

UNIVERSITAS DIPONEGORO

RANCANG BANGUN MESIN PENGUPAS CANGKANG TELUR REBUS MENGGUNAKAN SISTEM *DUAL-SCREW* DENGAN KAPASITAS TOTAL 1260 BUTIR PER JAM

PROYEK AKHIR

YOHANES B.H. SILALAHI
40040222650013

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG
SEPTEMBER
2026

UNIVERSITAS DIPONEGORO

RANCANG BANGUN MESIN PENGUPAS CANGKANG TELUR REBUS MENGGUNAKAN SISTEM *DUAL-SCREW* DENGAN KAPASITAS TOTAL 1260 BUTIR PER JAM

PROYEK AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik

YOHANES B.H. SILALAHI
40040222650013

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG
SEPTEMBER
2026

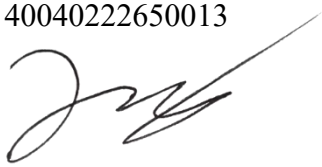
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Proyek Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang
dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

NAMA : Yohanes B.H. Silalahi

NIM : 40040222650013

Tanda Tangan :



Tanggal : 21 September 2026

SURAT TUGAS PROYEK AKHIR

No. : 541/PA/RPM/V/2026

Dengan ini diberikan Tugas Proyek Akhir untuk mahasiswa berikut:

Nama	: Yohanes B.H. Silalahi
NIM	: 40040222650013
Judul Proyek Akhir	: Rancang Bangun Mesin Pengupas Cangkang Telur Rebus Menggunakan Sistem *Dual-screw* dengan Kapasitas Total 1260 Butir Per Jam
Dosen Pembimbing	: Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.Kes.
NIP	: 196204211986031002

Isi Tugas:
Membuat rancangan mesin untuk mengupas cangkang telur ayam dan telur puyuh rebus menggunakan sistem *dual-screw*.

Demikian agar diselesaikan selama-lamanya 6 bulan terhitung sejak diberikan tugas ini dan diwajibkan konsultasi sedikitnya 12 kali demi kelancaran penyelesaian tugas.

Semarang, 7 April 2026
Ketua Prodi Sarjana Terapan
Rekayasa Perancangan Mekanik

Dr. Sri Utami Handayani, S.T., M.T.
NIP. 197609152003122001

Tembusan:
1. Ketua Prodi
2. Bagian pengajaran
3. Mahasiswa ybs

HALAMAN PENGESAHAN

Proyek Akhir ini diajukan oleh :

NAMA	: Yohanes B.H. Silalahi
NIM	: 40040222650013
Program Studi	: Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik
Judul Proyek Akhir	: Rancang Bangun Mesin Pengupas Cangkang Telur Rebus Menggunakan Sistem *Dual-Screw* dengan Kapasitas Total 1260 Butir Per Jam

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.T.) pada Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing	: Drs. Ireng Sigit Atmanto M.Kes	( )
Penguji 1	: Drs. Ireng Sigit Atmanto M.Kes	( )
Penguji 2	: Dr. Sri Utami Handayani S.T., M.T	( )
Penguji 3	: Bambang Setyoko S.T., M.Eng	( )

Semarang, 21 September 2026

Ketua Program Studi Sarjana Terapan
Rekayasa Perancangan Mekanik

Dr. Sri Utami Handayani S.T., M.T.

NIP. 197609152003122001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI PROYEK AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademika Universita Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	: Yohanes B.H. Silalahi
NIM	: 40040222650013
Jurusan/Program Studi	: Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik
Departemen	: Teknologi Industri
Fakultas	: Sekolah Vokasi
Jenis Karya	: Proyek Akhir

demi pengembangan ilmu pengetahuan menyetujui untuk memberika kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Roylti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmih saya yang berjudul :

RANCANG BANGUN MESIN PENGUPAS CANGKANG TELUR REBUS MENGGUNAKAN SISTEM *DUAL-SCREW* DENGAN KAPASITAS TOTAL 1260 BUTIR PER JAM

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/ Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/ formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : 21 September 2026

Yang menyatakan



Yohanes B.H. Silalahi

MOTTO

1. Perancangan yang baik lahir dari perhitungan yang tepat dan pemahaman yang mendalam.
2. Inovasi teknik bukan hanya tentang ide, tetapi tentang solusi yang dapat diterapkan.
3. Ketelitian dalam proses menghasilkan kualitas dalam hasil.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan proyek akhir dengan judul "Rancang Bangun Mesin Pengupas Cangkang Telur Rebus Menggunakan Sistem *Dual-Screw* dengan Kapasitas Total 1260 Butir per Jam" dengan baik.

