

SKRIPSI

**ANALISIS PENGGUNAAN CAMPURAN ES DAN
GARAM UNTUK MENDINGINKAN AIR PENDINGIN
PADA SISTEM PENDINGIN EVAPORATIF**



Oleh

I KADEK DEVA ARIYOGA SUNU

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2023

SKRIPSI

**ANALISIS PENGGUNAAN CAMPURAN ES DAN
GARAM UNTUK MENDINGINKAN AIR PENDINGIN
PADA SISTEM PENDINGIN EVAPORATIF**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I KADEK DEVA ARIYOGA SUNU

NIM. 1915234012

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2023

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PENGGUNAAN CAMPURAN ES DAN GARAM UNTUK MENDINGINKAN AIR PENDINGIN PADA SISTEM PENDINGIN EVAPORATIF

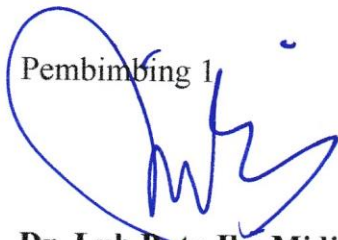
Oleh

I KADEK DEVA ARIYOGA SUNU

NIM. 1915234012

Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Skripsi Prodi Sarjana Terapan
Teknologi Rekayasa Utilitas pada Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Bali

Disetujui oleh:

Pembimbing 1


Dr. Luh Putu Ike Midiani, ST., MT
NIP. 197206021999032002

Pembimbing 2



I Kadek Ervan Hadi Wiryanta, ST., MT
NIP. 198207102014041001

Disetujui oleh:



Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg

NIP. 196609241993031003

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS PENGGUNAAN CAMPURAN ES DAN GARAM UNTUK MENDINGINKAN AIR PENDINGIN PADA SISTEM PENDINGIN EVAPORATIF

Oleh

I KADEK DEVA ARIYOGA SUNU
NIM. 1915234012

Skripsi ini telah dipertahankan di depan Tim Penguji dan diterima untuk dapat
dicetak sebagai Buku Skripsi pada hari/tanggal :
Kamis, 24 Agustus 2023

Tim Penguji

Ketua Penguji : Dr. Made Ery Arsana, ST, MT

NIP : 196709181998021001

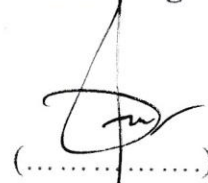
Penguji I : Dr. Adi Winarta, ST, MT

NIP : 197610102008121003

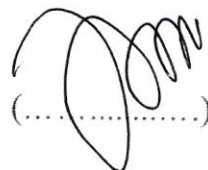
Penguji II : Dr.Ir. I Made Suarta, MT

NIP : 196606211992031003

Tanda Tangan



(.....)



(.....)



(.....)

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : I Kadek Deva Ariyoga Sunu

NIM : 1915234012

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Utilitas

Judul Proyek Akhir : Analisis Penggunaan Campuran Es Dan Garam Untuk Mendinginkan Air Pendingin Pada Sistem Pendingin Evaporatif

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi 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, 17 Januari 2023

Yang membuat Pernyataan



I Kadek Deva Ariyoga Sunu

NIM. 1915234012

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan Skripsi ini, penulis banyak menerima bimbingan, petunjuk dan bantuan serta dorongan 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, S.E., M.e.Com., 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 Wiryanta, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin.
4. Bapak Dr. Made Ery Arsana, ST., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Utilitas-MEP.
5. Ibu Dr. Luh Putu Ike Midiani, ST., MT., selaku dosen pembimbing-1 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis, sehingga Skripsi ini dapat terselesaikan.
6. Bapak I Kadek Ervan Hadi Wiryanta, ST.,MT., selaku dosen pembimbing-2 yang selalu memberikan dukungan, memberikan bimbingan, arahan, perhatian, semangat dari awal menjadi mahasiswa hingga saat ini.
7. Segenap dosen dan seluruh staf akademik yang selalu membantu dalam memberikan fasilitas, ilmu, serta pendidikan pada penulis hingga dapat menunjang dalam penyelesaian Skripsi 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 Skripsi ini.
9. Kemudian terima kasih banyak untuk pacar tercinta Kadek Pradnya Paramita karena telah memberikan dukungan, perhatian serta telah membantu dalam penulisan Skripsi ini.

