PERANCANGAN MESIN ROLL PLATE DENGAN ANALISIS STRUKTUR MENGGUNAKAN METODE *FINITE ELEMENT ANALYSIS* UNTUK SKALA UMKM

TUGAS AKHIR
SKRIPSI

BOBBY ANUGRAH SIGIRO
NIM. 41323120025

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026

lib.mercubuana.ac.id

PERANCANGAN MESIN ROLL PLATE DENGAN ANALISIS STRUKTUR MENGGUNAKAN METODE *FINITE ELEMENT ANALYSIS* UNTUK SKALA UMKM

TUGAS AKHIR
SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

BOBBY ANUGRAH SIGIRO
NIM. 41323120025

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026

lib.mercubuana.ac.id

HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:	Bobby Anugrah Sigiro
NIM	:	41323120025
Fakultas/Program Studi	:	Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir berjudul:
"Perancangan Mesin *Roll plate* Dengan Analisis Struktur Menggunakan Metode *Finite Element Analysis* Untuk Skala Umkm." adalah hasil karya saya sendiri, tidak mengandung unsur plagiarisme, pelanggaran hak cipta, atau konten ilegal dalam bentuk apapun dan tidak melanggar hukum atau hak pihak manapun.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya bersedia menanggung seluruh konsekuensi hukum dan membebaskan Universitas Mercu Buana dari segala bentuk tuntutan hukum dan saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 10 Agustus 2026



Bobby Anugrah Sigiro

lib.mercubuana.ac.id

HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN

Menerangkan bahwa Jurnal / Karya Ilmiah / Laporan Tugas Akhir pada BAB I, BAB III, BAB IV, dan BAB V / Praktek Keinsinyuran atas nama:

Nama	**:**	**Bobby Anugrah Sigiro**
NIM	**:**	**41323120025**
Program Studi	**:**	**Teknik Mesin**
Judul Tugas Akhir / Tesis / Praktek Keinsinyuran	**:**	**Perancangan Mesin Roll Plate Dengan Analisis Struktur Menggunakan Metode Finite Element Analysis Untuk Skala UMKM**

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Sabtu, 22 Agustus 2026** dengan hasil presentase sebesar **27 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 22 Agustus 2026

Administrator Turnitin,

Itmam Haidi Syarif

UNIVERSITAS MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama	:	**Bobby Anugrah Sigiro**
NIM	:	**41323120025**
Fakultas/Program Studi	:	**Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin**
Judul Tugas Akhir	:	**Perancangan Mesin *Roll plate* Dengan Analisis Struktur Menggunakan *Metode Finite Element Analysis* Untuk Skala Umkm**

Telah berhasil dipertahankan pada sidang dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing

Haris Wahyudi, ST., M.Sc
NIDN/NUPTK: 0329037803

Jakarta, 10 Agustus 2026
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik	**Ketua Program Studi**
Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari	**Dr. Eng. Imam Hidayat, S.T., M.T.**
NIDN/NUPTK: 0307037202	**NIDN/NUPTK: 005087502**

lib.mercubuana.ac.id

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salhah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng selaku Rektor Universitas Mercu Buana
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik
3. Dr. Eng. Imam Hidayat, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin
4. Haris Wahyudi, S.T., M.Sc selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan Tugas Akhir ini
5. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana atas segala bentuk ilmu dan wawasan serta pengalaman yang diajarkan kepada saya selama ini
6. Rekan-rekan sesama mahasiswa Universitas Mercu Buana yang telah memberikan dukungan untuk terus menyelesaikan tugas akhir ini
7. Semua pihak yang turut membantu secara langsung dan tidak langsung yang tidak dapat disebutkan satu persatu tanpa mengurangi besar rasa terima kasih dan hormat saya

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 10 Agustus 2026

Bobby Anugrah Sigiro

lib.mercubuana.ac.id

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:	Bobby Anugrah Sigiro
NIM	:	41323120025
Fakultas/Program Studi	:	Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir	:	Perancangan Mesin *Roll plate* Dengan Analisis Struktur Menggunakan Metode *Finite Element Analysis* Untuk Skala Umkm

