



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**RANCANG BANGUN *TEST BED*
*COOLING TOWER COUNTER FLOW***

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya

Rengga Bayu Herlambang	21050111060007
Andi Pambudi	21050111060016
Irfan Al Ayubbi	21050111060036
Azis Setyoko	21050111060041

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN

SEMARANG

SEPTEMBER 2014

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

NAMA : RENGGA BAYU H.

NIM : 21050111060007

Tanda tangan :

Tanggal : 29 Agustus 2014



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
FAKULTAS TEKNIK**

TUGAS PROYEK AKHIR

No. : 05 / VI / PA / DIII TM / 2014

Dengan ini diberikan Tugas Proyek Akhir untuk Mahasiswa berikut :

Nama : RENGGA BAYU HERLAMBANG
NIM : 21050111060007
Judul Proyek Akhir : RANCANG BANGUN TEST BED *COOLING*
TOWER COUNTER FLOW

Isi Tugas :

1. Membuat rancangan model cooling tower (skala lab)
2. Melakukan uji kelayakan dan karakteristik model
3. Menyusun laporan pertanggungjawaban

Demikian agar diselesaikan selama – lamanya 6 bulan terhitung sejak diberikan tugas ini , dan diwajibkan konsultasi sedikitnya 12 kali demi kelancaran penyelesaian tugas.

Semarang,

Ketua PSD III Teknik Mesin

Bambang Setyoko, ST, M.Eng
NIP. 196809011998021001

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : **RENGGA BAYU HERLAMBAANG**

NIM : **21050111060007**

Program Studi : Diploma III Teknik Mesin

Judul : **RANCANG BANGUN TEST BED *COOLING TOWER*
*COUNTER FLOW***

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 Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing : Ir. Rahmat ()

Penguji : Didik Ariwibowo, ST. MT ()

Penguji : Ir. H. Murni, MT ()

Semarang, Agusuts 2014

Ketua PSD III Teknik Mesin

Bambang Setyoko, ST, M.Eng

NIP. 196809011998021001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : RENGGA BAYU HERLAMBANG
NIM : 21050111060007
Jurusan : Program Studi Diploma III Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (None – exclusive Royalty Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

RANCANG BANGUN TEST BED *COOLING TOWER COUNTER FLOW*

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang

Pada tanggal : 29 Agustus 2014

(Rengga Bayu Herlambang)

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

- Merintis kesuksesan bersama pasangan lebih berkesan daripada sukses dulu lalu mencari pasangan.
- Hidup adalah pilihan. Allah akan memberikan apa saja yang kita butuhkan, bukan yang kita inginkan.
- Tak selamanya hobby akan menjadi sebuah profesi.

PERSEMBAHAN

1. Bapak dan Ibu, yang telah memberikan kasih sayang serta doanya san mengajarkan arti hidup yang sebenarnya.
2. Saudara – saudara dan keluarga besar yang telah memberikan dukungan dan doa sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan sesuai dengan keinginan.
3. Teman – teman satu kelompok, Irfan Al-Ayubi, Rengga Bayu Herlambang, Andi Pambudi, Rahmat Hidayah dan Azis Setyoko yang telah berusaha sekuat tenaga untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini tepat waktu.
4. Almamaterku.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir serta Laporan Tugas Akhir tepat waktu dan tanpa ada halangan yang berarti.

Laporan Tugas Akhir ini disusun berdasarkan apa yang telah penulis lakukan pada saat pembuatan rancang bangun *Test Bed Cooling Tower Counter Flow* di workshop Balai Karya Program Studi Diploma III Teknik Mesin Universitas Diponegoro, tepatnya pada bulan Maret sampai Mei 2014.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat wajib untuk memperoleh gelar Ahli Madya. Tugas Akhir banyak memberikan manfaat kepada penulis baik dari segi akademik maupun untuk pengalaman yang tidak dapat penulis temukan saat berada di bangku kuliah.

Dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak, oleh sebab itu penulis ingin mengungkapkan rasa terimakasih kepada:

1. Ir. H. Zaenal Abidin, MS selaku Ketua Program Diploma III Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
2. Bambang Setyoko, ST, M.Eng. selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
3. Drs. Wiji Mangestiyono, MT selaku dosen wali.
4. Ir. Rahmat selaku dosen Pembimbing Tugas Akhir.