10. Teman-teman seperjuangan dalam menyelesaikan Skripsi tahun 2023 yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan kepada penulis.
11. Sahabat-sahabat TRU-MEP VIII B angkatan 2019 terima kasih telah menjadi sahabat terbaik bagi penulis yang selalu memberikan dukungan, semangat, motivasi, serta doa hingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini.
12. Serta masih banyak lagi pihak-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian Skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu. Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan.

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

Badung, 17 Januari 2023

I Kadek Deva Ariyoga Sunu

ABSTRAK

Sistem pendingin evaporatif merupakan proses pengkondisian udara yang menggunakan air sebagai media pendinginan dan menambah kelembaban pada aliran udara, sehingga temperatur bola kering menjadi lebih dingin dibandingkan sebelum mengalami proses penguapan. Udara dalam proses penguapan dibedakan atas temperatur bola kering (*dry bulb temperature*) dan temperatur bola basah (*wet bulb temperature*). Perbedaan kedua temperatur tersebut dari kondisi udara yang digunakan, akan menentukan terhadap besarnya efek pendinginan yang terjadi. Pendinginan evaporatif secara teknik disebut dengan pendinginan adiabatik.

Pendinginan adiabatik adalah proses pengkondisian udara yang dilakukan dengan membiarkan kontak langsung antara udara dengan uap air sehingga terjadi perubahan dari panas sensibel menjadi panas laten. Perbedaan dasarnya adalah pada penggunaan es balok dan campuran es balok dan garam untuk menjaga temperatur air yang di sirkulasi tetap dingin, dalam pengujian ini membutuhkan waktu kurang lebih 2 jam sampai es balok mencair dan mendapatkan temperatur yang optimal pada sistem pendingin evaporatif.

Kata kunci: Pendingin Evaporatif, Campuran Es dan Garam, Temperatur yang Dihasilkan.

***ANALYSIS OF THE USE OF A MIXTURE OF ICE AND SALT
TO COOLING WATER IN EVAPORATIVE
COOLING SYSTEMS***

ABSTRACT

The evaporative cooling system is an air conditioning process that uses water as a cooling medium and adds moisture to the air stream, so that the dry ball temperature becomes cooler than before undergoing the evaporation process. Air in the evaporation process is distinguished by dry bulb temperature and wet bulb temperature. The difference between the two temperatures from the air conditions used will determine the magnitude of the cooling effect that occurs. Evaporative cooling is technically known as adiabatic cooling.

Adiabatic cooling is an air conditioning process that is carried out by allowing direct contact between air and water vapor so that there is a change from sensible heat to latent heat. The basic difference is in the use of ice cubes and a mixture of ice cubes and salt to keep the temperature of the circulating water cold, in this test it takes approximately 2 hours for the ice cubes to melt and get the optimal temperature in the evaporative cooling system.

Keywords: Evaporative Cooler, Mixture of Ice and Salt, Produced Temperature.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Proposal skripsi ini yang berjudul “Analisis penggunaan campuran es dan garam untuk mendinginkan air pendingin pada sistem pendingin evaporatif” tepat pada waktunya. Penyusunan Proposal skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan program pendidikan pada jenjang Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Utilitas Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

Penulis menyadari Proposal Skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran sebagai pembelajaran demi menyempurnakan karya-karya ilmiah di masa yang akan datang.

