

**PEMBINAAN INDEKS KUALITI AIR TANAH UNTUK KAWASAN TAPAK
PELUPUSAN TERBUKA SISA PEPEJAL : SATU KAJIAN KES DI TELUK
KITANG, PANTAI SABAK, KELANTAN**

Oleh

MOHAMAD ROSLAN BIN MOHAMAD KASIM

**Tesis Ini Dikemukakan Kepada Sekolah Pengajian Siswazah, Universiti Putra
Malaysia Sebagai Memenuhi Keperluan Untuk Ijazah Doktor Falsafah**

Januari 2005

Abstrak tesis yang dikemukakan kepada Senat Universiti Putra Malaysia sebagai memenuhi keperluan untuk ijazah Doktor Falsafah.

**PEMBINAAN INDEKS KUALITI AIR TANAH UNTUK KAWASAN TAPAK
PELUPUSAN TERBUKA SISA PEPEJAL : SATU KAJIAN KES DI TELUK
KITANG, PANTAI SABAK, KELANTAN**

Oleh

MOHAMAD ROSLAN BIN MOHAMAD KASIM

Januari 2005

Pengerusi : Profesor Madya Mohd Kamil bin Yusoff, PhD

Fakulti : Pengajian Alam Sekitar

Masalah pelupusan sisa pepejal merupakan salah satu daripada bucu poligon permasalahan utama dalam pengurusan prasarana sesuatu kawasan.. Tapak pelupusan, terutamanya tapak pelupusan sanitari merupakan antara jalan terbaik untuk pelupusan sisa pepejal. Akan tetapi masalah kekurangan tanah dan mendapatkan tapak yang sesuai sebagai pengganti menyebabkan masalah pelupusan kembali berulang sebaik sahaja tapak pelupusan yang sedia ada telah mencecah aras optimum dan terpaksa ditutup. Ternyata, jalan penyelesaian sebegini hanyalah penyelesaian jangka pendek.

Aktiviti tapak pelupusan jenis terbuka berkeupayaan mencemarkan air tanah pada tahap yang serius. Air tanah dapat diterangkan sebagai air yang menyerap ke lapisan tanah yang datangnya daripada aliran air dari permukaan. Tahap kualiti air tanah semestinya terus dipastikan agar terus tinggi secara berterusan kerana air ini penting sebagai sumber bekalan air bersih terutamanya di kawasan yang kurang mendapat

bekalan air terawat. Gangguan terhadap kualitasnya akan menjejaskan masyarakat yang menjadikannya sebagai sumber bekalan air bersih itu.

Penyelidikan ini dijalankan di kawasan sistem tapak pelupusan perbandaran terbuka untuk melihat tahap pencemaran air tanah yang telah berlaku di kawasan berkenaan seterusnya mengesan bahan pencemar utama yang berperanan besar mencemarinya. Di samping itu, penyelidikan ini juga akan cuba membina suatu petunjuk iaitu indeks kualiti air tanah yang sesuai untuk kawasan tapak pelupusan perbandaran terbuka sebagai petunjuk atau rujukan bagi menilai tahap kualiti air tanah bagi tapak pelupusan perbandaran terbuka di kawasan pesisiran pantai yang lain.

Lokasi tapak pelupusan yang dipilih ialah tapak pelupusan Sabak di Kelantan yang terletak berhampiran dengan Laut China Selatan. Sebanyak 32 pembolehubah penentu kualiti air diambilkira yang meliputi ciri fizikal, bahan logam, bahan bukan logam inorganik dan juga bahan organik agregat. Analisis statistik telah dijalankan untuk menjayakan penyelidikan ini dengan analisis komponen utama sebagai analisis induk. Ini bertujuan untuk menyaring pembolehubah penentu-pembolehubah penentu kualiti air yang kurang utama dan dengan itu tumpuan boleh diberikan kepada pembolehubah penentu kualiti air yang utama. Selanjutnya, pembolehubah penentu- kualiti air yang utama ini akan dijadikan asas bagi pembentukan Indeks Kualiti Air Tanah seperti yang telah dinyatakan.

Hasil analisis mendapati secara keseluruhan, terdapat tujuh pembolehubah penentu kualiti air yang utama mengikut jenis pembolehubah iaitu konduktiviti elektrik, jumlah pepejal terlarut dan saliniti bagi keadaan fizikal, nitrat dan nitrit bagi bahan

inorganik bukan logam, keperluan oksigen secara kimia untuk penunjuk agregat dan besi bagi bahan logam menandakan punca pencemaran air tanah di kawasan berkenaan adalah terdiri daripada bahan-bahan tersebut. Justeru itu, beberapa tindakan yang bersesuaian boleh dijalankan untuk mengawal kehadiran bahan-bahan ini dalam air tanah seterusnya memulihkan keadaan kualiti air tanah di kawasan berkenaan. Secara tidak langsung, maklumat daripada Indeks Kualiti Air Tanah ini juga boleh digunakan sebagai rujukan kepada kawasan-kawasan tapak pelupusan perbandaran terbuka di pesisiran pantai yang lain.

