



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI – TEKNIK ENERGI LISTRIK

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN INVERTER HYBRID OTOMATIS
KAPASITAS 200WATT DENGAN KONTROL ARDUINO UNO**

La Ode Athallah Ibrahim
NIM 2212024

Dosen pembimbing
Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto, MT.
Ibrahim Ashari, ST., MT.

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Juli 2026



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI – TEKNIK ENERGI LISTRIK

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN INVERTER HYBRID
OTOMATIS KAPASITAS 200WATT DENGAN KONTROL
ARDUINO UNO**

La Ode Athallah Ibrahim
NIM 2212024

Dosen pembimbing
Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto, MT.
Ibrahim Ashari, ST., MT.

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Juli 2026

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN INVERTER HYBRID KAPASITAS 200WATT DENGAN KONTROL ARDUINO UNO

SKRIPSI

**L a Ode Athallah Ibrahim
2212024**

**Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**

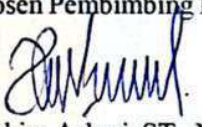
**Pada
Program Studi Teknik Elektro S-1
Institut Teknologi Nasional Malang**

Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing I

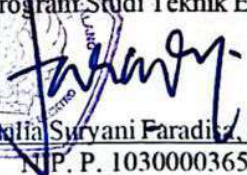

Dr. Ir. Wododo Pudji Muljanto, MT
NIP. Y. 1028700171

Dosen Pembimbing II


Ibrahim Ashari, ST., MT.
NIP. P. 1030100358

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1


Dr. Intulilia Suryani Paradi, ST., MT.
NIP. P. 1030000365

**MALANG
Juli, 2026**

ABSTRAK

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN INVERTER HYBRID OTOMATIS KAPASITAS 200WATT DENGAN KONTROL ARDUINO UNO

La Ode Athallah Ibrahim, NIM : 2212024

Dosen Pembimbing I : Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto, MT.

Dosen Pembimbing II : Ibrahim Ashari, ST., MT.

Penelitian ini membahas perancangan dan pembuatan inverter hybrid otomatis kapasitas 200watt dengan kontrol Arduino Uno. Sistem dirancang sebagai sumber listrik cadangan untuk beban berdaya rendah dengan menggabungkan tiga sumber energi yaitu PLN, panel surya, dan baterai. Panel surya digunakan untuk mengisi baterai melalui solar charge controller, sedangkan baterai berfungsi sebagai sumber tegangan DC untuk inverter ketika PLN padam. Arduino Uno berperan sebagai pusat kendali untuk membaca tegangan baterai melalui sensor tegangan, mengatur relay sebagai pemilih sumber listrik, membaca input dari keypad, serta menampilkan informasi sistem melalui LCD. Pengujian dilakukan secara bertahap meliputi pengujian sensor tegangan, relay, keypad dan LCD, charger solar panel, charger baterai dari PLN, perpindahan sumber, serta pengujian beban pada inverter. Hasil pengujian menunjukkan sensor tegangan panel surya dan baterai memiliki akurasi 100% dengan error rata-rata 0%, relay 4 channel bekerja sesuai perintah Arduino dengan tingkat keberhasilan 100%, panel surya mampu mengisi baterai dengan kenaikan tegangan 0,4 V dalam 20 menit, charger PLN menaikkan tegangan baterai 0,2 V dalam 5 menit, sistem perpindahan sumber bekerja otomatis saat PLN padam dengan waktu kurang dari 1 detik, proteksi baterai memutus beban saat tegangan mencapai 11,0 V untuk mencegah pengosongan berlebih, dan inverter menghasilkan tegangan output 217-221 VAC pada rentang tegangan baterai 11,8-12,6 V. Secara keseluruhan, sistem inverter hybrid yang dirancang telah memenuhi seluruh indikator keberhasilan sehingga dapat digunakan sebagai sumber listrik cadangan otomatis yang andal untuk beban berdaya rendah serta mendukung pemanfaatan energi surya skala kecil.

Kata Kunci : Inverter hybrid, Arduino Uno, panel surya, baterai, relay

ABSTRACT

DESIGN AND CONSTRUCTION OF AUTOMATIC HYBRID INVERTER 200 WATT CAPACITY WITH ARDUINO UNO CONTROLE

LA ODE ATHALLAH IBRAHIM, NIM : 2212024

Supervisor I : Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto, MT.

Supervisor II : Ibrahim Ashari, ST., MT.