Badung, 17 Januari 2023



I Kadek Deva Ariyoga Sunu

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| LEMBAR PERSETUJUAN | iii |
| SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT | iv |
| UCAPAN TERIMA KASIH | v |
| ABSTRAK | vii |
| <i>ABSTRACT</i> | viii |
| KATA PENGANTAR | ix |
| DAFTAR ISI | x |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| DAFTAR GAMBAR | xiv |
| 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 Politeknik Negeri Bali | 3 |
| 1.5.3 Bagi masyarakat | 3 |
| BAB II LANDASAN TEORI | 4 |
| 2.1. Sistem Pendingin Evaporatif | 4 |
| 2.2. Cara Kerja Sistem Pendingin Evaporatif | 4 |

| | |
|--|----|
| 2.3. Es | 5 |
| 2.4. Garam | 5 |
| 2.5. Tipe Desain Pendingin Evaporatif..... | 5 |
| 2.6. Tipe Pendingin Evaporatif yang sudah pernah diteliti. | 7 |
| 2.7. Komponen Pendingin Evaporatif dan Fungsi Komponennya..... | 7 |
| 2.7.1 Parameter pada <i>psychometric chart</i> | 12 |
| 2.8 Kinerja sistem Pendingin Evaporatif..... | 15 |
| BAB III METODE PENELITIAN..... | 19 |
| 3.1. Jenis Penelitian | 19 |
| 3.1.1. Desain Rancangan pengujian | 19 |
| 3.1.2. Desain penempatan alat ukur pendingin evaporatif | 21 |
| 3.1.3. Sistem perancangan pendingin evaporatif..... | 21 |
| 3.2. Alur Penelitian..... | 23 |
| 3.3. Lokasi dan Waktu Penelitian..... | 24 |
| 3.4. Penentuan Sumber Data | 24 |
| 3.5. Sumber Daya Penelitian | 25 |
| 3.6. Instrumen Penelitian..... | 25 |
| 3.7. Prosedur Penelitian..... | 28 |
| 3.7.1. Langkah Persiapan | 28 |
| 3.7.2. Langkah Pengujian Air Pendingin | 28 |
| 3.7.3. Langkah Pengambilan Data Sistem Pendingin Evaporatif | 29 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 31 |
| 4.1. Hasil penelitian..... | 31 |
| 4.1.1. Pengujian air sirkulasi | 31 |
| 4.1.2. Data hasil pengujian air pendingin untuk sistem pendingin evaporatif | 33 |

