic Pyrolysis

**Ahmad Raffi Albarra¹⁾, Nugroho Eko Setijogiarto¹⁾, Muhammad Prasha
Risfi Silitonga¹⁾**

¹⁾ Diploma 3 Mechanical Engineering Program, Department of
Mechanical Engineering, Jakarta State Polytechnic,

Email : : ahmad.raffi.albarra.tm23@stu.pnj.ac.id

ABSTRACT

The increasing amount of polyethylene terephthalate (PET) plastic waste requires an appropriate treatment method, one of which is the pyrolysis process. This study aims to design a furnace, reactor frame, condenser frame, and a type-K thermocouple-based temperature monitoring system for a PET plastic pyrolysis. The design was carried out by building a temperature monitoring using a type-K thermocouple, MAX6675, and Arduino Uno R3, along with calculations of heat requirement, LPG consumption, and heat loss in the furnace. The strength of the ASTM A36 reactor and condenser frames was analyzed through manual calculation and Finite Element Analysis (FEA) simulation using SolidWorks. Results showed the temperature monitoring system could read the furnace temperature up to 321°C stably, and the total heat requirement of 9.87 MJ was met by a 25.7 kW stove with an 11.55% heat loss. Simulation produced a maximum Von Mises stress of 39.032 MPa on the reactor frame and 83.302 MPa on the condenser frame, with a Factor of Safety (FOS) of 1.537 and 3.001 respectively, indicating both frames are safe.

Keywords: pyrolysis, PET plastic, type-K thermocouple, thermal analysis, Factor of Safety



Hak Cipta :

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

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas akhir yang berjudul “Rancang Bangun Pirolisis Plastik Jenis PET Menjadi Bahan Bakar Minyak”, Sub Judul “Perancangan Furnace, Rangka Reaktor, Rangka Kondensor, dan Sistem Monitoring Suhu Berbasis Termokopel Tipe-K Pada Pirolisis Plastik PET”. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Diploma III Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.

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

1. Bapak Dr., Fuad Zainuri, S.T., M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Ibu Nabila Yudisha, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
3. Bapak Drs. Nugroho Eko Setijogiarto, Dipl.Ing., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Bapak Muhammad Prasha Risfi Silitonga, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
5. Kedua orang tua yang telah memberikan doa kepada penulis sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.
6. Kepada pasangan saya Juliana Dewi, yang telah senantiasa memberikan doa, semangat, motivasi, perhatian, serta dukungan, baik secara moril maupun materiil, khususnya dalam membantu memenuhi kebutuhan selama proses penyusunan tugas akhir ini. Terima kasih atas kesabaran, pengorbanan, dan kepercayaan yang diberikan sehingga penulis dapat



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

menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.

7. Kepada sahabat-sahabat terdekat penulis, "Bro", yang telah bersama-sama saling bahu-membahu, memberikan bantuan, semangat, dukungan, serta menemani penulis dalam menghadapi berbagai tantangan selama proses penyusunan tugas akhir ini. Kebersamaan, kerja sama, dan motivasi yang diberikan menjadi salah satu penyemangat bagi penulis hingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.
8. Rekan-rekan Program Studi teknik mesin yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam proses penyelesaian tugas akhir.

Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi semua pihak terutama pada bidang teknik mesin.

Depok, 21 Juli 2026

Ahmad Raffi Albarra
NIM.2302311111

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

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

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR.....	i
HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR PERSAMAAN	xix
DAFTAR TABEL.....	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Metode Penulisan.....	4
1.7 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Sampah Plastik.....	7
2.2 Polyethylene Terephthalate (PET).....	8



Hak Cipta :

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

2.3	Rancang Bangun	9
2.3.1	Perancangan.....	10
2.4	Sistem Pirolisis.....	10
2.4.1	Prinsip Kerja Pirolisis.....	12
2.4.2	Temperatur.....	12
2.5	Produk Hasil Pirolisis	13
2.5.1	Minyak Pirolisis.....	14
2.5.2	Gas Pirolisis.....	14
2.5.3	Residu (Char).....	15
2.6	Reaktor Pirolisis.....	15
2.7	Pipa Penghubung	16
2.8	Pipa Siku	17
2.9	Sambungan Pipa.....	18
2.10	Kondensor	18
2.11	Kompor	19
2.11.1	Kompor High Pressure	20
2.11.1.1	Regulator <i>High Pressure</i>	21
2.11.1.2	Selang <i>High Pressure</i>	22
2.11.1.3	Klem Gas Tekanan Tinggi (<i>High Pressure Hose Clamp</i>).....	23
2.11.1.4	<i>Liquefied Petroleum Gas (LPG)</i>	24
2.12	Rangka	25
2.12.1	Rangka Reaktor	26



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

2.12.2 Rangka Kondensor	28
2.13 Pompa air	30
2.14 Alat ukur	30
2.14.1 Thermometer Analog	30
2.14.2 Pressure Gauge Analog	31
2.14.3 Komponen-Komponen Elektronikal <i>Thermocouple type-k</i>	32
2.14.3.1 <i>Thermocouple</i>	32
2.14.3.2 Modul MAX6675.....	33
2.14.3.3 Arduino UNO	34
2.14.3.4 LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>).....	35
2.14.3.5 Arduino IDE.....	36
2.15 Material	37
2.15.1 ASTM A36	38
2.15.1.1 Plat ASTM A36.....	39
2.15.1.2 Besi Siku L ASTM A36.....	41
2.16 Pengelasan.....	42
2.16.1 Jenis – jenis sambungan las	43
2.16.2 Tipe Pengelasan.....	45
2.16.3 Efisiensi Sambungan Las	47
2.17 Perancangan Alat	49
2.18 Analisis Termal.....	49
2.18.1 Perhitungan Kebutuhan Panas	50



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

2.18.2 Analisis Kinerja Kompor.....	51
2.18.3 Analisis Konsumsi LPG	52
2.18.3.1 Laju konsumsi LPG.....	52
2.18.3.2 Konversi Laju Konsumsi ke Satuan Jam	53
2.18.3.3 Estimasi Lama Penggunaan Tabung LPG 3 kg.....	53
2.18.4 Analisis Kehilangan Panas (Heat Loss) Furnace.....	54
2.18.4.1 Luas Perpindahan Panas Furnace (A)	54
2.18.4.2 Tahanan Konduksi.....	55
2.18.4.3 Tahanan Konveksi.....	55
2.18.4.4 Tahanan Termal Total	56
2.18.4.5 Laju Kehilangan Panas Melalui Plat Furnace (<i>Q_{plat}</i>).....	56
2.18.4.6 Laju Kehilangan Panas Melalui Bukaannya Furnace	57
2.18.4.7 Laju Kehilangan Panas Melalui Celah Reaktor	57
2.18.4.8 Energi panas yang hilang selama proses	58
2.18.4.9 Persentase Kehilangan Panas	58
2.19 Analisis Kekuatan Rangka.....	59
2.19.1 Luas Minimum Siku L.....	59
2.19.2 Analisis Beban Rangka.....	60
2.19.3 Gaya Geser	60
2.19.4 Momen Bending	61
2.19.5 Analisis Tegangan Bending dan Geser.....	62
2.20 Solidwork.....	63



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

2.21 Finite Element Analysis (FEA).....	63
2.21.1 Tegangan <i>Von mises</i> (<i>von mises stress</i>).....	63
2.21.2 Factor Of Safety (FOS)	64
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	65
3.1 Diagram Alir Penelitian	65
3.1.1 Identifikasi Masalah	66
3.1.2 Studi Literatur.....	66
3.1.3 Pembuatan Termokopel.....	66
3.1.4 Analisis Termal	67
3.1.5 Konsep Desain.....	67
3.1.6 Analisis Rancangan	67
3.1.7 Kesimpulan.....	68
BAB IV HASIL DAN ANALISA	69
4.1 Pembuatan Termokopel	69
4.1.1 Hasil dari pengujian <i>thermocouple type k</i>	74
4.2 Analisis Termal.....	78
4.2.1 Analisis Kebutuhan Panas	80
4.2.1.1 Kebutuhan Panas Reaktor	80
4.2.1.2 Kebutuhan Panas Plastik.....	81
4.2.1.3 Kebutuhan Panas Total.....	84
4.2.1.4 Analisis Kinerja Kompor	84
4.2.2 Analisis Konsumsi LPG	85



© 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

4.2.2.1	Laju Konsumsi LPG.....	85
4.2.2.2	Dikonversi ke satuan per jam.....	86
4.2.2.3	Total Konsumsi LPG.....	86
4.2.2.4	Estimasi Lama Penggunaan Tabung LPG 3 kg.....	87
4.2.3	Analisis Kehilangan Panas (<i>Heat Loss</i>) Furnace.....	88
4.2.3.1	Total luas plat.....	88
4.2.3.2	Tahanan konduksi.....	89
4.2.3.3	Tahanan konveksi.....	89
4.2.3.4	Heat loss melalui plat.....	90
4.2.3.5	Heat loss melalui bukaan depan.....	90
4.2.3.6	Heat Loss Melalui Celah Reactor.....	91
4.2.3.7	Total Heat Loss.....	92
4.2.3.8	Energi panas yang hilang.....	92
4.2.3.9	Persentase Kehilangan Panas.....	93
4.3	Analisis Kekuatan Rangka.....	93
4.3.1	Luas Minimum Siku L.....	93
4.3.2	Momen Inersia.....	95
4.3.3	Sifat Material ASTM A36.....	95
4.3.4	Rangka Reaktor.....	97
4.3.4.1	Perhitungan Gaya Berat Total (<i>W</i>).....	97
4.3.4.2	Free Body Diagram.....	98
4.3.4.3	Gaya Geser.....	100



