

# **Pemetaan Kualiti Air Tasik Untuk Aktiviti Rekreasi Di Negeri Perak: Kajian Kes Taman Tasik Taiping**

## *Lake Water Quality Mapping For Recreational Activities: A Case Study Taiping Lake Garden*

**Nurhamizah Shaharudin, Nasir Nayan, Mohmadisa Hashim,  
Mohamad Suhaily Yusri Che Ngah, Yazid Saleh, Kamarul Ismail**

*Jabatan Geografi dan Alam Sekitar, Fakulti Sains Kemanusiaan,  
Universiti Pendidikan Sultan Idris, 35900 Tanjung Malim, Perak  
e-mel: nasir@fsk.upsi.edu.my*

### **Abstrak**

*Artikel ini membincangkan kajian pemetaan kualiti air tasik rekreasi di Taman Tasik Taiping, Perak. Satu kajian dilakukan terhadap kualiti air ke atas sesebuah tasik untuk menentukan sama ada ianya bersesuaian dengan aktiviti riadah. Penilaian parameter kualiti air yang dinilai melibatkan parameter secara in-situ sahaja. Nilai pH dan Oksigen Terlarut (DO) diukur dengan menggunakan alat YSI 556 multi parameter. Manakala, analisis makmal dijalankan bagi parameter fiziko-kimia seperti Permintaan Oksigen Biokimia (BOD), Permintaan Oksigen Kimia (COD), Pepejal Terampai (SS) dan Ammonia Nitrogen (NH<sub>3</sub>-N) dengan mengikut Piawaian Kualiti Air Interim Negara Malaysia (INWQS) bagi mendapatkan nilai Indeks Kualiti Air (IKA). Seterusnya, pemetaan kualiti air dijalankan untuk melihat corak serakan tahap pencemaran atau pun peramalan kualiti air tasik. Kaedah pemetaan ini, hanya melibatkan analisis ruangan yang mana untuk melihat tahap kepekatan setiap parameter dengan kaedah interpolasi. Hasil kajian yang diperolehi menunjukkan IKA tasik ini masih berada pada tahap yang baik iaitu Kelas I dan Kelas II.*

**Kata Kunci** *aktiviti rekreasi, analisis pemetaan kualiti air tasik, sistem maklumat geografi (GIS)*

### **Abstract**

*This article discusses a study of mapping the lake water quality for recreational activities at the Lake Gardens in Taiping, Perak. A study done on the water quality of a lake to determine whether it is appropriate to use for leisure activities. The assessment of water quality parameters were made in-situ was pH and Dissolved Oxygen (DO) were measured using YSI 556 multi-parameter probe. The physico-chemical parameters such as Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Suspended Solids (SS) and ammonia nitrogen (NH<sub>3</sub>-N) were conducted in the laboratory in accordance with the Interim National Water Quality Standards for Malaysia (INWQS) to obtain the Water Quality Index (WQI). The mapping only*

*involved spatial analysis of concentration of selected water quality parameters through interpolation method. The results showed that the WQI of the lake is at good level of Class I and Class II.*

**Keywords** *recreational activities, analysis of lake water quality mapping, geographic information system (GIS)*

## **Pengenalan**

Tasik memiliki ekosistemnya sendiri seperti terdapat kepelbagaian spesies flora dan fauna tropika jika diuruskan dengan baik, potensi tasik boleh diperluas dan dikembangkan lagi untuk pelbagai tujuan seperti ekopelancongan, perikanan akuakultur, sumber air dan menganjurkan aktiviti rekreasi sukan air. Oleh itu, kelestarian badan air ini perlu dipelihara daripada dicemari oleh sebarang bahan pencemar kerana tasik sangat sensitif dengan persekitaran sekeliling dan yang paling penting bagi sebuah kawasan tasik rekreasi yang menawarkan aktiviti sukan air seharusnya bebas daripada pencemaran kualiti air. Berdasarkan panduan yang dikeluarkan oleh pihak Jabatan Alam Sekitar (JAS), nilai Indeks Kualiti Air (IKA) bagi klasifikasi kualiti air untuk aktiviti rekreasi air seharusnya berada pada 76.5 peratus hingga 92.7 peratus (Kelas IIB).

Peramalan pencemaran kualiti air dapat ditentukan dengan menggunakan kemajuan teknologi maklumat seperti Sistem Maklumat Geografi (GIS) yang berupaya untuk menyimpan, mengolah, mengurus, menganalisis dan memaparkan data ruangan untuk kemudahan semasa membuat keputusan, semasa perancangan dan pengurusan. Selain itu, GIS penting dalam konteks memahami dan mempengaruhi secara aktif proses-proses teknologi, sosioekonomi, ruang dan alam sekitar dengan cara lebih rasional dan bersistematik (Ruslan & Noresah, 1998; Nasir, 2006). Teknik pemetaan secara interpolasi boleh digunakan sebagai model peramalan impak. Sebagai contoh, pangkalan data dari pelbagai sumber serta data sosio-ekonomi boleh digunakan untuk memodelkan perubahan guna tanah, kesan fizikal dan kemanusiaan dengan cepat dan hasilnya boleh dipersembahkan dalam bentuk grafik atau jadual yang berkualiti tinggi (Norhazliana Eazreen, 2006).

## **Isu Kualiti Air Di Tasik Rekreasi**

Tasik merupakan komponen utama bekalan air tawar yang boleh digunakan semasa berlaku krisis bekalan air, menampung kelangsungan hidup kepelbagaian spesies air tawar dan berfungsi sebagai mikroiklim dalam kitaran hidrologi. Kebanyakan tasik bekas lombong mempunyai peranan sebagai kawasan tebatan banjir, tetapi kebanyakannya juga telah dimajukan sebagai kawasan pelancongan dan ditebus guna semula bagi tujuan rekreasi. Amalan rekreasi di kawasan tasik mampu mencorakkan kitaran hidup sihat kepada penerima iaitu penghuni di kawasan tersebut atau para pengunjung (Azilah & Hisham, 2003).

