



**SIMULASI MODEL PENYEBARAN POLUTAN DI UDARA
MENGUNAKAN METODE LIEBMANN**

SKRIPSI

Oleh

**Yogma Dwi Martasari
NIM 101810101027**

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2014**



**SIMULASI MODEL PENYEBARAN POLUTAN DI UDARA
MENGUNAKAN METODE LIEBMANN**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Matematika (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

**Yogma Dwi Martasari
NIM 101810101027**

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2014**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Rukiadi dan Susi Astini selaku orang tua, terima kasih banyak atas doa, kasih sayang, perhatian, dan segala kebaikan yang telah diberikan, semoga Allah selalu melindunginya;
2. Vica Lutfiasari sebagai kakak dan Lukman Hakim sebagai adik yang selalu memberi dukungan dan motivasi;
3. para pengajar dan pendidik sejak taman kanak-kanak sampai perguruan tinggi yang telah memberikan ilmu serta membimbing dengan penuh kesabaran;
4. Almamater Jurusan Matematika FMIPA Universitas Jember;
5. Unit Kegiatan Mahasiswa Seni Titik dan HIMATIKA “GeoKomStat” yang telah memberikan dukungan moril.

MOTTO

Barang siapa bertakwa kepada Allah niscaya Dia akan memberikan jalan keluar dari setiap kesulitan dan memberikan rezeki dari arah yang tidak disangka-sangka. (Ath-Thalaaq : 2) ^{*)}

Orang-orang yang berhenti belajar akan menjadi pemilik masa lalu. Orang-orang yang masih terus belajar, akan menjadi pemilik masa depan. ^{**)}

^{*)} Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. *Al Quran dan Terjemahannya*. Semarang: PT Kumusdasmoro Grafindo.

^{**)} Teguh, M. 2006. *Becoming A Star*. Jakarta: PT. Syaamil Cipta Media.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yogma Dwi Martasari

NIM : 101810101027

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Simulasi Model Penyebaran Polutan di Udara Menggunakan Metode Liebmann ” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, September 2014

Yang menyatakan,

Yogma Dwi Martasari

NIM. 101810101027

SKRIPSI

SIMULASI MODEL PENYEBARAN POLUTAN DI UDARA MENGUNAKAN METODE LIEBMANN

Oleh

Yogma Dwi Martasari
NIM 101810101027

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Drs. Rusli Hidayat, M.Sc.

Dosen Pembimbing Anggota : Ika Hesti Agustin, S.Si., M.Si.

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “Simulasi Model Penyebaran Polutan di Udara Menggunakan Metode Liebmann” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember

Tim Penguji:

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Drs. Rusli Hidayat, M.Sc.
NIP. 19661012 199303 1 001

Ika Hesti Agustin, S.Si., M.Si.
NIP. 19840801 200801 2 006

Penguji I,

Penguji II,

Kosala Dwidja Purnomo, S.Si., M.Si.
NIP. 19690828 199802 1 001

Bagus Juliyanto, S.Si.
NIP. 19800702 200312 1 001

Mengesahkan

Dekan,

Prof. Drs. Kusno, DEA., Ph.D.
NIP 19610108 198602 1 001

RINGKASAN

Simulasi Model Penyebaran Polutan di Udara Menggunakan Metode Liebmann; Yogma Dwi Martasari; 101810101027; 2014; 54 halaman; Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Aktivitas pemakaian kendaraan bermotor yang menggunakan Bahan Bakar Minyak (BBM) tentunya akan menambah volume polusi/pencemaran udara akibat gas sisa pembakaran (emisi) yang keluar melalui knalpot kendaraan bermotor. Emisi yang dikeluarkan diantaranya adalah Karbon Monoksida (CO) dan Nitrogen Dioksida (NO_2). Karbon Monoksida (CO) mampu berikatan dengan hemoglobin yang dapat mempengaruhi organ-organ tubuh seperti otak, hati, pusat syaraf, dan janin yang mengakibatkan pusing, pingsan sampai kematian, sedangkan Nitrogen Dioksida (NO_2) dapat menyebabkan gangguan pernapasan, kerusakan paru-paru, bahkan kematian. Konsentrasi polutan CO dan NO_2 di suatu wilayah dan waktu tertentu jika terus bertambah akan berbahaya bagi kesehatan, sehingga diperlukan adanya suatu penelitian. Pada skripsi ini akan diteliti mengenai profil konsentrasi polutan CO dan NO_2 serta total konsentrasi polutannya di jalan Ahmad Yani Surabaya, apakah sudah melewati ambang batas apa tidak. Pada penelitian sebelumnya tentang penyebaran polutan di udara yang telah dilakukan diantaranya menggunakan metode beda hingga dan transformasi Laplace. Sedangkan pada penelitian ini akan dicoba dengan metode lain yaitu metode Liebmann. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui profil konsentrasi polutan di udara dan total konsentrasi polutan serta jika dilakukan variasi parameter.

