

**Simulasi CFD Pengaruh High Reynold Number Terhadap
Performa Boiler Heat Exchanger**

TUGAS AKHIR

**ACHMAD SALAHUDDIN
12321912**



**PROGRAM STUDI TEKNIK METALURGI DAN MATERIAL
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN
INSTITUT TEKNOLOGI SAINS BANDUNG
KOTA BEKASI
FEBRUARI 2023**

**Simulasi CFD Pengaruh High Reynold Number Terhadap
Performa Boiler Heat Exchanger**

TUGAS AKHIR

**ACHMAD SALAHUDDIN
12321912**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Metalurgi dan Material




**PROGRAM STUDI TEKNIK METALURGI DAN MATERIAL
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN
INSTITUT TEKNOLOGI SAINS BANDUNG
KOTA BEKASI
FEBRUARI 2023**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Achmad Salahuddin

NPM : 12321912

Tanda Tangan : 

Tanggal : 26-Februari-2023

LEMBAR PENGESAHAN
Simulasi CFD Pengaruh High Reynold Number Terhadap
Performa Boiler Heat Exchanger

TUGAS AKHIR

ACHMAD SALAHUDDIN
12321912

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Metalurgi dan Material

Menyetujui,

Kota Bekasi, 20 februari 2023

Pembimbing I



(Andrie Harmaji, S.T., M.T.)

Pembimbing II



(Diana Kamaliyah Ichsan, S.T., M.Sc.)

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Metalurgi dan Material



(Dr. Eng. Akhmad A.Korda, S.T., M.T.)

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Program Studi Teknik Metalurgi dan Material Institut Teknologi dan Sains Bandung. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) keluarga tersayang yang telah memberikan do'a, kasih sayang, nasehat, serta atas kesabaran yang luar biasa dalam setiap langkah hidup penulis dan dukungan baik moril maupun materil kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir dan pendidikan di ITSB
- (2) Bapak Andrie Harmaji, S.T., M.T. dan Ibu Diana Kamaliyah Ichsan, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan Tugas Akhir ini;
- (3) Dr. Eng. Akhmad A.Korda, S.T., M.T. ketua program studi Teknik Metalurgi Institut Teknologi Sains Bandung yang telah memberikan waktu dan kesempatan saya untuk bekuliah di ITSB
- (4) Prof. Ir.Syoni Soepriyanto M.Sc. P.hD. selaku dosen pembimbing atas masukan,saran serta kesabarannya selama penyusunan tugas akhir ini
- (5) Seluruh teman-teman Teknik Metalurgi kelas karyawan angkatan 2022 yang telah memberikan banyak sekali cerita dan pengalaman selama masa masa kuliah
- (6) Sahabat yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Kota Deltamas, 15 Februari 2023

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized initial 'A' followed by a series of loops and a final horizontal stroke.

Achmad Salahuddin

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Institut Teknologi dan Sains Bandung, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Achmad Salahuddin
NIM : 12321912
Program Studi: Teknik Metalurgi
Fakultas : Teknik dan Design
Jenis karya : Tugas Akhir/Laporan Kerja Praktek

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Teknologi dan Sains Bandung **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“Simulasi CFD Pengaruh High Reynold Number Terhadap Performa Boiler Heat Exchanger”

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Institut Teknologi dan Sains Bandung 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: Batam

Pada tanggal: 15 Februari 2023

Yang menyatakan



(Achmad Salahuddin)

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB 1 1	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Metodologi Penelitian	4
BAB 2 5	
2.1 <i>Heat Exchanger</i>	5
2.1.1 Klasifikasi <i>Heat Exchanger</i>	7
2.1.2 Aplikasi <i>Heat Exchanger</i>	7
2.2 <i>Heat Transfer</i>	8
2.2.1 Konduksi	8
2.2.2 Konveksi	9
2.2.3 Radiasi.....	12
2.3 Klasifikasi Aliran Fluida	13
2.3.1 Aliran Viscous dan Non - Viscous.....	14
2.3.2 Aliran Turbulen dan Laminar.....	14
2.3.3 Aliran Kompresibel dan Inkompresibel	16
2.3.4 Aliran Eksternal dan Internal	17
2.4 Persamaan Dasar Aliran Fluida dan Perpindahan Kalor	18
2.4.1 Persamaan Kekekalan Massa	19
2.4.2 Persamaan <i>Navier Stokes</i> untuk Sebuah Fluida <i>Newtonian</i>	21