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

UNIVERSITAS MERCU BUANA

Jakarta, 10 Agustus 2026

Yang menyatakan,



Bobby Anugrah Sigiro

lib.mercubuana.ac.id

PERANCANGAN MESIN *ROLL PLATE* DENGAN *ANALISIS* STRUKTUR MENGGUNAKAN METODE *FINITE ELEMENT ANALYSIS* UNTUK SKALA UMKM

BOBBY ANUGRAH SIGIRO

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang mesin *roll plate* skala Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) yang mampu melakukan pengerolan plat baja karbon rendah (SS400) dengan mempertimbangkan aspek kekuatan struktur dan keamanan komponen. Metode perancangan yang digunakan adalah metode Pahl & Beitz yang dikombinasikan dengan metode morfologi untuk menghasilkan dan menentukan konsep rancangan terpilih. Proses perancangan meliputi identifikasi kebutuhan, penyusunan fungsi, pengembangan konsep, pemilihan varian, penentuan dimensi, dan perhitungan komponen mesin. Analisis kekuatan dilakukan menggunakan metode *Finite Element Analysis* (FEA) melalui simulasi pembebanan statis pada rangka, *shaft*, dan *roller*, dengan parameter *Stress*, *Displacement*, *strain*, dan *safety factor*. Hasil perancangan menghasilkan mesin *roll plate* untuk pengerolan plat SS400 dengan ketebalan maksimum 6 mm dan lebar maksimum 1400 mm. Dimensi keseluruhan mesin adalah 2060 mm × 460 mm × 1605 mm, menggunakan motor listrik 3 phase dengan putaran 1465 rpm dan gearbox rasio 1:60 untuk menggerakkan tiga *roller* berdiameter 100 mm. Hasil simulasi menunjukkan tegangan maksimum pada rangka sebesar ±213 MPa, *Displacement* maksimum 8,107 mm, dan *safety factor* minimum 1,17. Pada *roller* atas diperoleh tegangan maksimum ±90,73 MPa dengan *safety factor* 2,59, sedangkan *roller* kanan dan kiri memperoleh tegangan maksimum ±45,38 MPa dengan *safety factor* 5,17. Nilai tegangan masih berada di bawah *yield strength* material, sedangkan *strain* dan *Displacement* pada *shaft/roller* relatif kecil. Berdasarkan hasil perancangan dan simulasi, mesin *roll plate* dinilai layak secara struktural untuk kondisi pembebanan yang dianalisis.

Kata Kunci : *Roll Plate*, *Pahl & Beitz*, Morfologi, *FEA*, *Safety Factor*.

lib.mercubuana.ac.id

ROLL PLATE MACHINE DESIGN WITH STRUCTURAL ANALYSIS USING FINITE ELEMENT ANALYSIS METHOD FOR UMKM SCALE

BOBBY ANUGRAH SIGIRO

ABSTRACT

This study aims to design a roll plate machine for Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) capable of rolling low-carbon steel plates (SS400) while considering structural strength and component safety. The design method used is the Pahl & Beitz method combined with the morphological method to generate and determine the selected design concept. The design process includes identifying requirements, developing functions, generating concepts, selecting the design variant, determining dimensions, and calculating machine components. Structural strength analysis was performed using the Finite Element Analysis (FEA) method through static loading simulations on the frame, shaft, and roller, with the parameters of Stress, Displacement, strain, and safety factor. The resulting design is a roll plate machine for rolling SS400 plates with a maximum thickness of 6 mm and a maximum width of 1400 mm. The overall machine dimensions are 2060 mm × 460 mm × 1605 mm, using a three-phase electric motor with a rotational speed of 1465 rpm and a 1:60 gearbox ratio to drive three rollers with a diameter of 100 mm. The simulation results show a maximum Stress on the frame of approximately 213 MPa, a maximum Displacement of 8.107 mm, and a minimum safety factor of 1.17. The upper roller experiences a maximum Stress of approximately 90.73 MPa with a safety factor of 2.59, while the right and left rollers experience a maximum Stress of approximately 45.38 MPa with a safety factor of 5.17. The Stress values remain below the material yield strength, while the strain and Displacement on the shaft/roller are relatively small. Based on the design and simulation results, the roll plate machine is considered structurally feasible for the analyzed loading conditions.

