

**ANALISA DAN SIMULASI POLA DISPERSI *PLUME RISE*  
PADA *CHIMNEY* DENGAN MENGGUNAKAN *SOFTWARE*  
*ANSYS WORKBENCH***

**SKRIPSI**

**TEKNIK MESIN KONSENTRASI TEKNIK KONVERSI ENERGI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**MUHAMMAD NUR SHOBAKH**

**NIM. 135060209111008**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**MALANG**

**2018**

## LEMBAR PENGESAHAN

### ANALISA DAN SIMULASI POLA DISPERSI *PLUME RISE* PADA *CHIMNEY* DENGAN MENGGUNAKAN *SOFTWARE* *ANSYS WORKBENCH*

## SKRIPSI

TEKNIK MESIN KONSENTRASI TEKNIK KONVERSI ENERGI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**MUHAMMAD NUR SHOBAKH**

**NIM. 135060209111008**

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh Dosen Pembimbing  
pada tanggal 19 Januari 2018


Dosen Pembimbing I

  
**SUGENG WIDODO, ST., MT., Ph.D**  
NIP. 19710321 199802 1 001

Dosen Pembimbing II

  
**HASLINDA KUSUMANINGSIH, ST., M.Eng.**  
NIP. 19890102 201504 2 002

Mengetahui,  
Ketua Program Studi S1

  
**Dr. Eng. Widya Wijayanti, ST., MT.**  
NIP. 19750802 199903 2 002



**JUDUL SKRIPSI :**

**Analisa Dan Simulasi Pola Dispersi *Plume Rise* Pada *Chimney* Dengan Menggunakan *Software Ansys Workbench***

Nama Mahasiswa : Muhammad Nur Shobakh  
NIM : 135060209111008  
Program Studi : Teknik Mesin  
Kosentrasi : Teknik Konversi Energi

**KOMISI PEMBIMBING**

Dosen Pembimbing I : Agung Sugeng Widodo, ST., MT., Ph.D  
Dosen Pembimbing II : Haslinda Kusumaningsih, ST., M.Eng.

**TIM DOSEN PENGUJI**

Dosen Penguji 1 : Dr. Slamet Wahyudi, ST., MT.  
Dosen Penguji 2 : Dr. Eng. Nurkholis Hamidi, ST., M.Eng.  
Dosen Penguji 3 : Khairul Anam, ST., M.Sc.

Tanggal Ujian : 08 Januari 2018  
SK Penguji : 085/UN10.F07.12/SK/2018

## PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang sepengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam naskah skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak pernah terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia skripsi saya dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70)

Malang, 19 Januari 2018

Mahasiswa,

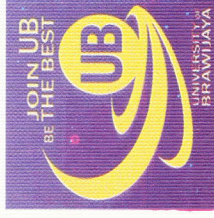


Muhammad Nur Shobakh

NIM. 135060209111008



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM SARJANA**



## **SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI**

Nomor : 056/UN10.F07.12.21/PP/2018

Sertifikat ini diberikan kepada :

**MUHAMMAD NUR SHOBAKH**

Dengan Judul Skripsi :

**ANALISA DAN SIMULASI POLA DISPERSI PLUME RISE PADA CHIMNEY DENGAN  
MENGUNAKAN SOFTWARE ANSYS WORKBENCH**

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi  $< 20\%$ , dan dinyatakan Bebas dari Plagiasi pada tanggal 06 FEBRUARI 2018

Ketua Jurusan Teknik Mesin

**Ir. Djarot B. Darmadi, MT., Ph.D**  
NIP. 19670518 199412 1 001

Ketua Program Studi S1 Teknik Mesin

**Dr. Eng. Widya Wijayanti, ST., MT.**  
NIP. 19750802 199903 2 002

*Alhamdulillah*

*Teriring Ucapan Terima Kasih Kepada*

*Ayahanda Tercinta Drs. Muhammad Makhsus, M.Pd, Almarhumah Ibunda Tercinta Handayani BA,*

*Dan adik ku Khafsa Maulida Permata Sari & Khafidah Nur Hidayati*

*Serta Istriku Tersayang Revina Saptia Kusuma Pradana*

*Yang selalu ada dan mendukung setiap langkah ku*

*Tanpa lupa menghibur disaat lelah*

## RINGKASAN

**Muhammad Nur Shobakh**, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang, Desember 2017, Analisa Dan Simulasi Pola Dispersi *Plume Rise* Pada *Chimney* Dengan Menggunakan *Software Ansys Workbench*, Dosen Pembimbing : Agung Sugeng Widodo, ST., MT., Ph.D dan Haslinda Kusumaningsih, ST., M.Eng.

