

4000006338



HADIAH

**PENENTUAN SEBATIAN ORGANIK YANG TERKANDUNG DALAM MINYAK  
ENJIN TERPAKAI**

**FERDENAND THOMSON THOMAS**

**TESIS INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI SEBAHAGIAN DARIPADA  
SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA MUDA SAINS DENGAN  
KEPUJIAN**

**PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

**PROGRAM KIMIA INDUSTRI  
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

**MAC 2005**

PERPUSTAKAAN UMS



1400006338



**UMS**  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: PENENTUAN SEBATIAN ORGANIK DALAM MINYAK  
ENJIN TERPAKAI

Ijazah: SARJANA MUDA DENGAN KEPUJIAN

SESI PENGAJIAN: 2002/2003

Saya FERDENAND THOMSON THOMAS  
(HURUF BESAR)

mengaku membenarkan tesis (LPS/Sarjana/Doktor Falsafah)\* ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:

1. Tesis adalah hakmilik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. \*\*Sila tandakan ( / )

SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh

BOD

(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: RAMPUNG BONGKUD

DR. IQBAL HASHM

Nama Penyalia

P.O BOX 836, 89307 RANAU, SABAH

Tarikh: 28 MAC 2002

Tarikh: \_\_\_\_\_

CATATAN: \* Potong yang tidak berkenaan.

\*\* Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.

@ Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



## KANDUNGAN

### Muka Surat

PENGAKUAN	iii
PENGESAHAN	iv
PENGHARGAAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
SENARAI JADUAL	
SENARAI RAJAH	
SENARAI SIMBOL	
<b>BAB 1        PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1    PENGENALAN	1
1.1.1    Apa itu minyak enjin terpakai?	1
1.1.2    Penyulingan Berperingkat	3
1.2    OBJEKTIF KAJIAN	4
1.3    SKOP KAJIAN	4
<b>BAB 2        ULASAN LITERATUR</b>	<b>5</b>
2.1    MINYAK TERPAKAI BERASASKAN MINYAK ENJIN	5
2.1.1    Ciri-ciri minyak terpakai	5
2.1.2    Bahan-bahan yang terkandung dalam mineral terpakai berasaskan minyak enjin	8
2.1.3    Kajian-kajian tentang minyak enjin terpakai	10
2.2    PENYULINGAN BERPERINGKAT	12
2.2.1    Radas	12
2.2.2    Takrif	14
2.2.3    Teori plat	14
2.3    KROMATOGRAFI GAS-SPEKTROMETER JISIM	17
<b>BAB 3        BAHAN DAN KAEDAH</b>	<b>18</b>
3.1    ALAT RADAS	18



3.2	BAHAN	19
3.2.1	Minyak enjin terpakai	19
3.3	PENYEDIAAN SAMPEL	19
3.4	KAEDAH PENYULINGAN BERPERINGKAT	19
3.5	ANALISIS SAMPEL	20
<b>BAB 4</b>	<b>KEPUTUSAN DAN ANALISIS DATA</b>	<b>21</b>
4.1	ANALISIS DATA	21
4.2	ANALISIS KUALITATIF	22
4.3	ANALISIS KUANTITATIF	24
<b>BAB 5</b>	<b>PERBINCANGAN</b>	<b>29</b>
5.1	PENYULINGAN SAMPEL	29
5.2	ANALISIS DATA	31
<b>BAB 6</b>	<b>KESIMPULAN</b>	<b>35</b>
	RUJUKAN	36
	LAMPIRAN	40



**PENGAKUAN**

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah dijelaskan sumbernya.

