

**RANCANG BANGUN MESIN *ROASTING* KOPI OTOMATIS
BERBASIS MIKROKONTROLER DENGAN SISTEM ENERGI
HYBRID LISTRIK–SURYA**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Jenjang Strata Satu (S1)
Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Ponorogo



DIMAS ANGGA FERDIANSYAH

22520709

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO
(2026)**

HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Dimas Angga Ferdiansyah
NIM : 22520709
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Judul Proposal Skripsi : Rancang Bangun Mesin *Roasting* Kopi Otomatis
Berbasis Mikrokontroler Dengan Sistem Energi
Hybrid Listrik–Surya

Isi dan formatnya telah disetujui dan dinyatakan memenuhi syarat
Untuk melengkapi persyaratan guna memperoleh Gelar Sarjana
Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah
Ponorogo

Ponorogo, 8 Agustus 2026

Menyetujui,

Desriyanti, S.T., M.Kom.
NIK. 19770314 201112 13
(Dosen Pembimbing Utama)


.....

.....

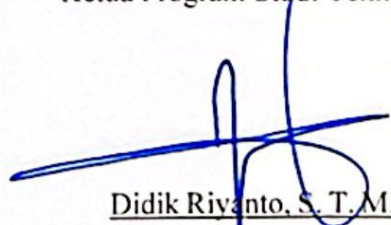
Mohamad Muhsin, S.T., M.Kom.
NIK. 19690223 201803 13
(Dosen Pembimbing Pendamping)

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik,


Edy Kurniawan S.T., M.T
NIK 19771026 200810 12

Ketua Program Studi Teknik elektro


Didik Rivanto, S. T. M.Kom
NIK. 19801125 201309 13

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dimas Angga Ferdiansyah

NIM : 22520709

Program Studi : Teknik Elektro

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya dengan judul: “Rancang Bangun Mesin *Roasting* Kopi Otomatis Berbasis Mikrokontroler Dengan Sistem Energi *Hybrid* Listrik–Surya” bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang saya rancang/ teliti di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara yang tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam Naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiatisme, saya bersedia Ijazah saya dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Ponorogo, 8 Agustus 2026

Mahasiswa,



Dimas Angga Ferdiansyah

NIM. 22520709

HALAMAN BERITA ACARA UJIAN

Nama : Dimas Angga Ferdiansyah
NIM : 22520709
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : Rancang Bangun Mesin *Roasting* Kopi Otomatis Berbasis Mikrokontroler Dengan Sistem Energi *Hybrid* Listrik–Surya

Telah diuji dan dipertahankan dihadapan

Dosen penguji tugas akhir jenjang Strata Satu (S1) pada :

Hari : Rabu
Tanggal : 5 Agustus 2026

Dosen Penguji

Desriyanti, S.T., M.Kom

NIK. 19770314 201112 13

(Ketua Penguji)

.....

Dr. Ghulam Asrofi Buntoro, S.T., M.Eng

NIK.19870723 202109 12

(Anggota Penguji I)

.....

Didik Riyanto, S.T., M.Kom

NIK. 19801125 201309 13

(Anggota Penguji II)

.....

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik,

Ketua Program Studi Teknik elektro



Edy Kurniawan S.T., M.T

NIK 19771026 200810 12

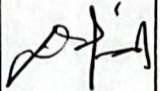
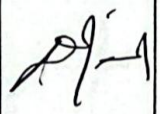
Didik Riyanto S. T., M.Kom

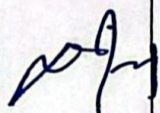
NIK. 19801125 201309 13

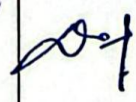
BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Dimas Angga Ferdiansyah
 NIM : 92520709
 Judul Skripsi : RANCANG BANGUN MESIN ROASTING KOPI
OTOMATIS BERBASIS MICROCONTROLLER DENGAN SISTEM
ENERGI HIBRID LISTRIK - SURYA
 Dosen Pembimbing Utama : Desriyanti, S.T., M.Kom

