

**SIMULASI DISPERSI ASAP DAN DISTRIBUSI SUHU  
UDARA PADA KASUS KEBAKARAN KELURAHAN  
KEBON MELATI MENGGUNAKAN *COMPUTATIONAL  
FLUID DYNAMICS***

**TUGAS AKHIR**



**AGNES SETIONINGRUM**

**1142005016**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS BAKRIE  
JAKARTA  
2018**

**SIMULASI DISPERSI ASAP DAN DISTRIBUSI SUHU  
UDARA PADA KASUS KEBAKARAN KELURAHAN  
KEBON MELATI MENGGUNAKAN *COMPUTATIONAL  
FLUID DYNAMICS***

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana  
Teknik**



**AGNES SETIONINGRUM**

**1142005016**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS BAKRIE  
JAKARTA  
2018**

**Simulasi Dispersi Asap dan Distribusi Suhu Udara pada Kasus  
Kebakaran Kelurahan Kebon Melati Menggunakan  
*Computational Fluid Dynamics***  
Agnes Setioningrum

---

**ABSTRAK**

Kelurahan Kebon Melati merupakan salah satu kelurahan terpadat di DKI Jakarta dengan tiga riwayat kasus kebakaran perumahan padat penduduk dalam dua puluh tahun terakhir. Kasus kebakaran tersebut menimbulkan dampak sekunder berupa dispersi asap kebakaran dan potensi rambatan api pada bangunan di sekitar lokasi kebakaran. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pola dispersi asap dan pola distribusi udara simulasi kebakaran Kelurahan Kebon Melati pada Bulan November 2017, serta mengetahui wilayah yang berpotensi mengalami dampak dispersi asap dan perambatan api kebakaran. Pemodelan geometri wilayah studi pada simulasi kebakaran menggunakan bantuan *Google Maps*, *software AutoCAD 2015*, *Revit 2015*, *Autodesk Flow Design 2015*, dan *Fire Dynamics Simulator*. Aliran angin di sisi Barat Kelurahan Kebon Melati pada simulasi *Autodesk Flow Design 2015* lebih stabil dibandingkan sisi Timur dan Tengah yang memiliki turbulensi aliran angin yang dihasilkan dari pembelokan aliran angin oleh bangunan gedung bertingkat. Pada bagian luar sisi Timur Kelurahan Kebon Melati terjadi peningkatan kecepatan aliran angin hingga 9 m/s akibat pembelokan aliran angin oleh bangunan gedung bertingkat. Dispersi asap kebakaran dengan *Heat Release Rate per unit Area*  $10.000 \text{ kW/m}^2$  pada simulasi *Fire Dynamics Simulator*, mencapai jarak 1.440 m menuju Selatan titik kebakaran dalam waktu 30 detik simulasi. Sisi Selatan titik kebakaran memiliki potensi terbesar dalam penurunan jarak pandang dan peningkatan konsentrasi polusi asap kebakaran, serta potensi perambatan api kebakaran.

Kata kunci: dispersi asap, distribusi suhu, kebakaran, CFD, *Fire Dynamics Simulator*

***Simulation of Fire Smoke Dispersion and Temperature Distribution  
on Kelurahan Kebon Melati Sub-District Fire Using  
Computational Fluid Dynamics***

Agnes Setioningrum

---

***ABSTRACT***

*Kebon Melati sub-district is one of the most populous sub-district in DKI Jakarta with three cases of dense settlement fire the last twenty years. Those fire cause fire smoke dispersion and fire propagation as secondary impact. The aim of this research is to analyze fire smoke dispersion pattern and temperature distribution pattern around hotspots on November 2017, also to analyze potential area that has to encounter those secondary impacts. Google Maps, AutoCAD 2015, Revit 2015, Autodesk Flow Design 2015, and Fire Dynamics Simulator are used in this research for modeling of fire and studying area geometry. Autodesk Flow Design 2015 simulation result wind flow in the west side of Kebon Melati sub-district is more stable than in the east and middle side which have wind flow turbulence as effect of wind flow separation by skyscraper buildings. On the outer west side of Kebon Melati sub-district, wind velocity increase up to 9 m/s as effect of wind flow separation by skyscraper buildings. Fire Dynamics Simulator simulation result, in 30 s simulation with  $10.000 \text{ kW/m}^2$  Heat Release Rate per unit Area, fire smoke disperse up to 1,440 m in South direction. The south side of Kebon Melati sub-district is more vulnerable in degradation of visibility, fire smoke concentration enhancement, and fire propagation.*