© 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

4.3.4.4	Momen Bending.....	101
4.3.4.5	Tegangan tarik izin.....	102
4.3.4.6	Tegangan Tarik yang Diakibatkan Beban.....	102
4.3.4.7	Momen Inersia.....	103
4.3.4.8	Modulus penampang.....	103
4.3.4.9	Tegangan Bending.....	104
4.3.4.10	Tegangan geser.....	104
4.3.4.11	Tegangan Ekuivalen (<i>von Mises</i>).....	105
4.3.4.12	Faktor keamanan.....	106
4.3.5	Rangka Kondensor.....	107
4.3.5.1	Beban Kondensor.....	107
4.3.5.2	<i>Free Body Diagram</i> (FBD).....	108
4.3.5.3	Gaya Geser.....	110
4.3.5.4	Momen Bending.....	111
4.3.5.5	Tegangan tarik Izin.....	111
4.3.5.6	Tegangan Tarik yang Diakibatkan Beban.....	112
4.3.5.7	Momen Inersia.....	112
4.3.5.8	Modulus penampang.....	113
4.3.5.9	Tegangan Bending.....	113
4.3.5.10	Tegangan geser.....	114
4.3.5.11	Tegangan Ekuivalen (<i>von Mises</i>).....	115
4.3.5.12	Faktor Keamanan (<i>Factor of Safety</i>).....	116



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

4.3.6 Hasil Simulasi.....	117
4.3.6.1 Hasil Simulasi Rangka Reaktor.....	117
4.3.6.2 Hasil Simulasi Rangka Kompore.....	119
4.3.6.3 Hasil Simulasi Rangka Kondensor.....	121
4.3.6.4 Perbandingan Hasil Perhitungan Manual dengan Simulasi SolidWorks	124
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	126
5.1 Kesimpulan	126
5.2 Saran	127
DAFTAR PUSTAKA	128
LAMPIRAN.....	133

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sampah Plastik.....	7
Gambar 2. 2 Struktur PET	8
Gambar 2. 3 Sistem Pirolisis.....	11
Gambar 2. 4 Minyak hasil pirolisis.....	14
Gambar 2. 5 Reaktor Pirolisis.....	16
Gambar 2. 6 Pipa Penghubung.....	17
Gambar 2. 7 Pipa Siku	18
Gambar 2. 8 Sambungan Pipa.....	18
Gambar 2.9 Kondensor	19
Gambar 2. 10 Kompor <i>High Pressure</i>	21
Gambar 2. 11 Regulator <i>High pressure</i>	22
Gambar 2. 12 Selang gas <i>high pressure</i>	23
Gambar 2. 13 Klem gas <i>high pressure</i>	24
Gambar 2. 14 LPG	25
Gambar 2. 15 Rangka Reaktor.....	28
Gambar 2. 16 Tutupan Rangka	28
Gambar 2. 17 Rangka Kondensor.....	29
Gambar 2. 18 Pompa Air	30
Gambar 2.19 Thermometer analog	31
Gambar 2. 20 Pressure Gauge Analog	31
Gambar 2. 21 Sensor <i>Thermocouple</i>	32



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

Gambar 2. 22 Modul MAX6675.....	34
Gambar 2. 23 Arduino Uno R3.....	35
Gambar 2. 24 LCD 16x2.....	36
Gambar 2. 25 Arduino IDE.....	36
Gambar 2. 26 Sifat Material ASTM A36.....	39
Gambar 2. 27 Butt Joint.....	43
Gambar 2. 28 Lap Joint.....	43
Gambar 2. 29 Tee Joint.....	44
Gambar 2. 30 Corner Joint.....	44
Gambar 2. 31 Edge Joint.....	44
Gambar 2. 32 Pengelasan SMAW.....	45
Gambar 2. 33 Pengelasan GTAW.....	46
Gambar 2. 34 Pengelasan GMAW.....	47
Gambar 2. 35 Pengelasan FCAW.....	47
Gambar 3. 1 Diagram alir.....	65
Gambar 4. 1 <i>Library</i> I2C.....	70
Gambar 4. 2 <i>Library</i> MAX6675.....	70
Gambar 4. 3 Hasil Monitoring.....	75
Gambar 4. 4 Grafik suhu terhadap waktu.....	78
Gambar 4. 5 Ded Rangka Reaktor ,Furnace.....	79



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

Gambar 4. 6 Rangka Reaktor ,Furnace	79
Gambar 4. 7 Kompor <i>High Pressure</i> HOCK 130-HC	80
Gambar 4. 8 FBD Reaktor	98
Gambar 4. 9 FBD Rangka Reaktor	108
Gambar 4. 10 <i>Von mises</i> Rangka Reaktor	117
Gambar 4. 11 FOS Rangka Reaktor	118
Gambar 4. 12 FOS Rangka Kompor.....	120
Gambar 4. 13 Pembebanan Kompor.....	121
Gambar 4. 14 <i>Von mises</i> Rangka Kondensor.....	122
Gambar 4. 15 FOS Rangka Kondensor.....	123



Hak Cipta :

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

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2. 1 Kalor Sensibel.....	50
Persamaan 2. 2 Kalor laten	51
Persamaan 2. 3 Energi Panas Kompor	52
Persamaan 2. 4 Laju Konsumsi LPG	52
Persamaan 2. 5 Total Konsumsi LPG	53
Persamaan 2. 6 Lama Penggunaan Tabung LPG	53
Persamaan 2. 7 Luas plat	54
Persamaan 2. 8Tahanan Konduksi.....	55
Persamaan 2. 9 Tahanan Konveksi	55
Persamaan 2. 10 tahanan termal total.	56
Persamaan 2. 11 laju kehilangan panas melalui plat furnace.....	56
Persamaan 2. 12 laju kehilangan panas melalui bukaan furnace.	57
Persamaan 2. 13 laju kehilangan panas melalui celah reaktor.....	58
Persamaan 2. 14 Energi panas yang hilang selama proses	58
Persamaan 2. 15 energi panas yang hilang	59
Persamaan 2. 16 Luas minimum.....	60
Persamaan 2. 17 Berat total komponen.....	60
Persamaan 2. 18 Gaya geser	61
Persamaan 2. 19 Momen Bending	61
Persamaan 2. 20 Tegangan Bending.....	62
Persamaan 2. 21 Tegangan Geser	62



Hak Cipta :

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

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Sifat Fisik Dan Sifat Termal Material PET	9
Tabel 2. 2 Tegangan Izin Material <i>Carbon Steel</i> Dan <i>Low AlloySteel</i> ...	37
Tabel 2. 3 Sifat Material ASTM A36	40
Tabel 2. 4 Ukuran siku L ASTM A36	41
Tabel 2. 5 Sifat material Siku L ASTM A36	42
Tabel 2. 6 Tabel efisiensi sambungan las (<i>joint efficiency</i>)	48
Tabel 4. 1 Wiring MAX6675-Arduino UNO R3	69
Tabel 4. 2 <i>Wiring</i> LCD I2C-Arduino UNO R3	69
Tabel 4. 3 Kode pemrograman.....	71
Tabel 4. 4 Pengujian Suhu	75
Tabel 4. 5 Momen Inersia	95
Tabel 4. 6 ASTM A36 Suhu 450°C	95
Tabel 4. 7 ASTM A36 Suhu Normal	96
Tabel 4. 8 Momen Inersia	103
Tabel 4. 9 Perbandingan manual dan simulasi.....	124



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

Sampah plastik di dunia semakin meningkat setiap tahunnya, bahkan menyentuh angka yang sangat mengkhawatirkan. Data yang ada mengatakan bahwa setiap 100 toko memproduksi sampah plastik sebesar 10,95 juta ton sampah pertahun[1].Angka tersebut dapat terus meningkat karena plastik mudah didapat, harganya relatif murah dan diproduksi secara berkelanjutan. Jenis sampah plastik yang mengalami penumpukan saat ini sangat bervariasi, salah satu yang terbanyak adalah jenis *polyethylene terephtalate* (PET).

PET pada dasarnya berupa film yang lunak, transparan, dan fleksibel serta memiliki kekuatan benturan dan kekuatan sobek yang baik[1]. Sifat – sifat tersebut menyebabkan PET banyak digunakan sebagai bahan baku kemasan karena mampu memberikan perlindungan yang baik terhadap produk yang di kemas. Para ahli mengatakan bahwa, sampah plastik jenis PET sebaiknya diuraikan menjadi bahan bakar jenis solar atau bensin melalui proses pemutusan rantai karbon dengan bantuan panas, proses ini dikenal dengan proses pirolisis [1].

Teknologi pirolisis telah banyak digunakan dalam hal konversi bahan padat menjadi bahan bakar fasa gas dan cairan. Proses konversi ini secara umum dilakukan dengan cara termal, yaitu pemutusan ikatan rantai dengan bantuan panas. Dalam rangka memanfaatkan plastik bekas seperti PET sebagai bahan baku pirolisis, sampah plastik jenis PET secara tidak langsung juga terkonversi sebagai energi terbarukan yang dikenal dengan konsep *waste to energy* (WtE). Konsep tersebut telah dilakukan oleh banyak peneliti. Salah satu peneliti yang telah melakukan kajian tentang proses pirolisis menggunakan sampah plastik jenis PET adalah Silvarrey dkk (2018) [1].Dalam penelitiannya ingin mengetahui pengaruh kondisi operasi pirolisis PET seperti suhu, rasio



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

katalis dan bahan baku, serta waktu operasi terhadap yield yang dihasilkan sekaligus jumlah pengurangan asam benzoat.

Plastik PET memiliki nilai kalor yang tinggi, sehingga proses konversi energi dengan bahan baku jenis PET menggunakan proses pirolisis ini sangatlah efektif untuk dilakukan [1]. Proses pirolisis sangat efektif dalam memecah molekul-molekul polimer menjadi senyawa yang lebih sederhana, yaitu dengan bantuan panas tanpa melibatkan oksigen maupun steam [1].

