



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**RANCANG BANGUN PENDETEKSI KADAR NONLOGAM  
DARI AIR DENGAN TEKNIK SPEKTRAL**

**TUGAS AKHIR**

**MAYA ROSA NELSARI.M  
0706199615**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM SARJANA EKSTENSI  
DEPOK  
JUNI 2009**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**RANCANG BANGUN PENDETEKSI KADAR NONLOGAM  
DARI AIR DENGAN TEKNIK SPEKTRAL**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik**

**MAYA ROSA NELSARI. M  
0706199615**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
DEPOK  
JUNI 2009**

## **PERNYATAAN ORISINALITAS**

**Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama : Maya Rosa Nelsari.M  
NPM : 0706199615**

**Tanda Tangan :  
Tanggal : 25 Juni 2009**

## **PENGESAHAN**

Tugas akhir ini diajukan oleh :  
Nama : Maya Rosa Nelsari.M  
NPM : 0706199615  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul Tugas akhir : Rancang Bangun Pendeteksi Kadar Nonlogam  
Dari Air Dengan Teknik Spektral

**Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia**

## **DEWAN PENGUJI**

Pembimbing : Dr. Ir. Ridwan Gunawan, MT  
NIP. 130 869 978 (.....)

Penguji : Dr. Ir. Arman Djohan Diponegoro, M.Eng  
NIP. 131 476 472 (.....)

Penguji : Aji Nur Widyanto, ST, MT  
NIP. 040 603 006 (.....)

Ditetapkan di : Ruang Rapat LT.1 DTE  
Universitas Indonesia Depok

Hari / Tanggal : Kamis, 25 Juni 2009

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada **Tuhan Yang Maha Esa**, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulisan tugas akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Dr. Ir. Ridwan Gunawan, MT, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan Tugas akhir ini;
- (2) Dr. Ir. Arman D. Diponegoro, M. Eng, yang telah banyak memberikan bimbingan dan pengarahan;
- (3) Drs. Sunardi, M.Si, yang telah banyak memberikan bimbingan dan pengarahan selama penelitian berlangsung;
- (4) Orang tua, kakak-kakak dan adik-adik saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral; dan
- (4) Sahabat yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan Tugas akhir ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tugas akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 25 Juni 2009

Penulis

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK  
KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Maya Rosa Nelsari.M  
NPM : 0706199615  
Program Studi : Teknik Elektro  
Departemen : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Jenis karya : Tugas Akhir

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**Rancang Bangun Pendeteksi Kadar Nonlogam Dari Air Dengan Teknik Spektral**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok  
Pada tanggal : 25 Juni 2009  
Yang menyatakan

( **Maya Rosa Nelsari.M** )

## ABSTRAK

Nama : Maya Rosa Nelsari.M  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul : Rancang Bangun Pendeteksi Kadar NonLogam Dari Air Dengan Teknik Spektal

Penggunaan bahan-bahan kimia termasuk salah satunya adalah nonlogam pada makanan, minuman, ataupun produk lain yang biasa dikonsumsi masyarakat memerlukan perhatian khusus, karena apabila bahan nonlogam yang tidak baik secara sengaja ataupun tidak sengaja mengenai tubuh manusia maka akan berakibat fatal bahkan dapat menyebabkan kematian.

*Spectrophotometer* merupakan salah satu alat yang umum digunakan oleh para kimiawan untuk mengenal jenis bahan kimia dengan mengukur panjang gelombang serta *absorbant* dari masing-masing bahan kimia yang diteliti. terdiri Alat ini terdiri atas sumber sinar, prisma, sel sampel, detektor dan pencatat.

*Spectrophotometer* UV-Vis 2450 Shimadzu adalah sebuah alat yang mempunyai kemampuan mengukur panjang gelombang serta *absorbant* bahan kimia. Alat ini mengubah sinar yang datang pada sampel menjadi panjang gelombang secara kontinyu. Hasil percobaan diungkapkan dalam spektrum dengan absisnya menyatakan panjang gelombang (bilangan gelombang atau frekuensi) sinar datang dan ordinatnya menyatakan energi yang diserap sampel.

Pada Tugas akhir ini dirancang sistem identifikasi jenis serta kadar nonlogam dari suatu cairan dengan mengambil data keluaran *Spectrophotometer* UV-Vis 2450 Shimadzu yaitu *absorbant* dari masing-masing jenis serta kadar nonlogam tersebut sebagai input. Data keluaran tersebut ditampilkan menggunakan software UV-Probe 2.1. Sistem pendeteksi kadar nonlogam dari air ini dirancang dengan menggunakan metode *Neural Network*.

Hasil dari uji coba sistem pendeteksi kadar nonlogam dari air memperlihatkan hasil identifikasi nonlogam berdasarkan *absorbant* yang digunakan sebagai input pada proses *training*.

Hasil dari pengujian Perangkat lunak yang dibangun memperlihatkan hasil yang diharapkan dengan persentase keberhasilan yang cukup besar.

Kata kunci : *Spectrophotometer, Absorbant, Neural Network, Spectrophotometer* UV-Vis 2450 Shimadzu

## ABSTRACT

Name : Maya Rosa Nelsari. M  
Study Program : Electrical Engineering  
Title : Design and Development A Nonmetal Rate Detection of Water  
Using Spectral Methode

Usage of Chemicals including one of them is nonmetal at food, beverage, and or other product which is ordinary to be consumed by society need special attention, because if bad nonmetal materials intentionally involuntary to and or hit human being body hence will cause bad effect even can cause death.

Spectrophotometer represent one of the appliance used occasionally by all chemistry to recognize chemicals type with measuring wavelength and also absorbent from each accurate chemicals. Compose this appliance consist of the source of light, prism, sample cell, marker and detector.

Spectrophotometer UV-VIS 2450 Shimadzu is a appliance having ability measure wavelength and also chemicals absorbant. This appliance alter incoming light at sample become wavelength by continue. Result of attempt laid open in spectrum with its abscissa express wavelength ( wave number or frequency) light come and its ordinate express absorbent by energy of sample.

At this final project designed by system identify type and also nonmetal rate from a dilution by taking output of Spectrophotometer UV-VIS 2450 Shimadzu that is absorbent from each type and also nonmetal rate mentioned as input. the Output data presented to use UV-PROBE software 2.1. A detection nonmetal rate system from this water is designed by using Neural Network method.

Result of from nonmetal rate detection system test-drive from water show result identify nonmetal pursuant to used by absorbant as input at training process.

Result of from examination woke up Software show result of which is expected with big enough efficacy percentage.

Keywords : *Absorbent, Neural Network, Spectrophotometer UV-Vis 2450 Shimadzu*



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	
PERNYATAAN ORISINALITAS .....	iii
PENGESAHAN .....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH .....	vi
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Deskripsi Singkat .....	3
1.5 Metodologi Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB 2 LANDASAN TEORI .....</b>	<b>6</b>
2.1 Nonlogam.....	6
2.1.1 Nitrat ( $\text{NO}_3$ ).....	6
2.1.2 Fenol ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ ) .....	9
2.1.3 Asam Benzoat ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2\text{H}$ ) .....	10
2.2 <i>Spectrophotometer</i> UV-Vis.....	11
2.3 MatLab Simulink .....	13
2.4 <i>Neural Network</i> .....	15
2.4.1 <i>Backpropagation</i> .....	16

<b>BAB 3 PERANCANGAN dan CARA KERJA SISTEM .....</b>	<b>21</b>
3.1 Pengambilan Data .....	21
3.1.1 Pembuatan Larutan.....	22
3.1.2 Pengukuran Larutan .....	33
3.2 Langkah Pengerjaan Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ).....	35
3.3 Menentukan Karakteristik Data .....	36
3.4 Perancangan Perangkat Lunak .....	36
3.4.1 Proses Pelatihan ( <i>Training</i> ).....	38
3.4.2 Proses Pengenalan (Identifikasi).....	41
<b>BAB 4 HASIL UJI COBA dan ANALISIS.....</b>	<b>42</b>
4.1 Database Pelatihan .....	43
4.2 Uji Coba dan Hasil .....	45
4.3 Analisa Hasil Uji Coba.....	52
<b>BAB 5 KESIMPULAN .....</b>	<b>56</b>
<b>DAFTAR ACUAN.....</b>	<b>57</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>58</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>59</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tiga Kanonik Struktur Ion Nitrat [3] .....	7
Gambar 2.2	Alat Timbang Sartorius Extend .....	8
Gambar 2.3	Sel Tempat Sampel (cuvette/kuvet) [6] .....	11
Gambar 2.4	Detektor Phototube [6] .....	12
Gambar 2.5	<i>Spectrophotometer</i> UV-Vis 2450 Shimadzu .....	13
Gambar 2.6	Workspace Simulink .....	14
Gambar 2.7	Diagram Blok <i>Neural Network</i> [8] .....	15
Gambar 2.8	Fungsi Aktivasi Sigmoid .....	16
Gambar 2.9	Fungsi Aktivasi Tansig .....	17
Gambar 2.10	Fungsi Aktivasi Purelin .....	17
Gambar 2.11	Contoh Arsitektur Jaringan <i>Backpropagation</i> [7] .....	18
Gambar 3.1	Diagram Alir Pengambilan Data Larutan Nonlogam .....	21
Gambar 3.2	Grafik Hasil Pengukuran NO <sub>3</sub> 1% Dalam 100ml <i>Aquadest</i> .....	22
Gambar 3.3	Grafik Hasil Pengukuran NO <sub>3</sub> 2% Dalam 50ml <i>Aquadest</i> .....	23
Gambar 3.4	Grafik Hasil Pengukuran NO <sub>3</sub> 3% Dalam 50ml <i>Aquadest</i> .....	23
Gambar 3.5	Grafik Hasil Pengukuran NO <sub>3</sub> 4% Dalam 50ml <i>Aquadest</i> .....	24
Gambar 3.6	Grafik Hasil Pengukuran NO <sub>3</sub> 4% Dalam 50ml <i>Aquadest</i> .....	24
Gambar 3.7	Penimbangan Nitrat (NO <sub>3</sub> ) .....	25
Gambar 3.8	Larutan Nitrat (NO <sub>3</sub> ) .....	25
Gambar 3.9	Grafik Hasil Pengukuran C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> .CO <sub>2</sub> H 0.1% dalam 50ml <i>Aquadest</i> .....	26
Gambar 3.10	Grafik Hasil Pengukuran C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> .CO <sub>2</sub> H 0.2% dalam 50ml <i>Aquadest</i> .....	27
Gambar 3.11	Grafik Hasil Pengukuran C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> .CO <sub>2</sub> H 0.3% dalam 50ml <i>Aquadest</i> .....	27
Gambar 3.12	Grafik Hasil Pengukuran C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> .CO <sub>2</sub> H 0.4% dalam 50ml <i>Aquadest</i> .....	28
Gambar 3.13	Grafik Hasil Pengukuran C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> .CO <sub>2</sub> H 0.5% dalam 50ml <i>Aquadest</i> .....	28
Gambar 3.14	Penimbangan Asam Benzoat (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> .CO <sub>2</sub> H) .....	29
Gambar 3.15	Larutan Asam Benzoat (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> .CO <sub>2</sub> H) .....	29
Gambar 3.16	Grafik Hasil Pengukuran Larutan Nitrat 5% 10ml + Air Rawa 10ml .....	30

Gambar 3.17	Grafik Hasil Pengukuran Larutan Nitrat 5% 10ml + Air Danau10ml .....	30
Gambar 3.18	Grafik Hasil Pengukuran Larutan Nitrat 5% 10ml + Air Tanah10ml .....	31
Gambar 3.19	Grafik Hasil Pengukuran Larutan Asam Benzoat 0.5% 10ml + Minuman A 10ml .....	32
Gambar 3.20	Grafik Hasil Pengukuran Larutan Asam Benzoat 0.5% 10ml + Minuman B 10ml.....	32
Gambar 3.21	Grafik Hasil Pengukuran Larutan Asam Benzoat 0.5% 10ml + Minuman C 10ml.....	33
Gambar 3.22	Contoh Output dari <i>UV-Probe</i> 2.1 .....	34
Gambar 3.23	Diagram Alir Proses Pembuatan <i>Software</i> dengan Metode <i>Neural Network</i> .....	35
Gambar 3.24	Proses <i>Training</i> Menggunakan <i>Supervised Learning</i> "Traingd" .....	40
Gambar 4.1	Tampilan Sistem Pendeteksi Kadar Nonlogam dari Air Menggunakan Spektrofotometer dan <i>Neural Network</i> .....	43
Gambar 4.2	Tampilan Program Identifikasi Kandungan Nonlogam Pada Tahap <i>Training</i> .....	45
Gambar 4.3	Tampilan Program Identifikasi Kandungan Nonlogam pada tahap Pembacaan Data dalam File Mat .....	46
Gambar 4.4	Tampilan Grafik Asal untuk Tiap Tahap Pembacaan File Mat...	46
Gambar 4.5	Grafik Pengukuran Pertama Asam Benzoat 0.5% .....	45
Gambar 4.6	Grafik Pengukuran Kedua Asam Benzoat 0.5% .....	45
Gambar 4.7	Grafik Pengukuran Ketiga Asam Benzoat 0.5% .....	45

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1.	Contoh Data Keluaran <i>Spectrophotometer</i> UV-Vis dalam Format Excel .....	34
Tabel 3.2	Contoh Nilai Matriks yang Akan Digunakan Pada Proses <i>Training</i> .....	39
Tabel 4.1	Nilai Rata-rata <i>Absorbant</i> untuk Tiap Jenis Nonlogam yang Digunakan Sebagai Database Matriks 7x40 pada Proses <i>Training</i> .....	44
Tabel 4.2	Hasil Identifikasi Benzoat 0.1% <i>Aquadest</i> .....	47
Tabel 4.3	Hasil Identifikasi Benzoat 0.5% <i>Aquadest</i> .....	48
Tabel 4.4	Hasil Identifikasi Nitrat 1% <i>Aquadest</i> .....	49
Tabel 4.5	Hasil Identifikasi Nitrat 5% <i>Aquadest</i> .....	50
Tabel 4.6	Hasil Identifikasi Benzoat 0.5% Minuman C.....	51
Tabel 4.7	Hasil Identifikasi Nitrat 5% Air Rawa .....	51
Tabel 4.8	Hasil Identifikasi Nitrat 5% Air Danau .....	52
Tabel 4.9	Tingkat Keakuratan Hasil Uji Coba .....	52

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dalam kehidupan sehari-hari, manusia hidup bersama seluruh komponen yang berhubungan dengan kandungan kimiawi, dalam hal ini kandungan nonlogam yang dapat diterima oleh tubuh atau bahkan sangat dibutuhkan oleh tubuh atau yang dihindari oleh tubuh hingga saat ini kurang diperhatikan. Padahal kandungan-kandungan tersebut sangat riskan dan berakibat buruk pada kesehatan apabila dosis yang diterima oleh tubuh terlalu berlebihan dan apabila antibodi dari tubuh manusia sudah tidak sanggup lagi memproteksi, maka akan berakibat fatal bagi tubuh manusia itu sendiri.

Kadar nonlogam, merupakan salah satu parameter yang harus diperhatikan karena terdapat beberapa kandungan nonlogam yang terdapat di makanan, dan di beberapa air yang terdapat di lingkungan, seperti asam benzoat yang merupakan bahan pengawet makanan, Fenol yang merupakan bahan dasar untuk membuat antiseptik dan nitrat yang banyak ditemukan dalam air yang dikonsumsi masyarakat sebagai air minum. Hal ini merupakan point penting yang harus diperhatikan karena apabila kandungan nonlogam yang tidak baik untuk tubuh manusia mengenai manusia maka akan sangat fatal yang dapat menyebabkan kematian.

Dengan demikian dikembangkan beberapa metode dalam pengetesan kadar nonlogam. Dimana salah satunya yaitu dengan teknik spektral, teknik ini memisahkan kandungan pada air berdasarkan spektrum frekuensi yang dideteksi yang membutuhkan suatu alat penunjang yaitu *Spectrophotometer* sebagai komponen utama guna menunjang pengetesan sehingga tercapai maksud dan tujuan dari riset ini.

*Spectrophotometer* terdiri atas sumber sinar, prisma, sel sampel, detektor dan pencatat. Fungsi prisma adalah untuk memisahkan sinar polikromatis di sumber cahaya menjadi sinar monokromatis, dan dengan demikian memainkan peran kunci dalam *Spectrophotometer* [1].

*Spectrophotometer* adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi kadar bahan kimia dari suatu cairan dimana sinar yang datang pada sampel diubah panjang gelombangnya secara kontinyu. Hasil percobaan diungkapkan dalam spektrum dengan absisnya menyatakan panjang gelombang (bilangan gelombang atau frekuensi) sinar datang dan ordinatnya menyatakan energi yang diserap sampel [1]. Teknik ini telah dikembangkan sejak pertengahan abad ke-19 untuk mendeteksi kadar serta jenis bahan kimia yang terdapat dalam suatu cairan. Kemudian alat ini digunakan banyak kimiawan untuk menemukan unsur baru semacam galium, iridium dan unsur-unsur tanah jarang [1].

Sampai awal abad 19 sebagian besar pendeteksian kadar serta jenis bahan kimia dari suatu cairan menggunakan spektroskopi. Peralatan ini menggunakan beberapa sinar dalam pendeteksian bahan kimia, antara lain spektroskopi dengan sinar ultraviolet (UV) dan sinar tampak (VIS) [1].

Tugas akhir ini akan mendeteksi kadar bahan kimia khususnya yang berjenis nonlogam dari suatu cairan dengan menggunakan *Spectrophotometer*, dengan cara mengambil data keluaran dari alat tersebut. Data keluaran dari alat ini berupa panjang gelombang yang bervariasi dari bahan kimia yang sedang diteliti.

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk menganalisa data komponen zat nonlogam dari air dalam bentuk spektrum frekuensi dengan *Spectrophotometer*
2. Mengolah data tersebut dalam *software* MATLAB, sehingga didapatkan korelasi data yang valid antara kandungan kimia dengan frekuensi di lingkungan sekitar.

## **1.3 Batasan Masalah**

Penelitian ini membahas mengenai rancang bangun *software* pendeteksi kadar nonlogam dari air. Dimana kandungan yang dideteksi adalah kandungan bahan kimia yang paling banyak ditemukan pada air yang berada di lingkungan serta pada makanan dengan menggunakan alat pendeteksi *Spectrophotometer*.

Data frekuensi yang diperoleh dari alat tersebut akan diolah dengan *software* MATLAB yang nanti akan menjadi acuan perbandingan antara kadar kimia yang terdeteksi dengan frekuensi yang didapat.

Larutan yang diteliti adalah larutan yang mengandung bahan kimia nonlogam, yaitu:

1. Nitrat ( $\text{NO}_3$ ), diteliti dengan kadar 1% - 5% (kenaikan kadar tiap 1%) serta air dari beberapa sumber yang mengandung Nitrat
2. Asam benzoat ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2\text{H}$ ), diteliti dengan kadar 0.1% - 0.5% (kenaikan kadar tiap 0.1%) serta beberapa jenis minuman yang menggunakan Asam benzoat sebagai pengawetnya
3. Beberapa bahan pembersih lantai dan kamar mandi yang mengandung Fenol ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ )

#### 1.4 Deskripsi Singkat

Pada penelitian ini kandungan yang dideteksi adalah kadar nonlogam yang dapat diterima oleh tubuh dan tidak berbahaya apabila kandungan tersebut secara sengaja atau tidak sengaja dikonsumsi oleh manusia. Rancang bangun ini menggunakan simulasi dengan mencampur *aquadest* dengan kandungan bahan nonlogam nitrat, fenol dan asam benzoat dengan kadar tertentu lalu diukur spektrum frekuensi yang keluar dengan menggunakan *Spectrophotometer* dan data yang diperoleh nanti akan diolah menggunakan *software* MATLAB. Data yang diperoleh dari *Spectrophotometer* berupa panjang gelombang yang bervariasi, data inilah yang menjadi acuan dimana nantinya dengan MATLAB panjang gelombang ini dikonversi menjadi frekuensi-frekuensi tertentu.

#### 1.5 Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang akan dilakukan terdiri dari beberapa tahap antara lain:

##### 1. Studi Literatur

Metode ini digunakan untuk memperoleh informasi tentang teori-teori dasar sebagai sumber penulisan tugas akhir. Informasi dan pustaka yang berkaitan dengan masalah ini diperoleh dari literatur, penjelasan yang diberikan dosen



pembimbing, rekan-rekan mahasiswa, internet, data sheet, dan buku-buku yang berhubungan dengan tugas akhir ini.

## 2. Perancangan Sistem

Perancangan sistem merupakan tahap awal untuk mencoba memahami, menerapkan, dan menggabungkan semua literatur yang diperoleh maupun yang telah dipelajari dan selanjutnya dapat merealisasikan sistem sesuai dengan tujuan.

## 3. Uji Sistem

Uji sistem ini berkaitan dengan pengujian sistem (*software*) pengolahan data hasil pendeteksian kadar nonlogam serta akan dilakukan penghitungan persen *error* dari sistem yang telah dibangun.

## 4. Metode Analisis

Metode ini merupakan pengamatan terhadap data yang diperoleh dari alat pengukur serta pengambilan data. Pengambilan data meliputi kecepatan memberikan perintah sampai tanggapan sistem berupa ketepatan pengeksekusian perintah. Setelah itu dilakukan penganalisisan sehingga dapat ditarik kesimpulan dan saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut.

### 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir ini terdiri dari bab-bab yang memuat beberapa sub-bab. Untuk memudahkan pembacaan dan pemahaman maka laporan tugas akhir ini dibagi menjadi beberapa bab yaitu:

Pada bab satu terdapat Pendahuluan, berisi latar belakang, permasalahan, batasan masalah, tujuan penulisan, metode penulisan dan sistematika penulisan dari laporan tugas akhir ini.

Pada bab dua yaitu Landasan Teori, yang berisi landasan-landasan teori sebagai hasil dari studi literatur yang berhubungan dalam perancangan serta pembuatan program (*software*).

Bab tiga, Perancangan dan Cara Kerja Sistem, pada bab ini akan dijelaskan secara keseluruhan sistem kerja dari semua perangkat program penghubung (*software*) yang terlibat.

Bab empat adalah Hasil Uji Coba dan Analisis, bab ini berisi tentang unjuk kerja hasil dari perancangan sistem (*software*). Pengujian akhir dilakukan dengan menyatukan seluruh bagian-bagian kecil dari sistem untuk memastikan bahwa sistem dapat berfungsi sesuai dengan tujuan awal. Setelah sistem berfungsi dengan baik maka dilanjutkan dengan perhitungan persen *error* untuk memastikan kapabilitas dari sistem yang dibangun.

Pada bab lima terdapat Penutup, berisi kesimpulan yang diperoleh dari pengujian sistem dan pengambilan data selama penelitian berlangsung.

## BAB 2

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 NonLogam

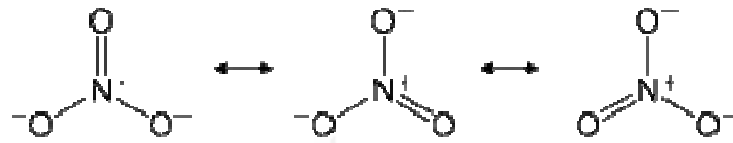
Nonlogam adalah kelompok unsur kimia yang bersifat elektronegatif, yaitu lebih mudah menarik elektron valensi dari atom lain dari pada melepaskannya. Yang termasuk dalam nonlogam adalah halogen, gas mulia, dan 7 unsur berikut: hidrogen (H), karbon (C), nitrogen (N), oksigen (O), fosfor (P), belerang (S), dan selenium (Se) [2].

Sebagian besar nonlogam ditemukan pada bagian atas tabel periodik, kecuali hidrogen yang terletak pada bagian kiri atas bersama logam alkali. Tidak seperti logam yang merupakan konduktor listrik, nonlogam biasanya bersifat insulator atau semikonduktor. Nonlogam dapat membentuk ikatan ion dengan menarik elektron dari logam, atau ikatan kovalen dengan nonlogam lainnya [2].

Walaupun hanya terdiri dari 12 unsur, dibandingkan dengan lebih dari 80 jenis logam, nonlogam merupakan penyusun sebagian besar isi bumi, terutama lapisan luarnya. Makhluk hidup tersusun hampir semuanya dari nonlogam. Banyak nonlogam yang berbentuk diatomik (hidrogen, nitrogen, oksigen, fluor, klor, brom, dan yodium), sedangkan sisanya adalah poliatomik [2]. Pada penelitian ini jenis nonlogam yang diteliti adalah nonlogam yang paling sering ditemukan di lingkungan seperti nitrat ( $\text{NO}_3$ ), fenol ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ ), dan nonlogam yang paling banyak ditemukan di makanan seperti asam benzoat ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2\text{H}$ ).

