



Kementerian Tenaga, Sains, Teknologi,
Alam Sekitar & Perubahan Iklim

STANDAD DAN INDEKS KUALITI AIR MARIN MALAYSIA

Gambar Oleh: Naqibah Rosli



JABATAN ALAM SEKITAR

PRAKATA

Elemen utama dalam pengurusan yang efektif terhadap sumber kekayaan negara dan kepelbagaian marin adalah ditentukan oleh ciri-ciri kualiti airnya dengan mengambil kira nilai alam sekitar dan kegunaan yang bermanfaat. Sehubungan dengan itu, pembangunan yang relevan terhadap kriteria dan standard kualiti air sangat bersesuaian dengan fungsi ekologi dan kelestarian sumber laut yang menjadi kepentingan kepada penilaian terhadap air marin.

Buku ini merupakan ringkasan hasil kajian yang telah dilaksanakan oleh Jabatan Alam Sekitar di bawah Rancangan Malaysia ke 11 bertajuk *Kajian Semakan Semula Kriteria dan Standard Kualiti Air Marin Malaysia*.

Sebagai tambahan kepada maklumat asas yang berkaitan dengan asas derivasi dan penggunaan Standard Kualiti Air Marin Malaysia (SKAMM) yang berkaitan dengan i) Kelas 1: Habitat Marin Sensitif, ii) Kelas 2: Perikanan (termasuk Marikultur) iii) Kelas 3: Industri, Aktiviti Komersial & Kawasan Kediaman Pesisir Pantai, iv) Kelas E (Interim): Muara Sungai dan v) Kelas R: Rekreasi, buku ini juga menyediakan rumusan asas Indeks Kualiti Air Marin Malaysia (IKAMM). Indeks ini menyediakan cara yang mudah untuk menilai dan melaporkan kualiti air marin dan kesesuaiannya kepada nilai alam sekitar yang ditetapkan dan kegunaan berfaedahnya.

Adalah merupakan harapan saya bahawa maklumat yang terkandung dalam buku ini dapat memberi kefahaman yang lebih mantap terhadap asas dan aplikasi SKAMM dan IKAMM kepada semua pihak berkepentingan yang terlibat dalam pemeliharaan dan pengurusan perairan laut negara.



DATO' DR AHMAD KAMARULNAJUIB BIN CHE IBRAHIM
Ketua Pengarah
Jabatan Alam Sekitar Malaysia



ISI KANDUNGAN

PENGENALAN	1
STANDAD KUALITI AIR MARIN MALAYSIA	2
KELAS 1: HABITAT MARIN SENSITIF	2
KELAS 2: PERIKANAN (TERMASUK MARIKULTUR)	3
KELAS 3: INDUSTRI, AKTIVITI KOMERSIAL & KAWASAN KEDIAMAN PESISIR PANTAI	3
KELAS E (INTERIM): MUARA SUNGAI	3
KELAS R: REKREASI	4
INDEKS KUALITI AIR MARIN MALAYSIA	9



PENGENALAN

Malaysia mempunyai garis pantai yang panjang dan gugusan pulau yang menyumbang pada kepelbagaian sumber laut. Sesungguhnya sumber laut negara adalah pelbagai dan antara yang terkaya di dunia. Pada masa yang sama, persekitaran marin sangat terdedah pada sumber pencemaran darat dan di lautan.

Salah satu elemen penting dalam pengurusan alam sekitar termasuk pengurusan persekitaran marin adalah pengawasan kualiti alam sekitar. Dalam konteks ini, data yang dijana daripada aktiviti pengawasan perairan ambien digunakan untuk menilai tahap kesihatan ekosistem, serta kesesuaian kualiti air untuk kegunaan yang berfaedah.