Di samping itu, isu pencemaran bukan satu perkara baru yang dihadapi sama ada meliputi pencemaran air, udara dan bunyi. Dalam konteks pencemaran air menurut Miller (2005), sesebuah jasad air itu tercemar apabila berlaku perubahan terhadap

kualiti air yang disebabkan oleh sebarang bentuk pencemaran fizikal, kimia dan biologi. Ia akan memberi kesan kepada organisma dan menjadikan air tersebut tidak sesuai untuk digunakan. Menurut Katiman & Asmah (2006) terdapat tiga aspek pencemaran air berlaku iaitu melalui bancuhan, pencairan dan larutan melalui proses pereputan biokimia atau proses pemendakan. Dalam keadaan semula jadi proses ini mudah berlaku namun ia tidak lagi cekap seandainya bahan pencemar menjadi terlalu banyak berada di dalam badan air tasik. Justeru, ini menunjukkan takungan air tasik mengalami proses semula jadi eutrofikasi atau proses pengayaan nutrien yang dipengaruhi oleh aktiviti manusia dan semula jadi (Ahmad Ismail & Ahmad Badri 1995).

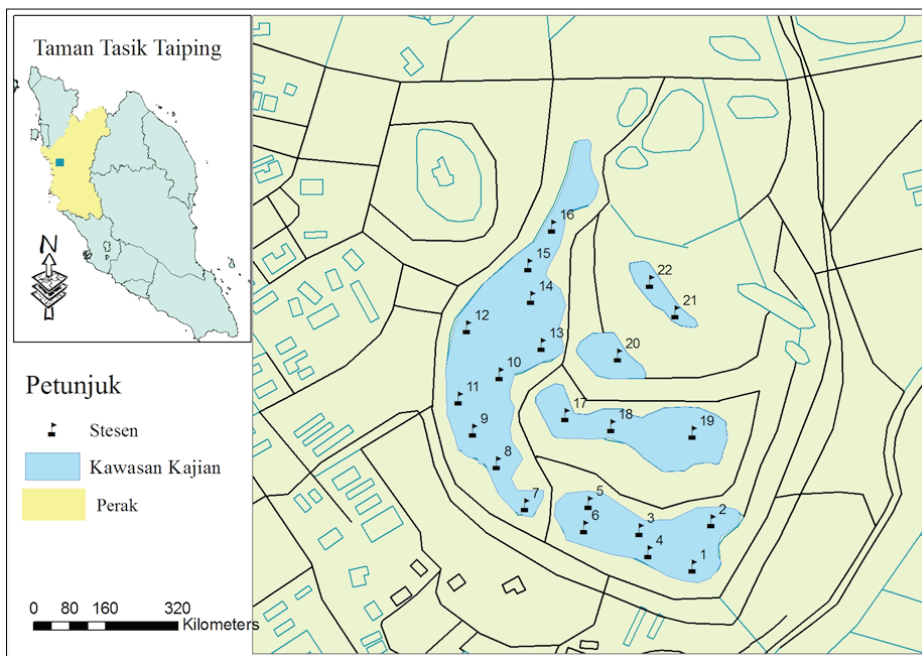
Antara kebanyakan isu yang dihadapi oleh tasik-tasik rekreasi di Malaysia adalah pencemaran bau dan pencemaran kualiti air yang berpunca daripada sikap ketidakperhatian pengunjung serta penduduk setempat yang tinggal berhampiran dengan kawasan tasik membuang bahan sisa-sisa pepejal ke dalam tasik. Berdasarkan laporan daripada Unit Perancangan Ekonomi (2006) peningkatan penduduk kian bertambah, amalan aktiviti manusia serta keperluan juga bertambah. Ini secara tidak langsung jumlah sisa pepejal yang dijana turut bertambah. Penambahan sisa pepejal ke dalam tasik boleh menjejaskan kandungan bekalan oksigen air tasik untuk ekosistem akuatik, kepada manusia dan menjejaskan nilai estetika tasik.

Selain itu, isu pembangunan ke atas persekitaran tasik, di samping langkah pengurusan tasik yang tidak berkesan dan dipengaruhi oleh aktiviti guna tanah sekitar kawasan tasik oleh manusia punca kepada kualiti air tasik tercemar. Sebagai contoh, masalah ketidakcekapan pihak pengurusan mengurus tasik rekreasi Taman Tasik Titiwangsa, Kuala Lumpur menunjukkan kadar peningkatan IKA yang lebih tinggi berbanding Tasik The Mines Wonderland, Serdang, Selangor (JAS, 2011). Isu pengurusan ini turut dialami oleh Majlis Bandaraya Petaling Jaya (MBPJ) untuk menguruskan kawasan rekreasi tasik di bawah selianya. Pihak MBPJ terpaksa menubuhkan Jawatankuasa Kecil Sistem Rawatan Tasik MBPJ bagi membincangkan kaedah yang terbaik untuk memulihara tasik yang sering kali menerima kemasukan bahan pencemar daripada kawasan perumahan, kawasan komersil dan air larian permukaan. Sebagai contoh, Taman Tasik Jaya antara tasik yang teruk tercemar kerana menerima kemasukan aliran air permukaan tinggi daripada kawasan sekitar kerana tasik ini terletak di kawasan bandar dan keupayaan air larian permukaan mengangkut bahan-bahan pepejal masuk ke kawasan tasik seterusnya menghasilkan bau busuk sehingga mengganggu ketenteraman komuniti, pengunjung dan individu.

## **Kawasan Kajian**

Taman Tasik Taiping (TTT) adalah kawasan kajian yang dipilih dan tasik ini adalah taman warisan awam yang terawal dibina di Malaysia bagi tujuan memberi kemudahan rekreasi kepada komuniti yang tinggal di kawasan bandar. TTT terletak di kedudukan 4°51'18.99 Utara dan 100°44'52.09 Timur di Mukim Tupai, daerah Larut Matang dan Selama, Perak seperti ditunjukkan dalam Rajah 1. Menurut Laporan Rancangan Kawasan Khas Warisan Bandar Taiping (RKK) 2010, taman tasik ini merupakan sebuah legasi seni bina alam semula jadi yang telah meningkatkan kualiti persekitaran bandar, mempunyai bentuk landskap unik dan menjadi tarikan pelancong dengan

identiti tersendiri yang mana keindahan rekabentuk tasik ini dikelilingi oleh deretan pokok spesies *Samaneasaman* yang membentuk *avenue* mencecah ke gigi air tasik dan berlatarbelakangkan pemandangan daripada Bukit Larut (Norasikin *et al.*, 2013). Tasik ini merupakan bekas lombong bijih timah yang dibuka pada tahun 1880 dengan keluasan 62 hektar (JPBD, 2000). Kini terdapat tiga jenis aktiviti rekreasi air yang ditawarkan di TTT ini iaitu mendayung sampan, *Twin Paddle Boat* dan *Swan Paddle Boat*.



