ANALISIS KANDUNGAN LOGAM-LOGAM Cd, Cu, DAN Pb PADA PERAIRAN SEKITAR KAWASAN INDUSTRI CILACAP

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai
gelar Sarjana Sain (S.Si) Program Studi Kimia
pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia
Jogjakarta

Disusun oleh :

YUNIATI ERLINA

No Mhs : 98 612 017

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JOGJAKARTA

2003

ANALISIS KANDUNGAN LOGAM-LOGAM Cd, Cu, DAN Pb PADA PERAIRAN SEKITAR KAWASAN INDUSTRI CILACAP

Oleh :

YUNIATI ERLINA
No Mhs : 98 612 017

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Penguji skripsi
Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia

Tanggal : 3 Juli 2003

Dewan Penguji	Tanda tangan
1. Rudy Syahputra, M.Si	.....
2. Is Fatimah, M.Si	.....
3. Drs. Allwar, M.Sc	.....
4. Riyanto, M.Si	.....

Mengetahui,
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia

(Jaka Nugraha, M.Si.)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan setulus hati kupersembahkan karya yang sederhana ini kepada :

MAMA dan PAPAKU tercinta,

Terimakasih atas Do'a Restu dan Kasih Sayang yang tiada batasnya, serta semua pengorbanan yang telah kalian berikan kepada Ananda yang tak mungkin terbalaskan.

Adik-adikku tersayang Leni dan "Si Kecil" Handi

Dari kalianlah tumbuh semangat dan cinta kasih yang abadi.

Danang Aji terimakasih atas cinta, perhatian dan dukunganmu selama ini sehingga tercipta semangat dalam menjalani hidup.

MOTTO

" Dan Bersama Kesukaran Pasti Ada Kemudahan, Karena Itu Bila Telah Selesai Suatu Pekerjaan , Mulailah Dengan Yang Lain dan Bersungguh-sungguhlah. Hanya Kepada Tuhanmu Hendaklah Engkau Berharap "

(Al Quran. Asy Syarh 6-8)

" Kemurahan Hati Adalah Tirai Yang Menutupi, Sedangkan Akal adalah Pedang Yang Amat Tajam. Oleh Karena Itu, Tutupilah Kekurang Sempurnaan Pekertimu Dengan Kemurahan Hati, Dan Perangilah Hawa Nafsumu Dengan Akalmu. "

(Nahjul Balaghah)

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGESAHAN ii
HALAMAN PERSEMBAHAN iii
HALAMAN MOTTO iv
DAFTAR ISI v
KATA PENGANTAR vii
DAFTAR TABEL ix
DAFTAR GAMBAR x
INTISARI xi
ABSTRACT xii
BAB I PENDAHULUAN
1.1 Latar belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 3
1.3 Pembatasan Masalah 3
1.4 Tujuan Penelitian 3
1.5 Manfaat Penelitian 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
BAB III DASAR TEORI
3.1 Spektroskopi Serapan Atom 8
3.1.1 Komponen Pada Spektroskopi 10
3.1.2 Teknik-Teknik Analisis 12
3.1.3 Gangguan Dalam Analisis Dengan AAS 14
3.2.1 Efek dari Keberadaan logam Cd 16
3.2.2 Efek dari Keberadaan logam Cu 17
3.2.3 Efek dari Keberadaan logam Pb 18
3.3 Kriteria Mutu Air 19
3.4 Hippotesis 22

BAB IV METODELOGI PENELITIAN 23
4.1 Bahan-bahan Yang Digunakan 23
4.2 Alat-alat Yang Digunakan 23
4.3 Sampel Yang Digunakan 23
4.4 Cara Kerja 23
4.4.1 Penyiapan Alat-alat Gelas 23
4.4.2 Pengambilan Sampel 24
4.5 Pembuatan Larutan 24
4.5.1 Larutan Induk Pb 24
4.5.2 Larutan Induk Cd 25
4.5.3 Larutan Induk Cu 25
4.6 Optimasi AAS 25
4.6.1 Panjang Gelombang 25
4.6.2 Kecepatan Alir Bahan Bakar 25
4.6.3 Kecepatan Alir Oksidan (Udara) 26
4.7 Penentuan Cd, Cu, dan Pb Dalam Sampel Air 26
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 28
5.1 Optimasi Peralatan Spektrofotometer Serapan Atom 28
5.2 Pengukuran Larutan Standard Cd, Cu dan Pb 30
5.3 Penentuan Kandungan Logam Cd, Cu, dan Pb dalam Perairan Kawasan Industri Cilacap Secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) 36
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN
6.1 Kesimpulan 42
6.2 Saran 43
DAFTAR PUSTAKA 44
LAMPIRAN 45

KATA PENGANTAR

بسم الله الرحمن الرحيم

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Dengan Nama Allah Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, Pemilik semua ilmu di alam semesta dan Sholawat yang kita persembahkan kepada Nabi Muhammad SAW, akhirnya penulis berhasil menyelesaikan skripsi sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana di Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.

Merupakan suatu kehormatan dan kebahagiaan bagi penulis atas semua kemudahan dan bantuan dari semua pihak selama pembuatn skripsi ini. Dalam penulisan skripsi ini penulis anyak mendapatkan dorongan semangat dan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis pada kesempatan ini ingin menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-sebesarnya kepada :

1. Jaka Nugraha, M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
2. Drs Allwar, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing I atas bimbingan, saran, kritik dan nasehatnya.
3. Riyanto, M.Si., selaku Ketua Jurusan Kimia dan selaku Dosen Pembimbing II atas bimbingan, saran, kritik dan nasehatnya.
4. Kepala Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam beserta staf yang telah banyak membantu pelaksanaan penelitian ini dan yang telah menyediakan fasilitas analisis selama penelitian berlangsung.

5. Papa dan Mama tercinta serta adik-adiku (Leni dan Handi), Danang Aji beserta keluarga atas dukungan do'a dan restu yang telah kalian berikan.
6. Teman-teman kimia angkatan '98 (Lia, Arie, Widi, Tutun, Naning), teman-teman kost (Ade, Diana, Mba' Maya, Putri, Herka, Mba' Ning, Mba' Uun) dan semua pihak yang telah membantu penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga amal baik mereka dapat diterima oleh Allah SWT dan hanya Allah SWT yang mampu membalas semuanya. Akhir kata penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan, maka dari itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini, untuk itu haturkan terima kasih.

Jogjakarta, Juni 2003

Penulis

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1. Kandungan Cd dalam beberapa jenis air buangan 16

Tabel 2. Kriteria kualitas air standard kualitas air limbah secara kimia 21

Tabel 3. Persamaan regresi adisi standard untuk logam Cd, Pb dan Cu..... 38

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 1. Skema Peralatan Spektrofotometri Serapan Atom 12

Gambar 2. Grafik Adisi Standard Logam Cd pada Sampel A 31

Gambar 3. Grafik Adisi Standard Logam Cd pada Sampel B 32

Gambar 4. Grafik Adisi Standard Logam Cd pada Sampel C 32

Gambar 5. Grafik Adisi Standard Logam Pb pada Sampel A 33

Gambar 6. Grafik Adisi Standard Logam Pb pada Sampel B 33

Gambar 7. Grafik Adisi Standard Logam Pb pada Sampel C 34

Gambar 8. Grafik Adisi Standard Logam Cu pada Sampel A 34

Gambar 9. Grafik Adisi Standard Logam Cu pada Sampel B 35

Gambar 10. Grafik Adisi Standard Logam Cu pada Sampel C 35

Gambar 11. Perbandingan kosentrasi logam Cd, Pb, dan Cu dalam setiap sampel 39

ANALISIS KANDUNGAN LOGAM-LOGAM Cd, Cu, DAN Pb PADA PERAIRAN SEKITAR KAWASAN INDUSTRI CILACAP

Yuniati Erlina

No.Mhs 98612017

INTISARI

Telah dilakukan penelitian untuk menentukan kandungan logam Tembaga (Cu), Kadmium (Cd) dan Timbal (Pb) pada perairan Kawasan Industri Cilacap secara spektrofotometri serapan atom (SSA)

Sampel diambil dari 3 lokasi A, B dan C. Sampel diasamkan dengan 2,5 mL HNO_3 pekat untuk tiap liter sampel. Kemudian membuat larutan induk 1000 ppm dan larutan standard dengan konsentrasi yang diperlukan dari logam Tembaga, Kadmium dan Timbal. Sampel diambil 2,5mL ditambah 2,5 mL larutan standard dan ditambah aquabidest 2,5mL untuk setiap sampel dan logam. Kemudian dianalisis dengan Spekrofotometer Serapan Atom (SSA)

Hasil penelitian menunjukan dalam sampel dari lokasi A, B dan C konsentrasi logam kadmium adalah 0,0684 ppm ; 0,087 ppm ; dan 0,1005 ppm. Untuk logam tembaga adalah 0,4155 ppm ; 0,4278 ppm ; dan 1,4432 ppm. Sedangkan untuk logam timbal adalah 0,4416 ppm ; 0 4760 ppm ; dan 0,4361 ppm.Hasil penelitian ini menunjukan bahwa kandungan logam Kadmium, Tembaga dan Timbal di perairan Cilacap masih dalam batas baku mutu air limbah.

Kata kunci : Baku mutu air limbah, Kawasan Industri Cilacap, Spektrofotometri Serapan Atom.

THE ANALYSIS OF Cd, Cu, AND Pb METAL CONTENT IN THE WATERS AROUND CILACAP INDUSTRIAL AREA

Yuniati Erlina
St. Number 98612017

ABSTRACT

A reaserch of Cadmium (Cd), Copper (Cu) and Lead (Pb) analysis in the territorial water of Cilacap Industrial Area by means of atomic absorption spectrophotometer (AAS) has been carried out

Samples were taken from three locations A, B and C. The samples were brought to acid condition by adding 2,5 mL of condenced HNO_3 for each litre of sample. Mother solution of 1000 ppm and standard solution of needed cocentration were made of cadmium, copper, and lead. Each of the samples were divided into 5 samples 1 – 5 of 2,5 mL each. Sample 1 was only added with 2,5 mL 2,5 mL aquabidest. Samples 2 – 5 were added with 3,5 mL of standard solution and 2,5 mL of aquaidest. The samples then were analysed by means of Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)

The results showed that in the samples A, B, and C, the concentrations of cadmium were of 0,0684 ppm, 0,087 ppm, and 0,1005 ppm, the concentrations of copper were of 0,4155 ppm, 0,4278 ppm, and 1,432 ppm, the cocentrations of lead were of 0,4416 ppm, 0,4760 ppm, and 0,4361 ppm, meaning the contents of cadmium, copper and lead in Cilacap waters were still in the limit of waste water quality standard.

Key words: Strict Waste Water Quality, Cilacap Industrial Area, Atomic Absorbtion Spectrophotometer (AAS).

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Lingkungan adalah suatu yang sekarang sangat mendesak untuk ditangani lebih dalam, karena semakin banyaknya industri di berbagai bidang dan berbagai sekala yang melaju dengan cepat menyebabkan banyaknya sumber daya alam yang dimanfaatkan, tetapi ironisnya hasil dari industri yang berupa limbah kurang diperhatikan cara penanganannya sehingga hanya dibuang begitu saja tanpa adanya pengolahan lebih intensif.

Karena umumnya air limbah membawa bahan cemaran maka jika limbah dibuang begitu saja kedalam air tanpa adanya pengolahan, tidak hanya merusak lingkungan air saja tetapi lingkungan darat juga bisa ikut terancam yaitu dapat berupa rusaknya tanaman kematian fauna air dan akhirnya dapat terserap kedalam air tanah juga dalam makanan (Herlina, 1996)

Cilacap adalah kota dimana secara geografis dikelilingi oleh laut yang menjadikannya tempat yang baik untuk kawasan industri, karena hal tersebut banyak pabrik-pabrik berskala besar dan berbagai jenis dibangun di Cilacap, dan disetiap proses produksi ataupun proses pengolahan pasti akan menghasilkan limbah. Dan oleh sebagian pabrik, perairan disekitar kawasan industri digunakan sebagai tempat pembuangan limbah dan jalur pengangkutan.

Dari pandangan studi lingkungan, kawasan industri Cilacap merupakan kawasan industri yang menarik untuk dipelajari. Kawasan industri Cilacap

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA PERPUSTAKAAN

berlokasi di sepanjang bagian timur kali Donan sedangkan pengangkutan bahan baku dan hasil industri sebagian dilakukan lewat kali Donan, selat Nusakambangan dan Segara Anakan. Industri-industri besar yang telah ada di Cilacap seperti pabrik Semen Nusantara, pabrik plastik, produk-produk kimia lain dan yang paling utama adalah kilang minyak Pertamina yang besar yang memiliki potensi pencemaran yang tinggi. Perairan disekitar kawasan industri Cilacap merupakan sebagian dari daerah perikanan yang terdapat di Cilacap dan sampai sekarang masih merupakan daerah penangkapan ikan bagi nelayan setempat.

Bahan cemaran dapat berupa macam-macam salah satunya dapat berupa logam-logam berat. Adanya logam-logam berat dalam makanan dan air minum apabila dikonsumsi secara terus menerus dapat menimbulkan bahan penyakit. Logam-logam seperti Cd, Cu, Pb, Zn, yang termasuk dalam kategori logam berat yang saat ini merupakan suatu ancaman yang serius. Memang tidak dapat dielakan lagi bahwa setiap kegiatan industri senantiasa mengeluarkan limbah yang mengandung logam-logam berat selama proses berlangsung. (Khasani,1991). Tetapi kandungan logam berat di dalam limbah keberadaannya dibatasi hingga batas-batas tertentu.

Keberadaan logam Cd, Cu dan Pb dalam perairan jika dalam konsentrasi yang melebihi batas, akan mengakibatkan kematian bagi fitoplankton dan dalam konsentrasi yang lebih tinggi akan menyebabkan keracunan hingga kematian bagi organisme tingkat yang lebih tinggi.

Pencemaran itu sendiri adalah suatu kondisi yang telah berubah dari bentuk asal pada keadaan yang lebih buruk. Pergeseran bentuk tatanan dari kondisi asal pada kondisi yang lebih buruk ini dapat terjadi sebagai akibat masukan dari

bahan-bahan pencemar atau polutan (Palar,1994). Bahan polutan tersebut umumnya mempunyai sifat racun yang berbahaya bagi organisme hidup. Toksisitas atau daya racun dari polutan itulah yang kemudian menjadi pemicu terjadinya pencemaran.

Pencemaran oleh logam berat keberadaannya relatif kecil karena memang hanya diperbolehkan dalam batas-batas tertentu, maka untuk kepentingan analisis harus digunakan teknik-teknik khusus dalam hal ini adalah teknik preparasi dan penggunaan alat yang sensitif untuk pengukurannya, dalam penelitian akan digunakan metode Spektrometri Serapan Atom.

1.2 Rumusan Masalah

1) Berapakah kandungan Cd,Cu dan Pb dalam perairan sekitar kawasan industri Cilacap ?

2) Apakah kandungan logam Cd, Cu dan Pb pada perairan sekitar kawasan industri Cilacap masih dalam batas baku mutu air yang diperbolehkan ?

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini yang dianalisis adalah kandungan logam Cd, Cu dan Pb dalam sampel air dari perairan sekitar kawasan industri Cilacap secara analisis kuantitatif dengan menggunakan spektrofotometri serapan atom (SSA). Metode analisis yang digunakan adalah adisi penambahan standard dengan menggunakan pehitungan regresi linier.

1.4 Tujuan Penelitian

Karena sebagian besar pabrik di Cilacap memanfaatkan perairan di sekitarnya untuk pembuangan limbahnya, sehingga dalam penelitian ini bertujuan untuk :

1) Mengukur kandungan Cd,Cu dan Pb dalam perairan sekitar kawasan industri Cilacap dengan menggunakan alat AAS
2) Meneliti kualitas perairan sekitar kawasan industri Cilacap apakah masih dalam batas baku mutu air yang diperbolehkan .

1.5 Manfaat Penelititan

Adanya penelitian ini diharapkan membawa manfaat agar bisa mengetahui kualitas perairan sekitar kawasan industri Cilacap sehingga dapat memberi wawasan kepada masyarakat sekitar tentang lingkungan sekitar mereka dan dapat menjadi kajian kita tentang kualitas air hasil buangan proses produksi pabrik-pabrik di Kawasan Industri Cilacap.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Suatu tatanan lingkungan hidup dapat tercemar atau menjadi rusak disebabkan oleh banyak hal, namun yang paling utama dari sekian banyak penyebab tercemarnya suatu tatanan lingkungan lebih banyak disebabkan oleh limbah.

Limbah atau dalam bahasa ilmiahnya sering disebut *polutan* dapat digolongkan atas beberapa kelompok berdasarkan pada jenis, sifat, dan sumbernya.Berdasarkan pada jenisnya limbah dikelompokan atas golongan limbah padat dan limbah cair. Berdasarkan sifat yang dibawanya limbah dikelompokan atas limbah organik dan limbah anorganik, sedangkan bila berdasarkan pada sumbernya limbah dikelompokan atas limbah rumah tangga dan limbah industri

Pencemaran yang dapat ditimbulkan oleh limbah ada bermacam-macam bentuk, ada pencemaran berupa bau, warna, suara dan pemutusan mata rantai dari suatu tatanan lingkungan hidup atau penghancuran suatu organisme yang pada tingkat akhirnya akan menghancurkan tatanan ekosistemnya. Pencemaran yang dapat menghancurkan tatanan lingkungan hidup biasanya berasal dari limbah-limbah yang sangat berbahaya dalam arti memiliki daya racun (toksisitas) yang tinggi. Limbah-limbah yang sangat beracun pada umumnya merupakan limbah kimia apakah itu berupa persenyawaan-persenyawaan kimia atau hanya dalam bentuk unsur atau ionisasi. Biasanya senyawa kimia yang sangat beracun bagi organisme hidup dan manusia adalah senyawa-senyawa kimia yang mempunyai bahan aktif dari logam-logam berat. Daya racun yang dimiliki oleh bahan aktif dari

logam berat akan bekerja sebagai panghalang kerja enzim dalam proses fisiologis atau metabolisme tubuh sehingga menyebabkan metabolisme terputus, disamping itu bahan beracun dari senyawa kimia juga dapat terakumulasi atau menumpuk dalam tubuh, akibatnya timbul problema keracunan kronis. (Palar, 1994)

Penentuan timbal secara SSA nyala telah dilakukan oleh Krishnamurthy dan Reddy pada tahun 1997 menggunakan Tris Pirolidin Ditiokarbamat Kobalt (III) pada pemekatan logam dengan cara kopresipitasi dikatakan hal ini baik untuk analisis timbal dan logam berat yang lain. Pemekatannya bisa mencapai 40 sampai 400 kali.(Poedjiastuti,1995)

Mitchan pada tahun 1980 melakukan penentuan timbal dalam air minum menggunakan SSA tungku grafit dan teknik ekstraksi semi mikro dengan amonium tetrametilen ditio karbamat sebagai pembentuk khelat dan 4-metil pentanon-2 sebagai pengekstrak. Sampel air minum yang diperlukan cukup 10ml dan ekstrak yang diinjeksikan 50µl. Metode ini cocok untuk analisa sampel air minum secara kontinyu dengan sampel yang bervariasi. (Poedjiastuti,1995)

Pengembangan metode analisis timbal dalam air menurut Minear dan Keith (1983) lebih disarankan menggunakan metode Spektrometri Serapan Atom. Penentuan timbal dalam sampel air dengan SSA tungku grafit juga dilakukan oleh Kunwar dan Litle John pada tahun 1989 menggunakan injeksi panas. Hal ini akan menghemat waktu pengeringan.