Standad kualiti air merupakan cara penting untuk menilai kesesuaian badan air untuk kegunaan khusus dan / atau untuk mengekalkan ekosistem tertentu. Standad ini terdiri daripada nilai numerik atau naratif pelbagai parameter kualiti air yang relevan dengan kegunaan yang berfaedah dan / atau perlindungan terhadap kesihatan ekosistem. Data yang melebihi daripada nilai-nilai ini menunjukkan bahawa kegunaan yang berfaedah / kesihatan ekosistem mungkin terjejas.

Standad Kualiti Air juga berperanan sebagai indikator data kualiti air di mana orang awam boleh menggunakannya dengan mudah. Oleh yang demikian, menjadi keperluan untuk mengawasi semua ciri kualiti air yang relevan dalam membuat penilaian yang tepat. Ini dicapai dengan penggunaan Indeks Kualiti Air.

Standad Kualiti Air Marin Malaysia (SKAMM) digunakan terutamanya untuk melindungi kepelbagaian ekosistem marin yang kaya di Malaysia, manakala Indeks Kualiti Air Marin Malaysia (IKAMM) mewakili status kualiti air perairan laut negara dan maklumat yang mudah difahami bukan sahaja kepada pihak berkepentingan yang berkaitan, malah kepada orang awam.

Buku ini memperkenalkan dan menyediakan panduan pada aplikasi Standad dan Indeks Kualiti Air Marin Malaysia untuk agensi kerajaan, pertubuhan bukan kerajaan, organisasi berasaskan komuniti dan pihak berkepentingan yang lain.



STANDAR KUALITI AIR MARIN MALAYSIA

Standar Kualiti Air Marin Malaysia (SKAMM) adalah standar ambien yang dibangun dengan memfokuskan perlindungan biodiversiti akuatik dan fungsi ekologi yang berkaitan dengan perairan marin. Matlamat utama SKAMM adalah selaras dengan objektif kualiti air marin yang digariskan iaitu untuk melindungi dan memelihara ekosistem akuatik dan perkhidmatan yang diberikan kepada masyarakat secara ekonomikal, praktikal dan mengambil kira kepentingan sosial.

Aplikasi SKAMM adalah berdasarkan klasifikasi yang telah ditentu mengikut kegunaan air marin. Terdapat lima kelas dikategorikan dalam SKAMM iaitu:

KELAS 1 **Habitat Marin Sensitif**



KELAS 3 **Industri, Aktiviti Komersial & Kawasan Kediaman Pesisir Pantai**



KELAS R **Rekreasi**



KELAS 2 **Perikanan (Termasuk Marikultur)**



KELAS E (Interim) **Muara Sungai**

Kelas 1: Habitat Marin Sensitif

Kelas 1 mewakili set standar yang paling ketat selaras dengan tahap perlindungan yang diperlukan oleh habitat marin yang sensitif. Perairan Kelas 1 terdiri daripada yang berikut:

i) Perairan yang diwartakan & Perlindungan Berkanun

Ini adalah perairan laut yang diwartakan secara sah untuk perlindungan dan pengurusan khas atau perairan laut yang tertakluk pada beberapa bentuk perlindungan statutori atau perundangan. Contohnya termasuk (tetapi tidak terhad pada) yang berikut:

- Kawasan perlindungan marin: Taman marin, Kawasan larangan perikanan
- Taman negeri
- Tapak Ramsar
- Kawasan perlindungan laut yang lain

ii) Perairan tidak diwartakan

Ini adalah kawasan habitat marin sensitif yang memerlukan perlindungan khas Standar Kelas 1. Contohnya termasuk (tetapi tidak terhad pada) yang berikut:

- Terumbu karang
- Rumput laut
- Laluan & tapak pendaratan penyu
- Perairan berkaitan dengan habitat tertentu/ sumber pemakanan / spesies

Kelas 2: Perikanan (Termasuk Marikultur)

Kelas 2 merangkumi aktiviti perikanan dan marikultur adalah dikenal pasti menggunakan zon penangkapan ikan yang dibangunkan oleh Jabatan Perikanan sebagai panduan. Perairan Kelas 2 terdiri daripada sebahagian zon pemuliharaan (termasuk 'kawasan larangan perikanan') sehingga ke Zon Ekonomi Eksklusif (EEZ). Aktiviti marikultur yang ditakrifkan sebagai Kelas 2 adalah yang terlibat dengan badan air marin (seperti penternakan sangkar dan penternakan kerang) dan tidak termasuk aktiviti akuakultur perikanan darat.

