

**RANCANG BANGUN SISTEM PENDINGIN SOLAR MODUL BERBASIS  
ARDUINO**

**SKRIPSI**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan  
Pendidikan Strata Satu (S-1) Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Bung Hatta*

**Oleh :**

**REHAN MARDHOTILLA**

**1910017111016**



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS BUNG HATTA  
PADANG**

**2024**

**UNIVERSITAS BUNG HATTA**

LEMBARAN PENGESAHAN

RANCANG BANGUN SISTEM PENDINGIN SOLAR MODUL BERBASIS  
ARDUINO

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan  
Pendidikan Strata Satu (S-1) Jurusan Teknik Elektro*

*Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Bung Hatta*

Oleh :

REHAN MARDHOTILLA

1910017111016

Disetujui Oleh :

Pembimbing



Dr. Ir. Indra Nisja, M.Sc.

NIK : 201 810 683

Diketahui Oleh:

Fakultas Teknologi Industri

Dekan,

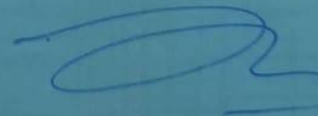


Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T.

NIK: 990 500 496

Jurusan Teknik Elektro

Ketua,



Ir. Arzul, M.T.

NIK: 941 100 396

LEMBARAN PENGUJI  
RANCANG BANGUN SISTEM PENDINGIN SOLAR MODUL BERBASIS  
ARDUINO

SKRIPSI

REHAN MARDHOTILLA

1910017111016

*Dipertahankan didepan penguji Skripsi  
Program Strata Satu (S-1) pada Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Bung Hatta*

Hari/Tanggal : Jumat, 08 Maret 2024

No. Nama

Tanda Tangan

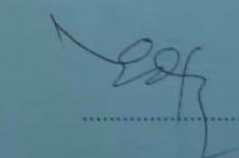
1. Dr. Ir. Indra Nisja, M.Sc.

( Ketua Sidang )



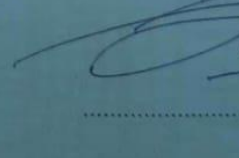
2. Ir. Eddy Soesilo, M.Eng.

( Penguji )



3. Ir. Arzul, M.T.

( Penguji )



## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa ini sebagian maupun keseluruhan Skripsi saya dengan judul “**Rancang Bangun Sistem Pendingin Solar Modul Berbasis Arduino**” adalah benar – benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan – bahan yang tidak diizinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar Pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Padang, 28 Maret 2024



Rehan Mardhotilla  
1910017111016

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

"Tantanglah batas kemampuanmu, hadapi setiap rintangan dengan keberanian, dan wujudkan impianmu dalam setiap halaman skripsi yang kamutulis. Biarkan setiap butir kata menjadi jejak perjalananmu menuju puncak kesuksesan yang kamu idamkan".

"Ketidaksanggupan mu bukan jadi alasan untuk menyerah, disaat orang berlari setidaknya kamu masih bisa berjalan mengejarnya. Bahkan, sesampainya orang tersebut berjalan, kamu masih mampu untuk merangkak mengikuti langkahnya. Sebab, didunia ini tidak ada yang tidak pasti jika kamuterus berusaha untuk mengejar ketertinggalan mu".

"Keberhasilan akan datang kepada orang-orang yang terus mencoba".