PROSES PEMBIMBINGAN

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
1	10 / 25 / 11	Bab 1	- Rumusan masalah - Tujuan - manfaat - batasan masalah	
2	20 / 25 / 11	Bab 1	- Tujuan - manfaat	
3	3 / 25 / 12	Bab 2	- Tinjauan pustaka - teori yg dipelajari	
4	4 / 25 / 12	Bab 2	- teori roasting - suber pustaka	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
5	9/25 12	Bab 3	- Diagram flowchart - " kleming - " blok sutra	
6	10/25 12	Bab 3	- Diagram flowchart - tata tulis	
7	15/25 12	Bab 1-3	- tata tulis - tabel uji - daftar pustaka	
8	17/25 12	Bab 1-3	Ace siap daftar sangro	
9	18/26 K	Bab 4	Progres alat dan Laporan	
10	27/26 K	Bab 4	- Tabel pengujian alat - Narasi sebelum Tabel	

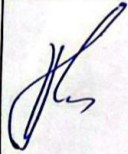
No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
11	5 / 76 6	Bab 4	Tabel perbandingan alat dan manual	
12	7 / 26 6	Bab 1-5	- Tata tulis - Malaman pengesahan	
13	15 / 26 8	- Bab 1-5	- Tata tulis abstrak - Tabel keseluruhan sistem ditambah	
14	29 / 26 8	Bab 5	- Kesimpulan diperbaiki - Saran - Tata tulis	
15	6 / 26 7	Bab 1-4	- Penulisan - Kesimpulan - abstrak	
16	7 / 24 7	Bab 1-5	Ace laporan Grup Infer H-Long	

BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Dimas Angga Ferdiansyah
 NIM : 92520709
 Judul Skripsi : RANCANG BANGUN MESIN ROASTING COPI OTOMATIS
BERBASIS MIKROKONTROLER DENGAN SISTEM ENERGI
HYBRID LISTRIK - SURYA
 Dosen Pembimbing Pendamping : Mohamad Mohsin, S.T., M.Kom

PROSES PEMBIMBINGAN

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
1	18 / 25 / u	Bab 1-2	Hubungkan paragraf dan tabel	
2	20 / 25 / u	Bab 1-2	Hubungkan gambar dan Paragraf	
3	25 / 25 / u	Bab 2	Lengkapi jenis-jenis alat	
4	26 / 25 / u	Bab 2	Lengkapi jenis-jenis tabel	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
5	2 / 25 12	Bab 4	Tambahkan bab IV Perencanaan pembuatan	
6	4 / 25 12	Bab 4	Tambahkan time schedule	
7	9 / 25 12	Bab 1-3	Perbaiki penulisan kata-kata asing	
8	11 / 25 12	Bab 3	Perbaiki bab III	
9	16 / 25 12	Bab 2-3	Perbaiki kata spesifik. about menjadi nama perkakas.	
10	17 / 25 12	Bab 1-3	Aec Seminar proposal	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
11		10 / 2026 6	Perbaiki format Bab 3 dan Bab 4	
12		23 / 2026 6	Tambahkan Deskripsi Sebelum dan sesudah Tabel	
13		11 / 2026 7	Perbaiki tabel pengujian	
14		20 / 2026 7	Perbaiki Tulus Miring dan tabel pengujian	
15		28 / 2026 7	Perbaiki Kesimpulan	
16		30 / 2026 7	Revisi Ulang Skripsi	

HALAMAN MOTO

“Keberhasilan adalah hasil dari ilmu, kerja keras, ketekunan, dan doa yang dilakukan secara konsisten.”

“Merangkai teknologi, menyalakan kemandirian, menghasilkan karya.”

“Merangkai teknologi, menyalakan kemandirian, menghasilkan karya.”



Rancang Bangun Mesin *Roasting* Kopi Otomatis Berbasis Mikrokontroler dengan Sistem Energi *Hybrid* Listrik–Surya

Dimas Angga Ferdiansyah, Desriyanti, Mohamad Muhsin
Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah, Ponorogo
e-mail: dimasanggaferdiansyah@gmail.com

