

**PENGARUH BERAT KAOLIN TERHADAP  
KONSENTRASI LOGAM DAN SENYAWA ORGANIK  
PADA PENGOLAHAN LIMBAH OLI BEKAS**

**SKRIPSI**

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



Disusun oleh:

**BAYU RAMADHAN**

**No. Mahasiswa: 15612155**

**PROGRAM STUDI KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2017**

**PENGARUH BERAT KAOLIN TERHADAP  
KONSENTRASI LOGAM DAN SENYAWA ORGANIK  
PADA PENGOLAHAN LIMBAH OLI BEKAS**

oleh:

**Bayu Ramadhan**  
NIM: 15612155

Telah dipertahankan dihadapkan Panitia Ujian skripsi  
Program Studi Ilmu Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Islam Indonesia

Tanggal : 09 Februari 2017

Dewan Penguji

1. Prof. Riyanto, M.Si., Ph.D
2. Amri Setyawati, M.Sc
3. M. Arsyik Kurniawan, M.Sc

Tanda Tangan



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



Drs. Alwar, M.Sc., Ph.D

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Warahmattullahi Wabarakatuh*

Alhamdulillah, saya panjatkan puji dan syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat yang telah diberikan, serta shalawat dan salam yang selalu disanjungkan kepada junjungan nabi besar Muhammad SAW, sehingga atas rahmat, karunia, dan ridho-Nya Tugas Akhir saya yang berjudul “Pengaruh Berat Kaolin Terhadap Konsentrasi Logam Dan Senyawa Organik Pada Pengolahan Limbah Oli Bekas” ini sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu dapat diselesaikan dengan lancar dan baik.

Saya selaku penulis sangat sadar bahwa dalam pengerjaan tugas akhir ini mengalami banyak kesulitan, namun berkat bimbingan, arahan dan petunjuk dari berbagai pihak saya dapat melaluinya dengan baik. Dalam kesempatan ini, saya ingin menyampaikan rasa terimakasih saya kepada orang tua, dosen, saudara-saudara dan rekan saya yang telah ikut serta membantu saya dalam memberikan bantuan berupa dorongan semangat dan doa hingga terselesaikannya tugas akhir ini. Ucapan terimakasih saya sampaikan pula kepada:

1. Bapak Drs. Allwar, M.Sc., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam serta seluruh jajaran tim administrasinya.
2. Ibu Dr. Is Fatimah, M.Si. selaku ketua Prodi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia.

3. Bapak Prof. Riyanto, Ph.D., selaku dosen pembimbing tugas akhir saya yang tak lelah dengan kesabarannya memberikan ilmu, saran, bimbingan serta waktunya.
4. Seluruh jajaran dosen jurusan Kimia yang telah melimpahkan ilmunya kepada saya selama di bangku perkuliahan ini.
5. Kedua orang tua yang saya cintai, Bapak Harsono dan Ibu Suhani Isdiyah S.Pd., serta adik saya Dini Yulia Cahya dan Hari Dewanto atas segala pengorbanan, semangat dan doa yang selalu dipanjatkan kepada saya.
6. Serta semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu. Semoga amal baik mereka diterima dan dilipatgandakan oleh Allah SWT.

Selain itu pula, saya menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih ditemui banyak kekurangan, maka dari itu saya mengharapkan kritik dan saran dari pembaca yang dapat membangun, agar dapat tercapai penyusunan karya lain di kemudian hari yang lebih baik. Semoga dengan adanya tugas akhir ini dapat diambil manfaatnya bagi semua orang dan bagi diri sendiri. Amin ya Robbal a'lamn. *Wassalamu'alaikum Warahmatullohi Wabarakatuh.*

Yogyakarta, 01 Januari 2017

Bayu Ramadhan

## Daftar isi

Lembar Pengesahan .....	ii
Halaman Persembahan .....	iv
Kata Pengantar .....	v
Daftar Isi.....	vii
Daftar Tabel .....	ix
Datar Gambar .....	x
Intisari .....	xi
Abstract .....	xii
Isi Proposal.....	1
Bab I Pendahuluan .....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
Bab II Tinjauan Pustaka .....	5
Bab III Dasar Teori .....	8
3.1 Minyak pelumas .....	8
3.2 Jenis-Jenis pengolahan Limbah Oli .....	10
3.3 Adsorpsi .....	11
3.4 Ekstraksi.....	12
3.5 Kaolin.....	17
3.6 AAS ( <i>Atomic Absorption Spectrophotometry</i> ).....	20
3.7 Kromatografi Gas-Spektrofotometer Massa .....	22
Bab IV Metode Penelitian.....	25

4.1 Alat .....	25
4.2 Bahan.....	26
4.3 Cara kerja .....	26
Bab V Hasil dan Pembahasan .....	30
5.1 Data Pengamatan Logam Dalam Limbah Oli bekas Sebelum Proses dan Sesudah Proses .....	30
5.2 Data Pengamatan Logam Dalam Limbah Oli Bekas Dengan Penambahan Asam Asetat.....	35
5.3 Data Pengamatan Senyawa Organik Dalam Limbah Oli bekas Sesudah Proses.....	37
Bab VI Kesimpulan dan saran.....	45
6.1 Kesimpulan .....	45
6.2 Saran .....	46
Daftar Pustaka .....	47
Lampiran .....	49



## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Perbandingan Kandungan Logam Dalam Limbah Oli Bekas Baik Sebelum dan Sesudah Dengan Standart Oli Baru .....	30
Tabel 2. Efek Penambahan Asam Asetat, Butanol dan KOH Menggunakan Absorben Kaolin Terhadap Konsentrasi Logam Pada Limbah Oli Bekas.....	36
Tabel 3. Peak Kromatogram ekstrasi limbah oli bekas.....	39
Tabel 4. Peak kromatogram Limbah Oli Bekas Yang Sudah Melalui Proses Pengolahan .....	42
Tabel 5. Perbandingan senyawa organik sebelum dan sesudah proses pengolahan oli bekas .....	43



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Proses ekstraksi cair-cair.....	15
Gambar 2. Aplikasi proses ekstraksi cair-cair.....	15
Gambar 3. Bentuk struktur kaolin.....	20
Gambar 4. Peak kromatogram ekstraksi limbah oli bekas.....	38
Gambar 5. Peak kromatogram setelah mengalami proses pengolahan.....	41
Gambar 6. Hasil pengolahan limbah oli bekas menggunakan kaolin dengan variasi berat.....	71
Gambar 7. Proses penyerapan logam berat menggunakan absorben kaolin.....	71
Gambar 8. Proses ekstraksi senyawa organik dalam limbah oli bekas.....	72
Gambar 9. Proses destruksi limbah oli bekas pada penentuan kandungan logam.....	72





# **PENGARUH BERAT KAOLIN TERHADAP KONSENTRASI LOGAM DAN SENYAWA ORGANIK PADA PENGOLAHAN LIMBAH OLI BEKAS**

**BAYU RAMADHAN**

**No. Mahasiswa: 15612155**

## **INTISARI**

Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh berat kaolin terhadap konsentrasi logam dan senyawa organik pada pengolahan limbah oli bekas. Proses pengolahan limbah oli bekas menggunakan tiga variasi perbedaan berat kaolin menggunakan larutan butanol dan KOH. Produk yang dihasilkan dianalisis menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (AAS) dan Kromatografi Gas (GC). Kandungan logam Ca, Mg, Pb, Fe, dan Cr pada oli bekas sebelum diolah secara berurutan adalah 1020,4878 ppm, 367,0221 ppm, 167,4 ppm, 36,7556 ppm, 1,8ppm. Kandungan logam Ca, Mg, Pb, Fe, dan Cr pada oli bekas setelah diolah secara berurutan adalah 0,1669 ppm, 9,8461ppm, 34,0720 ppm, 78,2209 ppm, 1,2040ppm. Dari ketiga variasi yang dibuat variasi ketiga dengan berat 1,5gram kaolin yang paling mendekati dengan standar kandungan logam pada oli baru. Sedangkan kandungan senyawa organik dalam limbah oli bekas terjadi penurunan dan yang tersisa adalah senyawa *1-Hidroxy-3-Pentyne*, butanol, *2-Methyl-3Heksanon*, *1,2 Dimethyl Hidrazyne*, *2-Hidroxy-1,3-Propaneyl* ester, dan *Hexadecanol*.

Kata kunci: Pengolahan Limbah Oli Bekas, Kaolin, Butanol, KOH

# **THE EFFECT OF KAOLIN WEIGHT TO METAL CONCENTRATION AND ORGANIC COMPOUND TO WASTE OIL TREATMENT**

**BAYU RAMADHAN**

**No. Mahasiswa: 15612155**

## **ABSTRACT**

It has conducted research on the effects of the concentration of kaolin heavy metals and organic compounds in waste treatment used oil. Used oil waste treatment process using three variations of the difference in weight kaolin using butanol solution and KOH. The resulting products were analyzed using Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) and gas chromatography (GC). Metal content of Ca, Mg, Pb, Fe and Cr in the used oil before it is processed sequentially is 1020.4878 ppm, 367.0221 ppm, 167.4 ppm, 36.7556 ppm, 1,8ppm. Metal content of Ca, Mg, Pb, Fe and Cr in the used oil after being processed sequentially is 0.1669 ppm, 9,8461ppm, ppm 34.0720, 78.2209 ppm, 1,2040ppm. Of the three variations are made, a third variation of the weight of kaolin 1,5gram closest to the standard metal content in the new oil. While the content of organic compounds in waste used oil and the remaining decrease is 1-hydroxy-3-Pentyne, butanol, 2-Methyl-3Heksanon, 1.2 Dimethyl Hidrazyne, 2-hydroxy-1,3-Propaneyl ester, and Hexadecanol

Key word : Used oil waste process, Kaolin, Butanol, KOH

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Oli bekas adalah limbah yang mengandung logam dari bensin atau mesin bermotor. Apabila logam tersebut masuk kedalam tubuh kita dan terakumulasi, maka akan mengakibatkan kerusakan ginjal, syaraf, dan penyakit kanker.

Pada saat ini oli (pelumas) merupakan kebutuhan pokok dalam setiap mesin. Semakin banyak pelumas yang dipakai maka semakin banyak juga limbah yang dihasilkan. Saat ini kebanyakan orang menggunakan oli bekas digunakan untuk mengolesi peralatan bengkel. Sebenarnya oli bekas mengandung zat yang sangat berbahaya. Dalam lampiran Peraturan Pemerintah No 18 tahun 1999 dinyatakan bahwa oli bekas adalah bahan yang masuk dalam kategori limbah yang sangat berbahaya serta beracun (B3). Bahan ini sangat berbahaya karena secara langsung atau tidak langsung akan mencemarkan lingkungan serta merusak lingkungan hidup. Tidak hanya itu, karena kandungan yang sangat beracun, oli bekas juga sangat berbahaya bagi kesehatan manusia. Oli bekas juga mengandung bahan-bahan kimia yang tidak baik untuk digunakan lagi. Oleh karena itu, pengelolaanya sebaiknya tidak sembarangan. Limbah oli bekas tidak boleh dibuang ke sungai, got, tempat pembakaran sampah ataupun di tanah karena akan mencemari lingkungan. Oli bekas mengandung hydro karbon dan juga sulfur yang akan sangat berbahaya jika terurai ditanah atau air. Selain mempunyai kandungan tersebut, kandungan yang berbahaya

dalam limbah oli bekas antara lain logam-logam seperti, tembaga, besi, krom, mangan.

Banyak orang-orang tidak mengerti cara pengolahan oli (pelumas) yang benar, bukan hanya tidak mengerti cara pengolahan, mereka pun kurang mengetahui tentang bahaya dari oli bekas (pelumas) tersebut. Sehingga mereka masih menyepelekan efek bahaya dari oli bekas (pelumas) tersebut dengan membuang sembarangan, membakarnya ataupun sebagai pelumas untuk rantai kendaraan mereka. Efek yang diberikan oli bekas bukan secara langsung, akan tetapi bertahap dan efeknya bisa dirasakan kira-kira puluhan tahun. Banyak yang mengira dengan cara dibakar oli bekas (pelumas) dapat menghilangkan semua kandungan berbahaya yang terdapat dalam oli bekas (pelumas) tersebut, namun faktanya justru menimbulkan masalah baru, pembakaran dari oli menghasilkan senyawa sulfat yang mengganggu lingkungan, karena menghasilkan banyak asap yang mengandung banyak senyawa belerang dan kandungan aromatik polintinya dapat menyebabkan kanker. Selain pembakaran jika oli bekas tersebut tumpah dan mengenai tanah, maka tanah tersebut sudah terkontaminasi logam maupun zat-zat berbahaya dalam oli bekas (pelumas) tersebut, akibatnya adalah tanah yang terkena tumpahan oli tersebut kehilangan unsur hara dan dapat merusak sumber air dalam tanah.

Selama ini oli bekas sudah diolah dengan berbagai cara baik kimia maupun fisika, akan tetapi masih belum optimal sehingga perlu diadakan penelitian ini. Beberapa pengolahan yang sudah dilakukan antara lain pengolahan oli bekas menggunakan berbagai absorben Abdel-Jabbar *et al.* (2010), dan proses

daur ulang oli bekas dengan agen pencuci baru seperti asam asetat milik Ihsan hamawand *et al.* (2013). Dari dua contoh pengolahan tersebut sudah berhasil mengolah oli bekas tapi masih banyak kekurangan.

### **1.2 Rumusan Masalah**

1. Berapa kandungan logam Ca, Mg, Pb, Fe, dan Cr pada oli bekas sebelum diolah?
2. Barapa kandungan logam Ca, Mg, Pb, Fe, dan Cr pada oli bekas setelah diolah?
3. Berapa berat optimal kaolin untuk mengolah oli bekas?
4. Komponen senyawa organik apa saja yang terdapat pada oli bekas sesudah proses pengolahan?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Untuk mengetahui kandungan logam Ca, Mg, Pb, Fe, dan Cr pada oli bekas sebelum diolah.
2. Untuk mengetahui kandungan logam Ca, Mg, Pb, Fe, dan Cr pada oli bekas setelah diolah.
3. Untuk mengetahui berat optimal kaolin pada proses pengolahan oli bekas.
4. Untuk mengetahui komponen senyawa organik yang ada pada oli bekas sesudah proses pengolahan.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

1. Dapat mengetahui kandungan logam Ca, Mg, Pb, Fe, dan Cr pada oli bekas sebelum diolah.

2. Dapat mengetahui kandungan logam Ca, Mg, Pb, Fe, dan Cr pada oli bekas setelah diolah.
3. Dapat mengetahui berat optimal kaolin pada proses pengolahan oli bekas.
4. Dapat mengetahui komponen senyawa organik yang ada pada oli bekas sesudah proses pengolahan.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Limbah minyak pelumas banyak dihasilkan dari kendaraan dan mesin. Limbah minyak pelumas ini memiliki kandungan berbahaya yang sangat tinggi mulai dari abu, residu karbon, bahan asphaltenic, logam, air, dan bahan kotor lainnya yang dihasilkan selama pelumas berada di dalam mesin. Penambahan beberapa senyawa dengan molekul itu berbeda jauh dari resin dalam hal ukuran dan stuktur oleh karena itu parameter kelarutan, menggeser keseimbangan yang ada di bagian non-asphaltene minyak. Hal ini ditemukan bahwa cairan alkana normal sering ditambahkan ke minyak dalam upaya untuk mengurangi viskositas minyak berat. Hasil dari penambahan ini terdapat perubahan dalam karakteristik keseluruhan minyak yang membuatnya lebih ringan. Asphaltenes adalah senyawa polar dan dapat distabilkan dengan kehadiran resin. Ketika minyak diencerkan dengan alkana normal, jumlah asphaltenes yang diendapkan tergantung pada jumlah karbon pelarut. Dalam lingkungan alkana normal, asphaltenes terflokulasi dan kemudian mengendap ke dalam fase padat. Fase padat adalah hasil dari partikel seperti porfirin, karbon, sulfur, dll terhubung ke asphaltene tersebut.

Battalova dan Likerova (1987) menunjukkan bahwa adsorben terbaik untuk proses finishing minyak pelumas adalah asam diaktifkan bentonit yang diaktifkan dengan asam, tetapi mekanisme ini pada komponen minyak petroleum belum dijelaskan secara detail. Pada percobaan ini menunjukkan bahwa menguji bentonit

dilakukan dengan dan tanpa penambahan asam sulfat 10%. Selain itu penelitian ini menunjukkan sifat yang lebih baik dari minyak pelumas.

Araujo dan Telles (1995) telah melakukan penelitian dan menunjukkan bahwa perlakuan akhir dari proses daur ulang minyak yang digunakan adalah dekolorisasi dan netralisasi. Senyawa dihapus pada langkah ini terutama produk dari degradasi oksidatif dari minyak dasar, seperti asam organik, ester, dan keton. Percobaan ini dilakukan menggunakan suhu yang dikontrol menggunakan reaktor batch dengan properti pencampuran yang baik. Sampel minyak yang disiapkan pada percobaan ini adalah minyak teroksidasi dan kemudian dijernihkan dengan tiga adsorben yang berbeda pada dua temperatur yang berbeda.

Reis dan Jeronimo (1988) menggunakan keton dan alkohol yang mudah larut dengan minyak pada suhu kamar. Dalam percobaan ini ditunjukkan bahwa larutan KOH yang ditambahkan kedalam suatu larutan alkohol dapat membantu meningkatkan penjerapan logam dan lumpur dari limbah pelumas tersebut.

