

**SKRIPSI SARJANA TERAPAN**

**DESAIN *BURNISHING BALL TOOLS* MESIN BUBUT  
MENGUNAKAN PEGAS SEBAGAI PARAMETER GAYA  
TEKAN PADA BENDA KERJA**



*Intelligentia - Dignitas*

**RENALDI APRILIAN SIDIK**

**1505521010**

**PROGRAM STUDI  
TEKNOLOGI REKAYASA MANUFAKTUR  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
2025**

# LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI SARJANA TERAPAN

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI SARJANA TERAPAN

**Judul :** DESAIN *BURNISHING BALL TOOLS* MESIN  
BUBUT MENGGUNAKAN PEGAS SEBAGAI  
PARAMETER GAYA TEKAN PADA BENDA  
KERJA

**Penyusun :** RENALDI APRILIAN SIDIK

**NIM :** 1505521010

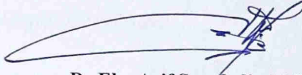
**Tanggal Ujian :** 18 Juli 2025

### Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

  
**Dr. Sugeng Priyanto, M.Sc.**  
NIP. 196309152001121001

  
**Dr. Eko Arif Syaefudin, M.T.**  
NIP. 198310152008121002

### Mengetahui,

Koordinator Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur

  
**Dr. Wardoyo, M.T.**  
NIP. 197908182008011008

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI SARJANA TERAPAN

### LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI SARJANA TERAPAN

**Judul :** DESAIN *BURNISHING BALL TOOLS* MESIN  
BUBUT MENGGUNAKAN PEGAS SEBAGAI  
PARAMETER GAYA TEKAN PADA BENDA  
KERJA

**Penyusun :** RENALDI APRILIAN SIDIK

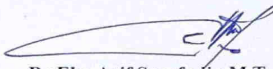
**NIM :** 1505521010

**Disetujui Oleh:**

Dosen Pembimbing I

  
Dr. Sugeng Privanto, M.Sc.  
NIP. 196309152001121001

Dosen Pembimbing II

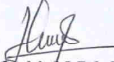
  
Dr. Eko Arif Syaefudin, M.T.  
NIP. 198310132008121002

#### Pengesahan Dosen Penguji Sidang Skripsi

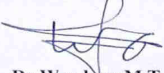
Ketua Sidang

  
Dr. Ferry Budhi Susetvo, M.T., M.Si.  
NIP. 198202022010121002

Sekretaris

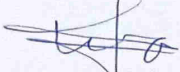
  
Ahmad Fubi, M.Pd., M.T.  
NIP. 198501312023211014

Penguji Ahli

  
Dr. Wardoyo, M.T.  
NIP. 197908182008011008

**Mengetahui,**

Koordinator Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur

  
Dr. Wardoyo, M.T.  
NIP. 197908182008011008

*Intelligentia - Dignitas*

## LEMBAR PERNYATAAN

### LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi Sarjana Terapan yang penulis buat ialah merupakan Karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di Perguruan Tinggi lain.
2. Skripsi Sarjana Terapan ini belum dipublikasi, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan di daftar pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan tujuan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma dan aturan yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 18 Juli 2025



Renaldi Aprilian Sidik  
NIM: 1505521010

*Intelligentia - Dignitas*

## LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220  
Telepon/Faksimili: 021-4894221  
Laman: [lib.unj.ac.id](http://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 : Renaldi Aprilian Sidik  
NIM : 1502621010  
Fakultas/Prodi : Fakultas Teknik/Teknologi Rekayasa Manufaktur  
Alamat email : [sidikrenaldiaprilian@gmail.com](mailto:sidikrenaldiaprilian@gmail.com)

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

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

yang berjudul :

**Desain *Burnishing Ball Tools* Mesin Bubut Menggunakan Pegas Sebagai Parameter Gaya Tekan Pada Benda Kerja**

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan 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, 31 Juli 2025

(Renaldi Aprilian Sidik)

## KATA PENGANTAR

### KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur apa yang telah diberikan Allah SWT. Shalawat serta salam mari kita junjungkan kepada Nabi besar kita Muhamad SAW beserta keluarga dan sahabatnya, yang telah memberikan pengaruh sekaligus memberikan petunjuk kepada kehidupan kita semua. Karena dengan semua rahmat dan karunia-Nya yang telah diberikan sehingga proses penyusunan Laporan Tugas Akhir/Skripsi ini yang berjudul "DESAIN *BURNISHING BALL TOOLS* MESIN BUBUT MENGGUNAKAN PEGAS SEBAGAI PARAMETER GAYA TEKAN PADA BENDA KERJA" Terlaksananya dan selesainya penyusunan ini berkat bantuan dari berbagai pihak oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih atas bimbingan, dukungan dan do'a sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Laporan Tugas Akhir/Skripsi yaitu kepada :