Dewasa ini, dunia industri menghadapi satu masalah besar yang berkaitan dengan lingkungan, salah satunya yaitu pencemaran udara akibat cerobong asap (*Chimney*). Untuk mengetahui dampak pencemaran udara yang dihasilkan oleh *chimney*, salah satunya adalah dengan menganalisa dan mensimulasikan pola dispersi *plume rise* hasil dari emisi gas buang pada *chimney* sehingga didapatkan informasi terhadap bentuk pola *plume rise* dan *density* maksimum gas buang dari *chimney*.

*Software* yang digunakan untuk simulasi ini adalah *ANSYS WORKBENCH*. *Software* ini digunakan sebagai alat bantu untuk mendapatkan visualisasi sebaran gas yang keluar dari *chimney* berdasarkan hasil penyelesaian dari pemrograman *CFX* yang merupakan bagian dari metode untuk menyelesaikan berbagai kasus aplikasi dinamika fluida. Penelitian ini menggunakan beberapa parameter *input* untuk proses simulasinya, yaitu : kecepatan angin, stabilitas *atmosfer*, kecepatan emisi gas buang keluar *chimney*, temperatur lingkungan, temperatur emisi gas buang keluar *chimney*, dan geometri *chimney*. Dan untuk parameter *output* adalah visualisasi pola sebaran konsentrasi *fluida plume rise* yang dihasilkan *chimney* berupa garis kontur aliran dispersi dengan warna yang berbeda-beda ditampilkan dalam model 3D ataupun grafik.

Hasil analisa *plume rise* dari proses simulasi menggunakan 3 *chimney* dalam sebuah *model box* dengan variasi kecepatan emisi gas buang yang berbeda  $V_{S1} = 10$  m/s,  $V_{S2} = 20$  m/s dan  $V_{S3} = 30$  m/s didapatkan model 3D pola aliran dispersi *plume rise* yang berbentuk *Lofting* yang mana arah kepulan asap cenderung naik ke atas. Semakin cepat emisi gas buang yang keluar dari *chimney* maka semakin tinggi kenaikan *plume rise* yang terjadi di atmosfer. Dan semakin tinggi kenaikan *plume rise* di atmosfer maka semakin sedikit nilai *density* kadar emisi gas buang yang keluar dari *chimney*.

Kata Kunci : *ANSYS*, *CFX*, Simulasi, Pola Dispersi, *Plume Rise*, Gas Buang, *Chimney*.

## **SUMMARY**

**Muhammad Nur Shobakh**, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Brawijaya University Malang, January 2018, Analysis And Simulation Of Plume Rise Dispersion Pattern In Chimney Using Software Ansys Workbench, Academic Supervisor : Agung Sugeng Widodo, ST., MT., Ph.D and Haslinda Kusumaningsih, ST., M.Eng.

*Right now, the industrial world is facing a major environmental problem, one of which is chimney air pollution. To know the impact of air pollution produced by chimney, one of them is by analyzing and simulating the pattern of dispersion plume rise result from exhaust emission in chimney so that information obtained to plume rise pattern and maximum density of exhaust gas from chimney.*

*The software used for this simulation is ANSYS WORKBENCH. This software is used as a tool to get visualization of gas distribution out of chimney based on the result of completion of CFX programming which is part of the method to solve various application cases of fluid dynamics. This study uses several input parameters for the simulation process, namely: wind speed, atmospheric stability, exhaust gas emission rate out chimney, ambient temperature, exhaust emission temperature chimney out, and chimney geometry. And for the output parameter is the visualization of distribution pattern of plume rise fluid rise concentration produced by chimney in the form of contour flow dispersion line with different color shown in 3D model or graph.*