Rajah 1 Taman Tasik Taiping, Perak

## Metodologi Kajian

Terdapat dua kaedah yang digunakan iaitu kajian lapangan dan analisis makmal untuk menilai kualiti air. Kajian lapangan dijalankan bagi tujuan mendapatkan bacaan nilai pH dan DO dengan menggunakan YSI 556 multi parameter di 22 buah stesen yang dipilih secara rawak di TTT. Tasik ini dibahagikan kepada empat buah kolam kecil iaitu Kolam A (Stesen 1-6), Kolam B (Stesen 7-16), Kolam C (Stesen 17-19) dan Kolam D (Stesen 20-22). Peralatan seperti botol sampel, kertas aluminium, ketulan ais dan kotak bekuan digunakan untuk mengawet sampel air. Sampel air yang diawet kemudiannya dianalisis bagi mendapatkan kandungan SS, BOD, COD dan  $\text{NH}_3\text{-N}$ . Jadual 1 menunjukkan jenis peralatan yang digunakan di dalam makmal. Di samping itu, penentuan status dan pengkelas kualiti air tasik adalah berdasarkan pihak JAS seperti yang ditunjukkan di Jadual 2 dan Jadual 3. Pemetaan kualiti air tasik menggunakan data ruang berbentuk foto udara, perisian MapInfo<sup>®</sup> dan peta topografi serta dianalisis menggunakan interpolasi yang terdapat dalam perisian ArcMap untuk memaparkan peta berisiko.

**Jadual 1** Peralatan pengukuran kualiti air di makmal

Parameter	Peralatan
Analisis Makmal Pepejal Terampai (SS) Ammonia Nitrogen (NH <sub>3</sub> -N) Permintaan Oksigen Biologi (BOD) Permintaan Oksigen Kimia (COD)	Reagent <i>Ammonia Salicylate Reagent Powder</i> , <i>Ammonia Cyanurate Powder</i> Mesin <i>Spectrophometer</i> DR 3900 dengan tatacara mengikut HACH <i>Incubator</i> , penimbang, oven fiberkaca, silinder penyukat pipet botol penguji 10 ml air suling

**Jadual 2** Pengkelasan Indeks Kualiti Air (IKA) Jabatan Alam Sekitar Malaysia

Parameter	Unit	Kelas				
		I	IIA/B	III	IV	V
Ammonia Nitrogen (NH <sub>3</sub> -N)	mg/l	< 0.1	0.1 – 0.3	0.3 – 0.9	0.9 – 2.7	> 2.7
Oksigen Biokimia Terlarut (BOD)	mg/l	< 1	1 – 3	3 – 6	6 – 12	> 12
Oksigen Kimia Terlarut (COD)	mg/l	< 10	10 – 25	25 – 50	50 – 100	> 100
Oksigen Terlarut (DO)	mg/l	> 7	5 – 7	3 – 5	1 – 3	< 1
pH	-	> 7	6 – 7	5 – 6	< 5	> 5
Pepejal Terampai (SS)	mg/l	< 25	25 – 50	50 – 150	150 – 300	> 300
Indeks Kualiti Air (IKA)		> 92.7	76.5 – 92.7	51.9 – 76.5	31.0 – 51.9	< 31.0

Sumber: Jabatan Alam Sekitar (2011)

**Jadual 3** Status sungai berdasarkan Indeks Kualiti Air (IKA)

Kelas	Status
I (>92.7)	Sangat Baik
II (76.5 - 92.7)	Baik
III (51.9 – 76.5)	Sederhana
IV (31 – 51.9)	Tercemar
V(<30)	Sangat Tercemar

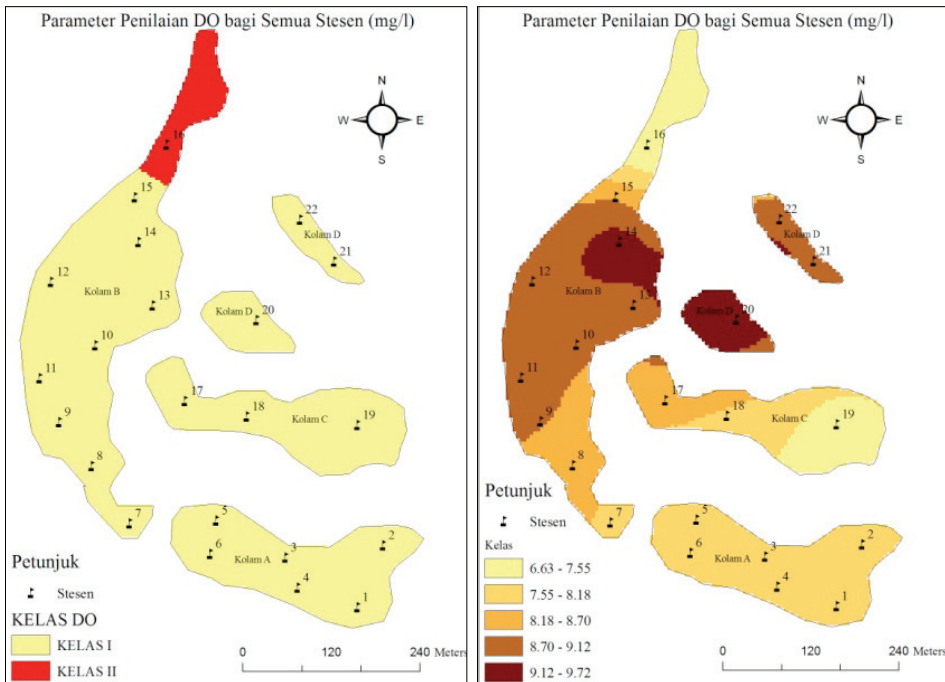
Sumber: Jabatan Alam Sekitar (2011)

### Hasil Kajian

Kualiti air tasik ditentukan melalui kajian lapangan dan analisis makmal basah serta analisis interpolasi menggunakan GIS. Hasil kajian bagi setiap parameter dibincangkan di bahagian berikutnya.