Minyak cair (*oil*) hasil pirolisis dapat digunakan sebagai bahan bakar furnace, boiler, turbin, dan bahan bakar diesel melalui proses perbaikan bahan baku terlebih dahulu [1]. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi proses pirolisis dalam hal peningkatan produksi minyak bakarnya, yaitu suhu proses, jenis reaktor, waktu tinggal, tekanan, jenis katalis, dan tipe aliran gas. Sebagai contoh, pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, kualitas dan *yield* produk meningkat dengan adanya penambahan katalis [1].

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem monitoring suhu menggunakan thermocouple tipe-K berbasis Arduino Uno untuk memantau temperatur ruang furnace pada alat pirolisis plastik PET?
2. Bagaimana mengetahui kebutuhan energi panas selama proses pirolisis serta menganalisis kemampuan kompor LPG sebagai sumber panas berdasarkan kebutuhan panas, konsumsi bahan bakar, dan kehilangan panas (heat loss)?
3. Bagaimana merancang rangka reaktor dan rangka kondensor yang mampu menopang beban kerja secara aman berdasarkan analisis kekuatan struktur dan simulasi menggunakan SolidWorks?



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

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Merancang sistem monitoring suhu berbasis thermocouple tipe-K menggunakan Arduino Uno untuk memperoleh data temperatur ruang furnace selama proses pirolisis.
2. Menganalisis kebutuhan energi panas, kemampuan kompor LPG, konsumsi bahan bakar, serta kehilangan panas (heat loss) pada furnace selama proses pirolisis.
3. Merancang dan menganalisis kekuatan rangka reaktor dan rangka kondensor sehingga memenuhi persyaratan keamanan berdasarkan perhitungan manual dan simulasi SolidWorks.

1.4 Manfaat

Manfaat bagi penelitian ini sebagai berikut:

1. Membantu mengurangi jumlah limbah plastik PET di lingkungan.
2. Menghasilkan alternatif teknologi pengolahan limbah plastik menjadi cairan yang dapat terbakar.
3. Menjadi referensi pengembangan mesin pirolisis skala rumahan atau laboratorium.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah yang dipakai untuk penelitian ini sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan pada alat pirolisis plastik jenis Polyethylene Terephthalate (PET) dengan kapasitas 2 kg.
2. Sistem monitoring suhu menggunakan thermocouple tipe-K, modul MAX6675, Arduino Uno, dan LCD 16×2.
3. Pengukuran suhu hanya dilakukan pada ruang furnace.



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. Analisis termal meliputi perhitungan kebutuhan panas, kemampuan kompor LPG, konsumsi bahan bakar LPG, serta kehilangan panas (*heat loss*) pada furnace.
5. Analisis struktur hanya dilakukan pada rangka reaktor dan rangka kondensor menggunakan material baja ASTM A36.
6. Analisis kekuatan rangka meliputi perhitungan manual dan simulasi SolidWorks berupa tegangan Von Mises dan *Factor of Safety* (FoS).
7. Penelitian ini tidak membahas analisis maupun perhitungan kekuatan sambungan las, seperti penentuan ukuran las, tegangan pada sambungan las, dan faktor keamanan sambungan las.
8. Penelitian tidak membahas karakteristik minyak hasil pirolisis maupun analisis kualitas produk.

1.6 Metode Penulisan

Metode penulisan yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini meliputi beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Tahap awal penelitian dilakukan dengan mengumpulkan referensi dari buku, jurnal, standar, dan penelitian terdahulu mengenai proses pirolisis plastik PET, sistem monitoring suhu menggunakan thermocouple tipe-K, perpindahan panas, kompor high pressure, material ASTM A36, serta analisis kekuatan struktur. Studi literatur digunakan sebagai dasar dalam proses perancangan dan analisis.

2. Identifikasi Masalah

Pada tahap ini dilakukan identifikasi kebutuhan penelitian berdasarkan permasalahan yang terdapat pada sistem pirolisis plastik PET. Identifikasi meliputi kebutuhan sistem monitoring suhu, kebutuhan energi panas selama proses pirolisis, serta kebutuhan struktur rangka yang mampu



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

menopang beban reaktor dan kondensor secara aman.

3. Pembuatan Sistem Monitoring Suhu

Tahap ini meliputi perancangan dan pembuatan sistem monitoring suhu menggunakan thermocouple tipe-K, modul MAX6675, Arduino Uno R3, dan LCD 16×2. Setelah sistem selesai dibuat, dilakukan pengujian untuk mengetahui kemampuan sistem dalam menampilkan temperatur furnace selama proses pemanasan.

4. Analisis Termal

Analisis termal dilakukan melalui perhitungan kebutuhan panas reaktor, kebutuhan panas plastik PET, kebutuhan panas total proses, kemampuan kompor high pressure sebagai sumber panas, konsumsi LPG, serta kehilangan panas (*heat loss*) yang terjadi pada furnace. Hasil analisis digunakan untuk mengetahui kecukupan energi panas selama proses pirolisis.

5. Perancangan dan Kekuatan Rangka

Tahap ini meliputi perancangan rangka reaktor dan rangka kondensor menggunakan material ASTM A36 profil siku. Selanjutnya dilakukan perhitungan pembebanan, reaksi tumpuan, momen lentur, tegangan bending, serta tegangan ekuivalen (*Von Mises*) secara manual untuk mengetahui kemampuan rangka dalam menahan beban kerja. Analisis tidak mencakup perhitungan kekuatan sambungan las.

6. Simulasi dan Analisis

Model rangka yang telah dirancang disimulasikan menggunakan SolidWorks Simulation untuk memperoleh distribusi tegangan Von Mises, deformasi, dan *Factor of Safety* (FoS). Hasil simulasi kemudian dibandingkan dengan hasil perhitungan manual serta dianalisis untuk



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

mengevaluasi tingkat keamanan rangka. Pada tahap ini juga dilakukan analisis terhadap hasil pengujian sistem monitoring suhu dan hasil analisis termal.

7. Laporan

Tahap akhir penelitian adalah menyusun laporan tugas akhir berdasarkan seluruh hasil perancangan, pengujian, perhitungan, simulasi, dan analisis yang telah dilakukan.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir “ Perancangan Furnace, Rangka Reaktor, Rangka Kondensor, dan Sistem Monitoring Suhu Berbasis Termokopel Tipe-K Pada Pirolisis Plastik PET” adalah:

1. BAB I : PENDAHULUAN Bab ini membahas tentang latar belakang, maksud dan tujuan, metode penelitian dan sistematika penulisan laporan tugas akhir.
2. BAB II : TINJAUAN PUSTAKA Bab ini berisi landasan teori tentang Perancangan Furnace, Rangka Reaktor, Rangka Kondensor, dan Sistem Monitoring Suhu Berbasis Termokopel Tipe-K Pada Pirolisis Plastik PET.
3. BAB III : METODOLOGI Pengerjaan Bab ini berisi cara untuk mengetahui hasil dari suatu permasalahan, yang meliputi langkah-langkah pengerjaan, prosedur pengambilan data atau sampel dan juga teknik analisis sampel.
4. BAB IV : PEMBAHASAN Bab ini membahas proses dan hasil dari rancang bangun yang dilakukan, serta sesuai dengan tujuan tugas akhir.
5. BAB V : PENUTUP Bab ini berisi kesimpulan yang dapat diambil dan saran-saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil tinjauan.
6. DAFTAR PUSTAKA
7. LAMPIRAN



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, pembuatan, perhitungan, dan analisis pada sistem monitoring suhu, analisis termal, serta analisis kekuatan rangka alat pirolisis pengolah sampah plastik Polyethylene Terephthalate (PET) menjadi bahan bakar minyak, diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Telah berhasil dibuat sistem monitoring suhu menggunakan thermocouple tipe-K, modul MAX6675, Arduino Uno R3, dan LCD 16×2 yang mampu menampilkan temperatur furnace secara *real-time*. Sistem monitoring suhu dapat digunakan untuk memantau perubahan temperatur selama proses pemanasan sehingga memudahkan pengendalian temperatur pada proses pirolisis.
2. Berdasarkan hasil analisis termal, kebutuhan energi panas proses pirolisis dapat dipenuhi oleh kompor high pressure yang digunakan. Perhitungan kebutuhan panas total, konsumsi bahan bakar LPG, dan kehilangan panas (*heat loss*) menunjukkan bahwa sumber panas memiliki kapasitas yang memadai untuk mencapai temperatur operasi proses pirolisis, meskipun sebagian energi mengalami kehilangan panas pada furnace.
3. Berdasarkan hasil perhitungan manual dan simulasi menggunakan SolidWorks Simulation, rangka reaktor dan rangka kondensor yang menggunakan material ASTM A36 memenuhi persyaratan kekuatan struktur. Nilai tegangan Von Mises hasil simulasi masih berada di bawah tegangan luluh (*yield strength*) material, sedangkan nilai Factor of Safety (FoS) menunjukkan bahwa kedua rangka berada pada kondisi aman untuk menopang beban kerja selama proses pirolisis. Perbandingan antara hasil perhitungan manual dan simulasi juga menunjukkan kecenderungan hasil yang sebanding, sehingga hasil simulasi dapat digunakan sebagai validasi

**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

terhadap perhitungan manual.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil perancangan yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut.

