UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rancang Bangun Sistem Pendingin Aktif Flexible Solar Panel untuk Aplikasi Vehicle-Integrated Photovoltaic (VIPV)
Muhamad 'Ars Gagah Prakoso, Dr. Eng. Tika Erna Putri, S.Si., M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i

HALAMAN PENGESAHAN ii

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI iii

HALAMAN MOTTO iv

KATA PENGANTAR v

DAFTAR ISI vii

DAFTAR GAMBAR x

DAFTAR TABEL xii

DAFTAR SINGKATAN xiv

INTISARI xvi

ABSTRACT xvii

BAB 1 PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang . . . 1
1.2 Rumusan Masalah . . . 6
1.3 Batasan Masalah . . . 7
1.4 Tujuan Penelitian . . . 7
1.5 Manfaat Penelitian . . . 7
1.6 Sistematika Penulisan . . . 8

BAB 2 LANDASAN TEORI 9

2.1 Tinjauan Pustaka . . . 9
2.2 Dasar Teori . . . 16
2.2.1 Prinsip Kerja Sel Surya . . . 16
2.2.2 Karakteristik Sel Surya . . . 17
2.2.3 Panel Surya . . . 20
2.2.4 Sistem Pendingin Panel Surya . . . 22

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rancang Bangun Sistem Pendingin Aktif Flexible Solar Panel untuk Aplikasi Vehicle-Integrated Photovoltaic (VIPV)
Muhamad 'Ars Gagah Prakoso, Dr. Eng. Tika Erna Putri, S.Si., M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.2.5 Material Penghantar Panas (*Heat Spreader*) 27
2.2.6 Algoritma Kendali Hibrida Bang-Bang dan PID (*Proportional-Integral-Derivative*) 28
2.2.7 Modulasi Lebar Pulsa (*Pulse Width Modulation*) 30
2.2.8 Coefficient of Performance (COP) 32
2.2.9 Model Degradasi Termal Arrhenius 32
2.3 Hipotesis 33

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN 35
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 35
3.2 Alat dan Bahan 35
3.2.1 Solar Charge Controller (SCC) 35
3.2.2 Baterai VRLA (Valve Regulated Lead Acid) 36
3.2.3 DC Watt Meter 37
3.2.4 Panel Surya Fleksibel (*Monocrystalline*) 37
3.2.5 Lux Meter 38
3.2.6 INA219 40
3.2.7 Sensor Suhu DS18B20 41
3.2.8 ESP32 WROOM-32D 42
3.2.9 Pompa DC Sinleader SL-4500 43
3.2.10 DHT22 45
3.3 Metode Penelitian 45
3.3.1 Perancangan Sistem 45
3.3.2 Perancangan Perangkat Keras Node Aktif 48
3.3.3 Perancangan Perangkat Keras Node Kontrol 54
3.3.4 Desain Eksperimen Variasi Material *Heat Spreader* 55
3.3.5 Perancangan Perangkat Lunak 56
3.3.6 Perancangan Antarmuka Pemantauan Berbasis Web 60
3.4 Metode Pengambilan Data 63
3.4.1 Pengujian Sistem 63
3.4.2 Prosedur Pengambilan Data 64
3.4.3 Prosedur Pengukuran Kurva I-V 65
3.4.4 Verifikasi Algoritma Kendali Hibrida 65
3.5 Metode Analisis Data 68

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN 73
4.1 Uji Coba Kinerja *Cooling System* 73
4.2 Kinerja Panel dengan Sistem Pendingin Aktif 81

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Rancang Bangun Sistem Pendingin Aktif Flexible Solar Panel untuk Aplikasi Vehicle-Integrated Photovoltaic (VIPV)
Muhamad 'Ars Gagah Prakoso, Dr. Eng. Tika Erna Putri, S.Si., M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.2.1 Tanpa Alas 81
4.2.2 Alumunium Tipis 89
4.2.3 Plastik Fiber 96
4.3 Kinerja Panel dengan Variasi Alas 103
4.4 Coefficient of Performance dan Daya Pompa 111
4.5 Estimasi Perlambatan Degradasi Termal Berdasarkan Persamaan Arrhenius 119

BAB 5 PENUTUP **123**
5.1 Kesimpulan 123
5.2 Saran 124

DAFTAR PUSTAKA **125**

LAMPIRAN **L-1**