

SKRIPSI SARJANA TERAPAN
PEMBUATAN MESIN *INJECTION MOLDING VERTICAL*
DENGAN PENEKAN PNEUMATIK



Disusun sebagai salah satu syarat untuk tugas akhir skripsi Program Studi Sarjana
Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur

Oleh:

ARRAHMAN ARYA PUTRA

NIM: 1526422017

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA MANUFAKTUR

2026

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR
BENTUK: SKRIPSI SARJANA TERAPAN

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR
BENTUK: SKRIPSI SARJANA TERAPAN

Nama Mahasiswa : Arrahman Arya Putra
NIM : 1526422017
Judul Penelitian : Pembuatan Mesin *Injection Molding Vertical* Dengan
Penekan Pneumatik

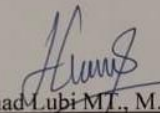
Ini telah disetujui dan dinyatakan memenuhi syarat untuk diajukan dalam ujian tugas akhir.

Jakarta, 16 Juli 2026

Disetujui Oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II


Ahmad Lubi M.T., M.Pd.
NIDN. 0031018502


Dr. Ferry Budhi Susetyo, M.T. M.Si.
NIDN. 0002028204

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR
BENTUK: SKRIPSI SARJANA TERAPAN

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR
BENTUK: SKRIPSI SARJANA TERAPAN

Nama Mahasiswa : Arrahman Arya Putra
NIM : 1526422017
Program Studi/Fakultas : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa
Manufaktur/Teknik
Judul Penelitian : Pembuatan Mesin *Injection Molding Vertical*
Dengan Penekan Pneumatik

Ini telah dipertahankan dihadapan dewan penguji dan dinyatakan (Lulus/Tidak Lulus)* Ujian ini Tugas Akhir oleh Tim Penguji pada Tanggal. 27.11.2026

Tim Penguji

Pembimbing 1 Ahmad Lubi MT., M.Pd.
NIDN. 0031018502

Pembimbing 2 Dr. Ferry Budhi Susetyo, M.T., M.Si.
NIDN. 0002028204

Ketua Penguji Dr. Sugeng Priyanto, M.Sc.
NIDN. 0015096307

Sekretaris Penguji Muhammad Fatihuddin, S.Pd., M.T.
NIP. 199409272025061003

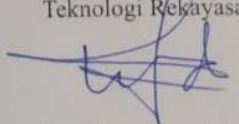
Penguji Ahli Lukman Arhami, S.Pd, M.T.
NIDN. 0003017903

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik


Prof. Dr. Neneng Siti Silfi Ambarwati, S.Si., Apt., M.Si.
NIDN. 0029027204

Koordinator Program Studi
Teknologi Rekayasa Manufaktur


Dr. Wardoyo, M.T
NIDN. 0018087904

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Arrahman Arya Putra
NIM : 1526422017
Program Studi/Fakultas : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa
Manufaktur/Teknik
Judul Skripsi : Pembuatan Mesin *Injection Molding Vertical*
Dengan Penekan Pneumatik

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya tulis ilmiah ini.

Jakarta, 27 Juli 2026

Yang menyatakan,



Arrahman Arya Putra

NIM. 1526422017



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
PERPUSTAKAAN DAN KEARSIPAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220

Telepon/Faksimili: 021-4894221

Laman: lib.unj.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Arrahman Arya Putra
NIM : 1526922017
Fakultas/Prodi : Teknik / D4 Teknologi Rekayasa Manufaktur
Alamat email : arrahmanarya Putra 29@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Pembuatan Mesin Injection Molding Vertikal Dengan Penekun Pneumatik

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 10 Agustus 2016

Penulis

(Arrahman Arya Putra)
nama dan tanda tangan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala Rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Pembuatan Mesin *Injection Molding Vertical* Dengan Penekan Pneumatik”** untuk memenuhi salah satu persyaratan tugas akhir skripsi. Penyusunan proposal skripsi ini tidak akan selesai tanpa adanya bimbingan, bantuan, dukungan, serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Ahmad Lubi MT., M.Pd. selaku Dosen Pembimbing Pertama
2. Bapak Dr. Ferry Budhi Susetyo, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Kedua
3. Bapak Dr. Wardoyo, S.T, M.T. selaku Koordinator Program studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur Universitas Negeri Jakarta.
4. Bapak Danar Hari Krisyono, S.Pd. Yang sangat membantu dalam melaksanakan skripsi ini.
5. Seluruh dosen dan staf Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur yang telah memberikan ilmu dan bantuan selama proses perkuliahan.
6. Kedua orang tua dan keluarga penulis yang senantiasa memberikan doa, dukungan, motivasi, serta bantuan selama proses penyusunan dan penyelesaian skripsi ini.
7. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Jakarta,... April 2026