This research discusses the design and construction of an automatic hybrid inverter with a capacity of 200 watts controlled by Arduino Uno. The system is designed as a backup power source for low-power loads by combining three energy sources: the grid (PLN), solar panels, and batteries. Solar panels are used to charge the battery through a solar charge controller, while the battery serves as a DC voltage source for the inverter when the grid is unavailable. The Arduino Uno acts as the control center to read battery voltage through voltage sensors, control relays as power source selectors, read input from the keypad, and display system information on the LCD. The testing was conducted in stages, including voltage sensor testing, relay testing, keypad and LCD testing, solar panel charger testing, grid charger testing, source transfer testing, and load testing on the inverter. The test results show that the voltage sensors for the solar panel and battery have 100% accuracy with an average error of 0%, the 4-channel relay works according to Arduino commands with a 100% success rate, the solar panel can charge the battery with a voltage increase of 0.4 V in 20 minutes, the grid charger increases the battery voltage by 0.2 V in 5 minutes, the source transfer system works automatically when the grid fails with a transfer time of less than 1 second, the battery protection system disconnects the load when the voltage reaches 11.0 V to prevent over-discharge, and the inverter produces output voltage in the range of 217-221 VAC at battery voltage of 11.8-12.6 V. Overall, the designed hybrid inverter system has met all success indicators so that it can be used as a reliable automatic backup power source for low-power loads and supports the utilization of small-scale solar energy.

Keywords: Hybrid inverter, Arduino Uno, solar panel, battery, relay

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas penyertaan dan kebaikan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Perancangan dan Pembuatan Inverter Hybri Otomatis Kapasitas 200Watt dengan Kontrol Arduino UNO.” Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro S1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan banyak dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat dan terima kasih, penulis ingin menyampaikan apresiasi kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto, M.T. Selaku Dosen Pembimbing I, yang senantiasa memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran, arahan, dedikasi, serta pengalaman yang sangat berharga kepada penulis.
2. Bapak Ibrahim Ashari, S.T., MT. Selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran, arahan dan dedikasi.
3. Bapak Awan uji Krismanto, ST., MT., Ph.D. Selaku Rektor Institut Tegnologi Nasional Malang dan Dosen Elektro yang telah memberikan pengalam kepada penusli
4. Ibu Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT. yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Jurnal Skripsi.
5. Ibu Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT. selaku Ketua Jurusan Elektro ITN Malang yang telah memberikan kesempatan serta fasilitas yang mendukung selama masa studi.
6. Bapak Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang.
7. Ayah saya, Ode Ibrahim Thaib S.H., Ibunda tercinta, Rini Emilia S.H., yang selalu memberikan doa, dukungan moral, serta bantuan finansial yang tiada henti.
8. Teman-teman Angkatan 22, yang telah menjadi rekan belajar, berdiskusi, serta berbagi pengalaman selama proses penelitian ini. Dukungan dan kebersamaan kalian sangat berarti bagi penulis.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan guna perbaikan di masa mendatang. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta bermanfaat bagi para pembaca dan pihak yang berkepentingan.

Malang, 2026

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	4
1.5 Batasan Masalah	5
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Inverter.....	7
2.1.1 Pengertian Inverter	7
2.1.2 Perinsip Kerja Inverter	8
2.1.3 Jenis Inverter Berdasarkan Bentuk Gelombang Output	8
2.1.4 Parameter Penting Inverter	10
2.1.5 Hubungan Inverter dengan Sistem yang Dirancang	13
2.2 Sistem Hybrid	14
2.2.1 Pengertian Sistem Hybrid.....	14
2.2.2 Tujuan Sistem Hybrid	15
2.2.3 Prinsip Kerja.....	15
2.2.4 Komponen Utama Sistem Hybrid	16
2.2.5 Hubungan Sistem Hybrid Dengan Alat yang Dirancang	16
2.3 Solar Panel	17
2.3.1 Pengertian Solar Panel.....	17
2.3.2 Prinsip Kerja Panel Surya.....	18
2.3.3 Jenis-Jenis Panel Surya	18
2.3.4 Faktor yang Memengaruhi Keluaran Panel Surya	20
2.3.5 Perhitungan Kapasitas PV	20
2.3.6 Keunggulan dan Kelemahan Panel Surya	21
2.3.7 Hubungan Panel Surya dengan Sistem yang Dirancang	21
2.4 Solar Control Charger	22
2.4.1 Pengertian Solar Charge Controller.....	22
2.4.2 Prinsip Kerja Solar Charge Controller.....	22
2.4.3 Fungsi Solar Charge Controller.....	23
2.4.4 Jenis-Jenis Solar Charge Controller	23