Martins (1997) mempelajari tentang pelarut organik (n-heksana, 2-propanol, 1-butanol) untuk pembuangan lumpur dalam limbah oli. Percobaan menggunakan pelarut organik ini menunjukkan bahwa minyak 0,25% limbah, 0,35% n-hexane, dan 0,4% senyawa polar (80% 2-propanol, dan 20% 1-butanol dengan 3 g/L KOH) adalah aspek ekonomis untuk proses ekstraksi-flokulasi dalam pemurnian ulang limbah pelumas. Lumpur dari limbah pelumas bisa dipakai dalam pembentukan tinta aspal.

Limbah pelumas diolah dengan menggunakan asam sulfat yang dapat bereaksi dengan senyawa oksigen, aspal, dan resin. Selain senyawa tersebut



senyawa lain juga dapat bereaksi antara lain nitrogen dan senyawa berbasis sulfur dan komponen logam terlarut dengan membentuk endapan untuk kemudian diproses ulang. Warna dan bau yang masih tersisa dari proses pemurnian pelumas ini kemudian diproses menggunakan lumpur aktif.

Selain itu dalam penelitian yang lain menyebutkan bahwa proses pemurnian limbah pelumas ini dapat dilakukan dengan cara ekstraksi dan adsorpsi. Tujuan dari proses pemurnian limbah pelumas dengan menggunakan metode ekstraksi dan adsorpsi ini antara lain menggunakan sedikit pelarut organik dan dapat mengurangi efek pemanasan global, menjalankan setengah proses pengolahan pada suhu kamar, mengurangi hasil limbah yang terbentuk dan menggunakan biaya yang ekonomis. Sehingga semua orang dapat melakukan proses pengolahan limbah pelumas yang memang perlu diperhatikan saat ini. Proses yang dilakukan oleh Mohammed *et. all.* (2013) ini adalah membandingkan jenis pelarut yang terbaik untuk menjernihkan limbah pelumas. Beberapa jenis pelarut yang mereka gunakan antara lain adalah n-hexane, 1-butanol, petroleum ether, 1-hexanol, karbon tetra klorida, dan aseton. Dari semua pelarut organik tersebut yang memiliki tingkatan paling bagus untuk proses pengolahan limbah pelumas adalah 1-butanol.

## **BAB III**

### **DASAR TEORI**

#### **3.1 Minyak pelumas**

Minyak pelumas merupakan salah satu cairan yang paling penting yang digunakan di hampir semua kendaraan dan mesin. Minyak pelumas memainkan peran ganda perpindahan panas dan gesekan pengurangan yang mengurangi panas yang dihasilkan dalam mesin pembakaran internal. Pada dasarnya, bahan utama minyak pelumas adalah minyak bumi, dari minyak mentah atau disintesis di laboratorium. base oil dicampur dengan aditif untuk meningkatkan kemampuan minyak untuk bertindak sebagai lapisan antara permukaan kontak.

Selama penggunaan, minyak pelumas mengalami degradasi perubahan disebut dan kontaminasi, yang membuat minyak pelumas tidak efektif untuk digunakan lebih lanjut. Minyak pelumas mengalami degradasi normal itu sekitar 50%. Sisa dari jumlah kontaminan yang ada dilingkungan seperti komponen sisa bahan bakar mesin, dari proses keausan dengan produk padat bersama korosi dan kotoran, jelaga, produk pembakaran. Degradasi menyebabkan perubahan dalam viskometri dan sifat minyak. Perubahan dalam minyak pelumas struktur molekul isomerisasi dan polimerisasi yang terjadi akibat suhu tinggi saat mesin dijalankan.

Minyak pelumas bekas merupakan salah satu limbah cair yang melimpah di suatu negara dan perlu diperhatikan secara berlebihan. Saat ini, limbah cair ini telah dibuang ke lingkungan dan menciptakan banyak masalah. oli bekas dibuang di tanah ,

bawah selokan, atau dikirim ke tempat pembuangan sampah, di mana akhirnya akan merembes ke dalam tanah atau mengapung di atas permukaan air.

Limbah minyak dapat menjadi sumber daya yang sangat berharga, jika dikelola dengan baik. Ini memiliki berbagai fraksi halus minyak bumi dan kemungkinan pemulihan sangat tinggi. Minyak mentah rata-rata memiliki 3-8% basis-minyak, sedangkan minyak mentah lube biasanya memiliki 12-16% basis-minyak. ini membandingkan dengan 65-75% konten dipulihkan dasar-minyak dalam minyak otomotif digunakan, yang jika dibakar atau dibuang akan berarti hilangnya sumber daya alam yang berharga. Minyak daur ulang diproduksi dengan penyulingan pelarut atau *hydroprocessing* dapat digunakan sebagai bahan dasar pelumas di mesin modern. Metode yang paling penting untuk daur ulang bekas minyak pelumas adalah penyulingan dan reklamasi. Dari ini dua pilihan metode tersebut paling bisa dijangkau adalah penyulingan. Selama penyulingan sifat dari minyak berubah bertahap.

Beberapa proses daur ulang utama yang biasa digunakan meliputi; adsorpsi menggunakan absorben dengan bantuan pelarut, dan melalui proses seperti destilasi maupun ekstraksi. Karena proses pemisahan secara adsorpsi hanya memisahkan fisik kontaminan dan biasanya tidak ada perubahan warna minyak yang signifikan. Ini mengharuskan kita untuk mencari bagaimana cara mengolah limbah minyak pelumas tersebut dengan mengadopsi dari beberapa proses pemisahan yang berbeda untuk memperbaiki dan juga meningkatkan sifat kimia dari minyak daur ulang. Dalam proses daur ulang, beberapa tahap yang mungkin tergantung pada sumber asli minyak yang digunakan, tingkat

kontaminasi, dan kecanggihan teknologi yang digunakan. Sejumlah penelitian lain telah melaporkan hanya fokus pada reklamasi minyak pelumas bekas.

Salah satu proses yang bagus adalah proses penggabungan antara metode ekstraksi dengan adsorpsi. Dengan menggunakan metode gabungan ekstraksi dan adsorpsi, memberikan keuntungan sebagai berikut: menggunakan lebih sedikit cairan Pelarut organik; mengurangi efek pemanasan global, berjalan setengah proses pengobatan pada kondisi kamar, menggunakan sumber daya lokal, menghasilkan sedikit limbah-limbah dan memiliki modal yang lebih rendah.

### **3.2 Jenis Jenis Pengolahan Limbah Oli**

Pada dasarnya pengolahan limbah oli dibedakan menjadi dua yaitu secara kimia dan secara fisika. Pengolahan secara fisika yaitu suatu proses pengolahan menggunakan fisik saja, sedangkan proses pengolahan pelumas secara kimia yaitu suatu proses pemurnian menggunakan proses kimianya. Salah satu contoh pengolahan secara fisika yaitu pengolahan menggunakan metode adsorpsi (penyerapan) menggunakan adsorben seperti arang aktif, lumpur ataupun menggunakan abu sekam padi. Untuk proses pengolahan limbah oli secara kimia yaitu menggunakan proses seperti distilasi ataupun ekstraksi dalam pemisahan logam berat ataupun zat-zat kimia yang terkandung dalam oli bekas. Proses pengolahan oli melalui fisika sudah banyak sekali dilakukan, dan hasilnya pun beragam. Proses adsorpsi sendiri adalah suatu proses peristiwa penyerapan suatu zat pada permukaan zat lain, dimana adsorbat adalah senyawa terlarut yang dapat diserap sedangkan adsorben adalah padatan dimana dalam permukaannya terjadi pengumpulan senyawa yang diserap.

Pada proses penjernihan oli dengan metode adsorpsi ini membutuhkan adanya pelarut yang cocok guna untuk memudahkan zat-zat yang akan diserap seperti logam, serta zat-zat kimia yang dapat mencemari lingkungan agar dapat terserap oleh adsorben. Beberapa jenis pelarut yang dapat digunakan sebagai pelarut antara lain n-heksan, 1-butanol, petroleum eter, 1-heksanol, karbon tetra klorida dan aseton. Selain menggunakan pelarut tadi, penjernihan oli juga dapat digunakan menggunakan pelarut yang bersifat polar protik. Pelarut protik melarutkan anion dengan kuat (larutan bermuatan negatif) melalui ikatan hidrogen.

Dari sekian jenis pelarut, pelarut terbaik yang dapat melarutkan kandungan kandungan logam maupun senyawa-senyawa berbahaya yang terdapat dalam limbah oli bekas adalah 1-butanol. Adapun konsentrasi yang bagus buat melarutkan oli bekas (pelumas) adalah 3:1, dimana jumlah pelarut lebih banyak dibanding sampel oli (pelumas) guna memecah susunan atom hidrogen agar zat-zat berbahaya dapat terlarutkan oleh pelarutnya. Pada proses ini pelarut dibantu oleh KOH sebagai koagulan.

### 3.3 Adsorpsi

Adsorpsi merupakan suatu proses penyerapan oleh padatan tertentu terhadap zat tertentu yang terjadi pada permukaan zat padat karena adanya gaya tarik atom atau molekul pada permukaan zat padat tanpa meresap kedalam.

Adsorpsi merupakan proses pemisahan secara selektif terhadap suatu komponen atau zat pengotor (*impurity*) yang terkandung dalam fluida dengan cara mengkontakkan fluida tersebut dengan adsorben padatan. Pada proses adsorpsi

terjadi perpindahan massa dari fluida (dapat berupa fasa gas atau cairan) ke fasa padatan. Solut yang terserap pada permukaan padatan disebut dengan adsorbat sedangkan padatan penyerap disebut dengan adsorben. Dalam adsorpsi terjadi proses pengikatan oleh permukaan adsorben padatan terhadap atom-atom, ion-ion, atau molekul-molekul adsorbat dengan gaya intermolekular yang lemah.

Pada proses adsorpsi padat cair, mula-mula terjadi perpindahan solut secara konveksi dari fasa curah cairan menuju ke adsorben. Kemudian pada bagian *interface* (antar muka antara fasa cairan dengan fasa padatan) terjadi kesetimbangan konsentrasi. Dari *interface* dilanjutkan dengan proses perpindahan solut secara difusi ke dalam partikel-partikel padatan (adsorben) yang berlangsung lambat. Secara umum, tahap pengendali laju dari suatu proses ditentukan oleh tahap yang paling lambat. Dalam adsorpsi, tahap yang paling lambat adalah proses difusi oleh karena itu secara keseluruhan laju adsorpsi dikendalikan oleh laju difusi dari molekul-molekul solut dalam pori-pori kapiler dari partikel adsorben. Untuk melangsungkan proses adsorpsi, dapat digunakan adsorben, baik yang bersifat polar (silika, alumina, dan tanah diatomae) atau yang bersifat non polar (karbon aktif).

### **3.4 Ekstraksi**

Ekstraksi adalah pemisahan satu atau beberapa bahan dari suatu padatan atau cairan dengan bantuan pelarut. Ekstraksi juga merupakan proses pemisahan satu atau lebih komponen dari suatu campuran homogen menggunakan pelarut cair (solven) sebagai separating agen. Pemisahan terjadi atas dasar kemampuan larut yang berbeda dari komponen-komponen dalam campuran. Contoh ekstraksi:

pelarutan komponen komponen kopi dengan menggunakan air panas dari biji kopi yang telah dibakar atau digiling.

Pemisahan zat-zat terlarut antara dua cairan yang tidak saling mencampur antara lain menggunakan alat corong pisah. Ada suatu jenis pemisahan lainnya dimana pada satu fase dapat berulang-ulang dikontakkan dengan fase yang lain, misalnya ekstraksi berulang-ulang suatu larutan dalam pelarut air dan pelarut organik, dalam hal ini digunakan suatu alat yaitu ekstraktor sokhlet. Metode sokhlet merupakan metode ekstraksi dari padatan dengan solvent (pelarut) cair secara kontinu. Ekstraksi dibagi menjadi dua, yaitu:

1. Ekstraksi padat-cair

Pada ekstraksi padat-cair, satu atau beberapa komponen yang dapat larut dipisahkan dari bahan padat dengan bantuan pelarut. Pada ekstraksi, yaitu ketika bahan ekstraksi dicampur dengan pelarut, maka pelarut menembus kapiler-kapiler dalam bahan padat dan melarutkan ekstrak. Larutan ekstrak dengan konsentrasi yang tinggi terbentuk di bagian dalam bahan ekstraksi. Dengan cara difusi akan terjadi kesetimbangan konsentrasi antara larutan tersebut dengan larutan di luar bahan padat.

Syarat-syarat yang harus dipenuhi untuk mencapai unjuk kerja ekstraksi atau

kecepatan ekstraksi yang tinggi pada ekstraksi padat-cair, yaitu:

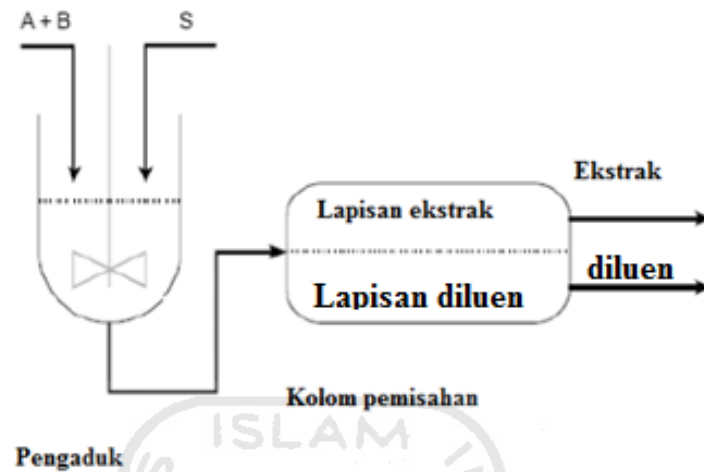
- a. Karena perpindahan massa berlangsung pada bidang kontak antara fase padat dan fase cair, maka bahan itu perlu sekali memiliki permukaan yang seluas mungkin.
- b. Kecepatan alir pelarut sedapat mungkin besar dibandingkan dengan laju alir bahan ekstraksi.
- c. Suhu yang lebih tinggi (viskositas pelarut lebih rendah, kelarutan ekstrak lebih besar) pada umumnya menguntungkan unjuk kerja ekstraksi.

## 2. Ekstraksi cair-cair

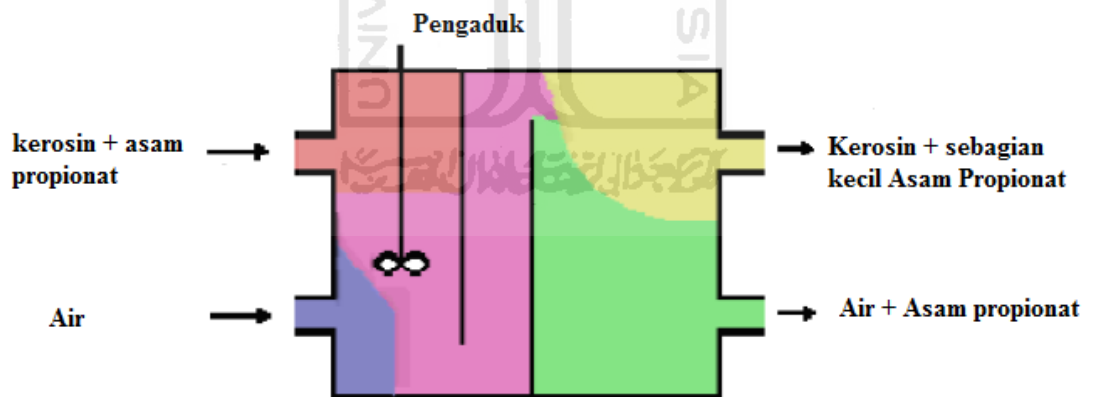
Pada ekstraksi cair-cair, satu komponen bahan atau lebih dari suatu campuran dipisahkan dengan bantuan pelarut. Ekstraksi cair-cair terutama digunakan, bila pemisahan campuran dengan cara destilasi tidak mungkin dilakukan (misalnya karena pembentukan azeotrop atau karena kepekaannya terhadap panas) atau tidak ekonomis. Seperti ekstraksi padat-cair, ekstraksi cair-cair selalu terdiri dari sedikitnya dua tahap, yaitu pencampuran secara intensif bahan ekstraksi dengan pelarut dan pemisahan kedua fase cair itu sesempurna mungkin. Ekstraksi cair-cair (*liquid extraction, solvent extraction*) solute dipisahkan dari cairan pembawa (diluen) menggunakan solven cair. Campuran diluen dan solven ini adalah heterogen (*immiscible*, tidak saling campur), jika dipisahkan terdapat 2 fase, yaitu fase diluen (rafinat) dan fase solven (ekstrak). Perbedaan konsentrasi solute di dalam suatu fasa dengan konsentrasi pada keadaan setimbang merupakan pendorong terjadinya pelarutan (pelepasan) solute dari larutan yang ada. Gaya



dorong (*driving force*) yang menyebabkan terjadinya proses ekstraksi dapat ditentukan dengan mengukur jarak system dari kondisi setimbang.



