

## Kesesuaian tanah di sekitar Selangor sebagai bahan pelapik semulajadi

NURITA RIDWAN, W.Z.W. YAACOB, ABDUL RAHIM SAMSUDIN & B.K. TAN

Pusat Pengajian Sains Sekitaran dan Sumber Alam, Fakulti Sains dan Teknologi  
Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 Bangi, Selangor Darul Ehsan

**Abstrak:** Dalam kajian ini, sifat fizik dan sifat kimia tanah digunakan bagi mengenalpasti kesesuaian tanah untuk dijadikan bahan pelapik semulajadi dengan mengambil enam jenis tanah berdekatan dengan tapak pelupusan sisa pepejal di sekitar Selangor. Hasil kajian menunjukkan tanah lempung lautan dari kawasan Sg. Besar di Kuala Selangor (SBMC) dan tanah metasedimen dari kawasan Kg. Hang Tuah di Batang Berjantai (HMS) mempunyai potensi yang paling baik untuk dijadikan bahan pelapik semulajadi berbanding tanah kuarzit terluluhawa dari Ayer Hitam, Puchong (PMS), tanah aluvium sungai dari Sg. Sedu, Hulu Langat (SRA), tanah aluvium sungai dari Ampar Tenang, Sepang (ARA) dan metasedimen dari Sg. Kembong, Hulu Langat (KMS). Kesesuaian tanah tersebut boleh disusun seperti berikut: SBMC > HMS > PMS > SRA > ARA > KMS.

**Abstract:** Physical and chemical properties were used to determine the capability of several types of soil as a natural barrier system. Six types of soils were collected adjacent to a landfill in Selangor. The results indicate that marine clay from Sg. Besar in Kuala Selangor (SBMC) and metasediment soil from Kg. Hang Tuah in Batang Berjantai (HMS) have good potential as natural liner materials compared to weathered quartzite from Ayer Hitam, Puchong (PMS), river alluvium from Sg. Sedu, Hulu Langat (SRA), river alluvium from Ampar Tenang, Sepang (ARA), and metasediment from Sg. Kembong, Hulu Langat (KMS). The capability of soils can be ranked as follows: SBMC > HMS > PMS > SRA > ARA > KMS.

### PENDAHULUAN

Masalah sering timbul ketika mencari lokasi yang sesuai untuk dijadikan tapak pelupusan sisa pepejal yang perlu mengambil kira potensi kesihatan dan impak persekitaran. Cecair larut lesap yang terhasil di tapak pelupusan akan telap ke dalam air bawah tanah dan air permukaan dan menghasilkan pelbagai pencemaran. Pencemaran air bawah tanah adalah sukar untuk dibersihkan dan kos untuk pengawalannya adalah tinggi. Jika pelapik lempung yang sesuai dapat dikenalpasti, ia akan membantu dalam mengurangkan migrasi cecair larut lesap pada air bawah tanah dan air di permukaan. Bahan pelapik tapak pelupusan sisa pepejal boleh terdiri daripada bahan semulajadi atau sintetik, kedua-duanya mempunyai tujuan yang sama iaitu bagi melindungi persekitaran.

Pelapik disediakan sebagai penghalang hidrolis terhadap pengaliran cecair. Oleh itu, pelapik perlu mempunyai konduktiviti hidrolis yang rendah bagi satu jangka masa panjang. Pemadatan pelapik lempung adalah yang paling popular dan murah. Pelapik lempung yang dipadatkan perlu mempunyai konduktiviti hidrolis kurang daripada  $1 \times 10^{-9}$  m/s. Pelapik lempung mempunyai keupayaan untuk berinteraksi secara geokimia dengan cecair larut lesap. Menurut Daniel (1993), parameter-parameter geokimia yang boleh membantu mengecilkan kandungan bahan pencemar ialah kandungan lempung, kapasiti pertukaran kation, kandungan karbon, kandungan organik, pH tanah dan potensi penutralan asid/bes. Kertas kerja ini melaporkan kesesuaian tanah untuk dijadikan bahan pelapik semulajadi.

