



JABATAN MINERAL DAN GEOSAINS MALAYSIA
MINERALS AND GEOSCIENCE DEPARTMENT MALAYSIA

GARIS PANDUAN PENGUKURAN PARAS AIR TANAH DAN PERSAMPELAN

JMG.GP.16



KEMENTERIAN SUMBER ASLI DAN ALAM SEKITAR
MINISTRY OF NATURAL RESOURCES AND ENVIRONMENT

ISBN 978-967-0159-19-5

Garis panduan ini boleh diperolehi daripada:

JABATAN MINERAL DAN GEOSAINS MALAYSIA

Lantai 20, Bangunan Tabung Haji

Jalan Tun Razak

50658 Kuala Lumpur

Tel: 03-21611033

Faks: 03-21611036

<http://www.jmg.gov.my>



JABATAN MINERAL DAN GEOSAINS MALAYSIA
Minerals and Geoscience Department Malaysia

**GARIS PANDUAN
PENGUKURAN PARAS AIR TANAH
DAN PERSAMPELAN**

JMG.GP.16

KEMENTERIAN SUMBER ASLI DAN ALAM SEKITAR
Ministry of Natural Resources and Environment



PRAKATA

Pemantauan air tanah merupakan salah satu aktiviti hidrogeologi yang dilaksanakan bagi tujuan merekod data kualiti dan paras air tanah daripada telaga-telaga yang telah dibina. Maklumat yang diperolehi amat penting dalam pengurusan dan perancangan pembangunan sumber air tanah kerana ia merupakan aset strategik yang perlu dilindungi dan kekal pada masa hadapan.

Garis Panduan Pengukuran Paras Air Tanah dan Persampelan ini merupakan dokumen rujukan bagi kegunaan pegawai-pegawai Jabatan yang terlibat secara langsung di dalam aktiviti hidrogeologi supaya tugas dapat dilaksanakan dengan lebih sistematik dan seragam. Aktiviti pemantauan yang efisien, tepat dan berintegriti dapat menyumbang kepada penilaian impak alam sekitar dan seterusnya menjamin kelestarian sumber air tanah negara.

Penyediaan garis panduan ini telah diusahakan oleh pegawai-pegawai Jabatan yang berpengalaman di dalam bidang hidrogeologi dan disesuaikan dengan sekitaran geologi tempatan serta amalan semasa Jabatan.

DATO' YUNUS BIN ABDUL RAZAK

Ketua Pengarah

Jabatan Mineral dan Geosains Malaysia

Oktober 2013

K A N D U N G A N

	Muka Surat
PRAKATA	iii
SENARAI LAMPIRAN	vi
SENARAI RAJAH	vii
SENARAI FOTO	vii
1.0 PENDAHULUAN	1
2.0 PERANCANGAN PENGUKURAN PARAS AIR TANAH DAN PERSAMPELAN	2
2.1 Tujuan	2
2.2 Kekерapan Persampelan	3
2.3 Kaedah Persampelan	3
2.4 Pengawetan dan Penyimpanan Sampel	3
2.5 Nyahcemar	4
2.6 Analisis Lapangan	5
2.7 Analisis Makmal	5
2.8 Borang Lapangan	5
3.0 PROSEDUR PENGUKURAN PARAS AIR TANAH DAN PERSAMPELAN DI LAPANGAN	6
3.1 Pengukuran Paras Air Tanah	6
3.2 Pembersihan Telaga	8
3.3 Persampelan Air Tanah	10

Muka Surat

4.0	PELAPORAN PEMANTAUAN KUALITI DAN PARAS AIR TANAH	14
4.1	Keputusan Pengukuran Paras Air Tanah	15
4.2	Keputusan Parameter Fizikal	15
4.3	Keputusan Analisis Kimia	15
4.3.1	Rajah Stiff	16
4.3.2	Rajah Piper	16
4.3.3	Rajah Semilogaritma Schoeller	16
4.4	Kualiti Air Tanah dan Kesesuaian Kegunaannya	17
4.4.1	Kesesuaian Sebagai Air Minuman	17
4.4.2	Kesesuaian Sebagai Air Pengairan	17
4.4.3	Kesesuaian Industri	17
5.0	KAEDAH PENYEDIAAN LAPORAN	18
	BIBLIOGRAFI	22
	PENGHARGAAN	42

SENARAI LAMPIRAN

LAMPIRAN 1	: Botol Sampel, Pengawetan Sampel dan Masa Pegangan (Sample Container, Sample Preservation, and Holding Time)	23
LAMPIRAN 2	: Pengukuran Paras Air Tanah	25
LAMPIRAN 3	: Pengukuran Parameter Air Tanah In Situ dan <i>On-Site</i>	26
LAMPIRAN 4	: Senarai Parameter untuk Analisis Kualiti Air Tanah	27
LAMPIRAN 5	: Borang Pelabelan Botol Sampel	28
LAMPIRAN 6	: Contoh Graf Pengukuran Perubahan Paras Air Tanah dan Peta Kontur Paras Air Tanah	29
LAMPIRAN 7	: Contoh Rajah Stiff, Piper dan Schoeller	30
LAMPIRAN 8	: Standard untuk Kualiti Air Minuman Kementerian Kesihatan Malaysia (KKM) (2004) dan Pertubuhan Kesihatan Sedunia (WHO) (2011)	31
LAMPIRAN 9	: Contoh Rajah Wilcox dan Pengkelasan USSL Air Tanah untuk Pengairan	32
LAMPIRAN 10	: Indeks Kecenderungan Pengkaksian dan Pemendakan	33
LAMPIRAN 11	: Carta Alir Pengukuran Paras Air Tanah dan Persampelan	34
LAMPIRAN 12	: Kandungan Laporan Pemantauan Kualiti dan Paras Air Tanah	35
LAMPIRAN 13	: Huraian Kandungan Laporan Pemantawan Kualiti dan Paras Air Tanah	36
LAMPIRAN 14	: Format Kulit Laporan	39
LAMPIRAN 15	: Format Belakang Kulit Laporan	40
LAMPIRAN 16	: Format Muka Dalam / Muka Surat Tajuk	41

SENARAI RAJAH

Rajah 1	: Rajah Skema Pengukuran Paras Air Tanah	7
Rajah 2	: Contoh Pengiraan Isipadu Air untuk Pembersihan Telaga	9

SENARAI FOTO

Foto 1	: Pengukuran Paras Air Tanah Di Lapangan	7
Foto 2	: Kaedah in situ bagi pengukuran parameter pH, suhu dan konduktiviti.	12
Foto 3	: Kaedah <i>on-site</i> bagi pengukuran parameter pH, suhu dan konduktiviti.	12
Foto 4	: Pengambilan sampel air tanah menggunakan pam peristalsis.	13
Foto 5	: Pengukuran E.coli menggunakan kaedah colilert.	13



1.0 PENDAHULUAN

Air tanah adalah antara sumber bekalan air yang diguna sama ada sebagai sumber alternatif atau secara konjungtif untuk menampung keperluan domestik, industri, pertanian dan penternakan. Pengurusan air tanah secara sistematik sangat penting bagi memastikan ia dapat terus diguna sebagai sumber bekalan air negara. Dua aspek penting di dalam pengurusan sumber air tanah adalah penilaian kualiti dan potensi untuk pembangunan air tanah.

Penilaian kualiti air tanah bertujuan mengkaji sebarang perubahan kualiti air tanah sama ada secara semula jadi atau disebabkan oleh aktiviti manusia. Kajian ini melibatkan pengukuran dan analisis kimia kandungan air tanah. Sampel air tanah perlu diambil di lapangan sebelum sebarang analisis kimia dijalankan dan proses ini dikenali sebagai persampelan air tanah.

Penilaian potensi pembangunan air tanah pula bertujuan untuk mengkaji dan meramal kesan abstraksi air tanah ke atas sistem dan corak perubahan simpanan air tanah dari semasa ke semasa. Kajian ini memerlukan maklumat pengukuran paras air tanah di lapangan.

Perubahan kualiti dan kuantiti air tanah merupakan satu proses yang sangat perlahan. Oleh yang demikian, data lapangan perlu diambil secara sistematik, berkala dan berterusan bagi mengesan perubahan sekitaran air tanah.

Objektif garis panduan ini adalah untuk membantu pegawai yang terlibat di dalam aktiviti hidrogeologi supaya kaedah kerja pengukuran paras air tanah dan persampelan dilaksanakan secara seragam bermula daripada peringkat perancangan, pengukuran, persampelan hingga ke peringkat penyediaan laporan.

2.0 PERANCANGAN PENGUKURAN PARAS AIR TANAH DAN PERSAMPELAN

Perancangan awal yang sistematik sangat penting bagi mengelakkan berlaku perkara yang tidak diingini seperti isipadu sampel yang tidak mencukupi, pengawetan yang tidak sempurna, peralatan lapangan yang tidak sesuai dan sebagainya. Pegawai perlu mengetahui dengan jelas tujuan, skop dan keperluan pengukuran paras air tanah dan persampelan yang dijalankan. Komponen berikut hendaklah diambil kira di peringkat perancangan:

- i. Tujuan
- ii. Kekerapan persampelan
- iii. Kaedah persampelan
- iv. Pengawetan dan penyimpanan sampel
- v. Nyahcemar
- vi. Analisis lapangan
- vii. Analisis makmal
- viii. Borang dan rekod telaga

2.1 Tujuan

Pengukuran paras air tanah dan persampelan yang dijalankan di Jabatan secara umumnya mempunyai objektif berikut:

- i. Mengumpul dan membekal data air tanah.
- ii. Menilai corak perubahan kualiti air tanah mengikut masa.
- iii. Menjangka kesan pengepaman berlebihan ke atas sistem air tanah.
- iv. Menentukan potensi pembangunan air tanah di sesuatu kawasan.

Tujuan khusus perlu dinyatakan jika pengukuran paras air tanah dan persampelan tersebut menjurus kepada aspek pemantauan air tanah yang spesifik sebagaimana yang dinyatakan di Bab 4.

2.2 Kekekapan Persampelan

Pengukuran paras air tanah dan persampelan hendaklah dijalankan secara tetap dan berkala. Oleh kerana pergerakan dan perubahan kualiti air tanah sangat perlahan, pengukuran paras air tanah dan persampelan kebiasaannya dijalankan dua kali setahun mengikut musim kering dan hujan. Di kawasan yang aktif penggunaan air tanah, pengukuran perlu dijalankan sebulan sekali, manakala di kawasan yang sensitif terhadap perubahan paras air tanah seperti di kawasan perlombongan, pengambilan pasir, tanah gambut dan tanah lembap pengukuran boleh dibuat dengan lebih kerap mengikut keperluan.

