



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**“PENGARUH DEBIT AIR *EVAPORATIVE COOLER*  
DENGAN 2 *COOLING PAD* PADA *PRECOOLING SYSTEM*  
TERHADAP KINERJA *AIR CONDITIONER*”**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya**

**WICORO SYAHJATI**

**40040218060017**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN  
SEKOLAH VOKASI**

**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG**

**DESEMBER 2021**

## **HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS**

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang  
dirujuktelah saya nyatakan dengan benar.**

NAMA : Wicoro Syahjati

NIM : 40040218060017

Tanda Tangan :

Tanggal : Desember 2021

# SURAT TUGAS



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
**SEKOLAH VOKASI**  
UNIVERSITAS DIPONEGORO

## TUGAS PROYEK AKHIR

No. : 237 / UN7.5.13 / TM / 2021

Dengan ini diberikan Tugas Proyek Akhir untuk mahasiswa berikut :

No.	NAMA	NIM
1	Chandra Haryo Prasajo	40040218060016
2	Wicoro Syahjati	40040218060017
3	M Septa Maulana	40040218060018

Judul Proyek Akhir : Rancang Bangun Alat Evaporative Pre-Cooling Untuk  
Rekayasa Sistem Pengkondisian Udara Sentral  
Dosen Pembimbing : Sri Utami Handayani, S.T., M.T.  
NIP. : 197609152003122001

Isi Tugas :

1. Pengoperasian Power Quality Analyzer
2. Proses pembuatan dan pengujian System Evaporative Cooler sebagai Pre-cooler
3. Pembuatan Laporan Tugas Akhir

Proposal TA harus disetujui Dosen Pembimbing dan diserahkan Program Studi paling lambat 2 bulan setelah Surat Tugas ini diterima. Tugas Akhir harus diselesaikan selama-lamanya 6 bulan terhitung sejak Proposal TA disetujui Dosen Pembimbing, serta diwajibkan konsultasi sedikitnya 12 kali demi kelancaran penyelesaian tugas.

Semarang, 9 Agustus 2021  
Ketua PSD III, Teknik Mesin

**Drs. Ireng Sigit A, M.Kes**  
NIP. 196204211986031002

Surat Tugas dicetak 3 lbr utk :

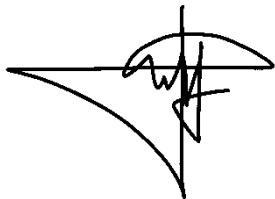
1. Dosen Pembimbing TA
2. Mahasiswa ybs.
3. Arsip jurusan

## HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Dengan ini menerangkan bahwa Laporan Tugas Akhir dengan judul :  
“PENGARUH DEBIT AIR *EVAPORATIVE COOLER* DENGAN 2 *COOLING*  
*PAD* PADA *PRECOOLING SYSTEM* TERHADAP KINERJA *AIR*  
*CONDITIONER*” yang telah disusun oleh :

Nama : Wicoro Syahjati  
NIM : 40040218060017  
Program Studi : Diploma III Teknik Mesin  
Perguruan Tinggi : Universitas Diponegoro  
Telah disetujui dan disahkan di Semarang pada :  
Hari : S e l a s a  
Tanggal : 14 Desember 2021

Semarang, Oktober 2021  
Ketua PSD III Teknik Mesin  
SV Universitas Diponegoro



**Drs. Ireng Sigit Atmanto, M. Kes**  
NIP. 196204211986031002

Dosen Pembimbing



**Sri Utami Handayani, S.T, M.T**  
NIP. 197609152003122001

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Wicoro Syahjati

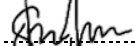
NIM : 40040218060017

Program Studi : Diploma III Teknik Mesin


Judul Tugas Akhir : “PENGARUH DEBIT AIR *EVAPORATIVE COOLER*  
DENGAN 2 *COOLING PAD* PADA *PRECOOLING SYSTEM*  
TERHADAP KINERJA *AIR CONDITIONER*”

**Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi Diploma III Teknik Mesin Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.**

### TIM PENGUJI

Pembimbing : Sri Utami Handayani, S.T, M. T (..........)

Penguji 1 : Drs. Ireng Sigit Atmanto, M. Kes (..........)

Penguji 2 : Susastro, S. T, M. T (..........)

Semarang, 22 Desember 2021

Ketua PSD III Teknik Mesin SV

Universitas Diponegoro

**Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.Kes**

NIP. 196204211986031002

## **HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Wicoro Syahjati  
NIM : 40040218060017  
Program Studi : Diploma III  
Teknik MesinFakultas : Sekolah Vokasi  
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi Pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Non Eksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya saya yang berjudul:

**“PENGARUH DEBIT AIR *EVAPORATIVE COOLER* DENGAN 2 *COOLING PAD* PADA *PRECOOLING SYSTEM* TERHADAP KINERJA *AIR CONDITIONER*”**

Dengan Hak Bebas Royalty / Non eksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihkan media / formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya, selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta dan sebagai Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang

Pada Tanggal : Desember 2021

Yang menyatakan,

  
Wicoro Syahjati

## **HALAMAN MOTTO**

Motto:

**“Kalem, Tenang, Kuasai”**

Laporan ini dipersembahkan kepada:

1. Orangtua, yang senantiasa memberi doa dan dukungan.
2. Angkatan 2018, yang selalu memberi semangat yang tiada henti agar lulus bersama.

