



© 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



**PENGARUH KOMPOSISI ABS MURNI DAN DAUR ULANG,
TEMPERATUR, DAN *HOLDING TIME* TERHADAP
KUALITAS KNOB PADA *INJECTION MOLDING* VERTIKAL**

SKRIPSI

Oleh:

Faiq Akmal
NIM. 2202411017

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA MANUFAKTUR
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



**PENGARUH KOMPOSISI ABS MURNI DAN DAUR ULANG,
TEMPERATUR, DAN *HOLDING TIME* TERHADAP
KUALITAS KNOB PADA *INJECTION MOLDING* VERTIKAL**

SKRIPSI

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan
Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur,
Jurusan Teknik Mesin

Oleh:

Faiq Akmal

NIM. 2202411017

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA MANUFAKTUR
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

“Skripsi ini kupersembahkan sebagai bentuk penghormatan dan rasa terima kasih kepada Bangsa Indonesia, kedua orang tua saya, serta Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, 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

SKRIPSI

PENGARUH KOMPOSISI ABS MURNI DAN DAUR ULANG, TEMPERATUR, DAN *HOLDING TIME* TERHADAP KUALITAS KNOB PADA *INJECTION MOLDING* VERTIKAL

Oleh:

Faiq Akmal

NIM. 2202411017

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur

Laporan Skripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Pembimbing 2

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

NIP. 197707142008121005

Budi Yuwono, S.T.

NIP. 196306191990031002

Kepala Program Studi

Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur

Radhi Maladzi, S.T., M.T.

NIP. 199307282024061001



Hak Cipta :

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

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

PENGARUH KOMPOSISI ABS MURNI DAN DAUR ULANG, TEMPERATUR, DAN *HOLDING TIME* TERHADAP KUALITAS KNOB PADA *INJECTION MOLDING* VERTIKAL

Oleh:

Faiq Akmal

NIM 2202411017

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan di hadapan Dewan Penguji
pada tanggal 6 Juli 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur
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		19/7/26
2.	Drs., Nugroho Eko Setijogiarto, Dipl.Ing., M.T. NIP. 196512131992031001	Penguji I		19/7/26
3.	Azam Milah Muhamad, M.T. NIP. 199608232024061001	Penguji II		19/7/26

Depok, 20 Juli 2026

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Fuad Saini, S.T., M.Si.
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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Faiq Akmal

NIM : 2202411017

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Skripsi 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 Skripsi telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 20 Juli 2026



Faiq Akmal
NIM. 2202411017



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

PENGARUH KOMPOSISI ABS MURNI DAN DAUR ULANG, TEMPERATUR, DAN *HOLDING TIME* TERHADAP KUALITAS KNOB PADA *INJECTION MOLDING* VERTIKAL

Faiq Akmal¹

¹Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Email: faiq.akmal.tm22@mhsw.pnj.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis pengaruh komposisi ABS murni dan ABS daur ulang, temperatur proses, serta *holding time* terhadap kualitas produk knob hasil *injection molding* vertikal secara deskriptif. Rancangan percobaan menggunakan Taguchi L9 dengan variasi komposisi 100:0, 80:20, dan 60:40, temperatur 230 °C, 250 °C, dan 270 °C, serta *holding time* 5, 10, dan 15 detik. Pengujian meliputi pengamatan visual, pengukuran *shrinkage*, pengujian tekan pada spesimen terpilih, dan pengamatan SEM sebagai analisis pendukung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa spesimen A2, A3, B2, dan C3 terbentuk tanpa cacat visual. Nilai *shrinkage* rata-rata meningkat dari 0,57% pada komposisi 100:0 menjadi 0,69% pada komposisi 80:20 dan 0,84% pada komposisi 60:40. Temperatur 270 °C menghasilkan *shrinkage* rata-rata terendah sebesar 0,56%, sedangkan *holding time* 15 detik menghasilkan nilai terendah sebesar 0,60%. Pengujian tekan menghasilkan beban maksimum sebesar 3124,99 kgf pada A3, 1553,60 kgf pada B2, dan 1099,92 kgf pada C3. Pengamatan SEM pada B2 menunjukkan alur sejajar dan ketidakrataan lokal pada permukaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa campuran ABS daur ulang dapat menghasilkan produk knob tanpa cacat visual pada kombinasi proses tertentu. Analisis dilakukan secara deskriptif sehingga hasilnya tidak menunjukkan signifikansi statistik.

Kata kunci: ABS daur ulang, *injection molding* vertikal, knob, *shrinkage*, beban tekan maksimum



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

PENGARUH KOMPOSISI ABS MURNI DAN DAUR ULANG, TEMPERATUR, DAN *HOLDING TIME* TERHADAP KUALITAS KNOB PADA *INJECTION MOLDING VERTIKAL*

Faiq Akmal¹

¹Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri
Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Email: faiq.akmal.tm22@mhsw.pnj.ac.id

ABSTRACT

This study analyzed the trends in the effects of virgin and recycled ABS composition, process temperature, and holding time on the quality of knob products manufactured using vertical injection molding. The experiment used a Taguchi L9 design with material compositions of 100:0, 80:20, and 60:40, process temperatures of 230 °C, 250 °C, and 270 °C, and holding times of 5, 10, and 15 seconds. The tests included visual inspection, shrinkage measurement, compression testing on selected specimens, and SEM observation as supporting analysis. The results showed that specimens A2, A3, B2, and C3 were formed without visual defects. The average shrinkage increased from 0.57% at the 100:0 composition to 0.69% at 80:20 and 0.84% at 60:40. A process temperature of 270 °C produced the lowest average shrinkage of 0.56%, while a holding time of 15 seconds produced the lowest value of 0.60%. Compression testing produced maximum loads of 3124.99 kgf for A3, 1553.60 kgf for B2, and 1099.92 kgf for C3. SEM observation of B2 showed parallel grooves and local surface irregularities. The results indicate that recycled ABS blends can produce knob products without visual defects under certain process combinations. The analysis was descriptive and did not determine statistical significance.

Keywords: recycled ABS, vertical injection molding, knob, shrinkage, maximum compressive load



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 serta syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Pengaruh Komposisi ABS Murni dan Daur Ulang, Temperatur, dan *Holding Time* Terhadap Kualitas Knob Pada *Injection Molding* Vertikal. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Sarjana Terapan pada Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari berbagai tantangan dan hambatan. Namun, berkat bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak, skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Bapak Radhi Maladzi, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.
3. Bapak Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T., M.T., I.W.E. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta masukan mulai dari penyusunan judul, metode penelitian, hingga penyelesaian skripsi ini.
4. Bapak Budi Yuwono, S.T. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, saran, motivasi, serta masukan yang sangat bermanfaat selama proses penyusunan skripsi ini.
5. Seluruh dosen dan tenaga kependidikan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan ilmu, pengalaman, serta bantuan selama penulis menempuh pendidikan.
6. Kedua orang tua dan seluruh keluarga yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dukungan moral maupun material, serta motivasi kepada penulis selama proses penyusunan skripsi.
7. Teman-teman Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan



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

bantuan, dukungan, dan semangat selama proses penelitian dan penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan penelitian ini di masa yang akan datang.

Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang manufaktur, proses *injection molding*, serta pemanfaatan material ABS daur ulang sebagai alternatif material yang lebih ramah lingkungan.

Depok, 30 Juni 2026

Faiq Akmal

**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

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR PERSAMAAN	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Pertanyaan Penelitian	4
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	5
1.6. Batasan Masalah	5
1.7. Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1. Landasan Teori	8
2.1.1. <i>Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS)</i>	8
2.1.2. <i>Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS)</i> Daur Ulang	10
2.1.3. Campuran ABS Murni dan ABS Daur Ulang	11
2.1.4. <i>Injection Molding</i>	12
2.1.5. <i>Injection Molding Vertikal</i>	15
2.1.6. Parameter Proses <i>Injection Molding</i>	16
2.1.7. Cacat Visual (<i>Visual Defects</i>)	17



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

2.1.8.	Pengujian Tekan	19
2.1.9.	<i>Shrinkage</i>	20
2.1.10.	<i>Metode Design of Experiments (DoE)</i>	21
2.1.11.	<i>Orthogonal Array L9</i> pada <i>Metode Taguchi</i>	22
2.1.12.	<i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i>	22
2.2.	Kajian Literatur	24
2.3.	Kerangka Pemikiran	37
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	40
3.1.	Jenis Penelitian	40
3.2.	Objek Penelitian	42
3.3.	Metode Pengambilan Spesimen	42
3.4.	Jenis dan Sumber Data Penelitian	43
3.5.	Metode Pengumpulan Data Penelitian	44
3.6.	Metode Analisis Data	44
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	57
4.1	Kualitas Visual Produk Knob	57
4.1.1	Hasil Pengamatan Kualitas Visual	57
4.1.2	Pembahasan <i>Short Shot</i>	60
4.1.3	Pembahasan <i>Sink Mark</i>	60
4.1.4	Pembahasan <i>Flash</i>	61
4.1.5	Analisis Kualitas Visual Produk Knob	62
4.2	Pengukuran Dimensi dan Perhitungan <i>Shrinkage</i>	63
4.2.1	Hasil Pengukuran Dimensi	63
4.2.2	Perhitungan <i>Shrinkage</i>	65
4.2.3	Pengaruh Komposisi ABS terhadap <i>Shrinkage</i>	68
4.2.4	Pengaruh Temperatur Proses terhadap <i>Shrinkage</i>	69
4.2.5	Pengaruh <i>Holding Time</i> terhadap <i>Shrinkage</i>	70
4.2.6	Analisis Keseluruhan Hasil <i>Shrinkage</i>	71
4.3	Pemilihan Spesimen	72
4.4	Pengujian Tekan Produk Knob	74
4.4.1	Hasil Pengujian Tekan	74



