

**ANALISIS KANDUNGAN LOGAM TIMBAL (Pb), TEMBAGA (Cu) DAN KADMIUM (Cd) DI PERAIRAN PELABUHAN PAOTERE DAN SEKITARNYA**

SKRIPSI

**OLEH :**  
**Suriyanna Rahman**  
**L 111 96028**

PERPUSTAKAAN PUSAT UNIVERSITAS HASANUDDIN	
Tgl. Terima	20-1-03
Asal Dari	Fak. Kelautan
Banyaknya	1 eks.
Marga	Harhal
No. Inventaris	030120.009
No. Kios	



**JURUSAN ILMU KELAUTAN  
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2002**

**ANALISIS KANDUNGAN LOGAM TIMBAL (Pb), TEMBAGA  
(Cu) DAN KADMIUM (Cd) DI PERAIRAN PELABUHAN  
PAOTERA DAN SEKITARNYA**

**SKRIPSI**

*Oleh*

**SURIYANNA RAHMAN**

**96 22 028**

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana Pada Jurusan  
Ilmu Kelautan Universitas Hasanuddin

**JURUSAN ILMU KELAUTAN  
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2002**

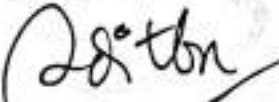
## HALAMAN PENGESAHAN


**Judul** : Analisis Kandungan Logam Timbal (Pb), Tembaga (Cu), dan Kadmium (Cd) Di Perairan Pelabuhan Paotere dan Sekitarnya

**Nama mahasiswa** : Suriyanna Rahman

**Nomor pokok** : L 111 96 028

Skripsi Telah Diperiksa  
dan Disetujui Oleh :

  
Ir. Rahmadi Tambaru, M. Si  
Pembimbing Utama

  
Rastina, ST, M.T.  
Pembimbing Anggota

Diketahui Oleh :

  
Ir. H. Hamzah Sunpsi, M.Si  
Dekan

  
Drs. M. Anshar Amran, M.Si  
Ketua Program Studi

Tanggal Lulus

## RINGKASAN PENELITIAN

**Suriyanna Rahman** (L 111 96 028), Analisis Kandungan Logam Timbal (Pb), Tembaga (Cu) dan Kadmium (Cd) di Pelabuhan Paotere dan Sekitarnya, dibawah bimbingan Bapak Ir. Rahmadi Tambaru M.Si dan Ibu Rastina ST M.T.

---

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kandungan logam Timbal (Pb), Tembaga (Cu) dan Kadmium (Cd) pada kondisi pasang surut dan hubungannya beberapa parameter oseanografi dengan kondisi masing-masing logam berat pada kondisi pasang surut. Diharapkan hasil yang diperoleh dapat memberikan informasi tentang keadaan wilayah tersebut bagi Pemerintah Daerah Kota Makassar dalam melaksanakan penanganan pencemaran lingkungan laut dan untuk penelitian lebih lanjut.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret-Mei 2002 yang berlokasi di perairan Pelabuhan Paotere dan sekitarnya. Analisis sampel dilakukan di Laboratorium Ekotoksikologi Laut, Jurusan Ilmu Kelautan. Analisis dilakukan secara deskriptif yang disajikan dalam bentuk peta dan histogram, kemudian membandingkan dengan kriteria baku mutu air laut yang ditetapkan oleh Menteri Negara Lingkungan Hidup No.02/MENKLH/I/1988. Sedangkan hubungan antara logam Timbal (Pb), Tembaga (Cu) dan Kadmium (Cd) dan kualitas air di analisis secara regresi linier dengan menggunakan bantuan software SPSS 10.0.

Saat perairan pasang, kandungan logam Timbal (Pb) 0,710-0,812 mg/l, Tembaga (Cu) 0,025-0,085 mg/l dan Kadmium (Cd) 0,129-0,149 mg/l. Saat surut kandungan logam Timbal (Pb) 0,716-0,840 mg/l, Tembaga (Cu) 0,027-0,067 mg/l dan Kadmium 0,132-0,158 mg/l. Semua parameter logam yang terukur antara pasang dan surut di perairan Pelabuhan Paotere, kandungan logamnya tertinggi pada stasiun VI dan VII, disebabkan oleh buangan limbah minyak dari kapal-kapal yang berlabuh, buangan limbah PT IKI, pemukiman penduduk, limbah perkotaan dan Pelabuhan Paotere letaknya yang semi tertutup. Secara umum logam Timbal (Pb), Tembaga (Cu) dan Kadmium (Cd) telah melewati ambang batas bila disesuaikan dengan standar baku mutu air laut.

## KATA PENGANTAR



*Allamdulillahi Rabbil Alamin*, Puji syukur kupanjatkan kepada Allah *Subhaanhu Wa Taala* karena berkat rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan dan merampungkan penulisan skripsi yang berjudul “ *Analisis Kandungan Logam Timbal (Pb), Tembaga (Cu) dan Kadmium (Cd) di Perairan Pelabuhan Paotere dan sekitarnya*”

Penulis sangat menyadari bahwa tanpa bantuan dan petunjuk dari berbagai pihak, penyusunan skripsi ini tidak akan terselesaikan dengan baik. Untuk itu, pada kesempatan yang berbahagia ini penulis ingin mengucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada :

Bapak **Ir. Rahmadi Tambaru, M.Si** sebagai pembimbing utama yang telah memberikan bimbingannya serta segala waktunya untuk mendengarkan dan menerima keluhan penulis selama penulisan skripsi. Ibu **Rastina, ST. M.T.** sebagai pembimbing kedua, yang memberikan masukan dan saran kepada penulis. Dan penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya pula kepada :

1. **Ir. Abd. Rasyid, M. Si**, atas bantuannya baik secara materil maupun non-materil.
2. Buat **Ka'Ancha**, terima kasih telah meluangkan waktunya untuk memberikan sumbangsuhnya atas penulisan skripsi ini, **Ka' Zatri** untuk arahan bahasa-bahasa sinergisnya, **Ka'Ibe Nyiwi** untuk ide-idenya.
3. Untuk **Ka' IbeLOFI**, **Ka'Ocha** plus **Allu**, terima kasih untuk kebersamaanta', **De'Acil**, **Opet** untuk antar-antarnya yah?. **Ulla** pulau untuk turun lapangannya.
4. Buat orang diapertemenku, untuk **Esse**, **Yuli**, **Emi**, **Nanna**, **Nambong** atas canda tawanya ces!!!

5. Untuk teman-teman sejawatiku **Uli, Yanti** yang selalu memberiku dorongan, selalu dengan supportnya, selalu dengan motifasinya yang selalu memberiku kepercayaan diri..... (apa tuh!!!!) selama penulisan skripsi ini. Dan tak lupa **O-Chess**, selalu untuk kunjungannya, **Ani** kemana' ko, **Iwan** thanks komputenya, **Dede**, untuk kesediaannya menemaniku, **Icea** untuk guraunnya, **Idham, Chuqi, Nano, Ma-il, Amir, Ewin, Suja, Pi-ii, Ucup, Nas Nakir, Nas Bueton, A-ping**. Terima kasih untuk kebersamaanta' selama ini, selama menempuh perkuliahan dibawah naungan Kelautan saja!!!

Akhirnya tak lupa penulis menghaturkan sembah sujud kepada Kedua orang tuaku tercinta Ayahanda **ABD RAHMAN** dan Ibunda **DAHRIA** yang senantiasa memberikan cinta dan kasihnya serta do'a dan restunya. Kupersembahkan pula karya ini untuk saudara-saudaraku tercinta : **Ka' Hamsinah, (Alm) ST. Norma** yang nun jauh disana, **Ka'Aksan, Ka' Malik, Ka' Firdaus, Ka' Ibrahim, Ka'Syafar** dan Adekku **Taufik**. Dan untuk Kakandaku tercinta **Irwan Muslimin (Mumu)**, yang tak hentinya memberiku motifasi dan yang selalu menemaniku dalam suka dan duka.

Demikianlah hasil karyaku ini, mudahan-mudahan karya ini bermanfaat bagi Kelautankku. Amin.... Billahittaufiq Wal Hidayah Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Makassar, 13 Desember 2002

Penyusun



## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL .....	i
HALAMAN JUDUL .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
RINGKASAN PENELITIAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR LAMPIRAN .....	ix
PENDAHULUAN	
Latar Belakang .....	1
Tujuan dan Kegunaan .....	3
Ruang Lingkup Penelitian .....	3
TINJAUAN PUSTAKA	
Tinjauan Umum Logam Berat .....	5
Logam Berat dalam Perairan .....	9
Tinjauan Umum Logam Timbal (Pb) .....	11
Kegunaan Timbal (Pb) .....	13
Dampak Negatif Timbal (Pb) .....	14
Tinjauan Umum Logam Kadmium (Cd) .....	15
Kegunaan Kadmium (Cd) .....	16
Dampak Negatif Kadmium .....	18
Tinjauan Umum Tembaga (Cu) .....	19
Kegunaan Tembaga (Cu) .....	19



Dampak Negatif Tembaga (Cu) .....	19
<b>Kualitas Air</b>	
1. Arus .....	20
2. Suhu .....	21
3. Salinitas.....	22
4. Derajat Keasaman (pH) .....	23
5. Oksigen Terlarut.....	24
<b>METODOLOGI PENELITIAN</b>	
Waktu dan Tempat .....	27
Alat dan Bahan .....	27
Prosedur Penelitian .....	28
<b>PEMBAHASAN</b>	
Gambaran Umum Lokasi Penelitian .....	31
Kandungan Logam Berat di Sekitar Pelabuhan .....	32
Perbandingan Kandungan Logam Berat antara Pasang dan Surut.....	41
Kualitas Air . .....	44
1. Suhu .. ..	44
2. Salinitas .....	45
3. Derajat Keasaman (pH). .....	45
4. Oksigen Terlarut .....	46
Hubungan antara Logam Berat dengan Parameter Oseanograf i..	46
<b>KESIMPULAN DAN KESIMPULAN</b>	
Kesimpulan .....	49
Saran .....	49
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	



## DAFTAR TABEL

No.	Halaman
1. Kandungan Logam Berat dalam Air Kondisi Alamiah .....	9
2. Kegunaan Pb dalam Pabrik .....	14
3. Kandungan Cd dalam Beberapa Jenis Air Buangan .....	17
4. Kriteria Pencemaran Perairan Berdasarkan Kandungan Oksigen Terlarut. ...	25
5. Peralatan Untuk Pengambilan Sampel .....	26
6. Hasil Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb), Tembaga (Cu) dan Kadmiun (Cd) Pada Saat Perairan Pasang Dan Surut Di Perairan Pelabuhan Paotere .....	32
7. Hasil Pengukuran pH, Salinitas, Suhu dan Oksigen Terlarut Saat Pasang Dan Surut .....	44

## DAFTAR LAMPIRAN

No.	Halaman
1. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Tentang Baku Mutu Air Laut .....	54
2. Peta Lokasi Penelitian .....	55
3. Peta Sebaran Timbal Saat Pasang di Lokasi Penelitian .....	56
4. Peta Sebaran Timbal Saat Surut di Lokasi Penelitian. ....	57
5. Peta Sebaran Kadmium Saat Pasang di Lokasi Penelitian .....	58
6. Peta Sebaran Kadmium Saat Surut di Lokasi Penelitian .....	59
7. Peta Sebaran Tembaga Saat Pasang di Lokasi Penelitian .....	60
8. Peta Sebaran Tembaga Saat Surut di Lokasi Penelitian .....	61
9. Peta Sebaran pH Saat Pasang di Lokasi Penelitian .....	62
10. Peta Sebaran pH Saat Surut di Lokasi Penelitian .....	63
11. Peta Sebaran Salinitas Saat Pasang di Lokasi Penelitian .....	64
12. Peta Sebaran Salinitas Saat Surut di Lokasi Penelitian .....	65
13. Peta Sebaran Suhu Saat Pasang di Lokasi Penelitian .....	66
14. Peta Sebaran Suhu Saat Surut di Lokasi Penelitian .....	67
15. Peta Sebaran DO Saat Pasang di Lokasi Penelitian .....	68
16. Peta Sebaran DO Saat Surut di Lokasi Penelitian .....	69
17. Analisa Regresi Berganda Saat Pasang .....	70
18. Analisa Regresi Berganda Saat Surut .....	77

## **PENDAHULUAN**

### **Latar Belakang**

Wilayah pesisir dan lautan Indonesia kaya akan sumber daya alam dan dimanfaatkan oleh rakyat Indonesia sebagai salah satu sumber protein hewani, di samping kekayaan hidrokarbon dan mineral lainnya yang menunjang pembangunan ekonomi. Selain itu, wilayah pesisir dan lautan Indonesia memiliki berbagai fungsi seperti transportasi dan pelabuhan, kawasan industri, rekreasi, pariwisata dan kawasan pemukiman serta tempat pembuangan limbah.

Mengingat fungsinya yang besar maka sepatutnya wilayah pesisir tersebut dijaga dari faktor yang mengganggu keberadaannya. Kenyataan yang ada justru sebaliknya, eksploitasi besar-besaran, pembangunan yang tidak memperhitungkan kelestarian lingkungan, pembuangan limbah/kotoran dan masih banyak lagi lainnya, hingga akhirnya merusak wilayah pesisir dan lautan.

Dari sekian banyak kemungkinan penyebab rusaknya lingkungan pesisir dan lautan, pencemaran merupakan faktor yang paling nyata. Bahan pencemar yang masuk ke lingkungan akan bereaksi dengan satu atau lebih komponen lingkungan. Perubahan komponen lingkungan secara fisika, kimia dan biologi sebagai akibat dari bahan pencemar, membawa perubahan pada kualitas lingkungan perairan. Limbah yang mengandung bahan pencemar akan merubah kualitas lingkungan, jika lingkungan tersebut tidak mampu memulihkan kondisinya sesuai dengan daya

dukung yang ada padanya. Oleh karena itu penting diketahui sifat limbah dan komponen bahan pencemar yang terkandung dalam suatu perairan (Dahab, 1998).

Pencemaran laut didefinisikan sebagai dampak negatif (pengaruh yang membahayakan) terhadap kelangsungan hidup biota, sumber daya, kenyamanan ekosistem laut manusia dan nilai guna lainnya dari ekosistem laut yang disebabkan secara langsung maupun tidak langsung oleh pembuangan bahan-bahan atau limbah (termasuk energi) ke dalam laut. Salah satu bahan pencemar utama yang terkandung dalam buangan limbah ini adalah logam berat yang beracun (Dahuri, 1996). Bahan-bahan pencemar yang dihasilkan melalui limbah industri banyak mengandung unsur-unsur logam berat yang bersumber dari bahan baku minyak bumi, campuran anti karat, campuran cat, dll. Bahan pencemar tersebut pada akhirnya akan terbuang ke laut dan mengakibatkan semakin banyaknya bahan-bahan yang bersifat racun yang tertampung dan terakumulasi dalam jumlah yang sulit dikontrol. Faktor lain yang juga merupakan sumber pencemaran yaitu kecelakaan kapal, buangan cucian dari kapal, kegiatan anjungan minyak, buangan limbah rumah tangga maupun yang langsung dari atmosfer membawa agen pencemar. Dari faktor-faktor tersebut akan banyak ditemukan bahan-bahan pencemar dalam perairan. Salah satu bahan pencemar yang sangat berbahaya bagi kehidupan manusia dan ekosistem laut yaitu logam berat atau metalloid, seperti Timbal (Pb), Kadmium (Cd) dan Tembaga (Cu).

Pada perairan pelabuhan Paotere kandungan logam berat tersebut kemungkinan akan ditemukan. Hal ini disebabkan pelabuhan tersebut berperan dan berfungsi sebagai pelayanan jasa pelabuhan bongkar muat barang. Di samping itu di

daerah sekitarnya terdapat kegiatan industri seperti industri kapal, perusahaan PERTAMINA dan juga merupakan pelabuhan rakyat serta buangan langsung dari rumah tangga. Tentu saja kesemuanya itu berpotensi untuk mencemari perairan di sekitarnya.

Berdasarkan pertimbangan tersebut, dilakukan suatu penelitian mengenai keberadaan logam berat di perairan pelabuhan Paotere dan sekitarnya yaitu logam berat Timbal (Pb), Kadmium (Cd) dan Tembaga (Cu).

### **Tujuan dan Kegunaan**

Penelitian ini bertujuan untuk : (1) mengetahui tingkat kandungan logam Timbal (Pb), Kadmium (Cd) dan Tembaga (Cu) pada kondisi pasang dan surut di perairan pelabuhan Paotere dan sekitarnya Kecamatan Ujung Tanah, Kota Makassar. (2) mengetahui hubungan antara beberapa parameter oseanografi dengan kandungan masing-masing logam berat pada kondisi pasang dan surut. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang keadaan wilayah perairan tersebut. Selain itu juga sebagai bahan masukan bagi pemerintah Daerah Kota Makassar dalam melaksanakan penanganan pencemaran lingkungan laut dan menjadi salah satu bahan informasi untuk penelitian lebih lanjut.

### **Ruang Lingkup Penelitian**

Dalam penelitian ini analisis kandungan logam berat dilakukan secara deskriptif, mengetahui berapa besar kandungan Timbal (Pb), Kadmium (Cd) dan Tembaga (Cu) di sekitar perairan Pelabuhan Paotere .

Sebagai data pendukung dalam penelitian ini dilakukan pengukuran kecepatan dan arah arus, suhu, pH, salinitas dan DO.



## TINJAUAN PUSTAKA

### Tinjauan Umum Logam Berat

Logam berat ialah logam yang mempunyai berat 5 gram atau lebih untuk setiap  $\text{cm}^3$ , dan bobot ini beratnya lima kali dari berat air. Sedangkan logam yang beratnya kurang dari 5 gram lebih untuk setiap  $\text{cm}^3$  termasuk logam ringan (Darmono, 1995). Selanjutnya Clark (1989) membagi logam-logam secara biologi ke dalam tiga kelompok, yaitu :

1. Logam ringan (sodium, potassium, kalsium dan lain-lain), biasanya dibawa sebagaimana gerakan kation dalam larutan air.
2. Logam transisi (besi, tembaga, kobal, mangan dan lain-lain), merupakan logam esensial pada konsentrasi rendah, tetapi bersifat racun pada konsentrasi tinggi.
3. Logam berat atau mettalloid (merkuri, timbal, timah, selenium dan arsenik) yang secara umum tidak digunakan untuk aktivitas metabolik dan bersifat racun terhadap sel pada konsentrasi rendah.

Menurut Palar (1994), karakteristik dari logam berat ialah :

1. Memiliki spesifikasi gravitasi yang sangat besar (lebih dari 4)
2. Mempunyai nomor atom 22-34 dan 40-50 serta unsur-unsur kantanida dan aktinida
3. Mempunyai respon biokimia spesifik pada organisme hidup

Logam berat masih termasuk golongan logam dengan kriteria-kriteria yang sama dengan logam-logam lain. Perbedaannya terletak dari pengaruh yang diberikan

jika logam berat ini berkaitan atau masuk ke dalam tubuh organisme hidup. Bila masuk ke dalam tubuh dalam jumlah yang berlebihan akan menimbulkan pengaruh-pengaruh buruk terhadap fungsi fisiologi tubuh (Palar, 1994). Selanjutnya, Supriharyono (1989) mengatakan bahwa di alam, logam berat merupakan komponen yang stabil, namun dalam jumlah yang berlebihan (dari normal) akan beracun bagi kehidupan organisme perairan, sehingga logam berat dimasukkan kelompok bahan pencemar.

Jenis logam berat seperti kadmium, timah dan air raksa (*mercury*) tidak termasuk yang dibutuhkan dalam proses metabolisme. Mereka merupakan bahan pencemar yang berbahaya akibat dari pembuangan sampah-sampah ke laut secara berlebihan. Hal ini dapat terjadi melalui tiga cara yaitu.

1. Akibat dari pembuangan sisa industri yang tidak terkontrol, dimana mereka ini kemudian mengalir ke estuaria dan terus ke laut.
2. Berasal dari lumpur minyak yang kadang juga mengandung logam berat dengan konsentrasi yang tinggi dan terbuang ke laut.
3. Berasal dari pembakaran minyak (hidrokarbon), mereka melepaskan logam berat ke dalam atmosfer dimana kemudian bercampur dengan air hujan dan jatuh ke dalam laut (Hutabarat dan Evans, 1985).

Menurut Oehme (1978), logam berat mempunyai karakteristik kimia yang istimewa, diantaranya secara biologi terikat kuat pada jaringan dan umumnya sangat lambat dieliminasi secara kimia oleh sistem biologi. Karakteristik yang sama juga berlaku pada lingkungan, dimana polusi oleh logam berat pada saat ini diproduksi

secara besar-besaran. Karakteristik lain yaitu logam berat sangat persisten dan keberadaannya dalam suatu sistem sangat lama.

Logam berat bergerak diantara komponen-komponen yang berbeda pada lingkungan bumi. Kegiatan manusia yang menyebabkan perubahan yang sedikit dalam menyeimbangkan siklus ini pada skala global, namun pada beberapa keadaan, peranan manusia sangat jelas. Bahaya terbesar dari logam berat adalah sifat racunnya (Pansivirta, 1991). Selanjutnya Tamrin (1996) menyatakan bahwa daya racun suatu bahan seperti logam berat serta yang mempengaruhi logam berat tersebut diserap oleh organisme adalah :

1. Bentuk kimiawi dari logam berat tersebut.
2. Adanya logam berat, mineral dan lainnya.
3. Faktor lingkungan seperti suhu, salinitas, kandungan oksigen terlarut dan lainnya.
4. Kondisi dari organisme, termasuk tingkat daur hidupnya, sejarahnya, ukuran, aklimatisasi dan lainnya.

Logam berat di laut berasal dari sumber yang berbeda yaitu sumber dari alam seperti gunung berapi, sungai, dekomposisi organik, retakan, patahan, sedimen, dan bersumber dari aktivitas manusia yaitu limbah industri dan limbah domestik atau buangan penduduk (Bantung, 1998). Hal yang serupa disampaikan oleh Connel dan Miller (1995), bahwa masukan logam berat berasal dari buangan cekungan pengairan, presipitasi dan jatuhnya atmosfer. Keberadaan logam-logam dalam badan perairan dapat berasal dari sumber-sumber alamiah dan aktivitas yang dilakukan oleh

manusia. Sumber-sumber logam alamiah yang masuk ke dalam badan perairan bisa berupa pengikisan dari batu mineral yang banyak di sekitar perairan (Palar, 1994)

Menurut Darmono (1995), pada air laut di lautan lepas kontaminasi logam biasanya terjadi secara langsung dari atmosfer atau karena tumpahan minyak dari kapal tanker yang melewatinya. Sedangkan di daerah sekitar pantai kontaminasi logam kebanyakan berasal dari mulut sungai yang terkontaminasi oleh limbah buangan industri atau pertambangan.

Masukan utama logam ke dalam lingkungan perairan dirangkum Connel dan Miller (1995) sebagai berikut :

1. Kegiatan pertambangan
2. Cairan limbah rumah tangga dan aliran air badai perkotaan
3. Limbah dan buangan industri
4. Aliran pertanian

Dalam memonitoring pengaruh konsentrasi logam dalam alam lingkungan, sampel yang dianalisis ialah udara, air, sedimen, sungai/pantai, tanaman darat/air, ikan dan organisme yang hidup di sekitarnya (Darmono, 1995).