28 FEBUARI 2005

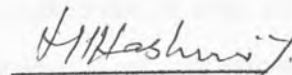
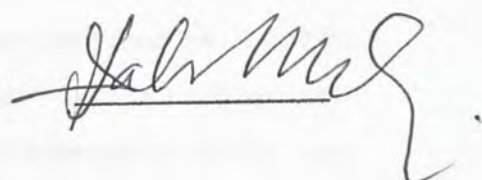
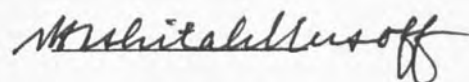
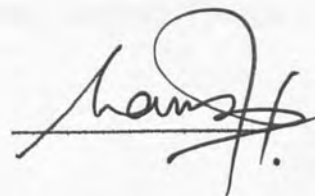
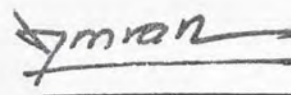


---

FERDENAND THOMSON THOMAS

HS2002-3715



**DIPERAKUKAN OLEH****1. PENYELIA****(DR. IQBAL HASHMI)****TANDATANGAN****2. KO-PENYELIA BERSAMA****(EN. JAHIMIN ASIK)****3. PEMERIKSA 1****(PROF. MADYA DR. MASHITAH YUSOFF )****4. PEMERIKSA 2****(PROF. MADYA DR. MARCUS JOPONY)****5. DEKAN****(PROF. MADYA DR. AMRAN AHMED)**

## PENGHARGAAN

Terlebih dahulu saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada penyelia saya iaitu Dr. Iqbal Hashmi kerana telah banyak membantu saya dalam menyiapkan projek tesis ini. Tidak lupa juga kepada ko-penyelia saya, En. Jahimin Asik yang telah memberi segala tunjuk ajar kepada saya selama saya menyiapkan projek tesis ini. Saya juga ingin mengambil kesempatan ini untuk mengucapkan berbanyak-banyak terima kasih kepada ahli keluarga saya terutama kepada kedua ibu bapa saya yang telah memberi sokongan dan bantuan dalam bentuk kebendaan mahupun sokongan moral. Terima kasih juga saya ucapkan kepada rakan-rakan saya yang telah banyak memberi perangsang dan idea yang bernas dalam usaha untuk menyiapkan projek tesis ini. Akhir sekali, saya ingin merakamkan penghargaan kepada diri saya sendiri kerana bersikap positif dan telah bertungkus lumus untuk menyiapkan tesis saya ini.

Ferdenand Thomson Thomas



## ABSTRAK

Kajian ini dijalankan untuk menentukan sebatian organik yang terkandung dalam minyak enjin terpakai. Kaedah penyulingan berperingkat dilakukan untuk mendapat tiga fraksi yang kemudiannya dianalisis menggunakan kromatografi gas-spektrometer jisim (GC-MS). Keputusan yang diperolehi menunjukkan terdapat pelbagai sebatian organik yang wujud dalam sampel seperti m-xylene, p-xylene, durene, mesitilena dan banyak lagi. Kesimpulannya, minyak enjin terpakai mengandungi pelbagai sebatian organik.





## ABSTRACT

This study was conducted to determine organic compounds that are present in used motor oil. Fractional distillation was used to obtain three different fractions followed by analysis using a gas chromatography-mass spectrometer. The results showed a variety of organic compounds in the used oil sample including m-xylene, p-xylene, durene, mesitylene and many more. For the conclusion, there were many organic compounds that are present in used motor oil.



**SENARAI JADUAL**

	Muka Surat
4.1 Hasil kompaun sampel A yang diperolehi melalui GC-MS	23-24
4.2 Hasil kompaun sampel B yang diperolehi melalui GC-MS	24
4.3 Hasil kompaun sampel C yang diperolehi melalui GC-MS	25
4.4 Peratusan keluasan puncak bagi hasil analisis kompaun sampel A	27
4.5 Peratusan keluasan puncak bagi hasil analisis kompaun sampel B	28
4.6 Peratusan keluasan puncak bagi hasil analisis kompaun sampel C	28-29



**SENARAI RAJAH**

	Muka Surat
2.1 Penghasilan minyak terpakai	7
2.2 Set penyulingan berperingkat	13
2.3 Turus jenis tudung gelembung	16
5.1 Struktur m-xylene	33
5.2 Struktur p-xylene	33



**SENARAI SIMBOL**

$T_r$	truput
$N_r$	bilangan mol refluks
$N_d$	bilangan mol sulingan
$D$	pekali pembauran
$s$	jejari
$L$	panjang
$n$	bilangan plat teori
$H$	ketinggian setara dengan plat teori
$h$	ketinggian puncak
$w$	lebar tapak
$A$	luas puncak

## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 PENGENALAN**

##### **1.1.1 Apa itu minyak enjin terpakai?**

Minyak terpakai ialah sebarang jenis minyak yang diproses daripada minyak mentah atau sebarang minyak sintetik yang sudah digunakan. Dalam kajian ini, minyak terpakai yang dikaji ialah minyak enjin kenderaan. Semasa penggunaan minyak yang baru diproses, pelbagai pencemar seperti habuk, sisa-sisa logam, air atau bahan kimia bercampur dengan minyak tersebut. Oleh itu, minyak yang baru diproses tersebut tidak lagi berfungsi dengan baik. Ini membolehkan minyak baru tersebut dikenali sebagai minyak terpakai. Berdasarkan Environmental Protection Agency (EPA), untuk mengelaskan minyak kepada tahap minyak terpakai, minyak tersebut hendaklah memenuhi kriteria-kriteria tertentu. Antaranya ialah:-

- i. Sumber minyak; kriteria ini merupakan kriteria yang paling utama. Minyak terpakai mestilah diproses daripada minyak mentah atau dibuat daripada bahan



- sintetik. Minyak yang diproses daripada haiwan dan tumbuhan tidak termasuk dalam takrifan minyak terpakai oleh EPA.
- ii. Kegunaan; kriteria kedua yang dititikberatkan ialah bagaimana minyak digunakan. Minyak yang digunakan sebagai pelincir, cecair hidraulik, cecair pemanasan, dan tujuan yang sama boleh dikelaskan sebagai minyak terpakai. Minyak yang tidak digunakan seperti sisa minyak pada tangki simpanan minyak tidak menepati ciri-ciri kategori minyak terpakai oleh EPA. Ini kerana minyak tersebut digunakan. Takrifan EPA juga tidak termasuk produk yang digunakan sebagai agen pembersih ataupun pelarut, contohnya produk daripada hasilan petroleum seperti kerosin.
  - iii. Pencemar; kriteria yang ketiga ialah berdasarkan minyak yang dicemari oleh persekitaran fizikal ataupun pencemar bahan kimia. Dengan kata lain, untuk menepati takrifan EPA, minyak terpakai mestilah tercemar semasa digunakan. Perkara-perkara yang termasuk dalam takrifan EPA ialah residu dan bahan pencemar yang didapati semasa penggunaan, penyimpanan dan pemprosesan minyak terpakai. Antara bahan pencemar fizikal ialah logam kotor dan habuk manakala pencemar bahan kimia adalah seperti pelarut, halogen dan air garam.

Untuk menentukan struktur, sifat fizik dan kimia suatu sebatian, maka sebatian yang diperlukan mestilah dalam keadaan yang tulen. Dalam kajian ini, proses penulenan yang dilakukan ialah dengan cara penyulingan. Kaedah penyulingan yang dipilih adalah kaedah penyulingan berperingkat. Ia bagi mendapatkan sampel minyak terpakai yang dikehendaki. Proses penyulingan berperingkat merupakan proses dimana komponen di



dalam sebatian kimia dipisahkan mengikut takat didih yang berbeza (Blundell, 1998). Langkah pemisahan berlaku secara berulang-ulang.

Oleh itu, kajian ini adalah wajar dan rasional dilakukan kerana dapat menyedarkan masyarakat bahawa bahayanya bahan-bahan yang terdapat di dalam mineral berasaskan minyak terpakai. Ini kerana bahan-bahan yang terkandung ini dapat menjejaskan kesihatan manusia dan persekitaran.

### **1.1.2 Penyulingan Berperingkat**

Berbagai-bagai radas penyulingan berperingkat yang cekap (mungkin lebih rumit) boleh didapati dengan gabungan kawalan suhu peningkatan yang baik. Turus penyulingan telah direka bentuk khas untuk mengurangkan kejatuhan tekanan dan isipadu tahanan. Kecekapan proses penyulingan boleh dipertingkatkan dengan mewujudkan permukaan yang lebih luas bagi sentuhan antara cecair dan wapnya. Ini biasa dilakukan dengan menggunakan turus penyulingan yang mempunyai kecekapan yang lebih tinggi, misalnya dalam kajian ini, turus penyulingan yang digunakan ialah turus vigreux (Sanagi, 1998).