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

4.4.2	Analisis Hasil Pengujian Tekan pada Spesimen Terpilih.....	76
4.5	Analisis Morfologi Permukaan Menggunakan <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM).....	77
4.5.1	Hasil Pengamatan Morfologi Permukaan	77
4.5.2	Analisis Morfologi Permukaan	78
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	79
5.1.	Kesimpulan	79
5.2.	Saran	80
DAFTAR PUSTAKA		81
LAMPIRAN		86





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 Material <i>Acrylonitrile Butadiene Styrene</i> (ABS).....	9
Gambar 2. 2 Struktur Monomer Penyusun Material ABS	9
Gambar 2. 3 <i>Injection Molding</i>	13
Gambar 2. 4 <i>Injection Molding</i> Vertikal	15
Gambar 2. 5 Contoh Cacat <i>Sink Mark</i>	18
Gambar 2. 6 Contoh Cacat <i>Flash</i>	18
Gambar 2. 7 Contoh <i>Short Shot</i>	19
Gambar 2. 8 Kerangka Berpikir	39
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	45
Gambar 3. 2 <i>Acrylonitrile Butadiene Styrene</i> Murni.....	48
Gambar 3. 3 <i>Acrylonitrile Butadiene Styrene</i> Daur Ulang	48
Gambar 3. 4 <i>Mold Release</i>	49
Gambar 3. 5 <i>Baut M12 x 1,5</i>	49
Gambar 3. 6 Cetakan (<i>mold</i>) Knob.....	49
Gambar 3. 7 Mesin <i>Injection Molding</i> Vertikal	50
Gambar 3. 8 Timbangan Digital.....	50
Gambar 3. 9 Toples Plastik	51
Gambar 3. 10 Jangka Sorong	51
Gambar 3. 11 Kunci Ring Pas 20	51
Gambar 3. 12 <i>C-Clamp</i> (klem C)	52
Gambar 4. 1 Cacat <i>Short Shot</i> pada Produk Knob A1, B1, B3, dan C2	60
Gambar 4. 2 Cacat <i>Sink Mark</i> pada Produk Knob C1, dan C2	61
Gambar 4. 3 Cacat <i>Flash</i> pada Produk Knob C2	61
Gambar 4. 4 Grafik Jumlah Kemunculan Cacat Visual Produk Knob	62
Gambar 4. 5 Grafik Rata-Rata <i>Shrinkage</i> Berdasarkan Komposisi ABS	69
Gambar 4. 6 Grafik Rata-Rata <i>Shrinkage</i> Berdasarkan Temperatur	70
Gambar 4. 7 Grafik Rata-Rata <i>Shrinkage</i> Berdasarkan Holding Time	71
Gambar 4. 8 Proses Pengujian Tekan pada Spesimen Terpilih.....	74
Gambar 4. 9 Kondisi Spesimen Setelah Pengujian Tekan.....	75



Hak Cipta :

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

Gambar 4. 10 Grafik Beban Maksimum pada Spesimen Terpilih 76

Gambar 4. 11 Hasil *Scanning Electron Microscope* (SEM) 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 TABEL

Tabel 2. 1 Sifat Mekanik ABS	10
Tabel 2. 2 Kajian Literatur	24
Tabel 3. 1 Variabel Bebas	40
Tabel 3. 2 Variabel Kontrol.....	41
Tabel 3. 3 Design Summary	47
Tabel 3. 4 Orthogonal Array Taguchi L9.....	47
Tabel 3. 5 Proses Pembuatan Produk.....	52
Tabel 4. 1 Hasil Pengamatan Kualitas Visual Produk Knob.....	57
Tabel 4. 2 Dokumentasi Produk Knob Hasil Proses Injection Molding Vertikal .	58
Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran Diameter Luar Atas	63
Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran Diameter Luar Bawah	64
Tabel 4. 5 Hasil Pengukuran Panjang	64
Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan <i>Shrinkage</i> Diameter Luar Atas	65
Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan <i>Shrinkage</i> Diameter Luar Bawah	66
Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan <i>Shrinkage</i> Panjang Produk	67
Tabel 4. 9 Hasil Perhitungan <i>Shrinkage</i> Rata-Rata	67
Tabel 4. 10 Rata-Rata <i>Shrinkage</i> Berdasarkan Komposisi ABS.....	69
Tabel 4. 11 Rata-Rata <i>Shrinkage</i> Berdasarkan Temperatur	70
Tabel 4. 12 Rata-Rata <i>Shrinkage</i> Berdasarkan <i>Holding Time</i>	71
Tabel 4. 13 Ringkasan Kondisi dengan Nilai <i>Shrinkage</i> Terendah.....	72
Tabel 4. 14 Kriteria Pemilihan Spesimen	73
Tabel 4. 15 Spesimen Terpilih untuk Pengujian Tekan	73
Tabel 4. 16 Hasil Pengujian Tekan Produk Knob	75



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 PERSAMAAN

Persamaan 1. <i>Shrinkage</i>	20
-------------------------------------	----





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 LAMPIRAN

- Lampiran 1 Perhitungan Komposisi Massa Material
- Lampiran 2 Perhitungan Shrinkage Produk Knob
- Lampiran 3 Hasil Pengujian Tekan dari Laboratorium
- Lampiran 4 Hasil Pengujian SEM
- Lampiran 5 Data Sheet ABS
- Lampiran 6 Desain Produk Knob dan Mold





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

Plastik banyak digunakan sebagai bahan baku dalam proses produksi karena memiliki massa ringan, mudah dibentuk, dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan produk. Penggunaan plastik dapat ditemukan pada sektor otomotif, elektronik, peralatan rumah tangga, dan komponen teknik [1]. Beberapa jenis plastik yang umum digunakan antara lain *Polypropylene* (PP), *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS), *Polyethylene* (PE), dan *Polyvinyl Chloride* (PVC) [2]. Penggunaan plastik yang tinggi juga menghasilkan limbah dalam jumlah besar. Berdasarkan laporan SIPSN tahun 2024, Indonesia menghasilkan sekitar 35 juta ton sampah, dengan sampah plastik menyumbang 19,52% atau sekitar 6,8 juta ton dari total sampah nasional [3]. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya pemanfaatan kembali material plastik yang masih memiliki potensi untuk diproses ulang.

Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS) merupakan salah satu polimer teknik yang banyak digunakan pada produk hasil *injection molding*. Material ini memiliki kekakuan, ketangguhan, kestabilan dimensi, serta kemampuan proses yang baik, sehingga sesuai digunakan pada produk teknik seperti *housing* elektronik, komponen otomotif, dan komponen pengoperasian manual [4]. Produk knob termasuk komponen pengoperasian manual yang membutuhkan kestabilan dimensi dan ketahanan mekanik yang memadai. Knob dapat menerima beban saat digunakan untuk memutar, menarik, atau mengoperasikan suatu mekanisme. Pemilihan material dan pengaturan parameter proses menjadi faktor penting dalam menghasilkan produk knob yang layak digunakan.

Pemanfaatan ABS daur ulang menjadi salah satu alternatif untuk mengurangi penggunaan material murni. Penggunaan ABS daur ulang juga tidak selalu menghasilkan karakteristik yang sama dengan ABS murni. Proses daur ulang dan *reprocessing* dapat mengubah karakteristik alir serta



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

menurunkan sebagian sifat mekanik material [5]. ABS dari limbah elektronik yang mengalami *reprocessing* hingga enam kali dilaporkan mengalami peningkatan *melt flow index* sebesar 11 sampai 15%, sedangkan penurunan ketahanan impak mulai terlihat sejak siklus *reprocessing* kedua dengan penurunan sekitar 14% [6]. Data ini menunjukkan bahwa ABS daur ulang masih memiliki potensi untuk digunakan kembali, tetapi komposisi campurannya perlu dikaji agar kualitas produk tetap memenuhi kebutuhan penggunaan.