ABSTRAK

Proses *roasting* kopi merupakan tahapan penting yang memengaruhi kualitas aroma, cita rasa, dan tingkat kematangan biji kopi. Namun, proses penyangraian yang masih dilakukan secara manual menyebabkan pengendalian suhu kurang stabil serta ketergantungan terhadap satu sumber energi listrik, sehingga hasil *roasting* menjadi kurang konsisten. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun mesin *roasting* kopi otomatis berbasis mikrokontroler dengan sistem energi *hybrid* listrik–surya untuk menghasilkan proses penyangraian yang lebih terkontrol dan efisien. Metode penelitian yang digunakan meliputi studi literatur, perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, perakitan sistem, serta pengujian setiap komponen dan sistem secara keseluruhan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa panel surya mampu mengisi baterai secara stabil melalui *solar charge controller* sebagai sumber energi alternatif. Sistem penimbangan menggunakan sensor *load cell* memperoleh rata-rata tingkat kesalahan sebesar 0,21% dengan tingkat akurasi 99,79%, sedangkan pengukuran suhu menggunakan sensor *thermocouple* tipe-K memperoleh rata-rata tingkat kesalahan sebesar 2,81% dengan tingkat akurasi 97,19%. *Automatic Transfer Switch* mampu mengalihkan sumber energi secara otomatis antara inverter dan jaringan listrik PLN sesuai kondisi baterai sehingga kontinuitas proses *roasting* tetap terjaga. Pengujian proses *roasting* pada beban 250 gram, 500 gram, dan 750 gram menunjukkan bahwa peningkatan massa biji kopi menyebabkan waktu penyangraian lebih lama dan persentase susut bobot meningkat sesuai tingkat kematangan yang diinginkan. Berdasarkan hasil tersebut, mesin yang dirancang mampu bekerja sesuai fungsi yang direncanakan serta mendukung proses penyangraian kopi yang lebih stabil, efisien, dan memanfaatkan energi terbarukan sebagai sumber energi alternatif.

Kata kunci: energi_ *hybrid*, kontrol_otomatis, mikrokontroler, panel_surya, *roasting_kopi*.

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga saya dapat menyusun skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Mesin Roasting Kopi Otomatis Berbasis Mikrokontroler Dengan Sistem Energi *Hybrid* Listrik–Surya” ini dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk melaksanakan sidang skripsi pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Ponorogo.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan, arahan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu Desriyanti, S.T., M.Kom selaku dosen pembimbing utama dan Bapak Mohamad Muhsin, S.T., M.Kom selaku dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan banyak masukan, pengetahuan, serta motivasi selama proses penyusunan skripsi ini. Saya juga menyampaikan terima kasih kepada seluruh dosen Program Studi Teknik Elektro serta pihak-pihak lain yang turut membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Saya menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat saya harapkan demi perbaikan penelitian ini ke depannya. Besar harapan saya, skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penelitian selanjutnya dan menjadi langkah awal dalam merancang mesin *roasting* kopi otomatis berbasis mikrokontroler dengan sistem energi *hybrid* listrik–surya.

Ponorogo, 8 Agustus 2026

Dimas Angga Ferdiansyah

UCAPAN TERIMAKASIH

Alhamdulillahirabbil'aalamin, dengan rasa syukur yang mendalam, puji syukur kepada tuhan semesta alam Allah SWT yang telah memberikan hidayah-Nya. Sholawat serta salam kita panjatkan kepada nabi besar nabi Muhammad SAW yang telah memimpin umat dari jaman jahilliyah hingga jaman islam yang penuh dengan ilmu pengetahuan seperti yang kita rasakan sekarang ini sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Semua ini tidak lepas dari banyaknya bantuan dan menuntun saya untuk dapat menyelesaikannya. Maka dari itu saya mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. RIDO KURNIANTO, M.Ag. selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Ponorogo, yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menempuh pendidikan dan menyelesaikan studi di Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
2. Bapak Edy Kurniawan S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo, yang telah memberikan dukungan dan fasilitas kepada penulis selama menempuh pendidikan di Fakultas Teknik.
3. Bapak Didik Riyanto, S. T., M.Kom selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, yang telah memberikan arahan dan dukungan selama penulis menjalani proses pendidikan hingga penyelesaian skripsi.
4. Ibu Desriyanti, S.T., M.Kom selaku Dosen Pembimbing Utama, yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan, dan motivasi kepada penulis dalam proses penyusunan dan penyelesaian skripsi ini.
5. Bapak Mohamad Muhsin, S.T., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing Pendamping, yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan dalam penyusunan skripsi ini.
6. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Teknik Universitas

Muhammadiyah Ponorogo, yang telah memberikan ilmu pengetahuan, pengalaman, dan pembelajaran kepada penulis selama menempuh pendidikan.

