SKRIPSI

ANALISIS PERFORMANSI MENARA PENDINGIN TIPE *INDUCED DRAFT COUNTER FLOW* Di PT. PLN SEKTOR KERAMASAN

OLEH :
MUHAMMAD IQBAL ALFARIZI
03121405048

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019

SKRIPSI

ANALISIS PERFORMANSI MENARA PENDINGIN TIPE *INDUCED DRAFT COUNTER FLOW* Di PT. PLN SEKTOR KERAMASAN

Dibuat sebagai salah satu kelengkapan untuk mengikuti Sidang Sarjana
di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

OLEH :
MUHAMMAD IQBAL ALFARIZI
03121405048

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS PERFORMANSI MENARA PENDINGIN TIPE *INDUCED DRAFT COUNTER* FLOW Di PT. PLN SEKTOR KERAMASAN

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:
Muhammad Iqbal Alfarizi
03121405048

Palembang, Juli 2019

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D

NIP. 197112251997021001

Diperiksa dan disetujui oleh

Dosen Pembimbing

Ellyanie, ST, MT

NIP.196905011994122001

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :

SKRIPSI

Nama	**: Muhammad Iqbal Alfarizi**
NIM	**: 03121405048**
Jurusan	**: TEKNIK MESIN**
Bidang Studi	**: KONVERSI ENERGI**
Judul Skripsi	**: ANALISIS PERFORMANSI MENARA PENDINGIN TIPE *INDUCED DRAFT COUNTER FLOW* Di PT. PLN SEKTOR KERAMASAN**
Dibuat Tanggal	**: JULI 2018**
Selesai Tanggal	**: JULI 2019**

Palembang, Juli 2019
Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D

NIP. 197112251997021001

Diperiksa dan disetujui oleh

Dosen Pembimbing

Ellyanie, ST, MT

NIP. 196905011994122001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya Tulis Ilmiah berupa skripsi ini dengan judul "**Analisis Performansi Menara Pendingin Tipe *Induced Draft Counter Flow*"** telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 6 Juli 2019.

Palembang, 6 Juli 2019

Tim penguji karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua :

1. Ir. Zainal Abidin, MT ( )
   NIP. 195809101986021002
2. Dr. Ir. Darmawi Bayin, MT, MT ( )
   NIP. 195806151987031002
3. Ir. Irwin Bizzy, MT ( )
   NIP. 196005281989031002
4. Ir. Hj. Marwani, MT ( )
   NIP. 196503221991022001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Mesin

Irsyadi Yani, ST, M. Eng, Ph.D
NIP. 197112251997021001

Dosen Pembimbing

Ellyanie, ST, MT
NIP. 196905011994122001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Iqbal Alfarizi

NIM : 03121405048

Judul : Analisis Performansi Menara Pendingin Tipe *Induced Draft Counter Flow* di PT. PLN Sektor Keramasan

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Juli 2019

METERAI TEMPEL
TGL. 20
FA186AFF805543976
6000
ENAM RIBU RUPIAH

Muhammad Iqbal Alfarizi

03121405048

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Iqbal Alfarizi

NIM : 03121405048

Judul : Analisis Performansi Menara Pendingin Tipe Induced Draft Counter Flow Di PT. PLN Sektor Keramasan

Menyatakan bahwa Laporan Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi pembimbing dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Laporan Skripsi, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Mei 2019

Penulis

Muhammad Iqbal Alfarizi

NIM. 03121405048

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena dengan rahmat dan karunia-Nya, skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini berjudul "**ANALISIS PERFORMANSI MENARA PENDINGIN TIPE *INDUCED DRAFT COUNTER FLOW* Di PT. PLN SEKTOR KERAMASAN**".

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam penyusunan proposal skripsi ini tentunya penulis tidak bekerja sendiri, akan tetapi mendapat bantuan serta dukungan dari orang-orang, secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak terkait, antara lain:

1. Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya dandosen pembimbing akademik penulis.
2. Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D, Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya
3. Ellyanie, S.T, M.T selaku dosen pembimbing skripsi yang telah membimbing, mengarahkan dan membantu penulis selama proses penyelesaian skripsi ini.
4. Ibu dan Ayah yang sangat penulis sayangi, yang menjadi motivasi dan selalu memberi dukungan baik dukungan berupa materi, doa, semangat, serta kasih sayang yang tidak ternilai, sehingga penulis mampu menyelesaikan perkuliahan dan laporan akhir.
5. Orang-orang terdekat yang selalu sabar, meluangkan waktunya untuk memberikan semangat, motivasi dan masukan positif kepada penulis agar dapat menyelesaikan laporan akhir ini mendukung dan membantu dalam pengerjaan skripsi ini.
6. Dan teman jurusan Teknik Mesin Angkatan 2012 yang merupakan teman seperjuangan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar penelitian ini menjadi lebih baik. Semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak yang berkepentingan.

