

628.16  
ORT  
p c

DIK RUTIN



## LAPORAN KEGIATAN

# PREDIKSI MIGRASI POLUTAN SUNGAI MENGUNAKAN MODEL KOTAK-GANDA

OLEH :

WIHARYANTO OKTIAWAN, ST, MT

FARIKHIN, S.Si., M.Si.

---

Dibiayai dengan Dana DIK Rutin Universitas Diponegoro, Sesuai dengan Surat Perjanjian

Tugas Pelaksanaan Penelitian Para Dosen Universitas Diponegoro, Nomor :

1269a / J07.11 / PG / 2004, Tanggal 5 Mei 2004

FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
OKTOBER 2004

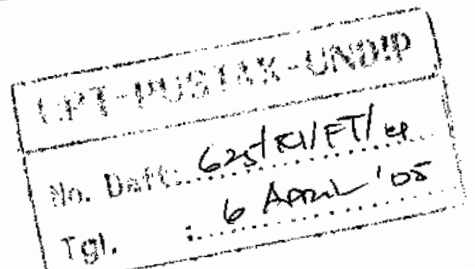
## HASIL PENELITIAN DIK RUTIN

1.a. Judul Penelitian	: Prediksi Migrasi Polutan Sungai Menggunakan Model Kotak-ganda
b. Bidang ilmu	: Teknik / Teknik Lingkungan
c. Kategori Penelitian	: Pengembangan IPTEKS
2. Ketua Peneliti	:
a. Nama lengkap dan Gelar	: Wiharyanto Oktiawan, ST, MT
b. Jenis kelamin	: Laki-laki
c. Golongan, Pangkat dan NIP	: IIIa/ Penata Muda Tk I/ 132 258 046
d. Jabatan Fungsional	: Asisten Ahli
e. Jabatan Struktural	: -
f. Fakultas /Jurusan	: Teknik/Teknik Lingkungan
3. Jumlah Anggota Peneliti	: 1 orang
a. Nama anggota Peneliti	: Farikhin S.Si., M.Si
b. Jenis kelamin	: Laki-laki
c. Golongan, Pangkat dan NIP	: IIIa / Penata Muda / 132 283 186
d. Jabatan Fungsional	: Asisten Ahli
e. Jabatan Struktural	: -
f. Fakultas /Jurusan	: MIPA / Matematika
4. Lokasi penelitian	: Laboratorium Teknik Lingkungan UNDIP
5. Kerjasama dengan Institusi Lain	:
a. Nama Institusi	: -
b. Alamat	: -
c. Telepon/Faks/e-mail	: -
6. Lama Penelitian	: 6(enam) bulan
7. Biaya yang diperlukan	:
a. Sumber dari Diks Rutin 2004	: Rp. 3.000.000,00
b. Sumber Lain	: - +
<b>Jumlah</b>	<b>: Rp. 3.000.000,00 (Tiga Juta Rupiah)</b>



Semarang, 19 Oktober 2004  
Ketua Peneliti,

Wiharyanto Oktiawan, ST, MT  
NIP 132 258 046



## RINGKASAN

Polusi di perairan sungai dapat disebabkan oleh perilaku masyarakat dan limbah industri yang dibuang di sungai, termasuk di dalamnya penggunaan pestisida pertanian yang berlebihan. Penanganan yang terpadu terhadap dampak yang disebabkan oleh polusi air sungai dapat dilakukan sedini mungkin dengan cara mengkaji migrasi polutan tersebut melalui pemodelan. Migrasi polutan *sorptive* dalam air sungai dapat dilakukan dengan pendekatan model yang berdasarkan besaran-besaran fisis. Pada kenyataannya, pendekatan model ini sukar untuk diaplikasikan. Model berdasarkan besaran fisis ini memerlukan banyak sekali data lapangan untuk kalibrasi dan validasi parameter-parameter modelnya. Oleh karena itu, diperlukan model migrasi polutan *sorptive* yang berbasis pendekatan sistem.