Turus pemeringkatan boleh didapati dalam berbagai-bagai vigreux. Ia boleh didapati dalam berbagai-bagai bentuk, jenis bahan yang digunakan dan saiz. Turus pemeringkatan juga boleh mempunyai struktur dalam berbagai-bagai bentuk dan berlainan luas permukaan. Sesetengahnya mengandungi kepadatan yang menambahkan luas permukaan yang berkesan (Sanagi, 1998). Beberapa contoh turus penyulingan



pemeringkatan termasuklah jenis heliks (kaca/logam), dawai kaca, gegelung, vigreux dan jalur berputar.

Apabila kepadatan sesuatu turus penyulingan bertambah, luas permukaan dan kecekapan turus juga bertambah. Bagaimanapun, ini akan menyebabkan kejatuhan tekanan yang lebih besar yang seterusnya menyebabkan truput menjadi lebih rendah. Jika turus ini terlalu padat, isipadu tahanan akan bertambah besar dan keadaan ini adalah kurang baik. Ini kerana, kadar isipadu tahanan mesti kurang 10% daripada keseluruhan sampel (Sanagi, 1998).

## **1.2 OBJEKTIF KAJIAN**

Objektif bagi kajian yang dijalankan adalah untuk menentukan kompaun bahan kimia yang wujud dalam minyak enjin terpakai. Kajian ini juga dijalankan untuk mengukur komposisi setiap kompaun dengan menggunakan kromatografi gas-spektrometer jisim (GC-MS).

## **1.3 SKOP KAJIAN**

Kajian yang dijalankan adalah untuk menentukan perbezaan organik kompaun yang wujud dalam minyak enjin terpakai. Ia juga akan memperlihatkan sebarang perubahan atau kekotoran yang wujud. Selain itu, kajian ini juga boleh membantu serba sedikit bagi mereka yang bekerja di industri kitar semula minyak terpakai.





## BAB 2

### ULASAN LITERATUR

#### 2.1 MINERAL TERPAKAI BERASASKAN MINYAK ENJIN

##### 2.1.1 Ciri-ciri Minyak Terpakai

Mineral terpakai berasaskan minyak enjin ialah nama lain bagi minyak kenderaan terpakai atau minyak enjin terpakai. Minyak tersebut ialah cecair, berwarna coklat kehitaman yang disingkirkan daripada enjin kenderaan apabila minyak tersebut ditukar. Minyak terpakai berdasarkan minyak enjin adalah sama dengan minyak tidak terpakai tetapi berbeza kerana minyak terpakai berdasarkan minyak enjin mengandungi bahan kimia tambahan yang dihasilkan atau terhasil pada minyak tersebut semasa ia digunakan sebagai minyak pelincir kepada enjin kenderaan (Blundell, 1998).

Minyak terpakai berasaskan enjin mempunyai ciri-ciri yang sama dengan minyak tidak terpakai dari segi kandungan bahan kimia dan bau. Persamaan kedua-dua minyak tersebut termasuklah rantai panjang hidrokarbon (alifatik) dan aromatik atau hidrokarbon

polisiklik aromatik (PAHs) yang disulingkan daripada minyak mentah dan pelbagai campuran tambahan untuk meningkatkan keupayaan enjin (Patel, 1992).

Hidrokarbon alifatik ialah suatu molekul dengan atom karbon pada rantai ringkas atau rantai bercabang. Hidrokarbon aromatik ialah kompaun dengan karbon tidak larut pada enam gelang dengan ciri-ciri yang sama dengan benzena. PAHs ialah kompaun organik kompleks yang mengandungi tiga atau lebih gelang aromatik. Bahan kimia yang didapati pada minyak terpakai berdasarkan minyak enjin adalah terhasil apabila minyak terdedah kepada suhu dan tekanan yang tinggi semasa enjin sedang beroperasi (Patel, 1992). Contoh bagi hidrokarbon yang mengandungi halogen ialah minyak *polychlorinated biphenyls* (PCBs), freon, *perchloroethylene*, klorofom dan karbon tetraklorida.

