

SKRIPSI

PERANCANGAN MESIN UJI TARIK UNTUK MATERIAL POLIMER DENGAN KAPASITAS 10 kN

Diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk mencapai jenjang pendidikan derajat
kesarjanaan Strata Satu (S-1) Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Nasional

OLEH

NAMA : PIETRA SAMUDRA
NPM : 237001446036
PEMINATAN : KONSTRUKSI MESIN



FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
UNIVERSITAS NASIONAL
JAKARTA
2025

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

PERANCANGAN MESIN UJI TARIK UNTUK MATERIAL

POLIMER DENGAN KAPASITAS 10 kN



NAMA : PIETRA SAMUDRA
NPM : 237001446036
PEMINATAN : KONTRUKSI MESIN

Skripsi ini telah memenuhi syarat ilmiah dan disetujui oleh pembimbing untuk diajukan dalam sidang Skripsi di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional.

Jakarta, 3 September 2025

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Nama : Cahyono Heri Prasetyo, S.T., M.T.

NID: 0317117205

(.....)

Dosen Pembimbing II

Nama : Masyhudi, S.T., M.T.

NID: 0301050723

(.....)

HALAMAN PERBAIKAN SKRIPSI

**PERANCANGAN MESIN UJI TARIK UNTUK MATERIAL
POLIMER DENGAN KAPASITAS 10 kN**

OLEH

NAMA : PIETRA SAMUDRA
NPM : 237001446036
PEMINATAN : KONTRUKSI MESIN

Skripsi ini telah diperbaiki sesuai saran dari Tim Penguji dalam Sidang Skripsi yang dilaksanakan pada tanggal 27 Agustus 2025.

Jakarta, 3 September 2025

Menyetujui,

Penguji I

Nama : **Agung Iswadi, S.Si., M.Sc, Ph.D.**

NID : 0108019013

(.....)

Penguji II

Nama : **Asmawi, S.T., M.T., Ph.D.**

NID : 0108006076

(.....)

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

**PERANCANGAN MESIN UJI TARIK UNTUK MATERIAL
POLIMER DENGAN KAPASITAS 10 kN**

OLEH

NAMA : PIETRA SAMUDRA
NPM : 237001446036
PEMINATAN : KONTRUKSI MESIN

Telah dipertahankan dihadapan Tim Dosen Penguji dalam sidang Skripsi di
Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasional,
yang dilaksanakan pada:

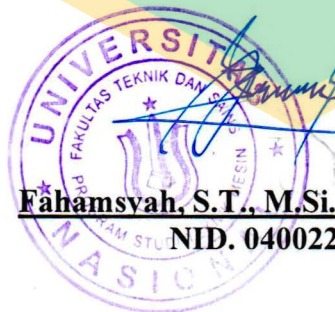
Hari : Rabu

Tanggal : 27 Agustus 2025

Jakarta, 3 September 2025

Mengesahkan,

Kepala Program Studi Teknik Mesin



Fahamsyah, S.T., M.Si. M.Eng., Ph.D.

NID. 040022024

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : PIETRA SAMUDRA
NPM : 237001446036
PROGRAM STUDI : S-1 TEKNIK MESIN
PEMINATAN : KONTRUKSI MESIN

Dengan ini penulis menyatakan Skripsi ini tidak terdapat judul karya yang pernah diajukan dengan judul **“Perancangan Mesin Uji Tarik Untuk Material Polimer Dengan Kapasitas 10 kN”** adalah benar hasil karya penulis dan bukan merupakan publikasi serta tidak mengutip sebagian atau seluruhnya dari karya ilmiah orang lain, kecuali yang telah disebutkan sumbernya.

