

PROYEK AKHIR

**PROTOTIPE DAN SISTEM MONITORING
PENDINGIN EVAPORATIF TENAGA SURYA
KAPASITAS 20 L DENGAN *COOLING PAD* BERBASIS
KARBON AKTIF**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I DEWA MADE RIYAN MAHENDRA PUTRA

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK PENDINGIN DAN TATA
UDARA**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2023**

PROYEK AKHIR

**PROTOTIPE DAN SISTEM MONITORING
PENDINGIN EVAPORATIF TENAGA SURYA
KAPASITAS 20 L DENGAN *COOLING PAD* BERBASIS
KARBON AKTIF**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

**I DEWA MADE RIYAN MAHENDRA PUTRA
NIM. 2015223060**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK PENDINGIN DAN TATA
UDARA**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

PROTOTIPE DAN SISTEM MONITORING PENDINGIN EVAPORATIF TENAGA SURYA KAPASITAS 20 L DENGAN COOLING PAD BERBASIS KARBON AKTIF

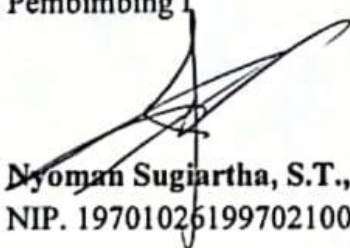
Oleh

I DEWA MADE RIYAN MAHENDRA PUTRA
NIM. 2015223060


Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan
program D3 pada Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Bali.

Disetujui oleh:

Pembimbing I


Nyoman Sugiarta, S.T., M.Eng., M.Si.
NIP. 197010261997021001

Pembimbing II


Ir. I Made Sugina, M.T.
NIP. 196707151997021004

Dit sahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg.
NIP. 196609241993031003



LEMBAR PERSETUJUAN

PROTOTYPE DAN SISTEM MONITORING PENDINGIN EVAPORATIF TENAGA SURYA KAPASITAS 20 L DENGAN COOLING PAD BERBASIS KARBON AKTIF

Oleh

I DEWA MADE RIYAN MAHENDRA PUTRA
NIM. 2015223060

Proyek Akhir ini telah dipertahankan di depan Tim Penguji dan diterima untuk dapat dicetak sebagai Buku Proyek Akhir pada hari/tanggal:
Senin, 23 Juli 2023.

Tim Penguji

Tanda Tangan

Ketua Penguji : Ida Bagus Gde Widianantara, S.T., M.T.
NIP : 197204282002121001

()

Penguji I : Ir. Daud Simon Anakotapary, M.T.
NIP : 196411151994031003

()

Penguji II : Achmad Wibolo, S.T., M.T.
NIP : 196405051991031002

()

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : I Dewa Made Riyan Mahendra Putra
NIM : 2015223060
Program Studi : D3 Teknik Pendingin dan Tata Udara
Judul Proyek Akhir : Prototipe dan Sistem Monitoring Pendingin Evaporatif
Tenaga Surya Kapasitas 20 L dengan *Cooling Pad*
Berbasis Karbon Aktif

Dengan ini menyatakan bahwa karya ilmiah Buku Proyek Akhir ini bebas Plagiat. Apabila dikemudian hari terbukti plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai Peraturan Mendiknas RI No.17 Tahun 2010 dan Perundang-undangan yang berlaku.