Kualitas produk hasil *injection molding* dipengaruhi oleh komposisi material dan parameter proses. Beberapa parameter yang dapat memengaruhi cacat produk, *shrinkage*, dan kestabilan dimensi antara lain *mold temperature*, *melt temperature*, *injection pressure*, *holding pressure*, *holding time*, dan *cooling time* [7]. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa peningkatan temperatur cetakan dan *holding pressure* dapat menurunkan *persentase shrinkage* pada produk hasil *injection molding* [8]. Fenomena ini menunjukkan bahwa pengaturan parameter proses perlu dilakukan dengan tepat agar produk yang dihasilkan memiliki kualitas visual dan dimensi yang lebih baik.

Kualitas visual dan *shrinkage* menjadi aspek penting pada produk knob karena keduanya berkaitan langsung dengan bentuk, kesesuaian dimensi, dan fungsi produk. Cacat visual seperti *short shot*, *flash*, dan *sink mark* dapat menunjukkan adanya ketidaksempurnaan proses pengisian atau pemadatan material di dalam *mold* [9]. *Shrinkage* yang terlalu besar juga dapat menyebabkan ukuran produk menyimpang dari ukuran cetakan [10]. Pengujian tekan juga dilakukan sebagai pengujian pendukung untuk mengetahui respons struktur produk ketika menerima pembebanan tekan aksial [11]. Pengamatan *Scanning Electron Microscope* (SEM) dapat digunakan sebagai analisis pendukung untuk melihat morfologi permukaan material pada spesimen terpilih.

Penelitian terdahulu telah membahas penggunaan ABS murni dan ABS daur ulang pada proses *injection molding*. Campuran 70% ABS murni dan



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

30% ABS daur ulang masih dapat mempertahankan performa mekanik pada tingkat yang layak meskipun mengalami sedikit penurunan kekuatan tarik dan dampak dibandingkan ABS murni [12]. Campuran limbah runner ABS dan ABS virgin pada variasi 15%, 30%, dan 45% juga menunjukkan bahwa penambahan material daur ulang dapat memengaruhi sifat termal material [13]. Penelitian lain menunjukkan bahwa peningkatan kandungan recycled ABS dapat menurunkan kekuatan tarik, *transverse rupture strength*, dan kekuatan dampak [5]. Pembahasan mengenai campuran ABS murni dan ABS daur ulang pada produk knob hasil *injection molding* vertikal, khususnya terhadap kualitas visual dan *shrinkage*, disertai pengujian tekan pada spesimen terpilih serta pengamatan morfologi permukaan lokal, masih perlu dikaji lebih lanjut.

Berdasarkan penelitian terdahulu, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji kecenderungan pengaruh komposisi ABS murni dan ABS daur ulang, temperatur proses, serta *holding time* terhadap kualitas produk knob hasil *injection molding* vertikal. Variasi komposisi yang digunakan adalah 100:0, 80:20, dan 60:40. Variasi temperatur proses yang digunakan adalah 230°C, 250°C, dan 270°C. Variasi *holding time* yang digunakan adalah 5 detik, 10 detik, dan 15 detik. Rancangan percobaan disusun menggunakan *Orthogonal Array* Taguchi L9 untuk memperoleh kombinasi eksperimen secara sistematis. Parameter kualitas yang dianalisis meliputi kualitas visual, *shrinkage*, respons pembebanan tekan pada spesimen terpilih, dan morfologi permukaan menggunakan SEM sebagai analisis pendukung.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah adanya kemungkinan perubahan kualitas visual dan *shrinkage* produk knob akibat variasi komposisi ABS murni dan ABS daur ulang, temperatur proses, serta *holding time* pada proses *injection molding* vertikal. Penelitian ini juga membandingkan respons pembebanan tekan berdasarkan nilai beban maksimum dan defleksi pada spesimen terpilih serta mengamati karakteristik



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

morfologi permukaan lokal pada satu spesimen menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM).

1.3. Pertanyaan Penelitian

Pertanyaan penelitian dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana kecenderungan kualitas visual produk knob hasil *injection molding* vertikal pada variasi komposisi ABS murni dan ABS daur ulang, temperatur proses, serta *holding time*?
2. Bagaimana kecenderungan *shrinkage* produk knob hasil *injection molding* vertikal pada variasi komposisi ABS murni dan ABS daur ulang, temperatur proses, serta *holding time*?
3. Bagaimana perbedaan beban maksimum dan defleksi pada spesimen terpilih berdasarkan hasil pengujian tekan dengan pembebanan aksial?
4. Bagaimana karakteristik morfologi permukaan lokal pada satu spesimen terpilih berdasarkan hasil pengamatan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM)?

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menganalisis kecenderungan kualitas visual produk knob hasil *injection molding* vertikal pada variasi komposisi ABS murni dan ABS daur ulang, temperatur proses, serta *holding time*.
2. Menganalisis kecenderungan *shrinkage* produk knob hasil *injection molding* vertikal pada variasi komposisi ABS murni dan ABS daur ulang, temperatur proses, serta *holding time*.
3. Membandingkan beban maksimum dan defleksi pada spesimen terpilih berdasarkan hasil pengujian tekan dengan pembebanan aksial.
4. Menganalisis karakteristik morfologi permukaan lokal pada satu spesimen terpilih berdasarkan hasil pengamatan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM).



Hak Cipta :

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

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menambah referensi mengenai pemanfaatan ABS daur ulang sebagai campuran material pada produk *knob* hasil *injection molding* vertikal.
2. Memberikan informasi mengenai pengaruh komposisi material, temperatur proses, dan *holding time* terhadap kualitas visual dan *shrinkage* produk *knob*, serta memberikan data respons pembebanan tekan pada spesimen terpilih.
3. Menjadi bahan pertimbangan dalam penggunaan ABS daur ulang sebagai campuran material pada proses *injection molding* vertikal.
4. Menjadi acuan bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan ABS daur ulang, parameter proses *injection molding*, pengujian tekan produk, dan pengamatan morfologi permukaan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM).

1.6. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Material yang digunakan adalah ABS murni dan ABS daur ulang dengan variasi komposisi 100:0, 80:20, dan 60:40.
2. Produk yang dibuat adalah *knob* menggunakan mesin *injection molding* vertikal.
3. Parameter proses yang divariasikan meliputi temperatur *barrel* 230°C, 250°C, dan 270°C, serta *holding time* 5 detik, 10 detik, dan 15 detik.
4. Rancangan percobaan menggunakan Taguchi L9 sebagai metode penyusunan kombinasi eksperimen, bukan sebagai metode analisis data statistik.
5. Parameter kualitas yang dianalisis meliputi kualitas visual, *shrinkage*, respons pembebanan tekan pada spesimen terpilih, dan morfologi permukaan sebagai analisis pendukung.
6. Pengamatan kualitas visual dibatasi pada cacat *short shot*, *flash*, dan *sink*



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

mark.

7. Pengujian tekan dilakukan pada spesimen terpilih yang mewakili setiap variasi komposisi material, yaitu A3, B2, dan C3.
8. Pengujian tekan digunakan sebagai pengujian mekanik pendukung untuk membandingkan respons struktur produk terhadap pembebanan tekan aksial, bukan sebagai simulasi langsung beban kerja knob saat ditarik atau diputar.
9. Pengamatan morfologi permukaan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) dilakukan pada satu spesimen terpilih sebagai analisis pendukung.
10. Parameter proses lain, seperti *injection speed*, *mold temperature*, tekanan penjepit, dan tekanan lelehan aktual di dalam *cavity*, tidak dianalisis sebagai variabel bebas dalam penelitian ini.
11. Penelitian ini tidak membahas aspek ekonomi, umur pakai (*service life*), karakterisasi awal material, sifat kimia, sifat termal lanjutan, optimasi desain geometri, maupun pengujian mekanik lain seperti uji tarik, uji impak, uji puntir, dan uji kekerasan.

