

**IDENTIFIKASI KUALITAS PERAIRAN PANTAI AKIBAT LIMBAH  
DOMESTIK DENGAN METODE INDEKS PENCEMARAN  
DAN ALTERNATIF PENGENDALIANNYA**  
(Studi Kasus di Jakarta, Semarang, dan Jepara pada monsun Timur)



**TESIS**

**Edy Suhartono**  
**L4K002007**

**PROGRAM MAGISTER ILMU LINGKUNGAN  
PROGRAM PASCA SARJANA  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG  
2004**

**.....sesungguhnya manusia adalah makhluk yang sangat lemah,  
segala kekuatan lahir dan bathin yang dimilikinya adalah karena  
kehendakNya. Kita hanyalah seonggok daging yang tidak akan  
mempunyai arti apa-apa, yang akan mudah rusak dan membusuk,  
tetapi dengan selalu dijalannya, Insya Allah kita akan berguna bagi  
kehidupan dunia yang sebentar ini....., karena Allah maha pemurah.**

**(Edy Suhartono)**

**IDENTIFIKASI KUALITAS PERAIRAN PANTAI AKIBAT LIMBAH  
DOMESTIK DENGAN METODE INDEKS PENCEMARAN  
DAN ALTERNATIF PENGENDALIANNYA  
(Studi Kasus di Jakarta, Semarang, dan Jepara pada monsun Timur)**



**TESIS**

**Edy Suhartono**  
**L4K002007**

**PROGRAM MAGISTER ILMU LINGKUNGAN  
PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG  
2004**

## LEMBAR PENGESAHAN

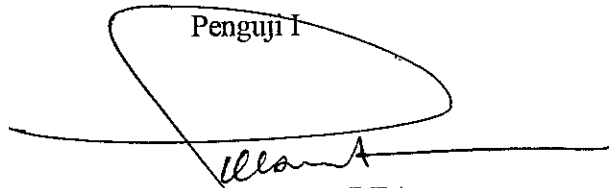
### IDENTIFIKASI KUALITAS PERAIRAN PANTAI AKIBAT LIMBAH DOMESTIK DENGAN METODE INDEKS PENCEMARAN DAN ALTERNATIF PENGENDALIANNYA (Studi Kasus di Jakarta, Semarang, dan Jepara pada monsun Timur)

Disusun oleh

Edy Suhartono  
L4K002007

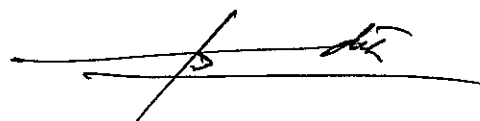
Menyetujui dan mengesahkan :

Penguji I



Dr. Ir. Purwanto, DEA


Penguji II



Ir. Syafrudin, CES, MT

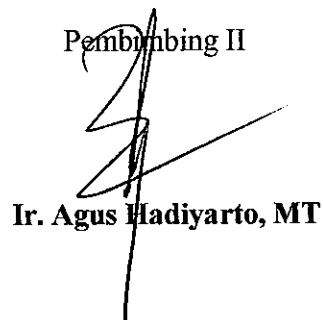
Menyetujui Komisi Pembimbing:

Pembimbing I



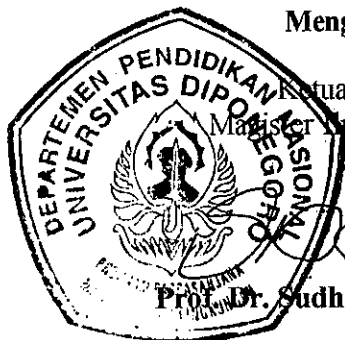
Dr. Tonny Bachtiar, MSc


Pembimbing II

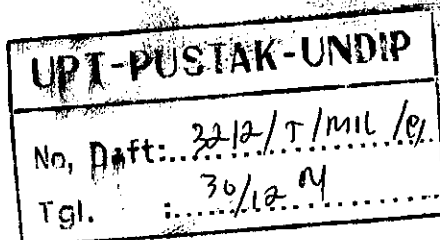


Ir. Agus Hadiyanto, MT

Mengetahui :



Ketua Program  
Magister Ilmu Lingkungan  
  
Prof. Dr. Sudharto P. Hadi, MES



## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan didalamnya tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu lembaga perguruan tinggi dan lembaga pendidikan lainnya. Pengetahuan yang diperoleh dari hasil penerbitan maupun yang belum/tidak diterbitkan, sumbernya dijelaskan didalam tulisan dan daftar pustaka

Semarang, 21 Mei 2004

Edy Suhartono

## KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Wr. Wb.

Selesainya penulisan Tesis ini merupakan berkah dan hidayah Allah SWT, *Tuhan Yang Maha Pemurah*. Untuk itulah dalam kesempatan yang berbahagia ini saya mengucapkan syukur kepadaNya atas rahmat yang diberikan kepada saya selama mengikuti pendidikan Program Magister Ilmu Lingkungan Pascasarjana Universitas Diponegoro (UNDIP), sehingga penulisan Tesis ini dapat memenuhi harapan sebagaimana yang diinginkan.

Penulisan ini dilakukan dalam rangka memenuhi persyaratan akademik dalam mencapai gelar Magister Ilmu Lingkungan (MSi) di Program Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang. Tesis ini merupakan hasil Penelitian ilmiah di bidang Rekayasa Lingkungan terhadap Identifikasi kualitas perairan pantai akibat limbah domestik dengan metode Indeks Pencemaran dan alternatif pengendaliannya (Studi Kasus di Jakarta, Semarang, dan Jepara pada monsun Timur) dengan mengambil studi kasus di Perairan pantai Jakarta, Perairan pantai Semarang, dan Perairan pantai Jepara.

Penulisan Tesis sebagaimana yang telah ada ini bukanlah sebuah kerja pribadi semata, melainkan tidak terlepas dari sumbangsih dan dukungan beberapa pihak. Oleh karena itulah pada kesempatan yang berbahagia ini saya menyampaikan rasa terima kasih yang setulusnya kepada :

a. Bapak **Direktur Politeknik Negeri Semarang**, yang telah memberikan kesempatan yang sangat berharga bagi saya untuk mengikuti pendidikan Program Magister Ilmu Lingkungan di Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.

b. Bapak **Prof.Dr Sudarto P.Hadi, MES**, sebagai Ketua Program Magister Ilmu Lingkungan yang telah memberi perhatian dan mendorong saya untuk dapat segera menyelesaikan Tesis ini.

c. Bapak **Dr Tonny Bachtiar, Msc** , sebagai pembimbing dan penguji yang selalu memberikan motivasi dan wawasan keilmuan saya. Atas segala perhatian beliau dalam keseluruhan proses belajar mengajar maupun penulisan laporan penelitian ini menunjukkan betapa luhur sikap beliau beserta keluarga yang penuh berkah.

d. Bapak **Ir. Agus Hadiyanto, MT**, disamping sebagai pembimbing dan penguji yang selalu memberikan motivasi dan wawasan keilmuan saya, beliau juga telah membimbing nurani saya untuk kembali ke jalan yang diridhloi Allah SWT. Atas segala perhatian beliau dalam keseluruhan proses belajar mengajar maupun penulisan laporan penelitian ini menunjukkan betapa luhur sikap beliau beserta keluarga yang penuh berkah.

e. Bapak **DR.Ir. Purwanto,DEA**, dan Bapak **Ir. Syafrudin,CES, MT**, sebagai penguji yang telah memberikan saran dan tanggapan demi sempurnanya tesis ini, sehingga menambah wawasan keilmuan saya.

f. Bapak dan Ibu Pengelola, di Program Studi Magister Ilmu Lingkungan yang telah membantu dan memberi kesempatan kepada saya untuk menyelesaikan pendidikan di Program Studi tersebut.

g. Bapak dan Ibu Pengajar di Program Magister Ilmu Lingkungan yang telah banyak memberikan pembinaan keilmuan selama ini kepada saya, sehingga suasana perkuliahan sangat berarti dan mengesankan.

h. Program Hibah Penelitian Terpadu Pasca Sarjana (**HPTP**) Undip, yang telah memberi kesempatan kepada saya untuk ikut dalam penelitian dalam rangka penyelesaian Tesis.

i. Adinda **Herry Santosa, SH**, beserta keluarga, yang begitu dalam perhatiannya, sehingga saya dapat menyelesaikan pendidikan program Magister ini dengan lancar dan sesuai dengan harapan yang saya cita-citakan.

j. Teristimewa untuk istriku **Sri WS.Hastuti**, dan anak-anakku tersayang **Editha Niken Pratiwi (Dita)**, **Edikha Setyaningtyas (Dika)**, dan **Editya Anissa Syahbani (Tia)**, saya sampaikan terima kasih atas segala dukungan dan do'amu selama ini. Kembalinya kebersamaan kita saat ini, tentu telah menjadi motivasi yang tak ternilai harganya dalam keseluruhan proses belajar di Program Magister Ilmu Lingkungan Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang.

k. Kepada semua pihak, yang tidak dapat disebutkan satu persatu, saya mengucapkan terima kasih. Semoga Allah SWT memberikan limpahan rahmat kepada anda semua.

Wassalamu 'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 21 Mei 2004



## DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	
Halaman Pengesahan	
Surat Pernyataan	
Kata Pengantar .....	i
Daftar isi .....	iv
Daftar Gambar .....	vi
Daftar Tabel .....	vii
Daftar lampiran .....	viii
Ringkasan	
Abstract	
<b>BAB. I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar belakang.....	1
1.2. Identifikasi dan perumusan masalah .....	3
1.3. Tujuan penelitian .....	5
1.4. Kegunaan penelitian .....	5
<b>BAB.II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1. Landasan teori/ pengkajian teoritis.....	6
2.2. Pembahasan penelitian terdahulu.....	22
2.3. Originalitas penelitian.....	23
2.4. Hipotesis penelitian .....	23
<b>BAB.III. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>24</b>
3.1. Rencana penelitian/ perspektif pendekatan penelitian .....	24
3.2. Ruang lingkup/ fokus penelitian.....	25
3.3. Lokasi penelitian.....	25
3.4. Variabel penelitian/Fenomena yang diamati .....	32

3.5. Jenis dan sumber data.....	32
3.6. Instrumen penelitian .....	33
3.7. Teknik pengambilan sampel.....	33
3.8. Teknik pengumpulan data.....	34
3.9. Teknik Analisis data .....	34
<b>BAB.IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>40</b>
4.1. Rona lingkungan.....	40
4.2. Tabel hasil pengukuran.....	43
4.3. Analisis Hasil Penelitian.....	45
4.4. Konsep pengendalian kualitas perairan pantai .....	72
<b>BAB.V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>78</b>
5.1. Kesimpulan.....	78
5.2. Saran.....	79

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN – LAMPIRAN

OTOBIOGRAFI

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 1</b>	Identifikasi dan perumusan masalah..... 4
<b>Gambar 2</b>	Diagram alir tahapan penelitian ..... 24
<b>Gambar 3</b>	Lokasi penelitian di Jakarta ..... 26
<b>Gambar 4</b>	Lokasi penelitian di Semarang ..... 29
<b>Gambar 5</b>	Lokasi penelitian di Jepara ..... 31
<b>Gambar 6</b>	Sebaran DO di perairan pantai Jakarta..... 47
<b>Gambar 7</b>	Sebaran BOD di perairan pantai Jakarta..... 49
<b>Gambar 8</b>	Sebaran COD di perairan pantai Jakarta..... 51
<b>Gambar 9</b>	Sebaran DO di perairan pantai Semarang..... 53
<b>Gambar 10</b>	Sebaran BOD di perairan pantai Semarang..... 55
<b>Gambar 11</b>	Sebaran COD di perairan pantai Semarang..... 57
<b>Gambar 12</b>	Sebaran DO di perairan pantai Jepara..... 59
<b>Gambar 13</b>	Sebaran BOD di perairan pantai Jepara..... 61
<b>Gambar 14</b>	Sebaran COD di perairan pantai Jepara..... 63
<b>Gambar 15</b>	Kecenderungan Tingkat pencemaran dengan jumlah penduduk 71
<b>Gambar 18</b>	Diagram alir pengendalian kualitas perairan pantai..... 77

## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 2.1.</b> Kriteria tingkat ketercemaran perairan.....	15
<b>Tabel 2.2.</b> Tingkat kepadatan penduduk.....	16
<b>Tabel 2.3.</b> k random sampel populasi (1 sampai k).....	17
<b>Tabel 3.1.</b> Parameter yang diukur serta peralatan yang digunakan .....	33
<b>Tabel 4.1.</b> Jumlah penduduk daerah penelitian di Jakarta .....	41
<b>Tabel 4.2.</b> Jumlah penduduk daerah penelitian di Semarang.....	42
<b>Tabel 4.3.</b> Jumlah penduduk daerah penelitian di Jepara .....	43
<b>Tabel 4.4.</b> Hasil pengukuran parameter kualitas Perairan pantai Jakarta	44
<b>Tabel 4.5.</b> Hasil pengukuran parameter kualitas Perairan pantai Semarang	44
<b>Tabel 4.6.</b> Hasil pengukuran parameter kualitas Perairan pantai Jepara	45
<b>Tabel 4.7.</b> Sebaran DO, BOD, dan COD di perairan pantai Jakarta.....	45
<b>Tabel 4.8.</b> Sebaran DO, BOD, dan COD di perairan pantai Semarang .....	52
<b>Tabel 4.9.</b> Sebaran DO, BOD, dan COD di perairan pantai Jepara .....	58
<b>Tabel 4.10.</b> Hasil perhitungan Indeks Pencemaran.....	64
<b>Tabel 4.11.</b> Parameter yang menurunkan kualitas perairan sungai.....	65
<b>Tabel 4.12.</b> Parameter yang menurunkan kualitas perairan muara.....	66
<b>Tabel 4.13.</b> Analisis Variansi nilai Indeks Pencemaran perairan laut.....	68
<b>Tabel 4.14.</b> Tingkat pencemaran dan jumlah penduduk.....	71

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1.** Foto lokasi penelitian
- Lampiran 2.** Baku mutu pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air menurut PPRI No. 82/2001 tanggal 14 Desember 2001
- Lampiran 3.** Baku mutu perairan untuk budidaya perikanan dan biota laut menurut SK Men.KLH No. 02/1988
- Lampiran 4a.** Hasil perhitungan indek pencemaran pada perairan pantai Jakarta, Semarang, dan Jepara.
- Lampiran 4b.** Hasil perhitungan statistik dengan SPSS 11.0
- Lampiran 5.** Tabel distribusi F dan t
- Lampiran 6.** Pedoman penentuan status mutu air
- Lampiran 7.** Hasil pemeriksaan air

## RINGKASAN

Perairan pantai menanggung beban sangat berat akibat limbah domestik yang dibuang ke lingkungan Perairan sungai, sehingga kawasan ini cenderung memiliki kondisi degradasi lingkungan yang lebih parah dibandingkan dengan kawasan bukan pantai, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kualitas Perairan pantai Jakarta, Semarang, dan Jepara dengan metode Indeks Pencemaran dengan daerah kajian di sekitar Sungai Ciliwung Jakarta, Sungai Banjir Kanal Timur Semarang, dan Sungai Demaan Jepara pada monsun Timur, besarnya nilai Indeks Pencemaran ini dapat menggambarkan kondisi tingkat pencemaran di Perairan pantai tersebut.

Dari penelitian ini, diperoleh informasi bahwa nilai Indeks pencemaran Perairan Sungai Ciliwung adalah 9,54 (tercemar sedang); Perairan sungai Banjir Kanal Timur adalah 8,19 (tercemar sedang), dan Perairan sungai Demaan adalah 8,16 (tercemar sedang) untuk Baku Mutu Sungai kelas III, selanjutnya nilai Indeks pencemaran Perairan muara Ciliwung adalah 10,54 (tercemar berat), Perairan muara Banjir Kanal Timur adalah 5,26 (tercemar sedang), dan Perairan muara Demaan adalah 5,35 (tercemar sedang), dan kemudian rerata nilai Indeks Pencemaran Perairan laut Jakarta adalah 2,78 (tercemar ringan), Perairan laut Semarang adalah 1,81 (tercemar ringan), dan Perairan laut Jepara adalah 2,60 (tercemar ringan) untuk Baku Mutu Perairan untuk budidaya perikanan dan biota laut

Sebaran nilai konsentrasi parameter DO, BOD, dan COD di Perairan pantai Jakarta, Semarang, dan Jepara, menggambarkan bahwa bahan organik yang berasal dari limbah domestik tinggi, dan dominasi limbah domestik di Perairan laut terjadi pada muara sampai dengan zona stasion L1, L2, dan L3 pada masing-masing Perairan pantai, selanjutnya kecenderungan tingkat pencemaran Perairan pantai menggambarkan bahwa tingginya jumlah penduduk yang langsung membuang limbah domestik ke Badan air yang menyebabkan tingkat pencemaran Perairan pantai menjadi tinggi.

Pengendalian kualitas perairan pantai akibat limbah domestik di Jakarta yang telah mempunyai stasion tetap pemantauan dari Perairan sungai Ciliwung sampai dengan Teluk Jakarta, akan lebih mudah dibandingkan dengan di Perairan sungai Banjir Kanal Timur Semarang, dan Perairan sungai Demaan Jepara yang belum memiliki stasion tetap pemantauan, dan dirumuskan secara fisik untuk mengurangi jumlah limbah domestik untuk mendapatkan kualitas perairan yang sesuai dengan Baku mutu.

**Kata kunci :** Indeks pencemaran, limbah domestik, kualitas perairan

## ABSTRACT

Condition of Coastal waters have a trend critical environmental degradation, this surveying to identification of water quality of Coastal waters in Jakarta (Ciliwung rivers), Semarang (Banjir Kanal Timur rivers), and Jepara (Demaan rivers) with using a Pollution Index Methods.

Result of this surveying are pollution index value of water at Ciliwung rivers is 9.54 (middle pollution), Banjir Kanal Timur rivers is 8.19 (middle pollution), and Demaan rivers is 8.16 (middle pollution) to quality standard for third Classification rivers, and so pollution index value of water at Ciliwung estuary is 10.54 (heavy pollution), Banjir Kanal Timur estuary is 5.26 (middle pollution), and Demaan estuary is 5.35 (middle pollution), and mean pollution index value of water at sea region in Jakarta is 2.92 (light pollution), Semarang is 1.81 (light pollution), and Jepara is 2.60 (light pollution) to quality standard for fish and biotic sea, and so, Condition of Jakarta coastal waters is very bad of Semarang, and Semarang coastal waters as bad as Jepara, except at sea region.

Distribution of Concentration values of DO, BOD, and COD parameter give the information, organic material from domestic wastewater is high, and trend of the pollution grade with the inhabitant amount of Coastal waters, illustrate the inhabitant amount to throw away at river high is caused the pollution grade high.

Management of water quality in Coastal waters in Jakarta is easier, to management of water quality in Coastal waters in Semarang, and Jepara, because that have a stationary control station, and formulating to minimize amount of domestic wastewater to throw away at river with physical activity, and so goal of this activity is quality of water as good as a Quality of water standards.

**Key words :** Pollution index, domestic wastewater, quality of water.

## **BAB I PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

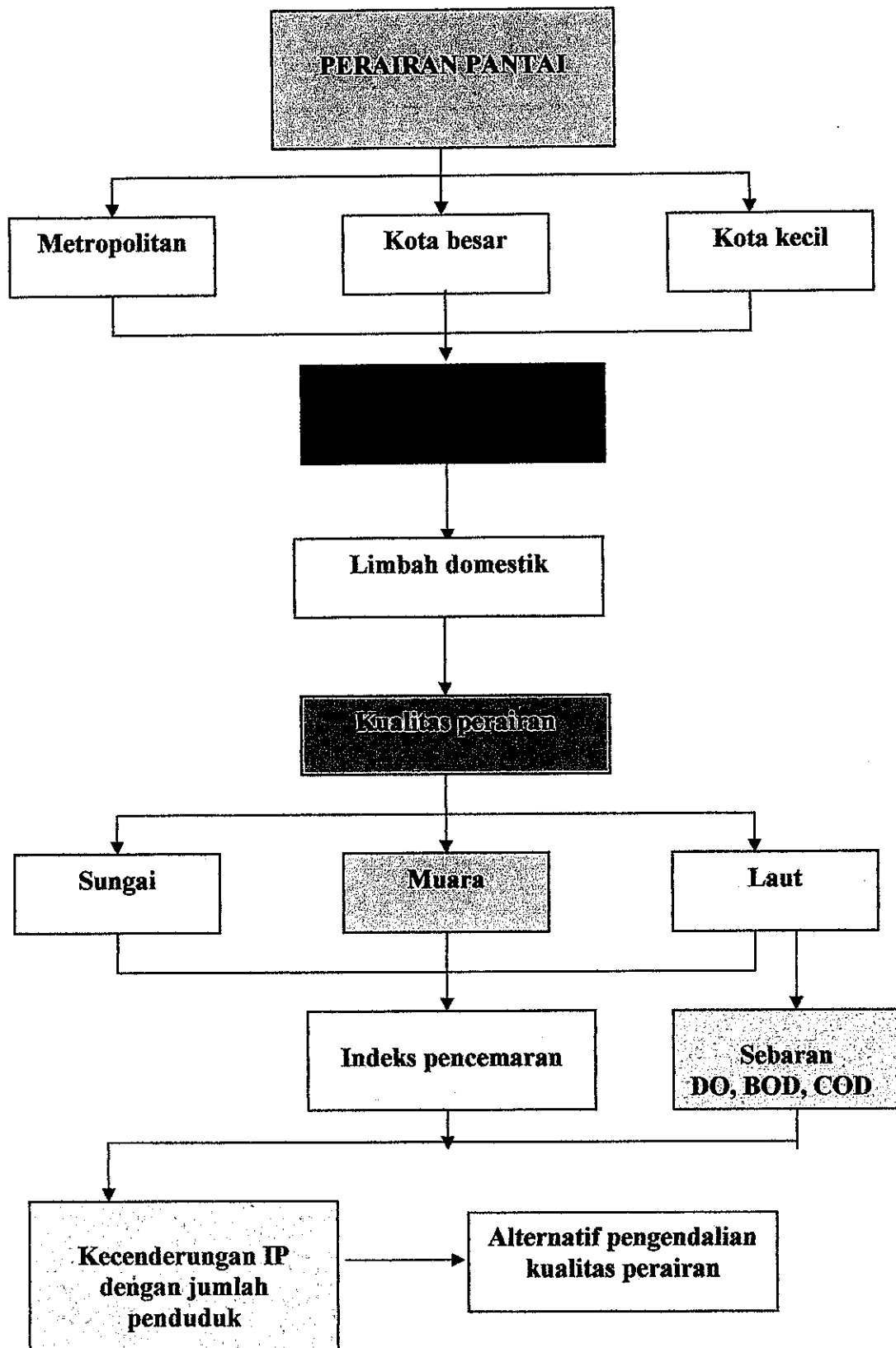
Indonesia merupakan salah satu negara kepulauan terbesar di dunia, dimana sekitar 17.508 buah pulau membentang lebih kurang 5.120 km dari Timur ke Barat sepanjang khatulistiwa dan 1.760 km dari Utara ke Selatan. Luas daratan negara Indonesia mencapai 1,9 juta km<sup>2</sup> dan luas perairan laut tercatat sekitar 7,9 juta km<sup>2</sup>, (Boston, 1996 dan Encarta, 1998, dalam Bachtiar, 2002). Lebih lanjut negara Indonesia mempunyai panjang garis pantai sekitar 81.791 km. Mengingat Perairan pantai atau pesisir merupakan perairan yang sangat produktif, maka panjangnya pantai Indonesia merupakan potensi sumber daya alam (hayati) yang besar untuk pembangunan ekonomi negara ini. Sejalan dengan terus meningkatnya kegiatan pembangunan dan bertambahnya jumlah penduduk yang diperkirakan pada tahun 2020 akan mendekati 257 juta jiwa dan lebih dari 60% nya bermukim di wilayah pantai ini, maka akan menjadi penyebab semakin beratnya beban bagi lingkungan perairan pantai (Bachtiar, 2002). Kondisi suatu lingkungan perairan pantai erat kaitannya dengan sistem perairan sungai, muara, dan laut pada wilayah tersebut. Perubahan sifat sungai yang mungkin terjadi akibat kegiatan manusia akan mempengaruhi menurunnya kualitas Perairan pantai. Peningkatan kegiatan penduduk baik dalam hal pemukiman, pertanian, dan industri yang terjadi pada dua dasa warsa terakhir ini, menyebabkan peningkatan pembuangan limbah, dan selama ini sungai menjadi lokasi pembuangan limbah dari aktifitas aktifitas tersebut. Oleh karena itu dapat dipastikan bahwa telah terjadi penurunan kualitas perairan mulai dari sungai,



muara, sampai dengan laut. Tekanan terhadap lingkungan Perairan pantai berdasarkan variasi jumlah penduduk yang bermukim di wilayah ini dikaitkan dengan intensitas kegiatannya sehari-hari dan perilaku yang telah berlangsung selama ini akan mempengaruhi jumlah limbah domestik yang diproduksi dan jumlah limbah domestik yang dibuang ke sungai sehingga menurunkan kualitas perairan sungai, muara, dan laut. Variasi jumlah penduduk Perairan pantai terbagi dalam tingkat kepadatan penduduk yang bermukim pada Perairan pantai yang terdiri dari wilayah dengan penduduk sangat padat (kota metropolitan), padat (kota besar), dan kurang padat (kota kecil) yang menghasilkan limbah domestik dengan variasi tingkat pencemaran. Pada umumnya, sumber pencemar di Perairan pantai Indonesia tidak terfokus pada satu titik pembuangan. Hal ini disebabkan karena belum adanya unit pengolahan limbah domestik, dan hampir semua aliran yang masuk ke wilayah pantai dapat menjadi sumber pencemaran. Kondisi ini membuat pencemaran perairan pantai di Indonesia akan lebih kompleks. Pada waktu monsun Timur yang bersamaan dengan musim kemarau, debit air di perairan sungai kecil sehingga eksistensi limbah domestik di sungai berpotensi lebih dominan, apabila dibandingkan pada musim penghujan yang bertepatan dengan monsun Barat.