| | |
|---|----|
| 4.1.3. Data penelitian sistem pendingin evaporatif | 38 |
| 4.2. Perhitungan..... | 42 |
| 4.2.1. Pertambahan Kandungan Uap Air..... | 44 |
| 4.2.2. Laju Aliran Volume Udara (Q_{udara}) | 45 |
| 4.2.3. Energi Kalor Sensibel yang Dilepas Udara (Q_s) | 45 |
| 4.2.4. Total Daya | 46 |
| 4.2.5. Energy Efficiency Ratio (EER)..... | 46 |
| 4.3. Pembahasan | 51 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... | 53 |
| 5.1. Kesimpulan..... | 53 |
| 5.2. Saran..... | 53 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 54 |
| LAMPIRAN | 56 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|------------------|---|----|
| Tabel 2.1 | Tipe pendingin evaporatif yang sudah pernah di teliti | 7 |
| Tabel 2.2 | Komposisi serabut kelapa..... | 9 |
| Tabel 3.1 | Jadwal Pelaksanaan | 24 |
| Tabel 3.2 | Data hasil pengujian menggunakan es, es dan garam | 30 |
| Tabel 4.1 | Data hasil pengujian air pendingin dengan es balok. | 33 |
| Tabel 4.2 | Data hasil pengujian air pendingin dengan es balok dan garam. | 35 |
| Tabel 4.3 | Data pengujian menggunakan es balok | 38 |
| Tabel 4.4 | Data pengujian menggunakan es balok dan garam | 40 |
| Tabel 4.5 | Data hasil diplot pada <i>psychrometric chart</i> untuk pengujian menggunakan es balok dan campuran es dengan garam menggunakan air yang didinginkan..... | 43 |
| Tabel 4.6 | Data hasil perhitungan..... | 47 |
| Tabel 4.7 | Data hasil perhitungan Qudara dan mudara | 48 |
| Tabel 4.8 | Data hasil perhitungan energy kalor sensibel yang dilepas udara (Qout) | 49 |
| Tabel 4.9 | Data hasil perhitungan total daya (p) dan <i>EER</i> | 50 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|--------------------|--|----|
| Gambar 2.1 | Direct evaporatif <i>cooling</i> | 6 |
| Gambar 2.2 | Indirect evaporatif <i>cooling</i> | 6 |
| Gambar 2.3 | Box Styrofoom..... | 7 |
| Gambar 2.4 | <i>Cooling Pad</i> | 8 |
| Gambar 2.5 | <i>PU Ducting</i> | 9 |
| Gambar 2.6 | <i>Fan</i> / kipas | 10 |
| Gambar 2.7 | Pompa Air | 10 |
| Gambar 2.8 | Bak penampung air | 11 |
| Gambar 2.9 | Pipa Air | 11 |
| Gambar 2.10 | <i>Psychrometric Chart</i> | 12 |
| Gambar 2.11 | Dry-bulb temperatur | 12 |
| Gambar 2.12 | Dew-point temperature | 13 |
| Gambar 2.13 | Dew-point temperature | 13 |
| Gambar 2.14 | Specific humidity | 14 |
| Gambar 2.15 | Relative humidity..... | 14 |
| Gambar 2.16 | <i>Enthalpy</i> udara | 15 |
| Gambar 2.17 | Specific volume | 15 |
| Gambar 3.1 | Desain Ranwangan..... | 20 |
| Gambar 3.2 | Desain penempatan alat ukur | 21 |
| Gambar 3.3 | Desain perancangan pendingin evaporatif dengan <i>pad</i> di spray air | 21 |
| Gambar 3.5 | Bentuk anyaman <i>cooling pad</i> | 22 |
| Gambar 3.7 | Display dan kabel <i>thermocouple</i> | 25 |
| Gambar 3.8 | Timbangan | 26 |
| Gambar 3.9 | Stopwatch | 26 |
| Gambar 3.10 | Higrometer | 27 |
| Gambar 3.11 | <i>Anemometer</i> | 27 |
| Gambar 3.12 | Es Balok..... | 27 |
| Gambar 3.13 | Garam Kasar | 28 |
| Gambar 4.1 | Pengujian sistem pendingin evaporatif | 32 |

| | |
|---|----|
| Gambar 4.2 Toples berisi air, es, dan garam | 32 |
| Gambar 4.3 Grafik air pendingin dengan es balok..... | 34 |
| Gambar 4.4 Grafik air pendingin dengan es balok dan garam | 36 |
| Gambar 4.3 Hasil rancangan sistem pendingin evaporatif..... | 37 |
| Gambar 4.4 Grafik Pengujian Temperatur menggunakan <i>pad</i> 1 dengan es balok | 39 |
| Gambar 4.5 Grafik pengujian RH menggunakan <i>pad</i> 1 dengan es balok | 39 |
| Gambar 4.6 Grafik Pengujian Temperatur menggunakan <i>pad</i> 1 dengan es balok dan garam..... | 41 |
| Gambar 4.7 Grafik pengujian RH menggunakan <i>pad</i> 1 dengan es balok | 41 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pendinginan evaporatif adalah proses pengkondisian udara yang menggunakan penguapan air cair untuk mendinginkan aliran udara secara langsung atau tidak langsung sehingga suhu bola kering atau bola kering dan basah dari aliran udara yang didinginkan lebih rendah daripada yang sebelum menjalani proses penguapan ASHRAE, 2015. Menurut Shan K. Wang, pendinginan evaporatif hemat energi, ramah lingkungan, dan hemat biaya di banyak aplikasi dan semua iklim. Aplikasi berkisar dari pendinginan yang nyaman di bangunan perumahan, pertanian, komersial, dan kelembagaan, hingga aplikasi industri untuk pendinginan di pabrik, pengecoran, pembangkit listrik, dan lingkungan panas lainnya.