Tabel 1. Kandungan Logam Berat Dalam Air Kondisi Alami

Logam	Air Laut *) Kandungan rata-rata ( $\mu\text{g/l}$ )	Air Tawar *) Kandungan rata-rata ( $\mu\text{g/l}$ )
Al	1,00	-
As	0,30	0,05
Cd	0,11	0,3
Cr	0,20	-
Co	0,05	-
Cu	2,00	-
Fe	3,40	-
Pb	0,03	0,3
Mn	1,90	-
Hg	0,15	0,1
Ni	2,00	-
Ag	0,28	-
Zn	2,00	-

\*) Diambil dari berbagai artikel ilmiah, yang tentu saja kandungan ini berbeda-beda untuk setiap lokasi dan kondisi lingkungannya. (Darmono, 1995).

### Logam Berat dalam Perairan

Logam berat mempunyai kelimpahan secara alamiah dengan konsentrasi yang relatif kecil maksimal 0,1% dari berat kerak bumi. Logam-logam berat inilah yang lebih berbahaya, hal ini dimungkinkan karena jenis unsur ini sangat besar pengaruhnya terhadap organisme yang terdapat di laut. Logam-logam berat walaupun kelimpahannya di alam sangat kecil tetapi sangat membahayakan organisme hidup. Dalam konsentrasi yang kecil, logam-logam ini dibutuhkan oleh organisme dalam melaksanakan aktivitas hidupnya. Bila kelimpahan di alam bertambah, maka dapat membahayakan organisme hidup itu sendiri. Sebagian dari logam-logam runtu tersebut adalah logam-logam berat seperti B, V, Ni, Zn, Cu, Fe (Saeni, 1989).

Menurut Mance (1990 ), penambahan logam ke dalam air tawar maupun air laut cenderung dipindahkan oleh penyerapan terhadap partikel-partikel atau oleh transformasi kimia. Sedimen pada keadaan normal mempunyai konsentrasi logam yang lebih tinggi daripada di kolom air. Selanjutnya dikatakan, logam dapat diukur di dalam air, endapan sedimen ataupun pada biota yang menetap secara permanen dalam sedimen dan biota mempunyai kandungan logam dengan konsentrasi yang lebih tinggi.

Komponen hidropobik secara khusus cenderung menyerap fraksi organik dari bahan-bahan sedimen yang ditemukan dalam sistem perairan (Baker, 1991). Logam berat yang dilimpahkan ke perairan baik di sungai maupun di laut, akan dipindahkan dari badan airnya melalui dua proses yaitu pengendapan dan adsorpsi oleh organisme-organisme perairan (Tamrin, 1996).

Logam berat dalam kolom air mungkin diabsorpsi oleh organisme air, baik itu secara langsung atau tidak langsung melalui rantai makanan organisme tersebut. Absorpsi logam berat oleh organisme perairan secara langsung, biasanya inilah yang sangat membahayakan kehidupan organisme perairan. Daya larut logam berat bisa berubah menjadi lebih tinggi atau lebih rendah, ini bergantung pada kondisi lingkungan perairan. Pada daerah yang kekurangan oksigen, misalnya sebagai akibat kontaminasi bahan-bahan organik, daya larut logam berat menjadi lebih rendah dan mudah mengendap (Supriharyono, 1989).



Kelarutan dari unsur-unsur logam berat dalam badan perairan dikontrol oleh :

1. pH perairan
2. Jenis dan konsentrasi logam
3. Keadaan komponen mineral teroksidasi dan sistem yang berlingkungan redoks

### Tinjauan Umum Logam Timbal (Pb)

Logam ini sangat populer dan banyak dikenal oleh orang awam. Hal tersebut disebabkan banyaknya timah hitam yang digunakan di pabrik dan paling banyak menimbulkan keracunan pada makhluk hidup (Darmono, 1995).

Timbal atau dalam keseharian lebih dikenal dengan nama timah hitam, dalam bahasa ilmiahnya dinamakan *plumbum*, dan logam ini disimbolkan dengan Pb. Logam ini termasuk ke dalam logam golongan IVA pada tabel periodik unsur kimia. Mempunyai nomor atom (NA) 82 dengan bobot atau berat atom (BA) 207,2. (Palar, 1994).

Timbal banyak digunakan untuk berbagai keperluan karena sifat-sifatnya sebagai berikut :

1. Timbal mempunyai titik cair rendah sehingga jika digunakan dalam bentuk cair dibutuhkan teknik yang cukup sederhana dan tidak mahal.
2. Timbal merupakan logam yang lunak sehingga mudah diubah menjadi berbagai bentuk.

3. Sifat kimia timbal menyebabkan logam ini dapat berfungsi sebagai lapisan pelindung jika kontak dengan udara lembab.
4. Timbal dapat membentuk *alloy* dengan logam lainnya, dan *alloy* yang terbentuk mempunyai sifat berbeda dengan timbal yang murni.
5. Dentisitasnya lebih tinggi dibandingkan dengan logam lainnya kecuali emas dan merkuri (Fardiaz, 1992).

Menurut Palar (1994), timbal tersebar secara luas pada batuan dan tanah dari kerak bumi dengan konsentrasi utama hanya 12-20 ppm. Pb dan persenyawaannya dapat berada di dalam badan perairan secara alamiah dan sebagai dampak dari aktivitas manusia. Secara alamiah, Pb dapat masuk ke badan perairan melalui pengkristalan Pb di udara dengan bantuan air hujan. Pb yang masuk ke dalam badan perairan sebagai dampak dari aktifitas kehidupan manusia dengan berbagai macam bentuk. Diantaranya adalah air buangan (limbah) dari industri yang berkaitan dengan Pb, air buangan dari pertambangan bijih timah hitam dan buangan sisa industri baterai. Buangan-buangan tersebut jatuh pada jalur-jalur perairan seperti anak-anak sungai untuk kemudian akan dibawa terus menuju lautan. Umumnya jalur buangan dari bahan sisa perindustrian yang menggunakan Pb akan merusak tata buangan lingkungan perairan yang dimasukinya (menjadikan sungai dan alurnya tercemar).

### Kegunaan Timbal (Pb)

Menurut Darmono (1995), penggunaan timbal dalam jumlah yang paling besar adalah bahan produksi baterai pada kendaraan bermotor. Produksi logam lainnya biasanya juga mengandung Pb, seperti amunisi, kabel dan solder. Logam Pb juga digunakan dalam industri percetakan (tinta). Karena titik leburnya yang rendah, Pb juga sangat bagus digunakan untuk sekering dan alat listrik lainnya sehingga mudah putus bila terkena panas yang agak tinggi .

Pb murni biasanya digunakan untuk melapisi logam lain sehingga tidak mudah berkarat, misalnya pipa-pipa yang dialiri bahan-bahan kimia yang bersifat korosif. Pb murni ini juga digunakan untuk melapisi kabel-kabel listrik bawah tanah atau pipa-pipa air. Pb digunakan dalam industri kimia yang berbentuk tetral etil Pb, yang biasanya dicampur dengan bahan bakar minyak untuk melindungi mesin supaya awet. Timbal juga digunakan sebagai campuran dalam pembuatan pelapis keramik yang disebut *glaze*. *Glaze* adalah lapisan tipis gelas yang menyerap ke dalam permukaan tanah liat yang digunakan untuk membuat keramik. Persenyawaan Pb dengan Cr (*chromium*) digunakan secara luas dalam industri cat (Palar, 1994).



Tabel 2. Kegunaan Pb Dalam Pabrik

Pabrik	Bentuk
Aki/baterai	Oksida
Produksi Logam	Alloi (logam campuran)
Kimia	Tetra etil ( <i>organik</i> )
Listrik	Logam
Pigmen/cat	Oksida/hidroksida

Sumber: Darmono 1995

### Dampak Negatif Timbal (Pb)

Logam berat dalam tubuh organisme akan mengalami akumulasi. Menurut Hutabarat dan Evans (1985), logam-logam berat yang masuk ke dalam tubuh hewan umumnya tidak dikeluarkan lagi dari tubuh mereka, karena itu logam-logam cenderung untuk menumpuk di dalam tubuh mereka. Sebagai akibatnya logam-logam ini akan terus ada disepanjang rantai makanan. Hal ini disebabkan oleh karena predator pada satu tropik level makan, mangsa mereka dari level tropik yang lebih rendah yang telah tercemar.

Keracunan yang ditimbulkan oleh persenyawaan logam timbal (Pb) dapat terjadi karena masuknya persenyawaan logam tersebut ke dalam tubuh. Proses masuknya logam timbal (Pb) ke dalam jaringan tubuh dapat melalui beberapa jalur, yaitu melalui makanan dan minuman, udara dan perembesan atau penetrasi pada selaput atau lapisan kulit (Palar, 1994).

Menurut Darmono (1995), faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan racun logam berat terhadap ikan dan organisme lainnya ialah :

- Bentuk ikatan kimia dari logam yang terlarut dalam air;
- Pengaruh interaksi antara logam dan jenis racun lainnya;
- Pengaruh lingkungan seperti temperatur, kadar garam, pengaruh pH atau kadar oksigen dalam air;
- Kondisi hewan, fase siklus hidup (telur, larva, dewasa), besarnya organisme, jenis kelamin dan kecukupan kebutuhan nutrisi;
- Kemampuan hewan untuk menghindar dari kondisi buruk (polusi), misalnya lari untuk pindah tempat;
- Kemampuan hewan beradaptasi terhadap racun, misalnya detoksikasi.

### **Tinjauan Umum Logam Kadmium (Cd)**

Menurut Fardiaz (1992), kadmium (Cd) mempunyai nomor atom 46 dengan berat atom 112,40 serta mempunyai beberapa sifat antara lain :

- Kadmium adalah logam yang lemah dan lunak serta mudah dibentuk
- Kadmium dapat membentuk ikatan kovalen dengan sulfida

Seperti halnya dengan unsur-unsur kimia lainnya terutama golongan logam, logam Cd mempunyai sifat fisika dan kimia tersendiri. Berdasarkan pada sifat fisiknya Cd merupakan logam yang lunak (Palar1994).

Sumber-sumber Cd yang penting berasal dari tanah-tanah pertanian yang tercemar, sampah-sampah pertambangan, penggunaan Cd dalam industri, pembakaran sampah-sampah kotor dan aliran lumpur perkotaan serta yang berasal

dari tempat itu sendiri. Di sungai, kemungkinan Cd terdapat pada sedimen atau partikel-partikel tersuspensi (Connel dan Miller,1995).

Menurut Palar (1994), dalam strata lingkungan logam kadmium (Cd) dan persenyawaannya ditemukan dalam banyak lapisan, secara sederhana dapat diketahui bahwa kandungan logam kadmium (Cd) akan dapat dijumpai pada daerah-daerah penimbunan dan pembuangan sampah, aliran air hujan serta dalam aliran lumpur perkotaan.

### **Kegunaan Kadmium (Cd)**

Logam kadmium (Cd) dan bermacam bentuk persenyawaannya dapat masuk ke lingkungan, terutama efek sampingan dari aktivitas yang dilakukan manusia. Boleh dikatakan semua bidang industri yang melibatkan Cd dalam proses operasional industrinya menjadi sumber pencemaran Cd (Palar,1994). Selanjutnya dikatakan bahwa prinsip dasar atau prinsip utama dalam penggunaan kadmium adalah sebagai bahan "stabilitas" sebagai bahan pewarna dalam industri plastik. Dari penggunaan Cd dan persenyawaannya di temukan dalam industri pencelupan, fotografi dan lain-lain. Selain itu banyak digunakan dalam industri-industri ringan seperti pada proses pengolahan roti, pengolahan ikan, pengolahan minuman, industri tekstil dan lain-lain, banyak dilibatkan senyawa-senyawa yang dibentuk dengan logam Cd, meskipun penggunaannya hanyalah dengan konsentrasi yang sangat rendah.

Lanjut Palar (1994), seringkali kadmium dipakai dalam jumlah yang besar pada pewarnaan dalam cat dan sebagai pelapis pada plastik. Menurut Hutzinger



(1980), sumber penting dari kadmium adalah proses daur ulang bahan mentah. Sumber kadmium lainnya ialah peleburan dan penyulingan dari logam non-besi, berasal dari pabrik kimia dari logam serta limbah domestik.

Tabel 3. Kandungan Cd dalam Beberapa Jenis Air Buangan

Jenis Industri	Kosentrasi Cd ( <i>ug/l</i> )
Pengolahan Roti	11
Pengolahan Ikan	14
Makanan Lain	6
Pencelupan tekstil	3
Bahan Kimia	30
Pengolahan Lemak	27
Bakery	6
Minuman	2
Es Cream	5
Pengolahan dan Pencelupan	31
Bulu Binatang	115
Laundry	134

Sumber: Klein (1974).

Menurut Cassaret dan Doull(1975), kadmium (Cd) bersama-sama dengan unsur seng (Zn) merupakan zat pencemar umum dalam air dan sedimen di pelabuhan-pelabuhan. Konsentrasi kadmium 130 ppm berat kering sedimen ditemukan dalam sedimen-sedimen pelabuhan dan berkisar 119 ppm berat kering ditemukan dalam sedimen di luar pelabuhan (Saeni, 1989). Pembuatan kadmium dipakai juga untuk pembuatan solder almunium, pembuatan cat, pengukir, lampu pijar dan printer tekstil.

Secara umum sumber-sumber meningkatnya kadmium di alam industri berupa bahan cat dan bau asap (Shevia, 1985).

### **Dampak Negatif Kadmium(Cd)**

Berbagai penelitian yang dilakukan diketahui bahwa meningkatnya toksisitas kadmium (Cd) pada organisme disebabkan adanya reduksi salinitas dan bertambahnya suhu, kadmium (Cd) akan berada dalam tubuh organisme selama 3 bulan dan selanjutnya akan mengakibatkan efek yang mematikan pada organisme (Mance, 1990). Selanjutnya Palar (1994) mengemukakan bahwa pada keracunan kronis yang disebabkan kadmium umumnya berupa kerusakan-kerusakan pada banyak sistem fisiologi tubuh. Sistem-sistem tubuh yang rusak oleh keracunan kronis logam Cd ini adalah pada sistem urinaria (ginjal), sistem respirasi (pernafasan dan paru-paru), sistem sirkulasi (darah), jantung, kelenjar reproduksi, sistem penciuman dan bahkan dapat mengakibatkan kerapuhan tulang.

### **Tinjauan Umum Logam Tembaga (Cu)**

Menurut Palar (1994), tembaga dengan nama kimia *cupprum* dilambangkan dengan Cu. Unsur logam ini berbentuk kristal dengan warna kemerahan. Dalam tabel periodik unsur-unsur kimia tembaga menempati posisi dengan nomor atom (NA) 29 dan mempunyai bobot atau berat atom (BA) 63.546. Selanjutnya dikatakan bahwa unsur tembaga di alam, dapat ditemukan dalam bentuk logam bebas, akan tetapi lebih banyak ditemukan dalam bentuk persenyawaan atau sebagai senyawa padat dalam bentuk mineral. Dalam badan perairan laut, tembaga dapat ditemukan dalam bentuk

persenyawaan seperti  $\text{CuCO}_3$ ,  $\text{CuOH}$  dan lain sebagainya. Adapun logam berat dari aktivitas manusia berupa buangan sisa dari industri ataupun buangan rumah tangga. Sebagai contoh adalah logam tembaga (Cu). Logam ini secara alamiah dapat masuk ke badan perairan melalui pengomplesan partikel logam di udara karena hujan dan karena peristiwa erosi yang terjadi pada batuan mineral yang ada di sekitar perairan.

### **Kegunaan Tembaga (Cu)**

Dalam bidang industri, senyawa Cu banyak digunakan, sebagai contoh adalah industri cat sebagai antifoling, industri insektisida dan fungisida dan lain-lain. Dan  $\text{CuO}$  banyak digunakan sebagai katalis, baterai, elektroda dan penarik sulfur atau belerang dan sebagai pigmen serta pencegah pertumbuhan lumut. Turunan senyawa-senyawa Cu karbonat banyak digunakan sebagai pigmen, insektisida, fungisida dan pewarna kuning. Tembaga (Cu) dalam proses produksinya, dipakai dalam industri galangan kapal karena digunakannya sebagai campuran bahan pengawet, industri pengolahan kayu, buangan rumah tangga dan lain sebagainya (Palar, 1994).

### **Dampak Negatif Tembaga (Cu)**

Aktivitas manusia seperti buangan industri, pertambangan Cu, industri galangan kapal dan bermacam-macam aktivitas pelabuhan lainnya merupakan salah satu jalur yang mempercepat terjadinya peningkatan kelarutan Cu dalam badan-badan perairan. Masukan sebagai efek samping dari aktivitas manusia ini, lebih ditentukan oleh bentuk dan tingkatan aktivitas yang dilakukan. Selanjutnya dikemukakan bahwa

sumber-sumber dari keberadaan debu atau uap Cu di udara sangat banyak. Namun yang terpenting diantaranya adalah yang berasal dari industri peleburan bijih Cu dan pengelasan logam-logam yang mengandung Cu. Hal ini disebabkan kedua kegiatan tersebut merupakan pekerjaan yang paling melepaskan debu dan uap Cu ke udara. Sedangkan debu-debu dan uap Cu yang berasal dari pekerjaan yang melibatkan garam-garam Cu atau logam Cu, seperti pekerjaan laboratorium tidak begitu banyak melepaskan debu atau uap Cu ke udara. (Palar, 1994).

### Kualitas Air

#### **1. Arus**

Terjadinya arus di laut adalah sebagai akibat dari bermacam-macam hal. Diantaranya adalah akibat dari perbedaan densitas, temperatur, bentuk topografi dasar laut, pengaruh arus sungai yang bermuara ke suatu perairan tertentu karena angin (untuk permukaan) dan pengaruh dari pasang surut (Nontji, 1993).

Menurut Komar *dalam* Handayani (2000), arus pantai timbul karena adanya pergerakan massa air sepanjang perairan pantai seperti gerakan gelombang, pasang surut, arus sungai dan pengaruh arus laut atau arus musim yang keadaannya sudah terpecah-pecah. Arus yang tiba di perairan pantai akan bergerak terpisah-pisah sebagian ke arah pantai yang disebut arus susur pantai (*longshore current*) dan sebagian dipantulkan ke arah laut yang disebut arus tolak pantai (Dahuri, 1996).

Arah dan kecepatan arus sangat penting untuk mengetahui proses perpindahan dan pengadukan dalam perairan seperti mikronutrien dan material tersuspensi

dari tempat itu sendiri. Di sungai, kemungkinan Cd terdapat pada sedimen atau partikel-partikel tersuspensi (Connel dan Miller,1995).

Menurut Palar (1994), dalam strata lingkungan logam kadmium (Cd) dan persenyawaannya ditemukan dalam banyak lapisan, secara sederhana dapat diketahui bahwa kandungan logam kadmium (Cd) akan dapat dijumpai pada daerah-daerah penimbunan dan pembuangan sampah, aliran air hujan serta dalam aliran lumpur perkotaan.

### **Kegunaan Kadmium (Cd)**

Logam kadmium (Cd) dan bermacam bentuk persenyawaannya dapat masuk ke lingkungan, terutama efek sampingan dari aktivitas yang dilakukan manusia. Boleh dikatakan semua bidang industri yang melibatkan Cd dalam proses operasional industrinya menjadi sumber pencemaran Cd (Palar,1994). Selanjutnya dikatakan bahwa prinsip dasar atau prinsip utama dalam penggunaan kadmium adalah sebagai bahan "stabilitas" sebagai bahan pewarna dalam industri plastik. Dari penggunaan Cd dan persenyawaannya di temukan dalam industri pencelupan, fotografi dan lain-lain. Selain itu banyak digunakan dalam industri-industri ringan seperti pada proses pengolahan roti, pengolahan ikan, pengolahan minuman, industri tekstil dan lain-lain, banyak dilibatkan senyawa-senyawa yang dibentuk dengan logam Cd, meskipun penggunaannya hanyalah dengan konsentrasi yang sangat rendah.

Lanjut Palar (1994), seringkali kadmium dipakai dalam jumlah yang besar pada pewarnaan dalam cat dan sebagai pelapis pada plastik. Menurut Hutzinger



(Stronm, 1989). Selanjutnya dikatakan bahwa waktu, ruang dan kedalaman mempengaruhi distribusi arah dan kecepatan arus dalam perjalanannya.

Tinsley (1979) mengemukakan bahwa sistem perairan akan memindahkan dan mengencerkan zat-zat cemaran kimia sejauh mana air tersebut bergerak, baik zat-zat tersebut dalam larutan atau terserap pada sebuah partikel.

## 2. Suhu

Suhu air merupakan faktor yang banyak berpengaruh terhadap lingkungan laut. Suhu air permukaan di perairan nusantara kita umumnya berkisar antara 28-31<sup>0</sup>C. Suhu air didekat pantai biasanya sedikit lebih tinggi dari pada dilepas pantai. Di perairan yang dangkal bisa dijumpai suhu yang panas di siang hari kadang-kadang bisa mencapai lebih dari 35<sup>0</sup>C (Nybakken, 1996).

Menurut Nontji (1993), suhu air permukaan di perairan nusantara kita umumnya berkisar antara 28<sup>0</sup>C-31<sup>0</sup>C dan suhu air di dekat pantai biasanya sedikit lebih tinggi dari pada pantai. Selanjutnya Dojlido dan Best (1993), mengemukakan bahwa suhu mempengaruhi laju reaerasi oksigen dimana laju reaeresi dalam perairan akan menurun seiring dengan peningkatan suhu.

Suhu air laut terutama dipengaruhi oleh sinar matahari, pengaruh ini terutama sampai dengan kedalaman sekitar 100 meter kemudian menurun sampai 200 meter, karena pengaruh tekanan arus air dan sebagainya, maka timbul lapisan-lapisan air yang suhunya berbeda-beda sehingga suhu gradiennya tidak tetap, bisa positif bisa



negatif. Selain itu karena panas matahari selama 24 jam tiap saat berubah tergantung pada musim dan siang malam (Connel dan Miller, 1995).

### 3. Salinitas

Menurut Supardi (1984), salinitas adalah indeks jumlah total zat terlarut dalam air laut. Di perairan Samudera, salinitas biasanya berkisar antara  $34^{0}/_{00}$ - $35^{0}/_{00}$ . Di perairan pantai salinitas bisa ditemukan rendah, karena terjadi proses pengeceran karena aliran air tawar dari darat dan pengaruh aliran sungai. Sebaran salinitas di laut dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pola sirkulasi air, penguapan, curah hujan, aliran sungai (Nontji, 1993).

Faktor yang bereaksi pada daerah intertidal adalah salinitas yang dapat menimbulkan tekanan osmotik. Penurunan salinitas terjadi pada daerah intertidal karena tumpahan air tawar ke pantai pada saat surut karena turunnya hujan lebat. Namun perubahan ini terbatas pada lapisan atas pantai, karena lapisan bawah melalui daya kapiler mampu mempertahankan tingkat air asin yang lebih tinggi, karena air tawar lebih ringan daripada air asin maka air tawar tidak dapat menembus ke bawah titik dimana air laut ditahan oleh daya kapiler ini berarti hanya lapisan yang paling atas mengalami perubahan salinitas (Nybakken, 1996).