Badung, 09 Juli 2023

Yang membuat pernyataan



I Dewa Made Riyan Mahendra Putra
NIM. 2015223060

UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam penyusunan Buku Proyek Akhir ini, penulis banyak menerima bimbingan, petunjuk serta dorongan dan bantuan dari berbagai pihak baik yang bersifat moral maupun material. Penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu. Dengan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, penulis pada kesempatan ini menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE, M.eCom, selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Bapak I Kadek Ervan Hadi Wiryanata, S.T., M.T, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin.
4. Bapak Ir. I Wayan Adi Subagia, M.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Pendingin dan Taat Udara.
5. Bapak Nyoman Sugiarta, S.T., M.Eng., M.Si. selaku dosen pembimbing-1 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis, sehingga Buku Proyek Akhir ini dapat diselesaikan.
6. Bapak Ir. I Made Sugina, M.T.selaku dosen pembimbing-2 yang selalu memberikan dukungan, perhatian, semangat dari awal menjadi mahasiswa hingga saat ini.
7. Segenap dosen dan seluruh staf akademik serta PLP yang selalu membantu dalam memberikan fasilitas, ilmu, serta pendidikan pada penulis hingga dapat menunjang dalam penyelesaian Buku Proyek Akhir ini.
8. Kedua orang tua tercinta yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat, serta doa demi kelancaran dan kesuksesan dalam menyelesaikan Buku Proyek Akhir ini.
9. Kemudian terimakasih banyak untuk Kakak/Adik tercinta yang telah memberikan dukungan serta perhatian kepada penulis.
10. Teman – teman seperjuangan dalam menyelesaikan Buku Proyek Akhir yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan kepada penulis
11. Sahabat-sahabat terimakasih telah menjadi sahabat terbaik bagi penulis yang selalu memberikan dukungan, semangat, motivasi, serta doa hingga penulis dapat menyelesaikan buku proyek akhir ini.

12. Serta masih banyak lagi pihak-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian Buku Proyek Akhir yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu. Semoga Tuhan Yang Maha Kuasa senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan.

Semoga Buku Proyek akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca umumnya, peneliti atau penulis, dan khususnya kepada civitas akademik Politeknik Negeri Bali.

Badung, 15 Juli 2023

I Dewa Made Riyan Mahendra Putra

ABSTRAK

Pendingin Evaporatif merupakan sistem pengkondisian udara yang menggunakan air sebagai media pendinginan dan tidak menggunakan refrigeran dan relatif ramah lingkungan, dimana alat ini menggunakan energi baru terbarukan yaitu menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Hal ini karena cahaya matahari sebagai sumber energi pada PLTS adalah salah satu sumber energi yang jauh lebih murah, ramah lingkungan dan pastinya lebih hemat. suplay daya yang memanfaatkan cahaya matahari sebagai sumber tegangan listrik.

Tujuan dari Proyek Akhir ini adalah untuk merancang bangun suatu alat pendingin dengan suplay daya dari panel surya dan untuk mengetahui unjuk kerja alat dari sistem monitoring. Sistem ini di harapkan dapat memudahkan proses monitoring suatu kinerja alat seperti memonitoring suhu, kelembaban, energi dari load pendingin evaporatif secara rutin, otomatis dan kendali jarak jauh.

Metode pembuatan prototipe pendingin evaporatif dan sistem monitoring ini secara keseluruhan melalui 5 tahap; (1) merancang box pendingin evaporatif; (2) merancang sistem monitoring dan kontrol; (3) membuat kodingan; (4) mengkoding modul wifi; (5); mengoperasikan sistem.

Hasil pengujian sistem menunjukkan hasil dari penurunan suhu, kelembaban, intensitas cahaya matahari, tegangan, arus, daya dan energi. . Pembacaan masing-masing sensor dikirim ke modul wifi yang terhubung ke internet sehingga data pembacaan dari sensor mampu ditampilkan melalui aplikasi Blynk. Tampilan pada Blynk dan berupa display, grafik dan dapat diakses melalui gadget. Dengan adanya teknologi internet of things ini kita bisa memonitor suhu dan energi pada pembangkit listrik tenaga surya dapat dilihat hanya dengan membuka gadget atau hp sehingga mampu secara realtime dan kendali jarak jauh asalkan kedua perangkat terhubung ke internet.

Kata kunci: perancangan, monitoring, kontrol

PROTOTYPE AND MONITORING SYSTEM OF 20 L CAPACITY EVAPORATIVE SOLAR COOLING WITH ACTIVATED CARBON BASED COOLING PAD

ABSTACT

Evaporative Cooling is an air conditioning system that uses water as a cooling medium and does not use refrigerants and is relatively environmentally friendly, where this tool uses renewable energy, namely using Solar Power Plants (PLTS). This is because sunlight as an energy source in PLTS is one of the energy sources that is much cheaper, environmentally friendly and certainly more efficient. The power supply uses sunlight as a source of electric voltage.

The purpose of this Final Project is to design and build a cooling device with power supply from solar panels and to find out the performance of the tool from the monitoring system. This system is expected to facilitate the process of monitoring a device's performance such as monitoring temperature, humidity, energy from the evaporative cooler load routinely, automatically and remotely. The evaporative cooler prototyping method and monitoring system goes through 5 stages in a straight line; (1) designing an evaporative cooler box; (2) designing a monitoring and control system; (3) coding; (4) coding the wifi module; (5); operate the system.