### KAEDAH KAJIAN

Sampel tanah telah diambil dari kawasan yang berhampiran tapak pelupusan sisa pepejal di sekitar kawasan Selangor. Sampel tersebut terdiri daripada tanah lempung lautan dari kawasan Sg. Besar di Kuala Selangor (SBMC), tanah metasedimen dari kawasan Kg. Hang Tuah di Batang Berjantai (HMS), tanah kuarzit terluluhawa dari Ayer Hitam, Puchong (PMS), tanah aluvium sungai dari Sg. Sedu, Hulu Langat (SRA), tanah aluvium sungai dari Ampar Tenang, Sepang (ARA) dan metasedimen dari Sg. Kembong, Hulu Langat (KMS). Sampel tanah diambil pada kedalaman yang cetek dari permukaan tanah yang umumnya terdiri daripada tanah terluluhawa grad VI (tanah baki). Ujian sifat fizik dan kimia tanah yang telah dilakukan adalah graviti spesifik, taburan saiz butiran, had-had Atterberg, pemadatan, sifat ketertelapan, pH, kandungan karbonat dan organik dalam tanah.

Ujian yang dilakukan adalah dengan merujuk kaedah daripada British Standards BS1377 (BSI, 1975) dan Geotechnical Research Centre, McGill University, Montreal, Canada (GRC, 1985). Bagi sampel tanah yang berbutir halus, pengenalpastian mineral lempung dilakukan menggunakan teknik pembelauan sinar-X (XRD) menggunakan mesin Siemens D-5000 Diffractometer.

### HASIL DAN PERBINCANGAN

Jadual 1 menunjukkan ringkasan sifat fizik dan kimia tanah di sekitar Selangor. Nilai  $G_s$  bagi SBMC berada dalam julat 2.20, HMS berada dalam julat 2.50, KMS

**Jadual 1.** Ringkasan sifat fizik dan kimia tanah di sekitar Selangor. Nota: Gs = graviti spesifik; LL = had cecair; PL = had plastik; PI = indeks keplastikan; Wopt = kandungan air optimum;  $\gamma_{dmax}$  = ketumpatan kering maksimum, k = ketertelapan; CH = lempung dengan keplastikan tinggi; CL = lempung dengan rendah keplastikan; ML = lodak dengan keplastikan rendah; K = kaolinit; I = ilit; M = monmorilonit.

Parameter	SBMCs	HMSs	PMSs	SRAs	ARAs	KMSs
Gs	2.15-2.33	2.44-2.67	2.49-2.57	2.41-2.49	2.22-2.42	2.56-2.61
Lempung (%)	33-52	20-30	10-28	1-8	10-27	8-13
Lodak (%)	46-60	45-56	44-65	86-94	42-71	31-39
Pasir (%)	2-8	11-15	24-35	4-10	2-45	36-39
Kerikil (%)	0	3-16	0	0	0	11-18
LL %	50.0-67.5	38.5-57.0	22.0-53.0	24.0-38.5	38.9-50.0	42.4-48.0
PL %	18.2-28.7	21.0-27.0	11.3-24.3	15.3-25.7	23.7-31.7	19.1-34.7
PI %	26.8-44.5	14.2-35.0	9.3-28.7	8.2-15.8	11.3-25.3	13.3-23.3
Wopt %	29-32	21-30	11-21	17-32	10-22	13-18
$\gamma_{dmax}$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.38-1.42	1.32-1.49	1.59-1.82	1.29-1.51	1.54-1.63	1.64-1.75
k (m/s)	$7.91 \times 10^{-9}$	$2.38 \times 10^{-8}$	$3.52 \times 10^{-8}$	$6.96 \times 10^{-8}$	$5.13 \times 10^{-7}$	$7.41 \times 10^{-7}$
Kelas	CH	CH	CL	CL	ML	ML
pH	7.23-7.50	6.22-7.35	4.54-5.43	3.62-4.20	4.23-4.45	4.22-4.38
Organik (%)	5.2-13.5	3.0-12.9	1.9-4.9	3.9-9.2	2.9-11.0	2.0-4.9
Karbonat (%)	8.8-13.4	8.0-12.9	4.7-14.0	5.0-13.2	3.9-15.0	7.3-13.8
Mineralogi lempung	I, M	K, I, M	K, I	I, M	I, M	K, I

berada dalam julat 2.60, PMS berada dalam julat 2.54, ARA berada dalam julat 2.34 dan SRA berada dalam julat 2.43.