Penentuan Kadmium, timbal dan tembaga di dalam air secara SSA Nyala setelah pemekatan dengan sistem penyuntikan yang mengalir. Kompleks dietil ditio karbamat yang terkumpul di dalam kolom diaspirasikan menggunakan eluen

etanol atau metanol. Batas diteksi yang dicapai untuk timbal 1,0μg/Liter dan persen olehan kembali di dalam air laut 98 – 102 % dan di dalam air kran 97 – 101 % (Poedjiastuti,1995).

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN
MIPA

BAB III

DASAR TEORI

3.1 Spektroskopi Serapan Atom

Metode spektroskopi serapan atom atau *Atomic Absorbtion Spectrophotometry* berprinsip pada absorbsi cahaya oleh atom. Atom-atom menyerap cahaya tersebut pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya. Transisi elektronik suatu unsur bersifat spesifik. Dengan absorbsi energi berarti memperoleh lebih banyak energi, suatu atom dalam keadaan dasar dinaikkan energinya ketingkat eksitasi. Spektrum atomik untuk masing-masing unsur terdiri atas garis-garis resonansi. Garis-garis lain yang bukan garis resonansi dapat berupa spektrum yang berasosiasi dengan tingkat energi molekul, biasanya pita-pita lebar atau garis tidak berasal dari eksitasi tingkat dasar yang disebabkan proses atomisasinya. Keberhasilan analisis ini tergantung pada proses eksitasi dan cara memperoleh garis resonansi yang tepat.

Secara umum prinsip dasar analisis spektrometri serapan atom adalah dengan adanya :

1) Atomisasi, yaitu semua unsur yang akan dideteksi harus dapat diatomkan terlebih dahulu.
2) Interaksi dan radiasi, yaitu bila sejumlah sinar radiasi dengan panjang gelombang tertentu yang berasal dari lampu katoda cekung (HCL) dikuatkan melalui sistem yang mengandung atom dari unsur yang berada pada tingkat energi dasar akan terjadi antara sinar atom-atom tersebut, bila energinya sesuai. Interaksi yang dimaksud menyebabkan terjadinya transisi elektronik. Pada saat

atom-atom menyerap energi maka terjadi perpindahan elektron dari tingkat energi dasar ke tingkat energi yang lebih tinggi, keadaan seperti ini disebut keadaan tereksitasi.

Hubungan antara sinar sebelum berinteraksi dengan sinar yang sudah berinteraksi diselidiki oleh Lambert-Beer dimana hubungan antara absorbsi atom dengan konsentrasi di kemukakan oleh Lambert yang menyatakan bahwa hubungan antara intensitas suatu cahaya monokromatis dengan ketebalan (b) suatu medium pengabsorben yang homogen secara matematika dirumuskan dengan :

$$-\frac{dI}{db} = k\,I \qquad \text{.....(1)}$$

persamaan (1) diturunkan menjadi

$$\log\frac{I_0}{I_t} = k'\,b \qquad \text{.....(2)}$$

Hukum Beer mengatakan hubungan antara intensitas suatu cahaya monokromatis dengan konsentrasi (c) medium pengabsorbsi yang homogen.

$$-\frac{dI}{dc} = k''\,c \qquad \text{.....(3)}$$

persamaan (3) diturunkan menjadi :

$$\log\frac{I_0}{I_t} = k'''\,c \qquad \text{.....(4)}$$

gabungan antara hukum Lambert dan Beer dapat diterapkan pada analisis secara spektroskopi serapan atom maka :

$$\log \frac{I_0}{I_t} = \varepsilon \,.\, b \,.\, c = -\log T = A \qquad \text{.....(5)}$$

dimana : I_0 = intensitas sinar yang datang (mula-mula)

I_t = intensitas sinar yang diteruskan

ε = koefisien ekstensi molar

T = Transmitan

A = Absorbansi

Jika dibuat sederat larutan standard dengan konsentrasi tertentu yang masing-masing larutan tersebut diukur absorbansinya yang akan menghasilkan grafik absorbansi terhadap konsentrasi yang berupa garis lurus dan disebut kurva standard. Kurva standard ini dipergunakan untuk membantu menentukan konsentrasi atom dalam sampel, jika absorbansi sampel tersebut diketahui dengan cara interpolasi (Pecsok.dkk, 1976)

3.1.1 Komponen Pada Spektrofotometri Serapan Atom

Pada garis besarnya, instrument AAS terdiri atas 4 bagian utama, yaitu :

1) Sumber Cahaya

Sumber cahaya atau sistem emisi diperlukan untuk menghasilkan sinar yang nantinya dapat diserap oleh atom-atom dari unsur yang dianalisis. Sumber

cahaya yang digunakan adalah sumber cahaya yang dapat menghasilkan sinar monokromatik. Sinar yang dihasilkan dari sumber cahaya ini mempunyai lebar garis spektra yang sempit tetapi mempunyai intensitas sinar yang besar. Sumber cahaya yang biasanya digunakan adalah lampu katoda cekung. Lampu ini terdiri dari anoda tungsten dan katoda silinder yang dilapisi logam tertentu dalam suatu tabung gelas yang berisi neon atau argon dengan tekanan 1-5 torr. Katoda tersebut dibuat dari logam yang spektrumnya diinginkan.

2) Peralatan Pengatoman

Untuk analisis dengan spektrofotometri serapan atom, unsur yang akan dianalisis harus ada dalam bentuk atom-atom logam bebas pada tingkat energi dasar. Untuk mengubah unsur dari keadaan dalam larutan ke dalam bentuk uap atom logam bebas yang siap untuk dianalisis diperlukan alat pengatoman. Pada garis besarnya atomisasi dalam spektrofotometri serapan atom dapat dibedakan menjadi dua kelompok yaitu : atomisasi dengan nyala dan atomisasi tanpa nyala. Dari kedua sistem tersebut yang paling banyak digunakan adalah atomisasi dengan nyala, yaitu dengan cara menyemprotkan larutan zat yang dianalisis, baik dalam larutan air maupun larutan organik kedalam nyala api yang dihasilkan dari pembakaran gas (asetilen, hidrogen, dan lain-lain) dengan oksidator (udara, nitrogen monoksida, dan lain-lain).

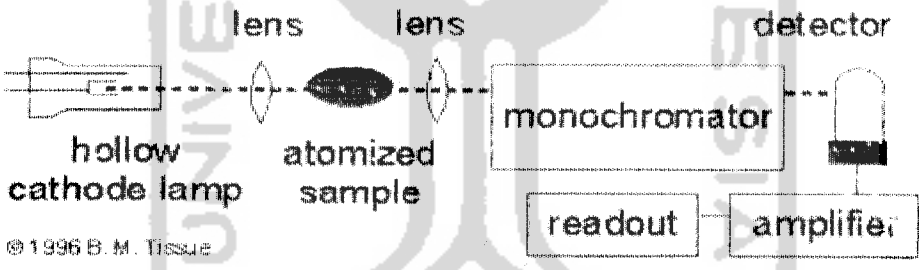
3) Monokromator

Fungsi monokromator adalah untuk mengisolir salah satu garis resonansi dari sekian banyak spektrum yang dihasilkan lampu katoda cekung. Peralatan yang digunakan terdiri dari cermin, lensa, filter, prisma dan grating. Monokromator yang ideal haruslah dapat mengisolir hanya satu garis resonansi saja. Untuk

beberapa jenis unsur, isolasi dimaksud dapat dilakukan dengan mudah, tetapi untuk bebarapa jenis unsur lainnya relatif sulit.

4) Detektor Pencatat

Detektor yang digunakan pada spektrofotometri serapan atom tergantung pada jenis monokromatornya. Detektor yang paling banyak digunakan adalah dari jenis fotomultiplikator, sedangkan peralatan pencatatan diperlukan untuk merubah dan mencatat sinyal-sinyal listrik yang berasal dari detektor ke suatu bentuk yang mudah dibaca oleh operator, misalnya dalam bentuk jarum galvanometer atau angka-angka digital. Peralatan spektrofotometri serapan atom yang modern umumnya dilengkapi dengan sirkuit-sirkuit elektronik untuk menghasilkan angka-angka hasil analisis yang lebih mudah dibaca. (Skoog dan West, (1988) dalam Herlina (1996))



Gambar 1. Skema Peralatan Spektrofotometri Serapan Atom

3.1.2 Teknik-Teknik Analisis

Ada tiga teknik yang biasa dipakai dalam analisis secara spektrometri. Ketiga teknik tersebut adalah:

1) Metode standard tunggal

Metode ini sangat praktis karena hanya menggunakan satu larutan standard yang telah diketahui konsentrasinya (C_{std}). Selanjutnya absorbsi larutan

standard (A_{std}) dan absorbsi larutan sampel (A_{smp}) diukur dengan spektrofotometri. Dari hukum Beer diperoleh :

$$A_{std} = \varepsilon \, . \, b \, . \, C_{std} \qquad \varepsilon \, . \, b = A_{std} / C_{std} \quad .....(1)$$

$$A_{smp} = \varepsilon \, . \, b \, . \, C_{smp} \qquad \varepsilon \, . \, b = A_{smp} / C_{smp} \quad .....(2)$$

sehingga :

$$A_{std} / C_{std} = A_{smp} / C_{smp} \longrightarrow C_{smp} = (A_{smp} / A_{std}) \times C_{std} \quad .....(3)$$

Dengan mengukur absorbansi larutan sampel dan standard, konsentrasi larutan sampel dapat dihitung.

2) Metode Kurva Kalibrasi

Dalam metode ini dibuat suatu seri larutan standard dengan berbagai konsentrasi dan absorbansi dari larutan tersebut diukur dengan AAS. Langkah selanjutnya adalah membuat grafik antara konsentrasi (C) dengan absorbansi (A) yang akan merupakan garis lurus melewati titik nol dengan slope = $\varepsilon \, . \, b$ atau slope = $a \, . \, b$. Konsentrasi larutan sampel dapat dicari setelah absorbansi larutan sampel diukur dan intrapolasi kedalam kurva kalibrasi dan simasukan dalam persamaan garis lurus yang diperoleh dengan menggunakan regresi linear pada kurva kalibrasi.

3) Metode Adisi Standard

Metode ini secara luas karena mampu meminimalkan kesalahan yang disebabkan oleh perbedaan kondisi lingkungan (Matriks) sampel dan standard. Dalam metode ini dua atau lebih sejumlah volume tertentu dari sampel dipindahkan ke dalam labu takar. Satu larutan diencerkan sampai volume

tertentu, kemudian diukur absorbansinya tanpa ditambah zat standard, sedangkan larutan yang lain sebelum diukur absorbansinya ditambah terlebih dahulu dengan sejumlah tertentu larutan standard dan diencerkan seperti pada larutan yang pertama. Menurut hukum Beer akan berlaku hal-hal berikut :

$$A_x = k \cdot C_x ; \quad \text{.....(1)}$$

$$A_T = k(C_s + C_x) \quad \text{.....(2)}$$

Dimana,

C_x = konsentrasi zat sampel

C_s = konsentrasi zat standard yang ditambahkan ke larutan sampel.

A_x = absorbansi zat sampel (tanpa penambahan zat standard)

A_T = absorbansi zat sampel + zat standard

Jika persamaan (1) dan (2) digabung, akan diperoleh:

$$C_x = C_s \times \{ A_x / (A_T - A_x) \} \quad \text{.....(3)}$$

Konsentrsi zat dalam sampel (C_x) dapat dihitung dengan mengukur A_x dan A_T dengan spektrofotometer. Jika dibuat suatu seri penambahan zat standard dapat pula dibuat suatu grafik antara A_T lawan C_s, garis lurus yang diperoleh diekstrapolasi ke $A_T = 0$, sehingga diperoleh:

$$C_x = C_s \times \{ A_x / (0 - A_x) ; \; C_x = C_s \times (A_x / - A_x) \quad \text{.....(4)}$$

3.1.3 Gangguan Dalam Analisis Dengan AAS

Ada tiga macam gangguan utama dalam AAS :

1) Gangguan ionisasi
2) Gangguan akibat pembentukan senyawa refractory
3) Gangguan fisik alat

Gangguan Ionisasi. Gangguan ini biasa terjadi pada unsur-unsur alkali tanah dan beberapa unsur karena unsur-unsur tersebut mudah terionisasi dengan nyala. Dalam analisis FES dan AAS yang diukur adalah emisi dan serapan atom yang terionisasi.oleh sebab itu dengan adanya atom-atom yang terionisasi dalam nyala akan mengakibatkan sinyal yang ditangkap detektor menjadi berkurang. Namun demikian gangguan ini bukan gangguan yang sifatnya serius, karena hanya sensitifitas dan linearitasnya saja yang terganggu. Gangguan ini dapat ditambahkan dengan unsur-unsur yang mudah terionisasi ke dalam sampel sehingga akan menahan proses ionisasi dari unsur yang dianalisis

Pembentukan Senyawa Refraktori. Gangguan ini diakibatkan oleh reaksi antara analit dengan senyawa kimia, biasanya anion, yang ada dalam larutan sampel sehingga terbentuk senyawa yang tahan panas (refraktory). Gangguan ini hanya dapat diatasi dengan menaikkan temperatur nyala, sehingga nyala yang umum digunakan dalam kasus semacam ini adalah nitrous oksida-asetilen.

Gangguan Fisik Alat. Yang dianggap sebagai gangguan fisik adalah semua parameter yang dapat mempengaruhi kecepatan sampel sampai ke nyala sampai sempurnanya atomisasi. Parameter-parameter tersebut adalah : kecepatan alir gas, berubahnya viskositas sampel akibat temperatur atau solven, kandungan padatan yang tinggi, perubahan temperatur nyala dll. Gangguan ini biasanya dikompensasi dengan lebih sering membuat Kalibrasi (standarisasi).

3.2.1 Efek dari Keberadaan Logam Cd

Sepertinya halnya logam-logam lain logam Cd membawa sifat racun yang sangat merugikan bagi setiap jenis organisme hidup. Kelarutan Cd dalam konsentrasi tertentu akan dapat membunuh biota perairan. Biota-biota yang tergolong bangsa udang-udangan (*chrustacea*) akan mengalami kematian dalam selang waktu 24-504 jam bila dalam badan perairan terdapat kandungan logam Cd terlarut sebanyak 0,005 – 0,15 ppm. Untuk biota dalam kelas serangga akan mengalami kematian dalam waktu 24 –672 jam jika dalam perairan terlarut logam Cd sebesar 0,003 – 18 ppm. Untuk biota perairan tawar yang lebih besar sebagai contoh ikan mas akan mengalami kematian dalam waktu 96 jam, bila media hidupnya terkontaminasi Cd dengan rentang konsentrasi sebesar 1,092 – 1,104 ppm. (Palar,1994)

Tabel 1. Kandungan Cd Dalam Beberapa Jenis Air Buangan

Jenis Industri	Kons. Cd (µg/l)
Pengolahan Roti	11
Pengolahan ikan	14
Makanan ikan	6
Minuman ringan	3
Pencelupan tekstil	30
Bahan kimia	27
Pengolahan lemak	6
Bakery	2
Minuman	5
Es cream	31

Sumber : Klein et al (1974)

Logam Cd juga akan mengalami proses biotransformasi dan bioakumulasi dalam organisme hidup. Logam ini masuk ke dalam tubuh melalui makanan yang dikonsumsi yang telah terkontaminasi oleh Cd dan atau persenyawaannya. Dalam tubuh biota perairan jumlah logam yang terakumulasi akan terus mengalami peningkatan dengan adanya proses biomagnifikasi di badan perairan. Di samping itu tingkatan biota dalam sistem rantai makanan turut menentukan jumlah Cd yang terakumulasi. Di mana pada biota yang lebih tinggi stratanya akan ditemukan akumulasi Cd yang lebih banyak sedangkan pada biota *top level* merupakan tempat akumulasi terbesar. Bila dalam tubuh telah terakumulasi Cd melebihi nilai ambang maka akan mengalami kematian.(Palar,1994)

Keracunan yang disebabkan oleh Cd bersifat akut dan keracunan kronis. Keracunan akut sering terjadi pada pekerja di industri-industri yang berkaitan dengan logam ini. Keracunan dapat terjadi karena pekerja tersebut terkena paparan uap logam Cd atau CdO gejala keracunan ini baru muncul setelah 4- 10 jam setelah terkena uap Cd, akibat dari keracunan ini dapat menimbulkan penyakit paru-paru akut. Logam Cd juga mampu menimbulkan kerusakan pada sistem yang bekerja di ginjal, juga Cd diduga sebagai bahan karsinogenik yang dapat menyebabkan kanker pada manusia

3.2.2 Efek dari Keberadaan Logam Cu

Meskipun sebagai logam berat Cu atau yang nama dagangnya tembaga berbeda dengan logam-logam berat lainnya seperti Hg, Cd, dan Cr. Logam berat Cu digolongkan kedalam logam berat dipentingkan atau logam berat esensial, artinya meskipun Cu merupakan logam berat beracun, unsur logam ini sangat dibutuhkan tubuh meski dalam jumlah yang sedikit. Karena itu, Cu juga termasuk

kedalam logam-logam esensial bagi manusia seperti Fe dan lain-lain.Toksisitas yang dimiliki oleh Cu baru akan bekerja dan memperlihatkan pengaruhnya bila logam ini telah masuk ke dalam tubuh organisme dalam jumlah besar atau melebihi nilai toleransi organisme terkait. (Palar, 1994)

Masuknya tembaga ke dalam sistem perairan karena berasal dari peristiwa-peristiwa alamiah dan atau karena adanya aktifitas manusia, melalui jalur alamiah Cu yang masuk pada sisitem perairan diperkirakan mencapai 325.000 ton per tahun. Aktifitas manusia seperti buangan Industri, pertambangan Cu, industri galangan kapal dan aktifitas pelabuhan lainnya merupakan salah satu jalur mempercepat terjadinya peningkatan kelarutan Cu dalam badan perairan. dalam perairan dalam kondisi normal umumnya berbentuk senyawa ion $CuCO_3^-$, $CuOH^-$ dan lain-lain.Jumlah Cu yang terlarut pada perairan biasanya sekitar 0.002 ppm sampai 0.005 ppm.(Palar, 1994). Bila terjadi peningkatan maka efek sampingnya adalah terjadinya proses biomagnifikasi terhadap biota-biota laut yang akan ditunjukkan oleh akumulasi Cu dalam tubuh biota perairan tersebut.