2.3 Kaedah Persampelan

Kaedah pengambilan sampel dan peralatan yang digunakan perlu disesuaikan dengan diameter dan kedalaman telaga, kedalaman paras air tanah dan juga parameter kimia yang hendak dianalisis. Peralatan pengambilan sampel yang biasa digunakan ialah pam persampelan seperti pam empar (centrifugal pump), pam peristalsis (peristaltic pump), pam selam (submersible pump) dan pam pundi (bladder pump). Kadar pengepaman seharusnya dilakukan secara perlahan bagi mengelakkan golakan (turbulence) dan gelembung udara. Selain kaedah pengepaman, kadangkala timba (bailer) juga digunakan untuk pengambilan sampel.

2.4 Pengawetan dan Penyimpanan Sampel

Terdapat dua jenis botol sampel yang biasa digunakan iaitu jenis kaca *pyrex* dan plastik polietilena (HDPE dan PTFE). Kesesuaian jenis botol sampel bergantung kepada parameter kimia yang hendak dianalisis. Sebelum dibawa ke lapangan, botol sampel hendaklah dibersihkan mengikut langkah-langkah berikut:

- i. Berus dengan sabun.
- ii. Bilas dengan air paip.
- iii. Rendam dengan asid lemah seperti 10% asid hidroklorik (HCl).
- iv. Bilas dengan air paip.
- v. Bilas dengan air suling.

Saiz dan bilangan botol sampel juga perlu ditentukan sebelum ke lapangan.

Analisis di makmal bagi sesetengah parameter kimia memerlukan sampel air tanah yang diawet. Tujuan pengawetan adalah untuk mengekalkan keadaan sebenar sampel air dengan cara menstabilkan parameter yang dikehendaki. Pengawet yang biasa digunakan ialah asid nitrik (HNO_3), asid sulfurik (H_2SO_4) dan natrium hidroksida (NaOH).

Sampel air tanah yang akan dihantar ke makmal hendaklah disimpan di dalam kotak penyejuk pada suhu 4°C . Penghantaran sampel ke makmal mesti mengambil kira masa pegangan (holding time) iaitu masa maksimum yang dibenarkan sebelum sampel dianalisis bagi mengelakkan ralat kepada keputusan analisis. Panduan kesesuaian jenis botol sampel, bahan pengawet dan masa pegangan ditunjukkan di Lampiran 1 dan ia mungkin sedikit berbeza mengikut makmal.

2.5 Nyahcemar

Peralatan persampelan seperti timba dan talinya, pam dan kabel, kuar (probe) dan sebarang alat yang menyentuh sampel air atau yang dimasukkan ke dalam telaga hendaklah dinyahcemar terlebih dahulu sebelum digunakan ke atas telaga yang berikutnya. Ini bertujuan untuk mengelakkan sampel yang diambil dicemari oleh bahan daripada telaga yang sebelumnya. Kaedah nyahcemar peralatan yang telah digunakan di lapangan adalah seperti berikut:

- i. Cuci dengan sabun.
- ii. Bilas dengan bahan pelarut seperti aseton bagi penentuan bahan organik atau asid lemah, 10% asid hidroklorik (HCl) bagi penentuan bahan inorganik.
- iii. Bilas dengan air ternyahion (deionized water).

Larutan pencuci di atas hendaklah disediakan dan dibawa ke lapangan.

2.6 Analisis Lapangan

Terdapat beberapa parameter tertentu yang memerlukan analisis segera di lapangan seperti suhu, pH dan bakteria (total coliform dan *E. coli*). Selain itu, parameter seperti konduktiviti, kekeruhan, keliatan, jumlah pepejal terlarut, mangan (Mn), ferum (Fe), total ferum, hidrogen bikarbonat (HCO_3) dan oksigen terlarut (DO) juga boleh ditentukan di lapangan. Bekalan kuasa yang diperlukan untuk menjalankan analisis tersebut hendaklah dirancang dengan baik dan peralatan dikalibrasi terlebih dahulu sebelum digunakan.

2.7 Analisis Makmal

Persetujuan analisis parameter kimia dan fizikal serta penghantaran sampel ke makmal hendaklah diperoleh terlebih dahulu sebelum ke lapangan. Prosedur persampelan untuk analisis sesuatu parameter mungkin berbeza bagi setiap makmal. Sampel hendaklah dihantar ke makmal yang mempunyai Sijil Akreditasi Makmal.

2.8 Borang Lapangan

Borang-borang berikut hendaklah disediakan secukupnya sebelum ke lapangan, iaitu:

- i. Borang pengukuran paras air tanah (Borang JMG/HY/07)
- ii. Borang pengukuran parameter air tanah in situ dan *on-site* (Borang JMG/HY/05)
- iii. Borang pelabelan persampelan air tanah (Borang JMG/HY/06)

Borang-borang adalah seperti di Lampiran 2, 3 dan 5.

3.0 PROSEDUR PENGUKURAN PARAS AIR TANAH DAN PERSAMPELAN DI LAPANGAN

Pengukuran paras air tanah hendaklah dijalankan terlebih dahulu diikuti oleh pembersihan telaga (well purging) dan persampelan air tanah.

3.1 Pengukuran Paras Air Tanah

Pengukuran paras air tanah di lapangan (Foto 1) bertujuan untuk menentukan perubahan paras air tanah dan isipadu air yang diperlukan bagi tujuan pembersihan telaga sebelum persampelan dijalankan.

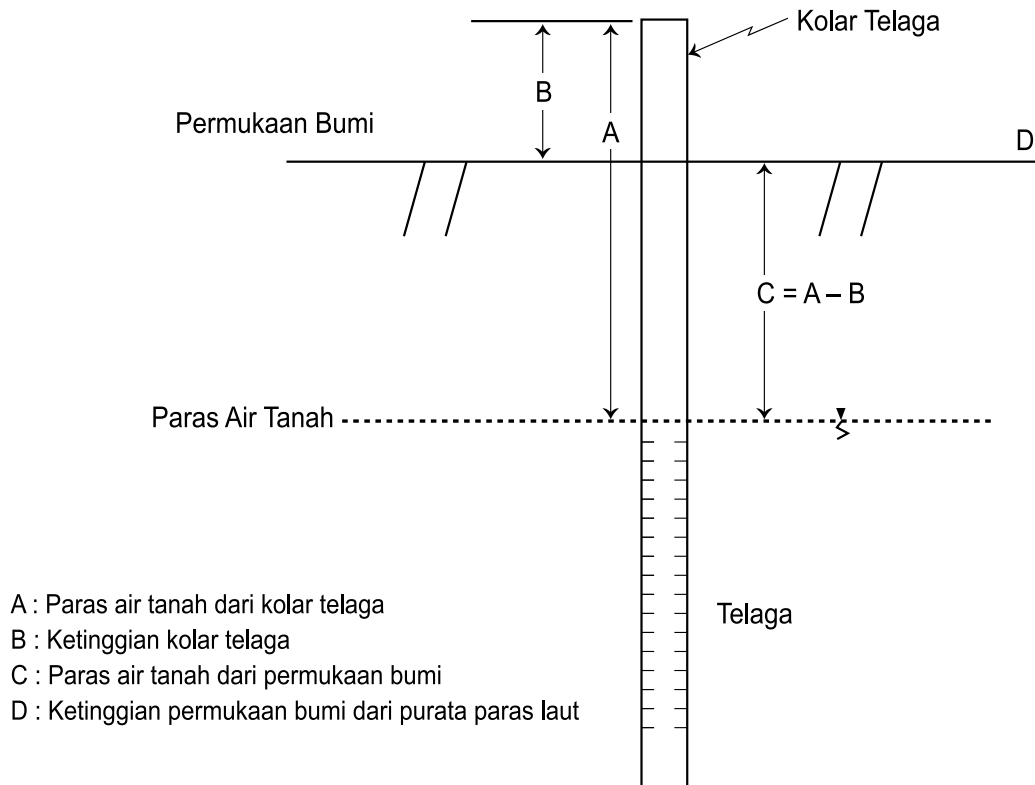
Peralatan dan borang yang diperlukan adalah pengukur atau pengellog paras air tanah dan Borang JMG/HY/07.

Sebelum pengukuran dijalankan, pastikan peralatan berada di dalam keadaan baik dan maklumat asas telaga yang hendak diukur diisi ke dalam borang.

Prosedur pengukuran paras air tanah adalah seperti berikut:

- i. Buka penutup telaga.
- ii. Masukkan pita pengukur perlahan-lahan ke dalam telaga sehingga mencecah paras air tanah statik.
- iii. Ambil bacaan yang bersetentang dengan paras atas kolar telaga pada nilai sentimeter (cm) yang paling hampir. Bacaan tersebut merupakan bacaan paras air tanah dari bahagian atas kolar telaga, (A).
- iv. Perbezaan nilai A dan ketinggian kolar telaga (B) merupakan bacaan paras air tanah yang dirujuk dari paras bawah bumi (C).
- v. Bacaan paras air tanah yang dirujuk pada paras laut dikira dengan menolak nilai C daripada nilai ketinggian permukaan bumi dari purata paras laut (D). Kaedah pengiraan adalah merujuk kepada Rajah 1.
- vi. Isikan bacaan dan pengiraan di atas ke dalam Borang JMG/HY/07.
- vii. Tutup semula penutup telaga sekiranya persampelan air tanah tidak dijalankan.

Bagi telaga yang mempunyai alat pengellog paras air yang dipasang di dalam telaga, bacaan akan disimpan secara automatik. Bacaan yang diperolehi hendaklah dimuat turun mengikut manual alat tersebut.