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan sistem monitoring suhu dengan menambahkan sensor temperatur pada beberapa titik pengukuran, seperti reaktor, pipa penyalur uap, dan kondensor, sehingga distribusi temperatur selama proses pirolisis dapat dipantau secara lebih menyeluruh dan akurat.
2. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan analisis kekuatan rangka dengan melakukan pengujian eksperimental serta menambahkan analisis struktur yang belum dibahas dalam penelitian ini, seperti analisis sambungan las, deformasi (*displacement*), dan *fatigue*, sehingga hasil perhitungan manual dan simulasi dapat divalidasi secara lebih komprehensif.berlangsung.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

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

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Salamah and M. Maryudi, "Recycling of Polyethylene Terephthalate Waste Through Pyrolysis Process with Silica–Alumina Catalyst," *J. Rekayasa Kim. Lingkung.*, vol. 14, no. 1, pp. 104–111, 2019.
- [2] R. N. Munthe, I. Tanjung, and I. Munthe, "Penanganan Limbah Sampah Plastik Berbasis Kearifan Lokal di Kelurahan Sirandorung Kabupaten Labuhanbatu," *Inspiratif Pendidik.*, vol. 11, no. 2, pp. 424–436, 2023, doi: 10.24252/ip.v11i2.24988.
- [3] R. Nisticò, "Polyethylene terephthalate (PET) in the packaging industry," *Polym. Test.*, vol. 90, no. June, p. 106707, 2020, doi: 10.1016/j.polymertesting.2020.106707.
- [4] Z. Guo, J. Wu, and J. Wang, "Chemical degradation and recycling of polyethylene terephthalate (PET): a review," *RSC Sustain.*, vol. 3, no. 5, pp. 2111–2133, 2025, doi: 10.1039/d4su00658e.
- [5] M. Olam, "Mechanical and Thermal Properties of HDPE/PET Microplastics, Applications, and Impact on Environment and Life," 2023, doi: 10.5772/intechopen.110390.
- [6] A. Brems, J. Baeyens, C. Vandecasteele, and R. Dewil, "Polymeric cracking of waste polyethylene terephthalate to chemicals and energy," *J. Air Waste Manag. Assoc.*, vol. 61, no. 7, pp. 721–731, 2011, doi: 10.3155/1047-3289.61.7.721.
- [7] R. L. Blaine, "Thermal Applications Note, Polymer Heats of Fusion, TA Instruments," pp. 1–2.
- [8] A. N. Nurhayati, A. Josi, and N. A. Hutagalung, "Rancang Bangun Aplikasi Penjualan Dan Pembelian Barang Pada Koperasi Kartika Samara Grawira Prabumulih," *J. Teknol. dan Inf.*, vol. 7, no. 2, pp. 13–23, 2018, doi:



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

10.34010/jati.v7i2.490.

- [9] A. Subagiyono and N. Finahari, "Perancangan Mesin Pengaduk Sas (Bahan Pokok) Gas Air Mata," *Proton*, vol. 10, no. 1, pp. 6–12, 2018, doi: 10.31328/jp.v10i1.801.
- [10] A. V. Bridgwater and G. V. C. Peacocke, "Fast pyrolysis processes for biomass," *Renew. Sustain. energy Rev.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–73, 2000, doi: 10.1016/S1364-0321(99)00007-6.
- [11] A. Demirbas, "Pyrolysis of municipal plastic wastes for recovery of gasoline-range hydrocarbons," *J. Anal. Appl. Pyrolysis*, vol. 72, no. 1, pp. 97–102, 2004, doi: 10.1016/j.jaap.2004.03.001.
- [12] D. Iswadi *et al.*, "Pemanfaatan Sampah Plastik Ldpe Dan Pet Menjadi Bahan Bakar Minyak Dengan Proses Pirolisis," *J. Ilm. Tek. Kim. UNPAM*, vol. 1, no. 2, pp. 1–9, 2017.
- [13] M. Anggara, A. P. Mesa, and B. C. Putra Mbulu, "Analisis Properti Bahan Bakar Minyak Dari Plastik Ldpe (Low Density Polyethylene) Dan Pet (Polyethylene Terephthalate) Menggunakan Proses Pirolisis," *J. Energi dan Teknol. Manufaktur*, vol. 5, no. 02, pp. 1–10, 2022, doi: 10.33795/jetm.v5i02.138.
- [14] E. Maulana, B. N. Fajri, and D. Mahardika, "Prosiding Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ Website: <http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaslit> E-ISSN: YYYY-YYYY Perancangan Proses Pembuatan Reaktor Pirolisis Model Horizontal Kapasitas 75 Kg/Jam".
- [15] B. M. Hia, "RANCANG BANGUN MESIN PIROLISIS PENGHASIL BAHAN BAKAR DARI SAMPAH PLASTIK," vol. 3814, pp. 125–131.
- [16] D. Zheng, L. Su, H. Ou, and S. Ruan, "Study on Heat Transfer Characteristics and Performance of the Full Premixed Cauldron Stove with Porous Media,"



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

Energies, vol. 15, no. 24, 2022, doi: 10.3390/en15249523.

- [17] P. Aroonjarattham, "The parametric studied of high pressure gas burner affect thermal efficiency," *Eng. J.*, vol. 20, no. 3, pp. 33–48, 2016, doi: 10.4186/ej.2016.20.3.33.
- [18] P. Boggavarapu, B. Ray, and R. V. Ravikrishna, "Thermal efficiency of LPG and PNG-fired burners: Experimental and numerical studies," *Fuel*, vol. 116, pp. 709–715, 2014, doi: 10.1016/j.fuel.2013.08.054.
- [19] M. Wae-hayee, K. Yeranee, W. Suksuwan, and C. Nuntadusit, "Effect of burner-to-plate distance on heat transfer rate in a domestic stove using LPG," *Case Stud. Therm. Eng.*, vol. 28, no. August, p. 101418, 2021, doi: 10.1016/j.csite.2021.101418.
- [20] N. Sinaga, D. T. Mesin, F. Teknik, and U. Diponegoro, "Perancangan Awal Converter Kit Lpg Sederhana," vol. 13, no. 1, pp. 1–9, 2017.
- [21] A. B. Mulyono and E. H. Purwanto, "The expired period of Liquefied Petroleum Gas (LPG) rubber hose supports consumer safety aspects," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1072, no. 1, p. 012016, 2021, doi: 10.1088/1757-899x/1072/1/012016.
- [22] R. K. S C, S. K. S. Tembad, V. P, V. J P, and S. Shashavali, "Design and Analysis of Hose Clamp," *J. Mines, Met. Fuels*, vol. 70, pp. 81–83, 2023, doi: 10.18311/jmmf/2022/31055.
- [23] B. D. Tampubolon *et al.*, "METODE PENENTUAN UMUR FUNGSIONAL SELANG KOMPOR GAS LPG Method for Determining the Functional Life of LPG Gas Stove Hose," pp. 259–276, 2021.
- [24] F. Synák, K. Čulík, V. Rievaj, and J. Gaňa, "Liquefied petroleum gas as an alternative fuel," *Transp. Res. Procedia*, vol. 40, pp. 527–534, 2019, doi: 10.1016/j.trpro.2019.07.076.



© 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

- [25] Sularso and K. Suga, *Elemen Mesin*, 9th ed. Jakarta: Pranadya Paramita, 2004.
- [26] I. I. J. Rifka Alkhilyatul Ma'rifat, I Made Suraharta, "ALAT UKUR DAN PENGUKURAN," vol. 2, pp. 306–312, 2024.
- [27] F. Restu, R. Hakim, and F. S. Anwar, "Analisa Kekuatan Material ASTM A36 pada Konstruksi Ragum terhadap Variasi Gaya Cekam dengan Menggunakan Software SolidWorks 2013," *J. Integr.*, vol. 9, no. 2, p. 113, 2017, doi: 10.30871/ji.v9i2.444.
- [28] I. Azhari, H. Chandra, O. F. Homzah, T. S. Ramadhoni, and R. D. Sampurno, "Karakteristik Permukaan Patah Dan Ketahanan Lelah Pada Material Bejana Tekan Baja Astm a36," *Austenit*, vol. 16, no. 1, pp. 42–47, 2024, doi: 10.53893/austenit.v16i1.7219.
- [29] M. A.-P. T. P. pdfa. Syaifudin and W. Soedarmadji, "PENGARUH ARUS PENGELASAN GMAW PADA PLAT BAJA ST 42 TERHADAP UJI KEKERASAN DAN MIKROSTRUKTUR _ Overview of research on las gas - Open Knowledge Maps.pdf," *J. Tek. Mesin CAKRAM*, vol. 6, no. 2, pp. 78–87, 2023.
- [30] A. Arifin, "Pengantar Teknologi Pengelasan," *Unsri Press*, 2024.
- [31] Y. A. Cengel, "*Engineering thermodynamics - 9th*," Ninth edit. 2017.
- [32] S. R. Turns, "An Introduction to Combustion: Concepts and Applications (3rd ed.)," 2012.
- [33] S. P. Venkateshan, "Heat Transfer," 2021. doi: 10.1007/978-3-030-58338-5.
- [34] R. S. KHURMI and J. K. GUPTA, "Machine design," *Handb. Mach. Dyn.*, no. I, pp. 11–28, 2000, doi: 10.1038/042171a0.
- [35] D. C. Planchard, "Engineering Design with SolidWorks. ," *SolidWorks 2023* , vol. 1.0, pp. 0–100, 2023.
- [36] W. Arrozi *et al.*, "Desain Dan Analisis Teleskopik Silinder Hidrolik Pada



© 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

Mesin Pres Hidrolik Mobile,” *J. Pendidik. Vokasi Otomotif*, vol. 7, no. 2, pp. 66–81, 2025, doi: 10.21831/jpvo.v7i2.84015.