Beberapa penelitaian menunjukkan bahwa daya racun yang dimiliki oleh Cu dapat membunuh biota perairan seperti jenis algae *chlorella vulgaris*, daya racun yang dimiliki oleh Cu menduduki tingkat kedua setelah Hg.

3.2.3 Efek dari Keberadaan Logam Pb

Pb yang di Indonesia umum disebut timbal atau timah hitam dapat berada pada perairan bisa karena akibat aktivitas manusia maupun karena peristiwa alam. Pb yang masuk dalam badan perairan sebagai dampak dari aktivitas kehidupan manusia ada bermacam 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 akan 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 lingkungan perairan yang dimasukinya (menjadikan sungai dan alurnya tercemar). Konsentrasi Pb yang mencapai 188 mg/l, dapat membunuh ikan-ikan. Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan pada tahun 1979 oleh Murphy P.M, Inst. Of Science and Technology Publicatian. Univ. Of Wales, diketahui bahwa biota-biota perairan seperti *Chrustacea* akan mengalami kematian setelah 245 jam, bila pada badan perairan dimana biota itu berada terlarut Pb pada konsentrasi 2,75 – 49 ppm. Sedangkan biota perairan lainnya, yang dikelompokkan dalam golongan *insecta* akan mengalami kematian dalam rentang waktu yang lebih panjang, yaitu antara 168 – 336 jam, bila pada badan perairan tempat hidupnya terlarut 3,5 – 64 ppm Pb.(Palar, 1994)

3.3 Kriteria Mutu Air

Air meliputi 70% dari permukaan bumi, tetapi di banyak negara persediaan air tersedia dalam jumlah yang sangat terbatas. Bukan hanya jumlahnya yang penting, tetapi juga mutu air diperlukan dalam penggunaaan tertentu, seperti air yang cocok untuk kegunaan industri atau untuk diminum. Air yang dapat diminum dapat diartikan sebagai air yang bebas dari bakteri yang berbahaya dan ketidakmurnian secara kimiawi. Air minum harus bersih dan jernih, tidak berwarna dan tidak berbau dan tidak mengandung bahan tersuspensi atau kekeruhan.

Air yang tidak dapat dimanfaatkan lagi akibat pencemaran air merupakan kerugian yang terasa secara langsung oleh manusia. Kerugian langsung ini pada umumnya disebabkan oleh terjadinya pencemaran air oleh berbagai macam komponen pencemar air. Bentuk kerugian langsung ini antara lain berupa :

- Air tidak dapat digunakan lagi untuk keperluan rumah tangga.

Air yang telah tercemar dan kemudian tidak dapat digunakan lagi sebagai penunjang kehidupan manusia, terutama untuk keperluan rumah tangga, akan menimbulkan dampak sosial yang sangat luas dan akan memakan waktu lama untuk memulihkannya.

- Air tidak dapat digunakan untuk keperluan industri.

Kalau terjadi pencemaran air yang mengakibatkan air tersebut tidak dapat digunakan untuk keperluan industri berarti usuha untuk meningkatkan kehidupan manusia tidak akan tercapai. Sebagai contoh air yang terlalu banyak mengandung ion logam yang bersifat sadah tidak dapat dipakai lagi sebagai air ketel uap. Pusat Listrik Tenaga Uap tidak dapat menggunakan air sadah.

- Air tidak dapat digunakan untuk keperluan pertanian.

Air tidak dapat digunakan lagi sebagai air irigasi, untuk pengairan di persawahan dan kolam perikanan, karena adanya senyawa-senyawa anorganik yang mengakibatkan perubahan drastis pada pH air. Air yang bersifat terlalu basa atau terlalu asam akan mematikan tanaman dan hewan air. Selain dari itu banyak senyawa anorganik yang bersifat racun yang menyebabkan kematian. Air yang mengandung racun seringkali justru bening, seolah-olah tidak tercemar.

Air lingkungan yang bersih sangat didambakan oleh setiap orang. Air lingkungan yang bersih saat ini termasuk barang yang langka yang harus dijaga

kelestariannya, untuk itu dilakukan ketentuan batas baku mutu air pada suatu negara atau daerah. Batas baku mutu air limbah ditunjukan pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Kriteria Kualitas Air Standard Kualitas Air Limbah Secara Kimia

PARAMETER	*Satuan*	*I*	*II*	*III*	*IV*
	Mutu Air	*Baik*	*Sedang*	*Kurang*	*Kurang sekali*
Kimia					
pH		6 - 9	5 - 9	4,5 – 9,5	4,0 - 10
Besi (Fe)	mg/L	5	7	9	10
Mangan (Mn)	mg/L	0,5	1	3	5
Tembaga (Cu)	mg/L	0,5	2	3	5
Seng (Zn)	mg/L	5	7	10	15
Krom heksavalen	mg/L	0,1	1	3	5
Kadmium (Cd)	mg/L	0,01	0,1	0,5	1
Raksa (Hg)	mg/L	0,005	0,01	0,05	0,1
Timbal (Pb)	mg/L	0,1	0,5	1	5
Arsen (As)	mg/L	0,05	0,3	0,7	1
Selenium (Se)	mg/L	0,01	0,05	0,5	1
Sianida (CN)	mg/L	0,02	0,05	0,5	1
Sulfida (S)	mg/L	0,01	0,05	0,1	1
Flourida (F)	mg/L	1,5	2	3	5
Klor aktif (Cl_2)	mg/L	1	2	3	5
Klorida (Cl)	mg/L	600	1000	1500	2000
Sulfat (SO_4)	mg/L	400	600	800	1000

Sumber : 1. Kriteria dan standard kualitas air nasional, Dir. Penyelidikan Masalah Air, Jakarta, Maret 1981.

2. Standard air di *M.E.E, Official Journal of The EEC*

3. 4 Hipotesis

1) Karena AAS merupakan suatu alat instrumen yang sensitif maka untuk mendeteksi adanya logam Cd, Cu, Pb pada limbah yang konsentrasinya kecil bisa dilakukan.
2) Mengingat belum adanya laporan kasus keracunan oleh logam berat di Cilacap maka dimungkinkan keberadaan logam Cd, Cu dan Pb pada perairan sekitarkawasan industri Cilacap masih dalam ambang batas baku mutu air limbah yang diperbolehkan.

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN
FMIPA

BAB IV

METODELOGI PENELITIAN

4.1 Bahan-bahan :

- HNO_3 65% (Merck)
- Aquabidest
- Pb $(NO_3)_2$ p.a buatan Merck
- Cd $(NO_3)_2$ p.a buatan Merck
- Logam Cu p.a buatan Merck

4.2 Alat-alat :

- Peralatan Gelas (pipet, labu ukur, dll)
- Timbangan
- Kertas saring
- AAS

4.3 Sampel Yang Digunakan

Air dari perairan sekitar kawasan industri Cilacap

4.4 Cara Kerja

4.4.1 Penyiapan Alat-alat Gelas

Semua alat-alat gelas yang akan digunakan dan botol untuk pengambilan sampel direndam dalam larutan HNO_3 1% selama 3 hari, kemudian dibilas dengan aquabidest sampai bersih dan dikeringkan.

4.4.2 Pengambilan Sampel

Sampel diambil dari tiga tempat yang dianggap mempunyai konsentrasi tertinggi karena dekat dengan kawasan industri, ketiga tempat pengambilan sampel tersebut yaitu:

1. 50 meter dari penyeberangan Wringin yang diberi notasi A
2. 50 meter dari penyeberangan Kali Donan yang diberi notasi B
3. 50 meter dari pelabuhan Tanjung Intan yang diberi notasi C

Masing-masing tempat pengambilan sampel diambil pada kedalaman 1,5 meter dari permukaan sebanyak 1 liter.Sampel-sampel tersebut disaring kemudian dimasukkan kedalam botol yang telah dibersihkan dan berisi 2,5 mL HNO_3 pekat untuk tiap liter sampel.

4.5. Pembuatan Larutan

4.5.1 Larutan Induk Pb

Dilarutkan 1,598 gram $Pb(NO_3)_2$ dan 30 mL HNO_3 0,1 M dengan aquabidest hingga 1000 mL, larutan standard tersebut merupakan larutan standar 1000 ppm. Larutan standar yang lain dibuat dengan mengencerkan larutan 1000ppm sesuai dengan konsentrasi 1,0 ppm ; 1,5ppm ; 2,0ppm ; 2,5ppm.

4.5.2 Larutan Induk Cd

Dilarutkan 3,258 gram CdI_2 dan 30 mL HNO_3 0,1M dengan aquabidest hingga 1000mL, larutan standard tersebut merupakan larutan standar 1000ppm. Larutan standar yang lain dibuat dengan mengencerkan larutan 1000ppm sesuai dengan konsentrasi 1,0ppm ; 1,5ppm ; 2,0ppm ; 2.5ppm.

4.5.3 Larutan Induk Cu

Dilarutkan 1,000 gram Cu dalam 50 mL HNO_3 5M, dimasukan kedalam labu ukur 1000mL dan diencerkan dengan aquabidest hingga tanda, larutan tersebut merupakan larutan standard 1000ppm. Larutan standar yang lain dibuat dengan mengencerkan larutan 1000ppm sesuai dengan konsentrasi 0,10ppm ;0,20ppm ; 0,30ppm ; 0,40ppm.

4.6 Optimasi AAS

Penentuan kondisi optimum ini dimaksudkan untuk memperoleh hasil yang tepat dan teliti. Untuk kondisi optimum dalam penentuan Cd, Cu dan Pb optimasi dilakukan terhadap panjang gelombang, kecepatan alir bahan bakar dan oksidan serta kuat arus lampu katoda cekung.

4.6.1 Panjang Gelombang

Panjang gelombang untuk menentukan Cd, Cu, Pb optimasi dilakukan dengan mengatur hubungan antara absorbansi dengan panjang gelombang. Panjang gelombang optimum diperoleh pada saat absorbansi yang dihasilkan maksimum. Hasil penentuan panjang gelombang optimum untuk Cd, Cu, Pb masing-masing : 228,8nm ; 324,8nm ; 283,3nm.

4.6.2 Kecepatan Alir Bahan Bakar

Cd. Pada optimasi ini digunakan larutan standard Cd 1ppm kemudian dianalisis dengan AAS pada kecepatan alir bahan bakar 5,0 liter/menit sampai 7,5 liter/menit.

Cu. Pada optimasi ini digunakan larutan standard Cu 1ppm kemudian dianalisis dengan AAS pada kecepatn alir bahan bakar 5,0 liter/menit sampai 7,5 liter/menit.

Pb. Pada optimasi ini digunakan larutan standard Pb 1ppm kemudian dianalisis dengan AAS pada kecepatn alir bahan bakar 5,0 liter/menit sampai 7,5 liter/menit.

4.6.3 Kecepatan Alir Oksidan (udara)

Cd. Pada optimasi ini digunakan larutan standard 1ppm kemudian dianalisis dengan AAS pada kecepatan alir oksidan 10,0 liter/menit sampai 13,0 liter/menit.

Cu. Pada optimasi ini digunakan larutan standard 1ppm kemudian dianalisis dengan AAS pada kecepatan alir oksidan 10,0 liter/menit sampai 13,0 liter/menit.

Pb. Pada optimasi ini digunakan larutan standard 1ppm kemudian dianalisis dengan AAS pada kecepatan alir oksidan 10,0 liter/menit sampai 13,0 liter/menit.

Cd. Pada optimasi ini digunakan larutan standard 1ppm kemudian dianalisis dengan AAS pada kuat arus lampu katoda cekung 8mA sampai 12mA.

Cu. Pada optimasi ini digunakan larutan standard 1ppm kemudian dianalisis dengan AAS pada kuat arus lampu katoda cekung 10mA sampai 14mA.

Pb. Pada optimasi ini digunakan larutan standard 1ppm kemudian dianalisis dengan AAS pada kuat arus lampu katoda cekung 8mA sampai 12mA.

4.7 Penentuan Cd,Cu dan Pb Dalam Sampel Air

Cd. Air sampel yang sudah disaring diambil 5 bagian masing-masing 2,5 ml ditempatkan dalam lima buah gelas piala kecil. Kedalam gelas piala yang pertama ditambahkan 2,5ml aquabidest. Kedalam 4 buah gelas piala yang lain secara berturut-turut ditambah 2,5 ml larutan standard Cd : 1,0ppm ; 1,5ppm ; 2,0ppm ; 2,5ppm. Kelima larutan tersebut dianalisis secara spektrometri serapan atom.

Cu. Air sampel yang sudah disaring diambil 5 bagian masing-masing 2,5 ml ditempatkan dalam lima buah gelas piala kecil. Kedalam gelas piala yang pertama ditambahkan 2,5ml aquabidest. Kedalam 4 buah gelas piala yang lain secara berturut-turut ditambah 2,5 ml larutan standard Cu : 0,10ppm ; 0,20ppm ; 0,30ppm ; 0,40ppm. Kelima larutan tersebut dianalisis secara spektrometri serapan atom.

Pb. Air sampel yang sudah disaring diambil 5 bagian masing-masing 2,5 ml ditempatkan dalam lima buah gelas piala kecil. Kedalam gelas piala yang pertama ditambahkan 2,5ml aquabidest. Kedalam 4 buah gelas piala yang lain secara berturut-turut ditambah 2,5 ml larutan standard Pb : 1,0ppm ; 1,5ppm ; 2,0ppm ; 2,5ppm. Kelima larutan tersebut dianalisis secara spektrometri serapan atom.

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Optimasi Peralatan Spektrofotometer Serapan Atom

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kandungan logam timbal, tembaga dan kadmium dalam sampel air sekitar kawasan industri dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Dalam menggunakan alat Spektrofotometer Serapan Atom harus dioptimasi terlebih dahulu untuk memperoleh hasil analisis yang baik dan diperoleh populasi atom pada tingkat dasar yang paling banyak dalam nyala api yang dilewati oleh radiasi.

Dalam Spektrofotometer Serapan Atom yang dioptimasi meliputi panjang gelombang, laju alir asetilen sebagai bahan bakar, laju alir udara sebagai oksidan dan kuat arus lampu katoda cekung (HCL). Pada kondisi optimum perubahan serapan akibat konsentrasi akan lebih sensitif teramati. Atom-atom akan menyerap tenaga radiasi yang khas untuk atom-atom tersebut dan kemudian berubah ke keadaan eksitasi. Semakin banyak atom keadaan dasar maka radiasi yang diserap makin banyak pula.

Panjang gelombang optimum diperoleh pada saat absorbansi yang dihasilkan maksimum. Dalam penelitian ini diperoleh hasil penentuan panjang gelombang optimum untuk kadmium sebesar 228,8 nm untuk tembaga 324,8 nm dan untuk timbal 283,3 nm. Pada panjang gelombang ini merupakan panjang gelombang optimum untuk masing-masing ion logam yang paling kuat menghasilkan garis resonansi untuk transisi elektronik dari tingkat tenaga dasar ke tingkat eksitasi.

Penentuan kondisi optimum kecepatan alir bahan bakar untuk kadmium, tembaga dan timbal digunakan asetilen dan udara sebagai oksidan. Logam-logam kadmium, tembaga dan timbal mudah diuapkan pada suhu rendah (Khopkar, 1990). Temperatur nyala asetilen – udara yang dihasilkan ± 2300 ^{0}C. Dengan menggunakan kecepatan alir gas pembakar dan pengoksidan yang optimum maka dalam proses atomisasi akan terjadi proses perubahan unsur metalik menjadi uap (aerosol halus) yang masuk ke dalam system nyala. Kecepatan alir ini akan mempengaruhi banyaknya atom tingkat tenaga dasar pada tinggi pembakar tertentu. Pada penelitian ini optimasi kecepatan alir bahan bakar digunakan larutan standard. Untuk optimasi digunakan larutan standard kadmium, tembaga dan timbal dengan konsentrasi 1ppm. Kemudian dianalisis dengan spektrofotometer serapan atom pada kecepatan alir bahan bakar 5,0 liter/menit sampai 7,5 liter/menit. Hasil penentuan alir bahan bakar optimum untuk kadmium, tembaga dan timbal masing-masing adalah 6,0 liter/menit ; 6,5 liter/menit ; dan 6,5 liter/menit. Dan pada kecepatan alir oksidan dengan larutan standard yang sama yaitu kadmium 1ppm, dianalisis dengan spektrofotometer serapan atom pada kecepatan alir oksidan 10,0 liter/menit sampai 13,0 liter/menit diperoleh hasil optimum untuk kadmium 11,5 liter/menit, tembaga 12,0 liter/menit, timbal 11,5 liter/menit. Data selengkapnya disajikan pada lampiran 3.

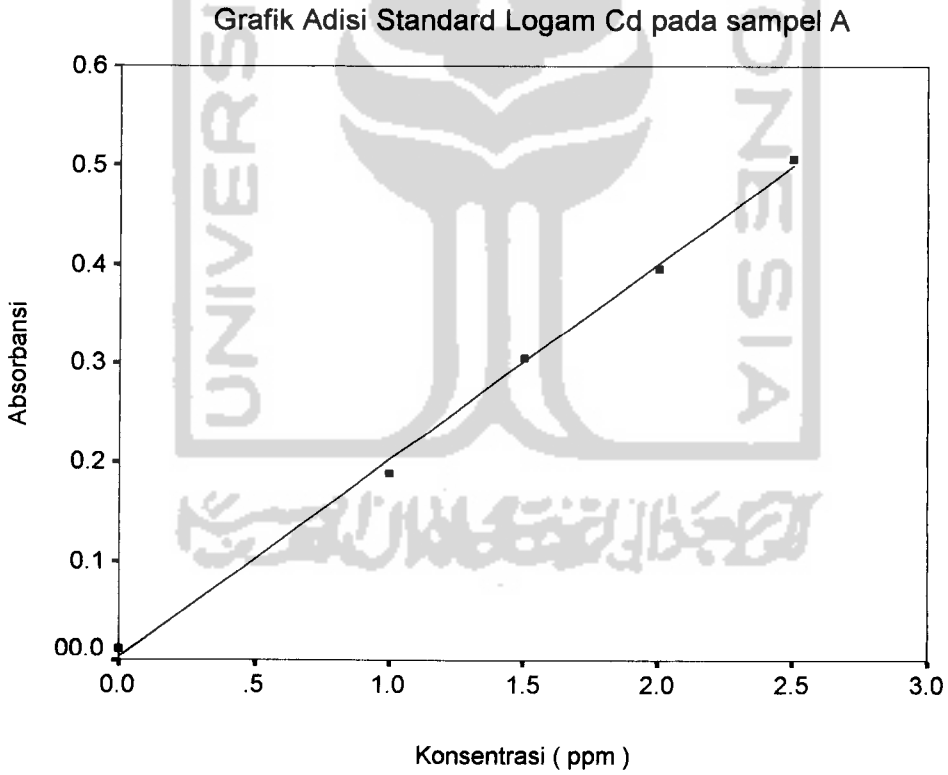
Dalam penggunaan kuat arus harus semaksimal mungkin karena pemberian kuat arus yang terlalu rendah akan menyebabkan intensitas lampu menjadi terlalu rendah. Intensitas lampu yang tinggi dapat memberikan konsentrasi dan sensitivitas yang tinggi pula, tetapi jika kuat arus terlalu tinggi akan menurunkan intensitas dan sensitivitas pengukuran. Kuat arus lampu katoda

cekung dianjurkan disesuaikan dengan unsur yang dianalisis dan bervariasi antara 3 sampai 25 mA (Pecsok, 1976). Menurut Slavin (1978) intensitas lampu dapat diubah dengan mengubah arus lampu, tetapi peningkatan pemberian kuat arus lampu katoda cekung akan akan mengurangi umur lampu dan menyebabkan pelebaran garis yang dipancarkan. Pada penelitian ini optimasi kuat arus lampu untuk Cd, Cu dan Pb digunakan larutan standar 1 ppm. Pada Cd optimasi kuat arus lampu dilakukan pada rentang 8 mA sampai 12 mA dan diperoleh hasil optimum pada 10 mA.