Standar Kelas 2 adalah berkaitan dengan perlindungan ekosistem akuatik, selain pertimbangan terhadap kesan kesihatan manusia akibat daripada pemakanan makanan laut yang tercemar.

Kelas 3: Industri, Aktiviti Komersial & Kawasan Kediaman Pesisir Pantai

Kelas 3 ialah standar untuk perairan laut yang terdedah pada pelepasan efluen secara langsung daripada aktiviti antropogenik. Oleh itu, ekosistem di perairan ini tertakluk pada beberapa tahap gangguan. Contoh aktiviti yang berpotensi memberi kesan kepada kesihatan ekosistem laut adalah seperti di bawah:

- Pelabuhan dan jeti
- Loji penjanaan kuasa
- Eksploitasi mineral
- Hotel & pusat peranginan
- Kawasan kediaman pesisir pantai
- Aktiviti penerokaan dan pengeluaran minyak & gas
- Limbungan kapal
- Akuakultur perikanan darat
- Aktiviti penambakan

Oleh itu, tahap perlindungan ini bertujuan untuk mengekalkan kesihatan ekosistem yang sedia ada dan untuk meningkatkan keseluruhan kualiti air kawasan yang terjejas.

Kelas E (Interim) Muara Sungai

Kelas E (Interim) adalah standar yang tertakluk pada variasi musim dan diurnal. Selain itu, ciri-ciri geologi dan corak peredaran air turut menyumbang pada sifat dinamik perairan ini. Berdasarkan kepelbagaian semulajadi ini, Kelas E berasal daripada ciri-ciri kualiti air muara sungai yang mewakili persekitaran yang tidak terganggu. Kawasan ini disebut sebagai Tapak Rujukan yang dipilih untuk mewakili tiga jenis muara utama di Malaysia.

Oleh itu, Kelas E1 dipilih mewakili dataran pantai, Kelas E2 mewakili muara jenis lagun manakala Kelas E3 akan dirujuk apabila muara sungai terdapat rangkaian kompleks.





Kelas E1 :Dataran Pantai
(Sg. Bernam)



Kelas E2 :Lagun (Setiu)

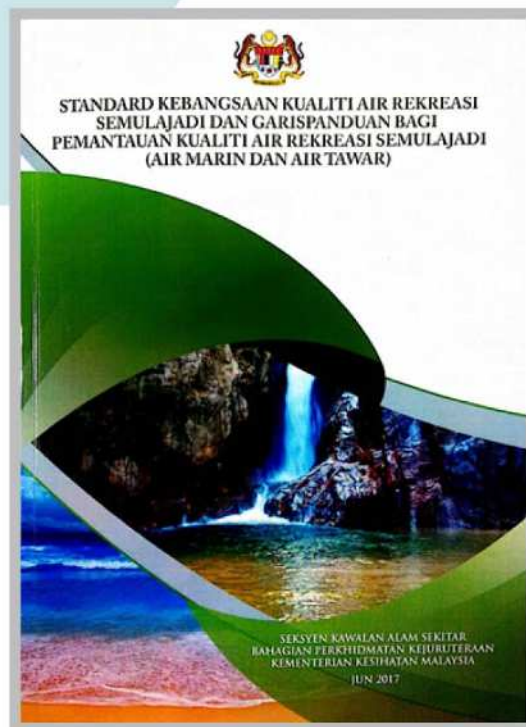


Kelas E3 : Rangkaian Kompleks
(Sg. Rajang)

Oleh kerana set standad ini memerlukan penyelidikan yang lebih luas, Kelas E akan dianggap sebagai standad interim. Jenis muara sungai yang dirujuk adalah seperti ditunjukkan di atas.