- [37] M. R. Anggara *et al.*, “Perancangan Dan Analisis Struktur Statis Pada Meja Cnc Plasma Cutting Menggunakan Solidworks,” *Mach. J. Teknol. Terap.*, vol. 4, no. 1, pp. 28–35, 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

1. Tabel *Bill Of Material* (BOM)

NO	Nama Material	Quantity	Dimensi	Harga
1.	Plat ASTM A36	1	2440 mm x 1220 mm x 3,2 mm	Rp. 1.215.000,-
2.	Siku L ASTM A36	1	50 x 50 x 5 mm	Rp. 225.000,-
3.	Termokopel	1	0°C to 1024°C	Rp. 175.000,-
4.	Regulator dan selang	1	High Pressure	Rp. 120.000,-
5.	Kompur High Pressure	1	25,7 kW	Rp. 600.000,-
Total				Rp. 2.335.000,-

2. *Coding* Termokopel:

#include <max6675.h>

#include <Wire.h>

#include <LiquidCrystal_I2C.h>



© 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

```
// =====

// Konfigurasi Pin MAX6675

// SO -> D4

// CS -> D3

// SCK -> D2

// =====

#define thermoSO 4

#define thermoCS 3

#define thermoSCK 2

MAX6675 thermocouple(thermoSCK, thermoCS, thermoSO);

// Alamat LCD I2C

// Jika LCD tidak tampil, coba ganti 0x27 menjadi 0x3F

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

void setup() {
```



```
Serial.begin(9600);

// Inisialisasi LCD
lcd.init();
lcd.backlight();

// Tampilan awal
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("MONITOR SUHU");

lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("FURNACE PET");

delay(2000);

lcd.clear();

}
```



© 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



© 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

```
void loop() {

    // Membaca suhu dari MAX6675

    float suhu = thermocouple.readCelsius();

    // ===== LCD =====

    lcd.setCursor(0,0);

    lcd.print("Suhu Furnace");

    lcd.setCursor(0,1);

    lcd.print("Temp:");
    lcd.print(suhu,1);
    lcd.print((char)223);
    lcd.print("C ");

    // ===== Serial Monitor =====

    Serial.print("Suhu = ");

    Serial.print(suhu,1);
```

```
Serial.println(" C");
```

```
// ===== Peringatan =====
```

```
if (suhu >= 700.0) {
```

```
    lcd.clear();
```

```
    lcd.setCursor(0,0);
```

```
    lcd.print("PERINGATAN!");
```

```
    lcd.setCursor(0,1);
```

```
    lcd.print("700 C TERCAPAI");
```

```
    Serial.println("TARGET 700 C TERCAPAI");
```

```
    delay(3000);
```

```
    lcd.clear();
```



© 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



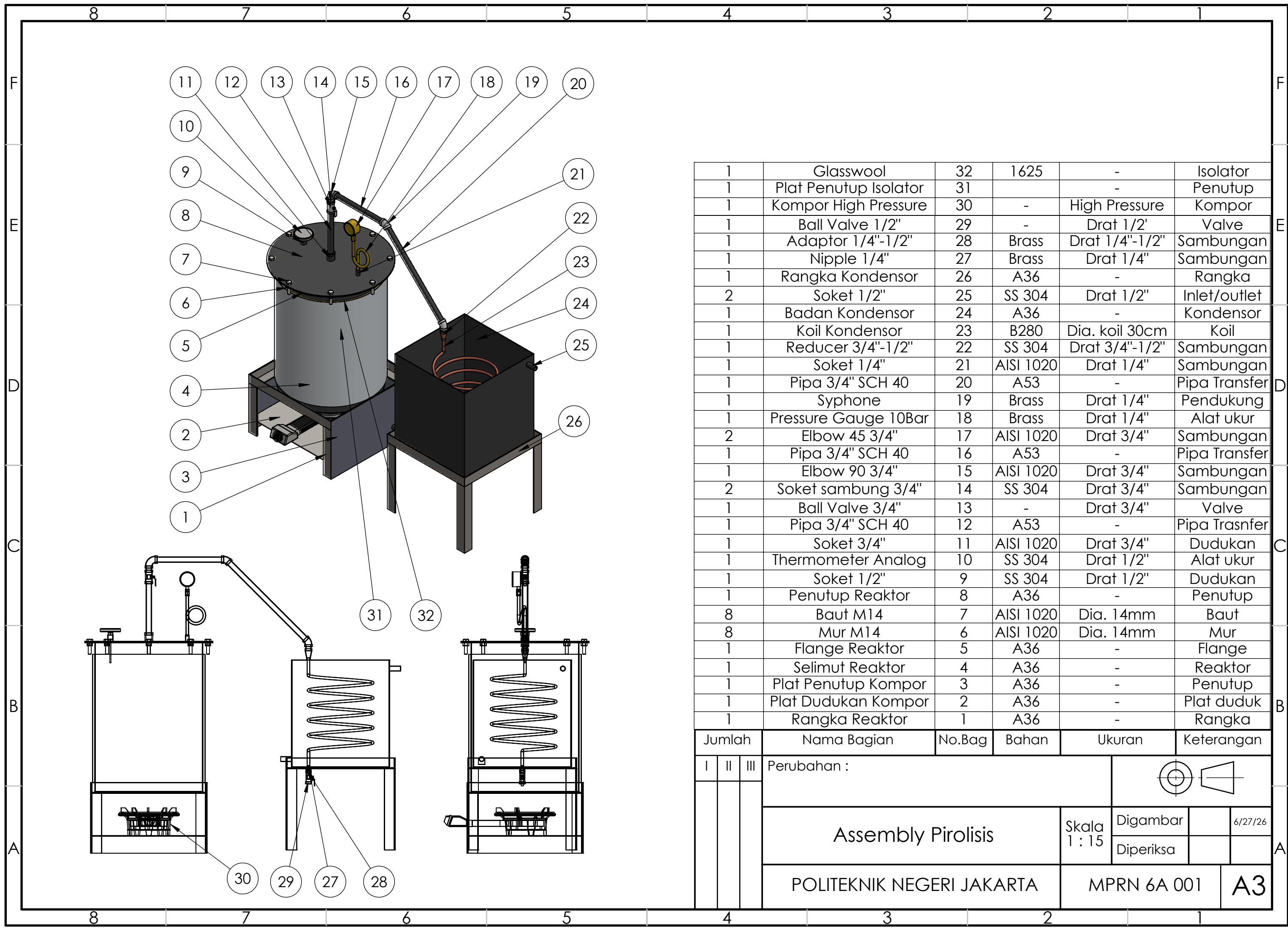
```
}  
  
delay(1000);  
  
}
```

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

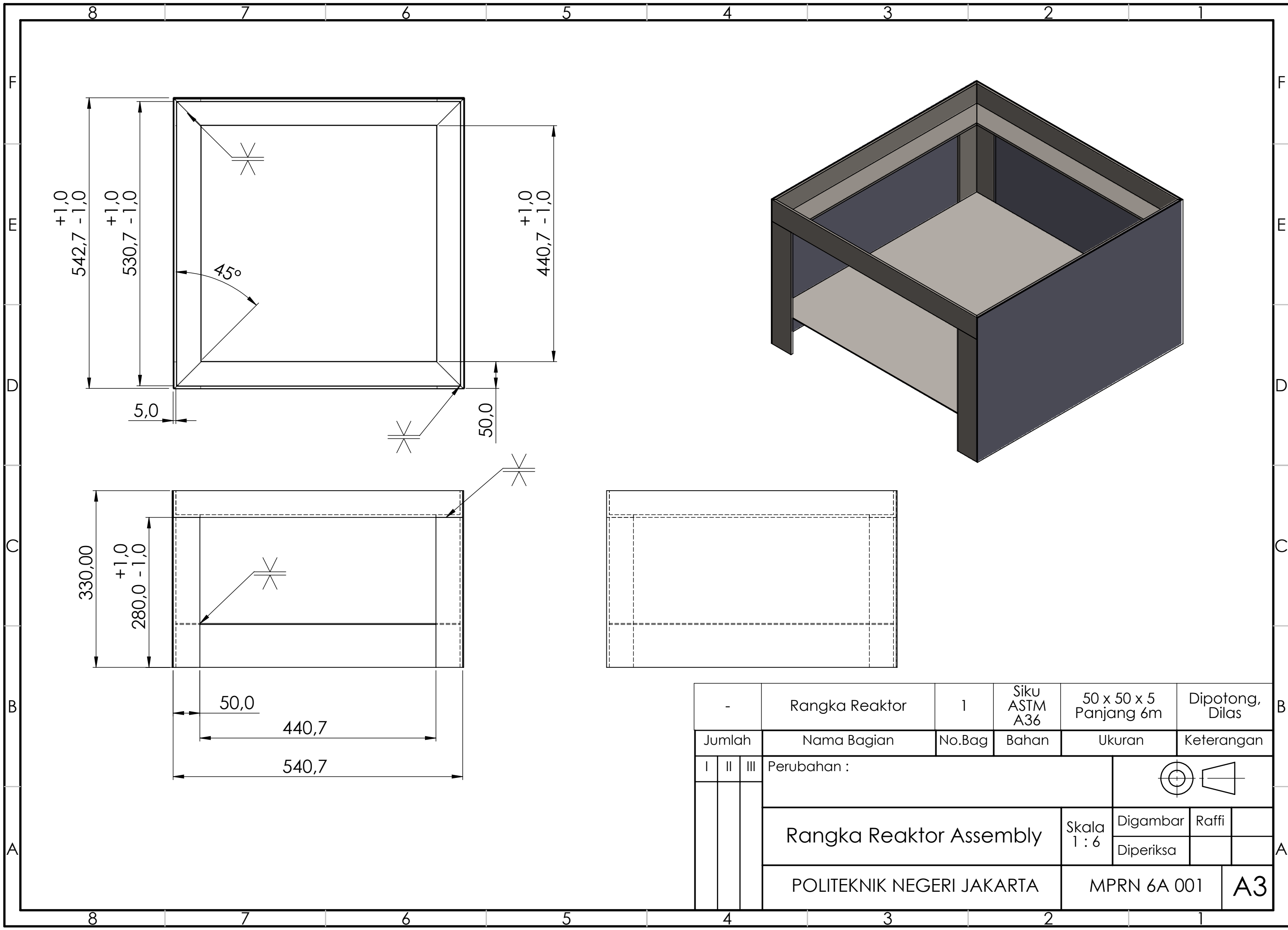
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

