

SKRIPSI SARJANA TERAPAN

**”RANCANG BANGUN DAN OPTIMASI ALAT RESUSITASI
JANTUNG PARU (RJP) PORTABLE BERBASIS
MIKROKONTROLER UNTUK MENINGKATKAN AKURASI
TEKANAN KOMPRESI”**



Intelligentia - Dignitas

Disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi

Oleh :

Muhammad Awaluddin

1527422011

**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI**

2026

HALAMAN JUDUL

**”RANCANG BANGUN DAN OPTIMASI ALAT RESUSITASI
JANTUNG PARU (RJP) PORTABLE BERBASIS
MIKROKONTROLER UNTUK MENINGKATKAN AKURASI
TEKANAN KOMPRESI”**



Disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi

Oleh :

Muhammad Awaluddin

1527422011

**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI**

2026

**LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR
BENTUK: SKRIPSI**

Nama : Muhammad Awaluddin
NIM : 1527422011
Judul Penelitian : RANCANG BANGUN DAN OPTIMASI ALAT
RESUSITASI JANTUNG PARU (RJP) PORTABLE
BERBASIS MIKROKONTROLER UNTUK
MENINGKATKAN AKURASI TEKANAN KOMPRESI

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

Jakarta, 22 Juli 2026

Pembimbing I,



Rafiuddin Syam, S.T., M.Eng., PhD.
NIDN. 0030037203

Pembimbing II,



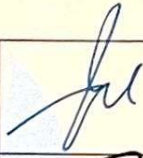
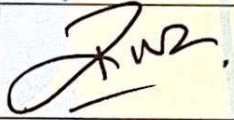
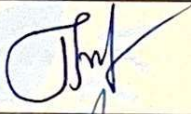
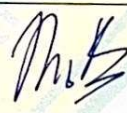
Churnia Sari, S.T,M.T
NIDN. 0708129004

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR BENTUK: SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Muhammad Awaluddin
 NIM : 1527422011
 Program Studi/Fakultas : Teknologi Rekayasa Otomasi/Teknik
 Judul Penelitian : RANCANG BANGUN DAN OPTIMASI ALAT
 RESUSITASI JANTUNG PARU (RJP)
 PORTABLE BERBASIS
 MIKROKONTROLER UNTUK
 MENINGKATKAN AKURASI TEKANAN
 KOMPRESI

Ini telah dipertahankan dihadapan dewan penguji dan dinyatakan Lulus/~~Tidak~~
~~Lulus~~ Ujian Tugas Akhir oleh Tim Penguji pada Tanggal 22 Juli 2026

Tim Penguji,

Ketua Penguji	Syufrijal, S.T., M.T. NIDN. 0027037604	
Anggota Penguji (Penguji Ahli 1)	Drs. Rimulyo Wicaksono, M.M NIDN. 0001106306	
Anggota Penguji (Penguji Ahli 2)	Taryudi, Ph.D. NIDN. 0006088005	
Anggota Penguji (Pembimbing 1)	Rafiuddin Syam, S.T., M.Eng., Ph.D. NIDN. 0030037203	
Anggota Penguji (Pembimbing 2)	Churnia Sari, S.T,M.T NIDN. 0708129004	

Mengetahui,
 Dekan/Direktur



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

Koordinator Program Studi
 Teknologi Rekayasa Otomasi



Syufrijal, S.T., M.T.

NIDN. 0027037604

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

Nama Mahasiswa : Muhammad Awaluddin
NIM : 1527422011
Program Studi : D4 Teknologi Rekayasa Otomasi
Fakultas : Fakultas Teknik
Judul Penelitian : RANCANG BANGUN DAN OPTIMASI ALAT
RESUSITASI JANTUNG PARU (RJP)
PORTABLE BERBASIS MIKROKONTROLER
UNTUK MENINGKATKAN AKURASI
TEKANAN KOMPRESI