Kelas R: Rekreasi

Standad untuk kegunaan rekreasi perairan laut merujuk kepada Standard Kebangsaan Kualiti Air Rekreasi Semulajadi dan Garispanduan bagi Pemantauan Air Rekreasi Semulajadi (Air Marin & Air Tawar) yang diterbitkan oleh Kementerian Kesihatan, Malaysia. Standad bagi sentuhan prima dan sekunder ditakrifkan dalam dokumen ini.



Sumber: Kementerian Kesihatan Malaysia, 2017

STANDAR KUALITI AIR MARIN MALAYSIA

PARAMETER ($\mu\text{g/l}$) melainkan dinyatakan sebaliknya	KLASIFIKASI					
	KELAS 1	KELAS 2	KELAS 3	INTERIM KELAS E1	INTERIM KELAS E2	INTERIM KELAS E3
	Habitat Marin Sensitif	Perikanan (Termasuk Marikultur)	Industri, Aktiviti Komersial & Kawasan Kediaman Pesisir Pantai	Muara Sungai		
				Dataran Pantai	Lagun	Rangkaian Kompleks
Oksigen Terlarut (mg/l)	>6.0	>5.0	>3.0	>5.0	>5.0	>5.0
Jumlah Pepejal Terampai (mg/l)	25.0	50.0	100.0	30.0	30.0	30.0
Fosfat	5.0	75.0	670.0	100.0	180.0	180.0
Nitrat	10.0	60.0	700.0	200.0	570.0	430.0
Ammonia	35.0	50.0	320.0	5.0	10.0	10.0
Merkuri	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Kadmium	0.50	2.00	3.00	1.00	1.00	1.00
Kromium (VI)	0.14	10.00	20.00	10.00	10.00	10.00
Kuprum	1.30	2.90	8.00	1.00	1.00	1.00
Sianida	2.00	7.00	14.00	5.00	5.00	5.00
Plumbum	2.20	8.50	12.00	1.30	2.00	2.00
Zink	7.00	50.00	100.00	16.00	5.00	5.00
Arsenik (III)	1.00	3.00	3.00	3.00	1.00	1.00
Aluminium	27.00	27.00	55.00	27.00	27.00	27.00
TBT	0.001	0.010	0.050	0.002	0.002	0.002
PAH	100.0	200.0	1000.0	5.0	5.0	5.0
Jumlah Fenol	1.0	10.0	100.0	10.0	10.0	10.0
Minyak & Gris mg/l	0.01	0.14	5.00	1.00	1.00	1.00
Faecal Coliform (Cfu/100ml)	70	70	70	70	70	70
Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	$\leq 2^{\circ}\text{C}$ bertambah melebihi ambien maksimum					
pH	6.5 - 9.0					
Marine litter	Bebas dari <i>marine litter</i>					