Abstract of thesis to the Senate of Universiti Putra Malaysia in fulfilment of the requirement for the degree of Doctor of Philosophy

**CREATION OF GROUNDWATER QUALITY INDEX FOR OPEN
MUNICIPAL LANDFILL AREA : A CASE STUDY AT TELUK KITANG,
PANTAI SABAK, KELANTAN**

By

MOHAMAD ROSLAN BIN MOHAMAD KASIM

January 2005

Chairman : Associate Professor Mohd Kamil bin Yusoff, PhD

Faculty : Environmental Studies

Solid waste disposal is one of the many problems in infrastructure management. Landfill, especially sanitary landfill at present is known to be the best solution for solid waste disposal. However, scarcity of land and the difficulty of finding suitable site once the existing site reached its maximum capacity causing waste disposal problems to resurface soon after the existing landfill had reached its optimum level and have to be closed. Clearly, this solution is just a short terms solution.

The activity in the operation of open landfill is one of the major causes of groundwater pollution. Groundwater can be defined as the water that seeps in the layers of subsoil as it percolates down from the surface. The high quality of groundwater should be maintained and conserved due to its importance as an alternative source for clean water supply especially in the area that doesn't have treated water supply. The deterioration of the water quality will affect the community adversely.

This research was carried out in an open municipal landfill to find out the level of groundwater pollution within the area and to find out the pollutants that had caused this problem. This research also aimed to establish a suitable groundwater quality index for open municipal landfill in areas near to the sea shore. The index established in the present work can be used as a reference to assess the groundwater quality of other landfills which have the same condition and site characteristics.

The sampling location chosen for this study is Sabak Landfill located in Kelantan, near the South China Sea. 32 water quality indicators were considered which were categorised into four main categories of indicators namely physical, metal, non-metal inorganic and also aggregate organic. Statistical analysis was applied to verify the research with principal component analysis being as a major analysis. This was done to differentiate the major water quality indicator from the one that are of minor importance. Thus, more rigorous treatment can be applied to the principal component.

The results of the analyses showed that, there were seven major water quality indicators that should be considered in establishing groundwater quality index for the site. They were electric conductivity, total dissolved solid and salinity in term of physical condition, nitrate and nitrite in term of inorganic matter, chemical oxygen demand in term of aggregate indicator and iron in term of heavy metal. Therefore, using this information as a guide, suitable action can be taken to address the groundwater pollution problems existing in the area. Indirectly, the groundwater quality index developed in the present work can also be utilised as a reference for other open municipal landfill area situated near to sea shore.

PENGHARGAAN

Dengan sempurnanya penyerahan dan penerima tesis ini bermakna tamatlah pengajian saya di peringkat kedoktoran untuk kali ini.

Terlebih dahulu saya mengucapkan terima kasih kepada penyelia-penyelia saya iaitu Prof. Madya Dr. Mohd Kamil Yusoff, Prof. Madya Dr. Wan Nor Azmin Sulaiman dan Prof. Madya Dr. Mat Yusoff Abdullah serta pemeriksa iaitu Prof. Madya Dr. Shaharin Ibrahim yang telah membimbing saya menjayakan kajian yang telah dijalankan dan juga penulisan tesis ini. Tidak lupa juga saya kepada bekas penyelia saya di era Sarjana Muda iaitu Prof. Dr. MA. yang sungguhpun telah lama diperjauhkan namun hubungan silaturrahim terus terjalin dengan kukuhnya sehingga ke hari ini. Sesungguhnya kata-kata semangat dan panduan serta tunjuk ajarnya masih segar dan bermanfaat sehingga ke hari ini. Malahan tidak berlebihan jika saya katakan bahawa segala tunjuk ajarnya begitu bermanfaat ke hari ini dan telah saya gunakan untuk menjayakan tesis ini.