## 1.2. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Kondisi kualitas perairan pantai akibat limbah domestik akan dipengaruhi oleh jumlah penduduk dan aktifitasnya di tiap tiap lokasi (Gambar 1). Untuk dapat mengetahui dan membandingkan kondisi kualitas berbagai Perairan pantai maka perlu adanya satu metode yang dapat diaplikasikan. Penentuan nilai indeks pencemaran merupakan satu alternatif dalam menentukan kondisi kualitas perairan baik pada lingkungan perairan sungai, muara, dan laut. Pada penelitian ini dilakukan : a). mengidentifikasi kondisi kualitas Perairan pantai Jakarta untuk mewakili kota metropolitan, Semarang untuk mewakili kota besar, dan Jepara untuk mewakili kota kecil, khususnya pada saat monsun Timur b). mengidentifikasi sebaran DO, BOD, dan COD pada Perairan pantai tersebut akibat limbah domestik, c). mengidentifikasi kecenderungan tingkat pencemaran dengan jumlah penduduk yang bermukim di wilayah Perairan pantai tersebut, dan d) mengidentifikasi pemantauan kualitas perairan dalam rangka pengendalian kualitas perairan.



Gambar 1. Identifikasi dan perumusan masalah

### **1.3. Tujuan Penelitian**

- a. Mengetahui sebaran konsentrasi DO, BOD, dan COD di Perairan pantai yang berkaitan dengan limbah domestik.
- b. Mengetahui kondisi kualitas perairan sungai, muara, dan laut di perairan pantai Jakarta, Semarang, dan Jepara
- c. Mengetahui kecenderungan antara nilai indeks pencemaran dengan jumlah penduduk pada perairan pantai.
- d. Merumuskan beberapa alternatif pengendalian kualitas air yang berhubungan dengan limbah domestik.

### **1.4. Kegunaan Penelitian**

- a. Memberikan informasi tentang sebaran parameter kualitas air yang berkaitan dengan limbah domestik pada monsun Timur di Perairan pantai Jakarta, Semarang, dan Jepara.
- b. Memberikan informasi tentang tingkat kondisi kualitas perairan pantai Jakarta, Semarang, dan Jepara berdasarkan nilai indeks pencemaran.
- c. Memberikan informasi tentang beberapa alternatif pengendalian kualitas perairan yang berkaitan dengan limbah domestik.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1. Landasan Teori/Pengkajian Teoritis**

Lingkungan Perairan Pantai meliputi bagian daratan baik kering maupun terendam air yang masih dipengaruhi oleh sifat-sifat laut, seperti pasang surut, angin laut, dan perembesan air asin. Sedangkan ke arah laut, mencakup bagian laut yang masih dipengaruhi oleh proses alami yang terjadi di darat, seperti sedimentasi dan aliran air tawar, maupun yang disebabkan karena kegiatan manusia di daratan (Dahuri,dkk,1996).

#### **a. Pencemaran Perairan pantai**

Berpedoman pada Undang-undang Nomor 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup, yang dimaksud dengan Pencemaran Perairan pantai adalah Masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam perairan pantai oleh kegiatan manusia sehingga kualitasnya turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan Perairan pantai tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Untuk mencegah terjadinya pencemaran perairan pantai yang meliputi perairan sungai, muara, dan laut oleh berbagai aktifitas tersebut maka perlu dilakukan pengendalian terhadap pencemaran dengan menetapkan Baku Mutu. Baku Mutu lingkungan perairan sungai seperti Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air (Lampiran 1), yang mana pengklasifikasian air pada sumber air dikategorikan menjadi 4 (empat) kelas, yaitu:

1).Kelas I, adalah air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum dan atau peruntukan yang lain yang mempersyaratkan Kualitas air yang sama dengan kegunaan tersebut.

2).Kelas II, adalah air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana dan sarana rekreasi air (air tawar), pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan Kualitas air yang sama untuk kegunaan tersebut.

3).Kelas III, adalah air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan Kualitas air yang sama dengan kegunaan tersebut.

4).Kelas IV, adalah air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan kualitas air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Kemudian Baku mutu lingkungan perairan muara, dan laut seperti Surat Keputusan Menteri KLH Nomor 02 Tahun 1988 tentang Perairan untuk budidaya perikanan dan biota laut (Lampiran 2).

Berbagai limbah dari aktifitas manusia di daratan sebagian besar pada akhirnya akan mencapai perairan pantai, sebelum kemudian didistribusikan oleh dinamika air laut, baik sepanjang pantai (*longshore*) maupun tegak lurus pantai (*cross-shore*) (Dahuri, dkk,1996). Setiap pencemaran yang terjadi mempunyai karakteristik tertentu, yang meliputi empat faktor utama (Holdgate,1979,Alloway dan Ayers,1994) yaitu : 1). polutan itu sendiri, 2). sumber polutan, 3). media *transport*

(udara, air, atau tanah), dan 4). penerima atau *target*, yang termasuk ekosistem, individu organisme (termasuk manusia), Fase pencemaran dalam badan air (Slamet Ryadi,1984) meliputi: 1).*fase degradasi* yaitu proses pencemaran dimulai dan mengalami puncak aktifitasnya yang membutuhkan oksigen, sehingga konsentrasi DO dengan cepat berkurang sampai menjadi  $< 40 \%$ , selanjutnya proses pencemaran masuk ke dalam 2).*fase dekomposisi* yang mana pada fase ini konsentrasi DO berkurang sampai  $0 \%$  dan terjadi kondisi *septik* (keracunan) di dalam air. Apabila pencemaran berlangsung kontinyu maka proses dekomposisi berlangsung sangat ekstrim sehingga perubahan untuk pindah ke fase berikutnya akan berlangsung sangat lambat, 3). *fase rahabilitasi* ditandai oleh konsentrasi DO yang berangsur-angsur meningkat menjadi  $> 40 \%$  dan kehidupan air secara makroskopis mulai nampak dan air menjadi lebih jernih apabila dibandingkan dengan fase terdahulu, dan terakhir 4). *fase cleaner* atau penjernihan kembali secara alamiah yang merupakan kondisi pemulihan kembali seperti semula. Pengangkutan dan penyebaran polutan pada lingkungan perairan ditentukan oleh dua proses, yaitu: proses *adveksi* (pergerakan massa), dan proses pencampuran atau *difusi* (tanpa pergerakan air).

b. Pencemaran perairan akibat limbah domestik.

Limbah domestik (George Tchobanoglous,1979) adalah limbah yang dibuang dari pemukiman penduduk, pasar, dan pertokoan serta perkantoran yang merupakan sumber utama pencemaran di perairan pantai. Pada daerah yang tidak mempunyai unit pengolahan limbah domestik (*sewage treatment plant*), umumnya limbah hanya dibuang ke sungai, yang kemudian terangkut dan terendapkan sepanjang

aliran hingga sampai ke perairan pantai. Limbah domestik (Supriharyono, 2002) mengandung sampah padat berupa tinja dan cair yang berasal dari sampah rumah tangga dengan beberapa sifat utama antara lain: 1). mengandung bakteri, 2). mengandung bahan organik dan padatan tersuspensi, sehingga BOD biasanya tinggi, 3). padatan organik dan anorganik yang mengendap di dasar perairan dan menyebabkan DO rendah, 4). mengandung bahan terapung dalam bentuk suspensi sehingga mengurangi kenyamanan dan menghambat laju fotosintesis. Pencemaran limbah domestik biasanya kurang mendapat perhatian serius dibandingkan limbah industri. Namun dengan terus meningkatnya aktifitas manusia di wilayah pesisir dan kesadaran akan pentingnya lingkungan yang bersih bagi kesehatan, estetika, dan alasan ekologis lainnya, kontaminasi limbah domestik perlu diketahui secara lebih baik. Suatu hal yang penting dalam masalah pencemaran suatu perairan, adalah bahwa tingkat keseriusan masalah pencemaran tidak hanya tergantung pada tingkat *toksisitas polutan* yang tinggi (Alloway dan Ayres, 1994). Limbah domestik (George Tchobanoglous, 1979), terdiri dari karakteristik fisika antara lain adalah parameter kekeruhan dan TSS, karakteristik kimia antara lain adalah parameter DO, BOD, COD, pH, dan Deterjen, dan karakteristik biologi antara lain adalah parameter Coliform. Parameter kualitas perairan tersebut diuraikan sebagai berikut:

1). Padatan tersuspensi (*Total Suspended Solid* = TSS).

Padatan yang berasal dari pengaruh erosi alamiah dan limbah domestik dapat langsung mengendap jika dibiarkan tidak terganggu selama beberapa waktu. Padatan yang mengendap terdiri dari partikel-partikel padatan yang mempunyai



ukuran relatif besar dan berat sehingga dapat mengendap dengan sendirinya. Zat padat berupa tanah yang terbawa erosi atau zat-zat padat lain dalam limbah domestik akan tersuspensi dalam air sebagai partikel yang halus, sehingga mempengaruhi kekeruhan air. Jumlah cahaya yang dapat menembus air keruh akan berkurang, akibatnya kehidupan dalam air terganggu. Air keruh tersebut terdiri dari pasir dan lumpur (Nurdijanto,2000), kekeruhan juga dapat mengurangi produktivitas dalam perairan dan mengurangi kandungan oksigen yang dihasilkan dari fenomena *fotosintetik*, selain itu kelebihan kandungan padatan tersuspensi akan berpengaruh terhadap adaptasi biota perairan, pada umumnya besarnya konsentrasi TSS dari limbah domestik yang tidak diolah mulai dari 100 mg/L sampai dengan 350 mg/L (George Tchobanoglous,1979).

## 2).Oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen* = DO)

adalah salah satu faktor yang sangat mendasar bagi kehidupan air, oksigen dalam air permukaan memegang peranan penting dalam mempertahankan kehidupan akuatik, kemampuan air untuk membersihkan polutan secara alamiah banyak tergantung kepada cukup tidaknya kadar oksigen terlarut. Oksigen terlarut di dalam air berasal dari udara, dan dari proses fotosintesis tumbuh tumbuhan air. Terlarutnya oksigen dalam air tergantung pada perairan dapat dipengaruhi oleh temperatur, dan salinitas, sehingga apabila konsentrasi Oksigen terlarut > 6 mg/L mencerminkan bahwa kualitas perairan tersebut baik, demikian pula sebaliknya (George Tchobanoglous,1979).

3).Kebutuhan oksigen Biokimia (*Biochemical Oxygen Demand* = BOD)

adalah kebutuhan oksigen ( $\text{mg O}_2/\text{L}$ ) oleh mikro organisme di perairan untuk mendegradasi unsur unsur sederhana hingga senyawa kompleks yang berasal dari limbah domestik yang dibuang atau secara alamiah terdapat didalam perairan, estimasi BOD mempunyai sasaran untuk mengevaluasi beban polutan akibat limbah domestik dan mengestimasi pengaruhnya terhadap lingkungan, mikro organisme dapat menghabiskan oksigen terlarut dan selama proses oksidasi tersebut dapat mematikan ikan dan keadaan menjadi *anaerobik* dan dapat menimbulkan bau busuk pada air tersebut, pada umumnya besarnya konsentrasi BOD dari limbah domestik yang tidak diolah mulai dari 110  $\text{mg/L}$  sampai dengan 400  $\text{mg/L}$  (George Tchobanoglous,1979).

4).Kebutuhan oksigen kimia (*Chemical Oxygen Demand* = COD)

adalah jumlah oksigen ( $\text{mg O}_2/\text{L}$ ) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik seperti karbohidrat, asam amino dan protein yang berada pada limbah yang dibuang ke perairan, pada umumnya nilai COD >nilai BOD, nilai COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh bahan bahan organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air, pada umumnya besarnya konsentrasi COD dari limbah domestik yang tidak diolah mulai dari 250  $\text{mg/L}$  sampai dengan 1000  $\text{mg/L}$  (George Tchobanoglous,1979).

5).pH menunjukkan kadar asam atau basa dalam suatu larutan, melalui konsentrasi ion hidrogen  $\text{H}^+$ , Ion hidrogen selalu ada dalam kesetimbangan dinamis dengan air, yang membentuk suasana untuk semua reaksi kimiawi

berkaitan dengan masalah pencemaran air dimana sumber ion hidrogen tidak pernah habis. Selanjutnya ion hidrogen tidak hanya merupakan unsur molekul  $H_2O$  saja tetapi juga banyak senyawa lain, hingga jumlah reaksi tanpa  $H^+$  dapat dikatakan hanya sedikit saja. Nilai pH menggambarkan sejumlah besar kesetimbangan fisiko-kimia, yang mana pH asam lebih diakibatkan oleh kondisi geologi bantaran dan wilayah sungai, sedangkan kondisi basa terjadi terutama pada air tergenang, kiri kanan sungai yang tenang. Kondisi basa umumnya baik untuk kehidupan fauna yang lebih beraneka ragam sedangkan dalam kondisi asam hanya terbatas pada perkembangan flora akuatik tertentu saja. Nilai pH air normal adalah sekitar netral, yaitu antara 6 sampai 8, sedangkan pH tercemar berbeda-beda tergantung pada jenis limbahnya. Air yang masih segar dari pegunungan biasanya mempunyai pH yang lebih tinggi dan semakin lama pH air akan menurun menuju kondisi asam, hal ini terjadi karena bahan organik membebaskan  $CO_2$  jika mengalami proses penguraian (Alaerts, Sumestri, 1984; Kristanto, 2000).

6). Deterjen merupakan bahan yang mengandung *Methylene Blue Active Substance* (MBAS) yang banyak dipakai masyarakat untuk kegiatan sehari-hari sebagai salah satu akibat daripada perkembangan budaya masyarakat yang cenderung terus membutuhkan kelengkapan alat-alat sebagai kebutuhan sekunder, dan menimbulkan masalah pencemaran, sumber utama pencemaran deterjen berasal dari limbah domestik, sisa buangan deterjen lebih tahan dan tidak berubah dalam berbagai media baik dalam media asam dan alkali. Sifat dari deterjen yang *non biodegradable* sangat merugikan kepentingan kesehatan umum di dalam proses pengolahan limbah cair, antara lain dapat merendahkan tegangan permukaan air,

tegangan antar permukaan dan tegangan di dalam air itu sendiri, akibat lain dari penggunaan deterjen pada perairan adalah: mengadakan emulsifikasi terhadap lemak dan minyak, mengadakan *deflokulasi* terhadap koloid, merangsang untuk mengapungnya zat padat dan membentuk suatu busa, dan membunuh mikroorganisme yang bermanfaat (George Tchobanoglous,1979; Slamet Ryadi, 1984)

7). Dominasi fecal coliform pada lingkungan perairan dapat mengidentifikasi pencemaran oleh limbah domestik, yang mana bakteri tersebut tumbuh dalam suasana yang cocok bagi dirinya yaitu usus manusia dan hewan berdarah panas dan dapat menyatu dengan tinja, sehingga apabila tinja seseorang yang sakit mengandung bakteri tersebut masuk ke badan air, maka bakteri akan tetap hidup selama beberapa hari dan bila air tersebut dikonsumsi oleh manusia, maka bakteri patogen yang masih hidup masuk lagi ke dalam usus manusia dan akan berkembang hingga dapat menyebabkan penyakit, dan membahayakan kesehatan manusia

#### c. Nilai Indeks Pencemaran

Mutu perairan atau kualitas perairan adalah kondisi kualitas perairan yang diukur dan atau diuji berdasarkan parameter-parameter tertentu dan metode tertentu berdasarkan peraturan perundang-undangan yang berlaku (Menteri Negara Lingkungan Hidup,2003). Status mutu air merupakan tingkat kondisi mutu air yang menunjukkan kondisi cemar atau kondisi baik pada suatu sumber air dalam waktu tertentu dengan membandingkan dengan baku mutu air yang telah ditetapkan. Penentuan status mutu air menggunakan metoda Indeks Pencemaran,

pengelolaan kualitas perairan atas dasar Indeks Pencemaran (IP) ini dapat memberi masukan pada pengambil keputusan agar dapat menilai kualitas badan air untuk suatu peruntukan serta melakukan tindakan untuk memperbaiki kualitas jika terjadi penurunan kualitas akibat kehadiran senyawa pencemar. IP mencakup berbagai kelompok kualitas yang independen dan bermakna. Definisi dari Indeks Pencemaran adalah apabila  $L_{ij}$  menyatakan konsentrasi parameter kualitas air yang tercantum dalam Baku mutu peruntukan air ( $j$ ), dan  $C_i$  menyatakan konsentrasi parameter kualitas air ( $i$ ) yang diperoleh dari hasil analisis cuplikan air pada suatu lokasi pengambilan cuplikan dari suatu badan air, maka  $P_{ij}$  adalah Indeks Pencemaran bagi peruntukan ( $j$ ) yang merupakan fungsi dari  $C_i/L_{ij}$ . Jadi  $P_{ij} = g(C_1/L_{1j}, C_2/L_{2j}, \dots, C_i/L_{ij})$ . Tiap nilai  $C_i/L_{ij}$  menunjukkan pencemaran relatif yang diakibatkan oleh parameter kualitas air, Nisbah ini tidak mempunyai satuan. Nilai  $C_i/L_{ij} = 1,0$  adalah nilai yang kritis, karena nilai ini diharapkan untuk dipenuhi bagi suatu Baku Mutu Peruntukan Air. Jika  $C_i/L_{ij} > 1,0$  untuk suatu parameter, maka konsentrasi parameter ini harus dikurangi atau disisihkan, kalau badan air tersebut digunakan untuk peruntukan ( $j$ ). Jika parameter ini adalah parameter yang bermakna bagi peruntukan, maka pengolahan mutlak harus dilakukan bagi air itu. Pada model IP digunakan berbagai parameter kualitas air, maka pada penggunaannya dibutuhkan nilai rerata dari keseluruhan nilai  $C_i/L_{ij}$  yaitu  $(C_i/L_{ij})_R$  sebagai tolok ukur pencemaran, tetapi nilai ini tidak akan bermakna jika salah satu nilai  $C_i/L_{ij}$  bernilai  $>1$ . Jadi indeks ini harus mencakup nilai  $C_i/L_{ij}$  yang maksimum yaitu  $(C_i/L_{ij})_M$ , dan  $P_{ij} = h((C_i/L_{ij})_R, (C_i/L_{ij})_M)$ . Perairan akan semakin tercemar untuk suatu peruntukan ( $j$ ) jika nilai  $(C_i/L_{ij})_R$  dan atau  $(C_i/L_{ij})_M$

adalah lebih besar dari 1,0. Jika nilai  $(C_i/L_{ij})_M$  dan atau nilai  $(C_i/L_{ij})_R$  makin besar, maka tingkat pencemaran suatu badan air akan makin besar pula. Jadi rumus yang digunakan adalah :

$$PI_j = \sqrt{(C_i/L_{ij})_M^2 + (C_i/L_{ij})_R^2} / 2$$

dimana :

$L_{ij}$  = konsentrasi parameter kualitas air yang dicantumkan dalam baku peruntukan air (j).

$C_i$  = Konsentrasi parameter kualitas air hasil survey

$PI_j$  = Indeks pencemaran bagi peruntukan (j).