5.2 Pengukuran Larutan Standard Kadmium, Tembaga dan Timbal

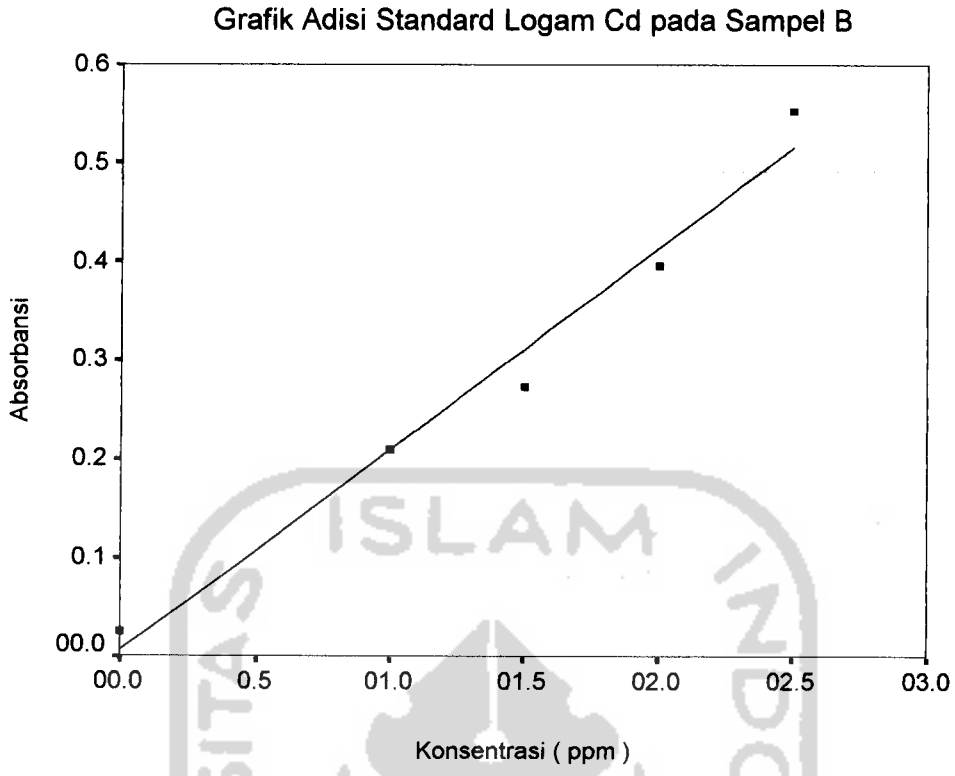
Dalam penalitian ini adalah mengukur konsentrasi logam-logam yang relatif rendah yaitu kadmium, tembaga dan timbal sehingga larutan standard yang diperlukan untuk analisis harus juga mengandung konsentrasi yang sangat rendah dari logam-logam tersebut dan untuk mempersiapkan larutan-larutan standard dengan menimbang langsung zat pembanding yang diperlukan. Kemudian mempersiapkan larutan-larutan induk yang mengandung 100 ppm kadmium, tembaga dan timbal. Menurut Vogel (1990) larutan induk idealnya disiapkan dari logam murni atau oksida logam murni dengan melarutkan dalam larutan asam yang sesuai, zat padat yang digunakan tentu saja harus dari kemurnian tertinggi, misalnya reagensia Speepure Johnson Matthey. Namun dalam banyak kasus larutan itu dibuat dengan melarutkan garam logam yang cocok. Setelah pembuatan larutan induk baru kemudian dibuat larutan standard yang diperlukan dengan melakukan pengenceran. Dalam pembuatan larutan standard yang mengandung kurang dari 10 ppm seringkali rusak bila didiamkan karena zat terlarutnya

teradsorbsi pada dinding bejana kaca. Jadi larutan standard yang besarnya kurang dari 10 ppm tidak boleh disimpan dari 1 atau 2 hari. Dalam penelitian ini larutan standard kadmium dan timbal dibuat dengan konsentrasi 1,0 ppm ; 1,5 ppm ; 2,0ppm ; dan 2,5 ppm sedangkan tembaga dengan konsentrasi 0,1 ppm ; 0,2 ppm ; 0,3ppm ; dan 0,4 ppm. Untuk perhitungan selengkapnya disajikan dalam lampiran 1, yang kemudian dianalisis dengan Spektrofotometer Serapan Atom dimulai dengan larutan blangko yaitu larutan dari campuran aquabidest dan sampel, sehingga didapat adsorbansi masing-masing konsentrasi larutan standard. Pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali dan hasil kurva adisi standard tiap-tiap logam disajikan dalam gambar berikut :

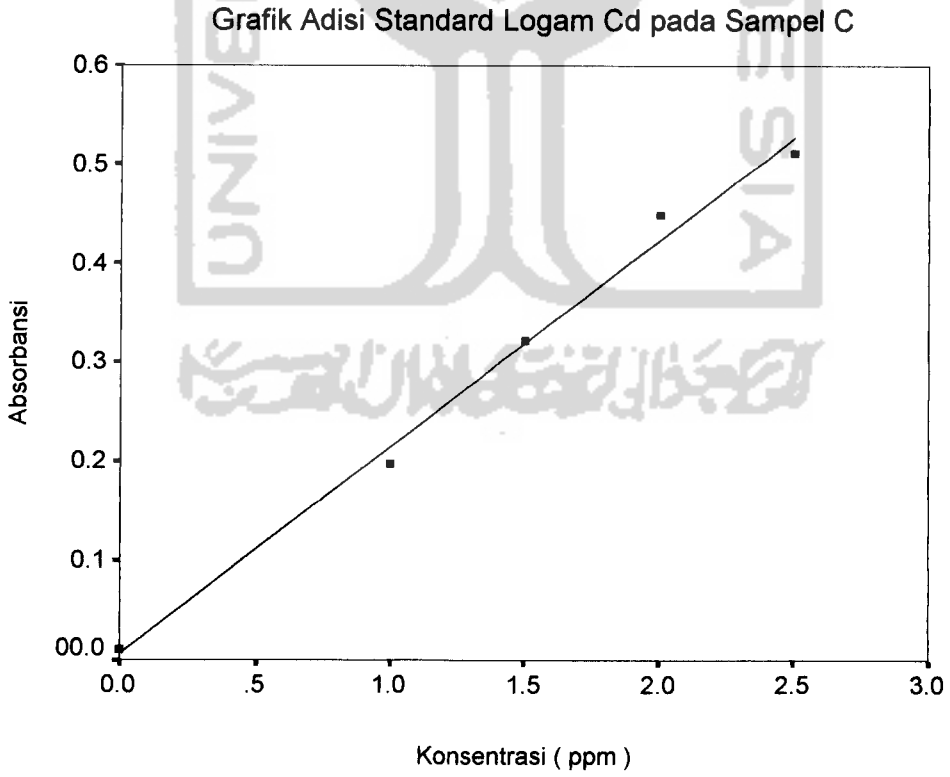


Gambar 2. Grafik Adisi Standard Logam Cd pada Sampel A

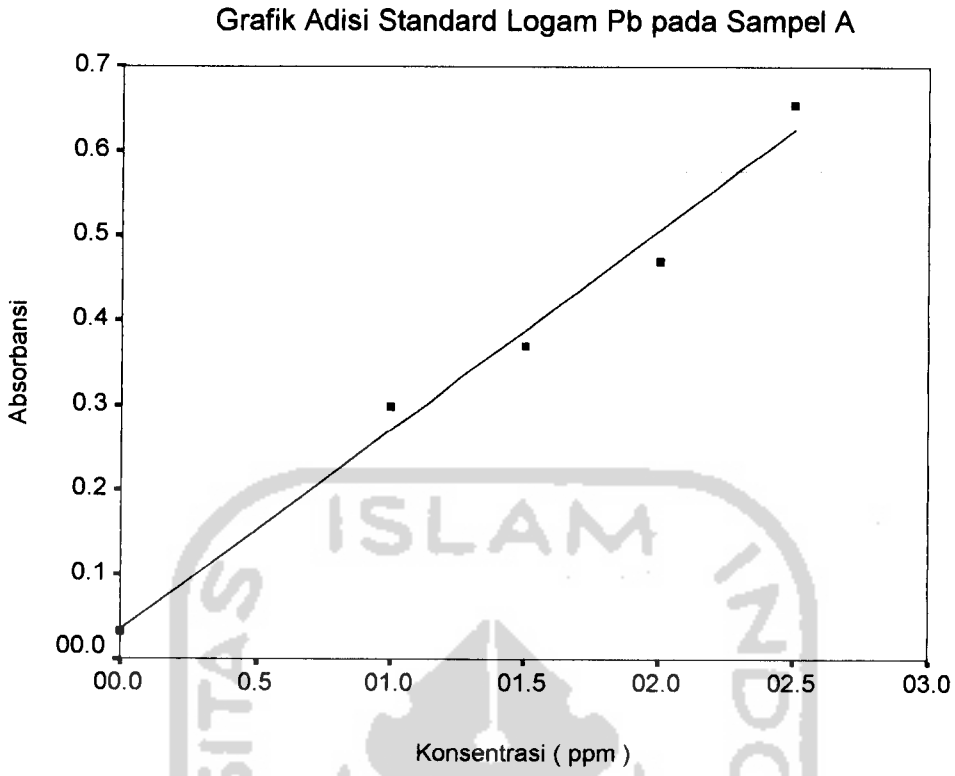
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN
FMIPA



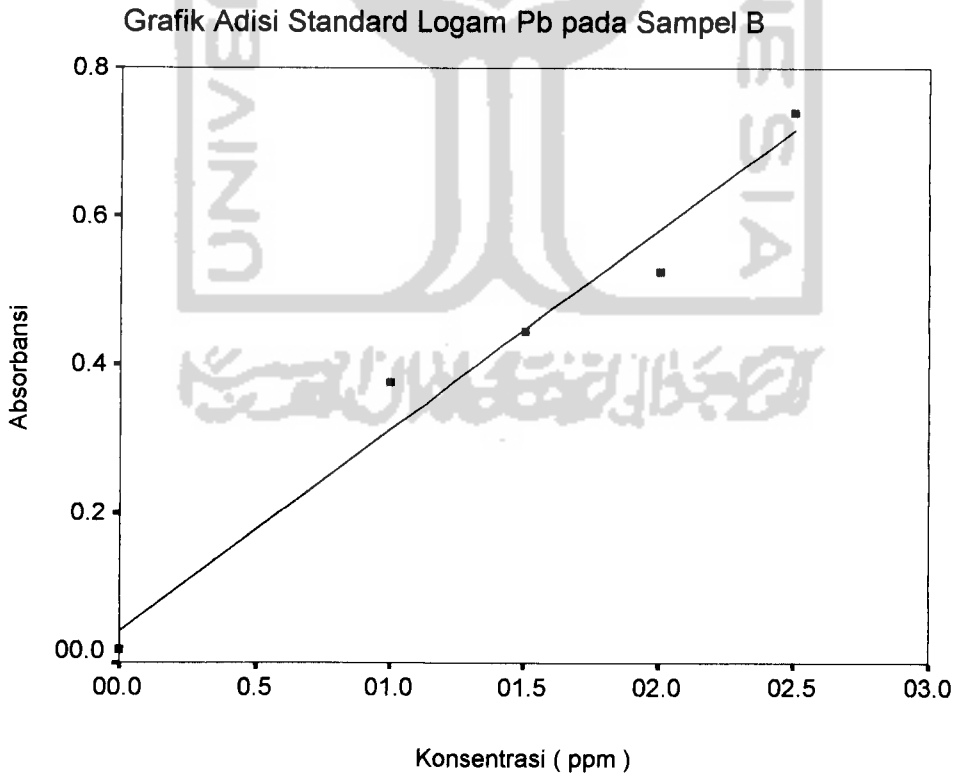
Gambar 3. Grafik Adisi Standard Logam Cd pada Sampel B



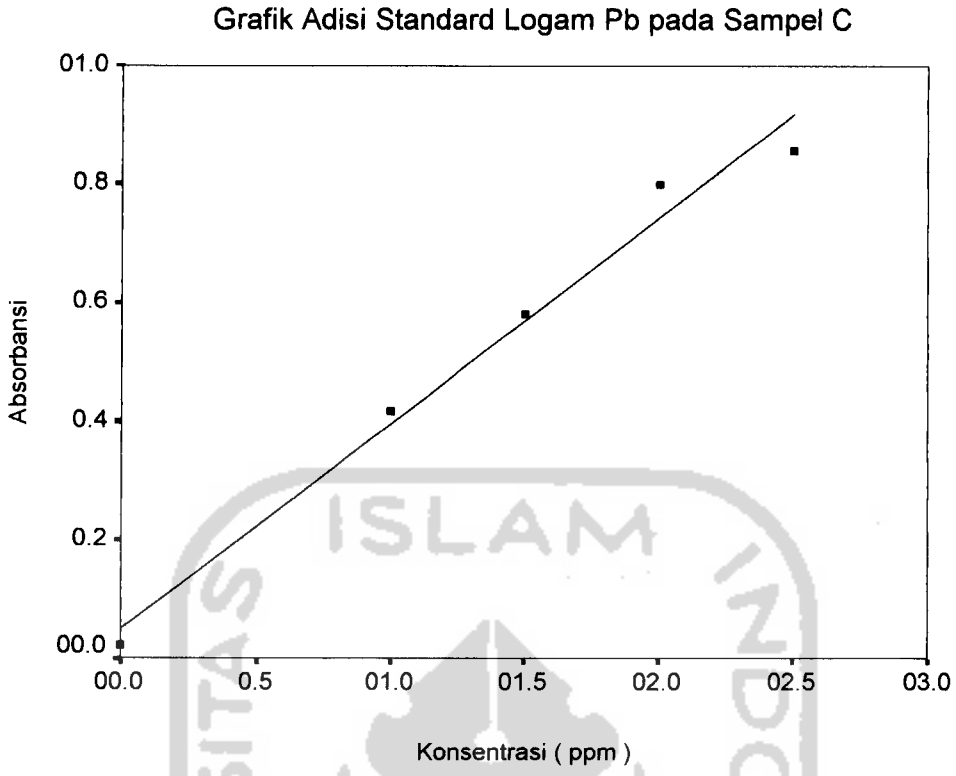
Gambar 4. Grafik Adisi Standard Logam Cd pada Sampel C



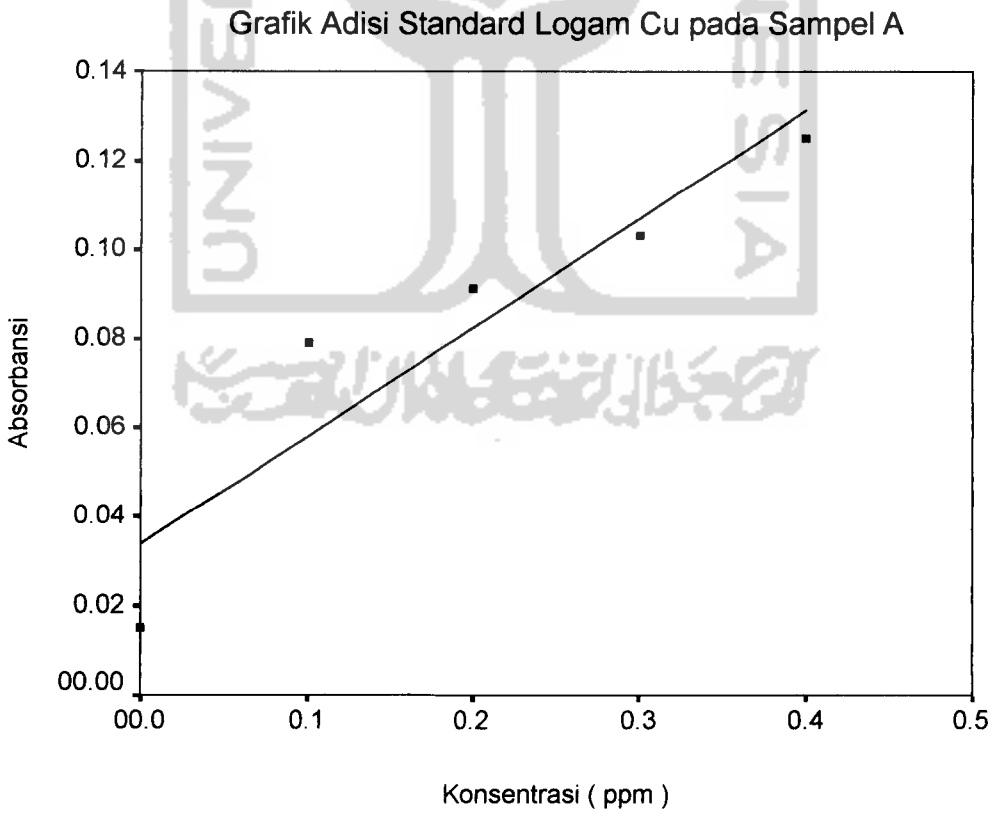
Gambar 5. Grafik Adisi Standard Logam Pb pada Sampel A



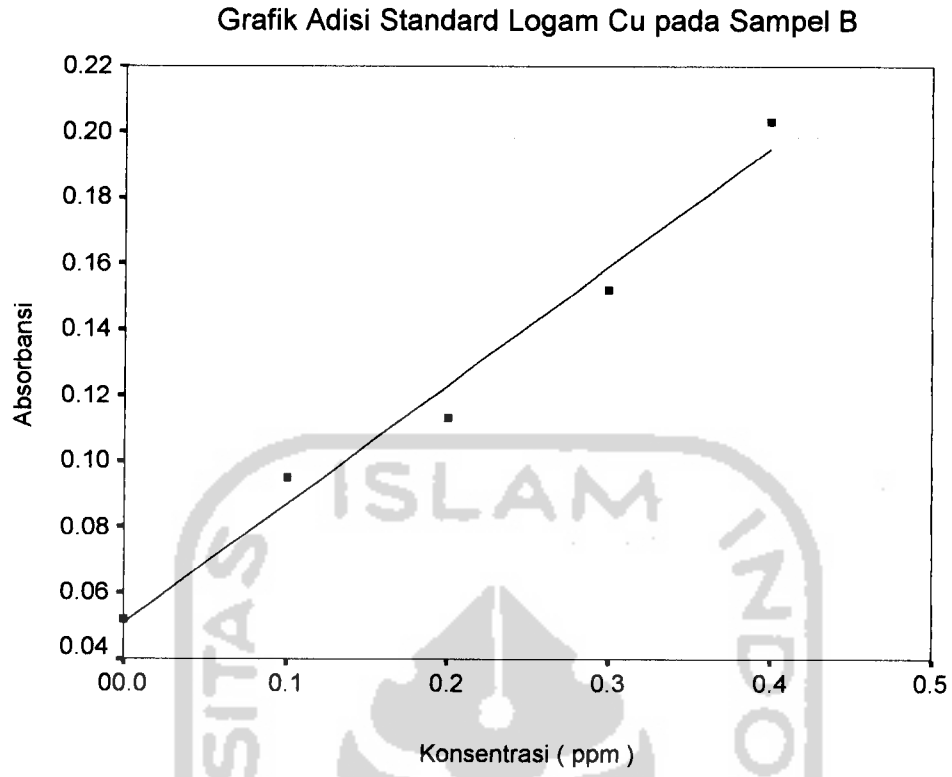
Gambar 6. Grafik Adisi Standard Logam Pb pada Sampel B



