



UMSURA
Universitas Muhammadiyah Surabaya

**ANALISA PERBANDINGAN PEFORMA
AIR FAN COOLER DENGAN SUDUT BLADE
10° DAN 14° UNTUK HEAT EXCHANGER DI
PT TRANS PACIFIC PETROCHEMICAL
INDOTAMA**

SKRIPSI

**OLEH:
MEGA YASIN NOVIANTO
NIM: 20241331046**

**DOSEN PEMBIMBING:
Ir. SUHARIYANTO, M.Sc
NIDN: 0024046208**

**PROGRAM STUDI TEKNIK
MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH SURABAYA
2026**



UMSURA
Universitas Muhammadiyah Surabaya

**ANALISA PERBANDINGAN PEFORMA
AIR FAN COOLER DENGAN SUDUT BLADE
10° DAN 14° UNTUK HEAT EXCHANGER DI
PT TRANS PACIFIC PETROCHEMICAL
INDOTAMA**

SKRIPSI

**OLEH:
MEGA YASIN NOVIANTO
NIM: 20241331046**

**DOSEN PEMBIMBING:
Ir. SUHARIYANTO, M.Sc
NIDN: 0024046208**

**PROGRAM STUDI TEKNIK
MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH SURABAYA
2026**

LEMBAR PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Mega Yasin Novianto

NIM : 20241331046

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Institusi : Universitas Muhammadiyah
Surabaya

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “ANALISA PERBANDINGAN PEFORMA *AIR FAN COOLER* DENGAN SUDUT *BLADE* 10° DAN 14° UNTUK *HEAT EXCHANGER* DI PT TRANS PACIFIC PETROCHEMICAL INDOTAMA ” adalah benar hasil karya saya sendiri dan bukan hasil plagiasi, dibawah bimbingan Dosen Ir. Suhariyanto, M.Sc, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Bila kemudian hari terbukti hasil plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai ketentuan dan aturan yang berlaku.

Demikian lembar pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya.

Tuhan, 12 Januari 2026



Mega Yasin Novianto
NIM. 20241331046

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi telah diujikan dan dipertahankan dihadapan tim penguji dalam sidang pada tanggal 18 Januari 2026 oleh mahasiswa atas nama **Mega Yasin Novianto NIM 20241331046** dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima sebagai kelengkapan mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya

Diajukan dan disahkan oleh :

Dosen Penguji:

1. Ilyas Sofana, S.Pd.,M.T.

2. Hadi Kusnanto, S.T.,MT.

Tanda Tangan

()

()

Dosen Pembimbing

1. Ir. Suhariyanto, M.Sc.

()


Menyetujui,
Dekan Fakultas Teknik

Ir. Vicky Dhanawan, M.Ars
NIDN.0725096402

Menyetujui,
Kaprosdi Teknik mesin


Dr. M. Arif Batutah, ST, MT, IPM
NIDN.0707067402

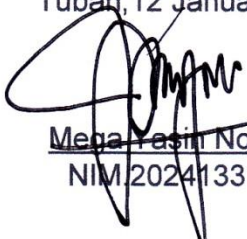
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

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

Nama : Mega Yasin Novianto
NIM : 20241331046
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Muhammadiyah Surabaya untuk Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul: "ANALISA PERBANDINGAN PERFORMA AIR FAN COOLER DENGAN SUDUT BLADE 10° DAN 14° UNTUK HEAT EXCHANGER DI PT TRANS PACIFIC PETROCHEMICAL INDOTAMA" beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif, Universitas Muhammadiyah Surabaya berhak menyimpan, mengalih media / formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Tuban, 12 Januari 2026



Mega Yasin Novianto
NIM 20241331046

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama : Mega Yasin Novianto
 NIM : 20241331046
 Jurusan : Teknik Mesin
 Judul : ANALISA PERBANDINGAN PERFORMA AIR FAN COOLER DENGAN SUDUT BLADE 10° DAN 14° UNTUK HEAT EXCHANGER DI PT TRANS PACIFIC PETROCHEMICAL INDOTAMA