1.7. Sistematika Penulisan

Penulisan dalam penelitian ini dibagi menjadi 5 (lima) bab yang saling berkaitan. Adapun sistematika penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab I menguraikan latar belakang penelitian mengenai penggunaan campuran ABS murni dan ABS daur ulang pada pembuatan produk knob menggunakan proses *injection molding* vertikal. Bab ini juga memuat rumusan masalah, pertanyaan penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab II membahas landasan teori mengenai material ABS murni dan ABS daur ulang, campuran ABS murni dan ABS daur ulang, proses *injection molding* vertikal, parameter proses, cacat visual, *shrinkage*, pengujian



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

tekan, metode *Design of Experiments*, *Orthogonal Array* Taguchi L9, dan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Bab ini juga memuat kajian penelitian terdahulu dan kerangka pemikiran penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab III menjelaskan metode penelitian yang meliputi variabel penelitian, objek penelitian, rancangan percobaan Taguchi L9, alat dan bahan, prosedur pembuatan produk knob, metode pengamatan kualitas visual, pengukuran dan perhitungan *shrinkage*, kriteria pemilihan spesimen untuk pengujian tekan, serta prosedur pengamatan SEM.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab IV menyajikan hasil pengamatan kualitas visual, pengukuran dan perhitungan *shrinkage*, pemilihan spesimen berdasarkan kriteria yang telah ditentukan, pengujian tekan pada spesimen terpilih, serta pengamatan morfologi permukaan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Pembahasan dilakukan secara deskriptif dan hasil SEM tidak digunakan untuk menjelaskan secara langsung nilai beban maksimum atau defleksi produk.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab V menyajikan kesimpulan berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang mengacu pada pertanyaan serta tujuan penelitian. Bab ini juga memuat 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V**KESIMPULAN DAN SARAN****5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengaruh komposisi ABS murni dan ABS daur ulang, temperatur proses, serta *holding time* terhadap kualitas produk *knob* hasil *injection molding* vertikal, diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Sembilan kombinasi percobaan menunjukkan kondisi visual produk yang berbeda. Spesimen A2, A3, B2, dan C3 terbentuk tanpa cacat visual yang diamati. Cacat *short shot* ditemukan pada A1, B1, B3, dan C2. Cacat *sink mark* ditemukan pada C1 dan C2, sedangkan *flash* hanya ditemukan pada C2.
2. Nilai *shrinkage* rata-rata berdasarkan level faktor menunjukkan kecenderungan meningkat seiring bertambahnya kandungan ABS daur ulang, yaitu 0,57% pada komposisi 100:0, 0,69% pada komposisi 80:20, dan 0,84% pada komposisi 60:40. Temperatur 270°C menghasilkan nilai rata-rata terendah sebesar 0,56%, sedangkan *holding time* 15 detik menghasilkan nilai rata-rata terendah sebesar 0,60%. Spesimen A3 menghasilkan nilai *shrinkage* rata-rata terendah sebesar 0,42%. Hasil tersebut merupakan analisis deskriptif berdasarkan rancangan L9 dan tidak menunjukkan signifikansi statistik.
3. Pengujian tekan menunjukkan bahwa spesimen A3 menghasilkan beban maksimum sebesar 3124,99 kgf dengan defleksi 18,13 mm. Spesimen B2 menghasilkan beban maksimum sebesar 1553,60 kgf dengan defleksi 4,22 mm, sedangkan spesimen C3 menghasilkan beban maksimum sebesar 1099,92 kgf dengan defleksi 4,31 mm. Hasil tersebut menunjukkan perbedaan respons struktur pada spesimen terpilih, tetapi tidak dapat digunakan untuk menentukan pengaruh tunggal komposisi material karena temperatur proses dan *holding time* ketiga spesimen tidak seluruhnya sama.



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. Pengamatan SEM pada spesimen B2 dengan perbesaran 100x, 250x, 500x, dan 1000x menunjukkan adanya alur sejajar dan ketidakrataan lokal pada permukaan spesimen. Void berukuran besar tidak terlihat pada area yang diamati. Hasil tersebut hanya menggambarkan morfologi lokal spesimen B2 dan tidak digunakan untuk menjelaskan secara langsung nilai beban maksimum atau defleksi produk.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Penelitian selanjutnya dapat menambahkan variasi parameter proses lain, seperti *mold temperature*, *cooling time*, *injection pressure*, atau *injection speed*.
2. Jumlah spesimen pengujian tekan perlu ditambah agar hasil pengujian lebih mewakili setiap kombinasi percobaan.
3. Pengamatan SEM dapat dilakukan pada lebih dari satu spesimen agar perbandingan morfologi permukaan antar komposisi material dapat dianalisis lebih jelas.
4. Pengujian tambahan seperti uji tarik, uji impak, uji puntir, atau karakterisasi awal material dapat dilakukan agar performa ABS daur ulang dapat dijelaskan lebih lengkap.



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] D. W. E. Simarangkir, C. V. N. Sianturi, and F. N. A. S. Sari, "Implikasi hukum lingkungan terhadap pengelolaan limbah plastik dengan recycle waste: Studi kasus Gunung Sampah TPST Bantargebang," *Aliansi: Jurnal Hukum, Pendidikan dan Sosial Humaniora*, vol. 1, no. 5, pp. 173–182, 2024, doi: 10.62383/aliansi.v1i5.399.
- [2] A. Lubaba, F. Fadhillah, and W. Hidayat, "Pengolahan limbah plastik menjadi kerajinan tangan kreatif untuk mengurangi sampah plastik di Desa Palimanan Barat," *COMMUNITY: Jurnal Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*, vol. 3, no. 1, pp. 11–24, 2024.
- [3] A. K. Dewi, D. A. P. Kaharudin, M. R. Sari, S. C, and Erinaldi, "Analisis strategi dan tantangan kebijakan pengelolaan sampah di Indonesia," *Jurnal Riset Multidisiplin Edukasi*, vol. 2, no. 11, pp. 302–313, 2025, doi: 10.71282/jurmie.v2i11.1166.
- [4] I. Jakubowicz and N. Yarahmadi, "Review and assessment of existing and future techniques for traceability with particular focus on applicability to ABS plastics," *Polymers*, vol. 16, no. 10, Art. no. 1343, 2024, doi: 10.3390/polym16101343.
- [5] S. Budin, K. M. Hyie, H. Yussof, A. Ishak, and R. Ginting, "Investigation on mechanical properties of blend virgin and recycled acrylonitrile-butadiene-styrene (ABS) in injection molding," *Key Engineering Materials*, vol. 833, pp. 8–12, 2020, doi: 10.4028/www.scientific.net/KEM.833.8.
- [6] F. S. M. Teixeira, A. C. C. Peres, and E. B. A. V. Pacheco, "Mechanical recycling of acrylonitrile-butadiene-styrene copolymer and high impact polystyrene from waste electrical and electronic equipment to comply with the circular economy," *Frontiers in Sustainability*, vol. 4, Art. no. 1203457, 2023, doi: 10.3389/frsus.2023.1203457.
- [7] N. Zhao, J. Lian, P. Wang, and Z. Xu, "Recent progress in minimizing the warpage and shrinkage deformations by the optimization of process parameters in plastic injection molding: A review," *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 120, nos. 1–2, pp. 85–101,



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

- 2022, doi: 10.1007/s00170-022-08859-0.
- [8] J. A. Bawono, Budiarto, and P. Kurniawan, “The effect of injection parameters on warpage, shrinkage, and tensile strength of polypropylene composites,” *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 20, no. 2, pp. 247–258, 2025, doi: 10.32497/jrm.v20i2.6573.
- [9] S. Wibawansyah and A. Akbar, “Identify product defects in the injection molding process,” *Procedia of Engineering and Life Science*, vol. 7, pp. 223–226, 2024, doi: 10.21070/pels.v7i0.1448.
- [10] S.-C. Chen, B.-L. Tsai, C.-C. Hsieh, N.-T. Cheng, E.-N. Shen, and C.-T. Feng, “Prediction of part shrinkage for injection molded crystalline polymer via cavity pressure and melt temperature monitoring,” *Applied Sciences*, vol. 13, no. 17, Art. no. 9884, 2023, doi: 10.3390/app13179884.
- [11] C. I. Morăraș et al., “A new method for compression testing of reinforced polymers,” *Polymers*, vol. 16, no. 21, Art. no. 3071, 2024, doi: 10.3390/polym16213071.
- [12] O. T. Türkan and E. Çetin, “Evaluating combination of solvent-based recycling and mechanical recycling of ABS materials for mitigating plastic pollution and promoting environmental consciousness,” *Orclever Proceedings of Research and Development*, vol. 3, no. 1, pp. 672–693, 2023, doi: 10.56038/oprd.v3i1.410.
- [13] C. Budiyanoro, H. Sosiati, A. Nugroho, and A. Anggariawan, “Thermal characterization of mixed virgin-recycle acrylonitrile butadiene styrene,” *JMPM: Jurnal Material dan Proses Manufaktur*, vol. 3, no. 2, pp. 83–89, 2019, doi: 10.18196/jmpm.3241.
- [14] R. D. Prakoso, S. H. T. Budiarto, A. Nugraha, Y. Nugroho, and B. Prabandono, “Analisis kekuatan tarik campuran material ABS LG HI121H dengan ABS daur ulang,” *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, vol. 12, no. 2, pp. 112–119, 2024, doi: 10.33558/jitm.v12i2.9894.
- [15] Y. P. Shaik, N. K. Naidu, V. R. Yadavalli, and M. R. Muthyala, “The comparison of the mechanical characteristics of ABS using three different plastic production techniques,” *Open Access Library Journal*, vol. 10, no. 5,



