UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Rancang Bangun Sistem Solar Tracking Berbasis Lensa Fresnel Untuk Pemfokusan Cahaya Matahari Sebagai
Sumber Energi Mesin Termoakustik**
Annisa Nur Latifah, Wijayanti Dwi Astuti, S.Si., M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
LEMBAR PENGESAHAN ii
PERNYATAAN KEASLIAN PROYEK AKHIR iii
HALAMAN MOTTO iv
KATA PENGANTAR v
DAFTAR ISI viii
DAFTAR GAMBAR x
DAFTAR TABEL xii
DAFTAR SIMBOL xiii
INTISARI xiv
ABSTRACT xv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1. Latar belakang 1
1.2. Rumusan Masalah 3
1.3. Tujuan Penelitian 4
1.4. Batasan Penelitian 4
1.5. Manfaat Penelitian 4
1.6. Sistematika Penulisan 5
BAB II KAJIAN PUSTAKA 6
2.1. Tinjauan Pustaka 6
2.2. Dasar teori 11
2.2.1. *Solar Tracking System* 11
2.2.2. *Thermoacoustic Engine* 12
2.2.3. Lensa Fresnel 14
2.3. Hipotesis 18
BAB III METODE PENELITIAN 19
3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian 19
3.2. Material dan Instrumen Penelitian 19

Rancang Bangun Sistem Solar Tracking Berbasis Lensa Fresnel Untuk Pemfokusan Cahaya Matahari Sebagai
Sumber Energi Mesin Termoakustik
Annisa Nur Latifah, Wijayanti Dwi Astuti, S.Si., M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.3. Tahapan Proyek Akhir 35
3.4. Perancangan Sistem 38
3.5. Perancangan Perangkat Lunak 42
3.6. Perancangan Program 46
3.7. Konversi Jumlah Step Motor Menjadi Sudut 46
3.8. Parameter Performa Tracking 47
3.9. Metode Pengambilan Data 47
3.10. Tahapan Analisa Data 49
3.11. Pengujian *Output* Listrik Sistem 50
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 52
4.1. Hasil Desain dan Implementasi Sistem Tracking 52
4.2. Hasil Sistem Elektronis 53
4.3. Hasil Program 54
4.4. Hasil Pengujian Sistem Elektronis 69
4.5. Hasil Pengujian Dengan Lampu 71
4.6. Hasil Pengujian dan Analisis Data dengan Sinar Matahari 77
BAB V PENUTUP 90
5.1 Kesimpulan 90
5.2 Saran 91
DAFTAR PUSTAKA 92
LAMPIRAN 97

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Rancang Bangun Sistem Solar Tracking Berbasis Lensa Fresnel Untuk Pemfokusan Cahaya Matahari Sebagai
Sumber Energi Mesin Termoakustik**
Annisa Nur Latifah, Wijayanti Dwi Astuti, S.Si., M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram sistem termoakustik[24] 13
Gambar 2. 2 Lensa konvensional dan lensa fresnel 15
Gambar 2. 3 Pemfokusan cahaya pada lensa fresnel 16
Gambar 2. 4 Empat pola pencahayaan lensa fresnel 17
Gambar 3. 1 (a) Motor Stepper Nema23, (b) Struktur Motor Stepper Nema23[28] 22
Gambar 3. 2 Modul driver motor TB6600 [29] 24
Gambar 3. 3 Mikrokontroler ESP32 [30] 24
Gambar 3. 4 Sensor Cahaya SEN0390 [31] 25
Gambar 3. 5 Real Time Clock [31] 26
Gambar 3. 6 Modul SD Card[31] 26
Gambar 3. 7 Modul buck converter XL4015 27
Gambar 3. 8 Modul boost converter LTC1871 28
Gambar 3. 9 Ono Sokki DS3000 28
Gambar 3. 10 Probe tekanan dan tegangan 29
Gambar 3. 11 Pressure transducer (PCB Piezotronic) 29
Gambar 3. 12 Membran piezoelektrik 30
Gambar 3. 13 Resistor 100 kΩ 31
Gambar 3. 14 Termokopel tipe K 31
Gambar 3. 15 Data logger TASI 612B 32
Gambar 3. 16 Aki 33
Gambar 3. 17 Blok diagram tahapan proyek akhir 35
Gambar 3. 18 Diagram sistem 38
Gambar 3. 19 Desain mekanis keseluruhan 39
Gambar 3. 20 Desain jalur PCB 40
Gambar 3. 21 Desain 3D PCB 41
Gambar 3. 22 Diagram catu daya 43
Gambar 3. 23 Flowchart sistem tracking 45
Gambar 3. 24 Diagram alir pengujian output listrik pada sistem pemanas 50

