

Kajian Kualiti Air Tasik Kejuruteraan UKM ke arah mewujudkan Kampus Lestari dan Mesra Alam

Othman A. Karim, Irene Lee Pei Ngo, Mazlin Mokhtar dan Azami Zaharim

Jabatan Kejuruteraan Awam & Struktur
Fakulti Kejuruteraan,
Universiti Kebangsaan Malaysia,
43600 UKM Bangi, Selangor Darul Ehsan.
email: oak@vlsi.eng.ukm.my

Received Date: 4th August 2005 Accepted Date: 28th June 2006

ABSTRAK

Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM) sedang berusaha mewujudkan "Kampus Lestari dan Mesra Alam". Pengurusan badan air merupakan salah satu proses penting ke arah pembangunan penyelarasan dan pengurusan air, tanah dan sumber-sumber berkaitan untuk memaksimumkan manfaat ekonomi dan sosial secara seimbang tanpa menjejaskan kelestarian ekosistem. Kajian mengenai kualiti air Tasik Kejuruteraan, kampus UKM Bangi dijalankan untuk menentukan kualiti air dan nilai Indeks Kualiti Air (IKA) serta pengkelasannya berdasarkan piawaian Interim Kualiti Air Kebangsaan (INWQS). Kajian ini bertujuan untuk mengenalpasti sumber dan tahap pencemaran air tasik ini, selain daripada berfungsi sebagai kawasan tadahan turut digunakan untuk aktiviti rekreasi air. Parameter-parameter yang diukur adalah pH, suhu, oksigen terlarut (DO), konduktiviti, kekeruhan, jumlah pepejal terampai (TSS), permintaan oksigen biokimia (BOD), permintaan oksigen kimia (COD), nitrogen ammonia (NH₃-N), plumbum dan kadmium. Parameter-parameter suhu, pH, konduktiviti, oksigen terlarut dan kekeruhan diukur secara in-situ dengan menggunakan peralatan yang telah dikalibrasi. Kandungan logam berat ditentukan dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom (AAS). Kaedah pensampelan dan analisis dilakukan mengikut garis panduan yang dicadangkan dalam American Public Health Association (APHA). Pada keadaan normal, kadar aliran masuk bagi tasik ialah 0.057 m³s⁻¹ manakala, kadar aliran keluar ialah 0.052 m³s⁻¹. Secara teori, masa mastautin air tasik dengan kedalaman purata tasik 1.5 m dan keluasan 18,000 m² ialah 62.5 hari. Semua stesen pensampelan berada pada Kelas II, iaitu baik kecuali stesen S2 dikategori sebagai Kelas III, iaitu sedikit tercemar.

Kata kunci : UKM, kampus lestari, kampus mesra sekitaran, INWQS

ABSTRACT

Universiti Kebangsaan Malaysia is working towards the establishment of "Sustainable and Environmental Friendly Campus." The management of water bodies promotes the coordinated development and management of water, land and related resources, in order to maximise the benefit in term of economic and social welfare

in an equitable manner without compromising the sustainability of vital ecosystems. A study on the water quality of Tasik Kejuruteraan of the UKM Bangi campus was carried out to determine the water quality, Water Quality Index (WQI) and its classification according to Interim National Water Quality Standard (INWQS). The purpose of this study was to identify the sources of the water pollution and level of pollution at the lake. The effect of dry and rainy days on the water quality was also evaluated. Parameters selected were pH, temperature, dissolved oxygen (DO), conductivity, turbidity, total suspended solids (TSS), biochemical oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD), ammoniacal-nitrogen, lead and cadmium. Temperature, pH, conductivity, dissolved oxygen and turbidity were measured in-situ by using calibrated meters. Heavy metal concentrations were determined by using Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). Methods of sampling and water analyses were performed according to recommendations outlined by the American Public Health Association (APHA). On normal days, the average inflow and outflow of the lake were $0.057 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ and $0.052 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ respectively. The theoretical retention time of the lake with mean depth of 1.5 m and an area of $18,000 \text{ m}^2$ was 62.5 days. All sampling stations were categorized as Class II i.e. good water quality except station S2, which was categorized as Class III or slightly polluted.

Keywords : UKM, sustainable campus, environmental friendly campus, INWQS

PENGENALAN

Universiti Kebangsaan Malaysia sedang mengambil langkah menjadikan kampusnya sebagai model "Kampus Lestari dan Mesra Alam" merangkumi semua aspek pembangunan dan pengurusan dalam bidang-bidang tertentu. Ini termasuklah sistem pengurusan sumber dan kualiti air, pengurusan sisa pepejal, sistem pengangkutan jalanraya dan seumpamanya. Salah satu komponen yang dilihat, yang menjadi topik kajian kertas ini ialah kualiti air. Terdapat beberapa tasik di sekitar kawasan kampus induk UKM. Fokus kajian ini ialah tasik yang berhampiran dengan kawasan Fakulti Kejuruteraan atau dikenali sebagai Tasik Kejuruteraan (lihat Rajah 1). Selain daripada berfungsi sebagai kawasan tadahan bagi melengahkan aliran ke Sg. Langat ia juga turut digunakan sebagai kawasan rekreasi air. Tasik ini turut digunakan oleh Fakulti Pendidikan bagi kursus asas kayak (*canoeing*). Oleh itu sewajarnya kualiti air tasik ini dipantau bagi memastikan ianya selamat digunakan, di samping memberi satu panorama yang menambah keindahan kampus. Ini termasuklah mengenalpasti punca pencemaran yang memasuki tasik ini dan seterusnya memperkenalkan langkah-langkah yang bersesuaian bagi mengawal tahap pencemaran. Air limpahan tasik ini seterusnya mengalir ke Sg. Langat.

