

TUGAS AKHIR

**ANALISA KARAKTERISTIK TEMPERATUR DAN
KECEPATAN UDARA PADA RUANGAN BERPENDINGIN AC
DENGAN TURBULENSI MODEL K-OMEGA STANDAR DAN
K-OMEGA SST MENGGUNAKAN METODE
COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC (CFD)**



Disusun Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan Program Studi Strata 1
pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik

Oleh :

BIMA PRIAMBUDI

D200130013

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2018**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul : **“Analisa Karakteristik Temperatur dan Kecepatan Udara Pada Ruang Berpendingin AC Dengan Turbulensi Model K-Omega Standar dan K-Omega SST Menggunakan Metode *Computational Fluid Dynamic* (CFD)”** yang dibuat untuk memenuhi syarat memperoleh derajat S1 pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau publikasi dari tugas akhir yang sudah dipublikasikan dan/atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi maapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, Mei 2018

Yang menyatakan,



Bima Priambudi

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir yang berjudul “Analisa Karakteristik Temperatur Dan Kecepatan Udara Pada Ruangan Berpendingin AC Dengan Turbulensi Model K-Omega Standar Dan K-Omega SST Menggunakan *Metode Computational Fluid Dynamic (CFD)*” telah disetujui pembimbing untuk diusulkan topik Tugas Akhir pada Jurusan teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : Bima Priambudi

NIM : D 200 130 013

Disetujui pada :

Hari :

: 50074

Tanggal :

: 2 Juni 2018

Pembimbing



(Marwan Effendy, S.T, M.T, Ph,D)

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul “Analisa Karakteristik Temperatur Dan Kecepatan Udara Pada Ruangan Berpendingin AC Dengan Turbulensi Model K-Omega Standar Dan K-Omega SST Menggunakan *Metode Computational Fluid Dynamic (CFD)*” yang dipertunjukkan di hadapan dewan penguji dan disahkan sebagai syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : Bima Priambudi

NIM : D20130013

Disahkan pada

Hari : *Kemis*

Tanggal : *5 Juli 2018*

Tim Penguji :

Ketua : Marwan Effendy, S.T, M.T, Ph.D

Anggota 1 : Ir. Agung Setyo Darmawan, M.T

Anggota 2 : Nurmuntaha, S.T, M.T

Mengetahui


Dekan
[Signature]
(Ir. H. Sri Sunarjono, M.T, Ph.D)

Ketua Jurusan
[Signature]
(Ir. H. Subroto, M.T)

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Berdasarkan surat Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta Nomor 150/II/2016 Tanggal 8 September 2016 tentang pemberian tugas akhir dengan ini:

Nama : Marwan Effendy, ST, MT, Ph.D
Pangkat/Jabatan : Lektor Kepala
Kedudukan : Pembimbing Utama / ~~Pembimbing Kedua~~*)
memberikan Soal Tugas Akhir kepada mahasiswa :

Nama : Bima Priambudi
Nomor Induk : D 200130013
NIRM : -
Jurusan/Semester : Teknik Mesin / Akhir
Judul/Topik : Analisa Karakteristik Temperatur Dan Kecepatan Udara Pada Ruang Berpedingin AC Dengan Model Viskositas K-Omega Standar Dan SST Menggunakan Metode Computational Fluid Dynamic (CFD)
Rincian Soal/Tugas : Analisa Karakteristik Temperatur Dan Kecepatan Udara Pada Ruang Berpedingin AC Dengan Model Viskositas K-Omega Standar Dan SST Menggunakan Metode Computational Fluid Dynamic (CFD)

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 13 Februari 2017

Pembimbing

Marwan effendy, ST, MT, Ph.D

Keterangan:

* Coret salah satu

1. Warna biru untuk Kajur

2. Warna kuning untuk Pembimbing I

3. Warna merah untuk Pembimbing II

4. Warna putih untuk mahasiswa

MOTTO

“Orang yang menginginkan impiannya menjadi kenyataan, harus menjaga diri agar tidak tertidur”