Salinitas adalah persentase dari bagian padat di dalam air laut berkisar sekitar  $30^{0}/_{00}$  sampai  $45^{0}/_{00}$ . Di perairan dangkal besarnya salinitas mudah sekali berubah – ubah karena hujan atau air sungai masuk (Darmono, 1995).

#### 4. Derajat Keasaman (pH)

pH adalah logaritma negatif dari konsentrasi ion-ion hidrogen ( $H^+$ ) yang terlepas dalam suatu cairan dan merupakan indikator baik atau buruknya air (Sastrawijaya, 1991). pH di suatu perairan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain aktifitas fotosintesa, suhu dan salinitas. pH perairan yang ideal adalah 6,5-8,5 (Tinsley, 1979).

Menurut Sastrawijaya (1991), bahwa pada umumnya derajat keasaman untuk perairan alami berkisar antara 4-9 dan kadang-kadang bersifat agak alkalis, karena adanya karbonat dan bikarbonat. Penyimpangannya yang cukup besar dari pH yang semestinya, dapat dipakai sebagai petunjuk akan adanya buangan industri yang bersifat asam/basa. Selanjutnya Salle (1961) mengemukakan bahwa air laut bersifat lebih basa dengan pH 7,5-8,5.

Pada umumnya air laut bersifat alkalis (pH berkisar 8,2) kecuali dekat pantai yang sering mendapatkan tumpahan air laut dari darat. Kadar pH yang konstan dikarenakan laut merupakan larutan penyangga yang baik terhadap keadaan asam dan basa (Dojlido dan Best, 1993).

Kenaikan pH pada badan perairan biasanya akan diikuti dengan semakin kecilnya kelarutan dari senyawa-senyawa logam. Perubahan tingkat stabil dari kelarutan tersebut biasanya terlihat dalam bentuk pergeseran persenyawaan. Umumnya pada pH yang semakin tinggi, maka kestabilan akan bergeser dari karbonat kehidroksida. Hidroksida ini mudah sekali membentuk ikatan permukaan dengan partikel-partikel yang terdapat pada badan perairan, lama-kelamaan

persenyawaan yang terjadi antara hidroksida dengan partikel-partikel yang ada di badan perairan akan mengendap membentuk lumpur (Palar, 1994).

## 5. Oksigen Terlarut

Menurut Fardiaz (1992), air dikategorikan sebagai air terpolusi jika konsentrasi oksigen terlarut menurun dibawah batas yang dibutuhkan untuk kehidupan biota. Penyebab utama berkurangnya kadar oksigen terlarut dalam suatu perairan adanya bakteri aerob dari bahan-bahan buangan yang mengkonsumsi oksigen. Selanjutnya Supardi (1984), membagi tingkat pencemaran air atas 3 bagian yaitu tercemar ringan bila kadar DO = 5 ppm, tercemar sedang bila kadar DO-nya 2-5 ppm dan tercemar berat bila kadar DO antara 0,1-2 ppm. Lebih lanjut dijelaskan oleh Dojilido dan Best(1993), bahwa kadar oksigen yang terlarut dalam air sering dipakai untuk menentukan kualitas air bersih. Jika suatu perairan mengandung zat pencemar, maka nilai oksigen yang terlarut akan turun sebab oksigen yang terlarut dipakai oleh bakteri untuk menguraikan zat pencemar tersebut

Sumber utama oksigen dalam air laut adalah dari udara melalui proses difusi dan hasil proses fotosintesis fitoplankton pada siang hari. Faktor-faktor yang menurunkan kadar oksigen dalam air laut adalah kenaikan suhu air, respirasi (khusus malam hari), adanya lapisan minyak diatas permukaan laut dan masuknya limbah organik yang mudah urai ke lingkungan laut (Hutagalung, 1994)

Menurut Wardhana (1995), makin tinggi kenaikan suhu makin sedikit oksigen yang terkandung didalamnya dan lapisan minyak pada permukaan air akan

mempengaruhi difusi oksigen dari udara kedalam air sehingga jumlah oksigen yang terlarut di dalam air menjadi berkurang.

Kriteria tingkat pencemaran perairan berdasarkan kandungan oksigen terlarut.

Tabel 4. Kriteria Pencemaran Perairan Berdasarkan Kandungan Oksigen Terlarut

Kandungan Oksigen Terlarut (ppm)	Kriteria Kualitas Air*
8 – 9	Baik
6,7 – 7,9	Agak tercemar
4,5 – 6,6	Tercemar sedang
< 4,5	Tercemar berat

\* Sumber : Anshory (1987) dalam Dojilido dan Best (1975)

## METODOLOGI PENELITIAN

### Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai Mei 2002 meliputi studi pendahuluan, survei lokasi penelitian, pengambilan sampel, analisis sampel dan analisis data hasil penelitian.

Pengambilan sampel dilakukan di perairan pelabuhan Paotere dan sekitarnya, Kecamatan Ujung Tanah Kota Makassar, sedangkan analisis sampel dilakukan di Laboratorium Ekotoksikologi Laut Jurusan Ilmu Kelautan, Universitas Hasanuddin.

### Alat dan Bahan

Peralatan yang dipergunakan dalam penelitiandapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Peralatan Untuk Pengambilan Sampel

No.	Nama alat	Kegunaannya
1.	Perahu	Sarana transportasi
2.	GPS ( <i>Global Positioning system</i> )	Penentuan posisi/lokasi pengamatan
3.	Layang-layang arus	Mengukur kecepatan arus
4.	<i>Chammerer water sampler</i>	Pengambilan sampel air
5.	<i>Hand refraktometer</i>	Mengukur salinitas
6.	<i>Thermometer</i>	Mengukur suhu
7.	<i>Stop watch</i>	Mengukur waktu
8.	Kompas	Penentuan arah arus
9.	Box sampel	Tempat sampel
10.	Botol sampel	Tempat menyimpan sampel air
11.	Botol gelap	Tempat sampel oksigen terlarut

12.	Kertas label	Sebagai label sampel
13.	Tisu	Lap pembersih
14.	Photometer SQ 118	Analisis sampel

Selanjutnya bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah

- Sampel air laut
- Asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ )
- Aquades

### Prosedur Penelitian

#### 1. Persiapan Penelitian

##### 1.1. Pengumpulan Literatur

Mengumpulkan literatur yang sesuai dengan topik penelitian serta pengumpulan data-data sekunder.

##### 1.2. Survei awal/pendahuluan

Kegiatan observasi lapangan dilakukan dengan pengamatan langsung (visual) guna mengetahui kondisi lokasi penelitian. Dari hasil survey awal ini kemudian ditentukan lokasi stasiun pengamatan.

#### 2. Pengambilan Data

Dalam penelitian ini, pengambilan data diawali dengan penentuan stasiun sebanyak 7 (tujuh) stasiun. Karakteristik lokasi dari setiap stasiun yaitu :

- Stasiun I : Daerah kanal sekaligus di fungsikan sebagai tempat berlabuhnya kapal-kapal
- Stasiun II : Depan pelabuhan Paotere yang dibatasi oleh *barier*
- Stasiun III : Daerah keluar-masuknya kapal ke pelabuhan Paotere
- Stasiun IV : Terletak di depan *barier*
- Stasiun V : Terletak di depan *barier*
- Stasiun VI : Di dalam pelabuhan Paotere yang berdekatan dengan PT Industri Kapal Indonesia
- Stasiun VII : Di dalam pelabuhan Paotere berdekatan dengan pemukiman penduduk

Ketujuh stasiun tersebut di atas merupakan representasi dari keseluruhan perairan Pelabuhan Paotere Makassar dan sekitarnya. Pada semua stasiun dilakukan pengukuran saat perairan pasang dan surut serta semua posisi stasiun ditentukan/dicatat dengan menggunakan GPS.

## 2.1. Pengambilan dan Penyiapan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan pada kedalaman 1 sampai 2 meter dari permukaan air laut dengan menggunakan *Chammerer Water Sampler*. Untuk sampel logam berat dan pH, dimasukkan ke dalam botol plastik. Untuk sampel logam berat dilakukan penambahan asam nitrat pekat hingga pH 2 (Hutagalung, 1994). Sedangkan untuk sampel DO disimpan dalam botol gelap. Sampel-sampel ini kemudian disimpan dalam box sampel, selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk dianalisis.



## 2.2. Pengukuran Parameter Oseanografi

Pengukuran parameter oseanografi dilakukan pada semua stasiun. Parameter yang diukur adalah : Arah arus dan kecepatan arus, suhu dan salinitas yang dilakukan berdasarkan pada prosedur pengambilan data sebagai berikut :

### ➤ Kecepatan dan arah arus

Kecepatan arus diukur dengan menggunakan layang-layang arus. Secara teknis alat ini di lepaskan di perairan, dibiarkan hanyut hingga tali menegang/lurus. Kecepatan arus dihitung dengan membandingkan antara panjang tali dan waktu yang digunakan sampai tali menegang. Selisih waktu pada saat pelepasan alat dan saat tali menegang dihitung dengan menggunakan *Stop Watch*. Arah arus ditentukan dengan menggunakan kompas geologi yang diarahkan pada alat setelah tali tegang/lurus.

### ➤ Suhu

Pengukuran suhu air laut dilakukan dengan menggunakan *Thermometer* pada masing-masing stasiun.

### ➤ Salinitas

Pengukuran salinitas dilakukan dengan menggunakan *Hand Refractometer* pada setiap stasiun.

## 3. Metode Analisis Kadar Logam Berat

Kadar logam berat dari sampel yang diperoleh di lapangan dianalisis dengan menggunakan alat *Photometer SQ 118*. Prinsip kerja alat ini adalah ditentukan

Intensitas warna yang terjadi dapat menentukan konsentrasi logam berat yang terkandung pada sampel.

#### 4. Analisis Data

Hasil yang diperoleh dari analisa data selanjutnya dianalisis secara deskriptif yang disajikan dalam bentuk peta dan histogram kemudian dilakukan perbandingan dengan kriteria baku mutu air laut yang ditetapkan oleh Menteri Negara Lingkungan Hidup No.02/MENKLH/1/1988. Hubungan antara logam Timbal (Pb), logam Tembaga (Cu) dan Kadmium (Cd) terhadap kualitas air dianalisis dengan regresi. Untuk mengetahui model terbaik di berbagai kombinasi variabel bebas dilakukan metode *Stepwise*. Proses perhitungannya dengan menggunakan bantuan software SPSS 10.0.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Gambaran Umum lokasi Penelitian

Daerah penelitian ini secara administrasi melingkupi dua kecamatan yaitu : Kecamatan Ujung Tanah dan Kecamatan Tallo Kota Makassar yang berada pada posisi 05o05'52'' – 05o05'59'' LS dan 119o25'41'' BT.

Lokasi penelitian terletak di sekitar perairan pelabuhan rakyat Paotere yang merupakan tempat berlabuhnya kapal-kapal pengangkut barang maupun kapal-kapal pengangkut barang maupun kapal-kapal penumpang antar pulau. Aktifitas ini berlangsung terus menerus sehingga akhirnya sangat berpotensi sebagai tempat terakumulasinya berbagai macam limbah. Di sepanjang bentang pantai ini, terdapat berbagai aktifitas masyarakat seperti: Tempat Pelelangan Ikan (TPI), pemukiman penduduk dan tempat berlabuhnya kapal pada muara kanal Paoetere yang sebagian merupakan tempat pengisian bahan bakar minyak sehingga memungkinkan terjadinya tumpahan minyak ke perairan tersebut. Perairan pelabuhan Paotere juga berdekatan dengan PT. Industri Kapal Indonesia yang kegiatannya berhubungan dengan *docking* kapal-kapal. Selain itu, tidak jauh dari wilayah perairan ini, bermuara aliran sungai Tallo, sehingga tidak tertutup kemungkinan aliran limbah industri, limbah domestik/rumah tangga maupun limbah pertanian akan sampai ke wilayah perairan Paotere.

## Kandungan Logam Berat Di sekitar Pelabuhan Paotere

Hasil analisis kandungan logam berat di sekitar pelabuhan Paotere disajikan pada Tabel 6.

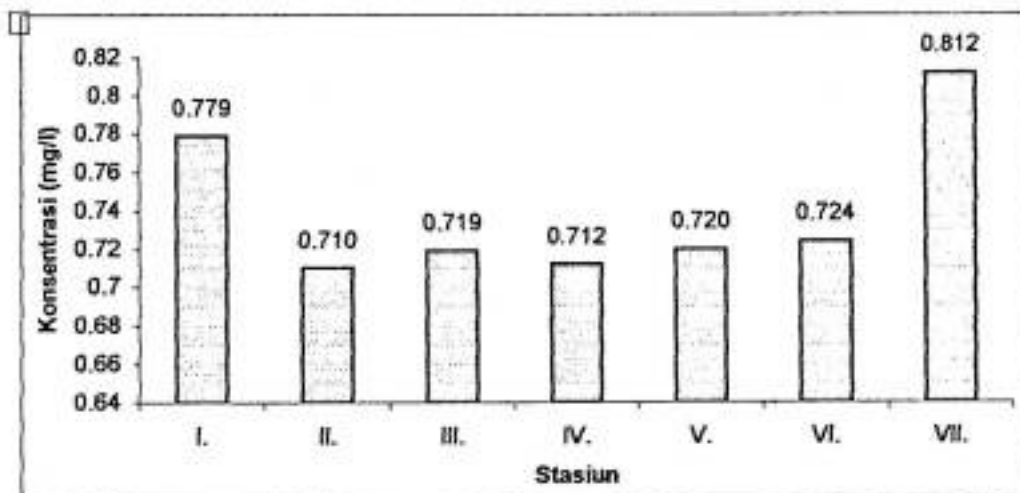
Tabel 6. Hasil Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb), Tembaga (Cu) Dan Kadmium (Cd) Pada Saat Perairan Pasang Dan Saat Surut Di Perairan Pelabuhan Paotere.

Stasiun	Jenis Logam Berat (mg/l)					
	Timbal (Pb)		Tembaga (Cu)		Kadmium (Cd)	
	Pasang	Surut	Pasang	Surut	Pasang	Surut
I.	0,779	0,811	0,024	0,049	0,139	0,152
II.	0,710	0,721	0,030	0,033	0,129	0,135
III.	0,719	0,728	0,039	0,045	0,142	0,144
IV.	0,712	0,716	0,028	0,035	0,132	0,132
V.	0,720	0,725	0,025	0,027	0,138	0,140
VI.	0,724	0,819	0,058	0,072	0,149	0,153
VII.	0,812	0,840	0,053	0,067	0,149	0,158

### **1. Kandungan Logam Berat Pada Waktu Pasang**

#### **1.1. Logam Berat Timbal (Pb)**

Berdasarkan hasil analisis Tabel 6 dan Gambar 1 pada saat pasang menunjukkan bahwa kandungan Timbal (Pb) untuk semua stasiun mempunyai nilai kandungan yang bervariasi yaitu pada stasiun I, II, III, IV, V, VI dan VII berturut-turut adalah 0,779 mg/l, 0,710 mg/l, 0,719 mg/l, 0,712 mg/l, 0,720 mg/l, 0,724 mg/l dan 0,812 mg/l.



Gambar 1. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Di Sekitar Perairan Pelabuhan Paotere Pada Saat Perairan Pasang.

Konsentrasi tertinggi kandungan logam berat Timbal (Pb) pada saat pasang didapatkan pada stasiun I dan VII. Tingginya kandungan logam berat pada kedua stasiun tersebut disebabkan aktifitas-aktifitas kapal, baik kapal-kapal nelayan maupun kapal-kapal penumpang, dimana aktifitas kapal-kapal yang keluar-masuk dari mulut kanal Paotere (stasiun I) menghasilkan limbah seperti tumpahan minyak, oli bekas, cat kapal dan lain-lain ke perairan laut. Aktifitas ini menjadi rutinitas keseharian di perairan sekitar Paotere. Hal ini sesuai yang dikemukakan oleh Sunaryo (1987), bahan buangan minyak terbesar di laut disebabkan adanya tumpahan-tumpahan minyak yang terjadi di sekitar pelabuhan apabila ada aktifitas bongkar muat minyak ke darat. Sebaran minyak yang mudah terbawa arus akan mengendap di dasar laut membentuk sumber pencemar baru berupa pencemaran logam berat Timbal (Pb) yang banyak terkandung dalam minyak.

Tingginya konsentrasi logam berat Timbal (Pb) di stasiun VII, diduga bersumber dari kapal-kapal yang berlabuh dan melakukan pengisian bahan bakar di



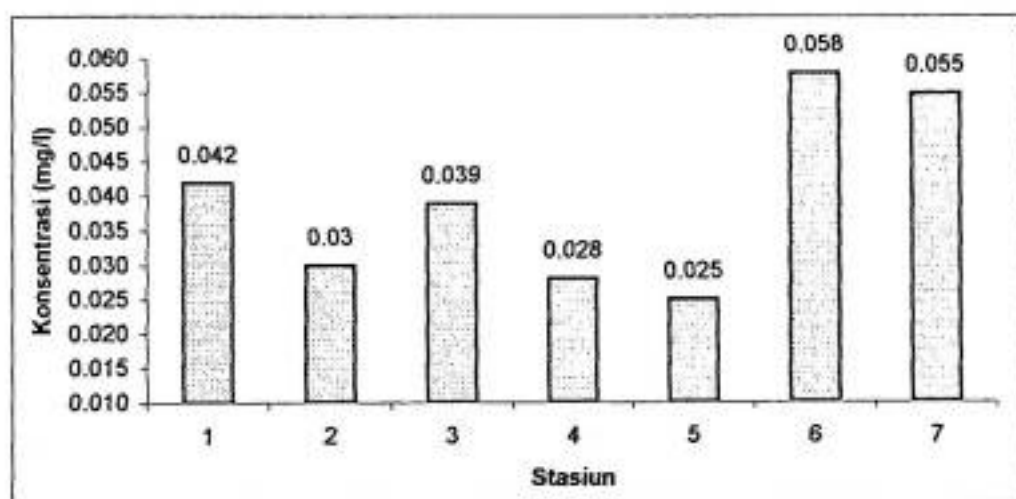
lokasi ini, disamping adanya limbah dari mesin kapal yang dibuang begitu saja ke perairan. Selain itu terdapat sejumlah perahu maupun kapal yang mungkin menggunakan antiletupan aktif yang terdiri dari tetraetil Pb dan tetrametil Pb ataupun kombinasi pemakaian keduanya. Komponen Pb akan bereaksi dan membentuk gas pada saat mesin dijalankan kemudian keluar bersama komponen lainnya ke udara (Fardiaz, 1992). Kandungan Pb tersebut akan mengalami penyebaran di udara dan akan turun sebagai hujan sehingga penyebarannya luas (Clark, 1989). Selain itu pembuangan limbah mesin yang mengandung logam berat tidak dapat dihindari serta pemakaian cat pada perahu kayu sebagai antifoling dan cat antikorosi pada kapal besi mengandung komponen Pb yang berfungsi sebagai pelindung (Fardiaz, 1992).

## **1.2. Logam Berat Tembaga (Cu)**

Berdasarkan hasil analisis Tabel 6 dan Gambar 2 logam berat Tembaga (Cu) saat pasang memperlihatkan bahwa pada stasiun I, II, III, IV, V, VI dan VII mempunyai kandungan berturut-turut adalah 0,049 mg/l, 0,030 mg/l, 0,039 mg/l, 0,028 mg/l, 0,025 mg/l, 0,058 mg/l dan 0,055 mg/l.

Kandungan logam berat Tembaga (Cu) pada saat pasang didapatkan konsentrasi yang tinggi pada stasiun I, VI dan VII. Tingginya logam tembaga (Cu) pada stasiun I diakibatkan oleh adanya kapal-kapal yang berlabuh dan melakukan bongkar muat di Paotere, menuju ke laut (st.1). limbah yang mengandung logam tembaga (Cu) stasiun VI dan VII, diakibatkan oleh aktivitas manusia di pesisir lokasi tersebut, dimana lokasi ini berada dekat pemukiman penduduk, pelabuhan dan

industri galangan kapal yang pembuangannya bermuara pada sekitar stasiun tersebut. Hal ini sejalan yang dikemukakan oleh Palar (1994), bahwa Cu masuk pada tatanan lingkungan akibat dari aktivitas manusia, diantaranya adalah industri galangan kapal, industri pengolahan kayu, buangan limbah rumah tangga dan lain-lain.

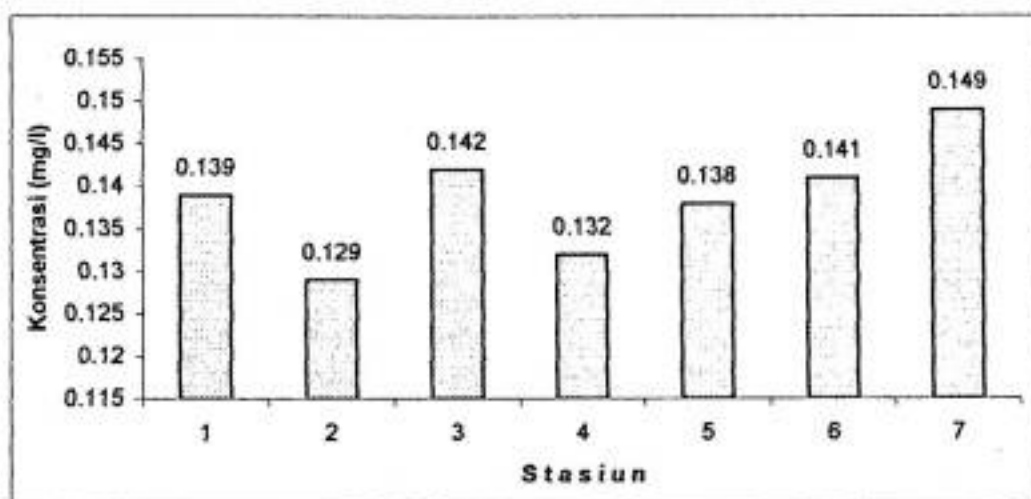


Gambar 2. Kandungan Logam Berat Tembaga (Cu) di Sekitar Perairan Pelabuhan Paotere Pada Saat Perairan Pasang.

### 1. 3. Logam Berat Kadmium (Cd)

Berdasarkan hasil analisis Tabel 6 dan Gambar 3 pada saat pasang menunjukkan bahwa kandungan logam berat Kadmium (Cd) untuk semua stasiun mempunyai nilai kandungan yang bervariasi yaitu pada stasiun I, II, III, IV, V, VI dan VII. Berturut-turut ialah 0,139 mg/l, 0,129 mg/l, 0,142 mg/l, 0,134 mg/l, 0,132 mg/l, 0,141 mg/l dan 0,149 mg/l. Konsentrasi tertinggi logam berat Kadmium (Cd) pada saat pasang terletak di stasiun I, III, VI dan VII.





Gambar 3. Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd) Di Sekitar Perairan Pelabuhan Paotere Pada Saat Pasang.