$(C_i/L_{ij})_M$  = Nilai  $C_i/L_{ij}$  maksimum

$(C_i/L_{ij})_R$  = Nilai  $C_i/L_{ij}$  rata-rata

Metode ini dapat langsung menghubungkan tingkat ketercemaran dengan dapat atau tidaknya suatu perairan dipakai untuk penggunaan tertentu dan dengan nilai parameter-parameter tertentu. Evaluasi terhadap nilai Indeks Pencemaran (IP) pada perairan pantai ditunjukkan oleh Tabel 2.1 sebagai berikut :

**Tabel 2.1.** Kriteria tingkat ketercemaran Perairan

Nilai IP	Kualitas perairan
0 – 1,0	kondisi baik
1,1 – 5,0	cemar ringan
5,1 – 10,0	cemar sedang
> 10,0	cemar berat

Sumber : Kep.Men. LH No.115 th. 2003

#### d. Jumlah Penduduk

Jumlah penduduk menunjukkan besarnya tekanan penduduk terhadap lahan (Bappedal, 2002). sehingga di lingkungan perairan pantai dengan jumlah penduduk lebih besar cenderung akan lebih banyak memproduksi dan membuang limbah domestik ke Perairan pantai dan akan menyebabkan terjadinya kerusakan lingkungan perairan pantai yang lebih parah. Hal tersebut disebabkan karena intensitas pemanfaatan lahan dan air serta pembuangan limbah domestik akan lebih tinggi dibandingkan daerah dengan jumlah penduduk yang sedikit. Menurut Bappedal (2002) tingkat kepadatan penduduk dibagi dalam 3 (tiga) kriteria seperti pada Tabel 2.2 sebagai berikut :

**Tabel 2.2.** Tingkat kepadatan penduduk

No	Kepadatan penduduk (jiwa/ha lahan)	Kelas kepadatan penduduk
1	$\geq 45$	I
2	$15 \leq x < 45$	II
3	$< 15$	III

Sumber : Kelas kepadatan penduduk Bappedal, 2002

#### e. Analisis Variansi atau ANOVA

Konsep analisis distribusi F didasarkan pada analisis variansi akan diterapkan untuk kajian kualitas perairan pantai Jakarta, Semarang, dan Jepara dalam uji beda nilai IP pada perairan pantai tersebut. Analisis variansi merupakan suatu metode analisis data dengan tujuan untuk mendapatkan pemecahan terhadap masalah di dalam melakukan suatu eksperimen yang terdiri dari dua atau lebih populasi ( $k \geq 2$ ) (Samsubar Saleh, 2001). Selain itu analisis ini dapat pula digunakan untuk mengukur besarnya variasi-variasi yang terjadi dan sangat

ditentukan oleh macamnya pengamatan yang dilakukan dalam eksperimen tersebut. *Anova* dengan *One way classification* berdasarkan hanya pada satu kriteria saja yaitu jika ada sebanyak  $n$  random sampel yang dipilih dari setiap  $k$  populasi dengan nilai *mean* :  $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_k$  dan varian =  $\sigma^2$  maka tes hipotesis yang diperoleh adalah :  $H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$ ;  $H_A : \mu_1 \neq \mu_2 \neq \dots = \mu_k$ , dan untuk analisis ini, Tabel 2.3 berikut dapat membantu memudahkan perhitungannya.

**Tabel 2.3.**  $k$  Random sampel populasi (1 sampai  $k$ )

	1	2	3	.....	i	.....	k	
Jumlah sampel (n)	$X_{11}$	$X_{21}$	$X_{31}$	.....	$X_{i1}$	.....	$X_{k1}$	
	$X_{12}$	$X_{22}$	$X_{32}$	.....	$X_{i2}$	.....	$X_{k2}$	
	·	·	·		·		·	
	·	·	·		·		·	
	·	·	·		·		·	
	$X_{1n}$	$X_{2n}$	$X_{3n}$		$X_{in}$		$X_{kn}$	
Total	$T_1$	$T_2$	$T_3$		$T_i$		$T_k$	$T$
Mean	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$\bar{x}_3$		$\bar{x}_i$		$\bar{x}_k$	$\bar{x}$

Sumber : Statistik Induktif, Samsubar Saleh, 2001

dimana :

$X_{ij}$  = pengamatan ke  $j$  dari populasi ke  $i$

$T_i$  = Total seluruh pengamatan dalam sampel dari populasi ke  $i$

$\bar{x}_i$  = Mean dari seluruh pengamatan sampel dari populasi ke  $i$

Untuk setiap pengamatan dalam sampel dapat ditulis :  $X_{ij} = \mu_i + \varepsilon_{ij}$ , imana  $\varepsilon_{ij}$  mengukur deviasi dari pengamatan ke  $j$  dari jenis sampel ke  $i$ . Uji selanjutnya akan didasarkan pada dua estimasi yang independen dari varian populasi  $\sigma^2$ ,



untuk mengestimasi  $\sigma^2$  didasarkan pada (k-1) sebagai derajat kebebasannya dan diperoleh  $S^2 = n \cdot \sum (X_i - \bar{x})^2 / (k-1)$ .

$F_c$  = nilai F berdasarkan perhitungan, sedangkan F tabel memiliki derajat kebebasan (k-1) sehingga F tabel =  $F_{\alpha, df (k-1), k(n-1)}$  jadi hipotesis yang dilakukan adalah apabila :

- 1).  $F_c > F_{\text{tabel}}$  maka  $H_0$  ditolak pada  $\alpha$
- 2).  $F_c \leq F_{\text{tabel}}$  maka  $H_0$  diterima pada  $\alpha$ .

#### f. Daerah Estuarin

Menurut Sahala Hutabarat dan Stewart M. Evans (2000), Air di daerah estuarin merupakan campuran antara air sungai dan air laut, sehingga mengakibatkan daerah ini mempunyai air yang bersalinitas lebih rendah daripada lautan terbuka. Meskipun demikian proses percampuran ini adalah suatu proses yang kompleks. Air tawar yang berasal dari sungai yang mempunyai densitas lebih kecil dari air laut cenderung untuk mengambang di atasnya. Di daerah ini juga terdapat *fluktuasi* perubahan salinitas yang berlangsung secara tetap yang berhubungan dengan gerakan air pasang, Massa air yang masuk ke dalam daerah estuari pada waktu terjadi air surut hanya bersumber dari air tawar, akibatnya salinitas air di daerah estuarin pada saat itu umumnya rendah. Pada waktu air pasang, massa air masuk ke dalam estuarin dari air laut bercampur dengan air estuari, sehingga mengakibatkan salinitas naik. Organisme laut kebanyakan hanya dapat bertoleransi terhadap perubahan salinitas yang kecil dan akibatnya mereka tidak dijumpai di daerah estuarin. Fauna dan flora yang ada di estuarin terdiri dari organisme yang telah beradaptasi dengan kondisi terbatas ini. Selain daripada

turun naiknya salinitas yang disebabkan oleh air pasang, juga terjadi suatu penurunan salinitas secara bertahap ketika air dari mulut estuari (muara sungai) bergerak ke arah hulu sungai. Akibatnya terdapat suatu mintakat (wilayah) dari flora dan fauna yang hidup di daerah ini. Meskipun estuari merupakan suatu tempat yang sulit untuk ditempati, daerah ini bersifat sangat produktif, yang mendukung sejumlah biomassa. Oleh karena itu, umum dikatakan bahwa estuari relatif hanya dapat dihuni oleh beberapa spesies saja, meskipun demikian kenyataannya yang terjadi jumlahnya amat banyak karena : 1). terdapat suatu penambahan bahan organik secara terus menerus yang berasal dari daerah aliran sungai, 2). perairan estuari umumnya dangkal, sehingga cukup menerima sinar matahari untuk menyokong kehidupan tumbuh tumbuhan sangat banyak, 3). daerah ini merupakan tempat yang relatif kecil menerima aksi gelombang, akibatnya *detritus* dapat menumpuk didalamnya dan 4). aksi pasang selalu mengaduk bahan organik yang berada di sekitar tumbuh tumbuhan.

#### g. Arus permukaan laut

Angin adalah salah satu faktor yang paling bervariasi dalam membangkitkan arus. Angin pada monsun Timur (Sahala Hutabarat dan Stewart M. Evans, 2000) terutama di perairan Asia Tenggara menyebabkan aliran air dari arah Selatan melalui Laut Flores, Laut Jawa, dan Laut Cina Bagian Selatan. Selain itu apabila angin bertiup sejajar dengan garis pantai dapat menyebabkan proses *Upwelling* yaitu proses dimana massa air didorong ke arah Atas dari kedalaman sekitar 100m sampai 200m, aliran lapisan permukaan air yang menjauhi pantai mengakibatkan massa air yang berasal dari lapisan dalam akan naik

menggantikan kekosongan tempat ini. Massa air yang berasal dari lapisan yang dalam ini belum berhubungan dengan atmosfer dan karena itu mengandung kadar oksigen yang rendah, sedangkan kebalikan dari proses ini dinamakan proses *Sinking*.

h. Beberapa alternatif pengendalian kualitas perairan.

Limbah cair yang berasal dari pemukiman dapat dikumpulkan didalam saluran umum yang terletak di dalam kawasan dan dibawa ketempat pengolahan limbah umum yang berada didalam kawasan untuk diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke sungai. Pengolahan umum mempunyai beberapa keuntungan yaitu: lebih ekonomis, mengurangi fluktuasi, meningkatkan efisiensi pengolahan limbah, dan keuntungan dari tercampurnya limbah yang kaya nutrien dan miskin nutrien, terutama pada pengolahan biologi. Beberapa bahan kimia dan bahan yang mempengaruhi kesehatan (seperti bahan anorganik) bisa saja persisten dan lewat saja tanpa mengalami perubahan, baik didalam *effluent* maupun didalam endapan/lumpur. Bahan-bahan ini akan terakumulasi dalam rantai makanan dan kembali kepada masyarakat dalam konsentrasi yang berlipat ganda, sehingga perlu pengendalian pada sumbernya, karena sekali bahan-bahan tersebut dibuang, akan sangat sulit diolah dan disingkirkan. Unit pengolahan untuk air limbah domestik menurut Tchobanoglous (1979) dapat digolongkan menjadi dua yaitu sistem *primer* dan *sekunder*.

1). Pengolahan *primer*, adalah unit pengolahan limbah yang bertujuan menghilangkan residu suspensi, minyak dan lemak, menetralkan asam dan basa dan koagulasi kimiawi atau partisipasi bahan-bahan tertentu yang mempengaruhi

kesehatan. Unit ini terdiri dari satu atau lebih dari unit-unit dengan urutan dan atau kombinasinya dari unit sebagai berikut: Saringan penghancur, Bak pengendap dan penangkap pasir, Skimer unit pengapung, dan Sistem pengendap dengan atau tanpa bahan kimia.

2).Pengolahan *Sekunder*, digunakan bila residu pencemar air limbah, sesudah pengolahan primer, perlu dihilangkan lagi. Pengolahan sekunder biasanya memakai proses biologi, dimana bahan organik terlarut termasuk yang dapat membahayakan kesehatan, melalui transformasi biokimia dan oksidasi dengan bantuan mikroorganisme. Sistem pengolahan sekunder umumnya meliputi: Proses lumpur aktif, aerasi berkepanjangan atau modifikasinya, Triklung filter, Aerasi lagoon mekanis, dan Kolam Stabilisasi. Sistem pengolahan tersebut umumnya secara efektif dapat menghilangkan bahan organik yang dapat mempengaruhi kesehatan. Nitrifikasi dan denitrifikasi digunakan untuk mengurangi dan memperkecil konsentrasi nitrat di dalam air limbah sebelum dibuang ke badan air, kemudian juga dapat dilanjutkan dengan pembuatan sarana dan prasarana pengairan yang berfungsi untuk : 1).mempertahankan debit air pada musim kemarau yaitu dengan membangun tempat penyimpanan atau transfer air,2).melakukan perlindungan terhadap banjir atau rob yaitu dengan membuat bangunan pengendali banjir atau rob, dan 3).melakukan perlindungan terhadap air tanah yaitu untuk menghindari pengambilan yang semena-mena. Sehingga secara prinsip selalu harus tersedia air yang dibutuhkan dan kapan saja diperlukan, akhirnya langkah lainnya adalah pembuatan sarana sanitasi yang harus berpedoman pada penyusunan rencana induk suatu kota yang meliputi:

- 1).tata ruang wilayah, 2).proyeksi penduduk dan pertumbuhan ekonomi,
- 3).neraca air dan hidrologi, beban limbah domestik atau limbah lainnya, dan
- 4).kesehatan masyarakat, dan ekosistem air dan lingkungan.

## **2.2 Pembahasan penelitian terdahulu**

Menurut Bachtiar (2002), masalah pencemaran lingkungan yang berkaitan dengan sistem perairan pantai pada umumnya sangat kompleks, karena adanya interaksi proses fisika, kimia, dan biologi. Air limpasan kota, limbah domestik, dan limbah industri merupakan sumber polutan utama di sistem perairan pantai perkotaan. Seperti misalnya pada tahun 1994, debit limbah domestik di kota Semarang sebesar 54,95% dari total limbah. Kemudian total debit limbah pada sungai Banjir Kanal Timur dan sungai Tambak Lorok pada tahun 2002 di dominasi oleh limbah domestik sebesar 4.690,7 m<sup>3</sup>/hari dan pada sungai Tenggang limbah domestik sebesar 60,14%. Kemudian sekitar 50-75% dari beban organik di sungai pada daerah perkotaan di Indonesia berasal dari limbah domestik (Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup, 1997). Besarnya debit limbah tersebut menunjukkan bahwa limbah domestik merupakan suatu masalah lingkungan yang perlu mendapat perhatian lebih besar. Sementara itu Pemerintah Propinsi DKI Jakarta sampai saat ini telah melakukan pemantauan dan telah mempunyai stasion tetap pemantauan kualitas air mulai dari perairan sungai Ciliwung sampai dengan perairan laut atau Teluk Jakarta (Bappedal DKI Jakarta 1999), sedangkan menurut informasi yang berkompeten di Bappedal kota Semarang, Pemerintah kota Semarang belum mempunyai stasion tetap pemantauan kualitas air di perairan Sungai Banjir Kanal Timur, demikian pula

Pemerintah Daerah Kabupaten Jepara juga belum mempunyai stasiun tetap pemantauan kualitas air di perairan Sungai Demaan, sehingga program pemantauan kualitas air di perairan Sungai Banjir Kanal Timur dan Sungai Demaan belum ada.

### **2.3. Originalitas penelitian**

Penelitian tentang kondisi kualitas perairan dengan menggunakan metode indeks pencemaran belum pernah dilakukan untuk lingkungan perairan sungai, muara, dan laut pada perairan pantai Jakarta, Semarang, dan Jepara pada kondisi monsun Timur.

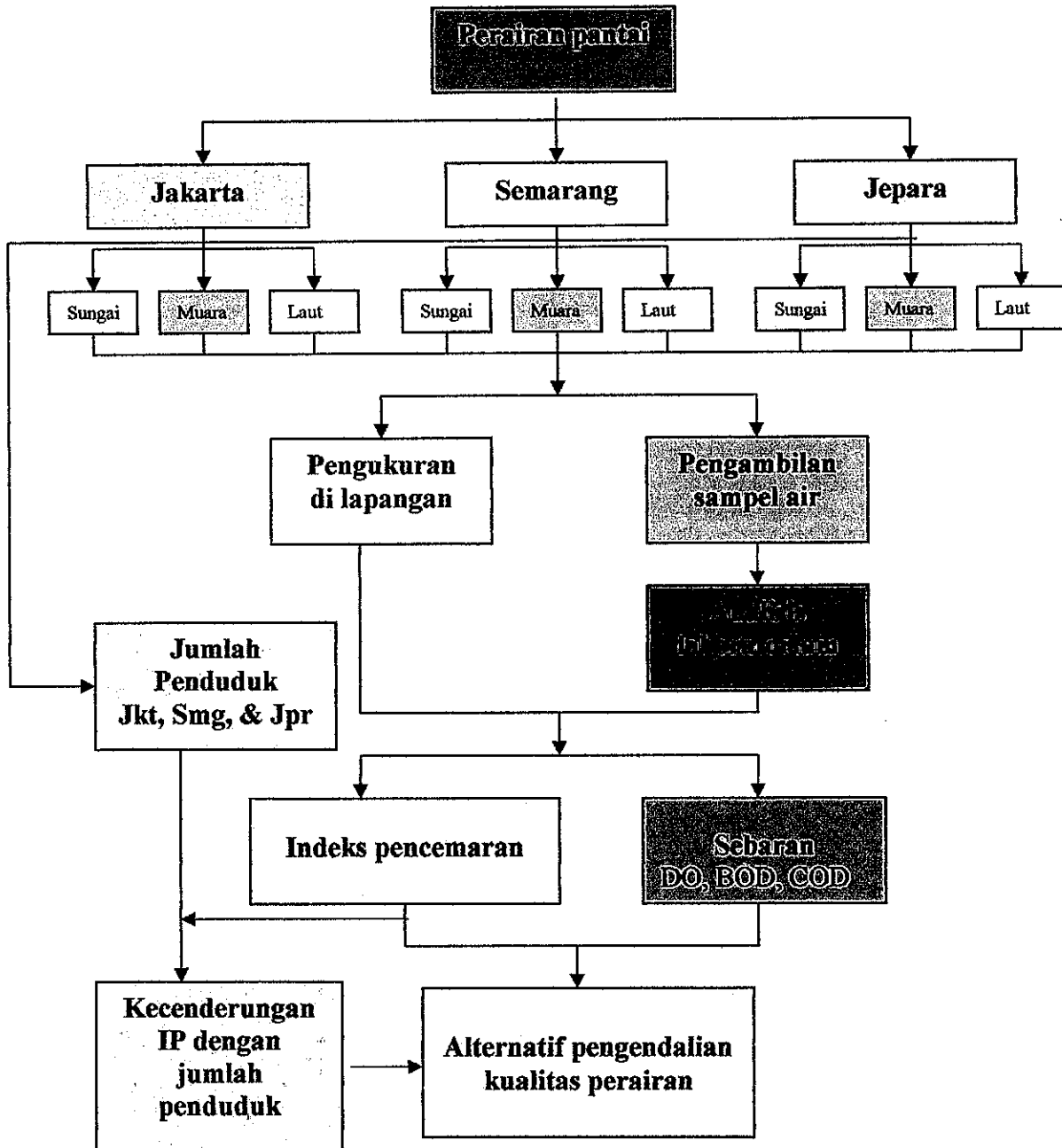
### **2.4. Hipotesis penelitian**

Hipotesis yang mendasari dan akan dibuktikan dalam penelitian ini adalah ada perbedaan kondisi kualitas perairan sungai, muara dan laut yang disebabkan oleh limbah domestik di kota metropolitan (Jakarta), kota besar (Semarang), dan kota kecil (Jepara) pada monsun Timur, selanjutnya nilai indeks pencemaran perairan pantai akan menurun dengan bertambahnya jarak dari muara ke arah laut.

### BAB III METODE PENELITIAN

#### 3.1. Rencana penelitian/perspektif pendekatan penelitian

Tahapan penelitian dilakukan sesuai dengan diagram alir berikut :



Gambar 2. Diagram alir tahapan penelitian

### **3.2. Ruang lingkup/fokus penelitian**

Penelitian kualitas perairan sungai, muara dan laut pada perairan pantai di kota metropolitan (Jakarta), kota besar (Semarang), dan kota kecil (Jepara) pada monsun Timur dengan metode Indeks Pencemaran.

### **3.3 Lokasi penelitian**

Lokasi penelitian dari penelitian Identifikasi kualitas perairan pantai akibat limbah domestik dengan metode IP dan alternatif pengendaliannya adalah Jakarta mewakili kota metropolitan, Semarang mewakili kota besar, dan Jepara mewakili kota kecil dengan menentukan koordinat titik stasion cuplikan air menggunakan alat GPS 12/12XIL/12CX/48/II PLUS.

#### **a. Penelitian di Jakarta**

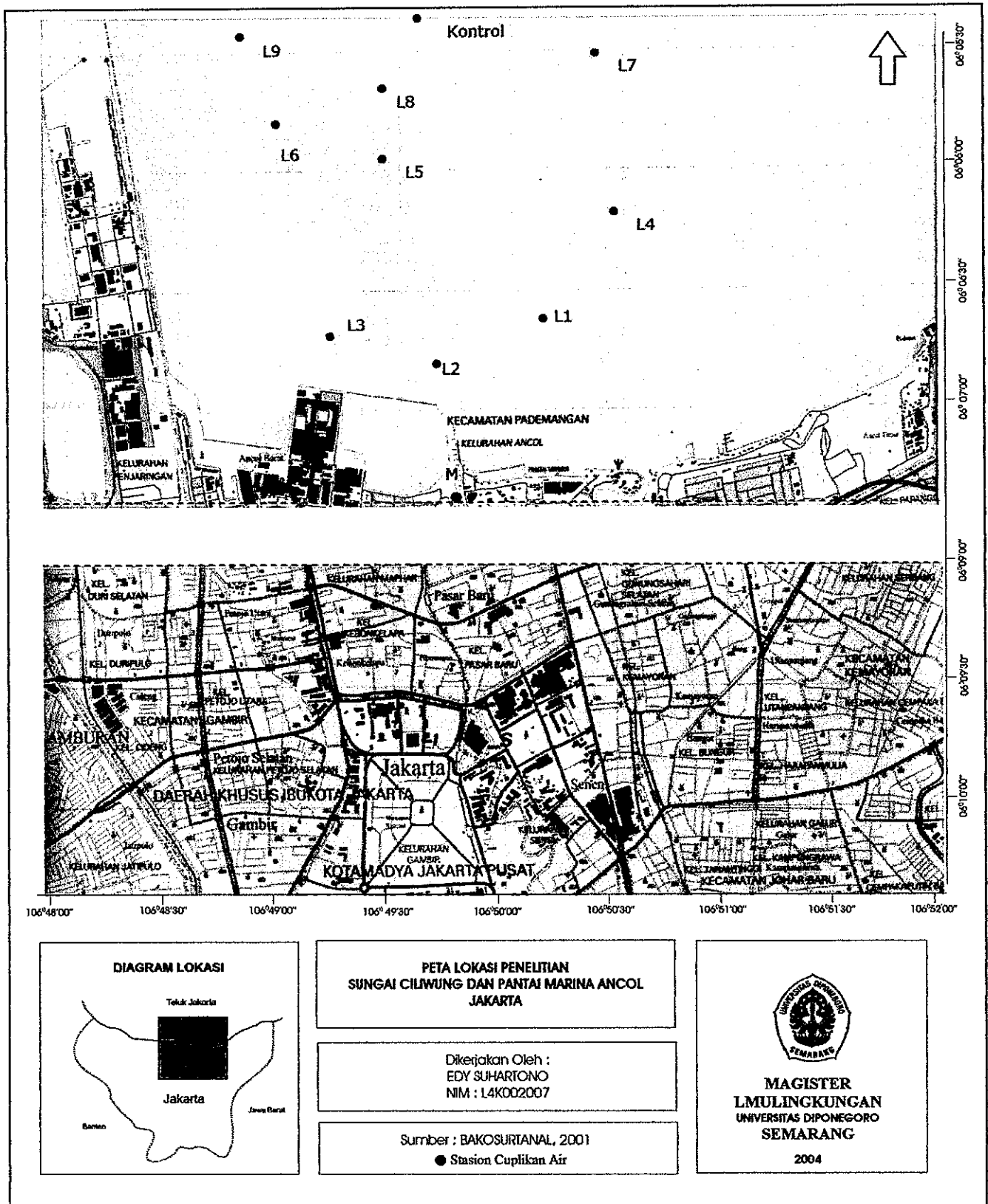
##### **1). Waktu pelaksanaan**

Penelitian dilakukan pada hari Minggu sampai dengan Selasa tanggal 27 sampai dengan 29 Juli 2003.

##### **2). Lokasi Penelitian**

Untuk kota Jakarta (Gambar 3) yang mewakili kota metropolitan, penelitian difokuskan pada sungai Ciliwung yang melintas disamping masjid Istiqlal dan bermuara di Marina Ancol, muara Marina Ancol, dan perairan pantai Ancol Jakarta.