Gambar 1. Proses ekstraksi cair-cair



Gambar 2. Aplikasi proses ekstraksi cair-cair

### 3. Efisiensi ekstraksi dan selektifitas

Efisiensi proses ekstraksi tergantung pada nilai distribusinya ( $D$ -nya) dan juga tergantung pada volume relatif kedua fase. Dengan menggunakan ekstraksi, banyaknya analit yang terekstraksi dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$E = \frac{100D}{[D + (\frac{V_{aq}}{V_{org}})]}$$

$V_{org}$  dan  $V_{aq}$  masing-masing merupakan banyaknya volume fase organik dan fase air yang digunakan;  $D$  merupakan rasio distribusi. Analit dengan nilai  $D$  yang kecil maka ekstraksi berulang akan meningkatkan efisiensi ekstraksi. Rumus yang digunakan untuk ekstraksi bertingkat adalah :

$$(C_{aq})_n = C_{aq} \left[ \frac{V_{aq}}{(DV_{org} + V_{aq})} \right]^n$$

$C_{aq}$  : banyaknya analit dalam fase air mula-mula

$(C_{aq})_n$  : banyaknya analit dalam fase air setelah  $n$  kali ekstraksi

$V_{org}$  : banyaknya volume fase organik

$V_{aq}$  : banyaknya volume fase air

$N$  : banyaknya (frekuensi) ekstraksi

Dari persamaan di atas nampak jelas bahwa efisiensi ekstraksi meningkat jika (i) digunakan jumlah larutan pengekstraksi yang lebih besar, atau (ii) dengan melakukan beberapa kali ekstraksi dengan volume yang sama.

### 3.5 Kaolin

Suatu mineral dapat disebut sebagai lempung kaolin jika komposisi mineral kaolinit lebih dari 50% komposisi mineral yang ada (Dombrowski, 2000). Mineral kaolin dapat ditemukan di alam dalam bentuk kaolinit murni maupun mineral kaolin lain seperti haloisit, nakrit maupun dikrit serta mineral lempung lain seperti smektit, ilit dan mika sebagai komponen utama serta feldspar dan kuarsa sebagai pengotor (Ekosse, 2005).

Kaolin merupakan mineral lempung dengan struktur lapisan 1:1 dengan unit dasar terdiri dari lembaran tetrahedral  $\text{SiO}_4$  dan lembaran oktahedral dengan  $\text{Al}^{3+}$  sebagai kation oktahedral. Kaolin biasanya berada sebagai mineral kaolinit murni atau mineral yang berhubungan misalnya haloisit, nakrit dan dikrit yang bergabung dengan mineral lain seperti smektit, mika, kuarsa dan feldspar sebagai pengotor. Dalam bidang industri kaolin banyak dimanfaatkan secara luas sebagai bahan tambahan kertas, cat, tinta, karet, keramik dan plastik. Selain itu kaolin banyak dimanfaatkan dalam bidang obat-obatan, kosmetik, penjernih anggur, material pembawa (carrier) untuk insektisida, pestisida, fungisida, bahan pengisi krayon, pensil, adsorben minyak, pupuk, dan juga katalis (Ekosse, 2000; Murray, 1986).

Kaolin sering digunakan untuk menyebut mineral lempung putih yang mempunyai komposisi terbesar berupa kaolinit ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). Partikel kaolin biasanya berupa lembaran heksagonal dengan diameter sekitar 0,05-10 $\mu\text{m}$  (rata-rata 0,5 $\mu\text{m}$ ). Mineral kaolin dapat terjadi melalui proses pelapukan dan proses hidrotermal alterasi pada batuan beku felspartik dan mika. Kaolin biasanya

berada sebagai mineral kaolinit murni, atau mineral yang berhubungan, misalnya, haloisit, nakrit dan dikrit yang bergabung dengan mineral lain seperti smektit, mika, kuarsa, dan feldspar sebagai pengotor

Struktur kristal kaolin terdiri dari pasangan lapisan lembaran silika tetrahedral dan lembaran alumina oktahedral. Masing-masing pasangan dari lembaran tersebut bergabung melalui atom oksigen secara selang-seling menjadi satu kesatuan melalui katan hidrogen antara oksigen dari silika dan oksigen hidroksil dari alumina dengan ketebalan tiap lapisan sekitar 0,72 nm. Ikatan hidrogen tersebut cukup kuat sehingga kaolin tidak mengembang ketika terhidrat dan kaolin hanya mempunyai luas permukaan luar. Kaolin merupakan salah satu mineral lempung dengan nilai kapasitas tukar kation (KTK) yang relatif rendah (3-15 meq/100g) serta luas permukaan spesifik yang relatif kecil, yaitu tidak lebih dari 20 m<sup>2</sup>/g.

Kaolin banyak digunakan untuk berbagai macam aplikasi dalam industri berdasarkan sifat fisika dan sifat kimianya. Pemanfaatan kaolin sebagian besar untuk industri kertas (45%), refraktori dan keramik (31%), fiberglas (6%), semen (6%), karet dan plastik (5%), cat (3%) dan lain sebagainya (4%) (Murray, 2002). Untuk memperbaiki sifat kaolin, berbagai metode aktivasi telah dilakukan para peneliti misalnya melalui metode aktivasi asam, aktivasi basa dan metode aktivasi termal melalui proses kalsinasi.

Kaolin merupakan komponen alami dari tanah dan terjadi secara luas di udara ambien sebagai mengambang debu. Kaolinit terutama dibentuk oleh dekomposisi feldspar (kalium feldspar), granit, dan silikat aluminium. Tidak

jarang juga untuk menemukan kaolin disimpan bersama-sama dengan mineral lainnya (illite, bentonit). Proses pembentukan kaolin disebut kaolinization (Grim, 1968).

Pembentukan kaolinit terjadi dalam tiga cara:

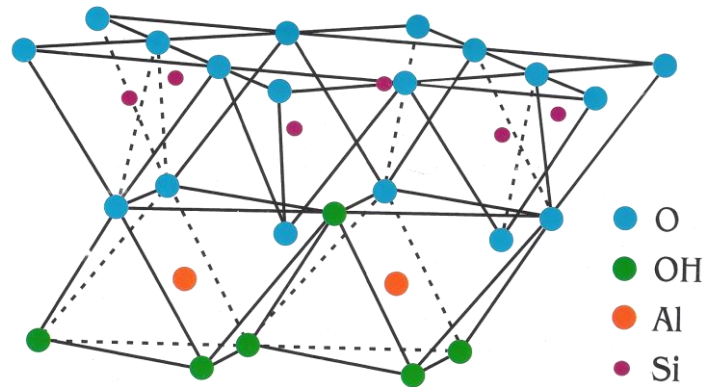
- a. Runtuhan dan transformasi batu karena efek dari faktor iklim (tipe Zettlitz)
- b. Transformasi batu karena efek hidrotermal (tipe Cornwall)
- c. Pembentukan oleh efek iklim dan hidrotermal (tipe campuran).

Jenis mineral lempung yang terbentuk selama peluruhan batuan yang mengandung silikat aluminium dipengaruhi oleh iklim, banyaknya aluminium/silikon, dan pH. Kondisi yang kondusif untuk pembentukan kaolinit adalah pembubaran kuat  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , dan  $\text{K}^{+}$  ion dan kehadiran ion  $\text{H}^{+}$  (pH 4-5) (Parker, 1988).

Kaolinit juga dapat dikategorikan berdasarkan apakah itu tetap di tempat pembentukan atau diangkut (Parkes, 1982; Kynzvalt, 1984):

- a. Utama: jenis laterit terbentuk terutama di bawah kondisi iklim tropis
- b. Sekunder: diangkut oleh zat yang berbeda, yaitu air, angin

Karena cara untuk membentuk kaolin itu berbeda beda, maka ada beberapa jenis mineral dapat terjadi di kaolin alam. Sebagai contoh, kaolin dari Cornwall, Inggris, mengandung 10-40% kaolinite; sisanya terbuat dari kuarsa, mika, dan feldspar. Kaolin dari Georgia, Amerika Serikat, mengandung 85- 95% kaolinit, serta kuarsa, muskovit, dan feldspar (Patterson & Murray, 1975).



Gambar 3. Bentuk struktur kaolin

### 3.6 AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*)

Prinsip analisis dengan AAS adalah interaksi antara energi radiasi dengan atom unsur yang dianalisis. AAS banyak digunakan untuk analisis unsur. Atom suatu unsur akan menyerap energi dan terjadi eksitasi atom ke tingkat energi yang lebih tinggi. Keadaan ini tidak stabil dan akan kembali ke tingkat dasar dengan melepaskan sebagian atau seluruh tenaga eksitasinya dalam bentuk radiasi. Frekuensi radiasi yang dipancarkan karakteristik untuk setiap unsur dan intensitasnya sebanding dengan jumlah atom yang tereksitasi yang kemudian mengalami deeksitasi. Teknik ini dikenal dengan SEA (spektrofotometer emisi atom). Untuk AAS keadaan berlawanan dengan cara emisi yaitu, populasi atom pada tingkat dasar dikenakan seberkas radiasi, maka akan terjadi penyerapan energi radiasi oleh atom-atom yang berada pada tingkat dasar tersebut. Penyerapan ini menyebabkan terjadinya pengurangan intensitas radiasi yang diberikan. Pengurangan intensitasnya sebanding dengan jumlah atom yang berada pada tingkat dasar tersebut.

Larutan sampel diaspirasikan ke suatu nyala dan unsur-unsur di dalam sampel diubah menjadi uap atom sehingga nyala mengandung atom unsur-unsur yang dianalisis. Beberapa diantara atom akan tereksitasi secara termal oleh nyala,

tetapi kebanyakan atom tetap tinggal sebagai atom netral dalam keadaan dasar (*ground state*). Atom-atom *ground state* ini kemudian menyerap radiasi yang diberikan oleh sumber radiasi yang terbuat dari unsur-unsur yang bersangkutan. Panjang gelombang yang dihasilkan oleh sumber radiasi adalah sama dengan panjang gelombang yang diabsorpsi oleh atom dalam nyala. Absorpsi ini mengikuti hukum Lambert-Beer, yakni absorbansi berbanding lurus dengan panjang nyala yang dilalui sinar dan konsentrasi uap atom dalam nyala. Kedua variabel ini sulit untuk ditentukan tetapi panjang nyala dapat dibuat konstan sehingga absorbansi hanya berbanding langsung dengan konsentrasi analit dalam larutan sampel. Teknik-teknik analisisnya sama seperti pada spektrofotometri UV-Vis yaitu standar tunggal, kurva kalibrasi dan kurva adisi standar.

Metode alat AAS (*Atomic Absorption Spectrofotometri*) sendiri berprinsip pada absorpsi cahaya oleh atom. Atom-atom menyerap cahaya tersebut pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsur yang akan diuji. Dengan absorpsi energi, berarti memperoleh lebih banyak energi, suatu atom pada keadaan dasar (*ground state*) dinaikan tingkat energinya ke tingkat eksitasi. Tingkat keberhasilan analisis ini tergantung pada proses eksitasi dan memperoleh garis resonansi yang tepat.

Teknik uji menggunakan alat AAS (*Atomic Absorption Spectrofotometri*) menjadi alat yang canggih dalam analisis. Ini disebabkan diantaranya oleh kecepatan analisisnya, sampai ketelitiannya yang tinggi, tidak memerlukan tahap pemisahan sebelumnya. Kelebihan selanjutnya adalah kemungkinannya untuk menentukan konsentrasi semua unsur pada konsentrasi tinggi. Selanjutnya

kelebihan alat AAS ini adalah sebelum pengukuran tidak memerlukan pemisahan unsur yang ditentukan karena kemungkinan penentuan satu unsur dengan kehadiran unsur lain dapat dilakukan asalkan katoda berongga yang diperlukan tersedia. Alat AAS ini bisa digunakan sampai 61 logam.

### **3.7 Kromatografi Gas-Spektrofotometer Massa (KG-SM)**

Berbagai teknik pemisahan campuran zat cair yang banyak digunakan diantaranya, destilasi (fraksinasi, destilasi uap) dan ekstraksi. Kromatografi merupakan teknik pemisahan yang lebih baik dan lebih cepat dari kedua teknik tersebut di atas, teknik ini telah dikenal sejak abad ke-19. Dasar pemisahan pada kromatografi adalah pendistribusian sampel di antara dua fase, yaitu fase diam dan fase gerak. Berdasarkan pemakaian fase gerak, kromatografi dapat dibagi menjadi: Kromatografi Cair dan Kromatografi Gas.

Kromatografi gas adalah teknik pemisahan yang didasarkan atas sampel di antara suatu fase gerak yang bisa berupa gas dan fase diam yang juga bisa berupa cair ataupun suatu padatan. Sedangkan kromatografi cair merupakan teknik pemisahan yang didasarkan atas sampel di antara suatu fase gerak berupa cairan dan fase diam yang juga didasarkan atas sampel di antara suatu fase gerak yang bisa berupa gas dan fase diam yang juga bisa berupa cair ataupun suatu padatan. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan polaritas dari fase diam dan fase gerak.

GC-MS adalah alat untuk menganalisa senyawa yang mudah menguap. GC-MS merupakan instrument yang dikombinasikan antara kromatografi gas dan spektrometri massa, dimana senyawa yang telah dipisahkan oleh kromatografi gas dapat diidentifikasi dengan menggunakan spektrometri massa. GC-MS merupakan



instrument gabungan, dimana masing-masing instrument mempunyai kegunaan masing-masing. Gas kromatografi merupakan salah satu teknik spektroskopi yang menggunakan prinsip pemisahan campuran berdasarkan perbedaan kecepatan migrasi komponen-komponen penyusunnya. Gas kromatografi biasa digunakan untuk mengidentifikasi suatu senyawa yang terdapat pada campuran gas dan juga menentukan konsentrasi suatu senyawa dalam fase gas. Sedangkan Spektroskopi massa, mampu menghasilkan berkas ion dari suatu zat uji, memilah ion tersebut menjadi spektum yang sesuai dengan perbandingan massa terhadap muatan dan merekam kelimpahan relatif tiap jenis ion yang ada. Pada gas kromatografi akan menghasilkan kromatogram, sedangkan pada spektrometri gas akan menghasilkan fragmen-fragmen.

GC-MS adalah suatu alat yang terdiri dari dua blok bangunan utama yaitu kromatografi gas dan spektrometer massa. Kromatografi gas menggunakan kolom kapiler yang tergantung pada dimensi kolom itu (panjang, diameter, ketebalan film) serta sifat fase (misalnya 5% fenil polisiloksan). Perbedaan sifat kimia antara molekul-molekul yang berada dalam suatu campuran dipisahkan dari molekul dengan melewati sampel sepanjang kolom. Molekul-molekul memerlukan jumlah waktu yang berbeda (disebut waktu retensi) untuk keluar dari kolom kromatografi gas, dan ini memungkinkan spektrofotometer massa untuk menangkap, ionisasi, mempercepat, membelokkan, dan mendeteksi molekul terionisasi secara terpisah. Spektrofotometer massa melakukan hal ini dengan memecah masing-masing molekul menjadi terionisasi mendeteksi fragmen menggunakan massa untuk mengisi rasio.

## BAB IV

### METODE PENELITIAN

#### 4.1 Alat

Alat yang digunakan dalam percobaan ini antara lain:

1. Gelas beker 250 mL (Pyrex)
2. Pipet volume 25 mL (Pirex)
3. Labu ukur 100 mL (Pyrex)
4. Cawan porslein
5. Pengaduk kaca
6. Seperangkat alat destilasi
7. Kompor listrik
8. Sendok sunggu
9. Kaca arloji
10. Neraca analitik
11. *Magnetic stirrer*
12. Pompa
13. Corong buchner
14. Ball pipet
15. Kertas saring woodman 41
16. Oven
17. *Furnace* (Vulcan A-550)
18. Corong Pisah



19. Seperangkat Alat AAS (Perkin Elmer PinAcle 900T)
20. Seperangkat Alat GC-MS (Shimadzu 2010SE)
21. Rotari Evaporator
22. Labu alas bulat 1000 mL

#### 4.2 Bahan

Bahan bahan yang digunakan dalam penjernihan oli bekas ini antara lain:

1. Sampel oli bekas
2. Butanol (Merck)
3. KOH (Merck)
4. Kaolin (JP-100)
5. Aquades
6. HNO<sub>3</sub> pekat (Merck)
7. HCL Pekat (Merck)
8. N-heksan (Merck)
9. Asetonitril (Merck)



#### 3.8 Cara Kerja

##### 4.3.1 Penjernihan Oli

Siapkan oli bekas (pelumas) yang akan dijernihkan kedalam wadah botol, kemudian diambil 15 mL menggunakan pipet ukur 25 mL dan dimasukkan kedalam gelas beker 250 mL. Bilas dan segera cuci pipet volume bekas mengambil oli bekas tadi agar tidak meninggalkan kerak. Setelah itu siapkan larutan n-butanol sebanyak 45 mL untuk melarutkan oli bekas (pelumas) dan timbang 2 gr KOH sebagai koagulan dalam proses penjernihan ini. Setelah

itu diambil 45 mL larutan n-butanol kemudian campurkan dengan oli dan aduk hingga merata. Selanjutnya KOH dimasukkan kedalam campuran oli bekas dengan n-butanol secara perlahan sedikit demi sedikit tujuannya agar tidak membentuk garam. Setelah semua tercampur, kemudian diaduk secara merata menggunakan magnetic stirer selama kurang lebih 1 jam dengan suhu  $60^{\circ}\text{C}$  dan disaring endapan yang terbentuk. Setelah disaring absorben seperti kaolin dimasukkan sebagai penyerap zat-zat yang berbahaya yang terdapat dalam oli bekas tersebut. Setelah diaduk dengan magnetic stirer selama 1 jam kemudian dibiarkan selama 24 jam dalam kamar agar proses adsorpsi berjalan dengan baik dan sempurna. Selanjutnya setelah proses pengabsorbsian selama 24 jam terlewati, sampel kemudian disaring dengan corong buchner dan menggunakan pompa vacum. Proses penyaringan ini dilakukan berkali-kali sampai kaolin benar-benar hilang dari campuran oli bekas, n-butanol, dan KOH. Setelah itu kemudian dilakukan proses evaporasi untuk mengambil kembali n-butanol dalam campuran tersebut. Setelah terpisahkan, didapat oli baru yang jernih dan siap untuk diuji.