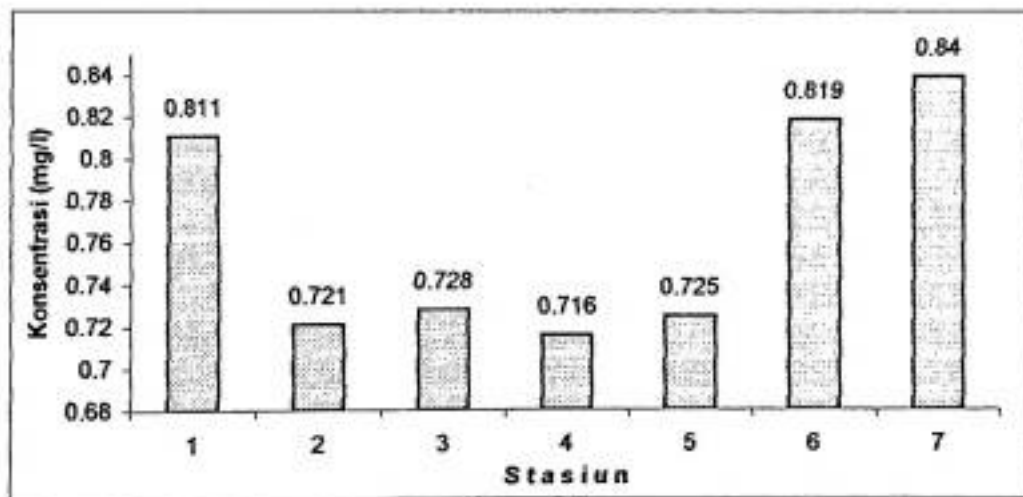
Tingginya kandungan logam Kadmium (Cd) pada stasiun 1 karena adanya saluran pembuangan dari pasar rakyat dan saluran limbah perkotaan dimana aliran buangan melalui kanal ini. Lokasi ini merupakan daerah penimbunan dan pembuangan sampah dari penduduk sekitarnya. Hal ini sesuai yang dijelaskan oleh Palar (1994), bahwa dalam strata lingkungan, logam Kadmium (Cd) dan persenyawaannya ditemukan dalam banyak lapisan secara sederhana akan dapat dijumpai pada daerah-daerah penimbunan dan pembuangan sampah, aliran hujan dan dalam aliran lumpur perkotaan. Di samping itu, adanya peluruhan pemakaian bahan-bahan cat atau pembersihan cat kapal dari kapal-kapal nelayan yang berlabuh dan kegiatan pencucian mengakibatkan terbuangnya limbah minyak. Hal ini sesuai yang dikemukakan Moore (1990) bahwa keberadaan logam Kadmium di perairan dapat bersumber pembuangan limbah minyak. Begitu juga halnya pada stasiun I dan VII yang merupakan tempat berlabuh kapal-kapal, yang tidak lepas eksistensinya sebagai

daerah tumpahan-tumpahan minyak dan peluruhan cat sebagai sumber dari keberadaan logam Kadmium dalam perairan.

## 2. Kandungan Logam Berat Pada Waktu Surut

### 2.1. Logam Berat Timbal (Pb)

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 6 dan Gambar 4 pada saat surut menunjukkan bahwa kandungan logam berat Timbal (Pb) untuk semua stasiun mempunyai nilai kandungan yang bervariasi yaitu untuk stasiun I, II, III, IV, V, VI dan VII berturut-turut adalah 0,811 mg/l, 0,721 mg/l, 0,728 mg/l, 0,716 mg/l, 0,725 mg/l, 0,819 mg/l dan 0,840 mg/l.



Gambar 4. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Di Sekitar Perairan Pelabuhan Paotere Pada Saat Perairan Surut.

Konsentrasi logam berat Timbal (Pb) yang tinggi pada saat perairan surut ditemukan pada stasiun I, III, VI dan VII. Tingginya kandungan logam Timbal (Pb) pada stasiun I disebabkan oleh adanya tumpahan-tumpahan minyak yang terjadi di sekitar kanal Paotere karena aktivitas bongkar muat minyak ke darat. Pada stasiun III

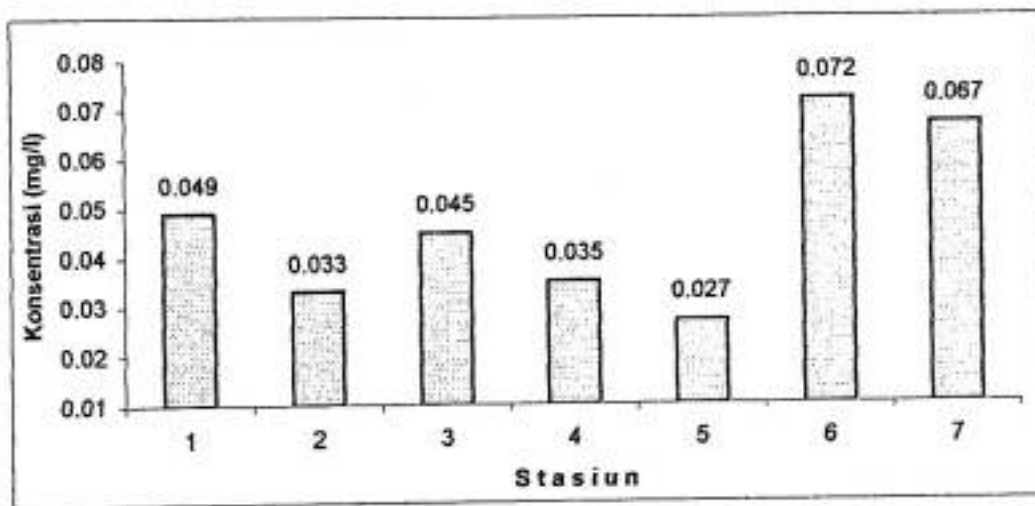
yang berada di depan mulut pelabuhan Paotere, dimana aktifitas kapal keluar masuk yang kemungkinan membawa agen timbal dan juga diduga berasal dari pengaruh stasiun VI dan VII dimana massa air keadaan surut. Sedangkan konsentrasi logam berat timbal pada stasiun VI dan stasiun VII disebabkan karena kedua stasiun tersebut merupakan daerah semi tertutup dan berdekatan dengan pemukiman penduduk. Hal ini sesuai pernyataan Darmawangsa (2001) bahwa faktor lain yang mempengaruhi distribusi pencemaran laut karena kondisi pelabuhan yang semi tertutup.

## **2.2. Logam Berat Tembaga (Cu)**

Berdasarkan hasil analisis Tabel 6 dan Gambar 5, pada saat surut menunjukkan bahwa kandungan logam berat Tembaga (Cu) untuk semua stasiun mempunyai nilai kandungan yang bervariasi yaitu pada stasiun I, II, III, IV, V, VI dan VII berturut-turut ialah 0,049 mg/l, 0,033 mg/l, 0,045 mg/l, 0,035 mg/l, 0,027 mg/l, 0,072 mg/l dan VII 0,067 mg/l.

Kandungan logam berat Cu didapatkan konsentrasi yang tinggi pada stasiun I, III, VI dan VII. Pada stasiun I, ini diakibatkan oleh aktivitas kapal-kapal yang berlabuh dan pada stasiun VI berdekatan dengan PT Industri Kapal Indonesia, dimana dalam proses produksinya, Tembaga (Cu) digunakan sebagai campuran bahan pengawet (Palar, 1994). Kemungkinan sisa-sisa dari pemakaian tembaga ini dibuang melalui saluran-saluran pembuangan yang langsung menuju ke perairan. Lebih lanjut Palar (1994) menyatakan bahwa bermacam-macam aktivitas pelabuhan merupakan salah satu jalur yang mempercepat terjadinya peningkatan kelarutan Cu dalam

perairan. Selanjutnya, ditemukannya Tembaga (Cu) dengan konsentrasi yang tinggi pada stasiun III, diduga berasal dari pengaruh stasiun VI dan VII yang dibawah aliran air karena faktor arus pada saat surut, karena logam dalam perairan baik dalam bentuk terlarut maupun tidak terlarut juga dipengaruhi oleh laju dan arah pergerakan massa air (arus).



Gambar 5. Kandungan Logam Berat Tembaga (Cu) Di Sekitar Perairan Pelabuhan Paotere Pada Saat Perairan Surut.

### 2.3. Logam Berat Kadmium (Cd)

Berdasarkan hasil analisis Tabel 6 dan Gambar 6, pada saat surut menunjukkan bahwa kandungan logam berat Kadmium (Cd) untuk semua stasiun mempunyai nilai kandungan yang bervariasi yaitu pada stasiun I, II, III, IV, V, VI dan VII berturut-turut 0,152 mg/l, 0,138 mg/l, 0,143 mg/l, 0,132 mg/l, 0,140 mg/l 0,152 mg/l dan 0,158 mg/l. Konsentrasi tertinggi logam berat Kadmium (Cd) didapatkan pada stasiun I, VI dan VII.

limbah minyak. Peluruhan pemakaian bahan-bahan cat atau pembersihan cat dari kapal-kapal nelayan yang berlabuh juga merupakan salah satu sumber keberadaan logam Kadmium dalam perairan. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Moore (1990), bahwa keberadaan logam Kadmium di perairan dapat bersumber dari pembuangan limbah minyak. Disamping itu, wilayah sekitar stasiun tersebut merupakan daerah perputaran aliran laut untuk menuju ke laut lepas sehingga partikel-partikel yang terlarut yang dibawa oleh arus tertumpuk pada wilayah stasiun tersebut. Kondisi inilah yang menjadi salah satu penyebab tingginya konsentrasi logam Kadmium tersebut.

#### **Perbandingan Kandungan Logam Berat Antara Pasang Dan Surut**

Bervariasinya konsentrasi logam berat di sekitar perairan pelabuhan Paotere tidak terlepas oleh adanya aktivitas parameter oseanografi yang diukur. Penentuan suatu badan perairan tercemar atau tidak, salah satu indikator yang dapat dilihat adalah kondisi kualitas air pada perairan itu. Untuk mengetahui kondisi kualitas air pada suatu perairan, maka perlu dilakukan pengujian untuk menentukan sifat-sifat air apakah terjadi penyimpangan dari batasan-batasan polusi air.

Pada saat pasang konsentrasi logam berat terlihat lebih rendah dibandingkan pada saat surut. Untuk Timbal (Pb) diperoleh kisaran nilai 0,710-0,719 mg/l, Tembaga (Cu) dengan kisaran 0,129-0,132 mg/l dan Kadmium (Cd) dengan kisaran 0,025-0,039 mg/l. Rendahnya pengukuran logam berat pada saat pasang, salah satu faktor yang mempengaruhi ialah arus pasang surut. Arah arus pada saat pasang



cenderung menuju ke pantai dengan volume air yang bertambah pada setiap stasiun yang dilewatinya sehingga proses pengeceran lebih besar dibandingkan dengan pada waktu surut. Besarnya proses pengeceran ini mengakibatkan nilai konsentrasi logam berat yang terukur rendah. Hal ini sesuai dengan pendapat Tinsley (1979), bahwa sistem perairan akan memindahkan dan mengencerkan zat-zat cemaran kimia sejauh mana air tersebut bergerak, baik zat-zat tersebut dalam larutan atau terserap pada sebuah partikel.

Hasil pengukuran kandungan logam berat pada saat surut adalah untuk Timbal (Pb) nilai kisarannya 0,811-0,840 mg/l, Tembaga (Cu) nilai kisarannya 0,042-0,55 mg/l dan Kadmium (Cd) dengan nilai kisaran 0,152-0,158 mg/l. Pada saat surut, muka air bergerak turun (Nontji 1993) sehingga akan mengakibatkan pengadukan atau mixing dengan adanya gaya gesek dasar yang ditimbulkan oleh arus surut. Dan proses pengeceran yang terjadi pada saat surut relatif kecil, mengakibatkan nilai konsentrasi logam berat yang terukur tinggi. Pada saat surut didapatkan konsentrasi yang lebih tinggi karena, muka air bergerak turun dan arah arus bergerak menjauhi pantai, akibatnya limbah dari daratan lebih mudah masuk ke perairan sehingga logam berat semakin bertambah, baik melalui kanal maupun suplai dalam pelabuhan Paotere itu sendiri.

Hasil pengukuran logam berat Timbal (Pb), antara pasang dan surut jika disesuaikan dengan Keputusan Menteri Kependudukan dan Lingkungan Hidup Nomor : Kep-02/MEKLH/I/1988 tentang Baku Mutu Air Laut telah melewati ambang batas sesuai dengan standar baku mutu peruntukan air laut baik yang



diperbolehkan maupun yang diinginkan, dimana yang diperbolehkan adalah  $\leq 0,05$  mg/l dan diinginkan 0,00002 mg/l (Lampiran 1). Selanjutnya, Palar (1994) mengemukakan bahwa air yang telah tercemar oleh senyawa atau ion Pb yang telah melewati kadar semestinya dapat mengakibatkan kematian bagi biota perairan.

Untuk logam berat Tembaga (Cu) antara pasang dan surut secara umum telah melewati ambang batas. Beberapa stasiun yang belum melewati ambang batas untuk budidaya perikanan bila disesuaikan dengan baku mutu air laut antara lain stasiun I, II, III, IV dan V. Yang diperbolehkan yaitu  $\leq 0,06$  mg/l namun yang diinginkan yaitu  $\leq 0,001$  mg/l sudah melewati ambang batas.

Konsentrasi logam berat Kadmium (Cd) antara pasang dan surut juga telah melewati ambang batas baik peruntukan air laut yang diperbolehkan maupun yang diinginkan, dimana yang diperbolehkan  $\leq 0,01$  mg/l dan diinginkan 0,00002 mg/l.



## Kualitas Air

Tabel 7. Hasil Pengukuran pH, Salinitas, Suhu, dan Oksigen terlarut Saat Pasang dan Surut

Stasiun	pH	Salinitas	Suhu ( $^{\circ}$ C)	DO	Keterangan
I.	7,62	30	28	3,42	Pasang
	7,60	27	31	3,19	Surut
II.	7,61	30	29	4,80	Pasang
	7,58	26	31	5,24	Surut
III.	7,66	29	29	5,44	Pasang
	7,53	27	30	3,68	Surut
IV.	7,69	27	28	6,24	Pasang
	7,63	27	30	4,32	Surut
V.	7,58	30	29	4,80	Pasang
	7,67	30	31	6,40	Surut

### 1. Suhu

Dari data pengamatan yang diperoleh dilapangan menunjukkan bahwa suhu pada saat pasang dan surut di perairan Pelabuhan Paotere dan sekitarnya tidak teralu bervariasi (hampir homogen). Pada Tabel 7, terlihat rentang suhu berada pada kisaran 28-31  $^{\circ}$ C untuk nilai suhu saat pasang dan surut. Suhu di sekitar pelabuhan Paotere termasuk kedalam kelompok suhu yang hangat atau panas (Sri Wahyuni 1998). Persoone (1979) dalam Sri Wahyuni (1998) membatasi suhu dalam empat kelompok, dimana suhu yang ada di sekitar pelabuhan Paotere termasuk ke dalam kelompok suhu yang hangat dan panas. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Nontji (1993), bahwa secara alami suhu air permukaan memang merupakan lapisan hangat karena mendapatkan radiasi matahari pada siang hari. Pengukuran suhu pada waktu pasang dilakukan pada pukul 08.00 hingga pukul 09.00 pagi sehingga diperoleh

kisaran suhu yang rendah. Hal ini disebabkan karena pada waktu pengukuran kondisi cuaca belum terlalu panas oleh sinar matahari. Sedangkan suhu pada waktu surut relatif tinggi karena pengukuran suhu dilakukan pada pukul 13.00 siang dimana pemanasan matahari yang cukup tinggi. Oleh karena itu suhu air laut akan seirama dengan perubahan intensitas penyinaran matahari. Menurut WHO (1992) dalam Gunawan (1998), suhu akan mempengaruhi sifat toksik logam berat dalam badan perairan. Jika suhu meningkat maka daya toksik logam berat akan meningkat.

## **2. Salinitas**

Salinitas air laut merupakan salah satu parameter oseanografi yang berhubungan dengan penyebaran logam berat di permukaan laut, dimana parameter ini saling berhubungan antara suhu dan kerapatan massa air. Salinitas ditentukan oleh pencampuran yang terjadi dalam air laut. Hasil pengukuran salinitas pada saat pasang dan surut berkisar antara 26-30 ‰. Berfluktuasinya salinitas disebabkan karena berfluktuasinya nilai pengukuran suhu. Menurut Hutagalung (1994), kenaikan suhu dan kecilnya salinitas menyebabkan tingkat bioakumulasi semakin besar.

## **3. Derajat Keasaman (pH)**

Derajat keasaman adalah logaritma negatif dari konsentrasi ion-ion hidrogen ( $H^+$ ) yang terlepas dalam suatu cairan dan merupakan indikator baik atau buruknya air (Sastrawijaya, 1991). Derajat keasaman di suatu perairan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain oleh aktifitas fotosintesis, suhu, salinitas dan terdapatnya anion dan kation. pH perairan yang ideal adalah 6,5-8,5.

Derajat keasaman (pH) pada stasiun pengambilan sampel antara pasang dan surut berkisar 7,55-7,70. Nilai pH penting untuk dipertimbangkan, karena dapat mempengaruhi proses dan kecepatan reaksi kimia di dalam air.

#### **4. Oksigen Terlarut (DO)**

Kisaran oksigen terlarut yang terukur di sekitar perairan pelabuhan Paotere selama pengambilan sampel yaitu antara 3,19-6,40 ppm. Kisaran nilai oksigen terlarut tersebut mempunyai nilai yang berbeda antara setiap stasiun, baik pada saat pasang maupun pada saat surut. Perbedaan ini umumnya dipengaruhi oleh letak dan kondisi dari setiap stasiun baik pada saat pasang maupun pada saat surut.

Berfluktuasinya konsentrasi oksigen terlarut yang didapat disebabkan oleh berfluktuasinya suhu setiap stasiun pengambilan sampel. Hal ini sesuai dengan pendapat Wardhana (1995), bahwa semakin tinggi kenaikan suhu air makin sedikit oksigen yang terkandung didalamnya.

Supardi (1984) membagi tingkat pencemaran air berdasarkan besarnya nilai oksigen terlarut atas tiga tingkatan yaitu tercemar ringan bila  $DO = 5$  ppm, tercemar sedang bila nilai  $DO = 2 - 5$  ppm dan tercemar berat kadar oksigen terlarutnya  $0,1 - 2$  ppm. Pelabuhan Paotere Makassar dan sekitarnya berada pada tingkatan antara tercemar sedang dan tercemar berat.

### **Hubungan Antara Logam Berat Dengan Parameter Oseanografi**

#### **A. Logam Berat Pada Waktu Pasang**

Keberadaan logam salah satunya ditentukan oleh beberapa parameter oseanografi dengan melihat hubungan berdasarkan hasil analisa regresi sebagai berikut :

Tabel 8. Hasil Persamaan Regresi Berganda

Jenis Logam	Kondisi Perairan	Persamaan	R <sup>2</sup>
Timbal (Pb)	Pasang	$\hat{Y} = -2,388_{pH}^{\bar{S}} - 0,03650_{Do}^{\bar{n}}$	858
	Surut	$\hat{Y} = -2,1114 - 0,3226_{pH}^{\bar{n}} + 0,00228_{Sal}^{\bar{n}} + 0,0381_{Su}^{\bar{n}} + 0,355_{Do}^{\bar{n}}$	992
Tembaga (Cu)	Pasang	$\hat{Y} = 0,0747 - 0,0907_{Sal}^{\bar{n}} + 0,0101_{Su}^{\bar{n}} + 0,01345_{Su}^{\bar{n}} + -0,0134_{Do}^{\bar{n}}$	785
	Surut	$\hat{Y} = -1,036 - 0,148_{pH}^{\bar{n}} + -0,01082_{Do}^{\bar{n}}$	814
Kadmium (Cd)	Pasang	$\hat{Y} = -0,184 + 0,0346_{pH}^{\bar{n}} - 0,0023_{Sal}^{\bar{n}} + 0,00515_{Su}^{\bar{n}} + 0,00049_{Do}^{\bar{n}}$	000
	Surut	$\hat{Y} = -0,229 - ,04757_{pH}^{\bar{n}} + 0,001364_{Sal}^{\bar{n}} + -0,005986_{Do}^{\bar{n}}$	972

Keterangan :  $\bar{n}$  = Tidak berpengaruh nyata      Sal = Salinitas  
 $\bar{S}$  = Berpengaruh nyata                      Su = Suhu

Dari persamaan regresi diatas dihasilkan nilai koefesien determinasi (R<sup>2</sup>) = 8,58 yang berarti hanya 85,8% untuk timbal, nilai koefesien determinasi (R<sup>2</sup>) = 7,85 berarti hanya 7,85 % untuk tembaga sedangkan untuk kadmium nilai koefesien determinasi (R<sup>2</sup>) = 000 artinya 000 dari variabel dapat dijelaskan oleh model regresi yang digunakan (Lampiran 17). Sedangkan koefesien kolerasi berganda cukup tinggi untuk Timbal (Pb) = 0,952, yang hanya menunjukkan hubungan antara logam timbal dengan pH dan DO. Kemudian koefesien kolerasi berganda untuk Tembaga (Cu) =

yang digunakan (Lampiran 17). Sedangkan koefisien kolerasi berganda cukup tinggi untuk Timbal (Pb) = 0,952, yang hanya menunjukkan hubungan antara logam timbal dengan pH dan DO. Kemudian koefisien kolerasi berganda untuk Tembaga (Cu) = 0,945 berhubungan dengan salinitas, suhu dan DO. Sedangkan kolerasi berganda untuk Kadmium (Cd) = 0,00.

Berdasarkan hal tersebut, DO yang berpengaruh terhadap keberadaan logam di perairan, karena perairan Pelabuhan Paotere dan sekitarnya terdapat lapisan minyak di permukaan laut, dimana hal ini merupakan salah satu penyebab menurunnya kadar oksigen terlarut. Nilai koefisien kolerasi berganda untuk Kadmium (Cd) = 0,00 atau konstant, artinya parameter oseanografi yang diukur tidak telalu berpengaruh langsung terhadap keberadaan logam Kadmium.

### **B. Logam Berat Pada Waktu Surut**

Dari persamaan (Tabel 8) regresi tersebut dihasilkan nilai koefisien detrmniasi ( $R^2$ ) = 992 berarti 99,2 % untuk Timbal (Pb), nilai determinasi ( $R^2$ ) = 814 berarti hanya 81,4% untuk Tembaga (Cu) sedangkan untuk Kadmium (Cd) nilai determinasinya ( $R^2$ ) = 972 berarti hanya 97,2 % dari variabel dapat dijelaskan oleh model regresi yang digunakan (Lampiran 18). Untuk koefisien kolerasi bergandanya cukup tinggi. Nilai koefisien kolerasi untuk Timbal (Pb) = 0.999 menunjukkan hubungannya pH, salinitas, suhu dan DO. Nilai koefisien kolerasi berganda Tembaga (Cu) = 0,915 berhubungan pH dan DO. Sedangkan Kadmium (Cd) nilai koefisien kolerasi bergandanya = 0,995 menunjukkan hubungannya dengan pH, salinitas dan DO.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis logam berat di perairan Pelabuhan Paotere Makassar dan sekitarnya, maka dapat disimpulkan bahwa :

- Konsentrasi logam Timbal saat perairan surut dan pasang (0,712 – 0,840 mg/l), Kadmiun (0,129 – 0,158 mg/l) dan Tembaga (0,25 – 0,072 mg/l).
- Kandungan logam Timbal (Pb), Kadmiun (Cd) dan Tembaga (Cu) dalam perairan pada lokasi penelitian sudah melewati ambang batas sesuai standar Baku Mutu air Laut.

