



Garis Panduan Pengurusan Enap Cemar Dari Loji Rawatan Air





Garis Panduan

Pengurusan Enap Cemar

Dari Loji Rawatan Air

J A B A T A N A L A M S E K I T A R

**GARIS PANDUAN PENGURUSAN ENAP CEMAR DARI
LOJI RAWATAN AIR**

Cetakan Pertama 2023

Diterbitkan oleh:

**Bahagian Bahan Berbahaya
Jabatan Alam Sekitar
Kementerian Alam Sekitar Dan Air
Aras 1-4, Podium Blok 2 & 3
Pusat Pentadbiran Kerajaan Persekutuan
62574 Putrajaya, Malaysia**

TEL: 603-8871 2000 FAX: 603-8888 9987

www.doe.gov.my

ISBN: 978-983-9795-39-4

ISI KANDUNGAN

	Prakata	
1.0	Tujuan	1
2.0	Pengenalan	1
3.0	Jenis Loji Rawatan Air	2
4.0	Proses Rawatan Air	3
5.0	Enap Cemar Dari Loji Rawatan Air	8
6.0	Rekabentuk Sistem Pengurusan Dan Pengendalian Enap Cemar Di Loji Rawatan Air	9
7.0	Rawatan Enap Cemar Peringkat Kedua	12
8.0	Pengurusan Khas Bagi Buangan Enap Cemar SW 204 Bagi Penghasilan Produk Mesra Alam (Eco-Labelled) Yang Tidak Dikategorikan Sebagai Buangan Terjadual	14
9.0	Pengurusan Khas Bagi Buangan Enap Cemar SW 204 Bagi Penggunaan Semula Enap Cemar Bagi Aplikasi Atas Tanah	17
10.0	Pengurusan Khas Bagi Buangan Enap Cemar SW 204 Bagi Pelupusan Enap Cemar Dalam Tapak Atau Di Tapak Pelupusan Sanitari	18
11.0	Pemantauan Prestasi (Performance Monitoring)	18
12.0	Penutup	21

LAMPIRAN

Lampiran 1	Analisis <i>Characteristic</i> Buangan Enap Cemar Dari Loji Rawatan Air Sebagaimana Garis Panduan Permohonan Pengurusan Khas Buangan Terjadual	22
Lampiran 2	Prosedur Pemprosesan Permohonan Pembinaan Tapak Pelupusan Khas Untuk Melupuskan Buangan Enap Cemar Dari Loji Rawatan Bekalan Air	28
Lampiran 3	Skop Kajian Penilaian Tapak Cadangan Pembinaan Tapak Pelupusan Khas Bagi Pelupusan Enap Cemar Dari Loji Rawatan Air Minuman	30
Lampiran 4	Senarai Semak Permohonan Kebenaran Bertulis Untuk Melupuskan Buangan Enap Cemar Yang Dikelaskan Sebagai Bukan Buangan Terjadual Ke Tapak Pelupusan Khas (<i>Dedicated Landfill</i>) Di Bawah Peraturan 23, Peraturan-Peraturan Kualiti Alam Sekeliling (<i>Efluen Perindustrian</i>) 2009	32
Lampiran 5	Carta Alir Pemprosesan Permohonan Pengurusan Khas Untuk Pelupusan Buangan Enap Cemar Dari Loji Rawatan Air	34

PRAKATA

KETUA PENGARAH



Garis Panduan Pengurusan Enap cemar Dari Loji Rawatan Air disediakan bertujuan untuk memperincikan polisi pengurusan enap cemar yang dihasilkan daripada operasi Loji Rawatan Air termasuk potensi penggunaan semula bahan tersebut sebagai bahan mentah di dalam produk serta prosedur permohonan kebenaran bertulis dan syarat-syarat yang wajib dipatuhi oleh operator Loji Rawatan Air.

Garis panduan ini adalah selaras dengan hasrat Jabatan Alam Sekitar untuk mengurangkan kesan pencemaran kepada alam sekitar di samping menggalakkan penggunaan semula buangan terjadual sebagai bahan mentah alternatif dalam penghasilan sesuatu produk di Malaysia tanpa menjejaskan kesihatan awam dan alam sekitar.

Justeru itu, dengan adanya garis panduan ini, enap cemar yang dihasilkan daripada operasi Loji Rawatan Air dapat diuruskan secara lestari dan meningkatkan kadar kitar semula buangan terjadual di Malaysia selaras dengan ekonomi kitaran. Inisiatif ini juga akan menjadi pemacu perubahan dalam mempercepatkan pertumbuhan hijau sejajar dengan agenda Rancangan Malaysia ke-12 dan agenda *Sustainable Development Goals* (SDG)

"Alam Sekitar, Tanggungjawab Bersama"

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Wan Latiff', written over a light blue circular watermark.

DATU' WAN ABDUL LATIFF BIN WAN JAFFAR
Ketua Pengarah Alam Sekitar
MALAYSIA

Garis panduan ini disediakan sebagai panduan teknikal kepada pegawai-pegawai Jabatan Alam Sekitar dan pihak yang terlibat dalam industri rawatan air bagi menguruskan enap cemar atau residu yang dihasilkan daripada operasi Loji Rawatan Air termasuk potensi penggunaan semula bahan tersebut sebagai bahan mentah dalam produk dan juga sebagai aplikasi lain.

- 2.1 Tujuan utama proses rawatan air yang dijalankan adalah untuk merawat air mentah bagi menghasilkan air terawat yang bersih dan selamat untuk kegunaan air minuman, proses industri, perubatan dan kegunaan lain.
- 2.2 Punca air mentah di Malaysia, biasanya diekstrak daripada air sungai, air bawah tanah dan off-river storage (ORS).
- 2.3 Di Malaysia, enap cemar yang dihasilkan oleh Loji Rawatan Air adalah dikategorikan sebagai buangan terjadual di bawah kod SW204, Peraturan-Peraturan Kualiti Alam Sekeliling (Buangan Terjadual) 2005. Pengkelasan ini adalah disebabkan, enap cemar yang dihasilkan bukan sahaja mengandungi Aluminium malah ianya juga **mengandungi lain-lain logam berat yang lain seperti kromium, kuprum, nikel, zink, plumbum, kadmium, timah, vanadium dan berilium.**
- 2.4 Berdasarkan analisa *characteristic* buangan enap cemar yang telah dijalankan (**Lampiran 1**) didapati kandungan logam-logam adalah di bawah had yang ditetapkan di dalam Garis Panduan Permohonan Pengurusan Khas Buangan Terjadual. Sehubungan itu, Jabatan Alam Sekitar telah memberi kelonggaran sejak tahun 2010 di mana enap cemar yang dihasilkan boleh dikendalikan, diurus dan dilupuskan bukan di Premis Yang DiTetapkan

(Buangan Terjadual) melalui Kebenaran Bertulis di bawah Peraturan 7, Peraturan-Peraturan Kualiti Alam Sekeliling (Buangan Terjadual) 2005.