#### A. Preparasi uji logam (oli bekas sebelum di treatment)

Sampel oli bekas ditimbang sebanyak 5 gr dan masukkan kedalam cawan porslen kemudian dioven dengan suhu  $105^{\circ}\text{C}$  selama 3 (tiga) jam. Setelah di oven pada suhu  $105^{\circ}\text{C}$  tadi kemudian dimasukkan kedalam furnace dengan suhu  $600^{\circ}\text{C}$  sampai menjadi abu. Ketika sampel menjadi abu kemudian dimasukkan 5 mL  $\text{HNO}_3$  pekat untuk melarutkan abu tersebut. Sebelum  $\text{HNO}_3$  dimasukkan, terlebih dahulu masukan aquades kedalam erlenmeyer. Setelah aquades

dimasukkan dalam erlenmeyer 250 mL baru dimasukkan campuran  $\text{HNO}_3$  dengan abu sampel oli tersebut kedalam erlenmeyer 250 mL yang sudah berisi aquades. Setelah dimasukkan dalam erlenmeyer 250 mL tambahkan 5 mL larutan HCL pekat kedalam campuran tersebut. Kemudian panaskan sampai asap pada larutan hilang. Pada proses ini wajib dilakukan dalam lemari asam karena asap yang terbentuk sangat mengganggu lingkungan laboraotium. Setelah asap sudah hilang kemudian masukkan kedalam labu ukur 100 mL dan tambahkan aquades sampai tanda tera dan sampel siap diuji dengan AAS.

#### B. Preparasi uji senyawa organik

Sampel oli bekas diambil sebanyak 15 mL dan dimasukkan dalam corong pisah, kemudian ditambahkan 60 mL larutan n-heksan yang nantinya berguna untuk melarutkan senyawa-senyawa organik yang ada didalam oli bekas tersebut. Selanjunya tambahkan 40 mL larutan asetonitril dan gojog selama 1 jam sampai benar benar homogen. Setelah homogen diamkan sejenak agar terbentuk 2 lapisan. Setelah terbentuk 2 lapisan, pisahkan lapisan bawah yang terbentuk kemudian ditampung kedalam beerglass. Setelah terpisah, kemudian tambahkan 40 mL larutan asetonitril kedalam campuran yang masih ada didalam corong pisah dan gojog lagi selama satu jam dan diamkan beberapa menit sampai terbentuk 2 lapisan lagi kemudian pisahkan. Dalam proses penggojogan ini diulangi sebanyak 3 kali agar semua senyawa organik yang ada didalam oli bekas dapat terekstrak semua. Setelah itu larutan yang dipisahkan, dikumpulkan kemudian di pekatkan menggunakan evaporasi agar dapat dideteksi oleh GC-MS. Larutan dievaporasi sampai volume akhirnya kira kira 1 mL.

### C. Pengujian sampel senyawa organik

Untuk pengujian senyawa organik dalam sampel oli bekas dilakukan menggunakan alat GC-MS yang sebelumnya sampel dipreparasi. Setelah sampel dipreparasi, kemudian masukkan sampel tersebut kedalam alat GC-MS, baru setelah itu didapat kromatogram-kromatogram untuk dilihat senyawa apa aja yang ada didalam oli bekas tersebut.

### D. Pengujian sampel uji logam

Untuk pengujian sampel dilakukan menggunakan alat AAS dengan menyiapkan standart terlebih dahulu. Setelah standart sudah siap, masukkan sampel yang akan diuji menggunakan AAS. Setelah itu muncul kandungan logam yang kita inginkan.



## BAB V

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Data Pengamatan Logam Dalam Limbah Oli bekas Sebelum Proses dan Sesudah Proses

Tabel 1. Perbandingan Kandungan Logam Dalam Limbah Oli Bekas Sebelum dan Sesudah Proses Pengolahan

No	Nama Logam	Sebelum proses	Setelah proses (Kaolin = 0,5g)	Setelah proses (Kaolin = 1g)	Setelah proses (Kaolin = 1,5g)	Standart oli baru
1.	Ca	1020,4878	0,7178	0,1669	2,3755	1103
2.	Mg	367,0221	58,9030	9,8461	8,3402	870,8
3.	Pb	167,4	58,9390	34,0720	47,0588	16
4.	Fe	36,7556	90,2095	78,2209	4,1503	2,76
5.	Cr	1,8	1,2278	1,2040	1,2254	0,12

Setelah melakukan penelitian mengenai pengaruh butanol dan KOH terhadap penurunan kandungan logam dan senyawa organik dalam limbah oli bekas didapat data seperti Tabel 1. Logam yang menjadi fokus utama pada penelitian ini adalah Ca, Mg, Pb, Fe, dan Cr. Logam-logam tersebut diteliti menggunakan perbandingan butanol dengan oli bekas yakni 3:1 dimana butanol sebesar 45 mL dan sampel limbah oli bekas sebanyak 15 mL. Pada awalnya limbah oli bekas diuji terlebih dahulu sebelum dilakukan penelitian untuk mengetahui seberapa besar kandungan logam pada sampel limbah oli bekas. Pada sampel limbah oli bekas mula-mula didapat kandungan Ca sebesar 1020,4878 ppm, untuk kandungan Mg sebesar 367,0221 ppm, pada kandungan Pb pada sampel oli bekas ini sebesar 167,4 ppm. Sedangkan untuk kandungan logam Fe dan Cr secara berurutan sebesar 36,7556 ppm

dan 1,8 ppm. Setelah mengetahui kandungan logam sebelum pengolahan, penelitian dilanjutkan dengan melakukan proses pengolahan oli bekas dengan metode absorpsi menggunakan kaolin. Tujuan dari pengolahan oli ini adalah untuk mengurangi kandungan logam yang terdapat dalam limbah oli bekas agar tidak mencemari lingkungan ketika di buang nanti. Proses pengolahan limbah oli bekas ini menggunakan tiga variasi absorben yaitu 0,5 gram; 1 gram; dan 1,5 gram.

Pada awal proses pengolahan limbah oli bekas ini sampel diambil sebanyak 15 mL kemudian ditambahkan butanol sebanyak 45 mL dan 1 gram KOH kemudian di aduk menggunakan stirer selama 1 jam agar KOH larut dalam campuran butanol dan limbah oli bekas. Tujuan dari penambahan larutan butanol adalah untuk memecah kandungan air dengan logam dalam limbah oli bekas sehingga kandungan air dan kandungan logam terpisah dan dapat di serap oleh kaolin, sedangkan penambahan KOH bertujuan sebagai koagulan atau bisa juga untuk mengendapkan logam-logam sehingga dapat diserap dengan mudah oleh kaolin. Setelah ditambahkan dan diaduk menggunakan stirer kemudian sampel yang sudah homogen tersebut didiamkan selama 24 jam sehingga proses pengendapan logam berat berjalan dengan sempurna. Setelah 24 jam campuran limbah oli bekas, larutan butanol dan KOH tersebut mengendap dibawah sehingga campuran tersebut agak jernih. Setelah terbentuk endapan, campuran tersebut di saring menggunakan kertas saring whatman yang sangat rapat sehingga endapan yang terbentuk dapat tersaring semua. Larutan yang disaring tersebut kemudian ditambah dengan absorben kaolin dengan absorben 0,5 gram; 1 gram; 1,5 gram.



Tujuan dibuat tiga variasi ini bertujuan untuk mengetahui seberapa banyak absorben kaolin yang dibutuhkan untuk menyerap kandungan logam yang ada didalam limbah oli bekas tersebut. Setelah ditambahkan kaolin dengan absorben kaolin dengan tiga variasi tersebut kemudian diaduk menggunakan stirer sampai homogen kemudian didiamkan selama 24 jam untuk penyerapan yang optimal. Setelah ditunggu selama 24 jam kemudian larutan tersebut disaring kembali menggunakan kertas whatman yang sangat lembut sekitar 2-3 kali saring agar benar-benar absorben kaolin tersebut tersaring secara optimal. Setelah disaring larutan tersebut kemudian dievaporasi dengan suhu  $105^{\circ}\text{C}$  untuk mendapatkan kembali butanol yang dicampurkan sehingga didapatkan sampel treatment limbah oli bekas yang siap diuji.

Sampel pengolahan limbah oli bekas jika mau diuji kandungan logamnya menggunakan alat AAS maka perlu dilakukan proses destruksi atau penghancuran senyawa-senyawa yang ada didalam sampel pengolahan limbah oli bekas agar yang didapatkan adalah kandungan logam yang ada dalam sampel pengolahan limbah oli bekas tersebut. Pada proses destruksi ini menggunakan asam-asam kuat seperti HCL dan  $\text{HNO}_3$  pekat untuk melarutkan kandungan logam yang berada didalam sampel pengolahan limbah oli bekas tersebut. Langkah pertama untuk proses destruksi ini adalah pemanasan sampel pengolahan limbah oli bekas ini menggunakan kompor listrik sampai kandungan air yang berada dalam sampel pengolahan oli tersebut hilang sehingga sampel tersebut menjadi kering. Setelah sampel pengolahan limbah oli bekas tersebut mengering kemudian dimasukkan dalam furnace untuk dibakar pada suhu  $600^{\circ}\text{C}$  yang bertujuan untuk

menghancurkan semua senyawa-senyawa organik ataupun senyawa-senyawa lain yang terdapat didalam sampel pengolahan limbah oli bekas tersebut. Sampel tersebut dimasukkan dalam furnace dengan suhu  $600^{\circ}\text{C}$  selama kurang lebih 1-2 jam supaya sampel tersebut benar-benar menjadi abu. Setelah sampel tersebut menjadi abu, barulah proses destruksi menggunakan asam-asam kuat dilakukan yaitu dengan menambahkan larutan HCL pekat dan  $\text{HNO}_3$  masing masing sebanyak 5 mL untuk melarutkan logam-logam yang ada didalam sampel tersebut. Setelah proses destruksi menggunakan asam kuat tersebut dilakukan, proses selanjutnya yaitu pemanasan dengan penambahan aquades sehingga larutan asam-asam kuat tersebut hilang. Setelah larutan asam-asam kuat tersebut hilang, kemudian sampel dipindahkan kedalam labu ukur 100mL dan ditambahkan aquades sampai tanda tera. Apabila sudah diencerkan sampai tanda tera sampel kemudian digojok hingga homogen sekaligus sampel sudah siap diuji kandungan logamnya menggunakan alat AAS.

Pada penentuan kandungan logam pada sampel limbah oli bekas yang sudah di olah menggunakan larutan butanol dengan KOH dan diserab oleh absorben kaolin dengan tiga variasi yakni 0,5 gram, 1 gram, dan 1,5 gram didapat hasil penurunan kandungan logam pada sampel limbah oli bekas cukup bagus. Pada variasi pertama yaitu menggunakan kaolin sebesar 0,5 gram didapat hasil kandungan logam pada logam Ca sebesar 0,7178 ppm. Sedangkan pada logam Mg dan Pb secara berurutan adalah sebesar 58,9030 ppm dan 58,9390 ppm. Untuk kandungan Fe dan Cr secara berurutan adalah sebesar 90,2095 ppm dan 1,2278 ppm. Pada variasi pertama ini jika dibandingkan dengan kandungan logam pada

sampel limbah oli bekas terjadi penurunan pada logam Ca, Mg, Pb, dan Cr. Sedangkan untuk logam Fe sendiri mengalami kenaikan yang cukup signifikan yaitu sebesar 53,4539 ppm yaitu dari 36,7556 ppm menjadi 90,2095 ppm. Hal ini bisa saja terjadi mengingat pada proses pengolahan ini menggunakan absorben kaolin yang mengandung logam Fe juga. Bisa saja saat proses penyaringan kurang maksimal sehingga logam Fe pada sampel limbah oli bercampur dengan absorben kaolin tersebut. Untuk meminimalisir hal ini disarankan menggunakan kertas saring whatman yang paling lembut dengan pengulangan kurang lebih tiga kali, sehingga diharapkan absorben kaolin tersebut dapat tersaring secara maksimal.

Pada variasi kedua yaitu menggunakan absorben kaolin sebanyak 1 gram. Pada variasi ini semua kandungan logam terjadi penurunan dibanding dengan variasi pertama tadi. Pada kandungan logam Ca adalah sebesar 0,1669 ppm, sedangkan untuk logam Mg dan Pb secara berurutan adalah sebesar 9,8461 ppm dan 34,0720 ppm. Pada logam Fe adalah sebesar 78,2209 ppm dan logam Cr sebesar 1,2040 ppm. Pada variasi kedua ini terjadi penurunan di semua logam yang diuji dibandingkan dengan variasi pertama. Pada variasi kedua ini terjadi penurunan drastis pada kandungan logam Mg yakni dari 58,9030 ppm menjadi 9,8461 ppm. Diurutan kedua ada logam Pb yakni dari 58,9390 ppm menjadi 34,0720 ppm. Sedangkan untuk logam Fe juga terjadi penurunan jika dibandingkan dengan variasi pertama yaitu dari 90,2095 ppm menjadi 78,2209 ppm. Penurunan tersebut terjadi karena semakin banyak absorben yang digunakan sehingga logam yang diserap pun semakin banyak sehingga penurunan pada sampel pengolahan limbah oli bekas tersebut semakin banyak.

Pada variasi ketiga ini menggunakan absorben kaolin sebanyak 1,5 gram. Pada variasi ketiga ini menggunakan jumlah absorben yang lebih banyak supaya hasil yang didapatkan memenuhi standart oli bekas yang baru. Pada variasi ini hasil yang didapatkan mendekati standart logam yang terdapat dalam oli baru. Pada logam Ca kadar yang diperoleh adalah sebesar 2,3755 ppm. Sedangkan untuk kadar Mg dan Pb secara berurutan adalah sebesar 8,3402 ppm dan 47,0588 ppm. Untuk kadar Fe pada variasi ketiga ini didapat sebesar 4,1503 dan kadar logam Cr sebesar 1,2254. Pada variasi ketiga ini jika dibandingkan dengan variasi yang kedua terjadi penurunan kandungan logam Mg dan Fe, sedangkan untuk kandungan logam Ca, Pb dan Cr terjadi kenaikan walaupun sedikit. Seharusnya dengan adanya penambahan berat kaolin diharapkan kandungan logam pada sampel limbah oli ini menurun mendekati standart kandungan logam pada oli baru atau bahkan sampai hilang kandungan logamnya apabila limbah tersebut hanya dibuang. Dari ketiga variasi yang dibuat tersebut, variasi ketiga lah yang paling mendekati standart kandungan oli baru.

## **5.2 Data Pengamatan Logam Dalam Limbah Oli Bekas Dengan Penambahan**

### **Asam Asetat**

Dengan kurang maksimalnya pengolahan limbah menggunakan teknik absorpsi menggunakan kaolin ini maka perlu diadakan penelitian apa penyebab kurang maksimalnya hasil pengolahan limbah oli bekas ini. Bisa terjadi karena kurang maksimalnya larutan butanol dalam memecah senyawa-senyawa organik, logam dan kandungan air sehingga kaolin susah untuk menyerap logam tersebut. Bisa juga kaolin yang dipakai perlu untuk diaktivasi terlebih dahulu agar proses

penyerapan logam dapat maksimal. Dengan asumsi seperti diatas, pada penelitian ini dilanjutkan dengan menggunakan bantuan larutan asam-asam lemah untuk membantu memecah atau memisahkan kandungan air dengan senyawa-senyawa dan logam yang terdapat dalam limbah bekas.

Tabel 2. Efek Penambahan Asam Asetat, Butanol dan KOH Menggunakan Absorben Kaolin Terhadap Konsentrasi Logam Pada Limbah Oli Bekas.

