JABATAN KERJA RAYA MALAYSIA
CAWANGAN KEJURUTERAAN JALAN & GEOTEKNIK,
IBU PEJABAT JKR MALAYSIA,
TINGKAT 26, MENARA PJD,
NO. 50 JALAN TUN RAZAK,
50400 KUALA LUMPUR

No. Telefon : 03 - 2618 8385
No. Fax : 03 - 2618 7349

Ruj.Kami : (6) JKR.CKJG.GFR 090.040 / B / 10 / Jld 5
Tarikh : 16 hb April 2012

Pengarah,
Cawangan Senggara Fasiliti Bangunan,
Ibu Pejabat JKR Malaysia,
Tingkat 1, Blok F,
Jalan Sultan Salahuddin,
50582 Kuala Lumpur

Tuan,

Projek : SEKOLAH MENENGAH BERASRAMA PENUH INTEGRASI SABAK BERNAM, SELANGOR

Perkara : Laporan Pemeriksaan Geoteknik

Dengan segala hormatnya merujuk perkara di atas.

2. Bersama-sama ini disertakan laporan pemeriksaan geoteknik untuk makluman dan tindakan pihak tuan selanjutnya.

Sekian, terima kasih.

'BERKHIDMAT UNTUK NEGARA'

Saya yang menurut perintah,

.....

(IR. DR. HAJI MOHAMAD NOR BIN OMAR)
Ketua Penolong Pengarah Kanan
Unit Geoteknik Forensik
Cawangan Kejuruteraan Jalan dan Geoteknik
Ibu Pejabat JKR Malaysia, Kuala Lumpur
b/p : Pengarah Cawangan Kejuruteraan Jalan dan Geoteknik

NO. SIRIM SUIL MS ISO 9001: 0326
MS ISO 14001 CERT. NO J011301102

LAPORAN PEMERIKSAAN GEOTEKNIK
SEKOLAH BERASRAMA PENUH
INTEGRASI SABAK BERNAM

Disediakan oleh :

Unit Geoteknik (Forensik)
Cawangan Kejuruteraan Jalan dan Geoteknik
Ibu Pejabat JKR Malaysia,
Tingkat 23A, Menara PJD,
Jalan Tun Razak, 50400 Kuala Lumpur

KANDUNGAN

	PERKARA	HALAMAN
1.	ABSTRAK	1
2.	TUJUAN	1
3.	OBJEKTIF	1
4.	KAEDAH PEMERIKSAAN	1
5.	LATAR BELAKANG MASALAH	2
6.	UJIAN PENYIASATAN TANH	2
7.	PROFIL TANAH	2
8.	PENEMUAN	3
9.	HASIL ANALISIS	5
10.	KETERANGAN MASALAH	6
11.	SYOR BAIK PULIH	6
12.	KESIMPULAN	7
13.	LAMPIRAN A (Lokasi Kerja Ujian Penyiasatan Tanah)	8
14.	LAMPIRAN B (Profil Tanah)	9
15.	LAMPIRAN C (Analisis Enapan Pengukuhan)	10
16.	LAMPIRAN D (Analisis Keupayaan Galas)	11
17.	LAMPIRAN E (Lukisan Tipikal Apron)	12

ABSTRAK

Lawatan tapak telah dijalankan pada 14 April 2010 dan 14 April 2011 ke Sekolah Asrama Penuh Integrasi, Sabak Bernam, Selangor. Lawatan tersebut adalah susulan aduan yang diterima oleh pihak JKR mengenai **masalah mendapan tanah** di sekolah tersebut. Unit Geoteknik Forensik, Cawangan Kejuruteraan Jalan dan Geoteknik (CKJG), JKR telah menghantar wakil untuk menjalankan pemeriksaan.

Hasil daripada lawatan tapak tersebut, pihak JKR telah mencadangkan kerja –kerja ujian penyiasatan tanah (SI) dijalankan di sekolah berkenaan. Pada September 2011, kerja-kerja SI telah dijalankan oleh Kumpulan Ikram Sdn Bhd dan selesai sepenuhnya pada Disember 2011.

TUJUAN

Laporan ini ditulis bagi mengemukakan **hasil pemeriksaan geoteknik** yang telah dijalankan oleh Unit Geoteknik Forensik tentang masalah **masalah mendapan tanah** di sekolah tersebut.

OBJEKTIF

Objektif laporan ini dibuat adalah untuk :

1. Menilai keadaan kawasan bermasalah
2. Menyiasat punca masalah.
3. Memberi cadangan yang sesuai bagi mengatasi masalah.

KAEDAH PEMERIKSAAN

1. Lawatan tapak ke tempat kejadian.
2. Pemerhatian secara visual yang dibuat di tempat kejadian.
3. Perbincangan dengan wakil JKR Sabak Bernam dan kakitangan Sekolah Asrama Integrasi, Sabak Bernam.
4. Melakar profil tanah berdasarkan Borelog dari ujian SI.
5. Analisis enapan pengukuhan dan keupayaan galas berdasarkan maklumat daripada ujian SI.

LATAR BELAKANG MASALAH

Sekolah Asrama Penuh Integrasi Sabak Bernam, mula beroperasi pada sekitar tahun 2000. Sekolah ini mengandungi blok pentadbiran, blok akademik, asrama pelajar, dewan makan, surau, kuarters kakitangan dan juga padang permainan. Sekolah ini telah dibina secara **reka dan bina** (*design build*) dengan Kementerian Pelajaran Malaysia (KPM) sebagai pelanggan. Sekolah ini telah mengalami masalah mendapan tanah pada sekeliling blok-blok bangunannya. Mendapan jelas kelihatan pada bahagian apron di sekeliling bangunan. Bagaimanapun, struktur bangunan masih dalam keadaan baik dan tiada tanda keretakan muncul pada permukaan bangunan sewaktu lawatan.

UJIAN PENYIASATAN TANAH (SI)

Ujian Penyiasatan Tapak (SI) telah dijalankan oleh kumpulan Ikram Sdn Bhd pada bulan September 2009. Ujian SI ini merangkumi 10 lubang jara (BH) dan 20 ujian Mckintosh Probe (MP). (lihat lampiran A – Lokasi kerja Ujian Penyiasatan Tanah)

Ujian Penusukan Piawai (SPT) telah di jalankan pada setiap kedalaman 1.5 m dalam tanah untuk semua lubang jara. 5 bacaan konsekutif SPT - N lebih daripada 50 (SPT N > 50) tidak dapat capai untuk semua lubang jara. Pengorekan lubang jara telah diberhentikan pada kedalaman maksimum iaitu lebih kurang 45.00m, antara lapisan pasir berkelodak (silty SAND) *medium dense to dense*.

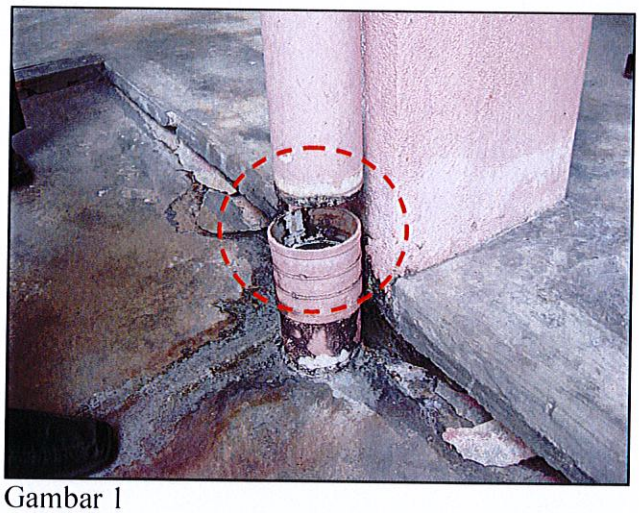
Nilai 400 hentakan untuk 300 mm lapisan tanah (400 blows/300mm) tidak dapat dicapai untuk semua ujian MP. Kesemua ujian MP telah diberhentikan pada kedalaman maksimum 15m. Ini menerangkan bahawa tanah di kawasan sekolah adalah tanah lembut. Melalui keputusan ujian MP ini juga, dapat ditentukan kawasan sekolah adalah dibina di atas tanah tambak setebal 0.3 – 0.6m.

Ujian-ujian makmal seperti Ujian Ricih Tiga Paksi (Triaxial test), Ujian Oedometer telah dijalankan pada sample tak terganggu tanah dari lubang jara. Ujian klasifikasi seperti analisis ayakan, Had Atterberg dan ujian kimia juga dijalankan pada sample terganggu dan sample tak terganggu tanah dari lubang jara.

PROFIL TANAH

Berdasarkan keputusan daripada lubang jara yang diperolehi, BH1 adalah yang paling kritikal. untuk lapisan 0 – 8m, tanah adalah terdiri daripada very soft SILT, very soft CLAY , very soft sandy CLAY dan very soft sandy SILT. Kemudian antara 8 – 26m pula lapisan tanah terdiri daripada tanah very soft CLAY. Ini diikuti dengan beberapa lapisan sandy SILT, sandy CLAY, stiff to firm CLAY dan medium dense SAND. Secara umumnya, lapisan profil tanah meningkat dari segi ketumpatan berdasarkan bacaan SPT-N antara 0 hingga 17. (lihat lampiran B – Profil tanah)

PENEMUAN



Gambar 1

Rain water drain pipe (*RWDP*) yang telah tercabut

Gambar 2

Mendapan tanah pada apron di blok akademik

Gambar 3

Tanda mendapan tanah pada *planter box* di dewan makan.

