

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>1</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN TUGAS .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN MOTTO .....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>xvi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Perumusan Masalah .....	2
I.3 Batasan Masalah .....	3
I.4 Tujuan Penelitian .....	3
I.5 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
II.1 Simulasi Perhitungan Posisi Matahari dengan MATLAB .....	4
II.2 Simulasi Algoritma Astronomi untuk Perhitungan Posisi Matahari .....	4
II.3 Sistem Visualisasi Posisi Matahari di Indonesia .....	5
II.4 Pengaruh Sudut Kemiringan Panel Surya .....	6
<b>BAB III DASAR TEORI .....</b>	<b>8</b>
III.1 Matahari dan Bumi .....	8
III.1.1 Matahari .....	8
III.1.2 Bumi .....	8
III.2 Sistem Waktu .....	9

III.2.1 Waktu Universal .....	9
III.2.2 Waktu Wilayah .....	9
III.2.3 Waktu Matahari .....	10
III.3 Posisi Relatif Matahari Terhadap Bumi .....	10
III.3.1 Bujur dan Lintang .....	11
III.3.2 Equation of time.....	12
III.3.3 Koreksi Garis Bujur .....	13
III.3.4 Sudut Jam Matahari .....	13
III.3.5 Deklinasi .....	13
III.3.6 Sudut zenit .....	15
III.3.7 Sudut Azimut .....	15
III.4 Mikrokontroler Arduino .....	15
III.4.1 Arduino Uno .....	16
III.4.2 Arduino IDE (Integrated Development Environment). ....	18
III.5 GPS ( <i>Global Positioning System</i> ) .....	19
III.5.1 Pengertian GPS .....	19
III.5.2 Sistem Waktu GPS .....	22
III.5.3 Standard NMEA .....	22
III.5.4 Modul GPS U-Blox Neo 6m.....	24
III.6 LCD (Liquid Crystal Display).....	25
<b>BAB IV PELAKSANAAN PENELITIAN.....</b>	<b>26</b>
IV.1 Persiapan .....	27
IV.1.1. Studi Pustaka .....	27
IV.1.2. Persiapan Peralatan.....	27
IV.2 Perancangan Sistem .....	27
IV.2.1 Perancangan Perangkat Keras .....	28
IV.2.2 Perancangan Perangkat Lunak.....	31
IV.3 Pengujian.....	40
IV.3.1 Pengujian Penyusun Sistem.....	40
IV.3.2 Pengujian Sistem .....	40
IV.3.2.1 Pengujian Hasil Perhitungan.....	40

IV.3.2.2 Pengujian Adaptasi Posisi.....	43
IV.4 Analisis dan Pembahasan .....	44
IV.5 Pembuatan laporan .....	44
<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>45</b>
V.1 Pengujian penyusun Sistem .....	45
V.1.1 Pengujian Modul GPS.....	45
V.1.2 Pengujian LCD.....	48
V.2 Pengujian Sistem .....	49
V.2.1 Pengujian Hasil Perhitungan.....	49
V.2.1.1 Pengujian dengan Referensi .....	50
V.2.1.2 Pengujian dengan Kondisi Aktual.....	56
V.2.2 Pengujian Adaptasi Posisi.....	61
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>64</b>
VI.1 Kesimpulan .....	64
VI.2 Saran.....	64
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>65</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>67</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b>	Blok diagram penerapan sistem perhitungan azimuth-zenit pada mekanisme pelacakan panel surya ( <i>solar tracker</i> ) .....	2
<b>Gambar 3.1</b>	Hubungan antara matahari dan bumi .....	8
<b>Gambar 3.2</b>	Sudut azimuth ( $z$ ) dan sudut zenit ( $\phi$ ).....	11
<b>Gambar 3.3</b>	Grafik equation of time.....	12
<b>Gambar 3.4</b>	Deklinasi matahari .....	14
<b>Gambar 3.5</b>	Variasi deklinasi matahari .....	14
<b>Gambar 3.6</b>	Board arduino uno .....	16
<b>Gambar 3.7</b>	File aplikasi arduino IDE.....	18
<b>Gambar 3.8</b>	Tampilan program arduino IDE versi 1.0.1 .....	19
<b>Gambar 3.9</b>	Rangkaian modul GPS U-Blox Neo 6m.....	24
<b>Gambar 3.10</b>	Bentuk fisik LCD.....	25
<b>Gambar 4.1</b>	Diagram alir penelitian .....	26
<b>Gambar 4.2</b>	Blok diagram sistem .....	28
<b>Gambar 4.3</b>	Rangkaian skematik sistem .....	28
<b>Gambar 4.4</b>	Diagram alir program .....	32
<b>Gambar 4.5</b>	Diagram alir Konversi waktu.....	34
<b>Gambar 4.6</b>	Diagram alir Perhitungan.....	35
<b>Gambar 4.7</b>	Hubungan sudut azimuth dan sudut penyimpangan bayangan benda .....	42
<b>Gambar 4.8</b>	Hubungan sudut ketinggian matahari ( $\alpha$ ) dan panjang bayangan matahari .....	43
<b>Gambar 5.1</b>	Tampilan data header GPS pada serial monitor arduino .....	46
<b>Gambar 5.2</b>	Tampilan bujur dan lintang pada serial monitor arduino.....	46
<b>Gambar 5.3</b>	Grafik Pembacaan koordinat sistem .....	47
<b>Gambar 5.4</b>	Hasil Pengujian LCD “Hello World” .....	48
<b>Gambar 5.5</b>	Hasil perancangan sistem .....	49
<b>Gambar 5.6</b>	Tampilan <i>website</i> Geoscience Australia. ....	51
<b>Gambar 5.7</b>	Error sudut azimuth-zenit sistem terhadap Geoscince Australia.....	55
<b>Gambar 5.8</b>	Error sudut azimuth-zenit sistem terhadap kondisi aktual.....	61