- 2.5 Prosedur pemprosesan permohonan pembinaan tapak pelupusan khas untuk melupuskan buangan enapcemar dari Loji Rawatan Air adalah sebagaimana yang dinyatakan di **Lampiran 2**.
- 2.6 Pelepasan semula enapcemar ini ke sungai adalah tidak dibenarkan disebabkan kehadiran Aluminium dan juga logam lain-lain yang berpotensi mencemarkan bahagian hiliran sungai terutamanya terhadap mana-mana *water intake* bagi Loji Rawatan Air yang beroperasi.
- 2.7 Bagi tahun 2019 sahaja, enapcemar LRA merupakan Buangan Terjadual yang tertinggi (dengan 48.92% daripada jumlah kuantiti keseluruhan Buangan Terjadual yang dibenarkan diuruskan melalui pengurusan khas) dan kesemuanya hanya dilupuskan di tapak pelupusan sanitari sisa pepejal.

3.0

JENIS LOJI RAWATAN AIR

3.1 Loji Rawatan Air boleh diklasifikasikan seperti berikut:-

3.1.1 Penyahkuman (*Disinfection*);

3.1.2 Eapan dan penapisan (*Filtration plant*);

- (i) *Filtration plant* adalah terdiri daripada unit operasi *rapid mixing, flocculation, sedimentation, filtration and disinfection* bagi mengeluarkan warna, kekeruhan, rasa dan bau, bahan organik dan bakteria; dan

- (ii) Pada dasarnya *filtration plant* lebih sesuai untuk digunakan bagi merawat air yang berpunca dari air permukaan.

3.1.3 Softening plant

- (i) Secara amnya, *softening plant* menggunakan unit operasi yang sama seperti *filtration plant* kecuali jenis bahan kimia yang digunakan;
- (ii) Pada kebiasaannya *softening plant* digunakan untuk merawat air yang berpunca dari air bawah tanah. Ini disebabkan air bawah tanah boleh secara semulajadinya mengandungi bahan pencemar seperti *arsenic*, *fluoride*, *radionuclides*, *iron* atau *manganese* dan mempunyai *water hardness* yang tinggi.

4.0

PROSES RAWATAN AIR

4.1 Secara umumnya, proses rawatan air yang digunakan adalah melibatkan penggabungan proses rawatan seperti berikut:-

- i. *Coagulation*;
- ii. *Flocculation*;
- iii. Pemendapan (*sedimentation*);
- iv. Penapisan (*filtration*);
- v. Penyahjangkitan (*disinfection*);
Softening (khususnya merawat *water hardness*)

4.1.1 Proses *Coagulation*

- (a) Fungsi utama *coagulation process* adalah untuk menjadikan partikel warna, kekeruhan dan bakteria yang bersaiz kecil bertukar kepada *floc* yang bersaiz besar. Secara

teknikalnya, *coagulation process* digunakan untuk mengeluarkan *colloidal particles*.

- (b) Di dalam *coagulation process* bahan kimia yang dikenali sebagai *coagulant* digunakan untuk mencapai proses *coagulation*. Terdapat 2 jenis *coagulant* yang biasa digunakan iaitu aluminium (Al^{3+}) dan ferric ion (Fe^{3+}).
- (c) Penggunaan *coagulant* akan menghasilkan pempadaman yang dikenali sebagai *coagulate* iaitu aluminium hidroksida $[\text{Al}_8(\text{OH})_{20}\cdot 28\text{H}_2\text{O}]^{4+}$ atau ferum hidroksida, $\text{Fe}(\text{OH})_3\cdot 3\text{H}_2\text{O}$.

4.1.2 Proses *Flocculation*

- (a) Proses *flocculation* adalah untuk membawa partikel-partikel (*flocs*) yang terhasil dari proses *flocculation* berlanggar, melekat dan membesar kepada saiz yang sesuai untuk proses pempadaman.
- (b) Di dalam *flocculation process*, bahan kimia yang dikenali sebagai *flocculant* (yang biasa digunakan adalah polimer) digunakan untuk mencapai proses *flocculation*.

4.1.3 Proses Pempadaman (*Sedimentation*)

- (a) Proses pempadaman adalah untuk mengasingkan pepejal dari air iaitu pemindahan pepejal terlarut terperangkap dalam *floc*.
- (b) Proses pempadaman ini akan berlaku di dalam satu tempoh yang tertentu.

4.1.4 Proses Penapisan (*Filtration*)

- (a) Air yang telah melalui proses pemendapan masih mengandungi partikel *floc*. Bagi memastikan air terawat yang dihasilkan adalah jernih, proses penapisan perlu dilakukan dengan membenarkan air yang telah dirawat melalui *porous medium*. *Porous medium* yang biasa digunakan adalah *sand bed*.

4.1.5 Proses Penyahkuman (*Disinfection*)

- (a) Proses penyahkuman adalah untuk membunuh bakteria atau pathogen. Proses yang biasa digunakan untuk penyahkuman adalah *chlorination*.

4.1.6 Proses *Softening*

- (a) Fungsi utama *softening plant* adalah untuk mengeluarkan *hardness* iaitu *calcium* dan *magnesium* dari sumber air mentah;
- (b) *Proses softening* akan dilakukan dengan menggunakan sama ada:-

Lime-soda

- i. Objektif utama *lime-soda softening process* adalah untuk mendapatkan proses pemendakan bagi menghasilkan CaCO_3 dan Mg(OH)_2 . Bagi membolehkan proses pemendakan berlaku, pH air perlu dinaikkan kepada 10.3 hingga 11. Ini dapat dicapai dengan

menambah ion hidroksida (OH)⁻.

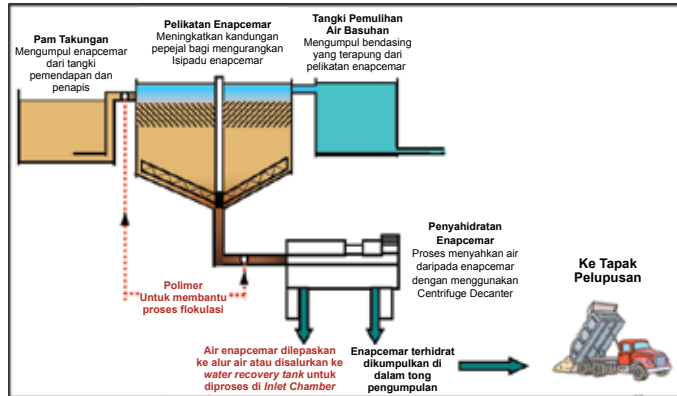
- ii. Bagi tujuan tersebut, sumber (OH)⁻ yang biasa digunakan di dalam proses ini adalah *lime*, *hydrated lime* atau *quicklime*.