5. Bapak dan Ibu Dosen Tim Penguji Tugas Akhir.
6. Segenap staff pengajar pada Program Studi Diploma III Teknik Mesin Universitas Diponegoro Semarang yang telah banyak memberikan arahan.
7. Bapak dan Ibu tercinta, atas doa dan bantuan yang telah diberikan baik dari segi moril maupun material.
8. Dan semua pihak yang telah memberikan kritik dan saran yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis sadar bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, maka kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan.

Akhir kata semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan banyak manfaat bagi kita semua.

Semarang, 29 Agustus 2014

Penulis

RENGGA BAYU .H.

NIM. 21050111060007

RANCANG BANGUN

TEST BED COOLING TOWER COUNTER FLOW

Proses Rancang Bangun Test Bed Cooling Tower Counter Flow bertujuan untuk mengetahui karakteristik cooling tower sebagai fungsi perubahan suhu beban melalui uji kelayakan dan simulasi kerja test bed cooling tower yang telah dirancang. Pada proses rancang bangun cooling tower ini dilakukan dengan beberapa pendekatan diantaranya termodinamika, perpindahan kalor dan mekanika fluida. Karakteristik menara pendingin dari data manual berupa range, approach dan beban kalor tentu tidak relevan dengan kondisi operasional saat ini. Oleh karena itu dibutuhkan pengujian karakteristik menara pendingin sesuai dengan kondisi setempat. Penelitian dilakukan dengan menggunakan alat ukur thermometer, thermohygrometer, anemometer, dan Flowmeter pada menara pendingin. Hasil pengujian dengan menggunakan kapasitas 6 l/min sampai 11 l/min menunjukkan bahwa efektivitas menara berkisar 40,0 % s.d 46,51 % dengan rata-rata 44,42 %; cooling range 3,6 C sampai 6 C dengan rata-rata 4,92 C; Approach berkisar 4,6 °C sampai 7,8 °C dengan rata-rata 6,15 C. Perbandingan L/G 0,22 s.d 0,41 dengan rata-rata L/G 0,31 (kg air/ kg udara).

Kata Kunci : *Menara Pendingin, efektivitas, cooling range, approach, kapasitas pendinginan*

DESIGN TEST BED

COUNTER FLOW COOLING TOWER

Design Process Test Bed Counter Flow Cooling Tower aims to investigate the characteristics of cooling tower as a function of load temperature changes through the due diligence and work simulation test bed cooling tower that has been designed. In the process of cooling tower design was done by several approaches including thermodynamics, heat transfer and fluid mechanics. The characteristics of the cooling tower in the form of manual data range, approach and the heat load is not necessarily relevant to the current operating conditions. therefore needed pengujian characteristics of cooling towers in accordance with local conditions. The study was conducted by using a thermometer measuring devices, thermohygrometer, anemometer, and Flowmeter in cooling towers. The test results by using a capacity of 6 l / min to 11 l / min showed that the effectiveness of the tower range 40.0% to 46.51% with an average of 44.42%; cooling range of 3.6 C to 6 C with an average of 4.92 C; Approach ranges from 4.6 ° C to 7.8 ° C with an average of 6,15 c. Comparison of L / G 0.22 sd 0.41 with an average L / G 0.31 (kg water / kg air).