#### 2.2 Nitrat ( $\text{NO}_3$ )

Dalam kimia anorganik, nitrat merupakan garam dari asam sendawa dengan ion terdiri dari satu nitrogen dan tiga oksigen atom ( $\text{NO}_3^-$ ). Ion nitrat merupakan *polyatomic ion* dengan rumus empiris  $\text{NO}_3^-$ , dan molekular massa sama dengan 62,0049. Hal ini merupakan dasar untuk mentafsirkan bahwa nitrat merupakan garam dari asam sendawa, yang terdiri dari satu pusat nitrogen atom dikelilingi oleh tiga atom oksigen yang sama dalam trigonal planar susunan [3]. Tiga kanonik struktur dari ion nitrat akan ditampilkan di bawah ini:



**Gambar 2.1.** Tiga Kanonik Struktur Ion Nitrat [3]

Hampir semua garam nitrat anorganik yang larut dalam air berada pada suhu dan tekanan standar. Bayi khususnya sangat rentan terhadap suatu penyakit *methaemoglobinaemia*, atau "bayi biru" akibat mengkonsumsi air minum yang mengandung nitrat, dimana pada beberapa air yang dikonsumsi manusia terdapat kandungan nitrat yang tinggi. Namun bukan hanya itu saja nitrat *eksposur* juga terjadi jika misalnya makan sayur-sayuran yang mengandung nitrat tinggi. Tinggi nitrat dalam pupuk juga berkontribusi untuk meningkatkan kadar nitrat dalam tanaman [3].

Dalam air tawar, nitrat dapat mencapai kadar tinggi yang dapat berpotensi menyebabkan kematian ikan. Kadar nitrat lebih dari 30 ppm dapat menghalangi pertumbuhan, yang merusak sistem kekebalan dan menimbulkan tekanan pada beberapa jenis air. Dalam kebanyakan kasus kelebihan konsentrasi nitrat dalam sistem air, penyebab utamanya adalah tanah pertanian yang telah menerima kelebihan pupuk nitrat. Tingkat nitrat ini juga dapat mengakibatkan algae mekar, ini dapat menyebabkan perubahan lain ke fungsi ekosistem [3].

Pada penelitian ini kadar nitrat yang diteliti adalah 1% - 5%, dengan kenaikan tiap kadarnya adalah 1%. Nitrat tersebut dilarutkan dalam 50 ml *aquadest*. Kemudian larutan ini diukur dengan menggunakan *Spectrophotometer*, untuk melihat panjang gelombang serta berapa besar energi yang diserap (*absorbant*) dari masing-masing larutan dengan kadar nitrat yang bervariasi.

Untuk melihat seberapa besar kandungan nitrat dalam beberapa sumber air yang ada di lingkungan sekitar masyarakat, maka dalam penelitian ini juga dilakukan pengukuran terhadap 3 macam sumber air, yaitu: air danau, air tanah, dan air yang diambil dari rawa. Ketiga jenis air ini diukur terlebih dahulu untuk melihat berapa besar panjang gelombang serta energi yang diserap. Kemudian ke dalam masing-masing air tersebut ditambahkan larutan nitrat dengan kadar 5%

dan diukur lagi untuk melihat apakah ada perubahan panjang gelombang serta energi yang diserap (*absorbant*) dari pengukuran sebelumnya.

Berikut merupakan contoh salah satu perhitungan nitrat dalam proses pembuatan larutan nitrat:

Nitrat yang digunakan diambil dari senyawa  $KNO_3$ , dengan Mr (Massa Molekul Relatif) = 101,11 gr/mol

Sementara Ar (Atom Relatif) dari N = 14,007

Ar (Atom Relatif) dari O = 15,999

Untuk membuat larutan nitrat dengan kadar 2% dalam 50 ml *aquadest*, maka:

$$fk\ NO_3 = \frac{Mr\ KNO_3}{Mr\ NO_3} = \frac{101,11\ gr/mol}{(14,007) + (3 \times 15,999)} = 1,6307\ gr/mol$$

$$NO_3\ 2\% = 1,6307\ gr/mol \times 20000\ mg/L \times 0,05L = 1,6307\ gr$$

fk merupakan faktor koreksi, dimana penghitungan faktor koreksi ini dilakukan apabila bahan kimia yang digunakan diambil dari senyawa lain. Alat timbang yang digunakan adalah alat timbang berat molekul yang kedap udara yaitu **Sartorius Extend**.



**Gambar 2.2.** Alat Timbang Sartorius Extend

### 2.2.1 Fenol (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH)

Fenol atau asam karbolat atau benzenol adalah zat kristal tak berwarna yang memiliki bau khas. Rumus kimianya adalah C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH dan strukturnya memiliki gugus hidroksil (OH) yang berikatan dengan cincin fenil. Fenol memiliki kelarutan terbatas dalam air, yakni 8,3 gram/100 ml. Fenol memiliki sifat yang cenderung asam, artinya ia dapat melepaskan ion H<sup>+</sup> dari gugus hidroksilnya. Pengeluaran ion tersebut menjadikan anion fenoksida C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>O<sup>-</sup> yang dapat dilarutkan dalam air [4].

Dibandingkan dengan alkohol alifatik lainnya, fenol bersifat lebih asam. Hal ini dibuktikan dengan mereaksikan fenol dengan NaOH, di mana fenol dapat melepaskan H<sup>+</sup>. Pada keadaan yang sama, alkohol alifatik lainnya tidak dapat bereaksi seperti itu. Pelepasan ini diakibatkan pelengkapan orbital antara satu-satunya pasangan oksigen dan sistem aromatik, yang mendelokalisisi beban negatif melalui cincin tersebut dan menstabilkan anionnya [4].

Fenol dapat digunakan sebagai antiseptik. Fenol merupakan komponen utama pada antiseptik dagang *triklorofenol* atau dikenal sebagai TCP (*trichlorophenol*). Fenol juga merupakan bagian komposisi beberapa anestetika oral, misalnya semprotan kloraseptik. Fenol berfungsi dalam pembuatan obat-obatan (bagian dari produksi aspirin, pembasmi rumput liar, dan lainnya) [4].

Fenol yang terkonsentrasi dapat mengakibatkan pembakaran kimiawi pada kulit yang terbuka. Penyuntikan fenol juga pernah digunakan pada eksekusi mati. Penyuntikan ini sering digunakan pada masa Nazi, Perang Dunia II. Suntikan fenol diberikan pada ribuan orang di kemah-kemah, terutama di Auschwitz-Birkenau. Penyuntikan ini dilakukan oleh dokter dengan penyuntikan ke vena (intravena) di lengan dan jantung. Penyuntikan ke jantung dapat mengakibatkan kematian langsung [4].

Untuk menguji kadar fenol dalam karbol wangi pembersih lantai atau kamar mandi yang banyak beredar di pasaran, maka dalam penelitian ini dilakukan pengukuran kadar fenol terhadap 3 macam karbol wangi dengan merk yang berbeda. Ketiganya kemudian diukur dengan *Spectrophotometer* untuk melihat panjang gelombang serta *absorbant*-nya.

### 2.2.2 Asam Benzoat (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>.CO<sub>2</sub>H)

Asam benzoat adalah bahan pengawet yang sering dipakai dalam pembuatan makanan. Penggunaan bahan pengawet ini cukup banyak mendominasi produk makanan dan minuman untuk mempertahankan bahan pangan dari serangan mikroba pembusuk seperti bakteri dan jamur, dengan cara mencegah atau menghentikan proses pembusukan [5].

Lalu bagaimana efek bahan pengawet tersebut bagi tubuh manusia? "Asal dipakai sesuai dengan dosis maksimal yang telah diatur, kita tak perlu khawatir karena tubuh kita memiliki sistem detoksifikasi benzoat yang sangat efektif. Benzoat akan terbuang hingga 95 persen lewat urin" [5].

Di dalam tubuh, asam benzoat akan bergabung dengan *glisin* di dalam hati dan membentuk *asam hippurat* yang akan dikeluarkan lewat urin. Jika masih ada yang tertinggal, benzoat akan bergabung dengan *asam glukuronat* yang termetabolisme lewat urin. Benzoat sebenarnya bisa ditemukan secara natural pada buah dan rempah. Cengkeh, cinnamon dan buah berry mengandung benzoat [5].

Pada penelitian ini kadar asam benzoat yang diteliti adalah 0.1% - 0.5%, dengan kenaikan tiap kadarnya adalah 0.1%. Asam benzoat tersebut dilarutkan dalam 50 ml *aquadest*. Pereaksi yang digunakan untuk melarutkan asam benzoat ini adalah NaOH. Hal ini dilakukan karena asam benzoat memiliki kelarutan yang kecil pada air sehingga dibutuhkan suatu bahan pereaksi untuk mempercepat proses pelarutan. Kemudian larutan ini diukur dengan menggunakan *Spectrophotometer*, untuk melihat panjang gelombang serta berapa besar energi yang diserap (*absorbant*) dari masing-masing larutan dengan kadar asam benzoat yang bervariasi.

Pada penelitian asam benzoat ini juga dilakukan pengujian terhadap 3 jenis minuman yang menggunakan asam benzoat sebagai pengawetnya. Ketiga jenis minuman ini diukur terlebih dahulu untuk melihat seberapa besar panjang gelombang serta energi yang diserap, kemudian masing-masing minuman ini ditambahkan larutan asam benzoat dengan kadar 0.5% untuk melihat apakah ada perubahan panjang gelombang serta besar energi yang diserap.

### 2.3 Spectrophotometer UV-VIS

Pada penelitian ini alat ukur yang digunakan adalah *Spectrophotometer UV-VIS 2450 Shimadzu*. Pengukuran suatu bahan kimia disebut dengan teknik pengukuran secara spektrofotometri. Spektrofotometri serap merupakan pengukuran interaksi antara radiasi elektromagnetik panjang gelombang tertentu yang sempit dan mendekati monokromatik, dengan molekul atau atom dari suatu zat kimia. Hal ini didasarkan pada kenyataan bahwa molekul selalu mengabsorpsi cahaya elektromagnetik jika frekuensi cahaya tersebut sama dengan frekuensi getaran dari molekul tersebut. Elektron yang terikat dan elektron yang tidak terikat akan tereksitasi pada suatu daerah frekuensi, yang sesuai dengan cahaya ultraviolet dan cahaya tampak (UV-Vis) [6].

Spektrum absorpsi daerah ini adalah sekitar 220nm sampai 800nm dan dinyatakan sebagai spektrum elektron meliputi bagian daerah Ultraviolet(190 – 380nm), spektrum Vis (Vis = Visible) bagian sinar tampak (380 – 780nm) [6]. Pada penelitian nonlogam ini sumber energi cahaya yang digunakan adalah Ultraviolet (UV).

Instrumentasi dari *Spectrophotometer UV-Vis* ini dapat diuraikan sebagai berikut[6]:

1. Suatu sumber energi cahaya yang berkesinambungan yang meliputi daerah spektrum dimana alat tersebut dirancang untuk beroperasi. Untuk penelitian nonlogam ini sumber energi cahaya yang digunakan adalah ultraviolet (UV).
2. Suatu monokromator, yakni sebuah piranti untuk memencilkan pita sempit panjang gelombang dari spektrum lebar yang dipancarkan sumber cahaya.
3. Suatu wadah untuk sampel (dalam hal ini menggunakan kuvet).

Sel tempat sampel

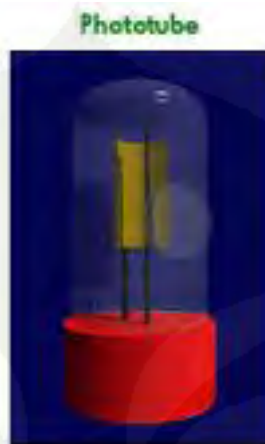


Cuvette standar  
untuk cairan

**Gambar 2.3.** Sel Tempat Sampel (cuvette/kuvet) [6]



4. Suatu detektor, yang berupa *transduser* yang mengubah energi cahaya menjadi suatu isyarat listrik. Untuk sumber energi cahaya radiasi UV (Ultraviolet), detektor yang digunakan adalah detektor jenis Phototube.



**Gambar 2.4.** Detektor Phototube [6]

5. Suatu *amplifier* (pengganda) dan rangkaian yang berkaitan dengan pembuatan isyarat listrik itu dapat dibaca.
6. Suatu sistem baca dimana diperagakan besarnya isyarat listrik yang ditangkap.

*Spectrophotometer* UV-Vis digunakan terutama untuk analisa kuantitatif, tetapi dapat juga untuk analisa kualitatif. Penggunaan untuk analisa kualitatif didasarkan pada hukum Lambert-Beers yang menyatakan hubungan empirik antara intensitas cahaya dengan tebalnya larutan (Hukum Lambert / Bouguer), dan hubungan antara intensitas tadi dengan konsentrasi zat (Hukum Beers) [6].

$$A = \log I_0/I_t = \epsilon \cdot b \cdot c = a \cdot b \cdot c \quad (2.1)$$

Dengan: A = serapan

$I_0$  = intensitas sinar yang datang

$I_t$  = intensitas sinar yang diteruskan (ditransmisikan)

$\epsilon$  = absorbtivitas molekuler/konstanta ekstingsi ( $L \cdot mol^{-1} \cdot cm^{-1}$ )

a = daya serap ( $L \cdot g^{-1} \cdot cm^{-1}$ )

b = tebal larutan/kuvet (cm)

c = konsentrasi ( $g \cdot L^{-1}$ ,  $mg \cdot mL^{-1}$ )

Panjang gelombang yang digunakan untuk melakukan analisis kuantitatif suatu zat biasanya merupakan panjang gelombang dimana zat yang bersangkutan memberikan serapan yang maksimum ( $\lambda$  maks), sebab keakuratan pengukurannya akan lebih besar. Hal tersebut dapat terjadi karena pada panjang gelombang maksimum ( $\lambda$  maks) bentuk serapan pada umumnya landai sehingga perubahan yang tidak terlalu besar pada kurva serapan tidak akan menyebabkan kesalahan pembacaan yang terlalu besar pula (dapat diabaikan) [6].

Serapan yang optimum untuk pengukuran dengan *Spectrophotometer UV-VIS* ini berkisar antara 0,2-0,8. Namun menurut literatur lain, serapan sebesar 2-3 relatif masih memberikan hasil perhitungan yang cukup baik (untuk campuran), walaupun disarankan agar serapan berada di bawah 2 untuk hasil yang lebih baik, dengan cara mengencerkan larutan zat yang akan diukur [6].



**Gambar 2.5.** *Spectrophotometer UV-VIS 2450 Shimadzu*

#### 2.4 MatLab © Simulink

Simulink yang dikembangkan oleh *The MathWorks*, adalah sub-program dari MatLab© yang digunakan untuk simulasi, pemodelan atau analisa sistem dinamis dalam multi domain tanpa harus menggunakan bahasa pemrograman tingkat tinggi seperti bahasa pemrograman C, meskipun demikian, Simulink tetap dapat *disinkronisasikan* dengan bahasa pemrograman C. Bahkan setelah penambahan beberapa program yang bersifat *Real Time Workshop* (contoh: *Code Composer Studio*), Simulink mampu menghasilkan bahasa pemrograman C dari model yang telah dibuat. Simulink Menyediakan lingkungan bekerja dimana pengguna dapat memodelkan sistem secara fisik dan pengontrolannya sebagai blok diagram.

Simulink dapat dijalankan dari menu utama, yaitu dengan mengetik *simulink* atau dengan menekan *icon* yang menandakan simulink, setelah itu, *user* akan masuk ke menu utamanya. Dalam menu utama Simulink ini diperlihatkan *library* simulink yang tersedia. Setiap model dikategorikan dalam berbagai kelas (*blockset*), yang akan memudahkan pencarian. Tiap versi MatLab, mempunyai *library* yang berbeda, dalam skripsi ini, MatLab yang digunakan adalah versi **R2007b**. Tiap blok yang tersedia, dapat diketahui karakteristiknya dengan memasuki menu *help*.

Jika kita ingin membuat suatu pemodelan, maka kita harus membuat terlebih dahulu suatu *Workspace* yang baru (dapat diakses melalui *toolbar* yang tersedia). Lalu untuk menggunakan blok yang terdapat pada *library* kita cukup menggeser (*drag*) setiap blok yang dikehendaki menuju *workspace*. Setelah kita selesai membuat suatu model, kita dapat menganalisisnya dengan mensimulasikan model tersebut, dengan cara memilih *icon -run-* pada *toolbar* yang tersedia. Pesan kesalahan akan muncul jika model tidak bisa disimulasikan. Saat mensimulasikan model, kita dapat memilih target simulasi, apakah hanya akan dijalankan pada komputer saja, atau dapat juga disimulasikan ke sebuah alat simulasi eksternal. Gambar 2.8 menunjukkan *workspace* simulink dan penjelasannya:

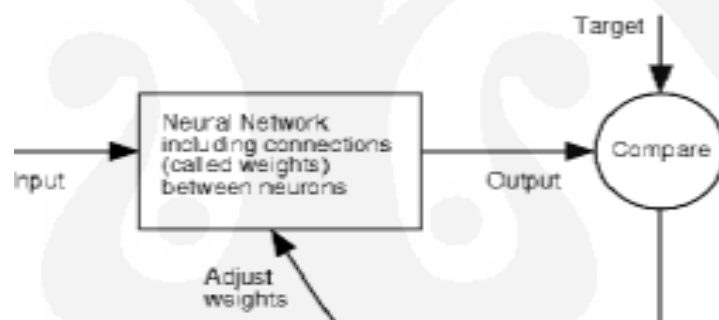


**Gambar 2.6.** Workspace Simulink

## 2.5 Neural Network

*Neural network* atau jaringan syaraf tiruan merupakan teknik yang digunakan untuk membangun program yang cerdas dengan permodelan yang mensimulasikan cara kerja jaringan syaraf pada otak manusia. Jadi, jaringan syaraf tiruan menggunakan konsep kerja dari syaraf otak manusia untuk menyelesaikan perhitungan pada komputer. Seperti otak manusia, fungsi dari jaringan ditentukan oleh hubungan antara neuron. Hubungan antara Neuron ini disebut bobot (*weight*). Untuk mendapatkan fungsi tertentu dapat dilakukan dengan melakukan pelatihan (*training*) dengan menyesuaikan nilai bobot dari masing-masing neuron [8].

Pada umumnya jaringan syaraf tiruan dilatih (*trained*) agar input mengarah ke output target yang spesifik. Jadi jaringan dilatih terus menerus hingga mencapai kondisi dimana input sesuai dengan target yang telah ditentukan. Pelatihan dimana setiap input diasosiasikan dengan target yang telah ditentukan disebut pelatihan terarah (*Supervised learning*) [8].



**Gambar 2.7.** Diagram Blok *Neural Network* [8]

Saat ini yang sering digunakan pada jaringan syaraf tiruan adalah pelatihan terarah (*Supervised learning*). Prinsip dasar pelatihan ini adalah membandingkan antara input dengan target untuk menyesuaikan nilai bobot pada setiap kali *training*. Hal ini dilakukan agar pada pelatihan selanjutnya nilai bobot yang didapat akan semakin mendekati dan akhirnya mencapai kondisi dimana input telah sesuai dengan target *output*. Selain pelatihan terarah, ada juga pelatihan tidak terarah dimana tidak ditentukan target *outputnya*. Metode pelatihan tidak terarah ini sekarang jarang digunakan [8].

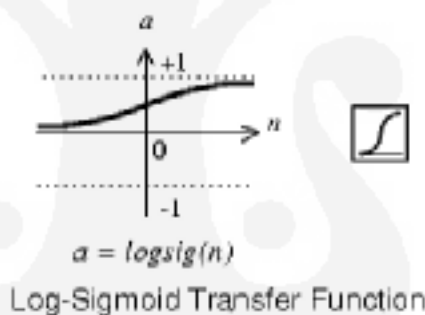
### 2.5.1 Backpropagation

*Backpropagation* merupakan salah satu algoritma pelatihan terarah. Algoritma *backpropagation* biasa digunakan oleh *perceptron* dengan banyak lapisan untuk mengubah bobot-bobot yang terhubung dengan neuron-neuron yang ada pada lapisan tersembunyinya. Algoritma *Backpropagation* menggunakan error *output* untuk mengubah nilai bobot-bobotnya dalam arah mundur (*backward*). Untuk mendapatkan error tersebut, tahap perambatan maju (*forward propagation*) harus dilakukan terlebih dahulu. Pada perambatan maju neuron-neuron akan diaktifkan dengan menggunakan fungsi aktivasi yang dapat didiferensiasikan, seperti [7]:

#### 1. Sigmoid

$$y = f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \quad [7] \quad (2.2)$$

dengan :  $f'(x) = f(x)[1 - f(x)]$



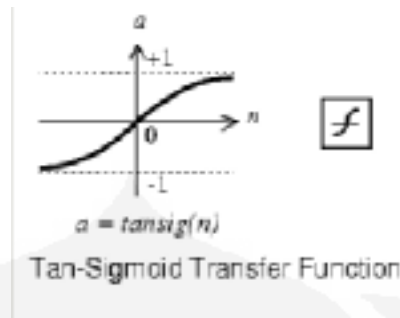
**Gambar 2.8.** Fungsi Aktivasi Sigmoid

#### 2. Tansig

$$y = f(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}} \quad [7] \quad (2.3)$$

$$\text{atau } y = f(x) = \frac{1 - e^{-2x}}{1 + e^{-2x}} \quad (2.4)$$

dengan :  $f'(x) = [1+f(x)][1-f(x)]$

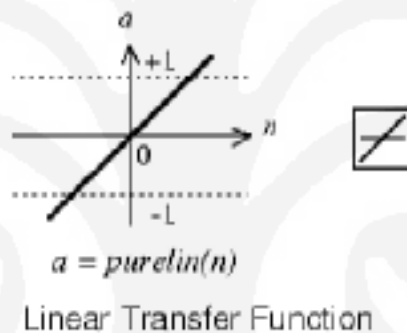


**Gambar 2.9.** Fungsi Aktivasi Tansig

### 3. Purelin

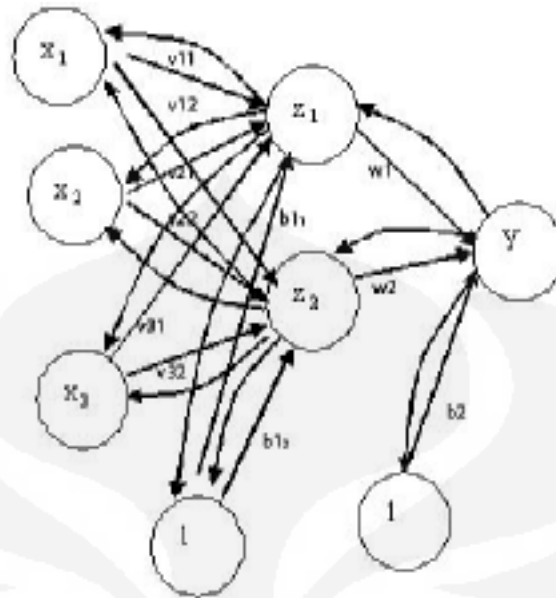
$$y = f(x) = x \quad [7] \quad (2.5)$$

dengan  $f'(x) = 1$



**Gambar 2.10.** Fungsi Aktivasi Purelin

Pada gambar 2.10 dapat dilihat arsitektur jaringan *backpropagation* yang terdiri dari 3 unit (neuron) pada lapisan input yaitu  $x_1$ ,  $x_2$ , dan  $x_3$ ; 1 lapisan tersembunyi dengan 2 neuron yaitu  $z_1$  dan  $z_2$ ; serta 1 unit pada lapisan output, yaitu  $y$ . Bobot yang menghubungkan  $x_1$ ,  $x_2$ , dan  $x_3$  dengan neuron pertama pada lapisan tersembunyi adalah  $v_{11}$ ,  $v_{21}$  dan  $v_{31}$ . ( $v_{ij}$ ; bobot yang menghubungkan neuron input ke- $j$  pada suatu lapisan ke neuron ke- $i$  pada lapisan sesudahnya) Bobot bias yang menuju ke neuron pertama dan kedua pada lapisan tersembunyi adalah  $b_{11}$  dan  $b_{12}$  Bobot yang menghubungkan bobot  $z_1$  dan  $z_2$  dengan neuron lapisan output adalah  $w_1$  dan  $w_2$ . bobot bias  $b_2$  menghubungkan lapisan tersembunyi dengan lapisan output. Fungsi aktivasi digunakan antar lapisan input dengan lapisan tersembunyi dan lapisan tersembunyi dengan lapisan output [7].



**Gambar 2.11.** Contoh Arsitektur Jaringan *Backpropagation* [7]

Algoritma *backpropagation* adalah [7]:

- a. Inisialisasi bobot (ambil awal dengan nilai random yang cukup kecil)
- b. Tetapkan : Maksimum Epoch, Target error, dan *learning rate* ( $\alpha$ )
- c. Inisialisasi : Epoch = 0, MSE = 1.
- d. Kerjakan langkah-langkah berikut selama (Epoch < Maksimum Epoch) dan (MSE > Target Error) :
  1. Epoch = Epoch + 1
  2. Untuk tiap-tiap pasangan elemen yang akan dilakukan pembelajaran, kerjakan :

*Feedforward* :

- a. Tiap-tiap unit input ( $x_i = 1, 2, 3, \dots, n$ ) menerima sinyal  $x_i$  dan meneruskan sinyal tersebut ke semua unit pada lapisan yang ada di atasnya (lapisan tersembunyi).
- b. Tiap-tiap unit pada lapisan tersembunyi ( $Z_j, j=1, 2, 3, \dots, p$ ) menjumlahkan sinyal-sinyal input berbobot :

$$z\_in_j = b I_j + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij} \quad (2.6)$$

Gunakan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal outputnya :

$$z_j = f(z\_in_j) \quad (2.7)$$

Dan kirimkan sinyal tersebut ke semua unit di lapisan atasnya (unit-unit output).