*The result of plume rise analysis from simulation process using 3 chimneys in a model box with different variation of exhaust gas velocity  $V_{S1} = 10$  m/s,  $V_{S2} = 20$  m/s and  $V_{S3} = 30$  m/s obtained 3D model dispersion flow pattern of plume rise which in the form of Lofting where the direction of smoke trends to rise upwards. The faster the exhaust emissions that come out of the chimney so the higher the rise of the plume rise that occurs in the atmosphere. And the higher the rise of the plume rise in the atmosphere so the less the density value of exhaust emission levels coming out of the chimney.*

*Keywords : ANSYS, CFX, Simulation, Dispersion Pattern, Plume Rise, Exhaust Gas, Chimney.*



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini dapat terselesaikan berkat bantuan, dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak yang terlibat dalam proses penyelesaian skripsi ini. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Almarhumah Hj. Handayani, Ba selaku ibu penulis atas doanya yang selalu menyertai keberhasilan penulis, semoga senantiasa dalam pelukan dan lindungan Allah SWT.
2. Bapak H. Drs. Muhammad Makhsus, M.Pd selaku ayah penulis yang selalu memberikan semangat dalam proses menyelesaikan skripsi ini.
3. Revina Saptya Kusuma Pradana, selaku istri penulis yang selalu memberi semangat dan doanya untuk kesuksesan dan keberhasilan penulis.
4. Bapak Agung Sugeng Widodo, ST, MT, Ph.D selaku Dosen Pembimbing Pertama dan Ibu Haslinda Kusumaningsih, ST, M.Eng selaku Dosen Pembimbing Kedua penulis atas semua ilmu, saran dan waktu yang telah diberikan selama penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Ir. Djarot B. Darmadi, MT., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
6. Bapak Teguh Dwi Widodo, ST., M.Eng, Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin
7. Ibu Dr. Eng Widya Wijayanti, ST, MT selaku Ketua Program Studi S1 Jurusan Teknik Mesin.
8. Ibu Francisca Gayuh Utami, ST, MT selaku KKDK Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin.
9. Bapak Ir. Endi Sutikno, MT selaku Dosen Wali Penulis.
10. Seluruh Dosen Pengajar dan Staff Administrasi Jurusan Teknik Mesin.
11. Teman-teman seleksi alih program (SAP) angkatan 2013 yang telah memberikan semangat dan dukungannya kepada penulis.
12. Dan semua pihak yang telah membantu proses penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis telah menyelesaikan skripsi ini dengan sebaik-baiknya dan penulis juga menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kesempurnaan. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyusunan yang lebih baik lagi.

Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan bagi para pembaca umumnya sekaligus dapat menjadi bahan pembelajaran dan acuan untuk penelitian selanjutnya.

Malang, Desember 2017

Penulis

# DAFTAR ISI

	Halaman
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>viii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 <i>Chimney</i> .....	5
2.2 Dispersi Udara.....	6
2.3 Pencemaran Udara.....	8
2.3.1 Penyebab Pencemaran Udara .....	9
2.3.2 Dampak Pencemaran Udara .....	9
2.4 <i>Plume Rise</i> .....	12
2.5 <i>ANSYS Workbench</i> .....	13
<b>BAB III METODELOGI PENELITIAN</b> .....	<b>17</b>
3.1 Metode Penelitian.....	17
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....	17
3.3 Variabel Penelitian .....	17
3.3.1 Variabel Bebas .....	17
3.3.2 Variabel Terikat .....	17
3.3.3 Variabel Terkontrol.....	18
3.4 Alat Yang Digunakan.....	18
3.5 Prosedur Penelitian.....	18