No	Nama Logam	Treatmen dengan penambahan asam asetat (mg/Kg)	Standart oli baru
1.	Fe	70,8421	2,76
2.	Ca	12,7054	1103
3.	Mg	3,0000	870,8
4.	Pb	5,5556	16
5.	Cr	28,0000	0,12

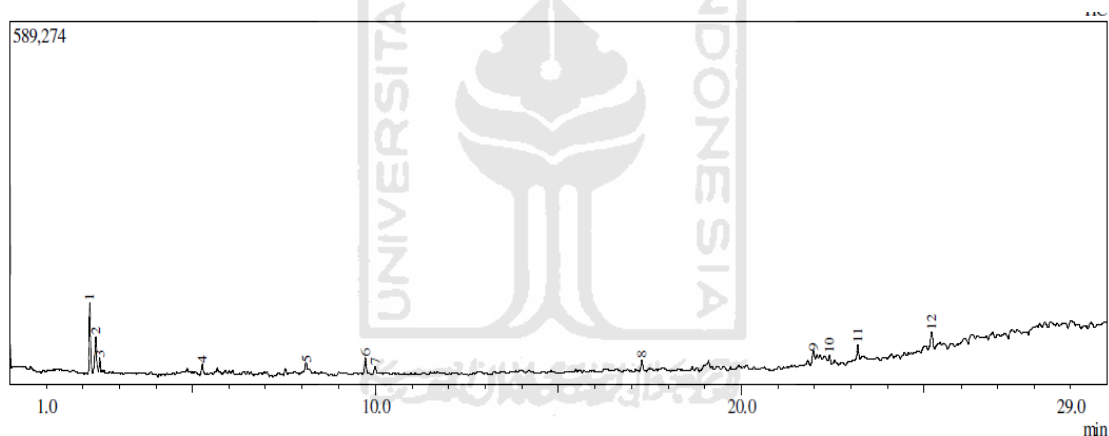
Pada Tabel 2 di atas tentang efek penambahan asam asetat, butanol dan KOH menggunakan absorben kaolin terhadap konsentrasi logam pada limbah oli bekas, berharap dapat menurunkan kandungan logam yang tersapat dalam sampel limbah oli bekas secara maksimal, karena diharapkan dengan adanya penambahan asam asetat dapat membantu butanol dalam memecah atau memisahkan kandungan air yang terdapat didalam sampel limbah oli bekas sehingga dapat diserap secara maksimal oleh absorben kaolin. Akan tetapi hasil yang didapat malah justru kurang bagus dibanding dengan hasil variasi ketiga dimana hasil variasi ke tiga dapat mendekati standart kandungan logam dalam oli baru. Dengan demikian sementara dapat disimpulkan bahwa penambahan asam-asam lemah seperti asam asetat glasial tidak membantu memecah ataupun memisahkan kandungan senyawa organik maupun kandungan logam yang terdapat dalam sampel limbah oli bekas.

### 5.3 Data Pengamatan Senyawa Organik Dalam Limbah Oli Bekas Sesudah

#### Proses

Selain pengolahan limbah oli bekas ini bertujuan untuk mengurangi kandungan logam yang terdapat didalam sampel limbah oli bekas, tujuan dari pengolahan ini juga untuk melihat apakah kandungan senyawa-senyawa organik yang apa saja yang ada didalam limbah oli bekas, serta adakah pengaruh penambahan larutan butanol, KOH dan absorben kaolin ini. Pada pengujian senyawa organik yang ada didalam sampel limbah oli ini memang cenderung mudah hanya menggunakan metode ekstraksi menggunakan larutan n-heksan dan asetonitril. Larutan n-heksan digunakan untuk memisahkan atau mengambil senyawa senyawa organik yang bersifat non polar sedangkan asetonitril digunakan untuk mengambil atau mengekstrak senyawa-senyawa organik yang bersifat polar. Sebelum sampel limbah oli bekas diuji menggunakan alat GC-MS perlu adanya treatment untuk mengekstrak senyawa-senyawa yang ada didalam sampel limbah oli tersebut. Pertama kali sampel oli dicampur dengan larutan n-heksan dengan asetonitril sebanyak 60 mL dan 40 mL. Kemudian digojog sampai homogen kurang lebih 1 jam digojog dalam corong pisah. Saat penggojogan diusahakan stabil dalam menggojog agar larutan ataupun senyawa yang akan diambil terekstrak secara maksimal. Setelah digojog, kemudian diamkan sejenak agar terbentuk dua lapisan, setelah terbentuk 2 lapisan tersebut kemudian pisahkan larutan bagian bawah kemudian masukan kembali larutan asetonitril sebanyak 40 mL kemudian gojog kembali kurang lebih satu jam. Setelah digojog kemudian dipisahkan kembali. Setelah terpisah, lapisan atas kemudian ditambah larutan

asetonitril sebanyak 40 mL kembali kemudian digojog sampai homogen kurang lebih selama satu jam, setelah itu pisahkan kembali. Proses penambahan asetonitril ini dilakukan berkali-kali bertujuan untuk mengambil senyawa organik yang masih tersisa dilapisan atas tersebut. Selain itu tujuan lain agar tidak ada senyawa yang terbuang dalam proses pengekstrakan ini. Setelah selesai proses pengekstrakan ini, kemudian lapisan yang dipisahkan tadi di evaporasi sampai volumenya menipis kira kira 0,5mL. Setelah dievaporasi barulah sampel siap diuji menggunakan alat GC-MS. Pada penelitian ini setelah dilakukan uji menggunakan GC-MS dan menghasilkan dua belas puncak seperti gambar dibawah ini:



Gambar 4. Peak kromatogram ekstraksi limbah oli bekas

Gambar 4 menunjukkan bahwa senyawa yang terkandung dalam sampel limbah oli bekas antara lain *1-Hidroxy-3-pentyne*, *n-heksan*, *Metyl cyclopentane*, *1,2,4 Trimetyl Benzene*, *Cyclopentanecycloheptane*, *2-Metylnaphthalene*, *Metyl ester*, *Phenyl nony phenylamine*, *Octhyl diphenylamine*, *1,2 benzenedicarboxylic*, dan *1,4 butoxybutane*. Dari dua belas senyawa ini masih perkiraan berdasarkan referensi dari alat GC-MS yang sudah terekam didalam alat. Dalam 1 peak saja sudah terdapat setidaknya ada 4 sampai 5 referensi yang menyerupai senyawa

tersebut sehingga tinggal dipilih mana yang paling sesuai dengan senyawa tersebut, biasanya dapat dilihat dengan nilai SI yang tinggi dan disesuaikan dengan berat molekul dari senyawa tersebut. Dari senyawa-senyawa diatas dapat dilihat secara lebih rinci seperti pada tabel 3.

Tabel.3 Peak Kromatogram ekstraksi limbah oli bekas

No	Waktu retensi	Nama Senyawa	Luas area (%)
1.	2.195	1-Hidroxy-3-pentyne	28,69
2.	2.363	n-heksan	19,86
3.	2.463	Metyl cyclopentane	4,80
4.	5.270	1,2,4 trimetyl benzene	4,59
5.	8.104	Cyclopentanecycloheptane	3,01
6.	9.725	2-metylnaphthalene	7,87
7.	9.988	2-metylnaphthalene	3,42
8.	17.284	Metyl ester	4,40
9	21.969	Phenyl nony phenylamine	5,72
10	22.411	Octhyl diphenylamine	3,16
11	23.182	1,2 benzenedicarboxylic	6,65
12	25.201	1,4 butoxybutane	7,83

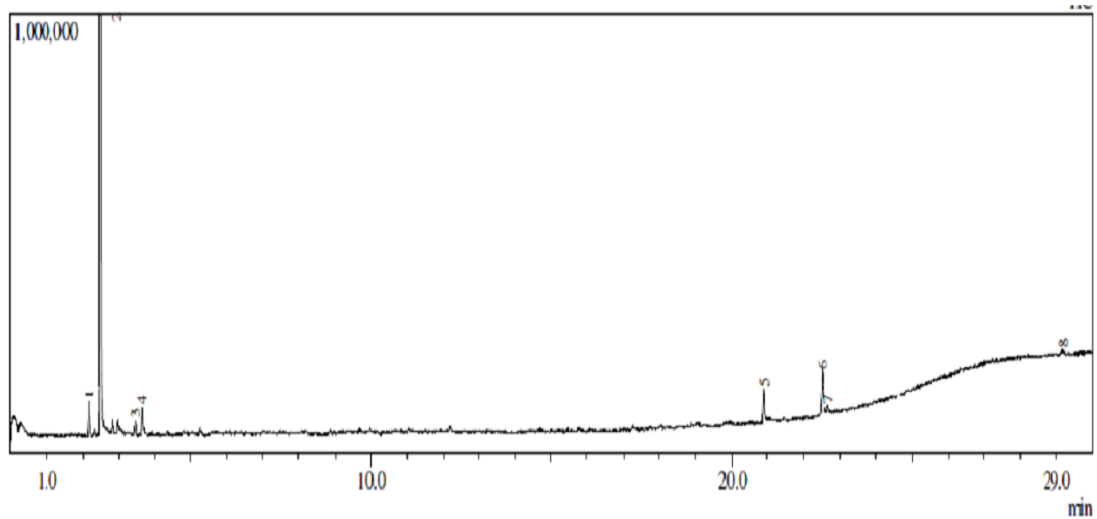
Tabel 3 menjelaskan bahwa senyawa yang terkandung paling banyak adalah senyawa pertama yaitu *1-Hidroxy-3-Pentyne* dengan luas area sebesar 28,69 %. Selanjutnya ada senyawa n-heksan atau pelarut yang digunakan saat ekstraksi senyawa organik dengan luas area sebesar 19,86 %. Senyawa berikutnya adalah *2-Metylnaphthalene* yang luas areanya sebesar 11,09 %. Senyawa selanjutnya adalah *1,4 Butoxybutane* dengan luas area 7,83 %. *1,2 benzenedicarboxylic* adalah senyawa ke 5 jika diurutkan berdasarkan besarnya luas area dengan luas area sebesar 6,65 %. Selanjutnya ada senyawa *Phenyl Nony Phenylamine* dengan luas area 5,72 %. Senyawa ke tujuh adalah *Metyl cyclopentane* dengan luas area sebesar 4,80 %. Selanjutnya ada senyawa *1,2,4 trimetyl benzene* dan *Metyl ester*



dengan luas area secara berurutan 4,59 % dan 4,40 %. Senyawa *Octhyl diphenylamine* dan senyawa *Cyclopentanecycloheptane* mempunyai luas area yang paling sedikit yakni sebesar 3,16 % dan 3,01 %.

Setelah mengetahui senyawa apa saja yang berada didalam sampel limbah oli bekas ini, langkah selanjutnya adalah menentukan senyawa apa saja yang ada didalam limbah oli setelah melalui proses pengolahan menggunakan larutan butanol dan KOH menggunakan absorben kaolin. Tujuan dari menentukan senyawa-senyawa organik setelah melalui pengolahan adalah untuk mengetahui apakah ada pengaruh penggunaan larutan butanol dan KOH dengan absorben kaolin.

Setelah mengetahui kandungan senyawa organik apa saja yang ada didalam sampel limbah oli bekas tersebut, langkah selanjutnya adalah mengetahui apa saja senyawa yang ada di dalam sampel limbah oli setelah mengalami pengolahan tersebut. Berbeda dengan jumlah senyawa yang ada didalam sampel limbah oli bekas tersebut, sampel limbah oli bekas yang sudah di olah menggunakan butanol dan KOH menggunakan absorben kaolin jumlah nya lebih sedikit, setidaknya ada 8 peak atau 8 puncak kromatogram yang terbentuk kurang lebih seperti Gambar 5.



Gambar 5. Peak kromatogram setelah mengalami proses pengolahan

Dari Gambar 5, menunjukkan bahwa senyawa-senyawa yang terkandung dalam sampel limbah oli bekas setelah proses pengolahan dapat diketahui dari puncak puncak peak yang berjumlah delapan puncak. Puncak pertama adalah *1-Hidroxy-3-Pentyne*, untuk puncak kedua yang merupakan puncak tertinggi adalah senyawa *1-Butanol*. Untuk peak ke tiga adalah senyawa *2-Methyl-3-Heksanon*. Pada puncak ke empat adalah *1,2 Dimethyl Hidrazyne*. Sedangkan puncak ke lima sampai ke tujuh diperkirakan adalah senyawa yang sama yaitu *2-Hidroxy-1,3-Propanedyl ester* dan puncak ke tujuh adalah senyawa *hexadecanol*. Untuk lebih jelasnya dapat digambarkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Peak Kromatogram Limbah Oli Bekas Yang Sudah Melalui Proses Pengolahan

No	Waktu Retensi	Nama senyawa	Luas Area (%)
1.	2,206	1-Hidroxy-3-Pentyne	0,94
2.	2,523	1-Butanol	92,77
3.	3,482	2-Methyl, 3Heksanon	0,45
4.	3,661	1,2 Dimethyl Hidrazyne	0,71
5.	20,905	2-Hidroxy-1,3-Propaneyl ester	1,5
6.	22,489	2-Hidroxy-1,3-Propaneyl ester	2,42
7.	22,666	2-Hidroxy-1,3-Propaneyl ester	0,42
8.	29,221	Hexadecanol	0,73

Tabel 4 menjelaskan betapa besarnya konsentrasi butanol dalam sampel oli bekas setelah melalui proses pengolahan oli. Kandungan butanol dalam sampel limbah oli bekas setelah melalui pengolahan sebesar 92,77 %. Setelah butanol ada *2-Hidroxy-1,3-Propaneyl Ester* dengan luas area sebesar 4,34 %. Senyawa berikutnya adalah Hexadecanol dengan luas area sebesar 0,73 %. Selanjutnya ada senyawa 1,2 Dimethyl Hidrazyne. Setelah mengetahui senyawa organik dalam sampel limbah oli bekas baik sebelum dan sesudah proses pengolahan dapat kita lihat dalam Tabel 5 dibawah ini.

Tabel 5. Perbandingan senyawa organik sebelum dan sesudah proses pengolahan oli bekas

No	Senyawa sebelum proses	Senyawa setelah proses	Luas area (%) sebelum proses	Luas area (%) setelah proses
1	1-Hidroxy-3-pentyne	1-Hidroxy-3-Pentyne	28,69	0,94
2	n-heksan	-	19,86	-
3	Metyl cyclopentane	-	4,80	-
4	1,2,4 trimetyl benzene	-	4,59	-
5	Cyclopentanecycloheptane	-	3,01	-
6	2-metylnaphthalene	-	7,87	-
7	2-metylnaphthalene	-	3,42	-
8	Metyl ester	-	4,40	-
9	Phenyl nony phenylamine	-	5,72	-
10	Octhyl diphenylamine	-	3,16	-
11	1,2 benzenedicarboxylic	-	6,65	-
12	1,4 butoxybutane	-	7,83	-
13	-	1-Butanol	-	92,77
14	-	2-Methyl, 3Heksanon	-	0,45
15	-	1,2 Dimethyl Hidrazyne	-	0,71
16	-	2-Hidroxy-1,3-Propaneyl ester	-	1,5
17	-	2-Hidroxy-1,3-Propaneyl ester	-	2,42
18	-	2-Hidroxy-1,3-Propaneyl ester	-	0,42
19	-	Hexadecanol	-	0,73

Jika dilihat dari dari Tabel 5, senyawa organik yang ada dalam limbah oli bekas baik sebelum proses maupun setelah proses, senyawa yang tetap ada hanya *1-Hidroxy-3-Pentyne*. Senyawa *1-Hidroxy-3-Pentyne* mengalami penurunan luas area secara signifikan dari 28,69 % menjadi 0,94 %. Selain senyawa *1-Hidroxy-3-Pentyne*, senyawa yang ada dalam limbah oli bekas sebelum proses sudah hilang dan yang tersisa adalah senyawa ester dan turunan alkohol. Itu berarti pada

saat proses pengolahan limbah oli bekas, senyawa-senyawa organik yang ada dalam limbah oli bekas ikut terserap kedalam kaolin atau hilang saat proses pengendapan dengan larutan butanol dan KOH.



## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Kandungan logam Ca, Mg, Pb, Fe, dan Cr pada oli bekas sebelum diolah secara berurutan adalah 1020,4878 ppm, 367,0221 ppm, 167,4 ppm, 36,7556 ppm, 1,8ppm
2. Kandungan logam Ca, Mg, Pb, Fe, dan Cr pada oli bekas setelah diolah secara berurutan adalah 0,1669 ppm, 9,8461 ppm, 34,0720 ppm, 78,2209 ppm, 1,2040 ppm
3. Berat optimal kaolin pada proses pengolahan oli bekas adalah sebesar 1,5 gr
4. Komponen senyawa organik yang ada pada oli bekas sebelum proses pengolahan antara lain 1-Hidroxy-3-pentyne, n-heksan, Metyl cyclopentane, 1,2,4 trimetyl benzene, Cyclopentanecycloheptane, 2-metylnaphthalene, Metyl ester, Phenyl nony phenylamine, Octhyl diphenylamine, 1,2 benzenedicarboxylic, dan 1,4 butoxybutane.
5. Komponen senyawa organik yang ada pada oli bekas sesudah proses pengolahan antara lain 1-Hidroxy-3-Pentyne, 1-Butanol, 2-Methyl-3Heksanon, 1,2 Dimethyl Hidrazyne, 2-Hidroxy-1,3-Propaneyl ester, dan Hexadecanol

## 6.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka peneliti menyarankan beberapa hal sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan pengujian perbedaan menggunakan pelarut lain supaya hasil lebih optimal
2. Perlu adanya pengujian menggunakan jenis absorben lain supaya hasil yang diperoleh dapat dibandingkan dan dapat mengetahui absorben apa yang paling bagus buat pengolahan limbah oli bekas.