- c. Tiap-tiap unit output ( $Y_k$ ,  $k=1,2,3,\dots,m$ ) menjumlahkan sinyal-sinyal input terbobot.

$$y_{in_k} = b_{2_k} + \sum_{j=1}^p z_j w_{jk} \quad (2.8)$$

Gunakan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal outputnya :

$$y_k = f(y_{in_k}) \quad (2.9)$$

Dan kirimkan sinyal output tersebut ke semua unit di lapisan atasnya (unit-unit output).

Langkah (b) dilakukan sebanyak jumlah lapisan tersembunyi.

- d. tiap-tiap unit output ( $Y_k = 1,2,3,\dots,m$ ) menerima target pola yang berhubungan dengan pola input pembelajaran, hitung informasi errornya :

$$\delta_{2_k} = (t_k - y_k) f'(y_{in_k}) \quad (2.10)$$

$$\varphi_{2_{jk}} = \delta_{2_k} z_j \quad (2.11)$$

$$\beta_{2_k} = \delta_{2_k} \quad (2.12)$$

Kemudian hitung koreksi bobot (yang nantinya akan digunakan untuk menghitung nilai  $w_{jk}$ ):

$$\Delta w_{jk} = \alpha \varphi_{2_{jk}} \quad (2.13)$$

Hitung juga koreksi bias (yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki nilai  $b_{2_k}$ ):

$$\Delta b_{2_k} = \alpha \beta_{2_k} \quad (2.14)$$

Langkah(d) ini juga dilakukan sebanyak jumlah lapisan tersembunyi, yaitu menghitung informasi error dari suatu lapisan tersembunyi ke lapisan tersembunyi sebelumnya.

- e. tiap-tiap unit tersembunyi ( $Z_j$ ,  $j=1,2,3,\dots,p$ ) menjumlahkan delta inputnya (dan unit-unit yang berada pada lapisan yang ada di atasnya):



$$\delta_{in_j} = \sum_{k=1}^m \delta 2_k w_{jk} \quad (2.15)$$

Kalikan nilai ini dengan turunan dari fungsi aktivasinya untuk menghitung informasi error :

$$\delta 1_j = \delta_{in_j} f'(z_{in_j}) \quad (2.16)$$

$$\varphi 1_{ij} = \delta 1_j x_j \quad (2.17)$$

$$\beta 1_j = \delta 1_j \quad (2.18)$$

Kemudian hitung koreksi bobot (yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki nilai  $v_{ij}$ ):

$$\Delta v_{ij} = \alpha \varphi 1_{ij} \quad (2.19)$$

Hitung juga koreksi bias (yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki nilai  $b 1_j$ )

$$\Delta b 1_j = \alpha \beta 1_j \quad (2.20)$$

Tiap-tiap unit output ( $Y_k$ ,  $k = 1, 2, 3, \dots, m$ ) memperbaiki bias dan bobotnya ( $j=0, 1, 2, \dots, p$ ):

$$w_{jk} (baru) = w_{jk} (lama) + \Delta w_{jk} \quad (2.21)$$

$$b 2_k (baru) = b 2_k (lama) + \Delta b 2_k \quad (2.22)$$

f. Tiap-tiap unit tersembunyi ( $Z^j = j=1, 2, 3, \dots, p$ ) memperbaiki bias dan bobotnya ( $i=0, 1, 2, \dots, n$ ):

$$v_{ij} (baru) = v_{ij} (lama) + \Delta v_{ij} \quad (2.23)$$

$$b 1_j (baru) = b 1_j (lama) + \Delta b 1_j \quad (2.24)$$

### 3. Hitung MSE (*Main Square Error*)

Setelah dilakukan algoritma tersebut pada jaringan maka kita akan mendapatkan jaringan yang sudah ditraining. Sehingga untuk melakukan indentifikasi, dapat dilakukan dengan langsung memberikan input dan jaringan akan mengklasifikasinya sesuai dengan bobot-bobot yang diperoleh dari proses *training* sebelumnya.

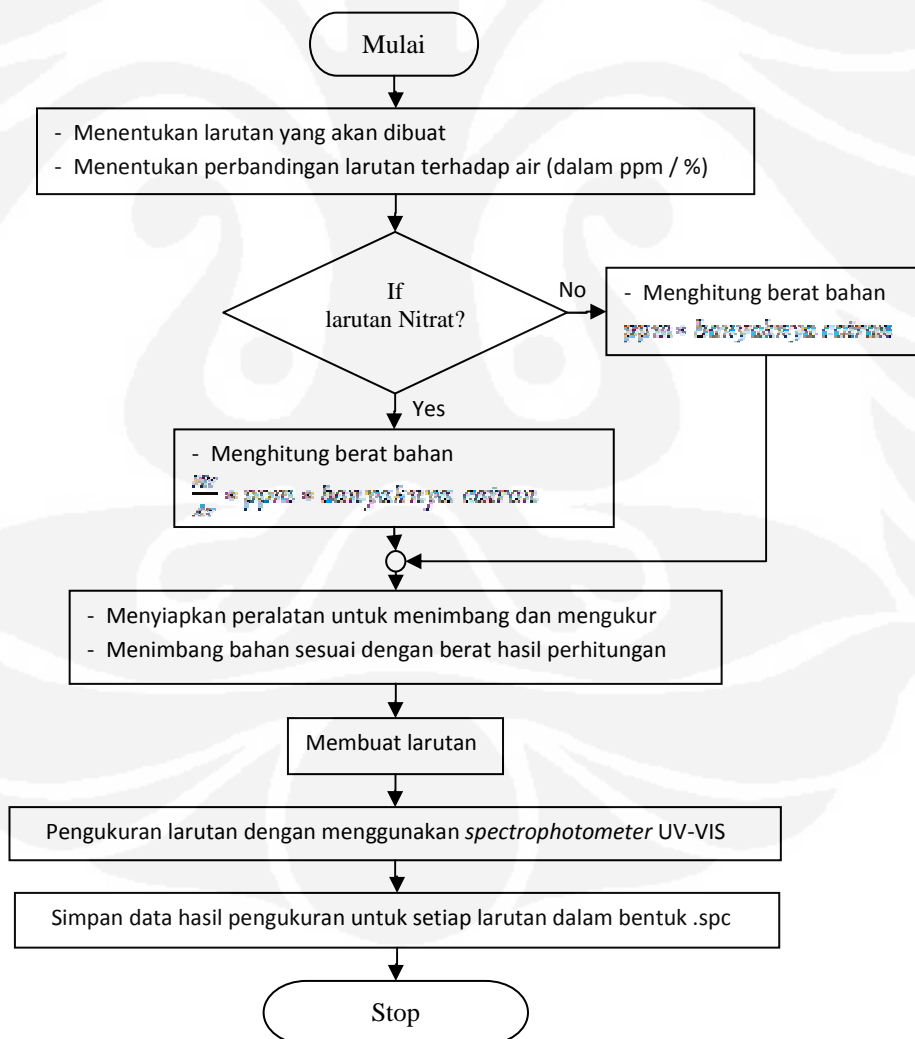
## BAB 3

### PERANCANGAN dan CARA KERJA SISTEM

#### 3.1 Pengambilan Data

Untuk merancang program pendeteksi kadar nonlogam dari air, hal yang pertama kali yang harus dilakukan adalah pembuatan larutan nonlogam dengan berbagai kadar yang berbeda-beda dan kemudian mengukur larutan tersebut dengan menggunakan *spectrophotometer* UV-Vis. Penelitian ini dilakukan di laboratorium Afiliasi Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA), Universitas Indonesia (UI) bulan Maret-April 2009.

Berikut merupakan diagram alir proses pengambilan data untuk perancangan program pendeteksi kadar nonlogam dari air:



**Gambar 3.1.** Diagram Alir Pengambilan Data Larutan Nonlogam

### 3.1.1 Pembuatan Larutan

Larutan yang akan dibuat, antara lain:

1. Larutan Nitrat ( $\text{NO}_3$ ), 1%-5%
2. Larutan Asam benzoat ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2\text{H}$ ), 0.1%-0.5%
3. Larutan nitrat 5%+3 jenis air dari sumber yang berbeda (air rawa, air danau, dan air tanah)
4. Larutan asam benzoat 0.5%+3 jenis minuman yang berbeda

Berikut akan dibahas cara pembuatan larutan dari masing-masing jenis nonlogam seperti tertulis diatas:

#### ➤ Pembuatan Larutan Nitrat ( $\text{NO}_3$ )

Nitrat yang digunakan diambil dari senyawa  $\text{KNO}_3$ , dengan Mr (Massa Molekul Relatif) = 101,11 gr/mol

Sementara Ar (Atom Relatif) dari N = 14,007

Ar (Atom Relatif) dari O = 15,999

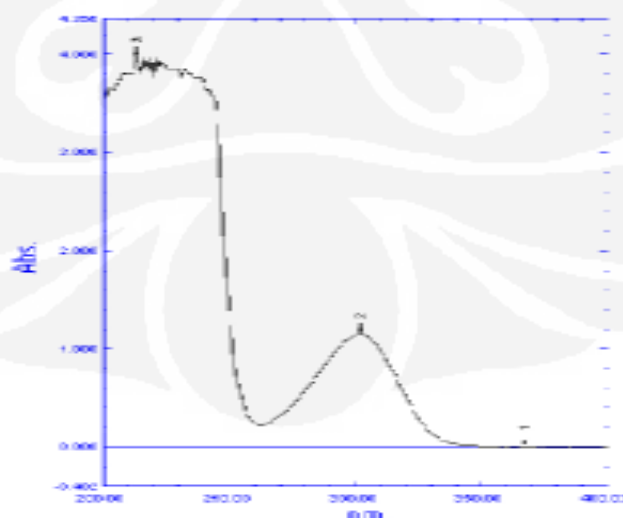
Untuk membuat larutan nitrat dengan kadar 1% dalam 100 ml *aquadest*, maka:

$$fk \text{ NO}_3 = \frac{Mr \text{ KNO}_3}{Mr \text{ NO}_3} \quad (3.1)$$

$$= \frac{101,11 \text{ gr/mol}}{(14,007) + (3 \times 15,999)} = 1,6307 \text{ gr/mol}$$

1.  $\text{NO}_3$  1% dalam 100 ml *aquadest*:

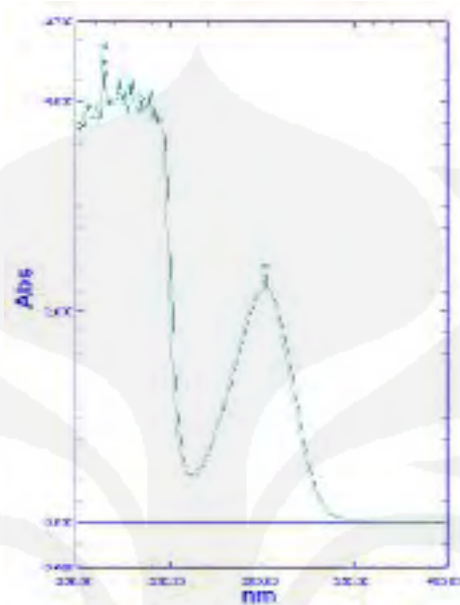
$$\text{NO}_3 \text{ 1\%} = 1,6307 \text{ gr/mol} \times 10000 \text{ mg/L} \times 0.1 \text{ L} = 1,6307 \text{ gr}$$



**Gambar 3.2.** Grafik Hasil Pengukuran  $\text{NO}_3$  1% dalam 100ml *Aquadest*

2.  $\text{NO}_3$  2% dalam 50 ml *aquadest*:

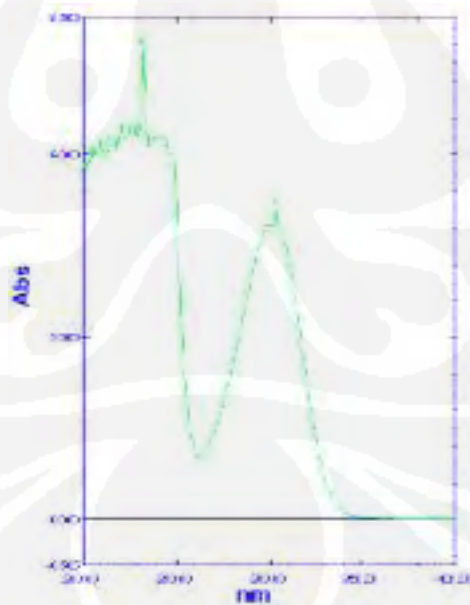
$$\text{NO}_3 \text{ 2\%} = 1,6307 \text{ gr / mol} \times 20000 \text{ mg / L} \times 0,05 \text{ L} = 1,6307 \text{ gr}$$



**Gambar 3.3.** Grafik Hasil Pengukuran  $\text{NO}_3$  2% dalam 50ml *Aquadest*

3.  $\text{NO}_3$  3% dalam 50 ml *aquadest*:

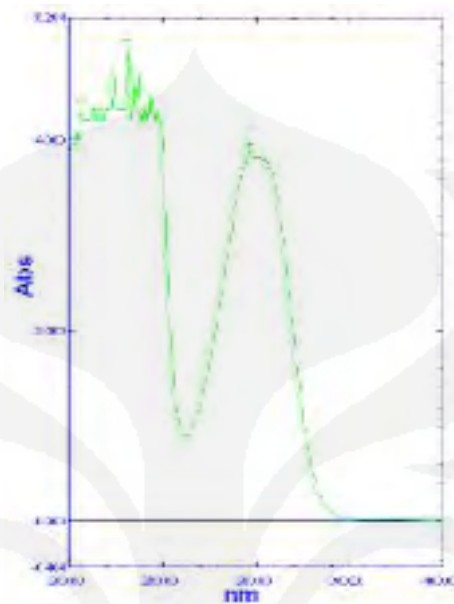
$$\text{NO}_3 \text{ 3\%} = 1,6307 \text{ gr / mol} \times 30000 \text{ mg / L} \times 0,05 \text{ L} = 2,446 \text{ gr}$$



**Gambar 3.4.** Grafik Hasil Pengukuran  $\text{NO}_3$  3% dalam 50ml *Aquadest*

4.  $\text{NO}_3$  4% dalam 50 ml *aquadest*:

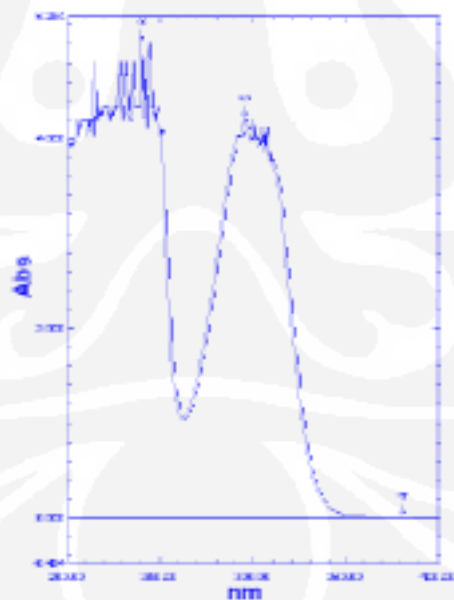
$$\text{NO}_3 \text{ 4\%} = 1,6307 \text{ gr / mol} \times 40000 \text{ mg / L} \times 0,05 \text{ L} = 3,2614 \text{ gr}$$



**Gambar 3.5.** Grafik Hasil Pengukuran  $\text{NO}_3$  4% dalam 50ml *Aquadest*

5.  $\text{NO}_3$  5% dalam 50 ml *aquadest*:

$$\text{NO}_3 \text{ 5\%} = 1,6307 \text{ gr / mol} \times 50000 \text{ mg / L} \times 0,05 \text{ L} = 4,0767 \text{ gr}$$



**Gambar 3.6.** Grafik Hasil Pengukuran  $\text{NO}_3$  5% dalam 50ml *Aquadest*

Dengan:

1,6307gr/mol	= Faktor koreksi NO <sub>3</sub>
10000-50000 mg/L	= Kadar NO <sub>3</sub> dalam ppm (part per million)
0,1L dan 0,5 L	= Banyaknya larutan yang diinginkan

Selanjutnya bahan nitrat tersebut akan ditimbang terlebih dahulu menggunakan timbangan kedap udara **Sartorius Extend** untuk kemudian dilarutkan dengan *aquadest*. Maka, larutan nitrat tersebut siap untuk diukur untuk melihat berapa besar *absorbant* (energi yang diserap sampel) untuk masing-masing panjang gelombang ( $\lambda$ ).



**Gambar 3.7.** Penimbangan Nitrat (NO<sub>3</sub>)



**Gambar 3.8.** Larutan Nitrat (NO<sub>3</sub>)

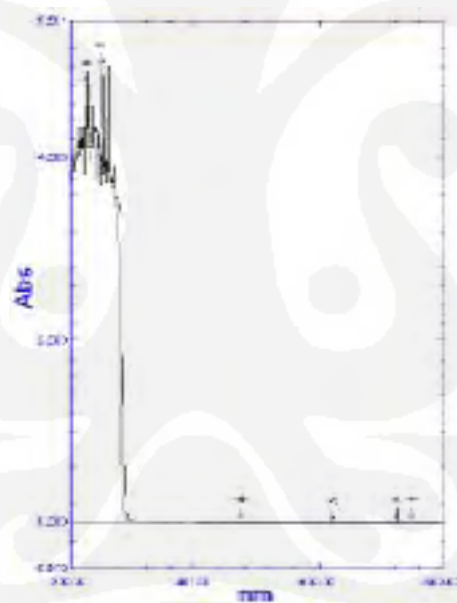
### ➤ Pembuatan Larutan Asam Benzoat ( $C_6H_5.CO_2H$ )

Dalam pembuatan larutan asam benzoat ini, bahan yang digunakan adalah murni asam benzoat. Dalam arti tidak diambil dari senyawa lain seperti nitrat yang diambil dari senyawa campuran  $KNO_3$  (Kalium nitrat), sehingga dalam pembuatan larutan asam benzoat ini tidak dibutuhkan penghitungan faktor koreksi.

Kadar asam benzoat yang akan dibuat adalah 0.1%-0.5% atau 1000ppm-5000ppm dalam 50 ml *aquadest*. Asam benzoat merupakan bahan nonlogam yang sulit larut dalam air, sehingga pada larutan asam benzoat ini diberikan sedikit NaOH yang bersifat basa sebagai pelarutnya. Berat asam benzoat yang dibutuhkan adalah 0,05 gr-0,25 gr. Hasil ini diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut:

1. Untuk larutan asam benzoat 0.1% dalam 50 ml *aquadest*:

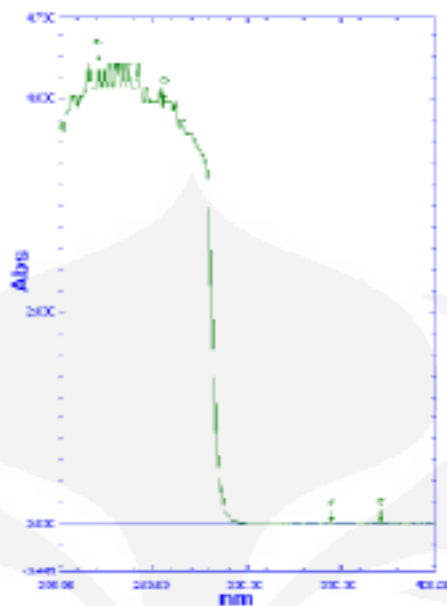
$$C_6H_5.CO_2H \text{ 0,1\%} = 1000 \text{ mg / L} \times 0.05 \text{ L} = 0,05 \text{ gr}$$



**Gambar 3.9.** Grafik Hasil Pengukuran  $C_6H_5.CO_2H$  0.1% dalam 50ml *Aquadest*

2. Untuk larutan asam benzoat 0.2% dalam 50 ml *aquadest*:

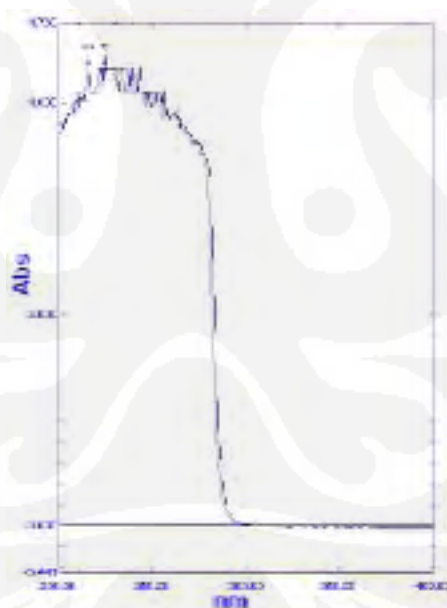
$$C_6H_5.CO_2H \text{ 0,2\%} = 2000 \text{ mg / L} \times 0.05 \text{ L} = 0,1 \text{ gr}$$



**Gambar 3.10.** Grafik Hasil Pengukuran  $C_6H_5.CO_2H$  0.2% dalam 50ml *Aquadest*

3. Untuk larutan asam benzoat 0.3% dalam 50 ml *aquadest*:

$$C_6H_5.CO_2H \text{ 0,3\%} = 3000 \text{ mg / L} \times 0.05 \text{ L} = 0,15 \text{ gr}$$

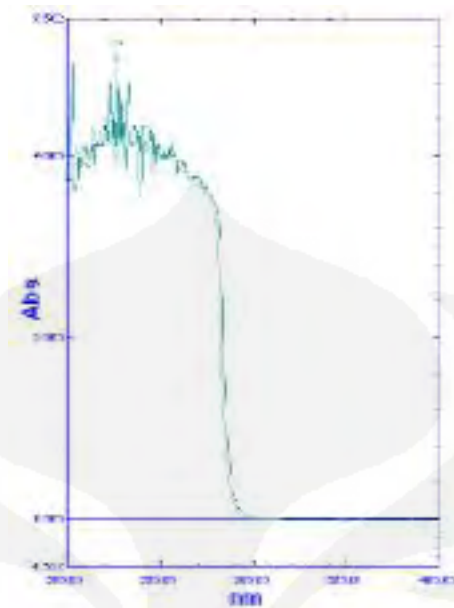


**Gambar 3.11.** Grafik Hasil Pengukuran  $C_6H_5.CO_2H$  0.3% dalam 50ml *Aquadest*

4. Untuk larutan asam benzoat 0.4% dalam 50 ml *aquadest*:

$$C_6H_5.CO_2H \text{ 0,4\%} = 4000 \text{ mg / L} \times 0.05 \text{ L} = 0,2 \text{ gr}$$

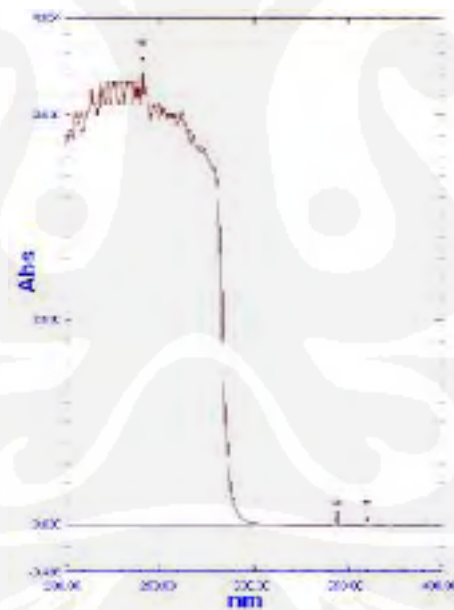




**Gambar 3.12.** Grafik Hasil Pengukuran  $C_6H_5.CO_2H$  0.4% dalam 50ml *Aquadest*

5. Untuk larutan asam benzoat 0.5% dalam 50 ml *aquadest*:

$$C_6H_5.CO_2H \text{ 0,5\% } = 5000 \text{ mg / L} \times 0.05 \text{ L} = 0,25 \text{ gr}$$



**Gambar 3.13.** Grafik Hasil Pengukuran  $C_6H_5.CO_2H$  0.5% dalam 50ml *Aquadest*



**Gambar 3.14.** Penimbangan Asam Benzoat ( $C_6H_5.CO_2H$ )



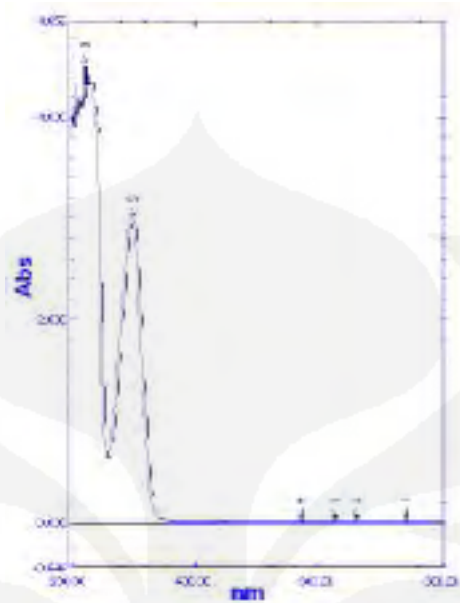
**Gambar 3.15.** Larutan Asam Benzoat ( $C_6H_5.CO_2H$ )

➤ **Pembuatan Larutan Campuran Nitrat+3 jenis air yang berbeda**

Air yang dicampur dengan larutan nitrat yang telah dibuat sebelumnya adalah air rawa, air danau, dan air tanah. Dalam pembuatan larutan campuran antara nitrat dengan ketiga jenis air ini perbandingan yang digunakan adalah perbandingan volume antara larutan nitrat dengan volume air (perbandingan dalam ml).