-Richard Wheeler-

“Berusaha dengan keras bukan untuk sukses, tapi untuk menjadi lebih berharga”

-Albert Einstein-

PERSEMBAHAN

Puji syukur Alhamdulillah, hamba panjatkan atas rahmat, karunia dan keridhaan Allah SWT yang menggenggam dan memiliki seluruh jiwa ini, Berkat ilmu yang ia berikan dan campur tangan-Nyalah karya sederhana ini dapat terselesaikan dengan baik. Dengan rasa syukur karya ini dipersembahkan untuk :

- Ibunda tercinta Atiek Roestiani serta ayah tercinta Yunanto yang telah mendidik dengan penuh kasih sayang. Terima kasih serta do'a lah yang mampu aku berikan pada kalian sebagai balasan atas apa yang telah kalian berikan kepada ku.
- Kakakku tersayang Arga Yudistira terima kasih atas doa dan semangatnya.
- Sahabat dan teman seperjuangan Heru, Unggul, dan Aziz, terima kasih atas support dan kerja samanya selama penelitian.
- Teman-teman Teknik Mesin angkatan 2013, terutama untuk Khoirul, Aziz, Ibnu, Bagista serta teman-teman lain yang tidak bisa disebutkan satu persatu terima kasih atas bantuan dan dukungannya selama menempuh masa perkuliahan, yang selalu memberikan pelajaran berharga yang tidak bisa dinilai dengan materi, sehingga penulis bisa sampai pada titik ini.

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya yang telah dilimpahkan kepada penulis, sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

Adapun Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan Sidang Sarjana S-1 pada jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dalam Tugas Akhir ini telah banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak, dan dengan penuh keikhlasan hati ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. H. Sri Sunarjono, MT. Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. H. Subroto, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta .
3. Bapak Ir. Sunardi Wiyono, MT selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta yang membantu dalam proses-proses administrasi selama masa perkuliahan.
4. Bapak Marwan Effendy, ST., MT., Ph.D selaku Pembimbing yang telah membimbing, mengarahkan, memberi petunjuk dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Ir. Sartono Putro M.T, selaku Pembimbing Akademik
6. Jajaran staf dan dosen Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Akhir kata, penulis mohon maaf, jika sekiranya terdapat kesalahan dan kekurangan dalam penulisan Tugas Akhir ini, yang disebabkan adanya keterbatasan-keterbatasan antara lain waktu, dana, literatur, yang ada dan

pengetahuan yang dimiliki. Harapan penulis semoga laporan ini bermanfaat untuk pembaca.

Semoga Tugas Akhir dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan pihak lain yang membutuhkan, Amin ya Robballamin.

Surakarta Oktober 2017

Penulis

Anallisa Karakteristik Temperatur dan Kecepatan Udara Pada Ruangan Berpendingin AC Dengan Turbulensi Model K-Omega Standar Dan K-Omega SST Menggunakan Metode *Computational Fluid Dynamic* (CFD)

Bima Priambudi, Marwan Effendy

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura

Email : Bimaronaldo4@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi, serta menganalisis temperatur dan kecepatan udara pada sebuah ruangan yang memiliki instalasi 2 unit AC split. Pendekatan simulasi CFD diterapkan pada penelitian ini dengan didahului pengukuran secara eksperimen pada kondisi sebenarnya untuk validasi data.

Dalam penelitian ini, ruangan berukuran 10,45 x 8,1 x 3,92 m yang terletak di Ruang H 404 Fakultas Teknik dijadikan sebagai obyek simulasi. Variasi kecepatan udara yang diukur pada bagian depan evaporator, yaitu pada unit AC 1 = 5 m/s, sedangkan unit AC 2 = 3,2 m/s. Proses simulasi diawali dengan memvalidasi tiga tipe mesh yang berbeda 15216 *element*, 158785 *element*, dan 481178 *element* sebagai langkah standar yang harus dilalui pada penelitian berbasis simulasi/komputasi untuk menentukan konstruksi mesh yang mampu menghasilkan data simulasi dibanding data pengukuran. Asumsi dalam simulasi adalah ruangan kosong serta tidak ada pengaruh kalor dari luar ruangan.