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, 22 Juli 2026

Yang menyatakan,



Muhammad Awaluddin

NIM. 1527422011



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 : Muhammad Awaluddin
NIM : 1527422011
Fakultas/Prodi : Fakultas Teknik / Teknologi Rekayasa Otomasi
Alamat email : awalmuh1007@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 :

**RANCANG BANGUN DAN OPTIMASI ALAT RESUSITASI JANTUNG
PARU (RJP) PORTABLE BERBASIS MIKROKONTROLER UNTUK
MENINGKATKAN AKURASI TEKANAN KOMPRESI**

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 izin 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, 22 Juli 2026
Penulis

(Muhammad Awaluddin)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi yang berjudul “Rancang Bangun dan Optimasi Alat Resusitasi Jantung Paru (RJP) Portable Berbasis Mikrokontroler untuk Meningkatkan Akurasi Tekanan Kompresi” ini dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Penulis menyadari bahwa penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Syufrijal, S.T., M.T. selaku Koordinator Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi, Universitas Negeri Jakarta;
2. Bapak Rafiuddin Syam, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan, arahan, serta masukan yang sangat berharga selama proses penyusunan skripsi ini;
3. Ibu Churnia Sari, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang senantiasa memberikan bimbingan, koreksi, dan motivasi kepada penulis dari awal hingga akhir penelitian;
4. Seluruh dosen dan staf pengajar Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan bekal selama masa perkuliahan;
5. Kedua orang tua serta keluarga tercinta yang senantiasa memberikan doa, dukungan moral, materiil, dan motivasi tiada henti kepada penulis;
6. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi yang telah memberikan bantuan, semangat, dan kebersamaan selama proses perkuliahan dan penelitian; serta
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang teknologi rehabilitasi medis, serta menjadi salah satu referensi bagi penelitian selanjutnya.



ABSTRAK

Henti jantung mendadak memerlukan tindakan Resusitasi Jantung Paru (RJP) segera dengan kedalaman kompresi 5–6 cm dan frekuensi 100–120 kompresi per menit sesuai standar American Heart Association (AHA) 2020. Pelaksanaan RJP manual rentan mengalami penurunan konsistensi kompresi akibat kelelahan penolong, sehingga diperlukan alat RJP otomatis yang mampu menjaga akurasi dan konsistensi kompresi. Penelitian ini merancang dan mengoptimasi alat RJP portable berbasis mikrokontroler Arduino Mega 2560 yang mengintegrasikan mekanisme crank-slider sebagai penekan dada dengan sistem lifter berbasis lead screw T8 dan motor stepper NEMA17 untuk menyesuaikan posisi awal (zero point) terhadap variasi dimensi toraks pasien, dibantu sensor rotary encoder incremental berbasis Hall Effect sebagai umpan balik posisi. Pengembangan produk mengacu pada metode VDI 2221, sedangkan pengendalian kecepatan motor DC PG45 menggunakan kontroler PID yang parameternya dioptimasi melalui algoritma Particle Swarm Optimization (PSO) dengan fungsi objektif Integral Time Absolute Error (ITAE). Hasil optimasi memperoleh $K_p = 5,0000$; $K_i = 2,9519$; dan $K_d = 0,5000$ dengan nilai ITAE minimum sebesar 2,3586. Jari-jari crank sebesar 28 mm dirancang untuk menghasilkan panjang langkah kompresi 56 mm (5,6 cm) sesuai standar AHA. Pengujian fisik pada manekin CPR menunjukkan deviasi (RMSE) sebesar 30,12 antara kecepatan simulasi ideal 120 RPM dan implementasi aktual dengan rata-rata 91,95 RPM, yang diidentifikasi akibat resistensi beban viskoelastik dinding dada manekin serta kerugian gesekan mekanis internal pada beban puncak. Secara keseluruhan, alat yang dikembangkan mampu menghasilkan kedalaman kompresi yang konsisten sesuai standar AHA, meskipun performa kecepatan motor pada implementasi fisik masih perlu ditingkatkan agar lebih mendekati hasil simulasi.