Keyword : *Cooling Tower, Range, Approach, efectiveness, cooling capacity.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	1
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	2
SURAT TUGAS PROYEK AKHIR.....	3
HALAMAN PENGESAHAN.....	4
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	5
MOTTODAN PERSEMBAHAN	6
KATA PENGANTAR	7
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
DAFTAR ISI.....	11
DAFTAR GAMBAR	14
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	16
BAB I PENDAHULUAN	Error! Bookmark not defined.
1.1. Latar Belakang	Error! Bookmark not defined.
1.2. Identifikasi Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.3. Pembatasan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.4. Tujuan.....	Error! Bookmark not defined.
1.5. Manfaat.....	Error! Bookmark not defined.
1.6. Sistematika Penulisan Laporan	Error! Bookmark not defined.
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	Error! Bookmark not defined.
2.1. Prinsip Kerja <i>Cooling Tower</i>	Error! Bookmark not defined.
2.2. Fungsi <i>CoolingTower</i>	Error! Bookmark not defined.
2.3. Macam – Macam <i>CoolingTower</i>	Error! Bookmark not defined.
2.4. Komponen <i>CoolingTower</i>	Error! Bookmark not defined.
2.4.1. Rangka dan Wadah	Error! Bookmark not defined.
2.4.2. Bahan Pengisi.....	Error! Bookmark not defined.
2.4.3. Kolam Air Dingin	Error! Bookmark not defined.

2.4.4.	Saluran Udara Masuk.....	Error! Bookmark not defined.
2.4.5.	<i>Draft Fan</i>	Error! Bookmark not defined.
2.4.6.	Nosel	Error! Bookmark not defined.
2.5.	Sistem Sirkulasi Air.....	Error! Bookmark not defined.
2.5.1.	Sistem Untai Terbuka (<i>Open Loop</i>).....	14
2.5.2.	Sistem Untai Tertutup (<i>Closed Loop</i>).....	Error! Bookmark not defined.
2.5.3.	Sistem Gabungan	Error! Bookmark not defined.
2.6.	Besaran Thermodinamika.....	Error! Bookmark not defined.
2.6.1.	<i>Range</i>	Error! Bookmark not defined.
2.6.2.	<i>Approach</i>	Error! Bookmark not defined.
2.6.3.	Efektivitas	Error! Bookmark not defined.
2.6.4.	Kapasitas Pendinginan	Error! Bookmark not defined.
2.6.5.	Laju Perpindahan Kalor	Error! Bookmark not defined.
2.6.6.	Kehilangan Penguapan.....	Error! Bookmark not defined.
2.6.7.	Siklus Konsentrasi (C.O.C).....	Error! Bookmark not defined.
2.6.8.	Kehilangan <i>Blow Down</i>	Error! Bookmark not defined.
2.6.9.	Perbandingan Cair/Gas (L/G)	Error! Bookmark not defined.
2.6.10.	<i>Number of Transfer Unit</i> (NTU)	Error! Bookmark not defined.

BAB III PROSEDUR PEMBUATAN *COOLING TOWER* Error! Bookmark not defined.

3.1.	Deskripsi <i>Cooling Tower</i>	Error! Bookmark not defined.
3.2.	Alur Proses Pembuatan <i>Cooling Tower</i> ..	Error! Bookmark not defined.
3.3.	Perancangan.....	Error! Bookmark not defined.
3.3.1.	Menghitung Kapasitas Pompa.....	Error! Bookmark not defined.
3.3.2.	Menentukan Kapasitas <i>Blower</i>	Error! Bookmark not defined.
3.3.3.	Menentukan Luasan <i>Casing</i>	Error! Bookmark not defined.
3.3.4.	Menentukan <i>Flow Meter</i>	Error! Bookmark not defined.
3.3.5.	Menentukan Struktur <i>Fill</i>	Error! Bookmark not defined.
3.3.6.	Menentukan Nosel	Error! Bookmark not defined.
3.3.7.	Menentukan Amperemeter.....	Error! Bookmark not defined.
3.3.8.	Menentukan Voltmeter.....	Error! Bookmark not defined.
3.4.	Proses Pengadaan Bahan	Error! Bookmark not defined.