Salah satu pendekatan yang akan digunakan ialah memperkenalkan Pengurusan Bersepadu Lem-bangan Sungai atau *Integrated River Basin Management (IRBM)*. Ianya melibatkan kaedah

pengurusan bersepadu dalam mengatasi isu-isu sumber dan kualiti air.

Pencemaran air telah mula kelihatan berlaku di tasik dan kualiti air menjadi semakin teruk khususnya TSS. Nilai estetik tasik telah menurun dan pemandangan di tasik tidak menyenangkan mata. Sumber-sumber pencemaran yang mungkin ialah dari projek pembinaan di sekitar tasik antaranya pembangunan Kolej Pendita Zaaba dan kompleks tambahan Fakulti Teknologi dan Sains Maklumat (FTSM) yang melibatkan kerja-kerja tanah. Terdapat juga sebuah kantin dan blok-blok makmal Fakulti Kejuruteraan di sepanjang saluran menuju ke tasik. Kajian kualiti air perlu dijalankan untuk mengenalpasti sumber dan tahap pencemaran air tasik dengan menggunakan parameter fizikal dan kimia, seterusnya, Indeks Kualiti Air (IKA) ditentukan.

OBJEKTIF KAJIAN

Objektif yang ingin dicapai di dalam kajian kualiti air ini ialah: (1) mengkaji sistem saluran ke Tasik Kejuruteraan, kampus UKM Bangi; (2) menentukan kualiti air pada hari kering dan hari hujan dan kemudian membandingkan dengan piawaian Interim Kualiti Air Kebangsaan (INWQS) dan piawaian lain yang sesuai untuk menentukan status pencemaran; (3) memberi cadangan tentang langkah-langkah yang perlu diambil untuk mengurangkan pencemaran air dan mengindahkan tasik bagi menghasilkan suasana sihat dan harmoni selaras dengan usaha mewujudkan kampus lestari dan tema 'Universiti dalam Taman'.

METODOLOGI

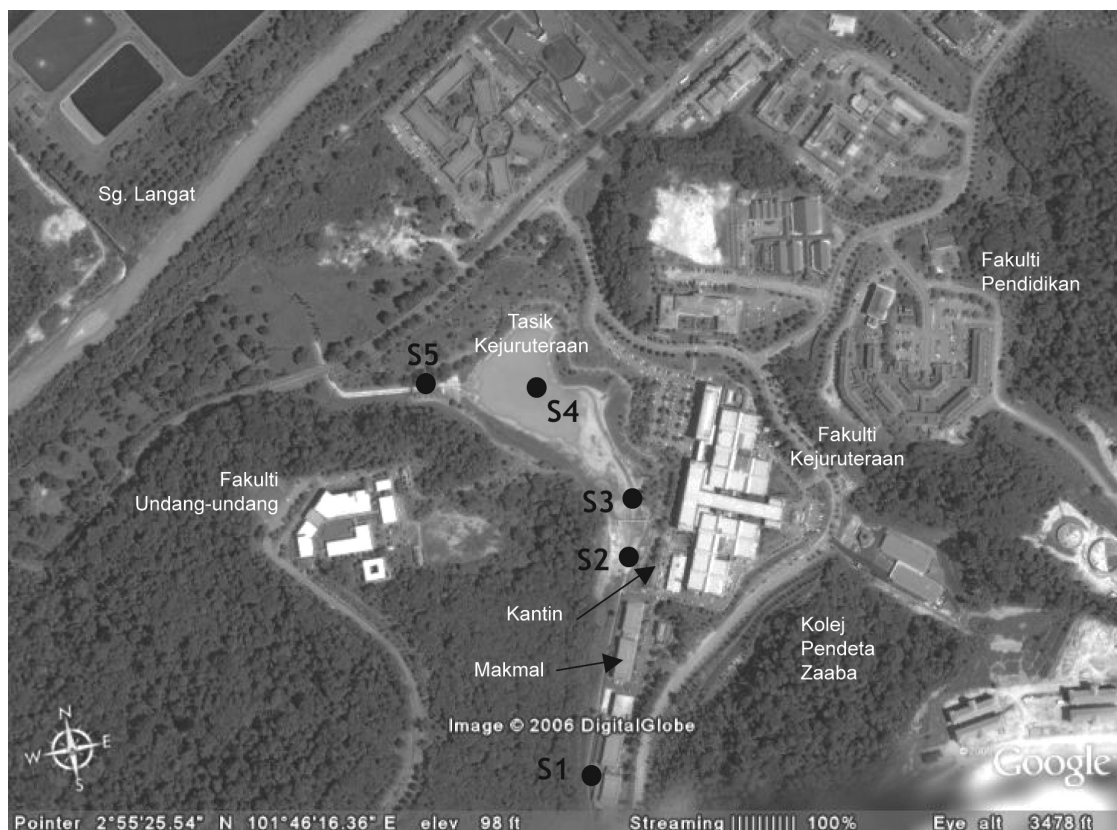
Kajian kes telah dijalankan di sebuah tasik yang terletak berhampiran Fakulti Kejuruteraan, kampus UKM Bangi di Selangor. Tasik Kejuruteraan ini diubahsuai dari kawasan paya yang ada saliran sungai ke tasik buatan manusia pada tahun 1989. Airnya mengalir dari bukit yang berhutan ke tasik dan air tasik mengalir ke Sg. Langat. Kawasan sekelilingnya telah dikembangkan menjadi taman rekreasi dengan lorong pejalan kaki, trek jogging, pondok wakaf dan menawarkan aktiviti kayak. Anggaran keluasan Tasik Kejuruteraan ini ialah kira-kira 1.8 hektar. Kedalamannya secara purata ialah 1.5 m. Jabatan Pengurusan Pembangunan (JPP) bertanggungjawab untuk mengembang dan mengurus tasik serta bertanggungjawab memantau dan menjaga kebersihan tasik.