Arrahman Arya Putra

NIM: 1526422017

ABSTRAK

Mesin *injection molding* merupakan salah satu mesin yang banyak digunakan dalam industri manufaktur untuk menghasilkan produk plastik dengan kualitas dan dimensi yang seragam. Namun, harga mesin komersial yang relatif mahal menjadi kendala dalam penyediaan media pembelajaran di laboratorium maupun pada industri skala kecil. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang, membuat, dan menguji mesin *injection molding vertical* dengan penekan pneumatik yang sederhana, ekonomis, dan sesuai untuk skala laboratorium.

Metode penelitian yang digunakan meliputi perancangan mesin menggunakan perangkat lunak *solidworks*, proses pembuatan dan perakitan komponen, analisis struktur menggunakan metode *finite element analysis* (FEA), analisis termal kondisi *steady-state*, serta pengujian kinerja mesin menggunakan material *polypropylene* (PP). Sistem penekan menggunakan silinder pneumatik berdiameter 63 mm dengan panjang langkah 200 mm, sedangkan sistem pemanas menggunakan *band heater* berdaya 200 W yang dikendalikan oleh *PID Controller* dan *thermocouple* tipe K. Hasil perancangan menunjukkan bahwa volume rongga cetakan sebesar 4,229 cm³, kapasitas *barrel* sebesar 36,738 cm³, dan panjang langkah efektif *plunger* sebesar 13,47 mm. Pengujian sistem pneumatik pada tekanan kerja 4 bar, 4,5 bar, dan 5 bar menghasilkan gaya dorong masing-masing sebesar 1.246 N, 1.402 N, dan 1.558 N. Hasil analisis struktur menunjukkan bahwa tegangan *Von Mises* pada komponen utama masih berada di bawah batas luluh material, dengan faktor keamanan yang memenuhi kriteria keamanan desain. Sementara itu, hasil analisis termal menunjukkan bahwa *barrel* mampu mencapai temperatur operasi hingga sekitar 240°C, sehingga memenuhi kebutuhan temperatur pelelehan material *polypropylene* sebelum proses injeksi.

Berdasarkan hasil perancangan, simulasi, pembuatan, dan pengujian, mesin *injection molding vertical* dengan penekan pneumatik berhasil dibuat dan mampu beroperasi sesuai dengan fungsi yang dirancang. Mesin ini layak digunakan sebagai media pembelajaran di laboratorium maupun sebagai alternatif mesin *injection molding* skala kecil dengan biaya yang lebih ekonomis.

Kata kunci: Analisis termal, *finite element analysis*, *Injection molding vertical*, Pneumatik, *Polypropylene*.

ABSTRACT

Injection molding machines are widely used in the manufacturing industry to produce plastic products with consistent quality and dimensions. However, the relatively high cost of commercial machines remains a challenge for providing learning facilities in laboratories and supporting small-scale industries. Therefore, this study aimed to design, manufacture, and test a vertical injection molding machine equipped with a simple, economical pneumatic pressing system suitable for laboratory-scale applications.

The research methods included machine design using SolidWorks software, component manufacturing and assembly, structural analysis using the Finite Element Analysis (FEA) method, steady-state thermal analysis, and machine performance testing using polypropylene (PP) material. The pressing system employed a pneumatic cylinder with a diameter of 63 mm and a stroke length of 200 mm, while the heating system used a 200 W band heater controlled by a PID Controller and a Type K thermocouple. The design results showed a mold cavity volume of 4.229 cm³, a barrel capacity of 36.738 cm³, and an effective plunger stroke length of 13.47 mm. Pneumatic system testing at working pressures of 4 bar, 4.5 bar, and 5 bar produced pushing forces of 1,246 N, 1,402 N, and 1,558 N, respectively. Structural analysis showed that the Von Mises stress in the main components remained below the material yield strength, with a safety factor meeting the design safety criteria. Meanwhile, the thermal analysis showed that the barrel was capable of reaching an operating temperature of approximately 240°C, thereby meeting the melting temperature requirements of polypropylene before the injection process.

Based on the results of the design, simulation, manufacturing, and testing, the vertical injection molding machine with a pneumatic pressing system was successfully developed and operated according to its intended function. The machine is suitable for use as a learning medium in laboratories and as a more economical alternative for small-scale injection molding applications.