1. Bapak Dr. Sugeng Priyanto, M.Sc. dan Bapak Dr.Eko Arif Syaefudin,M.T, selaku dosen pembimbing yang telah membimbing penulis untuk menyelesaikan penulisan laporan ini.
2. Bapak Dr. Wardoyo, M.T., selaku Koordinator Program Studi Diploma IV Teknologi Rekayasa Manufaktur Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.
3. Kedua Orang Tua dan keluarga besar saya yang telah memberikan doa, dan dukungan, baik nasihat, saran, serta materi selama pelaksanaan penulisan skripsi.
4. Pujaan hati Jelita Dewi Nur'Aini, yang telah memberikan semangat dan motivasi untuk keberhasilan penulisan skripsi.

Penulis berharap apabila pembaca ingin memberikan masukan dan kritik penulis akan menerima sebagai masukan agar kedepanya penulisan skripsi ini lebih baik,bermanfaat bagi penulis maupun bagi semua pihak yang membacanya.

Jakarta, 18 Juli 2025



Renaldi Aprilian Sidik  
NIM: 150552101

*Intelligentia - Dignitas*

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan merancang dan menganalisis alat burnishing ball pada mesin bubut konvensional dengan memanfaatkan pegas sebagai sumber sekaligus indikator gaya tekan. Desain alat dibuat minimalis agar mudah diproduksi menggunakan mesin konvensional seperti bubut dan milling tanpa harus memerlukan CNC. Pegas digunakan sebagai penekan sekaligus indikator gaya melalui perubahan panjang yang dikalibrasi ke satuan kilogram. Simulasi *Finite Element Analysis* (FEA) dilakukan pada komponen utama seperti *main holder*, *bottom cover*, *pin*, *pusher plate*, dan bola baja, dengan beban uji 500 N (lebih tinggi dari beban aktual 300 N). Hasil simulasi menunjukkan tegangan von Mises jauh di bawah yield strength material, perpindahan sangat kecil, dan nilai *factor of safety* tinggi, menunjukkan struktur aman dan kaku. Uji pegas ASTM A229 menunjukkan sifat elastis dan tahan beban berulang, didukung perhitungan konstanta pegas, tegangan geser, dan jumlah lilitan aktif. Evaluasi pada bearing, baut, dan penopang berbentuk L menunjukkan umur pakai panjang dan ketahanan terhadap beban. Secara keseluruhan, desain alat ini dinyatakan aman, ekonomis, dan layak digunakan, serta berpotensi dikembangkan untuk aplikasi permukaan luar dan dalam dengan sistem tekanan lebih presisi.

**Kata kunci:** *Burnishing*, Gaya Tekan, Perlakuan Permukaan, Proses Pemesinan.

*Intelligentia - Dignitas*

## **ABSTRACT**

*This research aims to design and analyze a burnishing ball tool for use on conventional lathe machines, utilizing a spring as both the source and indicator of the applied compressive force. The tool is designed with a minimalist concept to facilitate manufacturing using standard machining processes such as turning and milling, eliminating the need for CNC machines. The spring serves not only as a pressing element but also as a force indicator, calibrated based on its change in length and expressed in kilograms. Finite Element Analysis (FEA) was conducted on the main components—including the main holder, bottom cover, pin, pusher plate, and steel ball—under a test load of 500 N, which exceeds the actual operational load of 300 N. The simulation results indicate that the von Mises stress values remain significantly below the yield strength of the materials, with minimal displacement and high safety factors, demonstrating structural integrity and stiffness. The ASTM A229 spring exhibited excellent elasticity and durability under repeated loading, supported by calculations involving spring constant, shear stress, and the number of active coils. Further evaluations of the bearing, bolts, and L-shaped support structure confirmed their long service life and load-bearing capability. Overall, the tool design is deemed structurally safe, cost-efficient, and suitable for practical application, with potential for further development in both internal and external surface finishing using more precise pressure control systems.*