Sistem pendingin evaporatif dapat memberikan pendinginan udara namun kelembaban udara akan meningkat, sehingga kurang sesuai digunakan pada daerah yang memiliki kelembaban udara tinggi. Perbaikan kinerja sistem pendingin evaporatif akan dilakukan dengan mengurangi kelembaban udara yang dihasilkan, dengan menurunkan temperatur air pendingin ketika kelembaban udara relatif tinggi. Hal ini memungkinkan potensi penerapan sistem pendingin evaporatif di daerah cuaca sangat lembap. Penurunan temperatur air pendingin dilakukan dengan menggunakan campuran es dan garam.

Penggunaan energi yang signifikan pada peralatan penyejuk udara menjelaskan perlunya mengeksplorasi metode pendinginan alternatif untuk mengurangi konsumsi energi. Sistem pendingin evaporatif adalah teknik yang ramah lingkungan karena hanya menggunakan air dan udara sebagai fluida kerja dengan energi yang relatif kecil untuk mengalirkan udara dan memompa air ke bantalan pendingin. Secara umum sistem pendingin evaporatif mendinginkan udara saat udara bersentuhan dengan air di media yang dibasahi (bantalan pendingin). Dengan sistem pendingin evaporatif, pendinginan dan ventilasi yang unggul dapat disediakan dengan konsumsi energi minimal dan tanpa menggunakan CFC

(klorofluorkarbon) atau bahan kimia perusak ozon serupa lainnya. Sistem pendingin evaporatif dapat memberikan pendinginan yang nyaman di banyak daerah kering dan semi-kering di dunia, serta pendinginan bantuan untuk aplikasi komersial dan industri seperti rumah kaca, bus, gudang, pabrik, dapur, dan rumah unggas.

Kinerja sistem pendingin evaporatif di dapatkan dengan pengambilan data-data yang diperlukan seperti temperatur lingkungan, temperatur yang di hasilkan, temperatur air, temperatur campuran es dan garam, RH lingkungan, RH yang dihasilkan.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas pada Skripsi yang berjudul “Analisa Penggunaan Campuran Es dan Garam Untuk Mendinginkan Air Pendingin Pada Sistem Pendingin Evaporatif” ini di antaranya :

1. Bagaimana pengaruh penggunaan campuran es dan garam untuk mendinginkan air pendingin sistem pendingin evaporatif ?
2. Bagaimana hubungan antara suhu air pendingin dan kinerja sistem pendingin evaporatif?

1.3. Batasan Masalah

Dalam penelitian Skripsi ini penulis hanya akan membahas mengenai Analisa Penggunaan Campuran Es dan Garam Untuk Mendinginkan Air Pendingin Pada Sistem Pendingin Evaporatif.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari dibuatnya penelitian Skripsi ini sebagai berikut.

1.4.1. Tujuan Umum

Sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan pada jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

1.4.2. Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus dari skripsi ini adalah :

1. Mampu mengetahui pengaruh penggunaan campuran es dan garam untuk mendinginkan air pendingin sistem pendingin evaporatif.
2. Mampu mengetahui pengaruh temperatur air pendingin terhadap performansi sistem pendingin evaporatif.

1.5. Manfaat Penelitian

Penulis berharap dengan adanya penelitian ini dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1.5.1 Bagi Penulis

1. Penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan dan wawasan bagi penulis tentang sistem pendingin evaporatif.
2. Dengan adanya penelitian ini penulis dapat menerapkan ilmu yang telah dipelajari selama mengikuti perkuliahan di Politeknik Negeri Bali.

