

**RANCANG BANGUN DC-DC BOOST CONVERTER
BERBASIS ARDUINO NANO**



LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Pendidikan Pada

Program studi Teknik Listrik Industri

Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi

Universitas Diponegoro

Disusun oleh:

Naren Dramardhani Sasda

40040622650068

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK LISTRIK INDUSTRI

DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI

SEKOLAH VOKASI

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2026

HALAMAN PERSETUJUAN
RANCANG BANGUN DC- DC BOOST CONVERTER
BERBASIS ARDUINO NANO

Diajukan oleh :
Naren Dramardhani Sasda
40040622650068

TELAH DISETUJUI DAN DITERIMA DENGAN BAIK
OLEH DOSEN PEMBIMBING



Fakhruddin Mangkusasmito, S.T.,M.T.
NIP. 198908202019031012

Tanggal 1 Oktober 2026

Mengetahui,
Ketua Program Studi DIV Teknik Listrik Industri
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro



Arkhan Subar, S.T.,M.Kom.
NIP. 197710012001121002

Tanggal 8 Oktober 2026

HALAMAN PENGESAHAN
RANCANG BANGUN DC- DC BOOST CONVERTER
BERBASIS ARDUINO NANO

Diajukan oleh :
Naren Dramardhani Sasda
40040622650068

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada tanggal :

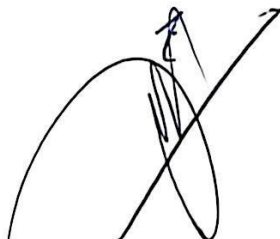
Hari : Selasa
Tanggal : 29 September 2026

Ketua Penguji



Nista Yoel Tadeus, S.T., M.T.
NIP. 198812282015041002

Penguji I



Yuniarto, S.T., M.T.
NIP. 197106151998021001

Penguji II



Fakhruddin Mangkusasmito, S.T., M.T.
NIP.198908202019031012

Mengetahui,
Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen
Teknologi Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro



Arkhan Subari, S.T. M.Kom.
NIP. 197710012001121002

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Naren Dramardhani Sasda

NIM : 40040622650068

Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri

Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi

Universitas Diponegoro

Judul Tugas Akhir : RANCANG BANGUN DC-DC BOOST CONVERTER

BERBASIS ARDUINO NANO

Dengan ini menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh derajat keahlian di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah dituliskan atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dirujuk dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan Mendiknas RI No. 17 tahun 2010 dan peraturan perundang – undangan yang berlaku.

Semarang, 23 September 2026



Naren Dramardhani Sasda

NIM. 40040622650068

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur yang tak terhingga penulis panjatkan atas selesainya penyusunan Laporan Tugas Akhir ini. Karya sederhana ini tidak akan pernah terwujud tanpa adanya doa, bimbingan, dukungan, dan kasih sayang dari berbagai pihak yang sangat berarti. Oleh karena itu, dengan penuh rasa syukur, karya ini saya persembahkan kepada:

1. Tuhan yang maha esa, atas segala penyertaan, kasih karunia, dan kebaikan-Nya yang sangat luar biasa dalam setiap langkah hidup saya, sehingga saya diberikan kekuatan dan kemudahan untuk menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua saya tercinta, atas segala cinta kasih, pengorbanan tanpa batas, dukungan moril maupun materiel, serta doa yang tak pernah putus. Kalian adalah inspirasi dan alasan utama saya untuk terus berjuang.
3. Ketiga kakak saya, terima kasih atas segala dukungan, nasihat, dan semangat yang selalu diberikan agar saya terus melangkah maju dan pantang menyerah.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Budiyo, M.Si., selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
5. Bapak Arkhan Subari, S.T., M.Kom., selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri. Terima kasih atas dedikasinya dalam memimpin program studi tempat saya menimba ilmu.
6. Fakhruddin Mangkusasmitho, ST, MT., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir, yang telah meluangkan waktu dan sabar memberikan ilmu, bimbingan, serta arahan selama proses penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.