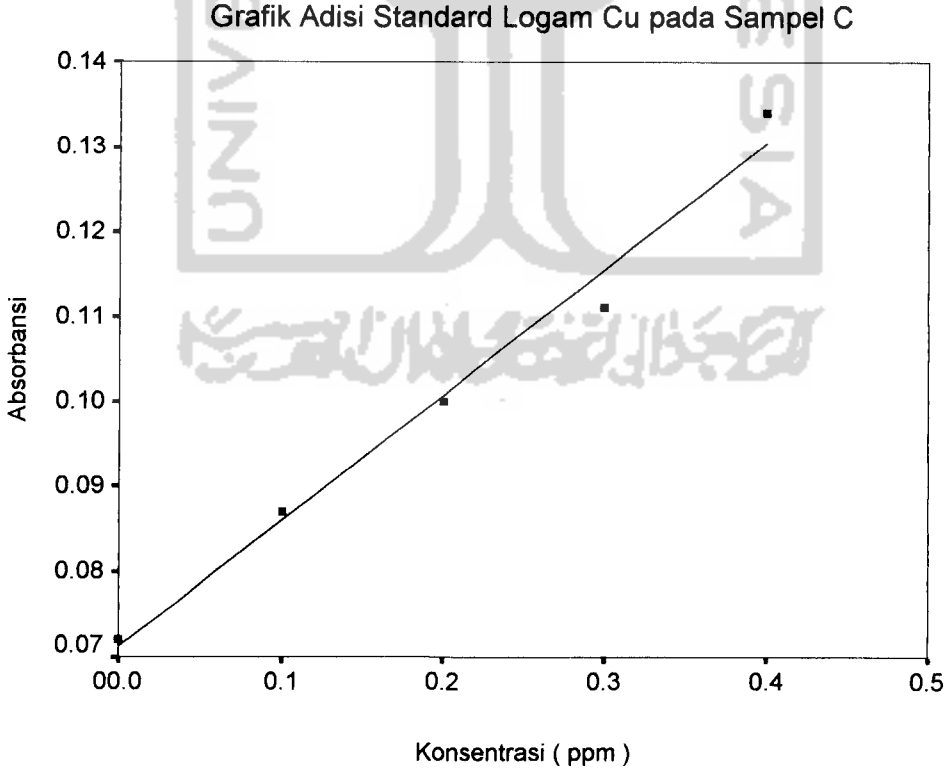
Gambar 7. Grafik Adisi Standard Logam Pb pada Sampel C



Gambar 8. Grafik Adisi Standard Logam Cu pada Sampel A



Gambar 9. Grafik Adisi Standard Logam Cu pada Sampel B



Gambar 10. Grafik Adisi Standard Logam Cu pada Sampel C

5.3 Penentuan Kandungan Logam Kadmium, Tembaga dan Timbal dalam Air Perairan Kawasan Industri Cilacap Secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).

Pada penelitian ini sampel yang digunakan adalah air dari perairan kawasan industri Cilacap yang diambil dari tiga lokasi. Lokasi yang diambil adalah lokasi yang dekat dengan daerah pembuangan limbah industri. Industri-industri di kawasan ini antara lain : Semen Nusantara, Pertamina, Bogasari, Pengolahan Kayu, Korek Api, Pemintalan Textil, Pengolahan ikan, Minuman dan juga Pelabuhan. Dalam penelitian ini sampel berbentuk cair sehingga dalam analisis menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom tidak perlu dilakukan preparasi awal sampel yaitu sampel cukup disaring dan kemudian diasamkan.

Pada analisis menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) harus memenuhi ketentuan bahwa larutan standard harus berada dalam matrik yang identik dengan larutan sampel. Sementara dalam penelitian ini sampel yang digunakan adalah sampel air, dan kemungkinan konsentrasi logam yang diteliti sangat rendah oleh karena itu diperlukan metode penelitian dengan tingkat akurasi yang tinggi selain itu dalam sampel air masih dimungkinkan adanya pengotor atau pengganggu yang dapat manginterfensi hasil analisis. Dalam hal ini metode yang digunakan adalah metode adisi standard karena metode ini memiliki tingkat ketelitian yang tinggi dan dapat mengeliminasi interfrensi dalam analisis karena tiap sampel yang diukur terdapat sampel dan larutan standard yang tercampur secara homogen. Dari data absorbansi yang diperoleh dapat dibuat grafik adisi standard dengan menghubungkan konsentrasi yang ditambahkan versus absorbansi.

Dengan menggunakan bantuan *Software Microsoft Excel 2000* data absorbansi yang kita peroleh dari pengukuran tiap-tiap sampel kita dapat menarik suatu persamaan :

$$y = a + bx. \qquad \text{..... (1)}$$

Dimana :

b = slope (titik potong sumbu y) ,

a = intersep,

y = absorbansi dan

x = konsentrasi yang ditambahkan.

Dengan menghitung nilai x pada y = 0 maka konsentasi standard adisi dapat diperoleh dengan persamaan :

$$C_{SA} = - \frac{a}{b} \qquad \text{..... (2)}$$

Dimana C_{SA} merupakan konsentrasi dari cuplikan, untuk menghitung konsentrasi sampel maka :

$$C_O = - C_{SA} \, X \, \frac{Vflask}{Vunk} \qquad \text{..... (3)}$$

Dimana V_{flask} *adalah* volume larutan yang dianalisis dan V_{unk} *adalah* volume sampel yang dianalisis.

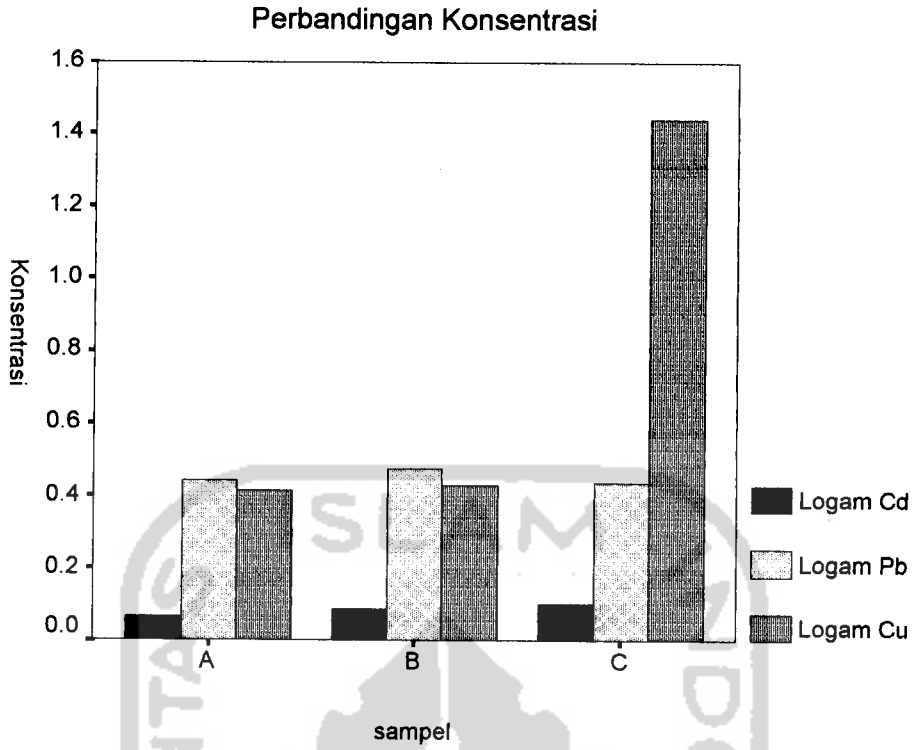
Persamaan regresi adisi standard untuk setiap logam disajikan dalam tabel di bawah ini :

Tabel 3. Persamaan Regresi Adisi Standard untuk Logam Kadmium, Timbal dan Tembaga.

No	Logam	Persamaan (y = a + bx)
1	Cd pada Sampel A	y = 0.004513 + 0.1979x
2	Cd pada Sampel B	y = 0.006027 + 0.2038x
3	Cd pada Sampel C	y = 0.006972 + 0.2081x
4	Pb pada Sampel A	y = 0.03470 + 0.2357x
5	Pb pada Sampel B	y = 0.04283 + 0.2699x
6	Pb pada Sampel C	y = 0.05032 + 0.3461x
7	Cu pada Sampel A	y = 0.03380 + 0.2440x
8	Cu pada Sampel B	y = 0.05120 + 0.3590x
9	Cu pada Sampel C	y = 0.07120 + 0.1480x

Dengan menggunakan persamaan tersebut dapat diketahui kandungan logam tembaga, kadmium dan timbal dalam sampel air di perairan kawasan industri Cilacap yang diambil dari tiga lokasi (perhitungan selengkapnya disajikan dalam lampiran 2), sehingga setelah kita mengetahui konsentrasi sampel pada tiap lokasi (lokasi A, B dan C) kita dapat membandingkan konsentrasi setiap logam pada setiap lokasi pengambilan sampel.

Perbandingan konsentrasi setiap logam pada setiap pengambilan sampel disajikan pada gambar berikut ini :



Gambar 11. Perbandingan kosentrasi logam Cd, Pb, dan Cu dalam setiap sampel.

Menurut kriteria dan standard kualitas air nasional, Dir. Penyelidikan Masalah Air, Jakarta, Maret 1981 hasil penelitian yang diperoleh dapat disimpulkan standard air pada perairan sekitar kawasan industri Cilacap untuk kandungan logam Cd, Pb, dan Cu masih dalam batas baik dan sedang yaitu dibawah konsentrasi 0,1 ppm, 0,5 ppm dan 2ppm.

Menurut Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup Kep-03/MENKLH/II/1991 tentang standard baku mutu air limbah untuk logam-logam Cd, Pb, Cu adalah maksimum sebesar 0,5 ppm, 2 ppm, dan 5 ppm oleh karena itu kandungan logam Cd, Pb, Cu dalam sampel masih dibawah standard baku mutu karena konsentrasi pada sampel A untuk logam Cd= 0,06841 ppm, Pb=0,4416 ppm , Cu = 0,4155 ppm, pada sampel B untuk logam Cd= 0,0887 ppm, Pb=0,4760 ppm, Cu = 0,4278 ppm, pada sampel C untuk logam Cd = 0,1005 ppm, Pb = 0,4361 ppm Cu = 1,4432 ppm.

Dalam hal ini kemungkinan logam kadmium dapat masuk ke lingkungan karena efek sampingan dari aktifitas yang dilakukan manusia. Boleh dikatakan bahwa semua bidang industri yang melibatkan kadmium dalam proses operasional industrinya menjadi sumber pencemaran kadmium. Menurut Palar (1994) dari penelitian yang pernah dilakukan oleh Klein pada tahun 1974 dapat diketahui kandungan rata-rata kadmium dalam air buangan rumah tangga dan buangan industri ringan seperti ; Pengolahan roti, Pengolahan ikan, dan Minuman. Dan di daerah kawasan industri Cilacap terdapat industri tersebut. Dari ketiga lokasi tersebut yang kandungan kadmium paling besar adalah lokasi C yaitu lokasi yang dekat dengan industri Bogasari dan Pengolahan ikan.

Logam timbal dapat masuk ke dalam perairan secara alamiah dan dari dampak dari aktifitas manusia. Secara alamiah, timbal dapat masuk melalui pengkristalan Pb di udara dengan bantuan air hujan sedangkan dari aktifitas kehidupan manusia bisa dari limbah dari industri yang berkaitan dengan timbal. (Palar, 1994). Dari hasil penelitian kandungan logam timbal pada lokasi A, B dan C hampir sama, jadi dimungkinkan dalam perairan kawasan industri Cilacap kandungan logam timbal merata diseluruh perairan.

Sedangkan hasil penelitian kandungan logam tembaga pada lokasi A dan B dapat dikatakan dalam batas standard baik tetapi pada lokasi C kandungan logam tembaga termasuk dalam standard sedang. Menurut Palar (1994) tembaga yang masuk ke dalam lingkungan perairan dapat berasal dari peristiwa alamiah dan efek samping dari aktifitas yang dilakukan manusia. Secara alamiah tembaga masuk ke dalam perairan sebagai akibat dari peristiwa erosi atau pengikisan batuan mineral dan melalui persenyawaan Cu di atmosfir yang dibawa turun oleh air

hujan. Sedangkan oleh aktifitas manusia seperti buangan industri, pertambangan Cu, industri galangan kapal dan bermacam-macam aktivitas pelabuhan lainnya. Pada lokasi C kandungan logam tembaganya lebih besar dimungkinkan karena lokasi tersebut juga dekat dengan pelabuhan Tanjung Intan yaitu pelabuhan utama di Cilacap.

Dari hasil penelitian tersebut terlihat bahwa di sekitar perairan kawasan industri Cilacap mempunyai kandungan logam Cd, Cu dan Pb yang relatif kecil, hal ini bisa dimungkinkan karena industri-industri di sekitar perairan tersebut mematuhi ketentuan batas baku mutu air limbah dengan mengolah limbah terlebih dahulu sebelum dibuang ke dalam perairan dan memiliki sistem pembuangan yang baik, dan dari hasil perhitungan kandungan kadar logam yang didapat maka hasil perikanan dari perairan tersebut tidak baik dikonsumsi atau dimanfaaatkan karena dapat dimungkinkan terdapat akumulasi logam-logam berat pada biota laut tersebut dan berpindah pada yang menkonsumsinya sehingga dapat terjadi biomagnifikasi pada spesies yang lebih tinggi dan akan berdampak buruk pada waktu mendatang.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari data peneltian dan perhitungan yang telah dilakukan pada penentuan kandungan logam Kadmium, Tembaga dan Timbal dalam perairan Kawasan Industri Cilacap dengan Spektrofotometri Serapan Atom, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Kandungan logam Cd, Pb dan Cu untuk lokasi A : 0,0684 ppm ; 0,4416 ppm ; 0,4155 ppm, untuk lokasi B : 0,0887 ppm ; 0,4760 ppm ; 0,4278 ppm dan untuk lokasi C : 0,1005 ppm ; 0,4361 ppm ; 1,4432 ppm.
2. Menurut Kriteria dan Standard Kualitas Air Nasional, 1981 dan Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup,1991 menganai baku mutu air limbah dapat disimpulkan bahwa pada Perairan Kawasan Industri Cilacap masih dalam batas baku mutu air yang ditetapkan.

6.2. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai konsentrasi limbah logam berat pada Kawasan Industri yang lain.
2. Perlu dilakukan metoda penelitian yang lain dalam menganalisis limbah logam berat dalam air.

DAFTAR PUSTAKA

Graha, S.I.W, *Ekstraksi Ion Pb dan Cd Dari Sampel Air Sungai Dengan Oksin Dalam Kloroform*, Skripsi, FMIPA, Universitas Gajah Mada, Jogjakarta.

Herlina, L, 1996, *Analisis Logam-Logam Cd, Cu, Pb dan Zn Dalam Air Limbah Pengeboran Minyak Bumi Dengan Kolom Kromatografi Dan Spektrometer Serapan Atom*, Skripsi, FMIPA, Universitas Gajah Mada, Jogjakarta.

Imam Khasani, S, 1991, *Sifat Cemaran Kimia Dalam Air Limbah Dan Cara Pengendaliannya*, Kursus Teknik Analisa Cemaran Kimia Dalam Air Limbah Industri, Puslitbang, Kimia Terapan LIPI, Bandung.

Khopkar, S.M.,1990, *Konsep Dasar Kimia Analitik,* UI Press, Jakarta

Minear, R.A dan Keith, L.H, 1984, *Water Analysis*, Volume II, Inorganic Species, Part 2, Academic Press Inc, Florida.

Palar, H, 1994, *Pencemaran Dan Toksikologi Logam Berat, Cetakan Pertama*, PT Rineka Cipta, Jakarta.

Pecsok, R.L., Shields,L.D.,Cairns, T., and Mc William, I.G., 1976, *Modern Methods of Chemical Analysis,* Second ed, John wiley and Sons, New York.

Poedjiastuti, S, 1995, Studi Banding Analisis Timbal Secara Spektrofotometri UV-Tampak dan SSA Nyala, Tesis, Program Pasca Sarjana, FMIPA, Universitas Gajah Mada, Jogjakarta.

Salavin, M., 1978, *Atomic Absorption Spectroscopy,* second ed, John Wiley and Sons, New York.

Vogel.,1990, *Analisis Anorganik Kualitatif,* PT Kalman Media Pustaka, Jakarta.

Lampiran 1

1. Pembuatan larutan HNO_3

Dari HNO_3 65% dibuat HNO_3 konsentrasi 5 M dan 0,1 M

$$\text{Konsentrasi Bahan Pekat} = \frac{1000 \text{ X \% Bahan Pekat X Bj Bahan Pekat}}{\text{BM Bahan Pekat}}$$

$$= \frac{1000 \text{ X } \frac{65}{100} \text{ X } 1{,}4 \text{ g / mL}}{63 \text{ g / mL}}$$

$$= 14{,}44 \text{ M}$$

Pembuatan HNO_3 5 M

$$V_1 \text{ x } M_1 = V_2 \text{ x } M_2$$

$$V_1 \text{ x } 14{,}44 \text{ M} = 50\text{ml x } 5 \text{ M}$$

$$V_1 = 17{,}3 \text{ mL}$$

Pembuatan HNO_3 0,1 M

$$V_1 \text{ x } M_1 = V_2 \text{ x } M_2$$

$$V_1 \text{ x } 5 \text{ M} = 100\text{ml x } 0{,}1 \text{ M}$$

$$V_1 = 2 \text{ mL}$$

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN
MIPA

Lanjutan lampiran 1

2. Pembuatan Larutan Induk Pb

$Pb(NO_3)_2$ dalam pembuatn larutan 1000 ppm

$$Pb(NO_3)_2 \longrightarrow Pb^{2+} + 2NO_3^-$$

$$\text{Mmol } Pb^{2+} = \frac{mg}{BM} = \frac{1000}{207.2}$$

$$= 4{,}82625 \text{ mmol}$$

$$\text{mmol } Pb^{2+} = \text{mmol } Pb(NO_3)_2$$

$$\text{mgr} = 4{,}82625 \text{ mmol x BM}$$

$$= 1598{,}437 \text{ mgr}$$

$$= 1{,}598 \text{ gram}$$

1,598 gram $Pb(NO_3)_2$ dan 30 mL HNO_3 0,1 M dilarutkan dengan aquabidest hingga 1000 mL dengan menggunakan labu ukur 1000 mL.