Jakarta, 3 September 2025

Penulis,



PIETRA SAMUDRA
NPM. 237001446036

PERANCANGAN MESIN UJI TARIK UNTUK MATERIAL POLIMER DENGAN KAPASITAS 10 kN

ABSTRAK

Dalam dunia industri dan penelitian material, pengujian sifat mekanik seperti kekuatan tarik sangat penting untuk mengetahui kualitas dan kelayakan suatu material, khususnya material polimer yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi. Namun, alat uji tarik yang efisien dan sesuai standar untuk kapasitas besar masih terbatas, terutama pada skala laboratorium pendidikan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang mesin uji tarik dengan kapasitas 10 kN yang khusus diperuntukkan bagi material polimer. Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi studi literatur, perhitungan teknis, pemilihan komponen utama (termasuk sensor, motor dan rangka mesin), perancangan menggunakan perangkat lunak CAD serta perhitungan efisiensi sistem mekanik. Hasil dari perancangan berupa perhitungan spesifikasi mekanik dan desain mesin. Prinsip kerja konsep mesin dengan menarik spesimen secara vertikal dengan panduan ASTM D638 yang merupakan standart uji tarik untuk material polimer. Komponen utama meja dinamis menggunakan material AISI 8620 dengan dimensi $560 \times 100 \times 80$ mm, yang menerima tegangan geser $1,25 \text{ N/mm}^2$ dan tegangan tekan $0,3 \text{ N/mm}^2$, jauh di bawah tegangan ijin sehingga aman dari deformasi plastis. Sistem transmisi menggunakan dua buah poros ulir bola gelinding (ball screw) berbahan AISI 6150 dengan diameter 28 mm, langkah kerja 500 mm, beban aksial maksimum 5165,05 N, torsi 4,334 Nm, dan kecepatan 200 rpm. Produk ball screw tipe BNF 2805V-7,5 dari THK mampu menahan beban hingga 125.773,44 N dan kecepatan kerja maksimal 200 rpm. Roda gigi cacing dengan perbandingan gigi 1:15, modul 1,9, sudut kontak 15° , dan daya penggerak 91 W menghasilkan angka keamanan 2. Motor penggerak yang digunakan adalah motor stepper TP23-168 dengan kecepatan maksimum 3000 rpm dan torsi 0,651 Nm. Struktur rangka terdiri dari besi UNP $70 \times 40 \times 5$ dan pipa kotak baja karbon $40 \times 40 \times 4$ mm, dengan defleksi maksimal masing-masing 0,005 mm dan 0,009 mm. Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh komponen aman digunakan serta sesuai dengan kriteria desain.

Kata Kunci: mesin uji tarik, material polimer, perancangan mekanik

DESIGN OF TENSILE TESTING MACHINE FOR POLYMER MATERIALS WITH 10 KN CAPACITY

ABSTRACT

In the field of industry and materials research, mechanical property testing such as tensile strength is essential to determine the quality and feasibility of a material, particularly polymers, which are widely used in various applications. However, efficient and standardized tensile testing machines with large capacity remain limited, especially in educational laboratory settings. Therefore, this study aims to design a tensile testing machine with a 10 kN capacity specifically for polymer materials. The research methods include literature study, technical calculations, selection of main components (including sensors, motor, and machine frame), design using CAD software, and calculation of mechanical system efficiency. The design results consist of mechanical specifications and machine construction. The working principle is based on vertically pulling the specimen according to ASTM D638, the standard tensile testing method for polymers. The main dynamic table is made of AISI 8620 with dimensions of 560×100×80 mm, which withstands shear stress of 1.25 N/mm² and compressive stress of 0.3 N/mm², both well below the allowable limits, ensuring safety against plastic deformation. The transmission system employs two ball screws made of AISI 6150 with 28 mm diameter, 500 mm stroke length, maximum axial load of 5165.05 N, working torque of 4.334 Nm, and speed of 200 rpm. The selected ball screw, type BNF 2805V-7.5 from THK, can withstand loads up to 125,773.44 N and operate safely at the required speed. The worm gear, with a gear ratio of 1:15, module 1.9, contact angle of 15°, and driving power of 91 W, achieves a safety factor of 2. The driving motor is a stepper motor TP23-168 with a maximum speed of 3000 rpm and torque of 0.651 Nm. The frame structure consists of UNP steel 70×40×5 and carbon steel box pipe 40×40×4 mm, with maximum deflections of 0.005 mm and 0.009 mm, respectively. The analysis results show that all components are safe for use and meet the design requirements.

Keywords: tensile testing machine, polymer material, mechanical design

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat-Nya yang begitu besar penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Perancangan Mesin Uji Tarik*

Untuk Material Polimer Dengan Kapasitas 10 kN”. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan studi di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional, Jakarta. Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Bapak Ruliyanto, S.T., M.T., Ph.D, sebagai dekan Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasional.
2. Bapak Fahamsyah, S.T., M.Si., Ph.D, sebagai Ketua Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasional.
3. Bapak Agung Iswadi, S.Si., M.Sc., Ph.D, sebagai Sekretaris Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasional.
4. Cahyono Heri Prasetyo, S.T., M.T., sebagai pembimbing utama yang telah membimbing dan mengarahkan pelaksanaan skripsi ini.
5. Masyhudi, S.T., M.T., sebagai pembimbing pendamping yang selalu menyediakan waktu dan pemikiran untuk membantu penyusunan skripsi ini.
6. Kedua orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan materil, semangat dan doa yang tak henti – hentinya selama ini kepada penulis.