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

- pp. 1–18, 2023, doi: 10.4236/oalib.1110097.
- [16] S. M. Jung, “Recent progress in sustainable recycling of waste acrylonitrile-butadiene-styrene (ABS) plastics,” *Sustainability*, vol. 17, no. 19, Art. no. 8742, 2025, doi: 10.3390/su17198742.
- [17] N. Vidakis, M. Petousis, A. Maniadi, E. Koudoumas, A. Vairis, and J. Kechagias, “Sustainable additive manufacturing: Mechanical response of acrylonitrile-butadiene-styrene over multiple recycling processes,” *Sustainability*, vol. 12, no. 9, Art. no. 3568, 2020, doi: 10.3390/su12093568.
- [18] I. N. Gusniar, “Metode pembuatan paving block segi enam berbahan sampah plastik dengan mesin injection molding,” *Barometer*, vol. 3, no. 2, pp. 130–133, 2018, doi: 10.35261/barometer.v3i2.1388.
- [19] A. C. Ramadhan and R. Rahmadewi, “Analisis penyebab terjadinya cacat produk dalam proses injection molding pada produksi fan blade radiator di PT XYZ,” *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, vol. 10, no. 23, pp. 1280–1287, 2024.
- [20] H. Permana, Topan, and S. Anwar, “Produksi proses komponen plastik flip flop dengan mesin injeksi molding type hidrolik,” *Baut dan Manufaktur*, vol. 3, no. 2, pp. 8–17, 2021.
- [21] D. Sugiyanto, Y. Chan, and A. Taopik, “Pengaruh temperatur dan tekanan terhadap hasil cetakan polypropylene menggunakan mesin injection molding vertikal,” *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur*, vol. 8, no. 2, pp. 131–141, 2023, doi: 10.21009/JKEM.8.2.7.
- [22] H. Widiastuti, S. E. Surbakti, F. Restu, M. H. Albana, and I. Saputra, “Identifikasi cacat produk dan kerusakan mold pada proses plastic injection molding,” *Jurnal Teknologi dan Riset Terapan*, vol. 1, no. 2, pp. 76–80, 2019, doi: 10.30871/jatra.v1i2.1805.
- [23] Sulistyono, E. Faizal, M. Muzaki, and N. N. Farida, “Analisis variasi holding time dan injection temperature terhadap penyusutan produk funnel pada cetak plastik injeksi,” *J-Proteksion: Jurnal Kajian Ilmiah dan Teknologi Teknik Mesin*, vol. 8, no. 2, pp. 86–90, 2024, doi: 10.32528/jp.v8i2.1054.
- [24] F. Fauziyah, A. R. Alfiansyah, E. R. Prasetyo, and K. P. Utami, “Studi



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

literatur analisis cacat produk pada proses manufaktur,” *Jurnal Ekonomi Revolusioner*, vol. 9, no. 5, pp. 74–81, 2026.

- [25] N. Vidakis et al., “Quantitative insight into the compressive strain rate sensitivity of polylactic acid, acrylonitrile butadiene styrene, polyamide 12, and polypropylene in material extrusion additive manufacturing,” *Journal of Dynamic Behavior of Materials*, vol. 10, pp. 251–269, 2024, doi: 10.1007/s40870-024-00418-w.
- [26] S. M. S. Mukras, H. Z. Korany, and H. M. Omar, “Achieving optimal injection molding parameters to minimize both shrinkage and surface roughness through a multi-objective optimization approach,” *Applied Sciences*, vol. 15, no. 9, Art. no. 5063, 2025, doi: 10.3390/app15095063.
- [27] I. B. Widyasmoro, I. Widiastuti, Y. Estriyanto, and K. Q. Budiyo, “Optimization of injection molding parameters to minimize shrinkage and maximize tensile strength in the recycling process of disposable face masks,” *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 15, no. 2, pp. 729–739, 2024, doi: 10.21776/jrm.v15i2.1518.
- [28] B. Y. Alashwal, M. S. Bala, A. Gupta, and T. Soubam, “Strategies using design of experiments (DOE) techniques: In view of a review,” *Maejo International Journal of Energy and Environmental Communication*, vol. 3, no. 3, pp. 1–5, 2021, doi: 10.54279/mijeec.v3i3.246173.
- [29] B. I. A. Muttaqin, “Telaah kajian dan literature review design of experiment (DOE),” *Journal of Advances in Information and Industrial Technology*, vol. 1, no. 1, pp. 33–40, 2019, doi: 10.52435/jaiit.v1i1.10.
- [30] F. G. Triatmaja, E. Pujiyanto, P. W. Laksono, and A. Nugraha, “Optimization of tensile strength and shrinkage on R-ABS and ABS blend using Taguchi and PCR-TOPSIS method,” *Nanotechnology Perceptions*, vol. 20, no. S5, pp. 670–683, 2024.
- [31] A. Ali, N. Zhang, and R. M. Santos, “Mineral characterization using scanning electron microscopy (SEM): A review of the fundamentals, advancements, and research directions,” *Applied Sciences*, vol. 13, no. 23, Art. no. 12600, 2023, doi: 10.3390/app132312600.



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

- [32] J. Wu, M. Xiao, J. A. Quezada-Renteria, Z. Hou, and E. M. V. Hoek, "Sample preparation matters: Scanning electron microscopic characterization of polymeric membranes," *Journal of Membrane Science Letters*, vol. 4, no. 1, Art. no. 100073, 2024, doi: 10.1016/j.memlet.2024.100073.
- [33] A. Lesiak et al., "Effect of mechanical recycling and virgin PBR addition on the properties of ABS recovered from WEEE: A multi-technique characterization," *Waste Management Bulletin*, vol. 3, no. 3, Art. no. 100238, 2025, doi: 10.1016/j.wmb.2025.100238.
- [34] L. P. de Lima, A. Petraconi, N. F. Braga, L. C. Costa, R. J. E. Andrade, and G. J. M. Fechine, "Recovery of the post-industrial recycled ABS thermomechanical properties by adding graphene oxide," *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, vol. 35, no. 2, Art. no. e20250013, 2025, doi: 10.1590/0104-1428.20240075.
- [35] E. Çetin and O. T. Türkan, "Material recycling of acrylonitrile butadiene styrene (ABS) from wiring devices using mechanical recycling," *Sustainable Chemistry for the Environment*, vol. 6, Art. no. 100095, 2024, doi: 10.1016/j.scenv.2024.100095.
- [36] S. Hadi, D. K. Alviano, D. A. Andhika, and I. Rosdinata, "Pengaruh penambahan ABS bekas dan jenis plastik ABS hasil cetak injeksi terhadap umur lelah," *Konstruksi: Publikasi Ilmu Teknik, Perencanaan Tata Ruang dan Teknik Sipil*, vol. 3, no. 4, pp. 265–273, 2025, doi: 10.61132/konstruksi.v3i4.1182.
- [37] M. A. Annabila, I. Widiastuti, and Y. Estriyanto, "Optimizing the injection molding parameters of mask waste recycling into door knob products," *E3S Web of Conferences*, vol. 465, Art. no. 01015, 2023, doi: 10.1051/e3sconf/2023465010.



Hak Cipta :

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

LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan Komposisi Massa Material

Komposisi material pada penelitian ini dinyatakan dalam persen massa (*weight percent/wt%*). Massa total campuran pada setiap percobaan sebesar 50 gram.

Rumus yang digunakan:

$$\text{wt\%} = \text{massa material} / \text{massa total} \times 100\%$$

1. Komposisi 100:0

$$\text{ABS murni} = 50 / 50 \times 100\% = 100 \text{ wt\%}$$

$$\text{ABS daur ulang} = 0 / 50 \times 100\% = 0 \text{ wt\%}$$

2. Komposisi 80:20

$$\text{ABS murni} = 40 / 50 \times 100\% = 80 \text{ wt\%}$$

$$\text{ABS daur ulang} = 10 / 50 \times 100\% = 20 \text{ wt\%}$$

3. Komposisi 60:40

$$\text{ABS murni} = 30 / 50 \times 100\% = 60 \text{ wt\%}$$

$$\text{ABS daur ulang} = 20 / 50 \times 100\% = 40 \text{ wt\%}$$

**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

Lampiran 2 Perhitungan Shrinkage Produk Knob

Perhitungan *shrinkage* dilakukan berdasarkan selisih antara dimensi cetakan dan dimensi rata-rata produk setelah proses *injection molding*.