Gambar 3. Lokasi Penelitian di Jakarta

### 3). Stasion pengukuran dan sampling

Total stasion pengukuran dan sampling sebanyak 12 stasion dengan perincian sebagai berikut :

#### a). Stasion sungai (1 stasion)

Pada lokasi yang tidak terpengaruh pasang surut air laut yaitu pada anak sungai Ciliwung yang melintas di samping Masjid Istiqlal, tepatnya pada jembatan antara Masjid Istiqlal dan Kantor Pertamina.

#### b). Stasion muara (1 stasion)

Pada perairan Marina Ancol, sebagai salah satu muara sungai Ciliwung yang berhubungan dengan sungai Ciliwung yang melintas disamping masjid Istiqlal Jakarta.

#### c). Stasion perairan pantai (9 stasion)

Penyebaran stasion perairan pantai ditentukan berdasarkan *radial grade sampling* dengan titik pusat di stasion muara Marina Ancol Jakarta.

#### d). Stasion kontrol (1 stasion)

Stasion kontrol dipilih pada lokasi di laut, dimana diperkirakan tidak terpengaruh oleh masukan limbah domestik dari daratan. Untuk perairan pantai Ancol Jakarta, stasion kontrol berada 3,5 kilometer dari muara Marina Ancol ke arah Utara.

### b. Penelitian di Semarang

#### 1). Waktu pelaksanaan

Penelitian dilakukan pada hari Sabtu tanggal 19 Juli 2003.

## 2).Lokasi penelitian :

Penelitian di Semarang (Gambar 4) yang mewakili kota besar, penelitian difokuskan pada sungai Banjir Kanal Timur, Muara Banjir Kanal Timur, dan perairan pantai Banjir Kanal Timur Semarang.

## 3).Stasiun pengukuran dan sampling :

Total stasiun pengukuran dan sampling sebanyak 12 stasiun dengan rincian sebagai berikut :

### a). Stasiun Sungai (1 stasiun)

Pada lokasi yang tidak terpengaruh pasang surut air laut yaitu Banjir Kanal Timur pada posisi jembatan jalan Majapahit Semarang.

### b).Stasiun Muara (1 stasiun)

Pada perairan muara Banjir Kanal timur.

### c). Stasiun perairan pantai (9 stasiun)

Penyebaran stasiun perairan pantai ditentukan berdasarkan *radial grade sampling* dengan titik pusat di muara Banjir Kanal Timur.

### d).Stasiun kontrol (1 stasiun)

Stasiun kontrol dipilih pada lokasi di laut, dimana diperkirakan tidak terpengaruh oleh masukan limbah domestik dari daratan. Untuk perairan pantai Banjir Kanal Timur Semarang, stasiun kontrol berada dekat Buoy Pertamina, sekitar 3,7 kilometer dari muara Banjir Kanal Timur ke arah Utara.



c. Penelitian di Jepara.

1) Waktu pelaksanaan :

Penelitian dilakukan pada hari Rabu sampai dengan Kamis tanggal 4 sampai dengan 5 Agustus 2003.

2) Lokasi penelitian :

Untuk kota Jepara (Gambar 5) yang mewakili kota kecil, penelitian difokuskan pada sungai Demaan yang melintasi kota Jepara dan bermuara di perairan pantai Jepara, muara sungai Demaan dan perairan pantai Jepara.

3) Stasion pengukuran dan sampling :

Total stasion pengukuran dan sampling sebanyak 12 stasion dengan perincian sebagai berikut :

a) Stasion Sungai (1 stasion)

Pada lokasi yang tidak terpengaruh pasang surut air laut yaitu pada anak sungai Demaan yang melintasi kota Jepara, tepatnya pada jembatan pertigaan dekat Kantor Polres Jepara.

b) Stasion Muara (1 stasion)

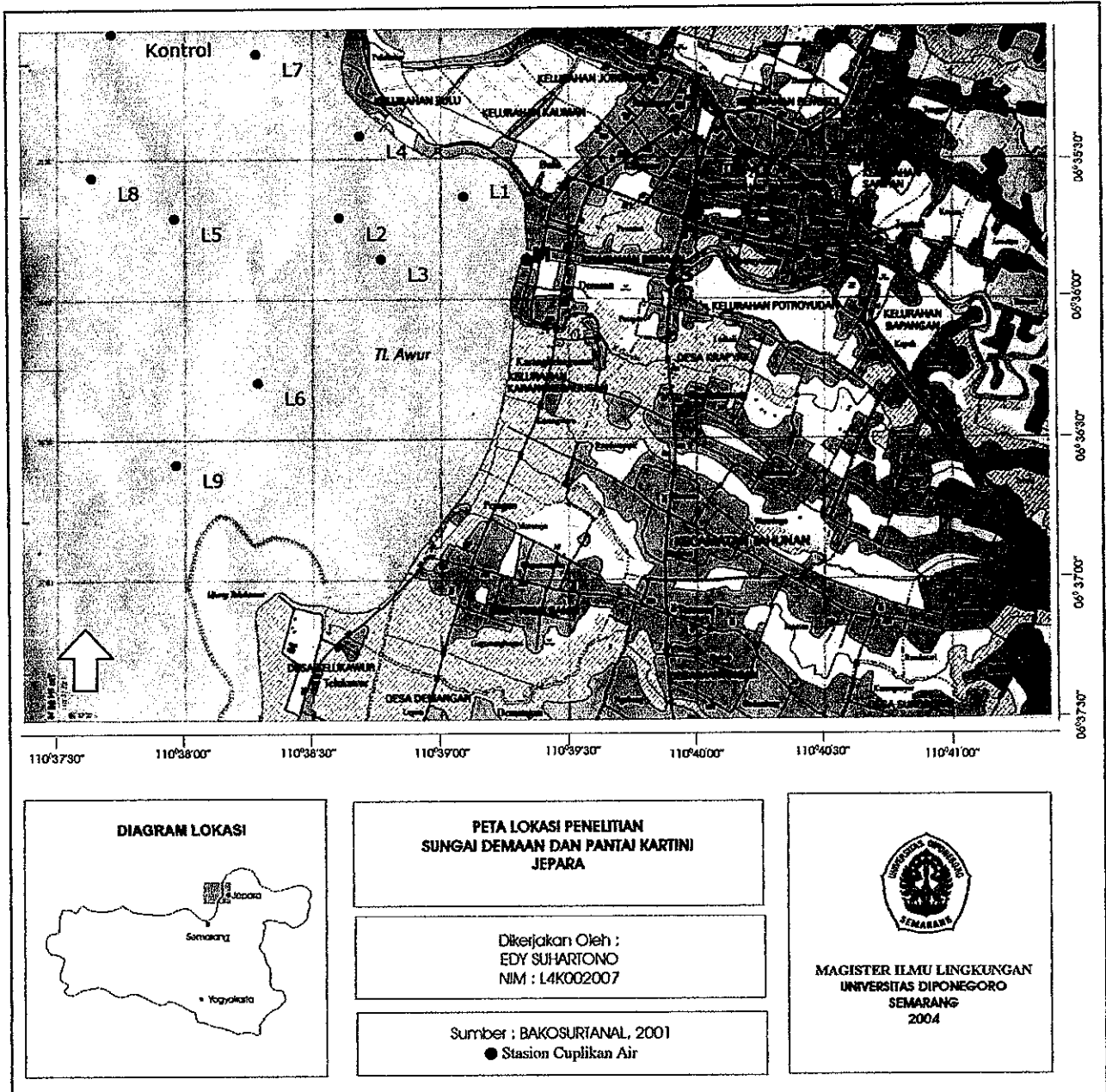
Pada perairan muara sungai Demaan.

c) Stasion perairan pantai (9 stasion)

Penyebaran stasion perairan pantai ditentukan berdasarkan *radial grade sampling* dengan titik pusat di muara sungai Demaan Jepara.

d) Stasion kontrol (1 stasion)

Stasion kontrol dipilih pada lokasi di laut, dimana diperkirakan tidak terpengaruh oleh masukan limbah domestik dari daratan, berjarak 2,5 km dari muara Demaan.



**Gambar 5.** Lokasi Penelitian di Jepara

### **3.4. Variabel Penelitian/Fenomena yang Diamati**

Fenomena yang diamati dalam penelitian ini adalah: a).Sebaran nilai konsentrasi (mg/L) dari DO, BOD, dan COD pada Perairan pantai, b). kondisi kualitas atau mutu perairan pantai (lingkungan perairan sungai, muara, dan laut) Jakarta, Semarang, dan Jepara, akibat limbah domestik yang dibuang ke Perairan pantai ini, dengan metode Indeks Pencemaran dari parameter yang diamati yaitu kekeruhan, TSS, DO, BOD, COD, pH, Deterjen, dan bakteri coliform, c). Kecenderungan tingkat pencemaran Perairan pantai Jakarta, Semarang, dan Jepara dengan jumlah penduduknya, dimana pada daerah kajian tersebut tidak ada Unit pengolahan limbah domestik (cair) maupun limbah tinja umum atau untuk suatu kawasan, dan d). Pengendalian kualitas Perairan pantai

### **3.5. Jenis dan Sumber Data**

#### **a. Data primer**

Data primer adalah data yang diperoleh dari pengukuran langsung di lapangan dan laboratorium terhadap sampel air yang diambil pada bagian permukaan di perairan sungai, muara, dan laut di lingkungan perairan pantai. Data primer ini meliputi nilai dari parameter fisik, parameter kimia, dan parameter biologi.

#### **b. Data Sekunder**

Data sekunder adalah data yang dapat menunjang dan melengkapi data primer serta dibutuhkan dalam menganalisa data primer. Data sekunder dapat berupa baku mutu, peraturan, metode perhitungan, dan atau laporan sejenis yang relevan dengan penelitian ini.

### 3.6. Instrumen Penelitian

Parameter fisika, kimia, dan biologi yang diukur serta peralatan yang digunakan seperti ditunjukkan oleh Tabel 3.1, sebagai berikut :

**Tabel 3.1.** Parameter yang diukur serta peralatan yang digunakan

No	Parameter	Alat yang digunakan
1	temperatur	water quality checker, WQC TOA 22A
2	kekeruhan	water quality checker, WQC TOA 22A
3	Padatan tersuspensi	kertas saring
4	Padatan terlarut	timbangan analitik
5	kedalaman	tali duga dengan skala
6	Ph	water quality checker, WQC TOA 22A
7	salinitas	water quality checker, WQC TOA 22A
8	DO	water quality checker, WQC TOA 22A
9	BOD	botol BOD
10	COD	kjedhal
11	deterjen	spektrofotometer
12	fecal dan total coliform	alat mikrobiologi (metode MPN)

### 3.7. Teknik Pengambilan Sampel

Sampel air yang diambil pada bagian permukaan masing-masing wilayah lingkungan Perairan pantai sebanyak 12 titik stasion, dipilih 1 (satu) titik stasion di sungai, 1 (satu) titik stasion di muara, dan 10 (sepuluh) titik stasion di laut termasuk stasion kontrol. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah metode *grade radial sampling* yang bertujuan untuk memperoleh data yang bisa mewakili kondisi perairan masing-masing wilayah Perairan pantai tersebut.



### 3.8. Teknik Pengumpulan Data

Pengukuran langsung di lapangan dengan Water Quality Checker WQC TOA 22A meliputi pengukuran parameter suhu, salinitas, pH, DO dan kekeruhan dan sebagian parameter diambil dari sampel air yang dianalisis di laboratorium seperti TSS, BOD, COD, deterjen, dan bakteri coliform.

Hasil pengukuran dan analisis beberapa parameter tersebut diatas berupa data kuantitatif seperti konsentrasi kekeruhan, TSS, DO, BOD, COD, Deterjen, dan bakteri coliform yang dipilih sebagai nilai parameter kualitas perairan pantai akibat limbah domestik pada monsun Timur di kota Jakarta, Semarang, dan Jepara.

### 3.9. Teknik Analisis data

#### a. Analisis laboratorium

##### 1) Analisis BOD (*Biological Oxygen Demand*).

Sampel BOD harus dilakukan atau dimulai paling lama 2 jam setelah pengambilan sampelnya (karena proses biologis terus berlangsung dalam botol sampel sehingga BOD akan turun secara otomatis), atau disimpan dalam kulkas atau tabung isothermik selama paling lama 24 jam. Prinsip analisis BOD didasarkan atas reaksi oksidasi bahan organik dengan oksigen di dalam air dan proses tersebut berlangsung karena adanya bakteri aerobik. Sebagai hasil oksidasi akan terbentuk karbon dioksida, air dan amoniak, reaksi ini memerlukan waktu 2 hari untuk 50%, 5 hari untuk 75% dan 20 hari untuk 100% reaksi tercapai. Reaksi biologis pada tes BOD dilakukan pada temperatur inkubasi 20° C, dan dilakukan selama 5 hari (Alaerts, Sumestri, 1984).

## 2). Analisis COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Analisis COD dioksidasi oleh larutan  $K_2Cr_2O_7$  dalam keadaan asam yang mendidih, selama reaksi yang berlangsung lebih kurang 2 jam uap di refluks dengan alat kondensor agar bahan organik volatil tidak lenyap keluar. Perak sulfat  $Ag_2SO_4$  ditambahkan sebagai katalisator untuk mempercepat reaksi sedangkan merkuri sulfat ditambahkan untuk menghilangkan gangguan klorida yang pada umumnya ada didalam limbah domestik. Untuk memastikan bahwa hampir semua bahan organik habis teroksidasi maka zat pengoksidasi  $K_2Cr_2O_7$  masih harus tersisa sesudah di refluks yang ada dalam larutan dan digunakan untuk menentukan berapa oksigen yang telah terpakai (Alaerts, Sumestri, 1984).

## 3). Analisis Deterjen.

Metode yang digunakan adalah Spektrofotometri, dengan prinsip kerjanya berdasarkan pada pembentukan garam yang berwarna biru apabila deterjen tersebut bereaksi dengan *methylene blue*. Garam tersebut larut dalam  $CHCl_3$ , dan intensitas warnanya setara dengan panjang gelombang 652 nm.

## 4). Analisis bakteri coliform

Sampel air yang akan diperiksa harus diambil secara representatif, dengan menggunakan botol sampel yang sudah disterilkan, analisis bakteri coli menggunakan metode MPN (*Most Probable Number*) dengan menggunakan tabung fermentasi. Metode MPN merupakan sebuah metode statistik dan hasilnya adalah nilai konsentrasi yang paling memungkinkan saja (Alaerts, Sumestri, 1984).

b. Analisis perhitungan tingkat pencemaran.

Dengan perhitungan metode indeks pencemaran, nilai parameter terukur di sungai akan dibandingkan dengan Baku Mutu peruntukan sungai kelas III seperti pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air. Kemudian nilai parameter terukur di muara dan laut akan dibandingkan dengan Baku Mutu perairan untuk budi daya perikanan dan biota laut seperti pada Surat Keputusan MenKLH No. 02 tahun 1988, dengan langkah sebagai berikut :

1. Pilih parameter yang jika harga parameter rendah maka kualitas air akan membaik yaitu : kekeruhan, TSS, BOD, COD, Deterjen dan Coliform.
2. Pilih konsentrasi parameter baku mutu yang tidak memiliki rentang.
3. Hitung harga Ci/Lij untuk tiap parameter pada setiap stasion cuplikan air.
4. Untuk nilai konsentrasi parameter DO, yang menurun akan menyatakan tingkat pencemaran meningkat, perlu ditentukan nilai teoritik atau nilai maksimum Cim yang merupakan nilai DO jenuh, kemudian nilai Ci/Lij hasil pengukuran digantikan oleh nilai Ci/Lij hasil perhitungan, yaitu

$$(Ci/Lij)_{baru} = (Cim - Ci)/(Cim - Lij).$$

5. Penggunaan nilai  $(Ci/Lij)_{baru}$ , jika nilai  $(Ci/Lij)_{pengukuran} > 1,0$ , yang mana  $(Ci/Lij)_{baru} = 1,0 + P \cdot \log (Ci/Lij)_{pengukuran}$ , dengan P adalah konstanta dan nilainya ditentukan dengan bebas dan disesuaikan dengan hasil pengamatan lingkungan dan atau persyaratan yang dikehendaki untuk suatu peruntukan, pada umumnya 5 (Menteri Lingkungan Hidup, 2003). Untuk perhitungan Indeks pencemaran pada perairan pantai Jakarta, Semarang, dan Jepara, nilai P untuk

parameter kekeruhan, TSS, DO, BOD, dan COD adalah 5, sedangkan nilai P untuk parameter Deterjen adalah 10, dan nilai P untuk parameter *Fecal* dan *Total Coliform* adalah 10.

6. Tentukan nilai rerata dan nilai maksimum dari keseluruhan  $C_i/L_{ij}$ .

7. Tentukan harga  $PI_j = \sqrt{(C_i/L_{ij})^2_M + (C_i/L_{ij})^2_R}/2$ .

c. Analisis Statistik untuk uji hipotesis.

Untuk membuktikan hipotesis seperti tersebut diatas, digunakan uji statistik dengan metode LSD atau *Least Significant Different* (Saleh, Samsubar, 2001)

LSD digunakan untuk menentukan variabel-variabel mana yang memiliki perbedaan cukup berarti (*signifikan*) terhadap variabel-variabel lainnya dengan terlebih dahulu menentukan:  $SST = \sum X^2 - T^2/n.k$ ,  $SSC = \sum (T_j)^2/n - T^2/n.k$ ,  $SSC = SSC/(kolom - 1)$ ,

$SSE = SST - SSC$ , dan  $S^2 = MSSE = SSE / k(n-1)$ , kemudian dilanjutkan dengan langkah sebagai berikut :

1.  $H_0 : IP \text{ Jakarta} = IP \text{ Semarang} = IP \text{ Jepara}$

$H_1 : IP \text{ Jakarta} \neq IP \text{ Semarang} \neq IP \text{ Jepara}$

2.  $F_{tabel} = F_{\alpha, (k-1), k(n-1)}$

$F_{tabel} = F_{0,05; 2; 27} = 3,35$

$H_0$  diterima apabila  $F_{hitung} \leq F_{tabel}$

$H_0$  ditolak apabila  $F_{hitung} > F_{tabel}$

3.  $F_{hitung} = MSSC / MSSE$

4. a).  $F_{hitung} > F_{tabel}$  ini berarti bahwa  $H_0$  ditolak, hal ini menunjukkan bahwa ada perbedaan yang cukup berarti (*signifikan*) dari nilai IP diantara ketiga Perairan

pantai Jakarta, Semarang, dan Jepara, b). Untuk menguji perbedaan tingkat pencemaran pada Perairan pantai, digunakan metode LSD :

$$\text{LSD} = t_{\alpha/2; k(n-1)} \sqrt{(2S^2/n)}$$

d. Kecenderungan tingkat pencemaran Perairan pantai dengan jumlah penduduk  
Kecenderungan tingkat pencemaran Perairan pantai dengan jumlah penduduk menggambarkan bahwa pada daerah kajian di Jakarta, Semarang, dan Jepara yang tidak memiliki Unit pengolahan limbah domestik umum, nilai indeks pencemaran yang menunjukkan tingkat pencemaran pada lingkungan perairan sungai, muara, dan perairan pantainya memiliki kecenderungan tinggi apabila jumlah penduduknya tinggi, dengan membandingkan kecenderungan di kota Jakarta, Semarang, dan Jepara, sedangkan penduduk yang dihitung pada penelitian ini bukan merupakan jumlah penduduk yang langsung membuang limbah domestik ke perairan sungai melainkan jumlah penduduk yang bermukim di wilayah yang dilintasi sungai-sungai tersebut, sehingga belum tentu menggambarkan berpengaruh terhadap menurunnya kualitas perairan pantai.

e. Sebaran nilai konsentrasi (mg/L) DO, BOD, dan COD.

Sebaran nilai konsentrasi (mg/L) DO, BOD, dan COD pada perairan pantai Jakarta, Semarang dan Jepara diolah secara diskriptif dengan menggunakan SPSS 11,0 (Lampiran 4b) untuk mengetahui sebaran nilai tertinggi dan terendah serta nilai rata-ratanya di Perairan pantai Jakarta, Semarang, dan Jepara.

**f. Alternatif pengendalian kualitas Perairan pantai.**

Alternatif pengendalian kualitas Perairan pantai merupakan konsep pengendalian kualitas perairan yang dihimpun dari beberapa sumber pustaka, dengan memperhatikan kondisi Perairan pantai dan tindakan yang telah dilakukan oleh Pemerintah Daerah Propinsi DKI Jakarta, Pemerintah kota Semarang, dan Pemerintah kabupaten Jepara terhadap Perairan pantai yang dikaji ini.

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Rona Lingkungan

Rona lingkungan dari penelitian ini adalah menggambarkan karakteristik kota lokasi penelitian yaitu Jakarta terutama yang dilintasi sungai Ciliwung, Semarang yang dilintasi sungai Banjir Kanal Timur, dan Jepara yang dilintasi sungai Demaan, yang seluruhnya bermuara di perairan laut Jawa.

##### a. Lokasi penelitian Jakarta

Kota Jakarta (lihat kembali Gambar 3) mewakili kota metropolitan memiliki letak geografis sebelah Utara pada letak lintang  $6^{\circ}3'LS$  dengan batas wilayah laut Jawa, sebelah Selatan pada letak lintang  $6^{\circ}20'LS$  dengan batas wilayah Kota Bogor, sebelah Barat pada letak lintang  $106^{\circ}48'BT$  dengan batas wilayah Propinsi Banten dan sebelah Timur pada letak lintang  $107^{\circ}10'BT$  dengan batas wilayah Kota Bekasi. Luas wilayah kota Jakarta tercatat 66.152 ha yang terdiri dari 5 wilayah kota yaitu Jakarta Selatan, Jakarta Timur, Jakarta Pusat, Jakarta Barat dan Jakarta Utara. Keadaan iklim DKI Jakarta memiliki rata-rata curah hujan 1896,8 mm/tahun. Rata-rata tekanan udara 1.009,5 mbs dan kelembaban udara 78,1%. Arah angin 212,1 points. Kecepatan angin 3,5 m/s. Temperatur  $27,1^{\circ}C$ . Suhu udara rata-rata maksimum  $33,9^{\circ}C$  dan suhu udara rata-rata minimum  $22,2^{\circ}C$ . Luas tanah dan penggunaannya 41.331,32 ha untuk perumahan, 4.988,53 ha untuk industri, 6.812,75 ha untuk perkantoran dan pergudangan, 1.314,23 ha untuk taman dan kegunaan lainnya seluas 11.705,17

ha. (BPS Propinsi DKI Jakarta, 1999-2001). Anak sungai Ciliwung yang menjadi lokasi penelitian melintasi beberapa wilayah kecamatan yaitu:

**Tabel 4.1.** Jumlah penduduk daerah penelitian di Jakarta

No.	Kecamatan	Luas (ha)	Jumlah penduduk (ribu jiwa)	Tingkat kepadatan penduduk (jiwa/ha)
1.	Kramat jati	1.334	267,945	
2.	Jatinegara	1.064	351,236	
3.	Senen	423	92,390	
4.	Sawah besar	592	101,973	
5.	Pademangan	1.191	180,781	
	Jumlah	4.604	994,325	216
Keterangan				Kelas I

Sumber : Statistik Wilayah DKI Jakarta, 1995-2005.