Penyusunan laporan proyek akhir ini tidak terlepas dari dukungan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Budiyono, M.Si., selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
2. Ibu Dr. Sri Utami Handayani, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
3. Bapak Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.Kes., selaku Dosen Pembimbing Proyek Akhir yang telah membimbing selama penyusunan Proyek Akhir.
4. Seluruh dosen dan teknisi yang telah memberikan ilmu dan pengalaman selama masa perkuliahan.
5. Kedua orang tua serta keluarga yang selalu memberikan doa, dukungan, dan semangat.

6. Teman-teman satu angkatan yang telah memberikan bantuan dan motivasi selama penyusunan laporan.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan di masa mendatang.

Penulis berharap, semoga semua pihak yang telah memberikan bantuan, diberi balasan kebajikan. Aamiin. Semoga laporan ini bisa bermanfaat bagi penulis sendiri khususnya dan para pembaca secara umum, baik dari kalangan akademis maupun yang lain.

Semarang, 21 September 2026



Yohanes B.H. Silalahi

ABSTRAK

RANCANG BANGUN MESIN PENGUPAS CANGKANG TELUR REBUS MENGGUNAKAN SISTEM *DUAL-SCREW* DENGAN KAPASITAS TOTAL 1260 BUTIR PER JAM

Proses pengupasan cangkang telur rebus yang masih dilakukan secara manual kurang efisien, membutuhkan waktu dan tenaga, serta menghasilkan kualitas pengupasan yang tidak seragam sehingga dapat menghambat produktivitas usaha kecil dan menengah. Proyek akhir ini bertujuan merancang, memfabrikasi, dan menguji mesin pengupas cangkang telur rebus menggunakan sistem dual-screw dengan kapasitas rancangan 1260 butir per jam untuk telur ayam dan telur puyuh. Sistem dual-screw digunakan untuk menghasilkan gaya gesek dan tekanan yang membantu proses pemisahan cangkang secara kontinu, sedangkan media air digunakan untuk membantu proses pelepasan cangkang dan membersihkan sisa cangkang. Metode perancangan meliputi identifikasi kebutuhan, pengembangan konsep desain, perhitungan teknik, pemilihan material, pemodelan CAD menggunakan SolidWorks 2020, pembuatan gambar kerja, dan fabrikasi. Mesin yang dihasilkan memiliki dimensi 324 × 1024 × 524 mm, menggunakan rangka hollow stainless steel 304 berukuran 20 × 20 mm, motor gearbox 60 Watt dengan rasio 1:36, screw berbahan nilon food grade, transmisi puli dan V-belt tipe A-35, serta pompa air berkapasitas 2000 L/jam. Berdasarkan hasil perhitungan, total kebutuhan daya mesin sebesar 51,243 Watt, yang terdiri dari daya mekanis pengupasan sebesar 43,713 Watt dan daya hidrolisis sistem air sebesar 7,53 Watt. Pengujian akhir dilakukan dengan membandingkan metode pendinginan menggunakan air mengalir dan air es setelah proses perebusan selama 15 menit. Pada telur ayam, pengupasan sempurna diperoleh sebesar 6,25% menggunakan air mengalir dan 12,50% menggunakan air es. Pada telur puyuh, tidak diperoleh hasil pengupasan sempurna pada kedua metode pendinginan. Penggunaan air mengalir menghasilkan 30% telur dengan pengupasan tidak sempurna dan 70% telur hancur, sedangkan penggunaan air es menghasilkan 35% telur dengan pengupasan tidak sempurna dan 65% telur hancur. Pada uji kapasitas, 16 telur ayam dikupas dalam 2,33 menit dan 20 telur puyuh dikupas dalam 2,33 menit, sehingga diperoleh kapasitas 412 butir telur ayam per jam dan 515 butir telur puyuh per jam, dengan total 927 butir per jam. Hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin telah mampu melakukan proses pengupasan telur ayam dan telur puyuh, tetapi tingkat keberhasilan pengupasan sempurna masih rendah. Oleh karena itu, diperlukan optimasi pada desain screw, material dan tekstur permukaan pengupas, serta jarak antara screw dan komponen pengupas untuk meningkatkan kualitas hasil pengupasan.