**Keywords:** *Burnishing, Machining Proces, Pressing Force, Surface Treatment.*

*Intelligentia - Dignitas*

## DAFTAR ISI

|                                                                                          |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| KATA PENGANTAR .....                                                                     | i    |
| ABSTRAK .....                                                                            | ii   |
| ABSTRACT.....                                                                            | iii  |
| DAFTAR ISI.....                                                                          | iv   |
| DAFTAR GAMBAR .....                                                                      | vii  |
| DAFTAR TABEL .....                                                                       | viii |
| DAFTAR LAMPIRAN.....                                                                     | ix   |
| BAB I.....                                                                               | 1    |
| PENDAHULUAN .....                                                                        | 1    |
| 1.2 Fokus Penelitian.....                                                                | 4    |
| 1.3 Identifikasi Masalah .....                                                           | 4    |
| 1.3 Rumusan Masalah.....                                                                 | 5    |
| 1.4 Tujuan Penelitian .....                                                              | 5    |
| 1.5 Manfaat Penelitian.....                                                              | 6    |
| BAB II.....                                                                              | 7    |
| TINJAUAN PUSTAKA .....                                                                   | 7    |
| 2.1 Kerangka Teoritik.....                                                               | 7    |
| 2.2 Proses Pemesinan.....                                                                | 9    |
| 2.3 Proses <i>Finishing</i> Permukaan .....                                              | 9    |
| 2.3.1 Karakteristik Utama Permukaan .....                                                | 10   |
| 2.3.1.1 Kekasaran Permukaan ( <i>Surface Roughness</i> ).....                            | 10   |
| 2.3.1.2 Kekerasan Permukaan ( <i>Surface Hardness</i> ).....                             | 10   |
| 2.3.1.3 Tegangan Sisa ( <i>Residual Stress</i> ) .....                                   | 11   |
| 2.4 Proses <i>Burnishing</i> sebagai Metode Modifikasi Permukaan.....                    | 11   |
| 2.4.1 Prinsip Kerja Umum Proses <i>Burnishing</i> .....                                  | 12   |
| 2.5 Prinsip Kerja Alat .....                                                             | 14   |
| 2.6 Aplikasi <i>Ball Burnishing</i> pada Mesin Bubut (Konteks Mesin Bubut) .....         | 15   |
| 2.7 Parameter Gaya Tekan ( <i>Pressure Force Parameter</i> ).....                        | 16   |
| 2.8 Perancangan Alat <i>Ball Burnishing</i> ( <i>Ball Burnishing Tool Design</i> ) ..... | 17   |
| 2.9 Fungsi dan Komponen Esensial Alat <i>Ball Burnishing</i> .....                       | 18   |
| 2.10 Rangka .....                                                                        | 18   |

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| 2.11 Terminologi <i>Spring</i> /Pegas .....                         | 19 |
| 2.11.1 Pegas Kopling .....                                          | 20 |
| 2.11.2 Perhitungan Pegas.....                                       | 21 |
| 2.11.3 Penjelasan Rumus Pegas.....                                  | 22 |
| 2.11.4 Karakteristik Pegas <i>Constant Pitch</i> .....              | 24 |
| 2.12 Terminologi <i>Bearing</i> .....                               | 24 |
| 2.12.1 Keunggulan Bola <i>Bearing</i> .....                         | 26 |
| 2.12.2 Jenis Beban pada <i>Bearing</i> .....                        | 27 |
| 2.12.3 Kapasitas Beban Dinamis <i>Bearing</i> (C).....              | 28 |
| 2.12.4 Perhitungan Umur <i>Bearing</i> .....                        | 29 |
| 2.13 Pasak/ <i>Pin Dowel</i> .....                                  | 31 |
| 2.14 Bola Baja <i>Stainless</i> .....                               | 32 |
| 2.15 Baut.....                                                      | 33 |
| 2.16 <i>Cotter Pin</i> .....                                        | 34 |
| 2.17 Pengembangan Desain Alat .....                                 | 34 |
| BAB III .....                                                       | 37 |
| METODELOGI PENELITIAN .....                                         | 37 |
| 3.1 Metode Penelitian .....                                         | 37 |
| 3.2 Waktu dan Tempat Penelitian .....                               | 37 |
| 3.3 Metode Pengembangan Produk .....                                | 37 |
| 3.5 Peralatan dan Bahan/Jenis Material yang digunakan.....          | 39 |
| 3.5.1 Peralatan.....                                                | 39 |
| 3.5.2 Bahan dan Material Properti .....                             | 41 |
| 3.5.3 Pemilihan Bahan/Material Untuk Desain <i>Burnishing</i> ..... | 42 |
| 3.6 Rancangan Metode Pengembangan.....                              | 49 |
| 3.6.1 Analisis Kebutuhan.....                                       | 50 |
| 3.6.3 Desain Komponen Yang Dikembangkan .....                       | 51 |
| 3.7 Instrumen Analisis dan Simulasi .....                           | 55 |
| 3.8 Simulasi <i>Finite Element Analysis</i> (FEA).....              | 55 |
| 3.8.1 Analisis Baut Pendorong dan Baut Cover .....                  | 55 |
| 3.8.2 Analisis Poros/ <i>pin</i> dan Lubang Poros .....             | 56 |
| 3.8.3 Analisis Struktur Penopang Utama.....                         | 56 |
| 3.9 Perhitungan Pegas.....                                          | 56 |
| 3.10 Perhitungan <i>Bearing</i> .....                               | 58 |