#### b. Lokasi penelitian Semarang

Kota Semarang (lihat kembali Gambar 4) mewakili kota besar memiliki letak geografis sebelah Utara pada letak lintang  $6^{\circ}50'LS$  dengan batas wilayah laut Jawa, sebelah Selatan pada letak lintang  $7^{\circ}10'LS$  dengan batas wilayah Kabupaten Semarang, sebelah Barat pada letak lintang  $109^{\circ}35'BT$  dengan batas wilayah Kabupaten Kendal dan sebelah Timur pada letak lintang  $110^{\circ}50'BT$  dengan batas wilayah Kabupaten Demak. Luas wilayah kota Semarang tercatat 37.370 ha yang terdiri dari 16 wilayah kecamatan dan 177 kelurahan. Luas yang ada terdiri dari 4.003 ha (10,71%) tanah sawah dan 33.367 ha (89,29%) bukan lahan sawah. Menurut penggunaannya luas tanah sawah terbesar merupakan tanah sawah tadah hujan (51,26%) dan hanya sekitar 14%-nya saja yang dapat ditanami dua kali. Lahan kering sebagian besar digunakan untuk tanah pekarangan/bangunan yaitu sebesar 44,38% dari total lahan bukan sawah. Menurut Badan Metrologi dan Geofisika Balai Wilayah II Stasiun Klimatologi



Semarang, suhu udara rata-rata di Jawa Tengah pada tahun 1999 berkisar antara 26°C sampai dengan 27,9°C. Kelembaban udara rata-rata bervariasi dari 69% sampai dengan 84%. Letak kota Semarang hampir berada di tengah bentangan panjang kepulauan Indonesia dari arah Barat ke Timur. Akibat posisi letak geografi tersebut kota Semarang termasuk beriklim tropis dengan dua musim, yaitu musim hujan bersamaan dengan monsun Barat dan musim kemarau bersamaan dengan monsun Timur yang silih berganti sepanjang tahun. Sungai Banjirkanal Timur yang menjadi tempat penelitian melintasi beberapa wilayah kecamatan yaitu :

**Tabel 4.2.** Jumlah penduduk daerah penelitian di Semarang

No.	Kecamatan	Luas (ha)	Jumlah penduduk (ribu jiwa)	Tingkat kepadatan penduduk (jiwa/ha)
1.	Gayamsari	526,33	62,429	
2.	Semarang timur	770,284	84,961	
3.	Pedurungan	2.072	133,739	
4.	Semarang selatan	848,046	77,813	
5.	Tembalang	3.871,765	99,651	
6.	Semarang utara	1.175,275	122,744	
	Jumlah	9.263,7	581,337	62
Keterangan				Kelas I

Sumber : Semarang Dalam Angka 1997 – 2001

### c. Lokasi penelitian Jepara

Kota Jepara (lihat kembali Gambar 5) mewakili daerah dengan tingkat pencemaran rendah memiliki letak geografis sebelah Utara pada letak lintang 5°43'30"LS dengan batas wilayah laut Jawa, sebelah Selatan pada letak lintang 6°47'44"LS dengan batas wilayah Kabupaten Demak, sebelah Barat pada letak lintang 110°23'20"BT dengan batas wilayah laut Jawa dan sebelah Timur pada letak lintang 111°09'35"BT dengan batas wilayah Kabupaten Kudus dan Pati.

Luas wilayah kota Jepara tercatat 100.413,2 ha yang terdiri dari 14 wilayah kecamatan. Luas yang ada terdiri dari tanah sawah 26.415,392 ha terdiri dari sawah pengairan teknis, setengah teknis, tadah hujan, pasang surut, dan lain sebagainya dan 73.997,797 ha berupa tanah kering meliputi tanah untuk bangunan, tegalan, padang rumput, rawa, tambak, hutan negara, perkebunan dan lain sebagainya. Sungai Demaan yang menjadi tempat penelitian melintasi beberapa wilayah kecamatan yaitu :

**Tabel 4.3.** Jumlah penduduk daerah penelitian di Jepara

No.	Kecamatan	Luas (ha)	Jumlah penduduk (ribu jiwa)	Tingkat kepadatan penduduk (jiwa/ha)
1.	Batealit	8.887,9	68,370	
2.	Tahunan	3.890,6	83,026	
3.	Jepara	2.466,7	67,859	
	Jumlah	15.245,2	219,255	14
Keterangan				Kelas III

Sumber : Jepara Dalam Angka 1997 – 2001

#### 4.2. Tabel hasil pengukuran

Hasil pengukuran lapangan dan laboratorium selengkapnya dari beberapa parameter kualitas air di lingkungan perairan sungai, muara dan laut pada Perairan pantai Jakarta, Semarang, dan Jepara dapat dilihat pada Tabel 4.4; Tabel 4.5; dan Tabel 4.6 berikut ini :



Posisi												
Lintang(°)	6°59' 50"	6°56'0 5"	6°55 '55"	6°55 '57"	6°55 '42"	6°55 '35"	6°55 '21"	6°55 '07"	6°55 '08"	6°54 '33"	6°55 '07"	6°53 '52"
Bujur(°)	110°26' 21"	110°26 '41"	110° 26'4	110° 26'3	110° 26'1	110° 26'4	110° 26'1	110° 25'2	110° 26'4	110° 25'2	110° 25'1	110° 25'4
Dalam(m)	<1	0,6	1,5	2	4	6	6	8	7	7,5	9	10

Sumber : Data primer, 2003.

**Tabel 4.6.** Hasil pengukuran parameter kualitas air di lingkungan Perairan pantai Jepara

Para meter	Su ngai	Muara	Stasion pengambilan cuplikan air di perairan laut									
			L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	K
<b>Fisika</b>												
Suhu(°C)	29,0	25,1	26,1	26,9	27,1	26,6	26,9	27	27	27	26,9	27,1
pH	6,5	7,3	7,6	7,8	7,8	7,7	7,8	7,8	7,7	7,8	7,8	7,7
Keruh(NTU)	-	55,3	4,3	2,7	0	2	2	0	1,7	0	0	1
Salinitas(‰)	-	27,5	32,3	31,6	31,9	32,1	31,9	31,9	32,1	31,9	31,9	32
TSS(mg/L)	2,0	4	2	2	2	2	1	0	1	1	2	2
<b>Organik</b>												
DO(mg/L)	6,9	0,5	1,7	5,8	5,7	2	4,2	5,8	2,4	3,7	5,7	3
BOD(mg/L)	57	81	106	108	99,5	73	73	73	94	89	78	86
COD(mg/L)	226	210	339	218	185,5	275	274	274	274	339	202	202
Deterjen(mg/L)	0,16	0,26	0,32	0,36	0,5	0,55	0,32	0,33	0,38	0,33	0,47	0,47
<b>Biologi</b>												
Fecal Coliform	20000	4000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Coliform	28000	4000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Posisi</b>												
Lintang(°)	6°35' 56"	6°35'5 0"	6°35 '42"	6°35 '45"	6°35 '57"	6°35 '27"	6°35 '47"	6°36 '23"	6°35 '12"	6°35 '31"	6°36 '42"	6°34 '53"
Bujur(°)	110°39' 51"	110°39 '14"	110° 39'0	110° 38'3	110° 38'4	110° 38'4	110° 38'0	110° 38'2	110° 38'1	110° 37'3	110° 38'0	110° 37'4
Dalam(m)	<1	1	2	5	4,5	2,5	8	6	9	9,5	6	11

Sumber : Data primer, 2003.

### 4.3. Analisis Hasil Penelitian

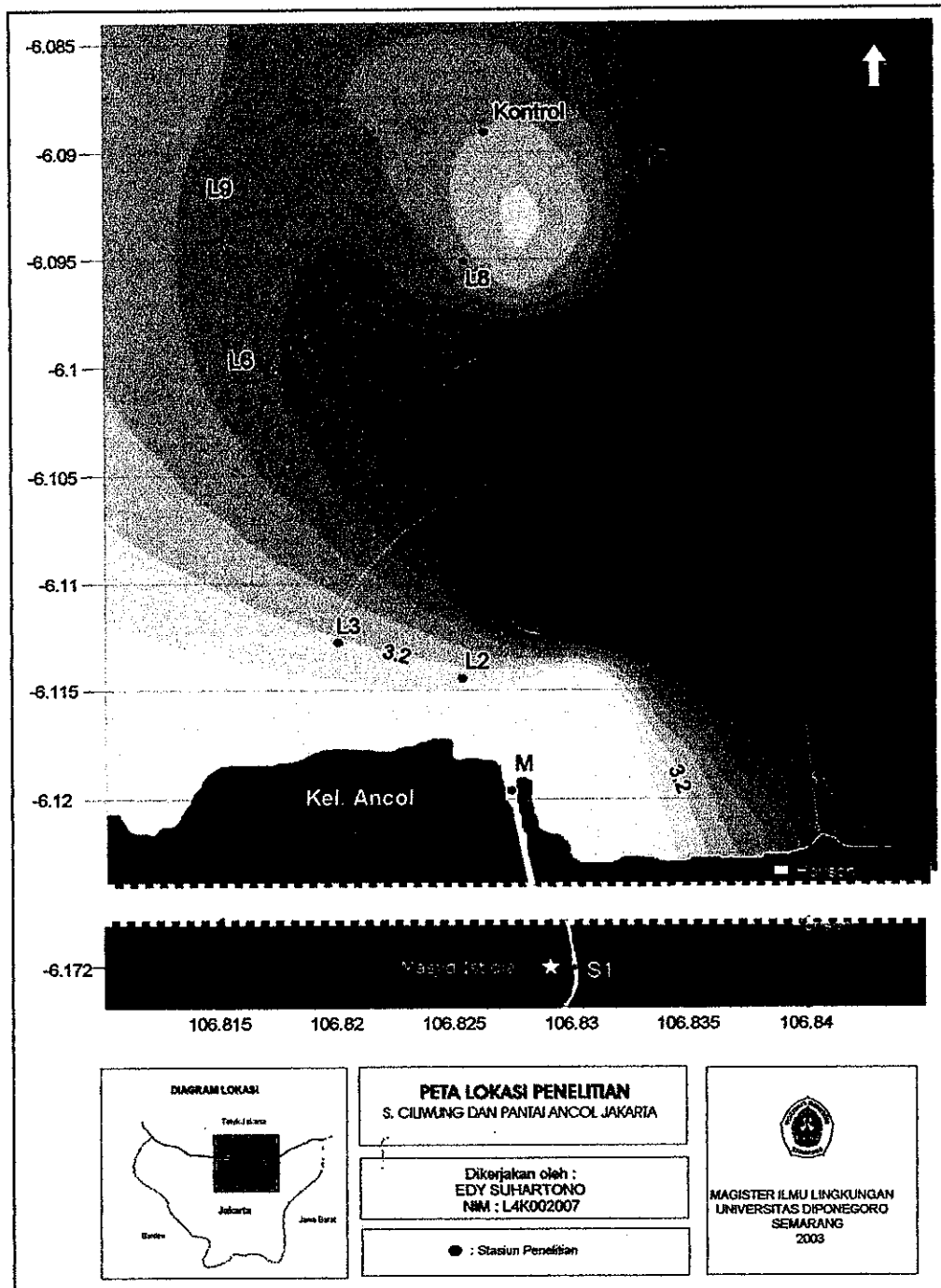
a. Sebaran nilai konsentrasi DO, BOD, dan COD Perairan pantai Jakarta

1). Sebaran nilai konsentrasi DO (mg/L).

Sebaran nilai konsentrasi DO di perairan pantai Jakarta (Gambar 6) dan (Tabel

4.7),

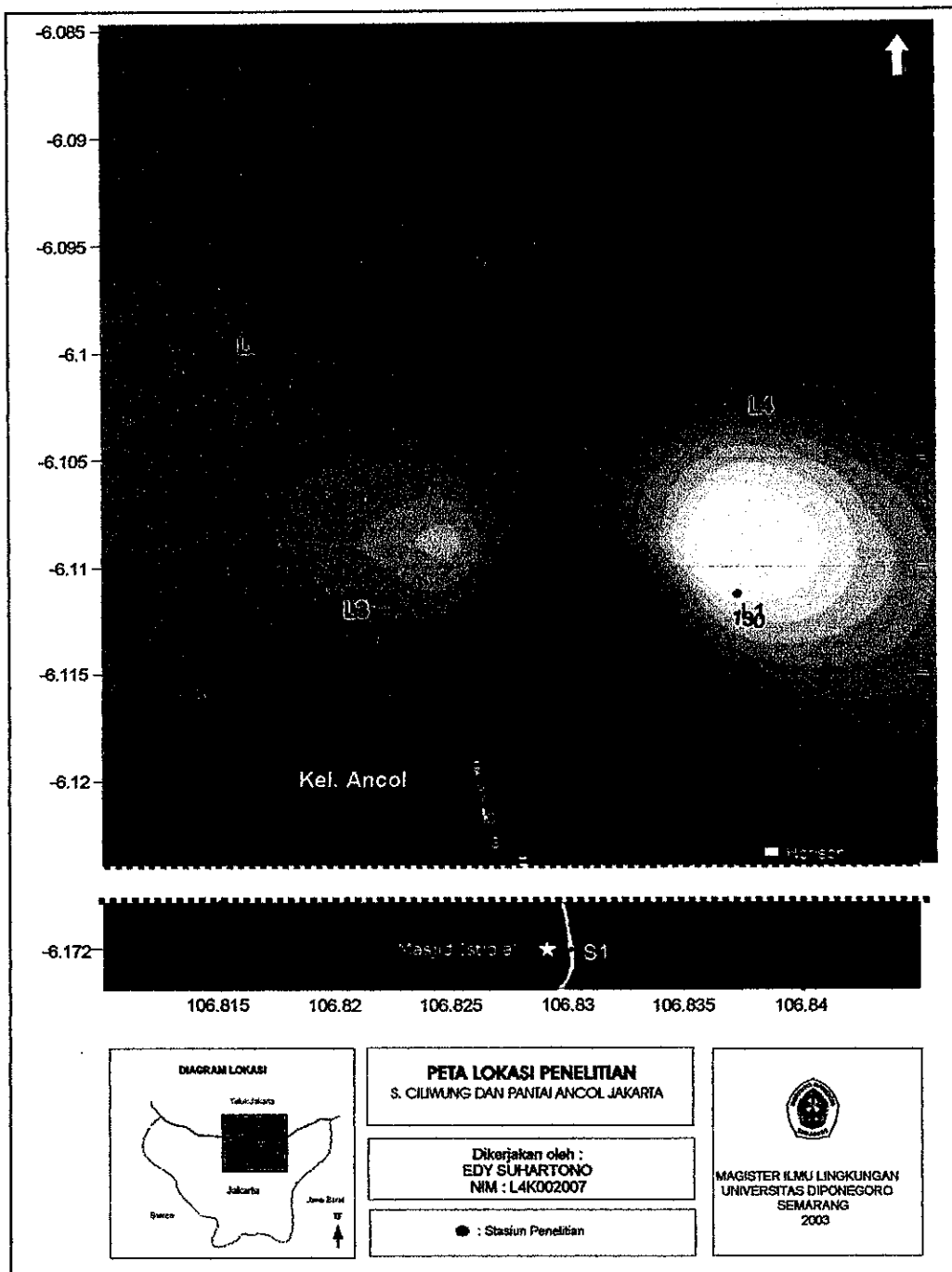
marina yang relatif tertutup atau semi tertutup dan mengakibatkan nilai konsentrasi DO di perairan muara 2,3 mg/L (dibawah baku mutu perairan untuk budidaya perikanan dan biota laut), kemudian nilai rata-rata konsentrasi DO pada stasion disebelah kanan muara adalah 5,8 mg/L (sesuai baku mutu perairan untuk budidaya perikanan dan biota laut), dan nilai rata-rata konsentrasi DO pada stasion disebelah kiri muara adalah 4,0 mg/L (batas minimal dari baku mutu perairan untuk budidaya perikanan dan biota laut), dan nilai rata-rata konsentrasi DO pada stasion didepan muara adalah 4,3 mg/L (sesuai baku mutu perairan untuk budidaya perikanan dan biota laut), hal ini menginformasikan bahwa kecuali titik stasion muara, L8, L9, dan kontrol (nilai konsentrasi DO nya tidak memenuhi baku mutu), ditinjau dari nilai konsentrasi DO perairan ini masih layak untuk budidaya perikanan dan biota laut. Nilai konsentrasi DO pada arah kiri dari muara mempunyai nilai konsentrasi lebih kecil daripada arah lainnya, hal ini menginformasikan bahwa arah kiri dari muara Ciliwung ada sumber limbah lain, sehingga mengakibatkan penambahan volume limbah dan menyebabkan nilai konsentrasi DO menjadi lebih rendah.



Gambar 6. Sebaran DO di Perairan Pantai Jakarta

2).Sebaran nilai konsentrasi BOD (mg/L).

Sebaran nilai konsentrasi BOD di perairan pantai Jakarta (Gambar 7) dan (Tabel 4.7), menggambarkan bahwa limbah domestik terakumulasi di muara pantai marina yang relatif tertutup atau semi tertutup dan mengakibatkan nilai konsentrasi BOD di perairan muara 205 mg/L (menyimpang dari baku mutu perairan untuk budidaya perikanan dan biota laut), kemudian nilai rata-rata konsentrasi BOD pada stasion disebelah kanan muara adalah 152,5 mg/L (menyimpang dari baku mutu perairan untuk budidaya perikanan dan biota laut), dan nilai rata-rata konsentrasi BOD pada stasion disebelah kiri muara adalah 144,7 mg/L (menyimpang dari baku mutu perairan untuk budidaya perikanan dan biota laut), dan nilai rata-rata konsentrasi BOD pada stasion didepan muara adalah 170,8 mg/L (menyimpang dari baku mutu perairan untuk budidaya perikanan dan biota laut), hal ini menginformasikan bahwa perlu dilakukan pengendalian kualitas perairan sehingga nilai konsentrasi menjadi kurang dari 45,0 mg/L (sesuai baku mutu perairan untuk budidaya perikanan dan biota laut). Nilai konsentrasi BOD semua titik stasion mempunyai nilai konsentrasi yang tinggi, hal ini menginformasikan bahwa di perairan ini kandungan bahan organik tinggi, sehingga dapat mengganggu kegiatan budidaya perikanan dan biota laut.

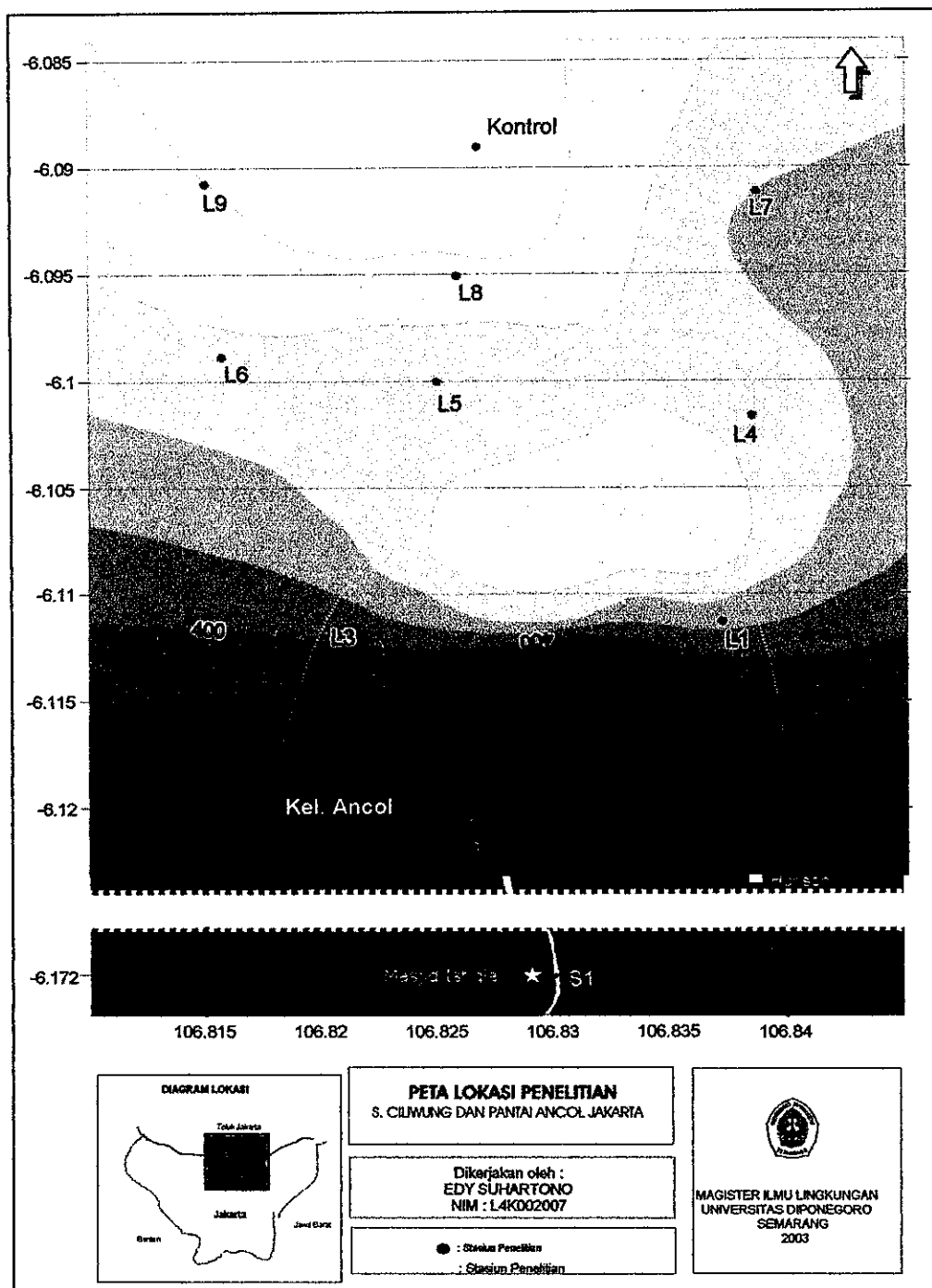


Gambar 7. Sebaran BOD di Perairan Pantai Jakarta



3). Sebaran nilai konsentrasi COD (mg/L).

Sebaran nilai konsentrasi COD di perairan pantai Jakarta (Gambar 8) dan (Tabel 4.7), menggambarkan bahwa limbah domestik terakumulasi di muara pantai marina yang relatif tertutup atau semi tertutup dan mengakibatkan nilai konsentrasi COD di perairan muara 748 mg/L (menyimpang dari baku mutu perairan untuk budidaya perikanan dan biota laut), kemudian nilai rata-rata konsentrasi COD pada stasion disebelah kanan muara adalah 265,3 mg/L (menyimpang dari baku mutu perairan untuk budidaya perikanan dan biota laut), dan nilai rata-rata konsentrasi COD pada stasion disebelah kiri muara adalah 231,7 mg/L (menyimpang dari baku mutu perairan untuk budidaya perikanan dan biota laut), dan nilai rata-rata konsentrasi COD pada stasion didepan muara adalah 241,7 mg/L (menyimpang dari baku mutu perairan untuk budidaya perikanan dan biota laut), hal ini menginformasikan bahwa perlu dilakukan pengendalian kualitas perairan sehingga nilai konsentrasi menjadi kurang dari 80,0 mg/L (sesuai baku mutu perairan untuk budidaya perikanan dan biota laut). Nilai konsentrasi COD di semua titik stasion mempunyai nilai konsentrasi yang tinggi, hal ini menginformasikan bahwa di perairan ini kandungan bahan organik tinggi, sehingga dapat mengganggu kegiatan budidaya perikanan dan biota laut.