Rumus yang digunakan:

$$S = (D_m - D_p) / D_m \times 100\%$$

keterangan:

$S = shrinkage$ (%)

D_m = dimensi cetakan (mm)

D_p = dimensi rata-rata produk (mm)

Ukuran cetakan yang digunakan:

Diameter luar atas = 35 mm

Diameter luar bawah = 25 mm

Panjang produk = 54 mm

Keterangan singkatan:

DLA = Diameter luar atas

DLB = Diameter luar bawah

P = Panjang produk

1. Spesimen A1

- $S_{DLA} = (35 - 34,81) / 35 \times 100\% = 0,54\%$
- $S_{DLB} = (25 - 24,74) / 25 \times 100\% = 1,04\%$
- $S_P = (54 - 53,71) / 54 \times 100\% = 0,54\%$
- $S_{rata-rata} = (0,54 + 1,04 + 0,54) / 3 = 0,71\%$

2. Spesimen A2

- $S_{DLA} = (35 - 34,84) / 35 \times 100\% = 0,46\%$
- $S_{DLB} = (25 - 24,79) / 25 \times 100\% = 0,84\%$
- $S_P = (54 - 53,77) / 54 \times 100\% = 0,43\%$
- $S_{rata-rata} = (0,46 + 0,84 + 0,43) / 3 = 0,58\%$



© 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

3. Spesimen A3

- $S_{DLA} = (35 - 34,89) / 35 \times 100\% = 0,31\%$
- $S_{DLB} = (25 - 24,89) / 25 \times 100\% = 0,44\%$
- $S_P = (54 - 53,73) / 54 \times 100\% = 0,50\%$
- $S_{rata-rata} = (0,31 + 0,44 + 0,50) / 3 = 0,42\%$

4. Spesimen B1

- $S_{DLA} = (35 - 34,84) / 35 \times 100\% = 0,46\%$
- $S_{DLB} = (25 - 24,64) / 25 \times 100\% = 1,44\%$
- $S_P = (54 - 53,65) / 54 \times 100\% = 0,65\%$
- $S_{rata-rata} = (0,46 + 1,44 + 0,65) / 3 = 0,85\%$

5. Spesimen B2

- $S_{DLA} = (35 - 34,87) / 35 \times 100\% = 0,37\%$
- $S_{DLB} = (25 - 24,85) / 25 \times 100\% = 0,60\%$
- $S_P = (54 - 53,73) / 54 \times 100\% = 0,50\%$
- $S_{rata-rata} = (0,37 + 0,60 + 0,50) / 3 = 0,49\%$

6. Spesimen B3

- $S_{DLA} = (35 - 34,81) / 35 \times 100\% = 0,54\%$
- $S_{DLB} = (25 - 24,75) / 25 \times 100\% = 1,00\%$
- $S_P = (54 - 53,65) / 54 \times 100\% = 0,65\%$
- $S_{rata-rata} = (0,54 + 1,00 + 0,65) / 3 = 0,73\%$

7. Spesimen C1

- $S_{DLA} = (35 - 34,80) / 35 \times 100\% = 0,57\%$
- $S_{DLB} = (25 - 24,71) / 25 \times 100\% = 1,16\%$
- $S_P = (54 - 53,51) / 54 \times 100\% = 0,91\%$
- $S_{rata-rata} = (0,57 + 1,16 + 0,91) / 3 = 0,88\%$

8. Spesimen C2

- $S_{DLA} = (35 - 34,51) / 35 \times 100\% = 1,40\%$
- $S_{DLB} = (25 - 24,67) / 25 \times 100\% = 1,32\%$
- $S_P = (54 - 53,66) / 54 \times 100\% = 0,63\%$
- $S_{rata-rata} = (1,40 + 1,32 + 0,63) / 3 = 1,12\%$



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

9. Spesimen C3

- $S_{DLA} = (35 - 34,87) / 35 \times 100\% = 0,37\%$
- $S_{DLB} = (25 - 24,81) / 25 \times 100\% = 0,76\%$
- $S_P = (54 - 53,77) / 54 \times 100\% = 0,43\%$
- $S_{rata-rata} = (0,37 + 0,76 + 0,43) / 3 = 0,52\%$





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

Lampiran 3 Hasil Pengujian Tekan dari Laboratorium



**PT PANCARAN
TEKNOLOGI
INVESTINDO**
Material Testing & Inspection
ISO 9001:2015

LAPORAN PENGUJIAN BEBAN LOADING TEST REPORT

Hal 1 dari 6

Nomor Laporan <i>Report Number</i>	M-033R-PTI2026	Tanggal Terima <i>Receiving Date</i>	18 Juni 2026
Nomor Kontrak <i>Contract Number</i>	086/UJIPTI/2026	Tanggal Uji <i>Date of Test</i>	19 Juni 2026
Pemakai Jasa <i>Customer</i>	Faiq Akmal	Standar <i>Standard</i>	Produk
Alamat <i>Address</i>	Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. DR. G.A. Siwabessy, Kukusan, Kecamatan Beji, Kota Depok, Jawa Barat 16425.	Metode Uji <i>Testing Method</i>	Pembebanan Axial
Bahan <i>Material</i>	Cast Iron	Mesin Uji <i>Testing Machine</i>	Loading Testing Machine*

Sketsa Sampel *Sample Figure*



Kode Sample <i>Sample Code</i>	Dimensi <i>Dimension</i> (mm)	Beban Maksimum <i>Maximum Load</i> kgf [Ton]	Defleksi <i>Deflection</i> (mm)	Keterangan <i>Remark</i>
Sampel 1	-	1553.60 [1.55]	4.22	-
Sampel 2	-	1099.92 [1.10]	4.31	-
Sampel 3	-	3124.99 [3.12]	18.13	-

catatan :

* ketidakpastian pengukuran di estimasi dengan tingkat kepercayaan 95% dengan faktor cakupan K=2

Bogor, 19 Juni 2026
Kepala Divisi Pengujian Material

(Ina Nurichwah S.T., M.Pd.)

Laporan hasil pengujian ini hanya berlaku untuk sample yang diuji di PT Pancaran Teknologi Investindo; publikasi serta penggunaan dokumen ini atau sebagian dari padanya harus dengan izin dari PT Pancaran Teknologi Investindo.



Head Office:

Technology Business Incubation Center (TBIC) PUSPIITEK, R. 82 Lt.1, Pengasinan, Gunung
Sindur, Kabupaten Bogor, Jawa Barat 16340.

Branch Office and Laboratory

Jl. Diponegoro No.108, Setiadarma, Kec. Tambun Sel, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat 17510.

☎ +62 821 7777 8437

✉ pancarantesting@gmail.com

🌐 <http://www.pancatekindo.com>



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

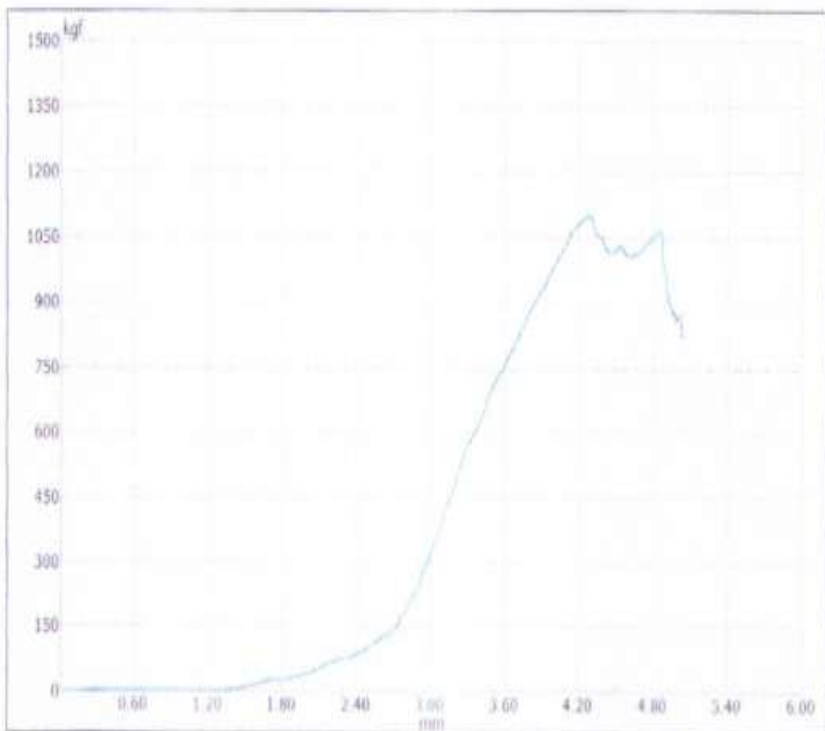
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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



**PT PANCARAN
TEKNOLOGI
INVESTINDO**
Material Testing & Inspection
ISO 9001:2015

LAPORAN PENGUJIAN BEBAN LOADING TEST REPORT

Hal 3 dari 6



Gambar 2. Grafik Uji Sampel 2



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

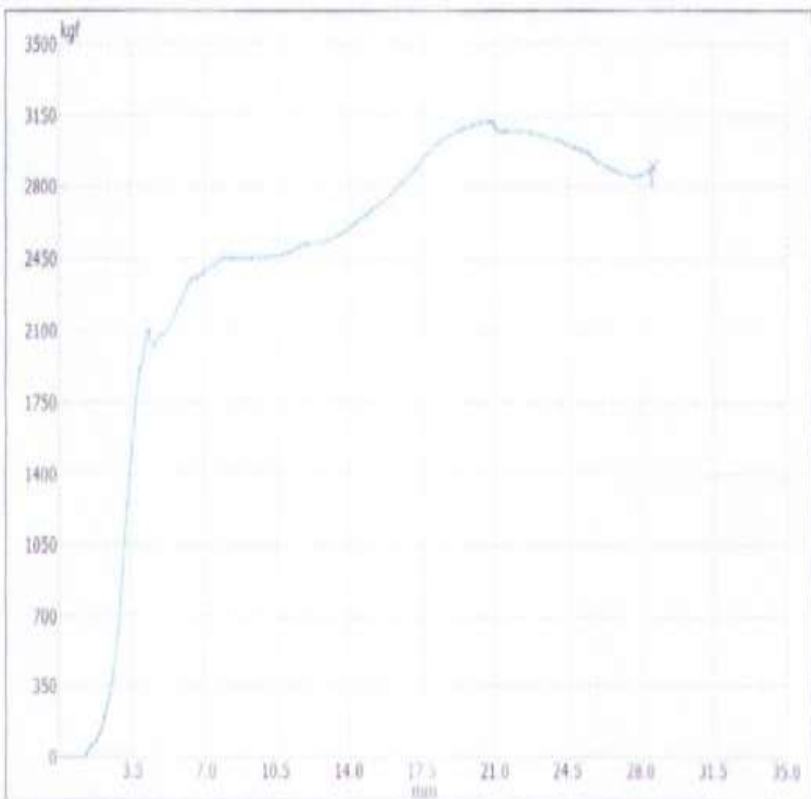
Hak Cipta :