1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali

1. Diharapkan adanya pengembangan peralatan praktik di laboratorium Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Utilitas.
2. Menambah koleksi bacaan dan dapat dipergunakan sebagai acuan bagi mahasiswa Politeknik Negeri Bali.

1.5.3 Bagi masyarakat

1. Hasil pengujian dapat menjadi pengetahuan yang baru bagi masyarakat
2. Agar masyarakat dapat mengetahui terdapat sistem pendingin selain dari kompresi uap yaitu sistem pendingin evaporatif.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Performansi dari sistem pendingin evaporatif menggunakan es balok tidak efisien, karena es balok bersifat mudah mencair sehingga air di dalam bak penampung tidak bisa dijaga temperaturnya secara maksimal.
2. Performansi dari sistem pendingin evaporatif menggunakan campuran es dan garam sangat baik, karena es balok bisa lebih lama mencair karena dicampur dengan garam kasar dengan cara diaduk sampai bercampur rata sehingga terjadi penguapan dan kondensasi pada sistem pendingin evaporatif

5.2. Saran

Adapun saran yang dapat menjadikan pengembangan dan perbaikan dalam penelitian sistem pendingin evaporatif adalah saat pembuatan *cooling pad* pastikan pengepresan dilakukan dengan baik supaya air dapat melewati *cooling pad* dengan baik, sehingga hembusan angin di dalam *ducting* jadi lebih keras.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed A.Y. Al-Waaly, A.-B. (2017). The Influence Of Chilled Water On The Performance Of Direct Evaporative Cooling. *Energy And Building*, 1-24.
- Barbara E. Wyslouzil, J. C. (2017). The Journal Of Physical Chemistry Letters. *American Chemical Society*, 1-7.
- Ebenzer Appiah-Kubi, E. M. (2020). Design, Construction, and Performance Evaluation Of An Evaporative *Cooling* System For Tomatoes Storage. *Sciendo*, 1-12.
- H. Ibrahim, O. R. (2014). A Review of Evaporative *Cooling* technologies. *APCBEEES Nottingham Coferences Proceeding*, 119-125.
- Robert e. Foster. (1998). Evaporative Air-Conditioning Contributions to Reducing Greenhouse Gas Emissions and Global Warming. *Southwest Technology Development Institute*, 1-11.
- Amer, O., R. Boukhanouf, and H. G. Ibrahim. 2015. "A Review of Evaporative *Cooling* Technologies." *International Journal of Environmental Science and Development* 6 (2): 111–17. <https://doi.org/10.7763/ijesd.2015.v6.571>.
- Grundfos. 2022. "Submersible Wastewater Pumps." <https://product-selection.grundfos.com/products/dpk/dpk10501550d-96884080?tab=variant-curves> (August 17, 2022).
- Duarte, M.V. *et al.* (2017) "Experimental comparison between R409A and R437A performance in a heat pump unit," *DE GRUYTER* [Preprint]. Tersedia pada: https://www.researchgate.net/publication/316144041_Experimental_comparison_between_R409A_and_R437A_performance_in_a_heat_pump_unit/link/5947df33458515acea121d4b/download.
- Hendra Listiono, Azridjal Aziz, R.I.M. (tanpa tanggal) "Analisis Evaporative Air Cooler Dengan Temperatur Media Pendingin Yang Berbeda."
- Ketut Astawa, A A dwi Santika, H.W. (tanpa tanggal) "Analisa performansi *cooling pad* tanpa saluran udara dan dengan saluran udara."
- O. Amer, R, Boukhanouf, H.G.I. (2015) "A Review of Evaporative *Cooling* Technologies, In International Journal of Environtal Science and

Carijo, O.A.,Liz, R.S.,Makishima N. 2002. Fiber of Green Coconut Shel as Agriculture Substratum,Brazilian Horticulture, 20, 533-535