*Keywords:* fire smoke dispersion, temperature distribution, fire, CFD, Fire Dynamics Simulator

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh

Nama : Agnes Setioningrum  
NIM : 1142005016  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer  
Judul Skripsi : Simulasi Dispersi Asap dan Distribusi Suhu  
Udara pada Kasus Kebakaran Kelurahan Kebon  
Melati Menggunakan *Computational Fluid Dynamics*

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Bakrie

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Deffi Ayu Puspito Sari, S.T.P., M.Agr., Ph.D (  )

Pembimbing : Dr. Dani Harmanto BEng (Hons) MSc Ph.D  
FHEA PgCert C.Eng MIED AMIMechE (  )

Penguji : Sirin Fairus, S.T.P., M.T. (  )

Penguji : Aqil Azizi, PhD. (  )

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 22 Februari 2018

## **PERNYATAAN ORISINALITAS**

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

**Nama : Agnes Setioningrum**

**NIM : 1142005016**

**Tanda Tangan :** 

**Tanggal : 22 Februari 2018**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan segala karunia, rahmat, dan hidayah-Nya, sehingga Tugas Akhir yang berjudul “Simulasi Dispersi Asap dan Distrbusi Suhu Udara pada Kasus Kebakaran Kelurahan Kebon Melati Menggunakan *Computational Fluid Dynamics*” dapat terselesaikan tepat waktu. Walaupun banyak sekali hambatan yang menghalangi, atas karunia-Nya Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.

Tugas Akhir (TLK – 415) ini disusun dalam memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Lingkungan pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan, petunjuk dan bimbingan dari berbagai pihak, sehingga dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Deffi Ayu Puspito Sari, S.T.P., M.Agr., Ph.D selaku dosen pembimbing 1 dan dosen pembimbing akademik yang telah memberikan waktu dan ilmunya untuk membimbing dan memberikan arahan kepada penulis.
2. Bapak Dr. Dani Harmanto BEng (Hons) MSc Ph.D FHEA PgCert C.Eng MIED AMIMechE selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan waktu dan ilmunya untuk membimbing dan memberikan arahan kepada penulis.
3. Ibu Sirin Fairus, S.T.P, MT. selaku Kepala Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Bakrie.
4. Segenap dosen dan staff Teknik Lingkungan Universitas Bakrie yang senantiasa mencerahkan ilmu dan pengetahuan kepada penulis
5. Mama, Mba Ani, Mba Dwi, Aisyah, Lek Amat, Bang Zaenal, Bang Aan yang tidak berhenti memberikan dukungan baik do'a, motivasi, serta dukungan materiil sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
6. Hastri, Rahma sahabat yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat selama menekuni perkuliahan dan penyusunan Tugas Akhir.
7. Dona, Karin, Nanda, Galih, Aulia, Dassy, Nadya, dan Damar teman seperjuangan dalam menempuh dunia Teknik Lingkungan.

8. Rekan-rekan Teknik Lingkungan Universitas Bakrie angkatan 2012 hingga angkatan 2017 yang senantiasa memberikan semangat dan energi positif kepada penulis.
9. Dan semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu oleh penulis.

Penulis menyadari tidak ada gading yang tidak retak, Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, kritik dan saran terhadap segala kekurangan yang ada, sangat penulis harapkan dan penulis mengucapkan terima kasih. Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini turut memberikan sumbangan manfaat betapapun kecilnya bagi semua pihak yang membutuhkan.

Jakarta, Februari 2018

Penulis

## **HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Bakrie, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Agnes Setioningrum  
NIM : 1142005016  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer  
Jenis Tugas Akhir : Disain Riset

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

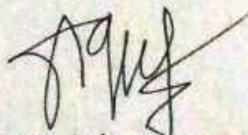
Simulasi Dispersi Asap dan Distrbusi Suhu Udara pada Kasus Kebakaran Kelurahan Kebon Melati Menggunakan *Computational Fluid Dynamics* beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Bakrie berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam 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.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 22 Februari 2018

Yang menyatakan



(Agnes Setioningrum.)

