

**PENGEMBANGAN MODEL ADVEKSI-DISPERSI
BERBASIS SPREADSHEET ELEKTRONIK,
STUDI KASUS SIMULASI KONSENTRASI
BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND**

SKRIPSI

Oleh

NILA YUDHITA
04 03 01 050 X



**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
GENAP 2007/2008**

**PENGEMBANGAN MODEL ADVEKSI-DISPERSI
BERBASIS SPREADSHEET ELEKTRONIK,
STUDI KASUS SIMULASI KONSENTRASI
BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND**

SKRIPSI

Oleh

NILA YUDHITA
04 03 01 050 X



**SKRIPSI INI DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI SEBAGIAN
PERSYARATAN MENJADI SARJANA TEKNIK**

**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
GENAP 2007/2008**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

PENGEMBANGAN MODEL ADVEKSI-DISPERSI BERBASIS SPREADSHEET ELEKTRONIK, STUDI KASUS SIMULASI KONSENTRASI BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 18 Juli 2008

Nila Yudhita
NPM 04 03 01 050 X

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul :

**PENGEMBANGAN MODEL ADVEKSI-DISPERSI BERBASIS
SPREADSHEET ELEKTRONIK, STUDI KASUS SIMULASI
KONSENTRASI BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND**

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Skripsi ini siap diujikan pada sidang ujian skripsi pada tanggal 10 Juli 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai skripsi pada Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, 18 Juli 2008

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Ir. Herr Soeryantono, Ph.D

Ir. Irma Gusniani, MSc.

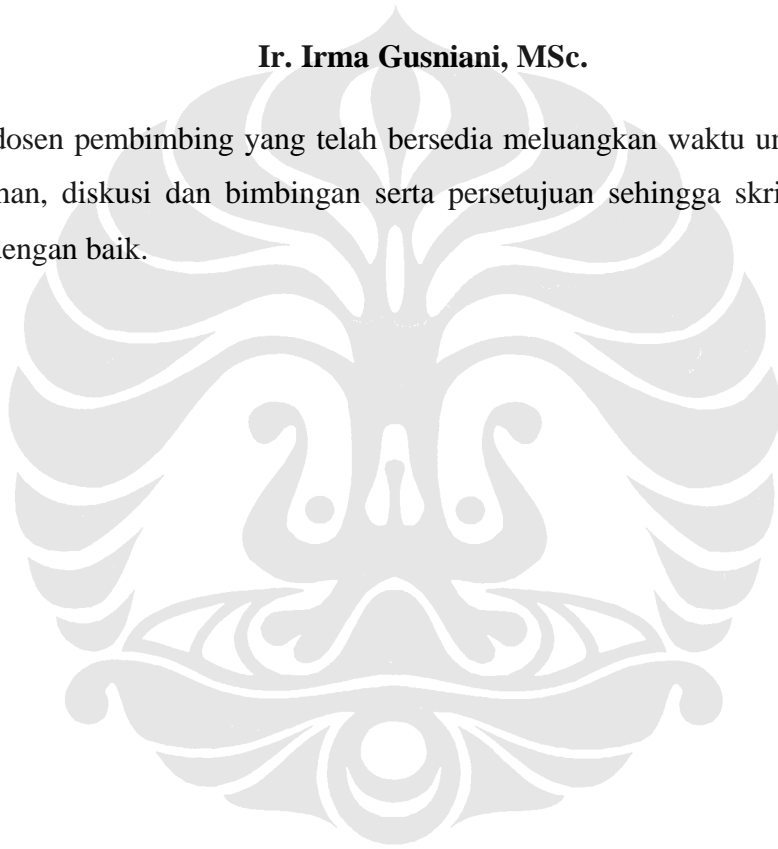
UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

Ir. Herr Soeryantono, Ph.D

Ir. Irma Gusniani, MSc.

Selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi pengarahan, diskusi dan bimbingan serta persetujuan sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.



DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan	2
1.3 Ruang Lingkup Masalah	2
1.4 Metodologi dan Sistematika Penulisan	3
BAB 2 PENGEMBANGAN MODEL MATEMATIS BERDASARKAN MEKANISME ADVEKSI DISPERSI DAN PAKET <i>SOFTWARE</i> QUAL2K	6
2.1 Tinjauan Umum	6
2.2 Landasan Teori	6
2.2.1 Mekanisme Adveksi	7
2.2.2 Mekanisme Dispersi	9
2.3 Penurunan Persamaan <i>Mass Balance</i>	11
2.4 Paket Software QUAL2K	15
2.4.1 Karakteristik QUAL2K	15
2.4.2 Segmentasi QUAL2K	16

BAB 3 PENYELESAIAN NUMERIK MODEL ADVEKSI-DISPERSI DENGAN IMPLEMENTASI <i>SPREADSHEET</i>	19
3.1 Mengenai Metode Numerik	19
3.1.1 Metode Runge Kutta <i>4th Order</i>	21
3.1.2 Metode <i>Finite Difference</i>	23
3.2 Aplikasi Metode Numerik pada Model Adveksi-Dispersi	24
3.2.1 Pengembangan Model Formulasi Numerik	26
3.2.2 Implementasi Spreadsheet	28
BAB 4 <i>LOGICAL VALIDATION</i> MELALUI PEMBANDINGAN DAN ANALISA HASIL SIMULASI	29
4.1 Tinjauan Umum	29
4.2 Skenario dan Proses Simulasi	29
4.2.1 Beban Konstan	32
4.2.1.1 Pengujian Sensitivitas Model terhadap Parameter τ	39
4.2.1.2 Pengujian Sensitivitas Model terhadap Parameter τ_x	43
4.2.2 Beban Non Konstan	47
4.2.2.1 Pengujian Sensitivitas Model terhadap Parameter τ	53
4.2.2.2 Pengujian Sensitivitas Model terhadap Parameter τ_x	58
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	63
5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Diagram alir metodologi penelitian	4
Gambar 2.1 Ilustrasi mekanisme adveksi dan difusi dalam aliran air	8
Gambar 2.2 Perbedaan konsep dasar antara difusi dan dispersi	10
Gambar 2.3 Mekanisme transportasi materi yang terjadi dalam <i>control volume</i> pada suatu ruas sungai	11
Gambar 2.4 Kuantitas adveksi maupun dispersi yang keluar dan masuk melalui penampang <i>control volume</i>	14
Gambar 2.5 Skema segmentasi untuk sungai dengan percabangan pada <i>software QUAL2K</i>	17
Gambar 2.6 Ilustrasi pembagian sebuah <i>reach</i> yang dibagi menjadi n-elemen sama panjang	18
Gambar 3.1 Contoh osilasi pada pemodelan matematis dengan penyelesaian menggunakan metode numerik	20
Gambar 3.2 <i>Graphical depiction of Runge-Kutta 4th order</i>	22
Gambar 3.3 Skema diskretisasi jarak pada ruas sungai	24
Gambar 3.4 Diskretisasi berdasarkan interval jarak (Δx) dan interval waktu (Δt)	25
Gambar 3.5 Implementasi <i>spreadsheet</i> pada formulasi numerik model adveksi-dispersi	28
Gambar 4.1 Proses simulasi pada model	31
Gambar 4.2 Konseptualisasi sebaran beban konstan terhadap waktu	33
Gambar 4.3 Grafik prediksi awal nilai konsentrasi terhadap ruas saat $t_1 = 1$ jam untuk beban konstan	35
Gambar 4.4 Grafik prediksi awal nilai konsentrasi terhadap waktu pada ruas pertama untuk beban konstan	35
Gambar 4.5 Hasil simulasi nilai konsentrasi terhadap jarak pada <i>QUAL2K</i> dan model matematis menggunakan beban konstan	36
Gambar 4.6 Grafik konsentrasi model matematis terhadap jarak berupa ruas menggunakan beban konstan dengan berbagai selang waktu	37
Gambar 4.7 Grafik konsentrasi terhadap ruas pada saat t_1 dengan dt diperkecil menggunakan beban konstan	40
Gambar 4.8 Grafik konsentrasi terhadap ruas pada saat t_2 dengan dt diperkecil menggunakan beban konstan	40
Gambar 4.9 Grafik konsentrasi terhadap ruas pada saat t_3 dengan dt diperkecil menggunakan beban konstan	41
Gambar 4.10 Grafik konsentrasi terhadap waktu pada semua ruas menggunakan beban konstan dengan $dt = 0.5$ jam	42
Gambar 4.11 Grafik konsentrasi terhadap ruas pada saat t_1 dengan dx dan dt diperkecil menggunakan beban konstan	44
Gambar 4.12 Grafik konsentrasi terhadap ruas pada saat t_2 dengan dx dan dt diperkecil menggunakan beban konstan	44