**STANDAR KUALITI AIR MARIN MALAYSIA
SENARAI TAMBAHAN
(Racun Perosak)**

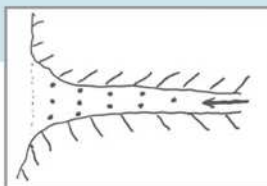
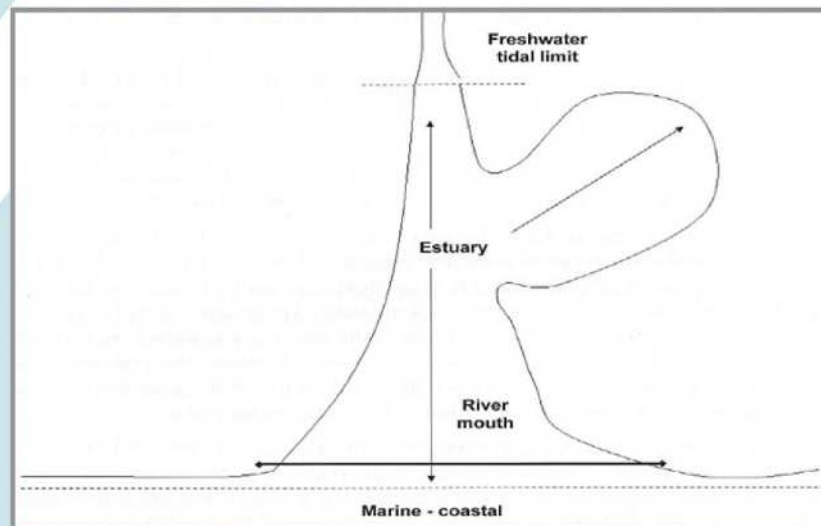
JENIS PESTISID	BAHAN AKTIF	STANDAR (µg/l)
<i>Herbicide</i>	Atrazin	10
	Bentazone	5000
	2,4 D	200
	2,4 D (ester)	10
	Diuron	0.2
	Metolachlor	0.020
	Paraquat	0.5
	Carbaryl	5.7
	Chloropyrifos	0.011
	Dichlorvos	0.6
	Dimethoate	1
	Malathion	0.5
	Temephos	0.0004

NOTA PANDUAN

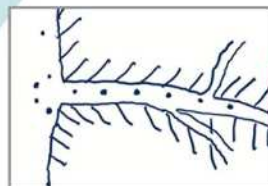
- i. Aplikasi Standar Kualiti Air Marin Malaysia adalah berdasarkan pada klasifikasi yang telah ditentukan mengikut kegunaan air marin.
- ii. Proses klasifikasi tidak boleh menyebabkan penggunaan kelas kualiti air yang lebih rendah berbanding dengan kualiti air ambien yang sedia ada.
- iii. Dalam keadaan di mana terdapat kemungkinan penggunaan lebih daripada satu kelas, kelas yang lebih ketat perlu diambil terlebih dahulu.
- iv. Dalam keadaan di mana badan air berhampiran tertakluk pada keperluan kualiti air yang lebih ketat berbanding dengan penggunaan air yang berkaitan, maka kelas dengan keperluan kualiti air yang lebih ketat akan dikenakan.
- v. Penggunaan standar yang dikenakan dalam syarat kelulusan EIA akan mengambil kira mana-mana klasifikasi yang telah ditetapkan.
- vi. Aplikasi Standar Kualiti Air Marin Malaysia memerlukan data ambien yang dijana menggunakan kaedah standar protokol persampelan air yang sesuai, pengukuran dan analisa *in situ*. Pertimbangan khusus harus diambil kira berkenaan dengan penggunaan Kelas E¹
- vii. Metodologi analisa yang akan diguna pakai bagi penentuan parameter Standar Kualiti Air Marin Malaysia dikehendaki mematuhi kriteria berikut:
 - Merupakan kaedah standar yang diiktiraf seperti yang diterbitkan oleh APHA, USEPA atau sumber lain yang setara.
 - Kebolehan melapor pada tahap sama atau kurang daripada *threshold value* bagi parameter Standar Kualiti Air Marin.
 - Dijalankan di makmal yang diiktiraf untuk parameter Standar Kualiti Air Marin Malaysia.
- viii. Kelas R³
Standard Kebangsaan Kualiti Air Rekreasi Semulajadi dan Garispanduan bagi Pemantauan Air Rekreasi Semulajadi (Air Marin & Air Tawar)², Kementerian Kesihatan Malaysia, diaplikasi kepada kegunaan rekreasi air marin.
- ix. Pemakaian standar yang berkaitan dengan sisa racun perosak seperti yang dilampirkan dalam Senarai Tambahan adalah paling relevan di muara sungai dan perairan di sekitar kawasan pertanian.