Kata kunci: Mesin, ulir, perancangan, kapasitas, prototipe,

ABSTRACT

DESIGN AND DEVELOPMENT OF A DUAL-SCREW BOILED EGG SHELL PEELING MACHINE WITH A TOTAL CAPACITY OF 1260 EGGS PER HOUR

Manual hard-boiled egg peeling is inefficient, labor-intensive, and yields inconsistent results, thereby hindering the productivity of small and medium-sized enterprises. This final project aimed to design, fabricate, and test a hard-boiled egg peeling machine utilizing a dual-screw system, with a design capacity of 1,260 eggs per hour for both chicken and quail eggs. The dual-screw system generates the friction and pressure required for continuous shell separation, while water facilitates shell detachment and the removal of shell fragments. The design methodology encompassed needs identification, concept development, engineering calculations, material selection, CAD modeling (SolidWorks 2020), production of working drawings, and fabrication. The resulting machine measures 324 × 1024 × 524 mm and features a 304 stainless steel hollow frame (20 × 20 mm), a 60 Watt gear motor (1:36 ratio), food-grade nylon screws, an A-35 V-belt and pulley transmission system, and a water pump with a 2,000 L/hour capacity. Calculations indicate a total power requirement of 51.243 Watts, comprising 43.713 Watts for the mechanical peeling process and 7.53 Watts for the water system. Final testing compared two cooling methods—running water and ice water—applied after a 15-minute boiling process. For chicken eggs, perfect peeling was achieved in 6.25% of cases using running water and 12.50% using ice water. No perfectly peeled eggs were obtained for quail eggs with either cooling method; running water resulted in 30% imperfectly peeled and 70% crushed eggs, while ice water resulted in 35% imperfectly peeled and 65% crushed eggs. In the capacity test, 16 chicken eggs were peeled in 2.33 minutes and 20 quail eggs were peeled in 2.33 minutes, resulting in a capacity of 412 chicken eggs per hour and 515 quail eggs per hour, for a total of 927 eggs per hour. The test results indicate that the machine is capable of peeling both chicken and quail eggs; however, the rate of perfect peeling remains low. Therefore, optimization of the screw design, the material and surface texture of the peeling components, and the clearance between the screw and the peeling components is required to improve the quality of the peeled eggs.

***Keywords** : Machine, screw, design, capacity, prototype.*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS ..... **I**

SURAT TUGAS PROYEK AKHIR ..... **II**

HALAMAN PENGESAHAN ..... **III**

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI PROYEK AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS ..... **IV**

MOTTO ..... **V**

KATA PENGANTAR ..... **VI**

ABSTRAK ..... **VIII**

ABSTRACT ..... **IX**

DAFTAR ISI ..... **X**

DAFTAR TABEL ..... **XIII**

DAFTAR GAMBAR ..... **XIV**

DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL ..... **XVII**

DAFTAR LAMPIRAN ..... **XX**

BAB I PENDAHULUAN **1**

1.1 LATAR BELAKANG 2

1.2 RUMUSAN MASALAH 3
1.3 BATASAN MASALAH 3
1.4 TUJUAN 4
1.5 LUARAN 4
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN LAPORAN 5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 7
2.1 KONSEP PENELITIAN TERDAHULU 7
2.2 SIFAT FISIK TELUR 8
2.3 DASAR PERHITUNGAN MESIN 9
2.4 DASAR PERHITUNGAN POMPA 22
BAB III METODOLOGI 29
3.1 DIAGRAM ALIR 30
3.2 KONSEP DESAIN MESIN PENGUPAS CANGKANG TELUR REBUS 33
3.3 KALKULASI 38
3.4 TABEL HASIL KALKULASI 58
3.5 PROSES FABRIKASI 60
3.6 PENGAMBILAN DATA DAN HASIL 80
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 81
4.1 HASIL FABRIKASI MESIN 81
4.2 SPESIFIKASI MESIN 85
4.3 PEGUJIAN MESIN 86
4.4 DOKUMENTASI HASIL PENGUJIAN 93

