

TUGAS AKHIR

**STUDI PENGGUNAAN SPEKTROFOTOMETER SEDERHANA
UNTUK MENDETEKSI LOGAM BERAT KROMIUM DALAM
LIMBAH PABRIK TEKSTIL**



MUHAMMAD LUTHFI PRATIKA

NPM: 2012720007

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2017**

UNDERGRADUATE THESIS

**STUDIES USING A SIMPLE SPECTROPHOTOMETER TO
DETECT HEAVY METAL OF CHROMIUM IN TEXTILE
WASTE**



MUHAMMAD LUTHFI PRATIKA

NPM: 2012720007

**DEPARTEMENT OF PHYSICS FISIKA
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
2017**



LEMBAR PENGESAHAN

Studi Penggunaan Spektrofotometer Sederhana untuk Mendeteksi Logam Berat Kromium dalam Limbah Pabrik Tekstil

MUHAMMAD LUTHFI PRATIKA

NPM: 2012720007

Bandung, 6 Januari 2017

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Philips N. Gunawidjaja, Ph.D.

Pembimbing Serta

Risti Suryantari, S.Si, M.Sc

Penguji I

drs. Janto Vincent Sulungbudi

Penguji II

Flaviana, S.Si., M.T.

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Philips N. Gunawidjaja, Ph.D.



PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

Studi Penggunaan Spektrofotometer Sederhana untuk Mendeteksi Logam Berat Kromium dalam Limbah Pabrik Tekstil

adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya, apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non-formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini.

Dinyatakan di Bandung,
Tanggal 6 Januari 2017



Muhammad Luthfi Pratikta
NPM: 2012720007

RINGKASAN

Tujuan tugas akhir ini adalah untuk mendeteksi kandungan logam berat kromium VI dalam limbah pabrik tekstil menggunakan spektrofotometer sederhana yang dibuat dengan biaya murah dan mudah. Limbah tekstil dapat berbahaya jika kandungan kromium VI terakumulasi ke dalam tubuh manusia. Lampu halogen digunakan sebagai sumber cahaya untuk spektrofotometer sederhana dan kamera iphone 6 digunakan untuk merekam gambar dari spektrum sampel. Spektrum tersebut kemudian diolah menggunakan perangkat lunak MATLAB untuk mendapatkan nilai absorbansi sampel. Hasil yang didapatkan dapat digunakan untuk mendeteksi kromium VI yang dihasilkan oleh limbah tekstil. Hasil tersebut konsisten dengan hasil yang didapatkan menggunakan spektrofotometer UV-*visible*.

Kata-kata kunci: spektrofotometer sederhana, absorbansi, kromium

ABSTRACT

The aim of this final project is to detect the presence of chromium VI (heavy metal) in a textile factory waste using a simple spectrophotometer, which is cheap and easy to make. Textile waste can be dangerous if the content of chromium VI exceeds the threshold determined for human beings. A halogen lamp is used as a light source for the simple spectrophotometer and iPhone 6 camera is used to capture the image of the sample spectrum. The spectra are then processed using MATLAB software to obtain the absorbance value for sample. Result obtained from the simple spectrophotometer can be used to detect chromium VI present in textile waste. These results are consistent with those taken using UV-visible spectrophotometer.

Keywords: simple spectrophotometer, absorbance, chromium

Dedicated to my family and friends

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, kami panjatkan puja dan puji syukur atas kehadiran-Nya yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah, sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "Studi Penggunaan Spektrofotometer Sederhana untuk Mendeteksi Kandungan Logam Berat dalam Limbah Pabrik Tekstil" dan manfaatnya untuk masyarakat. Tugas akhir ini telah saya susun dengan maksimal dan mendapat bantuan dari berbagai pihak sehingga dapat memperlancar pembuatan makalah ini. Atas dukungan moril dan materil yang diberikan dalam penyusunan makalah ini, maka saya mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Philips Gunawidjaja, Ph.D., selaku ketua program studi fisika dan selaku dosen pembimbing utama yang selalu memberi masukan dan nasihat agar tugas akhir saya dilakukan dengan baik.
2. Ibu Risti Suryantari, M.Si., selaku pembimbing serta yang telah memberikan bimbingan, saran, dan ide untuk memperlancar tugas akhir saya.
3. Bapak dan Ibu Dosen program studi fisika yang telah mendidik dan membekali saya dengan ilmu pengetahuan.
4. Kedua orang tua yang telah membesarkan, mendidik, mendoakan, dan membiayai saya dari lahir hingga saat ini.
5. Keluarga besar yang selalu mendukung dan mendoakan.
6. Rahma Fathia yang telah menemani dan memberi masukan kepada saya dalam pengerjaan tugas akhir ini hingga selesai.
7. Teman-teman jurusan fisika terutama angkatan 2012 yang telah memberi dorongan dan memberi semangat dalam penulisan tugas akhir ini.