Tanda mendapan tanah pada apron di asrama pelajar

Gambar 4

Sistem saliran yang tidak berfungi dengan baik

Gambar 5

Lokasi mendapan tanah yang telah dibaik pulih

Gambar 6

HASIL ANALISIS

Pengukuhan Tanah

Kadar mendapan akibat proses pengukuhan tanah telah dianggarkan berdasarkan lubang jara yang paling kritikal. Lubang jara BH1 telah dipilih kerana ia mempunyai lapisan tanah liat lembut (*soft clay*) yang paling dalam dengan ketebalan sehingga 30m. Anggapan yang dibuat untuk pengiraan anggaran mendapan pengukuhan adalah ;

1. Tanah ditambak sewaktu kerja tanah/pembinaan
2. Pertambahan tegasan ($\Delta\sigma$) adalah daripada apron sahaja

Berdasarkan pengiraan, jumlah enapan pengukuhan yang diperolehi adalah 0.688m. Dan ketika ini juga peratus proses pengukuhan yang telah berlaku adalah 17.4 % dengan jumlah enapan sebanyak 0.119m. Berdasarkan pemerhatian yang dibuat di tapak pula, mendapan yang terjadi adalah sekitar 0.100m hingga 0.130m. Proses pengukuhan ini masih aktif dan dijangka mengambil masa sehingga 300 tahun untuk berhenti.

(lihat lampiran C – Analisis enapan pengukuhan)

Keupayaan Galas

Semakan keupayaan galas juga telah dibuat bagi menentukan kekuatan tanah untuk menanggung beban daripada tambakan dan apron. Berdasarkan pengiraan, keupayaan galas yang dibenarkan adalah 29.94 kN/m^2. Beban yang perlu ditanggung pula adalah 12 kN/m^2. Ini bermaksud, untuk kedalaman 0 – 0.5m, walaupun tanah adalah lembut dan mempunyai nilai SPT-N = 0, ia masih mampu untuk menanggung beban daripada tambakan dan apron.

(lihat lampiran D – Analisis keupayaan galas)

Cerucuk

Berdasarkan ujian *parallel seismic* yang dijalankan, anggaran kedalaman cerucuk adalah lebih daripada 27 m hingga 38 m. Ini bermaksud cerucuk tersebut adalah *frictional pile* kerana nilai SPT-N untuk tanah tidak mencapai 50 pada kedalaman tersebut, berpandukan ujian SI terbaru. Kapasiti keupayaan cerucuk adalah berdasarkan *skin friction* antara permukaan cerucuk dengan tanah dan *end bearing* hujung cerucuk pada lapisan tanah yang berkaitan.

KETERANGAN MASALAH

1. Tanah liat lembut

   Keseluruhan kawasan sekolah adalah berada di atas lapisan tanah liat lembut yang tebal. Tanah liat lembut tidak mempunyai sifat kejuruteraan yang baik. Ia perlu dirawat untuk meningkatkan kekuatannya dengan mempercepatkan proses pengukuhan tanah bagi mengurangkan kesan mendapan. Bagaimanapun tidak dapat dipastikan samada kerja-kerja rawatan tanah (*ground treatment*)di kawasan sekolah pernah dibuat atau tidak.

2. Pemadatan tanah tambak

   Mengikut amalan kejuruteraan, tanah tambak hendaklah dipadatkan dengan mengikut spesifikasi yang ditetapkan. Kawasan sekolah ini berkemungkinan di bina di atas tanah tambak. Sekiranya tanah tambak tidak dipadatkan dengan sempurna mengikut spesifikasi yang ditetapkan ianya juga boleh mengakibatkan pemendapan tanah berlaku. Spesifikasi untuk kerja pemadatan adalah seperti rujukan di bawah ;

   JKR Standard Specifications for Building Works/ Sect C Excavation & Earthwork / sub 14 Cut & Fill to Formation Level

   ATAU

   JKR Standard Specifications for Road Works/ Sect2 Earthwork / sub 2.2.4 Earth Embankmentl

3. Struktur bangunan ini disokong oleh asas cerucuk. Ini menjelaskan struktur bangunan yang masih baik, berdasarkan pemerhatian ketika lawatan tapak.

SYOR BAIKPULIH

1. Membaikpulih struktur lantai apron

   Melalui kaedah ini, apron asal akan dipecahkan. Setelah itu tanah asal di buang sehingga kedalaman 0.6m. Kemudian tanah akan ditambak dengan dua lapisan iaitu lapisan pertama, lapisan pasir setebal 0.3m dan lapisan kedua adalah lapisan *hadcore* juga dengan ketebalan 0.3m. Kedua-dua lapisan pasir dan tanah yang sesuai perlu dipadatkan mengikut spesifikasi yang ditetapkan. Spesifikasi yang berkaitan adalah seperti rujukan di bawah ;

   JKR Standard Specifications for Building Works/ Sect C Excavation & Earthwork / sub 14.0 Cut & Fill to Formation Level/ 14.5 Soft spot

   ATAU

   JKR Standard Specifications for Road Works/ Sect2 Earthwork / sub 2.2.3.4 Removal of unsuitable material

   Setelah selesai kerja-kerja tanah / pemadatan, barulah apron dibina semula.
   (lihat lampiran E – Lukisan Tipikal Apron)

2. Kerja rawatan tanah untuk keseluruhan kawasan

   Untuk menjalankan kerja-kerja rawatan tanah untuk keseluruhan kawasan sekolah adalah sukar dan mustahil kerana bangunan sekolah telah siap didirikan. Seharusnya kerja-kerja rawatan tanah dijalankan pada fasa kerja tanah sewaktu pembinaan. Untuk meminimumkan kesan mendapan tanah ini adalah dengan membaikpulih kerosakan yang berlaku secara berterusan.

3. Mengganti semula *Rain Water Drain Pipe* (RWDP) yang telah rosak dan tercabut.

4. Sistem kumbahan di kawasan sekolah juga perlu diperiksa oleh pihak yang berkenaan. Sekiranya berlaku masalah kebocoran yang teruk, sistem kumbahan perlu dinaiktaraf / dibaikpulih. Disebabkan masalah mendapan tanah, paip kumbahan yang fleksible seperti paip HDPE adalah di cadangkan.

5. Sistem saliran yang mengalami masalah seperti air tidak mengalir dan keretakan, hendaklah di bina semula. Rekabentuk saliran perlu mempunyai kapasiti yang cukup dan mempunyai kecerunan yang sesuai agar sistem saliran dapat berfungsi dengan baik.

KESIMPULAN

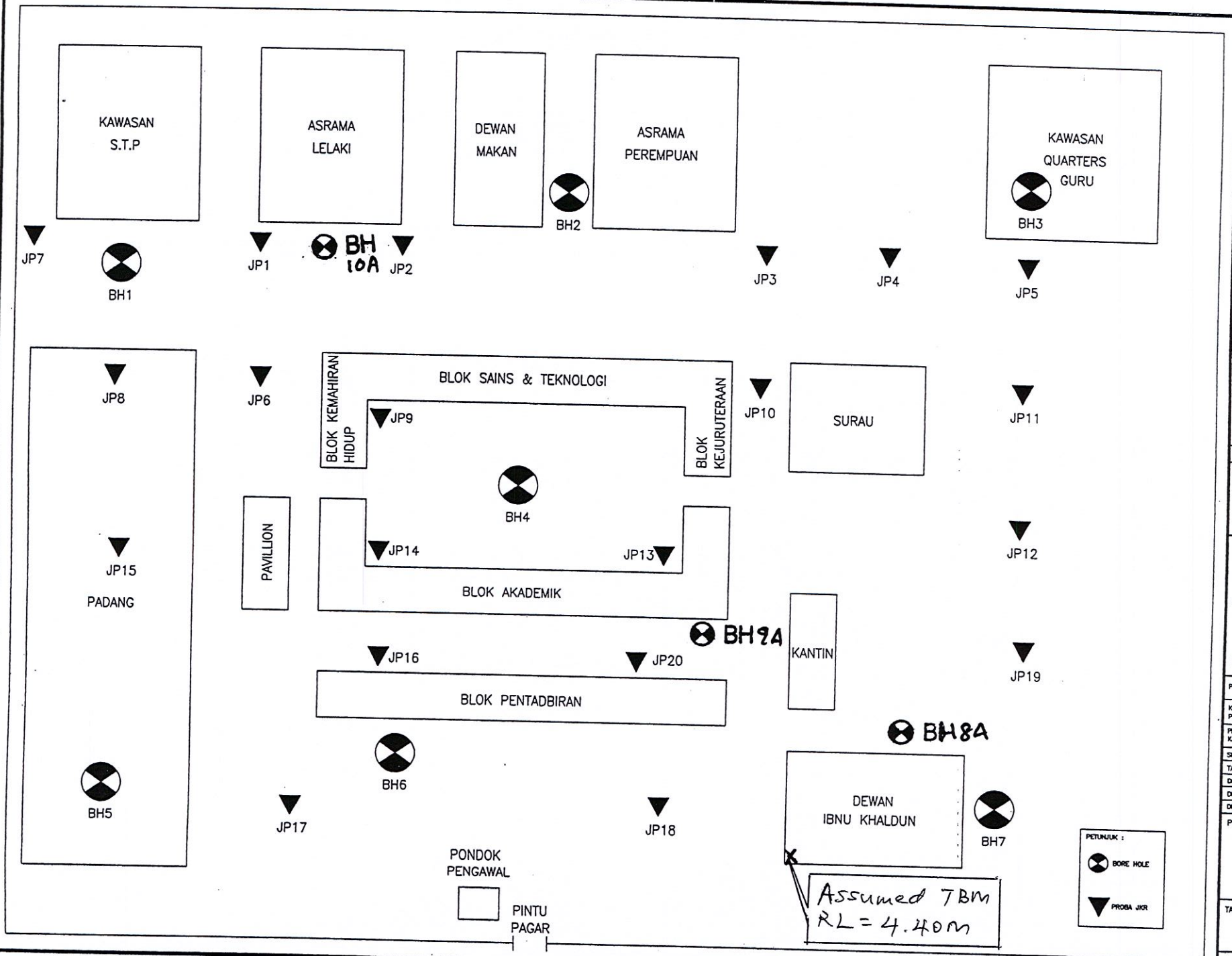
Mendapan akibat proses pengukuhan tanah berlaku di sekeliling kawasan bangunan sekolah. Kerosakan pada apron akibat mendapan tanah yang terjadi adalah disebabkan oleh bangunan sekolah di bina di atas lapisan tanah liat lembut yang tebal. Tanah liat lembut ini mempunyai ketebalan sehingga 30 m dan masih mengalami proses pengukuhan.