Gambar 8. Sebaran COD di Perairan Pantai Jakarta

b. Sebaran DO, BOD, dan COD di Perairan pantai Semarang

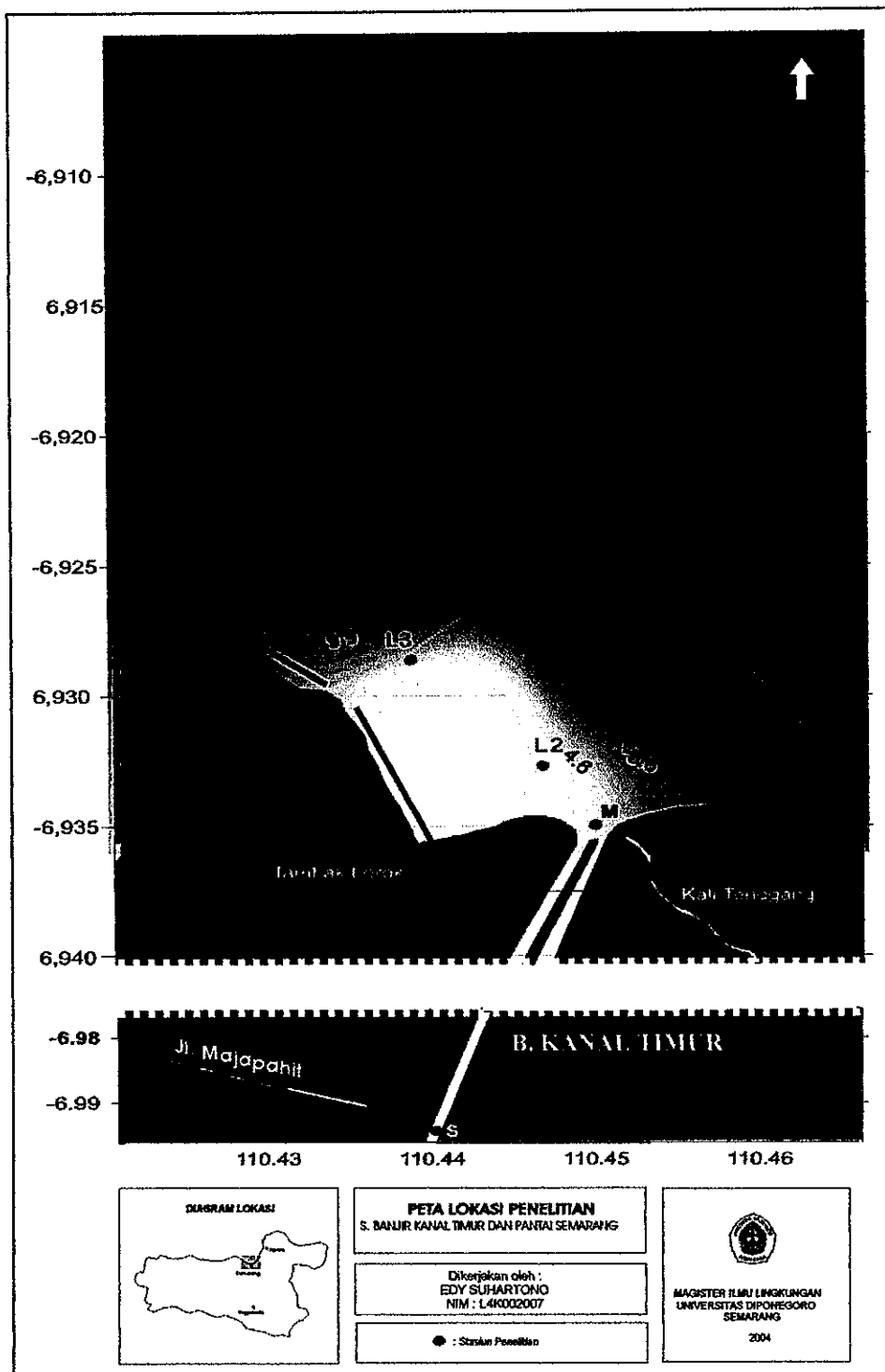
**Tabel 4.8.** Sebaran DO, BOD, dan COD di perairan pantai Semarang

parameter	stasiun Muara	Kiri Muara			Depan Muara			Kanan Muara			kontrol
		L3	L6	L9	L2	L5	L8	L1	L4	L7	
DO (mg/L)	4,4	3,4	7,7	8,0	4,3	7,7	7,0	6,3	7,7	6,5	7,3
BOD (mg/L)	45	40	66	47,5	58	68	37	42	40	79	45
COD (mg/L)	236,5	150	110	150	386	110	142	220,5	110	142	142
kedalaman (m)	0,6	2	8	9	2	6	7,5	1,5	6	7,5	10
dari muara (km)	0	1,13	2,92	3,31	0,43	1,87	3,12	0,78	1,29	3,12	3,7
Kekeruhan	25,3	4,7	1	0,3	18,7	9,3	1,7	35,7	9,3	1,7	0

Sumber: Data primer, 2003

1). Sebaran nilai konsentrasi DO (mg/L).

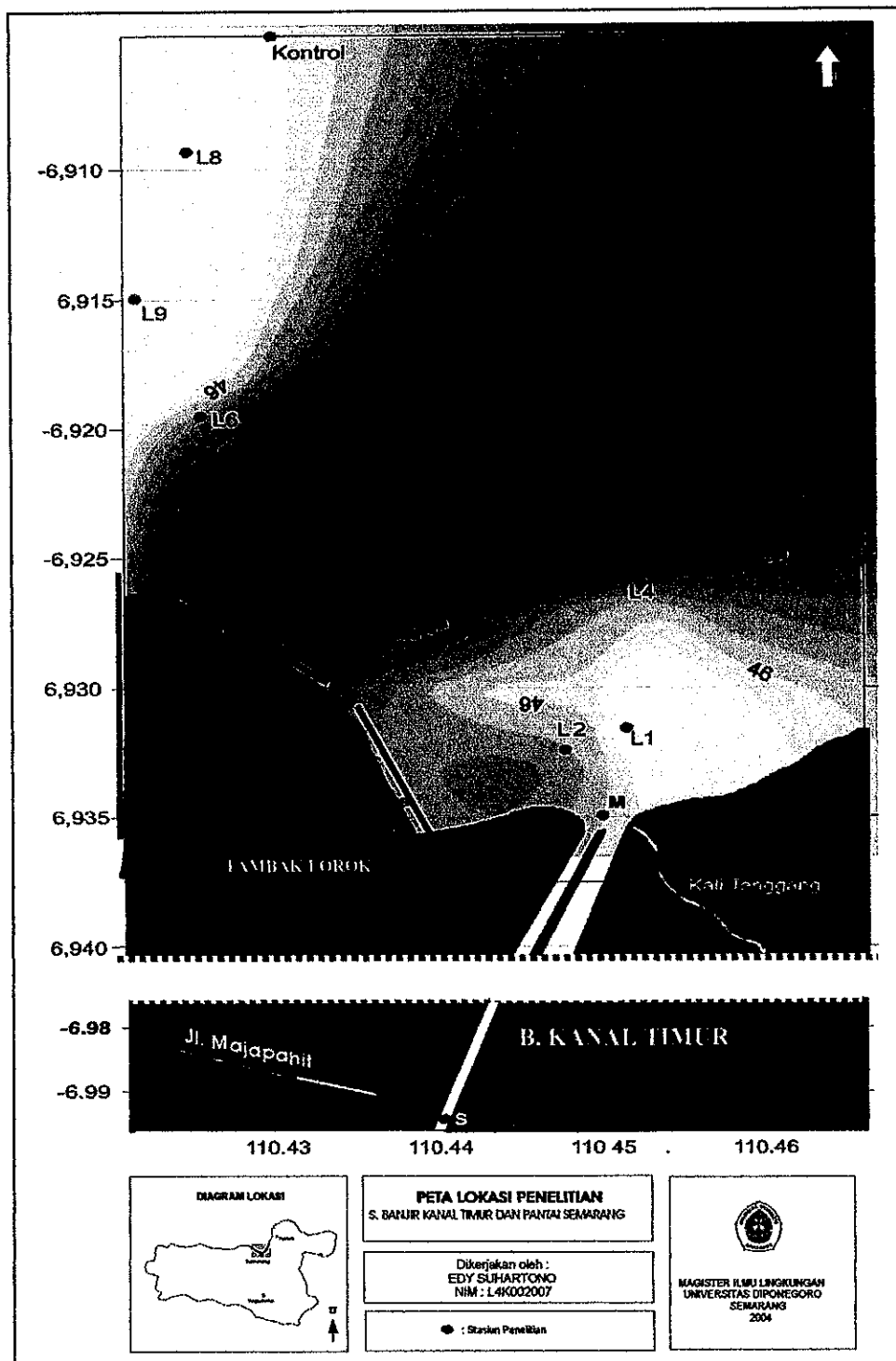
Sebaran nilai konsentrasi DO di perairan pantai Semarang (Gambar 9) dan (Tabel 4.8), menggambarkan bahwa limbah domestik terakumulasi di muara Banjir Kanal Timur yang relatif terbuka mengakibatkan nilai konsentrasi DO di perairan muara 4,4 mg/L, kemudian nilai rata-rata konsentrasi DO pada stasiun disebelah kanan muara adalah 6,8 mg/L, dan nilai rata-rata konsentrasi DO pada stasiun disebelah kiri muara adalah 6,4 mg/L, dan nilai rata-rata konsentrasi DO pada stasiun didepan muara adalah 6,3 mg/L, Nilai DO yang tinggi ini juga harus diwaspadai, sebab DO merupakan fungsi dari suhu dan salinitas dan untuk perairan laut Semarang ini DO maksimum pada suhu 29°C dan salinitas 30‰ adalah 6,50 mg/L (Metcalf & Eddy, 2003). Hal ini mengindikasikan bahwa di perairan laut Semarang terdapat banyak plankton yang mana dalam jumlah tertentu telah dapat mengganggu kehidupan ikan, sehingga perairan ini perlu diwaspadai apabila akan digunakan untuk kegiatan budidaya perikanan dan biota laut.



Gambar 9. Sebaran DO di Perairan Pantai Semarang

2).Sebaran nilai konsentrasi BOD (mg/L).

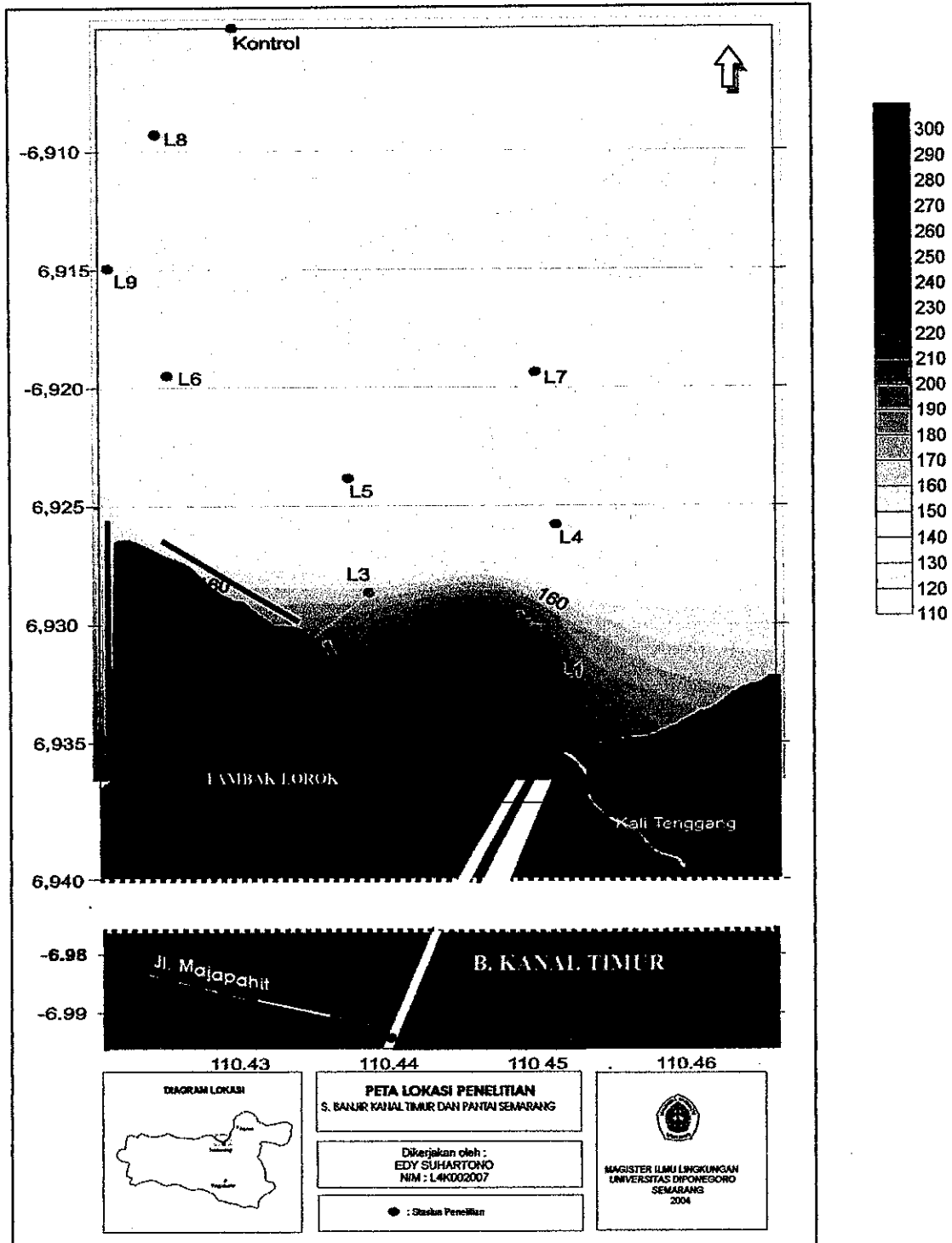
Sebaran nilai konsentrasi BOD di perairan pantai Semarang (Gambar 10) dan (Tabel 4.8), menggambarkan bahwa limbah domestik terakumulasi di muara pantai Banjirkanal Timur yang relatif terbuka mengakibatkan nilai konsentrasi BOD di perairan muara 45,0 mg/L (batas minimal dari baku mutu perairan untuk budidaya perikanan dan biota laut), kemudian nilai rata-rata konsentrasi BOD pada stasion disebelah kanan muara adalah 53,7 mg/L (menyimpang dari baku mutu perairan untuk budidaya perikanan dan biota laut), dan nilai rata-rata konsentrasi BOD pada stasion disebelah kiri muara adalah 51,2 mg/L (menyimpang dari baku mutu perairan untuk budidaya perikanan dan biota laut), dan nilai rata-rata konsentrasi BOD pada stasion didepan muara adalah 54,3 mg/L (menyimpang dari baku mutu perairan untuk budidaya perikanan dan biota laut), hal ini menginformasikan bahwa masih perlu dilakukan pengendalian kualitas perairan sehingga nilai konsentrasi menjadi kurang dari 45 mg/L (sesuai baku mutu perairan untuk budidaya perikanan dan biota laut). Nilai konsentrasi BOD pada arah kiri dari muara mempunyai nilai konsentrasi yang tidak berbeda dengan arah lainnya, hal ini menginformasikan bahwa di perairan ini kandungan bahan organik masih cukup tinggi, sehingga dapat mengganggu kegiatan budidaya perikanan dan biota laut.



Gambar 10. Sebaran BOD di Perairan Pantai Semarang

### 3).Sebaran nilai konsentrasi COD (mg/L).

Sebaran nilai konsentrasi COD di perairan pantai Semarang (Gambar 11) dan (Tabel 4.8), menggambarkan bahwa limbah domestik terakumulasi di muara Banjirkanal Timur yang relatif terbuka mengakibatkan nilai konsentrasi COD di perairan muara 236,5 mg/L (menyimpang dari baku mutu perairan untuk budidaya perikanan dan biota laut), kemudian nilai rata-rata konsentrasi COD pada stasion disebelah kanan muara adalah 157,5 mg/L (menyimpang dari baku mutu perairan untuk budidaya perikanan dan biota laut), dan nilai rata-rata konsentrasi COD pada stasion disebelah kiri muara adalah 136,7 mg/L (menyimpang dari baku mutu perairan untuk budidaya perikanan dan biota laut), dan nilai rata-rata konsentrasi COD pada stasion didepan muara adalah 212,7 mg/L (menyimpang dari baku mutu perairan untuk budidaya perikanan dan biota laut), hal ini menginformasikan bahwa perlu dilakukan pengendalian kualitas perairan sehingga nilai konsentrasi menjadi kurang dari 80,0 mg/L (sesuai baku mutu perairan untuk budidaya perikanan dan biota laut). Nilai konsentrasi COD pada arah kiri dari muara mempunyai nilai konsentrasi yang tidak berbeda dengan arah lainnya, hal ini menginformasikan bahwa di perairan ini kandungan bahan organik tinggi, sehingga dapat mengganggu kegiatan budidaya perikanan dan biota laut.



Gambar 11. Sebaran COD di Perairan Pantai Semarang



## c. Sebaran DO, BOD, dan COD di Perairan pantai Jepara

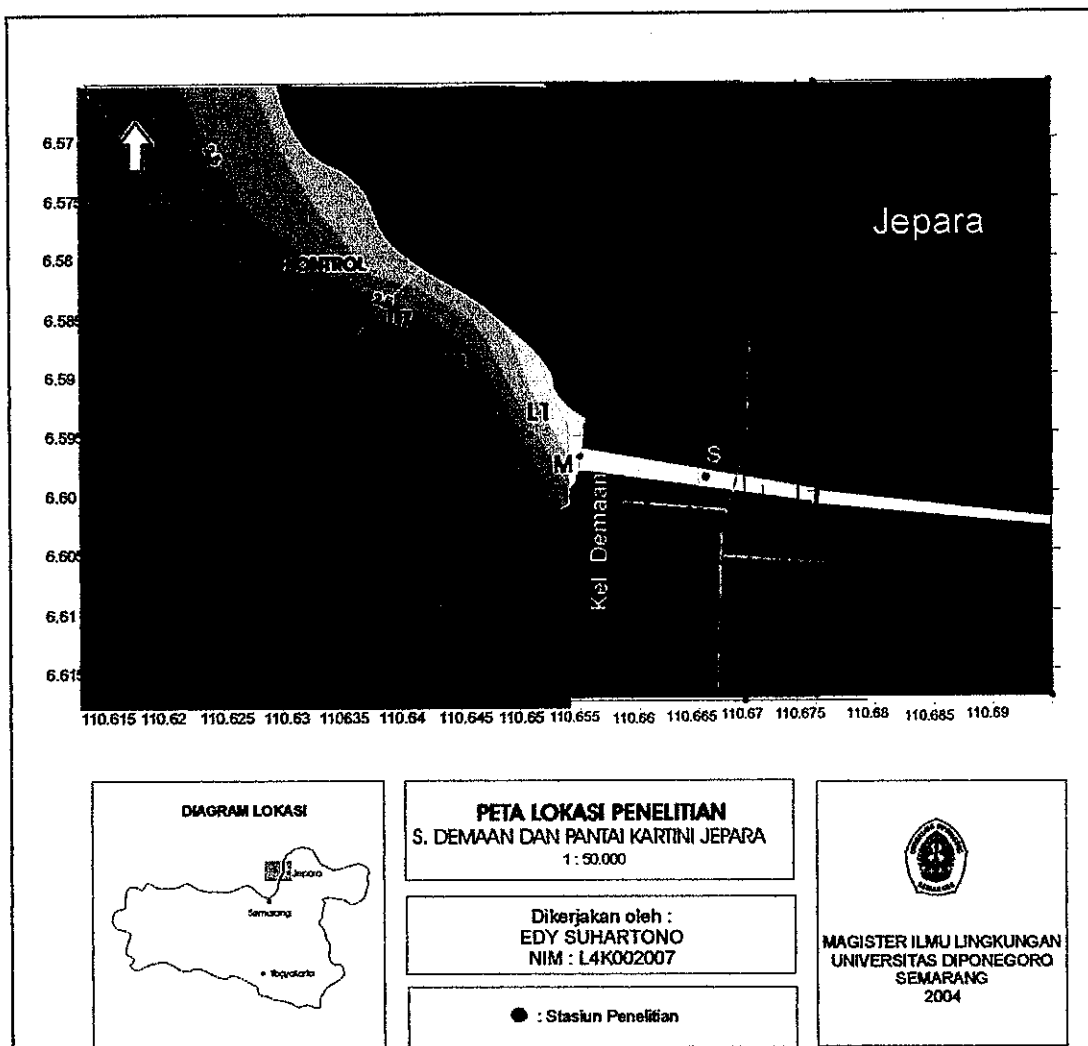
Tabel 4.9. Sebaran DO, BOD, dan COD di perairan pantai Jepara

parameter	stasiun	Muara	Kiri Muara			Depan Muara			Kanan Muara			kontrol
			L3	L6	L9	L2	L5	L8	L1	L4	L7	
DO (mg/L)		0,5	5,7	5,8	5,7	5,8	4,2	3,7	1,7	2	2,4	3
BOD (mg/L)		81	99,5	73	78	108	73	89	106	73	94	86
COD (mg/L)		210	185,5	274	202	339	274	339	339	275	274	202
kedalaman (m)		1	4,5	6	11	2	8	9,5	2	2,5	9	11
dari muara (km)		0	0,76	1,56	2,15	0,45	1,88	2,36	0,45	1,11	1,81	2,5
Kekeruhan		55,3	0	0	0	4,3	2	0	4,3	2	1,7	1

Sumber: Data primer, 2003

## 1). Sebaran nilai konsentrasi DO (mg/L).

Sebaran nilai konsentrasi DO di perairan pantai Jepara (Gambar 12) dan (Tabel 4.9), menggambarkan bahwa limbah domestik terakumulasi di muara Demaan yang relatif dekat dengan Pantai Kartini mengakibatkan nilai konsentrasi DO di perairan muara 0,5 mg/L (dibawah baku mutu perairan untuk budidaya perikanan dan biota laut dan dapat bersifat toksik), kemudian nilai rata-rata konsentrasi DO pada stasion disebelah kanan muara adalah 2,0 mg/L (dibawah baku mutu perairan untuk budidaya perikanan dan biota laut), dan nilai rata-rata konsentrasi DO pada stasion disebelah kiri muara adalah 5,7 mg/L (sesuai baku mutu perairan untuk budidaya perikanan dan biota laut), dan nilai rata-rata konsentrasi DO pada stasion didepan muara adalah 4,6 mg/L (sesuai baku mutu perairan untuk budidaya perikanan dan biota laut), hal ini menginformasikan bahwa kecuali titik stasion muara, L1, L4, L7, L8, dan kontrol (nilai konsentrasi DO nya tidak memenuhi baku mutu), perairan ini masih layak untuk budidaya perikanan dan biota laut. Nilai konsentrasi DO pada arah kanan dari muara dan kontrol mempunyai nilai konsentrasi lebih kecil daripada arah lainnya, hal ini menginformasikan bahwa arah kanan dari muara Demaan ada sumber limbah