Kata Kunci: Resusitasi Jantung Paru, kontrol PID, Particle Swarm Optimization, mekanisme crank-slider, mikrokontroler

ABSTRACT

Sudden cardiac arrest requires immediate Cardiopulmonary Resuscitation (CPR) with a compression depth of 5–6 cm and a rate of 100–120 compressions per minute in accordance with the 2020 American Heart Association (AHA) guidelines. Manual CPR is prone to declining consistency due to rescuer fatigue, so an automatic CPR device is needed to maintain accurate and consistent compressions. This study designs and optimizes a microcontroller-based portable CPR device using an Arduino Mega 2560, integrating a crank-slider mechanism as the chest compressor with a lead-screw-and-NEMA17-stepper-based lifter system to adjust the initial (zero) position according to variations in patient chest dimensions, assisted by a Hall-Effect incremental rotary encoder as position feedback. Product development follows the VDI 2221 method, while the speed of the PG45 DC motor is regulated by a PID controller whose parameters are tuned using a Particle Swarm Optimization (PSO) algorithm with an Integral Time Absolute Error (ITAE) objective function. The optimization yielded $K_p = 5.0000$, $K_i = 2.9519$, and $K_d = 0.5000$ with a minimum ITAE value of 2.3586. A crank radius of 28 mm was designed to produce a 56 mm (5.6 cm) compression stroke consistent with the AHA standard. Physical testing on a CPR manikin showed a deviation (RMSE) of 30.12 between the ideal simulated speed of 120 RPM and the actual implementation, which averaged 91.95 RPM, attributed to the viscoelastic resistance of the manikin's chest wall and internal mechanical friction losses under peak load. Overall, the developed device is able to produce a compression depth consistent with the AHA standard, although the motor speed performance in physical implementation still needs improvement to better approach the simulation results.

Keywords: *Cardiopulmonary Resuscitation, PID control, Particle Swarm Optimization, crank-slider mechanism, microcontroller*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Pembatasan Masalah	4
1.4 Perumusan Masalah	5
1.5 Tujuan Penelitian.....	5
1.6 Manfaat Penelitian	6
1.6.1 Manfaat Akademis	6
1.6.2 Manfaat Praktis	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Kerangka Teoritik.....	7
2.1.1 Resusitasi Jantung Paru (RJP).....	7
2.1.2 Sistem Kendali PID (Propotional-Integral-Derivative)	8
2.1.3 Particle Swarm Optimization (PSO)	10
2.1.4 Integral of Time-weighted Absolute Error (ITAE).....	12
2.1.5 Sistem Alat RJP Otomatis Adaptif	14
2.1.6 Mekanisme Crank-Slider	14

2.1.7 Motor DC Gearbox	16
2.1.8 Sensor Rotary Encoder.....	17
2.1.9 Sistem Lifter Lead Screw.....	18
2.2 Konsep Produk yang Dikembangkan.....	19
2.3. Penelitian Relevan.....	20
BAB III METODE PENELITIAN.....	22
3.1 Tempat, Waktu dan Subjek Penelitian.....	22
3.1.1 Tempat Penelitian.....	22
3.1.2 Waktu Penelitian	22
3.2 Metode Pengembangan Produk.....	22
3.2.1 Metode VDI 2221	23
3.2.2 Diagram Alir Penelitian	24
3.3 Bahan dan Peralatan yang Digunakan.....	25
3.4 Rancangan Metode Pengembangan	27
3.4.1 Sasaran Produk.....	29
3.4.2 Rancangan Produk	30
3.4.3 Flowchart Sistem Cara Kerja Alat	32
3.4.4 Diagram Blok Sistem	33
3.4.5 Perancangan Mekanik	34
3.4.6 Perancangan Elektronik	40
3.4.7 Konfigurasi Input dan Output Arduino Mega	42
3.4.8 Pemodelan Sistem	44
3.4.9 Perancangan Kendali PID	48
3.4.10 Optimasi PID Menggunakan PSO	51
3.4.11 Simulasi MATLAB	54
3.4.12 Implementasi Sistem	57
3.5 Instrumen Penelitian.....	60
3.6 Teknik Pengumpulan Data	61
3.7 Teknik Analisis Data	63
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	67
4.1 Hasil Optimasi Parameter PID Menggunakan Particle Swarm Optimization (PSO).....	67