Ion exchange

- i. Di dalam proses *ion exchange*, air yang mengandungi calcium atau magnesium akan melalui *column* yang mengandungi bahan *ion-exchange*. *Ion-exchange* yang biasa digunakan adalah sodium (Na);

- 5.1 Bahan-bahan kimia asas yang digunakan di dalam proses rawatan air adalah sepertimana berikut:
- i. *Aluminium Sulphate / PAC* (bahan pengental);
 - ii. *Hydrated Lime* ("pH adjustment");
 - iii. *Sodium Silicofluoride*;
 - iv. *Chlorine* (pembasmi kuman); dan *Polymer & Soda Ash* (digunakan ketika kekeruhan air mentah tinggi)
- 5.2 Enap Cemar terhasil daripada proses pemendakan kimia dan lain-lain bahan yang dikeluarkan dari air mentah semasa proses rawatan;
- 5.3 Enap Cemar tersebut terhasil dari proses *coagulation* dan *flocculation* dan ianya masih mengandungi air. Kandungan maksima air di dalam enap cemar yang dihasilkan adalah sebanyak 98%;
- 5.4 Jenis enap cemar yang dihasilkan dari Loji Rawatan Air adalah seperti berikut:-
- i. *Alum sludge*
 - ii. *Iron sludge*
 - iii. *Polymeric sludge*
 - iv. *Softening sludge*
- 5.5 Enap cemar yang dihasilkan oleh Loji Rawatan Air mengandungi logam seperti **Aluminum, Arsenik, Barium, Kromium, Kuprum, Ferum, Plumbum, Mangan, Nikel dan Zink**;
- 5.6 Terdapat juga kes-kes di mana *hydrolyzing metal salts* or *synthetic organic polymers* digunakan di dalam proses rawatan air untuk *coagulate* bahan terampai dan bahan tercemar terlarut;

5.7 Carta Alir Proses Rawatan Enap Cemar yang biasa digunakan di Loji Rawatan Air adalah sepertimana berikut:



Rajah 2: Contoh Proses Rawatan Enap Cemar Loji Rawatan Air Mentah Dengan Menggunakan *Centrifuge*

6.0

REKABENTUK SISTEM PENGURUSAN DAN PENGENDALIAN ENAP CEMAR DI LOJI RAWATAN AIR

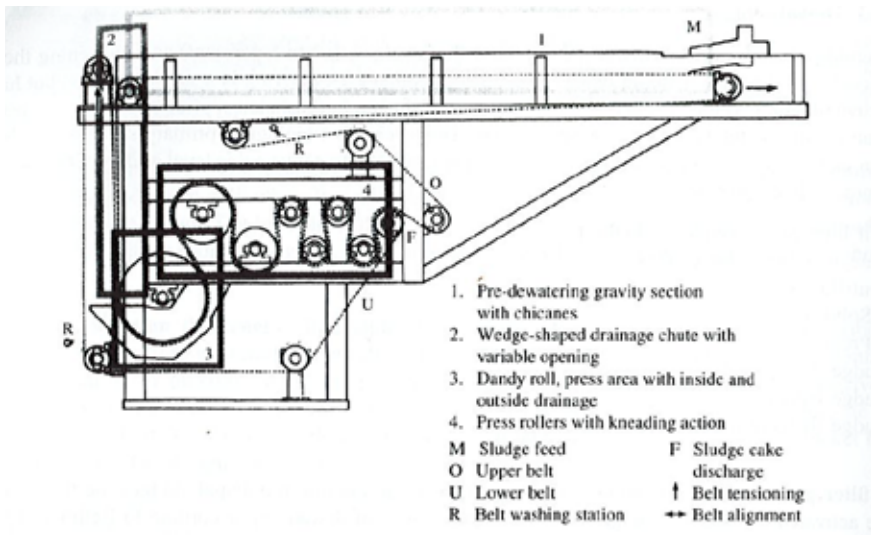
6.1 Rekabentuk sistem pengendalian enap cemar di Loji Rawatan Air hendaklah memenuhi spesifikasi sepertimana berikut:

- (i) Memastikan **30% hingga 40% dewatering** dilakukan terhadap semua enap cemar yang dihasilkan sebelum ianya dikendalikan seterusnya untuk tujuan rawatan enap cemar peringkat kedua;
- (ii) Sistem penyahairan (*dewatering system*) bagi enap cemar yang dihasilkan dari Loji Rawatan Air adalah sangat penting bagi membentuk sludge cake yang stabil (bukan dalam bentuk *slurry*), mengurangkan berat dan isipadu enap cemar yang dihasilkan untuk memudahkan pengendalian dan pengangkutan enap cemar

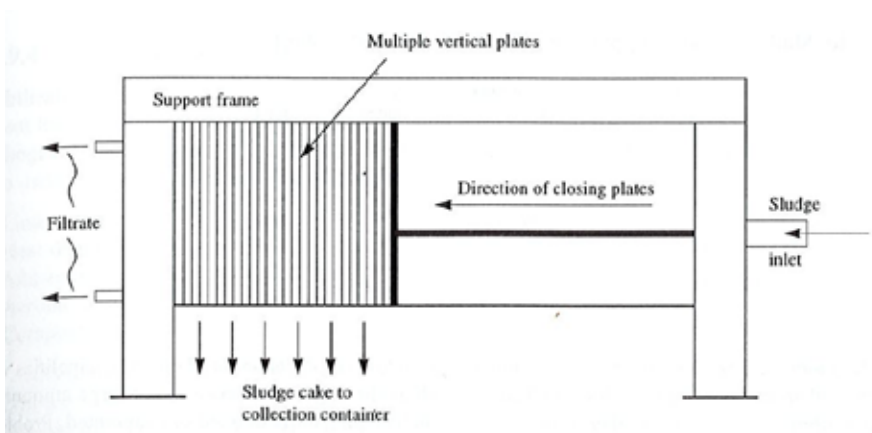
untuk tujuan rawatan enap cemar peringkat kedua.

(iii) Antara sistem penyahairan enap cemar yang berkesan bagi mengurangkan kandungan air di dalam enap cemar tersebut adalah dengan menggunakan mechanical dewatering system sepertimana berikut:

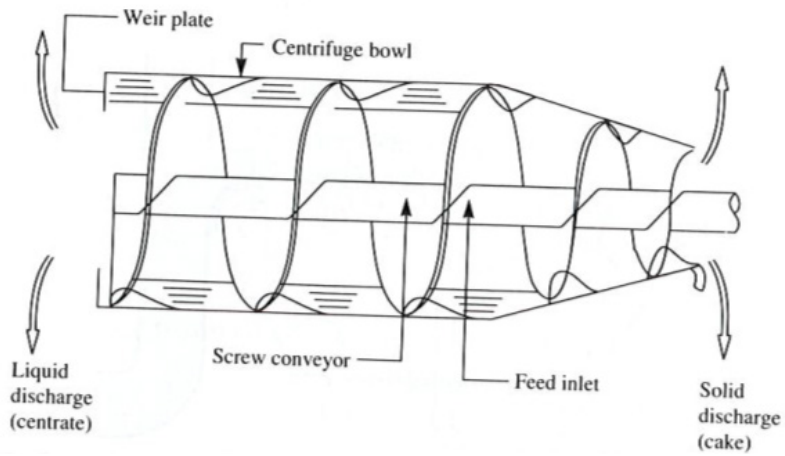
- (a) *Belt filter press*
- (b) *Plate/membrane filter press*
- (c) *Centrifuges / Decanter*
 - *Solid bowl*
 - *Press*



Rajah 3: *Belt filter press*



Rajah 4: Plate filter press



Rajah 5: Solid bowl centrifuge

Proses rawatan enap cemar yang digunakan di LRA di Selangor yang menggunakan *Decanter*



LRA Semenyih



LRA Salak Tinggi



LRA Semenyih 2



LRA Bukit Nanas

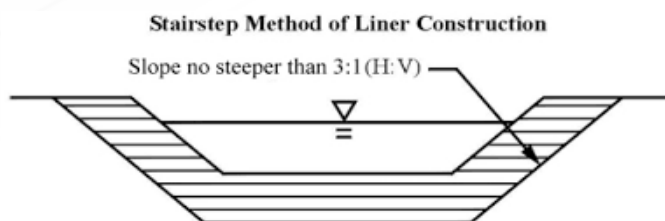
(Sumber: Pengurusan Air Selangor Sdn.Bhd)