Di samping itu, apron sediada yang dibina adalah dari jenis *non suspended.* Ini bermaksud apron tersebut dibina secara berasingan dan tidak disambung dengan besi tetulang ke struktur bangunan. Oleh hal yang demikian ia akan mengalami penurunan mengikut lapisan tanah di bawahnya.

Bagi struktur bangunan, tiada tanda-tanda / petunjuk yang ia turut mengalami mendapan tanah (*differential settlement*). Ini berkemungkinan struktur bangunan di bina dengan asas cerucuk untuk menyokongnya. Secara keseluruhannya, struktur bangunan tidak mengalami kerosakan major dan masih berada dalam keadaan yang baik.

LAMPIRAN A

Lokasi Kerja Ujian Penyiasatan Tanah



HURUF PETUNJUK	PINDAAN	TARIKH	TANDA TANGAN

JKR

CAWANGAN KEJURUTERAAN JALAN & GEOTEKNIK
IBU PEJABAT JKR MALAYSIA

UNIT GEOTEKNIK FORENSIK
CAWANGAN KEJURUTERAAN JALAN & GEOTEKNIK
IBU PEJABAT JKR MALAYSIA
TINGKAT 23A,MENARA PJD
JALAN TUN RAZAK
50400 KUALA LUMPUR.
(No.TEL: 03-26188385 & No.FAX: 03-26187349)

PENGARAH CAWANGAN	DATO'Ir.HJH.AISHAH OTHMAN
KETUA PENOLONG PENGARAH KANAN	Ir.NIK ZULKIFLI NIK MOHAMED
PENOLONG PENGARAH KANAN	
SKALA	N.T.S
TARIKH	
DILUKIS	OTHMAN
DIREKABENTUK	NOOR IRWAN
DISEMAK	

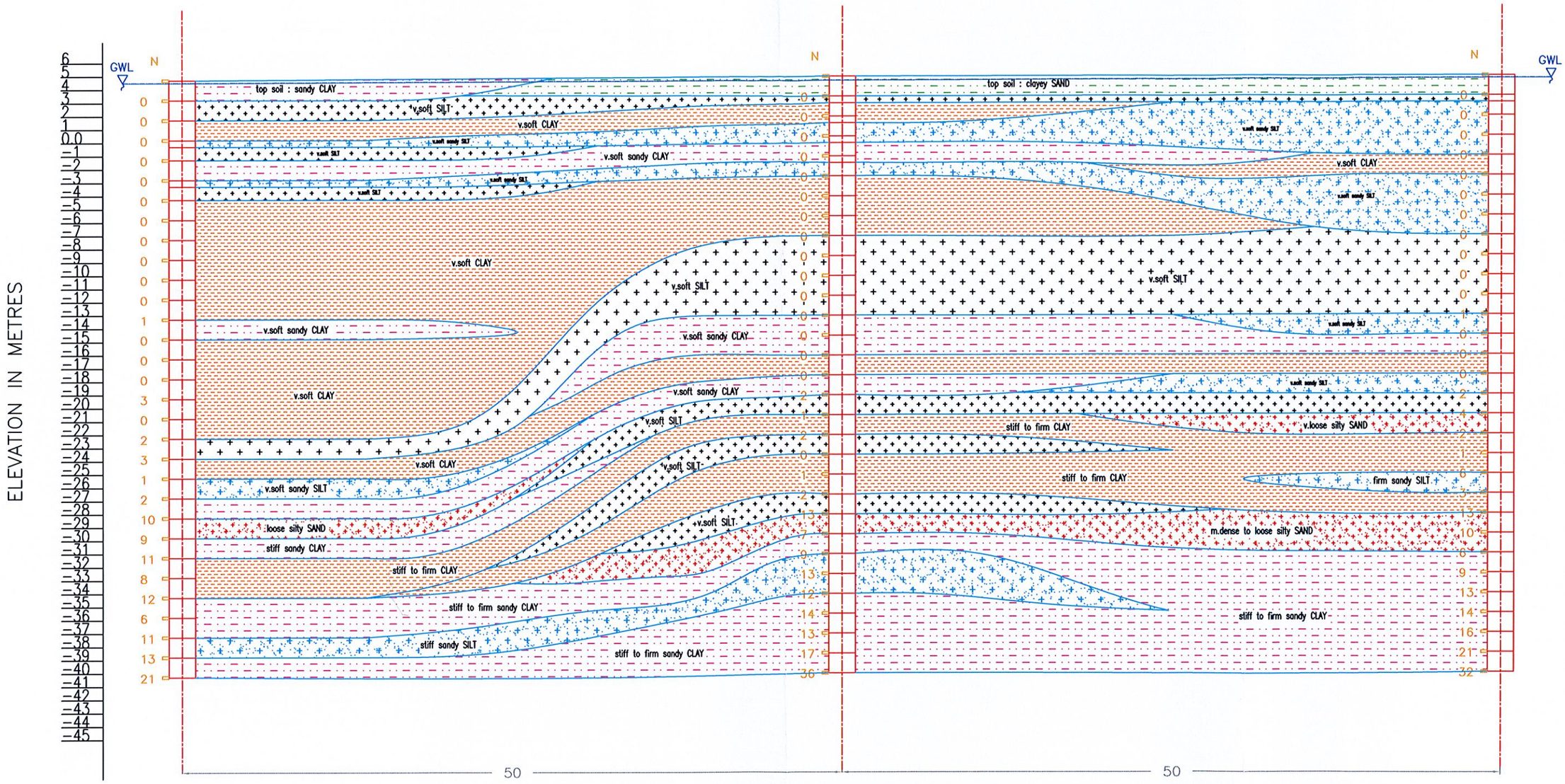
PROJEK : SEK.BERASRAMA PENUH INTEGRASI SABAK BERNAM,SELANGOR.

TAJUK : SI

No. LUKISAN :