No.	Tgl	Materi	Paraf Pembimbing		Paraf Mahasiswa
			U ^a	P ^a	
1	22/09/25	Modul 1, LB, dan tujuan	<i>[Signature]</i>		<i>[Signature]</i>
2	24/09/25	Rumusan 2 tujuan	<i>[Signature]</i>		<i>[Signature]</i>
3	01/10/25	Dasar teori perpan	<i>[Signature]</i>		<i>[Signature]</i>
4	09/10/25	Heat Exchanger	<i>[Signature]</i>		<i>[Signature]</i>
5	23/10/25	Log mean temp def.	<i>[Signature]</i>		<i>[Signature]</i>
6	07/11/25	Petrologi & diagram	<i>[Signature]</i>		<i>[Signature]</i>
7	21/11/25	Dalu: hasil percobaan	<i>[Signature]</i>		<i>[Signature]</i>
8	05/12/25	Pertukaran	<i>[Signature]</i>		<i>[Signature]</i>
9	12/12/25	Analisa & pembacaan	<i>[Signature]</i>		<i>[Signature]</i>
10	22/12/25	Kompulan & saran	<i>[Signature]</i>		<i>[Signature]</i>
11	12/12/25	Abstraksi & Review	<i>[Signature]</i>		<i>[Signature]</i>
12					

Menyetujui,
Dosen Pembimbing

[Signature]

Ir. Suhariyanto, M.Sc.
NIDN, 0024046208



Menyetujui,
Kaprodi Teknik Mesin

[Signature]

Dr. M. Arif Batutah, S.T., M.T. IPM
NIDN.0707067402

ABSTRAK

Air fan cooler merupakan salah satu peralatan penukar panas yang banyak digunakan dalam industri proses untuk menurunkan temperatur fluida dengan memanfaatkan aliran udara lingkungan. Kinerja peralatan ini sangat dipengaruhi oleh karakteristik aliran udara yang dihasilkan oleh *fan*, terutama sudut sudu (*blade angle*) dan kondisi aerodinamika *fan*. Pengaturan sudut sudu akan memengaruhi kecepatan dan debit udara yang melewati permukaan penukar panas, sehingga berdampak langsung pada koefisien perpindahan panas dan efektivitas proses pendinginan. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh variasi sudut sudu *fan* terhadap performa termal *air fan cooler*.

Penelitian dilakukan dengan menggunakan dua variasi sudut sudu, yaitu 10° dan 14° , serta mempertimbangkan dua kondisi konstanta aerodinamika *fan*, yaitu $k = 0,6$ dan $k = 0,8$. Parameter yang diukur dan dianalisis meliputi kecepatan udara total (termasuk kontribusi udara *ambient*), debit aliran udara, temperatur keluaran fluida *naphtha*, serta laju perpindahan panas. Penentuan nilai koefisien perpindahan panas total dilakukan menggunakan pendekatan resistansi termal dengan memperhitungkan efisiensi sirip (*fin efficiency*) sebesar 0,75.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan sudut sudu dari 10° menjadi 14° memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan performa sistem. Kecepatan udara dan debit aliran udara meningkat secara nyata, yang selanjutnya meningkatkan kemampuan sistem dalam melepaskan panas dari fluida proses. Laju perpindahan panas meningkat dari 4,44 kW pada sudut 10° menjadi 5,39 kW pada sudut 14° , atau mengalami kenaikan sebesar 21,4%. Seiring dengan meningkatnya laju perpindahan panas, temperatur *outlet naphtha* berhasil diturunkan dari $71,7^\circ\text{C}$ menjadi $63,9^\circ\text{C}$, dengan penurunan sebesar $7,8^\circ\text{C}$.

Selain itu, kondisi aerodinamika *fan* juga terbukti berpengaruh terhadap kinerja sistem. *Fan* dengan konstanta aerodinamika yang lebih tinggi ($k = 0,8$) menghasilkan kecepatan dan debit udara yang lebih besar dibandingkan dengan $k = 0,6$, sehingga memberikan efisiensi pendinginan yang lebih baik. Hal ini menunjukkan bahwa selain sudut sudu, kualitas aerodinamika *fan* turut menentukan efektivitas proses perpindahan panas.

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa pengaturan sudut sudu *fan* merupakan metode yang efektif dan ekonomis untuk meningkatkan kinerja *air fan cooler* tanpa memerlukan penambahan peralatan utama. Kombinasi sudut sudu 14° dan kondisi aerodinamika *fan* yang baik memberikan performa pendinginan paling optimal pada sistem yang diuji.