7.0

RAWATAN ENAP CEMAR PERINGKAT KEDUA

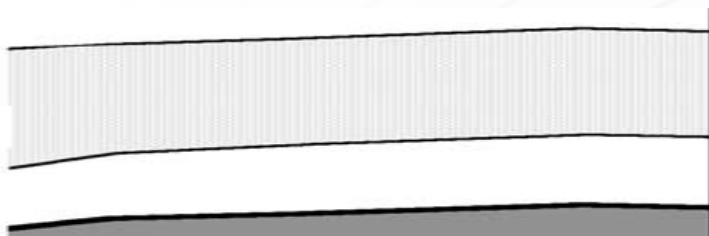
- 7.1 Buangan enap cemar yang dihasilkan dari Loji Rawatan Air mengandungi logam-logam berat dan bagi mengelakkan bahan pencemar (logam berat) tersebut mencemari persekitaran, proses penstabilan (*stabilization*) bahan pencemar dengan penggunaan reagen seperti *lime* perlu dilaksanakan.
- 7.2 Penggunaan *lime* akan meningkatkan kestabilan bahan pencemar dan mengurangkan kadar kebolehtelapan (*permeability*) bahan tercemar tersebut di dalam air dan seterusnya mengurangkan potensi pergerakan bahan pencemar (*contaminant migration*) kepada alam sekeliling.

- 7.3 Enap cemar yang telah melalui proses 30% hingga 40% *dewatering* hendaklah dirawat seterusnya di peringkat kedua dengan kaedah penstabilan (*stabilization*) enap cemar.
- 7.4 Tapak pelupusan enap cemar dari Loji Rawatan Air hendaklah direkabentuk dengan sekurang-kurangnya satu (1) jenis *natural barrier* seperti *compacted clay liner*.



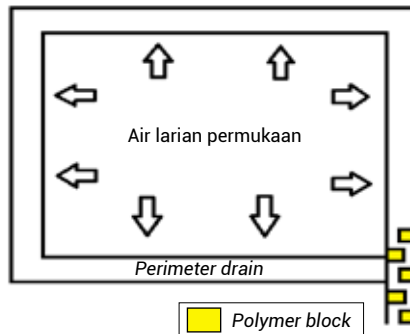
Rajah 6: Tapak pelupusan enap cemar dilengkapi dengan *single liner system* iaitu *compacted clay liner*

- 7.5 Menggunakan *lime* bagi rawatan enap cemar (*stabilization of sludge*) dan dipastikan pelupusan di buat dalam keadaan *flat* (*mendatar*).



Rajah 7: Enap cemar yang telah melalui proses 40% *dewatering* hendaklah dilupuskan dalam keadaan flat (*mendatar*)

- 7.6 Tapak enap cemar hendaklah **bersifat monofill** (tidak dibenarkan bercampur dengan enap cemar yang lain).
- 7.7 Kaedah rawatan enap cemar kedua bagi tapak enap cemar tersebut hendaklah menggunakan lapisan *lime* secara bergilir dengan enap cemar yang dilupuskan.
- 7.8 Menyediakan **perimeter drain** di sekeliling tapak enap cemar yang dilengkapi dengan **polymer block** bagi memastikan air larian permukaan yang dilepaskan daripada tapak enap cemar tersebut bersih dan mematuhi had pelepasan yang ditetapkan.



Rajah 8: *Perimeter drain* di sekeliling tapak enap cemar yang dilengkapi dengan *polymer block*

8.0

PENGURUSAN KHAS BAGI BUANGAN ENAP CEMAR SW 204 BAGI PENGHASILAN PRODUK MESRA ALAM (ECO-LABELLED) YANG TIDAK DIKATEGORIKAN SEBAGAI BUANGAN TERJADUAL

- 8.1 Pengurusan khas buangan terjadual adalah satu kaedah pengurusan yang spesifik bagi sesuatu jenis buangan yang terbukti secara saintifik tidak mempunyai ciri-ciri berbahaya yang berpotensi untuk memberi kesan negatif terhadap kesihatan manusia dan alam sekitar, yang akan dicadangkan oleh pengeluar buangan, untuk dikecualikan daripada diolah, diperolehi kembali atau dilupus di Premis Yang Ditetapkan (PYDT) yang

dilaksanakan oleh Jabatan Alam Sekitar atau kemudahan di tapak. Peruntukan undang-undang berkaitan untuk pengurusan khas buangan terjadual adalah Peraturan 7, Peraturan-Peraturan Kualiti Alam Sekeliling (Buangan Terjadual) 2005.

- 8.2 Di bawah pengurusan khas buangan terjadual, boleh dilaksanakan kajian, iaitu *Research & Development (R&D)* ke atas buangan enap cemar ini, bagi tujuan gunasemula enap cemar dari Loji Rawatan Air.
- 8.3 Kajian ini boleh dijalankan melalui kerjasama dengan Institut Pengajian Tinggi, Institut Kemahiran atau mana-mana syarikat yang berkaitan dan seterusnya mengambil langkah untuk mengkomersialkan produk yang dihasilkan.
- 8.4 Kajian tersebut hendaklah mengenalpasti nilai batas (*threshold limit*) di dalam produk. Contoh produk atau penggunaan semula enap cemar ini adalah seperti bahan mentah alternatif dalam penghasilan *bricks* dan *pavement material* atau sebagai *land application* dan *soil conditioner*.
- 8.5 Produk berkenaan hendaklah dilabelkan sebagai *green product* untuk melayakkan insentif dari agensi yang berkaitan, iaitu MIDA atau MITI di atas inisiatif gunasemula buangan.
- 8.6 Produk yang dihasilkan dengan menggunakan buangan terjadual sebagai bahan mentah gantian adalah **tidak dikategorikan sebagai buangan terjadual** selagi produk tersebut mematuhi mana-mana Malaysia Standard atau mana-mana standard yang ditetapkan dalam penghasilan produk tersebut. Umpamanya penghasilan bata tanah liat hendaklah memenuhi spesifikasi yang ditetapkan di dalam Malaysian Standard MS 7.6:1972 atau British Standard BS 3921:1985.

- 8.7 Produk hendaklah menggunakan label atau tanda tertentu bagi tujuan pemantauan sekiranya berlaku sebarang kejadian yang berpotensi memberi kesan negatif kepada kesihatan orang awam dan alam sekitar akibat dari penggunaan produk tersebut.
- 8.8 Salah satu kaedah yang digunakan adalah produk tersebut menggunakan SIRIM *Eco Label* yang dikeluarkan oleh Institut Piawaian dan Penyelidikan Malaysia (SIRIM) bagi menunjukkan produk tersebut mengandungi bahan mentah alternatif.