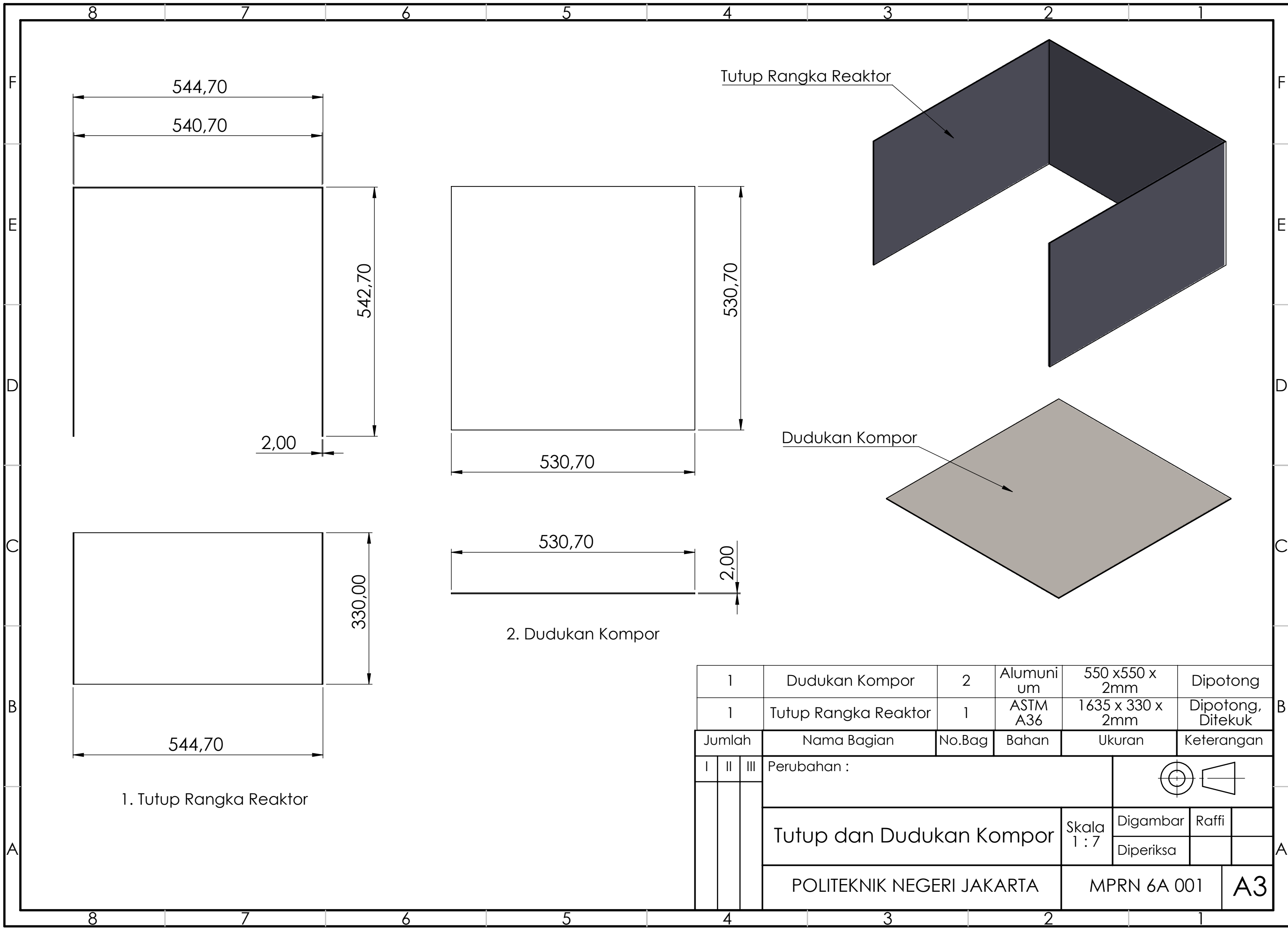


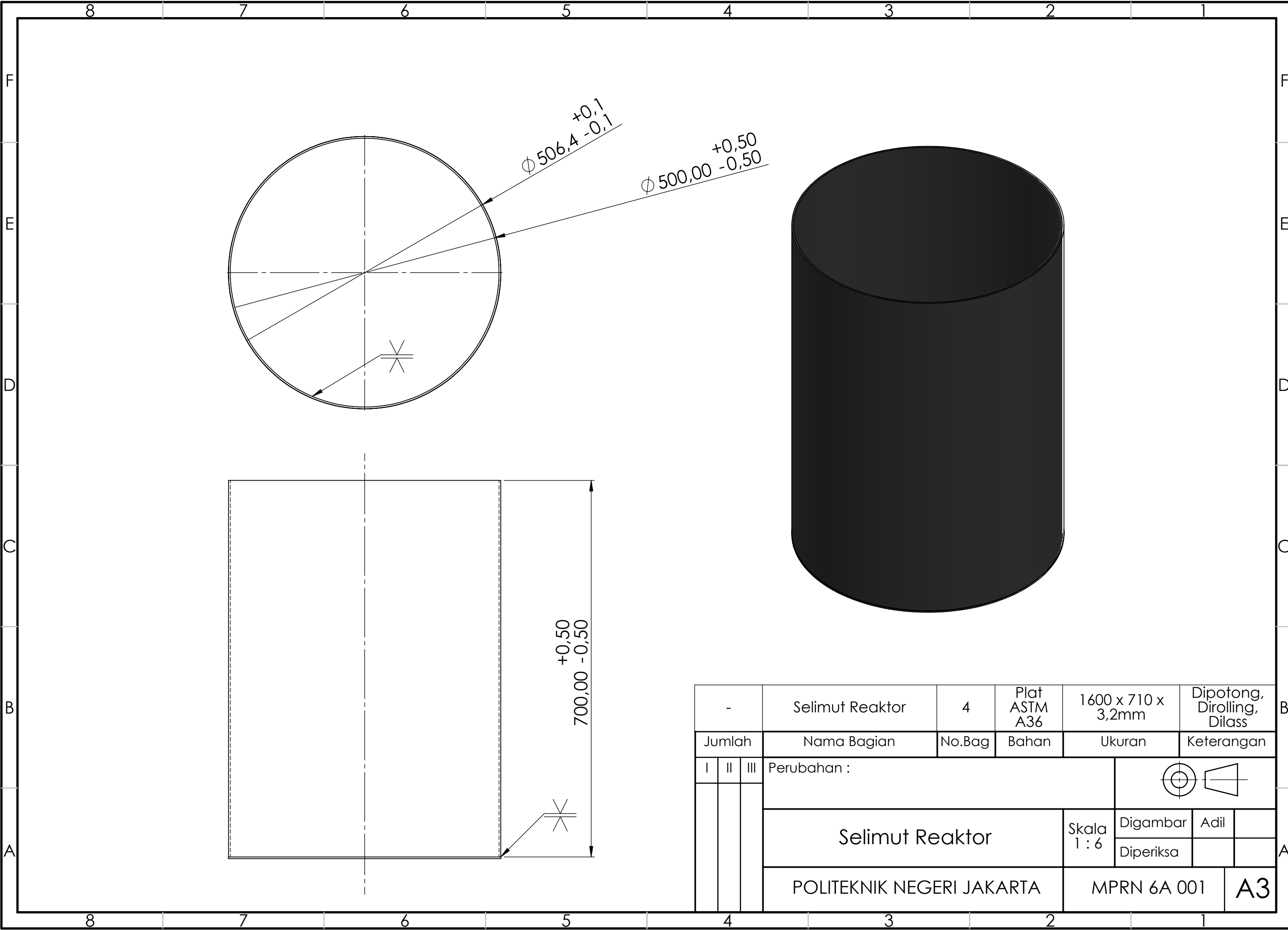


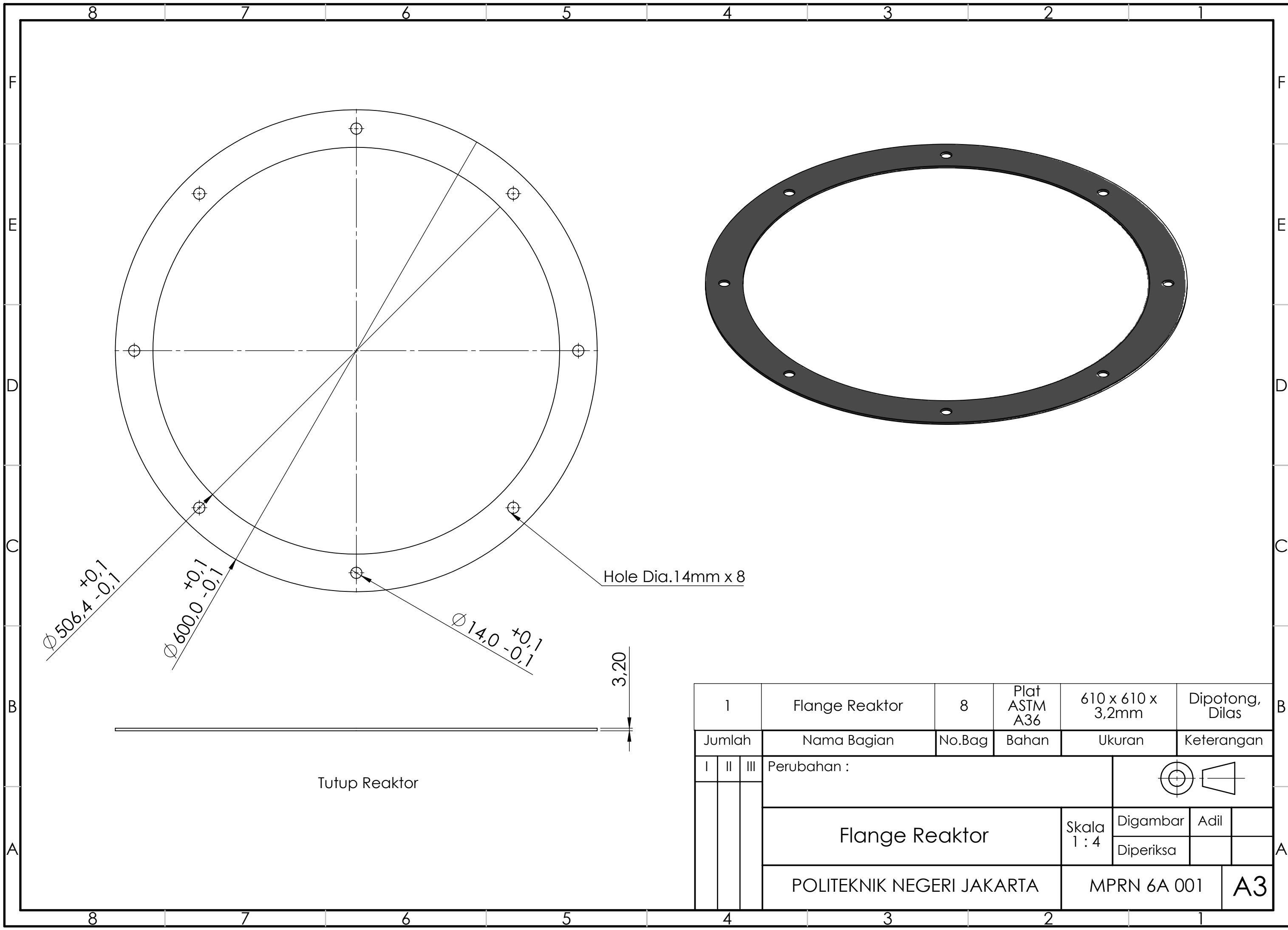
1	Glasswool	32	1625	-	Isolator
1	Plat Penutup Isolator	31		-	Penutup
1	Kompore High Pressure	30	-	High Pressure	Kompore
1	Ball Valve 1/2"	29	-	Drat 1/2'	Valve
1	Adaptor 1/4"-1/2"	28	Brass	Drat 1/4"-1/2"	Sambungan
1	Nipple 1/4"	27	Brass	Drat 1/4"	Sambungan
1	Rangka Kondensor	26	A36	-	Rangka
2	Soket 1/2"	25	SS 304	Drat 1/2"	Inlet/outlet
1	Badan Kondensor	24	A36	-	Kondensor
1	Koil Kondensor	23	B280	Dia. koil 30cm	Koil
1	Reducer 3/4"-1/2"	22	SS 304	Drat 3/4"-1/2"	Sambungan
1	Soket 1/4"	21	AISI 1020	Drat 1/4"	Sambungan
1	Pipa 3/4" SCH 40	20	A53	-	Pipa Transfer
1	Syphone	19	Brass	Drat 1/4"	Pendukung
1	Pressure Gauge 10Bar	18	Brass	Drat 1/4"	Alat ukur
2	Elbow 45 3/4"	17	AISI 1020	Drat 3/4"	Sambungan
1	Pipa 3/4" SCH 40	16	A53	-	Pipa Transfer
1	Elbow 90 3/4"	15	AISI 1020	Drat 3/4"	Sambungan