¹Nota mengenai aplikasi Kelas Interim E

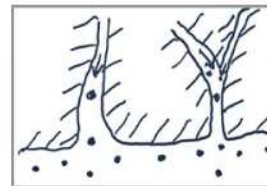
- Penggunaan Kelas E (Interim) perlu mengenalpasti jenis muara sungai berdasarkan Tapak Rujukan.
- Perhatian perlu diberikan semasa kerja persampelan terutamanya perkara berikut:
 - Lokasi pensampelan berhubung dengan zon pasang surut
 - Masa pensampelan berkenaan dengan kitaran pasang surut
 - Kemasinan air pada masa pensampelan harus pada 10-25 ppt
- Penggunaan Kelas E memerlukan pertimbangan khusus dengan mengambil kira struktur buatan manusia seperti pemecah ombak.
- Keperluan persampelan:



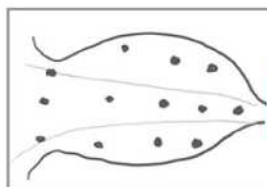
Long Tidal River



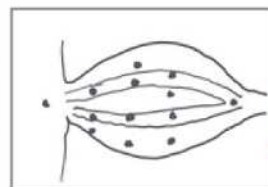
Narrow Tidal River



Coastal



Estuary of Bay,
wide open mouth



Narrow Inlet

Panduan untuk lokasi persampelan di muara sungai hendaklah dirujuk seperti yang disyorkan dalam ASEAN Marine Water Quality: Management Guidelines & Monitoring Manual, ASEAN Secretariat, 2008.

²Nota mengenai kaedah analisa

Penggunaan kaedah analisa standad yang sesuai haruslah sepadan dengan Had Laporan (LoR) iaitu sama atau lebih rendah daripada standad yang berkenaan. Bagi minyak & gris, kaedah analisis yang dicadangkan adalah APHA 5520B atau setara dengan LoR 1 mg / L. Badan air yang menunjukkan kehadiran minyak & gris adalah disyorkan untuk penilaian Jumlah Petroleum Hidrokarbon (TPH) dan analisis terperinci lain jika sesuai.

³STANDARD KEBANGSAAN KUALITI AIR REKREASI SEMULAJADI BAGI PARAMETER PRIMA

Bil.	Parameter	Unit	Nilai Standard	
			Air Marin	
			Sentuhan Prima	Sentuhan Sekunder
Microbial				
1.	Enterococci	Count/100 ml	35 ^c	230 ^c
2.	Faecal Coliforms	Count/100 ml	100 ^b	1000 ^c
3.	Leptospira species	-	Tidak dikesan	
Nuisance Algae				
4.	Cyanobacteria	Cyanobacteria Cells/ml	15000 ^c	15000 ^c
Physical and Chemical				
5.	pH	-	5.0 – 9.0 ^c	5.0 – 9.0 ^c
6.	Suhu	°C	15 – 35 ^c	15 – 35 ^c
Aesthetics				
7.	Warna	TCU	-	-
8.	Kekeruhan	NTU	-	-
9.	Oksigen Terlarut (DO)	mg/l	-	-
10.	Jumlah Pepejal Terlarut (TDS)	mg/l	1000 ^f	1000 ^f

^bASEAN

^cANZECC

^fPiawai Mutu Air Minum Kebangsaan, KKM

Merujuk kepada *Standard Kebangsaan Kualiti Air Rekreasi Semulajadi dan Garispanduan bagi Pemantauan Air Rekreasi Semulajadi (Air Marin & Air Tawar)*, Kementerian Kesihatan Malaysia untuk standad yang berkaitan dengan Parameter Sekunder serta maklumat lain yang berkaitan dengan penggunaan standad dan pengurusan perairan rekreasi.