7. Bapak Maryo dan Ibu Umuji Susilowati selaku kedua orang tua penulis, yang senantiasa memberikan doa, dukungan, perhatian, motivasi, serta segala pengorbanan yang menjadi salah satu kekuatan utama bagi penulis dalam menyelesaikan pendidikan dan skripsi ini.
8. Seluruh teman satu angkatan, satu ikatan, satu himpunan, dan keluarga, yang telah memberikan semangat, motivasi, bantuan, dan kebersamaan selama proses penyelesaian skripsi ini.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun bagi pembaca, penulis merasa skripsi ini masih jauh dari sempurna dan oleh karena itu saran dan kritik sangat diperlukan untuk kebaikan penelitian ini kedepannya.

Hingga pada akhirnya hanya kepada Allah SWT, kita kembalikan semua urusan dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, semoga Allah meridhoi dan dicatat sebagai ibadah disisi-Nya, Aamiin.

Ponorogo, 8 Agustus 2026

Dimas Angga Ferdiansyah

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI	iii
HALAMAN BERITA ACARA UJIAN	iv
HALAMAN BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI	v
HALAMAN MOTO	xi
ABSTRAK	xii
KATA PENGANTAR	xiii
UCAPAN TERIMA KASIH	xiv
DAFTAR ISI	xvi
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Mesin <i>Roasting</i> Kopi.....	9
2.2.1 Konsep Dasar <i>Roasting</i> Kopi	9
2.2.2 Klasifikasi Tingkat <i>Roasting</i>	10
2.2.3 Jenis-Jenis Mesin <i>Roasting</i> Kopi	10
2.2.4 Parameter Kontrol dalam Proses <i>Roasting</i>	11
2.2.5 Otomasi dan Kontrol Berbasis Mikrokontroler.....	11
2.3 Sistem Energi <i>Hybrid</i> Listrik-Surya	12
2.3.1 Prinsip Dasar Energi Surya <i>Fotovoltaik</i>	12
2.3.2 Komponen Sistem <i>Fotovoltaik</i>	12
2.3.3 Konfigurasi Sistem <i>Hybrid</i>	13

2.3.4 Analisis Tekno-Ekonomi Sistem <i>Hybrid</i>	13
2.3.5 Integrasi dengan Sistem Kontrol Mesin <i>Roasting</i>	14
2.3 Panel Surya	14
2.4 <i>Solar Charge Controller</i> (SCC)	16
2.5 Baterai	17
2.6 ATS Din Rail	18
2.7 Motor DC 12V	19
2.8 <i>Heater</i>	20
2.9 Arduino Uno	21
2.10 Sensor Suhu <i>Thermocouple Type-K</i>	22
2.11 Solid State Relay (SSR)	23
2.12 Sensor Beban (<i>Load Cell</i>)	24
2.13 LCD Modul I2C	25
BAB III METODE PERANCANGAN	27
3.2 Studi Literatur	27
3.3 Perencanaan Mesin <i>Roasting</i> kopi	28
3.3.1 Perencanaan Desain Mesin <i>Roasting</i> kopi	28
3.4 Perancangan Mesin <i>Roasting</i> kopi	28
3.4.1 Perancangan Perangkat keras	28
3.4.2 Perancangan Perangkat Lunak	31
3.4.3 Komponen Yang Dibutuhkan	33
3.6 Evaluasi hasil	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Studi Lapangan	37
4.2 Studi Literatur	39
4.3 Perencanaan Desain Mesin <i>Roasting</i> Kopi	40
4.3.1 Diagram Blok Sistem	40
4.3.2 Diagram Wiring	41
4.4 Tahap Perancangan Mesin <i>Roasting</i> Kopi	41
4.5 Tahap Pengujian Mesin <i>Roasting</i> Kopi	52
4.5.1 Pengujian Sistem Energi <i>Hybrid</i>	53

4.5.2 Pengujian Keseluruhan (<i>Siklus Roasting Kopi</i>).....	56
4.6 Evaluasi.....	59
BAB V KESIMPULAN	60
5.1 Kesimpulan.....	60
5.2 Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	62