4.2 Hasil Simulasi	68
4.2.1 Analisis Kurva Konvergensi PSO	69
4.2.2 Analisis Tracking Kecepatan Motor.....	70
4.2.3 Analisis Sinyal PWM	71
4.2.4 Kedalaman Kompresi.....	72
4.2.5 Analisis Frekuensi Kompresi	73
4.3 Implementasi Sistem Kendali pada Alat RJP.....	74
4.3.1 Realisasi Mekanik	75
4.3.2 Realisasi Elektronik	75
4.3.3 Implementasi Algoritma PID-PSO.....	76
4.4 Hasil Pengujian Alat.....	77
4.4.1 Pengujian Kecepatan Motor.....	78
4.4.2 Pengujian Kedalaman Kompresi.....	79
4.5 Perbandingan Simulasi dan Implementasi	81
4.5.1 Perbandingan Kecepatan Motor.....	81
4.5.2 Analisis RMSE.....	82
4.6 Pembahasan Keseluruhan.....	82
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	85
5.1 Kesimpulan	85
5.2 Saran.....	86
DAFTAR PUSTAKA.....	87
LAMPIRAN - LAMPIRAN.....	90

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Penelitian Relevan	20
Tabel 3. 1 Jadwal Kegiatan	22
Tabel 3. 2 Sistem Mekanik.....	26
Tabel 3. 3 Tabel Elektrikal	26
Tabel 3. 4 Spesifikasi Alat.....	34
Tabel 3. 5 Konfigurasi Input dan Output Arduino Mega 2560	43
Tabel 3. 6 Parameter Particle Swarm Optimization	52
Tabel 3. 7 Rentang Pencarian Parameter PID	52
Tabel 3. 8 Parameter Simulasi.....	55
Tabel 3. 9 Parameter Motor.....	56
Tabel 3. 10 Instrumen Penelitian.....	60
Tabel 3. 11 Perencanaan Analisis Hasil Optimasi PID	64
Tabel 3. 12 Perencanaan Analisis Tracking Kecepatan Motor.....	64
Tabel 3. 13 Perencanaan pengujian kedalaman kompresi.....	65
Tabel 3. 14 Perencanaan Perbandingan Simulasi dan Implementasi	66
Tabel 4. 1 Parameter-parameter PSO	67
Tabel 4. 2 PID	68
Tabel 4. 3 Parameter PID	68
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Kecepatan Motor.....	78
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian kedalaman kompresi	80
Tabel 4. 6 Perbandingan Kedalaman Kompresi.....	81
Tabel 4. 7 RMSE	82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 PID Kontrol	9
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	25
Gambar 3. 2 Flowchart Sistem.....	32
Gambar 3. 3 Diagram Blok Sistem	33
Gambar 3. 4 Perencanaan Desain.....	35
Gambar 3. 5 Desain 3d Crank slider	36
Gambar 3. 6 Rancangan Elektrikal	40
Gambar 3. 7 Diagram Blok PID.....	48
Gambar 3. 8 Diagram alir PSO	54
Gambar 4. 1 Hasil Simulasi Matlab Diperoleha Kurva Konvergensi PSO.....	69
Gambar 4. 2 Hasil Simulasi Matlab diperoleh Tracking Kecepatan Motor	70
Gambar 4. 3 Hasil Simulasi Matlab diperoleh Sinyal PWM	71
Gambar 4. 4 Hasil Simulasi Matlab diperoleh Kedalaman Kompresi	72
Gambar 4. 5 Frekuensi Kompresi	73
Gambar 4. 6 Blok Diagram PID PSO	77
Gambar 4. 7 Pengujian Kecepatan Motor	79
Gambar 4. 8 Kedalaman Kompresi.....	80



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Pembuatan Alat	90
Lampiran 2 Dokumentasi Alat	91

