

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala berkah dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi dengan judul “Pengaruh Variasi Debit Udara Terhadap Unjuk Kerja *Cooling Tower* Tipe *Crossflow* dengan *Filler*” ini dengan baik. Tidak lupa shalawat dan salam penulis haturkan kepada Rasulullah, Nabi Muhammad SAW.

Penulis menyadari bahwa selama dalam penulisan dan penyelesaian skripsi ini telah dibantu oleh banyak pihak. Oleh sebab itu penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini:

1. Bapak Dr. Slamet Wahyudi, ST., MT., selaku Ketua Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
2. Bapak Dr.Eng. Anindito Purnowidodo, ST., M.Eng., selaku Sekretaris Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
3. Bapak Ir. Agustinus Ariseno, MT., selaku pembimbing skripsi yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan selama penyusunan skripsi ini.
4. Ibu Dr.Eng. Lilis Yuliati, ST.,MT., selaku Ketua Kelompok Konsentrasi Konversi Energi Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
5. Agus Suryanto dan Nur Syamsiyah selaku orang tua yang selalu memberikan kasih sayangnya, doa, dan dukungan materil yang tidak henti-hentinya diberikan selama ini.
6. Seluruh Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin yang telah banyak memberikan ilmu pengetahuan yang sangat bermanfaat untuk penyusunan skripsi ini.
7. Seluruh staf administrasi Jurusan Teknik Mesin serta Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
8. Teman seperjuangan, Richo Dwi Arisandi Pinto, Abed Nego Siregar, Agustinus Romy Niasputra, dan Andella Vanya Erifnawan atas dukungan dan supportnya.
9. Kakak senior, Ahmad Bahrul Ulum, Muhammad Faris Djunaedi dan Irfan Affandi yang selalu memberikan nasehat serta saran yang bermanfaat.

10. Teman-teman Mesin angkatan 2008 yang selalu memberikan semangat, motivasi dan seluruh dukungan yang diberikan.
11. Seluruh pihak terkait yang telah membantu dan tidak dapat disebutkan satu persatu.

Dengan keterbatasan ilmu yang penulis miliki, menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harapkan untuk masukan di masa mendatang. Akhirnya penulis berharap semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Malang, Juli 2012

Penulis



DAFTAR ISI

Halaman

<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>vii</b>
<b>RINGKASAN.....</b>	<b>viii</b>
<b>BAB I.           PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB II.          TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Penelitian Sebelumnya.....	4
2.2 <i>Cooling Tower</i> .....	4
2.2.1 Pengertian dan Prinsip Kerja <i>Cooling Tower</i> .....	4
2.2.2 Bagian - Bagian <i>Cooling Tower</i> .....	6
2.2.3 Klasifikasi <i>Cooling Tower</i> .....	10
2.3 Istilah - Istilah Yang Digunakan dalam <i>Cooling Tower</i> .....	19
2.4 Unjuk Kerja <i>Cooling Tower</i> .....	22
2.5 Hipotesis.....	25
<b>BAB III.        METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Metode Penelitian.....	26
3.2 Variabel Penelitian .....	26
3.3 Alat-alat yang digunakan .....	26
3.4 Skema Instalasi Alat Penelitian.....	31
3.5 Prosedur Penelitian.....	32



3.6 Diagram Alir Proses Penelitian.....	34
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Analisa Data .....	36
4.1.1 Data Hasil Pengujian.....	36
4.1.2 Contoh Perhitungan Data .....	37
4.1.3 Hasil Pengolahan Data .....	42
4.2 Pembahasan Grafik.....	43
4.2.1 Grafik Pengaruh Variasi Debit Udara dan Debit Air Terhadap Laju Perpindahan Kalor <i>Cooling Tower</i> .....	43
4.2.2 Grafik Pengaruh Variasi Debit Udara dan Debit Air Terhadap Efektifitas ( <i>Effectiveness</i> ) <i>Cooling Tower</i> .....	45
4.2.3 Grafik Pengaruh Variasi Debit Udara dan Debit Air Terhadap <i>Number of Transfer Unit (NTU)</i> .....	47
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	49
5.2 Saran.....	49
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

### DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
Tabel 4.1	Tabel hasil Pengambilan Data.....	36
Tabel 4.2	Tabel Hasil Pengolahan Data.....	42



## DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Skema <i>cooling tower</i> .....	5
Gambar 2.2	Bagian – bagian <i>cooling tower</i> .....	5
Gambar 2.3	<i>Splash Fill</i> .....	8
Gambar 2.4	<i>Film Fill</i> .....	8
Gambar 2.5	<i>Low-clog Film Fill</i> .....	9
Gambar 2.6	<i>Natural-Draft Cooling Tower counterflow</i> .....	11
Gambar 2.7	<i>Natural-Draft Cooling Tower crossflow</i> .....	11
Gambar 2.8	<i>Forced-draft cooling tower</i> .....	12
Gambar 2.9	<i>Induced -draft cooling tower</i> .....	12
Gambar 2.10	<i>Induced draft cooling tower crossflow</i> .....	13
Gambar 2.11	<i>Combined Draft Cooling Tower</i> .....	14
Gambar 2.12	<i>Direct dry-cooling tower</i> .....	15
Gambar 2.13	Skematik instalasi <i>Indirect dry-cooling tower</i> dengan menggunakan kondensor permukaan konvensional .....	16
Gambar 2.14	Skematik instalasi <i>Indirect dry-cooling tower</i> dengan sirkulasi bahan pendingin 2 fase.....	17
Gambar 2.15	<i>Wet-dry cooling tower</i> .....	18
Gambar 2.16	Diagram <i>Psychrometry</i> .....	19
Gambar 3.1	<i>Filler</i> .....	27
Gambar 3.2	Kolom Pendingin.....	27
Gambar 3.3	Bak Penampung Air.....	28
Gambar 3.4	<i>Blower</i> .....	28
Gambar 3.5	Pompa.....	29
Gambar 3.6	<i>Heater</i> .....	29
Gambar 3.7	Termometer.....	30
Gambar 3.8	<i>Flowmeter</i> .....	30
Gambar 3.9	<i>Nozzle Sprayr</i> .....	31
Gambar 3.10	<i>Anemometer</i> .....	31
Gambar 3.11	Instalasi Penelitian.....	32

Gambar 3.12 Diagram Alir Penelitian.....34

Gambar 4.1 Grafik pengaruh variasi debit udara dan debit air terhadap laju perpindahan kalor *cooling tower* .....43

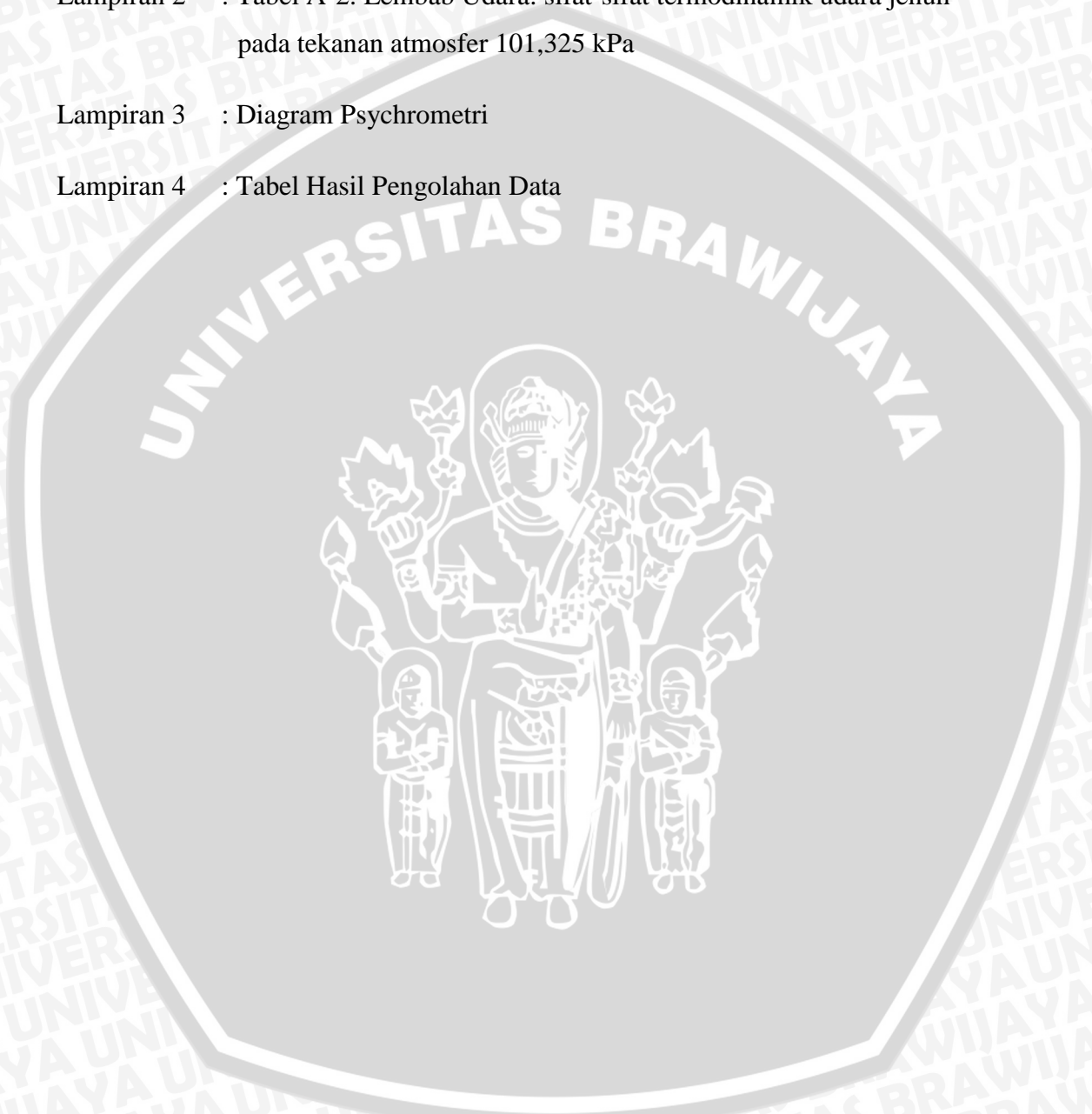
Gambar 4.2 Grafik pengaruh variasi debit udara dan debit air terhadap efektivitas (*effectiveness*) *cooling tower* .....45

Gambar 4.3 Grafik pengaruh variasi debit udara dan debit air terhadap *number of transfer unit (NTU) cooling tower* ..... 47



## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Tabel A-1. Sifat-sifat cairan dan uap jenuh
- Lampiran 2 : Tabel A-2. Lembab Udara: sifat-sifat termodinamik udara jenuh pada tekanan atmosfer 101,325 kPa
- Lampiran 3 : Diagram Psychrometri
- Lampiran 4 : Tabel Hasil Pengolahan Data





## RINGKASAN

**SYAFA ` VANANA**, Jurusan Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang, Juli, *Pengaruh Variasi Debit Udara Terhadap Unjuk Kerja Cooling Tower Tipe Crossflow Dengan Filler*, Dosen Pembimbing : Ir. Agustinus Ariseno, MT.

*Cooling tower* didefinisikan sebagai alat penukar kalor yang fluida kerjanya adalah air dan udara yang berfungsi untuk mendinginkan air dengan kontak langsung dengan udara yang mengakibatkan sebagian kecil air menguap. Salah satu usaha dalam meningkatkan unjuk kerja *cooling tower* adalah dengan memvariasikan debit udara yang masuk *cooling tower* sehingga ada kemungkinan unjuk kerja maksimum bisa diperoleh. Karena pada aplikasinya dilapangan, kecepatan udara yang masuk *cooling tower* berubah – ubah dikarenakan udara yang digunakan untuk mendinginkan air bertemperatur tinggi adalah udara sekitar yang bergerak tanpa bantuan dari luar agar lebih hemat biaya pengoperasian.

Tujuan yang ingin diperoleh dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh variasi debit udara terhadap unjuk kerja *cooling tower* tipe crossflow dengan *filler*. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah debit aliran udara masuk *cooling tower* yaitu 12, 14, 16, 18, dan 20 l/s. Variabel terkontrol yaitu sudut semprotan air 80 derajat, debit air masuk *cooling tower* yaitu, 0.04; 0.05; dan 0.06 l/s, dan temperatur air panas masuk *cooling tower* sebesar 50°C. Sedangkan variabel terikatnya adalah unjuk kerja *cooling tower*, yaitu laju perpindahan kalor, *Number of Transfer Unit (NTU)*, dan efektifitas (*effectiveness*) *cooling tower*.

Dari hasil penelitian didapatkan Nilai perpindahan kalor paling besar yaitu pada variasi debit aliran udara 20 l/s dengan debit air 0,06 l/s sebesar 4,302563241 kJ/s atau 4302,56241 watt. Efektivitas (*effectiveness*) tertinggi yaitu pada variasi debit aliran udara 20 l/s dengan debit air 0,04 l/s sebesar 0.867196979, dan *number of transfer unit (NTU)* tertinggi yaitu pada variasi debit aliran udara 20 l/s dengan debit air 0,04 l/s sebesar 6.486010151.

**Kata Kunci :** *Cooling tower*, Debit udara, Laju perpindahan kalor, Efektifitas (*Effectiveness*), dan *Number of Transfer Unit(NTU)*.