Dengan ucapan alhamdulillah rabbil alamin sungguh perjalanan yang panjang telah ku lalui untuk menyanggah sebuah gelar sarjana. Rasa syukur dan bahagia aku persembahkan kepada orang-orang yang ku sayangi dan ikut turut serta hadir didalam proses ku mulai dari awal hingga akhir

- Teristimewa kepada ayahanda Desmondra, S.T. dan ibunda Imelda, S.S. yang telah memberikan dukungan moral, doa, restu, kasih sayang, serta kesabaran yang tulus dalam mendidiku dan juga selalu menjadi pendengar keluh kesahku selama proses belajar 4.5 tahun ini, yang merupakan suatu anugrah terindah yang pernah kurasakan menjadi anakmu
- Kepada pembimbingku Dr. Ir. Indra Nisja, M.Sc. yang telah memberikan motivasi, ilmu serta semangat dalam menuntun perjalanan tugas akhir hingga menuju jenjang sarjana
- Terimakasih kepada bapak Ir. Cahayahati, M.T. selaku kepala Laboratorium Sistem Tenaga Elektrik yang telah mengizinkan ruang labor sebagai tempat peletakan alat dan penulisan skripsi sampai akhir
- Teruntuk Irfaan Budiman dan Rezekia Aprilia, yang telah menjadi sumber semangat dan keceriaan dalam setiap hariku. Canda tawa dan gurauan kalian menjadi penyemangatku dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Irfaan,

mari tingkatkan proses belajarmu dan kurangi bermain-main. Ingatlah bahwa tahun ini adalah akhir masa remaja mu, carilah tempat belajar yang menjadi impianmu dan untuk Rezekia, tetap semangat ya, Kiaa... dalam kehidupan ini, harapan bang gak banyak cukup sehat dan selalu ceria, bang yakin Kiaa pasti bisa melewatinya baik. Teruslah menjadi yang terbaik adik-adikku tercinta

- Kepada keluarga di Tigo Jangko Alm Mas' oed, Nenek Cun, Buk Na, Paetek Di, Maetek Di, Uni Ela, Makwo, Pakwo yang senantiasa mendoakan dan memberi dukungan moral, materil selama ini dalam proses perkuliahan. Hanya Ucapan terima kasih yang dapat ku sampaikan atas dorongan dan restu kalian. Untuk keluarga di Seroja, Pekanbaru Bukyul dan Pakwen kuucapkan terima kasih atas moril, materil, doa, dan semangat yang telah kalian berikan dalam menuntaskan tugas akhir ini
- Kepada keluarga di Buo, Alm. Marhan dan Alm Zulmainar ,Buk Teli, Uni Retri, Pak Feri, Pak Anji ku ingin menyampaikan rasa terima kasih atas dukungan moral dan materil yang telah diberikan selama proses perkuliahan.
- Terimakasih kepada Mak Mit dan keluarga di Villaku Indah Siteba, Padang, yang senantiasa menerima kehadiran dan ikut mendoakanku dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.
- Terimakasih kepada uda Ihsan Yuwanda, S.Psi., dan Fitra Liadi Mardius, S.A.P. yang telah memberikan motivasi dan kiat-kiat sukses dalam perkuliahan. Untuk sepupuku Nela Liandini Mardius dan Dinda Anugrah percepat tuntaskan perkuliahan kalian, tinggal satu langkah lagi untuk menyanggah gelar sarjana. Selanjutnya, untuk adik-adikku yang sedang menempuh perkuliahan, Rahmi Mawaddah, Diva Adilla, dan Abdullah Fitriani, mari bersungguh-sungguh dalam belajar, ikuti alur perkuliahan dengan tekun hingga selesai dan tamat tepat waktu, bukan tamat diwaktuyang tepat, terakhir untuk Alfat Rahmatullah, rajin-rajin sekolah yo..kokiyo ka jadi Polisi