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



LAPORAN PENGUJIAN BEBAN LOADING TEST REPORT

Hal 4 dari 6



Gambar 3. Grafik Uji Sampel 3



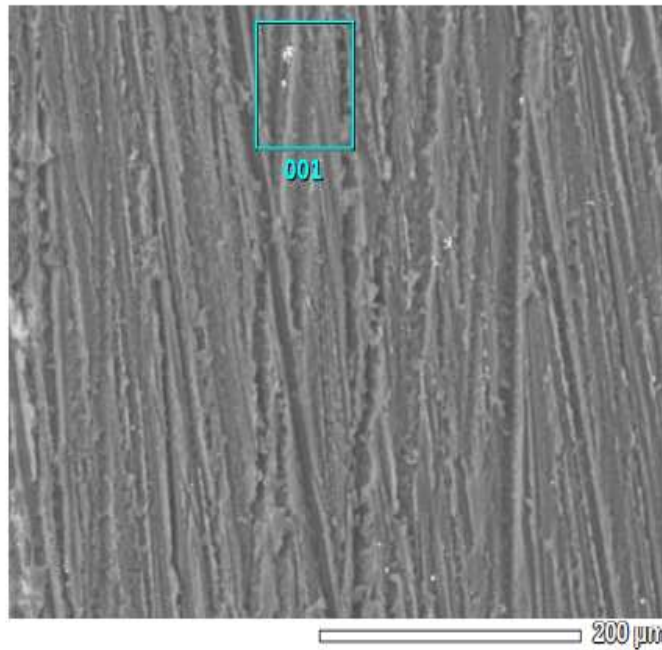
Lampiran 4 Hasil Pengujian SEM

Hak Cipta :

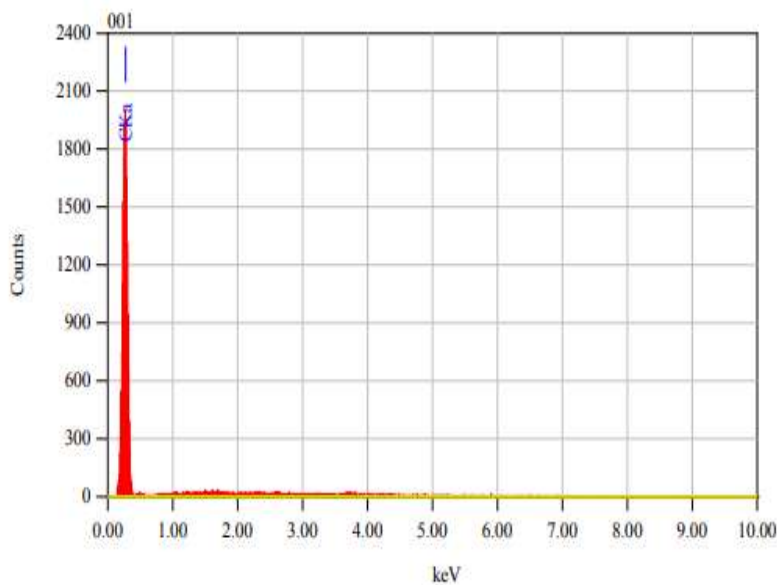
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

C2 -01

1/1



Title	: IMG1
Instrument	: 6360 (LA)
Volt	: 20.00 kV
Mag.	: x 250
Date	: 2026/06/24
Pixel	: 512 x 384



Acquisition Parameter	
Instrument	: 6360 (LA)
Acc. Voltage	: 20.0 kV
Probe Current	: 1.00000 nA
PHA mode	: T2
Real Time	: 30.40 sec
Live Time	: 30.00 sec
Dead Time	: 1 %
Counting Rate	: 976 cps
Energy Range	: 0 - 20 keV

ZAF Method Standardless Quantitative Analysis

Fitting Coefficient : 0.4743

Element	(keV)	Mass%	Error%	Atom%	Compound	Mass%	Cation	K
C K	0.277	100.00	0.19	100.00				100.0000
Total		100.00		100.00				



Lampiran 5 Data Sheet ABS

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

Mechanical properties (*)

	<u>Injection molding</u>		<u>3D printing</u>	
	Typical value	Test method	Typical value	Test method
Tensile modulus	2030 MPa	ISO 527 (1 mm/min)	1681.5 MPa	ISO 527 (1 mm/min)
Tensile stress at yield	43.6 MPa	ISO 527 (50 mm/min)	39.0 MPa	ISO 527 (50 mm/min)
Tensile stress at break	-	-	33.9 MPa	ISO 527 (50 mm/min)
Elongation at yield	4.8 %	ISO 527 (50 mm/min)	3.5 %	ISO 527 (50 mm/min)
Elongation at break	34 %	ISO 527 (50 mm/min)	4.8 %	ISO 527 (50 mm/min)
Flexural strength	-	-	70.5 MPa	ISO 178
Flexural modulus	-	-	2070.0 MPa	ISO 178
Izod impact strength, notched (at 23°C)	-	-	10.5 kJ/m ²	ISO 180
Charpy impact strength (at 23°C)	58 kJ/m ²	ISO 179	-	-
Hardness	97 (Shore A)	-	-	-

Thermal properties

	<u>Typical value</u>	<u>Test method</u>
Melt mass-flow rate (MFR)	41 g/10 min	ISO 1133 (280 °C, 5 kg)
Heat deflection (HDT) at 0.455 MPa	-	-
Heat deflection (HDT) at 1.82 MPa	-	-
Glass transition	97 °C	ISO 306
Coefficient of thermal expansion (flow)	-	-
Coefficient of thermal expansion (xflow)	-	-
Melting temperature	225-245 °C	ISO 294
Thermal shrinkage	-	-

Other properties

	<u>Typical value</u>	<u>Test method</u>
Specific gravity	1.10	ISO 1183
Flame classification	-	-