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
ABSTRAK .....	ii
<i>ABSTRACT</i> .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Hipotesis .....	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian .....	5
1.6 Manfaaat Penelitian .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Kebakaran .....	7
2.2 Peranan Atmosfer dalam Dispersi Asap .....	8
2.3 Teori Perpindahan Kalor .....	11
2.4 Model Simulasi <i>Computational Fluid Dynamics / CFD</i> .....	12
2.5 Program <i>Fire Dynamic Simulator / FDS</i> .....	15
2.6 Penelitian Terdahulu .....	16
<b>BAB III METODOLOGI</b>	
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian .....	19

3.2 Instrumentasi Penelitian .....	19
3.3 Teknik Pengumpulan Data .....	19
3.4 Teknik Analisis Data .....	21

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Perancangan Simulasi .....	23
4.2 Data Meteorologi .....	25
4.3 Skenario Kebakaran .....	33
4.4 Pemodelan Bangunan .....	33
4.5 Pemodelan Fluida .....	36
4.6 Simulasi Kebakaran .....	41
4.6.1 Visualisasi Simulasi Kebakaran .....	44
4.6.1.1 Visualisasi Dispersi Asap Kebakaran .....	44
4.6.1.2 Visualisasi Distribusi Suhu Udara .....	47
4.6.1.3 Visualisasi Distribusi Kecepatan Angin .....	50
4.6.2 Perbandingan Parameter Kelima Titik Simulasi .....	52
4.6.2.1 Laju Pelepasan Panas .....	52
4.6.2.2 Distribusi Suhu Udara .....	53
4.6.2.3 Distribusi Kecepatan Angin .....	57

#### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	61
5.2 Saran .....	62

#### **DAFTAR PUSTAKA .....**63

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 <i>Flow Chart</i> Metodologi Penelitian .....	22
Gambar 4.1 Titik Pengamatan Data Meteorologi dan Titik Simulasi Kebakaran .....	23
Gambar 4.2 Grafik <i>Wind Rose</i> Titik 1 (Titik Utara) .....	28
Gambar 4.3 Grafik <i>Wind Rose</i> Titik 2 (Titik Tengah) .....	28
Gambar 4.4 Grafik <i>Wind Rose</i> Titik 3 (Titik Selatan) .....	29
Gambar 4.5 Grafik <i>Wind Rose</i> Titik 4 (Titik Timur) .....	30
Gambar 4.6 Grafik <i>Wind Rose</i> Titik 5 (Titik Barat) .....	30
Gambar 4.7 Grafik <i>Wind Rose</i> Lima Titik Pengamatan .....	31
Gambar 4.8 Grafik Distribusi Arah Angin .....	32
Gambar 4.9 Grafik Distribusi Kecepatan Angin .....	32
Gambar 4.10 Peta Kelurahan Kebon Melati .....	34
Gambar 4.11 Hasil Penjiplakan dengan <i>software AutoCAD 2015</i> .....	35
Gambar 4.12 Hasil Pemodelan dengan <i>software Revit 2015</i> .....	35
Gambar 4.13 Pemodelan dengan Ketinggian Aliran Angin Rendah .....	37
Gambar 4.14 Pemodelan dengan Ketinggian Aliran Angin Tinggi.....	37
Gambar 4.15 Pemodelan pada Bangunan Gedung.....	40
Gambar 4.16 Pemodelan pada Bangunan Rumah Kumuh dan Sederhana.....	41
Gambar 4.17 Hasil Konversi pemodelan <i>AutoCAD 2015</i> menjadi <i>command line</i> untuk FDS.....	42
Gambar 4.18 Bentuk Geometri Wilayah.....	43
Gambar 4.19 Visualisasi Lima Titik Simulasi Kebakaran .....	46
Gambar 4.20 Visualisasi Distribusi Suhu Lima Titik Simulasi.....	49
Gambar 4.21 Visualisasi Distribusi Kecepatan Angin Lima Titik Simulasi.....	52
Gambar 4.22 Grafik Laju Pelepasan Panas Lima Titik Simulasi .....	53
Gambar 4.23 Grafik Distribusi Suhu Titik Utara .....	54
Gambar 4.24 Grafik Distribusi Suhu Titik Tengah .....	54
Gambar 4.25 Grafik Distribusi Suhu Titik Selatan .....	55
Gambar 4.26 Grafik Distribusi Suhu Titik Timur .....	56

Gambar 4.27 Grafik Distribusi Suhu Titik Barat .....	56
Gambar 4.28 Grafik Distribusi Kecepatan Angin Titik Utara .....	57
Gambar 4.29 Grafik Distribusi Kecepatan Angin Titik Tengah .....	57
Gambar 4.30 Grafik Distribusi Kecepatan Angin Titik Selatan .....	58
Gambar 4.31 Grafik Distribusi Kecepatan Angin Titik Timur.....	59
Gambar 4.32 Grafik Distribusi Kecepatan Angin Titik Barat .....	59

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 4.1 Data Meteorologi Lima Titik Pengamatan ..... 25