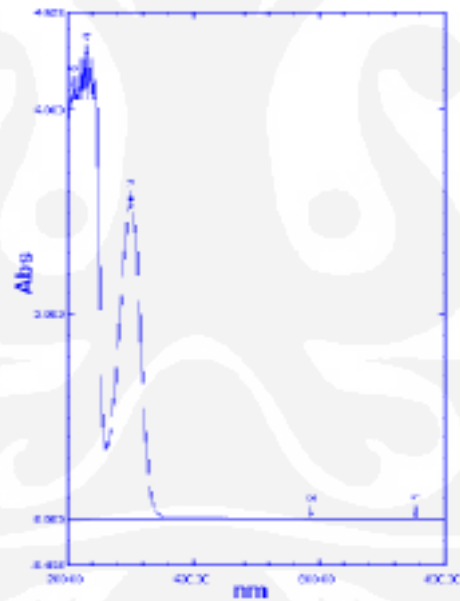
Kadar nitrat yang dicampur dengan ketiga jenis air ini adalah sebesar 5% sebanyak 10 ml untuk dicampur dengan tiap jenis air. Jadi perbandingannya adalah:

1. Larutan nitrat 5% 10 ml+air rawa 10 ml



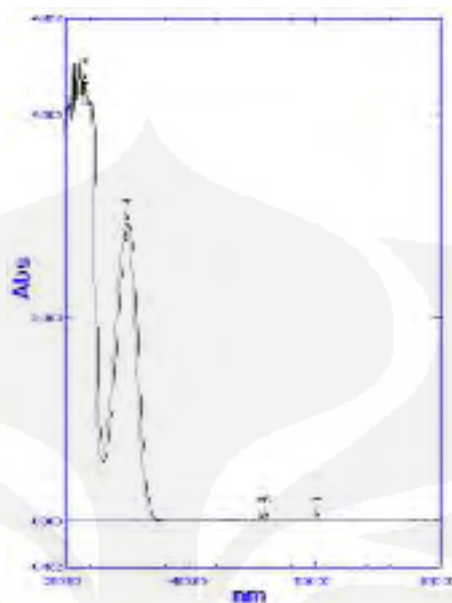
**Gambar 3.16.** Grafik Hasil Pengukuran Larutan Nitrat 5% 10ml + Air Rawa 10ml

2. Larutan nitrat 5% 10 ml+air danau 10 ml



**Gambar 3.17.** Grafik Hasil Pengukuran Larutan Nitrat 5% 10ml + Air Danau 10ml

### 3. Larutan nitrat 5% 10 ml+air tanah 10 ml



**Gambar 3.18.** Grafik Hasil Pengukuran Larutan Nitrat 5% 10ml + Air Tanah 10ml

Larutan ini kemudian diukur untuk melihat berapa besar kadar nitrat dalam air tersebut. Apakah sesuai dengan kadar nitrat yang dimasukkan ke dalamnya atau lebih besar, jika lebih besar berarti dalam air tersebut telah terdapat nitrat sebelumnya. Dari pengukuran larutan campuran nitrat dengan 3 jenis air ini akan diperoleh *absorbant* untuk tiap panjang gelombangnya ( $\lambda$ ).

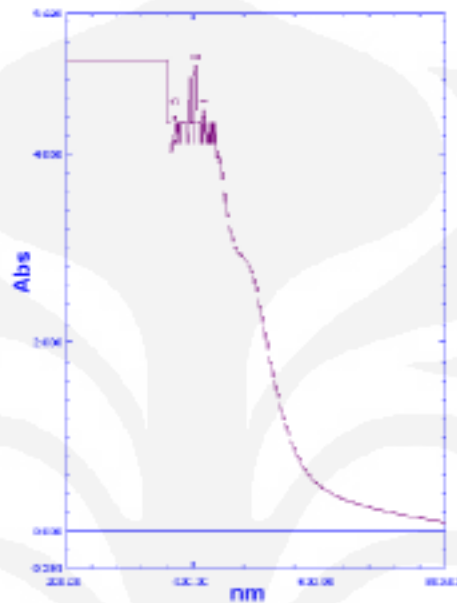
#### ➤ **Pembuatan Larutan Campuran Asam Benzoat+3 jenis minuman yang berbeda.**

Pembuatan larutan campuran asam benzoat dengan ketiga jenis minuman ini tidak jauh berbeda dengan pembuatan larutan campuran antara nitrat dengan ketiga jenis air yang berbeda seperti yang telah dijelaskan sebelumnya. Jenis minuman yang digunakan merupakan minuman kemasan yang banyak ditemukan di pasaran. Jenis minuman tersebut, antara lain:

- a. Minuman A, adalah teh kemasan kotak
- b. Minuman B, adalah teh hijau kemasan botol
- c. Minuman C, adalah minuman berkarbonasi kemasan kaleng

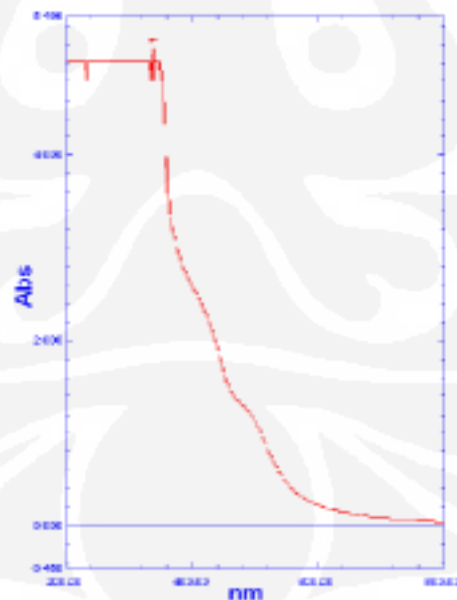
Ketiga jenis minuman ini dicampur dengan larutan asam benzoat 0,5% 10 ml. Perbandingan yang digunakan adalah perbandingan volume. Larutan yang dibuat antara lain:

1. Larutan asam benzoat 0.5% 10 ml+Minuman A 10 ml



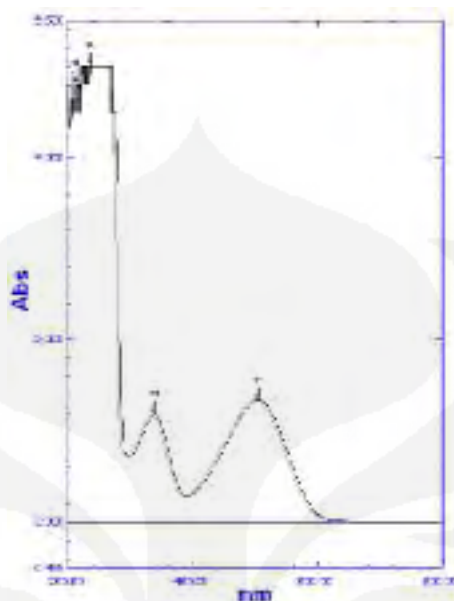
**Gambar 3.19.** Grafik Hasil Pengukuran Larutan Asam Benzoat 0.5% 10ml + Minuman A 10ml

2. Larutan asam benzoat 0.5% 10 ml+Minuman B 10 ml



**Gambar 3.20.** Grafik Hasil pengukuran Larutan Asam Benzoat 0.5% 10ml + Minuman B 10ml

### 3. Larutan asam benzoat 0.5% 10 ml+Minuman C 10 ml



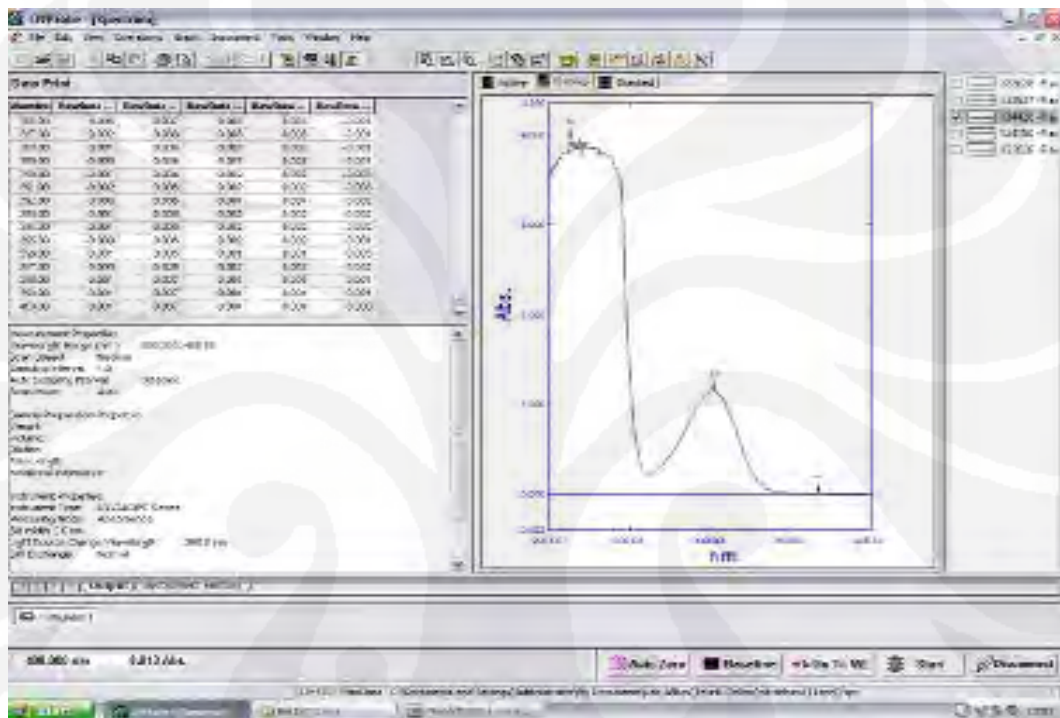
**Gambar 3.21.** Grafik Hasil Pengukuran Larutan Asam Benzoat 0.5% 10ml + Minuman C 10ml

Sama halnya dengan larutan campuran nitrat, larutan campuran asam benzoat dengan minuman ini juga diukur untuk melihat berapa besar kadar asam benzoat di dalamnya. Apakah sama dengan kadar asam benzoat yang dimasukkan ke dalamnya atau lebih besar. Jika lebih besar dapat dikatakan bahwa minuman tersebut telah menggunakan asam benzoat sebagai pengawetnya. Dari pengukuran larutan campuran asam benzoat ini dapat dilihat berapa besar panjang gelombang serta *absorbantnya*.

#### 3.1.2 Pengukuran Larutan

Seluruh larutan yang telah dibuat kemudian diukur dengan menggunakan *Spectrophotometer UV-VIS 2450 Shimadzu* serta data yang diperoleh ditampilkan menggunakan *software UV-Probe 2.1*. Pengukuran ini meliputi pengukuran *absorbant* dan panjang gelombang dari masing-masing larutan. Data yang diperoleh dari *Spectrophotometer* ini masih merupakan data primer dalam bentuk *.spc*, yang kemudian di ubah ke dalam bentuk excel dan disimpan dalam file *.xls*. Hal ini dilakukan untuk memudahkan pembacaan data oleh MATLAB sebagai *software* yang digunakan untuk membuat program pendeteksi kadar nonlogam dari air dengan metode *neural network* (jaringan syaraf tiruan).

Salah satu tampilan output *Spectrophotometer* UV-VIS 2450 Shimadzu menggunakan *software UV-Probe 2.1* yang memuat data panjang gelombang serta *absorbant* dari masing-masing larutan bahan nonlogam dapat dilihat pada gambar 3.6. Untuk hasil pengukuran setiap jenis serta kadar bahan nonlogam dengan menggunakan alat ini dapat dilihat seperti pada subbab diatas. Serta untuk contoh data keluaran *spectrophotometer* dalam format excel dapat dilihat pada tabel 3.1.



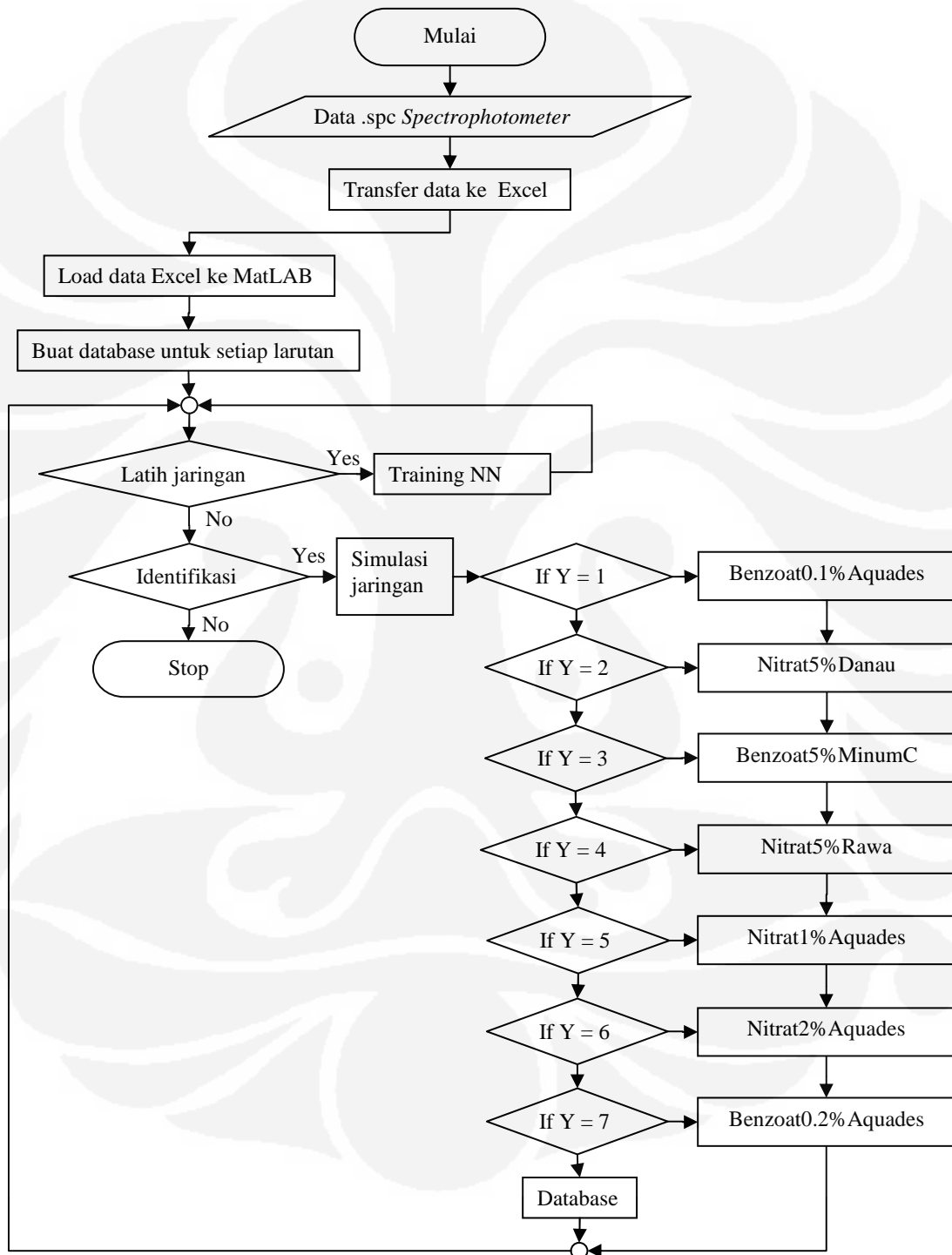
**Gambar 3.22.** Contoh Output dari *UV-Probe 2.1*

**Tabel 3.1.** Contoh Data Keluaran *Spectrophotometer* UV-Vis dalam Format Excel

$\lambda$	ABS
200	3.576
201	3.552
202	3.659
203	3.659
204	3.63
205	3.692
206	3.727
207	3.727
208	3.806
209	3.806
210	3.806
211	3.806
212	3.806
213	3.96

### 3.2 Langkah Pengerjaan Perangkat Lunak (*Software*)

Program pendeteksi kadar nonlogam ini terdiri dari 2 tahap yaitu proses *training* dan proses Identifikasi. Berikut ini merupakan diagram alir untuk proses pembuatan *software* dengan menggunakan *Neural Network* (jaringan syaraf tiruan):



Gambar 3.23. Diagram Alir Proses Pembuatan *Software* dengan Metode *Neural Network*



Program identifikasi kadar nonlogam dari air dilakukan dengan menggunakan komputer dengan spesifikasi sebagai berikut :

Sistem Operasi	: <i>Windows XP Professional</i>
Processor	: Pentium 2,0 GHz
VGA Card	: <i>Mobile Intel<sup>®</sup> Graphics Media</i>
Software	: <i>MATLAB 7.5.0</i>
Memory	: 512 MB

Data yang digunakan merupakan data yang diperoleh dari hasil pengukuran *absorbant* (energi yang diserap sampel) bahan nonlogam dari beberapa larutan yang telah dibuat sebelumnya.

### 3.3 Menentukan Karakteristik Data

Untuk setiap kadar larutan nonlogam nitrat dan asam benzoat, masing-masing pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali. Kecuali untuk larutan campuran antara bahan nonlogam nitrat dengan air rawa, air danau dan air kran serta larutan campuran antara asam benzoat dengan tiga jenis minuman berbeda, pengukuran dilakukan hanya dua kali. Hal ini dilakukan karena keterbatasan bahan nonlogam nitrat dan asam benzoat yang tersedia.

Data *absorbant* dari seluruh hasil pengukuran larutan nonlogam tersebut kemudian diubah ke bentuk excel(.xls) dan kemudian diubah ke bentuk matriks dengan fungsi matlab dengan membagi-bagi setiap data tersebut menjadi 5 bagian terlebih dahulu. Untuk mendapatkan rata-rata dari setiap sampel data tersebut, maka sampel yang berbentuk matriks tersebut dibuat menjadi 1 baris terlebih dahulu. Selanjutnya untuk mendapatkan rata-rata dari matriks sampel yang berbentuk 1 baris digunakan fungsi *mean*.

### 3.4 Perancangan Perangkat Lunak

Pada bagian ini akan dilakukan 2 bagian penting yaitu proses *training* dan proses pengenalan (Identifikasi). Pada proses *training* dibutuhkan sebuah parameter karakteristik dari bahan nonlogam untuk dijadikan input bagi jaringan syaraf tiruan (*Neural Network*). Hal ini dilakukan dengan menggunakan data *absorbant* hasil pengukuran pertama dari setiap jenis serta kadar bahan nonlogam.

Jadi jaringan syaraf tiruan ini menggunakan 18 input yang masing-masingnya terdiri dari 40 nilai rata-rata sampel data *absorbant*. Sampel-sampel yang diambil harus dapat merepresentasikan pola *absorbant* dari masing-masing bahan nonlogam tersebut karena nantinya akan dijadikan acuan dalam proses identifikasi.

Model jaringan syaraf tiruan yang digunakan adalah *backpropagation*. Jaringan ini menggunakan 2 buah *layer* dengan jumlah neuron pada layer pertama (*hidden layer*) sebanyak 18 buah dan pada *layer* kedua (output) sebanyak 1 buah. Pada *layer* pertama digunakan fungsi aktivasi tansig, sedangkan untuk lapisan outputnya digunakan fungsi aktivasi purelin. Jaringan ini menggunakan sistem *Supervised training* dan fungsi *training* yang digunakan adalah *traingd* (*gradient Descent*) [7].

Untuk Simulasi dari sistem ini digunakan *Neural Network Toolbox* pada *MATLAB*. Algoritma penggunaan *toolbox* tersebut adalah [7]:

a. Proses *training* :

1. Menentukan Input untuk training:

```
datatrain = [ 40 Nilai rata-rata matriks sampel tiap data
              absorbant ]
```

2. Menentukan target set dari jaringan:

```
T = [1 2 3 4 5 6 7];
```

3. Membangun jaringan dan menetapkan banyaknya neuron tiap lapisan dan fungsi-fungsi aktivasi yang digunakan:

```
net = newff(minmax(datatrain),[18 1],{'tansig'
  'purelin'},'traingd');
```

4. Selanjutnya menentukan maximum *epoch*, *goal*, *learning rate*, *show step*:

```
net.trainParam.epochs = 100000;
net.trainParam.goal = 1e-5;
net.trainParam.lr = 0.01;
net.trainParam.show = 100;
```

5. Melakukan pembelajaran (*training*):

```
net = train(net,datatrain,T);
```

6. Melakukan simulasi:

```
y = sim(net,datatrain);
```

7. Menggambar grafik untuk melihat pencapaian target oleh jaringan:

```
figure;
plot(datatrain(2,:),T,'bo',datatrain(2,:),y,'r*');
grid;
```

- b. Proses Pengenalan (Identifikasi):

1. Memasukan file nilai matriks *absorbant* dari tiap sampel bahan nonlogam yang akan diidentifikasi:

```
load(nama file.mat');
```

2. Mensimulasikan file tersebut kedalam jaringan yang telah ditraining untuk mendapatkan output:

```
output = sim(net,absorbant);
```

3. Menentukan hasil identifikasi dengan membulatkan nilai output jaringan terlebih dahulu dan menyesuaikan dengan target:

```
output = round(output);
if output==1
    nonlogam = 'Benzoat0.1%Aquades'
end
if output==2
    nonlogam = 'Nitrat5%Danau'
end
if output==3
    nonlogam = 'Benzoat5%MinumC'
end
if output==4
    nonlogam = 'Nitrat5%Rawa'
end
if output==5
    nonlogam = 'Nitrat1%Aquades'
end
if output==6
    nonlogam = 'Nitrat2%Aquades'
end
if output==7
    nonlogam = 'Benzoat0.2%Aquades'
end
```

### 3.4.1 Proses Pelatihan (*Training*)

Selain membutuhkan *training set* yang dapat merepresentasikan pola *absorbant* dari masing-masing bahan nonlogam sebagai input, untuk melakukan proses *training* juga harus ditentukan *target set* yang nantinya akan dituju oleh input dari jaringan syaraf tiruan. Setiap input memiliki pasangan output masing-masing, dan target bersifat sebagai pemilih terhadap input untuk proses klasifikasi.

Jaringan syaraf tiruan bertugas mengarahkan input menuju target dengan menyesuaikan nilai bobot dari masing-masing nodenya. Setelah proses *training* dilakukan input akan langsung diklasifikasikan ke target yang sesuai berdasarkan bobot yang didapat pada saat *training* [7].