INDEKS KUALITI AIR MARIN MALAYSIA

Indeks Kualiti Air Marin Malaysia (IKAMM) bertujuan untuk menyediakan maklumat kualiti air secara mudah dan ringkas kepada semua pihak berkepentingan untuk melindungi dan memelihara persekitaran marin.

IKAMM dirumus berdasarkan pendekatan aritmetik. Ia merangkumi parameter kualiti air terpilih yang paling relevan dengan status kualiti air marin. Parameter yang dipilih adalah berdasarkan kriteria berikut:

Dianggap sebagai parameter utama yang berkaitan dengan perlindungan nilai-nilai alam sekitar yang ditetapkan dan kegunaan berfaedah



Sensitif pada indeks; perubahan signifikan dalam nilai parameter menyebabkan perubahan signifikan pada indeks



Parameter yang biasa diambil dalam program pengawasan

Parameter kualiti air yang dipilih untuk mewakili IKAMM adalah :

01 Oksigen Terlarut

02 *Faecal Coliform*

03 Ammonia

04 Nitrat

05 Fosfat

06 Jumlah Pepejal Terampai

Faktor pemberat yang diberikan pada setiap parameter telah menyebabkan kesan parameter yang dipilih adalah berbeza mengikut kegunaan dan keperluan pemeliharaan ekosistem akuatik. Pemilihan pemberat adalah berdasarkan pada tahap keperluan pemeliharaan.

IKAMM dikira seperti berikut:

$$IKAMM^* = q_{iDO}^{0.18} \times q_{iFC}^{0.19} \times q_{iNH_3}^{0.15} \times q_{iNO_3}^{0.16} \times q_{iPO_4}^{0.17} \times q_{iTSS}^{0.15}$$

Dimana,

q_{iDO}	=	$-85.816 + 55.4768(DO) - 4.142(DO^2)$	Apabila $DO < 3$ mg/l, $q_{iDO} = 10$ Apabila $DO > 10$ mg/l, $q_{iDO} = 10$
q_{iFC}	=	$100 * EXP^{(-0.005(Faecal\ coliform))}$	Jika $FC > 500$ <i>Faecal coliform count</i> /100ml, $q_{iFC} = 8$
q_{iNH_3}	=	$100 Exp^{(-0.0046(Unionized\ Ammonia))}$	
q_{iNO_3}	=	$94.8 EXP^{(-0.00035(Nitrate))}$	
q_{iPO_4}	=	$95.2 EXP^{(-0.002(Phosphate))}$	Apabila $PO_4 > 900$ µg/l, $q_{iPO_4} = 10$
q_{iTSS}	=	$95.8 EXP^{(-0.0043(Total\ Suspended\ Solid))}$	Apabila $TSS > 100$ mg/l, $q_{iTSS} = 20$

*Kemasinan data kualiti air marin perlu lebih tinggi daripada 10 ppt

Indeks dirujuk mengikut klasifikasi masing-masing:

IKAMM	KATEGORI
90 - 100	Sangat Baik
80 - 89	Baik
50 - 79	Sederhana
0 - 49	Tercemar

Walaupun indeks adalah terhad untuk mewakili kualiti air secara keseluruhan, adalah disarankan bahawa IKAMM dibaca bersama dengan data lain yang mewakili parameter lain yang menunjukkan ketidakpatuhan dan isu-isu pencemaran yang spesifik diambil perhatian.

NOTA



NOTA





JABATAN ALAM SEKITAR

**Kementerian Tenaga, Sains, Teknologi,
Alam Sekitar & Perubahan Iklim**

Aras 1-4, Podium 2 & 3,
Wisma Sumber Asli
No. 25, Persiaran Perdana, Presint 4
62574 Putrajaya, Malaysia



Tel : 03 - 8871 2000/2200
Fax : 03 - 8888 9987/1040
Laman Web : www.doe.gov.my