- Kepada Fitriyani, S.Pi. yang telah menjadi sumber inspirasi dan pilar penyangga selama proses pengerjaan tugas akhir. Terimakasih atas doa dan dukungan tiada henti serta senyuman hangat yang selalu menghiasi hari-hariku.
- Terimakasih sebesar-besarnya kepada Muhammad Afa Al Anshari S.Kom. yang telah turut andil membantu dalam penyelesaian tugas akhir, mulai dari awal sampai dengan selesai
- Terimakasih kepada Muhammad Rifqi dan Mervillo Isza A.md.Kep yang turut membantu dalam proses tugas akhir
- Terimakasih kepada saudara tak sedarah Adrian Zaky Zaiyan, S.T. yang telah membantu dalam pengerjaan laporan tugas akhir hingga selesai
- Untuk keluarga Bismillah sukses terimakasih kuucapkan yang telah memberi semangat dan doa serta masukan yang bermanfaat dalam proses pengerjaan tugas akhir
- Terimakasih untuk Ikhsan Arjuna selaku rekan PLTS yang telah membantuserta menemani seluruh lika-liku penyelesaian tugas akhir dan tak lupa kepada teman-teman seperjuangan Ari musik, Koas Malta, Genta buya, Eko, S.T., Ajo piaman, Aldi S.A. Edo Sepatu baru dan uda Rafi serta kawan-kawan Transformator 19 yang tak dapat disebutkan satu persatu.

## KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Wr. Wb

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul **“Rancang Bangun Sistem Pendingin Solar Modul Berbasis Arduino”**.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan dan memperoleh gelar kesarjana (Strata-1) pada jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta Padang. Dalam menyusun skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dan bimbingan serta pengarahan dari berbagai pihak, karena itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Kepada kedua Orang tua saya yang telah mendidik, membesarkan dan memberikan semua kasih sayang hingga saat ini, yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan dalam meraih setiap cita dan harapan.
2. Ibuk Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.
3. Bapak Ir. Arzul M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Bung Hatta.
4. Bapak Dr. Ir. Hidayat, M.T., IPM. selaku Penasehat Akademis. Yang telah membimbing mulai dari awal kuliah sampai dengan akhir kuliah
5. Bapak Dr. Ir. Indra Nisja, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing memberikan motivasi serta semangat dalam menuntun perjalanan tugas akhir menuju jenjang sarjana
6. Bapak Ir. Cahayahati, M.T. selaku Kepala Laboratorium Sistem Tenaga Elektrik yang telah mengizinkan meletakkan alat dan pembuatan skripsi dilaboratorium
7. Bapak/ibu dosen jurusan Teknik Elektro Universitas Bung Hatta yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang tak ternilai selama penulis menempuh pendidikan di jurusan Teknik Elektro, Universitas Bung Hatta Padang



Penulis telah berusaha melakukan yang terbaik dalam penulisan skripsi ini namun penulis menyadari masih jauh dari kesempurnaan dan keterbatasan yang ada dalam skripsi ini. Akhir kata penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan sumbangan pengetahuan bagi pihak yang membutuhkan.

Padang, 28 Maret 2024



Rehan Mardhotilla

1910017111016

## ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Surya mengandalkan panel surya untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Efisiensi panel surya dipengaruhi oleh suhu permukaan panel dan suhu lingkungan sekitarnya. Secara umum, panel surya memiliki batas efisiensi kerja antara 25-35°C. Jika suhunya terlalu tinggi, kemampuan dalam menghasilkan listrik dapat mengalami penurunan. Oleh karena itu, telah dikembangkan sistem pendinginan pada panel surya dengan metode penyiraman menggunakan air pada permukaan panel surya untuk menurunkan suhunya. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa selama 6 hari, suhu rata-rata pada panel surya dengan sistem pendinginan adalah 36.87°C, sedangkan pada panel surya tanpa sistem pendinginan adalah 43.79°C. Selisih suhu antara keduanya adalah 6.92°C, yang jika dihitung dalam persentase, menunjukkan penurunan suhu sebesar 15.8%. Suhu rata-rata air dalam reservoir adalah 29.58°C. Selanjutnya, dalam kondisi berbeban, daya rata-rata selama 3 hari pada panel surya dengan sistem pendinginan adalah 39.50 Watt, sementara pada panel surya tanpa sistem pendinginan adalah 27.85 Watt. Persentase kenaikan daya pada panel surya dengan sistem pendinginan mencapai 41.84%. Efisiensi rata-rata untuk panel surya dengan sistem pendinginan adalah 7.76%, sedangkan untuk panel surya tanpa sistem pendinginan adalah 5.61% sehingga persentase kenaikan efisiensi sistem panel surya dengan pendingin sebesar 38.32%