LAMPIRAN B

PROFIL TANAH

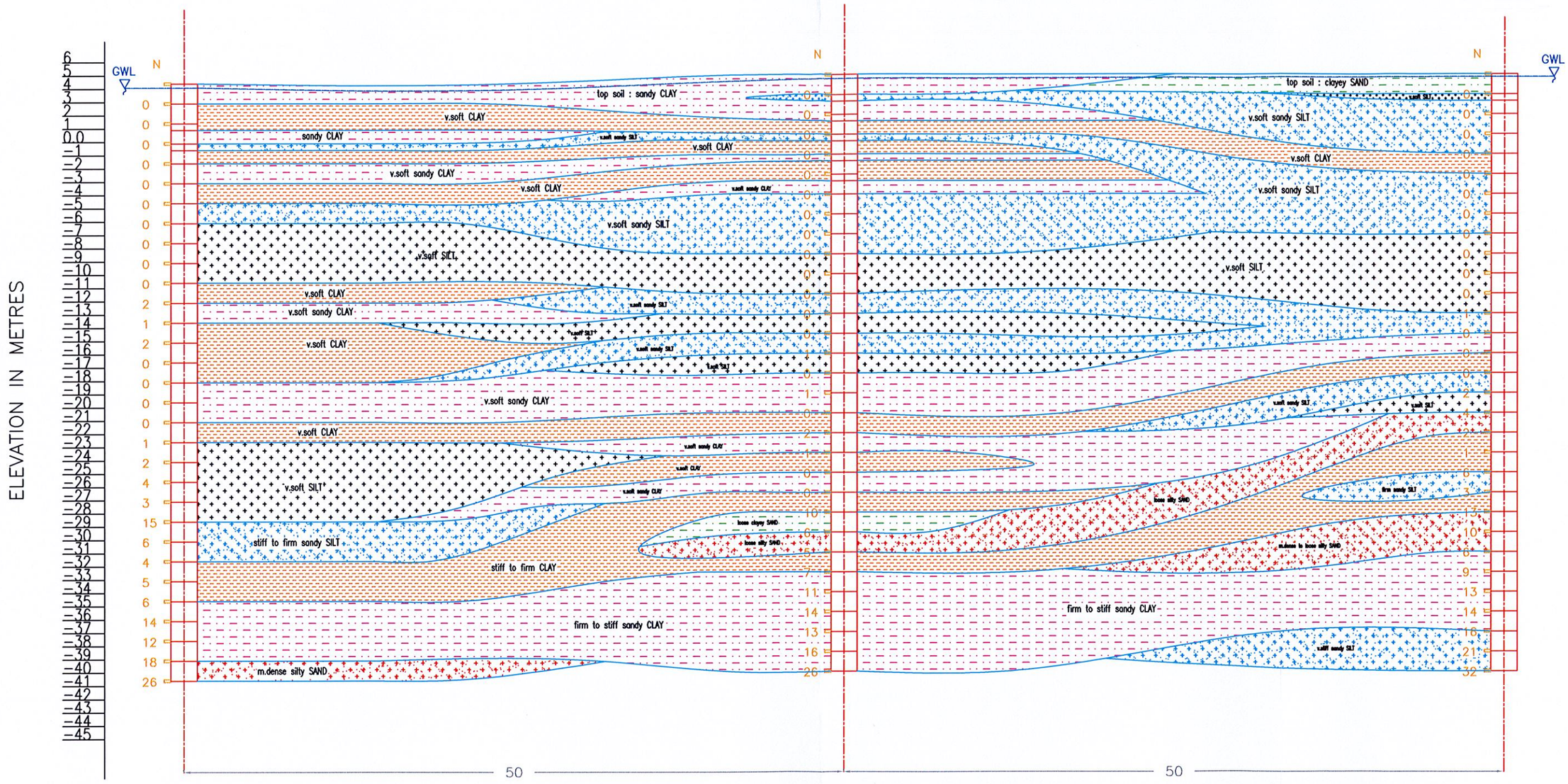


CROSS SECTION B

PETUNJUK :

GWL | CLAY | Sandy SILT | Sandy CLAY | SILT | Clayey SAND | Silty Sandy

CAWANGAN KEJURUTERAAN JALAN & GEOTEKNIK JABATAN KERJA RAYA MALAYSIA UNIT GEOTEKNIK CAWANGAN KEJURUTERAAN JALAN & GEOTEKNIK IBU PEJABAT JKR MALAYSIA TINGKAT 23A, MENARA PJD NO 50 JALAN TUN RAZAK 50400 KUALA LUMPUR (No. TEL : 03-40418536 & No. FAX : 03-40418532)	PENGARAH CAWANGAN: Dato' Ir. HJH AISHAH BTE OTHMAN KETUA PENOLONG PENGARAH KANAN : Ir NIK ZULKIPLI NIK MOHAMED PENOLONG PENGARAH KANAN :	HURUF PETUNJUK	PINDAAN	TARIKH	T.T.	SKALA : AS ABOVE DILUKIS : FAIZAL DIREKABENTUK : NOR IRWAN OTHMAN DISEMAK :	TARIKH : FEB 2012	PROJEK : MASALAH MENDAPAN TANAH DI SEKOLAH BERASRAMA PENUH INTEGRASI SABAK BERNAM, SELANGOR DARUL EHSAN TAJUK : SOIL PROFILE – CROSS SECTION B No. LUKISAN :



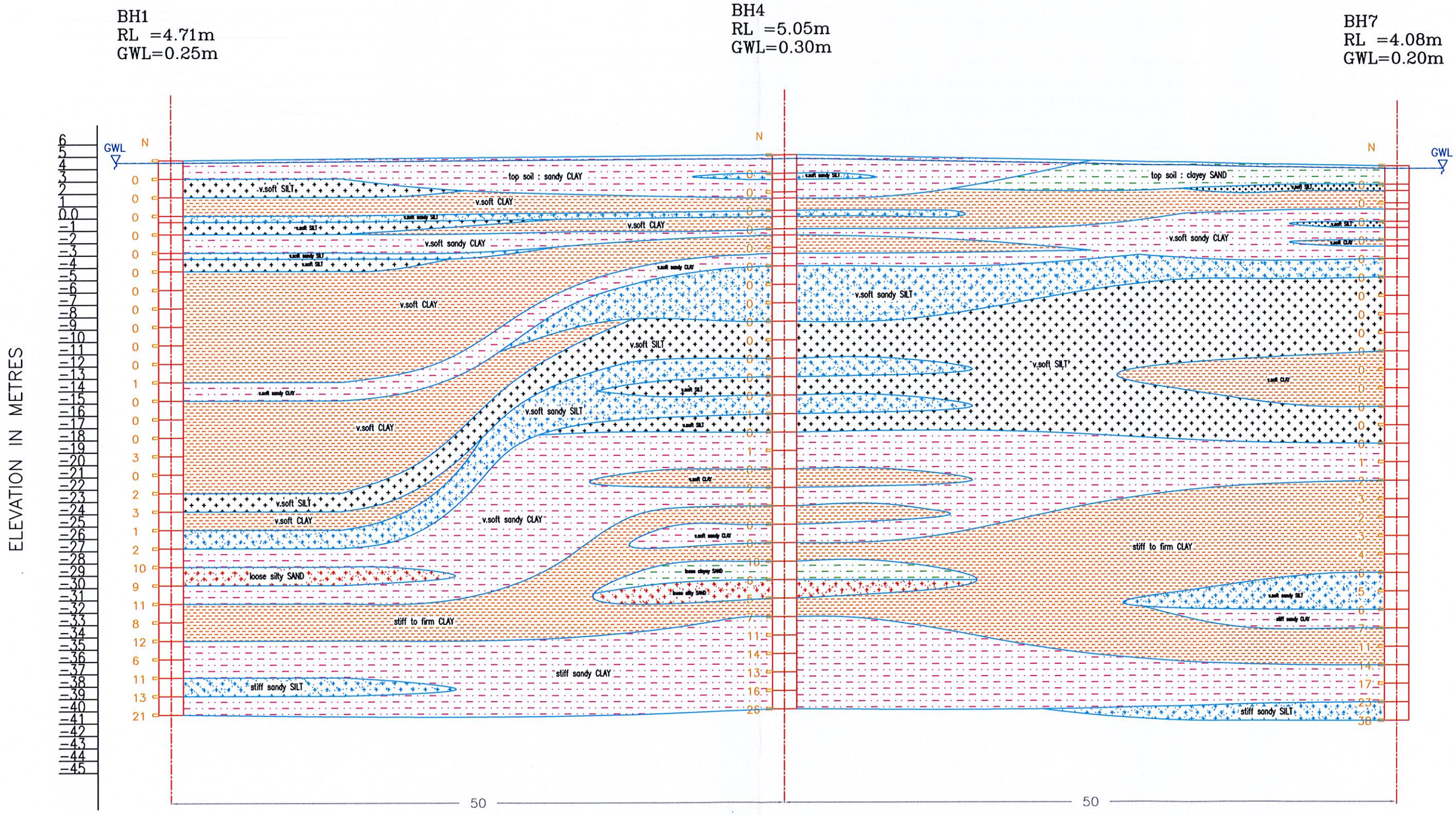
CROSS SECTION D

PETUNJUK :

GWL | CLAY | Sandy SILT | Sandy CLAY | SILT | Clayey SAND | Silty Sandy

CAWANGAN KEJURUTERAAN JALAN & GEOTEKNIK
JABATAN KERJA RAYA MALAYSIA
UNIT GEOTEKNIK
CAWANGAN KEJURUTERAAN JALAN & GEOTEKNIK
IBU PEJABAT JKR MALAYSIA
TINGKAT 23A, MENARA PJD
NO 50 JALAN TUN RAZAK
50400 KUALA LUMPUR
(No. TEL : 03-40418536 & No. FAX : 03-40418532)

PENGARAH CAWANGAN: Dato' Ir. HJH AISHAH BTE OTHMAN	HURUF PETUNJUK	PINDAAN	TARIKH	T.T.	SKALA : AS ABOVE	TARIKH : FEB 2012	PROJEK : MASALAH MENDAPAN TANAH DI SEKOLAH BERASRAMA PENUH INTEGRASI SABAK BERNAM, SELANGOR DARUL EHSAN
KETUA PENOLONG PENGARAH KANAN : Ir NIK ZULKIPLI NIK MOHAMED					DILUKIS : FAIZAL		TAJUK : SOIL PROFILE - CROSS SECTION D
PENOLONG PENGARAH KANAN :					DIREKABENTUK : NOR IRWAN OTHMAN		
					DISEMAK :		No. LUKISAN :