BAB V PENUTUP 100

5.1 **KESIMPULAN** 100

5.2 SARAN 102

DAFTAR PUSTAKA 104

LAMPIRAN 106

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis V-belt 16

Tabel 2. 2 Tabel Spesifikasi V-Belt 16

Tabel 2.3 Faktor Koreksi Daya 19

Tabel 3. 1 Nama Komponen Mesin Pengupas Kulit Cangkang Telur Rebus 35

Tabel 3. 2 Spesifikasi Awal 36

Tabel 3. 3 Spesifikasi Pasak 49

Tabel 3. 4 Hasil Kalkulasi 58

Tabel 3. 5 Variabel Penelitian 80

Tabel 3. 6 Pengambilan Data dan Hasil Telur Ayam dan Telur Puyuh 80

Tabel 4. 1 Spesifikasi Komponen Mesin 85

Tabel 4. 2 Alat dan Bahan Pengujian 87

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Telur Ayam 88

Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Telur Puyuh 89

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Screw 11

Gambar 2.2 Puli 14

Gambar 2.3 Jarak Antarpusat Puli 14

Gambar 2. 4 Dimensi dan Tabel Standar Pulley 15

Gambar 2.5 Bantalan bola 21

Gambar 2.6 Pasak 22

Gambar 2.7 Pasak Datar Segiempat 22

Gambar 3. 1 Diagram Alir Proyek Akhir 32

Gambar 3. 2 Diagram Alir Prinsip Kerja Mesin 33

Gambar 3. 3 Komponen Mesin Pengupas Kulit Cangkang Telur Rebus 35

Gambar 3. 4 Spesifikasi Motor 38

Gambar 3. 5 Dimensi Penampang V-Belt Tipe A 45

Gambar 3. 6 Hopper 50

Gambar 3. 7 Mesin Las SMAW 60

Gambar 3. 8 Mesin Bubut 61

Gambar 3. 9 Mesin Milling/Frais 61

Gambar 3. 10 Mesin Sekrap 62

Gambar 3. 11 Mesin Bor Listrik 63

Gambar 3. 12 Gerinda Tangan 63

Gambar 3. 13 Mesin Shearing/Potong Plat 64

Gambar 3. 14 Mistar Ukur Roll dan Jangka Sorong 64

Gambar 3. 15 Penggaris Siku 65

Gambar 3. 16 Rangka dan Casing 66
Gambar 3. 17 Motor Gearbox 66
Gambar 3. 18 Dimensi Gearbox 67
Gambar 3. 19 Dimmer Motor atau Speed Controller 68
Gambar 3. 20 (a) Puli A1 dan (b) Puli A2 68
Gambar 3. 21 V-belt neoprene 69
Gambar 3. 22 Poros dan Pasak 69
Gambar 3. 23 Bearing 70
Gambar 3. 24 Screw 70
Gambar 3. 25 Hopper 71
Gambar 3. 26 Poros Pengupas 72
Gambar 3. 27 Filter 73
Gambar 3. 28 Bak Air 73
Gambar 3. 29 Pompa Celup 74
Gambar 3. 30 Selang Air 74
Gambar 3. 31 Pipa Pembatas 75
Gambar 4. 1 Tampak Depan Mesin 83
Gambar 4. 2 Tampak Samping Kiri Mesin 83
Gambar 4. 4 Tampak Atas Mesin 84
Gambar 4. 5 Tampak Belakang Mesin 84
Gambar 4. 3 Tampak Samping Kanan Mesin 84
Gambar 4. 6 Hasil Pengupasan Telur Ayam dengan Air Mengalir 93
Gambar 4. 7 Hasil Pengupasan Telur Ayam dengan Air Es 93

