

## Daftar Isi

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR SIMBOL .....	ix
INTISARI .....	x
<i>ABSTRACT</i> .....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan dan Manfaat Proyek Akhir .....	3
1.3.1. Tujuan .....	3
1.3.2. Manfaat .....	3
1.4. Batasan Penelitian .....	4
1.5. Sistematika Penulisan .....	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA .....	6
2.1. Tinjauan Pustaka .....	6
2.2. Dasar Teori .....	8
2.2.1. Konsep Dasar PLTS dengan Penyimpanan Baterai .....	8
2.2.2. Panel Surya .....	9
2.2.3. Solar Charge Controller .....	9
2.2.4. Baterai Lithium-ion 18650 .....	10
2.2.5. Battery Management System 3 Sel Seri 10 Ampere .....	12
2.2.6. Sensor Arus dan Tegangan Listrik INA219 .....	14
2.2.7. Sensor Pengukur Intensitas Cahaya BH1750 .....	15
2.2.8. Mikrokontroler .....	16
2.2.9. ESP32 .....	16
2.2.10. Arduino IDE .....	17
2.2.11. State of Charge .....	17
2.2.12. Kalman filter dan Extended Kalman filter .....	18
BAB III METODE PENELITIAN .....	21
3.1. Alat dan Bahan .....	21

3.2.	Tahapan Proyek Akhir .....	21
3.3.	Studi Literatur.....	23
3.4.	Diagram Blok Sistem .....	23
3.5.	Perancangan Perangkat Keras .....	24
3.5.1.	Perancangan Enclosure.....	24
3.5.2.	Konfigurasi Wiring Baterai dengan BMS .....	26
3.5.3.	Konfigurasi pada <i>Solar Charge Controller</i> .....	27
3.5.4.	Perancangan sistem PLTS.....	28
3.6.	Perancangan Perangkat Lunak.....	29
3.6.1.	Perancangan program ESP32 .....	30
3.6.2.	Perancangan Estimator Kalman Filter.....	31
3.7.	Tahapan Pengujian dan Analisis Data .....	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		36
4.1.	Hasil Pengujian Perangkat Keras .....	39
4.1.1.	Pengujian INA219 .....	39
4.1.2.	Perbandingan Baterai.....	40
4.1.3.	Hasil Pengujian Pengisian Baterai.....	46
4.1.4.	Hasil Pengujian Pengosongan Baterai dengan SOC .....	49
4.1.5.	Hasil Perbandingan Estimasi SOC dengan Penghitungan SOC Berbasis Tegangan dengan Multimeter .....	51
4.2.	Penjelasan program.....	52
4.2.1.	Deskripsi umum sistem .....	53
4.2.2.	Hasil Estimasi Kalman Filter.....	54
4.2.3.	Perbandingan SOC dari Kalman Filter dengan Perhitungan Tegangan Sederhana. 57	
4.2.4.	Perbandingan Estimasi Waktu dengan Hasil Lapangan .....	59
BAB V PENUTUP .....		61
5.1.	Kesimpulan.....	61
5.2.	Saran .....	61
DAFTAR PUSTAKA .....		62
LAMPIRAN .....		67
L-1 Program: .....		67
L-2 Dokumentasi pengujian: .....		73

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram pembangkit listrik tenaga surya .....	8
Gambar 2. 2 Solar panel mini .....	9
Gambar 2. 3 Solar Charge Controller .....	10
Gambar 2. 4 Diagram baterai lithium-ion berbahan NMC[20] .....	11
Gambar 2. 5 Battery Management System .....	13
Gambar 2. 6 Sensor arus dan tegangan INA219 .....	14
Gambar 2. 7 Sensor cahaya BH1750 .....	15
Gambar 2. 8 Mikrokontroler ESP32 Devkit V1 .....	17
Gambar 3. 1 Flowchart pengerjaan Tugas Akhir .....	22
Gambar 3. 2 Diagram blok sistem mikrokontroler .....	23
Gambar 3. 3 Diagram 3D enclosure .....	25
Gambar 3. 4 Model jadi enclosure .....	26
Gambar 3. 5 BMS 3S untuk baterai 3.7V beserta diagram kabelnya .....	26
Gambar 3. 6 Buku panduan konfigurasi Solar Charge Controller .....	27
Gambar 3. 7 Purwarupa sistem PLTS mini dengan elektronika untuk proses pengambilan data .....	29
Gambar 3. 8 Flowchart sistem .....	30
Gambar 4. 1 Bagian atas Enclosure .....	36
Gambar 4. 2 Isi enclosure bawah ketika dibongkar, menampilkan Solar Charge Controller (a) dan PCB berisi ESP32, INA219, serta Baterai beserta wadahnya dan BMS (b) .....	37
Gambar 4. 3 Skematik rangkaian sistem estimasi SOC baterai PLTS .....	38
Gambar 4. 4 (a) Perbandingan tegangan pengosongan dan (b) perbandingan arus pengosongan .....	44
Gambar 4. 5 (a) Perbandingan tegangan pengisian dan (b) perbandingan arus pengisian ..	45
Gambar 4. 6 Kurva perbandingan estimasi kalman dengan pembacaan multimeter .....	52
Gambar 4. 7 Perbandingan nilai estimasi kalman dengan pengukuran multimeter .....	54
Gambar 4. 8 Grafik korelasi antara arus listrik dengan tegangan .....	56
Gambar 4. 9 Perbandingan SOC dari program kalman dengan SOC dari perhitungan tegangan .....	59

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Daftar tinjauan pustaka .....	6
Tabel 2. 2 Spesifikasi Solar Charge Controller .....	10
Tabel 2. 3 Spesifikasi baterai .....	12
Tabel 2. 4 Spesifikasi BMS .....	13
Tabel 2. 5 Spesifikasi INA219 .....	14
Tabel 2. 6 Spesifikasi BH1750 .....	15
Tabel 2. 7 Spesifikasi INA219 Devkit V1 .....	16
Tabel 3. 1 Daftar Alat dan Bahan .....	21
Tabel 4. 1 Data kalibrasi tegangan INA219 .....	39
Tabel 4. 2 Data kalibrasi arus INA219 .....	40
Tabel 4. 3 Tabel perbandingan spesifikasi baterai .....	41
Tabel 4. 4 Data uji coba pengosongan baterai .....	42
Tabel 4. 5 Data pengisian baterai .....	47
Tabel 4. 6 Data pengosongan baterai .....	49
Tabel 4. 7 Perbandingan tegangan dengan SOC Kalman dan SOC dari hitungan tegangan .....	57
Tabel 4. 8 Perbandingan waktu pengisian dengan estimasi waktu .....	59