## KATA PENGANTAR

Assalamualai'alaikum Wr. Wb,

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh Debit Air *Evaporative Cooler* Dengan 2 *Cooling Pad* pada *Precooling System* Terhadap Kinerja *Air Conditioner*” dengan baik.

Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, penulis mendapat banyak saran, bimbingan, dan bantuan dari pihak pembimbing, pemateri, maupun teman, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:


1. Bapak Prof. Dr. Ir. Budiyono, M.Si, selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
2. Bapak Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.Kes, selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Mesin Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
3. Ibu Sri Utami Handayani, S.T, M.T, selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah membimbing serta memberi masukan selama penyusunan laporan tugas akhir.
4. Bapak Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.Kes, selaku dosen wali.



5. Kelompok tugas akhir yang telah bekerja sama dengan baik serta saling membantu.
6. Kedua orang tua serta keluarga yang telah memberikan doa, kepercayaan dan dorongan serta semangat.
7. Teman-teman angkatan 2018 Program Studi Diploma III Teknik Mesin Universitas Diponegoro Semarang yang telah membantu dalam penyusunan laporan ini.
8. Dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah membantu dalam pelaksanaan dan penyusunan laporan tugas akhir baik secara moral maupun material.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan keterbatasan ilmu dalam penyusunan laporan ini, maka segala bentuk kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Penulis berharap, semoga semua pihak yang telah memberikan bantuan, diberi balasan kebajikan. Dan semoga laporan ini bisa bermanfaat bagi penulis sendiri khususnya dan para pembaca secara umum, baik dari kalangan akademis maupun yang lain.

Semarang, 13 Agustus 2021



Wicoro Syahjati

## **ABSTRAK**

*Sistem pengkondisian udara merupakan salah satu kebutuhan manusia yang dapat meningkatkan produktifitas. Saat ini sekitar 30% energi total didunia digunakan untuk sistem refrigerasi dan pengkondisian udara. Pada proyek tugas akhir ini dibuat rekayasa sistem pengkondisian udara dengan evaporative cooler. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan pre-cooling system yang dapat menurunkan temperatur udara masuk sistem AC agar dapat mengganti udara sirkulasi dengan udara segar. Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan menggunakan sistem Direct Evaporative Cooling dengan 2 cooling pad dan variasi debit air. Dari penelitian diperoleh hasil bahwa evaporative cooler mempunyai pengaruh terhadap udara yang masuk ke sistem AC seperti suhu, kelembaban, dan enthalpy. Dengan adanya penambahan evaporative cooler ini juga dapat mempengaruhi unjuk kerja sistem AC seperti COP dan EER. Namun untuk konsumsi daya listriknya evaporative cooler tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap konsumsi daya listrik AC yang digunakan.*

*Kata kunci: AC, Evaporative Cooler*

## **ABSTRACT**

*Air conditioning system is one of the human needs that can increase productivity. Currently about 30% of the world's total energy is used for refrigeration and air conditioning systems. In this final project, an air conditioning system with an evaporative cooler was engineered. This study aims to develop a pre-cooling system that can reduce the temperature of the air entering the AC system in order to replace circulating air with fresh air. The method used is an experiment using a Direct Evaporative Cooling system with 2 cooling pads and variations in water discharge. From the research, it is found that the evaporative cooler has an effect on the air entering the AC system such as temperature, humidity, and enthalpy. With the addition of this evaporative cooler, it can also affect the performance of AC systems such as COP and EER. However, for electric power consumption, the evaporative cooler does not have a significant effect on the AC power consumption used.*

*Keywords: AC, Evaporative Cooler*

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
SURAT TUGAS .....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR .....	iv
HALAMAN PENGESAHAN .....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....	vi
HALAMAN MOTTO .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
ABSTRAK .....	x
ABSTRACT .....	xi
DAFTAR ISI .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR TABEL .....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xviii
BAB I .....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2

1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Metode Pengambilan Data .....	3
1.6 Sistematika Laporan.....	4
BAB II.....	5
LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Pengkondisian Udara (AC) .....	5
2.1.1 Coefficient of Performance (COP).....	6
2.1.2 <i>Energy Efficiency Ratio</i> (EER) .....	8
2.2 Evaporative Cooling.....	10
2.2.1 <i>Direct Evaporative Cooling</i> (DEC) .....	11
2.2.2 <i>Active DEC Systems</i> .....	12
BAB III.....	15
METODOLOGI .....	15
3.1 Alat dan Bahan.....	15
3.2 Diagram Alir Tugas Akhir .....	25
3.3 Perancangan Alat .....	26
3.3.1 Perancangan <i>Evaporative Cooler</i> .....	26
3.3.2 Pembuatan dan Perakitan Alat .....	28
3.4 Prosedur Pengambilan Data .....	32