Saya menyadari bahwa tugas akhir ini belumlah sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun dari rekan-rekan sangat dibutuhkan untuk penyempurnaan tugas akhir ini.

Bandung, Januari 2017

Penulis

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penulisan	2
1.3.1 Tujuan Umum	2
1.3.2 Tujuan Khusus	3
1.4 Ruang Lingkup Pembahasan	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pencemaran air	5
2.2 Kandungan Logam pada Limbah Cair Industri Tekstil	6
2.3 Logam Kromium	7
2.3.1 Kromium Heksavalen	8
2.3.2 Efek Toksik Kromium (VI)	9
2.4 Spektrofotometer UV-visible	9
2.4.1 Hukum Dasar Spektrofotometer	10
2.4.2 Prinsip Dasar	11
2.4.3 Komponen Spektrofotometer	12
2.4.4 Cara Kerja Spektrofotometer UV-visible	13
2.5 Spektrofotometer Sederhana	15
2.5.1 Prinsip Dasar	15
2.5.2 Cara Kerja	18
2.6 Pengolahan Citra	19
3 METODE PENELITIAN	21
3.1 Tahapan Penelitian	21
3.2 Tempat Penelitian	24
3.3 Alat dan Bahan	24
3.3.1 DVD	25
3.3.2 Lampu Halogen	26
3.3.3 Kamera dari Handphone	26
3.4 Prosedur Penelitian	27
3.4.1 Pembuatan Spektrofotometer Sederhana	28
3.4.2 Langkah Kalibrasi Alat	31
3.4.3 Pengambilan Spektrum Sampel	33
3.4.4 Pengolahan Citra	34

4	HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1	Hasil	37
4.1.1	Hasil Pengujian Menggunakan Spektrofotometer Sederhana	37
4.1.2	Hasil Pengujian Menggunakan Spektrofotometer UV-visible	40
4.2	Pembahasan	42
5	KESIMPULAN DAN SARAN	47
5.1	Kesimpulan	47
5.2	Saran	48
	BIBLIOGRAFI	49

DAFTAR GAMBAR

2.1	<i>Chromic Acid</i>	8
2.2	Spektrofotometer <i>UV-visible</i>	11
2.3	Proses yang terjadi di spektrofotometer <i>UV-visible</i>	12
2.4	Wadah Sampel	13
2.5	<i>Setting blank</i> pada spektrofotometer <i>UV-visible</i>	14
2.6	Penempatan sampel air limbah ke spektrofotometer <i>UV-visible</i>	15
2.7	Cahaya yang melewati celah sempit	15
2.8	Difraksi yang terjadi pada kisi	16
2.9	Difraksi yang terjadi pada keping DVD	17
2.10	Difraksi cahaya (polikromatis) akan menghasilkan pola berupa spektrum pelangi	17
3.1	Alur Penelitian	21
3.2	Wadah Sampel	22
3.3	Beberapa lapisan komponen dari DVD	25
3.4	Ukuran kisi dan jarak kisi DVD	25
3.5	Lampu halogen 50 <i>watt</i>	26
3.6	Komponen kamera <i>iPhone 6</i>	27
3.7	Cahaya tampak melewati slit	28
3.8	Desain spektrofotometer sederhana	29
3.9	Keping DVD dibagi menjadi dua bagian	29
3.10	Pemotongan kisi difraksi pada DVD	29
3.11	Spektrofotometer sederhana	30
3.12	Kotak hitam	30
3.13	Komponen kotak hitam	30
3.14	Penempatan posisi <i>slit</i> secara vertikal	31
3.15	Kalibrasi spektrum	31
3.16	Proses kalibrasi spektrofotometer sederhana	31
3.17	Spektrum halogen menggunakan spektrofotometer sederhana	32
3.18	Transmitansi citra spektrum lampu halogen	32
3.19	Transmitansi referensi	32
3.20	Pengambilan citra spektrum air menggunakan lampu halogen	33
3.21	Spektrum dari air yang dihasilkan dari spektrofotometer sederhana	33
3.22	Transmitansi citra spektrum air menggunakan lampu halogen	33
3.23	Proses pengolahan citra	34
3.24	Pengolahan spektrum menggunakan MATLAB	35
4.1	Gambar dan spektrum dari sampel yang ditampilkan pada MATLAB	37
4.2	Gambar dan spektrum dari larutan kromium yang ditampilkan pada MATLAB	37
4.3	Transmitansi dari sampel yang ditampilkan pada MATLAB	38
4.4	Kurva absorbansi dari setiap sampel yang diuji menggunakan spektrofotometer sederhana	38
4.5	Variasi kromium dengan beberapa konsentrasi	39
4.6	Absorbansi dari variasi kromium dengan beberapa konsentrasi	39