Gambar 4.13 Grafik konsentrasi terhadap ruas pada saat t_3 dengan dx dan dt diperkecil menggunakan beban konstan	45
Gambar 4.14 Grafik konsentrasi terhadap waktu pada semua ruas menggunakan beban konstan dengan $dx = 5$ km dan $dt = 0.5$ jam	46
Gambar 4.15 Konseptualisasi sebaran beban non konstan terhadap waktu	48
Gambar 4.16 Grafik prediksi awal nilai konsentrasi pada semua ruas saat $t_1 = 1$ jam untuk beban non konstan	49
Gambar 4.17 Grafik prediksi awal nilai konsentrasi terhadap waktu pada ruas pertama untuk beban non konstan	50
Gambar 4.18 Hasil simulasi nilai konsentrasi terhadap jarak pada QUAL2K dan model matematis menggunakan beban non konstan	51
Gambar 4.19 Grafik konsentrasi model matematis terhadap jarak berupa ruas menggunakan beban non konstan dengan berbagai selang waktu	52
Gambar 4.20 Grafik konsentrasi terhadap ruas pada saat t_1 dengan dt diperkecil menggunakan beban non konstan	55
Gambar 4.21 Grafik konsentrasi terhadap ruas pada saat t_2 dengan dt diperkecil menggunakan beban non konstan	55
Gambar 4.22 Grafik konsentrasi terhadap ruas pada saat t_3 dengan dt diperkecil menggunakan beban non konstan	56
Gambar 4.23 Grafik konsentrasi terhadap waktu pada semua ruas menggunakan beban non konstan dengan $dt = 0.5$ jam	57
Gambar 4.24 Grafik konsentrasi terhadap ruas pada saat t_1 dengan dx dan dt diperkecil menggunakan beban non konstan	59
Gambar 4.25 Grafik konsentrasi terhadap ruas pada saat t_2 dengan dx dan dt diperkecil menggunakan beban non konstan	60
Gambar 4.26 Grafik konsentrasi terhadap ruas pada saat t_3 dengan dx dan dt diperkecil menggunakan beban non konstan	60
Gambar 4.27 Grafik konsentrasi terhadap waktu pada semua ruas menggunakan beban non konstan dengan $dx = 5$ km dan $dt = 0.5$ jam	61

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Parameter simulasi beban konstan	33
Tabel 4.2 Parameter simulasi beban konstan dengan memperkecil ρ t	39
Tabel 4.3 Parameter simulasi beban konstan dengan memperkecil ρ x dan ρ t	43
Tabel 4.4 Parameter simulasi beban non konstan	48
Tabel 4.5 Parameter simulasi beban non konstan dengan memperkecil ρ t	54
Tabel 4.6 Parameter simulasi beban non konstan dengan memperkecil ρ x dan ρ t	58



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Perbandingan Formulasi Numerik menggunakan Beban Konstan pada QUAL2K dan Model Matematis	L-1
Lampiran 2 Hasil Running Simulasi pada QUAL2K menggunakan Idealisasi Beban Konstan	L-2
Lampiran 3 Formulasi Numerik dengan $\Delta t = 0.5$ jam menggunakan Beban Konstan pada Model Matematis	L-3
Lampiran 4 Formulasi Numerik dengan $\Delta x = 5$ km dan $\Delta t = 0.5$ jam menggunakan Beban Konstan pada Model Matematis	L-4
Lampiran 5 Perbandingan Formulasi Numerik menggunakan Beban Non Konstan pada QUAL2K dan Model Matematis	L-5
Lampiran 6 Hasil Running Simulasi pada QUAL2K menggunakan Idealisasi Beban Non Konstan	L-6
Lampiran 7 Formulasi Numerik dengan $\Delta t = 0.5$ jam menggunakan Beban Non Konstan pada Model Matematis	L-7
Lampiran 8 Formulasi Numerik dengan $\Delta x = 0.5$ km dan $\Delta t = 0.5$ jam menggunakan Beban Non Konstan pada Model Matematis	L-8