### Saran

Mengingat tingginya tingkat konsentrasi logam Timbal (Pb), Kadmiun (Cd) dan Tembaga (Cu) dalam air laut di perairan pelabuhan Paotere Makassar dan sekitarnya yang menyebabkan perairan tercemar, maka diharapkan adanya perhatian khusus dari pemerintah setempat dalam menanggulangi dan memecahkan masalah tersebut.



## DAFTAR PUSTAKA

- Bantung, A.A. 1998. Skripsi. *Analisis Kandungan Logam Berat (Pb dan Zn) pada Sedimen di Perairan Pantai Losari Kotamadya Ujung Pandang*. Jurusan Ilmu Kelautan. FIKP Unhas Makassar
- Baker, R. B. 1991. *Organic Subtancer and Sediment In Water*. Vol. 1 Humic and Soil. Lewis Publisher. Michigan
- Cassaret, L.J. and Jhon Doull. 1975. *Toxicology The Basic Sciences of Poisons Publishing*. New York.
- Clark, R. B. 1989. *Marine Pollutan*. Second Edition. Clarendon Press. Oxford.
- Connel, D. W. dan Gregory, J. M.. 1995. *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran*. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Dahab, O.A. 1988. *Speciation Of Tin Comporound In Sedimen Of The Alexandria Coastal Welt, Water, Air And Soil Pollution An International Journal Of Environment Pollution*. Kluwer Academic Publisher.
- Dahuri R., J. Rais, S.P. Ginting, M.J. Sitepu. 1996. *Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Darmono. 1995. *Logam Dalam Sistem Biologi Mahluk Hidup*. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.
- Darmawangsa, H. 2001. 2001. *Analisis Tingkat Pencemaran Perairan Teluk Pare-Pare Untuk Pengembangan Marikultur*. Tesis Program Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Dojilido, Jan. R, dan Best Gerald A, 1993. *Chemistry of Water and Water Polution*. Ellis Horwood. Limited. England.
- Fardiaz, S., 1992. *Polusi Air dan Udara*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Geyer, R. A. 1981. *Marine Environmental Pollution 2*. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam Oxford New York.
- Gunawan, I.A. 1998. Skripsi. *Analisis Kandungan Logam Berta Tembaga (Cu), Timbal (Tb), dan Seng (Zn) pada Sedimen di Perairan Sekitar Pelabuhan Rakyat Cappa Ujung Kota Madya Pare-pare*. Jurusan Ilmu Kelautan. FIKP Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Handayani, M. 2000. *Kandungan Total Padatan Tersuspensi, Bahan Organik Total, dan Coliform Untuk Kesesuaian Pemanfaatan Wisata Perairan Di*



**Kawasan GMTDC Kota Makassar.** Skripsi Jurusan Ilmu Kelautan Unhas. Makassar.

- Hutabarat, S. dan Evans, S.M. 1985. *Pengantar Oseanografi*. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.
- Hutagalung, P. H., 1994. *Metode Analisis Air Laut, Sedimen Dan Biota*. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Oseanologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta.
- Hutzinger, O. 1980. *The Handbook Of Environmental Chemistry Vol.3 Part A. Anthropogenic Compounds*. Springer-verlag Berlin Heidelberg. New York.
- Klein. 1974. *Sources Of Metals Pollution In New York City Waste Water*. Water Pollut Control Fed, 46.29693.1974.
- Mance, G. 1990. *Threat of Heavy Metal in Aquatik Environment*. Analysis and Biological Relevance. New York.
- Moore, J.W. 1991. *In Organic Contaminants Of Surface Water. Research And Monitoring Prioritas*. Springer-Verlag. New York.
- Nontji, .A, 1993. *Laut Nusantara*. Penerbit Djambatan. Jakarta.
- Nybakken, J. W. 1996. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologi*. Penerbit Gramedia, Jakarta.
- Oehme, F.W., 1978. *Toxicity of Heavy Metal in The Envirroment part 1*. Marsel Dekker. Ine. New York dan Busel.
- Palar, H., 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Penerbit PT. Rineka
- Pansirvirta, J. and poole, R. K., 1991. *Chemical Ecotoxicology*. News Publisher Michigan. USA.
- Saeni. 1989. *Kimia Lingkungan*. PAV Ilmu Hayat. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Salle, A. J, 19961. *Fundamental Principles of Bacteriology*. Mc Graw Hill Book Company. New York.
- Sastrawijaya, T. A , 1991. *Pencemaran Lingkungan*. Penerbit Rineka Cipta, Jakarta.
- Shevia, G. Vogel., 1985. *Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro* Terjemahan L. Sutiono dan A. M. Purjaatmoko. PT. Reviman Media.
- Sri Wahyuni (1998)., *Kajian Distribusi Pencemaran di Sekitar Pelabuhan Pertamina*. Ujung Pandang.

- Storm, C., 1989. *Applied Sedimentology*. Academica Press Harcourt Brace Jovanovic Publisher. London
- Sunaryo, W. 1987. *Sifat minyak bumi Apabila jatuh (Tumpah) Ke Perairan (Air Laut)*. Direktorat jenderal minyak Dan Gas Bumi. Jakarta.
- Supardi, I. 1984. *Lingkungan Hidup Dan Kelestariannya*. Penerbit Alumni Supriharyono. 1986. *Tropical Marine Pollution*. MSC. Report. Dept. Upon Tyne New Castle Upon Tyne, U. K. Pustaka. Jakarta.
- Supriharyono. 1989. *Laporan Penelitain Monitoring Logam Berat di Perairan Pantai Semarang 1988-1989*. LIPI Semarang.
- Tamrin, A., 1996. Skripsi. *Uji Efek Lethal Logam Berat Cadmium (Cd) dengan Variasi Suhu dan Salinitas Terhadap Kepiting Bakau Syilla serrata Forskal*. Jurusan Ilmu Kelautan. FIKP Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Tinsley, I. J., 1979. *Chemical Concepts in Pollutant Behavior*. Jonh Wiley and Sons,
- Waite, T.D. 1984. *Principles Of Water Of Quality*. Academic Press Inc. Orlando.
- Wardhana, A., W, 1995. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Penerbit Andi Yogyakarta. Yogyakarta.

# LAMPIRAN

**KEPUTUSAN MENTERI LINGKUNGAN HIDUP  
NOMOR : KEP - 02/MENKLH/1988  
TENTANG BAKU MUTU AIR LAUT**

**I. BAKU MUTU AIR LAUT UNTUK PARIWISATA DAN REKREASI (MANDI, RENANG DAN SELAM)**

Parameter	Satuan	Baku Mutu Air Laut	
		Diperbolehkan	Diinginkan
1. Cd	mg/l	$\leq 0,001$	0,00002
2. Cu	mg/l	$\leq 1$	0,001
3. Pb	mg/l	$\leq 0,05$	0,00002

**II. BAKU MUTU AIR LAUT UNTUK PERTAMBANGAN DAN ENERGI (BAHAN BAKU DAN PROSES)**

Parameter	Satuan	Baku Mutu Air Laut	
		Diperbolehkan	Diinginkan
1. Cd	mg/l	$\leq 0,001$	0,00002
2. Cu	mg/l	$\leq 1$	0,001
3. Pb	mg/l	$\leq 0,05$	0,00002

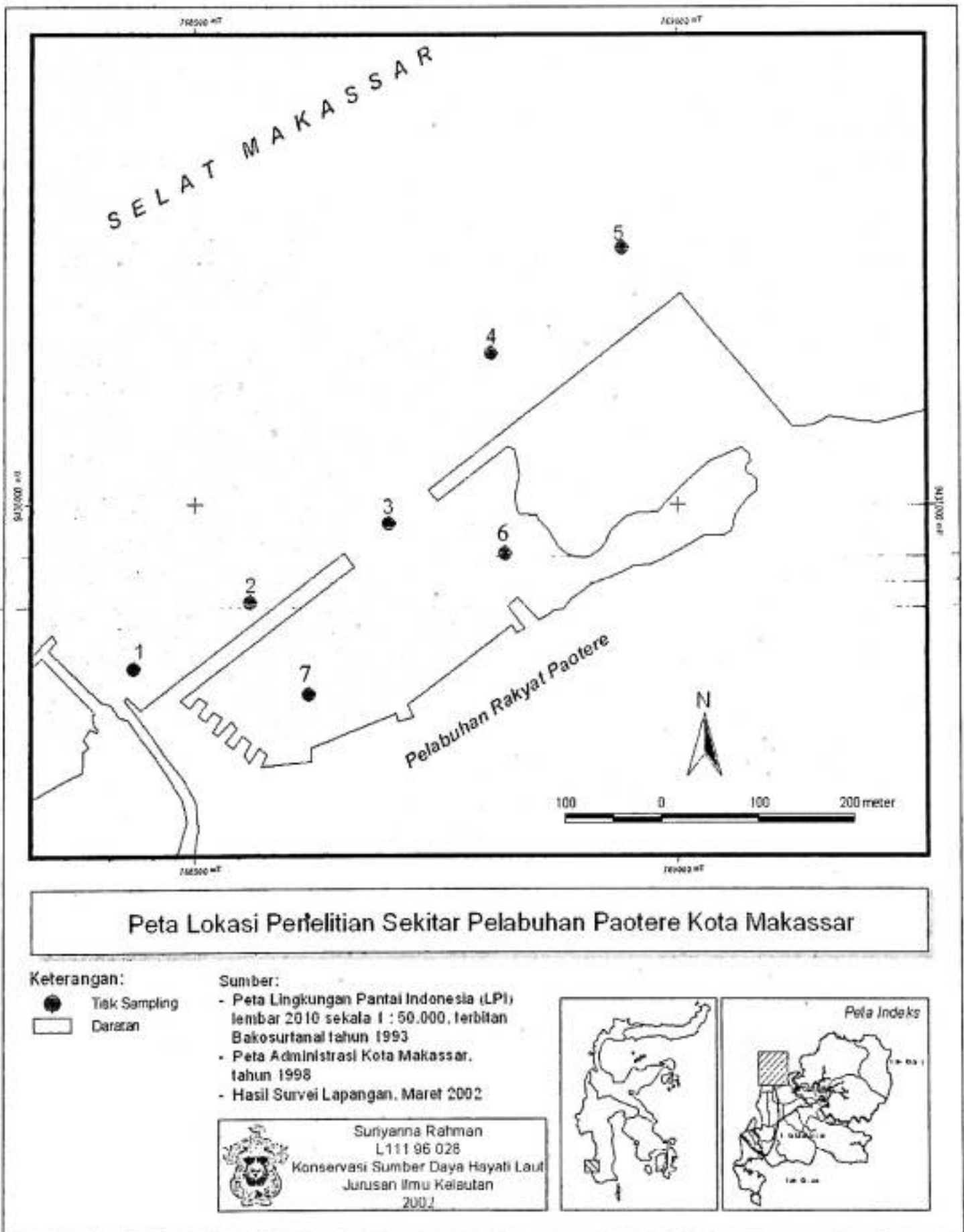
**III. BAKU MUTU AIR LAUT UNTUK PARIWISATA DAN REKREASI (MANDI, RENANG DAN SELAM)**

Parameter	Satuan	Baku Mutu Air Laut	
		Diperbolehkan	Diinginkan
1. Cd	mg/l	$\leq 0,01$	0,00002
2. Cu	mg/l	$\leq 0,06$	0,001
3. Pb	mg/l	$\leq 0,01$	0,00002

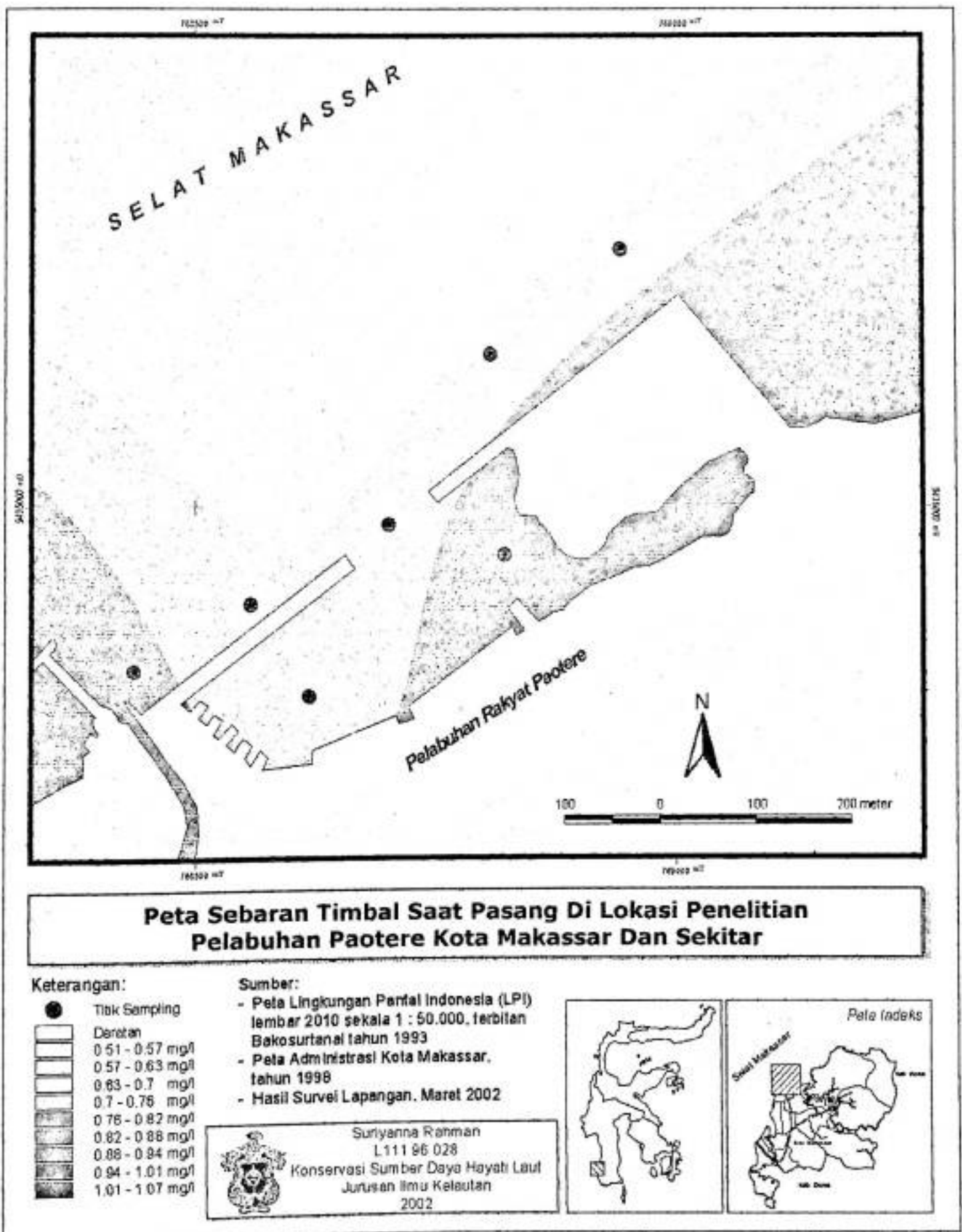
**IV. BAKU MUTU AIR LAUT UNTUK BIOTA LAUT (TAMAN LAUT KONSERVASI)**

Parameter	Satuan	Baku Mutu Air Laut	
		Diperbolehkan	Diinginkan
1. Cd	Mg/l	$\leq 0,01$	0,00002
2. Cu	mg/l	$\leq 0,06$	0,001
3. Pb	mg/l	$\leq 0,075$	0,00002

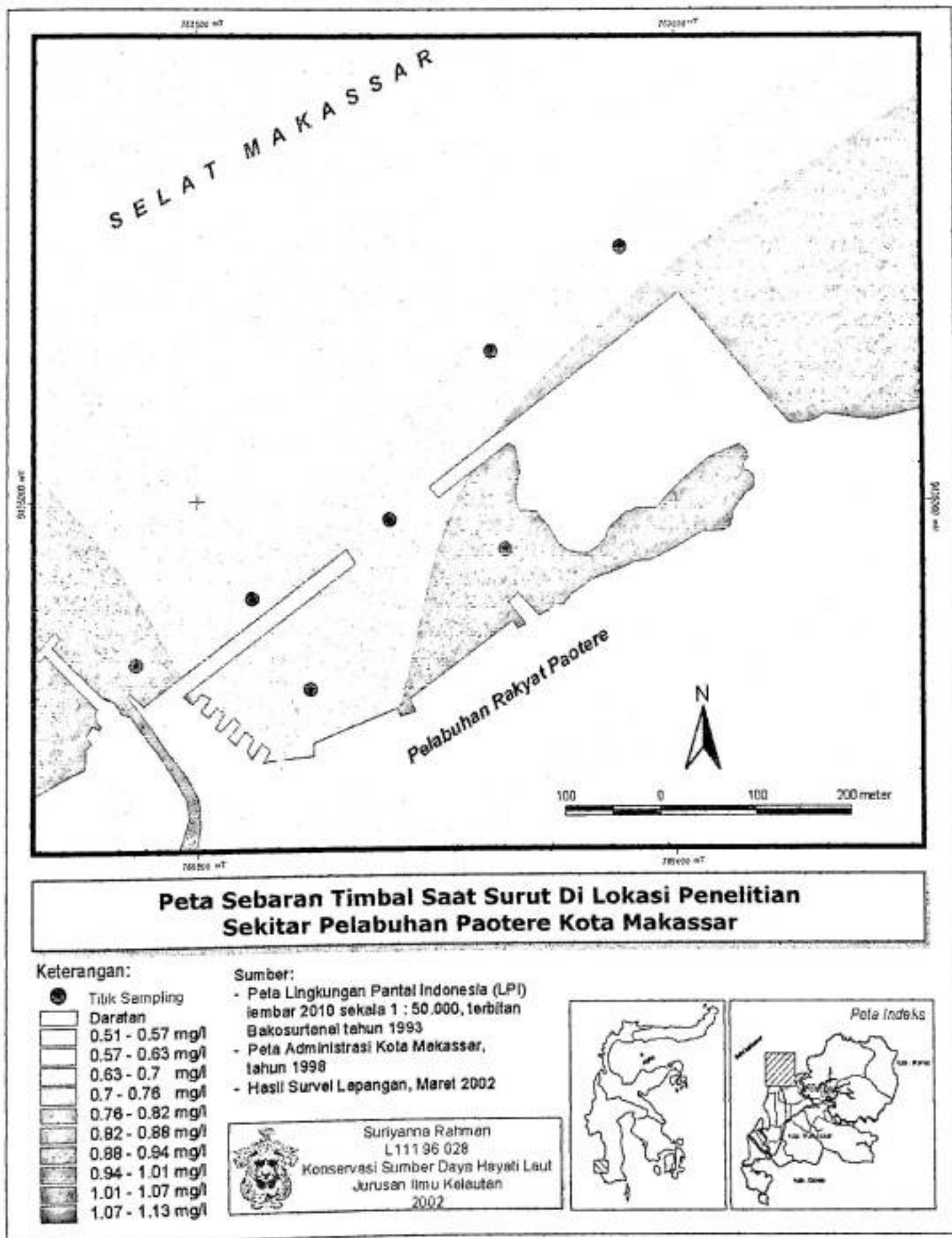
Lampiran 2. Peta Lokasi Penelitian



Lampiran 3. Peta Sebaran Timbal Saat Pasang di Lokasi Penelitian

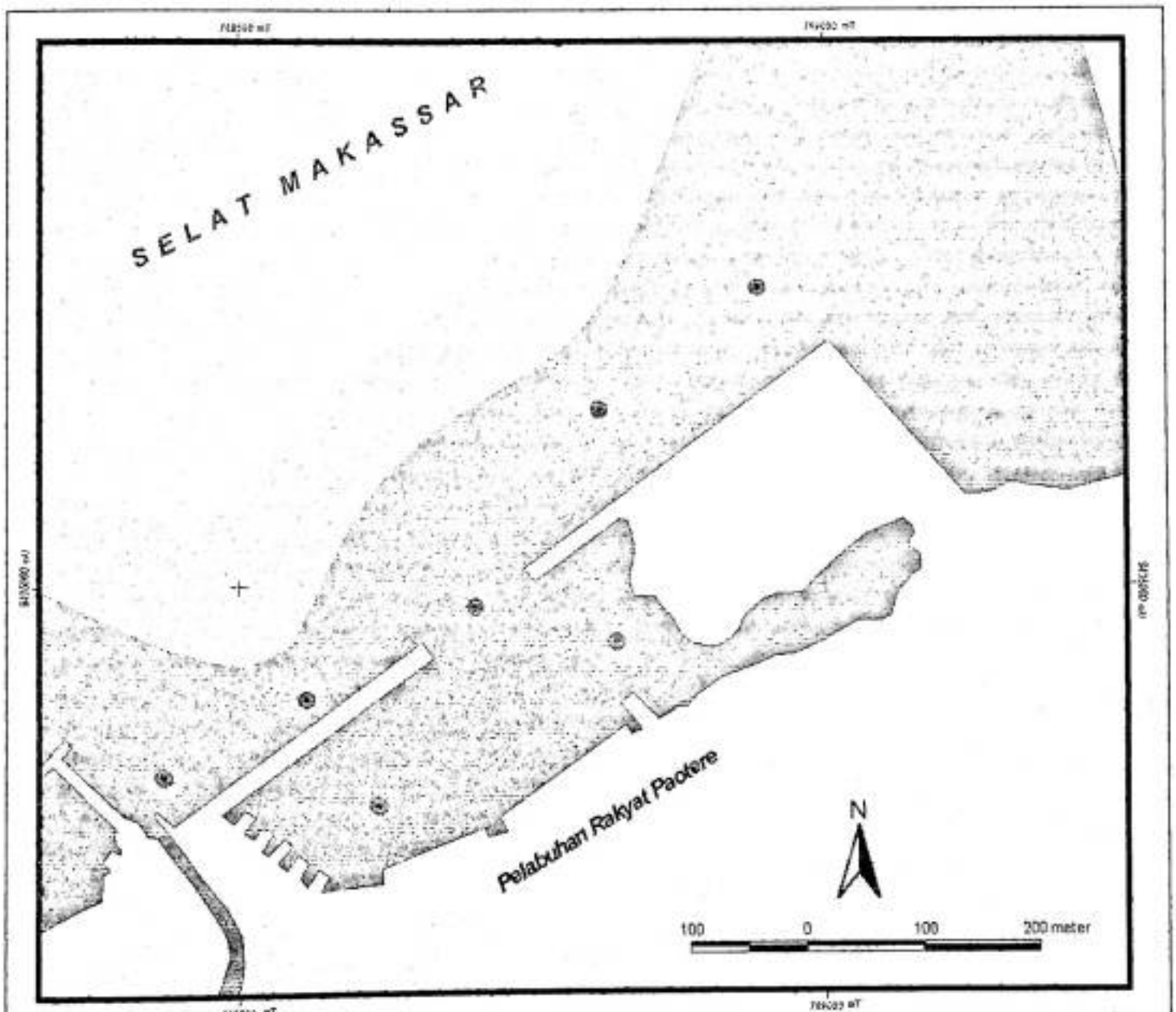


Lampiran 4. Peta Sebaran Timbal Saat Surut Di Lokasi Penelitian





Lampiran 5. Peta Sebaran Kadmium Saat Pasang Di Lokasi Penelitian



**Peta Sebaran Kadmium Saat Pasang Di Lokasi Penelitian Sekitar Pelabuhan Paotere Kota Makassar**

**Keterangan:**

●	Titik Sampling
[White box]	Darat
[Lightest grey box]	0.09 - 0.1 mg/l
[Light grey box]	0.1 - 0.11 mg/l
[Medium-light grey box]	0.11 - 0.12 mg/l
[Medium grey box]	0.12 - 0.13 mg/l
[Medium-dark grey box]	0.13 - 0.13 mg/l
[Dark grey box]	0.13 - 0.14 mg/l
[Very dark grey box]	0.14 - 0.15 mg/l
[Darkest grey box]	0.15 - 0.16 mg/l
[Black box]	0.16 - 0.17 mg/l
[Black box]	0.17 - 0.18 mg/l