Rajah 1 : Rajah Skema Pengukuran Paras Air Tanah



Foto 1 : Pengukuran Paras Air Tanah Di Lapangan

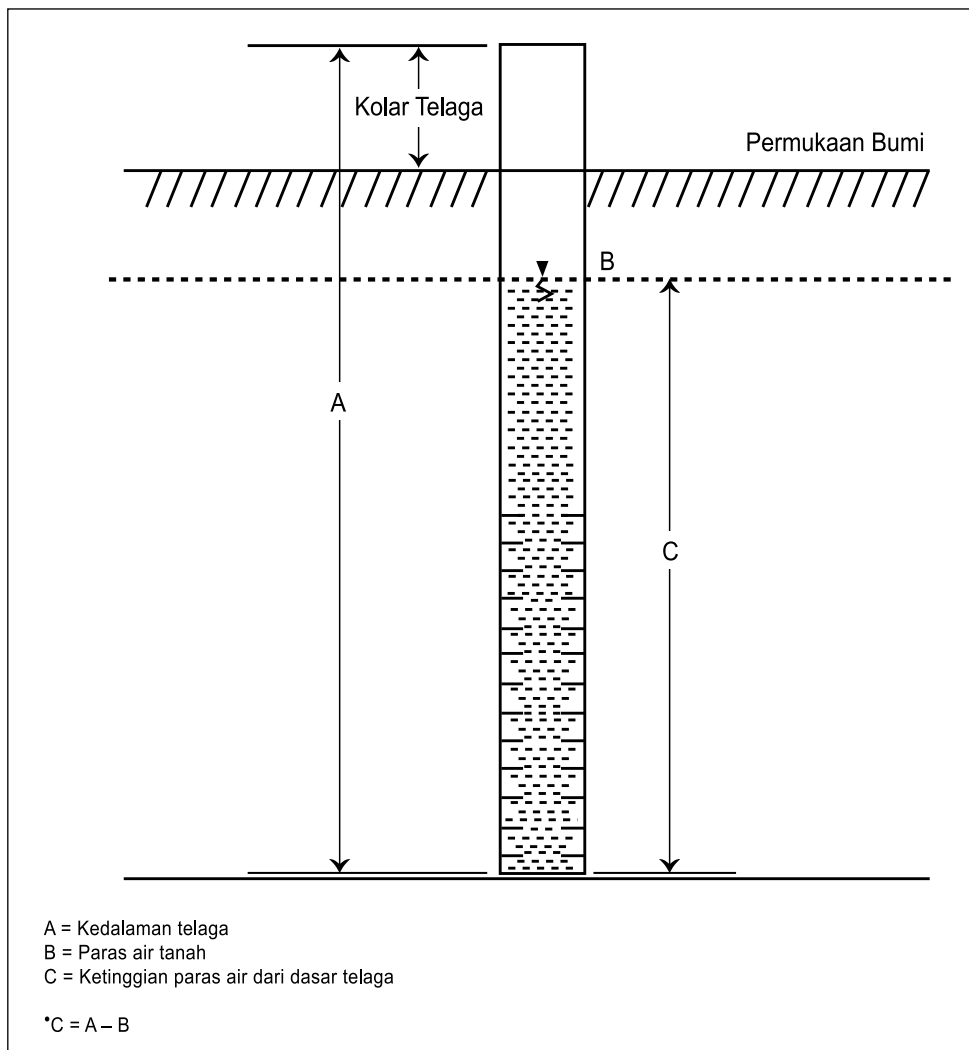
3.2 Pembersihan Telaga

Pembersihan telaga dijalankan selepas selesai pengukuran paras air tanah dan sebelum persampelan dijalankan. Ia bertujuan untuk mengeluarkan air tergenang di dalam telaga yang berkemungkinan telah mengalami tindakbalas biokimia dan tidak lagi mewakili ciri-ciri asal air tanah daripada akuifer sebenar.

Peralatan yang diperlukan adalah pam persampelan dan pengukur parameter fizikal seperti pH, konduktiviti dan suhu.

Prosedur pembersihan telaga adalah seperti berikut:

- i. Kira isipadu air yang perlu dikeluarkan iaitu bersamaan dengan tiga kali isipadu telaga. Contoh pengiraan ditunjukkan di Rajah 2.
- ii. Turunkan pam perlahan-lahan ke dalam telaga sehingga ke takat pengambilan air. Pastikan takat ini berada di atas skrin.
- iii. Mulakan pam dan laraskan supaya air keluar dalam keadaan tunak (steady) dan dialirkan ke dalam suatu bekas yang diketahui isipadunya.
- iv. Ambil bacaan parameter fizikal air tanah iaitu pH, suhu dan konduktiviti apabila 10% daripada isipadu air telah dikeluarkan.
- v. Apabila air yang dikeluarkan telah menghampiri jumlah tiga kali isipadu telaga, perlahan-lahan kadar pengepaman dan ambil bacaan parameter fizikal dengan lebih kerap.
- vi. Berhentikan pam apabila air yang dikeluarkan bersamaan dengan tiga kali isipadu telaga dan jika boleh sehingga bacaan parameter fizikal telah stabil.



Diameter telaga	= 150 mm = 0.15 m
Kedalaman telaga, A	= 85 m
Paras air tanah statik, B	= 3 m
Ketinggian paras air tanah statik dari dasar telaga, C	= A - B, 85 - 3 = 82 m
Isipadu air dalam telaga, V	= $\pi j^2 t$
	= ($\pi = 3.14$, j = jejari telaga = 0.075 m, t = C = 82 m)
	= $3.14 \times (0.075 \text{ m})^2 \times 82 \text{ m}$
	1.448 m ³
Jumlah isipadu air dalam telaga yang perlu dipam keluar	= 3 × isipadu air dalam telaga
	= 3 × 1.448 m ³
	= 4.344 m ³

Rajah 2 : Contoh Pengiraan Isipadu Air untuk Pembersihan Telaga

3.3 Persampelan Air Tanah

Persampelan air tanah melibatkan pengukuran beberapa parameter fizikal dan kimia secara *in situ* atau *on-site* serta pengambilan sampel untuk analisis makmal.

Selain daripada pam dan alat pengukur parameter fizikal, peralatan lain dan borang yang diperlukan adalah:

- i. Botol sampel, pengawet dan kotak penyejuk.
- ii. Larutan untuk mencuci peralatan persampelan.
- iii. Alat penguji parameter kimia dan biologi seperti spektrofotometer dan colilert.
- iv. Borang pelabelan persampelan air tanah (Borang JMG/HY/06) dan borang pengukuran parameter air tanah *in situ* dan *on-site* (Borang JMG/HY/05).

Prosedur persampelan air tanah adalah seperti berikut:

i) Pengukuran Parameter Di Lapangan

Terdapat beberapa parameter yang perlu ditentukan dengan segera di lapangan bagi mengelakkan perubahan kimia air tanah apabila sampel terdedah kepada cahaya, kepanasan dan sebagainya. Pengukuran di lapangan boleh dijalankan secara *in situ* atau *on-site*.

a. Ujian *In situ*

Ujian *in situ* ialah pengukuran yang dijalankan secara terus di dalam telaga menggunakan kuar yang boleh dimasukkan ke dalam telaga (Foto 2). Pengukuran selalunya dijalankan pada tiga atau empat kedalaman yang berbeza. Parameter yang diukur adalah seperti pH, konduktiviti, suhu, kekeruhan, keliatan dan jumlah pepejal terlarut. Maklumat pengukuran direkod ke dalam Borang JMG/HY/05.

b. Ujian *on-site*

Ujian *on-site* ialah pengukuran yang dijalankan serta-merta di lapangan menggunakan alat mudah alih seperti spektrofotometer dan penguji parameter fizikal (Foto 3). Parameter kimia, biokimia dan mikrobiologi perlu diuji di lokasi telaga dan jika tidak boleh, ujian hendaklah dijalankan di tempat lain yang sesuai. Parameter yang diukur adalah seperti berikut:

- i) *Biochemical Oxygen Demand* (BOD)
- ii) *Chemical Oxygen Demand* (COD)
- iii) Oksigen terlarut

- iv) Mangan (Mn)
- v) Ferum (Fe)
- vi) *Total ferum*
- vii) Nitrat Nitrogen (NO₃ - N)
- viii) Nitrit Nitrogen (NO₂ - N)

Parameter mikrobiologi melibatkan penentuan *total coliform* atau *faecal coliform* seperti *Escherichia coli* (E. coli). Pengujian E. coli menggunakan alat seperti colilert hendaklah dijalankan dalam tempoh 24 jam (Foto 5). Maklumat direkod ke dalam Borang JMG/HY/05.

ii) **Persampelan Air Tanah Untuk Ujian Makmal**

Persampelan air tanah dijalankan setelah selesai ujian in situ dan *on-site* bagi penentuan parameter kimia yang akan dijalankan di makmal (Lampiran 4). Foto 4 adalah contoh pengambilan sampel air tanah menggunakan pam peristalsis. Prosedur persampelan adalah seperti berikut:

- a. Lakukan penurasan serta-merta dengan menggunakan kertas turas Whatman 0.45 µm jika sampel berkelodak kecuali bagi persampelan untuk pengukuran mikrobiologi, kandungan organik dan status oksigen.
- b. Bilas botol sampel dengan menggunakan air telaga.
- c. Isi air ke dalam botol sampel 1 liter dan 2 liter.
- d. Tambahkan 10 ml asid nitrik, HNO₃ (pH < 2) dengan kepekatan 50% ke dalam botol sampel 1 liter.
- e. Tutup botol sampel dengan ketat dan pastikan tiada gelembung udara terperangkap.
- f. Labelkan botol sampel menggunakan Borang Pelabelan Persampelan Air Tanah (JMG/HY/06).
- g. Sebagai langkah kawalan, satu sampel pendua mestilah diambil secara rawak daripada sepuluh telaga. Sampel pendua dilabel dengan nombor bersesuaian yang berbeza dengan sampel daripada telaga yang sama dan pastikan pelabelan tersebut tidak mempengaruhi keputusan analisis di makmal.
- h. Daftarkan sampel ke dalam pangkalan data HYDROdat sebelum dihantar ke makmal Jabatan atau swasta.
- i. Hantar sampel dengan kadar segera ke makmal.



Foto 2 : Kaedah in situ bagi pengukuran parameter pH, suhu dan konduktiviti.



Foto 3 : Kaedah *on-site* bagi pengukuran parameter pH, suhu dan konduktiviti.



Foto 4 : Pengambilan sampel air tanah menggunakan pam peristalsis.



Foto 5 : Pengukuran E.coli menggunakan kaedah colilert.

4.0 PELAPORAN PEMANTAUAN KUALITI DAN PARAS AIR TANAH

Umumnya, terdapat beberapa jenis pemantauan yang dijalankan iaitu:

- i. Pemantauan sekitaran (ambient monitoring) bertujuan mendapatkan *baseline data*.
- ii. Pemantauan pematuhan (compliance monitoring) kepada garis panduan yang dikuatkuasakan oleh pihak berkuasa.
- iii. Pemantauan penilaian (assessment monitoring) terhadap tahap kebenaran mencemar yang diberikan kepada pihak tertentu seperti operator loji rawatan air.
- iv. Pemantauan pemulihan (remediation monitoring) terhadap keberkesanan aktiviti pemulihan air tanah.
- v. Pemantauan selepas penutupan (post-closure monitoring) di kawasan berisiko untuk berlakunya pencemaran air tanah seperti tapak pelupusan sampah.

Walau bagaimanapun, laporan pemantauan yang disediakan di peringkat Jabatan adalah lebih merujuk kepada aspek trend analisis perubahan kualiti dan paras air tanah.