Taburan saiz butiran secara keseluruhannya didominasi oleh komponen berbutir halus dengan saiz lodak melebihi saiz lempung. Kandungan saiz lempung dalam sampel tanah SBMC berada dalam julat 33-52%, sementara saiz lodaknya 46-60%. HMS mengandungi saiz lempung dalam julat 25-30% dan saiz lodak 45-56%. Saiz lempung dalam KMS berjulat 5-13%; saiz lodak 31-48%. PMS mengandungi saiz lempung berjulat 10-28%; saiz lodak 44-65%. Saiz lempung dalam ARA 10-27%; saiz lodak 42-68%. Saiz lempung dalam SRA berjulat dari 1-8%, manakala saiz lodak 86-94%. Fraksi butiran kasar bagi semua sampel tanah secara keseluruhannya adalah kurang daripada 15%. Secara keseluruhan, semua sampel tanah berada dalam kumpulan taburan saiz butiran bergred baik kecuali SRA yang dikelaskan sebagai tidak seragam.

Umumnya, keplastikan bagi sampel tanah KMS, PMS, ARA dan SRA adalah rendah sementara SBMC dan HMS mempunyai keplastikan yang tinggi. Julat had cecair bagi SBMC dan HMS ialah 50-67% dan nilai indeks keplastikan bagi semua sampel tanah berada dalam julat 3-30%. Rajah 1 menunjukkan sampel tanah SBMC dikelaskan sebagai CH iaitu lempung dengan keplastikan tinggi. Rajah 2 menunjukkan kebanyakan data yang diplotkan mempunyai sifat aktiviti lempung yang tinggi.

Menurut Skempton (1953), sifat aktiviti lempung dapat membantu menganggarkan kehadiran mineral lempung iaitu aktiviti lempung yang tinggi menunjukkan dominan kehadiran mineral monmorilonit, aktiviti lempung yang sederhana menunjukkan dominan kehadiran mineral ilit manakala aktiviti lempung yang rendah menunjukkan dominan kehadiran mineral kaolinit. Menurut Murray *et al.* (1996), kesesuaian sampel tanah sebagai sistem pelapik dapat ditentukan menggunakan carta keplastikan, plot data yang terletak di atas garis-A adalah sesuai dijadikan pelapik

manakala plot data yang terletak di bawah garis-A adalah tidak sesuai untuk dijadikan bahan pelapik (Rajah 1).

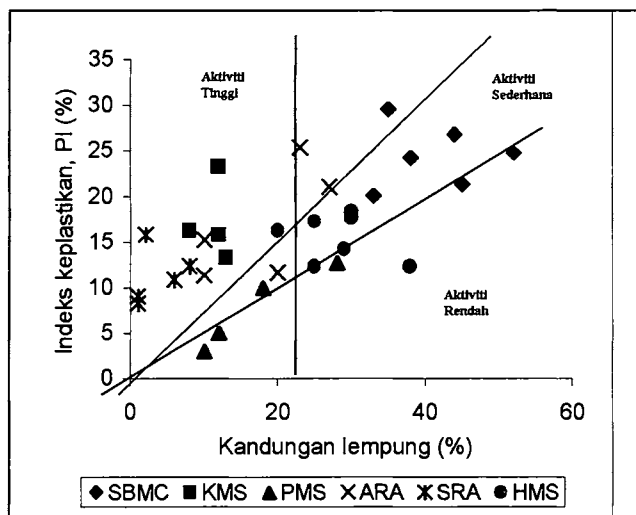
Nilai ketumpatan kering maksimum adalah rendah bagi sampel tanah SBMC, HMS, ARA dan SRA iaitu  $\sim 1.29$  g/cm<sup>3</sup> hingga  $\sim 1.59$  g/cm<sup>3</sup>. Walau bagaimanapun, PMS dan KMS mempunyai nilai ketumpatan kering maksimum yang tinggi iaitu  $\sim 1.6$  g/cm<sup>3</sup> hingga  $\sim 1.82$  g/cm<sup>3</sup>. Secara relatifnya, kandungan air optimum PMS dan KMS adalah rendah iaitu 11-21% bagi sampel tanah PMS dan 12-17% bagi sampel tanah KMS.