SIRIM
ECO-LABEL

- 8.9 Maklumat berkenaan dengan proses pensijilan dan juga dokumen kriteria untuk produk-produk hijau (Product Criteria Documents) di bawah SIRIM Eco- Labelling Certification Scheme boleh dilayari di URL ini; <https://www.sirim-qas.com.my/our-services/product-certification/eco-labelling-scheme/> termasuk *Product Certification Requirements*.
- 8.10 Penghasilan produk mesra alam (eco-labelled) juga boleh menggunakan label mesra alam lain yang dikeluarkan oleh agensi-agensi lain selain SIRIM.

- 8.11 Namun kos pelupusan yang murah bagi pelupusan ke tapak pelupusan seringkali mengurangkan minat bagi usaha ke arah kajian-kajian bagi mengunyasemula bahan ini sedangkan penggunaanya boleh mengurangkan kebergantungan kepada sumber alam semula jadi dan produk yang dihasilkan adalah dikategorikan sebagai produk mesra alam.

9.0

PENGURUSAN KHAS BAGI BUANGAN ENAP CEMAR SW 204 BAGI PENGGUNAAN SEMULA ENAP CEMAR BAGI APLIKASI ATAS TANAH

- 9.1 Selain daripada penggunaannya sebagai bahan mentah alternatif, enap cemar ini juga berpotensi digunakan bagi tujuan *rehabilitation* tapak seperti tapak bekas lombong dan sebagainya termasuk penggunaan sebagai bahan penambakan.
- 9.2 Penggunaan enap cemar sebagai bahan tambak (tebusguna tanah/*land reclamation*) dan *rehabilitation* bekas-bekas lombong juga boleh dilaksanakan dengan kaedah yang tertentu dan jenis tanah yang menjamin tiada pencemaran akan berlaku dengan aplikasi tersebut.
- 9.3 Namun pemantauan kualiti alam sekeliling masih perlu dilakukan dari semasa ke semasa dan langkah-langkah pencegahan pencemaran dilaksanakan. Perkara ini akan disyaratkan dalam Kebenaran Bertulis yang dikeluarkan kepada pemohon selaras kehendak Peraturan 23, Peraturan-Peraturan Kualiti Alam Sekeliling (Efluen Perindustrian) 2009.

10.0

PENGURUSAN KHAS BAGI BUANGAN ENAP CEMAR SW 204 BAGI PELUPUSAN ENAP CEMAR DALAM TAPAK ATAU DI TAPAK PELUPUSAN SANITARI

- 10.1 Bagi Loji Rawatan Air yang berkeupayaan terutamanya yang baru, JAS mencadangkan agar Tapak Pelupusan Khas Untuk Melupuskan Buangan Enap Cemar Dari Loji Rawatan Bekalan Air dibina dalam kawasan loji (*on-site treatment*) bagi melupuskan enap cemar. Namun dalam kebanyakan kes, Loji Rawatan Air menghadapi kekangan ruang kawasan bagi tujuan ini. Dalam hal ini, JAS masih mempertimbangkan tapak di luar kawasan loji (*off-site treatment*) bagi tujuan pelupusan enap cemar contohnya Tapak Pelupusan Khas Bukit Badong yang dipunyai oleh Pengurusan Air Selangor Sdn.Bhd.
- 10.2 Enap cemar yang diuruskan di tapak pelupusan khas hendaklah direkabentuk dan diuruskan sebaik mungkin sebagaimana yang dinyatakan di Para 7 melalui kaedah Rawatan Enap Cemar Peringkat Kedua.
- 10.3 Prosedur pemprosesan permohonan pembinaan tapak pelupusan khas untuk melupuskan buangan enap cemar dari loji rawatan bekalan air adalah seperti yang dijelaskan di **Lampiran 2**.
- 10.4 Loji Rawatan Air masih dibenarkan untuk melupuskan buangan enap cemar di tapak pelupusan sanitari yang dibenarkan sekiranya masih tidak mempunyai sebarang pilihan.

11.0

PEMANTAUAN PRESTASI (PERFORMANCE MONITORING)

- 11.1 Pengurusan Loji Rawatan Air dengan berkesan termasuk di kawasan on-site tapak pelupusan enapemarm dapat mengurangkan penghasilan enap cemar yang dijanakan dan memastikan ianya tidak mencemarkan alam sekitar.

11.2 Bagi memastikan unit operasi bagi Loji Rawatan Air dan sistem rawatan enap cemar berfungsi dengan baik, pihak industri perlu menyediakan orang yang berwibawa bagi mengendalikan dan menjalankan pemantauan prestasi ke atas unit operasi berkaitan dan pengurusan dan pengendalian enap cemar yang dihasilkan dari operasi Loji Rawatan Air tersebut.

11.3 Orang yang berwibawa hendaklah menghadiri kursus-kursus kompetensi yang berkaitan sepertimana yang diperuntukkan di bawah Seksyen 49A, Akta Kualiti Alam Sekeliling 1974. Antara kursus-kursus kompetensi yang berkaitan adalah:

- (a) *Certified Environmental Professional in the Operation of Industrial Effluent Treatment Systems (CePIETSO-PCP)*; dan
- (b) *Certified Environmental Professional in Scheduled Waste Management (CePSWaM)*.

11.4 **Jadual 1** menunjukkan parameter-parameter berkaitan bagi pelaksanaan pemantauan prestasi ke atas unit operasi atau proses yang terlibat, iaitu:

Unit Operasi/ Proses	Parameter	Frekuensi	Catatan
Coagulation dan Flocculation	Flowrate	Continuous	-
	pH	Continuous	-
	Chemical dosing system	Daily	- To calculate chemical dose (base on jar test) - To ensure system is working properly

Unit Operasi/ Proses	Parameter	Frekuensi	Catatan
Tapak enap cemar	Volume of Sludge (MT/d)	Daily	- To monitor the volume/ tonnage of sludge generated and applied for secondary treatment
	Level	Daily	- To ensure the sludge in flat condition or not
	Lime usage (MT/d)	Daily	- To calculate the lime usage and lime's stock inventory
Perimeter drain	Erosion and sedimentation	Daily	- To monitor whether need to do maintenance or not
Polymer block	Size	Daily	- To monitor whether need to change the polymer block or not
	Discharge effluent	Daily	- Visual monitoring (clear / turbid water discharge)

Jadual 1: Cadangan pemantauan prestasi bagi unit operasi atau proses berkaitan

11.5 Pihak operator Loji Rawatan Air juga adalah dikehendaki mematuhi semua kehendak perundangan di bawah Akta Kualiti Alam Sekeliling 1974 dan peraturan-peraturan di bawahnya di setiap masa di dalam urusan operasi semasa.

Walaupun enap cemar dari Loji Rawatan Air dikategorikan sebagai Buangan Terjadual, namun kelonggaran telah diberikan oleh JAS di bawah peruntukan Pengurusan Khas yang tidak memerlukan ianya dilupuskan di Premis Yang Ditetapkan tetapi dilupuskan di Tapak Pelupusan Sanitari atau digunasemula bagi menghasilkan produk (green product) yang boleh dilabelkan sebagai mesra alam (*ecolabel*) dan dikomersialkan atau sebagai aplikasi lain seperti *soil conditioner* dan lain-lain.