3.5.1 Studi Literatur .....	18
3.5.2 Pengumpulan Data .....	18
3.5.3 Pembuatan Geometri.....	19
3.5.4 Simulasi .....	19
3.6 Skematik Metode Penelitian.....	21
3.7 Diagram Alir Penelitian .....	22
<b>BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>23</b>
4.1 Analisa Data.....	23
4.2 Pembahasan Hasil Analisa <i>Plume Rise</i> .....	26
4.3 Pembahasan Analisa Pola Dispersi <i>Plume Rise</i> .....	27
4.4 Pembahasan Analisa <i>Velocity Plume Rise</i> .....	29
4.5 Pembahasan Analisa <i>Density Terhadap Plume Rise</i> .....	31
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>33</b>
5.1 Kesimpulan.....	33
5.2 Saran.....	33
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Pengaruh Indeks Standar Pencemar Udara Untuk Setiap Parameter Pencemar	10
Tabel 2.2	Baku Mutu Udara Ambien Nasional .....	11
Tabel 3.1	Data Spesifikasi Laptop .....	18
Tabel 3.2	Data Input <i>Chimney</i> .....	20
Tabel 4.1	Data Hasil <i>Plume Rise</i> Secara Teoritis dan Simulasi .....	26
Tabel 4.2	Data Hubungan <i>Temperature</i> Terhadap <i>Plume Rise</i> .....	28
Tabel 4.3	Data Hubungan <i>Velocity</i> Terhadap <i>Plume Rise</i> .....	30
Tabel 4.4	Data Hubungan <i>Density</i> Terhadap <i>Plume Rise</i> .....	32

## DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	<i>Chimney</i> Pada PLTU Paiton .....	5
Gambar 2.2	Sebaran Polutan Udara Pada Berbagai Stabilitas Atmosfer .....	6
Gambar 2.3	Emisi Gas Cerobong Dari Hasil Kegiatan Industri.....	10
Gambar 2.4	Sistem Koordinat dan Tata Nama <i>Gaussian Plume Model</i> .....	12
Gambar 3.1	Desain Model 3D <i>Chimney</i> .....	19
Gambar 3.2	Hasil <i>Meshing Chimney</i> .....	21
Gambar 3.3	Contoh Hasil Simulasi Berupa Pola Kontur dan Grafik .....	21
Gambar 3.4	Gambar Skematik Metode Penelitian .....	21
Gambar 3.5	Diagram Alir Penelitian .....	22
Gambar 4.1	<i>Smoke Volume Rendering</i> Awal <i>Timestep = 0 s ANSYS WORKBENCH</i> .....	23
Gambar 4.2	<i>Smoke Volume Rendering</i> <i>Timestep = 15 s ANSYS WORKBENCH</i> .....	23
Gambar 4.3	<i>Smoke Volume Rendering</i> Akhir <i>Timestep = 30 s ANSYS WORKBENCH</i> ....	23
Gambar 4.4	<i>Smoke Volume Fraction Plume Rise Detail</i> pada <i>ANSYS WORKBENCH</i> ....	24
Gambar 4.5	Grafik Hasil <i>Plume Rise</i> Teoritis Terhadap <i>Plume Rise</i> Simulasi .....	26
Gambar 4.6	<i>Smoke Volume Fraction Lofting Detail</i> pada <i>ANSYS WORKBENCH</i> .....	27
Gambar 4.7	<i>Smoke Temperature Map Color Rainbow</i> pada <i>ANSYS WORKBENCH</i> .....	28
Gambar 4.8	Grafik Hubungan <i>Temperature</i> Terhadap <i>Plume Rise</i> .....	28
Gambar 4.9	<i>Streamline Smoke Velocity All Chimney</i> pada <i>ANSYS WORKBENCH</i> .....	29
Gambar 4.10	<i>Smoke Velocity Map Color Rainbow</i> pada <i>ANSYS WORKBENCH</i> .....	30
Gambar 4.11	Grafik Hubungan <i>Velocity</i> Terhadap <i>Plume Rise</i> .....	30
Gambar 4.12	<i>Smoke Density Map Color Rainbow</i> pada <i>ANSYS WORKBENCH</i> .....	31
Gambar 4.13	Grafik Hubungan <i>Density</i> Terhadap <i>Plume Rise</i> .....	32