Larutan standard Pb 1000 ppm menjadi 50 ppm dalam labu ukur 50 mL

$$V_1 \text{ x } M_1 = V_2 \text{ x } M_2$$

$$V_1 \text{ x } 1000 \text{ ppm} = 50 \text{ mL x } 50 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 2{,}5 \text{ mL}$$

2,5 mL diencerkan dengan aquabidest hingga batas

Konsentrasi 1 ppm dalam labu ukur 50 mL

$$V_1 \text{ x } M_1 = V_2 \text{ x } M_2$$

$$V_1 \text{ x } 50 \text{ ppm} = 50 \text{ mL x } 1 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 1 \text{ mL}$$

1 mL diencerkan dengan aquabidest hingga batas

Lanjutan lampiran 1

Konsentrasi 1,5 ppm dalam labu ukur 50 mL.

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 50 \text{ ppm} = 50 \text{ mL} \times 1{,}5 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 1{,}5 \text{ mL}$$

1,5 mL diencerkan dengan aquabidest hingga batas

3. Pembuatan larutan induk Cd

Banyaknya CdI_2 yang digunakan untuk membuat larutan induk 1000ppm

$$CdI_2 \longrightarrow Cd^{2+} + 2I^-$$

$$\text{Mmol } Cd^{2+} = \frac{mg}{BM} = \frac{1000}{112{,}4}$$

$$= 8{,}896 \text{ mmol}$$

$$\text{mmol } Cd^{2+} = \text{mmol } CdI_2$$

$$\text{mgr } CdI_2 = 8{,}896 \text{ mmol} \times BM$$

$$= 3258{,}17 \text{ mgr}$$

$$= 3{,}258 \text{ gram}$$

3,258 gram CdI_2 dan 30 mL HNO_3 0,1 M dilarutkan dengan aquabidest hingga 1000 mL menggunakan labu ukur 1000 mL.

Larutan standard Cd 1000 ppm menjadi 50 ppm dalam labu ukur 50 mL

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 1000 \text{ ppm} = 50 \text{ mL} \times 50 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 2{,}5 \text{ mL}$$

2,5 mL diencerkan dengan aquabidest hingga batas

Konsentrasi 1 ppm dalam labu ukur 50 mL

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 50 \text{ ppm} = 50 \text{ mL} \times 1 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 1 \text{ mL}$$

1 mL diencerkan dengan aquabidest hingga batas

Konsentrasi 1,5 ppm dalam labu ukur 50 mL.

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 50 \text{ ppm} = 50 \text{ mL} \times 1{,}5 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 1{,}5 \text{ mL}$$

1,5 mL diencerkan dengan aquabidest hingga batas

4. Pembuatan larutan induk Cu 1000 ppm

1 gram Cu dalam 50 mL HNO_3 5M dilarutkan dalam aquabidest hingga 1000 mL menggunakan labu ukur 1000 mL.

Larutan standard Cu 1000ppm menjadi 50 ppm dalam labu ukur 50 mL

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 1000 \text{ ppm} = 50 \text{ mL} \times 50 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 2{,}5 \text{ mL}$$

2,5 mL diencerkan menggunakan aquabidest hingga tanda

Konsentrasi 10 ppm dalam labu ukur 50 mL.

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 50 \text{ ppm} = 50 \text{ mL} \times 10 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 10 \text{ mL}$$

10 mL diencerkan dengan aquabidest hingga batas

Konsentrasi 0,1 ppm dalam labu ukur 50 mL.

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 10 \text{ ppm} = 50 \text{ mL} \times 0{,}1 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 0{,}5 \text{ mL}$$

0,5 mL diencerkan dengan aquabidest hingga batas

Konsentrasi 0,2 ppm dalam labu ukur 50 mL.

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 10 \text{ ppm} = 50 \text{ mL} \times 0{,}2 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 1 \text{ mL}$$

1 mL diencerkan dengan aquabidest hingga batas

Konsentrasi 0,3 ppm dalam labu ukur 50 mL.

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 10 \text{ ppm} = 50 \text{ mL} \times 0{,}3 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 1{,}5 \text{ mL}$$

1,5 mL diencerkan dengan aquabidest hingga batas

Konsentrasi 0,4 ppm dalam labu ukur 50 mL.

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 10 \text{ ppm} = 50 \text{ mL} \times 0{,}4 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 2 \text{ mL}$$

2 mL diencerkan dengan aquabidest hingga batas

Lampiran 2

- Perhitungan kadar logam Cd, Cu dan Pb dalam sampel air :

a. Perhitungan kadar Kadmium (Cd^{2+}) dalam sampel A pada panjang gelombang 288,8 nm, kecepatan alir asetilena 6,0 liter/menit, kecepatan udara tekan 11,5 liter/menit dan pada kuat arus lampu katoda cekung sebesar 10 mA.

NO	Sampel	Absorbansi
1	L_A	0.012
2	L_A + Cd 1,0 ppm	0.189
3	L_A + Cd 1,5 ppm	0.305
4	L_A + Cd 2,0 ppm	0.396
5	L_A + Cd 2,5 ppm	0.506

Dari data tersebut diperoleh harga slope (b) dan intersep (a) dengan metode regresi linier dengan persamaan y = a + bx

a = 0.004513

b = 0.1979

r = 0.998

Dari data tersebut dapat diketahui konsentrasi larutan standard adisi (C_{SA}) yaitu dengan menggunakan persamaan :

$$C_{SA} = -\frac{a}{b}$$

$$= -\frac{0.004513}{0.1979} \qquad = -0.02280 \text{ ppm}$$

Sehingga konsentrasi logam Kadmium dalam sampel :

$$Co = - C_{SA} \text{ X } \frac{Vflask}{Vunk}$$

$$= - \text{ (-0.02280 ppm) X } \frac{7.5mL}{2.5mL}$$

$$= 0.06841 \text{ ppm}$$

b. Perhitungan kadar Kadmium (Cd^{2+}) dalam sampel B pada panjang gelombang 288,8 nm, kecepatan alir asetilena 6,0 liter/menit, kecepatan udara tekan 11,5 liter/menit dan pada kuat arus lampu katoda cekung sebesar 10 mA.

NO	Sampel	Absorbansi
1	L_B	0,025
2	L_B + Cd 1,0 ppm	0,210
3	L_B + Cd 1,5 ppm	0,273
4	L_B + Cd 2,0 ppm	0,396
5	L_B + Cd 2,5 ppm	0,553

Dari data tersebut diperoleh harga slope (b) dan intersep (a) dengan metode regresi linier dengan persamaan y = a + bx

a = 0,006027

b = 0,2038

r = 0.988

Dari data tersebut dapat diketahui konsentrasi larutan standard adisi (C_{SA}) yaitu dengan menggunakan persamaan :

$$C_{SA} = -\frac{a}{b}$$

$$= -\frac{0{,}006027}{0{,}2038}$$

$$= -\ 0{,}02954 \text{ ppm}$$

Sehingga konsentrasi logam Kadmium dalam sampel :

$$Co = -\ C_{SA} \times \frac{Vflask}{Vunk}$$

$$= -\ (\ -0.02957 \text{ ppm}\ ) \times \frac{7.5mL}{2.5mL}$$

$$= 0.08871 \text{ ppm}$$

c. Perhitungan kadar Kadmium (Cd^{2+}) dalam sampel C pada panjang gelombang 288,8 nm, kecepatan alir asetilena 6,0 liter/menit, kecepatan udara tekan 11,5 liter/menit dan pada kuat arus lampu katoda cekung sebesar 10 mA.

NO	Sampel	Absorbansi
1	L_C	0.011
2	L_C + Cd 1,0 ppm	0.198
3	L_C + Cd 1,5 ppm	0.322
4	L_C + Cd 2,0 ppm	0.449
5	L_C + Cd 2,5 ppm	0.512

Dari data tersebut diperoleh harga slope (b) dan intersep (a) dengan metode regresi linier dengan persamaan y = a + bx

Lanjutan Lampiran 2

a = 0,006972

b = 0,2081

r = 0.996

Dari data tersebut dapat diketahui konsentrasi larutan standard adisi (C_{SA}) yaitu dengan menggunakan persamaan :

$$C_{SA} = -\frac{a}{b}$$

$$= -\frac{0,006972}{0,2081}$$

$$= -0,0335 \text{ ppm}$$

Sehingga konsentrasi logam Kadmium dalam sampel :

$$Co = -C_{SA} \times \frac{Vflask}{Vunk}$$

$$= -(-0.0335 \text{ ppm}) \times \frac{7.5mL}{2.5mL}$$

$$= 0.1005 \text{ ppm}$$

d. Perhitungan kadar Timbal (Pb^{2+}) dalam sampel A pada panjang gelombang 283,3 nm, kecepatan alir asetilena 6,5 liter/menit, kecepatan udara tekan 11,5 liter/menit dan pada kuat arus lampu katoda cekung sebesar 9 mA.

Lanjutan Lampiran 2

NO	Sampel	Absorbansi
1	L_A	0.033
2	L_A + Pb 1,0 ppm	0.298
3	L_A + Pb 1,5 ppm	0.370
4	L_A + Pb 2,0 ppm	0.469
5	L_A + Pb 2,5 ppm	0.654

Dari data tersebut diperoleh harga slope (b) dan intersep (a) dengan metode regresi linier dengan persamaan y = a + bx

a = 0,03470

b = 0,2357

r = 0.991

Dari data tersebut dapat diketahui konsentrasi larutan standard adisi (C_{SA}) yaitu dengan menggunakan persamaan :

$$C_{SA} = -\frac{a}{b}$$

$$= -\frac{0,03470}{0,2357}$$

$$= -0,1472 \text{ ppm}$$

Sehingga konsentrasi logam Timbal dalam sampel :

$$Co = - C_{SA} \text{ X } \frac{Vflask}{Vunk}$$

$$= - \text{ (-0.1472 ppm) X } \frac{7.5mL}{2.5mL}$$

$$= 0.4416 \text{ ppm}$$

e. Perhitungan kadar Timbal (Pb^{2+}) dalam sampel B pada panjang gelombang 283,3 nm, kecepatan alir asetilena 6,5 liter/menit, kecepatan udara tekan 11,5 liter/menit dan pada kuat arus lampu katoda cekung sebesar 9 mA.

NO	Sampel	Absorbansi
1	L_B	0.018
2	L_B + Pb 1,0 ppm	0.376
3	L_B + Pb 1,5 ppm	0.444
4	L_B + Pb 2,0 ppm	0.525
5	L_B + Pb 2,5 ppm	0.741

Dari data tersebut diperoleh harga slope (b) dan intersep (a) dengan metode regresi linier dengan persamaan y = a + bx

a = 0,04283

b = 0,2699

r = 0.984

Dari data tersebut dapat diketahui konsentrasi larutan standard adisi (C_{SA}) yaitu dengan menggunakan persamaan :

$$C_{SA} = -\frac{a}{b}$$

$$= -\frac{0,04283}{0,2699}$$

$$= -0,1586 \text{ ppm}$$

Sehingga konsentrasi logam Timbal dalam sampel :

$$Co = -C_{SA} \times \frac{Vflask}{Vunk}$$

$$= -(-0.1586 \text{ ppm}) \times \frac{7.5mL}{2.5mL}$$

$$= 0.4760 \text{ ppm}$$

f. Perhitungan kadar Timbal (Pb^{2+}) dalam sampel C pada panjang gelombang 283,3 nm, kecepatan alir asetilena 6,5 liter/menit, kecepatan udara tekan 11,5 liter/menit dan pada kuat arus lampu katoda cekung sebesar 9 mA.

Lanjutan Lampiran 2

NO	Sampel	Absorbansi
1	L_C	0.022
2	L_C + Pb 1,0 ppm	0.418
3	L_C + Pb 1,5 ppm	0.580
4	L_C + Pb 2,0 ppm	0.798
5	L_C + Pb 2,5 ppm	0.856

Dari data tersebut diperoleh harga slope (b) dan intersep (a) dengan metode regresi linier dengan persamaan y = a + bx

a = 0,05032

b = 0,3461

r = 0.991

Dari data tersebut dapat diketahui konsentrasi larutan standard adisi (C_{SA}) yaitu dengan menggunakan persamaan :

$$C_{SA} = -\frac{a}{b}$$

$$= -\frac{0,05032}{0,3461}$$

$$= -0,1453 \text{ ppm}$$

Sehingga konsentrasi logam Timbal dalam sampel :

$$Co = - C_{SA} \text{ X } \frac{Vflask}{Vunk}$$

$$= - \text{ (-0.1453 ppm) X } \frac{7.5mL}{2.5mL}$$

$$= 0.4361 \text{ ppm}$$

g. Perhitungan kadar Tembaga (Cu) dalam sampel A pada panjang gelombang 324,8 nm, kecepatan alir asetilena 6,5 liter/menit, kecepatan udara tekan 12,0 liter/menit dan pada kuat arus lampu katoda cekung sebesar 12 mA.

NO	Sampel	Absorbansi
1	L_A	0.015
2	L_A +Cu 0,1ppm	0.079
3	L_A +Cu 0,2 ppm	0.091
4	L_A +Cu 0,3 ppm	0.103
5	L_A +Cu 0,4 ppm	0.125

Dari data tersebut diperoleh harga slope (b) dan intersep (a) dengan metode regresi linier dengan persamaan y = a + bx

a = 0,0338

b = 0,244

r = 0,986

Dari data tersebut dapat diketahui konsentrasi larutan standard adisi (C_{SA}) yaitu dengan menggunakan persamaan :

$$C_{SA} = -\frac{a}{b}$$

$$= -\frac{0,0338}{0,244}$$

$$= -0,1385 \text{ ppm}$$

Sehingga konsentrasi logam Tembaga dalam sampel :

$$Co = -C_{SA} \times \frac{Vflask}{Vunk}$$

$$= -(-0.1385 \text{ ppm}) \times \frac{7.5mL}{2.5mL}$$

$$= 0.4155 \text{ ppm}$$

h. Perhitungan kadar Tembaga (Cu) dalam sampel B pada panjang gelombang 324,8 nm, kecepatan alir asetilena 6,5 liter/menit, kecepatan udara tekan 12,0 liter/menit dan pada kuat arus lampu katoda cekung sebesar 12 mA.

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA PERPUSTAKAAN

Lanjutan Lampiran 2

NO	Sampel	Absorbansi
1	L_B	0.052
2	L_B +Cu 0,1 ppm	0.095
3	L_B +Cu 0,2 ppm	0.113
4	L_B +Cu 0,3 ppm	0.152
5	L_B +Cu 0,4 ppm	0.203

Dari data tersebut diperoleh harga slope (b) dan intersep (a) dengan metode regresi linier dengan persamaan y = a + bx

a = 0,0512

b = 0,359

r = 0,989

Dari data tersebut dapat diketahui konsentrasi larutan standard adisi (C_{SA}) yaitu dengan menggunakan persamaan :

$$C_{SA} = -\frac{a}{b}$$

$$= -\frac{0,0512}{0,359}$$

$$= -0,1426 \text{ ppm}$$

Sehingga konsentrasi logam Tembaga dalam sampel :

$$Co = - C_{SA} \text{ X } \frac{Vflask}{Vunk}$$

$$= - \text{ (-0.1426 ppm) X } \frac{7.5mL}{2.5mL}$$

$$= 0.4278 \text{ ppm}$$

i. Perhitungan kadar Tembaga (Cu) dalam sampel C pada panjang gelombang 324,8 nm, kecepatan alir asetilena 6,5 liter/menit, kecepatan udara tekan 12,0 liter/menit dan pada kuat arus lampu katoda cekung sebesar 12 mA.

NO	Sampel	Absorbansi
1	L_C	0.072
2	L_C +Cu 0,1 ppm	0.087
3	L_C +Cu 0,2 ppm	0.100
4	L_C +Cu 0,3 ppm	0.111
5	L_C +Cu 0,4 ppm	0.134

Dari data tersebut diperoleh harga slope (b) dan intersep (a) dengan metode regresi linier dengan persamaan y = a + bx

a = 0,0712

b = 0,148

r = 0,991

Dari data tersebut dapat diketahui konsentrasi larutan standard adisi (C_{SA}) yaitu dengan menggunakan persamaan :

$$C_{SA} = -\frac{a}{b}$$

$$= -\frac{0,0712}{0,148}$$

$$= -0,4810 \text{ ppm}$$

Sehingga konsentrasi logam Tembaga dalam sampel :

$$Co = -C_{SA} \times \frac{Vflask}{Vunk}$$

$$= -(-0.4810 \text{ ppm}) \times \frac{7.5mL}{2.5mL}$$

$$= 1,4432 \text{ ppm}$$

Lampiran 3

L.3. Data Optimasi Alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

➢ L.3.1 Data Optimasi untuk Ion Kadmium (Cd^{2+})

Tabel 3.1 Kondisi Optimum Kecepatan Asetilena pada Panjang Gelombang 228,8 nm

Kec. Alir Bahan Bakar (L/menit)	Absorbansi
5,0	0,129
5,5	0,139
6,0	**0,152**
6,5	0,140
7,0	0,136
7,5	0,125

Tabel 3.2 Kondisi Optimum Kecepatan Alir Udara pada Panjang Gelombang 228,8 nm

Kec. Alir Udara (L/menit)	Absorbansi
10,0	0,131
10,5	0,139
11,0	0,147
11,5	0,153
12,0	**0,149**
12,5	0,145
13,0	0,137

Tabel 3.3 Kondisi Optimum Kuat Arus Lampu Katoda Cekung Pada Panjang Gelombang 228,8 nm

Kuat Arus Lampu Katoda Cekung (mA)	Absorbansi
8	0,132
9	0,141
10	**0,153**
11	0,146
12	0,138

➢ L.3.1 Data Optimasi untuk Ion Tembaga (Cu^{2+})

Tabel 3.4 Kondisi Optimum Kecepatan Asetilena pada Panjang Gelombang 324,8 nm

Kec. Alir Bahan Bakar (L/menit)	Absorbansi
5,0	0,119
5,5	0,129
6,0	0,142
6,5	**0,150**
7,0	0,138
7,5	0,126

Tabel 3.5 Kondisi Optimum Kecepatan Alir Udara pada Panjang Gelombang 324,8 nm

Kec. Alir Udara (L/menit)	Absorbansi
10,0	0,123
10,5	0,126
11,0	0,135
11,5	0,145
12,0	**0,150**
12,5	0,144
13,0	0,130

Tabel 3.6 Kondisi Optimum Kuat Arus Lampu Katoda Cekung Pada Panjang Gelombang 324,8 nm

Kuat Arus Lampu Katoda Cekung (mA)	Absorbansi
8	0,136
9	0,145
10	**0,150**
11	0,144
12	0,135