2.4.5 DC-DC Converter pada Solar Charge Controller (SCC) PWM	24
2.4.6 Perhitungan Arus Solar Charge Controller.....	27
2.4.7 Perbandingan SCC Jenis PWM dan MPPT	28
2.4.8 Hubungan Solar Charge Controller dengan Sistem yang Dirancang	28
2.5 Baterai	29
2.5.1 Pengertian Baterai	29
2.5.2 Prinsip Kerja Baterai	29
2.5.3 Fungsi Baterai pada Sistem Inverter Hybrid	30
2.5.4 Proses Pengisian Baterai	30
2.5.5 Kapasitas Baterai	31
2.5.6 Depth of Discharge (DoD) dan Hari Otonom	31
2.5.7 Perhitungan Lama Waktu Pengisian Baterai	31
2.5.8 Hubungan Baterai dengan Sistem yang Dirancang	32
2.6 Sistem Charging Hybrid.....	32
2.6.1 Pengertian Sistem Charging Hybrid.....	33
2.6.2 Prinsip Kerja Charging Baterai Hybrid	33
2.6.3 Fungsi Charging Baterai Hybrid	33
2.6.4 Rectifier AC-DC 1 FASA	34
2.6.5 Hubungan Charging Baterai Hybrid dengan Sistem yang Dirancang	38
2.7 Automatic Transfer Switch (ATS)	38
2.7.1 Pengertian Automatic Transfer Switch.....	38
2.7.2 Prinsip Kerja Automatic Transfer Switch	39
2.7.3 ATS Berbasis Arduino Uno	39
2.7.4 Hubungan ATS dengan Sistem yang Dirancang	40
2.8 Relay	40
2.8.1 Pengertian Relay	40
2.8.2 Prinsip Kerja Relay	41
2.8.3 Relay pada Sistem Arduino Uno	41
2.8.4 Hubungan Relay dengan Sistem yang Dirancang	42
2.9 Sensor Tegangan.....	43
2.9.1 Pengertian Sensor Tegangan	43
2.9.2 Prinsip Kerja Sensor Tegangan	44
2.9.3 Fungsi Sensor Tegangan pada Sistem	44
2.9.4 Hubungan Sensor Tegangan dengan Sistem yang Dirancang ..	44
2.10 Arduino UNO.....	45
2.10.1 Pengertian Arduino Uno.....	45

2.10.2 Fungsi Arduino Uno pada Sistem.....	46
2.10.3 Arduino Uno sebagai Sistem Input dan Output.....	46
2.10.4 Hubungan Arduino Uno dengan Sistem yang Dirancang....	47
2.11 LCD 16x2 I2C.....	47
2.11.1 Pengertian LCD.....	48
2.11.2 Prinsip Kerja LCD.....	48
2.11.3 Fungsi LCD pada Sistem.....	49
2.11.4 Hubungan LCD dengan Sistem yang Dirancang.....	49
2.12 Keypad.....	50
2.12.1 Pengertian Keypad	50
2.12.2 Prinsip Kerja Keypad	50
2.12.3 Fungsi Keypad pada Sistem	51
2.12.4 Hubungan Keypad dengan Sistem yang Dirancang	51
2.13 Dioda.....	52
2.13.1 Pengertian Dioda	52
2.13.2 Prinsip Kerja Dioda	53
2.13.3 Fungsi Dioda pada Sistem	53
2.13.4 Hubungan Dioda dengan Sistem yang Dirancang	53
2.14 Step-Down converter 5V.....	54
2.14.1 Pengertian Step-Down Converter.....	54
2.14.2 Prinsip Kerja Step-Down Converter.....	54
2.14.3 Fungsi Step-Down Converter pada Sistem.....	55
2.14.4 Hubungan Step-Down Converter dengan Sistem yang Dirancang	55
2.15 Penelitian Terdahulu	56
2.15.1 Uraian Penelitian Terdahulu.....	56
2.15.2 Perbedaan Penelitian Ini dengan Penelitian Sebelumnya	57
BAB III METODOLOGI	59
3.1 Alur Penelitian	59
3.2 Flowchart Penelitian	61
3.3 Alat dan Bahan.....	63
3.3.1 Komponen Utama	63
3.3.2 Peralatan Pendukung	65
3.4 Diagram Blok Sistem	65
3.5 Skematik Rangkaian	68
3.5.1 Wiring Keseluruhan system	68
3.6 Wiring Microcontroller	70
3.6.1 Wiring Arduino Relay	70
3.6.2 Wiring Arduino Sensor	72