7. Seluruh staf pengajar dan karyawan Program Studi Teknik Listrik Industri, atas segala bantuan dan ilmu yang telah diberikan selama masa perkuliahan.
8. Bima, Arsyad dan Teddy sudah membantu saya mengerjakan tugas akhir saya hingga sidang akhir.
9. Teman-teman sejurusan Teknik Listrik Industri angkatan 2022, atas kebersamaan, solidaritas, dan kenangan luar biasa yang kita lewati bersama selama menempuh masa perkuliahan.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Rancang Bangun DC-DC Boost Converter Berbasis Arduino Nano” dengan baik. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi D-IV Teknik Listrik Industri, Departemen Teknologi Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro.

Penulis menyadari bahwa penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dukungan, serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Arkhan Subari, S.T., M.Kom selaku Ketua Program Studi D-IV Teknik Listrik Industri.
2. Fakhruddin Mangkusasmito, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing tugas akhir.
3. Seluruh dosen dan tenaga kependidikan Program Studi D-IV Teknik Listrik Industri yang telah memberikan ilmu, dukungan, dan fasilitas selama masa perkuliahan.
4. Ayah dan Ibu selaku orang tua tercinta yang senantiasa memberikan doa, dukungan moral, material, motivasi, dan kasih sayang yang tidak ternilai harganya.
5. Erlang Cindikia Febriarsi dan Rainhero Pintar Matekawan kakak yang selalu memberi dukungan dan doa.
6. Teman-teman seperjuangan dari Teknik Listrik Industri angkatan 22 yang telah memberikan bantuan, masukan, serta motivasi selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan laporan.
7. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih memiliki keterbatasan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa yang akan datang. Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya di bidang sistem otomasi dan pengendalian.

Semarang, 23 September 2026

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, overlapping loops and strokes, positioned above the printed name.

Naren Dramardhani Sasda

ABSTRAK

Pemahaman komprehensif mengenai karakteristik operasional *DC-DC Boost Converter* serta perbedaan mendasar antara sistem kendali *Open Loop* dan *Closed Loop* merupakan capaian pembelajaran krusial dalam kurikulum elektronika daya. Namun, keterbatasan alat peraga di laboratorium kerap menyulitkan mahasiswa dalam mengamati fenomena fisik seperti penurunan tegangan akibat regulasi beban (*load regulation*). Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan merealisasikan modul pembelajaran *Dual-Mode DC-DC Boost Converter* berbasis mikrokontroler Arduino Nano yang kompak, akurat, dan terintegrasi dalam sasis koper portabel. Sirkuit daya dibangun menggunakan MOSFET *logic-level* IRLZ44N, Dioda Schottky SR3150 (150 V/3 A), induktor toroid 330 μH , dan kapasitor filter 47 μF /160 V yang beroperasi pada frekuensi pensaklaran PWM 62,5 kHz. Sirkuit kontrol disuplai mandiri oleh *charger* HP 5 V DC via port USB Arduino Nano. Sistem mengintegrasikan sakelar toggle SPDT untuk perpindahan mode instan antara operasi manual *Open Loop* dan operasi otomatis *Closed Loop* PID ($K_p = 1$; $K_i = 3$; $K_d = 0,01$) guna mengunci tegangan keluaran target (12 V – 50 V DC) dari masukan catu daya variabel (3 V – 24 V DC). Pengujian eksperimental dieksekusi pada empat variasi pembebanan (tanpa beban, 220 k Ω , 22 k Ω , dan 1 k Ω) dengan perekaman data transien interval 10 ms sebanyak 1.500 sampel. Hasil pengujian menunjukkan sirkuit umpan balik pembagi tegangan ($K = 101$) memiliki tingkat akurasi tinggi dengan rata-rata persentase *error* sebesar 0,88%. Evaluasi respons transien menghasilkan nilai *Mean Square Error* (MSE) sebesar 33,82 pada kondisi tanpa beban; 35,95 pada beban 220 k Ω ; 36,10 pada beban 22 k Ω ; dan 46,80 pada beban terberat 1 k Ω . Kendali PID terbukti sangat andal mengompensasi penarikan arus hingga 55,0 mA tanpa mengalami *steady-state error*, sehingga modul ini sangat layak digunakan sebagai sarana praktikum interaktif di laboratorium.