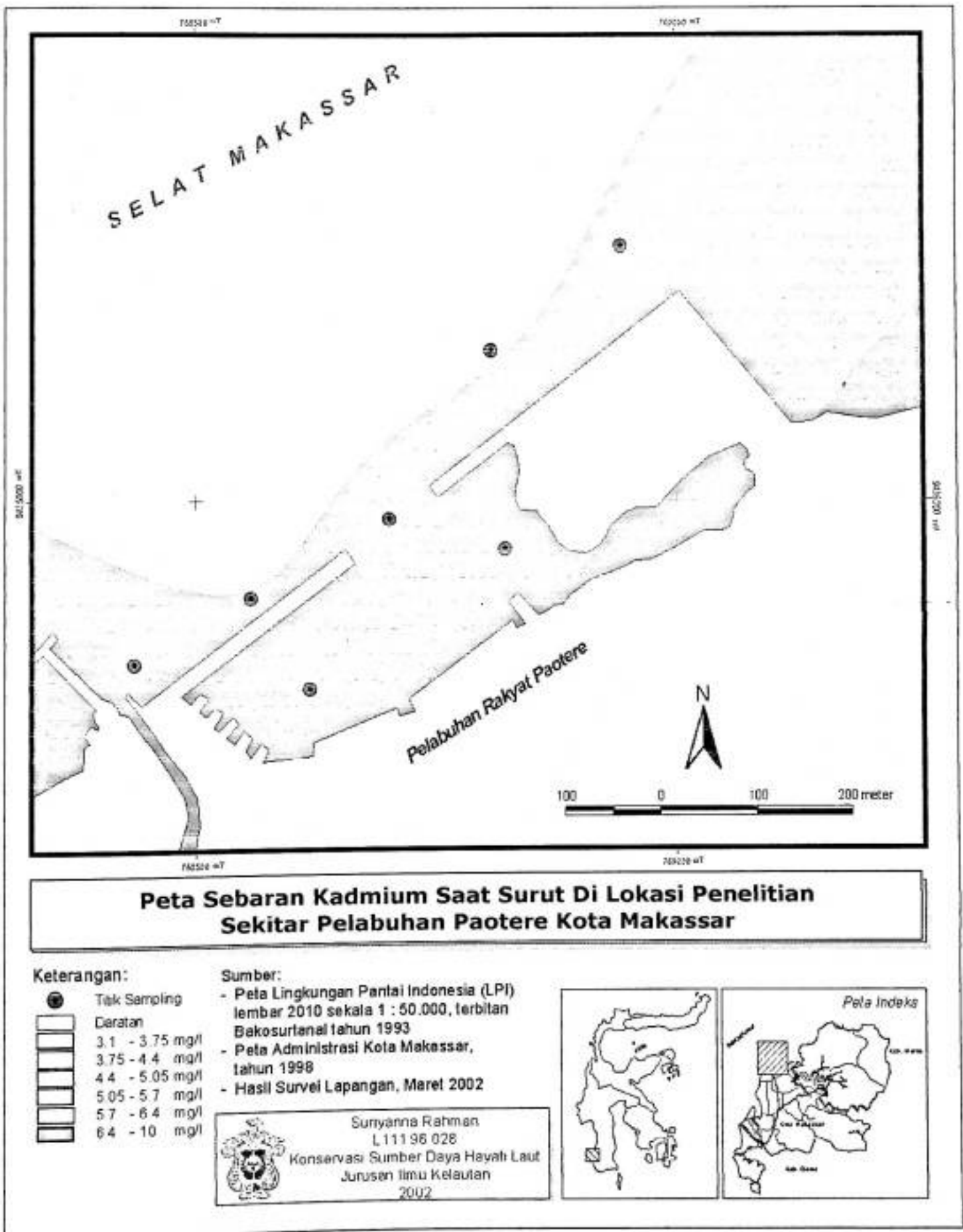
**Sumber:**

- Peta Lingkungan Pantai Indonesia (LPI) lembar 2010 skala 1 : 50.000, terbitan Bakosurtanal tahun 1993
- Peta Administrasi Kota Makassar, tahun 1998
- Hasil Survei Lapangan, Maret 2002

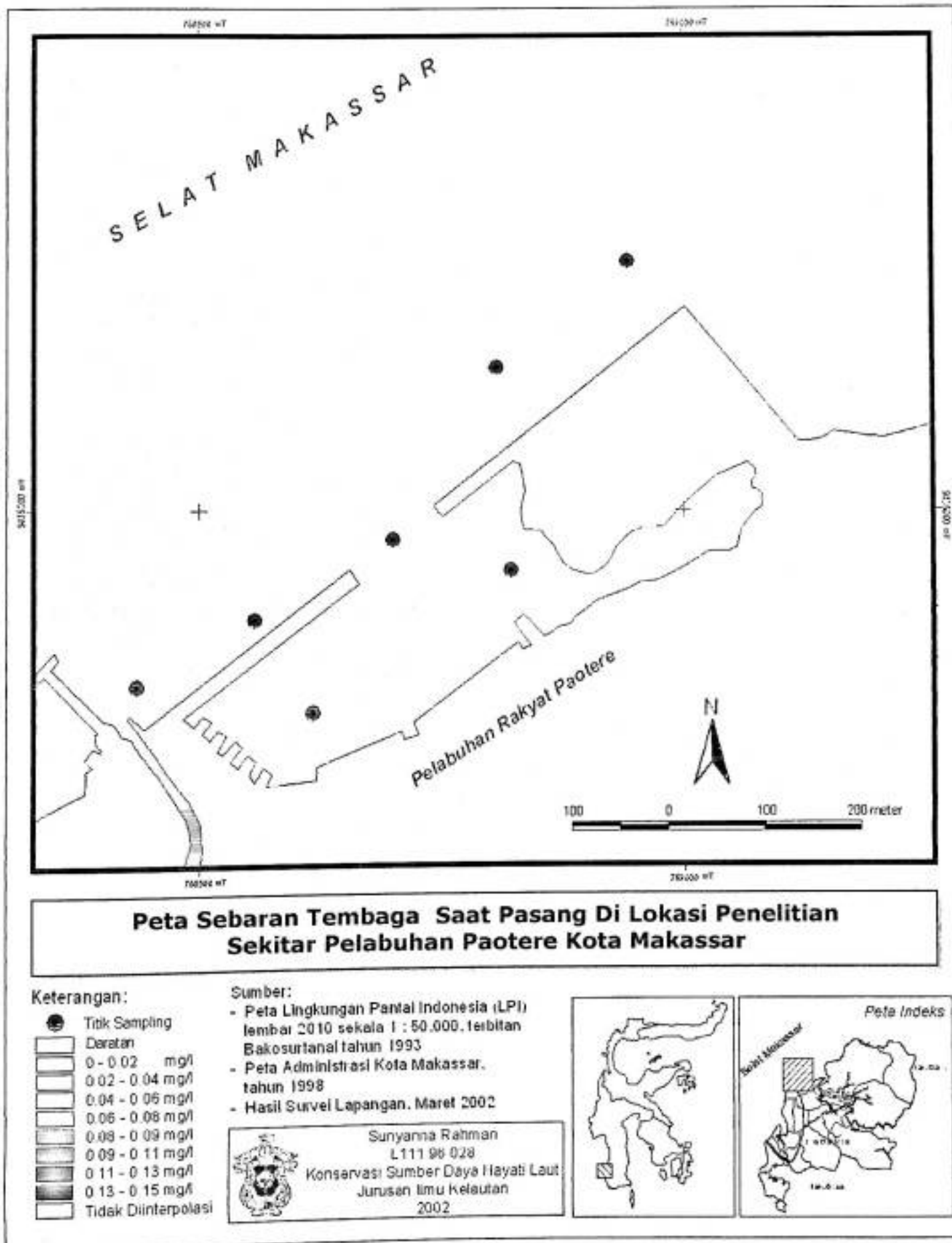


Suryana Rahmān  
L 111 96 028  
Konservasi Sumber Daya Hayati Laut  
Jurusan Ilmu Kelautan  
2002

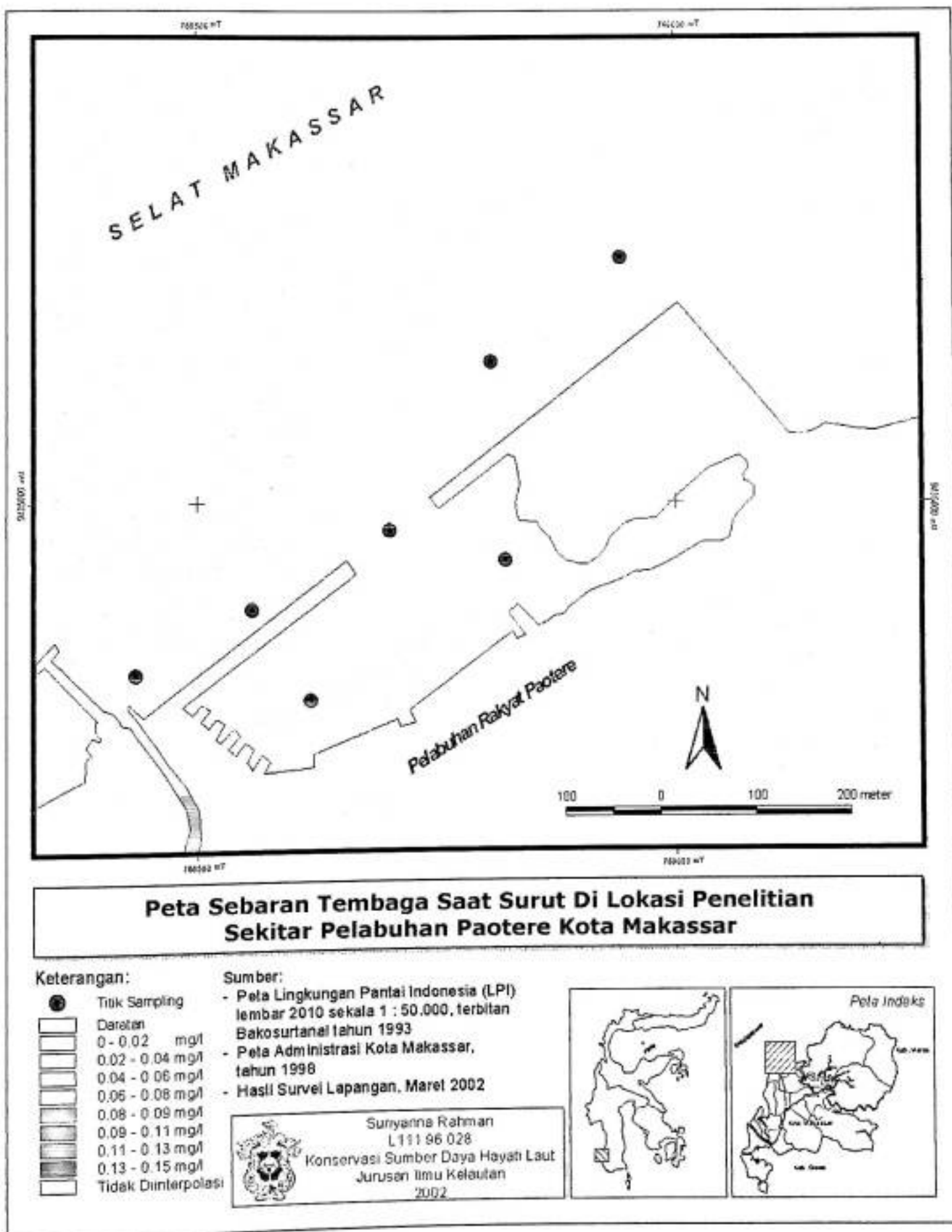
Lampiran 6. Peta Sebaran Kadmium Saat Surut di Lokasi Penelitian



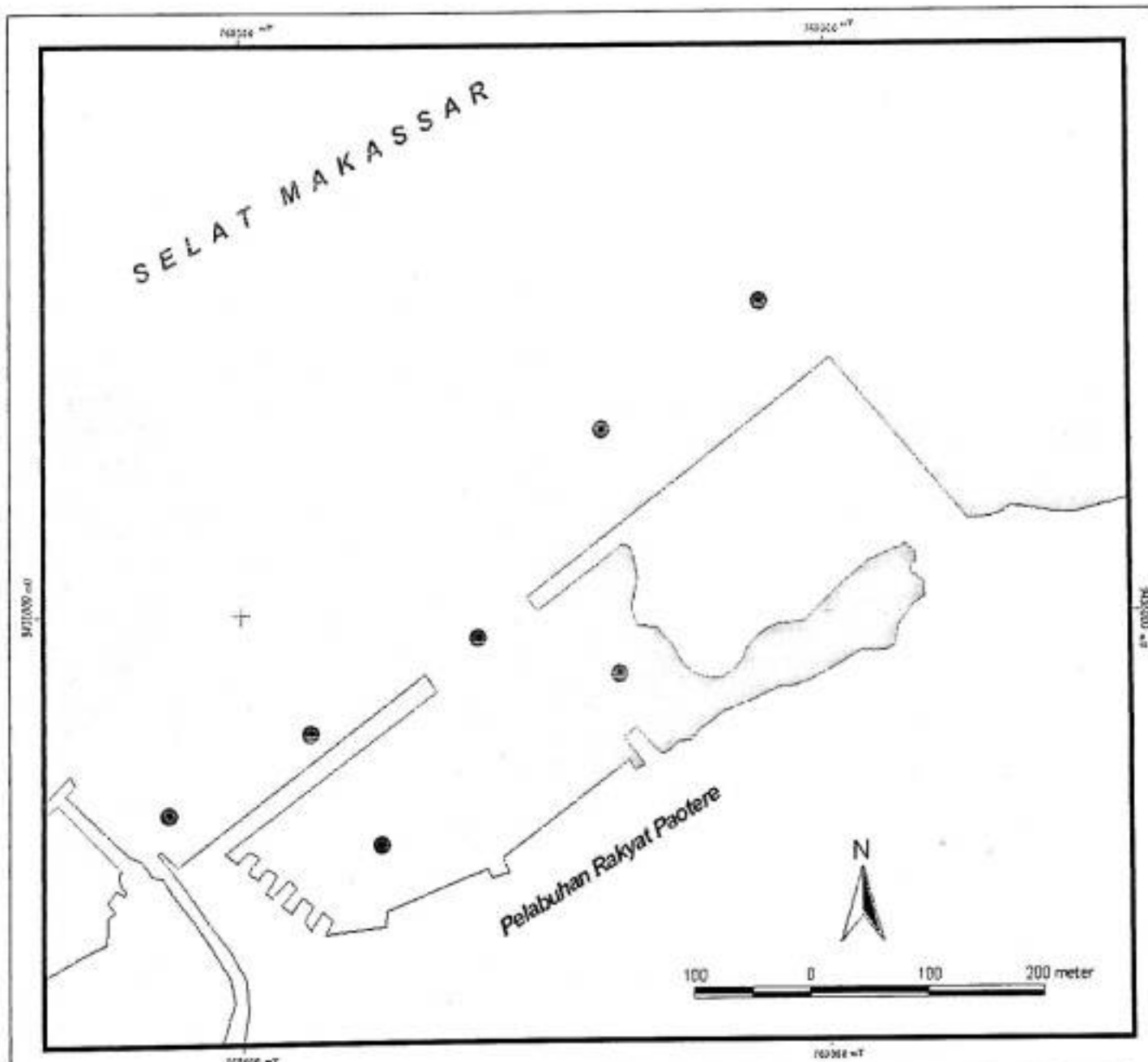
Lampiran 7. Peta Sebaran Tembaga Saat Pasang Di Lokasi Penelitian



Lampiran 8. Peta Sebaran Tembaga Saat Surut di Lokasi Penelitian



Lampiran 9. Peta Sebaran pH Saat Pasang di Lokasi Penelitian



Peta Sebaran pH saat Pasang di Lokasi Penelitian  
Sekitar Pelabuhan Paotere Kota Makassar

Keterangan:

- Titik Sampling
- Dataran
- 7.3 - 7.36
- 7.36 - 7.41
- 7.41 - 7.47
- 7.47 - 7.52
- 7.52 - 7.58
- 7.58 - 7.63
- 7.63 - 7.68
- 7.68 - 7.74
- 7.74 - 7.79
- 7.79 - 7.85

Sumber:

- Peta Lingkungan Pantai Indonesia (LPI) lembar 2010 skala 1 : 50.000, terbitan Bakosurtanal tahun 1993
- Peta Administrasi Kota Makassar, tahun 1998
- Hasil Survei Lapangan, Maret 2002

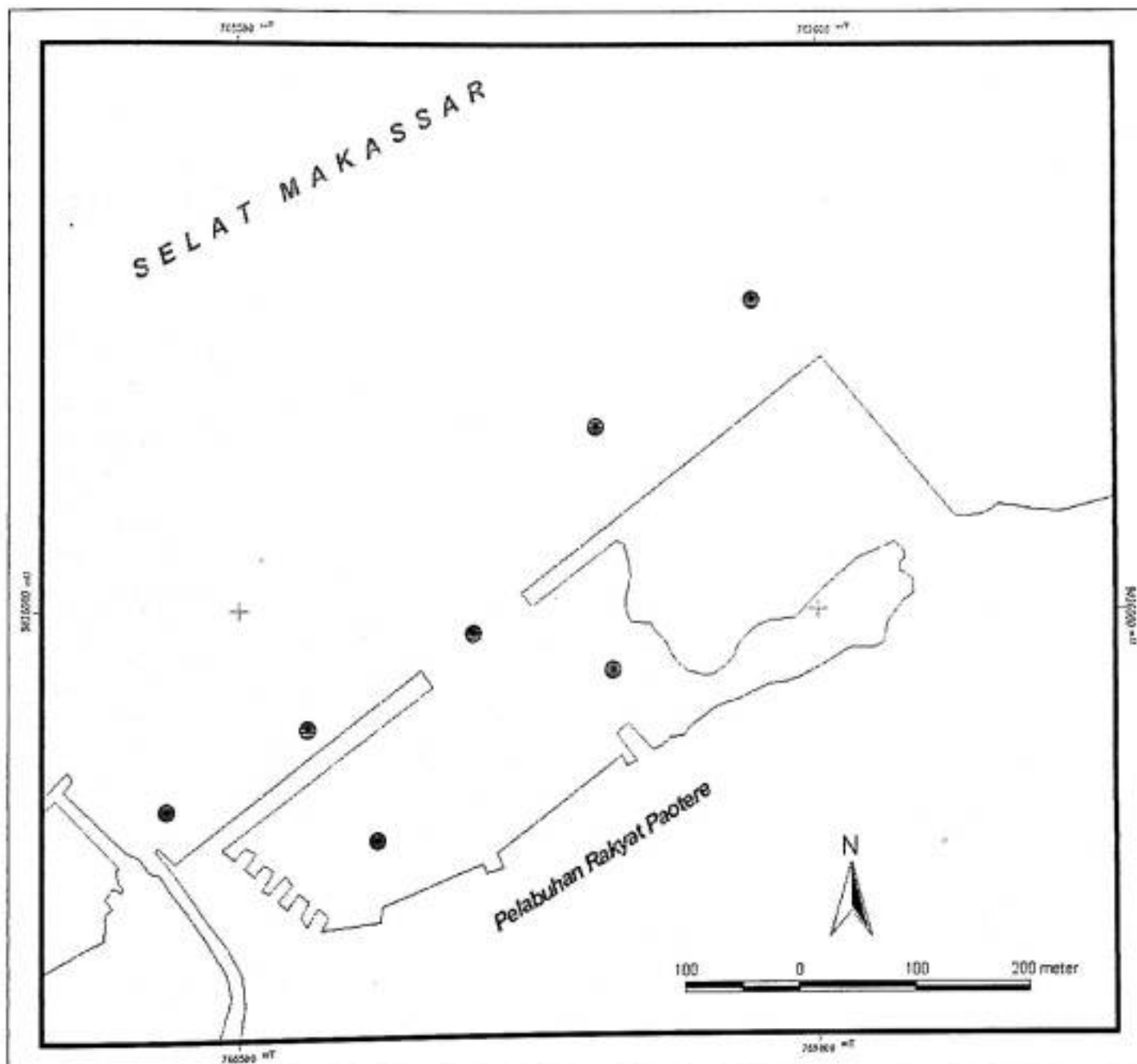


Sunyanna Rahman  
L 111 96 028  
Konservasi Sumber Daya Hayati Laut  
Jurusan Ilmu Kelautan  
2002





Lampiran 10. Peta Sebaran pH Saat Surut di Lokasi Penelitian



Peta Sebaran pH saat Surut di Lokasi Penelitian  
Sekitar Pelabuhan Paotere Kota Makassar

**Keterangan:**

- Titik Sampel
- Daratan
- 7.1 - 7.2
- 7.2 - 7.3
- 7.3 - 7.4
- 7.4 - 7.5
- 7.5 - 7.7
- 7.7 - 7.8
- 7.8 - 7.9