Oleh kerana kuantiti penjanaan enap cemar akan bertambah dengan pertambahan populasi penduduk dan tahap pencemaran yang berlaku dan standard yang lebih ketat terhadap air minuman, maka keperluan mencari alternatif bagi mengunasemula enap cemar adalah sangat penting dan perlu diberi perhatian oleh pihak yang berkenaan selaras dengan tekanan terhadap kepentingan penjagaan alam sekitar dan penjanaan ekonomi yang akan menghadkan kaedah pelupusan secara konvensional seperti pelupusan ke tapak pelupusan sanitari atau lagun.

ANALISIS *CHARACTERISTIC* BUANGAN ENAP CEMAR DARI LOJI RAWATAN AIR SEBAGAIMANA GARIS PANDUAN PERMOHONAN PENGURUSAN KHAS BUANGAN TERJADUAL

Analisis yang dijalankan ke atas enap cemar yang dihasilkan oleh Loji Rawatan Air di Malaysia juga mendapati kandungan Aluminium adalah melebihi 2000 mg/kg. Selain dari itu, hasil kajian ini didapati ianya adalah selari dengan kandungan enap cemar yang dihasilkan di Malaysia.

Analisis *Characteristics* bagi enap cemar (SW 204) yang dihasilkan oleh 3 loji rawatan air di Malaysia adalah seperti berikut:
(Rujukan: Laporan analisis dari PNSB Water Sdn.Bhd)

No.	Loji Rawatan Air (LRA)	Kawasan (Sampel yang Diambil)
1.	Bernam River Headworks	Wilayah Utara (1)
2.	Batang Kali	
3.	Kalumpang	
4.	Kuala Kubu Bharu	
5.	North Hummock	
6.	Rantau Panjang	
7.	Sg. Dusun	
8.	Sg. Selisek	
9.	Sg. Tenggi	
10.	Bukit Nanas	Wilayah Utara (2)
11.	Sg. Gombak	
12.	Sg. Rangkap	
13.	Bukit Tampo	Wilayah Selatan
14.	Cheras Batu 11	
15.	Salak Tinggi	

Parameter	Had di bawah Garis Panduan Pengurusan Khas BT	Analisa		
		Wilayah Utara (1)	Wilayah Utara (2)	Wilayah Selatan
Corrosivity (pH)	$2 \leq \text{pH} \leq 12.5$	6.01	6.69	6.3
Ignitability (Flash Point) ($^{\circ}\text{C}$)	$T_F > 60^{\circ}\text{C}$	>200	>200	>200
Reactivity		Not Reactive	Not Reactive	Not Reactive

Analisis Toxicity Characteristic Leaching Procedure (TCLP) bagi Enap Cemar LRA:

Parameter	Had di bawah Garis Panduan Pengurusan Khas BT - TCLP (mg/L)	Analisa (mg/L)		
		Wilayah Utara (1)	Wilayah Utara (2)	Wilayah Selatan
Inorganic				
Arsenic	5.0	ND	ND	ND
Barium	100.0	1.27	5.04	0.70
Cadmium	1.0	ND	ND	ND
Chromium	5.0	0.02	0.01	0.09
Lead	5.0	0.03	0.014	0.014
Selenium	1.0	ND	ND	ND
Silver	5.0	ND	ND	ND
Mercury	0.2	0.0013	ND	ND

Parameter	Had di bawah Garis Panduan Pengurusan Khas BT - TCLP (mg/L)	Analisa (mg/L)		
		Wilayah Utara (1)	Wilayah Utara (2)	Wilayah Selatan
Organic				
Benzene	0.5	ND	ND	ND
Carbon Tetrachloride	0.5	ND	ND	ND
Chlordane	0.03	ND	ND	ND
Chlorobenzene	100.0	ND	ND	ND
Chloroform	6.0	ND	ND	ND
o-Cresol	200.0 ³	ND	ND	ND
m-Cresol	200.0 ³	ND	ND	ND
p-Cresol	200.0 ³	ND	ND	ND
Cresol	200.0 ³	ND	ND	ND
2,4-D	10.0	ND	ND	ND
1,4-Dichlorobenzene	7.5	ND	ND	ND
1,2-Dichloroethane	0.5	ND	ND	ND
1,1-Dichloroethylene	0.7	ND	ND	ND
2,4-Dinitrotoluene	0.13	ND	ND	ND
Endrin	0.02	ND	ND	ND
Heptachlor (and its epoxides)	0.008	ND	ND	ND
Hexachlorobenzene	0.13	ND	ND	ND

Parameter	Had di bawah Garis Panduan Pengurusan Khas BT - TCLP (mg/L)	Analisa (mg/L)		
		Wilayah Utara (1)	Wilayah Utara (2)	Wilayah Selatan
Hexachlorobutadiene	0.5	ND	ND	ND
Hexachloroethane	3.0	ND	ND	ND
Lindane	0.4	ND	ND	ND
Methoxychlor	10.0	ND	ND	ND
Methyl ethyl ketone	200.0	ND	ND	ND
Nitrobenzene	2.0	ND	ND	ND
Pentachlorophenol	100.0	ND	ND	ND
Pyridine	5.0	ND	ND	ND
Tetrachloroethylene	0.7	ND	ND	ND
Toxaphene	0.5	ND	ND	ND
Trichloroethylene	0.5	ND	ND	ND
2,4,5-Trichlorophenol	400.0	ND	ND	ND
2,4,6-Trichlorophenol	2.0	ND	ND	ND
2,4,5-TP (Silvex)	1.0	ND	ND	ND
Vinyl Chloride	0.2	ND	ND	ND

Analisis Total Threshold Limit Concentration (TTLC) bagi Enap Cemar LRA:

Parameter	Had di bawah Garis Panduan Pengurusan Khas BT - TTLC (mg/kg)	Analisis (mg/kg)		
		Wilayah Utara (1)	Wilayah Utara (2)	Wilayah Selatan
Antimony (Sb)	500	ND	ND	ND
Arsenic (As)	500	28.6	ND	26.1
Barium (Ba)	10000	27.3	56.8	81.7
Beryllium (Be)	75	ND	0.769	ND
Cadmium (Cd)	100	ND	ND	ND
Chromium (Cr)	2500	11.9	7.05	32.3
Chromium-VI (CrVI)	500	ND	ND	ND
Cobalt (Co)	8000	2.24	1.10	3.14
Copper (Cu)	2500	10.7	6.68	12.2
Lead (Pb)	1000	13.4	13.8	16.5
Mercury (Hg)	20	1	ND	ND
Molybdenum (Mo)	3500	ND	ND	ND
Nickel (Ni)	2000	4.45	3.75	25.0
Selenium (Se)	100	ND	ND	ND
Silver (Ag)	500	ND	ND	ND
Thallium (Tl)	700	ND	6.18	ND
Vanadium (V)	2400	17.0	15.3	21.4
Zinc (Zn)	5000	57.2	27.6	307
Pentachlorophenol	17	ND	ND	ND
2,4-Dichlorophenoxy acetic acid	100	ND	ND	ND
2,4,5-Trichlorophenoxypropionic acid (Silvex)	10	ND	ND	ND