Palembang, Juli 2019
Penulis

Muhammad Iqbal Alfarizi
NIM.03121405048

RINGKASAN

ANALISIS PERFORMANSI MENARA PENDINGIN TIPE *INDUCED DRAFT COUNTER FLOW* Di PT. PLN SEKTOR KERAMASAN
Karya tulis ilmiah berupa skripsi, Mei 2019

Muhammad Iqbal Alfarizi : dibimbing oleh Ellyanie, ST, MT

ANALYSIS OF THE PERFORMANCE OF THE COOLING TOWER TYPE INDUCED DRAFT COUNTER FLOW AT PT. PLN SECTOR KERAMASAN
xviii + 36 halaman, 2 tabel, 20 gambar, 2 lampiran

Menara pendingin adalah salah satu komponen yang sangat diperlukan dalam sistem pengaturan energi dan proses industri untuk menghilangkan panas dari cairan air ke lingkungan
Berbagai jenis menara pendingin telah dikembangkan dengan kelebihan dan kekurangan masing-masing. Pemilihan menara pendingin juga mempertimbangkan aspek lingkungan di sekitar pabrik, seperti suhu dan kelembaban. Salah satu jenis menara pendingin adalah jenis aliran konter yang diinduksi, adalah salah satu jenis menara pendingin di mana air panas disemprotkan atau dipancarkan dari atas ke bawah, sementara udara atmosfer ditarik ke atas oleh kipas sebagai lawan dari jatuhnya air panas. Area permukaan air yang besar terbentuk dengan melewatkan air melalui kisi dan garis singgung sehingga terjadi perpindahan panas antara air dan udara (Incropera, 2002)

Industri membangun unit menara pendingin untuk mendukung kegiatan produksi yang dilakukan. Hal-hal yang mempengaruhi kinerja menara pendingin seperti suhu dan volume aliran cairan air pendingin dan komponen pendukung lainnya selalu diperiksa sehingga kinerja menara pendingin selalu selalu terjaga. Perubahan suhu udara tergantung pada cuaca dan musim dapat menyebabkan penurunan kinerja menara pendingin, maka kinerja komponen pendukung juga harus diperiksa secara teratur karena dapat mengganggu proses pendinginan.

Pemasangan unit pendukung di industri lama juga menjadi masalah karena dapat mempengaruhi proses produksi, untuk alasan ini analisis kinerja menara pendingin diperlakukan untuk menemukan langkah-langkah pencegahan di masa depan jika terjadi penurunan efektivitas kondensor

SUMMARY

ANALYSIS OF THE PERFORMANCE OF THE COOLING TOWER TYPE INDUCED DRAFT COUNTER FLOW AT PT. PLN SECTOR KERAMASAN

Scientific Paper in the form of Skripsi, Mei 2019

Muhammad Iqbal Alfarizi : dibimbing oleh Ellyanie, ST, MT

ANALISIS PERFORMANSI MENARA PENDINGIN TIPE *INDUCED DRAFT COUNTER FLOW* Di PT. PLN SEKTOR KERAMASAN
xviii + 36 pages, 2 tables, 20 pictures, 2 appendixs

Cooling towers are one of the components that are indispensable in energy regulation system and industrial processes for removing heat from water fluids into the environment

Various types of cooling towers have been developed with their respective advantages and disadvantage. The selection of a cooling tower also takes into account the environmental aspects surrounding the plant, such as temperature and humidity. One type of cooling tower is the type of induced draft counter flow, is one type of cooling tower where hot water is sprayed or emitted from the top down, while atmospheric air is pulled up by the fan as opposed to the fall of hot water. Large water surface area is formed by passing water through the lattice and tangent so that heat transfer occurs between water and air (Incropera, 2002)