Model kotak-ganda merupakan model migrasi polutan *sorptive* yang dibangun berdasarkan pendekatan sistem linear dan karakteristik fungsi gamma. Dalam model ini, hanya memerlukan tiga parameter model yakni : waktu endapan di fase cair/akuatik ( $t^*$ ), waktu endapan di fase partikel/padat ( $t_d^*$ ), dan banyaknya kotak yang diperlukan oleh model. Parameter-parameter tersebut dapat merepresentasikan sistem air sungai dan polutan yang terkandung di dalamnya. Kalibrasi dan validasi parameter akan lebih efektif apabila dilakukan dengan urutan pengerjaan tertentu. Bagian akhir penelitian ini dilakukan simulasi dan membandingkan hasilnya dengan data lapangan yang diambil dari sungai di kota S. Hasilnya memperlihatkan bahwa model kotak-ganda dapat memprediksi migrasi polutan *sorptive* di perairan sungai.

Kata kunci : fungsi gamma, model kotak-ganda, polutan *sorptive*.

## SUMMARY

River pollution arising from urban and industrial waste as well as agricultural pesticide has become increasingly serious. To comprehend the effect and hazard of river pollutant so that remedies can be found, the river pollutant transport model is considered to be essential method.

Transport of sorptive pollutant in river (estuary or tidal) networks has been simulated using a physically based modelling approach. In practice, physically based model are difficult to apply. Physically based model are needed much field data to calibrate and validate many parameters, including the diffusion coefficient, sorption coefficient, etc. Therefore, the simple system approach model is suitable under such circumstance.

Multiple-box model based on linear system and gamma function is developed herein. The multiple-box model has only three unknown parameters, e.g. detention time in aquatic phase ( $t^*$ ), detention time in particle phase ( $t_d^*$ ), number of box ( $N$ ). The parameters possess physical significance and are accepted as representing the characters of river system and pollutant. Verification the parameters can be effectively simulated in a certain order. Finally, favorable simulated concentrations of pollutant were obtained by comparing them with available field data. The result indicates that multiple-box model can adequately simulate the transport of sorptive pollutant in river.

*Keywords* : Gamma function, multiple-box model, sorptive pollutant.

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah kehadirat Allah SWT., Tim peneliti telah menyelesaikan penelitian dengan judul : PREDIKSI MIGRASI POLUTAN SUNGAI MENGGUNAKAN MODEL KOTAK-GANDA. Kelancaran penelitian ini tidak terlepas dari peran serta dan bantuan berbagai pihak Untuk itu , peneliti menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Dr. dr. Ign. Riwanto selaku Ketua Lembaga Penelitian UNDIP
2. Ir. Hj. Sri Eko Wahyuni, MS. Selaku Dekan Fakultas Teknik UNDIP
3. Semua staf pengajar di lingkungan Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik UNDIP.
4. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Dengan tersusunnya laporan akhir penelitian ini, peneliti berharap dapat memberi manfaat kepada semua pihak yang memerlukan hasil penelitian ini. Di samping itu, peneliti berharap atas kritik dan saran demi perbaikan hasil penelitian ini.

Akhirnya, semoga amal baik bapak/ ibu/ saudara mendapatkan imbalan dari Allah SWT.

Semarang, Oktober 2004

Tim Peneliti

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Skema model kotak-ganda .....	8
Gambar 2. Model Polutan <i>sorptive</i> .....	10

## DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN DAN SUMMARY	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR ISI	v
I. PENDAHULUAN	1
II. TINJAUAN PUSTAKA	2
III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	5
IV. METODE PENELITIAN	6
V. HASIL DAN PEMBAHASAN	8
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	12
DAFTAR PUSTAKA	13
LAMPIRAN :	
Lampiran : Personalia Peneliti	14

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan yang sangat pesat di bidang industri, terutama industri yang besar, menghasilkan sejumlah besar limbah cair berupa polutan non-*sorptive* maupun *sorptive*. Adanya industri yang terletak di daerah perairan sungai secara langsung maupun tidak langsung dapat menimbulkan pencemaran di perairan sungai tersebut. Pencemaran perairan sungai juga timbul sebagai akibat proses pertumbuhan penduduk (urban) yang tinggi dan pola penggunaan pestisida pada lahan pertanian yang berlebihan. Hal ini menjadi semakin serius untuk diperhatikan, mengingat peningkatan kadar dan jenis polutan sungai yang cukup signifikan.