Menurut US Coast Guard Emergency Response Notification System (ERNS), minyak enjin terpakai adalah antara produk tumpahan minyak yang paling biasa berlaku di Amerika Syarikat. Minyak enjin terpakai atau minyak pelincir ini secara relatifnya adalah produk yang berat. Perbezaan antara minyak yang baru dengan minyak terpakai ialah minyak yang baru mengandungi hidrokarbon yang segar dan lebih ringan dimana ia hanya memberi kesan toksik kepada organisma akuatik dalam jangka masa yang pendek. Minyak enjin terpakai pula mengandungi logam dan *heavy polycyclic hydrocarbons* (PAHs) yang boleh menyebabkan penyakit kronik seperti *carcinogenicity*. Antara logam yang terkandung dalam minyak enjin terpakai adalah plumbum, zink, kromium, barium,



dan arsenik. Menurut Irwin, minyak enjin terpakai mempunyai kepekatan PAHs yang tinggi berbanding dengan minyak yang masih baru (Irwin *et al.*, 1997).

Penghasilan minyak terpakai adalah berkait rapat dengan penggunaan minyak pelincir. Rajah 2.1 berikut menunjukkan bagaimana minyak terpakai terhasil dari minyak pelincir asli.



**Rajah 2.1** Penghasilan minyak terpakai. (Mueller, 1989).

### 2.1.2 Bahan-bahan Yang Terkandung Dalam Mineral Terpakai Berasaskan Minyak Enjin.

Minyak terpakai mengandungi kira-kira 1000ppm jumlah halogen. Halogen yang terkandung dalam minyak terpakai telah dikenalpasti sebagai bahan buangan yang berbahaya. Oleh itu, minyak terpakai mestilah dikendalikan sebagai bahan buangan berbahaya dan bukannya sebagai minyak terpakai. Minyak tersebut juga mengandungi logam seperti aluminium, kromium, kuprum, ferum, plumbum, mangan, nikel, silikon dan tin (Olah *et al.*, 2003). Kesemua logam ini berasal daripada bahagian-bahagian enjin kenderaan semasa penukaran minyak pada sistem enjin. Disamping itu, minyak ini juga mengandungi air, gasolin, *antifreeze* dan bahan-bahan kimia dalam kuantiti yang sedikit. Bahan-bahan ini terhasil apabila gasolin yang terdapat di dalam enjin, dibakar. Manakala bahan-bahan kimia yang terkandung dalam minyak bergantung kepada nama dan jenis enjin yang digunakan sama ada gasolin atau diesel, keadaan mekanikal enjin, sumber minyak (automobil, kapal terbang, keretapi, kapal laut dan traktor), dan jarak yang diambil semasa pertukaran minyak.

Jumlah mineral terpakai berasaskan minyak terpakai yang dihasilkan pada setiap tahun adalah amat besar. Minyak tersebut sama ada dibuang ke alam sekitar atau dikitar semula. Seseengah industri mencampurkan minyak ini dengan minyak lain untuk menghasilkan minyak pelincir yang lain. Mineral terpakai berasaskan minyak terpakai juga boleh dibakar pada suhu antara 300-400°C, bergantung kepada campuran bahan kimia yang terkandung didalamnya.



Menurut Skoog, minyak terpakai yang dialihkan daripada simpanan unit penyejukbekuan yang mengandungi lebih daripada 1000ppm mestilah dikendalikan mengikut kesesuaian yang telah ditetapkan. Sebarang minyak terpakai yang mengandungi klorofluorokarbon (CFC), mestilah disingkirkan sebelum disimpan di dalam unit penyejukbekuan atau campuran minyak terpakai dan tidak terpakai. Pengurusan ini adalah berdasarkan pelarasan Douglas berkenaan dengan peraturan bahan buangan bagi minyak terpakai. Peraturan ini termasuklah kandungan bahan berbahaya yang bercampur dalam minyak terpakai. (Skoog *et al.*, 1998)