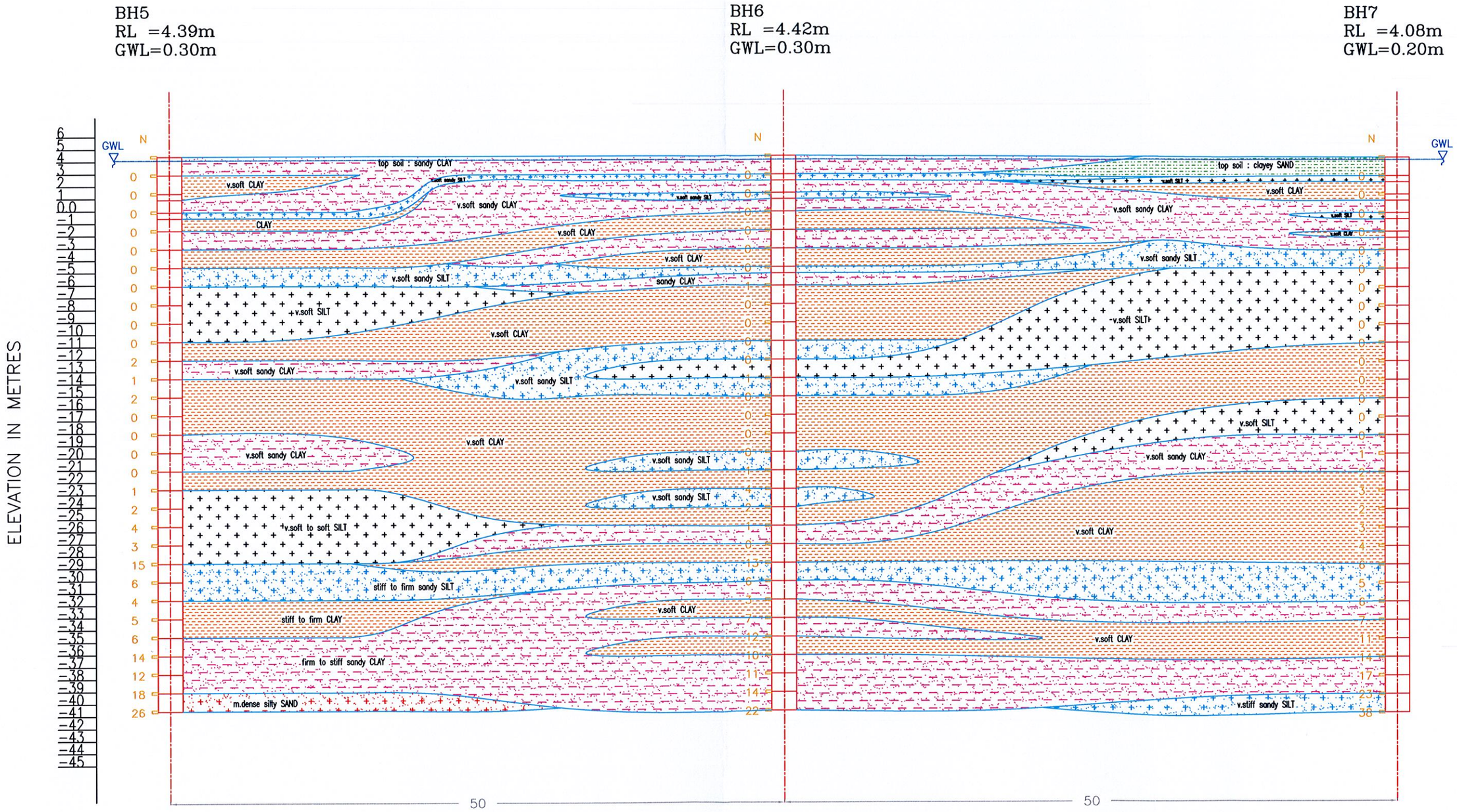


CROSS SECTION C

PETUNJUK :

GWL | CLAY | Sandy SILT | Sandy CLAY | SILT | Clayey SAND | Silty Sandy

CAWANGAN KEJURUTERAAN JALAN & GEOTEKNIK JABATAN KERJA RAYA MALAYSIA UNIT GEOTEKNIK CAWANGAN KEJURUTERAAN JALAN & GEOTEKNIK IBU PEJABAT JKR MALAYSIA TINGKAT 23A, MENARA PJD NO 50 JALAN TUN RAZAK 50400 KUALA LUMPUR (No. TEL : 03-40418536 & No. FAX : 03-40418532)	PENGARAH CAWANGAN: Dato' Ir. HJH AISHAH BTE OTHMAN KETUA PENOLONG PENGARAH KANAN : Ir NIK ZULKIPLI NIK MOHAMED PENOLONG PENGARAH KANAN :	HURUF PETUNJUK	PINDAAN	TARIKH	T.T.	SKALA : AS ABOVE DILUKIS : FAIZAL DIREKABENTUK : NOR IRWAN OTHMAN DISEMAK :	TARIKH : FEB 2012	PROJEK : MASALAH MENDAPAN TANAH DI SEKOLAH BERASRAMA PENUH INTEGRASI SABAK BERNAM, SELANGOR DARUL EHSAN TAJUK : SOIL PROFILE – CROSS SECTION C No. LUKISAN :



CROSS SECTION A

PETUNJUK :

GWL | CLAY | Sandy SILT | Sandy CLAY | SILT | Clayey SAND | Silty Sandy

CAWANGAN KEJURUTERAAN JALAN & GEOTEKNIK
JABATAN KERJA RAYA MALAYSIA
UNIT GEOTEKNIK
CAWANGAN KEJURUTERAAN JALAN & GEOTEKNIK
IBU PEJABAT JKR MALAYSIA
TINGKAT 23A, MENARA PJD
NO 50 JALAN TUN RAZAK
50400 KUALA LUMPUR
(No. TEL : 03-40418536 & No. FAX : 03-40418532)

PENGARAH CAWANGAN: Dato' Ir. HJH AISHAH BTE OTHMAN	HURUF PETUNJUK	PINDAAN	TARIKH	T.T.	SKALA : AS ABOVE	TARIKH : FEB 2012	PROJEK : MASALAH MENDAPAN TANAH DI SEKOLAH BERASRAMA PENUH INTEGRASI SABAK BERNAM, SELANGOR DARUL EHSAN
KETUA PENOLONG PENGARAH KANAN : Ir NIK ZULKIPLI NIK MOHAMED					DILUKIS : FAIZAL		
PENOLONG PENGARAH KANAN :					DIREKABENTUK : NOR IRWAN OTHMAN		TAJUK : SOIL PROFILE - CROSS SECTION A
					DISEMAK :		No. LUKISAN :

LAMPIRAN C

ANALISIS ENAPAN PENGUKUHAN

kN/M2	V.ratio loading	Mv m2/MN	Cv m2/Yr
0	3.264	0.000	0.00
5.49	3.139	5.373	2.99
10.99	3.029	4.796	1.21
21.98	2.734	6.673	1.02
43.96	2.307	5.204	0.67
87.91	1.867	3.027	0.63
175.83	1.687	0.714	1.73
43.96	1.742		
21.98	1.793		

Projek : MASALAH MENDAPAN TANAH DI SEK. BERASRAMA PENUH INTEGRASI, SABAK BERNAM, SELANGOR.