Kepada rakan-rakan yang turut sama menyambung pengajian iaitu GS 08907, GS 08908 dan GS 09438 serta yang masih bersarang di pohon PES iaitu 770904-03-6083, juga yang datang singgah berteduh dan menikmati buah-buahan di pohon PES tatkala hujan dan musim buah-buahan iaitu 721117-03-5021 serta rakan-rakan yang telah lama berterbangan meninggalkan pohon PES bagi mendapatkan pohon yang lebih banyak mengeluarkan hasil iaitu 740412-05-5280, 740526-03-5384, 740528-07-5216, 771104-13-5678, JPK, 771214-07-5936, 760331-03-5016, SMZA, 790608-03-5826, 790825-04-5422, 770713-08-5042, 790202-03-5340 dan

800426-03-5012 semoga kalian semua terus berjaya dalam perlangkahan seterusnya. Begitu juga buat rakan lama saya, KM 9370 dan pasangan 36566 & KM 9345, semoga kalian berjaya memperolehi apa yang dihajati.

Saya juga mengucapkan terima kasih kepada Tuan Haji Abdul Rashid Haron yang sudi menunjukajar segala ilmu dan teknik analisis makmal, En. Sulkifly Ibrahim yang telah memberi peluang kepada saya untuk melibatkan diri dalam permainan catur, sejenis sukan yang sebenarnya sukan nombor satu dalam diri tetapi penglibatan yang bersifat tenggelam-timbul kerana tiadanya rakan *sparring* serta En. Gafar Talip dan Tuan Haji Ismail Nordin yang suka berbicara dengan saya mengenai alkisah-alkisah yang membuka minda. Akhir sekali, saya juga mengucapkan terima kasih kepada Cik Muslina Sulaiman selaku pegawai di Jabatan Alam Sekitar atas susah-payah beliau untuk memberikan pertolongan dan pandangan yang bernas mengenai kajian ini.

Khas untuk Mak, abang terutamanya abang nombor 5 dan kakak terutamanya kakak nombor 3, terima kasih atas kepekaan yang telah diberikan terhadap pelajaran saya semenjak kecil. Semoga **TUHAN** memberkati usaha kita semua.

Buat ahli jemaah surau Al Islah, yakinlah bahawa Islam juga Boleh. Boleh dalam erti kata pegangan yang kuat terhadap landasan dan cara hidup Islam juga membolehkan seseorang itu berjaya dalam hidup. Boleh dalam erti kata kita tidak perlu mengurangkan apatah lagi meninggalkan bentuk ibadah khusus dan ibadah sunat semata-mata untuk mengejar nikmat kehidupan dunia yang secebis ini. Boleh dalam erti kata kita tidak perlu menukar cara hidup kita kepada cara hidup bukan

Islam sebaliknya hanya menggunakan apa yang bersesuaian dengan hukum syarak dalam mencapai kecemerlangan dalam sudut keilmuan.

Buat para pembaca lainnya, renungkanlah satu falsafah yang menyatakan bahawa paduan antara iman kepada **TUHAN** dan ilmu yang bermanfaat serta gabungan antara teori dan amali adalah dasar utama bagi perkembangan ilmu, proses pembinaan masyarakat terpelajar dan pembinaan masyarakat.

Saya mengesahkan bahawa Jawatankuasa Pemeriksa bagi Mohamad Roslan bin Mohamad Kasim telah mengadakan pemeriksaan akhir pada 12 Januari 2005 untuk menilai tesis Doktor Falsafah beliau yang bertajuk "Pembinaan indeks kualiti air tanah khusus untuk kawasan tapak pelupusan perbandaran terbuka sisa pepejal : Satu kajian kes di Teluk Kitang, Pantai Sabak, Kelantan" mengikut Akta Universiti Putra Malaysia (Ijazah Lanjutan) 1980 dan Peraturan-peraturan Universiti Putra Malaysia (Ijazah Lanjutan) 1981. Jawatankuasa Pemeriksa memperakukan bahawa calon ini layak dianugerahkan ijazah yang tersebut. Anggota Jawatankuasa Pemeriksa adalah seperti berikut :

Mohd Ismail Yaziz, Ph.D.

Profesor Madya
Fakulti Pengajian Alam Sekitar
Universiti Putra Malaysia
(Pengerusi)

Shaharin Ibrahim, Ph.D.

Profesor Madya
Fakulti Sains
Universiti Putra Malaysia
(Ahli)

Awang Noor Abd Ghani, Ph.D.

Profesor Madya
Fakulti Perhutanan
Universiti Putra Malaysia
(Ahli)

Hamirdin Ithnin, Ph.D.

Professor
Fakulti Sastera dan Sains Sosial
Universiti Malaya
(Ahli)

GULAM RUSUL RAHMAT ALI, Ph.D.