Berdasarkan validasi yang telah dilakukan, konstruksi mesh 481178 *element* mampu memberikan prediksi yang paling akurat dengan tingkat perbedaan dengan hasil pengukuran sebesar 2,41 %. Simulasi terhadap tiga variasi turbulence model (k-epsilon standar, k-omega standar, dan k-omega SST) menunjukkan bahwa tidak berpengaruh terlalu signifikan terhadap suhu rata-rata didalam ruangan dimana didapatkan hasil sebesar 23,321, 23,481 dan 23,468°C. Sedangkan rata-rata kecepatan udara didalam ruangan terjadi kenaikan pada tiap variasi yang didapatkan hasil 0,100, 0,107 dan 0,108 m/s.

Kata kunci : Computational Fluid Dynamic, Turbulence Models (k-epsilon standar, k-omega standar, dan k-omega SST)

Analysis of Characteristics Temperature and Air Velocity In A Cooling Room with Turbulence Models K-Omega Standard and K-Omega SST Using Computational Fluid Dynamic (CFD)

Bima Priambudi, Marwan Effendy

*Department of Mechanical Engineering, Universitas Muhammadiyah
Surakarta*

Jalan A.Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura.

Email : Bimaronaldo4@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to predict, as well as analyze the temperature and air velocity in a room that has the installation of two split AC units. The CFD simulation approach is applied in this study by preceded experimental measurements on actual conditions for data validation.

In this study, the room of 10.45 x 8.1 x 3.92 m located in Room H 404 Faculty of Engineering serve as a simulation object. Air velocity variations measured at the front of the evaporator, that is AC unit 1 = 5 m/s and AC unit 2 = 3.2 m/s. The simulation process begins by validating three different types of mesh 15216 elements, 158785 elements, and 481178 elements as standard steps that must be passed on simulation/computation based research to determine the mesh construction that can generate simulation data than the measurement data. The assumption in the simulation is empty space and there is no influence of heat from outside the room.

Based on the validation proces, the mesh construction 481178 element can provide the most accurate prediction with the difference level with the measurement result of 2,41%. Simulation of three variable of turbulence model (k-epsilon standard, k-omega standard, and k-omega SST) showed that no significant effect on the average temperature in the room where the result was 23,321, 23,481 and 23,468 ° C. While the average air velocity in the room there is an increase in each variation obtained results of 0.100, 0.107 and 0.108 m/s.

Keyword : Computational Fluid Dynamic, Turbulance Models (k-epsilon standar, k-omega standar, dan k-omega SST)

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Pernyataan Keaslian Tugas Akhir.....	ii
Halaman Persetujuan	iii
Halaman Pengesahan	iv
Lembar Soal Tugas Akhir	v
Halaman Motto.....	vi
Halaman Persembahaan	vii
Kata Pengantar	viii
Abstraksi	x
Abstract.....	xi
Daftar Isi	xii
Daftar Gambar	xiv
Daftar Tabel	xvi
Daftar Simbol	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan Laporan	5
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.2 Dasar Teori	11
2.2.1 Boundari layer	11