Laporan pemantauan hendaklah dilaporkan bagi setiap tempoh 5 tahun. Ini berdasarkan kepada persampelan dan pengukuran paras air tanah yang dijalankan dua kali setahun oleh Jabatan. Laporan pemantauan ini mengandungi beberapa set data pengukuran paras air tanah, analisis parameter fizikal dan kimia serta mikrobiologi. Komponen utama di dalam penulisan laporan pemantauan air tanah adalah:

- i. Keputusan dan huraian terhadap pengukuran paras air tanah.
- ii. Keputusan dan huraian terhadap pengukuran parameter fizikal dan penentuan parameter mikrobiologi jika ada.
- iii. Keputusan dan huraian terhadap analisis kimia.
- iv. Kualiti air tanah dan kesesuaian kegunaannya.

4.1 Keputusan Pengukuran Paras Air Tanah

Keputusan pengukuran paras air tanah perlu dibentangkan dalam bentuk graf dan peta kontur paras air tanah.

Kegunaan graf adalah untuk mengesan perubahan paras air tanah di sesuatu kawasan yang mungkin boleh memberi impak kepada persekitaran.

Peta kontur paras air tanah pula digunakan untuk mengenalpasti arah aliran, kawasan imbuhan air tanah dan potensi pembangunan air tanah di sesuatu kawasan. Peta ini hanya boleh disediakan apabila pengukuran paras air tanah dijalankan di dalam unit hidrostratigrafi yang sama. Contoh graf pengukuran perubahan paras air tanah dan peta kontur paras air tanah ditunjukkan di Lampiran 6.

4.2 Keputusan Parameter Fizikal

Keputusan parameter fizikal dibentangkan dalam bentuk jadual dan graf serta dibandingkan dengan keputusan terdahulu. Sebarang faktor yang mempengaruhi keputusan di lapangan perlu dilaporkan kerana faktor sekitaran seperti suhu boleh merubah sifat air tanah dan memberi kesan kepada integriti sampel.

4.3 Keputusan Analisis Kimia

Keputusan analisis kimia bagi setiap parameter dibentangkan dalam bentuk jadual. Data yang diterima daripada makmal perlu dipastikan kesahihan dan kualiti analisisnya dengan cara menentukan Ralat Keseimbangan Cas (Charge Balance Error). Ralat ini ditentukan dengan mengira peratus perbezaan di antara jumlah cas positif (kation) dan negatif (anion) seperti formula di bawah:

$$\text{Ralat Keseimbangan Cas} = \frac{(\text{Jumlah kation} - \text{Jumlah anion})}{(\text{Jumlah kation} + \text{Jumlah anion})} \times 100$$

Jumlah ion dikira dalam milisetaraan per liter (meq/L) dan peratus perbezaan yang diterima pakai oleh Jabatan hendaklah kurang daripada 20%.

Keputusan analisis kimia dipersembahkan dalam bentuk graf atau rajah hidrogeokimia.

Nilai parameter petunjuk pencemaran seperti nitrit, nitrat, klorida, fluorida dan arsenik kebiasaannya diplot dalam bentuk graf parameter berbanding masa. Ini bertujuan untuk mengesan sekiranya terdapat sebarang anomali atau peningkatan yang berterusan.

Teknik pemplotan rajah hidrogeokimia pula digunakan bagi menerangkan perubahan corak kimia air tanah di suatu kawasan yang berkadar dengan masa. Rajah hidrogeokimia ini lebih mudah difahami dan teknik yang biasa digunakan adalah seperti berikut:

4.3.1 Rajah Stiff

Kaedah pemplotan berdasarkan kepekatan sebenar anion dan kation (mg/L) terpilih yang menghasilkan gambar rajah corak poligon. Rajah ini berguna dalam membuat perbandingan jenis air tanah berdasarkan perbezaan bentuk poligon. Ia juga sesuai digunakan dalam bentuk simbol bagi menunjukkan kedudukan fasis air yang berbeza di atas peta.

4.3.2 Rajah Piper

Kaedah pemplotan titik yang mewakili peratusan relatif kepekatan ion (meq/L) dan digunakan secara meluas untuk pentafsiran air tanah mengikut perubahan masa dan kawasan. Kaedah ini dapat menggambarkan kumpulan sampel air tanah yang mempunyai persamaan atau perbezaan komposisi serta mengenalpasti percampuran daripada dua punca air.

4.3.3 Rajah Semilogaritma Schoeller

Kaedah pemplotan ion utama dalam unit milisetara per liter (meq/L) di atas skala logaritma yang dapat menggambarkan jenis air tanah yang berbeza. Ianya berguna dalam mempersembahkan corak ion utama dan unsur surih bagi sekumpulan kecil sampel.

Rajah Stiff, Piper dan Semilogaritma Schoeller ditunjukkan di Lampiran 7.

Rajah-rajah hidrogeokimia yang lain adalah seperti Rajah Durov, Rajah Dwilinear, Rajah Vektor, Rajah Collin dan Rajah Pie.

4.4 Kualiti Air Tanah dan Kesesuaian Kegunaannya

Maklumat kualiti air tanah digunakan bagi menilai kesesuaian air tersebut untuk pelbagai kegunaan seperti air minuman, domestik, pertanian dan industri.

4.4.1 Kesesuaian Sebagai Air Minuman

Penilaian kualiti air minuman adalah berasaskan perbandingan nilai piawai parameter yang ditetapkan di dalam standard terkini kualiti air minuman Kementerian Kesihatan Malaysia (KKM) dan Pertubuhan Kesihatan Sedunia (WHO). Standard Kualiti Air Minuman KKM, 2004 dan WHO, 2011 adalah seperti di Lampiran 8.

4.4.2 Kesesuaian Sebagai Air Pengairan

Kesesuaian air untuk tujuan pengairan bergantung kepada jumlah garam terlarut di dalam air tanah dan kehadiran garam natrium secara berlebihan yang dikira berasaskan kepada nilai Nisbah Jerapan Natrium (Sodium Adsorption Ratio, (SAR)). Formula pengiraan SAR adalah:

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}$$

Rajah Wilcox digunakan bagi pengelasan air tanah untuk pengairan (Lampiran 9). Ianya berdasarkan kepada nilai kekonduksian dan SAR mengikut Jadual Pengelasan USSL Air Tanah untuk Pengairan.

4.4.3 Kesesuaian Industri

Kesesuaian air tanah untuk industri bergantung kepada sifat kemasinan, keliatan dan kecenderungan mengkakis atau membentuk mendakan. Nilai Indeks Langelier, Puckorius, Ryznar dan Larson Skold biasa digunakan dalam menentukan sifat air tanah tersebut. (Lampiran 10)

5.0 KAEDAH PENYEDIAAN LAPORAN

5.1 Pendahuluan

Laporan perlulah disediakan mengikut format tertentu agar ianya seragam, selaras dan berkualiti. Kandungan laporan perlu disesuaikan mengikut objektif kajian dan panduan umum kandungan laporan ditunjukkan di dalam Lampiran 12 dan huraianya di Lampiran 13.

5.2 Format Laporan

Perkara berikut perlu diberi perhatian semasa menulis laporan kajian:

- i) **Bahasa**
Laporan boleh ditulis dalam Bahasa Melayu atau Bahasa Inggeris.
- ii) **Teks**
Teks laporan disediakan mengguna perisian pemprosesan perkataan (word processor) yang diterima pakai oleh Jabatan. Contohnya MS Word untuk teks dan perisian lain yang sesuai.
- iii) **Kertas**
Warna putih bersaiz A4.
- iv) **Saiz huruf**
Untuk teks – saiz *font* digunakan adalah 12-*point*.
Untuk jadual – saiz *font* yang digunakan adalah mengikut kesesuaian.
Walau bagaimanapun, digalakkan menggunakan font 10-*point*.
- v) **Jenis font**
Jenis *font* adalah Arial.
- vi) **Birai**
Birai yang digunakan adalah seperti berikut dan *full justification*.
Birai Kiri : 30 mm
Birai Kanan : 25 mm
Birai Atas : 25 mm
Birai Bawah : 25 mm

vii) Langkau baris (spacing)

Langkau baris bagi keseluruhan teks adalah langkau 1.5 baris. Langkau 1 baris (single spacing) pula boleh digunakan semasa membuat jadual yang panjang dan senarai Rujukan / Bibliografi.

viii) Penomboran halaman

Untuk muka surat sebelum bab Pendahuluan, gunakan angka Roman kecil secara berturutan selepas kulit laporan iaitu bermula dengan ii, iii, iv dan seterusnya. Untuk muka surat teks kandungan laporan, Rujukan, Bibliografi dan Apendiks diberi nombor biasa iaitu 1, 2, 3, 4 dan seterusnya. Contoh nombor muka surat adalah seperti -30-.

ix) Kedudukan nombor halaman

Semua nombor muka surat hendaklah dicetak di tengah bahagian bawah muka surat dengan font Arial bersaiz 12-*point*.

x) Header / Footer

Header / Footer dipaparkan bermula daripada muka surat "Kandungan". "Tajuk laporan" perlu diletakkan di bahagian atas sebelah kanan di atas garisan sebagai header dan nama Jabatan Mineral dan Geosains Malaysia di bahagian bawah sebelah kiri di bawah garisan sebagai footer. Jenis *font* yang digunakan ialah Arial dengan saiz 8-*point*. Tema warnanya adalah *White, Background 1, Darker 50%*.

xi) Jadual

Setiap jadual mestilah mengandungi nombor rujukan dan keterangan yang dicetak pada sebelah atas di bahagian tengah jadual tersebut dan ditulis sebagai Jadual No. Bil. Jadual: Keterangan.

xii) Rajah

Setiap rajah (termasuk peta) mestilah mengandungi nombor rujukan dan keterangan yang dicetak pada sebelah bawah di bahagian tengah rajah tersebut dan ditulis sebagai Rajah No. Bil. Rajah: Keterangan. Khas untuk peta, di dalamnya mesti dimasukkan logo Jabatan, rujukan peta, tarikh disediakan dan nama pegawai yang menyediakan selain daripada petunjuk, skala dan arah mata angin.

xiii) Foto

Setiap foto / gambar mestilah mengandungi nombor rujukan dan keterangan yang dicetak pada sebelah bawah di bahagian tengah foto tersebut dan ditulis sebagai Foto No. Bil. Foto: Keterangan.

xiv) Keterangan

Keterangan bagi Rajah, Jadual dan Foto hendaklah menggunakan *Font* Arial bersaiz 12-point. Panjang keterangan seelok-eloknya tidak melebihi 2 baris. (Contoh, Jadual 3: Taburan hujan di Pontian, Johor). Jika dua baris atau lebih hendaklah menggunakan langkau satu baris.