The industry built cooling tower units to support the production activities carried out. Matters that affect the performance of cooling towers such as temperature and volume of fluid flow cooling water and other supporting components are always checked so that the performance of the cooling tower is always always maintained. Air temperature changes depending on the weather and season can cause a decrease in the performance of the cooling tower, then the

performance of the supporting components must also be checked regularly because it can disrupt the cooling process. The installation of supporting units in old industries is also a problem because it can affect the production process, for this reason an analysis of the performance of the cooling tower is treated to find preventive measures in the future in the event of a decrease in the effectiveness of the condenser.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN AGENDA	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PERSYARATAN INTEGRITAS	v
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	ix
RINGKASAN	x
SUMMARY	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Menara Pendingin	4
2.2 Komponen Menara Pendingin	6
2.2.1 Rangka dan Wadah	6
2.2.2 Bahan Pengisi (*Fill)*	6

2.2.3 Kolam Air Dingin 8
2.2.4 *Drift Eliminators* 8
2.2.5 Saluran Udara Masuk 8
2.2.6 *Louvers* 8
2.2.7 *Fan* 8

2.3 Jenis Menara Pendingin 9
2.3.1 *Natural Draft Cooling Tower* 9
2.3.2 *Mechanical Draft Cooling Tower* 9
2.4 Parameter Performansi Menara Pendingin 12
2.4.1 *Temperature Range* 12
2.4.2 *Temperature Approuch* 13
2.4.3 Proses Pendinginan *Cooling Tower* pada *Psychometric* 14
2.4.4 Neraca Massa Menara Pendingin 15
2.4.5 Efektivitas 17
2.4.6 Kerugian (*drift loss*) 17
2.4.7 Kerugian Blowdown 18
2.4.8 Kehilangan Penguapan (*Evaporation Loss)* 18
2.4.9 Laju Aliran Pengganti (*Make Up Water)* 19
2.4.10 Laju Aliran Massa Fluida 19
2.4.11 Beban Kalor Total 20
2.412 Rasio Massa Aliran Air dan Udara (L/G) 20

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN
3.1 Metode Penelitian 22
3.2 Diagram Alir Penelitian 22
3.3 Deskripsi Cooling Tower PT. PLN Sektor Keramasan 23
3.4 Cara Kerja / Proses *Cooling Tower* 23
3.5 Prosedur Pengambilan Data di PT. PLN Keramasan 24

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Penelitian 25
4.2 Data Perhitungan 26
4.2.1 Temperatur *Range* 26
4.2.2 Temperatur *Approach* 26
4.2.3 Efektifitas 26
4.2.4 Laju Aliran Massa Fluida 27
4.2.4.1 Laju Aliran Massa Air 27
4.2.4.2 Laju Aliran Massa Udara 28
4.2.5 Kehilangan Penguapan 28
4.2.6 Kerugian *Drift* 29
4.2.7 Kerugian Blowdown 30
4.2.8 Laju Aliran Air Pengganti 30
4.2.9 Rasio Massa Aliran Air dan Udara 31
4.2.10 Beban Kalor Total 31
4.3 Pembahasan 33
4.3.1 *Range* dan *Approach* 33
4.3.2 Efektifitas 34
4.3.3 Distribusi Kehilangan Air 35
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN
5.1 Kesimpulan 37
5.2 Saran 38

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Skema Sistem Menara Pendingin	5
Gambar 2.2. Bahan Pengisi Tipe *Splash fill*	7
Gambar 2.3. Bahan Pengisi Tipe *Film fill*	7
Gambar 2.4. Bahan Pengisi Tipe *Low-clog film fill*	7
Gambar 2.5. *Fan* pada *Cooling Tower*	8
Gambar 2.6. *Forced draft cooling tower*	10
Gambar 2.7. *Induced Draft Cooling Tower tipe Counter Flow*	11
Gambar 2.8. *Induced Draft Cooling Tower tipe Cross Flow*	11
Gambar 2.9. Jenis Cooling Tower PT.PLN Keramasan	12
Gambar 2.10. Proses Pengolahan Air pada PT.PLN Keramasan	12
Gambar 2.11. Diagram Distribusi Temperatur Menara Pendingin Tipe *Induced Draft Counter Flow*	13
Gambar 2.12. *Temperatur Range* dan *Temperatur Approach*	14
Gambar 2.13. Titik pada Psikrometrik	15
Gambar 2.14. Neraca Massa *Cooling Tower*	15
Gambar 2.15. Balans massa fluida menara pendingin	21
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	22
Gambar 3.2. Jenis *Cooling Tower* PT. PLN Sektor Keramasan	23
Gambar 4.1. Profil Temperatur Air dan Udara	26
Gambar 4.2. Grafik *Range* dan *Approach*	33
Gambar 4.3. Grafik Efektifitas Desain dan Aktual	34
Gambar 4.4. Distribusi kehilangan air menara pendingin	35