Trichloroethylene	2040	ND	ND	ND
Aldrin	1.4	ND	ND	ND
Chlordane	2.5	ND	ND	ND
DDT, DDE, DDD	1	ND	ND	ND
Dieldrin	8	ND	ND	ND
Endrin	0.2	ND	ND	ND
Heptachlor	4.7	ND	ND	ND
Kepone	21	ND	ND	ND
Lindane	4	ND	ND	ND
Methoxychlor	100	ND	ND	ND
Mirex	21	ND	ND	ND
PCBs	50	ND	ND	ND
Toxaphene	5	ND	ND	ND
Asbestos	1%	ND	ND	ND
Dioxin (2,3,7,8-TCDD)	0.1	ND	ND	ND
Fluran (2,3,7,8-TCDF)	0.1	ND	ND	ND
Fluoride salts	18000	2.4	4.2	1.6
Organic Lead	13	ND	ND	ND

PROSEDUR PEMROSESAN PERMOHONAN PEMBINAAN TAPAK PELUPUSAN KHAS UNTUK MELUPUSKAN BUANGAN ENAP CEMAR DARI LOJI RAWATAN BEKALAN AIR

1. Bagi memastikan cadangan lokasi tapak pelupusan khas di atas adalah sesuai dan tidak menimbulkan isu pencemaran kepada alam sekitar walaupun dikecualikan dari mendapatkan kelulusan laporan EIA, adalah disyorkan kaedah/prosedur di bawah dijalankan dalam memproses permohonan tersebut:
 - (i) Pemohon perlu mengemukakan permohonan untuk input pembangunan bagi cadangan lokasi tapak pelupusan khas tersebut kepada pejabat JAS Negeri.
 - (ii) Sekiranya cadangan lokasi tapak pelupusan khas adalah sesuai dan telah mendapat input pembangunan, pemohon hendaklah mengemukakan permohonan untuk melupuskan buangan enap cemar berdasarkan peruntukan undang-undang di bawah Peraturan 23, Peraturan-Peraturan Kualiti Alam Sekeliling (Efluen Perindustrian) 2009 kepada pejabat JAS Negeri, sebelum kerja-kerja pembinaan dimulakan. Dalam hal ini, rekabentuk tapak pelupusan khas hendaklah bertaraf tapak pelupusan sanitari seperti di **Lampiran 3**; dan
 - (iii) Setelah JAS Negeri meluluskan permohonan untuk melupuskan buangan enap cemar dari loji rawatan bekalan air di bawah Peraturan 23, Peraturan-Peraturan Kualiti Alam Sekeliling (Efluen Perindustrian) 2009, Jabatan Alam Sekitar Ibu Pejabat akan mengeluarkan kelulusan bertulis di bawah Peraturan 7, Peraturan-Peraturan Kualiti Alam Sekeliling (Buangan Terjadual) 2005 kepada pemohon yang berkenaan. Bagi memenuhi keperluan Permohonan Pengurusan Khas Buangan Terjadual, analisis kimia hendaklah dijalankan sebagaimana garis panduan yang ditetapkan iaitu **Appendiks 1** (Analisis bagi ciri-ciri fizikal, *Total Threshold Limit Concentration*

(TTLC), *Toxicity Characteristics Leaching Procedures* (TCLP)) dan Appendix 2 (Analisis bagi ciri *Health Hazard*, Ekotoksikologi, Infectious). Senarai semak bagi permohonan kebenaran bertulis dibawah Peraturan 23, Peraturan-Peraturan Kualiti Alam Sekeliling (Efluen Perindustrian) 2009 adalah seperti di **Lampiran 4**.

2. Carta alir pemprosesan permohonan pengurusan khas untuk pelupusan enap cemar dari Loji Rawatan Air adalah sebagaimana yang dinyatakan di **Lampiran 5**.
3. Pihak Loji Rawatan Air hendaklah mengemukakan permohonan Kebenaran Bertulis di bawah Peraturan 23, Peraturan-Peraturan Kualiti Alam Sekeliling (Efluen Perindustrian) 2009 bagi permohonan pelupusan enap cemar bersama rekabentuk dan pelan tindakan serta konsep *dewatering* dan *stabilization* ke Jabatan Alam Sekitar Negeri untuk pertimbangan kelulusan Jabatan dengan mengambilkira spesifikasi rekabentuk tapak pelupusan buangan enap cemar yang dinyatakan di dalam garis panduan ini.
4. Semua permohonan Kebenaran Bertulis di bawah Peraturan 23, Peraturan-Peraturan Kualiti Alam Sekeliling (Efluen Perindustrian) 2009 bagi pembinaan tapak pelupusan enap cemar dari Loji Rawatan Air hendaklah dibincangkan di dalam Mesyuarat Jawatankuasa Teknikal terlebih dahulu untuk meneliti rekabentuk dan konsep sistem pengurusan enap cemar di dalam tapak (*on-site*) atau di luar tapak (*off-site*) bagi memastikan ianya memenuhi spesifikasi yang ditetapkan.

SKOP KAJIAN PENILAIAN TAPAK CADANGAN PEMBINAAN TAPAK PELUPUSAN KHAS BAGI PELUPUSAN ENAP CEMAR DARI LOJI RAWATAN AIR MINUMAN

1.0 Penerangan projek

- Lokasi tapak projek
- Saiz kawasan projek dan lot tanah yang terlibat
- Rekabentuk terperinci mengenai cadangan tapak pelupusan

2.0 Aktiviti projek

Senaraikan aktiviti projek utama dengan penerangan ringkas mengenai tahap dan skop aktiviti ini.

3.0 Garis dasar persekitaran

Elemen berikut mungkin perlu diterangkan bagi menyediakan petunjuk yang jelas tentang garis dasar persekitaran dan membolehkan penilaian yang tepat mengenai perubahan dan kesan yang mungkin timbul akibat pelaksanaan projek. Perincian hendaklah sepadan dengan skala impak jangkaan.

3.1 Persekitaran fizikal-kimia Physical-chemical environment

- Ciri fizikal kawasan projek – penerangan berkaitan rupa bentuk bumi, dsb.
- Keadaan geologi dan tanah persekitaran
- Hidrologi dan kualiti air yang diterima (termasuk air tanah yang merupakan yang perkara yang diambil kira dalam penilaian)
- Kualiti udara dan meteorologi
- Bunyi bising persekitaran
- Gunatanah sedia ada/profil populasi penduduk

3.2 Persekitaran biologi

- Penerangan aktiviti dan gunatanah persekitaran

4.0 Penilaian Impak dan Langkah Pencegahan

4.1 Impak Jangkaan

- Risiko hakisan tanah dan pemendapan sungai
- Air larian dan risiko banjir
- Pencemaran air (permukaan dan air tanah)
- Pencemaran udara
- Bunyi bising
- Kesan ekologi ke atas akuatik dan terestrial (habitat dan spesies)
- Guna tanah

4.2 Langkah pencegahan untuk impak yang telah dikenalpasti dan dinilai

5.0 Pemantauan alam sekitar dan keperluan Audit

- Tanggungjawab untuk perancangan, pelaksanaan dan pengurusan keperluan alam sekitar dan tindakan pencegahan yang telah dikenal pasti.
- Program pemantauan alam sekitar, audit, kajian dan penambahbaikan alam sekitar.