## DAFTAR PUSTAKA

- Araujo, M.A. and Telles, A.S., 1995, "Adsorption of oxidation products from lubricating oils using commercial adsorbents," *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 12, 2, 98-105.
- Battalova, S.B and Likerova, A., 1986, "Influence of strength of acid centers of adsorbents on degree of finishing of lubricating oils," *Chem. Techno Fuels Oils*, 22, 3-4, 191-194.
- Dombrowski, T., 2000, *The origin of kaolinite*. Implication for utilization. In: Carty, W.M., Sinton, C.W. (Eds.), *Science of white wares II*, American Ceramic Society, Westerville, OH, pp. 3-12
- Ekosse, G.E., 2000, The Makoro kaolin deposit, *southeastern Botswana: its genesis and possible industrial application*, *Applied Clay Science* 16(5-6) 301-320
- Ekosse, G.E., 2005. Fourier Transform Infrared Spectrophotometry and X-ray powder Diffractometry as Complementary Technique in characterizing Clay size fraction of Kaolin, *J. Appl. Sci. Enviro*, Mgt 9 (2), 43-48
- Grim, R.E., 1968, *Clay mineralogy*, 2nd ed. New York, McGraw-Hill, 596.
- Hamawand, I., Yusaf T., and Rafat, S., 2013. Recycling of Waste Engine Oils Using a New Washing Agent. ISSN 1996-1073. *Energies*. 6. 1023-1049
- J.P. Martins, J.P., 1997, "The extraction-flocculation re-refining lubricating oil processes using ternary organic solvents," *Ind. Chem. Res.*, 36, 3854-3858.
- Kuzvart, M., 1984, *Bentonite and montmorillonite clay*. In: *Industrial minerals and rocks*, Elsevier, Amsterdam, 280-287.
- Mohammed, R. R., Ibrahim, A.R., Taha, H. A., And McKay, G., 2013. Waste Lubricating oil treatment by extraction and adsorption. *Chemical Engineering Journal*. 220. 343-351.
- Murray H. H., 1986, *Clays*. In: *Ullman's encyclopedia of industrial chemistry*, 5th Edition, 109-136
- Parker, S.P., 1988, *McGraw-Hill encyclopedia of the geological sciences*, 2nd ed, New York, McGraw-Hill, 32-33, 69-72, 400-401.



Patterson, S. H. & Murray, H. H.,1975, *Clays*. In: Lefond SI ed. *Industrial minerals and rocks*, 4th ed, New York, American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers, 519–595.

Reis, M.A.D and Jeronimo, M.S.,1988, “Waste lubricating oil rerefining by extraction-flocculation. A scientific basis to design efficient solvents,” *Ind. Chem. Res.*, 27, 1222-1228.

Sanchez, J.H.P and Mansoori G.A., 1997, “In situ remedation of heavy organic deposits using aromatic solvents,” *Proceedings of the 5th Latin American and Caribbean Petroleum Engineering conference and exhibition, Society of Petroleum Engineering*.



## LAMPIRAN

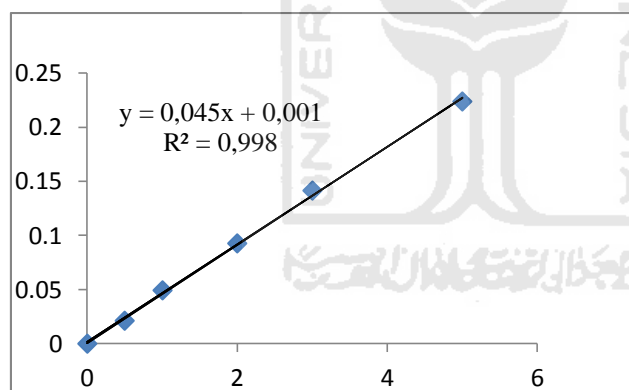
Data pengolahan limbah oli

### 1. Data kandungan logam sebelum proses

#### a. Fe

No	Sampel	Konsentrasi	absorbansi
1	Std 1	0	0
2	Std 2	0.5	0.0208
3	Std 3	1	0.0490
4	Std 4	2	0.0927
5	Std 5	3	0.1411
6	Std 6	5	0.2235
7	sampel	Sampel oli	0.0837

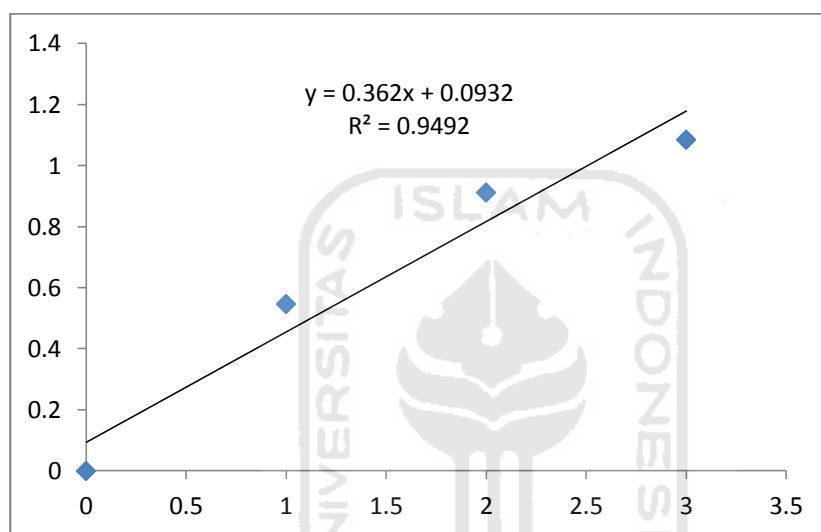
Grafik konsentraasi vs absorbansi kandungan logam Fe sebelum proses



## b. Mg (Pengenceran 10x)

No	Sampel	Konsentrasi	Absorbansi
1	Std 1	0	-0.0001
2	Std 2	0.5	0.4607
3	Std 3	1	0.7405
4	Std 4	2	0.9974
6	sampel		0.5001

Grafik konsentraasi vs absorbansi kandungan logam Mg sebelum proses

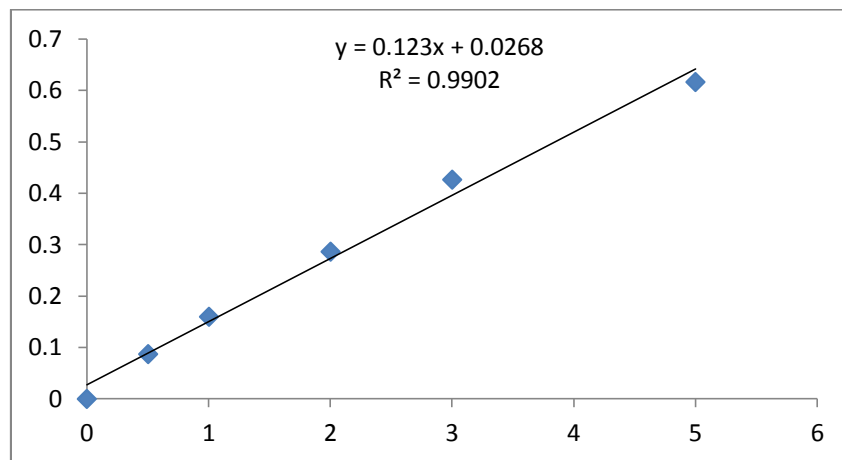


s

## c. Ca (Pengenceran 10x)

No	Sampel	Konsentrasi	absorbansi
1	Std 1	0	0
2	Std 2	0.5	0.0866
3	Std 3	1	0.1596
4	Std 4	2	0.2867
5	Std 5	3	0.4261
6	Std 6	5	0.6164
7	sampel	Sampel oli	0.6536

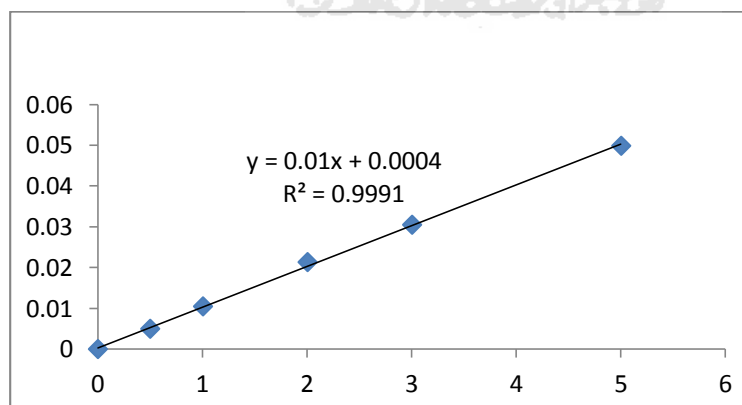
Grafik konsentraasi vs absorbansi kandungan logam Ca sebelum proses



d. Cr

No	Sampel	Konsentrasi	absorbansi
1	Std 1	0	0
2	Std 2	0.5	0.0049
3	Std 3	1	0.0105
4	Std 4	2	0.0213
5	Std 5	3	0.0305
6	Std 6	5	0.0498
7	sampel	Sampel oli	0.0009

Grafik konsentraasi vs absorbansi kandungan logam Cr sebelum proses

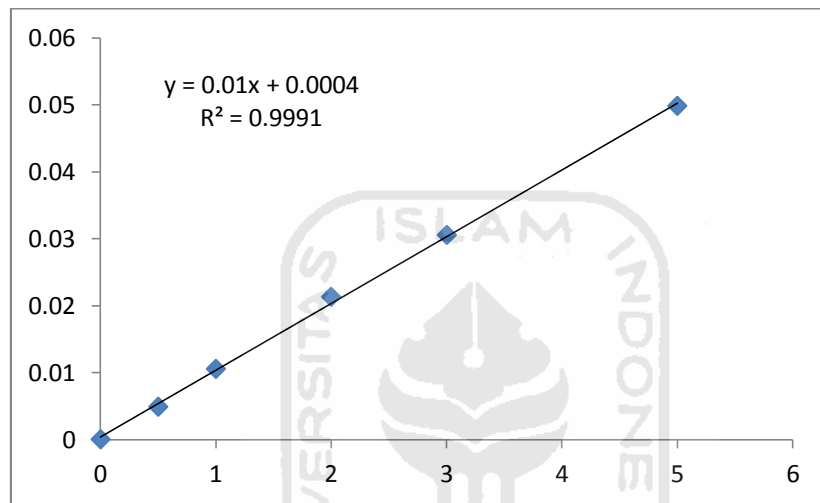


e. Pb

No	Sampel	Konsentrasi	absorbansi
1	Std 1	0	0
2	Std 2	0.5	0.0049

3	Std 3	1	0.0105
4	Std 4	2	0.0213
5	Std 5	3	0.0305
6	Std 6	5	0.0498
7	sampel	Sampel oli	0.0837

Grafik konsentrasi vs absorbansi kandungan logam Cr sebelum proses

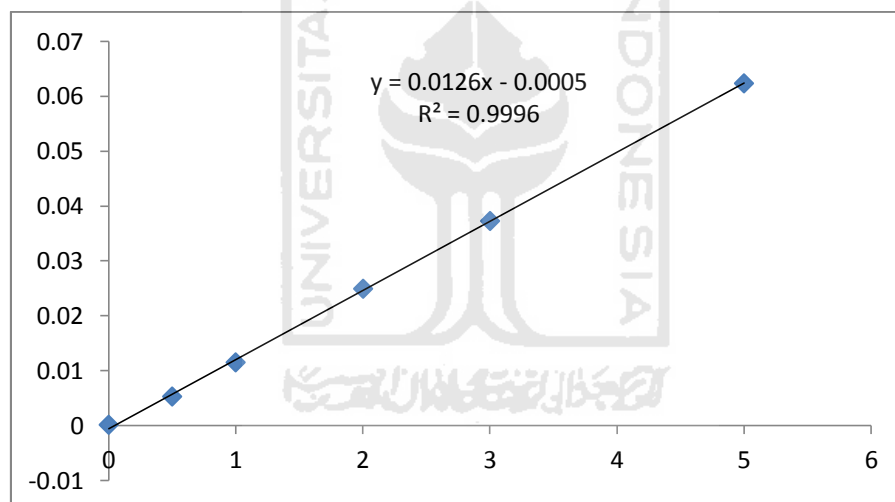


## 2. Data kandungan logam setelah proses (kaolin 0,5 gram)

## a. Fe

No	Sampel	Konsentrasi	absorbansi
1	Std 1	0	0,0001
2	Std 2	0,5	0,0053
3	Std 3	1	0,0115
4	Std 4	2	0,0249
5	Std 5	3	0,0373
6	Std 6	5	0,0624
5	sampel		0,0551

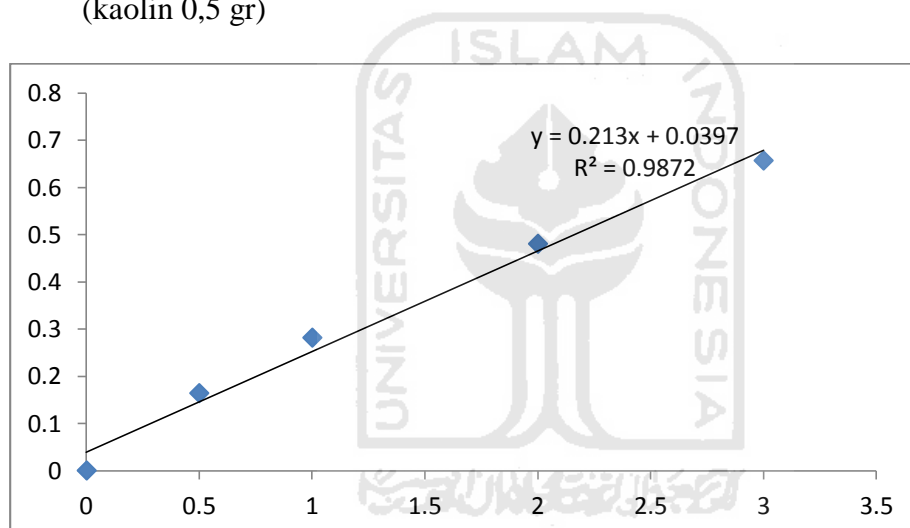
Grafik konsentraasi vs absorbansi kandungan logam mg setelah proses (kaolin 0,5 gr)



## b. Mg (0,5)

No	Sampel	Konsentrasi	absorbansi
1	Std 1	0	0
2	Std 2	0,5	0,1641
3	Std 3	1	0,2818
4	Std 4	2	0,4804
5	Std 5	3	0,6563
5	sampel		0,2857

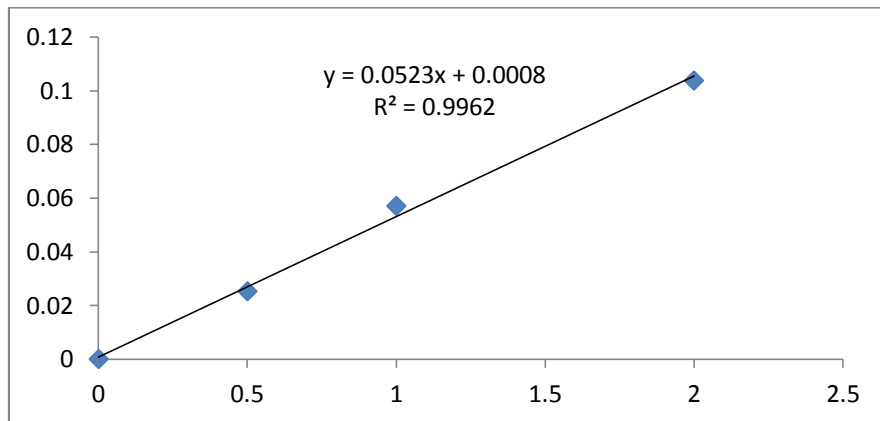
Grafik konsentraasi vs absorbansi kandungan logam mg setelah proses (kaolin 0,5 gr)



## c. Ca

No	Sampel	Konsentrasi	absorbansi
1	Std 1	0	0
2	Std 2	0,5	0,0253
3	Std 3	1	0,0572
4	Std 4	2	0,1038
5	sampel	0,0019	0,0019

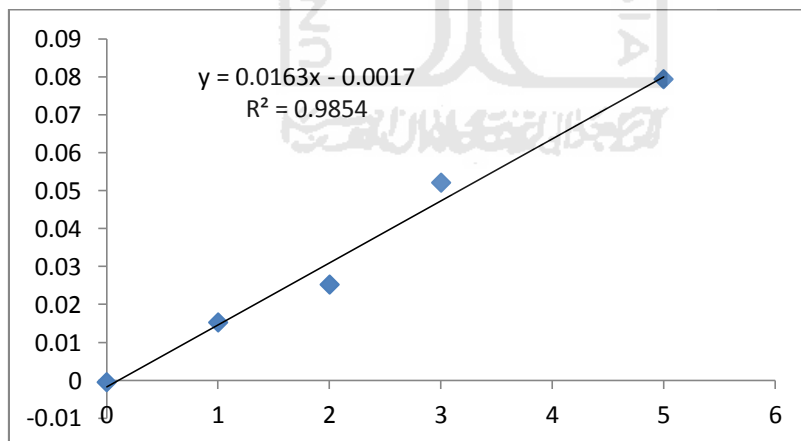
Grafik konsentraasi vs absorbansi kandungan logam Ca setelah proses (kaolin 0,5 gr)



d. Cr

No	Sampel	Konsentrasi	absorbansi
1	Std 1	0	-0,0005
2	Std 2	1	0,0152
3	Std 3	2	0,0252
4	Std 4	3	0,0521
5	Std 5	5	0,0794
5	sampel		0

Grafik konsentraasi vs absorbansi kandungan logam Cr setelah proses (kaolin 0,5 gr)