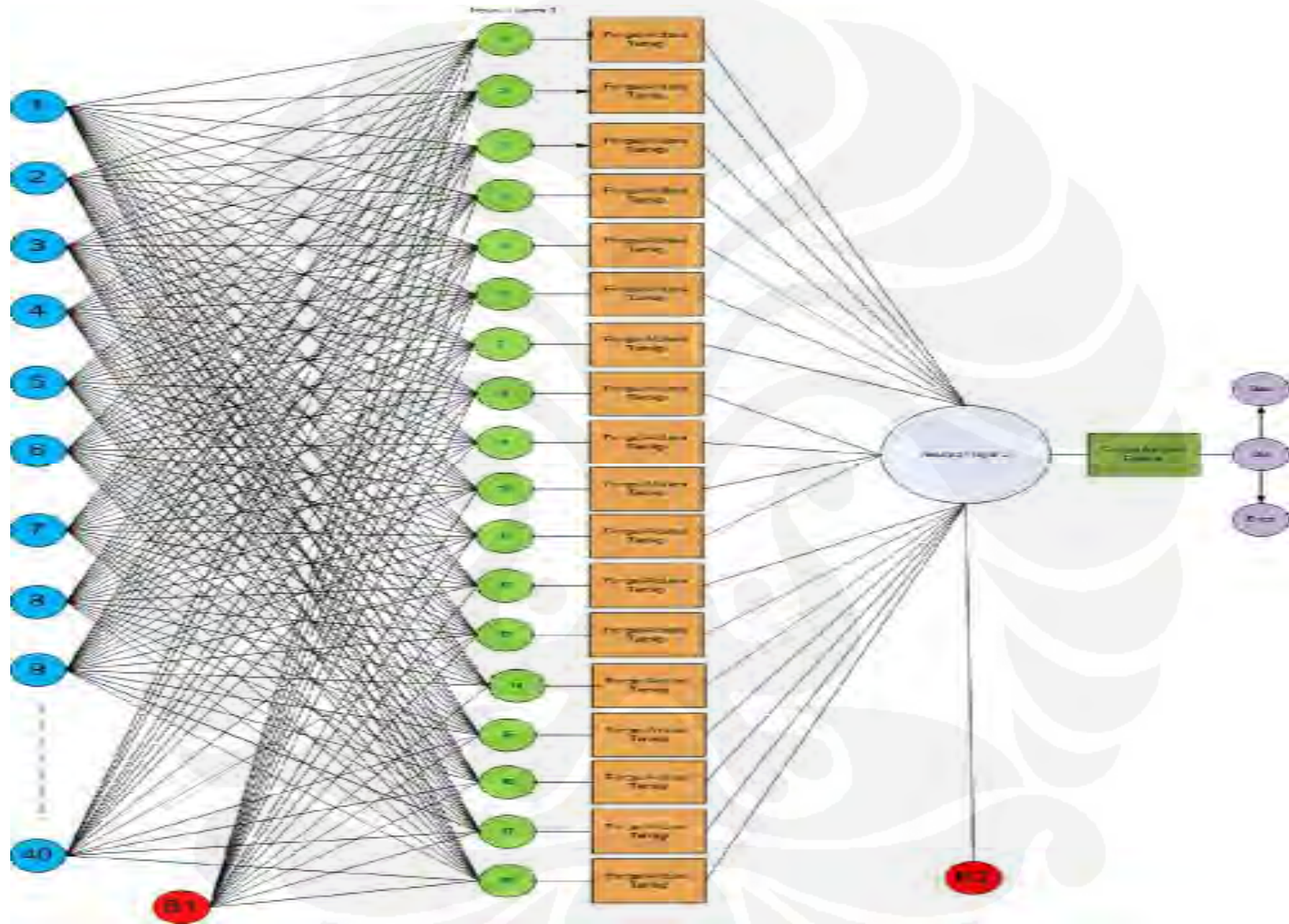
Tabel 3.2. Contoh Nilai Matriks Sampel yang Akan Digunakan pada Proses *Training*

Input	Nitrat1% Aquades	Benzoat0.1% Aquades	Nitrat5% Rawa
Sample1	3.651	3.7902	3.9682
Sample2	3.8602	4.1379	4.2384
Sample3	3.9168	4.2607	4.3054
Sample4	3.8236	4.378	4.2607
Sample5	3.1014	4.2165	3.901
Sample6	0.64	3.9632	1.2903
Sample7	0.2563	3.812	0.6643
Sample8	0.4256	3.515	1.1643
Sample9	0.7235	1.0064	1.9696
Sample10	1.0308	0.0538	2.7292
Sample11	1.1081	0.0239	2.8101
Sample12	0.7849	0.0179	1.8875
Sample13	0.331	0.0149	0.7327
Sample14	0.081	0.0124	0.1609
Sample15	0.0197	0.0117	0.0265
Sample16	0.0086	0.0114	0.0047
Sample17	0.0056	0.0104	0.0023
Sample18	0.0051	0.0095	0.002
Sample19	0.0047	0.0081	0.0024
Sample20	0.0045	0.0069	0.0025

Input dari sistem berupa matriks 40x7 dan yang digunakan sebagai target set adalah matriks dengan ukuran 7x1. Matriks tersebut adalah:

$$\text{Target} = [1 \ 2 \ 3 \ 4 \ 5 \ 6 \ 7]$$

Elemen matriks inilah yang akan dituju oleh input sesuai dengan bobot jaringan untuk proses klasifikasi.



Gambar 3.24. Proses Training Menggunakan *Supervised Learning* "Training"

### 3.4.2 Proses Pengenalan (Identifikasi)

Pada proses Pengenalan, sistem akan berusaha mengenali pola nilai *absorbant* sampel bahan nonlogam yang dijadikan input pada sistem. Pada proses ini sistem berfungsi sebagai alat klasifikasi dari sampel bahan nonlogam yang dijadikan input. Setiap input memiliki pasangan target masing-masing dan sistem akan mengarahkan input tersebut ke target yang paling sesuai.

Proses Pengenalan pada jaringan syaraf tiruan dilakukan dengan mengklasifikasikan input menuju target yang sesuai dengan proses *training*. Pengklasifikasian ini berdasarkan bobot tiap node yang diperoleh pada proses *training*. Jadi pada proses klasifikasi tidak terjadi perubahan atau penyesuaian bobot. Proses klasifikasi inilah yang dijadikan dasar dalam menentukan jenis nonlogam menggunakan parameter karakteristik dari nonlogam yaitu pola nilai *absorbant* hasil pengukuran dari tiap jenis serta kadar nonlogam sebagai input bagi sistem [7].

Pola nilai *absorbant* sampel nonlogam yang dimasukkan kedalam sistem akan diarahkan ke target yang sesuai. Pada sistem ini *target set* yang digunakan adalah matriks dengan ukuran  $7 \times 1$  sehingga input yang dimasukkan ke dalam sistem akan diarahkan ke salah satu elemen matriks yang telah dijadikan target. Dan elemen matriks target tersebut yang menjadi dasar pengenalan jenis nonlogam dari sampel yang dimasukkan.

## **BAB 4**

### **HASIL UJI COBA dan ANALISIS**

Uji coba dilakukan untuk menguji tingkat akurasi sistem identifikasi kandungan nonlogam pada cairan dengan menggunakan metode NN propagasi balik, yang bertujuan untuk mengidentifikasi jenis nonlogam pada cairan. Untuk menguji sistem yang telah dibuat, akan digunakan 7 jenis nonlogam dari data hasil pengukuran *spectrophotometer*. File hasil pengukuran *spectrophotometer* yang digunakan adalah file dengan nilai larutan 1% , 5%, 0.1% dan 0.5% yang masing-masing mewakili nonlogam nitrat, asam benzoat, campuran nitrat dengan 2 jenis air yang berbeda, dan campuran asam benzoat dengan satu jenis minuman tertentu.

Jenis nonlogam yang akan diidentifikasi, yaitu:

1. Nitrat 1% *Aquadest*
2. Nitrat 5% *Aquadest*
3. Asam benzoat 0.1% *Aquadest*
4. Asam benzoat 0.5% *Aquadest*
5. Asam benzoat 0.5% Minuman C
6. Nitrat 5% Air rawa
7. Nitrat 5% Air danau

Simulasi ini dilakukan dengan menjalankan *M file* dengan nama file *Program\_Identifikasi\_Non\_Logam.m*, yang akan menghasilkan sistem pendeteksi kadar nonlogam dari air menggunakan spektrofotometer dan *neural network*. Tampilan figure dapat dilihat pada gambar 4.1 dibawah ini :



**Gambar 4.1.** Tampilan Sistem Pendeteksi Kadar Nonlogam dari Air Menggunakan Spektrofotometer dan *Neural Network*

Pada tampilan sistem Gambar 4.1 terdapat kotak "Menu Control" yang terdiri dari tombol "Help", di dalamnya terdapat cara untuk menggunakan atau menjalankan sistem. Tombol "About", berisi keterangan mengenai pembuat (*creator*) sistem dan tombol "Exit" digunakan untuk keluar dari sistem. Kemudian terdapat tombol "Train NN" yang digunakan untuk melatih data input nilai matriks rata-rata *absorbant*. Pada kotak "Grafik Data Pelatihan" akan muncul plot grafik hasil training NN. Tombol "Open Mat File" untuk membuka file input jenis nonlogam yang akan dikenali dalam format *.mat*, grafik dari data input akan ditampilkan pada kotak "Grafik Asal". Kemudian tombol "Identifikasi" digunakan untuk mengenali jenis bahan nonlogam dari input *absorbant*. Hasil pengenalan ini akan ditampilkan dalam bentuk teks pada kotak "Hasil Identifikasi" yang akan menampilkan "Jenis nonlogam, Kadar, serta Jenis cairan".

#### 4.1 Database Pelatihan

Untuk melatih dan menguji sistem digunakan 35 file data keluran *spectrophotometer* yaitu *absorbant* dalam format *.spc*, yang kemudian dikonversi



dalam bentuk tabel *excel*, kemudian file ini diubah ke dalam format *.mat* dengan cara diolah dalam *software* MatLab. File *.mat* ini terdiri dari 5 file untuk tiap jenis nonlogam. Setiap file akan diolah dengan cara data diambil rata-ratanya setiap 40 data. Hasil pengolahan ini kemudian akan menjadi database yang untuk masing-masing larutan berdasarkan jenis nonlogam, kadar serta cairannya.

Data hasil pengukuran akan dibuat rata-rata dalam bentuk matriks 40x1, dan diproses menjadi satu bentuk matriks dengan ukuran 40x7 yang mewakili 7 jenis nonlogam dengan kadar yang berbeda-beda. Hasil matriks ini akan menjadi database untuk pelatihan (*training*).

Tabel 4.1. Nilai Rata-rata *Absorbant* untuk Tiap Jenis Nonlogam yang Digunakan Sebagai Database Matriks pada Proses *Training*

Nitrat1.1	Nitrat5.1	Benzoat01.1	Benzoat05.1	CKranNO3.1	CRawaNO3.1	CMinumCBenz05.1
3.6384	3.9970	3.8796	3.8522	3.9594	3.9302	4.4926
3.7744	4.1836	4.0020	3.9078	4.0452	4.0202	4.4926
3.8460	4.2526	4.1344	4.1028	4.2526	4.1344	4.6830
3.8778	4.2774	4.2386	4.1210	4.2436	4.1448	4.7824
3.8936	4.2774	4.2228	4.2386	4.3830	4.2436	4.8612
3.8520	4.4326	4.2896	4.2828	4.2526	4.4326	4.8818
3.8070	4.4678	4.3998	4.2828	4.2828	4.3270	4.8818
3.7504	4.4616	4.3022	4.1944	4.2138	4.2774	5.0000
3.5574	4.5478	4.1014	4.2144	4.0768	4.0476	5.0000
2.0872	4.1980	4.2746	4.0610	3.3958	3.4070	5.0000
0.7152	2.9504	4.2242	4.0294	1.4858	1.5400	5.0000
0.2986	1.3530	4.0782	3.9636	0.7042	0.7532	5.0000
0.2290	1.0536	3.8512	3.9320	0.6104	0.6570	5.0000
0.2808	1.2814	3.7560	3.7456	0.7716	0.8182	4.9006
0.3798	1.7482	3.5620	3.6374	1.0536	1.0990	4.6024
0.5142	2.3562	3.2884	3.4966	1.4172	1.4630	4.0338
0.6700	3.0656	1.1916	2.1422	1.8362	1.8812	1.8530
0.8398	3.7078	0.1806	0.3948	2.2744	2.3208	0.8864
0.9968	4.0622	0.0332	0.0702	2.6612	2.7134	0.7338
1.1106	4.0998	0.0092	0.0136	2.8986	2.9426	0.7196
1.1332	3.9910	0.0044	-0.0002	2.9004	2.9358	0.7456
1.0416	3.8680	0.0016	-0.0048	2.6170	2.6556	0.7956
0.8456	3.5328	0.0006	-0.0066	2.0852	2.1228	0.8640
0.6050	2.6888	-0.0012	-0.0086	1.4414	1.4762	0.9446
0.3730	1.6644	-0.0026	-0.0100	0.8582	0.8900	1.0226
0.1926	0.8590	-0.0024	-0.0098	0.4306	0.4596	1.0956
0.0852	0.3912	-0.0026	-0.0108	0.1916	0.2164	1.1502
0.0370	0.1676	-0.0018	-0.0106	0.0800	0.1034	1.1704
0.0184	0.0706	-0.0016	-0.0092	0.0316	0.0534	1.1422
0.0092	0.0258	-0.0042	-0.0100	0.0122	0.0322	1.0724
0.0030	0.0128	-0.0040	-0.0114	0.0056	0.0238	0.9644
0.0002	0.0056	-0.0040	-0.0096	0.0036	0.0212	0.8314
-0.0022	0.0014	-0.0010	-0.0082	0.0018	0.0190	0.6842
0.0006	0.0008	-0.0016	-0.0084	0.0016	0.0178	0.5476
-0.0008	0.0000	-0.0018	-0.0084	0.0018	0.0168	0.4346
-0.0016	0.0004	-0.0028	-0.0090	0.0020	0.0158	0.3542
-0.0010	0.0000	-0.0028	-0.0088	0.0026	0.0156	0.3066
-0.0014	-0.0004	-0.0030	-0.0086	0.0024	0.0148	0.2876
-0.0020	-0.0010	-0.0028	-0.0084	0.0024	0.0142	0.2878

## 4.2 Uji Coba dan Hasil

Identifikasi kandungan dari cairan diawali dengan proses *training*, dimana data *training* dibaca dari database yang telah dibuat. Dari setiap input berupa file .mat dari nilai hasil pengukuran *spectrophotometer*, nantinya akan diarahkan ke target yang sesuai. Pada sistem ini target yang digunakan adalah berbentuk *array* matriks 7x1 sehingga input yang dimasukkan ke dalam sistem akan diarahkan ke salah satu elemen matriks yang telah dijadikan target. Output yang dihasilkan nantinya akan disesuaikan bobotnya dengan target yang telah ditentukan.

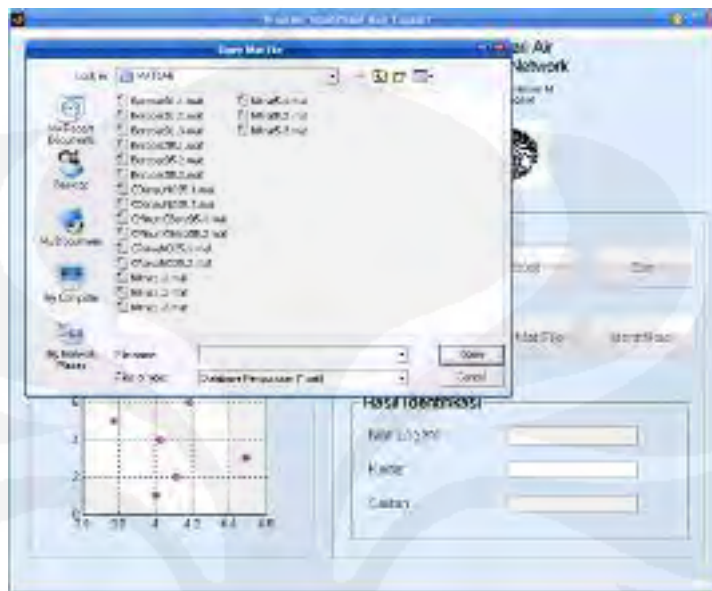
Proses *training* untuk sistem ini dapat dilihat pada gambar 4.2. Tampilan plot hasil pelatihan dapat dilihat pada kotak “Grafik Data Pelatihan”. Setelah dilakukan proses pelatihan NN, maka akan dihasilkan grafik data pelatihan.



**Gambar 4.2.** Tampilan Program Identifikasi Kandungan Nonlogam Pada Tahap *Training*

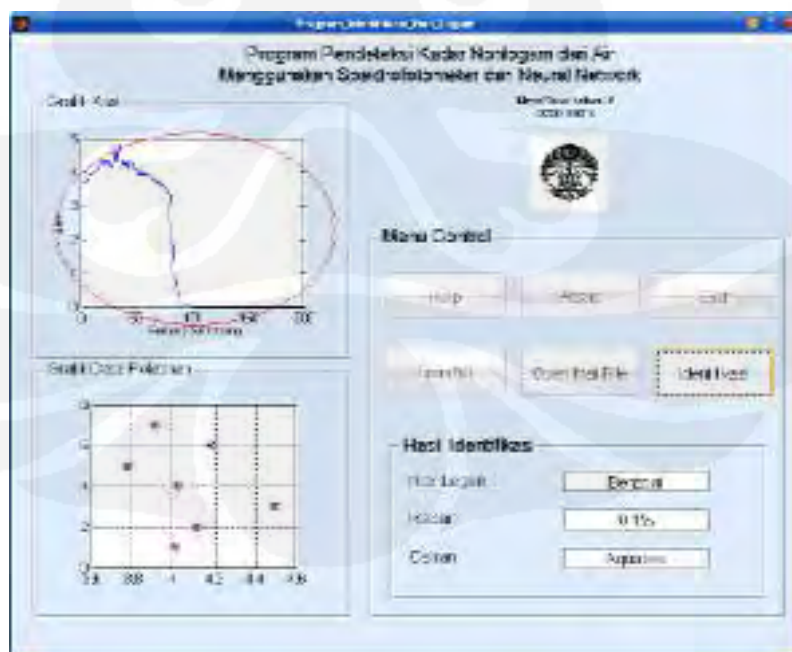
Proses selanjutnya adalah proses identifikasi kandungan nonlogam dari cairan. Diawali dengan proses pembacaan data dari file .mat hasil pengukuran, kemudian dibuat nilai rata-rata dengan matriks data *training* yaitu 40x7.

Tampilan sistem dari tahap pembacaan data dalam file .mat pengukuran dapat dilihat pada gambar 4.3. Tampilan plot hasil pembacaan data .mat dapat dilihat pada kotak “Grafik Asal”.



**Gambar 4.3.** Tampilan Program Identifikasi Kandungan Nonlogam pada tahap Pembacaan Data dalam File Mat

Misal untuk identifikasi Asam Benzoat 0.1% yang dilarutkan dalam *aquades*, grafik hasil pengukuran dari *spectrophotometer* dapat dilihat pada kotak ”Grafik Asal”.



**Gambar 4.4.** Tampilan Grafik Asal untuk Tiap Tahap Pembacaan File Mat

Hasil identifikasi seluruh pengukuran untuk tiap jenis serta kadar bahan nonlogam dapat dilihat pada tabel-tabel berikut.

Tabel 4.2. Hasil Identifikasi Benzoat 0.1% *Aquades*

Bahan	Pengukuran Ke-	Percobaan Ke-	Hasil
Benzoat 0,1% Aquades	1	1	Benar
Benzoat 0,1% Aquades	2		Benar
Benzoat 0,1% Aquades	3		Benar
Benzoat 0,1% Aquades	1	2	Benar
Benzoat 0,1% Aquades	2		Salah
Benzoat 0,1% Aquades	3		Salah
Benzoat 0,1% Aquades	1	3	Benar
Benzoat 0,1% Aquades	2		Salah
Benzoat 0,1% Aquades	3		Salah
Benzoat 0,1% Aquades	1	4	Benar
Benzoat 0,1% Aquades	2		Benar
Benzoat 0,1% Aquades	3		Benar
Benzoat 0,1% Aquades	1	5	Benar
Benzoat 0,1% Aquades	2		Salah
Benzoat 0,1% Aquades	3		Salah
Benzoat 0,1% Aquades	1	6	Benar
Benzoat 0,1% Aquades	2		Salah
Benzoat 0,1% Aquades	3		Salah
Benzoat 0,1% Aquades	1	7	Benar
Benzoat 0,1% Aquades	2		Salah
Benzoat 0,1% Aquades	3		Salah
Benzoat 0,1% Aquades	1	8	Benar
Benzoat 0,1% Aquades	2		Salah
Benzoat 0,1% Aquades	3		Salah
Benzoat 0,1% Aquades	1	9	Benar
Benzoat 0,1% Aquades	2		Benar
Benzoat 0,1% Aquades	3		Benar
Benzoat 0,1% Aquades	1	10	Benar
Benzoat 0,1% Aquades	2		Salah
Benzoat 0,1% Aquades	3		Salah
Presentase Keberhasilan			56%

Tabel 4.3. Hasil Identifikasi Benzoat 0.5% Aquadest

Bahan	Pengukuran Ke-	Percobaan Ke-	Hasil
Benzoat 0,5% Aquades	1	1	Benar
Benzoat 0,5% Aquades	2		Benar
Benzoat 0,5% Aquades	3		Benar
Benzoat 0,5% Aquades	1	2	Benar
Benzoat 0,5% Aquades	2		Benar
Benzoat 0,5% Aquades	3		Benar
Benzoat 0,5% Aquades	1	3	Benar
Benzoat 0,5% Aquades	2		Benar
Benzoat 0,5% Aquades	3		Benar
Benzoat 0,5% Aquades	1	4	Benar
Benzoat 0,5% Aquades	2		Benar
Benzoat 0,5% Aquades	3		Benar
Benzoat 0,5% Aquades	1	5	Benar
Benzoat 0,5% Aquades	2		Benar
Benzoat 0,5% Aquades	3		Benar
Benzoat 0,5% Aquades	1	6	Benar
Benzoat 0,5% Aquades	2		Benar
Benzoat 0,5% Aquades	3		Benar
Benzoat 0,5% Aquades	1	7	Benar
Benzoat 0,5% Aquades	2		Benar
Benzoat 0,5% Aquades	3		Benar
Benzoat 0,5% Aquades	1	8	Benar
Benzoat 0,5% Aquades	2		Benar
Benzoat 0,5% Aquades	3		Benar
Benzoat 0,5% Aquades	1	9	Benar
Benzoat 0,5% Aquades	2		Benar
Benzoat 0,5% Aquades	3		Benar
Benzoat 0,5% Aquades	1	10	Benar
Benzoat 0,5% Aquades	2		Benar
Benzoat 0,5% Aquades	3		Benar
Presentase Keberhasilan			100%

Tabel 4.4. Hasil Identifikasi Nitrat 1% Aquadest

Bahan	Pengukuran Ke-	Percobaan Ke-	Hasil
Nitrat 1% Aquades	1	1	Benar
Nitrat 1% Aquades	2		Benar
Nitrat 1% Aquades	3		Benar
Nitrat 1% Aquades	1	2	Benar
Nitrat 1% Aquades	2		Benar
Nitrat 1% Aquades	3		Benar
Nitrat 1% Aquades	1	3	Benar
Nitrat 1% Aquades	2		Benar
Nitrat 1% Aquades	3		Benar
Nitrat 1% Aquades	1	4	Benar
Nitrat 1% Aquades	2		Benar
Nitrat 1% Aquades	3		Benar
Nitrat 1% Aquades	1	5	Benar
Nitrat 1% Aquades	2		Benar
Nitrat 1% Aquades	3		Benar
Nitrat 1% Aquades	1	6	Benar
Nitrat 1% Aquades	2		Benar
Nitrat 1% Aquades	3		Benar
Nitrat 1% Aquades	1	7	Benar
Nitrat 1% Aquades	2		Benar
Nitrat 1% Aquades	3		Benar
Nitrat 1% Aquades	1	8	Benar
Nitrat 1% Aquades	2		Benar
Nitrat 1% Aquades	3		Benar
Nitrat 1% Aquades	1	9	Benar
Nitrat 1% Aquades	2		Benar
Nitrat 1% Aquades	3		Benar
Nitrat 1% Aquades	1	10	Benar
Nitrat 1% Aquades	2		Benar
Nitrat 1% Aquades	3		Benar
Presentase Keberhasilan			100%

Tabel 4.5. Hasil Identifikasi Nitrat5% Aquadest

Bahan	Pengukuran Ke-	Percobaan Ke-	Hasil
Nitrat 5% Aquades	1	1	Benar
Nitrat 5% Aquades	2		Benar
Nitrat 5% Aquades	3		Benar
Nitrat 5% Aquades	1	2	Benar
Nitrat 5% Aquades	2		Benar
Nitrat 5% Aquades	3		Benar
Nitrat 5% Aquades	1	3	Benar
Nitrat 5% Aquades	2		Benar
Nitrat 5% Aquades	3		Benar
Nitrat 5% Aquades	1	4	Benar
Nitrat 5% Aquades	2		Benar
Nitrat 5% Aquades	3		Benar
Nitrat 5% Aquades	1	5	Benar
Nitrat 5% Aquades	2		Benar
Nitrat 5% Aquades	3		Benar
Nitrat 5% Aquades	1	6	Benar
Nitrat 5% Aquades	2		Benar
Nitrat 5% Aquades	3		Benar
Nitrat 5% Aquades	1	7	Benar
Nitrat 5% Aquades	2		Benar
Nitrat 5% Aquades	3		Benar
Nitrat 5% Aquades	1	8	Benar
Nitrat 5% Aquades	2		Benar
Nitrat 5% Aquades	3		Benar
Nitrat 5% Aquades	1	9	Benar
Nitrat 5% Aquades	2		Benar
Nitrat 5% Aquades	3		Benar
Nitrat 5% Aquades	1	10	Benar
Nitrat 5% Aquades	2		Benar
Nitrat 5% Aquades	3		Benar
Presentase Keberhasilan			100%

Tabel 4.6. Hasil Identifikasi Benzoat 0,5% Minuman C

Bahan	Pengukuran Ke-	Percobaan Ke-	Hasil
Benzoat 0,5% MinumC	1	1	Benar
Benzoat 0,5% MinumC	2		Benar
Benzoat 0,5% MinumC	1	2	Benar
Benzoat 0,5% MinumC	2		Benar
Benzoat 0,5% MinumC	1	3	Benar
Benzoat 0,5% MinumC	2		Benar
Benzoat 0,5% MinumC	1	4	Benar
Benzoat 0,5% MinumC	2		Benar
Benzoat 0,5% MinumC	1	5	Benar
Benzoat 0,5% MinumC	2		Benar
Benzoat 0,5% MinumC	1	6	Benar
Benzoat 0,5% MinumC	2		Benar
Benzoat 0,5% MinumC	1	7	Benar
Benzoat 0,5% MinumC	2		Benar
Benzoat 0,5% MinumC	1	8	Benar
Benzoat 0,5% MinumC	2		Benar
Benzoat 0,5% MinumC	1	9	Benar
Benzoat 0,5% MinumC	2		Benar
Benzoat 0,5% MinumC	1	10	Benar
Benzoat 0,5% MinumC	2		Benar
Presentase Keberhasilan			100%