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa langkah, yaitu dimulai dengan mengumpulkan berbagai literatur dan data-data yang diperlukan. Langkah kedua adalah mengolah data yang telah diperoleh untuk mendapatkan sumber polutan dan komponen kecepatan arah angin. Langkah ketiga yaitu menyelesaikan model

menggunakan metode Liebmann. Langkah keempat adalah membuat program menggunakan *software* MATLAB. Langkah penelitian yang terakhir adalah melakukan simulasi program untuk mendapatkan profil penyebaran konsentrasi polutan dan total konsentrasi polutan. Kemudian memvariasi parameter yang mempengaruhi model yaitu, kecepatan angin (v) dan sumber polutan (S).

Berdasarkan hasil simulasi, dapat diperoleh total konsentrasi polutan CO yang dihasilkan sepanjang jalan selama 3600 detik adalah $2,733067 \text{ mg}/\text{m}^3$ dan NO_2 adalah $0,062199 \text{ mg}/\text{m}^3$, dimana kedua polutan tersebut masih dibawah ambang batas baku mutu udara. Untuk profil penyebaran konsentrasi polutan Karbon Monoksida (CO) dan Nitrogen Dioksida (NO_2) yaitu, konsentrasi polutan terus menurun dari utara atau ujung kiri jalan (x) = 0 km menuju ke arah selatan atau ujung kanan jalan (x) = $4,852 \text{ km}$, dengan seiring bertambahnya waktu maka konsentrasi polutannya juga akan semakin bertambah. Untuk pengaruh variasi parameter kecepatan angin (v) yaitu, yang pertama kecepatan angin berpengaruh terhadap profil konsentrasi polutan, dimana semakin besar kecepatan angin (v) maka perbedaan atau selisih konsentrasi polutan pada waktu tertentu di (x) = 0 km dan (x) = $4,852 \text{ km}$ akan semakin kecil sehingga dapat dikatakan konsentrasi polutan CO maupun NO_2 akan semakin menyebar merata. Kecepatan angin (v) juga berpengaruh terhadap total konsentrasi polutan, yaitu semakin besar nilai v maka semakin kecil total konsentrasi polutan dan sebaliknya sehingga berbanding terbalik. Sedangkan untuk variasi nilai faktor over-relaksasi (ω), khususnya pada penelitian ini diperoleh semakin besar nilai faktor over-relaksasi yang diambil maka nilai kesalahan terbesarnya akan semakin kecil begitu juga sebaliknya.

PRAKATA

Segala puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kepada Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Simulasi Model Penyebaran Polutan di Udara Menggunakan Metode Liebmann”. Penyusunan skripsi ini ditujukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Matematika (S1) dan mencapai gelar Sarjana Sains.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis telah banyak mendapat bantuan dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Drs. Rusli Hidayat, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ibu Ika Hesti Agustin, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu dan pikiran dalam penulisan skripsi ini;
2. Bapak Kosala Dwidja Purnomo, S.Si., M.Si., selaku dosen penguji 1 dan Bapak Bagus Juliyanto, S.Si., selaku dosen penguji 2 yang telah memberikan kritik dan saran membangun untuk skripsi ini;
3. Ayah Rukiadi, Ibu Susi Astini, Kakakku Vica Lutfiasari, dan Adikku Lukman Hakim yang telah memberi doa, memotivasi, dan memberi kasih sayang;
4. Ramadha Satyahernawan, S.Si., yang telah memberikan dukungan dan saran selama penulisan serta membantu dalam penyusunan skripsi ini;
5. saudara-saudaraku anggota UKMS Titik Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember yang telah memberi dukungan dan pengalaman selama ini;
6. teman-temanku Mathgic'10, HIMATIKA “Geokomstat”, dan kost “Pervokma”, yang telah memberi dukungan dan bantuan selama ini;

7. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis telah berusaha sebatas kemampuan untuk menyelesaikan tugas akhir ini yang tidak terlepas dari kekurangan dan kelemahan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan guna penyempurnaan tugas akhir ini. Akhirnya, penulis berharap semoga tulisan sederhana ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Penulis

Jember, September 2014

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN.....	vi
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA.....	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Udara dan Pencemaran Udara	5
2.2 Persamaan Diferensial Parsial	8

2.3 Deret Taylor	10
2.4 Diferensial Numerik	12
2.5 Metode Beda Hingga	15
2.6 Model Matematika Penyebaran Polusi Udara	17
2.7 Sumber Polutan Kendaraan Bermotor	19
2.8 Metode Liebmann	21
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Data Penelitian	23
3.2 Langkah-langkah Penelitian	23
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Pengolahan Data	27
4.2 Diskritisasi Persamaan Adveksi-Difusi	28
4.3 Syarat Awal dan Syarat Batas	30
4.4 Simulasi Program	33
4.4.1 Profil Penyebaran Konsentrasi Polutan dan Total	
Konsentrasi Polutan	33
4.4.2 Simulasi dengan Variasi Kecepatan Angin (v)	38
4.4.3 Simulasi dengan Variasi Nilai Faktor Over-Relaksasi (ω)	46
4.5 Analisis Hasil Simulasi	47
BAB 5. PENUTUP	51
5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN.....	55

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Jaringan titik hitungan (titik grid)	15
Gambar 2.2 Skema eksplisit	16
Gambar 2.3 Skema implisit	16
Gambar 3.1 Skema langkah-langkah penelitian	26
Gambar 4.1 Kisi skema implisit, lambang ● menunjukkan titik eksekusi dan ○ menunjukkan titik disekitar titik eksekusi	28
Gambar 4.2 Ilustrasi syarat batas <i>Robin</i>	30
Gambar 4.3 Kisi skema implisit, lambang ● merupakan titik yang sudah diketahui dan ○ merupakan titik yang belum diketahui	32
Gambar 4.4 Profil penyebaran polutan Karbon Monoksida (<i>CO</i>)	34
Gambar 4.5 Profil penyebaran polutan Nitrogen Dioksida (<i>NO₂</i>)	36
Gambar 4.6 Profil konsentrasi polutan <i>CO</i> dengan: (a) $v = 3 \text{ m/det}$; (b) $v = 5 \text{ m/det}$; (c) $v = 7 \text{ m/det}$; (d) $v = 9 \text{ m/det}$	40
Gambar 4.7 Profil konsentrasi polutan <i>NO₂</i> dengan: (a) $v = 2 \text{ m/det}$; (b) $v = 4 \text{ m/det}$; (c) $v = 6 \text{ m/det}$; (d) $v = 8 \text{ m/det}$	44

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Komposisi udara bersih.....	5
Tabel 2.2 Baku mutu udara ambien Indonesia.....	6
Tabel 2.3 Tingkatan kecepatan angin berdasarkan skala <i>Beaufort</i>	8
Tabel 2.4 Faktor emisi kendaraan bermotor	20
Tabel 4.1 Nilai fraksi volume lalu lintas kendaraan bermotor.....	27
Tabel 4.2 Nilai konsentrasi polutan <i>CO</i> pada waktu tertentu saat $(x) = 0 \text{ km}$ dan $(x) = 4,852 \text{ km}$	35
Tabel 4.3 Nilai konsentrasi polutan <i>NO₂</i> pada waktu tertentu saat $(x) = 0 \text{ km}$ dan $(x) = 4,852 \text{ km}$	37
Tabel 4.4 Variasi nilai faktor over-relaksasi (ω) terhadap nilai kesalahan terbesarnya untuk polutan (<i>CO</i>).....	46
Tabel 4.5 Variasi nilai faktor over-relaksasi (ω) terhadap nilai kesalahan terbesarnya untuk polutan (<i>NO₂</i>)	47
Tabel 4.6 Selisih konsentrasi polutan <i>CO</i> terhadap kecepatan angin.....	48
Tabel 4.7 Selisih konsentrasi polutan <i>NO₂</i> terhadap kecepatan angin.....	49
Tabel 4.8 Total konsentrasi polutan <i>CO</i> terhadap kecepatan angin	49
Tabel 4.9 Total konsentrasi polutan <i>NO₂</i> terhadap kecepatan angin.....	50

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Jumlah Kendaraan Bermotor Ruas Jalan Ahmad Yani Arah Selatan	55
B. <i>Script</i> Program	56