Minyak yang digunakan sebagai minyak pelincir enjin akan terpecah kepada berbagai-bagai hidrokarbon yang telah dioksidakan dan hidrokarbon aromatik. Antara organik kompaun yang ditemui dalam minyak enjin terpakai ialah durene, benzena, xylene, dan etilbenzena. Terdapat juga sebatian organik dan inorganik seperti klorin, sulfur, fosforus, bromin, nitrogen dan logam seperti zink, magnesium, barium dan plumbun daripada kesan penambahan dan pencemaran minyak semasa penggunaan atau pembuangan. (Irwin *et al.*, 1997)

Minyak enjin terpakai adalah bahan pencemar yang perlu diambil perhatian kerana ia boleh memasuki ekosistem akuatik dalam jumlah yang banyak melalui pengaliran air. Pencemaran minyak yang utama yang menyebabkan perubahan pada kuala atau muara sungai, adalah dari minyak enjin terpakai. PAHs, logam berat, penambah dan antioksidan, dan paras surih bagi pelarut yang telah diklorinkan telah dikesan dalam minyak enjin terpakai (Irwin *et al.*, 1997).



### 2.1.3 Kajian-kajian Tentang Minyak Enjin Terpakai

Terdapat beberapa kajian yang telah dijalankan berkaitan dengan mineral terpakai berasaskan minyak enjin kenderaan. Kajian-kajian berikut adalah seperti yang dibawah:

- i. Kajian yang telah dijalankan oleh Puerto-Ferre dari Syarikat Phillips Petroleum, adalah untuk menyingkirkan bahan pencemar dari minyak enjin yang telah digunakan melalui kaedah menggabungkan proses penyahlogaman kimia dan proses penghidrogenan. Proses ini bermula dengan mencampurkan larutan akueus diammonium fosfat dengan minyak enjin terpakai yang dipanaskan untuk mengurangkan kandungan logam di dalam minyak tersebut. Tindakbalas kimia akan membentuk fosfat logam yang kemudiannya akan disingkirkan melalui proses penapisan. Minyak yang selebihnya kemudian dipancarkan dengan cahaya untuk menyingkirkan hidrokarbon ringan, gasolin dan juga air. Selepas itu minyak tersebut di campurkan dengan hidrogen dan ditapis melalui lapisan tanah liat dan dilalukan di atas pemangkin Ni/Mo di dalam reaktor penghidrogenan. Langkah penjerapan untuk menyingkirkan bahan-bahan surih yang tertinggal, yang mungkin akan memberi kesan kepada pemangkin. Semasa proses penghidrogenan, kompaun yang mengandungi sulfur, oksigen, klorin dan nitrogen akan disingkirkan dan warna minyak akan menjadi lebih baik. Bahan sampingan pepejal utama yang terhasil dalam tindakbalas adalah bahan fosfat semulajadi yang bersifat mesra alam. Sebagai contoh, bahan sampingan ini boleh dibuang secara selamat di tapak pelupusan sampah-sarap. Bahan sampingan yang



diperolehi daripada cecair yang berkaitan dengan kompaun ringan dan gasolin pula boleh digunakan semula sebagai bahan bakar. Walaubagaimanapun, pemangkin yang telah digunakan biasanya akan dianggap sebagai bahan buangan yang berbahaya. (Puerto-Ferre *et al.*, 1994)