The results of system testing show the results of changes in temperature, humidity, sunlight intensity, voltage, current, power and energy. . The readings of each sensor are sent to the wifi module which is connected to the internet so that the reading data from the sensors can be displayed via the Blynk application. Display on Blynk and in the form of displays, graphics and can be accessed via gadgets. With the internet of things technology, we can monitor temperature and energy in a solar power plant, which can be seen simply by opening a gadget or cellphone so that it can be controlled in real time and remotely as long as both devices are connected to the internet.

Keywords: design, monitoring, control

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Buku Proyek Akhir ini yang berjudul "Prototipe dan Sistem Monitoring Pendingin Evaporatif Tenaga Surya Kapasitas 20 L dengan *Cooling Pad* Berbasis Karbon Aktif" tepat pada waktunya. Penyusunan Buku Proyek Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan program pendidikan pada jenjang Diploma 3 Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

Penulis menyadari pada pembuatan Buku Proyek Akhir ini ditemukan banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis berharap kritik dan saran dari pembaca sebagai pelajaran bagi penulis agar dapat menyempurnakan karya-karya ilmiah lainnya di masa yang akan datang.

Badung, 09 Juli 2023

I Dewa Made Riyan Mahendra Putra

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	ii
Lembar Pengesahan	iii
Lembar Persetujuan.....	iv
Surat Pernyataan Bebas Plagiat.....	v
Ucapan terimakasih.....	vi
Abstrak dalam Bahasa Indonesia	vii
Abstrak dalam Bahasa Inggris	x
Kata Pengantar	xii
Daftar Isi.....	xiii
Daftar Tabel	xiv
Daftar Gambar.....	xv
Daftar Lampiran	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.4.1 Tujuan Umum	2
1.4.2 Tujuan Khusus	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.5.1 Bagi Penulis	3
1.5.2 Bagi Masyarakat.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Pendingin Evaporatif.....	4
2.2 Cara Kerja pendingin Evaporatif	5
2.3 Jenis-jenis Pendingin Evaporatif	6
2.4 Komponen Utama Pendingin Evaporatif	6
2.5 Sistem PLTS	9

2.5.1 PLTS sistem <i>On grid</i>	9
2.5.2 PLTS sistem <i>Off grid</i>	10
2.5.3 PLTS sistem <i>Hybirth</i>	10
2.5.4 Komponen sisem PLTS	11
2.6 Pengertian sistem <i>monitoring</i> dan kontrol	13
2.6.1 Komponen sistem <i>monitoring</i> dan kontrol	13
2.7 <i>Psychometric chart</i>	16
2.7.1 Jenis-jenis <i>psychometric chart</i>	17
BAB III METODE PENELITIAN	22
3.1 Jenis Penelitian.....	22
3.1.1 Gambar skema rancang bangun	22
3.1.2 Prinsip Kerja Alat.....	23
3.2 Alur Pengujian	24
3.3 Lokasi dan waktu penelitian.....	25
3.4 Penentuan Sumber Data	26
3.5 Sumber Daya Penelitian.....	26
3.6 Instrumen Penelitian.....	27
3.7 Prosedur Penelitian.....	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Hasil Rancangan.....	29
4.1.1 Perencanaan Kapasitas	29
4.1.2 Proses pembuatan komponen	32
4.1.3 Proses perakitan.....	35
4.1.4 Proses Pemrograman	36
4.2 Pembahasan.....	40
4.2.1 Mekanisme Pengujian Kinerja Alat.....	40
BAB V PENUTUP	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	49