xv) Ringkasan Eksekutif / *Executive Summary*

Ringkasan mesti tidak melebihi 300 perkataan atau satu muka surat A4, dan dicetak di bahagian hadapan laporan iaitu selepas halaman judul. Penulisan mesti disediakan dalam dua bahasa iaitu Bahasa Melayu dan Inggeris. Sekiranya laporan ditulis dalam Bahasa Melayu, *Executive Summary* ditulis dalam Bahasa Inggeris (*italic*). Sebaliknya, jika laporan ditulis dalam Bahasa Inggeris, Ringkasan Eksekutif ditulis dalam Bahasa Melayu (*italic*). Ia hendaklah langkau satu baris.

xvi) Penghargaan

Penghargaan merupakan satu kenyataan ringkas bagi menyampaikan ucapan terima kasih / penghargaan kepada mereka yang banyak memberi sumbangan dan terlibat dalam menjayakan projek yang dilaporkan. Ianya dicetak selepas tajuk Kesimpulan.

xvii) Rujukan

Senarai penerbitan yang dirujuk hendaklah mengikut Sistem Harvard. Setiap rujukan di dalam teks perlu dinyatakan nama pengarang, tahun penerbitan dan tajuk buku / laporan. Jika menggunakan maklumat dari laman web, nyatakan keseluruhan alamat URL serta tarikh laman web tersebut dirujuk.

xviii) Bibliografi

Meliputi bahan-bahan penerbitan yang berkaitan dengan projek tetapi tiada rujukan secara langsung dalam teks, juga perlu disenaraikan mengikut Sistem Harvard.

xix) Apendiks

Apendiks merupakan lampiran bagi jadual, ilustrasi dan sebagainya yang tidak sesuai dimuatkan ke dalam teks kerana ianya boleh mengganggu kesinambungan teks. Apendiks boleh dibahagikan kepada beberapa apendiks yang berasingan iaitu Apendiks A, B, C dan sebagainya. Tiap-tiap apendiks serta tajuknya hendaklah disenaraikan secara berasingan di dalam Senarai Isi Kandungan.

xx) Format Kulit Laporan

Kulit laporan hendaklah menggunakan kertas kulit yang telah disediakan oleh Jabatan. Tajuk laporan yang ditulis pada kulit laporan hendaklah mengikut seperti mana yang ditetapkan *Font Arial Bold* dengan saiz huruf *16-point* (contoh seperti di Lampiran 14).

xxi) No. Laporan

Nombor laporan hendaklah mengikut format berikut:

JMG.kod cawangan / negeri / bahagian (kod bidang) bil laporan / tahun

Contoh : JMG.PRK (HG) 01/2011

(laporan yang dikeluarkan oleh JMG Perak)

xxii) Format Belakang Kulit Laporan

Halaman ini mengandungi kenyataan di mana Laporan ini boleh diperolehi dan ia diletakkan pada sebelah belakang kulit laporan seperti yang ditunjukkan di Lampiran 15.

xxiii) Format Muka Dalam / Muka Surat Tajuk

Format muka dalam muka surat tajuk mengandungi tajuk laporan berserta nama penulis laporan (Lampiran 16).

xxiv) Unit SI

Semua unit mesti diselaraskan mengikut *International System of Units* (SI).

BIBLIOGRAFI

1. **Engineering Services Division, Ministry of Health Malaysia (2004)**. National Standard for Drinking Water Quality. Kuala Lumpur.
2. **Gerrit Jousma (2008)**. Guideline on: Groundwater monitoring for general reference purposes. International Groundwater Resources Centre. The Netherlands.
3. **Jabatan Mineral dan Geosains Malaysia (2010)**. Garis Panduan Eksplorasi Air Tanah, JMG.GP.09. Kuala Lumpur.
4. **Mohd Kamil Yusoff et al. (2008)**. Mechanisms, Process, Potential Impacts and Post-Closure Management Sanitary Landfill. Universiti Putra Malaysia, Serdang.
5. **Sanders, L.L. (1998)**. A manual of field hydrogeology. New Jersey: Prentice Hall Press.
6. **Thomas Harter (2008)**. Groundwater sampling and monitoring, publication 8085. University of California
7. **Todd, D.K. (2001)**. Groundwater Hydrology, 2nd ed. Singapore: John Wiley and Sons Publication.
8. **World Health Organization (WHO). (2011)**. Guidelines for Drinking Water Quality. 4th ed. WHO. Geneva.

LAMPIRAN 1

BOTOL SAMPEL, PENGAWETAN SAMPEL DAN MASA PEGANGAN
(SAMPLE CONTAINER, SAMPLE PRESERVATION, AND HOLDING TIME)

PARAMETER NAME	CONTAINER (P: POLYETHYLENE; G: GLASS)	MINIMUM SAMPLE VOLUME REQUIRED TO PERFORM A SINGLE ANALYSIS	PRESERVATION	MAXIMUM HOLDING TIME
BACTERIA				
Coliform, fecal and total	P, G	100 ml	Cool to 4° C, and in presence of residual chlorine, 0.008% Na ₂ S ₂ O ₃	6 hours
INORGANIC TESTS				
Acidity	P, G	100 ml	Cool to 4° C	14 days
Alkalinity	P, G	100 ml	Cool to 4° C	14 days
Ammonia	P, G	400 ml	Cool to 4° C, H ₂ SO ₄ to pH < 2	28 days
Biochemical oxygen demand (BOD)	P, G	1 liter	Cool to 4° C	48 hours
Biochemical oxygen demand, carbonaceous	P, G	1 liter	Cool to 4° C	48 hours
Boron	P, PTFE, or quartz	50 ml	HNO ₃ to pH < 2	6 months
Bromide	P, G	100 ml	None required	28 days
Chemical oxygen demand (COD)	P, G	50 ml	Cool to 4° C H ₂ SO ₄ to pH < 2	28 days
Chloride	P, G	50 ml	None required	28 days
Chlorine, total residual	P, G	200 ml	None required	Analyze immediately
Color	P, G	50 ml	Cool to 4° C	48 hours
Cyanide	P, G	500 ml	Cool to 4° C NaOH to pH < 12, and in the presence of residual chlorine, 0.6 g/l ascorbic acid	14 days (24 hr if sulfide is present)
Fluoride	P	300 ml	None required	28 days
Hardness	P, G	100 ml	HNO ₃ to pH < 2, H ₂ SO ₄ to pH < 2	6 months
Hydrogen ion (pH)	P, G	25 ml	None required	Analyze immediately
Kjeldahl and organic nitrogen	P, G	500 ml	Cool to 4° C, H ₂ SO ₄ to pH < 2	28 days

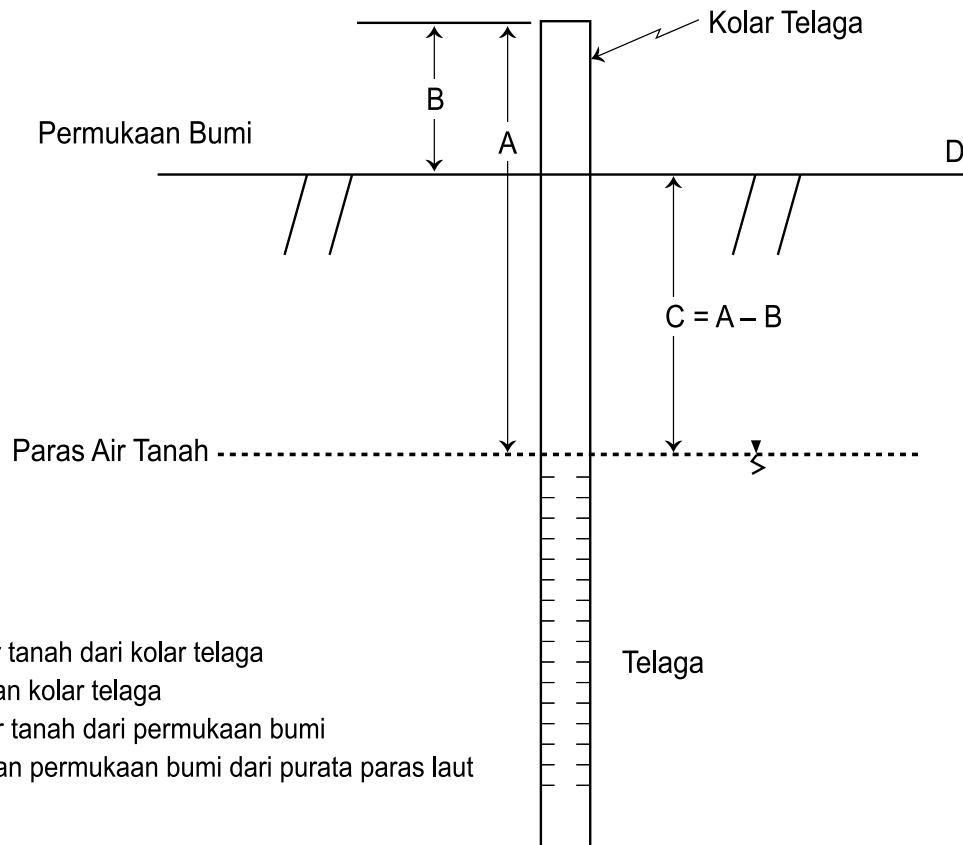
PARAMETER NAME	CONTAINER (P: POLYETHYLENE; G: GLASS)	MINIMUM SAMPLE VOLUME REQUIRED TO PERFORM A SINGLE ANALYSIS	PRESERVATION	MAXIMUM HOLDING TIME
METALS				
Chromium VI	P, G	200 ml	Cool to 4° C	24 hours
Mercury	P, G	100 ml	HNO ₃ to pH < 2	28 days
Metals, except boron, chromium VI, mercury	P, G	200 ml	HNO ₃ to pH < 2	6 months
Nitrate	P, G	100 ml	Cool to 4° C	48 hours
Nitrate-nitrite	P, G	100 ml	Cool to 4° C, H ₂ SO ₄ to pH < 2	28 days
Nitrite	P, G	50 ml	Cool to 4° C	48 hours
Oil and grease	G	1 liter	Cool to 4° C, HCl or H ₂ SO ₄ to pH < 2	28 days
Silica	P, PTFE, or Quartz	50 ml	Cool to 4° C	28 hours
Sulfate	P, G	50 ml	Cool to 4° C	28 hours
Sulfide	P, G	500 ml	Cool to 4° C, add zinc acetate plus sodium hydroxide to pH > 9	7 days
Sulfite	P, G	50 ml	None required	Analyze immediately
Temperature	P, G	1 liter	None required	Analyze immediately
Turbidity	P, G	100 ml	Cool to 4° C	48 hours
ORGANICS				
Purgeable aromatics hydrocarbons	G, Teflon-lined septum	5 ml	Cool to 40 C, and in presence of residual chlorine, 0.008% Na ₂ S ₂ O ₃ , HCl to pH < 2	14 days
PCBs	G, Teflon-lined cap	1 liter	Cool to 4° C	7 days until extraction, 40 days after extraction
Polynuclear aromatic hydrocarbons	G, Teflon-lined cap	1 liter	Cool to 4° C, and in presence of residual chlorine, 0.008% Na ₂ S ₂ O ₃ , store in dark	7 days until extraction, 40 days after extraction
Haloethers	G, Teflon-lined cap	1 liter	Cool to 4° C, and in presence of residual chlorine, 0.008% Na ₂ S ₂ O ₃	7 days until extraction, 40 days after extraction
Chlorinated hydrocarbons	G, Teflon-lined cap	1 liter	Cool to 4° C	7 days until extraction, 40 days after extraction
Pesticides	G, Teflon-lined cap	1 liter	Cool to 4° C, pH 5-9	7 days until extraction, 40 days after extraction
RADIOLOGICAL PARAMETERS				
alpha, beta, and radium	P, G	1 liter	HNO ₃ to pH < 2	6 months