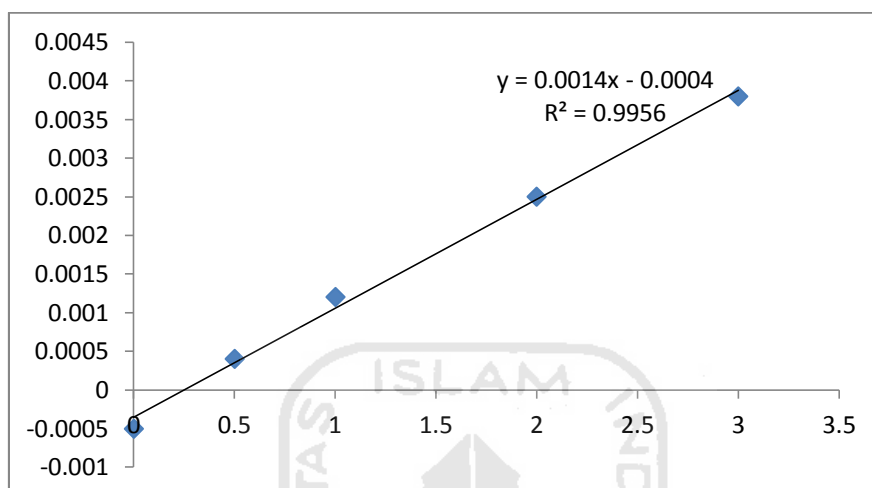
e. Pb

No	Sampel	Konsentrasi	absorbansi
1	Std 1	0	-0,0005
2	Std 2	0,5	0,0004
3	Std 3	1	0,0012



4	Std 4	2	0,0025
5	Std 5	3	0,0038
5	sampel		0,0030

Grafik konsentraasi vs absorbansi kandungan logam Cr setelah proses (kaolin 0,5 gr)

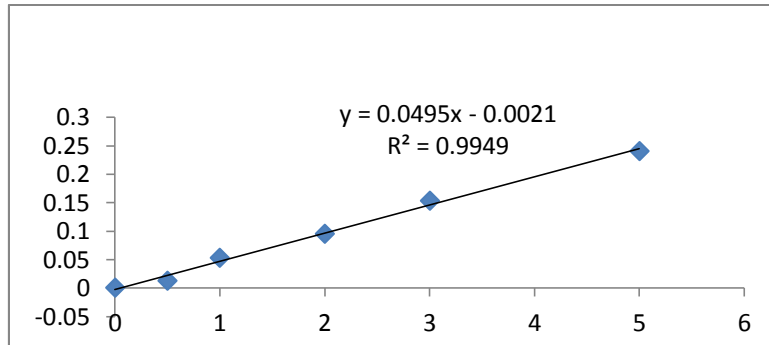


### 3. Data kandungan logam setelah proses (kaolin 1 gram)

#### a. Fe

No	Sampel	Konsentrasi	absorbansi
1	Std 1	0	0.0005
2	Std 2	0.5	0.0125
3	Std 3	1	0.0529
4	Std 4	2	0.0951
5	Std 5	3	0.1538
6	Std 6	5	0.2412
7	sampel	Sampel oli	0.1241

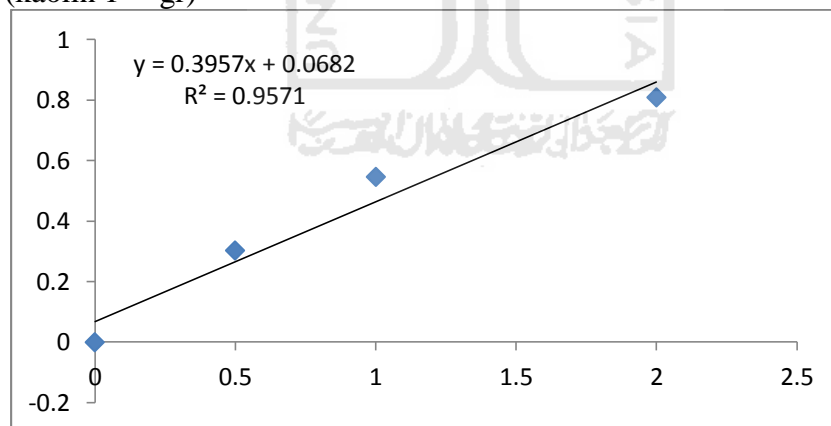
Grafik konsentrasi vs absorbansi kandungan logam Fe setelah proses (kaolin 1 gr)



b. Mg

No	Sampel	Konsentrasi	absorbansi
1	Std 1	0	-0.0004
2	Std 2	0.5	0.3027
3	Std 3	1	0.5462
4	Std 4	2	0.8093
7	sampel	Sampel oli	0.5054

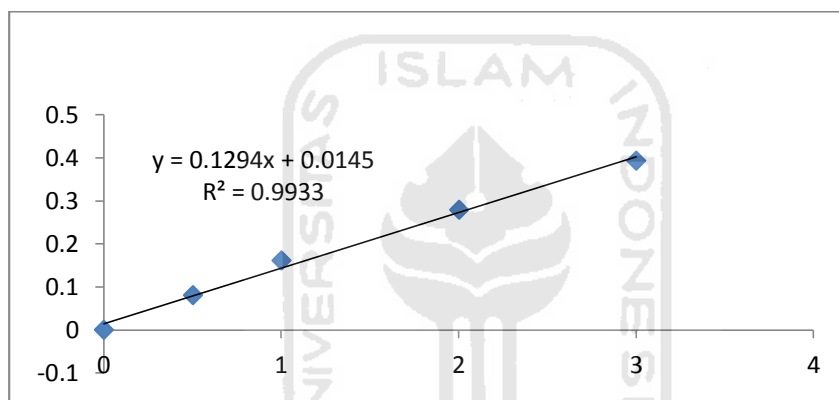
Grafik konsentrasi vs absorbansi kandungan logam Mg setelah proses (kaolin 1 gr)



## c. Ca

No	Sampel	Konsentrasi	absorbansi
1	Std 1	0	-0.0001
2	Std 2	0.5	0.0804
3	Std 3	1	0.1616
4	Std 4	2	0.2786
5	Std 5	3	0.3930
7	sampel	Sampel oli	0.0137

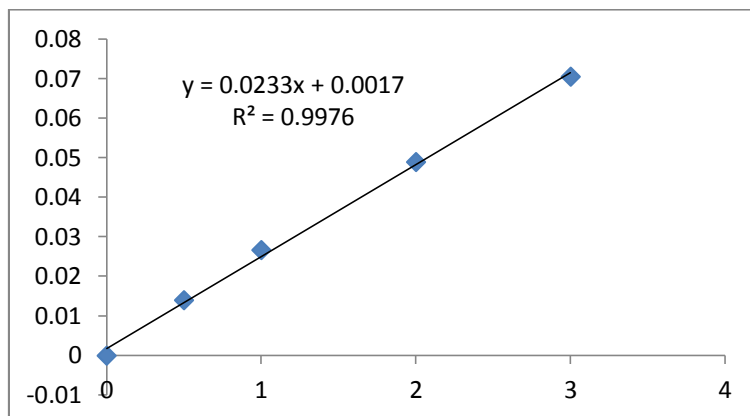
Grafik konsentraasi vs absorbansi kandungan logam Ca setelah proses (kaolin 1 gr)



## d. Cr

No	Sampel	Konsentrasi	absorbansi
1	Std 1	0	-0.0001
2	Std 2	0.5	0.0139
3	Std 3	1	0.0266
4	Std 4	2	0.0489
5	Std 5	3	0.0705
7	sampel	Sampel oli	0.0009

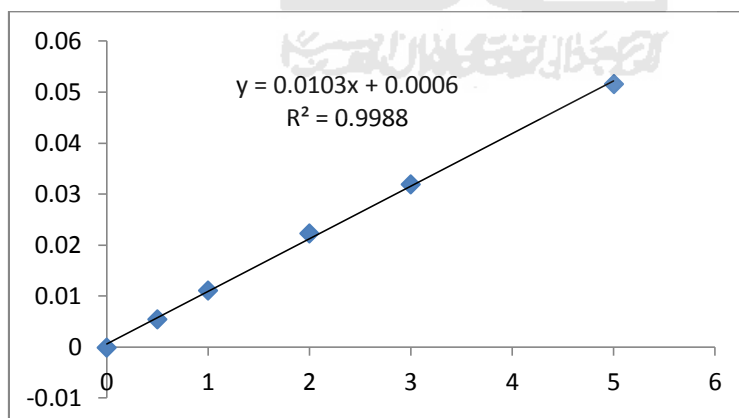
Grafik konsentraasi vs absorbansi kandungan logam Cr setelah proses (kaolin 1 gr)



e. Pb

No	Sampel	Konsentrasi	absorbansi
1	Std 1	0	-0.0001
2	Std 2	0.5	0.0055
3	Std 3	1	0.0111
4	Std 4	2	0.0223
5	Std 5	3	0.0319
6	Std 6	5	0.0516
7	sampel	Sampel oli	0.0032

Grafik konsentraasi vs absorbansi kandungan logam Cr setelah proses (kaolin 1 gr)

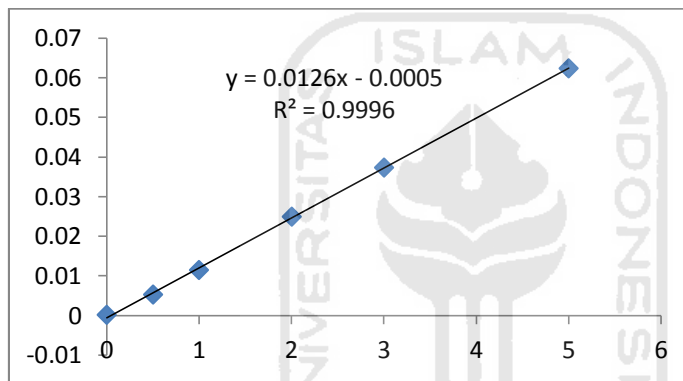


4. Data kandungan logam setelah proses (kaolin 1,5 gram)

a. Fe

No	Sampel	Konsentrasi	absorbansi
1	Std 1	0	0,0001
2	Std 2	0,5	0,0053
3	Std 3	1	0,0115
4	Std 4	2	0,0249
5	Std 5	3	0,0373
6	Std 6	5	0,0624
5	sampel		0,0254

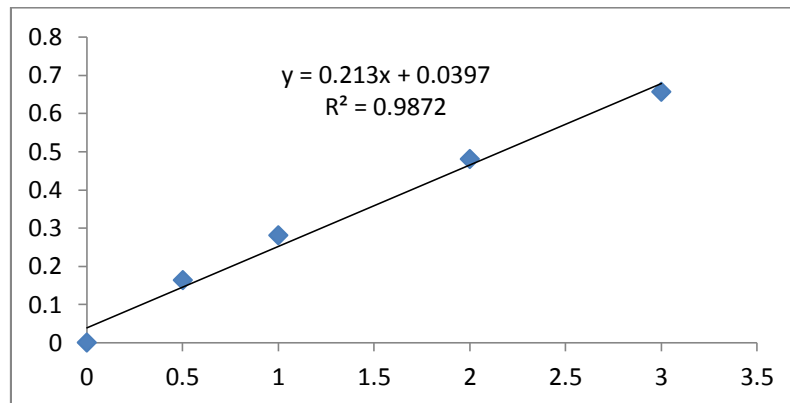
Grafik konsentraasi vs absorbansi kandungan logam Cr setelah proses (kaolin 1,5 gr)



b. Mg

No	Sampel	Konsentrasi	absorbansi
1	Std 1	0	0
2	Std 2	0,5	0,1641
3	Std 3	1	0,2818
4	Std 4	2	0,4804
5	Std 5	3	0,6563
5	sampel		0,1296

Grafik konsentraasi vs absorbansi kandungan logam Cr setelah proses (kaolin 1,5 gr)

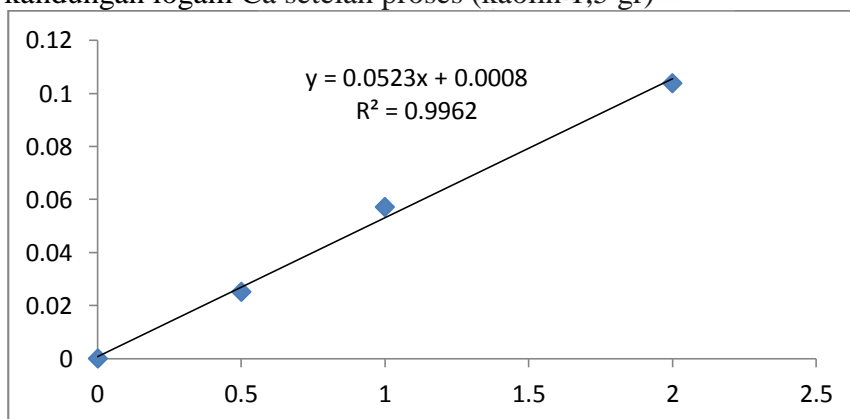


c. Ca

No	Sampel	Konsentrasi	absorbansi
1	Std 1	0	0
2	Std 2	0,5	0,0253
3	Std 3	1	0,0572
4	Std 4	2	0,1038
5	sampel	0,0019	0,0063

Grafik konsentrasi vs absorbansi

kandungan logam Ca setelah proses (kaolin 1,5 gr)

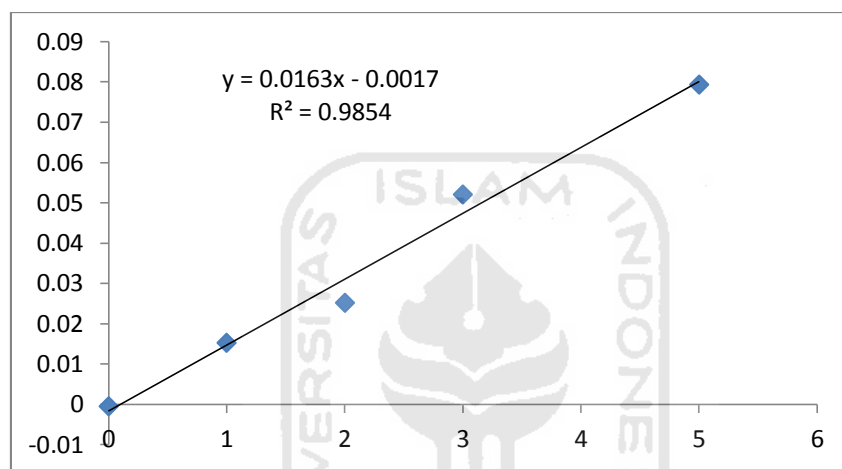


d. Cr

No	Sampel	Konsentrasi	absorbansi

1	Std 1	0	-0,0005
2	Std 2	1	0,0152
3	Std 3	2	0,0252
4	Std 4	3	0,0521
5	Std 5	5	0,0794
5	sampel		0

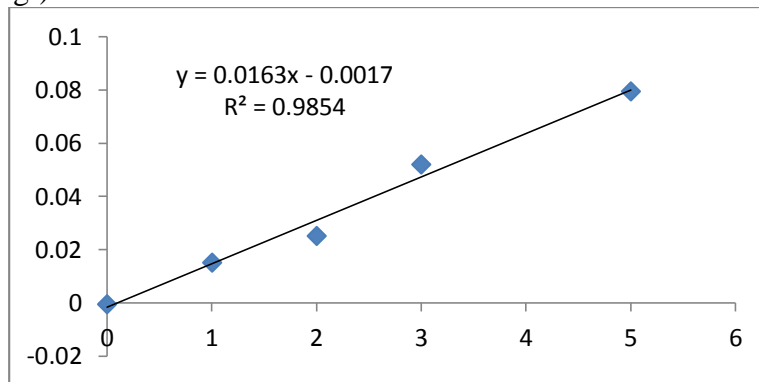
Grafik konsentraasi vs absorbansi kandungan logam Cr setelah proses (kaolin 1,5 gr)



e. Pb

No	Sampel	Konsentrasi	absorbansi
1	Std 1	0	-0,0005
2	Std 2	0,5	0,0004
3	Std 3	1	0,0012
4	Std 4	2	0,0025
5	Std 5	3	0,0038
5	sampel		0,0024

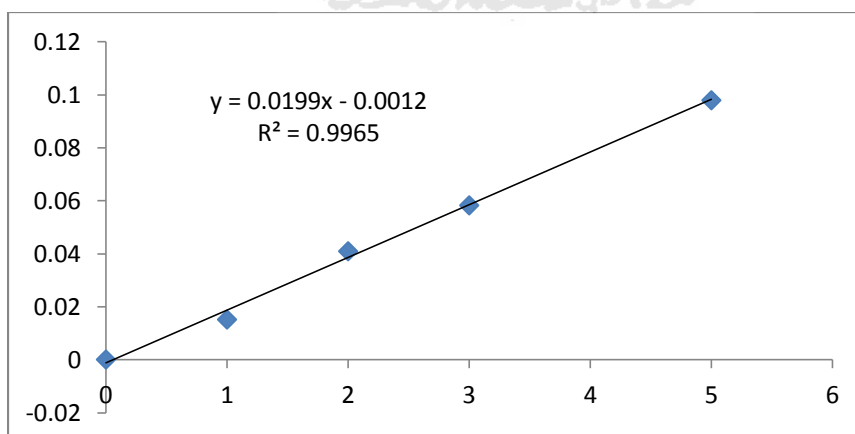
Grafik konsentrasi vs absorbansi kandungan logam Cr setelah proses (kaolin 1,5 gr)



5. Data kandungan logam setelah proses (Asam Asetat)  
a. Fe

No	Sampel	Konsentrasi	Absorbansi
1	Std 1	0	0.0002
2	Std 2	1	0.0152
3	Std 3	2	0.0411
4	Std 4	3	0.0583
5	Std 5	5	0.0981
6	sampel		0.0663

Grafik konsentrasi vs absorbansi kandungan logam Fe setelah proses (Asam asetat)