### Oksigen Terlarut (DO)

Kepekatan kandungan oksigen terlarut (DO) merupakan jumlah bekalan kandungan oksigen yang larut di dalam air. Mengikut piawaian yang dikeluarkan oleh pihak JAS, kandungan DO bagi Kelas IIB seharusnya adalah di antara 5 - 7 mg/l. Semakin tinggi oksigen dalam air maka semakin baik kualiti air. Hasil kajian mendapati nilai DO tertinggi adalah 9.74 mg/l iaitu di Stesen 20 (Kolam D) dan ini menunjukkan aras kepekatan DO di kolam tersebut berada pada tahap yang sangat baik. Nilai DO terendah adalah 6.63 mg/l di Stesen 16 (Kolam B). Walau bagaimanapun, air kolam ini masih berada pada aras kepekatan oksigen yang sangat baik (Jadual 3). Berdasarkan Rajah 2(a) nilai bacaan DO untuk TTT berada pada Kelas I dan Kelas II sementara Rajah 2(b) menunjukkan peramalan lima kelas bagi nilai DO. Hasil peramalan menunjukkan nilai DO tinggi di bahagian tengah tasik Kolam B, kolam yang menjadi tumpuan aktiviti rekreasi sukan air dijalankan dan hanya sedikit nilai DO tinggi di Stesen 20 di Kolam D.



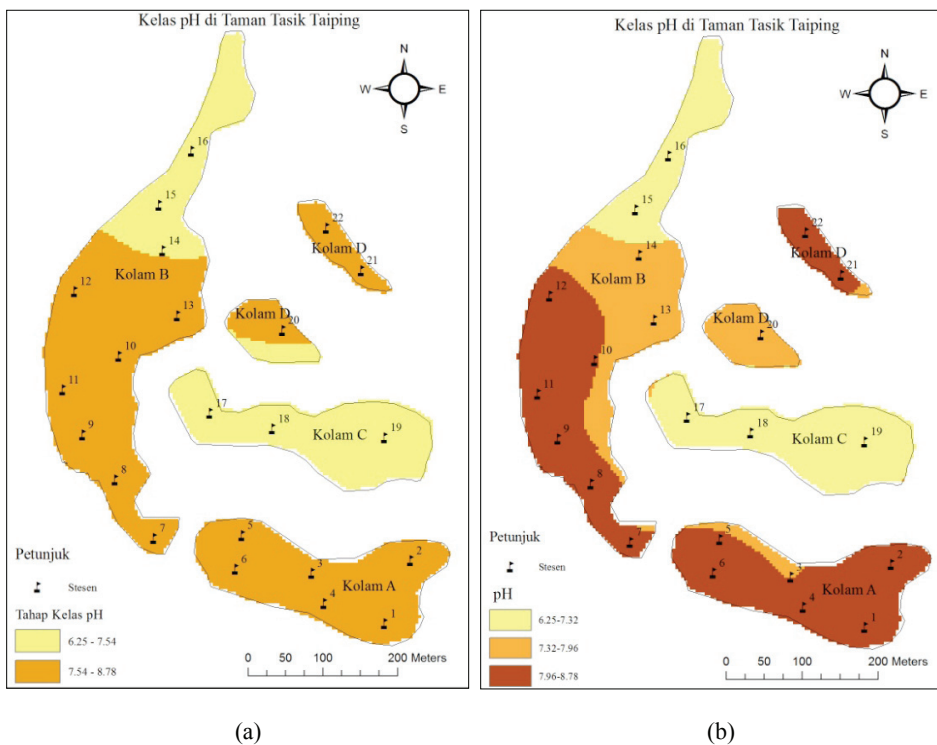
(a)

(b)

Rajah 2 (a) Kelas DO di TTT dan (b) peramalan kelas DO di TTT

## Nilai pH

Nilai pH merupakan ukuran aktiviti ion hidrogen dalam sesuatu larutan yang mengelaskan cecair tersebut sama ada pada tahap alkali, neutral mahupun berasid berdasarkan skala tertentu. Berdasarkan Jadual 3, nilai pH tertinggi adalah 8.79 iaitu di Stesen 22 (Kolam D) dan nilai pH terendah adalah di Stesen 16 (Kolam B) iaitu 6.25. Sehubungan itu, kandungan air bagi nilai pH di semua stesen lebih bersifat neutral dan beralkali dan dikelaskan selamat mengikut piawai JAS. Rajah 3(a) menunjukkan nilai pH tasik berada dalam Kelas I dan Kelas II. Nilai pH air Kelas II lebih tertumpu di bahagian tengah-tengah tasik di Kolam C dan tiga stesen persampelan daripada Kolam B. Rajah 3(b) menunjukkan serakan peramalan nilai pH yang tinggi tertumpu di bahagian selatan tasik di Kolam A, sebahagian di Kolam B yang melibatkan Stesen 7 hingga Stesen 12.