Keywords: *Roll Plate, Pahl & Beitz, Morphological Method, FEA, Safety Factor.*

lib.mercubuana.ac.id

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL **0**

HALAMAN JUDUL **i**

HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI **ii**

HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN **iii**

HALAMAN PENGESAHAN **iv**

KATA PENGANTAR **v**

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI **vi**

ABSTRAK **vii**

ABSTRACT **viii**

DAFTAR ISI **ix**

DAFTAR TABEL **xii**

DAFTAR GAMBAR **xiii**

DAFTAR LAMPIRAN xv

BAB I PENDAHULUAN **1**

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Perumusan Masalah 3

1.3 Tujuan Penelitian 3

1.4 Batasan Masalah 4

1.5 Manfaat Penelitian 5

1.6 Sistematika Penulisan 5

BAB II TEORI DASAR **7**

2.1 Mesin *Roll plate* 7

2.2 Prinsip Kerja Mesin *Roll plate* 8

3.3 Komponen Utama Pada Mesin *Roll plate* 9

2.3.1 Rangka Mesin (*Frame*) 9

2.3.2 Poros (*Shaft*) & *Roller* (*Roll*) 16

2.3.3 Motor Listrik 17

2.3.4 *Gearbox (Speed reducer)* 18

2.3.5 *Bearing Block* 19

2.3.6 *Gear* 21

lib.mercubuana.ac.id

2.3.7 *Pulley* 22
2.3.8 V-*Belt* 23
2.3.9 Penggerak *Roll* Atas 25
2.4 Gaya Pada Mesin *Roll* 26
2.5 Software Solidworks 29
2.6 *Finite Element Analysis* (FEA) 31
2.6 Teori Dasar Perancangan Produk 34
2.7 Metode Perancangan Pahl & Beitz 35
2.8 Metode Morfologi 39
2.9 *Review Paper* atau Tinjauan Referensi 40
2.11 Rencana Aspek pengembangan atau inovasi mesin 42
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 44
3.1 Identifikasi Masalah 45
3.2 Permusan Masalah dan Pengumpulan Data 45
3.3 Metode Perancangan Pahl & Beitz 47
3.3.1 Perencanaan dan penjelasan 47
3.3.2 Perancangan Konsep 47
3.3.3 Fungsi Keseluruhan 50
3.3.4 Struktur Sub Fungsi 51
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 52
4.1 Kombinasi Prinsip Soluasi 52
4.1.1 Pembuatan Konsep Varian 54
4.1.2. Pembobotan Nilai Konsep Varian 56
4.2 Varian Terpilih 63
4.3 Pemilihan Dan Penetapan Komponen Mesin *Roll plate* 64
4.4 Dimensi Mesin *Roll plate* 65
4.5 Perhitungan Perancangan Komponen Mesin 65
4.5.1 Perhitungan Gaya Penge*roll* an 66
4.5.2 Perhitungan Daya Motor 67
4.5.3 Perhitungan Diameter *Shaft* 68
4.5.4 Perhitungan *Pulley* & *Belt* 69
4.5.5 Perhitungan Putaran Output Gearbox 71

lib.mercubuana.ac.id

4.5.6 Perhitungan Gaya Untuk Memutar Gear Roler 71
4.5.7 Perhitungan Gaya Tekan *Roll* 72
4.5.8 Perhitungan Bearing Block 73
4.6 Finite Element Analisis (FEA) Varian 1 74
4.6.1 Simulasi Rangka 74
4.6.2 Simulasi *Shaft* dan *Roller* 78
4.7 *Finite Element Analisys* Varian 2. 86
4.7.1 Simulasi *Frame* 86
4.7.2 Simulasi *Shaft & Roller* 88
4.8 *Finite Element Analisys* Varian 3 91
BAB V PENUTUP **93**
5.1 Kesimpulan 93
5.2 Saran 94
DAFTAR PUSTAKA **95**
LAMPIRAN **98**

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Material Plat Baja Karbon Rendah 13
Tabel 2. 2 Spesifikasi Material Aisi 1035 14
Tabel 2. 3 Spesifikasi Material Aisi 1060 15
Tabel 3. 1 Wawancara Terkait Mesin *Roll* 46
Tabel 3. 2 Analisis Usia Pengisi 48
Tabel 3. 3 Analisis Profesi Pengisi 48
Tabel 3. 4 Analisis Demand and Whises 49
Tabel 3. 5 Daftar Persyaratan 49
Tabel 4. 1 Kombinasi Prinsip Solusi 52
Tabel 4. 2 Data Kuisioner Varian 1 56
Tabel 4. 3 Data Kuisioner Varian 2 57
Tabel 4. 4 Data Kuisioner Varian 3 58
Tabel 4. 5 Daftar Kebutuhan Pengguna 59
Tabel 4. 6 Pembootan Varian 62
Tabel 4. 7 Spesifikasi Komponen 64
Tabel 4. 8 Dimensi Mesin *Roll plate* 65
Tabel 4. 9 Parameter Studi Kasus 66
Tabel 4. 10 Spesifikasi Motor Listrik 68
Tabel 4. 11 Hasil Gaya Pengerolan 73
Tabel 4. 12 Spesifikasi Rangka 74
Tabel 4. 13 Spesifikasi Poros 79
Tabel 4. 14 Spesifikasi Material Frame Varian 2 86
Tabel 4. 15 Spesifikasi Material Shaft 88
Tabel 4. 16 Spesifikasi Material Frame Varian 3 91