Lanjutan Lampiran 3

➢ L.3.1 Data Optimasi untuk Ion Timbal (Pb^{2+})

Tabel 3.7 Kondisi Optimum Kecepatan Asetilena pada Panjang Gelombang 283,3 nm

Kec. Alir Bahan Bakar (L/menit)	Absorbansi
5,0	0,052
5,5	0,058
6,0	0,066
6,5	**0,071**
7,0	0,065
7,5	0,058

Tabel 3.8 Kondisi Optimum Kecepatan Alir Udara pada Panjang Gelombang 283,3 nm

Kec. Alir Udara (L/menit)	Absorbansi
10,0	0,049
10,5	0,058
11,0	0,069
11,5	**0,074**
12,0	0,070
12,5	0,064
13,0	0,052

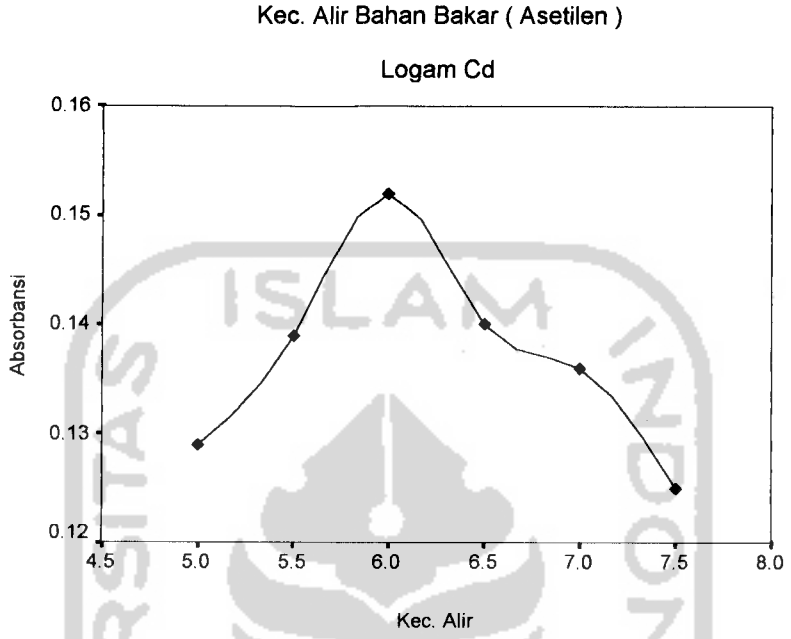
Tabel 3.9 Kondisi Optimum Kuat Arus Lampu Katoda Cekung Pada Panjang Gelombang 283,3 nm

Kuat Arus Lampu Katoda Cekung (mA)	Absorbansi
8	0,064
9	**0,073**
10	0,068
11	0,059
12	0,050

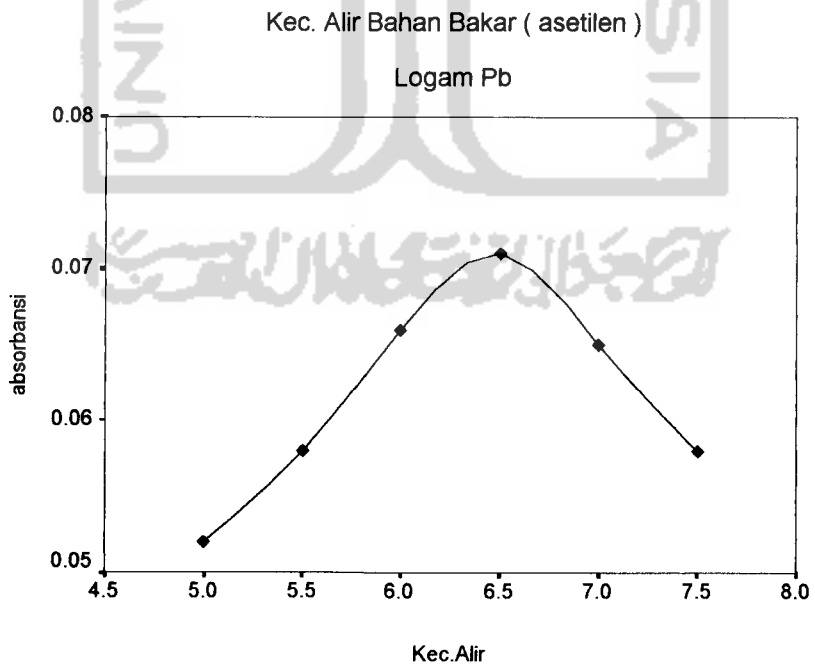
Lampiran 4

➢ L.4.1 Grafik optimasi kecepatan alir bahan bakar (asetilen)

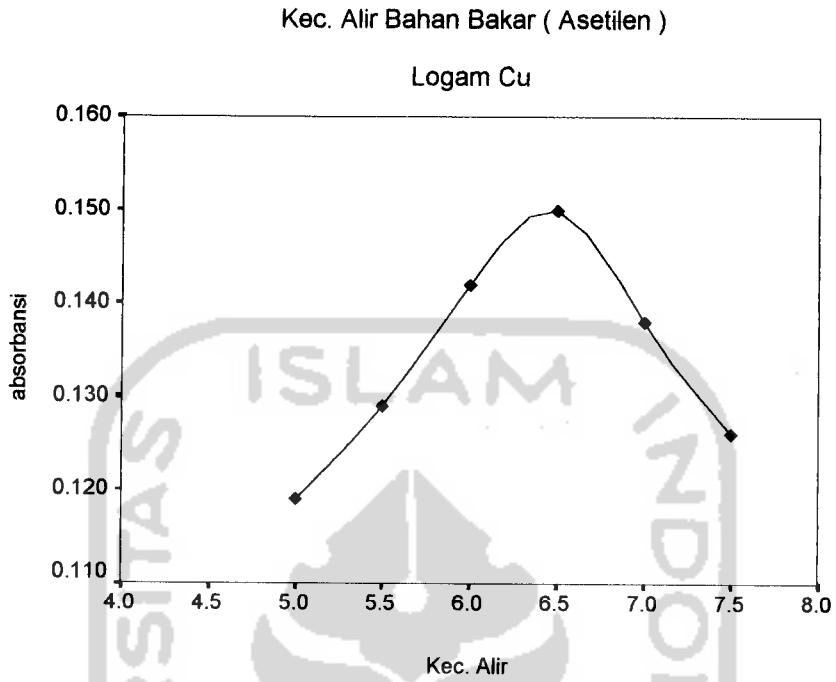
L.4.1.1 Grafik optimasi untuk Kadmium



L.4.1.2 Grafik optimasi untuk Timbal

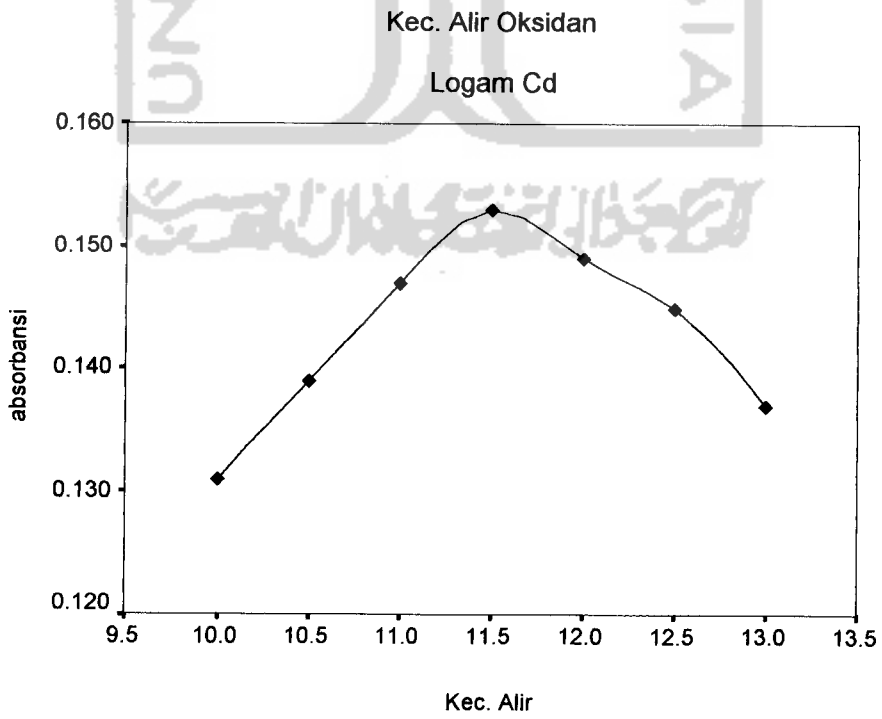


L.4.1.3 Grafik optimasi untuk Tembaga

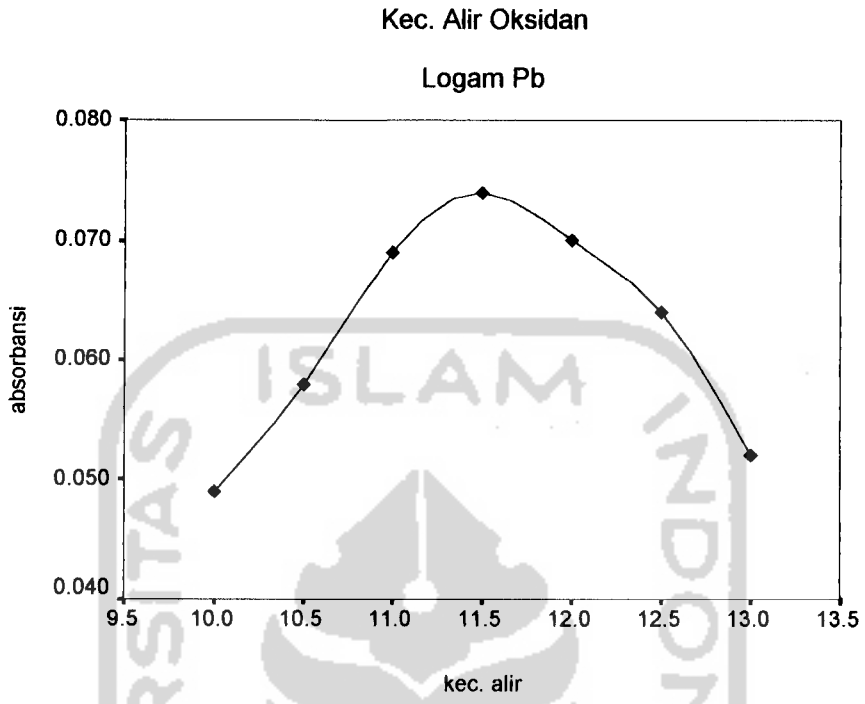


➢ L.4.2 Grafik optimasi alir oksidan (udara)

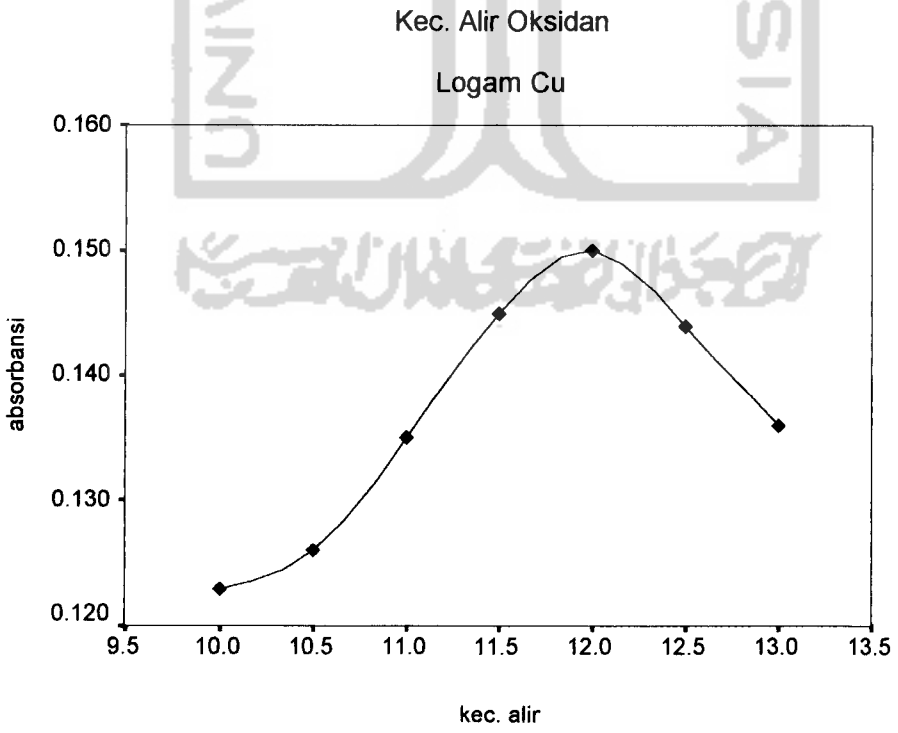
L.4.2.1 Grafik optimasi untuk Kadmium



L.4.2.2 Grafik optimasi untuk Timbal

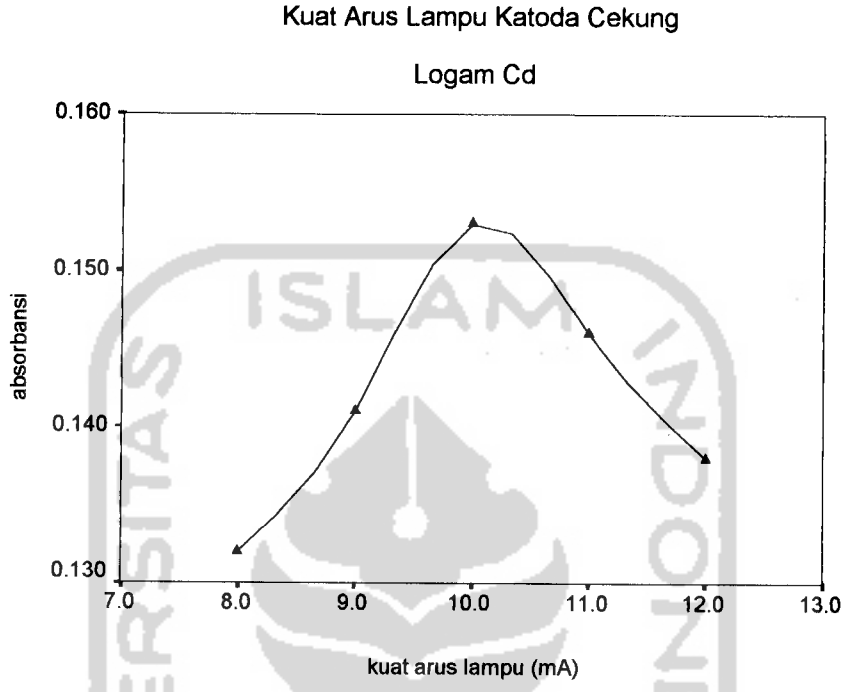


L.4.2.3 Grafik Optimasi untuk Tembaga

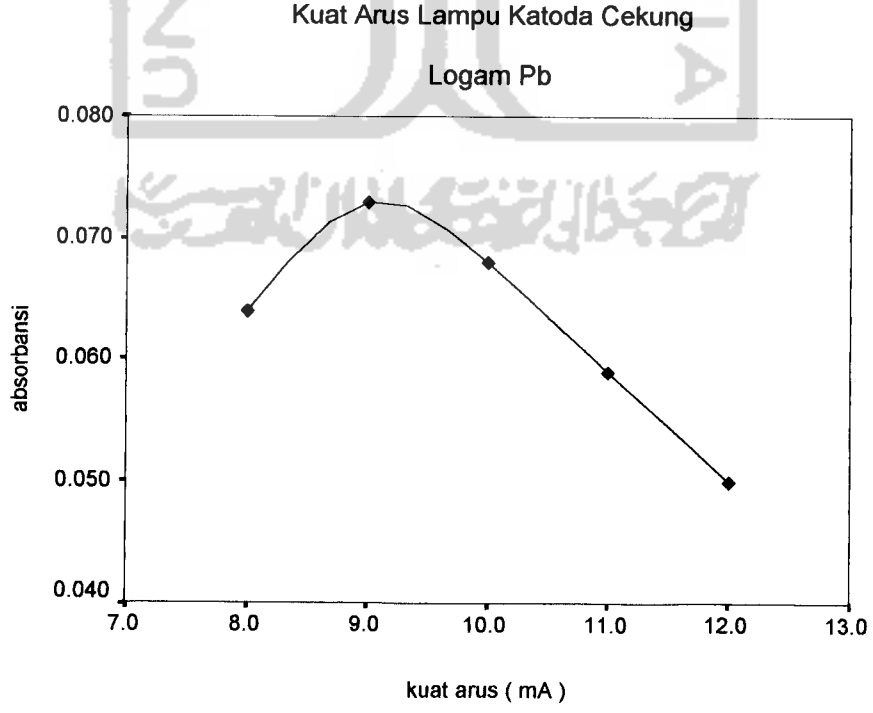


➢ L.4.3 Grafik Optimasi Kuat Arus Lampu Katoda Cekung (HCL)