- 
- ii. Sebahagian mineral terpakai berasaskan minyak enjin terpakai memasuki udara melalui sistem ekzos semasa penggunaan enjin. Ia juga boleh memasuki air atau tanah jika ia dibuang dengan cara yang tidak betul. Sebagai contoh, jika ia dituangkan ke dalam sistem pembentungan atau secara terus menerus ke atas tanah. Ia juga boleh memasuki persekitaran kesan daripada pembuangan di tapak pelupusan sampah-sarap, kebocoran minyak pada enjin kenderaan atau ekzos trak dan melalui aplikasi ke atas pedalaman jalanraya untuk kawalan habuk. Sebahagian bahan kimia yang dijumpai di dalam mineral terpakai berasaskan minyak enjin terpakai mungkin akan dibebaskan ke udara jika ia digunakan sebagai bahan api dalam dandang, alat pembakar dan relau simen. Pergerakan bahan kimia tersebut dalam persekitaran bergantung kepada ciri-ciri yang dimiliki oleh individu (bahan kimia) tersebut. Komponen hidrokarbon pada minyak tersebut secara amnya melekat pada permukaan tanah dan ia tidak bergerak melalui tanah (Hess, 1979). Jika tumpahan minyak berlaku, sesetengah hidrokarbon akan tersejat dengan cepat ke udara manakala yang lain pula akan tersejat dengan perlahan. Hidrokarbon yang tidak tersejat akan tertinggal di dalam tanah untuk jangka masa yang lama sebab ia tidak melarut di dalam air dan secara amnya ia tidak dapat diuraikan.



Komponen hidrokarbon pada minyak tersebut memasuki permukaan air akan mengikat pada partikel-partikel kecil dalam air. Akhirnya hidrokarbon tersebut akan tenggelam ke dasar air dimana ia berada pada binatang-binatang laut yang bercengkerang atau organisma-organisma lain dan ini akan mendatangkan keburukan kepada organisma yang tersebut. Sesetengah logam yang terdapat pada mineral terpakai berasaskan minyak enjin terpakai boleh melarut dalam air dan bergerak melalui tanah dengan mudah serta boleh dijumpai pada permukaan air dan air bawah tanah. Air bawah tanah mengalir perlahan-lahan dibawah tanah dan mengalir keluar ke permukaan air seperti kawasan paya dan tasik (Mueller, 1989). Kebanyakan logam yang dijumpai dalam mineral terpakai berasaskan minyak enjin terpakai akan terus berada di persekitaran untuk jangka masa yang lama. Logam tersebut yang terbentuk dalam tumbuh-tumbuhan, haiwan-haiwan, tanah dan permukaan air yang tidak mengalir akan memberikan kesan buruk kepada alam sekitar.

## **2.2 PENYULINGAN BERPERINGKAT**

### **2.2.1 Radas**

Terdapat berbagai-bagai jenis dan bentuk bagi radas penyulingan berperingkat. Radas yang paling ringkas bagi proses penyulingan di dalam makmal terdiri daripada kelalang didih atau kelalang penyulingan, turus penyulingan atau turus pemeringkatan, kondenser (sistem penyejuk) dan kelalang penerima. Teknik penyulingan ialah teknik pemisahan yang membentuk fasa kedua. Larutan sampel di dalam kelalang penyulingan lazimnya





## RUJUKAN

- April, C.C., and Powell, S.U., 1994. Project ROSE - Alabama's used oil recycling program, *Waste Management*, **14** 237-41.
- Arner, R., 1995. Safe Recycling of Used Oil. *Journal of Composting and Recycling BioCycle*, September, p.37.
- Blundell, G., 1998. *Background Paper Provincial and State Policies on Used Motor Oil Management* (Recycling Council of Ontario), May 26, (1-10).
- Brinkman, D.W., 1991. Large Grassroots Lube Re-refinery in Operation, *Oil and Gas Journal*, August 19, p. 60-63.
- Cough. M., 1986. Dioxin Agent Orange: *The Facts*, Plenum Press, New York.
- Dang, C.S., 1997. 'Re-refining of used oils - a review of commercial processes', *Tribotest*, **3**, 4 445-57.
- Farag, A.S., 1989. Solvent Demetalization of Heavy Oil Residue, *Hungarian Journal of Industrial Chemistry*, Hungary, Vol. 17, p. 289-294.
- Fifield, F.W. dan Haines, P.J., 1995, *Environmental Analytical Chemistry*, Blackie Academic & Professional, Wester Cleddens Road, Bishopbriggs, Glasglow, UK.
- Hess, L.Y., 1979. *Reprocessing and Disposal of Waste Petroleum Oils*, Chemical Technology Review No. 140, Noyes Data Corporation, Pollution Technology Review No. 64. Park Ridge, N.J.
- Hydrick, H., 1994. Interline Process Improves Re-refining Affordability, *Lubricants World*, November, p. 26.