Gambar 4. 9 Hasil Pengupasan Telur Puyuh dengan Air es 97

Gambar 4. 8 Hasil Pengupasan Telur Puyuh dengan Air Mengalir..... 97

DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL

Simbol	Keterangan	Pertama kali muncul Halaman
T	Torsi/momen puntir	22
F_t	Gaya Tangensial	22
P	Daya	22
P_d	Daya Rencana	22
f_c	Faktor Koreksi	22
R	Rasio Kecepatan	22
n	Jumlah Putaran	22
D	Diameter Puli	22
C	Jarak Pusat antar Puli	23
L	Ukuran *V-Belt*	24
V	Kecepatan	26
θ	Sudut Kontak (Radian)	26
$\emptyset$	Sudut Kontak (Derajat)	26
$T1$	Tarikan Sisi Kencang	26
$T2$	Tarikan Sisi Kendur	26
M	Momen Lentur	28
L	Jarak Puli ke *Bearing*	28
ds	Diameter Poros	28
τ_a	Tegangan Geser yang Diijinkan	28
Km	Faktor Koreksi Beban Lentur	28
Kt	Faktor Koreksi Momen Puntir	28
W	Gaya Tangensial Puli	28
l	Panjang Pasak	55

b	Lebar Pasak	55
h	Tinggi Pasak	55
b_1	Lebar Bagian Bawah *Hopper*	56
b_2	Lebar Bagian Atas *Hopper*	56
H	Tinggi *Hopper*	56
L	Lebar *Hopper*	56
A	Luas Penampang Pipa	32
D	Diameter Pipa	32
π	Phi	32
Q	Debit Target Aliran Fluida	32
z_1	Elevasi Titik Awal Aliran	33
z_2	Elevasi Titik Akhir Aliran	33
R_e	Bilangan Reynolds	33
μ	Viskositas Dinamis	33
v	Viskositas Kinematik	33
f	Faktor Gesekan Darcy	34
H_v	*Head* Kecepatan	34
g	Percepatan Gravitasi	34
H_f	*Major Losses*	34
F	Faktor Gesekan	34
L	Panjang Selang	35
D	Diameter Selang	35
V	Kecepatan Aliran Fluida	35
$H_{m,elbow}$	Kerugian *Head* Minor pada Siku	36
$K_{elbow,toal}$	*Long Radius Elbow*	36
H_{stat}	Jarak Dasar Pompa ke Ketinggian Air	37
P_h	Daya Hidrolisis	37
ρ	Massa Jenis Air	37
Q	Debit Air	37
$H_{pompa}(Q)$	*Head* yang Dihasilkan Pompa pada Debit Tertentu	38
H_{max}	*Head* Maksimum Pompa pada Debit Nol	38

Q_{nom}	Debit Nominal Pompa Pada *Head* Nol	38
$H_{sistem}(Q)$	*Head* yang Dibutuhkan Pompa pada Debit Tertentu	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Mesin Pengupas Cangkang Telur Ayam dan Puyuh Rebus 107

Lampiran 2. Rangka dan Casing 108

Lampiran 3. Poros Pangkal Screw Telur Puyuh 109

Lampiran 4. Poros Pangkal Screw Telur Ayam 110

Lampiran 5. Poros Ujung Screw 111

Lampiran 6. Screw Telur Ayam 112

Lampiran 7. Screw Telur Puyuh 113

Lampiran 8. Hopper 114

Lampiran 9. Pipa Pembatas 115

Lampiran 10. Pengupas Telur Ayam 116

Lampiran 11. Pengupas Telur Puyuh 117

Lampiran 12. Tampak Depan Mesin Pengupas Cangkang Telur 118

Lampiran 13. Tampak Samping Kiri Mesin Pengupas Cangkang Telur 118

Lampiran 14. Tampak Atas Mesin Pengupas Cangkan Telur 119

Lampiran 15. Tampak Samping Kanan Mesin Pengupas Cangkang Telur 119

Lampiran 16. Tampak Belakang Mesin Pengupas Cangkan Telur 120