LAMPIRAN 2

Borang JMG/HY/07



PENGUKURAN PARAS AIR TANAH



Tarikh :	Masa :
No Telaga :	Lokasi :
Bacaan Paras Air Tanah, A (m) :	Bacaan ketinggian telaga dari paras laut, D_{msl} (m) :
Bacaan Tinggi Kolar, B (m) :	Bacaan paras air tanah yang dirujuk dari paras laut, C_{msl} (m) : $C_{msl} = D_{msl} - C$
Bacaan paras air tanah yang dirujuk dari bawah paras bumi, C (m) : $C = A - B$	Catatan

LAMPIRAN 3

Borang JMG/HY/05



PENGUKURAN PARAMETER AIR TANAH IN SITU DAN ON-SITE

Nama Projek :	Rujukan Koordinat :
No. Telaga :	Kedalaman Telaga (m) :
Lokasi :	Tarikh / Masa :

Pengukuran In situ

Parameter	Unit	Kedalaman 1(m)	Kedalaman 2(m)	Kedalaman 3(m)	Kedalaman 4(m)
Suhu	°C				
Konduktiviti	µS/cm				
Keliatan	NTU				
pH	pH				
Kekerasan	mg/L				
Total Dissolve Solid	mg/L				
Lain-lain					

Pengukuran On-site

Parameter	Unit	Keputusan	Parameter	Unit	Keputusan
E.coli	MPN		NO ₃ - N	mg/L	
BOD	mg/L		NO ₂ - N	mg/L	
COD	mg/L		Fe	mg/L	
Mn	mg/L		Lain-lain		

Diubahsuai daripada Borang JMG/HY/05 di dalam JMG.GP.09

LAMPIRAN 4


SENARAI PARAMETER UNTUK ANALISIS KUALITI AIR TANAH

GROUP	PARAMETERS TO BE ANALYSED
GROUP 1 (PHYSICAL)	Turbidity (NTU)
	Color (HU)
	pH
	Temperature °C
	Conductivity
GROUP 2 (INORGANIC)	Dissolved Oxygen DO
	Biological Oxygen Demand, BOD
	Chemical Oxygen Demand, COD
	Manganese, Mn
	Iron, Fe
	Total Iron, Fe-T
	Nitrate Nitrogen, NO ₃ N
	Nitrite Nitrogen, NO ₂ N
	Total Dissolved Solid, TDS
	Total Solid, TS
	Chloride, Cl
	Flouride, F
	Carbonate, CO ₃
	Bicarbonate, HCO ₃
	Sodium, Na
	Potassium, K
	Calcium, Ca
	Hardness
	Total Solid
	Aluminium, Al
GROUP III (HEAVY METAL AND OTHERS)	Cadmium, Cd
	Magnesium, Mg
	Arsenic, As
	Selenium, Se
	Lead, Pb
	Chromium, Cr
	Copper, Cu
	Zinc, Zn
	Sulphate, SO ₄
	Silica, SiO ₂
	Mercury, Hg
	Phosphate, P
	Boron, B
	Silver, Ag
	Nickel, Ni
	Barium, Ba
	Strontium, Sr
GROUP IV (BIOCIDES)	Total Coliform Bacteria
	Escherichia coli (E.coli)

Senarai tidak mengambil kira parameter organik

LAMPIRAN 5

BORANG PELABELAN BOTOL SAMPEL

		JABATAN MINERAL DAN GEOSAINS	Borang JMG/HY/06
Nama Projek	:		
No Telaga	:		
Lokasi	:		
Rujukan Koordinat	:		
No Sampel	:		
Tarikh / Masa	:		
Awetan	:	Ya / Tidak	
Pengawetan Sampel	:	H ₂ SO ₄ / HNO ₃ / NaOH	