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Panel Surya.....	16
Gambar 2.2 Solar Charge Controller (SCC)	17
Gambar 2.3 Baterai LiFePO4.....	18
Gambar 2.4 ATS DIN Rail.....	19
Gambar 2.5 Motor AC 220V	20
Gambar 2.6 Heater	21
Gambar 2.7 Arduino Uno.....	22
Gambar 2.8 Sensor Suhu Thermocouple Type-K.....	23
Gambar 2.9 <i>Solid State Relay</i> (SSR).....	24
Gambar 2.10 Sensor Beban (<i>Load Cell</i>)	25
Gambar 2.11 LCD 16×2.....	27
Gambar 2.12 Modul I2C LCD	27
Gambar 3.1 Diagram Alur Perancangan.....	28
Gambar 3.2 Perencanaan Desain Mesin <i>Roasting</i> Kopi	29
Gambar 3.3 Diagram Blok Sistem	30
Gambar 3.4 Diagram Wiring Sistem.....	31
Gambar 3.5 Flowchart Sistem <i>Roasting</i> Kopi	32
Gambar 4.1 Kegiatan Observasi dan Wawancara Lapangan bersama Pelaku UMKM Kopi di Desa Pupus, Kecamatan Ngebel	38
Gambar 4.2 Perencanaan desain alat.....	40
Gambar 4.3 Diagram Blok Sistem	41
Gambar 4.4 Diagram <i>Wiring</i>	41
Gambar 4.5 Hasil Proses Perakitan Rangka Mesin <i>Roasting</i> Kopi	43
Gambar 4.6 Hasil Proses Perakitan Sistem Rangkaian Elektronika Alat	44
Gambar 4.7 Hasil Proses Perakitan Sistem PLTS.....	44
Gambar 4.8 Hasil Proses Integrasi Sistem <i>Hybrid</i> via ATS	45
Gambar 4.9 Hasil Proses Perakitan Motor Listrik Penggerak dan Heater	46
Gambar 4.10 Hasil Proses Perakitan Akhir Mesin <i>Roasting</i> Kopi	47
Gambar 4.11 Mengunduh dan Menginstal Aplikasi Arduino IDE	47
Gambar 4.12 Membuka Aplikasi Arduino IDE	48

Gambar 4.13 <i>Inisialisasi Library</i>	48
Gambar 4.14 Inisialisasi LCD.....	48
Gambar 4.15 Konfigurasi Sensor Suhu.....	49
Gambar 4.16 Konfigurasi Sensor Berat (<i>Load Cell</i>).....	49
Gambar 4.17 Konfigurasi Pin <i>Input</i> dan <i>Output</i>	49
Gambar 4.18 Inisialisasi Sistem (<i>Setup</i>)	50
Gambar 4.19 Pembacaan Sensor Suhu.....	50
Gambar 4.20 Pengendalian <i>Heater</i>	50
Gambar 4.21 Pembacaan Berat Kopi	51
Gambar 4.22 <i>Timer Roasting</i>	51
Gambar 4.23 Fungsi <i>Emergency Stop</i>	51
Gambar 4.24 Hasil Penampilan LCD.....	51
Gambar 4.25 Kondisi Panel Surya dan Baterai.....	55
Gambar 4.26 Kondisi ATS Saat Berpindah ke Sumber PLN	55
Gambar 4.27 Kondisi ATS Saat Kembali ke Sumber Panel Surya	56
Gambar 4.28 proses memasukkan biji kopi	57
Gambar 4.29 kondisi biji kopi di dalam ruang drum	58
Gambar 4.30 tampilan LCD mesin roasting kopi	58
Gambar 4.31 hasil biji kopi.....	58

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Panel Surya.....	15
Tabel 2.2 Spesifikasi <i>Solar Charge Controller</i> (SCC)	16
Tabel 2.3 Spesifikasi Baterai LiFePO ₄	17
Tabel 2.4 Spesifikasi ATS DIN Rail.....	18
Tabel 2.5 Spesifikasi Motor AC 220V.....	19
Tabel 2.6 Spesifikasi <i>Heater</i>	20
Tabel 2.7 Spesifikasi Arduino Uno.....	22
Tabel 2.8 Spesifikasi Sensor Suhu <i>Thermocouple Type-K</i>	23
Tabel 2.9 <i>Solid State Relay</i> (SSR).....	24
Tabel 2.10 Spesifikasi Sensor Beban (<i>Load Cell</i>)	25
Tabel 2.11 Spesifikasi LCD 16×2.....	26
Tabel 3.1 Komponen yang Dibutuhkan	34
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sistem Energi <i>Hybrid</i> Listrik–Surya	54
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Keseluruhan (<i>Siklus Roasting Kopi</i>).....	56