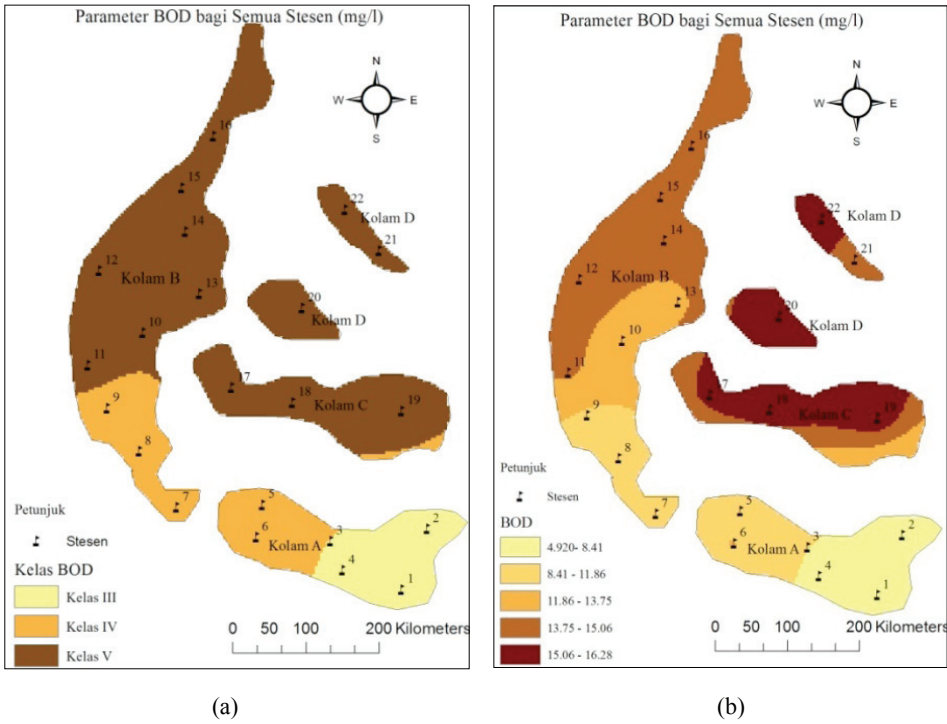


Rajah 3 (a) Kelas pH di TTT dan (b) peramalan kelas nilai pH di TTT

## Permintaan Oksigen Biokimia (BOD)

BOD adalah pengukuran jumlah bahan organik air tasik dan pengukuran jumlah oksigen yang digunakan oleh bakteria untuk proses biokimia mikro. Mengikut piawaian yang dikeluarkan oleh pihak JAS, kandungan BOD bagi Kelas IIB seharusnya tidak boleh melebihi 1 - 3 mg/l. Hasil kajian mendapati nilai BOD tertinggi adalah 16.26 mg/l iaitu di Stesen 18. Nilai BOD terendah adalah 5.10 mg/l di Stesen 2 seperti

ditunjukkan dalam Jadual 3. Oleh itu, keseluruhan dapatan bagi nilai BOD tasik adalah tercemar pada Kelas III, IV dan V seperti Rajah 4(a) dan Rajah 4(b) pula menunjukkan peramalan lima kelas bagi nilai BOD. Hasil peramalan menunjukkan nilai BOD tinggi di bahagian utara Kolam B, Kolam D dan Kolam C.



Rajah 4 (a) Kelas BOD di TTT dan (b) peramalan kelas BOD di TTT

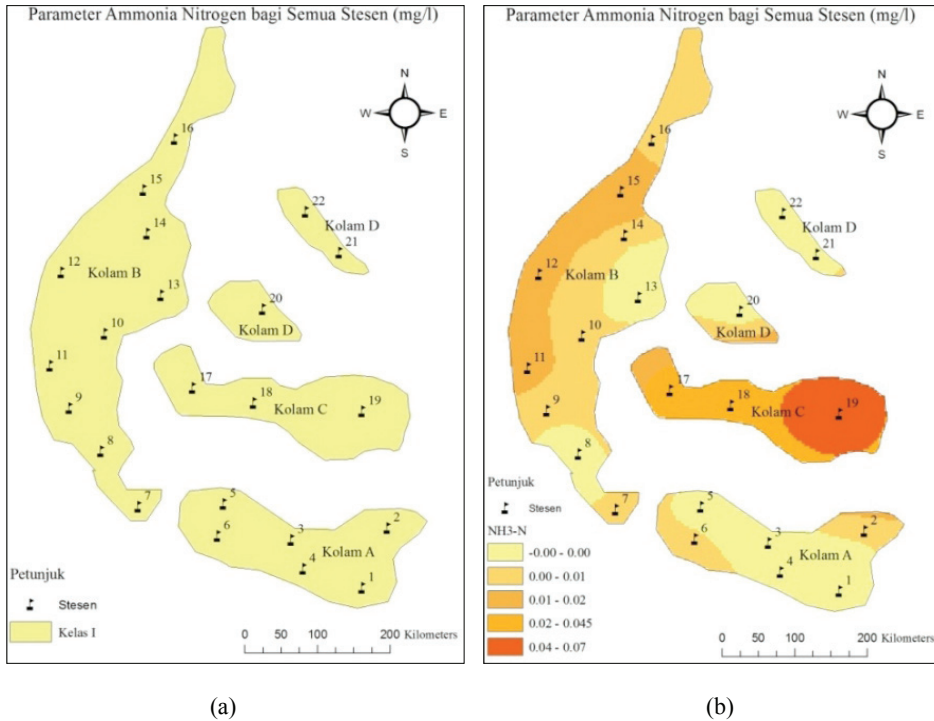
### Pepejal Terampai (SS)

SS adalah zarah terampai yang terdapat dalam air tasik seperti pasir, kelodak, tanah liat dan bahan-bahan organik kecil. Mengikut piawaian yang dikeluarkan oleh pihak JAS nilai SS diukur dalam milligram per liter (mg/l) dan kandungan SS bagi Kelas IIB seharusnya tidak boleh melebihi 25-50 mg/l. Hasil kajian mendapati nilai SS tertinggi adalah 15 mg/l iaitu di Stesen 21. Nilai terendah SS adalah 4 mg/l di Stesen 12 dan Stesen 17 seperti ditunjukkan pada Jadual 3. Oleh itu, keseluruhan nilai SS bagi TTT adalah sangat baik dan berada pada Kelas I seperti dalam Rajah 5(a). Rajah 5(b) menunjukkan peramalan lima kelas bagi nilai SS dan hasil peramalan menunjukkan corak peramalan yang dihasilkan adalah tidak sama kelas di setiap kolam. Kepekatan nilai SS tertinggi adalah di Kolam C khususnya pada Stesen 17.