Tabel 4.7. Hasil Identifikasi Nitrat 5% Air Rawa

Bahan	Pengukuran Ke-	Percobaan Ke-	Hasil
Nitrat 5% Air Rawa	1	1	Benar
Nitrat 5% Air Rawa	2		Benar
Nitrat 5% Air Rawa	1	2	Benar
Nitrat 5% Air Rawa	2		Benar
Nitrat 5% Air Rawa	1	3	Benar
Nitrat 5% Air Rawa	2		Benar
Nitrat 5% Air Rawa	1	4	Benar
Nitrat 5% Air Rawa	2		Benar
Nitrat 5% Air Rawa	1	5	Benar
Nitrat 5% Air Rawa	2		Benar
Nitrat 5% Air Rawa	1	6	Benar
Nitrat 5% Air Rawa	2		Benar
Nitrat 5% Air Rawa	1	7	Benar
Nitrat 5% Air Rawa	2		Benar
Nitrat 5% Air Rawa	1	8	Benar
Nitrat 5% Air Rawa	2		Benar
Nitrat 5% Air Rawa	1	9	Benar
Nitrat 5% Air Rawa	2		Benar
Nitrat 5% Air Rawa	1	10	Benar
Nitrat 5% Air Rawa	2		Benar
Presentase Keberhasilan			100%



Tabel 4.8. Hasil Identifikasi Nitrat5% Air Danau

Bahan	Pengukuran Ke-	Percobaan Ke-	Hasil
Nitrat 5% Air Danau	1	1	Benar
Nitrat 5% Air Danau	2		Benar
Nitrat 5% Air Danau	1	2	Benar
Nitrat 5% Air Danau	2		Benar
Nitrat 5% Air Danau	1	3	Benar
Nitrat 5% Air Danau	2		Benar
Nitrat 5% Air Danau	1	4	Benar
Nitrat 5% Air Danau	2		Benar
Nitrat 5% Air Danau	1	5	Benar
Nitrat 5% Air Danau	2		Benar
Nitrat 5% Air Danau	1	6	Benar
Nitrat 5% Air Danau	2		Benar
Nitrat 5% Air Danau	1	7	Benar
Nitrat 5% Air Danau	2		Benar
Nitrat 5% Air Danau	1	8	Benar
Nitrat 5% Air Danau	2		Benar
Nitrat 5% Air Danau	1	9	Benar
Nitrat 5% Air Danau	2		Benar
Nitrat 5% Air Danau	1	10	Benar
Nitrat 5% Air Danau	2		Benar
Presentase Keberhasilan			100%

### 4.3 Analisa Hasil Uji Coba

Setelah dilakukan pengujian dan identifikasi terhadap sampel-sampel data dari 7 jenis nonlogam, maka dapat diperoleh suatu hasil yang menunjukkan bahwa metode analisa dan identifikasi *absorbant* nonlogam dengan menggunakan spektrofotometer dan metode NN memiliki rata-rata akurasi sebesar 93.71% dan rangkuman hasil pengujian dari ke-7 jenis nonlogam dapat dilihat pada Tabel 4.8 berikut ini :

Tabel 4.9. Tingkat Keakuratan Hasil Uji Coba

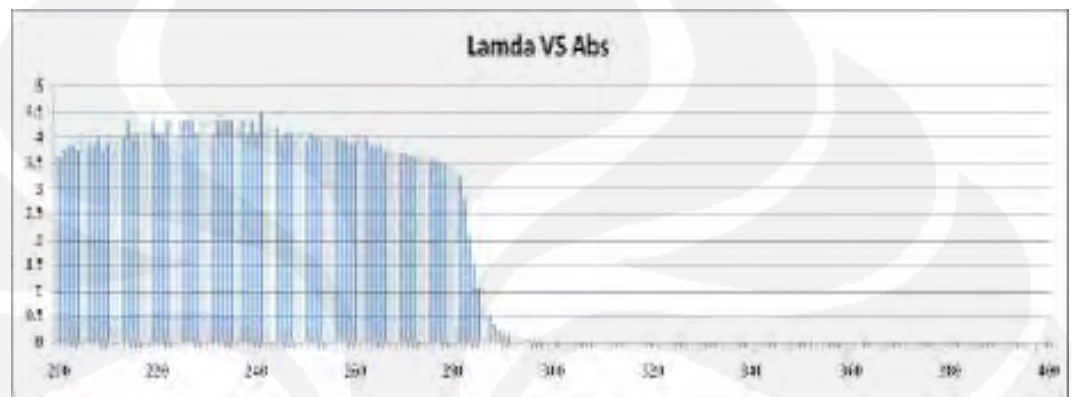
Jenis Nonlogam	Persentase
Nitrat 1% Aquades	100%
Nitrat 5% Aquades	100%
Benzoat 0,1% Aquades	56%
Benzoat 0,5% Aquades	100%
Nitrat 5% Air Rawa	100%
Nitrat 5% Air Danau	100%
Benzoat 0,5% MinumC	100%
Rata - rata Persentase	93.71%

Ada banyak faktor yang mempengaruhi tingkat keakuratan program pada saat identifikasi dilakukan. Mulai dari tahap awal yaitu proses pembuatan larutan kimia untuk proses pengukuran. Pada proses pembuatan kimia faktor yang sangat mempengaruhi adalah perhitungan berat bahan masing-masing nonlogam yang digunakan dan juga proses penimbangan bahan. Proses penimbangan bahan merupakan faktor yang sangat besar untuk mempengaruhi kesalahan dalam pembuatan sampel pengukuran yang nantinya akan mempengaruhi hasil pengukuran *spectrophotometer* dari jenis larutan yang akan dideteksi. Dalam proses penimbangan terdapat proses *zero* untuk menolkan timbangan kedap udara, pada proses ini mungkin saja terdapat bekas bahan kimia lain yang masih ada dalam gelas ukur sehingga nilai *zero* pada timbangan kedap udara bergeser. Proses penimbangan larutan dengan target nilai 4 angka dibelakang koma sangat menyulitkan dalam proses penambahan dan pengurangan bahan nonlogam yang berbentuk kristal maupun serbuk sehingga dapat mengakibatkan kesalahan dalam proses penimbangan.

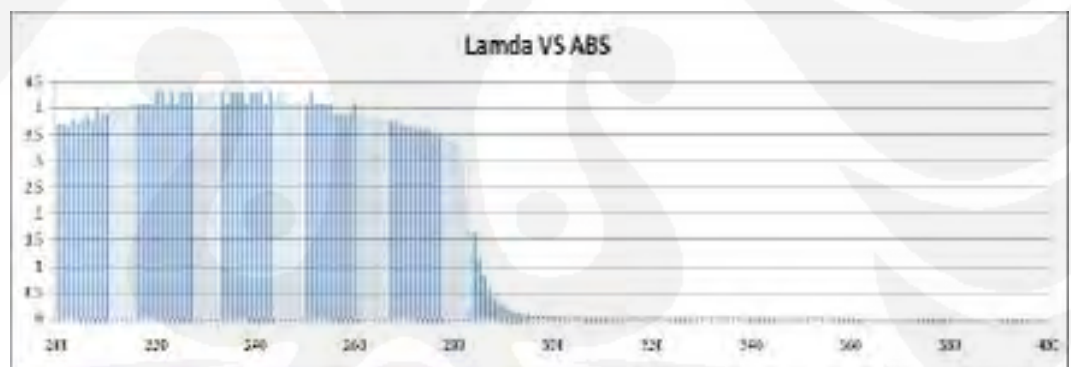
Proses pencampuran larutan juga dapat mempengaruhi hasil pengukuran *spectrophotometer*. Kesalahan dalam proses pencampuran larutan ini dapat disebabkan oleh labu larutan ataupun gelas ukur yang tidak bersih sehingga hasil larutan yang diinginkan menjadi tidak murni bahan yang dicampur tetapi terdapat bahan lain didalamnya sehingga menghasilkan kesalahan dalam proses pembuatan larutan yang dapat mempengaruhi hasil pengukuran *spectrophotometer*.

Proses pengukuran sampel dengan *spectrophotometer* juga dapat mempengaruhi hasil pengukuran, mulai dari proses kalibrasi awal *spectrophotometer* hingga proses pengisian bahan nonlogam ke dalam *cuvette* sebagai tempat sampel pengukuran. Pada proses kalibrasi, larutan yang digunakan adalah *aquadest*, dan *cuvette* sebagai tempat sampel harus benar-benar bersih tidak ada bekas larutan lain. Penentuan panjang gelombang pengukuran turut dapat mempengaruhi hasil pengukuran, untuk bahan nonlogam panjang gelombang yang digunakan adalah Ultraviolet (UV). Berikutnya adalah proses pengukuran sample larutan, *cuvette* sebagai wadah sampel harus bersih dari larutan apapun karena dapat mempengaruhi *absorpsi* dari sumber cahaya *spectrophotometer*.

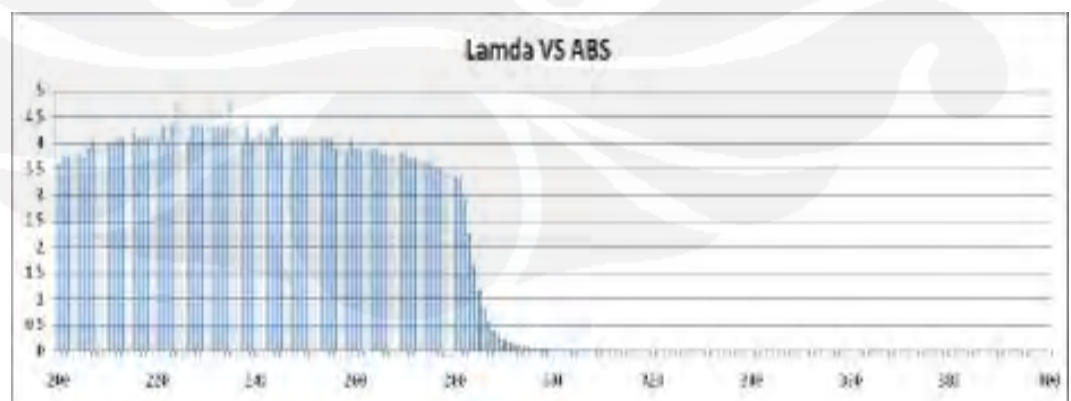
Tingkat akurasi terendah terdapat pada nonlogam Benzoat 0.1% *Aquades* yaitu sebesar 56%. Hal ini disebabkan perbedaan data pengukuran pertama dan kedua yang cukup mencolok sedangkan data pengukuran pertama dan ketiga memiliki kemiripan yang cukup besar. Perbedaan data pengukuran ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti disebutkan diatas. Data pengukuran pertama sampai ketiga untuk Benzoat 0.1% *Aquades* dapat dilihat seperti berikut:



**Gambar 4.5.** Grafik Pengukuran Pertama Asam Benzoat 0.5%



**Gambar 4.6.** Grafik Pengukuran Kedua Asam Benzoat 0.5%



**Gambar 4.7.** Grafik Pengukuran Ketiga Asam Benzoat 0.5%

Faktor lain yang mungkin mempengaruhi tingkat akurasi sistem adalah tahap pengambilan sampel (sampling). Pada tahap sampling, semakin kecil perbedaan data hasil pengukuran *absorbant* untuk setiap kali pengukuran dari setiap jenis serta kadar nonlogam yang diambil maka akan semakin sulit proses identifikasi yang dilakukan oleh sistem.

Selain itu, pengetahuan dan bantuan tenaga kimiawan mengenai larutan kimia serta karakteristik *absorbant* yang dihasilkan masing-masing larutan kimia dengan jenis serta kadar yang berbeda-beda juga tetap dibutuhkan dalam proses pengenalan jenis nonlogam guna mendapatkan hasil identifikasi yang tepat dan akurat kemudian untuk menentukan langkah selanjutnya dalam proses pencegahan suatu bahan kimia yang berbahaya terdapat dalam makanan, minuman serta beberapa produk lainnya yang dikonsumsi sehari-hari oleh masyarakat.

## BAB 5

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil uji coba dan analisa dari program yang dibuat dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Sistem pengenal *absorbant* nonlogam mampu mengidentifikasi jenis nonlogam dengan tingkat akurasi sistem sebesar 93.71 %.
2. Tingkat akurasi terendah terdapat pada nonlogam Benzoat 0.1% *Aquades* yaitu sebesar 56%.
3. Proses akurasi dari sistem identifikasi ini dipengaruhi oleh beberapa hal, yaitu:
  - a. Proses pembuatan sampel larutan mulai dari proses penghitungan dan penimbangan bahan nonlogam, pembuatan larutan dan pengukuran larutan dengan *spectrophotometer*.
  - b. Tahap pengambilan sampel (sampling). Pada tahap sampling, semakin kecil perbedaan data hasil pengukuran *absorbant* untuk setiap kali pengukuran yang diambil maka akan semakin sulit proses identifikasi yang dilakukan oleh sistem.
4. Hasil yang diperoleh dari perancangan sistem pendeteksi kadar nonlogam dari suatu cairan telah sesuai dengan tujuan awal dari penelitian tugas akhir, tetapi tetap masih membutuhkan pengembangan untuk kesempurnaan sistem pendeteksi ini.

## DAFTAR ACUAN

- [1] *Metoda Spektroskopik*. Diakses tanggal 28 Februari 2009 dari chem-is-try.org  
<http://www.chem-is-try/> *Metoda Spektroskopik*
- [2] *Nonlogam*. Diakses tanggal 26 Januari 2009 dari Wikipedia.org  
<http://www.Wikipedia/> *Nonlogam*
- [3] *Nitrat*. Diakses tanggal 29 Maret 2009 dari Wikipedia.org  
<http://www.Wikipedia/> *Nitrat*
- [4] *Fenol*. Diakses tanggal 15 April 2009 dari Wikipedia.org  
<http://www.Wikipedia/> *Fenol*
- [5] *Asam Benzoat*. Diakses tanggal 15 April 2009 dari Wikipedia.org  
<http://www.Wikipedia/> *Asam Benzoat*
- [6] Henry, Arthur., MT, Suryadi., & Yanuar, Array. (2002). Analisis Spektrofotometri UV-Vis Pada Obat Influenza Dengan Menggunakan Aplikasi Sistem Persamaan Linier. *Jurnal Program Spesialis Apoteker*, A2-A3.
- [7] S. Kusumadewi, “Membangun Jaringan Syaraf Tiruan” , Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta, 2004.
- [8] Drs. Jong Jek Siang, M.Sc., “Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrogramannya Menggunakan MATLAB”. Penerbit Andi, Yogyakarta, 2005.

## DAFTAR PUSTAKA

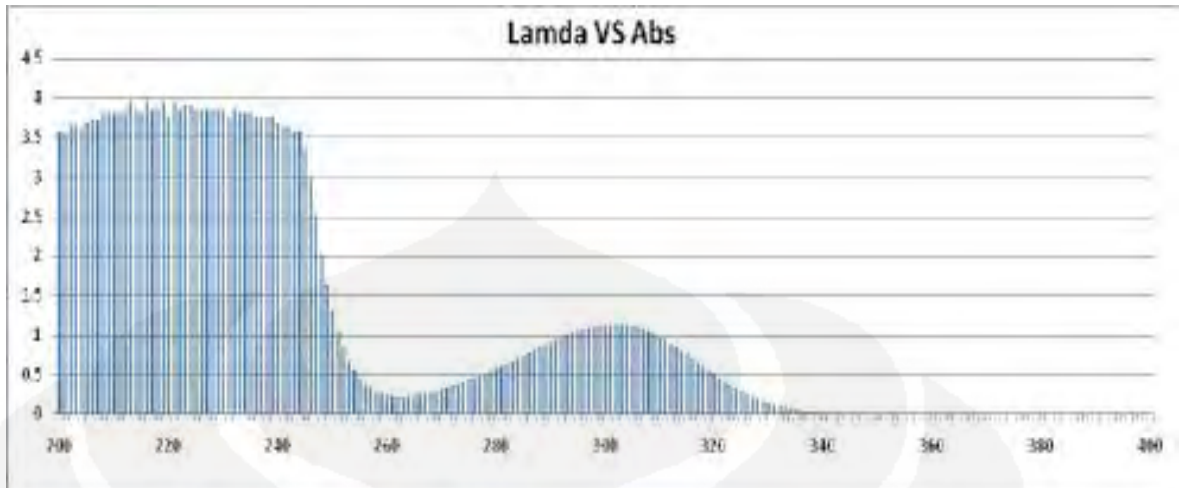
- [1] MATLAB Link for Code Composer Studio Development Tools User's Guide.pdf (C) COPYRIGHT 2002 by The MathWorks, Inc
- [2] MATLAB Link for Code Composer Studio Development Tools Release Note.pdf (C) COPYRIGHT 2002 by The MathWorks, Inc
- [3] MATLAB Target Support Package™ TC6 3 User's Guide

## LAMPIRAN

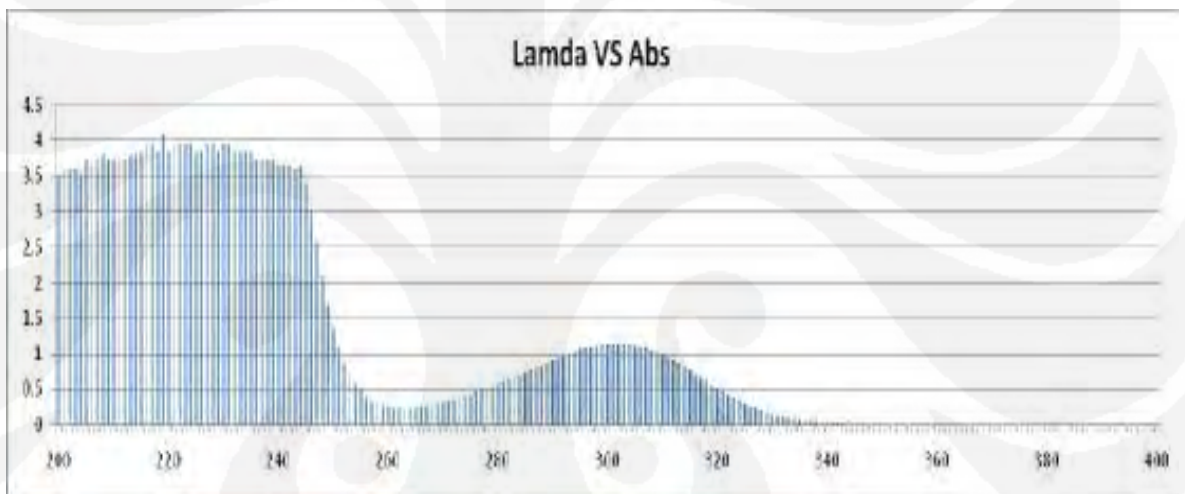
Tabel 1. Data Pengukuran Pertama Nitrat (NO<sub>3</sub>) 1%:

λ	ABS	λ	ABS	λ	ABS	λ	ABS	λ	ABS
201	3.552	241	3.630	281	0.607	321	0.456	361	0.000
202	3.659	242	3.630	282	0.638	322	0.424	362	-0.002
203	3.659	243	3.576	283	0.670	323	0.368	363	-0.005
204	3.630	244	3.576	284	0.702	324	0.328	364	-0.004
205	3.692	245	3.375	285	0.733	325	0.289	365	0.000
206	3.727	246	2.982	286	0.772	326	0.253	366	0.001
207	3.727	247	2.506	287	0.808	327	0.222	367	0.002
208	3.806	248	2.028	288	0.842	328	0.194	368	0.000
209	3.806	249	1.620	289	0.873	329	0.158	369	0.000
210	3.806	250	1.300	290	0.904	330	0.136	370	0.000
211	3.806	251	1.049	291	0.936	331	0.110	371	0.000
212	3.806	252	0.840	292	0.968	332	0.103	372	-0.001
213	3.960	253	0.680	293	0.998	333	0.081	373	-0.001
214	3.852	254	0.555	294	1.028	334	0.073	374	0.000
215	3.806	255	0.452	295	1.054	335	0.059	375	-0.002
216	3.960	256	0.382	296	1.079	336	0.051	376	-0.001
217	3.852	257	0.325	297	1.096	337	0.040	377	-0.002
218	3.852	258	0.285	298	1.114	338	0.036	378	-0.001
219	3.960	259	0.260	299	1.128	339	0.031	379	-0.002
220	3.765	260	0.241	300	1.136	340	0.027	380	-0.002
221	3.960	261	0.229	301	1.140	341	0.024	381	-0.001
222	3.852	262	0.226	302	1.143	342	0.018	382	-0.002
223	3.902	263	0.225	303	1.139	343	0.019	383	-0.001
224	3.902	264	0.228	304	1.129	344	0.012	384	-0.001
225	3.852	265	0.237	305	1.115	345	0.019	385	0.000
226	3.852	266	0.250	306	1.099	346	0.011	386	-0.001
227	3.852	267	0.263	307	1.073	347	0.014	387	-0.001
228	3.852	268	0.278	308	1.046	348	0.011	388	-0.001
229	3.852	269	0.296	309	1.017	349	0.006	389	-0.001
230	3.852	270	0.317	310	0.973	350	0.004	390	-0.003
231	3.765	271	0.334	311	0.932	351	0.003	391	-0.003
232	3.852	272	0.355	312	0.891	352	0.003	392	-0.002
233	3.806	273	0.379	313	0.849	353	0.006	393	-0.002
234	3.806	274	0.403	314	0.798	354	0.002	394	-0.002
235	3.806	275	0.428	315	0.758	355	0.001	395	-0.001
236	3.765	276	0.456	316	0.707	356	0.001	396	-0.003
237	3.765	277	0.484	317	0.655	357	0.001	397	-0.002
238	3.765	278	0.514	318	0.605	358	-0.003	398	0.001
239	3.765	279	0.544	319	0.553	359	0.000	399	0.001
240	3.692	280	0.573	320	0.505	360	0.002	400	0.000

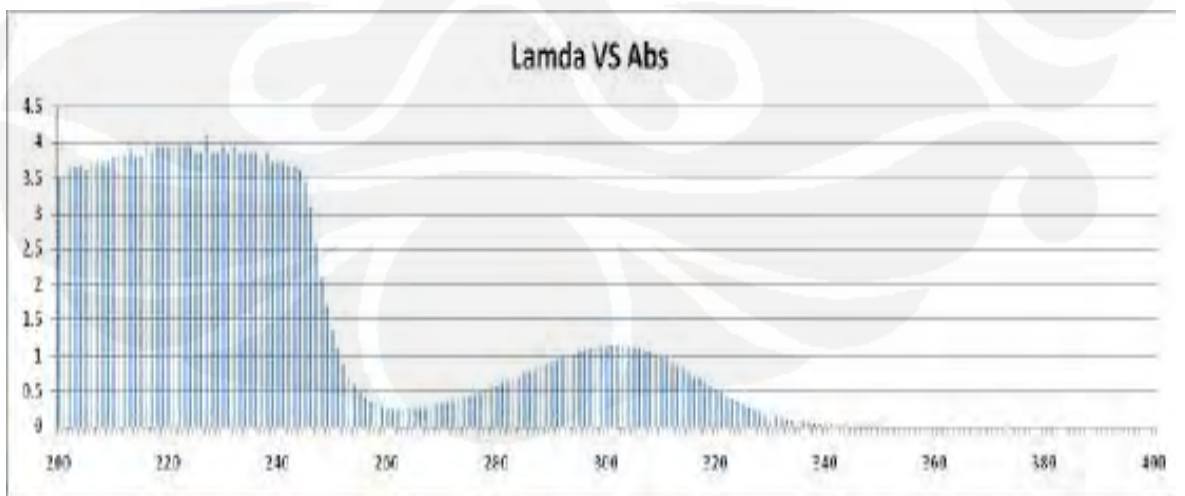




Gambar 1. Grafik Pengukuran Pertama Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) 1%



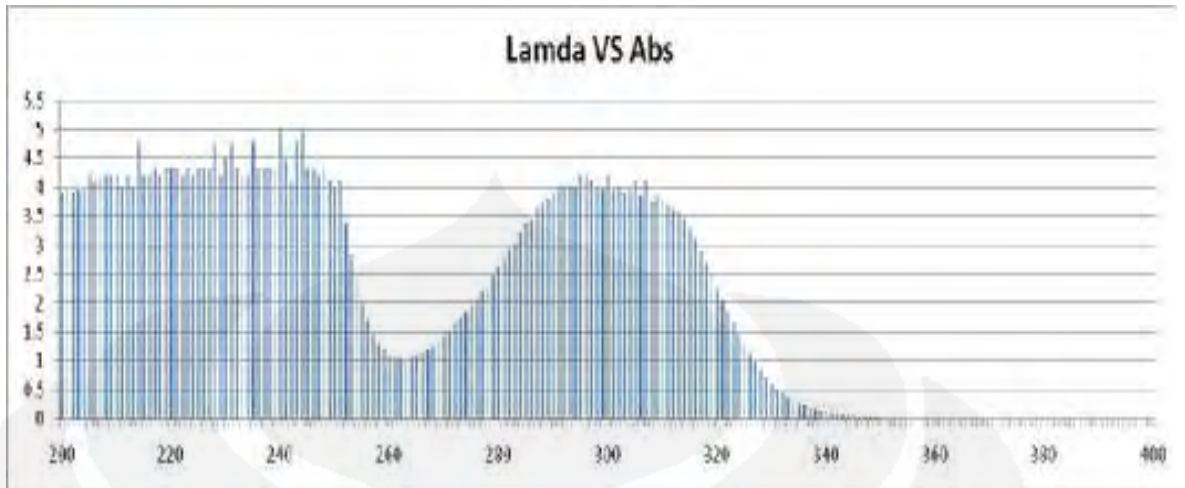
Gambar 2. Grafik Pengukuran Kedua Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) 1%