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal pelaksanaan Penelitian Proyek Akhir	25
--	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Direct</i> Evaporatif.....	5
Gambar 2.2 <i>Indirect</i> Evaporatif	5
Gambar 2.3 <i>Ducting poloryurethane</i>	6
Gambar 2.4 <i>Cooling pad</i> (karbon aktif).....	7
Gambar 2.5 <i>Fan</i>	7
Gambar 2.6 Pompa air.....	8
Gambar 2.7 <i>Water tank</i>	8
Gambar 2.8 Pipa air.....	9
Gambar 2.9 PLTS sistem <i>on grid</i>	10
Gambar 2.10 PLTS sistem <i>off-grid</i>	10
Gambar 2.11 PLTS sistem <i>hybrid</i>	11
Gambar 2.12 Panel Surya.....	11
Gambar 2.13 SSC (<i>Solar Charge Controller</i>)	12
Gambar 2.14 Aki atau Baterai.....	12
Gambar 2.15 <i>Inventor</i>	13
Gambar 2.16 NodeMCU ESP8266	14
Gambar 2.17 Sensor DHT22.....	14
Gambar 2.18 Sensor BH1750	15
Gambar 2.19 Sensor tegangan PZEM-003.....	15
Gambar 2.20 Relay 12V.....	16
Gambar 2.21 <i>Psychometric chart</i>	17
Gambar 2.22 <i>Dry-bulb</i> temperatur	17
Gambar 2.22 <i>Wet-bulb</i> temperatur	18
Gambar 2.24 <i>Dew-point</i> temperatur.....	18
Gambar 2.25 <i>Specific Humidity</i>	19
Gambar 2.26 <i>Relative Humudity</i>	19
Gambar 2.27 <i>Enthalpi</i>	20
Gambar 2.28 <i>Specific Volume</i>	20

Gambar 2.29 Proses Humidifikasi	21
Gambar 2.30 Proses Dehumidifikasi	21
Gambar 3.1 Gambar Desai Rancang Bangun	23
Gambar 3.2 Gambar Desai Rancang Bangun	23
Gambar 3.3 Desain blok diagram sistem <i>Monitoring</i> dan kontrol berbasis NodeMCU ESP8266	26
Gambar 4.1 Skematik Rangkaian Alat Pendingin Evaporatif.	29
Gambar 4.2 Pendingin Evaporatif bagian depan.....	30
Gambar 4.2 Pendingin Evaporatif bagian samping kiri	31
Gambar 4.3 <i>Wiring diagram</i>	31
Gambar 4.4 Proses pemotongan.....	32
Gambar 4.5 <i>Cooling pad</i> yang sudah di potong.....	33
Gambar 4.6 Pemasangan pipa dan <i>Water Tank</i>	33
Gambar 4.7 Pemasangan <i>Fan</i> dan pipa.....	34
Gambar 4.8 Proses perakitan dan pengeleman	34
Gambar 4.9 Pemasangan talang air dan tempat <i>Cooling Pad</i>	35
Gambar 4.10 Rangkaian sistem monitoring dan kontrol	35
Gambar 4.11 Proses merangai kelistrikan.....	36
Gambar 4.12 kodingan monitoring	37
Gambar 4.13 Tampilan token blynk.....	38
Gambar 4.14 <i>Runing test</i> kodingan	38
Gambar 4.15 <i>Uploading done</i>	39
Gambar 4.16 Serial monitor	39
Gambar 4.17 Skrinsiut <i>blynk</i>	40
Gambar 4.18 Tampilan data <i>excel</i>	40
Gambar 4.19 Tata letak Sensor Suhu dan Kelembaban.....	41
Gambar 4.20 Sirkuit pembacaan sensor pada aplikasi blynk.....	42
Gambar 4.21 Pengambilan data lewat aplikasi PLX-DAQ.....	42
Gambar 4.22 Grafik temperatur	43
Gambar 4.23 Grafik kelembaban	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Kodingan Program Aduino IDE.....	49
Lampiran 2 : Data pembacaan sensor.....	53
Lampiran 3 : Gambar 3D.....	75
Lampiran 4 : Form Bimbingan Proyek Akhir Dosen Pembimbing 1.....	76
Lampiran 5 : Form Bimbingan Proyek Akhir Dosen Pembimbing 2.....	77

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peralatan penyejuk udara mengkonsumsi daya yang signifikan terutama dalam kondisi pengoperasian suhu tinggi. Peningkatan permintaan energi menjelaskan perlunya mengeksplorasi metode pendinginan alternatif untuk mengurangi konsumsi energi. Sistem pendingin evaporatif ini merupakan sistem yang ramah lingkungan karena sistem pendingin evaporatif ini tidak menggunakan refrigeran yang dapat menimbulkan efek rumah kaca.