Bore Hole : BH/1

Sample No. : UD1

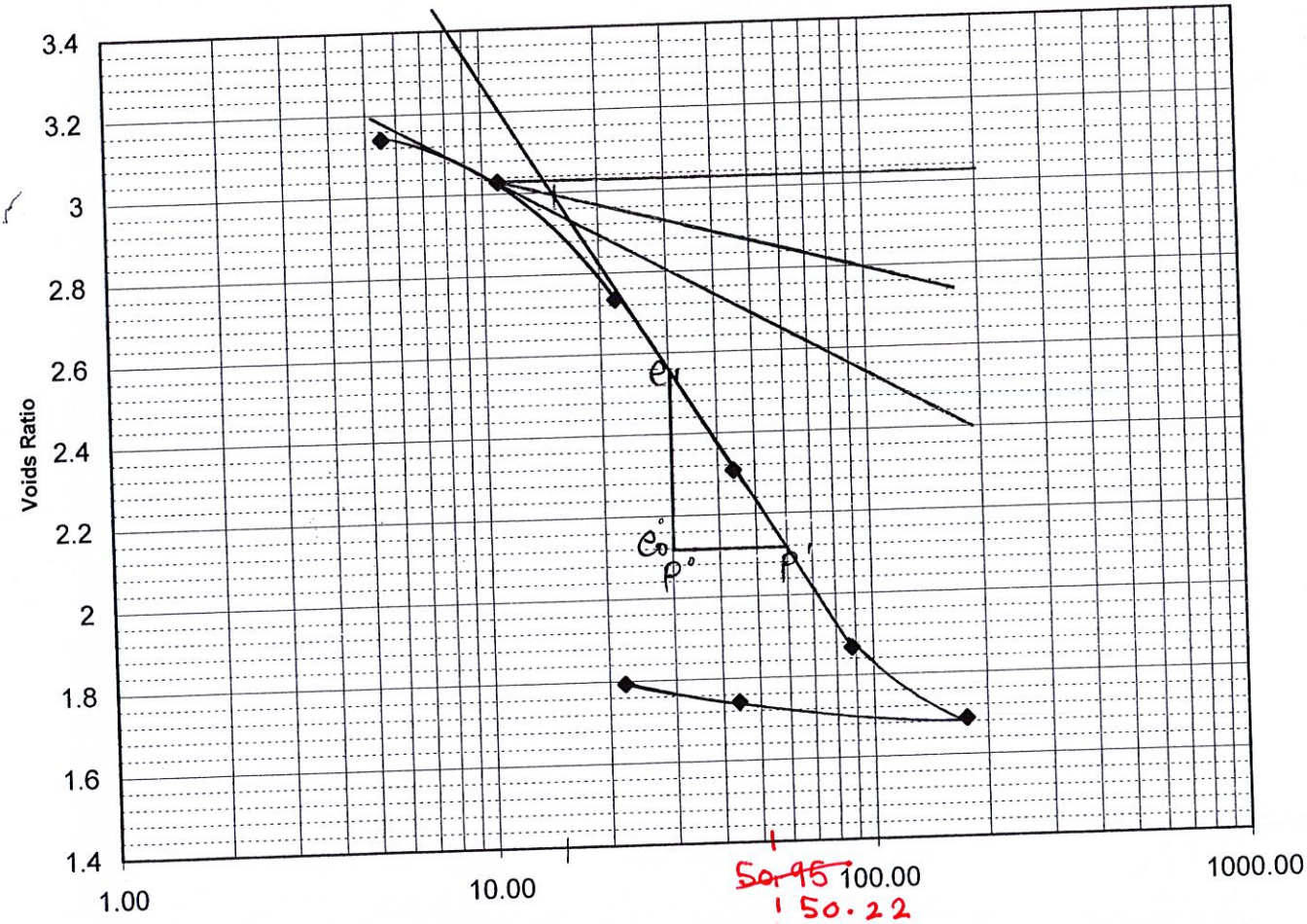
Depth : 2.00 - 2.50m

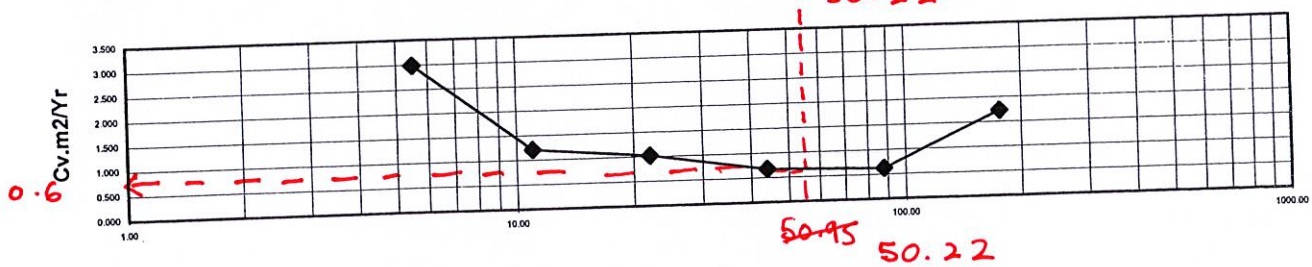
P_c : 15.81 kN/m²

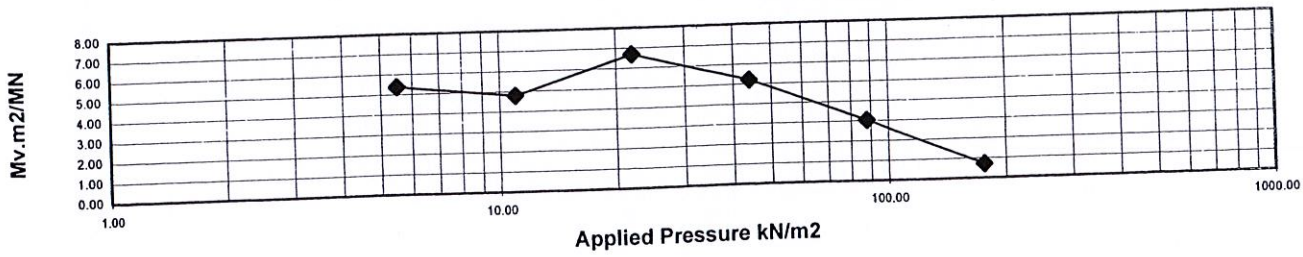
C_c : 1.46

σ_o = 50.95 kN/m²

Cv = 0.6 m²/yr







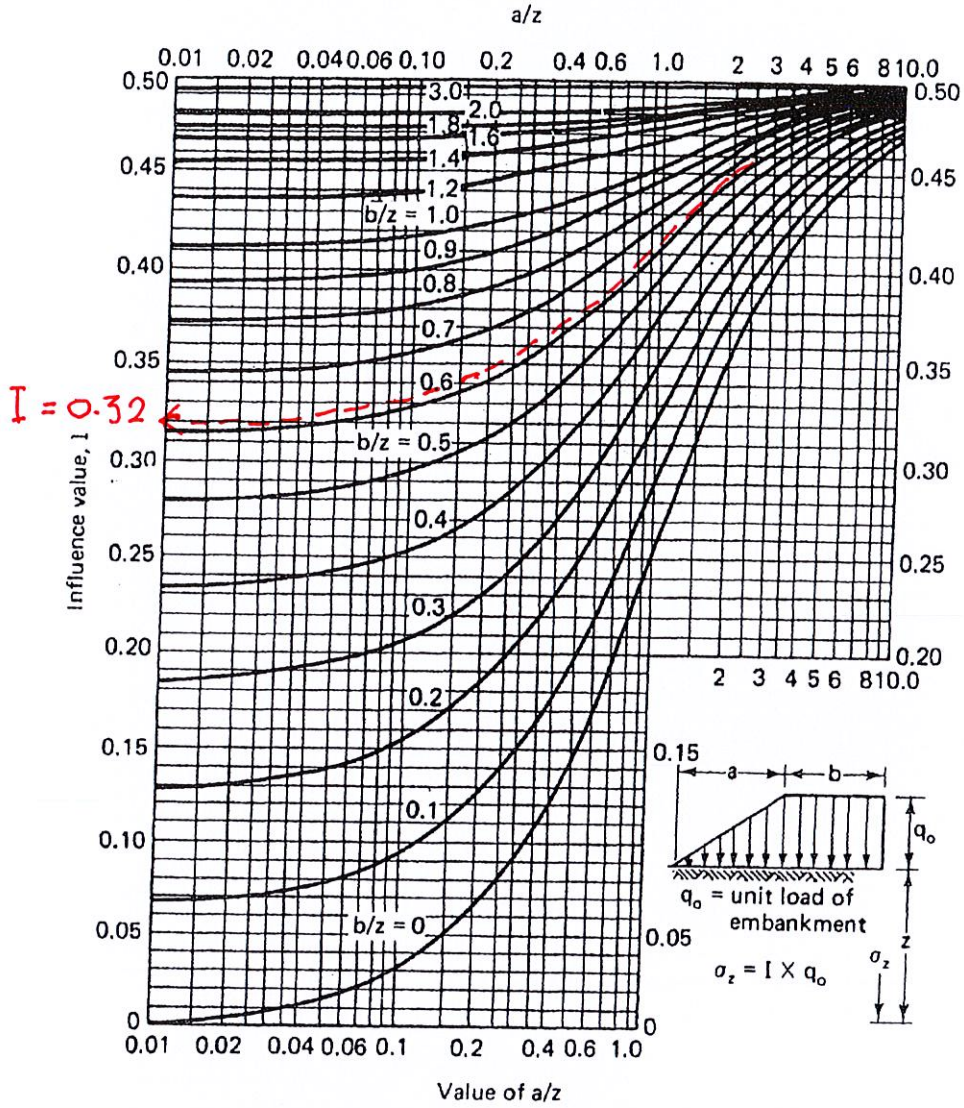
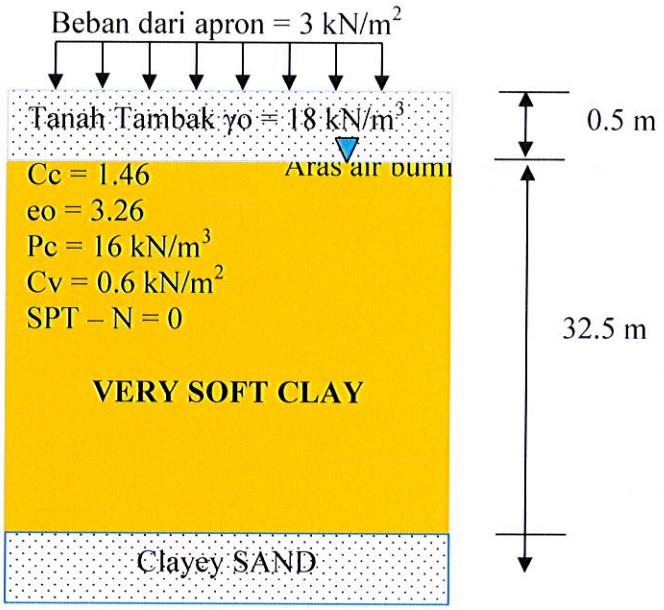


FIGURE 6.8 Chart for calculating the increase in vertical stress beneath the center of a very long embankment; see Table 6.7. (*From NAVFAC DM-7.1 1982 and Osterberg 1957; reproduced from Holtz and Kovacs 1981.*)

Unit Geoteknik Forensik Caw Kejuruteraan Jalan dan Geoteknik Jabatan Kerja Raya	Projek : Mendapan Tanah di Sekolah Berasarama Penuh Integrasi Sabak Bernam	
Perkara : Analisis Enapan Pengukuhan	Rekabentuk Oleh :	Tarikh :