**Jadual 3** Nilai dan pengelasan parameter in-situ kualiti air TTT

Stesen	Nama Kolam	DO (mg/l)	KELAS DO	BOD (mg/l)	KELAS BOD	PH	KELAS PH	SS (mg/l)	KELAS SS	NH <sub>3</sub> -N (mg/l)	KELAS NH <sub>3</sub> -N	COD (mg/l)
1	Kolam A	7.88	I	5.22	III	8.34	I	8	I	0	I	ND
2	Kolam A	8	I	5.10	III	8.47	I	9	I	0.01	I	ND
3	Kolam A	7.61	I	8.52	IV	7.92	I	5	I	0	I	ND
4	Kolam A	7.99	I	7.50	IV	8.53	I	7	I	0	I	ND
5	Kolam A	7.78	I	10.08	IV	8.06	I	10	I	0	I	ND
6	Kolam A	8.14	I	12.00	V	8.44	I	11	I	0.01	I	ND
7	Kolam B	8.09	I	11.52	IV	7.99	I	12	I	0.01	I	ND
8	Kolam B	8.44	I	9.30	IV	8.29	I	6	I	0	I	ND
9	Kolam B	8.73	I	11.52	IV	8.03	I	8	I	0.01	I	ND
10	Kolam B	8.75	I	13.02	V	8	I	9	I	0.01	I	ND
11	Kolam B	8.98	I	14.10	V	8.24	I	8	I	0.02	I	ND
12	Kolam B	9.04	I	14.64	V	8.19	I	4	I	0.02	I	ND
13	Kolam B	8.98	I	13.44	V	7.72	I	9	I	0	I	ND
14	Kolam B	9.3	I	14.28	V	7.5	I	7	I	0.01	I	ND
15	Kolam B	8.67	I	14.40	V	6.79	II	8	I	0.03	I	ND
16	Kolam B	6.63	II	14.34	V	6.25	II	7	I	0.01	I	ND
17	Kolam C	8.39	I	15.78	V	6.77	II	4	I	0.04	I	ND
18	Kolam C	8.08	I	15.84	V	7.08	II	10	I	0.04	I	ND
19	Kolam C	7.18	I	16.26	V	6.58	I	8	I	0.07	I	ND
20	Kolam D	9.74	I	16.14	V	7.73	I	6	I	ND	I	ND
21	Kolam D	8.99	I	14.16	V	8.19	I	15	I	ND	I	ND
22	Kolam D	8.99	I	16.08	V	8.79	I	12	I	ND	I	ND



Rajah 5 (a) Kelas SS di TTT dan (b) peramalan kelas SS di TTT

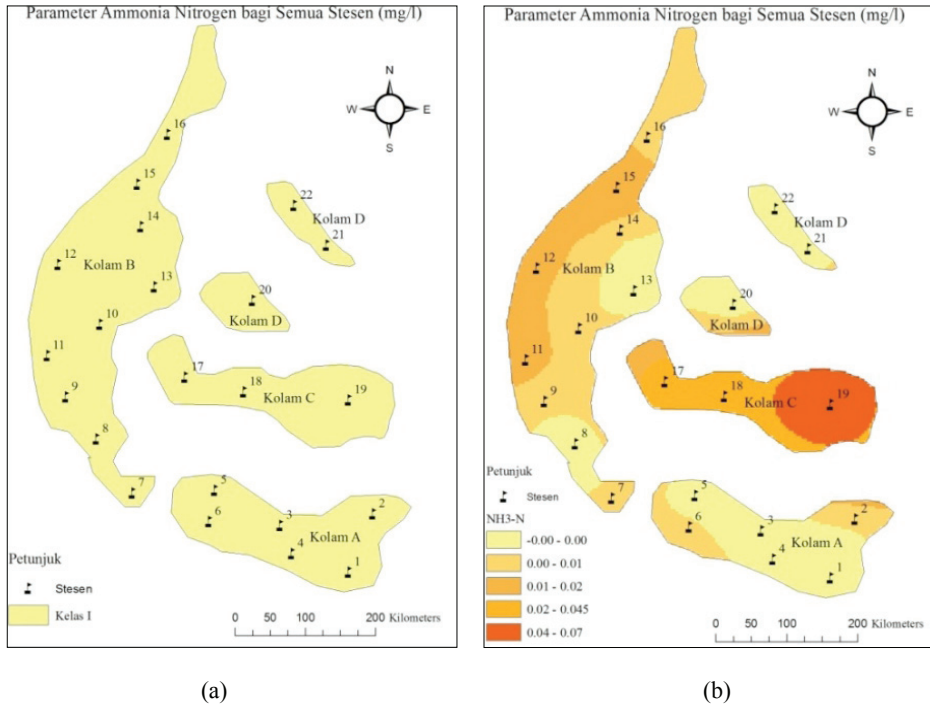
## Permintaan Oksigen Kimia (COD)

COD merupakan parameter terpenting dalam kualiti air bagi mengetahui nilai kandungan bahan organik yang boleh dioksidakan dalam air. Mengikut piawaian yang dikeluarkan oleh pihak JAS, kandungan COD bagi Kelas IIB seharusnya berada di antara 10-25 mg/l. Kandungan COD yang rendah menunjukkan kandungan pencemaran di dalam air adalah rendah, manakala kandungan COD tinggi di dalam air menunjukkan sumber air tersebut menerima bahan pencemar dan pelepasan effluen yang tinggi (Nor Azman, 2006). Berdasarkan Jadual 3 menunjukkan keseluruhan air di taman tasik Taiping bebas daripada pencemaran COD.

## Ammonia Nitrogen (NH<sub>3</sub>-N)

NH<sub>3</sub>-N adalah komponen nitrogen yang digunakan sebagai petunjuk untuk menentukan pencemaran kualiti air. Menurut World Health Organization atau WHO (2006) peningkatan NH<sub>3</sub>-N berpunca daripada penggunaan baja, pembuangan sisa oleh aktiviti pertanian ke dalam sungai atau tasik. Selain itu, ia juga mungkin berpunca daripada pengaliran sisa kumbahan ke dalam badan-badan air (JAS, 2006). Berdasarkan Jadual 3 kandungan NH<sub>3</sub>-N paling tinggi adalah 0.07 mg/l iaitu di Kolam C. Nilai NH<sub>3</sub>-N terendah adalah 0 mg/l dan ini menunjukkan semua stesen persampelan kualiti air tasik adalah sangat baik kerana nilai NH<sub>3</sub>-N kurang daripada 0.1 mg/l seperti ditunjukkan

di Rajah 6(a) yang mana nilai  $\text{NH}_3\text{-N}$  berada pada Kelas I mengikut piawaian JAS. Manakala, Rajah 6(b) menunjukkan kawasan peramalan nilai  $\text{NH}_3\text{-N}$  bagi lima kelas mendapati corak ramalan risiko tertumpu di Kolam C khususnya Stesen 19.