3.4.1 Tahapan Persiapan .....	32
3.4.2 Tahapan Pengambilan Data.....	33
BAB IV .....	34
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
4.1 Data Hasil Pengujian.....	34
4.2 Pengolahan Data Hasil Pengujian Test Bed AC .....	35
4.2.1 Suhu.....	35
4.2.2 Kelembaban Udara.....	36
4.2.3 Perbedaan <i>Enthalpy</i> Udara.....	38
4.2.5 <i>Coefesient of Performance (COP) Air Conditioner</i> .....	39
4.2.6 Energy Efficiency Ratio (EER).....	41
4.3 Pengaruh <i>Evaporative Cooler</i> terhadap Konsumsi Daya Listrik AC .....	43
BAB V.....	45
PENUTUP.....	45
5.1 Kesimpulan .....	45
5.2 Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA .....	47
LAMPIRAN .....	49

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2 1. Siklus Pengkondisian Udara(Cengel, 2005).....	5
Gambar 2 2. Skema Pembuangan Kalor Pada COPR. (Cengel, 2005).....	7
Gambar 2 3. Grafik Zona Nyaman(Utami, 2021) .....	10
Gambar 2 4. Klasifikasi Sistem Evaporative Cooling pada Pendinginan Gedung	11
<i>Gambar 2 5. Skema Umum DEC(Yang, Cui and Lan, 2019) .....</i>	<i>12</i>
Gambar 2 6. Prinsip Kerja dan Diagram Psikometrik DEC. (Yang, Cui and Lan, 2019) .....	13
Gambar 2 7. Jenis dari DEC(Yang, Cui and Lan, 2019).....	14
Gambar 3 1. Test Bed Air Conditioner .....	15
Gambar 3 2. Komponen Tes Bed AC .....	16
Gambar 3 3. Spesifikasi AC.....	17
Gambar 3 4. Evaporative Cooling Pad.....	18
Gambar 3 5. Kipas.....	19
Gambar 3 6. Pompa Sentrifugal .....	19
Gambar 3 7. Flowmeter.....	20
Gambar 3 8. Voltmeter.....	20
Gambar 3 9. Amperemeter .....	21
Gambar 3 10. Inverter VFD .....	21
Gambar 3 11. Power Quality Analyzer .....	23
Gambar 3 12. Komponen PQA .....	23
Gambar 3 13. Diagram Alir Tugas Akhir .....	25
Gambar 3 14. Desain Evaporative Cooler.....	26
Gambar 3 15. Komponen Evaporative Cooler .....	27

Gambar 3 16. Pemotongan Akrilik .....	28
Gambar 3 17. Perakitan Bagian Akrilik.....	29
Gambar 3 18. Pembuatan Meja.....	29
Gambar 3 19. Perakitan Akrilik dengan Meja .....	30
Gambar 3 20. Pemasangan Pipa.....	30
Gambar 3 21. Kelistrikan Panel .....	31
Gambar 3 22. Penyambungan Test Bed AC dengan Evaporative Cooler.....	31
Gambar 3 23. Diagram alir tahapan persiapan.....	32
Gambar 4 1. Grafik Hubungan Antara Debit Air Dengan Perubahan Suhu.....	36
Gambar 4 2. Grafik Hubungan Antara Debit Air Dengan Perubahan Kelembaban. .....	37
Gambar 4 3. Grafik Hubungan Antara Debit Air Dengan Perubahan Enthalpy ....	38
Gambar 4 4. Grafik Hubungan Antara Debit Air Dengan COP .....	40
Gambar 4 5. Grafik Hubungan Antara Debit Air dengan EER.....	42
Gambar 4 6. Grafik Hubungan Antara Debit Air Dengan Daya Listrik AC.....	43



## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2 1. Main Type of Active DEC System .....	14
Tabel 3 1. Spesifikasi AC.....	18
Tabel 4 1. Data Hasil Pengujian.....	34
Tabel 4 1. Lanjutan .....	35
Tabel 4 2. Perubahan Suhu.....	35
Tabel 4 3. Perubahan Kelembaban Udara.....	37
Tabel 4 4. Perubahan Enthalpy .....	38
Tabel 4 5. Perhitungan COP.....	40
Tabel 4 6. Perhitungan EER.....	42
Tabel 4 7. Perbedaan Daya.....	43

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Hasil Pengujian .....	49
Lampiran 2. Data Konsumsi Daya Listrik dengan PQA .....	50
Lampiran 3. Diagram Pychometric aplikasi web <a href="http://www.onlineflycarpet.com">www.onlineflycarpet.com</a> untuk Enthalpy Udara.....	50
Lampiran 4. Diagram Mollier untuk mencari enthalpy refrigeran.....	51
Lampiran 5. Design komponen Evaporative Cooler beserta ukuran .....	51