**Kata Kunci :** Panel Surya, Sistem Pendingin, Kenaikan Daya, Efisiensi.

## ABSTRACT

Solar Power Plants rely on solar panels to convert solar energy into electrical energy. The efficiency of solar panels is influenced by the panel surface temperature and the surrounding environmental temperature. In general, solar panels have a working efficiency limit of between 25-35°C. If the temperature is too high, the ability to produce electricity can decrease. Therefore, a cooling system has been developed for solar panels using a watering method using air on the surface of the solar panels to reduce the temperature. The results of this research show that for 6 days, the average temperature on solar panels with a cooling system was 36.87°C, while on solar panels without a cooling system was 43.79°C. The temperature difference between the two is 6.92°C, which, when calculated as a percentage, represents a temperature drop of 15.8%. The average air temperature in the reservoir is 29.58°C. Furthermore, under load conditions, the average power for 3 days on solar panels with a cooling system is 39.50 Watts, while on solar panels without a cooling system it is 27.85 Watts. The percentage increase in power on solar panels with a cooling system reached 41.84%. The average efficiency for solar panels with a cooling system is 7.76%, while for solar panels without a cooling system it is 5.61% so the percentage increase in efficiency of the solar panel system with cooling is 38.32%

**Keywords:** Solar Panels, Cooling System, Power Increase, Efficiency.

## DAFTAR ISI

	No Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b>	
<b>LEMBARAN PENGESAHAN</b>	
<b>LEMBARAN PENGUJI</b>	
<b>PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</b>	
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN</b>	
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>I-1</b>
1.1 Latar Belakang .....	I-1
1.2 Rumusan Masalah .....	I-1
1.3 Batasan Masalah.....	I-2
1.4 Tujuan Penelitian.....	I-2
1.5 Manfaat Penelitian.....	I-2
1.6 Sistematika Penulisan.....	I-3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>II-4</b>
2.1 Tinjauan Penelitian .....	II-4
2.2 Landasan Teori .....	II-7
2.2.1 Pengertian Sel Surya .....	II-7
2.2.2 Sistem Pendingin Panel surya .....	II-15
2.2.3 Pembangkit listrik Tenaga Surya.....	II-16
2.2.4 Elemen <i>Peltier</i> .....	II-18

<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>I-20</b>
3.1 Alat dan Bahan Penelitian .....	III-20
3.2 Alur Penelitian.....	III-33
3.3 <i>Software</i> .....	III-36
3.4 Perancangan Sistem Pendingin <i>Solar Modul</i> .....	III-37
3.4.1 Perancangan <i>Hardware</i> .....	III-37
3.4.2 Perancangan <i>Software</i> .....	III-41
3.5 <i>Source Code</i> Program Arduino IDE .....	III-43
3.5.1 <i>Source Code</i> Program Pompa DC .....	III-44
3.5.2 <i>Source Code</i> Program Sensor INA219.....	III-47
3.5.3 <i>Source Code</i> Sensor BH1750.....	III-49
3.5.4 <i>Source Code</i> Program <i>Liquid Crystal Display (LCD)</i> .....	III-50
3.5.5 <i>Source Code</i> Program NodeMCU ESP8266.....	III-53
3.6 Rancangan Konstruksi.....	III-55
3.7 Deskripsi Penelitian dan Analisis .....	III-56
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>IV-57</b>
4.1 Pengujian Alat .....	IV-57
4.1.1 Pengujian Perangkat Keras ( <i>Hardware</i> ).....	IV-58
4.1.2 Pengujian Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ).....	IV-67
4.1.3 Pengujian Sistem Keseluruhan.....	IV-69
4.2 Pengambilan Data.....	IV-70
4.2.1 Pengambilan Data Hari -1.....	IV-70
4.2.2 Pengambilan Data Hari-2.....	IV-72
4.2.3 Pengambilan Data Hari-3.....	IV-73
4.2.4 Pengambilan Data Hari-4.....	IV-75
4.2.5 Pengambilan Data Hari-5.....	IV-76