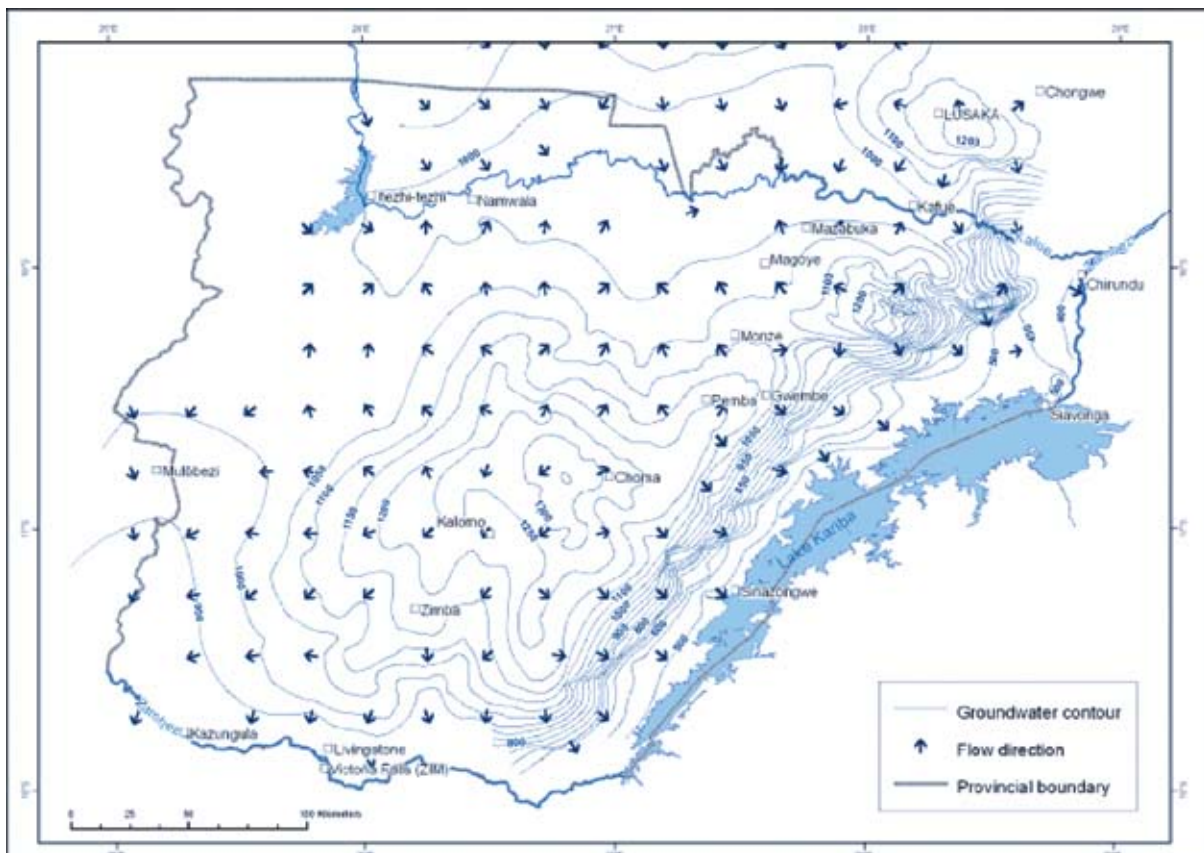
Contoh pelabelan pada botol sampel

LAMPIRAN 6

CONTOH GRAF PENGUKURAN PERUBAHAN PARAS AIR TANAH DAN PETA KONTUR PARAS AIR TANAH

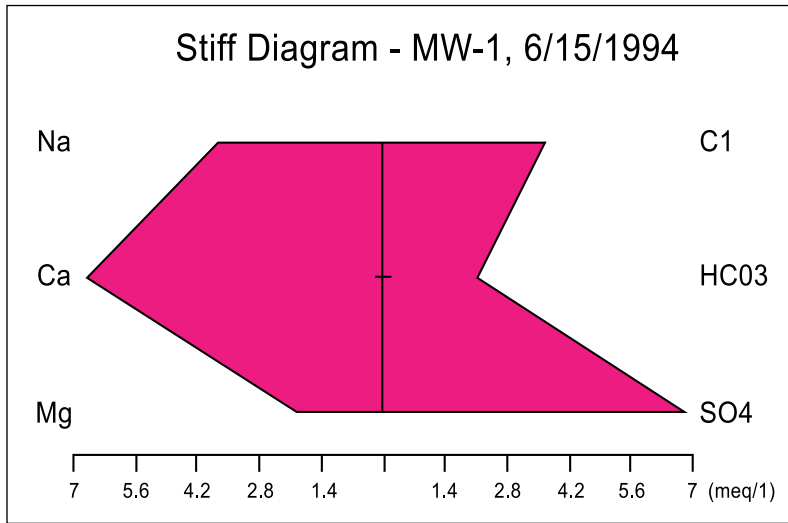


Graf Pengukuran Perubahan Paras Air Tanah

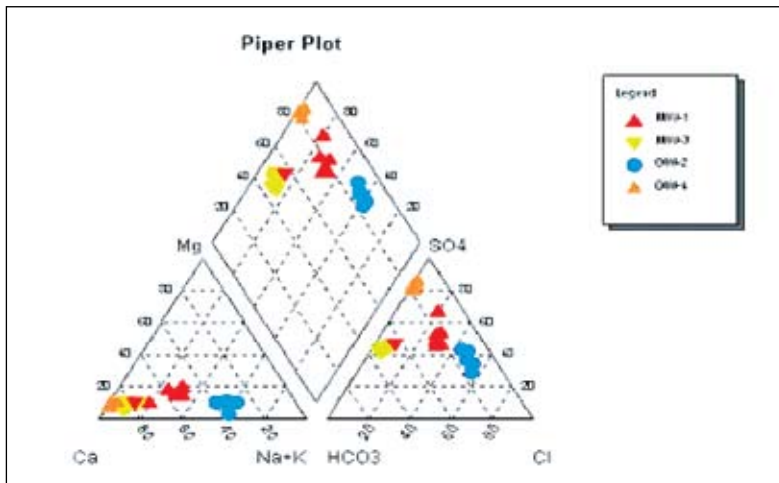


Peta Kontur Paras Air Tanah Yang Menunjukkan Arah Aliran Air Tanah Setempat

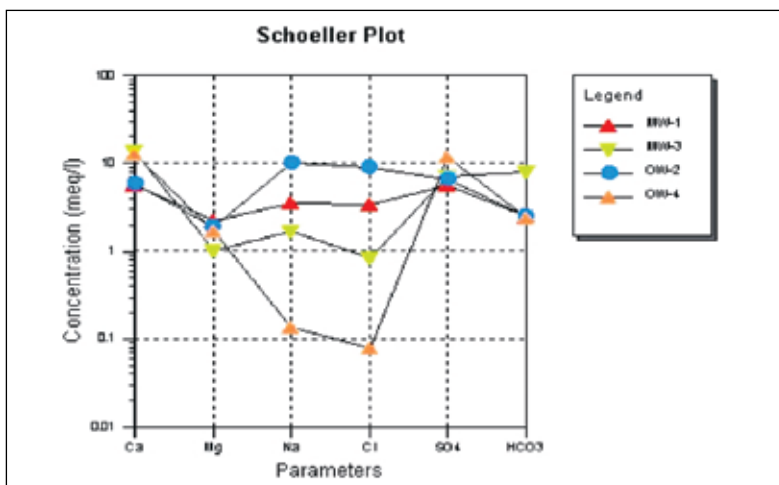
CONTOH RAJAH STIFF, PIPER DAN SCHOELLER



Rajah Stiff



Rajah Piper



Rajah Schoeller

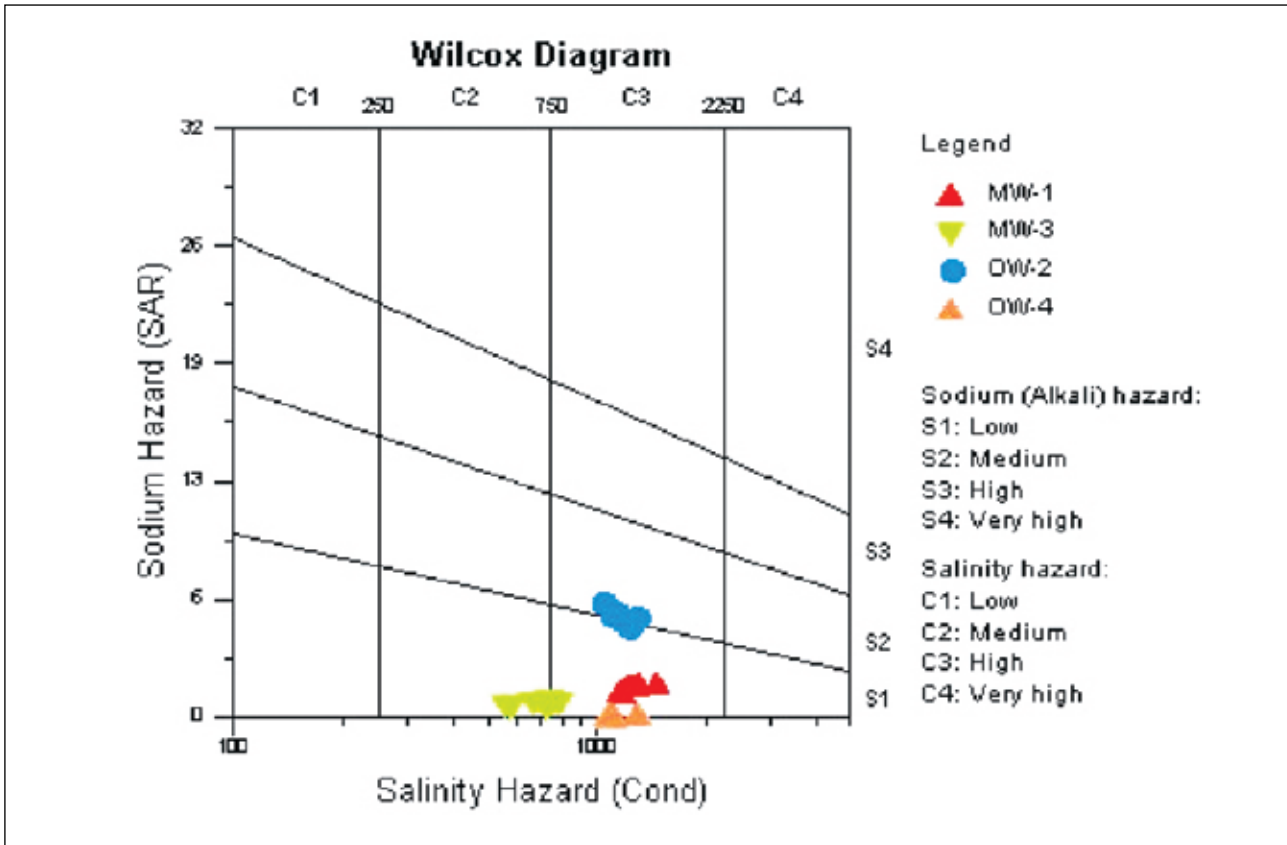
LAMPIRAN 8

**STANDARD UNTUK KUALITI AIR MINUMAN
KEMENTERIAN KESIHATAN MALAYSIA (KKM) (2004)
DAN PERTUBUHAN KESIHATAN SEDUNIA (WHO) (2011)**

Parameter	Unit	KKM (2004)	WHO (2011)
pH	-	6.5-9.0	6.5-8.5
Conductivity	mS/cm	NA	NA
Turbidity	NTU	5	1
Total Coliform	(CPU/100ml) ml	0	0
E. coli	(CPU/100ml)	0	0
TDS	mg/L	1000	NA
SO ₄	mg/L	250	500
Cl	mg/L	250	250
F	mg/L	0.4 - 0.6	1.5
NO ₃	mg/L	10	50
Mg	µg/L	150 000	NA
Na	µg/L	200 000	200 000
Ca	µg/L	NA	NA
K	µg/L	NA	NA
Al	µg/L	200	200
Cd	µg/L	3	3
Fe	µg/L	300	NA
Pb	µg/L	10	10
Mn	µg/L	100	NA
Ag	µg/L	50	NA
Cr	µg/L	50	50
Zn	µg/L	3000	3000
Cu	µg/L	1000	2000
Ni	µg/L	20	20
As	µg/L	10	10
Ba	µg/L	700	700
Se	µg/L	10	40

Note: NA - no available standard, TDS - total dissolved solid

**CONTOH RAJAH WILCOX DAN PENGKELASAN
USSL AIR TANAH UNTUK PENGAIRAN**



JADUAL PENGELASAN USSL AIR TANAH UNTUK PENGELASAN

WATER CLASSES	REMARK ON QUALITY
C1S1	Excellent: can be used for most crops on most soils.
C2S1	Good: can be used for crops with moderate salt tolerance on almost all soils
C2S2	Moderate: can be used for crops with moderate salt tolerance on coarse textured or organic soils with good permeability
C3S3	Doubtful: can be used for crops with moderate salt tolerance if a moderate amount of leaching occurs. However this water may produce harmful levels of sodium hazard in most soils.

LAMPIRAN 10

INDEKS KECENDERUNGAN PENGKAKISAN DAN PEMENDAKAN

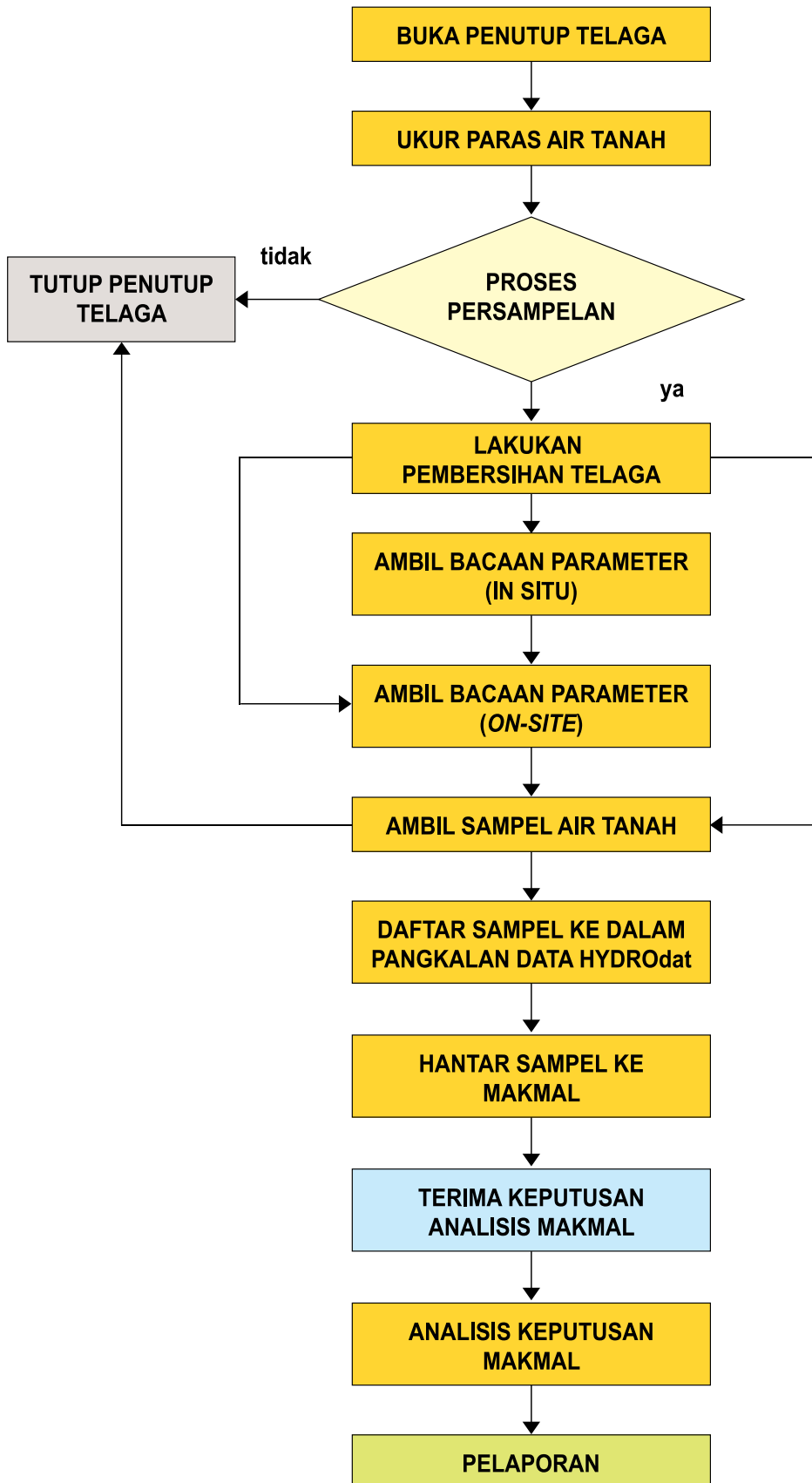
Water Indices	Formula	Corrosiveness and Scaling Tendency
Langelier Saturation Index	$LSI = pH - pH_s$	A positive index indicates the tendency to scaling and a negative index the tendency to corrosion
Ryznar Saturation Index	$RSI = 2(pH_s) - pH$	Index greater than 8 indicates the tendency to corrosion
Larson Skold Index	$LI = (Cl^- + SO_4^{2-}) / (HCO_3^- + CO_3^{2-})$	Index greater than 0.2 indicates the tendency to corrosion