3.6.3 Wiring Arduino Keypad dan LCD 16x2 I2C	73
3.7 Flowchart Sistem.....	74
3.8 Perancangan Perangkat Keras	77
3.8.1 Perancangan Panel Surya dan Solar Charge Controller	77
3.8.2 Perancangan Baterai dan Inverter.....	78
3.8.3 Perancangan Sensor Tegangan	78
3.8.4 Perancangan Relay sebagai Pemilih Sumber.....	78
3.8.5 Perancangan Step-Down Converter 5 V.....	79
3.8.6 Perancangan LCD dan Keypad	79
3.9 Perancangan Perangkat Lunak	79
3.9.1 Software yang Digunakan	79
3.9.2 Struktur Program	79
3.9.3 Algoritma Program.....	80
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	81
4.1 Pengujian Sensor Tegangan	81
4.1.1 Pengujian Sensor Tegangan Panel Surya	81
4.1.2 Pengujian Sensor Tegangan Baterai	82
4.2 Pengujian Relay	84
4.3 Pengujian Keypad dan LCD I2C.....	86
4.4 Pengujian Charger Solar Panel.....	91
4.5 Pengujian Charger Baterai dari PLN.....	93
4.6 Pengujian Perpindahan Sumber PLN ke Inverter.....	95
4.7 Pengujian Beban Lampu pada Inverter	96
4.8 Analisis Keseluruhan Sistem.....	98
4.8.1 Akurasi Pembacaan Sensor	98
4.8.2 Kinerja Relay.....	99
4.8.3 Sistem Pengisian Baterai Hybrid.....	99
4.8.4 Sistem Perpindahan Sumber Otomatis (ATS).....	100
4.8.5 Kinerja Inverter	100
4.8.6 Antarmuka Pengguna (LCD dan Keypad).....	100
4.8.7 Indikator Keberhasilan Sistem	101
4.9 Pembahasan.....	102
4.9.1 Keunggulan Sistem	102
4.9.2 Keterbatasan Sistem	103
4.9.3 Pengembangan Lebih Lanjut.....	103
4.9.4 Implikasi Penelitian.....	104
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	105
DAFTAR PUSTAKA	109

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Inverter 12V DC to 220VAC	7
Gambar 2. 2 Gelombang Square Wave	9
Gambar 2. 3 Gelombang Modified sine wave	9
Gambar 2. 4 Gelombang keluaran Pure sine wave	10
Gambar 2. 5 Sitem Hybrid PLTS dan PLN	14
Gambar 2. 6 Solar Panel	17
Gambar 2. 7 Jenis Panel Monocrystalline	18
Gambar 2. 8 Jenis Panel Polycrystalline	19
Gambar 2. 9 Jenis Panel Photovoltaic	19
Gambar 2. 10 Solar Control Charge	22
Gambar 2. 11 SCC Jenis Pulse Width Modulation	23
Gambar 2. 12 SCC Jenis Maximum Power Point Traking	24
Gambar 2. 13 Baterai	29
Gambar 2. 14 Sistem Charging Hybrid	32
Gambar 2. 15 Relay	40
Gambar 2. 16 Sensor Tegangan	43
Gambar 2. 17 Arduino Uno	45
Gambar 2. 18 LCD 16x2 I2c	47
Gambar 2. 19 Keypad	50
Gambar 2. 20 Dioda	52
Gambar 2. 21 Step-Down 5V	54
Gambar 3. 1 Flowchart Alur Kerja Penelitian	61
Gambar 3. 2 Diagram Blok Sistem	66
Gambar 3. 3 Wiring Keseluruhan Sistem	68

Gambar 3. 4 Wiring Arduino dan Relay	70
Gambar 3. 5 Wiring Arduino dan Sensor Tegangan	72
Gambar 3. 6 Flowchart Kerja Alat	75

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Komponen Utama	63
Tabel 3. 2 Peralatan Pendukung Yang Digunakan	65
Tabel 4. 1 Pengujian Sensor Tegangan Panel Surya	81
Tabel 4. 2 Pengujian Sensor Tegangan Baterai	83
Tabel 4. 3 Pengujian Relay	85
Tabel 4. 4 Pengujian Keypad dan LCD I2C.....	87
Tabel 4. 5 Pengujian Charger Panel	91
Tabel 4. 6 Pengujian Charger PLN	93
Tabel 4. 7 Pengujian Perpindahan Sumber PLN ke Inverter.....	95
Tabel 4. 8 Pengujian Beban Lampu Pada Inverter	97