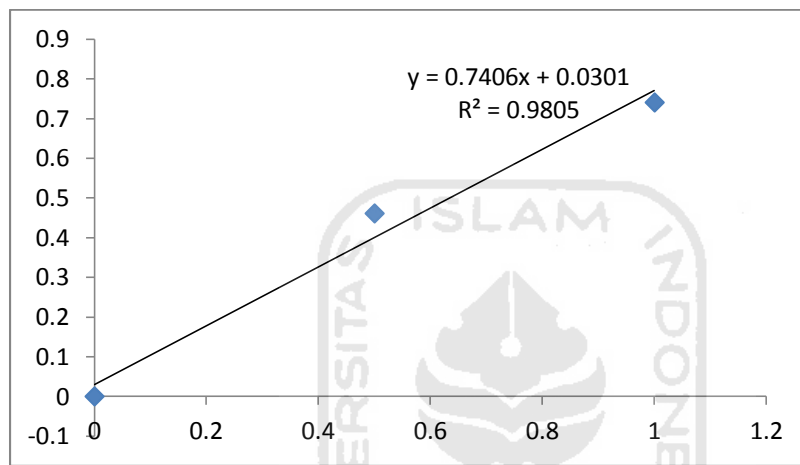
b. Mg

No	Sampel	Konsentrasi	Absorbansi
----	--------	-------------	------------



1	Std 1	0	-0.0001
2	Std 2	0.5	0.4607
3	Std 3	1	0.7405
4	Std 4	2	0.9974
6	sampel		0.5001

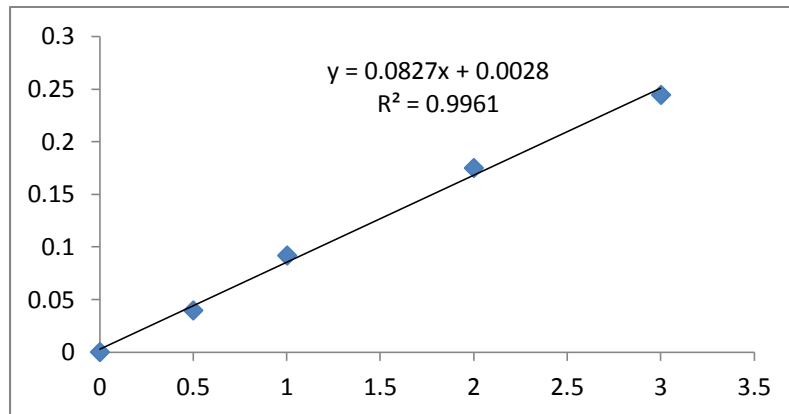
Grafik konsentrasi vs absorbansi kandungan logam Cr setelah proses (Asam Asetat)



c. Ca

No	Sampel	Konsentrasi	Absorbansi
1	Std 1	0	0.0000
2	Std 2	0.5	0.0396
3	Std 3	1	0.0917
4	Std 4	2	0.1752
5	Std 5	3	0.2447
6	sampel		0.0143

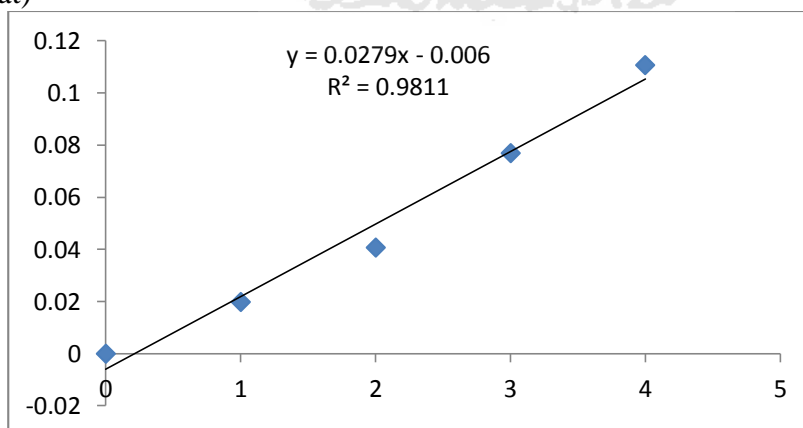
Grafik konsentrasi vs absorbansi kandungan logam Ca setelah proses (Asam Asetat)



d. Cr

No	Sampel	Konsentrasi	Absorbansi
1	Std 1	0	0.0000
2	Std 2	1	0.0200
3	Std 3	2	0.0407
4	Std 4	3	0.0770
5	Std 5	4	0.1108
6	sampel		0.0015

Grafik konsentrasi vs absorbansi kandungan logam Cr setelah proses (Asam asetat)

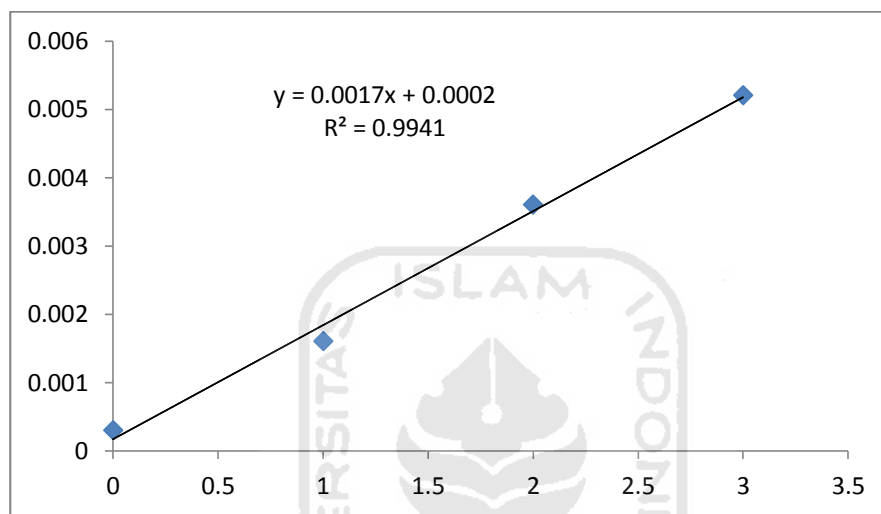


e. Pb

No	Sampel	Konsentrasi	Absorbansi
1	Std 1	0	0.0003
2	Std 2	0.5	0.0007
3	Std 3	1	0.0016

4	Std 4	2	0.0036
5	Std 5	3	0,0052
6	sampel		0.0014

Grafik konsentrasi vs absorbansi kandungan logam Pb setelah proses (Asam asetat)



## PERHITUNGAN DATA

$C_{\text{regresi}} = (\text{absorbansi-intersep}) / \text{slope}$

$C_{\text{logam}} = (c_{\text{regresi}} * \text{volume} * \text{fp}) / \text{berat sampel}$

### 1. Sebelum proses

#### a. Fe

$$\begin{aligned} C_{\text{regresi}} &= (0,0837 - 0,001) / 0,045 \\ &= 1,8377 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{\text{logam}} &= (1,8377 * 0,1 * 1) / 0,005 \\ &= 36,7555 \text{ ppm} \end{aligned}$$

#### b. Mg

$$\begin{aligned} C_{\text{regresi}} &= (0,7736 - 0,093) / 0,362 \\ &= 1,8801 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{\text{logam}} &= (1,8801 * 0,1 * 10) / 0,005 \\ &= 376,0220 \text{ ppm} \end{aligned}$$

#### c. Ca

$$\begin{aligned} C_{\text{regresi}} &= (0,6536 - 0,026) / 0,123 \\ &= 5,1024 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{\text{logam}} &= (5,1024 * 0,1 * 10) / 0,005 \\ &= 1020,4878 \text{ ppm} \end{aligned}$$

#### d. Cr

$$\begin{aligned} C_{\text{regresi}} &= (0,0009 - 0) / 0,01 \\ &= 0,09 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{\text{logam}} &= (0,09 * 0,1 * 10) / 0,005 \\ &= 1,8 \text{ ppm} \end{aligned}$$

#### e. Pb

$$\begin{aligned} C_{\text{regresi}} &= (0,0837 - 0) / 0,01 \\ &= 8,37 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{\text{logam}} &= (8,37 * 0,1 * 1) / 0,005 \\ &= 167,4 \text{ ppm} \end{aligned}$$

### 2. Setelah proses (kaolin 0,5 gram)

#### a. Fe

$$\begin{aligned} C_{\text{regresi}} &= (0,0551 + 0) / 0,012 \\ &= 4,5916 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{\text{logam}} &= (4,5916 * 0,1 * 1) / 0,00509 \\ &= 90,2095 \text{ ppm} \end{aligned}$$

#### b. Mg

$$C_{\text{regresi}} = (0,2857 - 0,039) / 0,213$$

$$\begin{aligned}
 &= 1,1582 \\
 C_{\text{logam}} &= (1,1582 * 0,1 * 1) / 0,00509 \\
 &= 22,7547 \text{ ppm}
 \end{aligned}$$

c. Ca

$$\begin{aligned}
 C_{\text{regresi}} &= (0,0019 - 0) / 0,052 \\
 &= 0,0365 \\
 C_{\text{logam}} &= (0,0365 * 0,1 * 1) / 0,00509 \\
 &= 0,7178 \text{ ppm}
 \end{aligned}$$

d. Cr

$$\begin{aligned}
 C_{\text{regresi}} &= (0 + 0,001) / 0,016 \\
 &= 0,0625 \\
 C_{\text{logam}} &= (0,0625 * 0,1 * 1) / 0,00509 \\
 &= 1,2278 \text{ ppm}
 \end{aligned}$$

e. Pb

$$\begin{aligned}
 C_{\text{regresi}} &= (0,003 + 0) / 0,001 \\
 &= 3 \\
 C_{\text{logam}} &= (3 * 0,1 * 1) / 0,00509 \\
 &= 58,9390 \text{ ppm}
 \end{aligned}$$

3. Setelah proses (kaolin 1 gram)

a. Fe

$$\begin{aligned}
 C_{\text{regresi}} &= (0,1241 + 0,002) / 0,049 \\
 &= 2,5734 \\
 C_{\text{logam}} &= (2,5734 * 0,1 * 1) / 0,00325 \\
 &= 79,1837 \text{ ppm}
 \end{aligned}$$

b. Mg

$$\begin{aligned}
 C_{\text{regresi}} &= (0,5054 - 0,068) / 0,395 \\
 &= 1,1073 \\
 C_{\text{logam}} &= (1,1073 * 0,1 * 1) / 0,00325 \\
 &= 34,0720 \text{ ppm}
 \end{aligned}$$

c. Ca

$$\begin{aligned}
 C_{\text{regresi}} &= (0,0137 - 0,013) / 0,129 \\
 &= 0,0054 \\
 C_{\text{logam}} &= (0,0054 * 0,1 * 1) / 0,00325 \\
 &= 0,1669 \text{ ppm}
 \end{aligned}$$

d. Cr

$$\begin{aligned}
 C_{\text{regresi}} &= (0,0009 - 0) / 0,023 \\
 &= 0,0391 \\
 C_{\text{logam}} &= (0,0391 * 0,1 * 1) / 0,00325 \\
 &= 1,2040 \text{ ppm}
 \end{aligned}$$

e. Pb

$$\begin{aligned} C_{\text{regresi}} &= (0,5054 - 0,068) / 0,395 \\ &= 1,1073 \\ C_{\text{logam}} &= (1,1073 * 0,1 * 1) / 0,00325 \\ &= 34,0720 \text{ ppm} \end{aligned}$$

4. Setelah proses (kaolin 1,5 gram)

a. Fe

$$\begin{aligned} C_{\text{regresi}} &= (0,0254 + 0) / 0,12 \\ &= 0,2116 \\ C_{\text{logam}} &= (0,2116 * 0,1 * 1) / 0,0051 \\ &= 4,5013 \text{ ppm} \end{aligned}$$

b. Mg

$$\begin{aligned} C_{\text{regresi}} &= (0,1296 - 0,039) / 0,213 \\ &= 0,4253 \\ C_{\text{logam}} &= (0,4253 * 0,1 * 1) / 0,0051 \\ &= 8,3402 \text{ ppm} \end{aligned}$$

c. Ca

$$\begin{aligned} C_{\text{regresi}} &= (0,0063 - 0) / 0,052 \\ &= 0,1211 \\ C_{\text{logam}} &= (0,1211 * 0,1 * 1) / 0,0051 \\ &= 2,3755 \text{ ppm} \end{aligned}$$

d. Cr

$$\begin{aligned} C_{\text{regresi}} &= (0 + 0,001) / 0,016 \\ &= 0,0625 \\ C_{\text{logam}} &= (0,0625 * 0,1 * 1) / 0,0051 \\ &= 1,2254 \text{ ppm} \end{aligned}$$

e. Pb

$$\begin{aligned} C_{\text{regresi}} &= (0,0024 + 0) / 0,001 \\ &= 2,4 \\ C_{\text{logam}} &= (2,4 * 0,1 * 1) / 0,0051 \\ &= 47,0588 \text{ ppm} \end{aligned}$$

5. Setelah proses (penambahan asam asetat)

a. Fe

$$\begin{aligned} C_{\text{regresi}} &= (0,0663 + 0,001) / 0,019 \\ &= 3,5421 \\ C_{\text{logam}} &= (3,5421 * 0,1 * 1) / 0,005 \\ &= 70,8421 \text{ ppm} \end{aligned}$$

b. Mg

$$C_{\text{regresi}} = (0,5001 - 0,03) / 0,74$$

$$\begin{aligned} &= 0,6352 \\ C_{\text{logam}} &= (0,6352 * 0,1 * 1) / 0,005 \\ &= 12,7054 \text{ ppm} \end{aligned}$$

c. Ca

$$\begin{aligned} C_{\text{regresi}} &= (0,0143 - 0,002) / 0,082 \\ &= 0,15 \\ C_{\text{logam}} &= (0,15 * 0,1 * 1) / 0,005 \\ &= 3 \text{ ppm} \end{aligned}$$

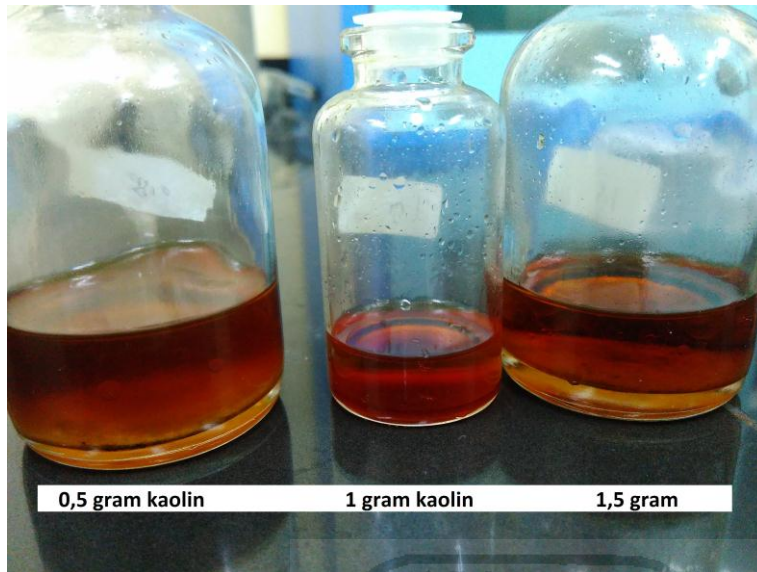
d. Cr

$$\begin{aligned} C_{\text{regresi}} &= (0,0015 + 0,006) / 0,027 \\ &= 0,2777 \\ C_{\text{logam}} &= (0,2777 * 0,1 * 1) / 0,005 \\ &= 5,5556 \text{ ppm} \end{aligned}$$

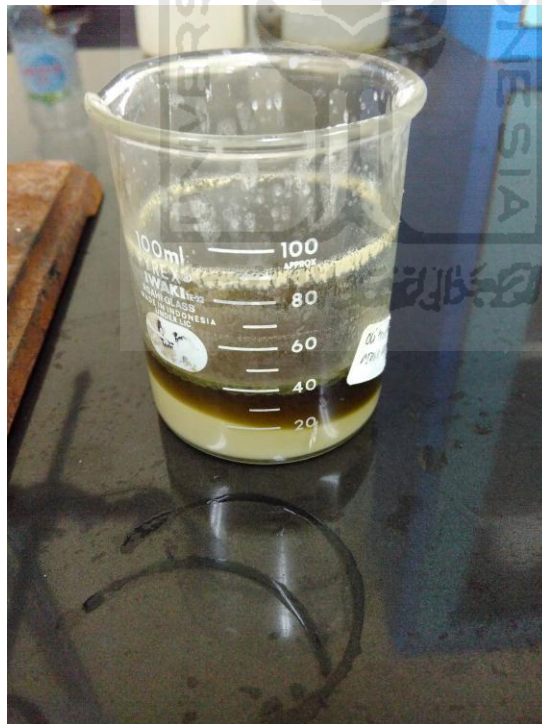
e. Pb

$$\begin{aligned} C_{\text{regresi}} &= (0,0014 - 0) / 0,001 \\ &= 1,4 \\ C_{\text{logam}} &= (1,4 * 0,1 * 1) / 0,005 \\ &= 28 \text{ ppm} \end{aligned}$$





Gambar 6. Hasil pengolahan limbah oli bekas menggunakan kaolin dengan variasi berat



Gambar 7. Proses penyerapan logam berat menggunakan adsorben kaolin





Gambar 8. Proses ekstraksi senyawa organik dalam limbah oli bekas



Gambar 9. Proses destruksi limbah oli bekas pada penentuan kandungan logam