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| 3.11 Perhitungan Beban Pin/Poros dan Lubang.....           | 60 |
| 3.12 Perhitungan Kekuatan Baut.....                        | 62 |
| 3.13 Perhitungan distribusi beban rangka leter L .....     | 63 |
| 3.14 Teknik Pengumpulan dan Analisis Data .....            | 65 |
| BAB IV .....                                               | 66 |
| PEMBAHASAN HASIL DESAIN.....                               | 66 |
| 4.1 Hasil Pengembangan Desain.....                         | 66 |
| 4.2 Hasil Simulasi Static .....                            | 67 |
| 4.3 Hasil Pengujian Pegas .....                            | 82 |
| 4.3.1 Hasil Pengujian Pegas Bahan A229 (401-KCJ-711) ..... | 82 |
| 4.4 Hasil Perhitungan Pegas .....                          | 83 |
| 4.5 Perhitungan Bearing .....                              | 84 |
| 4.6 Hasil Hitung Beban Pada Poros dan Lubang .....         | 86 |
| 4.8 Hasil Hitung Beban Baut Pendorong .....                | 87 |
| 4.7 Hasil hitung Kekuatan Baut <i>Cover Body</i> .....     | 88 |
| 4.9 Hasil Hitung Beban Pada Struktur L.....                | 89 |
| 4.10 Uji Banding Desain .....                              | 90 |
| 4.11 Validasi Desain .....                                 | 91 |
| BAB V.....                                                 | 92 |
| KESIMPULAN DAN SARAN.....                                  | 92 |
| 5.1 KESIMPULAN.....                                        | 92 |
| 5.2 SARAN .....                                            | 94 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                                       | 95 |
| DAFTAR LAMPIRAN.....                                       | 98 |

*Intelligentia - Dignitas*

## DAFTAR GAMBAR

|                                                            |        |
|------------------------------------------------------------|--------|
| Gambar 2.1 Mekanisme Burnishing Tools .....                | 12     |
| Gambar 2.2 Pegas <i>Helical</i> /spiral.....               | 19     |
| Gambar 2. 3 Pegas Kopling .....                            | 20     |
| Gambar 2.4 <i>Standard ISO 5593 Ball Bearing</i> .....     | 25     |
| Gambar 2.5 <i>Part Bearing</i> .....                       | 26     |
| Gambar 2.6 <i>Life Rate Bearing</i> .....                  | 30     |
| Gambar 2.8 Dowel Pin.....                                  | 31     |
| Gambar 2.9 Bola Baja.....                                  | 32     |
| Gambar 2.10 Baut .....                                     | 33     |
| Gambar 2.11 <i>Cotter Pin</i> .....                        | 34     |
| Gambar 2.12 Desain Terdahulu Burnishing Ball Tools.....    | 35     |
| Gambar 2.13 Pengembangan Desain Burnishing Ball Tools..... | 36     |
| <br>Gambar 3.1 Perangkat Lunak SolidWork .....             | <br>39 |
| Gambar 3.2 Alat ukur Kekuatan Pegas .....                  | 40     |
| Gambar 3. 3 Material Properti S45C .....                   | 43     |
| Gambar 3. 4 Material Properti A229 .....                   | 45     |
| Gambar 3. 5 Material Properti AISI 304.....                | 46     |
| Gambar 3. 6 Material Properti ABS.....                     | 48     |
| Gambar 3.7 Diagram Alir Metode Pengembangan.....           | 49     |
| Gambar 3. 8 Main Holder .....                              | 51     |
| Gambar 3. 9 Bottom Cover & Top Cover.....                  | 52     |
| Gambar 3. 10 Spring & Pusher Plate .....                   | 53     |
| Gambar 3. 11 Pusher Bolt, Cover Bolt & Cap.....            | 54     |