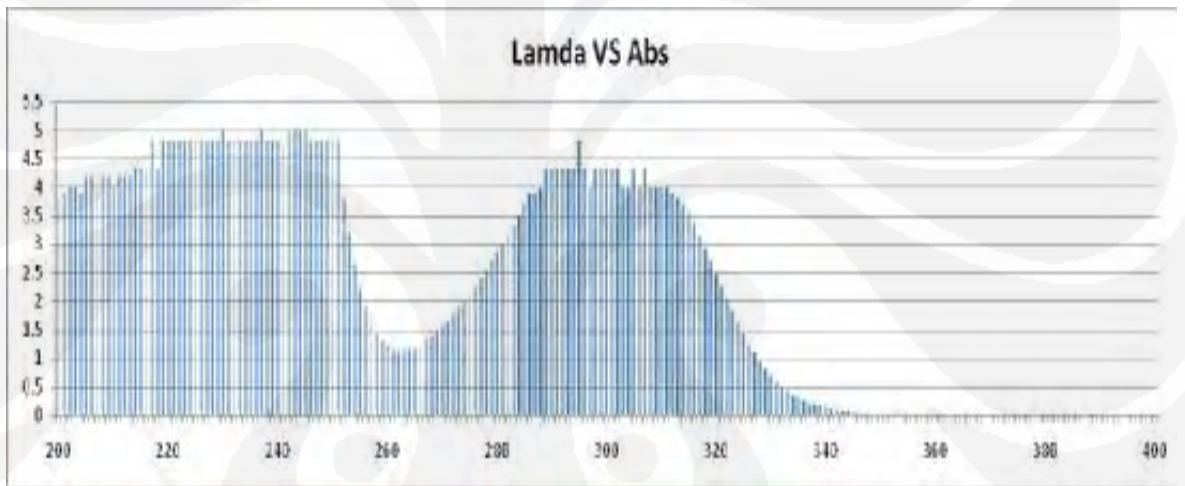
Gambar 3. Grafik Pengukuran Ketiga Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) 1%

Tabel 2. Data Pengukuran Pertama Nitrat (NO<sub>3</sub>) 5%:

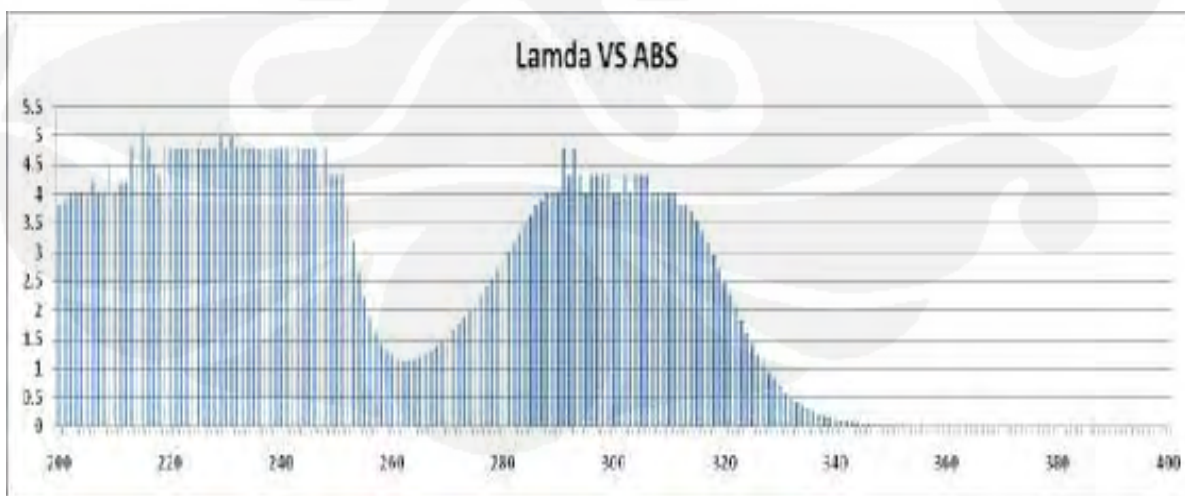
$\lambda$	ABS	$\lambda$	ABS	$\lambda$	ABS	$\lambda$	ABS	$\lambda$	ABS
201	3.960	241	4.503	281	2.779	321	2.058	361	0.003
202	3.902	242	4.106	282	2.922	322	1.856	362	0.002
203	3.960	243	4.803	283	3.051	323	1.659	363	0.002
204	3.960	244	5.000	284	3.217	324	1.464	364	0.000
205	4.203	245	4.327	285	3.359	325	1.285	365	0.000
206	4.106	246	4.327	286	3.445	326	1.124	366	0.001
207	4.203	247	4.203	287	3.659	327	0.980	367	0.001
208	4.203	248	4.327	288	3.727	328	0.848	368	0.001
209	4.203	249	4.106	289	3.806	329	0.722	369	0.001
210	4.203	250	4.027	290	3.902	330	0.621	370	0.000
211	4.027	251	4.106	291	4.027	331	0.533	371	0.000
212	4.203	252	3.375	292	4.027	332	0.449	372	0.000
213	4.027	253	2.849	293	4.027	333	0.379	373	0.000
214	4.803	254	2.413	294	4.027	334	0.321	374	0.000
215	4.203	255	2.009	295	4.203	335	0.274	375	0.000
216	4.203	256	1.705	296	4.203	336	0.231	376	0.001
217	4.327	257	1.466	297	4.106	337	0.193	377	0.000
218	4.203	258	1.304	298	4.027	338	0.163	378	0.000
219	4.327	259	1.188	299	3.960	339	0.137	379	0.000
220	4.327	260	1.102	300	4.203	340	0.114	380	0.001
221	4.327	261	1.055	301	3.960	341	0.096	381	0.000
222	4.203	262	1.027	302	4.027	342	0.081	382	0.000
223	4.327	263	1.034	303	3.902	343	0.067	383	0.000
224	4.203	264	1.057	304	3.960	344	0.059	384	0.000
225	4.327	265	1.095	305	4.106	345	0.050	385	0.000
226	4.327	266	1.142	306	3.852	346	0.039	386	-0.001
227	4.327	267	1.203	307	4.106	347	0.027	387	-0.001
228	4.803	268	1.271	308	3.765	348	0.023	388	0.000
229	4.203	269	1.350	309	3.852	349	0.022	389	0.000
230	4.503	270	1.441	310	3.765	350	0.018	390	0.000
231	4.803	271	1.535	311	3.692	351	0.016	391	-0.002
232	4.327	272	1.639	312	3.630	352	0.017	392	-0.001
233	4.203	273	1.741	313	3.576	353	0.011	393	-0.001
234	4.203	274	1.850	314	3.464	354	0.010	394	-0.001
235	4.803	275	1.976	315	3.302	355	0.010	395	0.000
236	4.327	276	2.094	316	3.117	356	0.005	396	0.000
237	4.327	277	2.214	317	2.906	357	0.007	397	0.000
238	4.327	278	2.348	318	2.692	358	0.009	398	0.000
239	4.327	279	2.489	319	2.470	359	0.005	399	-0.001



Gambar 4. Grafik Pengukuran Pertama Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) 5%



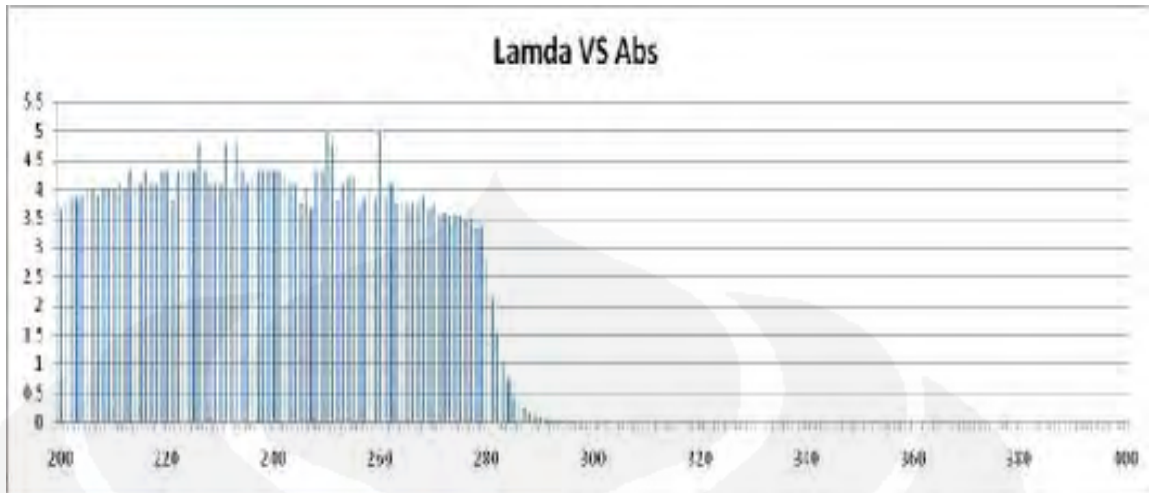
Gambar 5. Grafik Pengukuran Kedua Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) 5%



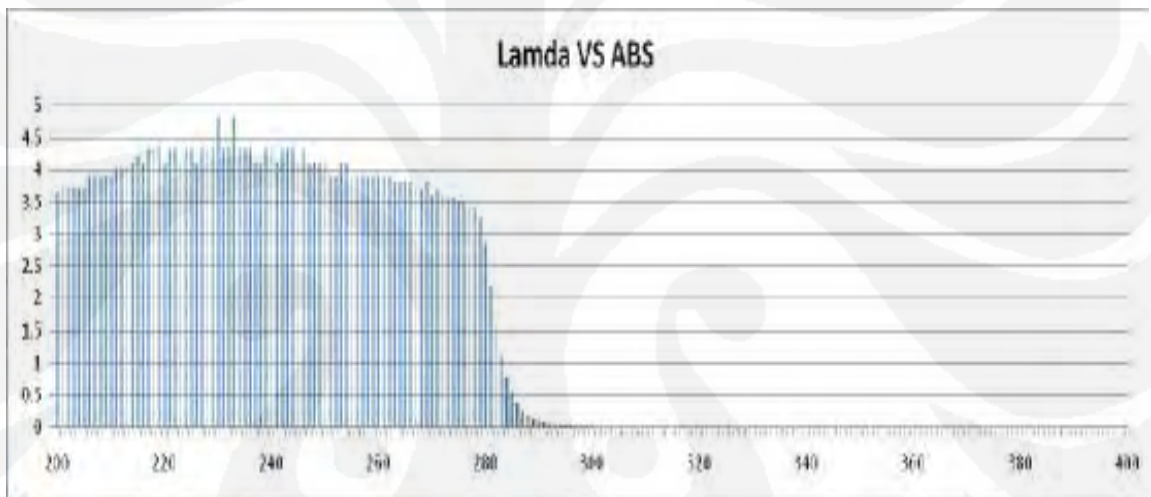
Gambar 6. Grafik Pengukuran Ketiga Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) 5%

Tabel 3. Data Pengukuran Pertama Asam Benzoat 0.1%:

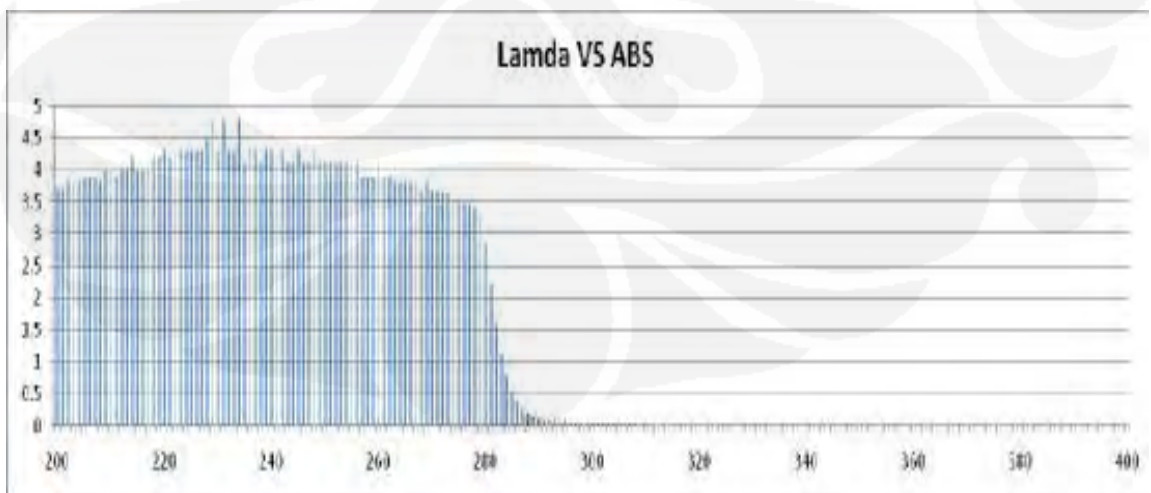
$\lambda$	ABS	$\lambda$	ABS	$\lambda$	ABS	$\lambda$	ABS	$\lambda$	ABS
201	3.765	241	4.327	281	2.129	321	-0.002	361	-0.001
202	3.852	242	4.203	282	1.528	322	-0.002	362	0.000
203	3.852	243	4.106	283	1.062	323	-0.004	363	-0.001
204	3.902	244	4.106	284	0.739	324	-0.003	364	-0.002
205	4.027	245	3.765	285	0.500	325	-0.002	365	-0.001
206	4.027	246	4.027	286	0.329	326	-0.003	366	-0.001
207	3.902	247	3.692	287	0.227	327	-0.002	367	-0.001
208	4.027	248	4.327	288	0.157	328	-0.001	368	-0.003
209	4.027	249	4.327	289	0.110	329	-0.006	369	-0.002
210	4.027	250	5.000	290	0.080	330	0.000	370	-0.001
211	4.106	251	4.803	291	0.057	331	-0.002	371	-0.001
212	4.027	252	3.806	292	0.038	332	-0.004	372	-0.001
213	4.327	253	4.106	293	0.032	333	-0.002	373	-0.001
214	4.106	254	4.203	294	0.025	334	-0.002	374	-0.002
215	4.106	255	4.203	295	0.014	335	-0.003	375	-0.004
216	4.327	256	3.727	296	0.015	336	0.000	376	-0.004
217	4.106	257	3.852	297	0.009	337	-0.002	377	-0.003
218	4.106	258	3.960	298	0.008	338	-0.004	378	-0.002
219	4.327	259	3.852	299	0.009	339	-0.001	379	-0.003
220	4.327	260	5.000	300	0.005	340	-0.002	380	-0.002
221	3.806	261	3.852	301	0.007	341	-0.004	381	-0.003
222	4.327	262	4.106	302	0.002	342	-0.003	382	-0.003
223	4.327	263	3.765	303	0.005	343	-0.001	383	-0.003
224	4.327	264	3.806	304	0.004	344	0.001	384	-0.003
225	4.327	265	3.727	305	0.004	345	-0.001	385	-0.002
226	4.803	266	3.765	306	-0.003	346	-0.003	386	-0.003
227	4.327	267	3.727	307	0.004	347	-0.009	387	-0.003
228	4.106	268	3.902	308	0.006	348	-0.004	388	-0.003
229	4.106	269	3.659	309	0.002	349	-0.004	389	-0.003
230	4.106	270	3.727	310	-0.001	350	-0.001	390	-0.003
231	4.803	271	3.552	311	0.000	351	-0.003	391	-0.003
232	3.960	272	3.602	312	0.001	352	-0.004	392	-0.002
233	4.803	273	3.552	313	0.003	353	-0.008	393	-0.003
234	4.327	274	3.552	314	0.000	354	0.000	394	-0.003
235	4.106	275	3.552	315	-0.001	355	-0.005	395	-0.003
236	4.203	276	3.464	316	0.000	356	-0.004	396	-0.003
237	4.327	277	3.485	317	-0.001	357	-0.004	397	-0.003
238	4.327	278	3.330	318	-0.002	358	-0.005	398	-0.004
239	4.327	279	3.359	319	-0.002	359	-0.005	399	-0.003
240	4.327	280	2.804	320	-0.001	360	-0.002	400	-0.003



Gambar 7. Grafik Pengukuran Pertama Asam Benzoat 0.1%



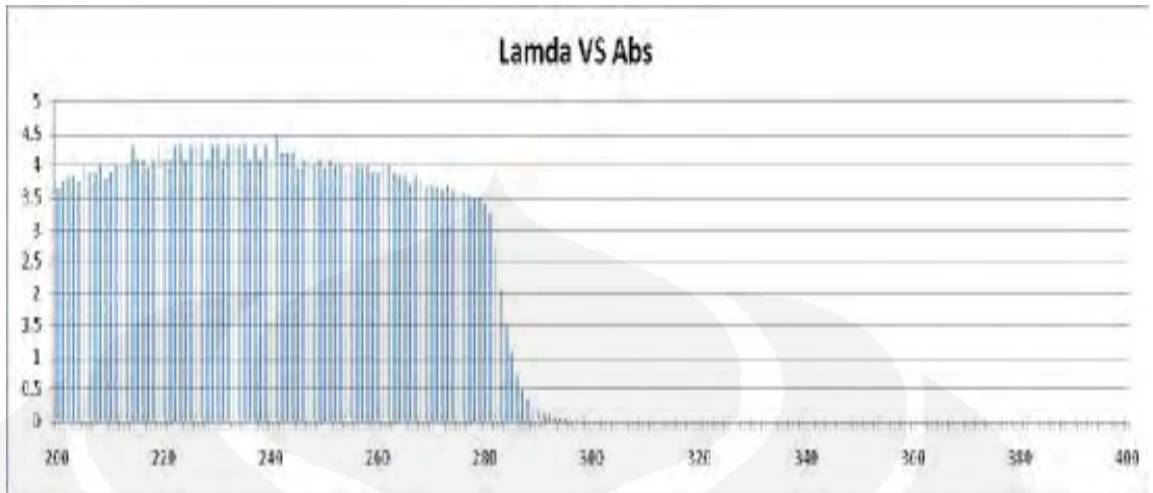
Gambar 8. Grafik Pengukuran Kedua Asam Benzoat 0.1%



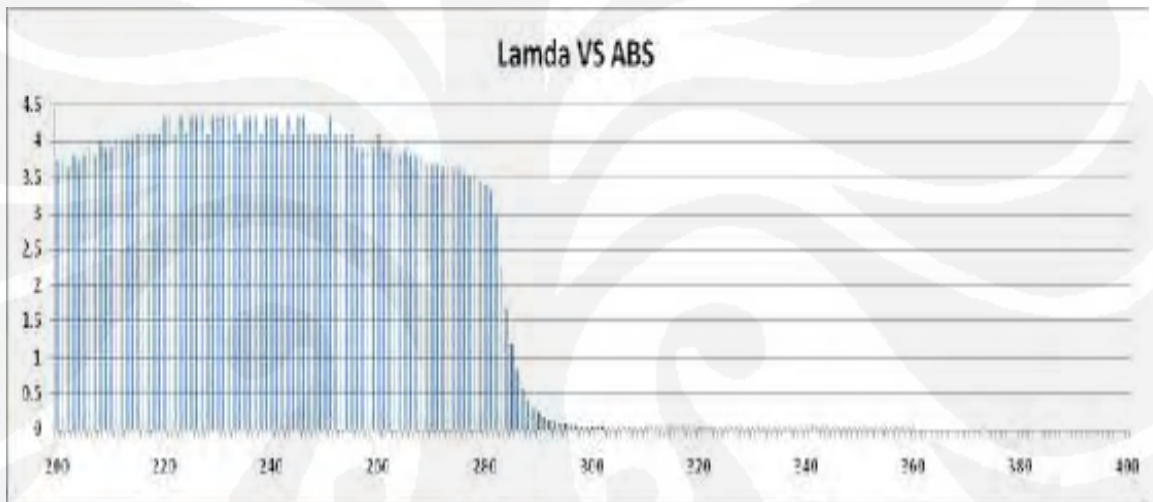
Gambar 9. Grafik Pengukuran Ketiga Asam Benzoat 0.1%

Tabel 4. Data Pengukuran Pertama Asam Benzoat 0.5%:

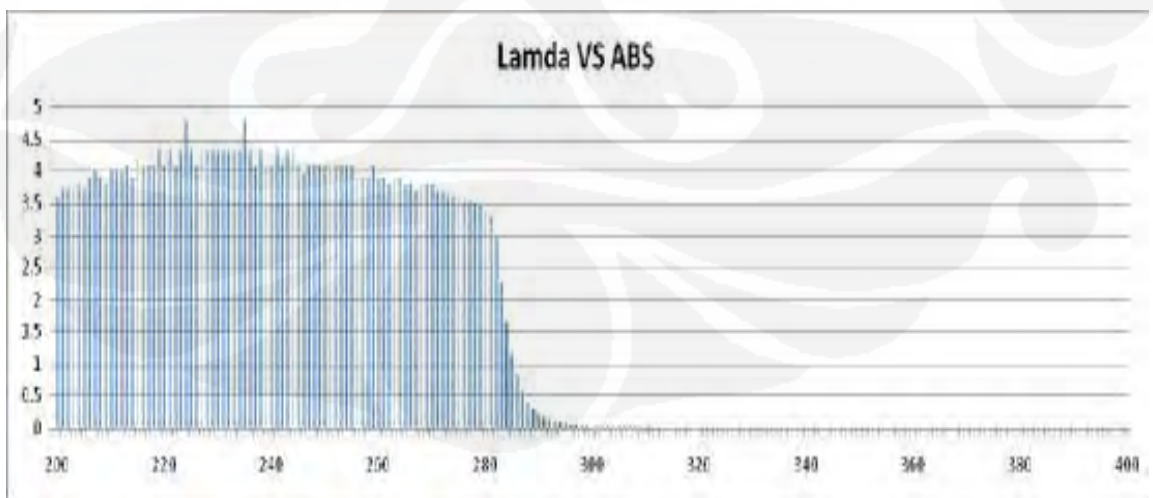
$\lambda$	ABS	$\lambda$	ABS	$\lambda$	ABS	$\lambda$	ABS	$\lambda$	ABS
201	3.765	241	4.503	281	3.264	321	-0.009	361	-0.005
202	3.852	242	4.203	282	2.808	322	-0.010	362	-0.006
203	3.852	243	4.203	283	2.083	323	-0.010	363	-0.009
204	3.765	244	4.203	284	1.495	324	-0.011	364	-0.012
205	4.027	245	3.960	285	1.061	325	-0.010	365	-0.009
206	3.902	246	4.106	286	0.723	326	-0.010	366	-0.009
207	3.902	247	4.106	287	0.495	327	-0.012	367	-0.008
208	4.027	248	4.027	288	0.342	328	-0.010	368	-0.009
209	3.806	249	4.106	289	0.242	329	-0.008	369	-0.008
210	3.902	250	3.960	290	0.172	330	-0.009	370	-0.008
211	4.027	251	4.106	291	0.123	331	-0.010	371	-0.008
212	4.027	252	4.027	292	0.087	332	-0.011	372	-0.007
213	4.027	253	4.027	293	0.060	333	-0.011	373	-0.007
214	4.327	254	3.960	294	0.046	334	-0.010	374	-0.009
215	4.106	255	4.027	295	0.035	335	-0.012	375	-0.011
216	4.106	256	4.027	296	0.024	336	-0.012	376	-0.010
217	3.960	257	3.960	297	0.018	337	-0.011	377	-0.009
218	4.106	258	4.027	298	0.012	338	-0.010	378	-0.009
219	4.327	259	3.902	299	0.008	339	-0.010	379	-0.008
220	4.106	260	3.902	300	0.006	340	-0.010	380	-0.009
221	4.106	261	4.027	301	0.003	341	-0.011	381	-0.007
222	4.327	262	4.027	302	0.001	342	-0.011	382	-0.009
223	4.327	263	3.902	303	-0.001	343	-0.010	383	-0.009
224	4.106	264	3.852	304	-0.002	344	-0.006	384	-0.009
225	4.327	265	3.852	305	-0.002	345	-0.008	385	-0.010
226	4.327	266	3.727	306	-0.003	346	-0.009	386	-0.008
227	4.327	267	3.852	307	-0.005	347	-0.009	387	-0.009
228	4.106	268	3.765	308	-0.004	348	-0.011	388	-0.008
229	4.327	269	3.692	309	-0.005	349	-0.011	389	-0.009
230	4.327	270	3.692	310	-0.007	350	-0.010	390	-0.009
231	4.106	271	3.659	311	-0.007	351	-0.011	391	-0.009
232	4.327	272	3.630	312	-0.006	352	-0.011	392	-0.008
233	4.327	273	3.692	313	-0.005	353	-0.012	393	-0.009
234	4.327	274	3.630	314	-0.007	354	-0.011	394	-0.009
235	4.327	275	3.576	315	-0.008	355	-0.012	395	-0.007
236	4.106	276	3.576	316	-0.009	356	-0.013	396	-0.009
237	4.327	277	3.528	317	-0.007	357	-0.012	397	-0.009
238	4.106	278	3.485	318	-0.009	358	-0.011	398	-0.009
239	4.327	279	3.485	319	-0.009	359	-0.009	399	-0.009