Kata kunci: *air fan cooler*, sudut sudu, laju perpindahan panas, koefisien perpindahan panas, pendinginan *naphtha*, efisiensi termal

**COMPARATIVE PERFORMANCE ANALYSIS OF AN
AIR FAN COOLER USING 10° AND 14° BLADE
ANGLES FOR HEAT EXCHANGER APPLICATIONS
AT PT TRANS PACIFIC PETROCHEMICAL
INDOTAMA.**

Name of Student : Mega Yasin Novianto Student ID
Student's ID : 20241331046
Study Program : Mechanical Engineering
Supervisor : Ir. Suhariyanto, M.Sc.

ABSTRACT

Air fan coolers are heat exchange devices widely used in process industries to lower fluid temperature by utilizing ambient air flow. The performance of this equipment is significantly influenced by the characteristics of the air flow generated by the fan, particularly the blade angle and the fan's aerodynamic conditions. This study aims to analyze the effect of variations in fan blade angle on air velocity, air flow rate, total heat transfer coefficient, heat transfer rate, and naphtha fluid outlet temperature in air fan cooler systems.

Tests were conducted at two blade angle variations: 10° and 14°, considering two fan aerodynamic constants: $k = 0.6$ and $k = 0.8$. The parameters measured and analyzed included total air velocity, air flow rate, naphtha outlet temperature, and heat transfer rate. The total heat transfer coefficient was determined using a thermal resistance approach, taking into account a fin efficiency of 0.75.

Test results showed that increasing the blade angle from 10° to 14° significantly increased total air velocity and air flow rate, and increased the heat transfer rate from 4.44 kW to 5.39 kW, a 21.4% increase. The naphtha outlet temperature decreased from 71.7°C to 63.9°C. The fan aerodynamic

condition with $k = 0.8$ provided higher performance than $k = 0.6$ due to higher air velocity and flow rate.

The research results concluded that adjusting the fan blade angle is an effective and economical method for improving air fan cooler performance without adding major equipment. This approach can be applied to existing refinery units without requiring prolonged downtime, making it suitable for energy optimization and fuel consumption reduction programs. Furthermore, improved cooling performance has the potential to maintain distillation column operation stability and naphtha product quality. Implementing blade angle adjustment is also relatively easy through mechanical adjustments to the fan hub during routine maintenance. This strategy supports increased equipment reliability, reduces the risk of overheating, and extends the service life of heat exchanger tubes and fins under sustained high-load operating conditions. The combination of a 14° angle and favorable fan aerodynamics provided optimal cooling performance in the tested system.

Keywords: air fan cooler, blade angle, heat transfer rate, heat transfer coefficient, naphtha cooling, thermal efficiency.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah ta'ala yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul "ANALISA PERBANDINGAN PERFORMA AIR FAN COOLER DENGAN SUDUT *BLADE* 10° DAN 14° UNTUK *HEAT EXCHANGER* DI PT TRANS PACIFIC PETROCHEMICAL INDOTAMA". Penyusunan Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya. Dengan kerendahan hati dihaturkan terima kasih kepada semua pihak. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Ir. Suhariyanto, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga serta pikiran dalam membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi.
2. Bapak Dr. M. Arif Batutah, S.T., M.T. IPM, selaku Dosen Teknik Mesin dan Kaprodi Teknik Mesin yang telah banyak memberi arahan tentang program perkuliahan kepada penulis serta bimbingan selama perkuliahan.
3. Rekan-rekan karyawan TPPI serta rekan diskusi dan belajar selama di UM Surabaya.
4. Istri (Dewi Puspitasari), anak (Numaira Assyifa Yasin dan Labbaika Alisha Yasin), keluarga tercinta yang telah mendukung penulis secara moril maupun materil dalam melangsungkan perkuliahan jenjang Sarjana (S1).