Rajah 6 (a) Kelas  $\text{NH}_3\text{-N}$  di TTT dan (b) peramalan kelas  $\text{NH}_3\text{-N}$  di TTT

### Penilaian Indeks Kualiti Air (IKA)

Dengan berpandukan standard piawaian yang dikeluarkan oleh pihak JAS, penilaian IKA tasik ditentukan berdasarkan rumus berikut:

$$\text{IKA} : (0.22 \times \text{SIDO}) + (0.19 \times \text{SIBOD}) + (0.16 \times \text{SICOD}) + (0.15 \times \text{SIAN}) + (0.16 \times \text{SISS}) + (0.12 \times \text{SipH})$$

di mana:

- SIDO = SubIndeks DO (%)
- SIBOD = Sub Indeks BOD
- SICOD = SubIndeks COD
- SIAN = SubIndeks  $\text{NH}_3\text{-N}$
- SISS = SubIndeks SS
- SipH = SubIndeks pH

$$0 \leq \text{IKA} \leq 100$$

Jadual 4 menunjukkan formula pengiraan untuk mendapatkan nilai sub indeks untuk enam parameter iaitu nilai pH, DO, BOD, COD, SS dan NH<sub>3</sub>-N. Nilai IKA tasik ditentukan dalam peratus (%). Penentuan kelas IKA boleh ditentukan sama ada sangat baik, baik, sederhana, tercemar dan sangat tercemar berdasarkan pada Jadual 1 dan Jadual 2.

**Jadual 4** Formula pengiraan subindeks DOE-WQI bagi parameter air

Parameter	Nilai	Persamaan sub indeks (SI)
DO	Jika $X \leq 8$	SIDO = 0
	Jika $X \leq 92$	SIDO = 100
	Jika $8 < X < 92$	SIDO = $-0.395 + 0.03X^2 - 0.000198X^3$
BOD	Jika $X \leq 5$	SIBOD = $100.4 - 4.32X$
	Jika $X > 5$	SIBOD = $108\exp(-0.055x) - 0.1X$
COD	Jika $X \leq 20$	SICOD = $-1.33x + 99.1$
	Jika $X > 20$	SICOD = $103 \times \exp(-0.573x) - 0.04 \times$
NH <sub>3</sub> -N	Jika $X \leq 0.3$	SIAN = $100.5 - 105x$
	Jika $X 0.3 < X < 4$	SIAN $94 \times \exp(-0.573x) - 5x - 2I$
	Jika $X \geq 4$	SIAN = 0
SS	Jika $X \leq 100$	SISS = $97.5 \times \exp(-0.00676x) + 0.05x$
	Jika $100 < X < 1000$	SISS = $71 \times \exp(-0.0016x) + 0.015x$
	Jika $X \geq 1000$	SISS = 0
pH	Jika $X < 5.5$	SIpH = $17.02 - 17.2x + 5.02x^2$
	Jika $5.5 \leq X \leq 7$	SIpH = $-242 + 95.5x - 6.67x^2$
	Jika $7 \leq X \leq 8.75$	SIpH = $-181 + 82.4x - 6.05x^2$
	Jika $X \geq 8.75$	SIpH = $536 - 77.0x + 2.76x^2$

Sumber: JAS (2011)

Keputusan IKA bagi tasik Taiping mendapati hanya dua buah stesen sahaja berada pada Kelas I atau pun kualiti air yang berstatus sangat baik iaitu di Stesen 1 dan Stesen 2 dengan nilai IKA lebih daripada 92.7 peratus. Manakala, stesen selebihnya berada pada keadaan baik (Kelas II) dengan nilai IKA adalah 76.5 - 92.7 peratus seperti ditunjukkan dalam Jadual 5.

## Kesimpulan

Keseluruhan kajian mendapati kualiti air TTT adalah tidak tercemar dan selamat digunakan bagi tujuan rekreasi. Kaedah interpolasi dalam memetakan kualiti air tasik ini amat membantu banyak pihak khususnya pihak Majlis Pemandaran Taiping (MPT) untuk merancang aktiviti air yang bersesuaian dengan tahap kualiti air tasik. Di samping itu, ia dapat mengenal pasti kawasan yang berisiko serta menggundang bahaya kepada pengunjung dan memudahkan pihak MPT membuat langkah-langkah pemantauan

**Jadual 5** Hasil dapatan untuk pengiraan IKA TTT

Stesen	Klasifikasi Kualiti Air Berdasarkan Indeks Kualiti Air (JAS)										Kelas IKA	$WQI = (0.22 * SIDO) + (0.19 * SIBOD) + (0.15 * SIAN) + (0.16 * SISS) + (0.12 * SIpH) \times 100/84$
	SIDO	SIBOD	SICOD	SIAN	SISS	SipH	IKA	IKA	IKA	IKA		
1	100	80.52	99.1	100.5	92.76	85.4	93.322	I	77.46			
2	100	81.07	99.1	99.45	92.19	82.89	92.876	I	77.02			
3	100	66.74	99.1	100.5	94.5	92.11	92.782	II	75.93			
4	100	70.745	99.1	100.5	93.34	81.66	91.107	II	75.25			
5	100	61.02	99.1	100.5	91.62	90.11	90	II	74.14			
6	100	54.61	99.1	99.45	91.06	83.49	87.74	II	71.88			
7	100	56.16	99.1	99.45	90.5	91.14	88.86	II	73.00			
8	100	63.82	99.1	100.5	93.92	86.31	90.44	II	74.59			
9	100	56.16	99.1	99.45	92.76	90.56	89.15	II	73.30			
10	100	51.47	99.1	99.45	92.19	91	88.22	II	72.37			
11	100	48.32	99.1	98.4	92.76	87.19	87.1	II	71.25			
12	100	46.81	99.1	98.4	95.09	88.04	87.29	II	71.43			
13	100	50.22	99.1	100.5	92.19	94.55	88.57	II	72.71			
14	100	47.81	99.1	99.45	93.34	96.68	88.39	II	72.54			
15	100	47.47	99.1	97.35	92.76	98.93	88.19	II	72.34			
16	94.26	47.64	99.1	99.45	93.34	94.32	86.81	II	70.96			
17	100	43.76	99.1	96.3	95.09	97.75	87.56	II	71.70			
18	100	43.6	99.1	96.3	91.62	99.12	87.14	II	71.28			
19	100	42.53	99.1	93.15	92.76	97.6	86.55	II	70.61			
20	100	42.83	99.1	100.5	93.92	94.44	87.43	II	71.57			
21	100	48.15	99.1	100.5	88.84	88.04	88.04	II	71.00			
22	100	48.15	99.1	100.5	88.84	88.04	86.86	II	71.00			