Note : pH is the measured water pH

pH_s is the pH at saturation in calcite or calcium carbonate

The ratio of LI is measures in equivalent per million (epm)

CARTA ALIR PENGUKURAN PARAS AIR TANAH DAN PERSAMPELAN



LAMPIRAN 12**KANDUNGAN LAPORAN PEMANTAUAN KUALITI DAN PARAS AIR TANAH**

KANDUNGAN

SENARAI LAMPIRAN

SENARAI RAJAH

SENARAI JADUAL

SENARAI FOTO

RINGKASAN EKSEKUTIF

1.0 PENDAHULUAN

- 1.1 Objektif Kajian
- 1.2 Skop Kajian
- 1.3 Lokasi dan Perhubungan

2.0 KAJIAN TERDAHULU**3.0 GEOLOGI AM**

- 3.1 Geologi Kawasan
- 3.2 Jenis Akuifer

4.0 FISIOGRAFI

- 4.1 Topografi Kawasan
- 4.2 Sistem Saliran
- 4.3 Guna Tanah

5.0 HIDROLOGI PERMUKAAN DAN KEPERLUAN AIR

- 5.1 Hidrologi Permukaan
- 5.2 Keperluan Air

6.0 PERBINCANGAN

- 6.1 Keputusan Pengukuran Paras Air Tanah
- 6.2 Keputusan Pengukuran Parameter Fizikal
- 6.3 Keputusan Pengukuran Mikrobiologi
- 6.4 Keputusan Analisis Kimia Dan Persembahan Data
 - 6.4.1 Rajah Stiff
 - 6.4.2 Rajah Piper
 - 6.4.3 Rajah Schoeller
- 6.5 Kualiti Air Tanah Dan Kesesuaian Kegunaannya

7.0 KESIMPULAN DAN CADANGAN**8.0 RUJUKAN**

HURAIAN KANDUNGAN LAPORAN PEMANTAUAN KUALITI DAN PARAS AIR TANAH

Secara umumnya ringkasan kandungan di dalam penulisan laporan pemantauan kualiti dan paras air tanah adalah seperti berikut:

RINGKASAN EKSEKUTIF

Merupakan ringkasan keseluruhan kajian pemantauan merangkumi penyataan masalah, objektif kajian, kaedah siasatan, rumusan penemuan utama dan kesimpulan.

PENDAHULUAN

Kenyataan umum kajian merangkumi:

- i) Objektif
- ii) Skop kajian termasuk kaedah dan tempoh kajian
- iii) Lokasi kawasan termasuk perhubungan dan bilangan telaga

KAJIAN TERDAHULU

Rumusan terhadap kajian hidrogeologi terdahulu yang pernah dijalankan di kawasan kajian terutama daripada aspek kualiti dan perubahan paras air tanah.

GEOLOGI AM

Huraian maklumat geologi kawasan meliputi litologi, stratigrafi, struktur geologi dan jenis akuifer. Sertakan peta geologi dan keratan rentas yang berkaitan.

FISIOGRAFI

Maklumat am sifat fizikal kawasan kajian merangkumi:

- i) Topografi kawasan termasuk ketinggian, jasad timbul dan kecuraman permukaan.
- ii) Sistem saliran dan pengairan termasuk saliran semula jadi dan badan air.
- iii) Guna tanah terutama aktiviti yang berisiko menyumbang kepada;
 - Pencemaran air tanah sama ada daripada sumber *point source* atau *non point source*
 - Penurunan paras air tanah terutama di kawasan di kawasan yang sensitive kepada perubahan paras air tanah.
- iv) Sertakan peta topografi dan peta guna tanah bagi kajian rantau dengan skala yang bersesuaian.

HIDROLOGI PERMUKAAN DAN KEPERLUAN AIR

- i) Hidrologi permukaan
Huraian terhadap jumlah larian, imbuhan, potensi banjir dan kualiti sumber air.
- ii) Keperluan air
Nyatakan keperluan dan keupayaan bekalan air semasa berserta unjuran jangka masa panjang.

PERBINCANGAN

Huraian terhadap penemuan hasil kajian merangkumi perkara berikut:

- i) Keputusan Pengukuran Paras Air Tanah
 - a. Huraian faktor sekitaran yang menyumbang kepada perubahan paras air tanah seperti perlombongan pasir, pembinaan infrastruktur bawah tanah dan pembangunan di kawasan tanah gambut serta kesannya terhadap regim air tanah
 - b. Nyatakan arah aliran air tanah dan kaitannya dengan kawasan imbuhan air tanah
 - c. Nyatakan potensi pembangunan air tanah di kawasan kajian
 - d. Sertakan graf dan peta kontur paras air tanah
- ii) Keputusan Pengukuran Parameter fizikal
Huraikan faktor sekitaran sama ada semula jadi atau aktiviti semasa yang mempengaruhi nilai pengukuran parameter fizikal. Sertakan graf pengukuran parameter.
- ii) Keputusan Pengukuran Mikrobiologi
Nyatakan keputusan penentuan *total coliform* atau *faecal coliform* dan faktor sekitaran yang mempengaruhinya.
- iv) Keputusan Analisis Kimia dan Persembahan Data
 - a. Nyatakan nilai Ralat Keseimbangan Cas yang diguna pakai di dalam analisis dan justifikasinya
 - b. Huraikan fasis hidrokimia air tanah berdasarkan jenis air tanah di kawasan kajian dan perubahannya mengikut masa tempat
 - c. Huraikan perubahan kualiti air tanah berdasarkan kelimpahan ion mengikut masa tempat

- d. Huraikan faktor sekitaran sama ada semula jadi atau aktiviti semasa yang mempengaruhi perubahan kualiti air tanah
 - e. Huraikan secara saintifik justifikal terhadap faktor yang mempengaruhi perubahan kualiti air tanah
 - f. Sertakan rajah hidrogeokimia yang berkaitan
- v) Kualiti Air Tanah dan Kesesuaian Kegunaannya
- Huraian kualiti air tanah mengikut kesesuaian kegunaannya sebagai air minuman, pengairan dan industri.
- a. Kesesuaian sebagai air minuman
Huraikan parameter yang melebihi nilai piawai kualiti air minuman dan faktor penyebab. Huraikan kesannya ke atas kesihatan manusia dan cadangkan rawatan air secara umum yang boleh digunakan bagi mencapai nilai standard kualiti air minuman.
 - b. Kesesuaian sebagai air pengairan
Nyatakan nilai pengiraan nisbah jerapan natrium (SAR) dan pengelasan air tanah sebagai air pengairan. Huraikan faktor yang mempengaruhi nilai pengelasan seperti jenis tanah.
 - c. Kesesuaian industri
Huraikan kecenderungan air tanah sama ada mengkakis atau membentuk mendakan. Juga cadangkan keadah rawatan secara umum bagi mengurangkan sifat kecenderungan tersebut.

KESIMPULAN DAN CADANGAN

Huraikan dengan jelas dan padat tentang penemuan hasil kajian dan kesimpulan terhadap objektif kajian. Nyatakan cadangan bentuk kajian lanjut yang perlu dijalankan di masa hadapan.

RUJUKAN

Hanya rujukan yang dinyatakan di dalam laporan sahaja disenaraikan.

LAMPIRAN 14

Format Kulit Laporan



JABATAN MINERAL DAN GEOSAINS MALAYSIA
Minerals and Geoscience Department Malaysia

LAPORAN PEMANTAUAN KUALITI DAN PARAS AIR TANAH NEGERI SEMBILAN BAGI TAHUN 2005 - 2010

NO. LAPORAN: JMG.NSM (HG) 01/2010

KEMENTERIAN SUMBER ASLI DAN ALAM SEKITAR
Ministry of Natural Resources and Environment

Format Belakang Kulit Laporan

Lampiran ini dicetak pada sebelah belakang kulit laporan

Laporan ini boleh diperoleh daripada:

Jabatan Mineral dan Geosains Malaysia
Lantai 20, Bangunan Tabung Haji,
Jalan Tun Razak,
50658 Kuala Lumpur

Tel: 03-21611033
Faks: 03-21611036
<http://www.jmg.gov.my>

atau

Jabatan Mineral dan Geosains Malaysia, Negeri Sembilan / Melaka
Jalan Tunku Kurshiah,
70000 Seremban,
Negeri Sembilan

Tel: 06-7624664
Faks: 06-7649303
Emel: jmg_nsm@jmg.gov.my

Harga : RM50.00

LAMPIRAN 16

Format Muka Dalam / Muka Surat Tajuk

JABATAN MINERAL DAN GEOSAINS MALAYSIA
Minerals and Geoscience Department Malaysia

**LAPORAN PEMANTAUAN KUALITI DAN PARAS AIR TANAH
NEGERI SEMBILAN BAGI TAHUN 2005 - 2010**

Oleh

(Nama Penulis Laporan)

NO. LAPORAN: JMG.NSM (HG) 01/2010

KEMENTERIAN SUMBER ASLI DAN ALAM SEKITAR
Ministry of Natural Resources and Environment

PENGHARGAAN

Jabatan merakamkan penghargaan kepada Pengarah Cawangan Penyelarasan Pelaksanaan Operasi yang telah mengambil inisiatif untuk menerbitkan garis panduan ini dan pegawai-pegawai berikut yang telah memberikan sumbangan:

Ismail bin C. Mohamad

Asminah binti Rajuli

Hasnida binti Zabidi

Mazatul Akmar binti Aros

Muhammad Fawwaz bin Zainal Abedin

PENYUNTING

Hamadi bin Che Harun

Mohd. Za'im bin Abdul Wahab

Ab. Halim bin Hamzah

Kamal bin Daril

Siti Aminah binti Abdul Sarif

Nurzaidi bin Abdullah

ISBN 978-967-0159-19-5



9 789670 115919 5