Pada akhirnya penulis mengharapkan semoga laporan ini bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya. Sehingga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Tuban, 12 Januari 2026

Mega Yasin Novianto

DAFTAR ISI

HALAMAN COVER	I
HALAMAN SAMPUL	II
LEMBAR PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	III
HALAMAN PENGESAHAN	IV
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	V
ABSTRAK	VII
ABSTRACT	IX
KATA PENGANTAR	XI
DAFTAR ISI	XII
DAFTAR GAMBAR	XIV
DAFTAR TABEL	XV
DAFTAR GRAFIK	XVI
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Lokasi Objek Penelitian	5
1.7 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Penelitian Terdahulu	8
2.1.1 Sistem Pendingin Industri Minyak dan Gas	9
2.1.2 Jenis-jenis Heat Exchanger	10
2.2 Prinsip Kerja Heat Exchanger Air Fan Cooler	13
2.3 Laju perpindahan panas	15
2.3.1 Nilai U	19
2.3.2 Produk UA (Kapasitas Perpindahan Panas Alat)	20
2.3.3 Fin efficiency (η_f)	21
2.3.4 Keseimbangan energi fluida	22
2.4 Bagian bagian AFC	23
2.4.1 Aplikasi Heat Exchanger di Industri Oil and Gas	31

2.5	Permasalahan Umum pada <i>Heat Exchanger</i>	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Diagram Alir Penelitian	33
3.2	Metodologi Pelaksanaan	34
3.3	Alat dan instrument penelitian	35
3.3	Data Spesifikasi unit	37
3.4	Variabel Penelitian	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Data dasar dan geometri	40
4.1.1	Menghitung rpm pulley driven	40
4.1.2	Menghitung kecepatan tip speed dan Debit udara	41
4.1.3	Menghitung arus motor ketika sudut fan 14°	44
4.2	Perhitungan Ke Dua	48
4.2.1	Luas perpindahan panas	48
4.2.2	Nilai U	49
4.2.3	Perhitungan kapasitas pendinginan (NTU)	49
4.2.4	Rumus Temperatur outlet dan Laju perpindahan panas	50
4.2.5	Efisiensi laju perpindahan panas	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
DAFTAR PUSTAKA		58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Ilustrasi Heat Exchanger	11
Gambar 2.2	Ilustrasi Shell and tube	11
Gambar 2.3	Ilustrasi heat exchanger model plate	12
Gambar 2.4	Ilustrasi air fan cooler	13
Gambar 2.5	Prinsip kerja air fan cooler	14
Gambar 2.6	Distribusi temperatur penukar kalor dengan aliran fluida paralel.....	15
Gambar 2.7	Distribusi temperatur penukar kalor dengan aliran fluida berlawanan.....	17
Gambar 2.8	LMTD formula	18
Gambar 2.9	Jenis jenis LMTD	18
Gambar 2.10	ilustrasi motor air fan cooler 3phasa	24
Gambar 2.11	Pulley driven	25
Gambar 2.12	Pulley motor	25
Gambar 2.13	V belt.....	26
Gambar 2.14	Shaft.....	27
Gambar 2.15	Dodge Flange block bearing	27
Gambar 2.16	Aktual fan	28
Gambar 2.17	Tampak Atas HE AFC	30
Gambar 2.18	Ilustrasi tube and FIN	30
Gambar 3.1	Diagram Alir	33
Gambar 3.2	Thermogun.....	35
Gambar 3.3	Jangka sorong	36
Gambar 3.4	Busur derajat.....	36
Gambar 3.5	Tampak bawah AFC	38

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Nilai U	19
Tabel 3. 1 Tabel 3.1 Data spesifikasi AFC	37
Tabel 3. 2 Data percobaan variabel tetap θ_{hot} naptha	38
Tabel 3. 3 Data percobaan variabel tetap θ_{o} ambient	38
Tabel 3. 4 Variabel penelitian	39
Tabel 4. 1 Perbandingan kecepatan udara	44
Tabel 4. 2 Perbandingan laju aliran udara	45
Tabel 4. 3 Nilai U	49
Tabel 4. 4 Nilai NTU dan Efektifitas	50
Tabel 4. 5 Nilai T_{cold} naptha dan Q	51

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4. 1	Hubungan sudut dan kecepatan udara.....	45
Grafik 4. 2	Hubungan sudut dan Laju aliran udara.....	46
Grafik 4. 3	Hubungan antara Sudut dan Temperature	51
Grafik 4. 4	Hubungan antara Sudut dan Laju perpindahan panas	53