4.7	Garis linier dari konsentrasi kromium	40
4.8	Kurva absorbansi yang dihasilkan dengan pengujian menggunakan spektrofotometer UV-visible	41
4.9	Titik puncak absorbansi yang dihasilkan dari pengujian spektrofotometer UV-visible	41
4.10	Variasi kromium dengan beberapa konsentrasi	42
4.11	Intensitas MATLAB	42
4.12	Konversi data dari transmitansi menjadi absorbansi	43
4.13	Perbandingan sampel A dengan kromium	43
4.14	Perbandingan sampel B dengan kromium	43
4.15	Perbandingan sampel C dengan kromium	44
4.16	Perbandingan sampel D dengan kromium	44
4.17	Perbandingan sampel E dengan kromium	44
4.18	Transmitansi sampel pewarna tekstil	45
4.19	Absorbansi sampel pewarna tekstil	45

DAFTAR TABEL

2.1	Karakteristik air limbah industri tekstil	7
3.1	Karakteristik warna dari sampel yang diuji menggunakan prinsip absorbansi	23
4.1	Absorbansi maksimum pada panjang gelombang setiap sampel menggunakan spektrofotometer sederhana	39
4.2	Absorbansi maksimum pada panjang gelombang setiap sampel kromium menggunakan spektrofotometer sederhana	40
4.3	Absorbansi maksimum pada panjang gelombang setiap sampel	41

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri di Indonesia pada saat ini berkembang cukup pesat, hal ini ditandai dengan semakin banyaknya industri yang memproduksi berbagai jenis kebutuhan manusia. Hal ini tentu berdampak positif bagi perekonomian negara, namun dengan bertambahnya industri tersebut, maka semakin banyak pula hasil sampingan yang diproduksi sebagai limbah. Terdapat banyak kandungan kimiawi yang terdapat di dalam limbah tersebut. Salah satu kandungan dari limbah tersebut adalah logam berat. Logam berat ialah benda padat atau cair yang memiliki massa jenis lebih dari 5 g/cm^3 dan bersifat racun bagi manusia apabila terakumulasi dalam tubuh melebihi batas minimum yang dianjurkan. Unsur yang termasuk ke dalam jenis logam berat adalah besi (Fe), mangan (Mn), seng (Zn), kadmium (Cd), kromium (Cr), tembaga (Cu), timbal (Pb), nikel (Ni) dan raksa (Hg).

Berdasarkan sudut pandang toksikologi, logam berat ini dapat dibagi dalam dua jenis. Jenis pertama adalah logam berat esensial, dimana keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup yaitu sebagai mikro nutrien (zat gizi mikro). Namun menyebabkan efek racun terhadap lingkungan jika kandungan logam berat didalamnya melebihi ambang batas. Sedangkan jenis kedua adalah logam berat tidak esensial atau beracun, dan dimana keberadaannya dalam tubuh masih belum diketahui manfaatnya atau bahkan dapat bersifat racun.