SBMC mempunyai nilai ketertelapan yang paling baik diikuti oleh HMS, PMS, SRA, ARA dan KMS. Menurut Kézdi (1974), nilai ketertelapan ( $1 \times 10^{-5}$  m/s  $\sim 1 \times 10^{-9}$  m/s) menunjukkan sampel tanah terdiri daripada pasir bersaiz halus, lodak berpasir dan lodak.

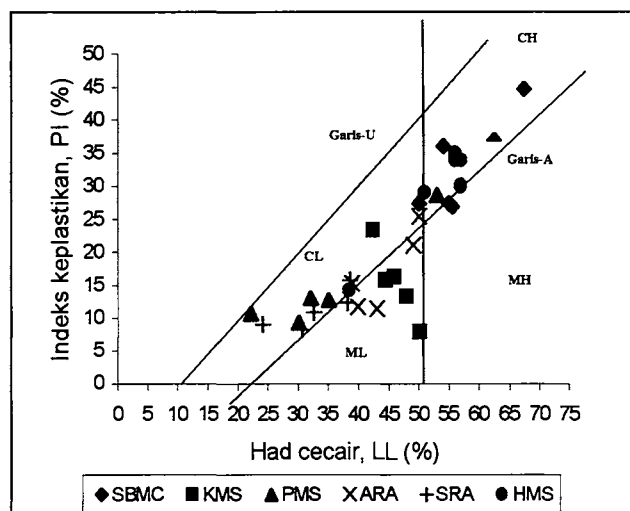
Keupayaan pegangan logam berat oleh lempung adalah berkadar terus dengan nilai pH, kandungan bahan organik dan kandungan bahan karbonat dalam tanah. Berdasarkan hasil ujian sifat kimia tanah, didapati sampel tanah dari Sg. Besar dan Kg. Hang Tuah mempunyai keupayaan menjerap yang tinggi. Menurut Baker *et al.* (1986), bahan cemar yang bercas positif akan terjerap ke dalam bahan organik yang bercas negatif dan tindak balas antara logam berat dengan tanah yang mengandungi banyak bahan organik adalah aktif.

## KESIMPULAN

Hasil daripada ujian yang telah dijalankan, didapati sampel tanah lempung laut dari Sg. Besar mempunyai potensi yang paling baik untuk digunakan sebagai sistem pelapik semulajadi bagi tapak pelupusan sisa diikuti oleh sampel tanah HMS, PMS, SRA, ARA dan KMS. Ini disokong oleh nilai Gs yang rendah, kandungan saiz lempung yang tinggi, keplastikan yang tinggi, ketumpatan kering yang rendah dan nilai ketertelapan yang hanya  $2.49 \times 10^{-1}$  m/tahun. Nilai pH tanah, kandungan bahan organik



Rajah 1. Rajah menunjukkan hampir keseluruhan sampel tanah terletak di atas garis-A.



Rajah 2. Rajah menunjukkan hampir keseluruhan sampel tanah mempunyai aktiviti lempung sederhana hingga tinggi.

dan bahan karbonat yang diperolehi pula telah membantu untuk menilai keupayaan tanah untuk menjerap logam berat.

### RUJUKAN

Baker, J. F., Tessmann, J. S., Plotz, P. E. & Reinhard, M. 1986. The Organic Geochemistry of a Sanitary Landfill Leachate Plume. *Journal Contribution Hydrology* 1:171-189.  
 British Standards Institution (BSI), 1975. *BS 1377: Methods of test for soils for civil engineering purposes*. British Standards Institution, London.

Daniel, D.E., 1993. Clay Liners. Dlm: Daniel, D.E. *Geotechnical Practice for Waste Disposal*. Chapman & Hall.  
 Geotechnical Research Centre (GRC), 1985. *Laboratory Manual*, GRC, McGill University, Montreal, Canada (Unpubl.).  
 Kézdi, A., 1974. *Handbook of soil mechanics: Soil Physics*. Akadémiai Kiado, Budapest, Hungary. 1:129-143.  
 Murray, E.J., D.W., Humphrey, R.D., 1996. Evaluation of clays as linings to landfill. In: Bentley, S.P. (Ed.) *Engineering Geology Waste Disposal, Geological Society Engineering Geology Special Publication No. 11*, London.  
 Skempton, A.W., 1953. The colloidal "Activity" of clays. *Proc. 3<sup>rd</sup> Int. Conf. Soil Mech.*, Zurich, p. 57-61.

Manuscript received 31 March 2004