Profesor/Timbalan Dekan
Sekolah Pengajian Siswazah
Universiti Putra Malaysia

Tarikh :

Tesis ini telah diserahkan kepada Senat Universiti Putra Malaysia dan telah diterima sebagai memenuhi keperluan untuk ijazah Doktor Falsafah. Anggota Jawatankuasa Penyelia adalah seperti berikut :

Mohd Kamil Yusoff, Ph.D.

Profesor Madya
Fakulti Sains dan Pengajian Alam Sekitar
Universiti Putra Malaysia
(Pengerusi)

Wan Nor Azmin Sulaiman, Ph.D.

Profesor Madya
Fakulti Sains dan Pengajian Alam Sekitar
Universiti Putra Malaysia
(Ahli)

Mat Yusoff Abdullah, Ph.D.

Profesor Madya
Fakulti Sains dan Pengajian Alam Sekitar
Universiti Putra Malaysia
(Ahli)

AINI IDERIS, Ph.D.
Profesor/Dekan
Sekolah Pengajian Siswazah
Universiti Putra Malaysia

Tarikh :

PERAKUAN

Saya akui bahawa tesis ini adalah hasil kerja saya yang asli melainkan petikan dan sedutan yang telah diberi penghargaan di dalam tesis ini. Saya juga mengaku bahawa tesis ini tidak pernah dimajukan untuk ijazah-ijazah lain di Universiti Putra Malaysia ataupun Institusi Pengajian Tinggi yang lain.

MOHAMAD ROSLAN BIN MOHAMAD KASIM

Tarikh :

JADUAL KANDUNGAN

	Halaman
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	v
PENGHARGAAN	viii
PENGESAHAN	x
PERAKUAN	xii
JADUAL KANDUNGAN	xiii
SENARAI JADUAL	xvi
SENARAI RAJAH	xviii
SENARAI SINGKATAN	xx
BAB	
1. PENDAHULUAN	1
Indeks	1
Permasalahan Semasa	2
Kesedaran Mengenai Indeks	2
Pencemaran Air Tanah	3
Tujuan Kajian	4
Kepentingan Kajian	5
2. LATARBELAKANG	7
Sampah	7
Kaedah Pembuangan Sampah	8
Kaedah Pelupusan Sampah	10
Pengurusan Sampah	14
Tapak Pelupusan	19
Tapak Pelupusan Sanitari	21
Langkah Pengoperasian Tapak Pelupusan	21
Proses Pereputan Sisa Pepejal	28
Air Tanah	31
Pencemaran Air Tanah	35
Alam Sekitar	40
Indeks Alam Sekitar	42
Penggunaan Indeks	43
Masalah Pengindeksan	44
Contoh Penilaian Indeks	45
Pembinaan Indeks Kualiti Air Tanah	48
3. PELAKSANAAN KAJIAN	51
Latarbelakang Lokasi Kajian	51
Persampelan	55

	Pembolehkan Yang Diutamakan	56
	Ciri-ciri Fizikal	57
	Suhu	57
	Kemasinan	57
	Konduktiviti Elektrik	58
	Kekeruhan	59
	Pepejal	59
	Penunjuk Agregat Organik	60
	Keperluan Oksigen Untuk Proses Biokimia	60
	Keperluan Oksigen Untuk Proses Kimia	60
	Fenol	61
	Bahan-bahan Bukan Logam Inorganik	61
	Oksigen Terlarut	62
	pH	62
	Nitrogen	62
	Fosforus	63
	Sulfur	64
	Bahan-bahan Lain	64
	Logam Berat	64
	Kaedah Analisis	
4	ANALISIS STATISTIK	67
	Analisis Kenormalan	69
	Plot Q-Q	72
	Analisis Kepuncakan dan Kepencongan	74
	Plot Kotak	76
	Data Terpencil	77
	Penjelmaan Data	79
	Analisis Korelasi	79
	Analisis Komponen Utama	81
	Pembentukan Variat	82
	Pemilihan Bilangan Komponen Utama	87
	Pemilihan Pembolehkan Utama Dalam Sesuatu Komponen	89
	Utama	
	Pengesahan Kebolehpercayaan Model	91
	Teknik Pengesahan Kebolehpercayaan Model	92
5	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	94
	Analisis Kenormalan dan Kelinearan	94
	Analisis Plot Q-Q	94
	Analisis Kepencongan Dan Kepuncakan	100
	Analisis Plot Kotak	103
	Analisis Korelasi	105
	Analisis Komponen Utama	106
	Pembentukan Indeks Kualiti Air Tanah	109
	Analisis Asas Bandingan	117
6	RUMUSAN	126
	Implikasi Kajian	131
	Cadangan Untuk Kajian Seterusnya	133

RUJUKAN	134
BIODATA PENULIS	138