3.4.1.	Bahan Fabrikasi.....	Error! Bookmark not defined.
3.4.2.	Unit dan Instrumentasi	Error! Bookmark not defined.
3.5.	Proses Fabrikasi.....	Error! Bookmark not defined.
3.5.1.	Proses Pembuatan Kerangka <i>Cooling Tower</i>	Error! Bookmark not defined.
3.5.2.	Proses Pembuatan <i>Fill</i>	Error! Bookmark not defined.
3.5.3.	Proses Pembuatan Nosel	Error! Bookmark not defined.
3.6.	Proses Assembly.....	Error! Bookmark not defined.
3.7.	Uji Kelayakan.....	Error! Bookmark not defined.
BAB IV UJI KINERJA <i>COOLING TOWER</i>		Error! Bookmark not defined.
4.1.	Tujuan Uji Kinerja <i>Cooling Tower</i>	Error! Bookmark not defined.
4.2.	Variabel Uji Kinerja <i>Cooling Tower</i>	Error! Bookmark not defined.
4.2.1.	Variabel Bebas (<i>independent</i>)	Error! Bookmark not defined.
4.2.2.	Variabel Terikat (<i>dependent</i>)	Error! Bookmark not defined.
4.2.3.	Variabel Kontrol.....	Error! Bookmark not defined.
4.3.	Peralatan dan Instrumentasi.....	Error! Bookmark not defined.
4.4.	Persiapan Pengambilan Data	Error! Bookmark not defined.
4.5.	Pelaksanaan Pengambilan Data	Error! Bookmark not defined.
4.6.	Pengolahan Data dan Pembahasan	Error! Bookmark not defined.
4.6.1.	Menghitung NTU	Error! Bookmark not defined.
4.6.2.	Menghitung Kapasitas Pendinginan.....	Error! Bookmark not defined.
4.6.3.	Menghitung Efektivitas <i>Cooling Tower</i>	Error! Bookmark not defined.
4.6.4.	Hasil Pengolahan Data	Error! Bookmark not defined.
4.7.	Analisa Grafik	Error! Bookmark not defined.
4.8.	Pembahasan dan Kesimpulan	Error! Bookmark not defined.
BAB V PENUTUP.....		Error! Bookmark not defined.
5.1.	Kesimpulan.....	Error! Bookmark not defined.
5.2.	Saran	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA		Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN.....		Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1. Diagram Skematika *Cooling Tower*. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.2. Jenis Fill Percik (*Splash*). **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.3. Jenis Fill Film (*Non Splash*). **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.4. Sistem Distribusi Gravitasi. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.5. Sistem Spray Distribusi. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.6. Sistem Distribusi Air Jenis Putaran. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.7. Sistem Untai Terbuka (*Open Loop*). **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.8. Sistem Untai Tertutup (*Closed Loop*). **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.9. Sistem Gabungan. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.10. *Range* dan *Approach Cooling Tower*. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.11. Pembagian Menara Menjadi Ruas – ruas Volume. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.1. Bagan alur proses pembuatan *cooling tower*. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.2. Desain Kerangka *Cooling Tower*. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.3. Hasi Pembuatan Kerangka *Cooling Tower*. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.4. Hasil Pembuatan *Fill Cooling Tower*. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.5. Hasil Pembuatan Nosel. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.6. Desain Instalasi *Cooling Tower*. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.1. Pembagian menara menjadi ruas - ruas volume. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.2. Psychometric Chart dan Diagram Entalphy Suhu Untuk 6 LPM. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.3. Psychometric Chart dan Diagram Entalphy Suhu Untuk 7 LPM. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.4. Psychometric Chart dan Diagram Entalphy Suhu Untuk 8 LPM.
.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.5. Psychometric Chart dan Diagram Entalphy Suhu Untuk 9 LPM.
.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.7. Psychometric Chart dan Diagram Entalphy Suhu Untuk 11 LPM.
.....**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Bahan - Bahan Fabrikasi	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.2. Unit dan Instrumentasi	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.3. Hasil Uji Kelayakan	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 1. Contoh Data Sheet	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.2. Data Hasil Pengamatan	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.3. Perhitungan jumlah $1/(h_i-h_a)$	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.4. Hasil Pengolahan Data	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. MANUAL BOOK COOLING TOWER.... **Error! Bookmark not defined.**

LAMPIRAN 2. SPESIFIKASI COOLING TOWER **Error! Bookmark not defined.**

LAMPIRAN 3. GAMBAR COOLING TOWER ..**Error! Bookmark not defined.**

LAMPIRAN 4. TABEL UDARA JENUH**Error! Bookmark not defined.**

LAMPIRAN 5. PSYCHOMETRIC CHART**Error! Bookmark not defined.**

LAMPIRAN 6. GAMBAR KERJA.....**Error! Bookmark not defined.**