Untuk mengantisipasi meluasnya penyebaran polutan non-serapan maupun polutan serapan pada perairan sungai, dilakukan usaha untuk mengestimasi pola migrasi polutan sungai berdasarkan data lapangan yang ada. Dengan demikian, dapat dilakukan langkah-langkah berikutnya yang dianggap perlu untuk mengurangi efek negatif yang ditimbulkan oleh polutan sungai tersebut.

Prediksi migrasi polutan sungai dapat dilakukan dengan cara membuat model migrasi polutan sungai. Metode konvensional untuk mengkaji migrasi polutan sungai berdasarkan model pendekatan fisis. Model pendekatan ini dapat mengestimasi migrasi, peluruhan, dan efek polutan serapan sungai secara simultan. Model pendekatan fisis untuk menentukan migrasi polutan sungai akan berdaya guna dan berhasil guna, apabila sejumlah syarat batas polutan yang bersifat biologis, kimiawi, dan fisis diketahui [Cahyono, 1993]. Oleh karena itu, diperlukan lebih banyak data yang diperoleh dari lapangan sebagai bahan untuk melakukan kalibrasi dan validasi parameter-parameter modelnya. Hal ini berarti model pendekatan fisis akan sukar diterapkan, jika data lapangan tidak diperoleh secara lengkap. Untuk mereduksi kesukaran penyusunan model pendekatan fisis, diperlukan suatu pendekatan lain sedemikian rupa sehingga banyaknya parameter-parameter yang digunakan seminimal mungkin.

Lebih lanjut, aplikasi model pendekatan fisis juga dibatasi oleh problema relasi antara identifikasi parameter, sistem syarat batas dan metode numerik yang digunakan dalam model tersebut. Problema tersebut dapat direduksi dengan cara model pendekatan berbasis teori sistem. Oleh karena itu, relasi antara komponen penyusun model didekati dengan pendekatan sebagai satu sistem sendiri. Kajian model pendekatan teori sistem merupakan alternatif solusi untuk mereduksi banyaknya parameter yang digunakan dalam model migrasi polutan.

Dalam penelitian ini, akan dilakukan kajian model pendekatan sistem untuk mengestimasi migrasi polutan sungai. Model pendekatan sistem yang dimaksud adalah model kotak-ganda.

Lingkup penelitian ini dibatasi dengan beberapa asumsi berikut : (1) polutannya berupa polutan serapan (*sorptive*), (2) sungai yang dimaksud adalah sungai pasang naik-turun, (3) sungai tidak mempunyai *aggregated dead zone*, dan (4) air sungai yang mengandung polutan serapan dianggap sebagai sistem campuran sempurna.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### Model kualitas air sebagai sistem linear

Dalam bidang penerapan teknologi, serangkaian hal-hal (input) yang bersifat transien linear dalam sistem linear dapat diabaikan. Oleh karena itu, rumusan matematika yang merepresentasikan persamaan sistem menjadi lebih sederhana [Cahyono 1993].

Diberikan sebarang input  $\eta(x)$ , dengan menggunakan sistem linear

diperoleh suatu output  $E(x)$ ,  $\eta(x) \xrightarrow[\text{sistem linear}]{} E(x)$ , dapat ditulis dalam

persamaan konvolusi :  $E(x) = E_0(x) + \int_0^t \eta(x) f(x-t) dx$ , dengan