Rujukan	Kira-Kira	Catatan

Dari BH 1

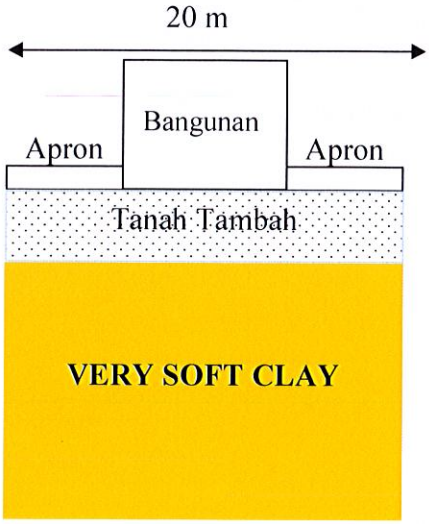


Rajah 1 - Lakaran lapisan tanah dan beban dari tambakan + apron

Anggapan yang di buat untuk pengiraan enapan pengukuhan ;

1. Kawasan sekolah dibina di atas tanah tambakan 0.5 m

2. Anggaran 20 m lebar diambil untuk sebuah bangunan



3. Analisis dijalankan berdasarkan profil tanah dari BH1 kerana ia mempunyai lapisan tanat liat lembut yang tebal.

Unit Geoteknik Forensik Caw Kejuruteraan Jalan dan Geoteknik Jabatan Kerja Raya	Projek : Mendapan Tanah di Sekolah Berasarama Penuh Integrasi Sabak Bernam	
Perkara : Analisis Enapan Pengukuhan	Rekabentuk Oleh :	Tarikh :

Rujukan	Kira-Kira	Catatan

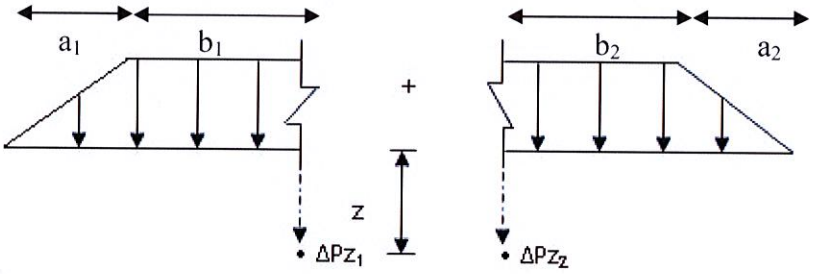
Tegasan awalan, σ_o $= \gamma \times H/2$
$= 12.9\ kN/m^3 \times (32.5m/2)$
$= 209.63\ kN/m^2$

Tekanan air liang, u $= \gamma_w \times H/2$
$= 9.81\ kN/m^3 \times (32.5m/2)$
$= 159.41\ kN/m^2$

Tegasan efektif, σ_o' $= \sigma_o - u$
$= 209.63 - 159.41$
$= 50.22\ kN/m^2$

Tegasan tambahan, $\Delta\sigma$ = Beban dari tambakan + Beban dari apron
$= (\gamma \times H)\ kN/m^2 + 3\ kN/m^2$
$= (18 \times 0.5)\ kN/m^2 + 3\ kN/m^2$
$= 12\ kN/m^2$

Perubahan tegasan tambahan ikut kedalaman (kaedah Osterberg) ;



a1 = 0
b1 = anggaran lebar sebuah bangunan = 20 m, 0.5 x 20 = 10 m
z = 16.5 m (½ kedalaman)

a1 / z = 0 / 16.5 = 0
b1 / z = 10 / 16.5 = 0.61

Dari carta Osterberg, *influence value Io* yang diperolehi adalah 0.32

Maka tegasan tambahan pada kedalaman 16.5m

$= Io \times \Delta\sigma = (0.32 + 0.32) \times 12\ kN/m^2 = 7.68\ kN/m^2$

Jumlah tegasan pada kedalaman 16.5m = $50.22 + 7.68 = 57.9\ kN/m^2$
Berdasarkan graf eo vs p, nilai Pc adalah $15.8\ kN/m^2$

$Pc = 15.81\ kN/m^2 < \sigma o + \Delta\sigma = 57.9\ kN/m^2$, maka tanah liat adalah terkukuh normal

Unit Geoteknik Forensik Caw Kejuruteraan Jalan dan Geoteknik Jabatan Kerja Raya	Projek : Mendapan Tanah di Sekolah Berasarama Penuh Integrasi Sabak Bernam	
Perkara : Analisis Enapan Pengukuhan	Rekabentuk Oleh :	Tarikh :

Rujukan	Kira-Kira	Catatan

Persamaan enapan pengukuhan normal ;

$$Sc = Cc \times \frac{H}{eo+1} \times \frac{\log \sigma' + \Delta\sigma}{\sigma'}$$

Anggaran enapan pengukuhan ;

$$= 1.46 \times \frac{33\ m}{1 + 3.26} \times \log\left(\frac{50.22\ kN/m^2 + 7.68\ kN/m^2}{50.22\ kN/m^2}\right)$$

$$= 0.688\ m = 68.8\ cm$$

Tempoh enapan pengukuhan ;

$$T = \frac{c_v t}{H_{dr}^2}$$

Dari graf Cv melawan Tegasan, nilai Cv yang diperolehi untuk tegasan = 50.22 kN/m^2 adalah 0.6 m^2/yr.

Nilai H adalah ½ kedalaman tanah liat iaitu 32.5m / 2 = 16.25m (*double drainage*)

U (%)	cv (m^2/yr)	H/2 (m)	T	t (yr)
10	0.6	16.25	0.008	3.52
20	0.6	16.25	0.031	13.64
30	0.6	16.25	0.071	31.25
40	0.6	16.25	0.126	55.45
50	0.6	16.25	0.197	86.70
60	0.6	16.25	0.287	126.31
70	0.6	16.25	0.403	177.36
80	0.6	16.25	0.567	249.54
90	0.6	16.25	0.848	373.21

Maka, untuk mencapai 90 % daripada 0.688 m enapan pengukuhan, selama 373.21 tahun di perlukan.

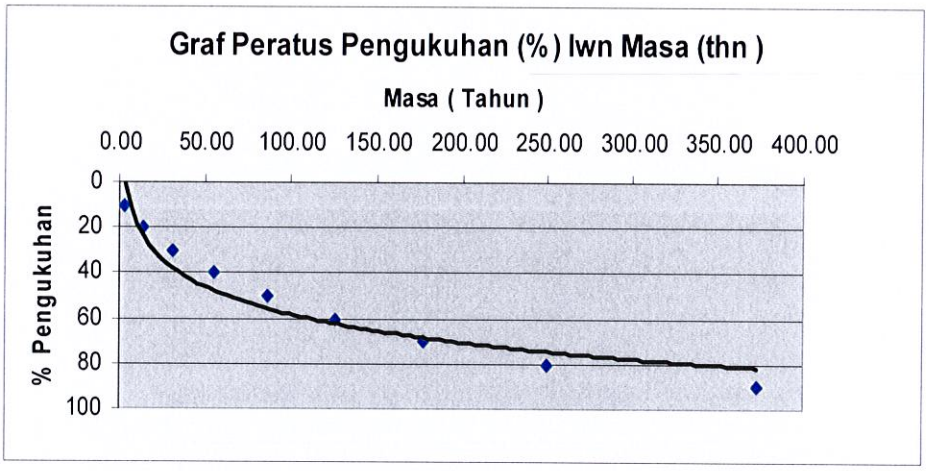
Sekolah siap dibina pada tahun = 2001
Tahun sekarang = 2012
Jumlah tahun beroperasi = 11 tahun

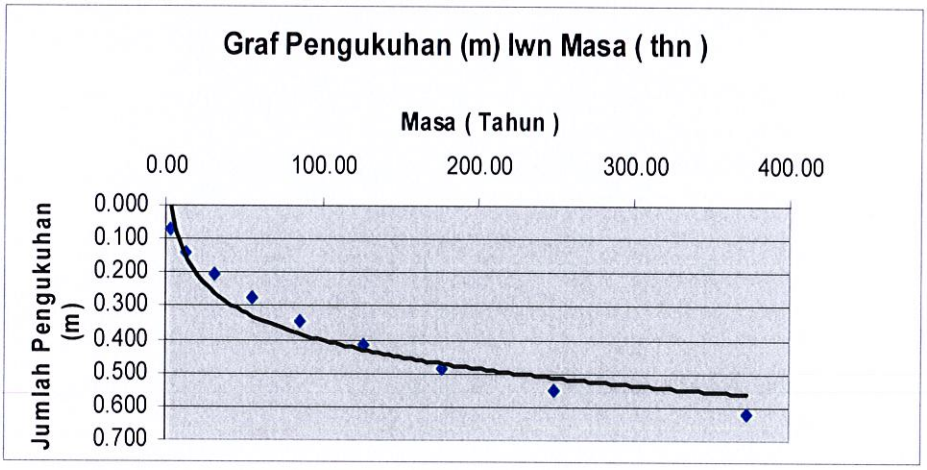
Peratus mendapan yang telah berlaku adalah ;

$$T = \frac{c_v t}{H_{dr}^2}$$

T = 0.6 x 11 / (16.25^2) = 0.025
interpolasi dari jadual di atas ; maka untuk T = 0.025, U = 17.4 %
Jumlah mendapan sekarang = 17.4 % x 0.688m = 0.119m = 11.9 cm

Unit Geoteknik Forensik Caw Kejuruteraan Jalan dan Geoteknik Jabatan Kerja Raya		Projek : Mendapan Tanah di Sekolah Berasarama Penuh Integrasi Sabak Bernam	
Perkara : Analisis Enapan Pengukuhan		Rekabentuk Oleh :	Tarikh :
Rujukan	Kira-Kira		Catatan





Berdasarkan pengiraan yang dibuat, proses pengukuhan tanah masih aktif. Peratus proses pengukuhan tanah yang terjadi ketika ini adalah 17.4 % dengan jumlah mendapan 11.9 cm.Berdasarkan pemerhatian yang dibuat di tapak pula, mendapan tanah yang terjadi adalah sekitar 10 cm hingga 13 cm. Bagaimanapun, proses pengukuhan tanah yang berlaku tidak menjejaskan keseluruhan bangunan sekolah kerana bangunan sekolah berkemungkinan disokong oleh asas cerucuk.