4.2.6	Pengambilan Data Hari-6.....	V-77
4.3	Perhitungan Panel Surya dengan Pendingin dan Tanpa Pendingin ...	IV-79
4.3.1	Perhitungan Daya Panel Surya dengan Pendingin dan Tanpa Pendingin .....	IV-79
4.3.2	Perhitungan Konversi nilai Radiasi Matahari .....	IV-92
4.4	Analisa.....	IV-93
4.4.1	Perbandingan Nilai Tegangan Panel Surya dengan Pendingin dan Tanpa Pendingin.....	IV-93
4.4.2	Perbandingan Nilai Arus Panel Surya dengan Pendingin dan Tanpa Pendingin .....	IV-95
4.4.3	Perbandingan Nilai Suhu Panel Surya dengan pendingin dan Tanpa Pendingin .....	IV-97
4.4.4	Perbandingan Nilai Radiasi Matahari .....	IV-99
4.4.5	Perbandingan Nilai Daya Panel Surya dengan pendingin dan tanpa pendingin.....	IV-100
4.4.6	Analisa Keseluruhan Nilai Rata-rata Tegangan Panel Surya dengan pendingin dan tanpa pendingin .....	IV-102
4.4.7	Analisa Keseluruhan Nilai Rata-rata Arus panel surya dengan pendingin dan tanpa pendingin .....	IV-104
4.4.8	Analisa Keseluruhan Nilai Rata-rata suhu Panel Surya dengan pendingin dan tanpa pendingin .....	IV-106
4.4.9	Analisa Keseluruhan Nilai Rata-rata Radiasi Matahari Panel Surya dengan pendingin dan tanpa pendingin.....	IV-108
4.4.10	Analisa Nilai Keseluruhan Nilai Rata-rata Daya Panel surya dengan pendingin dan tanpa pendingin .....	IV-110
4.5	Analisa Efisiensi Panel Surya dengan pendingin dan tanpa pendingin.....	IV-113

<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>V-124</b>
5.1 Kesimpulan.....	V-124
5.2 Saran .....	V-125

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sel Surya .....	I-8
Gambar 2.2 Struktur Panel surya .....	II-9
Gambar 2.3 Panel Surya <i>Monocrystalline</i> .....	II-10
Gambar 2.4 Panel Surya <i>Polycrystalline</i> .....	II-11
Gambar 2.5 <i>Thin film panel surya</i> (TFSC) .....	II-13
Gambar 2.6 Komponen <i>Peltier</i> .....	II-19
Gambar 3.1 Panel Surya 60 WP.....	III-22
Gambar 3.2 <i>Solar Charger Controller</i> .....	III-23
Gambar 3.3 Sensor Ds18b20.....	III-24
Gambar 3.4 Sensor BH1750 .....	III-25
Gambar 3.5 Arduino ATmega 2560 .....	III-26
Gambar 3.6 NodeMCU ESP 8266 .....	III-27
Gambar 3.7 <i>Logic level converter</i> .....	III-28
Gambar 3.8 Sensor INA219.....	III-28
Gambar 3.9 <i>Buzzer</i> .....	III-29
Gambar 3.10 Modul DC to DC XL4015.....	III-30
Gambar 3.11 Modul <i>step down</i> .....	III-30
Gambar 3. 12 <i>Relay 2 modul</i> .....	III-31
Gambar 3.13 Tampilan LCD.....	III-32
Gambar 3.14 Motor Pompa DC .....	III-32
Gambar 3.15 <i>Peltier Set</i> .....	III-33
Gambar 3.16 Alur Penelitian.....	III-35
Gambar 3.17 Tampilan <i>Software</i> Arduino IDE 2.1.10 .....	III-36
Gambar 3.18 Tampilan <i>Platform Thinger IO</i> .....	III-37
Gambar 3.19 Blok diagram perancangan <i>hardware</i> .....	III-37
Gambar 3.20 Blok diagram proses.....	III-38
Gambar 3.21 Rangkaian sistem kontrol dan daya.....	III-40
Gambar 3.22 Blok diagram perancangan <i>software</i> .....	III-41
Gambar 3.23 <i>Flowchart</i> sistem .....	III-42
Gambar 3.24 <i>Flowchart</i> program <i>Arduino IDE</i> .....	III-43