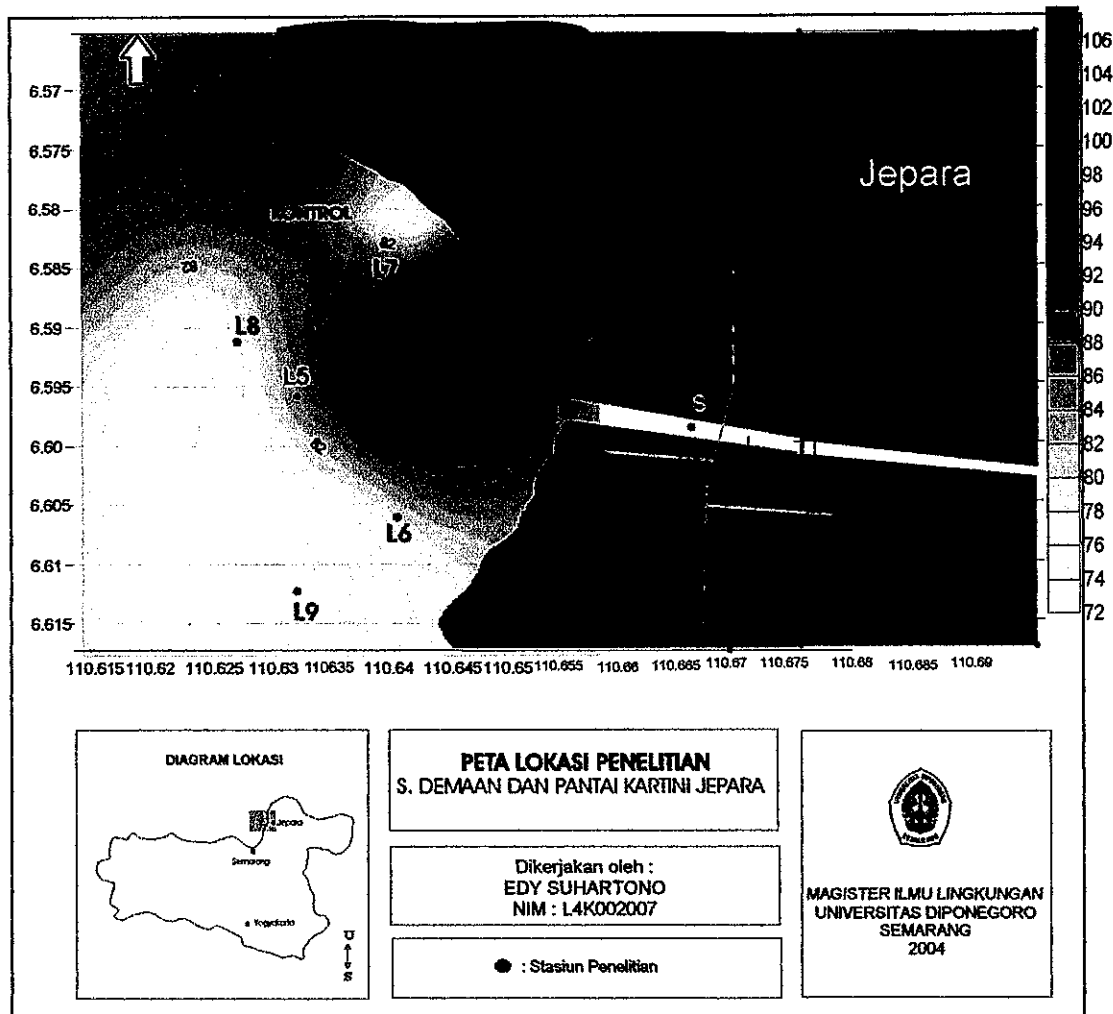


Gambar 12. Sebaran DO di Perairan Pantai Jepara

lain, sehingga mengakibatkan penambahan volume limbah dan menyebabkan nilai konsentrasi DO menjadi lebih rendah.

2).Sebaran nilai konsentrasi BOD (mg/L).

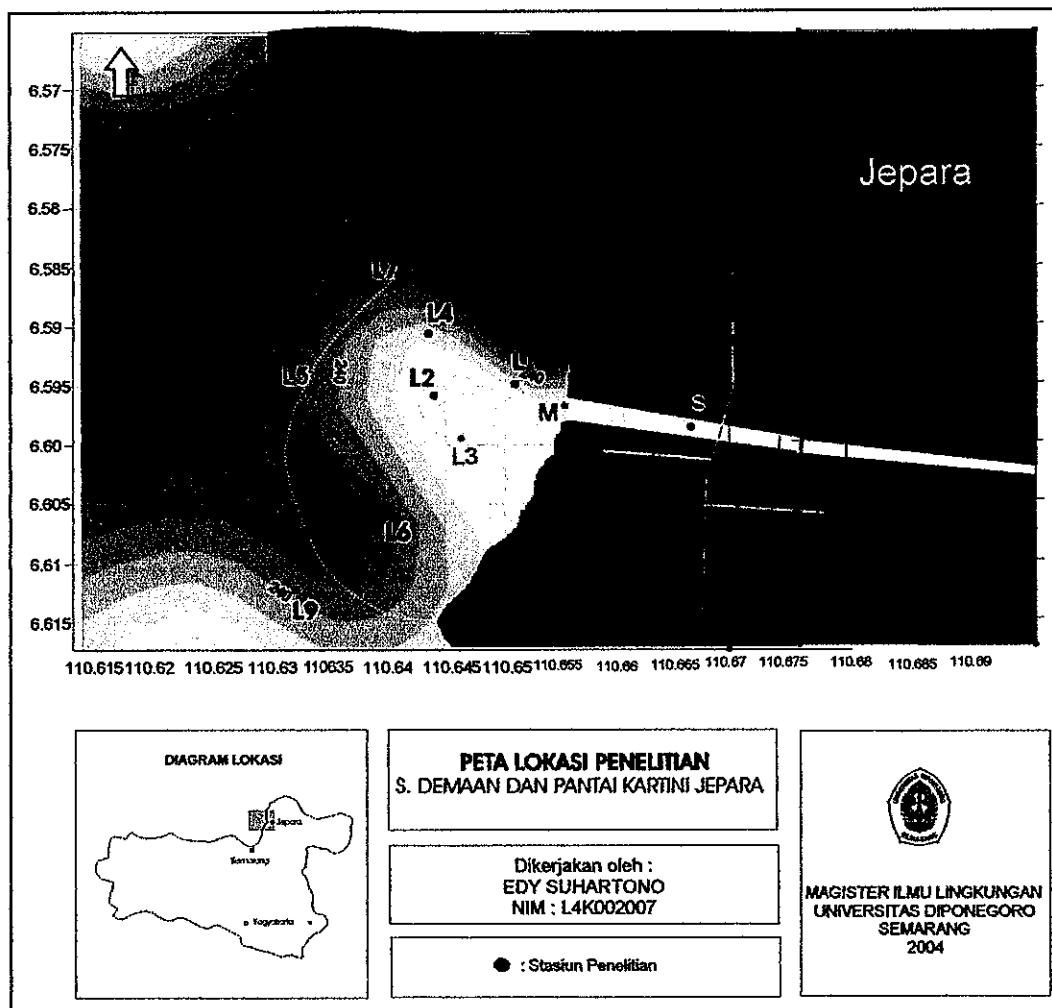
Sebaran nilai konsentrasi BOD di perairan pantai Jepara (Gambar 13) dan (Tabel 4.9), menggambarkan bahwa limbah domestik terakumulasi di muara Demaan yang relatif dekat dengan Pantai Kartini mengakibatkan nilai konsentrasi BOD di perairan muara 81,0 mg/L (menyimpang dari baku mutu perairan untuk budidaya perikanan dan biota laut), kemudian nilai rata-rata konsentrasi BOD pada stasion disebelah kanan muara adalah 91,0 mg/L (menyimpang dari baku mutu perairan untuk budidaya perikanan dan biota laut), dan nilai rata-rata konsentrasi BOD pada stasion disebelah kiri muara adalah 83,5 mg/L (menyimpang dari baku mutu perairan untuk budidaya perikanan dan biota laut), dan nilai rata-rata konsentrasi BOD pada stasion didepan muara adalah 90,0 mg/L (menyimpang dari baku mutu perairan untuk budidaya perikanan dan biota laut), hal ini menginformasikan bahwa perlu dilakukan pengendalian kualitas perairan sehingga nilai konsentrasi menjadi kurang dari 45,0 mg/L (sesuai baku mutu perairan untuk budidaya perikanan dan biota laut). Nilai konsentrasi BOD pada arah kiri dari muara mempunyai nilai konsentrasi yang tidak berbeda dengan arah lainnya, hal ini menginformasikan bahwa di perairan ini kandungan bahan organik tinggi, sehingga dapat mengganggu kegiatan budidaya perikanan dan biota laut.



Gambar 13. Sebaran BOD di Perairan Pantai Jepara.

### 3).Sebaran nilai konsentrasi COD (mg/L).

Sebaran nilai konsentrasi COD di perairan pantai Jepara (Gambar 14) dan (Tabel 4.9), menggambarkan bahwa limbah domestik terakumulasi di muara Demaan yang relatif dekat dengan Pantai Kartini mengakibatkan nilai konsentrasi COD di perairan muara 210,0 mg/L (menyimpang dari baku mutu perairan untuk budidaya perikanan dan biota laut), kemudian nilai rata-rata konsentrasi COD pada stasion disebelah kanan muara adalah 296,0 mg/L (menyimpang dari baku mutu perairan untuk budidaya perikanan dan biota laut), dan nilai rata-rata konsentrasi COD pada stasion disebelah kiri muara adalah 220,0 mg/L (menyimpang dari baku mutu perairan untuk budidaya perikanan dan biota laut), dan nilai rata-rata konsentrasi COD pada stasion didepan muara adalah 277,0 mg/L (menyimpang dari baku mutu perairan untuk budidaya perikanan dan biota laut), hal ini menginformasikan bahwa perlu dilakukan pengendalian kualitas perairan sehingga nilai konsentrasi menjadi kurang dari 80,0 mg/L (sesuai baku mutu perairan untuk budidaya perikanan dan biota laut). Nilai konsentrasi COD pada arah kiri dari muara mempunyai nilai konsentrasi yang tidak berbeda dengan arah lainnya, hal ini menginformasikan bahwa di perairan ini kandungan bahan organik tinggi, sehingga dapat mengganggu kegiatan budidaya perikanan dan biota laut.



Gambar 14. Sebaran COD di Perairan Pantai Jepara

d. Hasil Perhitungan nilai Indeks Pencemaran Perairan Pantai

Perhitungan Indeks Pencemaran di lingkungan perairan sungai, muara, dan laut (Lampiran 4a) pada Perairan pantai Jakarta, Semarang, dan Jepara ditunjukkan oleh Tabel 4.10. sebagai berikut:

**Tabel 4.10.** Hasil perhitungan Indeks Pencemaran

Kota Sta Sion	Jakarta	Semarang	Jepara
Sungai	9,54	8,19	8,16
Muara	10,54	5,26	5,35
L1	2,31	2,32	3,05
L2	3,0	3,19	2,33
L3	2,51	1,75	2,07
L4	2,68	1,24	2,71
L5	2,95	1,39	2,66
L6	2,73	1,36	2,66
L7	3,31	1,67	2,72
L8	2,66	1,63	3,03
L9	2,65	1,72	2,2
kontrol	2,74	1,63	2,24

Sumber : hasil perhitungan IP, 2003.

1). Kondisi kualitas Perairan Sungai Ciliwung, Sungai Banjir Kanal Timur, dan Sungai Demaan.

Jika dibandingkan dengan baku mutu sungai kelas III (PPRI No. 82/2001, Lampiran 1) untuk fungsi pembudidayaan ikan air tawar, air minum bagi peternakan, air untuk mengairi pertanian, maka nilai IP Sungai Ciliwung adalah 9,54 (tercemar sedang), nilai IP Sungai Banjir Kanal timur adalah 8,19 (tercemar sedang), dan nilai IP Sungai Demaan adalah 8,16 (tercemar sedang). Dengan beberapa nilai konsentrasi parameter kualitas perairan sungai menyimpang dari baku mutu (Tabel 4.11) sebagai berikut :

**Tabel 4.11.** Parameter yang menurunkan kualitas perairan sungai.

Parameter	Sungai Ciliwung	B.Kanal Timur	Demaan	Baku Mutu
DO(mg/L)	0,51	1,7	6,9	>3
BOD(mg/L)	24	24	57	6
COD(mg/L)	25	36	226	50
Deterjen(ug/L)	440	610	160	200
F.Coli(jml/100mL)	$2,1 \times 10^4$	$2,0 \times 10^4$	$2,0 \times 10^4$	2000
T.Coli(jml/100mL)	$1,5 \times 10^5$	$2,8 \times 10^4$	$2,8 \times 10^4$	10000

Keterangan : kotak yang diarsir menunjukkan penyimpangan.

Karena parameter kualitas perairan sungai yang diukur berbeda dengan parameter kualitas perairan muara, dan perairan pantai (antara air tawar dan air asin), untuk pengujian hipotesis (dan lihat hasil perhitungan SPSS 11.0, Lampiran 4b), sehingga dapat langsung dibuktikan bahwa tingkat pencemaran akibat limbah domestik di Perairan Sungai Ciliwung lebih tinggi dibandingkan dengan tingkat pencemaran di Perairan Sungai Banjirkanal Timur, dan Sungai Demaan yaitu :

IP Sungai Ciliwung > IP Sungai Banjirkanal Timur > IP Sungai Demaan

$$9,54 > 8,19 > 8,16$$

yang menunjukkan bahwa kondisi ketiga perairan tersebut tercemar sedang, dan kualitas Perairan Sungai Ciliwung lebih buruk (berbeda secara signifikan) daripada Perairan Sungai Banjirkanal Timur, dan Perairan Sungai Demaan terhadap baku mutu sungai kelas III, untuk fungsi pembudidayaan ikan air tawar, air minum bagi peternakan, air untuk mengairi pertanian. Selanjutnya kualitas Perairan Sungai Banjirkanal Timur tidak berbeda secara signifikan dengan kualitas Perairan Sungai Demaan.



2).Kondisi kualitas Perairan Muara Ciliwung, Muara Banjir Kanal Timur, dan Muara Demaan.

Jika dibandingkan dengan baku mutu Perairan untuk budidaya perikanan dan biota laut (SK.Men.KLH No.02/1988, Lampiran 2) untuk fungsi budidaya perikanan dan biota laut, maka nilai IP Muara Ciliwung adalah 10,54 (tercemar berat), nilai IP Muara Banjir Kanal Timur adalah 5,26 (tercemar sedang), dan nilai IP Muara Demaan adalah 5,35 (tercemar sedang). Dengan beberapa nilai konsentrasi parameter kualitas di perairan muara menyimpang dari baku mutu (Tabel 4.12) sebagai berikut :

**Tabel 4.12.** Parameter yang menurunkan kualitas perairan muara

Para meter \ Muara	Ciliwung	B.Kanal Timur	Demaan	Baku Mutu
DO(mg/L)	2,3	4,4	0,5	$\geq 4$
BOD(mg/L)	150	45	81	$\leq 45$
COD(mg/L)	173	236,5	210	$\leq 80$
Deterjen(mg/L)	1,3	0,8	0,26	$\leq 1$
F.Coli(jml/100mL)	$1,1 \times 10^4$	$4,0 \times 10^3$	$4,0 \times 10^3$	1000
T.Coli(jml/100mL)	$2,0 \times 10^4$	$4,0 \times 10^3$	$4,0 \times 10^3$	1000

Keterangan : kotak yang diarsir menunjukkan penyimpangan.

Selanjutnya untuk pengujian hipotesis (dan lihat hasil perhitungan SPSS 11.0, Lampiran 4b), sehingga dapat langsung dibuktikan bahwa tingkat pencemaran akibat limbah domestik di Perairan Muara Ciliwung lebih tinggi dibandingkan dengan tingkat pencemaran di Perairan Muara Banjir Kanal Timur, dan Muara Demaan yaitu :

IP Muara Ciliwung > IP Muara Demaan > IP Muara Banjir Kanal Timur

$$10,54 > 5,35 > 5,26$$

sehingga kualitas Perairan Muara Ciliwung lebih buruk (berbeda secara signifikan) daripada Perairan Muara Demaan, dan Perairan Muara Banjir Kanal Timur untuk baku mutu perairan untuk budidaya perikanan dan biota laut. Selanjutnya kualitas Perairan Muara Banjir Kanal Timur tidak berbeda secara signifikan dengan kualitas Perairan Muara Demaan.

### 3). Kondisi kualitas Perairan laut di Jakarta, Semarang, dan Jepara.

Apabila dibandingkan dengan baku mutu Perairan untuk budidaya perikanan dan biota laut (SK.Men.KLH No.02/1988, Lampiran 2) untuk fungsi budidaya perikanan dan biota laut, Pembuangan limbah domestik melalui sungai mengakibatkan beberapa parameter kualitas Perairan laut Jakarta, Semarang, dan Jepara menyimpang dari baku mutu. Nilai IP perairan laut Jakarta berkisar antara 2,31 sampai dengan 3,31 (tercemar ringan) dengan nilai rerata 2,78 (tercemar ringan), Nilai IP perairan laut Semarang berkisar antara 1,24 sampai dengan 3,19 (tercemar ringan) dengan nilai rerata 1,81 (tercemar ringan), dan Nilai IP perairan laut Jepara berkisar antara 2,07 sampai dengan 3,05 (tercemar ringan) dengan nilai rerata 2,60 (tercemar ringan). Pembuangan limbah domestik melalui sungai mengakibatkan nilai konsentrasi parameter DO, BOD, dan COD pada perairan laut Jakarta, perairan laut Semarang, dan pada perairan laut Jepara menyimpang dari baku mutu. Untuk pengujian hipotesis secara statistik dapat dilakukan uji statistik dengan metode LSD (Samsubar Saleh, 2001) dan dilengkapi juga dengan hasil dari perhitungan metode SPSS 11.0 (Lampiran 4b), untuk menentukan perairan laut mana (Tabel 4.13) yang memiliki perbedaan cukup berarti (*signifikan*) dengan langkah sebagai berikut :

**Tabel 4.13.** Analisis Variansi nilai Indeks Pencemaran perairan laut

Kota Sta	Jakarta	Semarang	Jejara	Jumlah
L1	2,31	2,32	3,05	
L2	3,0	3,19	2,33	
L3	2,51	1,75	2,07	
L4	2,68	1,24	2,71	
L5	2,95	1,39	2,66	
L6	2,73	1,36	2,66	
L7	3,31	1,67	2,72	
L8	2,66	1,63	3,03	
L9	2,65	1,72	2,2	
Rerata	2,78	1,81	2,60	
Jumlah X	24,8	16,27	23,43	64,5
Jumlah X <sup>2</sup>	69,03	32,35	61,93	163,31

Keterangan : n = 9; k = 3; F<sub>tabel</sub> = 3,40 (tabel F dalam Statistik Induktif, Samsubar Saleh, UPP AMP YKPN, Yogyakarta, 2001)

$$SST = \sum X^2 - T^2/n.k$$

$$= 163,31 - 154,08$$

$$= 9,23$$

$$SSC = \sum (T_j)^2/n - T^2/n.k$$

$$= 158,75 - 154,08$$

$$= 4,67$$

$$MSSC = SSC / (kolom - 1)$$

$$= 2,34$$

$$SSE = SST - SSC$$

$$= 4,56$$

$$S^2 = MSSE = SSE / k(n-1)$$

$$= 0,19$$

Langkah 1 :  $H_0$  : IP Jakarta = IP Semarang = IP Jepara

$H_1$  : IP Jakarta  $\neq$  IP Semarang  $\neq$  IP Jepara

Langkah 2 :  $F_{tabel} = F_{\alpha, (k-1), k(n-1)}$

$F_{tabel} = F_{0,05; 2; 24} = 3,40$  (Lampiran 5)

$H_0$  diterima apabila  $F_{hitung} \leq F_{tabel}$

$H_0$  ditolak apabila  $F_{hitung} > F_{tabel}$

Langkah 3 : dari hasil perhitungan  $F_{hitung} = MSSC / MSSE$

$F_{hitung} = 12,32$

Langkah 4 : a.  $F_{hitung} > F_{tabel}$  ini berarti bahwa  $H_0$  ditolak, hal ini menunjukkan bahwa ada perbedaan yang cukup berarti (*signifikan*) dari nilai IP diantara ketiga perairan laut Jakarta, Semarang, dan Jepara.

b. Untuk menguji perairan laut mana yang berbeda, digunakan metode

LSD :  $LSD = t_{\alpha/2; k(n-1)} \sqrt{(2S^2/n)}$

$LSD = 2,064 \times 0,20 = 0,41$

Hasil pengujian hipotesis :

a. Selisih IP Jakarta dengan IP Semarang =  $2,78 - 1,81 = 0,97$

Karena  $0,97 > 0,41$ , hal ini menunjukkan bahwa ada perbedaan yang cukup berarti (*signifikan*) antara IP perairan laut Jakarta dengan IP perairan laut Semarang, sehingga kualitas Perairan laut Jakarta lebih buruk daripada Perairan laut Semarang untuk baku mutu perairan untuk budidaya perikanan dan biota laut.

b. Selisih IP Jepara dengan IP Semarang =  $2,60 - 1,81 = 0,79$

Karena  $0,79 > 0,41$  hal ini menunjukkan bahwa ada perbedaan yang cukup berarti (*signifikan*) antara IP perairan laut Jepara dengan IP perairan laut Semarang, sehingga kualitas Perairan laut Jepara lebih buruk daripada Perairan laut Semarang untuk baku mutu perairan untuk budidaya perikanan dan biota laut.

c. Selisih IP Jakarta dengan IP Jepara =  $2,78 - 2,60 = 0,18$

Karena  $0,18 < 0,41$ , hal ini menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang cukup berarti (*signifikan*) antara IP Perairan laut Jakarta dengan IP Perairan laut Jepara, sehingga kualitas Perairan laut Jakarta tidak lebih buruk daripada Perairan laut Jepara untuk baku mutu perairan untuk budidaya perikanan dan biota laut.

e. Kondisi kualitas perairan pantai berdasarkan jarak dari muara ke arah laut

Untuk mengetahui dan sekaligus membuktikan hipotesis bahwa kondisi kualitas perairan pantai (nilai IP semakin menurun) dari muara ke arah laut, dari hasil perhitungan dengan metode SPSS 11.0 (Lampiran 4b), diperoleh informasi bahwa kondisi kualitas perairan di muara, zona A (titik stasion L1, L2, dan L3), zona B (titik stasion L4, L5, dan L6), dan zona C (titik stasion L7, L8, dan L9), serta kontrol di perairan pantai di Jakarta, Semarang, dan Jepara sebagai berikut:

- 1). Tingkat pencemaran di perairan muara lebih tinggi daripada tingkat pencemaran di perairan laut dan kontrol.
- 2). Kondisi kualitas perairan meningkat pada zona A
- 3). Kondisi kualitas perairan tidak berbeda pada zona A, B, C, dan kontrol.