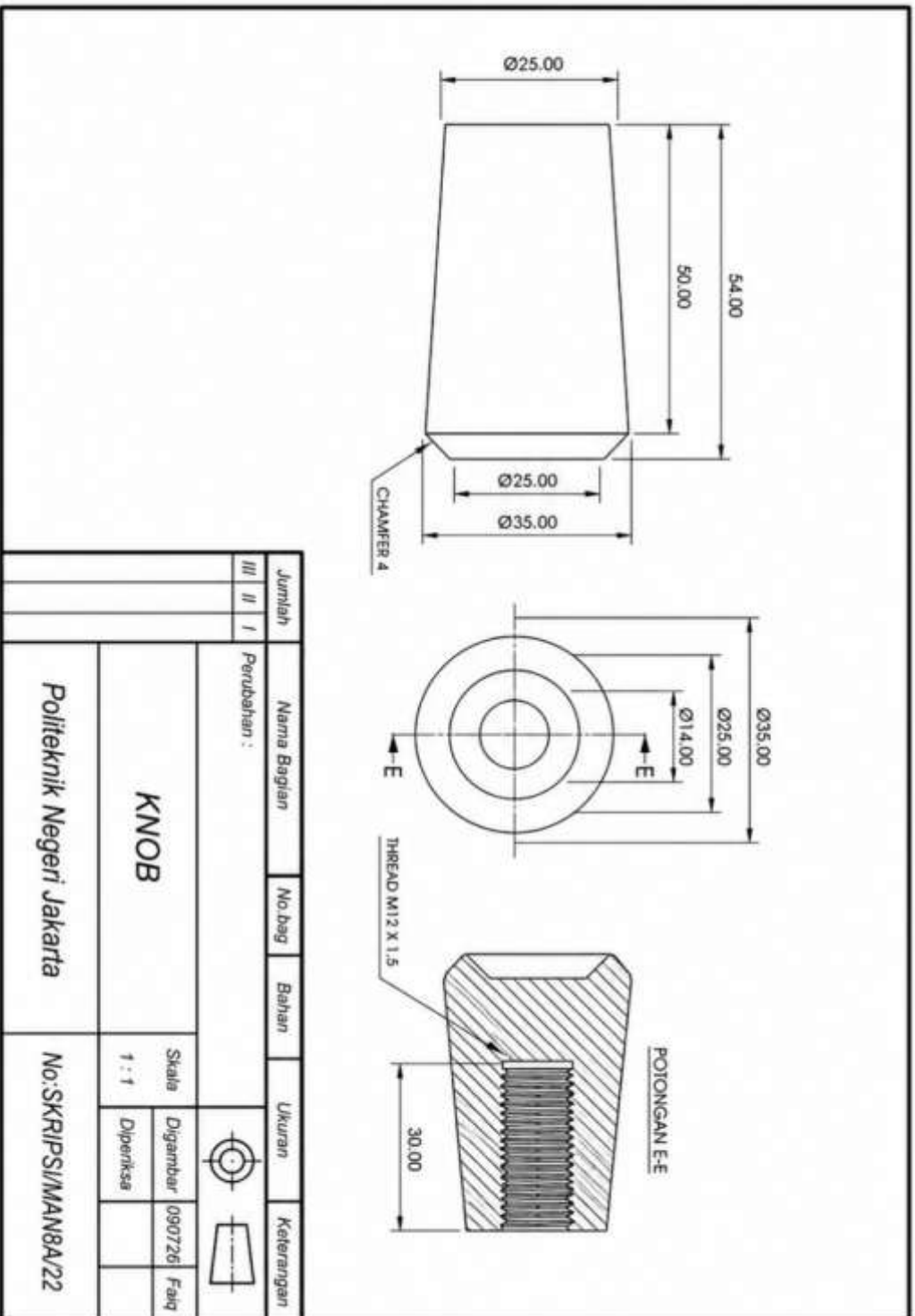


Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 6 Desain Produk Knob dan Mold

Hak Cipta :

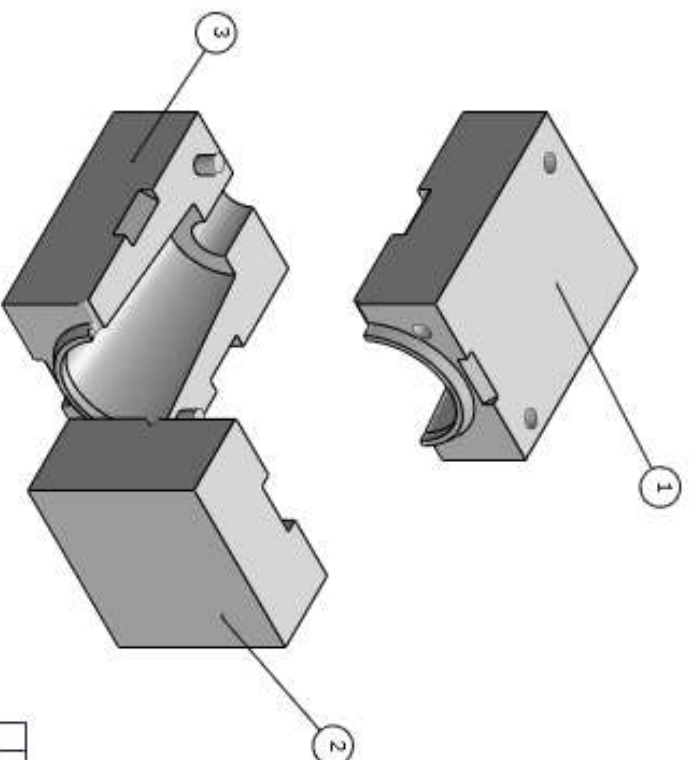
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

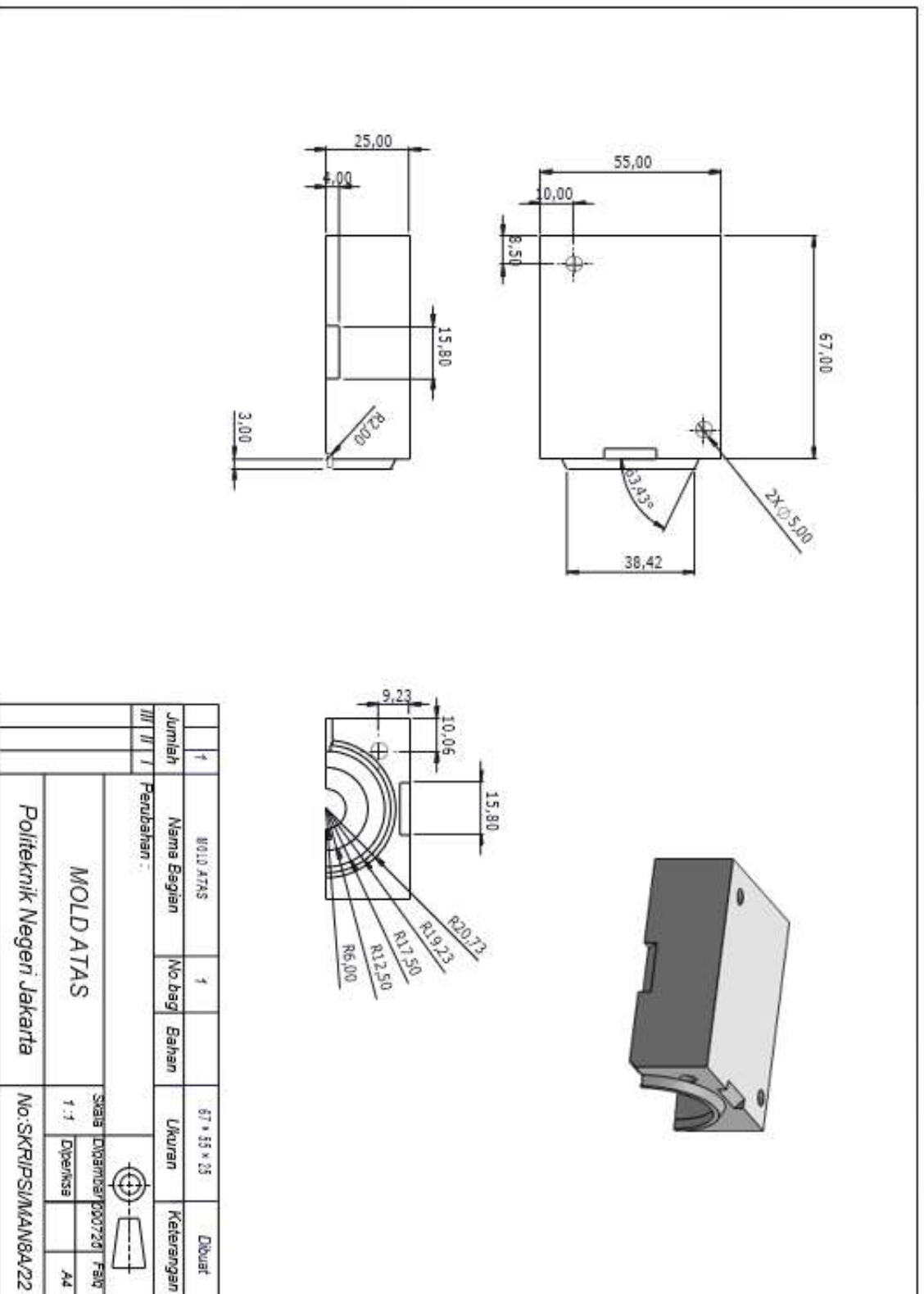


1	MOLD BAWAH	3		Dibuat	
1	MOLD SAMPING KANAN	2		Dibuat	
1	MOLD ATAS	1		Dibuat	
Jumlah	Nama Bagian	No bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
III II I	Perubahan :				
ASSEMBLY MOLD KNOB					Skala : 1 : 1
Politeknik Negeri Jakarta					Dikambar/Dikot/22/ F.BAQ
No. SKRIPSI/MAIAN/BA/22					Diperiksa : AA

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

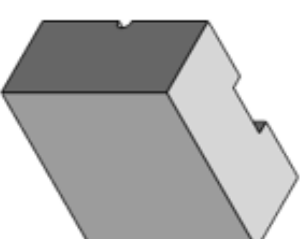
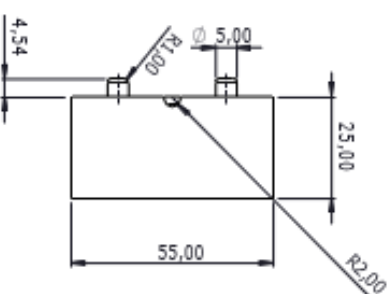
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

-



1	MOLD SAMPING KANAN	2	65 x 25 x 55	Dibuat
Jumlah	Nama Bagian	No bag	Bahan	Ukuran
III II I	Perubahan :			
				
MOLD SAMPING KANAN		Skala : Dikembangkan : 1 : 1 Diperiksa : AA		
Politeknik Negeri Jakarta		No. SKRIPSI/MI/ANBA/22		

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