2	Soket sambung 3/4"	14	SS 304	Drat 3/4"	Sambungan
1	Ball Valve 3/4"	13	-	Drat 3/4"	Valve
1	Pipa 3/4" SCH 40	12	A53	-	Pipa Transfer
1	Soket 3/4"	11	AISI 1020	Drat 3/4"	Dudukan
1	Thermometer Analog	10	SS 304	Drat 1/2"	Alat ukur
1	Soket 1/2"	9	SS 304	Drat 1/2"	Dudukan
1	Penutup Reaktor	8	A36	-	Penutup
8	Baut M14	7	AISI 1020	Dia. 14mm	Baut
8	Mur M14	6	AISI 1020	Dia. 14mm	Mur
1	Flange Reaktor	5	A36	-	Flange
1	Selimut Reaktor	4	A36	-	Reaktor
1	Plat Penutup Kompore	3	A36	-	Penutup
1	Plat Dudukan Kompore	2	A36	-	Plat duduk
1	Rangka Reaktor	1	A36	-	Rangka

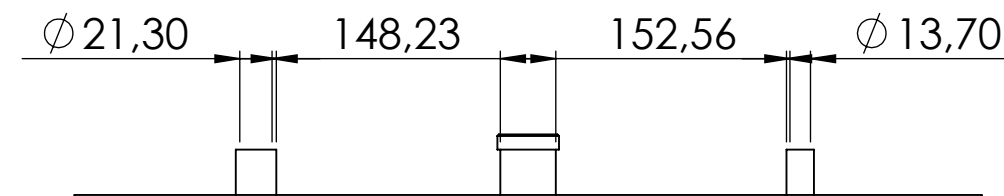
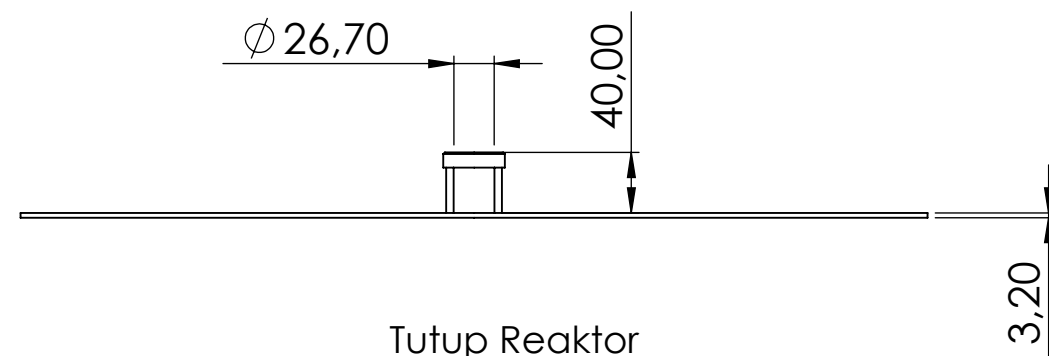
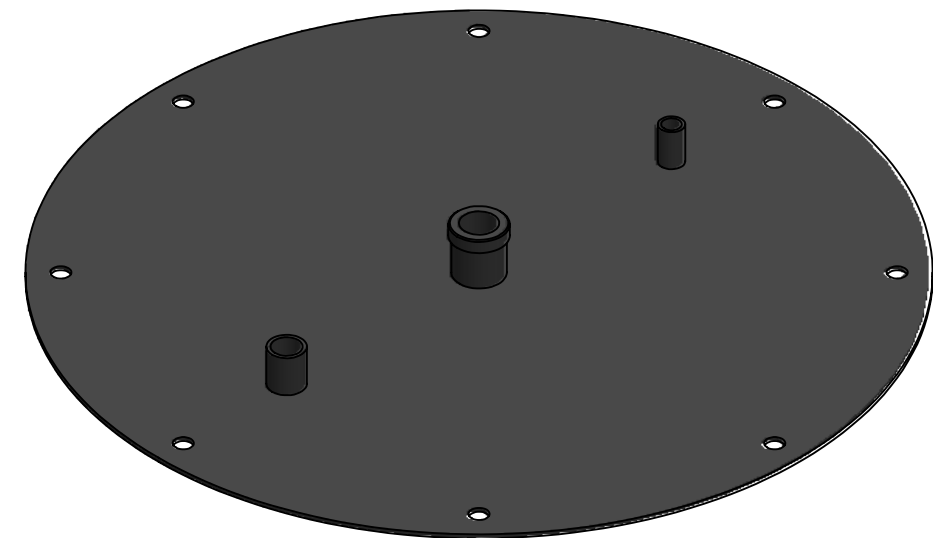
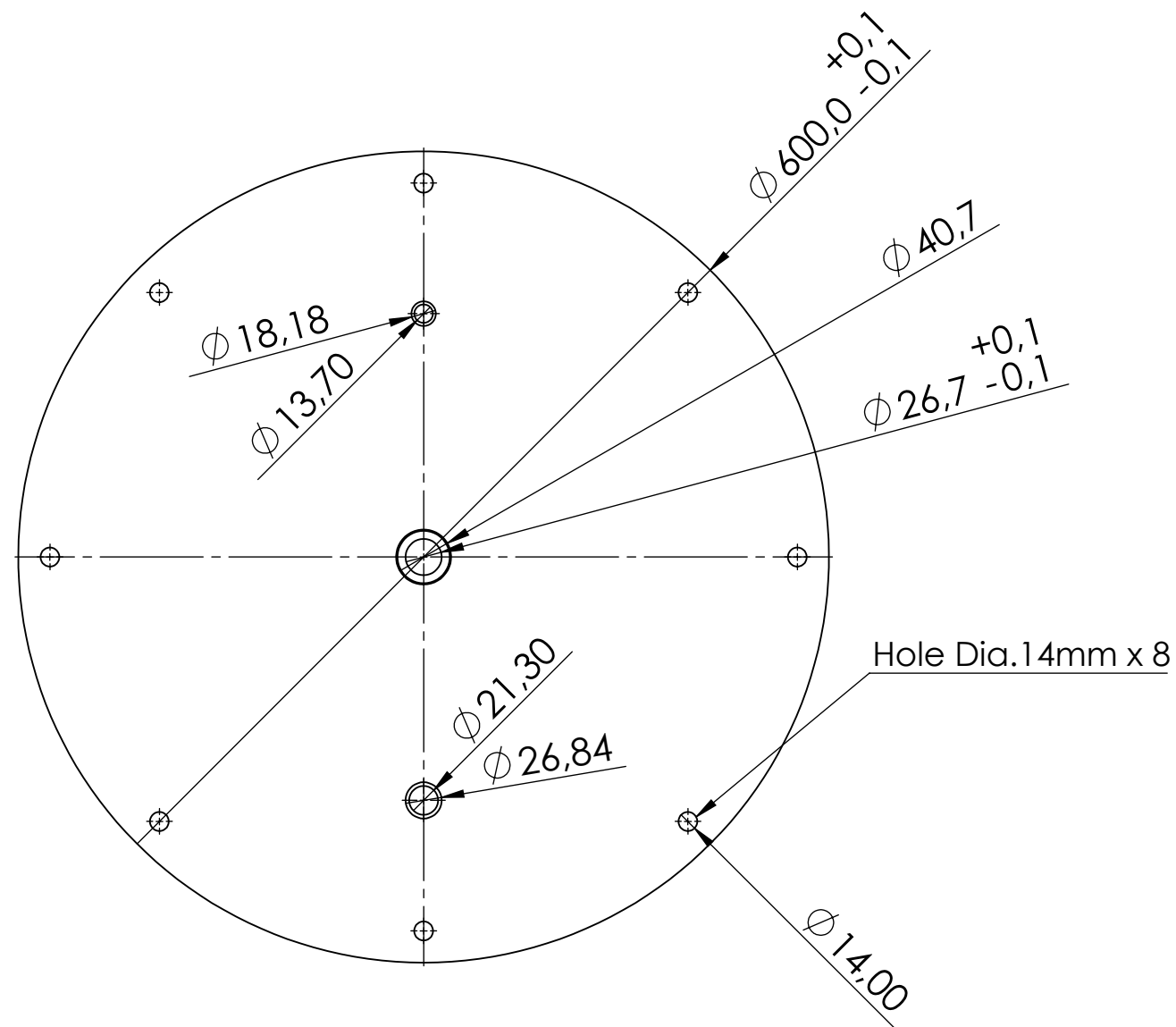
Jumlah	Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
I	II	III	Perubahan :		
			Assembly Pirolisis		
				Skala 1 : 15	Digambar 6/27/26
				Diperiksa	
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA				MPRN 6A 001	A3