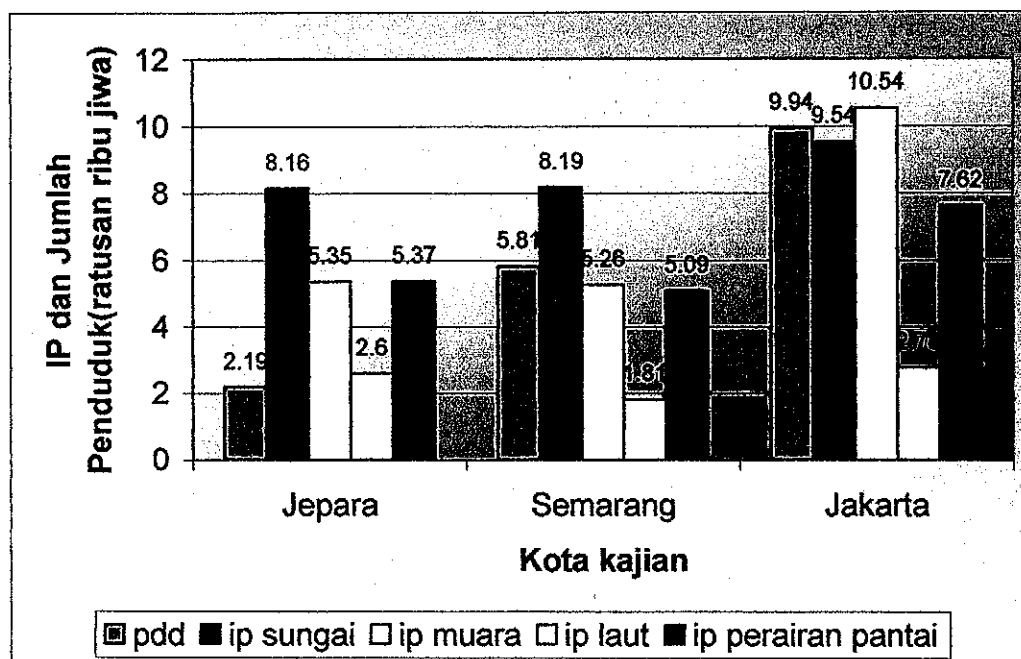
f. Kecenderungan tingkat pencemaran dengan jumlah penduduk

Kecenderungan tingkat pencemaran (nilai indeks pencemaran) perairan pantai dengan jumlah penduduk Jakarta, Semarang, dan Jepara pada lingkungan perairan sungai, perairan muara, dan perairan laut (Gambar 13), berdasarkan Tabel 4.14. sebagai berikut :

**Tabel 4.14.** Tingkat pencemaran dan jumlah penduduk

perairan kota	sungai	muara	laut	Jumlah penduduk wilayah kecamatan yang dilintasi sungai
Jakarta	9,54	10,54	2,78	994.325
Semarang	8,19	5,26	1,81	581.337
Jepara	8,16	5,35	2,60	219.255

Sumber: Data perhitungan IP, 2003



**Gambar .15.** Kecenderungan Tingkat pencemaran dengan jumlah penduduk.

Pada perairan pantai Jakarta, jumlah penduduk yang bermukim di wilayah kecamatan yang dilintasi sungai lebih banyak daripada jumlah penduduk di

Semarang dan Jepara, dan tingkat pencemaran di perairan Sungai Ciliwung, Muara Ciliwung, dan perairan laut Jakarta juga lebih tinggi daripada Sungai dan Muara Banjir Kanal Timur maupun Perairan laut Semarang, dan juga Sungai dan Muara Demaan maupun Perairan laut Jepara, Sementara itu, kecenderungan di Semarang dan Jepara seperti ditunjukkan pada Gambar 15 diatas, disamping debit air di perairan Sungai Banjir Kanal Timur lebih kecil daripada di perairan Sungai Demaan, jumlah penduduk yang bermukim disekitar Sungai juga lebih sedikit daripada di Jepara sehingga penduduk yang membuang langsung limbah domestik ke Sungai Banjir Kanal Timur juga lebih sedikit dibandingkan dengan penduduk yang bermukim dan membuang langsung limbah domestiknya ke Sungai Demaan, sehingga tingkat pencemaran Perairan pantai Jepara tidak berbeda dengan Perairan pantai Semarang, bahkan karena morfologi pantai Semarang dan Jepara berbeda, dimana Pantai Semarang lebih terbuka menghadap lepas ke laut Jawa, sedangkan Pantai kajian di Jepara ini terhalang oleh wilayah Pantai Kartini yang menjulur ke arah Barat, sehingga angin pada monsun ini yang menyebabkan gerakan arus permukaan di Perairan pantai Jepara tidak sebebaskan gerakan arus permukaan di Perairan pantai Semarang.

#### **4.4. Konsep pengendalian kualitas perairan pantai**

Pengendalian kualitas perairan pantai akibat limbah domestik adalah pengendalian pencemaran perairan pantai yang meliputi lingkungan perairan sungai, muara, dan laut akibat limbah domestik, yang merupakan upaya pencegahan dan penanggulangan pencemaran air akibat limbah domestik, serta

pemulihan kualitas air untuk menjamin kualitas air agar sesuai dengan baku mutu air (Peraturan Pemerintah No. 82/2001, SK Menteri No.02/1988), rendahnya nilai konsentrasi DO pada perairan sungai dan muara Ciliwung dapat diakibatkan oleh tingginya kandungan bakteri Coli, deterjen, BOD dan COD pada perairan tersebut, hal ini sama seperti yang terjadi di perairan sungai dan muara Banjirkanal Timur, sedangkan di perairan Sungai dan muara Demaan selain kandungan bakteri Colinya tinggi, nilai konsentrasi COD juga sangat tinggi (2,5 kali lipat diatas baku mutu), sehingga dari sungai sampai perairan laut pun pada masing-masing Perairan pantai, kondisinya hanya membaik secara terbatas pada radius beberapa kilometer dari muara ( terutama pada titik stasion L1, L2, dan L3 pada masing-masing Perairan pantai), dan setelah itu bervariasi hal ini mengindikasikan bahwa limbah domestik sangat dominan langsung dibuang ke sungai dengan frekuensi tinggi dan jumlahnya cukup besar, kenyataan ini yang harus mendapat perhatian. Pengendalian kualitas Perairan pantai Jakarta, karena telah mempunyai stasion tetap untuk pemantauan akan memudahkan untuk mengotrol dan mengendalikan kualitas Perairan pantai, hasil penelitian ini akan dapat membantu sebagai salah satu sumber informasi dan seberapa jauh sebenarnya keefektifan implementasi pemantauan yang telah dilakukan oleh Pemerintah Daerah Propinsi DKI Jakarta selama ini. Pengendalian kualitas Perairan pantai Semarang dan Jepara, khususnya Sungai Banjirkanal Timur dan Sungai Demaan, selama ini belum mempunyai stasion tetap untuk pemantauan, sehingga, hasil penelitian ini akan dapat membantu sebagai salah satu sumber informasi seberapa jauh tindakan yang dilakukan oleh Pemerintah Kota



Semarang, dan Pemerintah Kabupaten Jepara, apabila mengetahui tingkat pencemaran yang telah terjadi saat ini. Langkah awal yang harus dilakukan oleh Pemerintah Kota Semarang dan Pemerintah Jepara adalah menetapkan stasiun pemantauan yang ditindaklanjuti dengan program pemantauan rutin seperti yang telah dilakukan Pemerintah Daerah Propinsi DKI Jakarta. Hasil sebenarnya adalah untuk mendapatkan kualitas air yang sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan. Menurut PP No82/2001 tentang Pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air, ada beberapa hal yang perlu dipedomani oleh para *Stakeholders* dan menjadi tuntunan dalam mengelola air dan mengendalikan pencemaran air yaitu meliputi kegiatan non fisik dan kegiatan fisik (Ryadi Slamet, 1984; Dahuri, dkk, 1996). Selanjutnya untuk bidang rekayasa lingkungan lebih menitikberatkan pada kegiatan fisik yaitu:

a. Pembuatan unit pengolahan air limbah umum

Limbah cair yang berasal dari pemukiman dapat dikumpulkan didalam saluran umum yang terletak di dalam kawasan dan dibawa ketempat pengolahan limbah umum yang berada didalam kawasan untuk diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke sungai. Pengolahan umum mempunyai beberapa keuntungan yaitu: lebih ekonomis, mengurangi fluktuasi, meningkatkan efisiensi pengolahan limbah, dan keuntungan dari tercampurnya limbah yang kaya nutrien dan miskin nutrien, terutama pada pengolahan biologi. Beberapa bahan kimia dan bahan yang mempengaruhi kesehatan (seperti bahan anorganik) bisa saja persisten dan lewat saja tanpa mengalami perubahan, baik didalam *effluent* maupun didalam endapan/lumpur. Bahan-bahan ini akan terakumulasi dalam rantai makanan dan

kembali kepada masyarakat dalam konsentrasi yang berlipat ganda, sehingga perlu pengendalian pada sumbernya, karena sekali bahan-bahan tersebut dibuang, akan sangat sulit diolah dan disingkirkan. Unit pengolahan untuk air limbah domestik menurut Tchobanoglous (1979) dapat digolongkan menjadi dua yaitu sistem *primer* dan *sekunder*.

1). Pengolahan *primer*, adalah unit pengolahan limbah yang bertujuan menghilangkan residu suspensi, minyak dan lemak, menetralkan asam dan basa dan koagulasi kimiawi atau partisipasi bahan-bahan tertentu yang mempengaruhi kesehatan. Unit ini terdiri dari satu atau lebih dari unit-unit dengan urutan dan atau kombinasinya dari unit sebagai berikut: Saringan penghancur, Bak pengendap dan penangkap pasir, Skimer unit pengapung, dan Sistem pengendap dengan atau tanpa bahan kimia.

2). Pengolahan *Sekunder*, digunakan bila residu pencemar air limbah, sesudah pengolahan primer, perlu dihilangkan lagi. Pengolahan sekunder biasanya memakai proses biologi, dimana bahan organik terlarut termasuk yang dapat membahayakan kesehatan, melalui transformasi biokimia dan oksidasi dengan bantuan mikroorganisme. Sistem pengolahan sekunder umumnya meliputi: Proses lumpur aktif, aerasi berkepanjangan atau modifikasinya, Triking filter, Aerasi lagoon mekanis, dan Kolam Stabilisasi. Sistem pengolahan tersebut umumnya secara efektif dapat menghilangkan bahan organik yang dapat mempengaruhi kesehatan. Nitrifikasi dan denitrifikasi digunakan untuk mengurangi dan memperkecil konsentrasi nitrat di dalam air limbah sebelum dibuang ke badan air.

b. Pembuatan sarana dan prasarana pengairan.

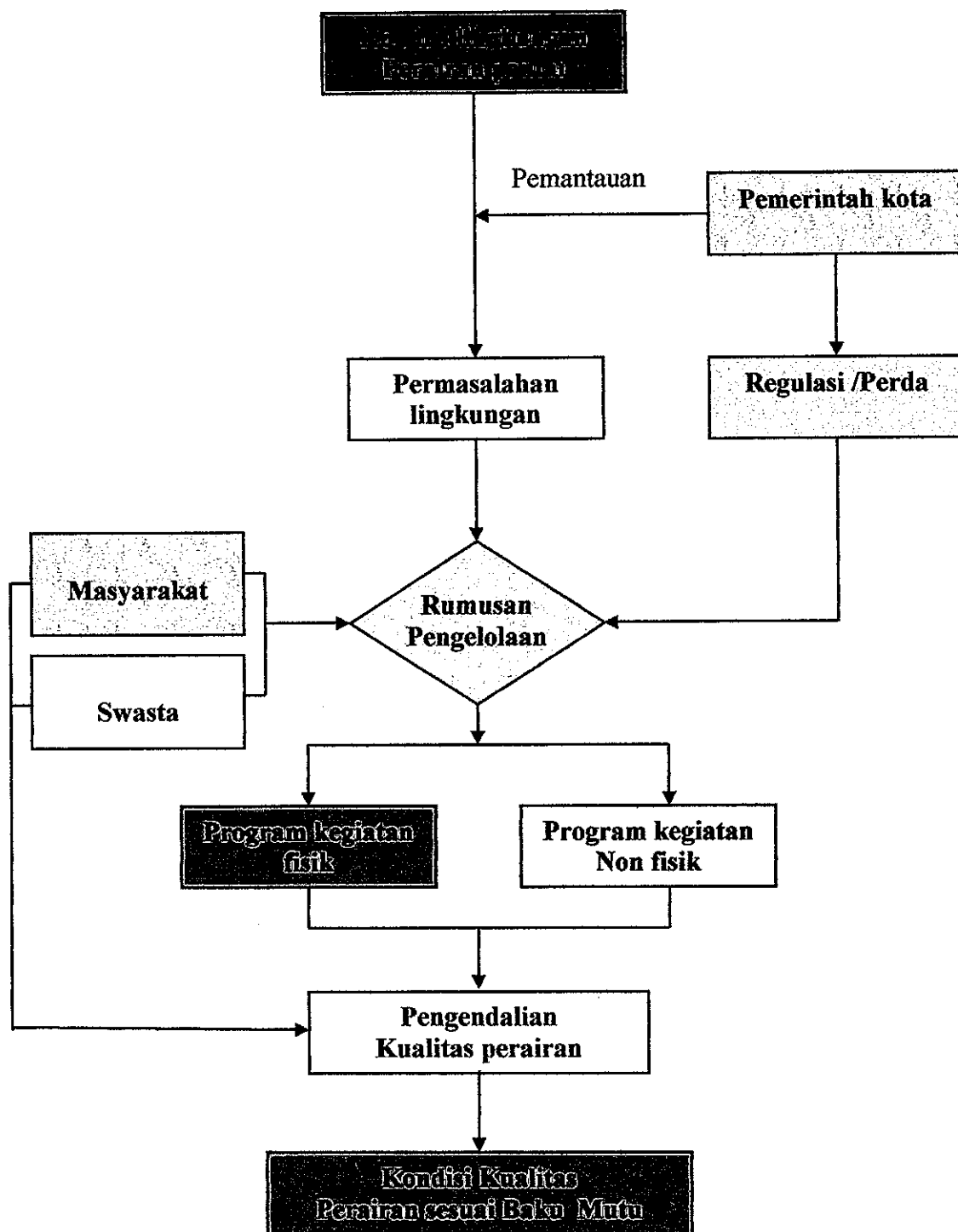
Pembuatan sarana dan prasarana pengairan bertujuan untuk:

- 1). Mempertahankan debit air pada musim kemarau yaitu dengan membangun tempat penyimpanan atau transfer air.
- 2). Melakukan perlindungan terhadap banjir atau rob yaitu dengan membuat bangunan pengendali banjir atau rob.
- 3). Melakukan perlindungan terhadap air tanah yaitu untuk menghindari pengambilan yang semena-mena. Sehingga secara prinsip selalu harus tersedia air yang dibutuhkan dan kapan saja diperlukan.

c. Pembuatan sarana sanitasi.

Pembuatan sarana sanitasi harus berpedoman pada penyusunan rencana induk suatu kota yang meliputi: tata ruang wilayah, proyeksi penduduk dan pertumbuhan ekonomi, neraca air dan hidrologi, beban limbah domestik atau limbah lainnya, kesehatan masyarakat, dan ekosistem air dan lingkungan.

Dari uraian tersebut di atas, tujuan akhir dari pengendalian kualitas perairan pantai adalah diperolehnya kondisi kualitas perairan pantai yang memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan oleh Pemerintah dan dapat digambarkan secara singkat seperti pada diagram alir (Gambar 16) berikut ini,



Gambar16. Diagram alir pengendalian kualitas Perairan pantai

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian kualitas perairan pantai akibat limbah domestik pada monsun Timur yang dilakukan di Jakarta, Semarang, dan Jepara pada lingkungan perairan sungai, muara, dan pantai, dapat disimpulkan bahwa :

- a. Sebaran nilai konsentrasi parameter DO akibat limbah domestik di Perairan pantai Jakarta lebih tinggi di titik stasion sebelah kanan dari muara dengan rata-rata 5,8 mg/L, tetapi di Perairan pantai Semarang nilai konsentrasi DO tersebar merata dengan nilai konsentrasi berkisar antara 6,3 mg/L – 6,8 mg/L, dan di Perairan pantai Jepara, nilai konsentrasi DO lebih tinggi di titik stasion sebelah kiri dari muara dengan rata-rata 5,7 mg/L, kemudian sebaran nilai konsentrasi BOD dan COD pada semua Perairan pantai tersebut tinggi melebihi Baku mutu, hal ini menunjukkan bahwa pada Perairan pantai ketiga kota tersebut terdapat bahan organik yang tinggi, yang dapat mengganggu fungsi perairan untuk pembudidayaan ikan air tawar, dan ikan serta biota laut.
- b. Kualitas Perairan Sungai Ciliwung (tercemar sedang, IP = 9,54) lebih buruk dari pada Perairan Sungai Banjir Kanal Timur (tercemar sedang, IP = 8,19) dan Sungai Demaan (tercemar sedang, IP = 8,16). Perairan Muara Ciliwung (tercemar berat, IP = 10,54) lebih buruk daripada perairan Muara Banjir Kanal Timur (tercemar sedang, IP = 5,26) dan Muara Demaan (tercemar sedang, IP = 5,35). Perairan laut Jakarta (tercemar ringan, IP = 2,78) dan Perairan laut Jepara (tercemar ringan, IP = 2,60) lebih buruk daripada Perairan laut Semarang

(tercemar ringan, IP = 1,81). Selanjutnya secara umum kualitas Perairan pantai Jakarta lebih buruk daripada Perairan pantai Semarang, dan kualitas Perairan pantai Semarang tidak berbeda dengan Perairan pantai Jepara, demikian pula kualitas Perairan pantai Jepara hampir tidak berbeda dengan Perairan pantai Jakarta.

c. Kecenderungan tingkat pencemaran perairan pantai dengan jumlah penduduk yang ditunjukkan pada Perairan pantai Jakarta, Perairan pantai Semarang, dan Perairan pantai Jepara adalah hanya Jumlah penduduk yang langsung membuang limbah domestik ke Perairan pantai yang menyebabkan Tingkat Pencemaran pada Perairan pantai menjadi tinggi.

d. Pengendalian kualitas Perairan pantai di Jakarta yang telah mempunyai stasion tetap pemantauan akan lebih mudah dibandingkan dengan yang belum mempunyai stasion tetap pemantauan seperti di Sungai Banjirkanal Timur Semarang dan Sungai Demaan Jepara, dan pada prinsipnya adalah mengurangi jumlah limbah domestik yang dibuang langsung ke badan air, dan secara rekayasa lingkungan dengan kegiatan fisik.

## **5.2. Saran**

Untuk mendapatkan informasi yang lebih baik tentang kondisi Perairan pantai perlu pemantauan yang berskala periodik terhadap kualitas perairan dengan menetapkan stasion tetap untuk pemantauan yang akan dapat dipakai secara kontinyu seperti yang telah dilakukan oleh Pemerintah Propinsi DKI Jakarta, selanjutnya untuk mendapatkan gambaran jumlah penduduk yang secara

langsung membuang limbah ke Badan air, perlu dilakukan penghitungan secara langsung pada setiap daerah pengaliran sungai mulai dari hulu sampai dengan hilir sehingga akan diperoleh informasi tentang pengaruh atau korelasi antara Jumlah penduduk dan tingkat ketercemaran perairan, selanjutnya dengan penerapan produksi bersih berupa pengelolaan limbah domestik mulai dari sumbernya merupakan alternatif dalam menjaga kelestarian lingkungan perairan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, Simestri Santika, 1984**, *Metode Penelitian Air*, Penerbit Usaha Nasional, Surabaya
- Alloway, B. J. and D. C. Ayres, 1994**, *Chemical Principle of Environmental Pollution*, Blackie Academic & Professional, Glasgow, UK
- Bachtiar, T. 1993**, *Tracing Contaminated Sediment Using Natural Indicators*, Master Thesis, Department of Geology, Mc Master University, Hamilton, Ontario, Canada
- Bachtiar, T, 2002**, *Koprostanol sebagai indikator kontaminasi dan perunut alamiah limbah domestik di perairan pantai Banjir Kanal Timur*, Semarang, Jawa Tengah
- Bappedal Jawa Tengah, 2003**, *Penyusunan Rencana Induk Pengelolaan Lingkungan Hidup SWS Serayu*, Semarang
- Caphra, S. C. 1997**, *Surface Water Quality Modelling*, Mc Graw-Hill, Singapore.
- Dahuri, dkk, 1996**, *Pengelolaan Sumber Daya Pesisir dan Lautan secara Terpadu*, PT Pradnya Paramita, Jakarta
- Djabu. U, dkk, 1990**, *Pedoman Bidang Studi Pembuangan Tinja dan Limbah pada Institusi Pendidikan Sanitasi/Kesehatan Lingkungan*, Departemen Kesehatan RI, Pusat Pendidikan Tenaga Kesehatan, Jakarta
- Droste, Ronald L., 1997**, *Theory and practice of water and wastewater treatment*, John Wiley & Sons, Inc., Canada
- Dyer, K. R. 1990**, *Coastal and Estuarien Sediment Dynamics*, John Wiley & Sons
- Hutabarat, M Evans, 2000**, *Pengantar Oceanografi*, Penerbit UI Press, Jakarta
- Kristanto, Philip, 2002**, *Ekologi Industri*, Penerbit Andi, Yogyakarta
- Metcalf & Eddy, 2003**, *Wastewater Engineering, Treatment and Reuse*, McGraw Hill, New York, USA.
- Nurdijanto, Agus, 2000**, *Kimia Lingkungan*, Yayasan Peduli Lingkungan, Pati Jawa Tengah

UPT-PUSTAK-UNDIP



**Pandey, G. N. and G. C. Carney, 1991, *Environmental Engineering*, Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi**

**Peraturan Pemerintah No.82/2001, *Pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air***

**Ryadi, Slamet, 1984, *Pencemaran Air*, Penerbit Karya Anda, Surabaya**

**Saleh, Samsubar, 2001, *Statistik Induktif*, UPP AMP YKPN, Yogyakarta**

**Sekwilda, Jatim, 1990, *Baku Cara Uji Air dan Air Limbah di Jawa Timur***

**SK Menteri LH No.115/2003, *Pedoman penentuan status mutu air***

**SK Menteri LH No.02/1988, *Baku mutu perairan untuk budidaya perikanan dan Biota laut.***

**Supriharyono, 2002, *Pelestarian dan Pengelolaan Sumber Daya Alam di Wilayah Pesisir Tropis*, Jakarta**

**Tchobanoglous, George, 1979, *Wasterwater Engineering, Treatment, Disposal, Reuse*, McGraw Hill, New York, USA.**

**Undang-undang RI, Nomor 23 tahun 1997, *Tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup***