



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**PENGARUH JUMLAH *COOLING PAD* PADA *PRE-COOLING SYSTEM* TERHADAP KINERJA AC**

**TUGAS AKHIR**

**Chandra Haryo Prasajo  
40040218060016**

**SEKOLAH VOKASI  
PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG  
21 Desember 2021**



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**PENGARUH JUMLAH *COOLING PAD* PADA *PRE-COOLING SYSTEM* TERHADAP KINERJA AC**

**TUGAS AKHIR**

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

**Chandra Haryo Prasojo  
40040218060016**

**SEKOLAH VOKASI  
PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG  
21 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 : Chandra Haryo Prasajo

NIM : 40040218060016

Tanda Tangan

: 

Tanggal

: 21 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 JUMLAH *COOLING PAD* PADA *PRE-COOLING SYSTEM*  
TERHADAP KINERJA AC” yang telah disusun oleh :

Nama : Chandra Haryo Prasajo  
NIM : 40040218060016  
Program Studi : Diploma III Teknik Mesin  
Perguruan Tinggi : Universitas Diponegoro

Telah disetujui dan disahkan di Semarang pada :

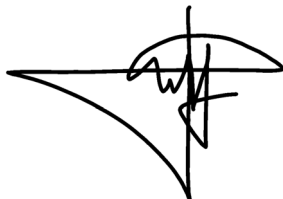
Hari : Kamis  
Tanggal : 16 Desember 2021

Semarang, 16 Desember 2021

Ketua PSD III Teknik Mesin SV

Dosen Pembimbing

Universitas Diponegoro



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

NIP. 196204211986031002



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

NIP. 197609152003122001

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Chandra Haryo Prasajo

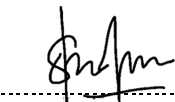
NIM : 40040218060016

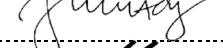
Program Studi : Diploma III Teknik Mesin

Judul Tugas Akhir : “PENGARUH JUMLAH *COOLING PAD* PADA *PRE-COOLING SYSTEM* TERHADAP KINERJA AC”

**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 (  )

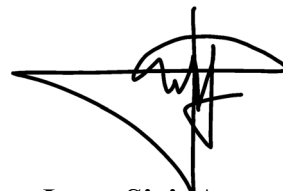
Penguji 1 : Drs. Juli Mrihardjono M.T. (  )

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

Semarang, 23 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 : Chandra Haryo Prasajo  
NIM : 40040218060016  
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 JUMLAH *COOLING PAD* PADA *PRE-COOLING SYSTEM* TERHADAP KINERJA AC”**

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 : 21 Desember 2021

Yang menyatakan,



Chandra Haryo Prasajo

## HALAMAN MOTTO

Motto:

*“From success, you learn absolutely nothing. From failure and setbacks conclusions can be drawn. That goes for your private life as well as your career”*

- Niki Lauda

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 Jumlah *Cooling Pad* Pada *Pre-Cooling System* Terhadap Kinerja AC” 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. Budiyo, 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, 21 Desember 2021



Chandra Haryo Prasajo

40040218060016

## ABSTRAKSI

*Sistem pengkondisian udara merupakan salah satu kebutuhan manusia yang dapat meningkatkan produktifitas. Saat ini, sekitar 30% energi total di dunia digunakan untuk sistem refrigerasi dan pengkondisian udara. 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, menggunakan sistem Direct Evaporative Cooling dengan 5 buah variasi konfigurasi cooling pad. Dari hasil penelitian evaporative cooler mempunyai pengaruh terhadap udara yang masuk ke sistem AC seperti suhu, kelembaban, dan enthalpy. Untuk konsumsi daya listrik evaporative cooler tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap daya listrik AC yang digunakan.*

*Kata kunci: AC, Evaporative Cooler*

## ABSTRACTION

*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. 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 experimental, using a Direct Evaporative Cooling system with 5 variations of the cooling pad configuration. From the research results, the evaporative cooler has an influence on the air entering the AC system such as temperature, humidity, and enthalpy. For electric power consumption, the evaporative cooler has no significant effect on the AC power 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 PUBLIKASITUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	vi
HALAMAN MOTTO .....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
ABSTRAKSI.....	x
ABSTRACTION .....	xi
DAFTAR ISI .....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL .....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvii
<b>BAB I.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan penelitian.....	2
1.4 Batasan masalah .....	3
1.5 Metode Pengumpulan Data .....	3
1.6 Sistematika Laporan.....	4
<b>BAB II .....</b>	<b>5</b>
2.1 Pengkondisian Udara (AC) .....	5
2.1.1 <i>Coefficient of Performance (COP)</i> .....	6
2.1.2 <i>Energy Efficiency Ratio (EER)</i> .....	8