LAMPIRAN D

ANALISIS KEUPAYAAN GALAS

Rujukan	Kira-Kira	Catatan

0.5m dari aras platform, tanah adalah – very soft clay

Beban tambakan + apron	=	12 kN/m^2
Ketumpatan pukal, γ	=	12.9 kN/m^3
Nilai SPT, N	=	0 (berdasarkan BH 1)
cu	=	0 (berdasarkan Jadual N – c)
Faktor keselamatan	=	3.00
Tanah potong / tambak	=	-
Aras air bumi	=	*fully saturated*

Pengiraan untuk asas segiempat ;

Keupayaan galas muktamad, $Q_{ult} = cN_c + qNq + 0.5BN_\gamma$ (untuk asas yang panjang / lantai)

cohesion, c	=	5 kN/m^2
$\gamma_1 = \gamma_2$	=	12.9 kN/m^3
Df (kedalaman)	=	0.5 m
B (lebar)	=	1.5 m

Berdasarkan BH1, c = 5, Ø = 18°, analisis untuk tanah berjelekit (*cohesion soil*), rujuk jadual Faktor Keupayaan Galas dan Ø, maka ;

N_c	=	15.52
Nq	=	6.04
N_γ	=	3.87

$$Q_{ult} = (5\ kN/m^2)(15.52) + (12.9 - 9.81\ kN/m^3)(0.5m)(6.04) + 0.5(1.5m)(3.87)$$

$$= 89.83\ kN/m^2$$

Keupayaan galas dibenarkan, $Q_{all} = \frac{Q_{ult}}{3} = \frac{89.83\ kN/m^2}{3}$

$$= 29.94\ kN/m^2 > 12\ kN/m^2$$

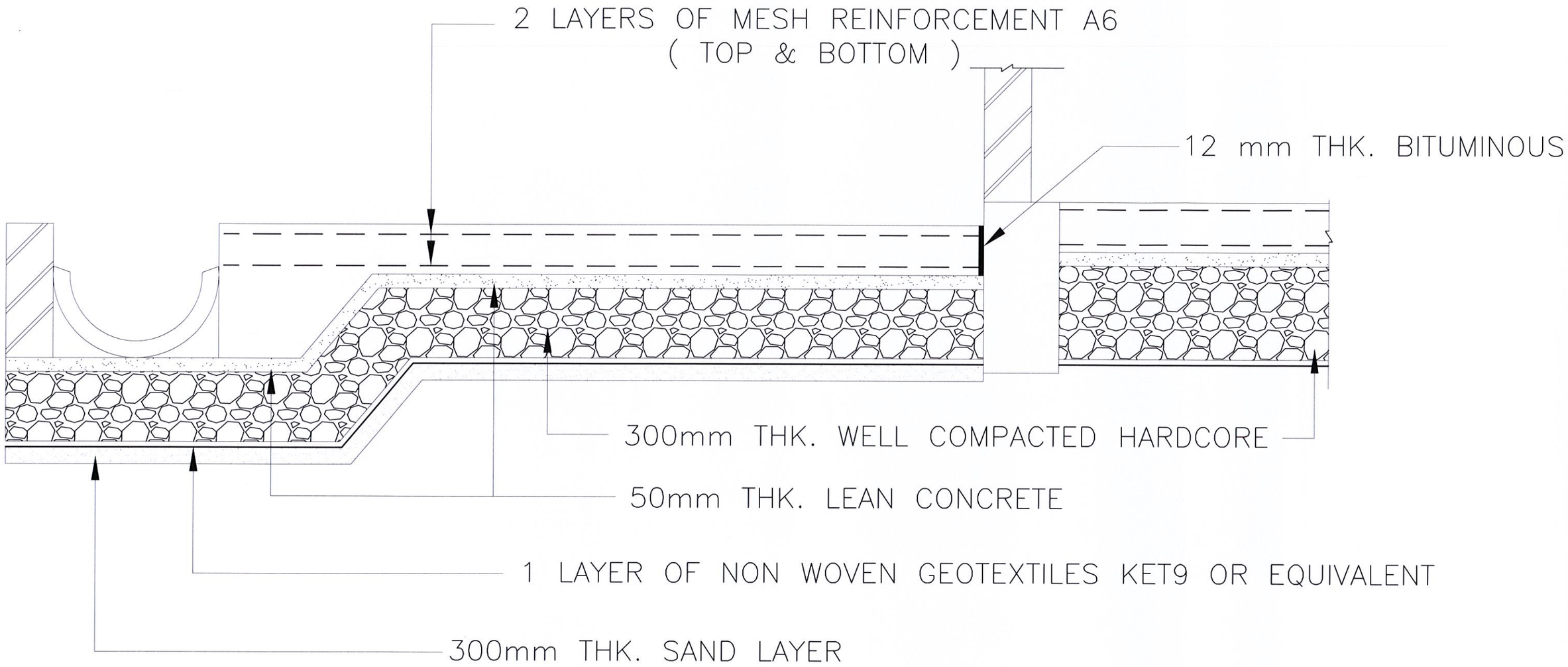
Berdasarkan semakan keupayaan galas,untuk tanah 0 hingga 0.5m, tanah mampu untuk menanggung beban tambakan dan beban dari apron.

Table 14.3 Bearing-Capacity Coefficients

	Terzaghi			Meyerhof			Hansen		
$\phi°$	N_c	N_q	N_γ	N_c	N_q	N_γ	N_c	N_q	N_γ
0	5.70	1.00	0.00	5.10	1.00	0.00	5.10	1.00	0.00
2	6.30	1.22	0.18	5.63	1.20	0.01	5.63	1.20	0.01
4	6.97	1.49	0.38	6.19	1.43	0.04	6.19	1.43	0.05
6	7.73	1.81	0.62	6.81	1.72	0.11	6.81	1.72	0.11
8	8.60	2.21	0.91	7.53	2.06	0.21	7.53	2.06	0.22
10	9.61	2.69	1.25	8.34	2.47	0.37	8.34	2.47	0.39
12	10.76	3.29	1.70	9.28	2.97	0.60	9.28	2.97	0.63
14	12.11	4.02	2.23	10.37	3.59	0.92	10.37	3.59	0.97
16	13.68	4.92	2.94	11.63	4.34	1.37	11.63	4.34	1.43
18	15.52	6.04	3.87	13.10	5.26	2.00	13.10	5.26	2.08
20	17.69	7.44	4.97	14.83	6.40	2.87	14.83	6.40	2.95
22	20.27	9.19	6.61	16.88	7.82	4.07	16.88	7.82	4.13
24	23.36	11.40	8.58	19.32	9.60	5.72	19.32	9.60	5.75
26	27.09	14.21	11.35	22.25	11.85	8.00	22.25	11.85	7.94
28	31.61	17.81	15.15	25.80	14.72	11.19	25.80	14.72	10.94
30	37.16	22.46	19.73	30.14	18.40	15.67	30.14	18.40	15.07
32	44.04	28.52	27.49	35.49	23.18	22.02	35.49	23.18	20.79
34	52.64	36.51	36.96	42.16	29.44	31.15	42.16	29.44	28.77
36	63.53	47.16	51.70	50.59	37.75	44.43	50.59	37.75	40.05
38	77.50	61.55	73.47	61.35	48.93	64.08	61.35	48.93	56.18
40	95.67	81.27	100.39	75.32	64.20	93.69	75.32	64.20	79.54
42	119.67	108.75	165.69	93.71	85.38	139.32	93.71	85.38	113.96
44	151.95	147.74	248.29	118.37	115.31	211.41	118.37	115.31	165.58
46	196.22	204.20	426.96	152.10	158.51	329.74	152.10	158.51	244.65
48	258.29	287.86	742.61	199.27	222.31	526.47	199.27	222.31	368.68
50	347.52	415.16	1153.15	266.89	319.07	873.89	266.89	319.07	568.59

LAMPIRAN E

LUKISAN TIPIKAL APRON



TYPICAL SECTION

NOT TO SCALE

NOTE :

ALL MEASUREMENT TO BE FIX DUE TO SITE CONDITION EXCEPT FOR THICKNESS OF MATERIALS.