

**ANALISIS PENGARUH VARIASI BAHAN INSULASI  
SALURAN *CHILLED WATER* TERHADAP  
PERFORMANSI *PROTOTYPE MINI WATER CHILLER***

**SKRIPSI**

**Diajukan kepada**

**Universitas Pendidikan Ganesha**

**Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam Menyelesaikan**

**Program Sarjana Pendidikan Teknik Mesin**

**Oleh**

**I GUSTI MADE BUDDHI SATYA UTAMA**

**NIM 1715071004**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN**

**JURUSAN TEKNOLOGI INDUSTRI**

**FAKULTAS TEKNIK DAN KEJURUAN**

**UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA**

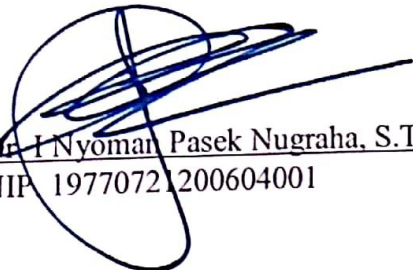
**2021**

# SKRIPSI

**DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI TUGAS  
DAN MEMENUHI SYARAT-SYARAT UNTUK  
MENCAPAI GELAR SARJANA PENDIDIKAN**

**Menyetujui**

Pembimbing I



Dr. I Nyoman Pasek Nugraha, S.T., M.T.  
NIP. 19770721200604001

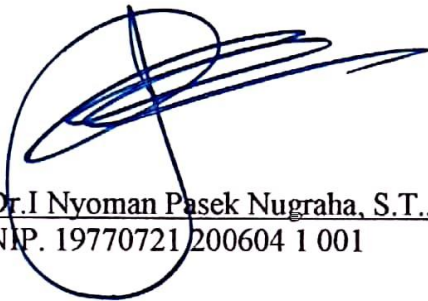
Pembimbing 2



I Gede Wiratmaja, S.T., M.T.  
NIP. 198810282019031009

Skripsi oleh I Gusti Made Buddhi Satya Utama ini  
telah dipertahankan di depan dewan penguji  
pada tanggal 14 Juli 2021

Dewan Penguji,



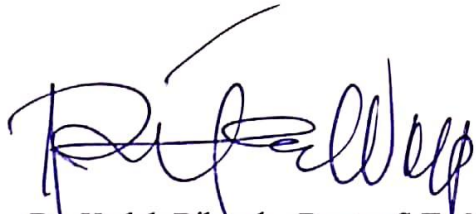
Dr. I Nyoman Pasek Nugraha, S.T., M.T.  
NIP. 19770721 200604 1 001

(Ketua)



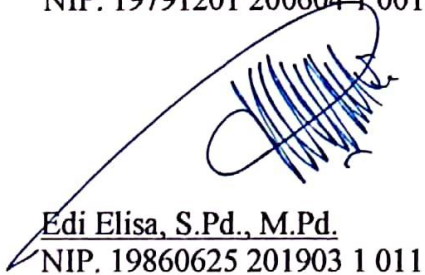
I Gede Wiratnaja, S.T., M.T.  
NIP. 19881028 201903 1 009

(Anggota)



Dr. Kadek Rihendra Dantes S.T., M.T.  
NIP. 19791201 200604 1 001

(Anggota)



Edi Elisa, S.Pd., M.Pd.  
NIP. 19860625 201903 1 011

(Anggota)

Diterima oleh Panitia Ujian Fakultas Teknik Dan Kejuruan  
Universitas Pendidikan Ganesha  
guna memenuhi syarat-syarat untuk mencapai gelar sarjana pendidikan

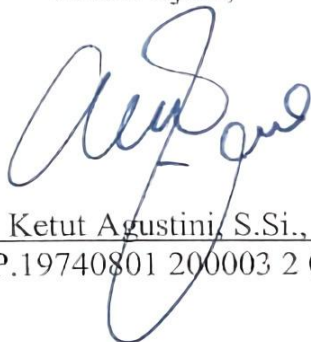
Pada:

Hari : Rabu

Tanggal : 14 Juli 2021

**Mengetahui,**

Ketua Ujian,



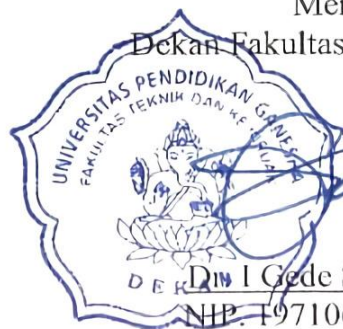
Dr. Ketut Agustini, S.Si., M.Si.  
NIP.19740801 200003 2 001

Sekretaris Ujian,



Dr. I Nyoman Pasek Nugraha, ST., MT.  
NIP. 19770721 200604 1 001

Mengesahkan  
Dekan Fakultas Teknik dan Kejuruan



Dr. I Gede Sudirtha, S.Pd., M.Pd.  
NIP. 19710616 199602 1 001

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa karya tulis yang berjudul “Analisis Pengaruh Variasi Bahan Insulasi Saluran *Chilled Water* Terhadap Performansi *Prototype Mini Water Chiller*” beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan dan pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko/sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran atas etika keilmuan dalam karya saya ini atau ada klaim terhadap keaslian karya saya ini.

Singaraja, 27 April 2021

Yang membuat pernyataan,



I Gusti Made Buddhi Satya  
Utama

## **MOTTO**

**Doa, Target, Usaha**

**I Gusti Made Buddhi Satya Utama**



## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadapan Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat-Nya lah, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Analisis Pengaruh Variasi Bahan Insulasi Saluran *Chilled Water* terhadap Performansi *Prototype Mini Water Chiller*". Skripsi ini dibuat untuk memenuhi persyaratan untuk mencapai gelar sarjana pendidikan pada Universitas Pendidikan Ganesha.

Dalam proses pembuatan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan saran moral maupun material dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. I Nyoman Jampel, M.Pd., selaku Rektor Universitas Pendidikan Ganesha
2. Bapak Dr. I Gede Sudirtha, S.Pd., M.Pd., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Kejuruan.
3. Bapak Dr. Kadek Rihendra Dantes S.T., M.T, selaku Ketua Jurusan Teknologi Industri
4. Bapak Dr. I Nyoman Pasek Nugraha, S.T, M.T, selaku Kordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin dan sekaligus sebagai dosen Pembimbing I.
5. Bapak I Gede Wiratmaja, S.T, M.T, selaku sebagai dosen Pembimbing II.
6. Para Dosen pengajar di Program Studi Pendidikan Teknik Mesin.
7. Orang Tua penulis Ni Gusti Putu Suartini dan I Gusti Nyoman Gunadi, yang selalu memberikan doa, dukungan moril, dan motivasi kepada penulis.
8. Segenap keluarga yang memberi dukungan.
9. Serta rekan-rekan Mahasiswa Pendidikan Teknik Mesin angkatan ke-6.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Untuk itu, penulis mengharapkan masukan, saran dan kritik yang

bersifat membangun dari berbagai pihak guna menyempurnakan skripsi ini.  
Akhir kata penulis ucapkan terimakasih.

Singaraja, 23 April 2021

Penulis





## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PENGUJI.....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN PANITIA UJIAN FAKULTAS .....</b>	<b>iv</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN .....</b>	<b>v</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>vi</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	5
1.3 Batasan Masalah.....	6
1.4 Rumusan Masalah .....	7
1.5 Tujuan Penelitian .....	8
1.6 Manfaat Penelitian .....	8
1.7 Luaran Penelitian .....	9
<b>BAB II KAJIAN TEORI .....</b>	<b>10</b>
2.1 Mesin Pendingin.....	10
2.2 Siklus Kompresi Uap .....	11
2.3 <i>Prototype Mini Water Chiller</i> .....	15
2.4 <i>Komponen Prototype Mini Water Chiller</i> .....	17
2.4.1    Komponen Utama .....	17
2.4.2    Komponen Pendukung .....	21
2.5 Insulasi Thermal.....	24
2.5.1    Definisi Insulasi Thermal .....	24
2.5.2    Manfaat Insulasi Thermal .....	24
2.5.3    Jenis-jenis Insulator.....	25
2.5.4    Ketebalan Insulator .....	34

2.6	Dasar Perpindahan Kalor .....	35
2.7	Analisis Perpindahan Kalor Fluida dalam Tabung .....	39
2.8	Laju Pendinginan Ruangan .....	40
2.9	Capaian Suhu Optimal .....	41
2.10	Kajian Penelitian Relevan .....	41
2.11	Kerangka Berpikir .....	45
2.12	Hipotesis Penelitian.....	46
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>47</b>
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian .....	47
3.1.1	Tempat Penelitian.....	47
3.1.2	Waktu Penelitian .....	47
3.2	Rancangan Penelitian .....	48
3.3	Variabel/Objek Penelitian .....	48
3.3.1	Variabel.....	48
3.3.2	Objek Penelitian .....	49
3.3.3	Subjek Penelitian.....	49
3.4	Alat dan Bahan Penelitian.....	49
3.4.1	Alat Penelitian.....	49
3.4.2	Bahan Penelitian.....	50
3.5	Prosedur Penelitian.....	51
3.5.1	Penyusunan Alat Penelitian.....	51
3.5.2	Tahap Penelitian.....	52
3.5.3	Pengolahan Data Penelitian.....	53
3.6	Metode Pengumpulan Data .....	54
3.7	Teknik Analisa Data.....	55
3.7.1	Analisis Deskriptif .....	55
3.8	Diagram Alir Penelitian .....	58
3.9	Hipotesis Statistik.....	59
3.10	Rancangan Pengambilan Data.....	60
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>61</b>
4.1	Data Hasil Pengujian Capaian Suhu Optimal .....	61
4.2.1	Analisis Statistik Deskriptif Data Hasil Pengujian Capaian Suhu Optimal <i>Prototype Mini Water Chiller</i> .....	65
4.2.2	Penyajian Grafik dan Pembahasan.....	69

4.2 Data Hasil Pengujian Laju Pendinginan Ruangan (Kabin).....	71
4.2.1 Analisis Statistik Deskriptif Data Hasil Pengujian Laju Pendinginan Ruangan <i>Prototype Mini Water Chiller</i> .....	78
4.2.2 Penyajian Grafik dan Pembahasan.....	83
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>86</b>
5.1 Simpulan .....	86
5.2 Saran.....	87
<b>DAFTAR RUJUKAN.....</b>	<b>88</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN</b>	



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Siklus Mesin Pendingin.....	11
Gambar 2.2 Siklus kompresi uap dalam diagram Tekanan-Entalpi (p-H).....	12
Gambar 2.3 Skema Rancangan <i>Prototype Mini Water Chiller</i> .....	17
Gambar 2.4 Kompresor.....	18
Gambar 2.5 Akumulator.....	19
Gambar 2.6 Kondensor.....	19
Gambar 2.7 Pipa Kapiler.....	20
Gambar 2.8 Evaporator.....	21
Gambar 2.9 <i>Chilled Water Supply Tank</i> .....	21
Gambar 2.10 Pompa <i>Submersible</i> .....	22
Gambar 2.11 Pipa <i>Extension</i> (a), dan <i>Pipa chilled water</i> (b).....	23
Gambar 2.12 <i>Fan Coil Unit</i> pada <i>Prototype Mini Water Chiller</i> .....	23
Gambar 2.13 <i>Nitrile Rubber Expanded</i> berbentuk tabung.....	31
Gambar 2.14 <i>Rigid Polyurethane Foam</i> .....	33
Gambar 2.15 <i>Polyurethane Foam Spray</i> .....	34
Gambar 2.16 Kerangka Berpikir.....	45
Gambar 3.1 Penyusunan Alat Penelitian.....	51
Gambar 3.2 Diagram Alir Rancangan Penelitian.....	57
Gambar 4.1 Histogram Distribusi Frekuensi Data Capaian Suhu Optimal Variasi Bahan Insulasi <i>Nitrile Rubber Expanded</i> .....	66
Gambar 4.2 Histogram Distribusi Frekuensi Data Capaian Suhu Optimal Variasi Bahan Insulasi <i>Polyurethane Foam</i> .....	68
Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Variasi Bahan Insulasi Saluran <i>Chilled Water</i> Terhadap Capaian Suhu Optimal <i>Prototype Mini Water</i> <i>Chiller</i> .....	70
Gambar 4.4 Histogram Distribusi Frekuensi Data Capaian Laju Pendinginan Ruangan Variasi Bahan Insulasi <i>Nitrile Rubber Expanded</i> .....	80