Gambar 3.25 Kontruksi Panel surya .....	I-55
Gambar 4.1 Peletakan titik koordinat pengambilan data .....	IV-57
Gambar 4.2 Pengujian Modul <i>Step down</i> LM2596.....	IV-58
Gambar 4.3 Pengujian Modul <i>Step down</i> XL4015 .....	IV-58
Gambar 4.4 Pengujian Arduino ATmega 2560 .....	IV-59
Gambar 4.5 Pengujian NodeMCU ESP 8266 .....	IV-59
Gambar 4.6 Pengujian <i>Logic level converter</i> .....	IV-60
Gambar 4.7 Pengujian Sensor INA219 .....	IV-60
Gambar 4.8 Pengujian Sensor Ds18b20.....	IV-61
Gambar 4.9 Pengujian Sensor BH1750 .....	IV-61
Gambar 4.10 <i>Pengujian Liquid Crystal Display (LCD)</i> .....	IV-62
Gambar 4.11 Pengujian <i>Buzzer</i> .....	IV-62
Gambar 4.12 Pengujian Modul <i>Relay</i> .....	IV-63
Gambar 4.13 Pengujian <i>Software</i> Arduino ATmega 2560 Pada Arduino IDE. IV-67	
Gambar 4.14 Pengujian <i>Software</i> NodeMCU ESP 8266 pada Arduino IDE... IV-68	
Gambar 4.15 Tampilan Web <i>Platform Thinger IO</i> menu <i>Devices</i> .....	IV-68
Gambar 4.16 Tampilan <i>Menu Devices</i> Koneksi Jaringan Internet.....	IV-69
Gambar 4.17 Pengujian keseluruhan.....	IV-69
Gambar 4.18 Pengujian perbandingan sensor dengan multimeter.....	IV-70
Gambar 4.19 Menu <i>Dashboards</i> pada <i>Thinger IO</i> H-1 .....	IV-70
Gambar 4.20 Menu <i>Dashboards</i> pada <i>Thinger IO</i> hari-2 .....	IV-72
Gambar 4.21 Menu <i>Dashboards</i> pada <i>Thinger IO</i> hari -3 .....	IV-73
Gambar 4.22 Menu <i>Dashboards</i> pada <i>Thinger IO</i> .....	IV-75
Gambar 4.23 Menu <i>Dashboards</i> pada <i>Thinger IO</i> hari-5 .....	IV-76
Gambar 4.24 Menu <i>Dashboards Thinger IO</i> pada hari -6 .....	IV-78
Gambar 4.25 Grafik perbandingan tegangan selama 3 hari dalam kondisi beban pengisian baterai dan beban berupa peralatan kontrol .....	IV-93
Gambar 4.26 Perbandingan tegangan selama 3 hari dalam kondisi beban berupa peralatan kontrol .....	IV-94
Gambar 4.27 Grafik perbandingan arus selama 3 hari dalam kondisi beban pengisian baterai dan beban berupa peralatan kontrol .....	IV-95