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 3.1</b>	Hari dalam tahun dan deklinasi .....	14
<b>Tabel 3.2</b>	Spesifikasi arduino uno .....	16
<b>Tabel 3.3</b>	Format data NMEA \$GPGGA .....	23
<b>Tabel 3.4</b>	Keterangan pin LCD .....	25
<b>Tabel 4.1</b>	Konfigurasi pin pada arduino .....	29
<b>Tabel 4.2</b>	konfigurasi pin modul GPS .....	30
<b>Tabel 4.3</b>	Konfigurasi pin LCD – arduino.....	30
<b>Tabel 5.1</b>	Hasil pembacaan koordinat sistem .....	47
<b>Tabel 5.2</b>	Lokasi dan tanggal pengujian hasil perhitungan .....	50
<b>Tabel 5.3</b>	Perbandingan sudut azimuth sistem penentu posisi matahari dan Geoscience Australia.....	52
<b>Tabel 5.4</b>	Perbandingan sudut zenit sistem penentu posisi matahari dan Geoscience Australia.....	53
<b>Tabel 5.5</b>	Error rata-rata sudut azimuth sistem terhadap Geoscince Australia .....	54
<b>Tabel 5.6</b>	Error rata-rata sudut zenit sistem terhadap Geoscience Australia.....	55
<b>Tabel 5.7</b>	Hasil Pengukuran Sudut Bayangan dari selatan.....	56
<b>Tabel 5.8</b>	Hasil Pengukuran Panjang Bayangan .....	57
<b>Tabel 5.9</b>	Perbandingan sudut azimuth sistem penentu posisi matahari dan kondisi aktual .....	58
<b>Tabel 5.10</b>	Perbandingan sudut zenit sistem penentu posisi matahari dan kondisi aktual .....	59
<b>Tabel 5.11</b>	Error rata-rata sudut azimuth sistem terhadap kondisi aktual .....	60
<b>Tabel 5.12</b>	Error rata-rata sudut zenit sistem terhadap kondisi aktual .....	60
<b>Tabel 5.13</b>	Perbandingan sudut azimuth 3 lokasi pengujian .....	62
<b>Tabel 5.14</b>	Perbandingan sudut zenit 3 lokasi pengujian .....	62
<b>Tabel 5.15</b>	Perbedaan sudut azimuth-zenit antar lokasi .....	63

## DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN

GPS	Gobal Positioning System
LCD	Liquid Crystal Display
UT	Universal Time
GMT	Greenwich Mean Time
AST	Apperent Solar Time
LC	Longitude Corection
LL	Longitude Local
EoT	Equation of Time
HRA	Hour Angle
IDE	Integrated Development Environment
PWM	Pulse Width Modulation
USB	Universal Serial Bus
NMEA	National Maritime Electronic Assosiation
TTFF	Time to First Fix
PRN	Pseudo Random Noise
C/A	Coarse Acquisition/Clear Access
MCS	Master Control Station
USNO	United States Naval Observatory
IAT	International Atomic Clock
IERS	International Earth Rotation Service
GA	Geoscience Australia
$\varphi$	Bujur
$l$	Lintang

$\delta$	Deklinasi
N	Hari dalam tahun
$\phi$	Sudut Zenit
z	Sudut Azimut
n	integer IERS
$\alpha$	Sudut Ketinggian Matahari