Logam berat mempunyai sifat racun yang sangat berbahaya dan menyebabkan penyakit serius bagi manusia apabila terakumulasi didalam tubuh. Limbah hasil produksi industri biasanya dibuang di lingkungan perairan sekitar. Apabila sungai telah tercemar, maka kondisi ini akan sangat berpengaruh terhadap kelangsungan hidup manusia itu sendiri. Seperti misalnya air sungai yang berada di sekitar pabrik tekstil dapat tercemar oleh air limbah dari pabrik tekstil tersebut.

Salah satu logam berat yang sering ditemui adalah kromium. Dalam penelitian ini dipilih kromium yang biasanya terkandung dalam pewarna tekstil, dan terdapat dalam air limbah tekstil yang dapat berbahaya untuk kelangsungan hidup manusia. Logam kromium adalah salah satu jenis polutan logam berat yang bersifat toksik dengan konsentrasi melebihi 1 mg/l dan juga bersifat korosif [1]. Di dalam tubuh manusia, logam kromium biasanya berada dalam bentuk ion Cr^{6+} . Kromium berlebih dapat menyebabkan kanker paru-paru, kerusakan hati (*liver*) dan ginjal. Jika mengalami kontak dengan kulit dengan konsentrasi melebihi $1,5 \text{ mg/l}$ menyebabkan iritasi, dan jika tertelan dapat menyebabkan sakit perut dan muntah.

Berbagai upaya telah banyak dilakukan untuk menganalisis logam berat yang terdapat di lingkungan perairan. Namun dibutuhkan alat yang relatif mahal dan sulit diperoleh, seperti spektrofotometer UV-*visible*. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dibuat spektrofotometer sederhana dengan bahan yang mudah didapat dan relatif murah, kemudian dilakukan pengujian apakah spektrofotometer sederhana dapat digunakan untuk mendeteksi kandungan logam berat kromium (VI) di lingkungan perairan. Larutan sampel yang diuji memiliki warna komplementer cahaya tampak, untuk membuktikan bahwa larutan sampel memiliki kandungan kromium, maka dibuat larutan yang memiliki warna yang sama dengan sampel, yaitu dengan larutan kromium (VI). Dengan dibuatnya beberapa konsentrasi (ppm) larutan kromium (VI), maka dapat dilakukan kalibrasi dengan larutan sampel yang diuji.

1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah apakah spektrofotometer sederhana ini dapat digunakan untuk mendeteksi kandungan logam berat pada limbah tekstil?

1.3 Tujuan Penulisan

1.3.1 Tujuan Umum

Secara umum, tujuan penulisan tugas akhir ini adalah untuk membantu masyarakat agar dapat dengan mudah mendeteksi logam berat yang ada di perairan di lingkungan sekitarnya menggunakan spektrofotometer sederhana.

1.3.2 Tujuan Khusus

Mendeteksi kandungan logam berat kromium pada limbah pabrik tekstil dengan spektrofotometer sederhana.

1.4 Ruang Lingkup Pembahasan

Agar dalam pembahasan lebih terarah dan berjalan dengan baik, maka perlu adanya ruang lingkup pembahasan, meliputi:

1. Prinsip dasar fisika yang digunakan pada alat spektrofotometer.
2. Penjelasan mengenai logam berat, khususnya kromium.
3. Desain dan cara kerja spektrofotometer sederhana, yang diambil dari referensi yang digunakan dan dirinci lebih lanjut.

1.5 Sistematika Penulisan

Bab 1 Pendahuluan

Bab ini memaparkan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup pembahasan, dan sistematika pembahasan.

Bab 2 Tinjauan Pustaka

Bab ini membahas mengenai dasar teori, dimana dijelaskan mengenai logam berat yang mencemari lingkungan perairan, hukum dasar, dan cara kerja spektrofotometer.

Bab 3 Metode Penelitian

Bab ini membahas mengenai tahapan penelitian pengujian sampel, pembuatan spektrofotometer sederhana dan pengolahan data yang dilakukan untuk mencapai hasil.

Bab 4 Hasil dan Pembahasan

Bab ini membahas hasil yang didapat dari pengujian sampel menggunakan spektrofotometer UV-visible dan spektrofotometer sederhana yang kedua hasil tersebut memiliki hubungan.

Bab 5 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dibahas pada penelitian yang telah dilakukan ini. Pada kesimpulan membahas kesamaan prinsip kerja spektrofotometer UV-visible dengan spektrofotometer sederhana dan menyimpulkan hasil uji sampel air limbah dari kedua alat tersebut.