Gambar 4.28 Grafik perbandingan arus selama 3 hari dalam kondisi beban berupa peralatan kontrol .....	V-96
Gambar 4.29 Grafik perbandingan suhu selama 3 hari dalam kondisi beban pengecasan baterai dan beban berupa peralatan kontrol .....	IV-97
Gambar 4.30 Grafik perbandingan suhu selama 3 hari dalam kondisi berupa peralatan kontrol .....	IV-98
Gambar 4.31 Grafik radiasi matahari dalam 6 hari.....	IV-99
Gambar4.32 Grafik perbandingan daya selama 3 hari dalam kondisi beban pengecasan baterai dan beban berupa peralatan kontrol .....	IV-100
Gambar 4.33 Grafik perbandingan daya selama 3 hari berupa beban peralatan kontrol.....	IV-101
Gambar 4.34 Grafik perbandingan tegangan rata-rata per 3 hari dalam kondisi berbeban dan beban berupa peralatan kontrol .....	IV-103
Gambar 4. 35 Grafik perbandingan arus rata-rata per 3 hari dalam kondisi beban pengecasan baterai dan beban berupa peralatan kontrol .....	IV-105
Gambar 4.36 Grafik perbandingan suhu rata-rata per 3 hari dalam kondisi berbeban dan beban berupa peralatan kontrol.....	IV-107
Gambar 4.37 Grafik perbandingan rata-rata radiasi per 3 hari .....	IV-109
Gambar 4.38 Grafik perbandingan daya rata-rata per 3 hari dalam kondisi berbeban dan beban berupa peralatan kontrol.....	IV-112
Gambar 4.39 Grafik rata-rata efisiensi per 3 hari dalam panel surya dalam keadaan berbeban dan beban berupa peralatan kontrol .....	IV-122

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Posisi kemiringan panel surya.....	I-18
Tabel 3.1 Bahan dan jumlah penelitian .....	III-20
Tabel 3.2 Spesifikasi Panel Surya 60-WP.....	III-22
Tabel 3.3 Spesifikasi <i>Solar Charger Controller</i> .....	III-23
Tabel 3.4 Spesifikasi Sensor Ds18b20 .....	III-24
Tabel 3.5 Spesifikasi Sensor BH1750.....	III-24
Tabel 3.6 Spesifikasi Arduino ATmega 2560.....	III-26
Tabel 3.7 Spesifikasi NodeMCU ESP 8266.....	III-27
Tabel 3.8 Spesifikasi <i>Logic level converter</i> .....	III-28
Tabel 3.9 Spesifikasi sensor INA219 .....	III-28
Tabel 3.10 Spesifikasi <i>Buzzer</i> .....	III-29
Tabel 3.11 Spesifikasi <i>Step down</i> XL4015.....	III-29
Tabel 3.12 Spesifikasi LM2596 .....	III-30
Tabel 3.13 Spesifikasi <i>Relay</i> 2 modul .....	III-31
Tabel 3.14 Spesifikasi LCD 20 × 4 I2C .....	III-31
Tabel 3.15 Spesifikasi Motor Pompa DC.....	III-32
Tabel 3.16 Spesifikasi <i>Peltier Set</i> .....	III-33
Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Pengujian <i>Error</i> Modul <i>Step down</i> LM2596.....	IV-63
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Pengujian Modul <i>Step down</i> XL4015.....	IV-63
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan <i>Error</i> Pengujian Arduino ATmega 2560.....	IV-63
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan <i>Error</i> Pengujian NodeMCU ESP 8266.....	IV-64
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan <i>Error</i> Pengujian <i>Level Logic Converter</i> .....	IV-64
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan <i>Error</i> Pengujian Sensor INA219 .....	IV-64
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan <i>Error</i> Pengujian Sensor Ds18b20.....	IV-65
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan <i>Error</i> Pengujian Sensor BH1750.....	IV-65
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan <i>Error</i> Pengujian <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD). ..	IV-65
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan <i>Error</i> Pengujian <i>Buzzer</i> .....	IV-65
Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Pengujian Modul <i>Relay</i> .....	IV-66
Tabel 4.12 Hasil Perbandingan Pengujian Sensor dengan Alat Ukur Sebenarnya .....	IV-66
Tabel 4.13 Hasil pengambilan data hari-1.....	IV-71