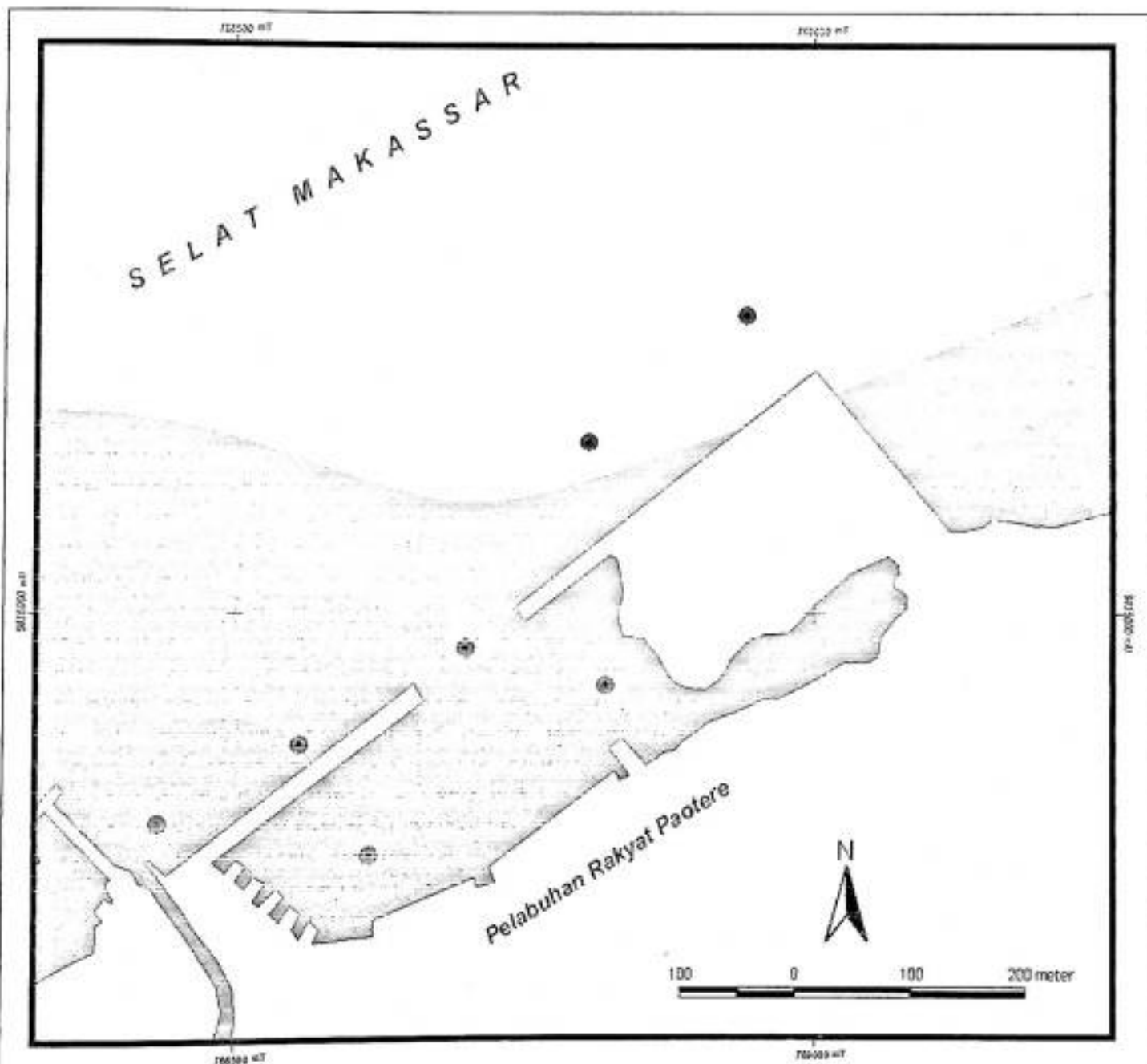
**Sumber:**

- Peta Lingkungan Pantai Indonesia (LPI) lembar 2010 skala 1 : 50.000, terbitan Bakosurtanal tahun 1993
- Peta Administrasi Kota Makassar, tahun 1998
- Hasil Survei Lapangan, Maret 2002

Suryanna Rahman  
L111 96 028  
Konservasi Sumber Daya Hayati Laut  
Jurusan Ilmu Kelautan  
2002



Lampiran 11. Peta Sebaran Salinitas Saat Pasang Di Lokasi Penelitian



Peta Sebaran Salinitas saat Pasang di Lokasi Penelitian  
Sekitar Pelabuhan Paotere Kota Makassar

Keterangan:

- Titik Sampling
- Daratan
- 22.5 - 23.75 ‰
- 23.75 - 25 ‰
- 25 - 26.25 ‰
- 26.25 - 27.5 ‰
- 27.5 - 28.75 ‰
- 28.75 - 30 ‰
- 30 - 31.25 ‰
- 31.25 - 32.5 ‰
- 32.5 - 33.75 ‰
- 33.75 - 35 ‰

Sumber:

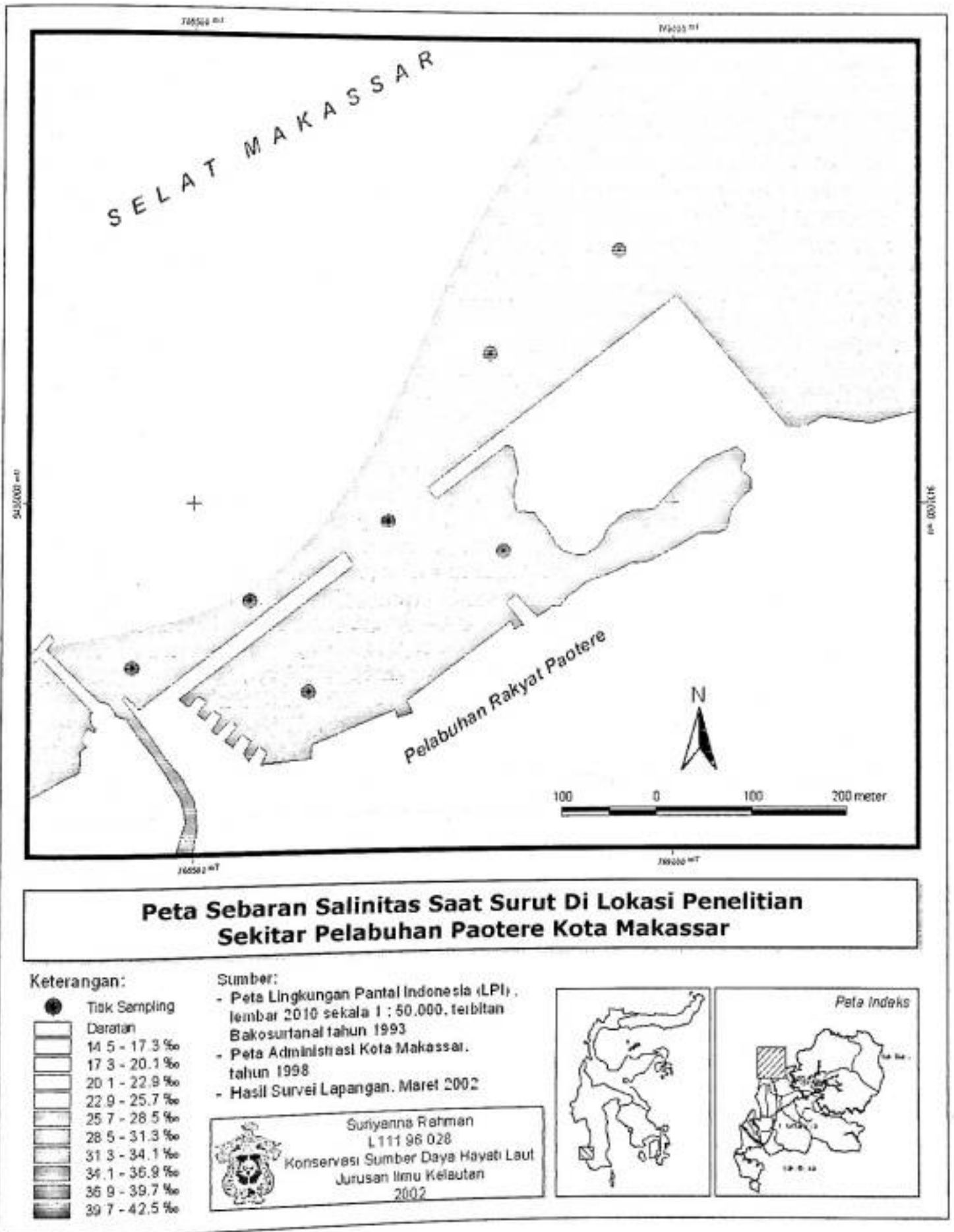
- Peta Lingkungan Pantai Indonesia (LPI) lembar 2010 skala 1 : 50.000, terbitan Bakosurtanal tahun 1993
- Peta Administrasi Kota Makassar, tahun 1998
- Hasil Survei Lapangan, Maret 2002

Suriyanna Rahman  
L11196028  
Konservasi Sumber Daya Hayati Laut  
Jurusan Ilmu Kelautan  
2002

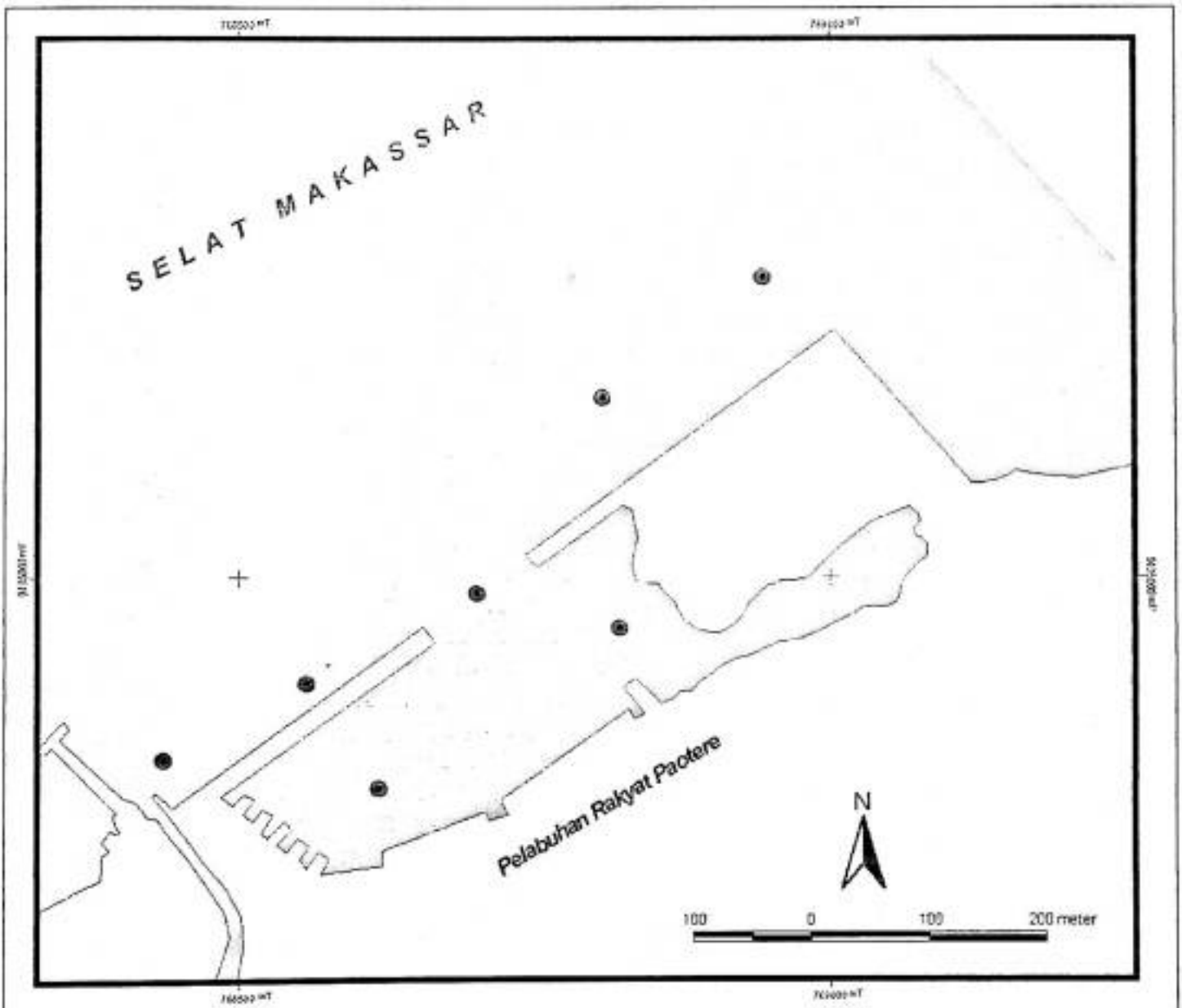




Lampiran 12. Peta Sebaran Salinitas Saat Surut di Lokasi Penelitian



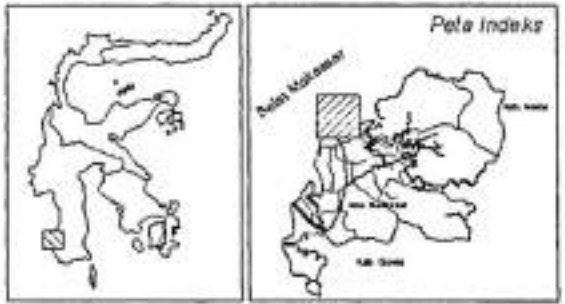
Lampiran 13. Peta Sebaran Suhu Saat Pasang di Lokasi Penelitian



**Peta Sebaran Suhu saat Pasang di Lokasi Penelitian  
Sekitar Pelabuhan Paotere Kota Makassar**

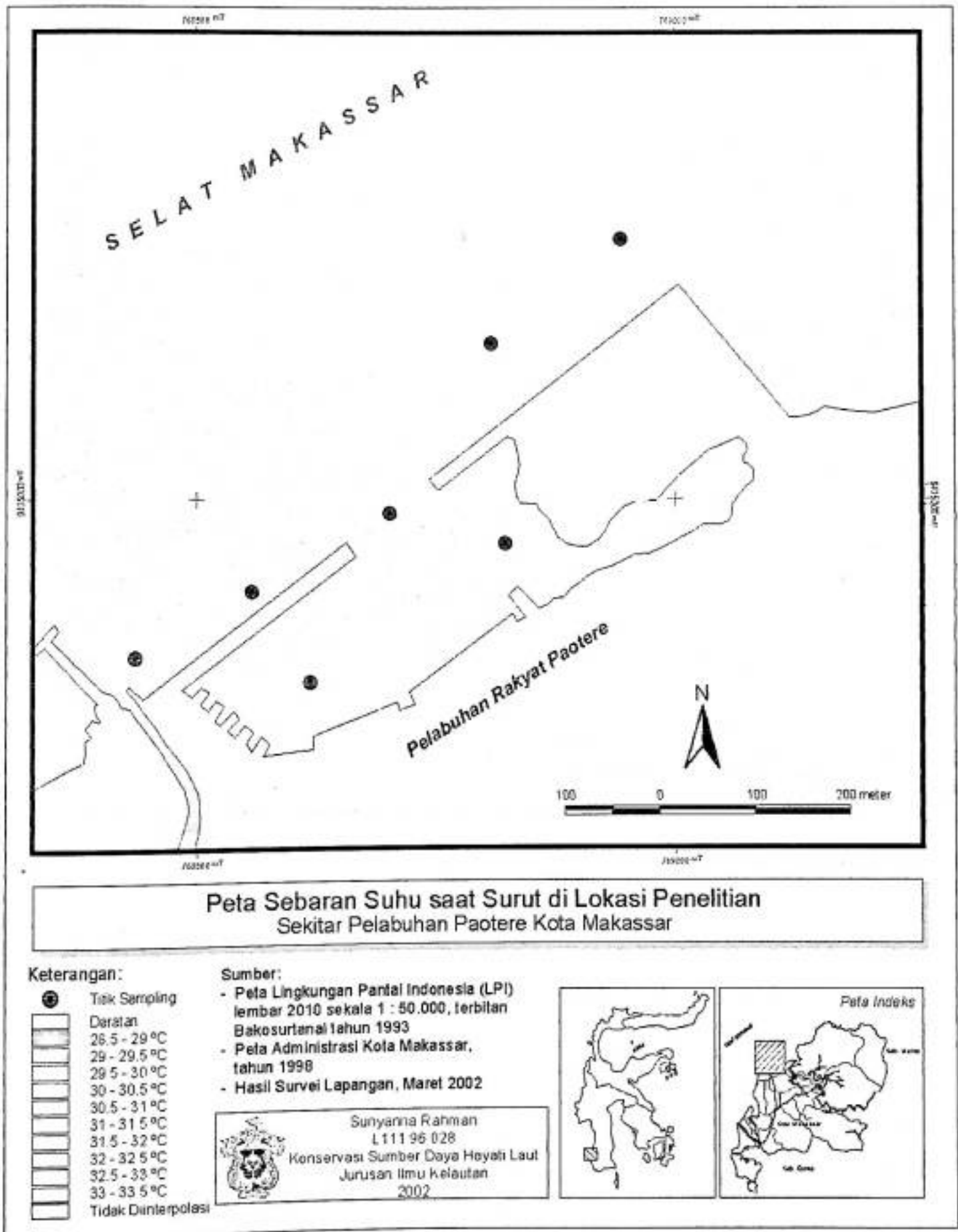
- Keterangan:**
- Titik Sampling
  - ▭ Dataran
  - ▭ 28.5 - 29 °C
  - ▭ 29 - 29.5 °C
  - ▭ 29.5 - 30 °C
  - ▭ 30 - 30.5 °C
  - ▭ 30.5 - 31 °C
  - ▭ 31 - 31.5 °C
  - ▭ 31.5 - 32 °C
  - ▭ 32 - 32.5 °C
  - ▭ 32.5 - 33 °C
  - ▭ 33 - 33.5 °C
  - ▭ Tidak Dinterpolasi

- Sumber:**
- Peta Lingkungan Pantai Indonesia (LPI) lembar 2010 skala 1 : 50.000, terbitan Bakosurtanal tahun 1993
  - Peta Administrasi Kota Makassar, tahun 1998
  - Hasil Survei Lapangan, Maret 2002



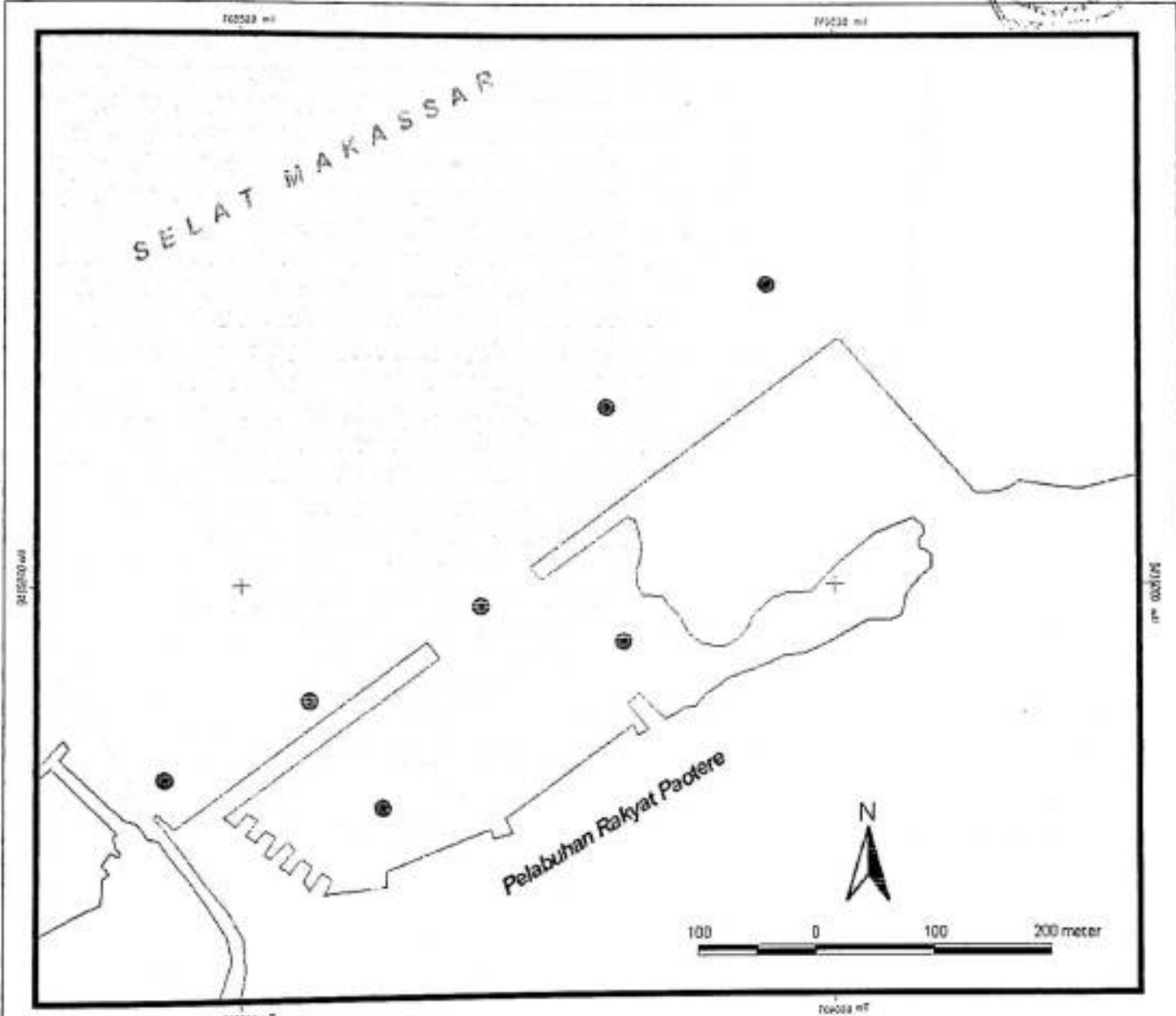
Sunyanna Rahman  
L111 96 028  
Konservasi Sumber Daya Hayati Laut  
Jurusan Ilmu Kelautan  
2002

Lampiran 14. Peta Sebaran Suhu Surut Di Lokasi Penelitian





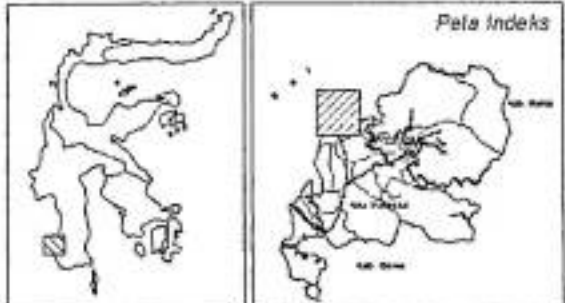
Lampiran 15. Peta Sebaran DO Saat Pasang di Lokasi Penelitian



Peta Sebaran Dissolved Oxygen (DO) saat Pasang di Lokasi Penelitian Sekitar Pelabuhan Paotere Kota Makassar

