

LAPORAN TUGAS AKHIR

Analisa Performance Menara Pendingin Tipe Induced Draft Counterflow Tower With Fill Sebagai Pendingin Pengecoran Baja

**Diajukan Guna Memenuhi Syarat Kelulusan Mata Kuliah Tugas Akhir Pada
Program Sarjana Strata Satu (SI)**



Nama : Dwi Setiyanto

NIM : 41312120019

Program Studi : Teknik Mesin

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2014

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Dwi Setiyanto
N.I.M : 41312120019
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : Analisa *Performance* Menara Pendingin Tipe *Induced Draft Counterflow Tower With Fill* Sebagai Pendingin Pengecoran Baja

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Penulis,


[Dwi Setiyanto]

LEMBAR PENGESAHAN

Analisa Performance Menara Pendingin Tipe Induced Draft Counterflow Tower With Fill Sebagai Pendingin Pengecoran Baja



UNIVERSITAS
Disusun Oleh:
MERCU BUANA

Nama : Dwi Setiyanto

NIM : 41312120019

Program Studi : Teknik Mesin

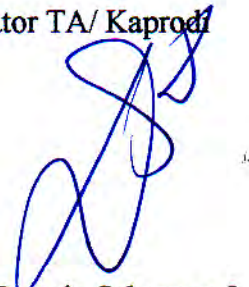
Pembimbing



[Prof.Dr. Chandrasa S]

Mengetahui

Koordinator TA/ Kaprodi



[Dr. Ing. Darwin Sebayang]

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan nikmat, karunia dan kekuatan lahir batin. Sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul ” Analisa Performance Menara Pendingin *Tipe Induced Draft Counterflow Tower With Fill* Sebagai Pendingin Pengecoran Baja”.

Tugas Akhir ini disusun sebagai syarat untuk melengkapi syarat kelulusan pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercubuana.

Dalam menyusun laporan tugas akhir ini, tentunya tidak lepas dari bimbingan serta bantuan dari beberapa pihak, dan oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. J. Chandrasa Soekardi selaku Dekan sekaligus Pembimbing yang dengan telaten membimbing serta mengarahkan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Dr. Ing. Darwin Sebayang selaku Kaprodi Teknik Mesin Universitas Mercubuana.
3. Seluruh dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercubuana.
4. Keluarga tercinta yang selalu memberikan semangat serta doa.
5. Seluruh rekan PKK angkatan 22 teknik mesin Universitas Mercubuana.
6. Rekan-rekan CCF yang telah membantu pengumpulan data.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun sebagai perbaikan dan bahan acuan penulis dalam penyusun Tugas Akhir ini.

Penulis berharap semoga laporan ini dapat memberikan manfaat, bagi wawasan ilmu pengetahuan dimasa sekarang maupun yang akan datang.

Jakarta, 27 September 2014

Penulis



DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN

| LAMBANG | SATUAN |
|--|------------------------------|
| $\Phi = RH$: Kelembaban relatif | (-) |
| P_v : Tekanan uap air di udara | (kPa) |
| P_g : Tekanan jenuh gas | (kPa) |
| ω : Kelembaban mutlak udara | (kg uap air/kg udara kering) |
| P_a : Tekanan udara kering dalam udara | (kPa) |
| P_1 : Tekanan lingkungan | (kPa) |
| W_1 : Massa air sirkulasi setiap satuan massa udara kering masuk menara | (kg air/ kg udara kering) |
| W_2 : Massa air sirkulasi setiap satuan massa udara kering keluar menara | (kg air/ kg udara kering) |
| ω_1 : Kelembaban mutlak udara masuk menara | (kg uap air/kg udara kering) |
| ω_2 : Kelembaban mutlak udara keluar menara | (kg uap air/kg udara kering) |
| E_{u1} : Energi udara saat masuk menara pendingin | (kJ/s) |
| E_{u2} : Energi udara saat keluar menara pendingin | (kJ/s) |
| E_{w1} : Energi air saat masuk menara pendingin | (kJ/s) |
| E_{w2} : Energi air saat keluar menara pendingin | (kJ/s) |
| h_{a1} : Entalpi spesifik udara kering masuk menara pendingin | (kJ/kg udara kering) |
| h_{a2} : Entalpi spesifik udara kering keluar menara pendingin | (kJ/kg udara kering) |
| h_{v1} : Entalpi spesifik air masuk menara pendingin | (kJ/kg uap air) |
| h_{v2} : Entalpi spesifik air keluar menara pendingin | (kJ/kg uap air) |
| h_{w1} : Entalpi spesifik air sirkulasi masuk menara pendingin | (kJ/kg air) |

| | | |
|----------------|--|-------------------------------------|
| \dot{m}_a | : Laju aliran massa udara kering | (kJ/kg air) |
| \dot{m}_v | : Laju aliran massa uap air | (kg udara kering/s) |
| \dot{m}_w | : Laju aliran massa air | (kg Uap air/s) |
| \dot{m}_{mw} | : Laju air tambahan pengganti penguapan | (kg air/s) |
| Q | : Debit air | (m ³ /s) |
| C_{pa} | : Panas Spesifik udara Kering | (kJ/kg udara kering K) |
| C_{pw} | : Panas Spesifik air | (kJ/kg air K) |
| E_w | : Energi yang dilepas air | (kJ/s) |
| T_{a1} | : Temperatur udara masuk menara | (°C) |
| T_{a2} | : Temperatur udara keluar menara | (°C) |
| T_{w1} | : Temperatur air panas masuk menara | (°C) |
| T_{w2} | : Temperatur air panas keluar menara | (°C) |
| ρ_a | : Massa Jenis udara kering | (kg udara kering / m ³) |
| V | : Kecepatan Udara Keluar | (m/s) |
| A | : Luas area keluaran menara | (m ²) |
| L/G | : Perbandingan laju aliran massa cair terhadap gas | (kg air / kg udara) |

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|---------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PERNYATAAN | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN | iii |
| ABSTRAK..... | iv |
| PRAKATA..... | v |
| DAFTAR SIMBOL DAN SATUAN..... | vii |
| DAFTAR ISI..... | ix |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR TABEL..... | xii |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan masalah | 2 |
| 1.3. Tujuan Penulisan Tugas Akhir..... | 2 |
| 1.4. Pembatasan Masalah | 3 |
| 1.5. Sistematika Penulisan | 3 |
| BAB II DASAR TEORI | 5 |
| 2.1. Tinjauan pustaka | 5 |
| 2.1.1. Komponen Utama Menara Pendingin..... | 9 |
| 2.2. Kinerja Menara Pendingin | 11 |
| 2.2.1. Karakteristik Udara..... | 11 |
| 2.2.2. Kapasitas Pendinginan..... | 13 |
| 2.2.3. Air Tambahan (<i>MakeUp Water</i>)..... | 18 |
| 2.2.4. <i>Range</i> (Jangkauan Pendinginan)..... | 19 |
| 2.2.5. <i>Approach</i> (Nilai Pendekatan)..... | 20 |
| 2.2.6. Perbandingan Cair/Gas | 21 |
| 2.2.7. Efektivitas Menara Pendingin..... | 22 |
| BAB III METODE PENELITIAN | 23 |
| 3.1. Tahapan Analisa..... | 24 |
| 3.1.1. Pengumpulan data awal | 25 |
| 3.1.2. Persiapan Alat dan Pengujian | 25 |

| | |
|---|-----------|
| 3.1.3. Pengumpulan Data | 25 |
| 3.1.4. Analisa Data..... | 26 |
| 3.1.5. Hasil Analisa | 26 |
| 3.1.6. Kesimpulan | 26 |
| BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA | 27 |
| 4.1. Tujuan Pengujian | 27 |
| 4.2. Skema Instalasi Menara Pendingin | 27 |
| 4.3. Data Yang Diperlukan | 28 |
| 4.4. Peralatan Yang Digunakan | 28 |
| 4.5. Pelaksanaan Pengujian Dan Data Pengujian | 29 |
| 4.5.1 Langkah Pengujian | 29 |
| 4.5.2 Data Pengujian | 29 |
| 4.5.3 Grafik Data Pengujian dan analisa..... | 44 |
| BAB V PENUTUP | 49 |
| 5.1. Kesimpulan..... | 49 |
| 5.2. Saran..... | 50 |
| DAFTAR PUSTAKA | 51 |
| LAMPIRAN | |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|--|---------|
| Gambar 2.1 Skema Sistem Menara Pendingin Basah | 9 |
| Gambar 2.2 Menara Pendingin Jujut Isap, Lawan Arah | 10 |
| Gambar 2.3 Keseimbangan Energi Pada Menara Pendingin | 17 |
| Gambar 2.4 Sirkulasi Aliran Dalam Menara Pendingin | 21 |
| Gambar 2.5 Range dan Approach Menara Pendingin..... | 23 |
| Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian | 26 |
| Gambar 4.1 Skema Instalasi Menara Pendingin | 29 |
| Gambar 4.2 Grafik hubungan antara tanggal dan waktu pengujian dengan efektivitas..... | 46 |
| Gambar 4.3 Grafik hubungan antara tanggal dan waktu pengujian dengan energi yang dilepas air..... | 47 |
| Gambar 4.4 Grafik hubungan antara tanggal dan waktu pengujian dengan jangkau pendinginan (<i>range</i>)..... | 48 |
| Gambar 4.5 Grafik hubungan antara tanggal dan waktu pengujian dengan nilai pendekatan (<i>approach</i>)..... | 49 |
| Gambar 4.6 Grafik hubungan antara tanggal dan waktu pengujian dengan rasio L/G..... | 50 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|-----------|---|
| Tabel 2.1 | Ciri-ciri Jenis Menara Pendingin Jujut Mekanik..... 7 |
| Tabel 2.2 | Nilain Desain Berbagai Jenis Bahan Pengisi 12 |
| Tabel 4.1 | Data Pengujian 32 |
| Tabel 4.2 | Penabelan Hasil Perhitungan..... 45 |