Keywords: Thermal Analysis, Finite Element Analysis, Vertical Injection Molding, Pneumatic, Polypropylene.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR BENTUK: SKRIPSI SARJANA TERAPAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Fokus Penelitian	3
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Injection molding</i>	5
2.2 <i>Proses Injection molding</i>	6
2.3 <i>Injection molding Mini Vertical</i>	7
2.4 <i>Komponen Mesin Injection Molding Vertical</i>	9
2.5 <i>Material Penelitian</i>	17
2.5.1 <i>Polypropylene</i>	17
2.5.2 <i>Aluminium</i>	17

2.5.3 <i>Stainless steel</i>	18
2.6 Sistem Pneumatik.....	18
2.6.1 Prinsip Kerja Sistem Pneumatik	19
2.6.2 Komponen Utama Sistem Pneumatik	20
2.6.3 Rumus Sistem Pneumatik	21
2.6.4 Penentuan Tekanan Kerja Sistem Pneumatik.....	22
2.7 Perancangan Kapasitas Injeksi.....	25
2.7.1 Perhitungan Volume Rongga Cetakan (<i>Mold</i>)	26
2.7.2 Penentuan Kapasitas <i>Barrel</i>	27
2.7.3 Penentuan Panjang Langkah (<i>Stroke</i>) <i>Plunger</i>	30
2.7.4 Analisis Kesesuaian Sistem Injeksi.....	32
2.7.5 Berat Total Pada Rangka	33
2.8 Sistem Pemanas Pada <i>Barrel</i>	34
2.8.1 Karakteristik Titik Leleh <i>Polypropylene</i>	34
2.8.2 Penentuan Band heater	36
2.8.3 Pengendalian Temperatur Menggunakan <i>Proportional Integral Derivative</i> (PID) <i>Controller</i>	37
2.8.4 Analisis Kebutuhan Temperatur Proses Injeksi.....	38
2.9 Analisis Kekuatan Struktur dengan Metode <i>Finite Element Analysis</i> (FEA)	39
2.9.1 <i>Solidworks</i>	40
2.9.2 <i>Ansys Workbench</i> 2026 R1	42
2.10 Produk Yang Dikembangkan.....	42
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	44
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	44
3.2 Metode Penelitian.....	44

3.3 Alur Penelitian.....	45
3.4 Tahapan Penelitian	46
3.4.1 Studi Literatur	46
3.4.2 Identifikasi Kebutuhan dan Spesifikasi Desain	46
3.4.3 Perancangan Detail dengan <i>Solidworks</i>	46
3.4.4 Analisis Tegangan dan Faktor Keamanan	47
3.4.5 Evaluasi dan Optimasi Desain	47
3.4.6 Fabrikasi.....	47
3.4.7 Uji Coba Alat	47
3.5 Alat dan Bahan Penelitian.....	48
3.5.1 Alat Penelitian	48
3.5.2 Bahan Penelitian.....	49
3.6 Teknik Pengumpulan Data	50
3.7 Teknik Analisis Data	50
3.8 Pembuatan Alat	51
3.8.1 Pembuatan <i>Barrel</i>	51
3.8.2 Pembuatan Rangka.....	56
3.8.3 Pembuatan <i>Guide Rod</i>	61
3.8.4 Pembuatan <i>Plunger</i>	62
3.9 Pemasangan <i>Weiring PID Controller</i>	63
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	65
4.1 Hasil Perancangan Alat	65
4.2 Hasil Pembuatan Alat.....	66
4.3 Pengoperasian Alat.....	66
4.4 Perawatan Alat	68
4.5 Analisis Kekuatan Struktur	69

4.5.1 Rangka	71
4.5.2 Adjuster Meja Rangka.....	74
4.5.3 <i>Barrel</i>	77
BAB V PENUTUP.....	87
5.1 Kesimpulan	87
5.2 Saran.....	88
DAFTAR PUSTAKA.....	89
LAMPIRAN.....	94
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	104



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Parameter Bar	24
Tabel 2.2 Kapasitas <i>Barrel</i>	29
Tabel 2.3 hasil perancangan sistem injeksi.....	32
Tabel 2.4 Perhitungan Berat Total Rangka	33
Tabel 2.5 Karakteristik Termal <i>Polypropylene</i>	35
Tabel 3.1 Alat Penelitian.....	48
Tabel 3.2 Bahan Penelitian	49
Tabel 4.1 <i>Steady-State</i>	79
Tabel 4.2 Temperatur <i>Transient</i>	82