Kata Kunci: *Boost Converter, Dual-Mode, Arduino Nano, IRLZ44N, Dioda SR3150, Kendali PID, Mean Square Error.*

ABSTRACT

A comprehensive understanding of the operational characteristics of a DC-DC Boost Converter and the fundamental differences between Open-Loop and Closed-Loop control systems is a crucial learning objective in the power electronics curriculum. However, the limitation of laboratory demonstration kits often makes it difficult for students to observe physical phenomena directly, such as voltage drop due to load regulation. This study aims to design and construct a compact, accurate, and integrated Dual-Mode DC-DC Boost Converter educational module based on the Arduino Nano microcontroller housed within a portable briefcase chassis. The power stage is constructed using an IRLZ44N logic-level MOSFET, an SR3150 Schottky diode (150 V/3 A), a 330 μ H toroid inductor, and a 47 μ F/160 V filter capacitor, operating at a high-speed PWM switching frequency of 62.5 kHz. The control circuit is independently powered by a 5 V DC smartphone charger via the Arduino Nano USB port. The system features an SPDT toggle switch for instant mode selection between Open-Loop manual operation and Closed-Loop PID automatic control ($K_p = 1$; $K_i = 3$; $K_d = 0.01$) to regulate target output voltages (12 V – 50 V DC) under variable input voltage conditions (3 V – 24 V DC). Experimental testing was performed under four load variations (no-load, 220 k Ω , 22 k Ω , and 1 k Ω) with dynamic transient data logged at a 10 ms sampling interval across 1,500 discrete samples. The results demonstrate that the voltage divider feedback network ($K = 101$) achieves high precision with an average measurement error of 0.88%. Transient response evaluation yielded Mean Square Error (MSE) values of 33.82 for no-load; 35.95 for 220 k Ω ; 36.10 for 22 k Ω ; and 46.80 for the heavy 1 k Ω load. The PID control effectively compensates for current load demands up to 55.0 mA without steady-state errors, making this module highly suitable as an interactive practical teaching tool in laboratories.

Keywords: *Boost Converter, Dual-Mode, Arduino Nano, IRLZ44N, SR3150 Diode, PID Control, Mean Square Error.*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT.....	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Dasar Teori	9
2.2.1 DC-DC Converter	9
2.2.2 Boost Converter	9
2.2.3 Duty Cycle	11

2.2.4	Pulse Width Modulation (PWM)	12
2.2.5	Sistem Kendali Proportional-Integral-Derivative (PID)	13
2.2.6	Sistem Kendali Lingkar Terbuka (Open Loop).....	14
2.2.7	Sistem Kendali Lingkar Tertutup (Closed Loop).....	14
2.2.8	Rangkaian Umpan Balik (Feedback)	15
2.2.9	Arduino Nano.....	15
2.2.10	MOSFET IRLZ44N	17
2.2.11	Induktor	18
2.2.12	Dioda Schottky.....	19
2.2.13	Kapasitor	20
2.2.14	LCD I2C 16x2.....	21
2.2.15	Potensiometer.....	22
2.2.16	Saklar Toggle.....	23
2.2.17	Charger HP.....	24
2.2.18	Analisis Perhitungan	26
BAB III METODE PENELITIAN.....		31
3.1	Operasional Penelitian	31
3.2	Diagram Blok.....	33
3.3	Spesifikasi dan Fitur.....	36
3.4	Perancangan Hardware.....	37
3.5	Wiring Diagram.....	41
3.5.1	Jalur Catu Daya dan Ground Bersama (Common GND / Star Grounding)	41
3.5.2	Rangkaian Daya Utama (Power Stage Boost Converter)	42
3.5.3	Umpan Balik Sensor dan Input Antarmuka Kontrol	42

3.6	Diagram Alir (Flowchart).....	44
BAB IV PEMBUATAN ALAT		47
4.1	Alat dan Bahan.....	47
4.2	Perancangan Perangkat Keras (Hardware).....	49
4.3	Perancangan Perangkat Lunak (Software)	53
4.3.1	Pembuatan Program Arduino	54
4.3.2	Cara Kerja Program.....	55
4.4	Hasil Akhir Alat	64
BAB V PENGUJIAN DAN ANALISA.....		66
5.1	Metode Penelitian.....	66
5.2	Pengujian Beban.....	67
5.2.1	Pengujian Akurasi Sensor Tegangan dan Analisis Error	67
5.2.2	Pengujian Mode Closed Loop pada Kondisi Tanpa Beban.....	68
5.2.3	Pengujian Sistem pada Kondisi Pembebanan 22 k Ω	69
5.2.4	Pengujian Sistem pada Kondisi Pembebanan 220 k Ω	71
5.2.5	Pengujian Sistem pada Kondisi Pembebanan 1 k Ω	72
5.2.6	Pengujian Duty Cycle	74
5.3	Pengujian Respon Transien	75
5.3.1	Respons Transien Tanpa Beban.....	76
5.3.2	Respons Transien Beban 220 k Ω	76
5.3.3	Respons Transien Beban 22 k Ω	77
5.3.4	Respons Transien Beban 1 k Ω	78
5.3.5	Analisis Gabungan Respons Transien dan Penurunan Tegangan Awal (Initial Voltage Dip)	79
5.4	Pembahasan dan Hasil Pengujian.....	80