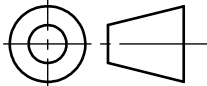


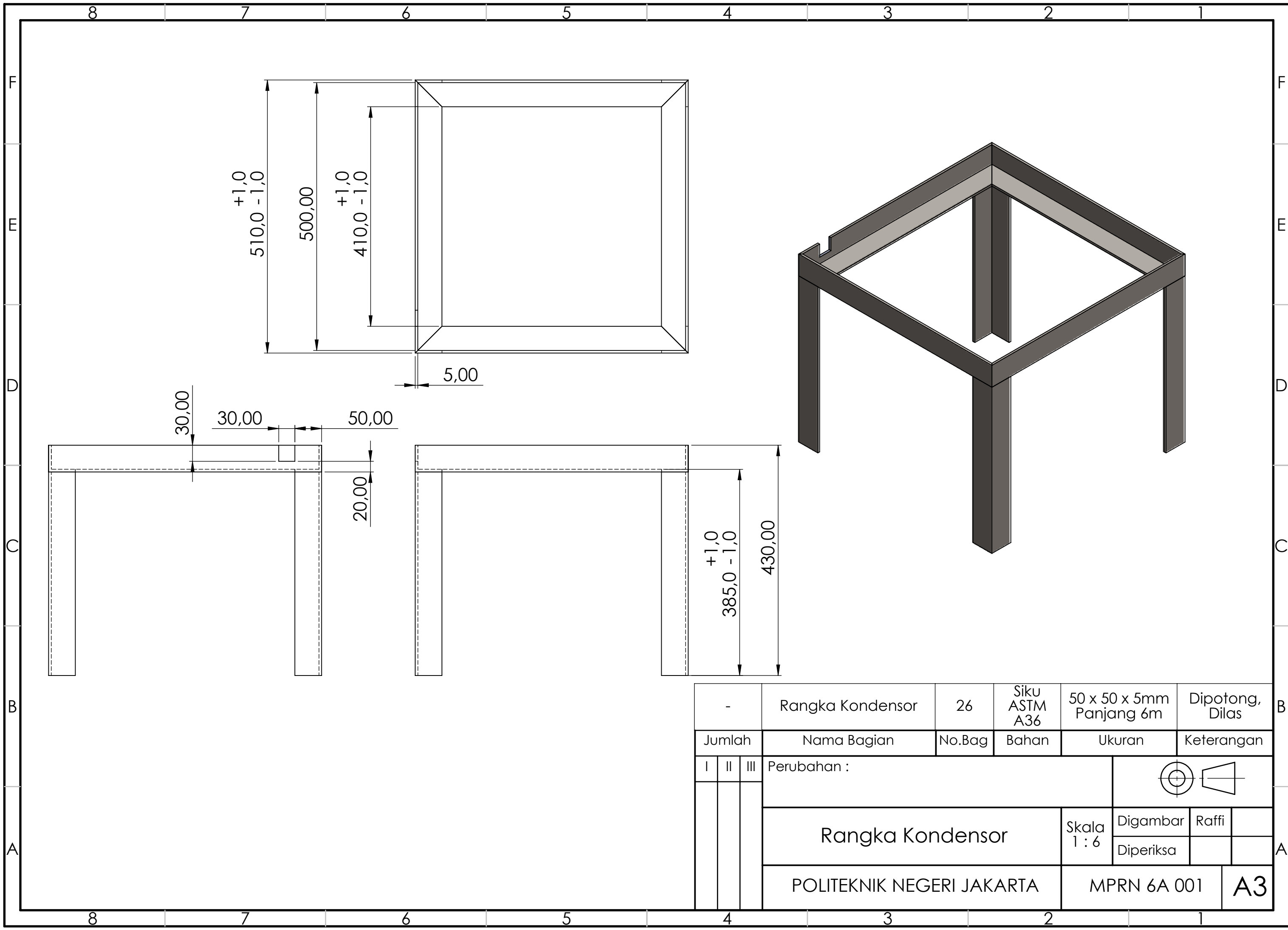


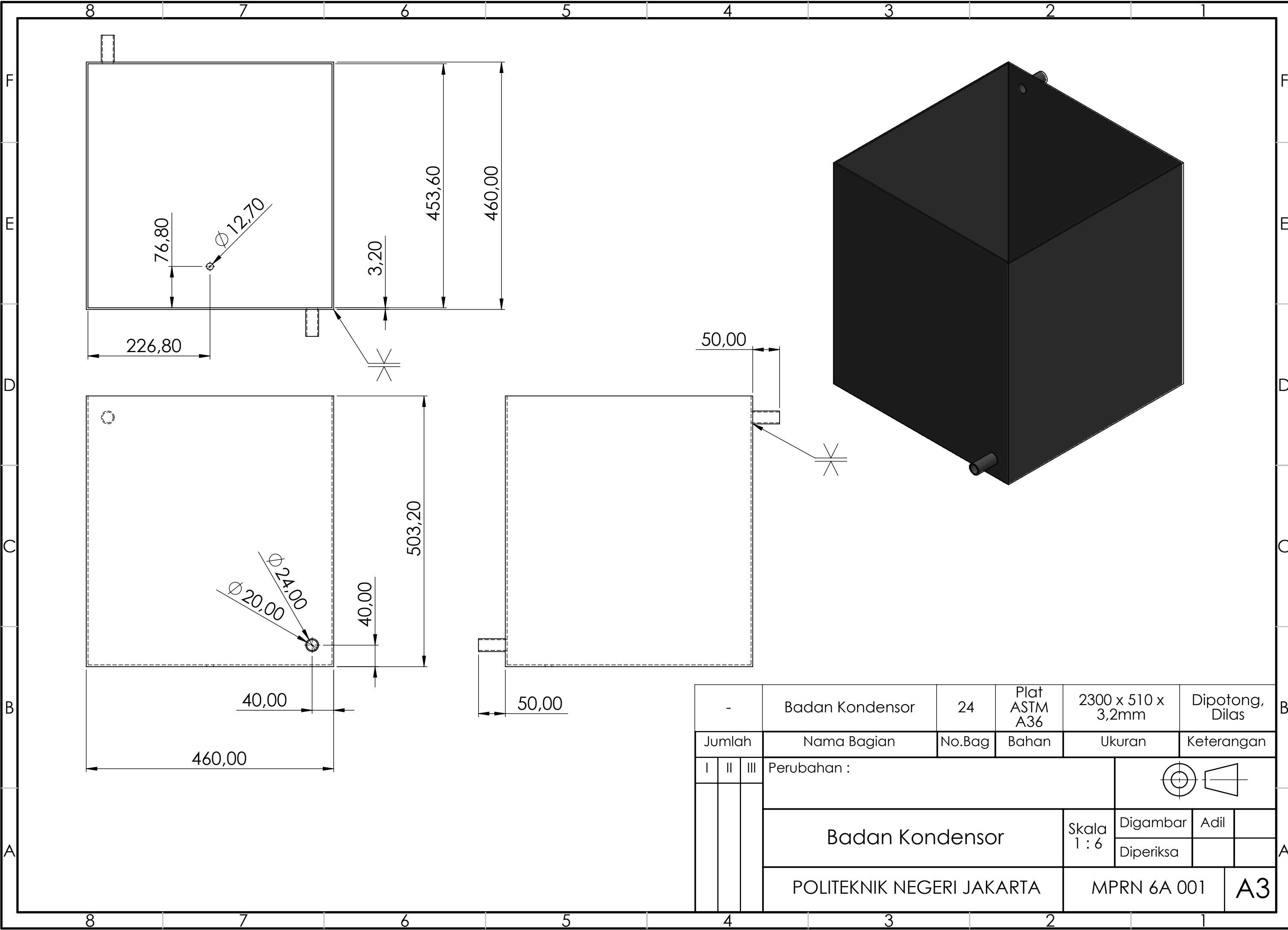




Tutup Reaktor

1			Tutup Reaktor		8	Plat ASTM A36	610 x 610 x 3,2mm		Dipotong, Dilas	
Jumlah			Nama Bagian		No.Bag	Bahan	Ukuran		Keterangan	
I	II	III	Perubahan :							
			Tutup Reaktor				Skala 1 : 5	Digambar	Adil	
								Diperiksa		
			POLITEKNIK NEGERI JAKARTA				MPRN 6A 001			





-			Badan Kondensor	24	Plat ASTM A36	2300 x 510 x 3,2mm	Dipotong, Dilas		
Jumlah			Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
I	II	III	Perubahan :						
			Badan Kondensor			Skala 1 : 6	Digambar	Adil	
							Diperiksa		
			POLITEKNIK NEGERI JAKARTA			MPRN 6A 001			A3