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mesin <i>Injection molding</i>	5
Gambar 2.2 Mesin <i>Injection Molding Vertical</i>	9
Gambar 2.3 Silinder Pneumatik.....	9
Gambar 2.4 <i>Solonoid Valve</i>	10
Gambar 2.5 <i>Temperature Controller</i>	11
Gambar 2.6 <i>Thermocouple</i>	11
Gambar 2.7 <i>Solid Stay Relay</i>	12
Gambar 2.8 <i>Band heater</i>	13
Gambar 2.9 <i>Barrel</i>	13
Gambar 2.10 <i>Nozzle</i>	14
Gambar 2.11 <i>Push Button</i>	14
Gambar 2.12 Kompresor	15
Gambar 2.13 <i>Air Filter Regulator</i>	16
Gambar 2.14 Selang Angin.....	16
Gambar 2.15 <i>Pneumatic Fittings</i>	17
Gambar 2.16 <i>Volume Mold</i>	26
Gambar 2.17 <i>Solidworks</i>	40
Gambar 2.18 <i>Ansys Workbench</i>	42
Gambar 2.19 Contoh <i>Injection Molding Vertical</i> pada Penelitian Terdahulu.....	42
Gambar 2.20 Desain Mesin <i>Injection Molding Vertical</i> dengan Sistem Penekan Pneumatik.....	43
Gambar 3.1 <i>Flowchart Mesin Injection Molding Vertical</i>	45
Gambar 3.2 Pembubutan <i>Barrel</i>	52
Gambar 3.3 <i>Facing Barrel</i>	52
Gambar 3.4 Pembuatan Pesrsegi	53
Gambar 3.5 Pembuatan Persegi.....	53
Gambar 3.6 Pengeboran <i>Barrel</i>	54
Gambar 3.7 Pembuatan <i>Champer</i>	54
Gambar 3.8 Pengeboran 4 sisi persegi.....	55
Gambar 3.9 Pembuatan <i>Radius Nozzle</i>	55
Gambar 3.10 Hasil Pembubutan	56

Gambar 3.11 <i>Taping Alumunium Profile</i>	56
Gambar 3.12 <i>G-kode Top Plate</i>	57
Gambar 3.13 <i>Pembuatan Top Plate</i>	58
Gambar 3.14 <i>Hasil Top Plate</i>	58
Gambar 3.15 <i>G-Code mid plate</i>	59
Gambar 3.16 <i>Pembuatan Mid Plate</i>	59
Gambar 3.17 <i>Hasil Mid Plate</i>	60
Gambar 3.18 <i>Hasil Base Plate</i>	60
Gambar 3.19 <i>Pemotongan Guide Rod</i>	61
Gambar 3.20 <i>Proses Perataan</i>	61
Gambar 3.21 <i>Proses Pembubutan Plunger</i>	62
Gambar 3.22 <i>Perataan Plunger</i>	62
Gambar 3.23 <i>Weiring PID Controller</i>	63
Gambar 4.1 <i>Desain 3D Injection Molding Vertical</i>	65
Gambar 4.2 <i>Hasil Pembuatan Alat</i>	66
Gambar 4.3 <i>Setting Tekanan Udara</i>	67
Gambar 4.4 <i>Setting Temperature</i>	67
Gambar 4.5 <i>Proses Injeksi</i>	68
Gambar 4.6 <i>Hasil Molding</i>	68
Gambar 4.7 <i>Material Rangka</i>	71
Gambar 4.8 <i>Pembebanan Rangka</i>	71
Gambar 4.9 <i>Tegangan Von Mises</i>	72
Gambar 4.10 <i>Displacement</i>	72
Gambar 4.11 <i>Strain</i>	73
Gambar 4.12 <i>Safety Factor</i>	73
Gambar 4.13 <i>Adjuster Kaki Meja</i>	74
Gambar 4.14 <i>Von Mises</i>	74
Gambar 4.15 <i>Displacement</i>	75
Gambar 4.16 <i>Equivalent Strain</i>	76
Gambar 4.17 <i>Safety Factor</i>	76
Gambar 4.18 <i>Grafik Temperature</i>	78
Gambar 4.20 <i>Grafik Transient Thermal</i>	82

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Assembly Injection Molding</i>	94
Lampiran 2. <i>Alumunium Profile</i>	95
Lampiran 3. <i>Barrel</i>	96
Lampiran 4. <i>Guide Rod</i>	97
Lampiran 5. <i>Plunger</i>	98
Lampiran 6. <i>Top Plate</i>	99
Lampiran 7. <i>Mid Plate</i>	100
Lampiran 8. <i>Base Plate</i>	101
Lampiran 9. <i>Silinder Pneumatik</i>	102
Lampiran 10. <i>Mold</i>	103