Gambar 4.5 Histogram Distribusi Frekuensi Data Laju Pendinginan Ruangan  
Variasi Bahan Insulasi *Polyurethane Foam*..... 82

Gambar 4.6 Grafik Pengaruh Variasi Bahan Insulasi Saluran *Chilled Water*  
Terhadap Laju Pendinginan Ruangan *Prototype Mini Water*  
*Chiller*..... 83



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Ketebalan Insulator Pipa Air Dingin.....	35
Tabel 2.2 Nilai Konduktivitas Bahan.....	37
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian.....	47
Tabel 3.2 Klasifikasi Data.....	57
Tabel 3.3 Rancangan Pengambilan Data .....	60
Tabel 4.1 Data Mentah Capaian Suhu Optimum <i>Prototype Mini Water Chiller</i> .....	61
Tabel 4.2 Klasifikasi Data Capaian Suhu Optimal Variasi Bahan Insulasi <i>Nitrile Rubber Expanded</i> .....	63
Tabel 4.3 Klasifikasi Data Capaian Suhu Optimal Variasi Bahan Insulasi <i>Polyurethane Foam</i> .....	64
Tabel 4.4 Data Capaian Suhu Optimal <i>Prototype Mini Water Chiller</i> Normal ..	64
Tabel 4.5 Data Rata- rata Capaian Suhu Optimal <i>Prototype Mini Water Chiller</i> .....	65
Tabel 4.6 Distribusi Frekuensi Data Capaian Suhu Optimal Variasi Bahan Insulasi <i>Nitrile Rubber Expanded</i> .....	66
Tabel 4.7 Statistik Deskriptif Data Capaian Suhu Optimal Variasi Bahan Insulasi <i>Nitrile Rubber Expanded</i> .....	67
Tabel 4.8 Distribusi Frekuensi Data Capaian Suhu Optimal Variasi Bahan Insulasi <i>Polyurethane Foam</i> .....	68
Tabel 4.9 Statistik Deskriptif Data Capaian Suhu Optimal Variasi Bahan Insulasi <i>Polyurethane Foam</i> .....	69
Tabel 4.10 Data Mentah Laju Pendinginan Ruangan <i>Prototype Mini Water Chiller</i> .....	72
Tabel 4.11 Laju Pendinginan Ruangan <i>Prototype Mini Water Chiller</i> Variasi Bahan Insulasi Saluran <i>Chilled Water Nitrile Rubber Expanded</i> ....	74
Tabel 4.12 Laju Pendinginan Ruangan <i>Prototype Mini Water Chiller</i> Variasi Bahan Insulasi Saluran <i>Chilled Water Polyurethane Foam</i> .....	74
Tabel 4.13 Klasifikasi Data Laju Pendinginan Variasi Bahan Insulasi <i>Nitrile Rubber Expanded</i> .....	76

Tabel 4.14 Klasifikasi Data Laju Pendinginan Ruangan Variasi Bahan Insulasi <i>Polyurethane Foam</i> .....	77
Tabel 4.15 Data Laju Pendinginan Ruangan <i>Prototype Mini Water Chiller</i> Normal.....	77
Tabel 4.16 Data Rata- rata Laju Pendinginan Ruangan <i>Prototype Mini</i> <i>Water Chiller</i> .....	78
Tabel 4.17 Distribusi Frekuensi Data Laju Pendinginan Ruangan Variasi Bahan Insulasi <i>Nitrile Rubber Expanded</i> .....	79
Tabel 4.18 Statistik Deskriptif Data Laju Pendinginan Ruangan Variasi Bahan Insulasi <i>Nitrile Rubber Expanded</i> .....	80
Tabel 4.19 Distribusi Frekuensi Data Laju Pendinginan Ruangan Variasi Bahan Insulasi <i>Polyurethane Foam</i> .....	81
Tabel 4.20 Statistik Deskriptif Data Laju Pendinginan Ruangan Variasi Bahan Insulasi <i>Polyurethane Foam</i> .....	82