2.5	Computational Fluid Dynamics (CFD)	21
2.6	Metode Diskritisasi Computational Fluid Dynamics.....	25
2.7	Skema Numerik	26
2.8	Metode Solusi <i>Pressure-based</i>	27
2.9	Metode Numerik pada ANSYS Fluent.....	28
2.9.1	<i>Solver Segregated</i>	28
2.9.2	<i>Solver Coupled</i>	29
2.10	Laju Aliran Massa	30
2.11	Model Turbulen (Turbulent Modelling).....	30
2.12	Model Turbulent k- ϵ	31
2.12.1	<i>Turbulent Intensity</i>	34
2.12.2	Turbulent Kinetic Energy.....	34
2.12.3	Persamaan Bernoulli	35
BAB 3	37	
3.1	Diagram Alir.....	37
3.2	Studi literatur	38
3.3	Pembuatan Geometri	38
3.4	Meshing	38
3.5	Boundary Condition	40
3.6	Setup.....	42
3.7	Nilai konvergen	46
BAB 4	47	
4.1	Validasi.....	47
4.2	Grafik Residual.....	48
4.3	Analisa Hasil Simulasi	50
4.3.1	Mesh.....	50
4.3.2	Contours	51
4.3.3	Report Definition	55
BAB 5	57	
5.1	Kesimpulan.....	57
5.2	Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	60	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Heat exchanger di berbagai industri.....	7
Tabel 2.2 Nilai koefisien dari Perpindahan Panas Konveksi	11
Tabel 3.1 <i>Skewness Ranges and Cell Quality</i>	39
Tabel 3.2 <i>Reynold Number x velocity</i>	42
Tabel 4.1 <i>Boundary Condition</i>	50
Tabel 4.2 Data Temperatur dari Simulasi	55
Tabel 4.3 Data <i>Pressure</i> dari Simulasi.....	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Shell and Tube Heat Exchanger</i>	6
Gambar 2.2 <i>Tube Arrangement</i>	6
Gambar 2.3 <i>Perpindahan panas konduksi, konveksi dan Radiasi</i>	8
Gambar 2.4 <i>Contoh proses perpindahan panas secara konduksi</i>	9
Gambar 2.5 klasifikasi konveksi	11
Gambar 2.6 Aliran eksternal udara dan aliran internal air pada suatu pipa/saluran	12
Gambar 2.7 Contoh dari perpindahan panas radiasi	12
Gambar 2.8 Flowchart klasifikasi aliran di <i>Computational Fluid Dynamics</i> (Jiyuan, 2008).	13
Gambar 2.9 Tipe profil kecepatan di dalam pipa (a) Aliran laminar (b) Aliran turbulen (White, 2011).	15
Gambar 2.10 (a) High-viscosity, low Reynolds number, laminar flow (b) Lowviscosity, high Reynolds number, turbulent flow (White, 2011).	15
Gambar 2.11 Kondisi batas pada permasalahan aliran <i>internal</i> (Jiyuan, 2008)...	17
Gambar 2.12 Kondisi batas pada permasalahan aliran <i>eksternal</i> (Jiyuan, 2008)..	18
Gambar 2.13 Skema satu elemen fluida (<i>Versteeg dan Malalasekera, 1995</i>).	19
Gambar 2.14 Skema aliran massa yang keluar dan masuk pada satu elemen fluida (<i>Versteeg dan Malalasekera, 1995</i>).	19
Gambar 2.15 Tiga elemen utama pada <i>Computational Fluid Dynamic</i> (Jiyuan, 2008).	23
Gambar 2.16 Tiga elemen utama yang ada di dalam <i>CFD</i> (Jiyuan, 2008).	24
Gambar 2.17 Skema metode solusi <i>pressure-based</i> (ANSYS, Inc., 2013).	27
Gambar 2.18 Skema metode <i>solver coupled</i> (ANSYS, Inc., 2013).	29
Gambar 3.1 Dimensi dari <i>Heat Exchanger</i>	38
Gambar 3.2 <i>Report Diagnostic</i> dari Hasil <i>Meshing</i>	39
Gambar 3.3 Tampilan Hasil <i>Meshing</i>	40
Gambar 3.4 Boundary Condition	41
Gambar 1.1 Kerangka Pemikiran Studi	15
Gambar 2.1 Proporsi RTH Publik di Beberapa Kota di Indonesia	25
Gambar 2.2 Ringkasan Beberapa Penelitian yang Menggunakan Hedonic Pricing terkait dengan Ketersediaan RTH	28
Gambar 3.1 Kondisi Topografi Provinsi Jawa Barat	41
Gambar 3.2 Tingkat Kemiskinan Penduduk Jawa Barat Tahun 2012	48