## DAFTAR TABEL

|                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2. 1 Tabel Rumus Pegas .....                                     | 21 |
| Tabel 3.1 Analisis Kebutuhan Bahan.....                                | 50 |
| Tabel 4. 1 Hasil Simulasi <i>Von Mises Stress Main Holder</i> .....    | 67 |
| Tabel 4. 2 Hasil Simulasi <i>Displacement Main Holder</i> .....        | 68 |
| Tabel 4. 3 <i>Factor Of Safety Main Holder</i> .....                   | 69 |
| Tabel 4. 4 Hasil Simulasi <i>Von Mises Stress Bottom Cover</i> .....   | 70 |
| Tabel 4. 5 Hasil Simulasi <i>Displacement Bottom Cover</i> .....       | 71 |
| Tabel 4. 6 <i>Factor Of Safety Bottom Cover</i> .....                  | 72 |
| Tabel 4. 7 Hasil Simulasi <i>Von Mises Stress Pin Burnishing</i> ..... | 73 |
| Tabel 4. 8 Hasil Simulasi <i>Displacement Pin Burnishing</i> .....     | 74 |
| Tabel 4. 9 <i>Factor Of Safety Pin Burnishing</i> .....                | 75 |
| Tabel 4. 10 Hasil Simulasi <i>Von Mises Stress Pusher Plate</i> .....  | 76 |
| Tabel 4. 11 Hasil Simulasi <i>Displacement Pusher Plate</i> .....      | 77 |
| Tabel 4. 12 <i>Factor Of Safety Pusher Plate</i> .....                 | 78 |
| Tabel 4. 13 Hasil Simulasi <i>Von Mises Stress Steel Ball</i> .....    | 79 |
| Tabel 4. 14 Hasil Simulasi <i>Displacement Steel Ball</i> .....        | 80 |
| Tabel 4. 15 <i>Factor Of Safety Steel Ball</i> .....                   | 81 |
| Tabel 4. 16 Hasil Uji Pegas.....                                       | 82 |
| Tabel 4. 17 Hasil Hitung Pegas.....                                    | 83 |
| Tabel 4. 18 Konversi Beban.....                                        | 84 |
| Tabel 4. 22 Hasil Hitung Beban Dinamis Bearing.....                    | 84 |
| Tabel 4. 20 Hasil Hitung Beban Statis Bearing .....                    | 85 |
| Tabel 4. 21 Hasil Hitung Poros dan Lubang .....                        | 86 |
| Tabel 4. 22 Hasil Hitung Baut Pendorong .....                          | 87 |
| Tabel 4. 23 Hasil Hitung Baut Cover.....                               | 88 |
| Tabel 4. 24 Hasil Hitung Struktur I-ler L .....                        | 89 |
| Tabel 4. 25 Uji Banding Desain .....                                   | 90 |
| Tabel 4. 26 Validasi Desain .....                                      | 91 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------|-----|
| Lampiran 1. Daftar List Berkas Sidang Skripsi .....       | 98  |
| Lampiran 2. Log bimbingan Dospem 1 .....                  | 99  |
| Lampiran 3. Log bimbingan Dospem 2 .....                  | 100 |
| Lampiran 4. Surat Keterangan Lulus Matkul.....            | 101 |
| Lampiran 5. Transkrip Nilai.....                          | 102 |
| Lampiran 6. Lembar Persetujuan Dospem.....                | 105 |
| Lampiran 7. Surat Permohonan Ujian Skripsi .....          | 106 |
| Lampiran 8. Uji Turnitin Skripsi.....                     | 107 |
| Lampiran 9. Bukti Turnitin .....                          | 108 |
| Lampiran 10. Pernyataan Penyelesaian Revisi Skripsi ..... | 111 |
| Lampiran 11. Tandatangan Dosen Penguji .....              | 116 |
| Lampiran 12. Catatan Revisi Skripsi .....                 | 116 |
| Lampiran 13. Gambar Desain .....                          | 116 |
| Lampiran 14. Penjelasan Perhitungan.....                  | 116 |

*Intelligentia - Dignitas*