Gambar 10. Grafik Pengukuran Pertama Asam Benzoat 0.5%



Gambar 11. Grafik Pengukuran Kedua Asam Benzoat 0.5%

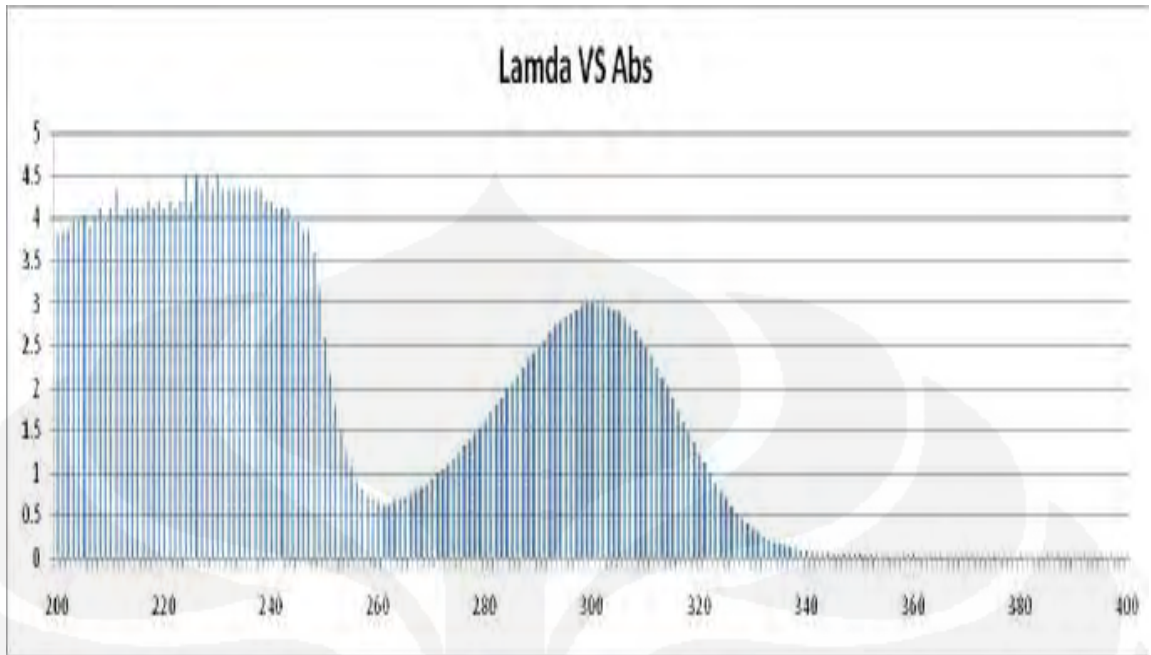


Gambar 12. Grafik Pengukuran Ketiga Asam Benzoat 0.5%

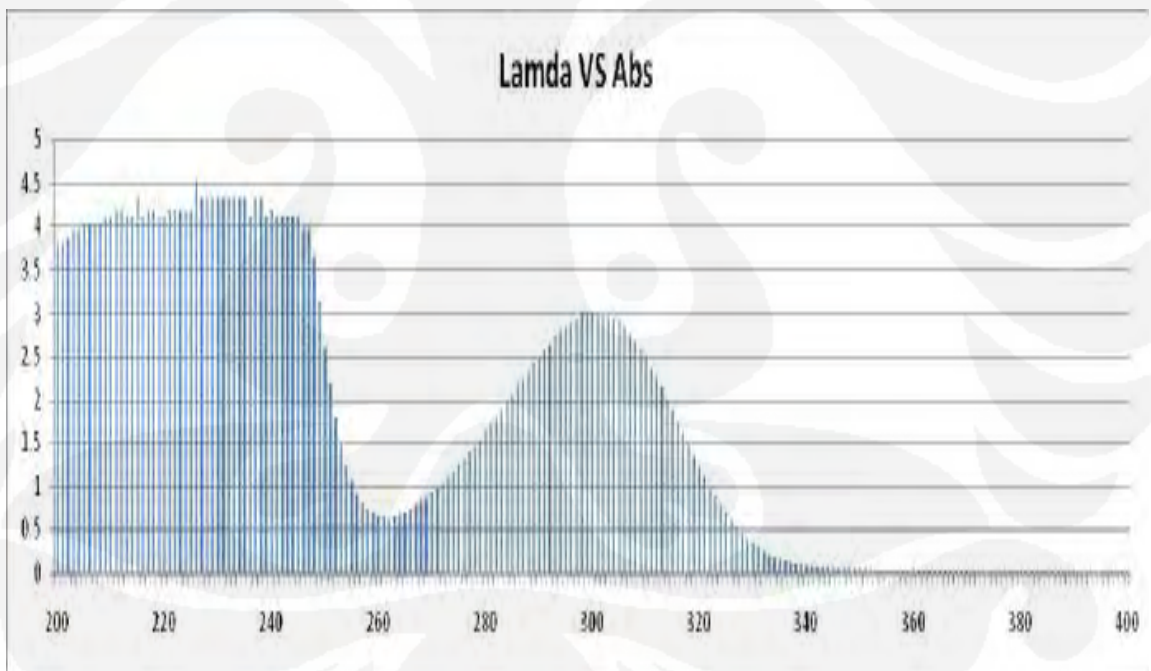
Tabel 5. Data Pengukuran Pertama Air Rawa NO<sub>3</sub> 5%:

$\lambda$	ABS	$\lambda$	ABS	$\lambda$	ABS	$\lambda$	ABS	$\lambda$	ABS
201	3.806	241	4.106	281	1.710	321	1.115	361	0.021
202	3.852	242	4.106	282	1.799	322	0.999	362	0.020
203	3.960	243	4.106	283	1.885	323	0.887	363	0.021
204	3.960	244	4.106	284	1.972	324	0.783	364	0.018
205	4.027	245	4.106	285	2.060	325	0.687	365	0.020
206	4.027	246	3.960	286	2.153	326	0.602	366	0.019
207	4.027	247	3.960	287	2.240	327	0.527	367	0.018
208	4.027	248	3.659	288	2.330	328	0.455	368	0.018
209	4.106	249	3.135	289	2.406	329	0.392	369	0.018
210	4.106	250	2.608	290	2.493	330	0.334	370	0.017
211	4.203	251	2.168	291	2.571	331	0.288	371	0.018
212	4.203	252	1.789	292	2.651	332	0.248	372	0.017
213	4.106	253	1.475	293	2.722	333	0.214	373	0.018
214	4.106	254	1.239	294	2.795	334	0.184	374	0.017
215	4.327	255	1.051	295	2.845	335	0.159	375	0.017
216	4.106	256	0.906	296	2.884	336	0.137	376	0.017
217	4.203	257	0.809	297	2.911	337	0.118	377	0.017
218	4.203	258	0.734	298	2.982	338	0.102	378	0.016
219	4.106	259	0.684	299	2.982	339	0.089	379	0.017
220	4.106	260	0.654	300	2.982	340	0.078	380	0.016
221	4.203	261	0.640	301	2.982	341	0.069	381	0.016
222	4.203	262	0.639	302	2.964	342	0.060	382	0.016
223	4.203	263	0.652	303	2.951	343	0.054	383	0.016
224	4.203	264	0.672	304	2.928	344	0.048	384	0.015
225	4.203	265	0.699	305	2.890	345	0.043	385	0.015
226	4.503	266	0.735	306	2.831	346	0.039	386	0.015
227	4.327	267	0.772	307	2.747	347	0.037	387	0.015
228	4.327	268	0.817	308	2.670	348	0.033	388	0.014
229	4.327	269	0.867	309	2.579	349	0.030	389	0.014
230	4.327	270	0.919	310	2.483	350	0.028	390	0.015
231	4.327	271	0.977	311	2.368	351	0.027	391	0.015
232	4.327	272	1.038	312	2.250	352	0.026	392	0.015
233	4.327	273	1.098	313	2.130	353	0.024	393	0.014
234	4.327	274	1.167	314	2.007	354	0.022	394	0.015
235	4.327	275	1.236	315	1.875	355	0.022	395	0.014
236	4.106	276	1.308	316	1.741	356	0.021	396	0.014
237	4.327	277	1.386	317	1.605	357	0.021	397	0.014
238	4.327	278	1.467	318	1.476	358	0.021	398	0.014
239	4.106	279	1.546	319	1.347	359	0.020	399	0.014
240	4.203	280	1.629	320	1.229	360	0.027	400	0.014





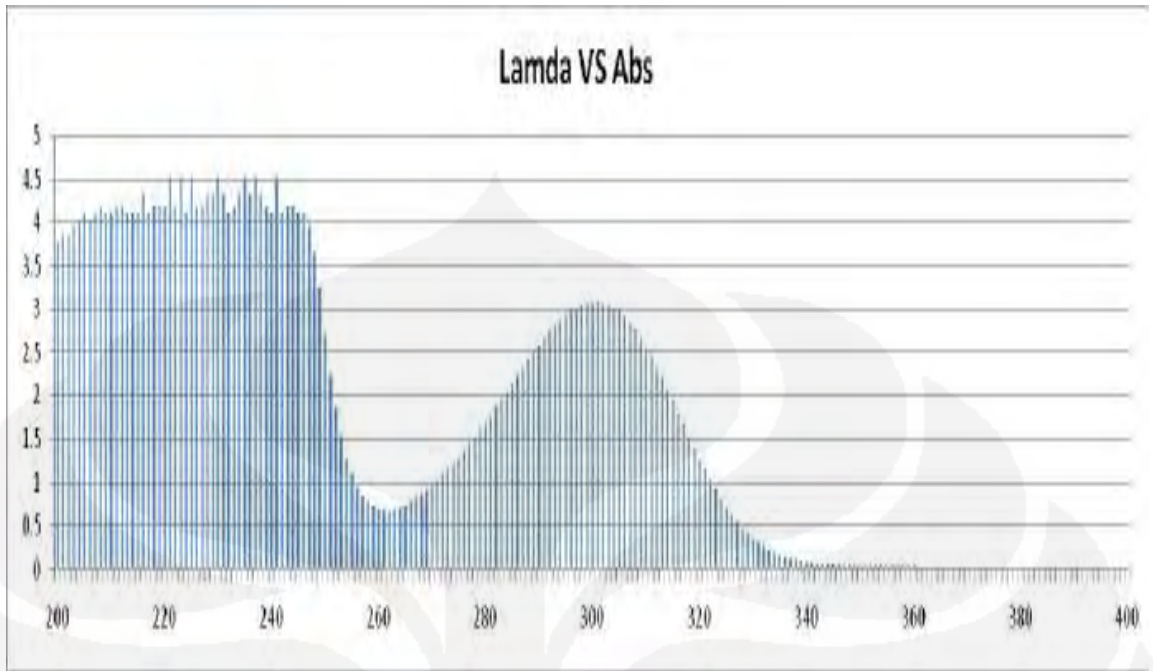
Gambar 13. Grafik Pengukuran Pertama Air Rawa NO<sub>3</sub> 5%



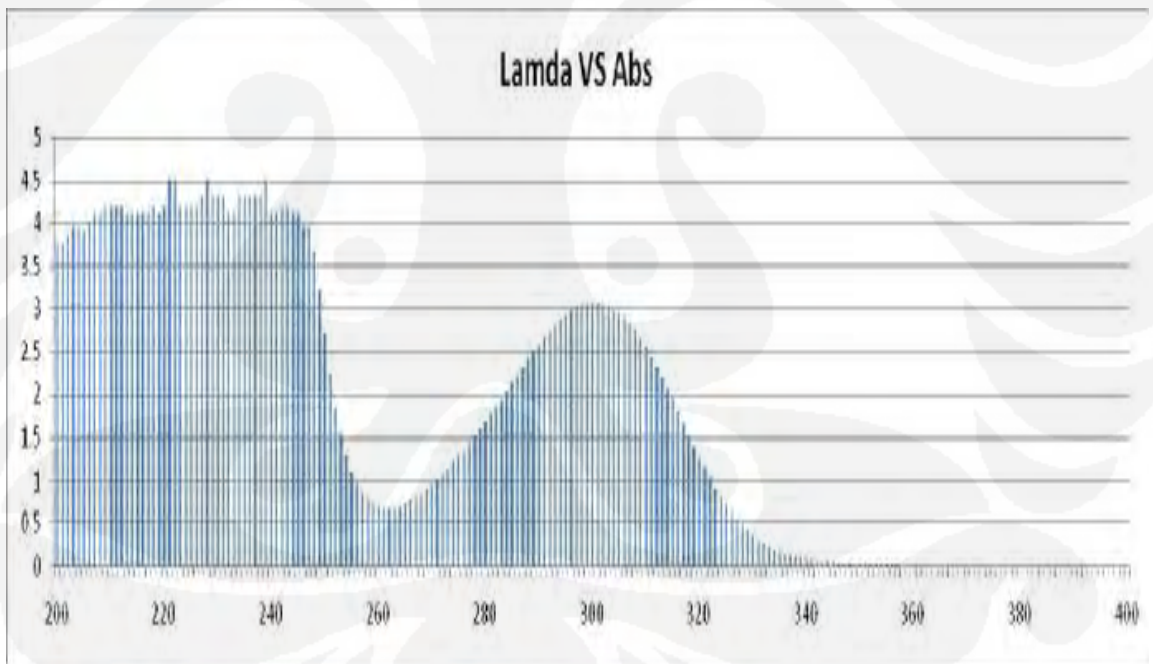
Gambar 14. Grafik Pengukuran Kedua Air Rawa NO<sub>3</sub> 5%

Tabel 6. Data Pengukuran Pertama Air Danau NO<sub>3</sub> 5%:

$\lambda$	ABS	$\lambda$	ABS	$\lambda$	ABS	$\lambda$	ABS	$\lambda$	ABS
201	3.852	241	4.503	281	1.777	321	1.153	361	0.021
202	3.852	242	4.106	282	1.869	322	1.030	362	0.020
203	3.960	243	4.203	283	1.954	323	0.917	363	0.020
204	4.027	244	4.203	284	2.045	324	0.806	364	0.018
205	4.106	245	4.106	285	2.142	325	0.708	365	0.019
206	4.027	246	4.106	286	2.230	326	0.622	366	0.018
207	4.106	247	3.960	287	2.321	327	0.544	367	0.018
208	4.203	248	3.659	288	2.417	328	0.470	368	0.017
209	4.106	249	3.228	289	2.495	329	0.407	369	0.018
210	4.106	250	2.708	290	2.582	330	0.347	370	0.018
211	4.203	251	2.242	291	2.663	331	0.298	371	0.017
212	4.203	252	1.861	292	2.740	332	0.258	372	0.016
213	4.106	253	1.543	293	2.804	333	0.222	373	0.017
214	4.106	254	1.291	294	2.874	334	0.194	374	0.016
215	4.106	255	1.102	295	2.934	335	0.166	375	0.016
216	4.327	256	0.953	296	2.976	336	0.143	376	0.015
217	4.106	257	0.849	297	3.015	337	0.124	377	0.015
218	4.203	258	0.774	298	3.044	338	0.108	378	0.015
219	4.203	259	0.723	299	3.067	339	0.092	379	0.015
220	4.203	260	0.691	300	3.075	340	0.082	380	0.015
221	4.503	261	0.676	301	3.083	341	0.072	381	0.014
222	4.203	262	0.677	302	3.067	342	0.064	382	0.014
223	4.503	263	0.689	303	3.037	343	0.057	383	0.014
224	4.106	264	0.711	304	3.015	344	0.051	384	0.014
225	4.503	265	0.738	305	2.982	345	0.047	385	0.013
226	4.203	266	0.774	306	2.911	346	0.044	386	0.013
227	4.203	267	0.813	307	2.840	347	0.039	387	0.013
228	4.327	268	0.858	308	2.763	348	0.036	388	0.013
229	4.327	269	0.910	309	2.673	349	0.033	389	0.013
230	4.503	270	0.962	310	2.559	350	0.031	390	0.012
231	4.327	271	1.025	311	2.444	351	0.029	391	0.012
232	4.106	272	1.086	312	2.332	352	0.029	392	0.013
233	4.203	273	1.147	313	2.197	353	0.026	393	0.012
234	4.327	274	1.220	314	2.070	354	0.025	394	0.012
235	4.503	275	1.287	315	1.937	355	0.024	395	0.012
236	4.327	276	1.365	316	1.798	356	0.024	396	0.012
237	4.503	277	1.446	317	1.661	357	0.024	397	0.012
238	4.327	278	1.525	318	1.520	358	0.023	398	0.012
239	4.203	279	1.609	319	1.390	359	0.023	399	0.011
240	4.106	280	1.695	320	1.271	360	0.026	400	0.011



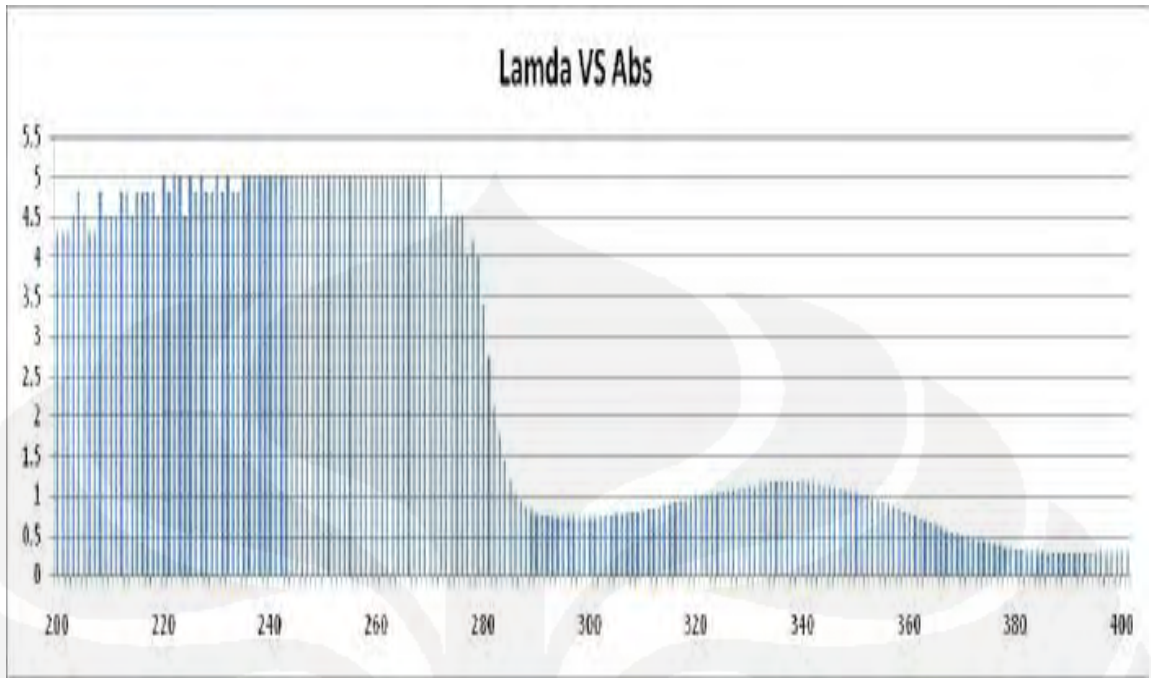
Gambar 15. Grafik Pengukuran Pertama Air Danau NO<sub>3</sub> 5%



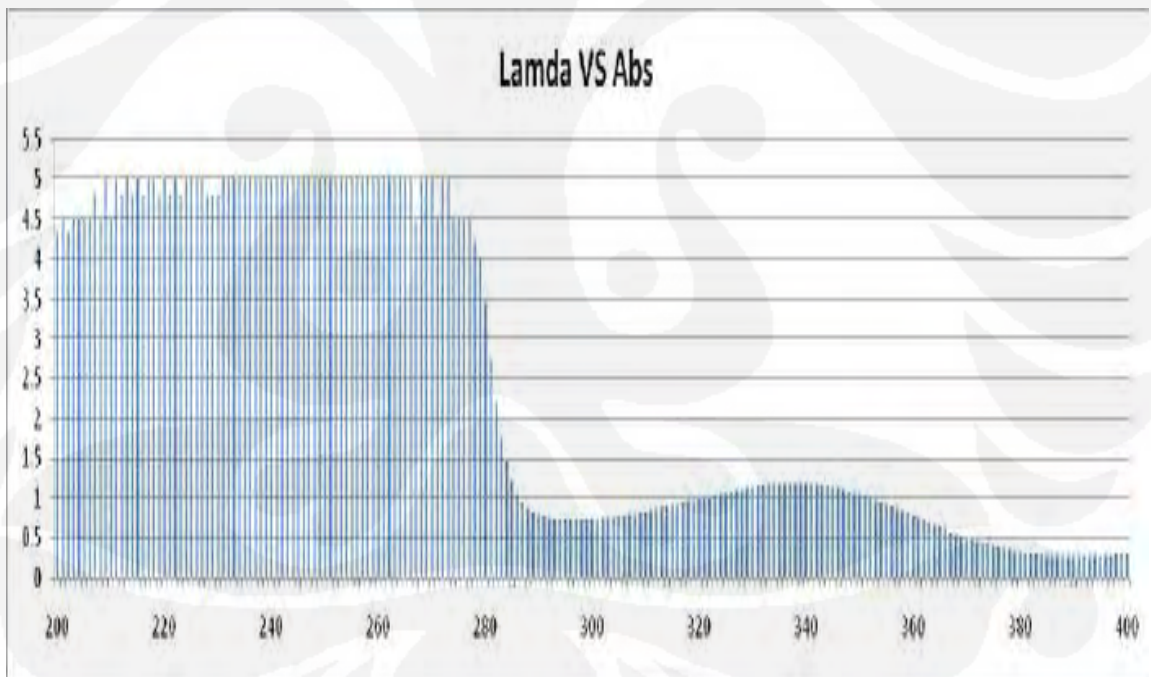
Gambar 16. Grafik Pengukuran Kedua Air Danau NO<sub>3</sub> 5%

Tabel 7. Data Pengukuran Pertama Minuman C Asam Benzoat 0.5%:

$\lambda$	ABS	$\lambda$	ABS	$\lambda$	ABS	$\lambda$	ABS	$\lambda$	ABS
201	4.327	241	5.000	281	2.744	321	0.991	361	0.740
202	4.327	242	5.000	282	2.159	322	1.008	362	0.712
203	4.503	243	5.000	283	1.742	323	1.022	363	0.688
204	4.803	244	5.000	284	1.429	324	1.038	364	0.654
205	4.503	245	5.000	285	1.191	325	1.054	365	0.627
206	4.327	246	5.000	286	1.038	326	1.067	366	0.600
207	4.327	247	5.000	287	0.934	327	1.082	367	0.572
208	4.803	248	5.000	288	0.863	328	1.098	368	0.545
209	4.503	249	5.000	289	0.816	329	1.110	369	0.523
210	4.503	250	5.000	290	0.781	330	1.121	370	0.498
211	4.503	251	5.000	291	0.757	331	1.133	371	0.475
212	4.803	252	5.000	292	0.741	332	1.144	372	0.454
213	4.803	253	5.000	293	0.730	333	1.151	373	0.433
214	4.503	254	5.000	294	0.723	334	1.159	374	0.414
215	4.803	255	5.000	295	0.718	335	1.164	375	0.397
216	4.803	256	5.000	296	0.717	336	1.170	376	0.381
217	4.803	257	5.000	297	0.717	337	1.174	377	0.366
218	4.803	258	5.000	298	0.718	338	1.171	378	0.353
219	4.503	259	5.000	299	0.721	339	1.170	379	0.341
220	5.000	260	5.000	300	0.725	340	1.167	380	0.330
221	4.803	261	5.000	301	0.730	341	1.162	381	0.319
222	5.000	262	5.000	302	0.736	342	1.153	382	0.313
223	5.000	263	5.000	303	0.744	343	1.144	383	0.306
224	4.503	264	5.000	304	0.753	344	1.132	384	0.300
225	5.000	265	5.000	305	0.765	345	1.120	385	0.295
226	4.803	266	5.000	306	0.774	346	1.107	386	0.293
227	5.000	267	5.000	307	0.784	347	1.092	387	0.288
228	4.803	268	5.000	308	0.794	348	1.073	388	0.287
229	4.803	269	5.000	309	0.807	349	1.055	389	0.286
230	5.000	270	4.503	310	0.819	350	1.035	390	0.284
231	4.803	271	4.503	311	0.833	351	1.014	391	0.285
232	5.000	272	5.000	312	0.848	352	0.991	392	0.285
233	4.803	273	4.503	313	0.864	353	0.965	393	0.288
234	4.803	274	4.503	314	0.880	354	0.940	394	0.289
235	5.000	275	4.503	315	0.895	355	0.912	395	0.292
236	5.000	276	4.503	316	0.912	356	0.885	396	0.295
237	5.000	277	4.027	317	0.929	357	0.860	397	0.298
238	5.000	278	4.203	318	0.945	358	0.831	398	0.301
239	5.000	279	4.027	319	0.961	359	0.806	399	0.305
240	5.000	280	3.409	320	0.976	360	0.775	400	0.309



Gambar 17. Grafik Pengukuran Pertama Minuman C Asam Benzoat 0.5%



Gambar 18. Grafik Pengukuran Pertama Minuman C Asam Benzoat 0.5%