Sistem pendingin evaporatif ini juga memiliki keunggulan penghematan energi listrik karena sistem ini memanfaatkan panas dari cahaya matahari. Sistem ini sangat dibutuhkan untuk di pedesaan tepatnya pada daerah terpencil yang jauh dari jangkauan energi listrik dan baik untuk para petani dimana dengan adanya bantuan mesin pendingin evaporatif petani dapat menyimpan sayuran sementara atau penyimpanan awal sebelum di grosir di pasaran, Oleh karena itu dicarilah alternatif pendinginan lainnya yang lebih ramah lingkungan dan relatif lebih terjangkau maka dipilihlah sistem pendingin evaporatif.

Pendingin evaporatif merupakan sistem pengkondisian udara yang menggunakan media air sebagai media pendingin dan menambah kelembaban pada aliran udara, sehingga temperatur bola kering menjadi lebih dingin sebelum terjadi proses penguapan. Pada sistem pendingin evaporatif udara mengalir pada *pad* basah sehingga menurunkan temperatur udara ruangan.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam penjelasan latar belakang yang telah di paparkan di atas maka permasalahan yang akan di bahas dalam pengujian mesin pendingin evaporatif yang diantaranya meliputi :

- a. Bagaimana merancang bangun prototipe pendingin evaporatif tenaga surya kapasitas 20 L dengan *cooling pad* berbasis karbon aktif ?

- b. Bagaimana rancangan dan implementasi sistem *monitoring* pada prototipe pendingin evaporatif tenaga surya kapasitas 20 L dengan *cooling pad* berbasis karbon aktif?
- c. Bagaimana kinerja prototipe pendingin evaporatif tenaga surya kapasitas 20 L dengan *cooling pad* berbasis karbon aktif yang dilengkapi dengan sistem *monitoring*?

1.3 Batasan Masalah

Dalam Proposal Proyek Akhir ini permasalahan yang dibahas dibatasi sebagai berikut:

- a. Kotak prototipe pendingin evaporatif menggunakan bahan *polyurethane*.
- b. Kapasitas penyimpanan dingin adalah 20 L
- c. Suplai daya listrik menggunakan sumber daya DC dari PLTS
- d. Mikrokontroler untuk sistem *monitoring* menggunakan *board* NodeMCU ESP8266

1.4 Tujuan penelitian

Tujuan penelitian ini terdiri dari tujuan umum dan tujuan khusus.

1.4.1 Tujuan Umum

- a. Memenuhi salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan pendidikan Diploma III Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali
- b. Mengaplikasikan ilmu-ilmu yang diperoleh selama mengikuti perkuliahan di Jurusan Teknik Mesin, Program Studi D3 Teknik Pendingin dan Tata Udara di Politeknik Negeri Bali baik secara teori maupun praktek.

1.4.2 Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus yang ingin dicapai dalam pembuatan Proposal Proyek Akhir ini adalah :

- a. Mampu merancang bangun prototipe pendingin evaporatif tenaga surya kapasitas 20 L dengan *cooling pad* berbasis karbon aktif Mampu merancang alat *monitoring* pendingin evaporatif dengan suplai daya PLTS.

- b. Mampu mengetahui kinerja alat *monitoring* pendingin evaporatif dengan suplai daya PLTS.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian yang diusulkan dalam Proposal Proyek Akhir ini sebagai berikut:

- a. Perancangan prototipe pendingin evaporatif ini sebagai sarana untuk menerapkan dan mengembangkan ilmu-ilmu yang didapat selama mengikuti perkuliahan di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negri Bali baik secara teori maupun praktik, selain itu merupakan syarat menyelesaikan Pendidikan D3 Teknik Pendingin dan Tata Udara Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negri Bali.
- b. Agar masyarakat dapat mengetahui sistem *monitoring* dan proses perancangan alat pendingin evaporatif yang ramah lingkungan menggunakan energi terbarukan yaitu pembangkit listrik tenaga surya dengan anggaran biaya yang efisien dan hasil pembuatan alat tersebut dapat memberikan pengetahuan baru bagi banyak kalangan masyarakat.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Adapun beberapa kesimpulan dari pembuatan alat Prototipe dan Sistem Monitoring Pendingin Evaporatif Tenaga Surya Kapasitas 20 L Dengan *Cooling Pad* Berbasis Karbon Aktif adalah sebagai berikut:

- a) Perancangan *box* Prototipe dan Sistem Monitoring Pendingin Evaporatif Tenaga Surya Kapasitas 20 L Dengan *Cooling Pad* Berbasis Karbon Aktif memiliki ukuran 31cm x 20cm x 39cm yang menggunakan bahan *duckting polyurethane* dan menggunakan spon *filter* air yang di beli secara online.
- b) Sistem monitoring yang dirancang dapat untuk memonitoring sensor suhu, sensor intensitas cahaya, sensor energi listrik dari PLTS secara *realtime* dan kendari jarak jauh, sistem ini menggunakan 4 sensor suhu DHT 22, 3 sensor energi PZEM-003, 1 sensor intensitas cahaya dan 1 buah relay untuk saklar untuk meng *on off* kan fan dan pompa melalui aplikasi Blynk, yang dimana nantinya data dari sensor-sensor tersebut akan di tampilkan menggunakan modul wifi NodeMCU sehingga dapat di akses *flatfrom* blynk dan di tampilkan berupa *display* dan grafik, bisa juga di akses pada *excel* dengan aplikasi PLX-DAQ untuk menampilkan tabel data secara *realtime*.
- c) Memonitor kinerja alat dari jarak jauh yang menggunakan aplikasi bylink yang dimana kita dapat memonitoring alat dari jarak jauh jika modul NodeMCU sudah konek dengan internet/wifi.

5.2 Saran

- a) Perancangan *box* Prototipe dan Sistem Monitoring Pendingin Evaporatif Tenaga Surya Kapasitas 20 L Dengan *Cooling Pad* Berbasis Karbon Aktif saat proses pembuatan *box* sebaiknya menggunakan *cutter* khusus untuk memotong *duckting* piu agar hasilnya rapi dan untuk perekatnya disaran kan silen tujuan nya agar tidak terjadi kebocoran pada *cooling box*

- b) Jika merangkai sistem monitoring disarankan agar tidak menggunakan *bread board* dan jangan sesekali melepas pasang kabel jumpernya, jika sering di lepas pasang bisa memicu terjadinya eror pada kodingan, jadi disarankan untuk membuat *layout* permanen untuk menghindari eror pada kodingan.
- c) Sensor ini sangat sensitif dan disarankan harus memakai laptop versi baru, untuk menjalankan program ini jika tidak ada jaringan wifi program ini tidak bisa berjalan dengan maksimal dan jangan ceroboh saat merangkai kelistikannya jika salah pemasangan kabel saja bisa berakibat fatal pada sensor-sensornya.

DAFTAR PUSTAKA

- Amer *et al* 2015 https://www.researchgate.net/figure/Schematic-of-a-direct-indirect- evaporative-cooling-system_fig4_285976956. Diakses 5 februari 2023.
- Arduotec 2019 Arduino Sensor Suhu DS18B20 <https://www.ardutech.com/arduino- sensor-suhu-ds18b20/>. Diakses 5 februari 2023.
- Builder Indonesia. 2020. Perbedaan *PLTS On Grid* dan *Off Grid Serta Hybrid System*. <https://www.builder.id/perbedaan-plts-on-grid-dan-off-grid-serta- hybrid-system/>. Diakses tanggal 1 Februari 2023.
- Edisukm 2015. "Pemodelan Sistem Pembangkit Listrik Hybrid Diesel Generator dan Photovoltaic Array Menggunakan Perangkat Lunak Homer". Jurnal : Ecotipe vol.2 no.2 ISSN 2335-506. Diakses tanggal 9 Februari 2023.
- Dekoruma 2021 <https://www.dekoruma.com/artikel/82653/jenis-pipa-air-dan- kegunaannya>. Diakses tanggal 9 Februari 2023.
- Dennydarlis 2023 <https://dennydarlis.staff.telkomuniversity.ac.id/empat-point- nol/limapointdua/4-2-2-sensor/4-2-2-4-sensor-dht/> Feri, Djuandi, 2011. Kelas Mikrokontroler. Yogyakarta. Diakses tanggal 11 Februari 2023.
- Dave Marshall-George. 2011. *Pengertian direct evaporatif dan indirect evaporatif* <https://www.condair.co.uk/knowledge-hub/direct-and-indirect- evaporative-cooling-strategies>. Diakses tanggal 5 Februari 2023.
- Gesainstech 2020 <https://www.gesainstech.com/2021/05/solar-charge-controller- pwm-mppt.html>. Diakses tanggal 13 Februari 2023.
- Harlad 2020 <https://www.harald-nyborg.dk/boligen/ytblbehoer/opbevaringsbokse- og-kasser>. Diakses pada tangga 23 Agustus 2023.
- Hexsana 2022 <https://www.hexana.co.id/post/jenis-jenis-panel-surya-dan- kelebihan-1>. Diakses tanggal 10 Februari 2023.
- Jabodetabek 2023 <https://www.jakartanotebook.com/p/cn-pompa-air-mini- brushless-submersible-aquarium-dc-12v-30w-zyw890-black>. Diakses tanggal 10 Februari 2023.
- Masturin 2002 <https://repository.ummat.ac.id/574/3/COVER%20- %20BAB%20III.pdf>. Diakses tanggal 11 Februari 2023.
- M. Pamungkas 2015 Bh 1750 ; M. Pamungkas, Hafiddudin, and Y. S. Rohmah, "Perancangan dan Realisasi Alat Pengukur Intensitas Cahaya," ELKOMIKA Itenas, vol. 3, no. 2, pp. 121–122, 2015. Diakses tanggal 5 Februari 2023.