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rancang Bangun Sistem Solar Tracking Berbasis Lensa Fresnel Untuk Pemfokusan Cahaya Matahari Sebagai Sumber Energi Mesin Termoakustik
Annisa Nur Latifah, Wijayanti Dwi Astuti, S.Si., M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 4. 1 Implementasi sistem tracking 52
Gambar 4. 2 Implementasi sistem elektronis..... 54
Gambar 4. 3 Pembacaan pada access point ESP32 70
Gambar 4. 4 Pembacaan pada SD Card..... 70
Gambar 4. 5 Posisi pengujian 3 variasi 71
Gambar 4. 6 Posisi sudut pengujian 3 variasi..... 71
Gambar 4. 7 Grafik perubahan sudut pengujian 1 72
Gambar 4. 8 Perbandingan intensitas cahaya 73
Gambar 4. 9 Posisi pengujian 7 variasi 74
Gambar 4. 10 Posisi sudut pengujian 7 variasi..... 75
Gambar 4. 11 Grafik perubahan sudut pengujian 2 76
Gambar 4. 12 Grafik perbandingan intensitas cahaya..... 77
Gambar 4. 13 Grafik perubahan sudut pengujian matahari..... 78
Gambar 4. 14 Grafik suhu terhadap waktu..... 79
Gambar 4. 15 Perbandingan intensitas cahaya oleh sensor lux 80
Gambar 4. 16 Intensitas cahaya dengan lux meter 81
Gambar 4. 17 Gambar tekanan akustik terhadap waktu..... 82
Gambar 4. 18 Grafik frekuensi FFT 83
Gambar 4. 19 Perbandingan tekanan akustik dan tegangan tanpa potensio 84
Gambar 4. 20 Perbandingan tekanan akustik dan tegangan dengan potensio 84
Gambar 4. 21 Hubungan suhu, intensitas cahaya, dan tegangan..... 86
Gambar 4. 22 Hubungan tekanan akustik dengan tegangan..... 88

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Rancang Bangun Sistem Solar Tracking Berbasis Lensa Fresnel Untuk Pemfokusan Cahaya Matahari Sebagai
Sumber Energi Mesin Termoakustik**
Annisa Nur Latifah, Wijayanti Dwi Astuti, S.Si., M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Ringkasan penelitian terdahulu..... 8
Tabel 3. 1 Daftar komponen perangkat keras utama dan fungsinya..... 19
Tabel 3. 2 Daftar Peralatan dan Fungsinya..... 21
Tabel 3. 3 Konfigurasi Step..... 23
Tabel 3. 4 Daftar Perangkat Lunak dan Fungsinya..... 33
Tabel 3. 5 Koneksi Pin ESP32..... 41
Tabel 3. 6 Koneksi Pin Multiplexer..... 42
Tabel 3. 7 Koneksi Pin Driver TB6600..... 42
Tabel 3. 8 Konversi step motor ke derajat..... 47
Tabel 3. 9 Tabel Parameter performa tracking..... 47
Tabel 3. 10 Kondisi pengujian sistem..... 49

Rancang Bangun Sistem Solar Tracking Berbasis Lensa Fresnel Untuk Pemfokusan Cahaya Matahari Sebagai
Sumber Energi Mesin Termoakustik
Annisa Nur Latifah, Wijayanti Dwi Astuti, S.Si., M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR SIMBOL

W_e	=	Daya rata-rata
T	=	Periode waktu
n	=	Indeks sampel
N_T	=	Jumlah total sampel
$V_L(n\Delta t)$	=	Tegangan
R	=	Resistansi beban
Δt	=	Interval waktu sampling
T_H	=	Suhu gas kerja di ujung panas (hot end) (°C)
T_C	=	Suhu gas kerja di ujung dingin (COLD end) (°C)
T'_H	=	Suhu permukaan padat (solid temperature) pada sisi hot HEX (°C)
T'_C	=	Suhu permukaan padat (solid temperature) pada sisi cold HEX (°C)
Q_H	=	Laju perpindahan panas yang masuk ke regenerator dari sumber panas melalui hot HEX (W).
Q_C	=	Laju perpindahan panas yang dilepaskan dari regenerator ke sumber dingin melalui cold HEX (W).
W_{in}	=	Daya akustik yang masuk ke dalam regenerator (W)
W_{out}	=	Daya akustik yang keluar dari regenerator setelah mengalami penguatan (W)