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 4.1. Data Hasil Pengujian *Cooling Tower* pada saat opersai setiap jam 25
Tabel 4.2. Data Hasil Perhitungan 33

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A.1 Gambar

Lampiran A.2 Tabel

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Menara pendingin adalah salah satu komponen yang sangat diperlukan dalam sistem pengaturan energi dan proses industri untuk membuang panas dari fluida air ke lingkungan. Perkembangan industri yang pesat mendorong kebutuhan akan menara pendingin semakinmeningkat.

Berbagai jenis tipe menara pendingin telah dikembangkan dengan kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Pemilihan dari sebuah menara pendingin pun memperhatikan aspek lingkungan sekitar pembangkit berada, misalnya temperatur dan kelembaban. Salah satu jenis dari menara pendingin adalah tipe *induced draft counterflow*. Menara pendingin *tipe induced draft counter flow* adalah salah satu jenis dari menara pendingin dimana air panas disemprotkan atau dipancarkan dari bagian atas ke bawah, sementara udara atmosfer ditarik ke atas oleh fan yang berlawanan dengan jatuhnya air panas tersebut. Luas permukaan air yang besar dibentuk dengan melewatkan air melalui kisi-kisi atau *filler* dan bersinggungan sehingga terjadi perpindahan panas antara air dengan udara (Incropera, 2002).

Industri membangun unit menara pendingin untuk menunjang kegiatan produksi yang dilakukan. Hal-hal yang mempengaruhi kinerja dari menara pendingin seperti temperatur dan volume aliran fluida air pendingin serta komponen pendukung lain selalu dicek agar kinerja dari menara pendingin selalu terjaga. Temperatur udara yang berubah-ubah tergantung pada cuaca dan musim dapat menyebabkan penurunan dari kinerja menara pendingin, kemudian kinerja komponen pendukung juga harus dicek secara teratur karena dapat menggangu proses pendinginan. Instalasi unit pendukung di industri yang sudah tua juga menjadi perhatian karena terjadi penurunan efektifitas dari unit tersebut. Penggunaan unit penukar kalor kondensor yang sudah tua dapat menjadi masalah karena dapat mempengaruhi proses produksi, untuk itulah diperlukan analisis

terhadap performansi menara pendingin untuk menemukan langkah-langkah pencegahan di masa depan apabila terjadi penurunan efektifitas dari kondensor.

Pada penelitian ini akan dilihat pengaruh dari lingkungan dan sistem serta komponen pendukung dari menara pendingin terhadap kinerja dari menara pendingin tersebut. Dengan demikian akan dibuat skripsi dengan judul **"ANALISIS PERFORMANSI MENARA PENDINGIN TIPE *INDUCED DRAFT COUNTER FLOW* DI PT. PLN PERSERO KERAMASAN".**

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan menjadi pokok bahasan dalam penelitian ini adalah bagaimana performansi dari menara pendingin yang digunakan sekarang dibandingkan dengan kondisi desain yang akan ditinjau berdasarkan berbagai parameter seperti *temperature range*, efektifitas, *make up water*, dan beban kalor total.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah :

Penulis membatasi masalah dalam pembuatan skripsi hanya sebatas mengkaji performansi dari menara pendingin baik pada kondisi desain maupun pada kondisi aktual.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang dilakukan adalah untuk mengkaji performansi dari menara pendingin baik pada kondisi desain maupun pada kondisi actual dan hasil dari analisa terhadap cooling tower akan di rekomendasikan pada manajemen di PT. PLN Persero Keramasan untuk tindakan perawatan atau penggantian alat baru.

1.5 Manfaat Penelitian

Peneliti mengharapkan penelitian ini dapat menjadi kajian yang bermanfaat. Manfaat dari penilitian skripsi ini yaitu mengetahui hasil analisa performa terhadap *Cooling Tower tipe Induced Draft Counter Flow* akan direkomendasikan pada manajemen di PT.PLN Persero Keramasan untuk tindakan perawatan atau investasi alat baru.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan skripsi ini dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:

- BAB I : Pendahuluan
- BAB II : Tinjauan Pustaka
- BAB III : Metodelogi Penelitian
- BAB IV : Hasil dan Pembahasan
- BAB V : Kesimpulan dan Saran