- Panel surya indonesia. 2023. *Power Inverter 2000W*. https://suryapanelindonesia.com/products/detail/189/power_inverter_2000w/. Diakses tanggal 1 Februari 2023.
- Pita, Edward 1981 <https://lib.ui.ac.id/file?file=digital/123753-R220850-Analisa%20energi%20Literatur.pdf>. Diakses tanggal 11 Februari 2023.
- Pojokdingin 2018 : <https://www.pojokdingin.com/2021/09/cara-membaca-psychrometric-chart-jenis-psychrometric-chart.html>. Diakses tanggal 12 Februari 2023.
- ResearchGate 2008 https://www.researchgate.net/figure/Schematic-of-a-direct-indirect-evaporative-cooling-system_fig4_285976956. Diakses tanggal 12 Februari 2023.
- Syofiyah A.D. 2021. Pembangkit Listrik Tenaga Surya On Grid Berbasis IoT Thinkspcak (Analisa Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya On Grid Berbasis IoT Thinkspcak). Skripsi. Tidak Diterbitkan. Fakultas Teknik Elektro. Politeknik Negeri Jakarta. Diakses tanggal 12 Februari 2023.
- Sanspower. 2020. Pengertian dan Cara Kerja Panel Surya. <https://www.sanspower.com/pengertian-dan-cara-kerja-panel-surya.html>. Diakses tanggal 1 Februari 2023.
- Sanspower. 2021. Rekomendasi Baterai Panel Surya Terbaik untuk Anda. <https://www.sanspower.com/baterai-panel-surya-terbaik-untuk-anda-jangan-salah-pilih.html>. Diakses tanggal 5 Februari 2023.
- Simor teknologi 2021 <https://www.google.com/search?q=pzem+-003&oq=pzem&aqs=chrome.0.69i59j69i57j0i512l5j69i61.5609j0j9&sourceid=chrome&ie=UTF-8>. Diakses tanggal 6 Februari 2023.
- Techtonics 2023 <https://www.techtonics.in/12v-dual-channel-relay-module>. Diakses tanggal 10 Februari 2023.
- Tokopedia 2009 <https://www.tokopedia.com/find/ember-persegi>. Diakses tanggal 10 Februari 2023.
- Walmart 2023 <https://www.walmart.com/ip/DC12V-60mmx60mmx15mm-7-Vanes-DC-Brushless-Fan-Motor-PC-Case-Cooling-Fan-Cooler/470417330>. Diakses tanggal 10 Februari 2023.
- Yingde 2020 <https://www.chinaventech.com/polyurethane-pu-foam-pre-insulated-duct-panel-for-hvac-air-duct-4701.html>. Diakses tanggal 12 Februari 2023.
- Yoga, P. 2020. Apa yang Dimaksud dengan NodeMCU ESP8266 ?. <https://www.arduino.biz.id/2020/10/apa-yang-dimaksud-dengan-nodemcu-esp8266.html>. Diakses tanggal 10 Februari 2023.