Tabel 4.14 Hasil pengambilan data hari-2.....	V-72
Tabel 4.15 Hasil pengambilan data hari-3 .....	IV-74
Tabel 4.16 Hasil pengambilan data hari-4.....	IV-75
Tabel 4.17 Hasil pengambilan data hari-5.....	IV-77
Tabel 4.18 Hasil pengambilan data hari-6.....	IV-78
Tabel 4.19 Hasil Perhitungan daya hari-1 .....	IV-80
Tabel 4.20 Hasil perhitungan daya hari-2 .....	IV-81
Tabel 4.21 Hasil perhitungan daya hari-3 .....	IV-82
Tabel 4.22 Hasil perhitungan nilai daya rata-rata panel surya berbeban berupa pengecasan dan peralatan kontrol dengan pendingin.....	IV-83
Tabel 4.23 Hasil perhitungan nilai daya rata-rata panel surya berbeban berupa pengecasan baterai dan peralatan kontrol tanpa pendingin.....	IV-85
Tabel 4.24 Hasil perhitungan daya hari-4 .....	IV-86
Tabel 4.25 Hasil perhitungan daya hari-5 .....	IV-87
Tabel 4.26 Hasil perhitungan daya hari-6 .....	IV-88
Tabel 4.27 Hasil perhitungan nilai daya rata-rata panel surya dengan beban peralatan kontrol dengan pendingin .....	IV-90
Tabel 4.28 Hasil perhitungan nilai daya rata-rata panel surya dengan beban berupa peralatan kontrol tanpa pendingin .....	IV-91
Tabel 4.29 Tabel nilai radiasi matahari perhari selama 6 hari.....	IV-92
Tabel 4.30 Hasil Nilai rata-rata perhari.....	IV-100
Tabel 4.31 Hasil perbandingan Rata-rata Tegangan selama 6 hari .....	IV-102
Tabel 4.32 Hasil perbandingan Rata-rata Arus selama 6 hari .....	IV-104
Tabel 4.33 Hasil perbandingan Rata-rata Suhu selama 6 hari .....	IV-106
Tabel 4.34 Hasil perbandingan Rata-rata radiasi matahari selama 6 hari .....	IV-108
Tabel 4. 35 Hasil perbandingan Rata-rata Daya selama 6 hari .....	IV-110
Tabel 4.36 Analisa hasil rata-rata nilai daya selama 3 hari dalam keadaan berbeban dan beban berupa peralatan kontrol .....	IV-112
Tabel 4.37 Hasil perhitungan efisiensi panel surya dengan pendingin dan tanpa pendingin hari-1 .....	IV-113
Tabel 4.38 Hasil perhitungan efisiensi panel surya dengan pendingin dan tanpa pendingin hari-2 .....	IV-115

Tabel 4.39 Hasil perhitungan efisiensi panel surya dengan pendingin dan tanpa pendingin hari-3 .....	V-116
Tabel 4.40 Hasil perhitungan efisiensi panel surya dengan pendingin dan tanpa pendingin hari-4 .....	IV-118
Tabel 4.41 Hasil perhitungan efisiensi panel surya dengan pendingin dan tanpa pendingin hari-5 .....	IV-119
Tabel 4.42 Hasil perhitungan efisiensi panel surya dengan pendingin dan tanpa pendingin hari-6 .....	IV-121
Tabel 4.43 Hasil analisa efisiensi panel surya dengan pendingin dan tanpa pendingin .....	IV-122