5.4. 1	Analisis Kinerja Kuantitatif Berbasis MSE	81
5.4. 2	Peran Interval Sampling 10 ms Terhadap Akurasi MSE.....	81
5.4. 3	Interpretasi Besaran Nilai MSE	82
5.4. 4	Korelasi Pembebanan Terhadap Kenaikan Nilai MSE	82
5.4. 5	Kesimpulan Evaluasi Kestabilan Sistem Kendali	83
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		84
6.1	Kesimpulan	84
6.2	Saran.....	85
DAFTAR PUSTAKA		87
LAMPIRAN.....		88

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Fase konduksi.....	10
Gambar 2. 2 Fase Pelepasan.....	11
Gambar 2. 3 Arduino Nano.....	15
Gambar 2. 4 MOSFET	17
Gambar 2. 5 Induktor	18
Gambar 2. 6 Dioda Schottky	19
Gambar 2. 7 Kapasitor	20
Gambar 2. 8 LCD I2C 16x2	21
Gambar 2. 9 Potensiometer	22
Gambar 2. 10 Saklar Toggle.....	23
Gambar 2. 11 Charger HP	24
Gambar 2. 12 Skema Charger HP 5V	25
Gambar 3. 1 Diagram Blok	33
Gambar 3. 2 Desain 3D Alat	37
Gambar 3. 3 Wiring.....	41
Gambar 3. 4 Flowchart.....	44
Gambar 4. 1 Desain Akrilik	49
Gambar 4. 2 Pembuatan Desain 3D	50
Gambar 4. 3 Hasil Penyolderan	51
Gambar 4. 4 Perakitan Komponen	52
Gambar 4. 5 Deklarasi Pustaka	56
Gambar 4. 6 Pemetaan Pin dan Deklarasi Variabel Global.....	57
Gambar 4. 7 Inisialisasi Objek dan Konfigurasi PID.....	58
Gambar 4. 8 Inisialisasi Sistem (Setup Function).....	59

Gambar 4. 9 Pengondisian Sinyal Sensor dan Pembacaan Input.....	60
Gambar 4. 10 Pemrosesan Logika Kendali Dual-Mode	61
Gambar 4. 11 Pembaruan Tampilan LCD Secara Non-Blocking	63
Gambar 5. 1 Respons Transien Tanpa Beban.....	76
Gambar 5. 2 Respon transien Beban 220 k Ω	76
Gambar 5. 3 Respon Transien Beban 22 k Ω	77
Gambar 5. 4 Respon Transien Beban 1 k Ω	78
Gambar 5. 5 Gabungan Respon Transien.....	79

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Pin Arduino Nano.....	16
Tabel 2. 2 Pin MOSFET	18
Tabel 2. 3 Pin LCD I2C 16x2.....	22
Tabel 4. 1 Alat dan Bahan	48
Tabel 5. 1 Hasil Pengujian Persentase Error Sensor Tegangan.....	68
Tabel 5. 2 Pengujian Mode Closed Loop Tanpa Beban	69
Tabel 5. 3 Pengujian Mode Closed Loop Beban 22 k Ω	70
Tabel 5. 4 Pengujian Mode Open Loop Beban 22 k Ω	70
Tabel 5. 5 Pengujian Mode Closed Loop Beban 220 k Ω	71
Tabel 5. 6 Pengujian Mode Open Loop Beban 220 k Ω	71
Tabel 5. 7 Pengujian Mode Closed Loop Beban 1 k Ω	73
Tabel 5. 8 Pengujian Mode Open Loop Beban 1 k Ω	73
Tabel 5. 9 Pengujian Duty Cycle.....	74
Tabel 5. 10 Evaluasi Nilai MSE.....	81