2.2.2	Perpindahan panas	12
2.2.2.1	Perpindahan panas Konduksi.....	12
2.2.2.2	Perpindahan panas Konveksi	13
2.2.2.3	Perpindahan panas Radiasi.....	14
2.2.3	Aliran Laminar	15
2.2.4	Aliran Turbulen	16
2.2.5	Computational Fluid Dynamic (CFD).....	16
2.2.5.1	<i>Pre-processing</i>	18
2.2.5.2	<i>Solving</i>	18
2.2.5.3	<i>Post-processing</i>	19
2.2.6	Turbulensi Model.....	19
2.2.7	Kriteria Kenyamanan Thermal.....	23
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Rancangan Penelitian.....	24
3.2	Spesifikasi Komputer	26
3.3	Geometri	27
3.4	Meshing	28
3.4.1	Mesh Refinement Study	32
3.5	Kondisi Lapis Batas Dan Aliran.....	34
3.6	Analisa Data	35
BAB 4 VALIDASI, HASIL, DAN PEMBAHASAN		
4.1	Validasi	40
4.1.1	Mesh Tipe A	42
4.1.2	Mesh Tipe B	44
4.1.3	Mesh tipe C	46
4.2	Hasil.....	48
4.2.1	Temperatur.....	48
4.2.2	Kecepatan Udara	53
BAB 5 PENUTUP		
5.1	Kesimpulan	58
5.2	Saran	60
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Lapisan batas.....	12
Gambar 2.2 Perpidahan panas konduksi.....	13
Gambar 2.3 Perpindahan panas konveksi	13
Gambar 2.4 Perpindahan panas radiasi	14
Gambar 2.4 Aliran laminar	16
Gambar 2.5 Aliran turbulen.....	16
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian	25
Gambar 3.2 Ruang kelas tampak depan	27
Gambar 3.3 Ruang kelas tampak atas.....	28
Gambar 3.4 Ekspor geometri ke dalam gambit.....	29
Gambar 3.5 Pemecahan volume geometri	30
Gambar 3.6 Definisi boundari kondition	30
Gambar 3.7 Definisi Fluida	31
Gambar 3.8 Meshing edge/garis.....	31
Gambar 3.9 Meshing face/bidang dan volume	32
Gambar 3.10 Mesh tipe A	33
Gambar 3.11 Mesh tipe B	33
Gambar 3.12 Mesh tipe C	33
Gambar 3.13 Daerah kondisi lapis batas	34
Gambar 3.14 Input file mesh.....	36
Gambar 3.15 Memilih model persamaan	36
Gambar 3.16 Kondisi batas (Inlet, outlet, dan wall) dan properti udara pada simulasi.....	37
Gambar 3.17 Reference value pada simulasi	37
Gambar 3.18 Proses running.....	38
Gambar 3.19 Sistem Converged pada ansys fluent.....	38

Gambar 3.20 Report pada CFD-post.....	39
Gambar 4.1 Point pengukuran pada ruang kelas.....	39
Gambar 4.2 Perbandingan temperatur hasil simulasi mesh tipe A dengan data eksperimen	42
Gambar 4.3 Perbandingan temperatur hasil simulasi mesh tipe B dengan data eksperimen	44
Gambar 4.4 Perbandingan temperatur hasil simulasi mesh tipe C dengan data eksperimen	46
Gambar 4.5 Perbandingan temperatur hasil CFD dengan turbulensi model yang berbeda	48
Gambar 4.6 Perbandingan kontur hasil analisa CFD pada P1	50
Gambar 4.7 Perbandingan kontur hasil analisa CFD pada P2	51
Gambar 4.8 Perbandingan kontur hasil analisa CFD pada P3	52
Gambar 4.9 Perbandingan kecepatan hasil CFD dengan turbulensi model yang berbeda	53
Gambar 4.10 Perbandingan arah vektor hasil analisa CFD pada P1...	55
Gambar 4.11 Perbandingan arah vektor hasil analisa CFD pada P2...	56
Gambar 4.12 Perbandingan arah vektor hasil analisa CFD pada P3...	57

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Karakteristik mesh	33
Tabel 3.2 Definisi kondisi lapis batas	35
Tabel 3.3 Input data eksperimen.....	35
Tabel 4.1 Koordinat pengukuran.....	41

DAFTAR SIMBOL

q	: Perpindahan Panas (W)
h	: Koefisien Perpindahan Panas ($\frac{W}{m^2 K}$)
A	: Luas Area (m^2)
$T_{surface}$: Temperatur Dinding (K)
$T_{Fluid bulk}$: Temperatur Fluida (K)
ΔT	: Selisih antara $T_{surface}$ dan $T_{Fluid bulk}$ (K)
X	: Arah sepanjang sumbu X
Y	: Arah sepanjang sumbu Y
Z	: Arah sepanjang sumbu Z
$P1$: Bidang 1
$P2$: Bidang 2
$P3$: Bidang 3