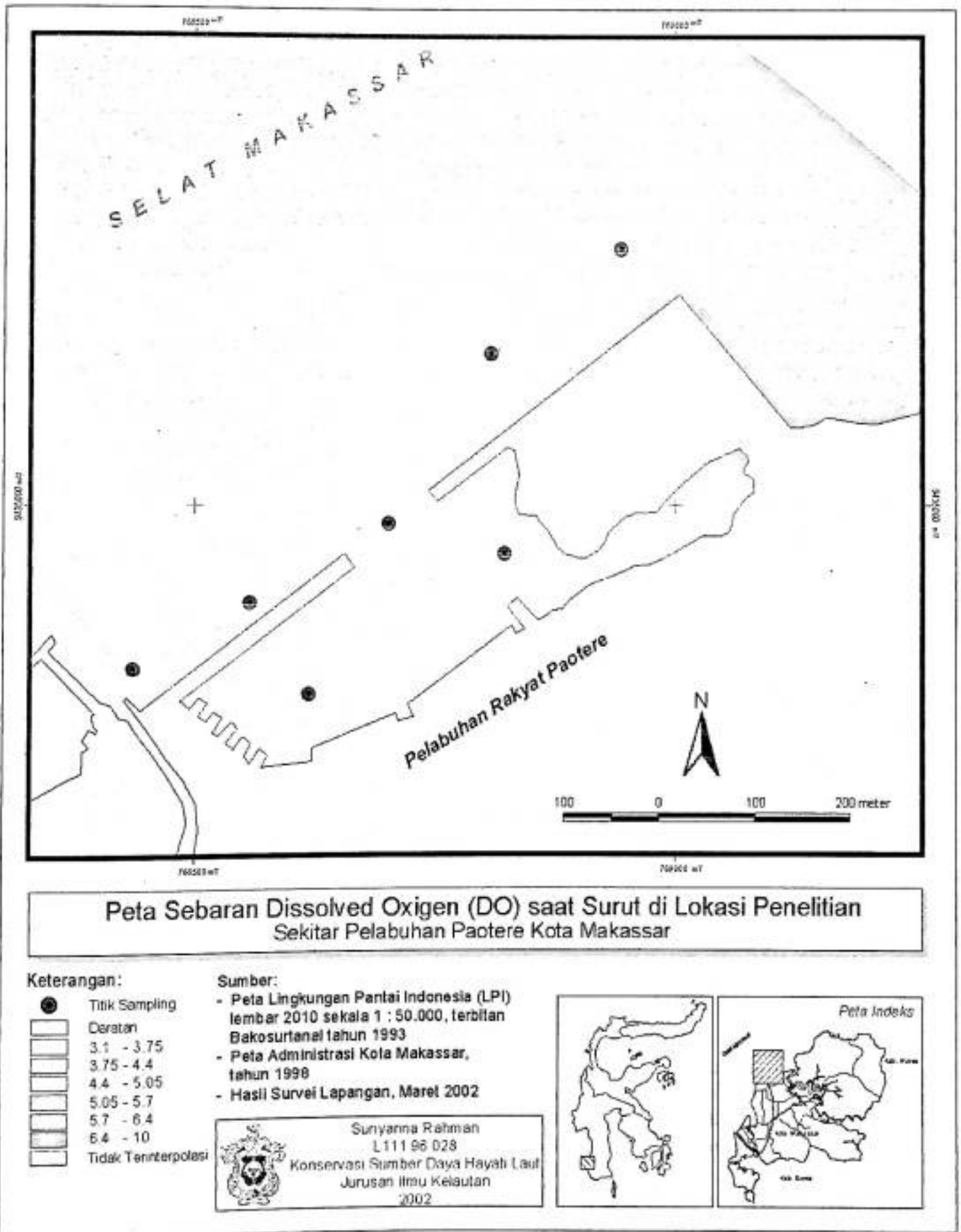
- Keterangan:**
- ⊕ Titik Sampling
  - Deratan
    - 3.1 - 3.75
    - 3.75 - 4.4
    - 4.4 - 5.05
    - 5.05 - 5.7
    - 5.7 - 6.4
    - 6.4 - 10
    - Tidak Terinterpolasi

- Sumber:**
- Peta Lingkungan Pantai Indonesia (LPI) lembar 2010 skala 1 : 50.000, terbitan Bakosurtanal tahun 1993
  - Peta Administrasi Kota Makassar, tahun 1998
  - Hasil Survei Lapangan, Maret 2002



Suryanna Rahman  
 L11196028  
 Konservasi Sumber Daya Hayati Laut  
 Jurusan Ilmu Kelautan  
 2002

Lampiran 16. Peta Sebaran DO Saat Surut di Lokasi Penelitian



Lampiran 17. Analisa Regresi Berganda Saat Pasang

**A. Logam Berat Timbal (Pb)**

**Descriptive Statistics**

	Mean	Std. Deviation	N
TIMBAL	.73943	0.039757	7
PH	7.64000	0.073937	7
SALINITAS	28.8571	1.3452	7
SUHU	28.8571	.6901	7
DO	4.8743	.8530	7

**Correlations**

		TIMBAL	PH	SALINITAS	SUHU	DO
Pearson Correlation	TIMBAL	1.000	.584	.238	.367	-.556
	PH	.584	1.000	-.050	.327	.282
	SALINITAS	.238	-.050	1.000	.154	-.585
	SUHU	.367	.327	.154	1.000	-.024
	DO	-.556	.282	-.585	-.024	1.000
	Sig. (1- tailed)	TIMBAL	.	.084	.304	.209
PH		.084	.	.457	.237	.270
SALINITAS		.304	.457	.	.371	.084
SUHU		.209	.237	.371	.	.479
DO		.097	.270	.084	.479	.
N		TIMBAL	7	7	7	7
	PH	7	7	7	7	7
	SALINITAS	7	7	7	7	7
	SUHU	7	7	7	7	7
	DO	7	7	7	7	7

**Variables Entered/Removed**

SModel	Variables Entered	Variables Removed	Method
1.	DO, SUHU, PH, SALINITAS	.	Enter
2.	.	SUHU	Backward (criterion: Probability of F-to- remove >= .100).
3.	.	SALINITAS	Backward (criterion: Probability of F-to- remove >= .100).

- a All requested variables entered.  
 b Dependent Variable: TIMBAL

### Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change in R Square	F Change	df1	df2	Sig. F
1.	.985	.970	.910	0.011904	.970	16.231	4	2	.059
2.	.977	.955	.911	0.011870	-.015	.983	1	4	.426
3.	.952	.906	.858	0.014967	-.050	3.359	1	5	.164

a Predictors: (Constant), DO, SUHU, PH, SALINITAS

b Predictors: (Constant), DO, PH, SALINITAS

c Predictors: (Constant), DO, PH

### Coefficients

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		t	Sig.	Correlations		
		B	Std. Error	Beta				Zero-order	Partial	Part
1.	(Constant)	-2.270	.521			-4.354	.049			
	PH	.427	.073	.794		5.821	.028	.584	.972	.712
	SALINITAS	-0.008817	.005	-.298		-1.941	.192	.238	-.808	-.237
	SUHU	0.007513	.008	.130		.991	.426	.367	.574	.121
	DO	-0.04435	.007	-.951		-5.998	.027	-.556	-.973	-.733
2.	(Constant)	-2.254	.520			-4.336	.023			
	PH	.451	.069	.839		6.534	.007	.584	.967	.796
	SALINITAS	-0.008228	.004	-.278		-1.833	.164	.238	-.727	-.223
	DO	-0.04454	.007	-.956		-6.043	.009	-.556	-.961	-.737
	(Constant)	-2.388	.649			-3.681	.021			
3.	PH	.433	.086	.805		5.023	.007	.584	.929	.772
	DO	-0.03650	.007	-.783		-4.889	.008	-.556	-.926	-.751
	(Constant)									

a Dependent Variable: TIMBAL

### Excluded Variables

Model		Beta In	t	Sig.	Partial Correlation	Collinearity Statistics	
						Tolerance	
1	SUHU	.130	.991	.426	.574	.864	
2	SUHU	.097	.537	.629	.296	.879	
3	SALINITAS	-.278	-1.833	.164	-.727	.644	

a Predictors in the Model: (Constant), DO, PH, SALINITAS

b Predictors in the Model: (Constant), DO, PH

c Dependent Variable: TIMBAL



## B. Logam Berat Tembaga

### Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
TEMBAGA	0.039286	0.012672	7
PH	7.64000	0.073937	7
SALINITAS	28.8571	1.3452	7
SUHU	28.8571	.6901	7
DO	4.8743	.8530	7

### Correlations

		TEMBAGA	PH	SALINITAS	SUHU	DO
Pearson Correlation	TEMBAGA	1.000	.109	-.349	.425	-.355
	PH	.109	1.000	-.050	.327	.282
	SALINITAS	-.349	-.050	1.000	.154	-.585
	SUHU	.425	.327	.154	1.000	-.024
	DO	-.355	.282	-.585	-.024	1.000
Sig. (1- ailed)	TEMBAGA	.	.408	.221	.171	.217
	PH	.408	.	.457	.237	.270
	SALINITAS	.221	.457	.	.371	.084
	SUHU	.171	.237	.371	.	.479
	DO	.217	.270	.084	.479	.
N	TEMBAGA	7	7	7	7	7
	PH	7	7	7	7	7
	SALINITAS	7	7	7	7	7
	SUHU	7	7	7	7	7
	DO	7	7	7	7	7

### Variables Entered/Removed

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1.	DO, SUHU, PH, SALINITAS	.	Enter
2.	.	PH	Backward (criterion: Probability of F-to- remove $\geq$ .100).

a All requested variables entered.

b Dependent Variable: TEMBAGA

### Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
						R Square Change	F Change	df1	df2
1.	.957	.915	.745	0.0063963	.915	5.387	4	2	.163
2.	.945	.892	.785	0.0058810	-.023	.536	1	4	.540

a Predictors: (Constant), DO, SUHU, PH, SALINITAS

b Predictors: (Constant), DO, SUHU, SALINITAS

### Coefficients

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		t	Sig.	Correlations		
		B	Std. Error	Beta				Zero-order	Partial	Part
1.	(Constant)	-.108	.280			-.386	.737			
	PH	0.02887	.039	.168	.732	.540	.109	.460	.151	
	SALINITAS	-0.009244	.002	-.981	-3.788	.063	-.349	-.937	-.781	
	SUHU	0.009133	.004	.497	2.243	.154	.425	.846	.462	
	DO	-0.01433	.004	-.965	-3.607	.069	-.355	-.931	-.743	
2.	(Constant)	0.07474	.117		.641	.567				
	SALINITAS	-0.009076	.002	-.963	-4.063	.027	-.349	-.920	-.770	
	SUHU	0.01012	.004	.551	2.864	.064	.425	.856	.543	
	DO	-0.01345	.003	-.905	-3.863	.031	-.355	-.912	-.732	

a Dependent Variable: TEMBAGA

### Excluded Variables

Model		Beta In	t	Sig.	Partial Correlation	Collinearity Statistics	
						Tolerance	VIF
1.	PH	.168	.732	.540	.460	.802	

a Predictors in the Model: (Constant), DO, SUHU, SALINITAS

b Dependent Variable: TEMBAGA

### C. Logam Berat Kadmium

#### Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
KADMIUM	.13857	0.0066045	7
PH	7.6400	0.07394	7
SALINITAS	28.8571	1.3452	7
SUHU	28.8571	.6901	7
DO	4.8743	.8530	7

#### Correlations

		KADMIUM	PH	SALINITAS	SUHU	DO
Pearson Correlation	KADMIUM	1.000	.406	-.027	.606	-.269
	PH	.406	1.000	-.050	.327	.282
	SALINITAS	-.027	-.050	1.000	.154	-.585
	SUHU	.606	.327	.154	1.000	-.024
	DO	-.269	.282	-.585	-.024	1.000
Sig. (1-tailed)	KADMIUM	.	.183	.477	.075	.280
	PH	.183	.	.457	.237	.270
	SALINITAS	.477	.457	.	.371	.084
	SUHU	.075	.237	.371	.	.479
	DO	.280	.270	.084	.479	.
N	KADMIUM	7	7	7	7	7
	PH	7	7	7	7	7
	SALINITAS	7	7	7	7	7
	SUHU	7	7	7	7	7
	DO	7	7	7	7	7

#### Variables Entered/Removed

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1.	DO, SUHU, PH, SALINITAS	.	Enter
2.	.	PH	Backward (criterion: Probability of F-to- remove $\geq$ .100).
3.	.	SALINITAS	Backward (criterion: Probability of F-to- remove $\geq$ .100).
4.	.	DO	Backward (criterion: Probability of F-to- remove $\geq$ .100).
5.	.	SUHU	Backward (criterion: Probability of F-to- remove $\geq$ .100).

a All requested variables entered.

b Dependent Variable: KADMIUM

### Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change in R Square	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1.	.815	.665	-.006	0.0066248	.665	.991	4	2	.558
2.	.738	.544	.089	0.0063038	-.120	.716	1	4	.486
3.	.657	.432	.148	0.0060961	-.112	.741	1	5	.453
4.	.606	.367	.241	0.0057550	-.065	.456	1	6	.536
5.	.000	.000	.000	0.0066045	-.367	2.902	1	7	.149

a Predictors: (Constant), DO, SUHU, PH, SALINITAS

b Predictors: (Constant), DO, SUHU, SALINITAS

c Predictors: (Constant), DO, SUHU

d Predictors: (Constant), SUHU

e Predictor: (constant)

### Coefficients

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		t	Sig.	Correlations		
		B	Std. Error	Beta				Zero-order	Partial	Part
1.	(Constant)	-.184	.290			-.634	.591			
	PH	0.03457	.041	.387		.846	.486	.406	.514	.347
	SALINITA	-0.002262	.003	-.461		-.895	.465	-.027	-.535	-.367
	SUHU	0.005121	.004	.535		1.214	.349	.606	.651	.497
	DO	-0.004914	.004	-.635		-1.194	.355	-.269	-.645	-.489
2.	(Constant)	0.03498	.125			.280	.798			
	SALINITA	-0.02061	.002	-.420		-.861	.453	-.027	-.445	-.335
	SUHU	0.006302	.004	.658		1.664	.195	.606	.693	.648
	DO	-0.003860	.004	-.499		-1.034	.377	-.269	-.513	-.403
3.	(Constant)	-0.01749	.105			-.166	.876			
	SUHU	0.005741	.004	.600		1.591	.187	.606	.623	.600
	DO	-0.001971	.003	-.255		-.675	.536	-.269	-.320	-.255
4.	(Constant)	-0.02880	.098			-.293	.781			
	SUHU	0.005800	.003	.606		1.704	.149	.606	.606	.606
5.	(Constant)	.139	.002			55.512	.000			

a Dependent Variable: KADMIUM

## Excluded Variables

		Beta	In	t	Sig.	Partial Correlation	Collinearity Statistics
Model		Tolerance					
1.	PH	.387	.846	.486	.514	.802	
2.	PH	.348	.792	.486	.416	.809	
	SALINITAS	-.420	-.861	.453	-.445	.639	
3.	PH	.233	.576	.595	.277	.893	
	SALINITAS	-.123	-.309	.773	-.153	.976	
	DO	-.255	-.675	.536	-.320	.999	
4.	PH	.406	.994	.366	.406	1.000	
	SALINITAS	-.027	-.060	.955	-.027	1.000	
	DO	-.269	-.625	.559	-.269	1.000	
	SUHU	.606	1.704	.149	.606	1.000	

a Predictors in the Model: (Constant), DO, SUHU, SALINITAS

b Predictors in the Model: (Constant), DO, SUHU

c Predictors in the Model: (Constant), SUHU

d Predictor: (constant)

e Dependent Variable: KADMIUM

Lampiran 18. Analisa Regresi Berganda Saat Surut

A. Logam Berat Timbal

**Descriptive Statistics**

	Mean	Std. Deviation	N
TIMBAL	.76571	0.05471049346	7
PH	7.6357	0.07276838664	7
SALINITAS	26.4286	4.3916	7
SUHU	30.7143	.4880	7
DO	4.3257	1.1560	7

**Correlations**

		TIMBAL	PH	SALINITAS	SUHU	DO
Pearson Correlation	TIMBAL	1.000	.589	.468	.546	-.629
	PH	.589	1.000	.288	.523	.093
	SALINITAS	.468	.288	1.000	.689	.097
	SUHU	.546	.523	.689	1.000	.192
	DO	-.629	.093	.097	.192	1.000
	Sig. (1- tailed)	TIMBAL	.	.082	.145	.102
PH		.082	.	.265	.114	.422
SALINITAS		.145	.265	.	.043	.418
SUHU		.102	.114	.043	.	.340
DO		.065	.422	.418	.340	.
N		TIMBAL	7	7	7	7
	PH	7	7	7	7	7
	SALINITAS	7	7	7	7	7
	SUHU	7	7	7	7	7
	DO	7	7	7	7	7

**Variables Entered/Removed**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1.	DO, PH, SALINITAS, SUHU	.	Enter

- a All requested variables entered.  
 b Dependent Variable: TIMBAL

### Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1.	.999	.997	.992	0.004960069	.997	181.998	4	2	.005

a Predictors: (Constant), DO, PH, SALINITAS, SUHU

### Coefficients

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		t	Sig.	Correlations		
		B	Std. Error	Beta				Zero-order	Partial	Part
1.	(Constant)	-2.7714679	.231			-12.023	.007			
	PH	0.3226782	.033	.428		9.797	.010	.589	.990	.363
	SALINITAS	0.0022853	.001	.183		3.563	.071	.468	.929	.132
	SUHU	0.0381407	.007	.340		5.813	.028	.546	.972	.215
	DO	0.0355957	.002	-.752		-19.914	.003	-.629	-.997	-.737

a Dependent Variable: TIMBAL



## B. Logam Berat Tembaga

### Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
TEMBAGA	0.046857	0.017189	7
PH	7.6357	0.072768	7
SALINITAS	26.4286	4.3916	7
SUHU	30.7143	.4880	7
DO	4.3257	1.1560	7

### Correlations

		TEMBAGA	PH	SALINITAS	SUHU	DO
Pearson Correlation	TEMBAGA	1.000	.559	.361	.273	-.670
	PH	.559	1.000	.288	.523	.093
	SALINITAS	.361	.288	1.000	.689	.097
	SUHU	.273	.523	.689	1.000	.192
	DO	-.670	.093	.097	.192	1.000
	Sig. (1- tailed)	TEMBAGA	.	.096	.213	.277
PH		.096	.	.265	.114	.422
SALINITAS		.213	.265	.	.043	.418
SUHU		.277	.114	.043	.	.340
DO		.050	.422	.418	.340	.
N		TEMBAGA	7	7	7	7
	PH	7	7	7	7	7
	SALINITAS	7	7	7	7	7
	SUHU	7	7	7	7	7
	DO	7	7	7	7	7

### Variables Entered/Removed

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1.	DO, PH, SALINITAS, SUHU	.	Enter
2.	.	SUHU	Backward (criterion: Probability of F-to-remove >= .100).
3.	.	SALINITAS	Backward (criterion: Probability of F-to-remove >= .100).

- a All requested variables entered.  
b Dependent Variable: TEMBAGA

## Model Summary



Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1.	.957	.916	.748	0.0086347	.916	5.445	4	2	.161
2.	.952	.907	.814	0.0074222	-.009	.217	1	4	.687
3.	.915	.838	.757	0.0084814	-.069	2.223	1	5	.233

a Predictors: (Constant), DO, PH, SALINITA, SUHU

b Predictors: (Constant), DO, PH, SALINITAS

c Predictors: (Constant), DO, PH

## Coefficients

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		t	Sig.	Correlations		
		B	Std. Error	Beta				Zero-order	Partial	Part
1.	(Constant)	-.865	.401			-2.155	.164			
	PH	.142	.057	.601		2.481	.131	.559	.869	.509
	SALINITAS	0.0014149	.001	.363		1.271	.331	.361	.669	.261
	SUHU	-0.005132	.011	-.151		-.465	.687	.273	-.313	-.095
	DO	-0.01088	.003	-.732		-3.496	.073	-.670	-.927	-.717
2.	(Constant)	-.924	.327			-2.822	.067			
	PH	.130	.044	.549		2.975	.059	.559	.864	.524
	SALINITAS	0.001077	.001	.275		1.491	.233	.361	.652	.263
	DO	-0.011111	.003	-.747		-4.210	.024	-.670	-.925	-.742
3.	(Constant)	-1.036	.364			-2.848	.047			
	PH	.148	.048	.626		3.097	.036	.559	.840	.624
	DO	-0.01082	.003	-.728		-3.598	.023	-.670	-.874	-.725

a Dependent Variable: TEMBAGA

**Excluded Variables**

		<b>Beta In</b>	<b>t</b>	<b>Sig.</b>	<b>Partial Correlation</b>	<b>Collinearity Statistics</b>
Model						Tolerance
1.	SUHU	-.151	-.465	.687	-.313	.400
2.	SUHU	.120	.449	.684	.251	.706
3.	SALINITAS	.275	1.491	.233	.652	.912

a Predictors in the Model: (Constant), DO, PH, SALINITAS

b Predictors in the Model: (Constant), DO, PH

c Dependent Variable: TEMBAGA

### C. Logam Berat Kadmium

#### Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
KADMIUM	.14486	9.8052E-03	7
PH	7.6357	7.277E-02	7
SALINITAS	26.4286	4.3916	7
SUHU	30.7143	.4880	7
DO	4.3257	1.1560	7

#### Correlations

		KADMIUM	PH	SALINITAS	SUHU	DO
Pearson Correlation	KADMIUM	1.000	.464	.644	.478	-.614
	PH	.464	1.000	.288	.523	.093
	SALINITAS	.644	.288	1.000	.689	.097
	SUHU	.478	.523	.689	1.000	.192
	DO	-.614	.093	.097	.192	1.000
Sig. (1- tailed)	KADMIUM	.	.147	.059	.139	.071
	PH	.147	.	.265	.114	.422
	SALINITAS	.059	.265	.	.043	.418
	SUHU	.139	.114	.043	.	.340
	DO	.071	.422	.418	.340	.
N	KADMIUM	7	7	7	7	7
	PH	7	7	7	7	7
	SALINITAS	7	7	7	7	7
	SUHU	7	7	7	7	7
	DO	7	7	7	7	7

#### Variables Entered/Removed

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1.	DO, PH, SALINITAS, SUHU	.	Enter
2.	.	SUHU	Backward (criterion: Probability of F-to-remove >= .100).

- a All requested variables entered.  
b Dependent Variable: KADMIUM

### Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics		df1	df2	Sig. F Change
					R Square Change	F Change			
1.	.995	.991	.972	0.0016442	.991	52.846	4	2	.019
2.	.995	.990	.981	0.0013539	.000	.034	1	4	.870

a Predictors: (Constant), DO, PH, SALINITAS, SUHU

b Predictors: (Constant), DO, PH, SALINITAS

### Coefficients

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		t	Sig.	Correlations	
		B	Std. Error	Beta				Zero-order	Partial Part
1.	(Constant)	-.233	.076			-3.049	.093		
	PH	0.04664	.011	.346		4.280	.051	.464	.949
	SALINITAS	0.001338	.000	.599		6.296	.024	.644	.976
	SUHU	0.0004018	.002	.020		.185	.870	.478	.130
	DO	-0.006004	.001	-.708		-10.133	.010	-.614	-.990
2.	(Constant)	-.229	.060			-3.828	.031		
	PH	0.04757	.008	.353		5.983	.009	.464	.961
	SALINITAS	0.001364	.000	.611		10.351	.002	.644	.986
	DO	-0.005986	.000	-.706		-12.433	.001	-.614	-.990

a Dependent Variable: KADMIUM

### Excluded Variables

Model		Beta In	t	Sig.	Partial Correlation	Collinearity Statistics
						Tolerance
1.	SUHU	.020	.185	.870	.130	.400

a Predictors in the Model: (Constant), DO, PH, SALINITAS

b Dependent Variable: KADMIUM