7. Seluruh Staf Pengajar dan Karyawan di jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasional.

Semoga Allah SWT berkenan membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu.



Jakarta, 3 September 2025

Pietra Samudra
NPM. 237001446036

DAFTAR ISI

SKRIPSI.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERBAIKAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
DAFTAR SINGKATAN.....	xvii
BAB I.....	18
1.1. Latar Belakang Masalah	18
1.2. Rumusan Masalah.....	19
1.3. Batasan Masalah	19
1.4. Tujuan Penelitian.....	20
1.5. Manfaat Penelitian.....	20
1.6. Kebaruan Penelitian.....	20
1.7. Sistematika Penelitian.....	21
BAB II.....	23
2.1. Uji Tarik.....	23
2.2. Material Polimer	24
2.3. Uji Tarik Berdasarkan Standart ASTM D638	26
2.3.1. Komponen Uji Tarik	26
2.3.2. Dimensi spesimen.....	27
2.3.3. Prosedur Pengujian.....	28
2.3.4. Kecepatan Pengujian	30

2.4. Kapasitas Mesin Uji Tarik Polimer	31
2.4.1. Beban Uji.....	31
2.4.2. Panjang Langkah Uji Tarik	32
2.5. Sistem Rangka Perancangan Mesin Uji Tarik Polimer	33
2.5.1. Rangka.....	33
2.5.2. Las	36
2.5.3. Bearing	39
2.6. Sistem Transmisi Perancangan Mesin Uji Tarik Polimer.....	40
2.6.1. Pencekam Spesimen (<i>Grip</i>).....	40
2.6.2. Meja Dinamis	51
2.6.3. Poros Ulir Bola Gelinding (<i>Ball Screw</i>).....	55
2.6.4. Meja Statis.....	68
2.6.5. Roda Gigi Cacing (<i>Worm Gear</i>)	72
2.6.6. Motor.....	84
BAB III	86
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	86
3.2. Diagram Alir Penelitian.....	87
3.3. Perancangan Mesin Uji Tarik Untuk Material Polimer dengan Kapasitas 10 kN	88
3.3.1. Gambar teknik rancangan mesin uji tarik untuk material polimer dengan kapasitas 10 kN	90
3.4. Metode Perhitungan Rangka.....	98
3.4.1. Rangka.....	98
3.4.2. Las	100
3.4.3. <i>Bearing</i>	102
3.5. Metode Perhitungan Sistem Transmisi dan Sistem Penggerak	103
3.5.1. Pencekam Spesimen (<i>Grip</i>).....	104
3.5.2. Meja Dinamis	112
3.5.3. Poros Ulir Bola Gelinding (<i>Ball Screw</i>).....	117
3.5.4. Meja Statis.....	127
3.5.5. Roda Gigi Cacing (<i>Worm Gear</i>)	133

3.5.6. Motor	139
BAB IV	141
4.1. Rangka	141
4.2. Las.....	141
4.3. <i>Bearing</i>	142
4.4. Pencekam spesimen	142
4.5. Meja dinamis	143
4.6. Poros Ulir Bola Gelinding (<i>Ball Screw</i>)	143
4.7. Meja statis.....	144
4.8. Roda Gigi Cacing (<i>Worm Gear</i>).....	144
4.9. Motor	145
BAB V.....	147
5.1. Kesimpulan.....	147
5.2. Saran	147
DAFTAR PUSTAKA	149
LAMPIRAN.....	151



DAFTAR TABEL

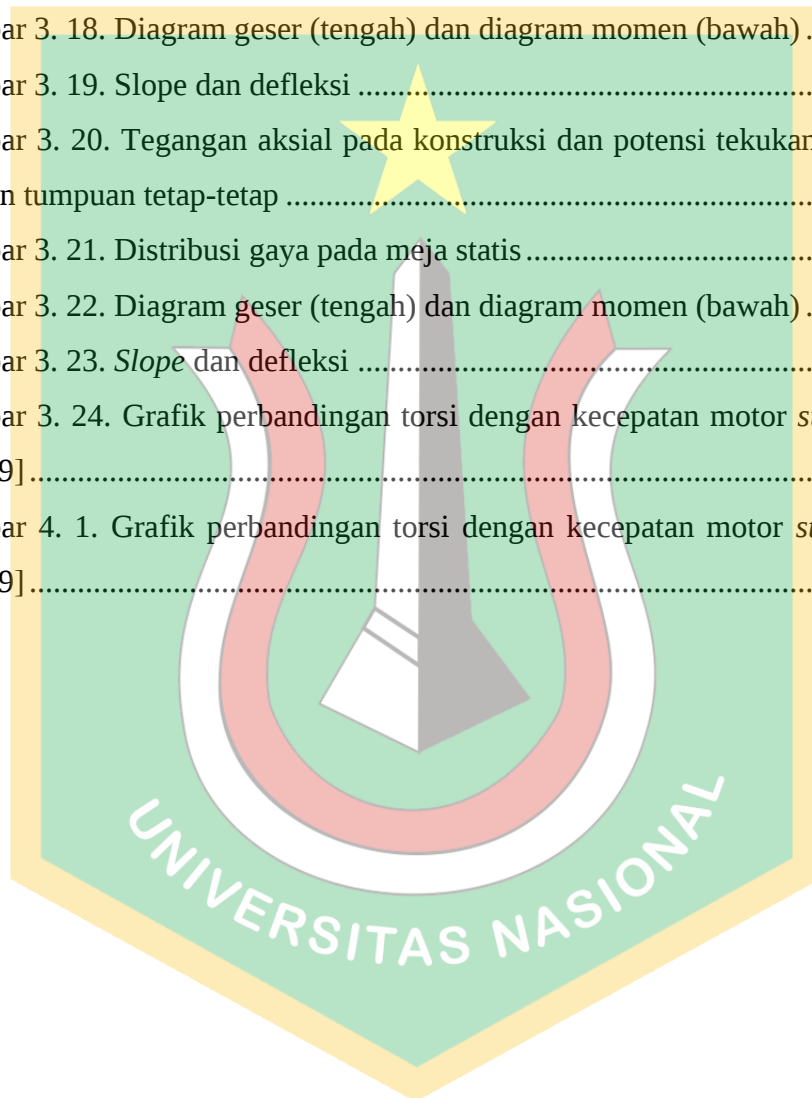
Tabel 2. 1. Hasil perhitungan UTS maksimal masing – masing material.....	32
Tabel 2. 2. Hasil perhitungan panjang akhir setelah spesimen mengalami patahan masing – masing material	33
Tabel 3. 1. Tabel distribusi regangan/defleksi yang terjadi pada setiap komponen	103
Tabel 3. 2. Beban yang ditanggung meja dinamis	112
Tabel 3. 3. Beban yang ditanggung ball screw	117
Tabel 3. 4. Beban pada W1	127
Tabel 3. 5. Beban pada W2	127
Tabel 4. 1. Hasil perhitungan las.....	141
Tabel 4. 2. Hasil perhitungan bearing	142
Tabel 4. 3. Hasil perhitungan roda gigi cacing	145
Tabel 4. 4. Detail spesifikasi motor stepper TP23-168.....	146



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Grafik tegangan regangan[2].....	23
Gambar 2. 2. Diagram Jenis - Jenis Polimer.....	25
Gambar 2. 3. Lima tipe ketentuan dimensi benda uji yang berbentuk lembaran, plat dan cetakan plastik[7]	28
Gambar 2. 4. Ketentuan kecepatan tes uji tarik[7].....	30
Gambar 2. 5. Besi <i>Hollow</i> Kotak[21]	34
Gambar 2. 6. Grafik relasi antara gaya cekam dengan gaya tarik[24]	41
Gambar 2. 7. Pencekam pneumatik (kiri) dan pencekam hidrolik (kanan)[24]....	41
Gambar 2. 8. Pencekam ulir[24]	42
Gambar 2. 9. Pencekam capit[24]	43
Gambar 2. 10. Pencekam terpusat (<i>Wedge grip</i>)[24]	44
Gambar 2. 11. Pencekam untuk tali (kiri), pencekam untuk gelang (tengah), pencekam untuk pegas (kanan)[24]	44
Gambar 2. 12. Regangan pada bagian sisi sebelah kanan pencekam spesimen....	45
Gambar 2. 13. Gaya tekan dari pegas dan gaya tarik saat uji tarik.....	49
Gambar 3. 1. Diagram alir perancangan mesin uji tarik material polimer.....	87
Gambar 3. 2. Konsep rancangan mesin Uji Tarik Untuk Material Polimer dengan Kapasitas 10 kN	88
Gambar 3. 3. Bagian bagian mesin	89
Gambar 3. 4. Bagian bagian mesin	90
Gambar 3. 5. Dimensi total mesin.....	91
Gambar 3. 6. Rangka.....	92
Gambar 3. 7. Pencekam	93
Gambar 3. 8. Meja dinamis	94
Gambar 3. 9. Poros ulir	95
Gambar 3. 10. Meja statis	96
Gambar 3. 11. Roda gigi cacing.....	97
Gambar 3. 12. Distribusi gaya pada rangka	98

Gambar 3. 13. Posisi pencekaman spesimen	105
Gambar 3. 14. Regangan pada bagian sisi sebelah kanan pencekam spesimen..	106
Gambar 3. 15. Dimensi lengan pencekam untuk memilih pegas	108
Gambar 3. 16. Gaya tekan dari pegas dan gaya tarik saat uji tarik.....	111
Gambar 3. 17. Distribusi gaya pada konstruksi	113
Gambar 3. 18. Diagram geser (tengah) dan diagram momen (bawah)	115
Gambar 3. 19. Slope dan defleksi	116
Gambar 3. 20. Tegangan aksial pada konstruksi dan potensi tekukan yang terjadi dengan tumpuan tetap-tetap	120
Gambar 3. 21. Distribusi gaya pada meja statis	127
Gambar 3. 22. Diagram geser (tengah) dan diagram momen (bawah)	131
Gambar 3. 23. Slope dan defleksi	132
Gambar 3. 24. Grafik perbandingan torsi dengan kecepatan motor stepper TP23-168[29]	140
Gambar 4. 1. Grafik perbandingan torsi dengan kecepatan motor stepper TP23-168[29]	146



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Lembar data teknis aluminium 7075	151
Lampiran 2. <i>Century Spring Warehouses</i> dengan nomor seri produk 80355 pada halaman 16	152
Lampiran 3. Lembar data teknis material S1100QL (1.8942)	153
Lampiran 4. Lembar data teknis material AISI 8620.....	154
Lampiran 5. Lembar data teknis material ASTM 4118	155
Lampiran 6. Lembar data teknis THK <i>ball screw</i> dengan seri BNF 2805V-7,5 pada halaman 180 dan 181	156
Lampiran 7. Lembar data teknis THK <i>rail guide ball screw linear bush</i> dengan seri LM 16 pada halaman 1004.....	158
Lampiran 8. Lembar data teknis roda gigi cacing <i>Framo Morat</i> dengan seri A40 pada halaman 14.....	159
Lampiran 9. Lembar data teknis motor <i>stepper</i> electrocraft TP23-168 pada halaman 33.....	160
Lampiran 10. Lembar data teknis <i>load cell</i> HBK U2A pada halaman 2	161
Lampiran 11. Lembar data teknis zwick roell multiXtens II HP pada halaman 3	162
Lampiran 12. Lembar data teknis besi profil UNP 70x40x5 mm	163
Lampiran 13. Lembar data teknis besi profil <i>hollow square</i> 40x40x4 mm	164
Lampiran 14. Lembar data teknis <i>carbon steel</i> (C45).....	165
Lampiran 15. Lembar data teknis perunggu (G-CuSn 12).....	166

DAFTAR SINGKATAN

ASTM : *American Society for Testing and Materials*

AISI : *American Iron and Steel Institute*

PLC : *Programmable Logic Controller*

HDPE : *High-Density Polyethylene*

PP : *Polypropylene*

PVC : *Polyvinyl Chloride*

PU : *Poliuretan*

RSNI : *Rancangan Standar Nasional Indonesia*

PS : *Polystyrene*

ABS : *Acrylonitrile Butadiene Styrene*

PC : *Polycarbonate*

PET : *Polyethylene Terephthalate*

PA6 : *Poliamida 6*

PTFE : *Polytetrafluoroethylene*

UNP : *U-channel Normal Parallel Flange*