## Rujukan

- Ahmad Ismail & Ahmad Badri Mohammad. (1995). *Ekologi air tawar*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Azilah Kasim & Hisham Dzakiria. (2003). *Rekreasi kampus di Universiti Utara Malaysia*. Sintok: Universiti Utara Malaysia.
- Farrel-Poe, K. (2000). Water quality and monitoring. Diperolehi 6 Januari 2013 daripada <http://cals.arizona.edu/watershedsteward/resources/docs/guide/%2810%29Water%20Quality.pdf>.
- Jabatan Alam Sekitar. (2006). *Laporan tahunan 2006*. Putrajaya: Jabatan Alam Sekitar, Kementerian Sumber Asli & Alam Sekitar.
- Jabatan Alam Sekitar. (2011). *Laporan tahunan 2011*. Di peroleh <http://www.doe.gov.my/library/laporan-tahunan-perpustakaan/> pada 20 April 2013. Putrajaya: Penerbit Jabatan Alam Sekitar, Kementerian Sumber Asli & Alam Sekitar.
- Jabatan Perancangan Bandar dan Desa Perak Darul Ridzuan (JPBD Perak) 2000. *Draf Rancangan Struktur Negeri Perak 2001 – 2020*. Ipoh: Jabatan Perancangan Bandar dan Desa Perak Darul Ridzuan.
- Jabatan Perangkaan Malaysia. (2011). *Statistik glosari terma alam sekitar*. Diperoleh pada 30 April daripada [http://www.statistics.gov.my/portal/download\\_Environment/files/Compendium\\_2011/13-GLOSARI.pdf](http://www.statistics.gov.my/portal/download_Environment/files/Compendium_2011/13-GLOSARI.pdf).
- Katiman Rostam & Asmah Ahmad. (2006). *Penilaian dan pengurusan sumber alam*. Bangi: Penerbit Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Majlis Bandaraya Petaling Jaya. (2012). Kenyataan media rawatan air tasik elak bau. Diperoleh daripada [www.mbpj.gov.my](http://www.mbpj.gov.my) pada 03 April 2013.
- Miller, T. (2005). *Living in the environment*. Australia: Thomson Learning.
- Nasir Nayan. (2006). *Persekitaran sistem maklumat geografi (GIS)*. Tanjong Malim: Penerbit Universiti Pendidikan Sultan Idris Shah.
- Nasir Nayan, Mohamad Suhaily Yusri Che Ngah, Mohd Hairy Ibrahim, Yazid Salleh, Azmi Ahmad Baharom, Mohmadisa Hashim & Zahid Mat Said. (2012). Sebaran kualiti air untuk aktiviti rekreasi sukan air di Tasik YDP, Slim River, Perak. Dlm. Haliza Abdul Rahman, Sakinah Harith & Hasmah Abdullah (pnyt.), *Isu persekitaran dan kesihatan di Malaysia*, ms. 19-35. Batu Pahat: Penerbit Universiti Tun Hussien Onn Malaysia.
- Nor Azman Kasan (2006). *Kualiti air sungai berdasarkan analisis kimia dan kepelbagaian alga*. Tesis Sarjana Muda Kejuruteraan Awam, Universiti Teknologi Malaysia yang tidak diterbitkan.
- Norasikin Hassan, Dasimah Omar, Norizan Mt Akhir & Siti Nabilah Mohd Shaari. (2013). Taman Tasik Taiping: Kajian terhadap kesedaran dan kesediaan pengguna terhadap pengiktirafan tasik warisan dunia (UNESCO). Dlm. *Prosiding Persidangan Kebangsaan Geografi & Alam Sekitar Kali Ke-4*, ms. 603-611. Tanjong Malim: Penerbit Jabatan Geografi & Alam Sekitar.
- Norhalzina Ezreen Harun. (2006). Kajian penentuan kawasan bukit berisiko menggunakan sistem maklumat geografi (GIS). Tesis Sarjana Muda Universiti Teknologi Malaysia yang tidak diterbitkan. Diperoleh 30 April 2013 daripada [http://eprints.utm.my/3596/1/Norhaliza Ezreen HarunMGD2006TTT.pdf](http://eprints.utm.my/3596/1/Norhaliza%20Ezreen%20HarunMGD2006TTT.pdf).
- Rancangan Kawasan Khas Kawasan Warisan Bandar Taiping (RKK). (2012). Diperoleh daripada [http://epublisiti.townplan.gov.my/muat\\_turun/Status%20Kemajuan%20Rancangan%20Kawasan%20Khas\\_Jun2012.pdf](http://epublisiti.townplan.gov.my/muat_turun/Status%20Kemajuan%20Rancangan%20Kawasan%20Khas_Jun2012.pdf). pada 27 April 2013.
- Ruslan Ranis & Noresah Mohd Shariff. (1998). *Sistem maklumat geografi*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Tomar, M. (1999). *Laboratory manual for the quality assessment of water and wastewater*. Boca Raton: CRC Press/Lewis Publisher.
- World Health Organization. (2006). *Guidelines for drinking water quality: First addendum to third edition, volume 1 recommendations*. Geneva: WHO.