- Irwin, R.J., VanMouwerik, M.L., Stevens, M.D.S. dan Basham, W., 1997. *Environmental Contaminants Encyclopedia*. National Park Service, Water Resources Division, Fort Collins, Colorado
- Kimball, V.S., 1975. Waste Oil Recovery and Disposal, Noyes Data Corporation, *Pollution Technology Review*, No. 20. Park Ridge, N.J.
- Lehman, J.W., 2002. *Multiscale Operational Organic Chemistry*, Prentice Hall, New Jersey, US
- Miller, R.K., 1991. *Waste Oil Recycling & Resource Recovery*, Survey on Technology & Markets Ser., Rupnow, Future Tech Surveys, No. 176.
- Mohd Marsin Sanagi., 1998, *Teknik Pemisahan dalam Analisis Kimia*, Universiti Teknologi Malaysia Skudai, Johor Darul Ta'zim, Malaysia.
- Morawski, C., 2000. *Used Oil, Filters, and Containers Stewardship in Ontario*, February, Recycling Canada, *Oil Recycling Body Wants Containers, Too*, Volume 10, Number 6, June 1999, p.3.
- Morris, E.D., 1994. Conversation with Retired Shell Oil Company chemical engineer, *Meeting at Vintage Oil Inc. plant*, September 21.
- Mueller Associates/Inc., 1989. *Waste Oil Reclaiming Technology, Utilization and Disposal*, Noyes Data Corporation, Park Ridge, NJ.
- Olah, G.A., dan Molnár, A., 2003. *Hydrocarbon Chemistry*, Wiley-Interscience, Second Edition, New York, US
- Oosterkamp, P.V.D., 1992. '*KT1 re-refining technology*', paper presented at UNIDO-sponsored workshop, Karachi, Pakistan



- Patel, J.A., 1992. Round Table Discussion on Used Oil Recycling and Re-refined Base Oils, Symposium on Processing, Characterization and Application of Lubricant Base Oils, *Preprints - Division of Petroleum Chemistry*, American Chemical Society. August 23-28.
- Pavia, D.L., Lampman, G.L., Kriz, G.S., dan Engel, R.G., 1995. Introduction to Organic Laboratory Techniques, *A Microscale Approach*. 2nd ed, Saunders College Publishing. United States of America.
- Puerto-Ferre, E., dan Kajdas, C., 1996. 'Clean technology for recycling waste lubricating oils', in *Proc. 9th Int. Coll. Trib., 'Ecological and Economical Aspects of Tribology'*, Technische Akademie Esslingen, Germany, January, vol. 2, pp. 13.9/1-13.9/10.
- Ramli Ibrahim, Illyas Md. Isa, dan Anuar Kassim., 2003. *Kimia Analisis*, Universiti Pendidikan Sultan Idris, Perak Darul Ridzuan, Malaysia.
- Sharp, J.T., Gosney, I. dan Rowley, A.G., 1989. *Practical Organic Chemistry*, A Student Handbook of Techniques, Chapman & Hall, London
- Shreve, R.N., dan Brink, J., 1977. "*Petroleum Refining*" *The Chemical Process Industries*, 4<sup>th</sup> ed, McGraw Hill, New York.
- Skoog, D.A., Holler, F.J., dan Nieman, T.A., 1998. *Principles of Instrumental Analysis*, Thomson Learning, Inc. 5<sup>th</sup> ed. United States of America
- Stitzel, D. dan Spille, T., 1995 *Calling all Cars: A Comprehensive Approach to Used Oil Recycling*, Volume XIV, Number 3, p.60-65.
- Warren, T.J. dan Cohoon, S., 1995. *Changing our Disposal Habits: Recycling Used Oil Filters*, Resource Recycling, Volume XIV, Number 2, p.50.



Wielezynski, L.G., 1975. Process and Equipment for the De-Asphalting of Residues from Vacuum Distillation of Petroleum, and Application to the Remaining of Lubricant Oil, Paris, March 11