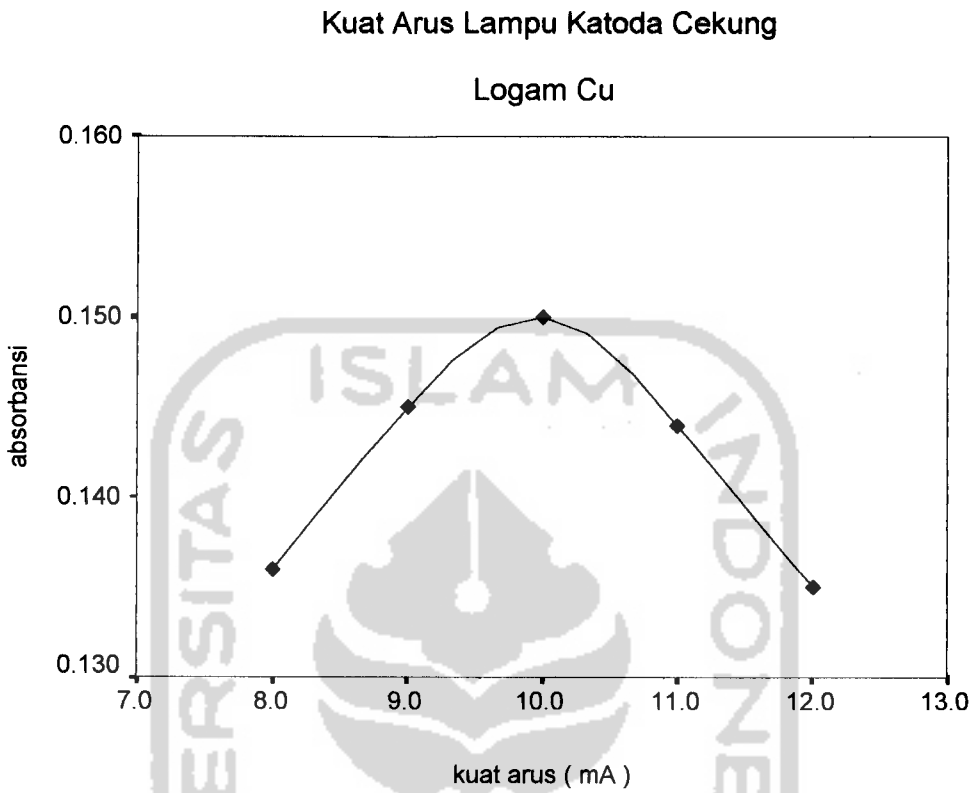
L.4.3.1 Grafik Optimasi untuk Kadmium



L.4.3.2 Grafik optimasi untuk Timbal

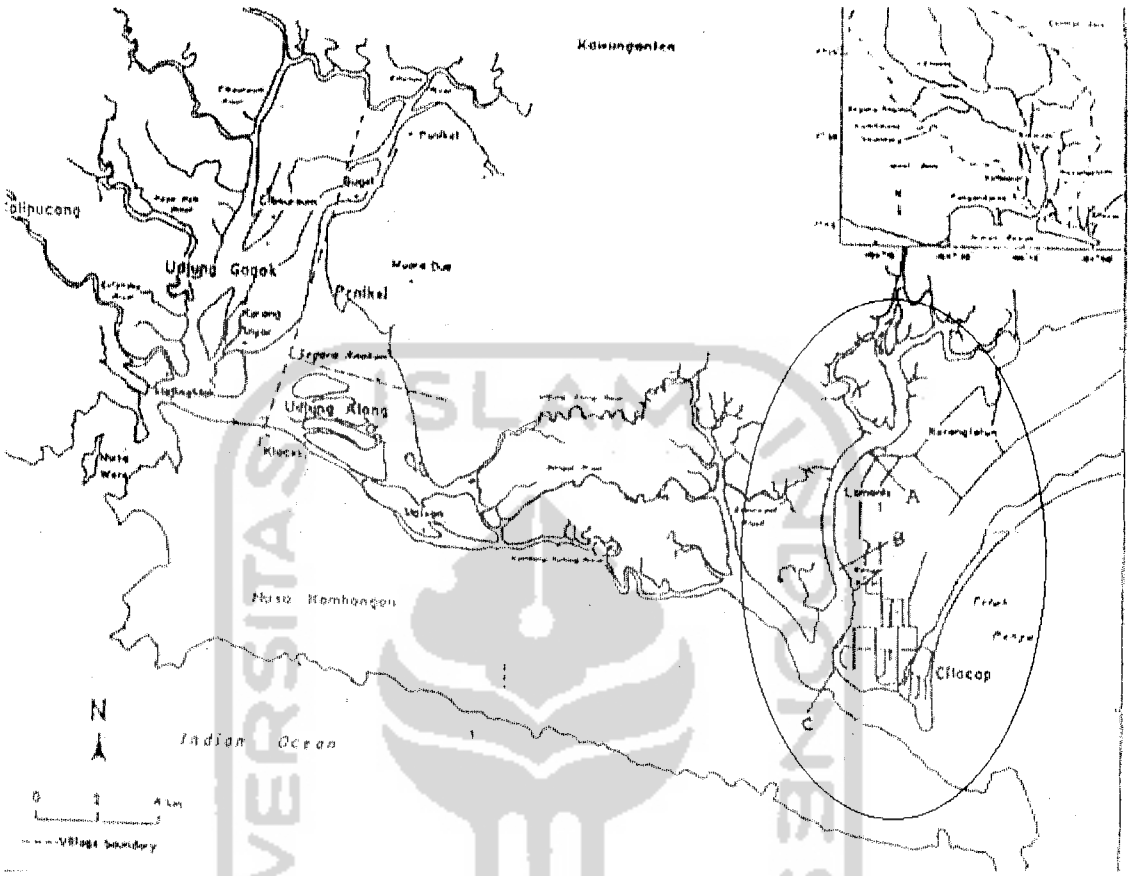


L.4.3.3 Grafik optimasi untuk Tembaga



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN
FMIPA

Lampiran 5. Lokasi Pengambilan Sampel



Keterangan :

Notasi A : 50 meter dari pelabuhan penyeberangan Wringin Cilacap

Di lokasi tersebut merupakan daerah pembuangan limbah dari Pabrik : Semen Nusantara, Pengolahan Kayu dan Korek Api

Notasi B : 50 meter dari pelabuhan penyeberangan Kali Donan Cilacap

Di lokasi tersebut merupakan daerah pembuangan limbah dari Pertamina UP IV Cilacap.

Notasi C : 50 meter dari Pelabuhan Tanjung Intan Cilacap

Di lokasi tersebut merupakan daerah pembuangan limbah dari Pabrik : Bogasari, Pemintalan, Pengolahan Ikan, Pasir Besi.

Lampiran 6

Baku mutu air limbah berdasarkan surat keputusan Menteri Negara Kependudukan Dan Lingkungan Hidup Kep-03/MENKLH/II/1991.

Nomor Urut	Parameter	Satuan	Golongan baku mutu air limbah			
			I	II	III	IV
	FISIKA:					
1.	Temperatur	°C	35	38	40	45
2.	Zat padat terlarut	mg/l	1500	2000	4000	5000
3.	Zat padat tersuspensi	mg/l	100	200	400	500
	KIMIA:					
1.	pH		6 – 9	6 – 9	6 – 9	5 – 9
2.	Besi terlarut (Fe)	mg/l	1	5	10	20
3.	Mangan terlarut (Mn)	mg/l	0,5	2	5	10
4.	Barium (Ba)	mg/l	1	2	3	5
5.	Tembaga (Cu)	mg/l	1	2	3	5
6.	Seng (Zn)	mg/l	2	5	10	15
7.	Krom heksavalen (Cr^{++})	mg/l	0,05	0,1	0,5	1
8.	Krom total (Cr)	mg/l	0,1	0,5	1	2
9.	Cadmium (Cd)	mg/l	0,01	0,05	0,1	0,5
10.	Raksa (Hg)	mg/l	0,001	0,002	0,005	0,01
11.	Timbal (Pb)	mg/l	0,03	0,1	1	2
12.	Stanum (Sn)	mg/l	1	2	3	5
13.	Arsen (As)	mg/l	0,05	0,1	0,5	1
14.	Selenium (Se)	mg/l	0,01	0,05	0,5	1
15.	Nikel (Ni)	mg/l	0,1	0,2	0,5	1
16.	Kobalt (Co)	mg/l	0,2	0,4	0,6	1
17.	Sianida (CN)	mg/l	0,02	0,05	0,5	1
18.	Sulfida (H_2S)	mg/l	0,01	0,05	0,1	1
19.	Fluorida (F)	mg/l	1,5	2	3	5
20.	Klorin bebas (Cl_2)	mg/l	0,5	1	2	3
21.	Amoniak bebas (NH_3-N)	mg/l	0,02	1	5	20
22.	Nitrat (NO_3-N)	mg/l	10	20	30	50
23.	Nitrit (NO_2-N)	mg/l	0,06	1	3	5
24.	Kebutuhan oksigen biokimia (BOD)	mg/l	20	50	150	300
25.	Kebutuhan oksigen kimia (COD)	mg/l	40	100	300	600
26.	Senyawa aktif biru metilen	mg/l	0,5	5	10	15
27.	Fenol	mg/l	0,01	0,5	1	2
28.	Minyak nabati	mg/l	1	5	10	20
29.	Minyak mineral	mg/l	1	10	50	100
30.	Radioaktivitas**)					
31.	Pestisida termasuk PCB***)					

Keterangan:

*) Kadar bahan limbah yang memenuhi persyaratan baku mutu air limbah tersebut tidak diperbolehkan dengan cara pengenceran yang airnya secara langsung diambil dari sumber air.
Kadar bahan limbah tersebut adalah kadar maksimal yang diperbolehkan, kecuali pH yang meliputi juga kadar yang minimal.

**) Kadar radioaktivitas mengikuti peraturan yang berlaku.

***) Limbah pestisida yang berasal dari industri yang memformulasi atau memproduksi dan dari konsumen yang mempergunakan untuk pertanian dan lain-lain tidak boleh menyebabkan pencemaran yang mengganggu pemanfaatannya.

Lampiran 7

No	Jenis Industri / Kegiatan	Pencemaran Utama
1	PENGAWETAN KAYU	- Fenol terklorinasi (misalnya pentaklorofenol) - Hidrokarbon terhalogenasi - Senyawa organometal
2	TEKSTIL	- Logam berat (terutama As, Cd, Cr, Pb, Cu, Zn) - Hidrokarbon terhalogenasi (dari proses dressing dan finishing)
3	EKSPLORASI DAN PRODUKSI MINYAK GAS DAN PANAS BUMI	- Bahan organik - Bahan terkontaminasi minyak - Logam berat - Merkuri
4	KILANG MINYAK DAN GAS BUMI	- Bahan organik - Bahan terkontaminasi minyak - Logam dan logam berat (terutama Ba, Cr, Pb, Ni)
5	PERTAMBANGAN	- Logam berat - Residu pelarut - Sianida
6	RUMAH SAKIT	- Limbah terinfeksi - Residu produk farmasi - Bahan-bahan kimia
7	PENGOLAHAN LEMAK / HEWAN NABATI DAN DERIVATNYA	- Logam berat (terutama Cr, Ni, Zn) - Residu minyak - Residu asam
8	AKTIVITAS PELABUHAN	- Logam berat terutama logam Cu

Regresi Absorbansi Sampel A Untuk Logam Cd

Regression Statistics	
Multiple R	0.998921355
R Square	0.997843873
Adjusted R Square	0.997125164
Standard Error	0.010217235
Observations	5

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	1	0.144936024	0.144936024	1388.383922	4.25188E-05
Residual	3	0.000313176	0.000104392		
Total	4	0.1452492			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*	*Lower 95%*	*Upper 95%*	*Lower 95.0%*	*Upper 95.0%*
Intercept	0.004513514	0.008727993	0.517130726	0.640774832	-0.023262883	0.03228991	-0.023262883	0.03228991
X Variable 1	0.197918919	0.005311688	37.26102417	4.25188E-05	0.181014743	0.214823095	0.181014743	0.214823095

RESIDUAL OUTPUT

Observation	*Predicted Y*	*Residuals*	*Standard Residuals*
1	0.004513514	0.007486486	0.846085065
2	0.202432432	-0.013432432	-1.518065983
3	0.301391892	0.003608108	0.407770239
4	0.400351351	-0.004351351	-0.491767854
5	0.499310811	0.006689189	0.755978533

Regresi Absorbansi Sampel B Untuk Logam Cd

Regression Statistics	
Multiple R	0.988572681
R Square	0.977275946
Adjusted R Square	0.969701262
Standard Error	0.03451909
Observations	5

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	1	0.153734497	0.153734497	129.018699	0.001463877
Residual	3	0.003574703	0.001191568		
Total	4	0.1573092			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*	*Lower 95%*	*Upper 95%*	*Lower 95.0%*	*Upper 95.0%*
Intercept	0.006027027	0.029487663	0.204391477	0.851128354	-0.087815966	0.09987002	-0.087815966	0.09987002
X Variable 1	0.203837838	0.01794562	11.35863984	0.001463877	0.146726811	0.260948864	0.146726811	0.260948864

RESIDUAL OUTPUT

Observation	*Predicted Y*	*Residuals*	*Standard Residuals*
1	0.006027027	0.018972973	0.634666272
2	0.209864865	0.000135135	0.004520415
3	0.311783784	-0.038783784	-1.297359118
4	0.413702703	-0.017702703	-0.592174371
5	0.515621622	0.037378378	1.250346801

Regresi Absorbansi Sampel C Untuk Logam Cd

Regression Statistics	
Multiple R	0.996233175
R Square	0.992480539
Adjusted R Square	0.989974052
Standard Error	0.02012215
Observations	5

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	1	0.160326497	0.160326497	395.9647828	0.000277365
Residual	3	0.001214703	0.000404901		
Total	4	0.1615412			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*	*Lower 95%*	*Upper 95%*	*Lower 95.0%*	*Upper 95.0%*
Intercept	0.006972973	0.017189189	0.405660377	0.71219027	-0.04773075	0.061676696	-0.04773075	0.061676696
X Variable 1	0.208162162	0.010461007	19.89886386	0.000277365	0.174870537	0.241453788	0.174870537	0.241453788

RESIDUAL OUTPUT

Observation	*Predicted Y*	*Residuals*	*Standard Residuals*
1	0.006972973	0.004027027	0.231089143
2	0.215135135	-0.017135135	-0.983292056
3	0.319216216	0.002783784	0.159746186
4	0.423297297	0.025702703	1.474938084
5	0.527378378	-0.015378378	-0.882481356

Regresi Absorbansi Sampel A Untuk Logam Pb

Regression Statistics	
Multiple R	0.991891
R Square	0.983847757
Adjusted R Square	0.978463676
Standard Error	0.033551091
Observations	5

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	1	0.205697773	0.205697773	182.7327155	0.000875499
Residual	3	0.003377027	0.001125676		
Total	4	0.2090748			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*	*Lower 95%*	*Upper 95%*	*Lower 95.0%*	*Upper 95.0%*
Intercept	0.034702703	0.028660757	1.210808995	0.312655716	-0.056508704	0.125914109	-0.056508704	0.125914109
X Variable 1	0.235783784	0.017442381	13.51786653	0.000875499	0.180274289	0.291293278	0.180274289	0.291293278

RESIDUAL OUTPUT

Observation	*Predicted Y*	*Residuals*	*Standard Residuals*
1	0.034702703	-0.001702703	-0.058600531
2	0.270486486	0.027513514	0.946910171
3	0.388378378	-0.018378378	-0.63251367
4	0.50627027	-0.03727027	-1.282700516
5	0.624162162	0.029837838	1.026904547

Regresi Absorbansi Sampel B Untuk Logam Pb

Regression Statistics	
Multiple R	0.984598424
R Square	0.969434057
Adjusted R Square	0.95924541
Standard Error	0.053237823
Observations	5

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	1	0.269676003	0.269676003	95.14845289	0.002289158
Residual	3	0.008502797	0.002834266		
Total	4	0.2781788			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*	*Lower 95%*	*Upper 95%*	*Lower 95.0%*	*Upper 95.0%*
Intercept	0.042837838	0.045477995	0.9419465	0.415710367	-0.101893574	0.187569249	-0.101893574	0.187569249
X Variable 1	0.269972973	0.027677026	9.754406845	0.002289158	0.181892241	0.358053705	0.181892241	0.358053705

RESIDUAL OUTPUT

Observation	*Predicted Y*	*Residuals*	*Standard Residuals*
1	0.042837838	-0.024837838	-0.538719716
2	0.312810811	0.063189189	1.370540474
3	0.447797297	-0.003797297	-0.082361393
4	0.582783784	-0.057783784	-1.253300057
5	0.71777027	0.02322973	0.503840692

Regresi Absorbansi Sampel C Untuk Logam Pb

Regression Statistics	
Multiple R	0.991087174
R Square	0.982253786
Adjusted R Square	0.976338382
Standard Error	0.051656523
Observations	5

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	1	0.443087611	0.443087611	166.0501459	0.001008731
Residual	3	0.008005189	0.002668396		
Total	4	0.4510928			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*	*Lower 95%*	*Upper 95%*	*Lower 95.0%*	*Upper 95.0%*
Intercept	0.050324324	0.044127182	1.14043821	0.336904759	-0.090108194	0.190756843	-0.090108194	0.190756843
X Variable 1	0.346054054	0.026854948	12.88604462	0.001008731	0.260589545	0.431518563	0.260589545	0.431518563

RESIDUAL OUTPUT

Observation	*Predicted Y*	*Residuals*	*Standard Residuals*
1	0.050324324	-0.028324324	-0.633145835
2	0.396378378	0.021621622	0.483317431
3	0.569405405	0.010594595	0.236825541
4	0.742432432	0.055567568	1.242125798
5	0.915459459	-0.059459459	-1.329122936

Regresi Absorbansi Sampel A Untuk Logam Cu

Regression Statistics	
Multiple R	0.986107829
R Square	0.866961789
Adjusted R Square	0.822615719
Standard Error	0.017450883
Observations	5

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	1	0.0059536	0.0059536	19.54991243	0.021480734
Residual	3	0.0009136	0.000304533		
Total	4	0.0068672			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*	*Lower 95%*	*Upper 95%*	*Lower 95.0%*	*Upper 95.0%*
Intercept	0.0338	0.013517396	2.500481565	0.087669421	-0.009218428	0.076818428	-0.009218428	0.076818428
X Variable 1	0.244	0.055184539	4.421528292	0.021480734	0.068378003	0.419621997	0.068378003	0.419621997

RESIDUAL OUTPUT

Observation	*Predicted Y*	*Residuals*	*Standard Residuals*
1	0.0338	-0.0188	-1.243969692
2	0.0582	0.0208	1.376306894
3	0.0826	0.0084	0.555816246
4	0.107	-0.004	-0.264674403
5	0.1314	-0.0064	-0.423479044

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN
FMIPA

Regresi Absorbansi Sampel B Untuk Logam Cu

Regression Statistics	
Multiple R	0.989390015
R Square	0.978892602
Adjusted R Square	0.971856803
Standard Error	0.009624621
Observations	5

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	1	0.0128881	0.0128881	139.1302627	0.001309826
Residual	3	0.0002779	9.26333E-05		
Total	4	0.013166			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*	*Lower 95%*	*Upper 95%*	*Lower 95.0%*	*Upper 95.0%*
Intercept	0.0512	0.0074552	6.867690101	0.006321861	0.027474206	0.074925794	0.027474206	0.074925794
X Variable 1	0.359	0.030435725	11.7953492	0.001309826	0.26213985	0.45586015	0.26213985	0.45586015

RESIDUAL OUTPUT

Observation	*Predicted Y*	*Residuals*	*Standard Residuals*
1	0.0512	0.0008	0.095978887
2	0.0871	0.0079	0.947791509
3	0.123	-0.01	-1.199736087
4	0.1589	-0.0069	-0.8278179
5	0.1948	0.0082	0.983783591

Regresi Absorbansi Sampel C Untuk Logam Cu

Regression Statistics	
Multiple R	0.991793161
R Square	0.983653673
Adjusted R Square	0.978204898
Standard Error	0.003483293
Observations	5

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	1	0.0021904	0.0021904	180.5274725	0.000891379
Residual	3	0.0000364	1.21333E-05		
Total	4	0.0022268			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*	*Lower 95%*	*Upper 95%*	*Lower 95.0%*	*Upper 95.0%*
Intercept	0.0712	0.002698148	26.38847567	0.000119395	0.062613282	0.079786718	0.062613282	0.079786718
X Variable 1	0.148	0.011015141	13.43605123	0.000891379	0.112944872	0.183055128	0.112944872	0.183055128

RESIDUAL OUTPUT

Observation	*Predicted Y*	*Residuals*	*Standard Residuals*
1	0.0712	0.0008	0.265197418
2	0.086	0.001	0.331496772
3	0.1008	-0.0008	-0.265197418
4	0.1156	-0.0046	-1.524885152
5	0.1304	0.0036	1.193388379