2.2 Evaporative Cooling.....	9
2.2.1 Direct Evaporative Cooling (DEC).....	10
<b>BAB III.....</b>	<b>14</b>
3.1 Alat dan Bahan.....	14
3.2 Diagram Alir Tugas Akhir.....	23
3.3 Perancangan Alat.....	24
3.3.1 Perancangan <i>Evaporative Pre-cooler</i> .....	24
3.3.2 Pembuatan dan Perakitan Alat.....	26
3.4 Prosedur Pengambilan Data.....	30
3.4.1 Tahapan Persiapan.....	30
3.4.2 Tahapan Pengambilan Data.....	31
<b>BAB IV.....</b>	<b>32</b>
4.1 Data Hasil Pengujian.....	32
4.3 Pengolahan Data Hasil Pengujian Test Bench AC.....	34
4.3.1 Perubahan Suhu.....	34
4.3.2 Perubahan Kelembaban Relatif.....	37
4.3.3 Perubahan Enthalpy.....	39
4.3.5 COP.....	42
4.3.4 EER.....	46
4.3.4 Perbedaan Konsumsi Daya.....	49
<b>BAB V.....</b>	<b>51</b>
5.1 Kesimpulan.....	51
5.2 Saran.....	52
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>53</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>55</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Siklus Pengkondisian Udara.....	5
Gambar 2. 2 Skema proses mesin refrigerasi.....	7
Gambar 2. 3 Grafik Zona Nyaman.....	9
Gambar 2. 4 Klasifikasi Sistem Evaporative Cooling pada Pendinginan Gedung	10
Gambar 2. 5 Skema Umum DEC.....	12
Gambar 2. 6 Prinsip Kerja dan Diagram Psikometrik DEC.....	12
Gambar 2. 7 Jenis dari DEC.....	13
Gambar 3. 1 Komponen Test Bed AC.....	14
Gambar 3. 2 Spesifikasi AC.....	15
Gambar 3. 3 Evaporative Cooling Pad.....	16
Gambar 3. 4 Kipas.....	17
Gambar 3. 5 Pompa Sentrifugal.....	17
Gambar 3. 6 Flowmeter.....	18
Gambar 3. 7 Voltmeter.....	18
Gambar 3. 8 Amperemeter.....	19
Gambar 3. 9 Inverter VFD.....	19
Gambar 3. 10 Power Quality Analyzer.....	21
Gambar 3. 11 Komponen PQA.....	21
Gambar 3. 12 Diagram Alir Tugas Akhir.....	23
Gambar 3. 13 Desain Evaporative Pre-cooler.....	24
Gambar 3. 14 Komponen Evaporative Pre-cooler.....	24
Gambar 3. 15 Pematangan Akrilik.....	26
Gambar 3. 16 Perakitan Bagian Akrilik.....	26
Gambar 3. 17 Pembuatan Meja.....	27
Gambar 3. 18 Perakitan Akrilik dengan Meja.....	27
Gambar 3. 19 Pemasangan Pipa.....	28
Gambar 3. 20 Kelistrikan Panel.....	28
Gambar 3. 21 Penyambungan Test Bed AC dengan Evaporative Pre-cooler.....	29
Gambar 4. 1 Skema susunan variasi cooling pad.....	34

Gambar 4. 2 Grafik hubungan pengaruh antara jumlah cooling pad dengan perubahan suhu.....	35
Gambar 4. 3 Grafik hubungan pengaruh antara jumlah cooling pad dengan perubahan kelembaban relatif. ....	37
Gambar 4. 4 Diagram psikometrik variasi 0 .....	39
Gambar 4. 5 Grafik hubungan pengaruh antara jumlah cooling pad dengan perubahan enthalpy .....	40
Gambar 4. 6 Grafik Perbandingan COP Hasil Uji Coba.....	42
Gambar 4. 7 Gambaran Kondisi Kerja AC pada Diagram Mollier .....	44
Gambar 4. 8 Presentase Peningkatan COP AC Setelah Menggunakan Pre-cooling System.....	44
Gambar 4. 9 Grafik EER Aktual.....	48
Gambar 4. 10 Grafik hubungan pengaruh penambahan sistem evaporative cooler terhadap kinerja test bed AC .....	49



## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi AC .....	16
Tabel 4. 1 Data hasil pengujian.....	32
Tabel 4. 2 Data hasil pengujian (lanjutan) .....	33
Tabel 4. 3 Data pengaruh perubahan jumlah cooling pad.....	35
Tabel 4. 4 Perubahan Kelembaban Relatif.....	37
Tabel 4. 5 Perubahan Enthalpy .....	40
Tabel 4. 6 Data perbandingan COP hasil uji coba .....	42
Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan Enthalpi Refrigeran .....	43
Tabel 4. 8 Enthalpi Inlet dan Outlet Evaporator .....	47
Tabel 4. 9 Perhitungan EER aktual .....	48
Tabel 4. 10 Data perbandingan hasil uji coba .....	49

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Hasil Pengujian .....	55
Lampiran 2 Data Konsumsi Daya Listrik menggunakan PQA .....	56
Lampiran 3 Gambaran Kinerja AC .....	62
Lampiran 4 Diagram psikometrik .....	68
Lampiran 5 Desain Komponen Evaporative Cooler .....	73