UNIVERSITAS MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mesin *Roll plate* 3 *Roller* 7
Gambar 2. 2 *FlowChart* Mesin *Roll plate* 8
Gambar 2. 3 Pipa 10
Gambar 2. 4 Besi Hollow 11
Gambar 2. 5 *Roller* 16
Gambar 2. 6 Motor Listrik 18
Gambar 2. 7 Gearbox 19
Gambar 2. 8 *Bearing Block* 20
Gambar 2. 9 *Gear* 21
Gambar 2. 10 *Pulley* 22
Gambar 2. 11 *V-Belt* 24
Gambar 2. 12 Tuas Penggerak Roll Atas. 25
Gambar 2. 13 Gaya Pengerolan 26
Gambar 2. 14 Mekansime Gaya Memutar Gear 27
Gambar 2. 15 Diagram bebas gaya tekan *roll* 28
Gambar 2. 16 Solidworks 30
Gambar 2. 17 *Feature Part* 30
Gambar 2. 18 *Feature Assembly* 30
Gambar 2. 19 *Feature Drawing 2D* 31
Gambar 2. 20 Gambar Diagram Alir Pahl & Beitz 36
Gambar 2. 21 Mesin *Roll plate* 1 40
Gambar 2. 22 Mesin *Roll plate* 2 41
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian. 44
Gambar 3. 2 Mesin *Roll* Manual PT. ABC 45
Gambar 3. 3 Kuisioner *Demand and Whises* 47
Gambar 3. 4 Fungsi Keseluruhan. 50
Gambar 3. 5 Struktur Sub Fungsi. 51
Gambar 4. 1 Varian 1 54
Gambar 4. 2 Varian 2 55

UNIVERSITAS MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id

Gambar 4. 3 Varian 3 55
Gambar 4. 4 Pohon Kriteria 60
Gambar 4. 5 Konsep Varian Terpilih 63
Gambar 4. 6 Dimensi Mesin *Roll plate* 65
Gambar 4. 7 Diagram Benda Bebas 66
Gambar 4. 8 Area Pembebanan 74
Gambar 4. 9 Area Fix Geometri 75
Gambar 4. 10 Area Pembebanan 75
Gambar 4. 11 Hasil Simulasi Stres Rangka 76
Gambar 4. 12 Hasil Simulasi *Displacement* Rangka 77
Gambar 4. 13 Hasil Simulasi Safety Factor Rangka 77
Gambar 4. 14 Posisi *Poros & Shaft* 78
Gambar 4. 15 Area Pembebanan 79
Gambar 4. 16 Area *Fixed Poros* 80
Gambar 4. 17 Simulasi Stress Roller Kanan & Kiri 80
Gambar 4. 18 Simulasi Displacement Roler Kanan & Kiri 81
Gambar 4. 19 Simulasi Strain Roller Kiri & Kanan 82
Gambar 4. 20 Safety Factor Roler Kiri & Kanan 82
Gambar 4. 21 Simulasi Stress Roler Atas 83
Gambar 4. 22 Simulasi *Displacement* Roler Atas 84
Gambar 4. 23 Simulasi Strain Roler Atas 84
Gambar 4. 24 *Safety Of Factor Roler* Atas 85
Gambar 4. 25 *Stress Frame* Varian 2 87
Gambar 4. 26 *Displacement Frame* Varian 2 87
Gambar 4. 27 *Safety Of Factor Frame* Varian 2 88
Gambar 4. 28 *Stress Shaft* Varian 2 89
Gambar 4. 29 *Displacement* Shaft Varian 2 89
Gambar 4. 30 Strain Shaft Varian 2 90
Gambar 4. 31 *Safety Factor Shaft* Varian 2 90
Gambar 4. 32 Stress Frame Varian 3 91
Gambar 4. 33 Displacement Frame Varian 3 92
Gambar 4. 34 *Safety Factor Frame* Varian 3 92

lib.mercubuana.ac.id

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kusioner 98
Lampiran 2 Gambar Teknik 105

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id