SENARAI SEMAK

PERMOHONAN KEBENARAN BERTULIS UNTUK MELUPUSKAN BUANGAN ENAP CEMAR YANG DIKELASKAN SEBAGAI BUKAN BUANGAN TERJADUAL KE TAPAK PELUPUSAN KHAS (*DEDICATED LANDFILL*) DI BAWAH PERATURAN 23, PERATURAN-PERATURAN KUALITI ALAM SEKELILING (EFLUEN PERINDUSTRIAN) 2009

A. PENGENALAN

1.	(i) Nama Pemohon
	(ii) Alamat Pemohon
	(iii) Telefon
	(iv) Telefaks
	(v) E-mail
2.	(i) Nama Premis
	(ii) Alamat Premis
	(iii) Telefon
	(iv) Telefaks
	(v) E-mail

B. MAKLUMAT TAPAK PELUPUSAN KHAS

3.	Lokasi tapak pelupusan khas, termasuk longitud dan latitud.
4.	Salinan geran tanah bagi kawasan tapak pelupusan khas dan salinan dokumen perjanjian berkaitan dengan pemilik tanah.
5.	Salinan kelulusan berkaitan dari Pihak Berkuasa Tempatan (PBT) dan Kerajaan Negeri bagi tapak pelupusan di bawah seliaan PBT atau Kerajaan Negeri.
6.	Lain-lain maklumat berkaitan.

C. REKABENTUK TAPAK PELUPUSAN KHAS

7.	Keluasan tapak pelupusan khas.
8.	Rekabentuk terperinci tapak pelupusan khas yang dibina dan pengiraan pengurangan beban pencemaran dan kualiti pelepasan air buangan dari setiap komponen operasi tapak pelupusan berkenaan.
9.	'Soil profile' bagi tapak pelupusan enap cemar beserta ulasan terperinci mengenai kaedah untuk mengelakkan berlakunya resapan dari enap cemar ke air bawah tanah.

	10. 'Layout plan' bagi seluruh kawasan operasi premis yang turut menunjukkan kolam-kolam takungan (<i>sludge lagoon/pond</i>) dan tapak pelupusan enap cemar berserta lokasi 'final discharge points' dari kemudahan loji Sistem Pengolahan Efluen / loji proses pengeluaran dan tapak pelupusan berkenaan.
	11. Pelan-pelan rekabentuk kejuruteraan bagi cadangan kolam perangkap mendap dan 'parameter drain' yang mengambilkira faktor larian air permukaan (<i>surface water run-off</i>) di kawasan tapak pelupusan yang telah disahkan oleh jurutera bertauliah yang akan bertanggungjawab di peringkat rekabentuk dan pelaksanaan.
	12. Lokasi persampelan bagi program pengawasan kualiti air permukaan dan air bawah tanah, udara dan bunyi bising berserta justifikasi/penjelasan bagi pemilihan setiap lokasi persampelan bagi tujuan pengawasan tersebut.
	13. Jadual pelaksanaan kerja (<i>Work Schedule</i>) yang menunjukkan 'time working frame' dari fasa pembersihan tapak sehingga tapak pelupusan tersebut sedia beroperasi.
	14. Anggaran jangka hayat tapak pelupusan khas.
	15. Lain-lain maklumat berkaitan.

D. MAKLUMAT MENGENAI BUANGAN ENAP CEMAR YANG AKAN DILUPUSKAN DI TAPAK PELUPUSAN KHAS

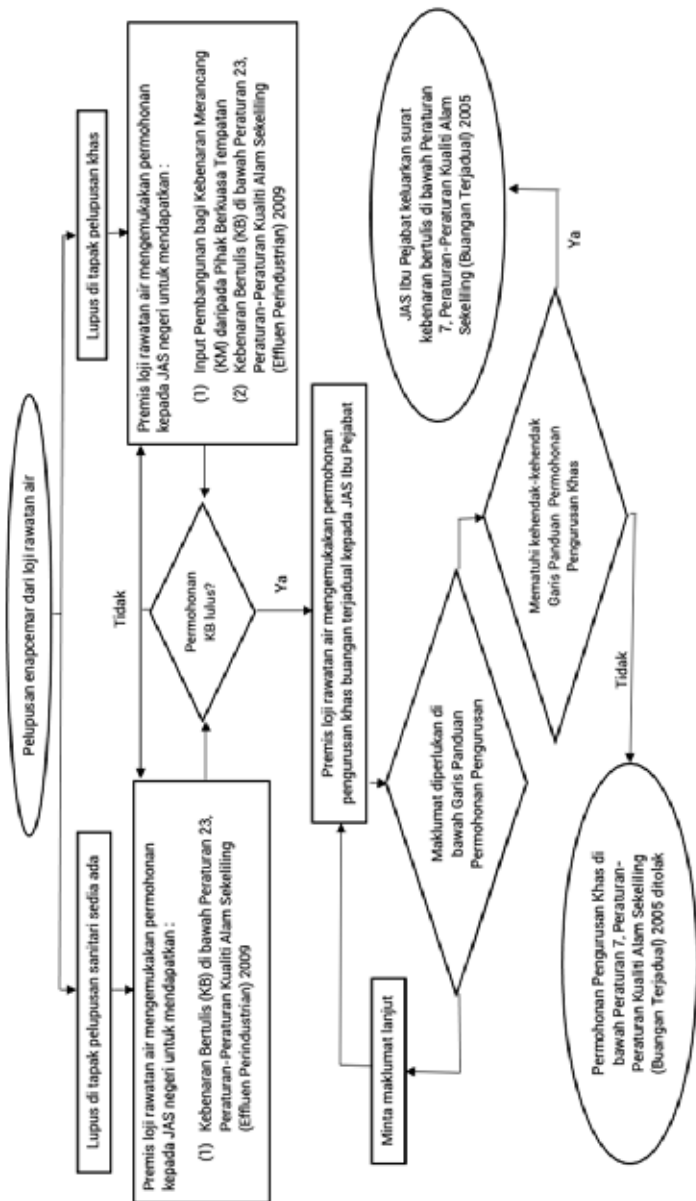
	16. Nama loji dan proses yang menghasilkan buangan enap cemar.
	17. Nama dan jenis buangan enap cemar yang akan dilupuskan di tapak pelupusan khas.
	18. Kuantiti penghasilan buangan enap cemar.
	19. Salinan analisis kimia (TCLP & TTLC) bagi sampel buangan enap cemar.
	20. Lain-lain maklumat berkaitan.

E. KAEDAH PENGURUSAN BUANGAN ENAP CEMAR

	21. Penerangan mengenai kaedah pengangkutan buangan enap cemar dari premis ke tapak pelupusan khas.
	22. Penerangan mengenai pengurusan buangan enap cemar di tapak pelupusan khas.
	23. Penerangan mengenai pengurusan rekod seperti pengangkutan, inventori dan lain-lain yang akan dilaksanakan oleh pemohon.
	24. Lain-lain maklumat.

LAMPIRAN 5

CARTA ALIR PEMROSESAN PERMOHONAN PENGURUSAN KHAS UNTUK PELUPUSAN BUANGAN ENAP CEMAR DARI LOJI RAWATAN AIR





**Jabatan Alam Sekitar
Kementerian Alam Sekitar dan Air**

Aras 1 - 4, Podium 2 & 3

Wisma Sumber Asli

No.25, Persiaran Perdana, Presint 4

Pusat Pentadbiran Kerajaan Persekutuan

62574 Putrajaya, Malaysia.

Telefon: 03-8871 2000

Faks: 03-8888 9987

ISBN 978-983-9795-39-4



9 789827 979539