Pencemaran air telah mula kelihatan berlaku di tasik dan kualiti air menjadi semakin menurun, khususnya setiap kali kejadian hujan. Nilai estetik tasik telah menurun dan pemandangan di tasik tidak menyenangkan mata dengan kekeruhan yang tinggi serta sampah sarap yang terkumpul di dalam kawasan tasik. Punca pencemaran boleh dibahagi kepada pencemar tentu dan pencemar tidak tentu. Di Tasik Kejuruteraan, pencemar tentu yang dikenalpasti termasuk hakisan

permukaan tanah akibat projek pembinaan Kolej Pendeta Zaaba dan kompleks Fakulti Teknologi dan Sains Maklumat (FTSM), pelepasan sisa dari kantin, makmal Fakulti Kejuruteraan dan longkang pelepasan air dari bangunan Fakulti Kejuruteraan. Menurut JPP, semua air buangan samada air dari makmal, tandas atau kantin disalurkan oleh paip pembentungan ke tangki kumbahan yang kemudiannya disalurkan ke kolam pengoksidaan kumbahan UKM untuk proses perawatan sebelum ia dialirkan ke Sg. Langat. Air larian hujan dan hakisan kelodak di sekeliling tasik merupakan pencemar tidak tentu.

Untuk menjalankan kajian kualiti air ke atas Tasik Kejuruteraan, sebanyak lima lokasi telah ditentukan sebagai stesen pensampelan (Rujuk Rajah 1 dan Jadual 1).

Parameter-parameter yang dicerap bagi setiap stesen termasuklah pH, suhu, oksigen terlarut (DO), konduktiviti, kekeruhan, jumlah pepejal terampai (TSS), permintaan oksigen biokimia (BOD), permintaan oksigen kimia (COD), nitrogen ammonia (NH₃-N), plumbum dan kadmium. Cerapan data dilakukan pada tarikh-tarikh 24/8/04, 1/9/04, 6/9/04, 14/9/04, 21/9/04 dan 25/11/04. Tiga daripadanya diambil



Rajah 1. Pandangan udara menunjukkan lokasi stesen persampelan (Sumber foto: Google Earth)

Jadual 1. Lokasi dan perihalan ringkas mengenai stesen persampelan

Stesen	Koordinat	Penerangan
1	U 02°55'12.1" T101° 46'20.3"	Aliran air sungai dari bukit (saluran terbuka) memasuki kawasan tasik
2	U 02°55'12.4" T101° 46'23.6"	Perangkap lumpur yang berdekatan dengan makmal dan kantin Fakulti Kejuruteraan (sebelum memasuki tasik)
3	U 02°55'24.0" T101° 46'24.5"	Aliran air dari longkang Bangunan Fakulti Kejuruteraan.
4	U 02°55'28.4" T101° 46'20.7"	Kawasan tasik
5	U 02°55'28.2" T101° 46'17.4"	Kawasan aliran keluar air tasik (empang limbah) ke Sg. Langat.

pada ketika hari hujan iaitu 28/4/04, 21/9/04 dan 25/11/04 manakala selebihnya tidak hujan atau dinamakan hari kering. Parameter-parameter suhu, pH, konduktiviti, oksigen terlarut dan kekeruhan diukur secara *in-situ* dengan menggunakan meter yang telah dikalibrasi. Kandungan logam berat ditentukan dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom (AAS). Kaedah pengawetan dan penyimpanan sampel sebelum analisis kepekatan parameter tersebut adalah seperti yang disarankan oleh APHA (1998).

Kaedah pensampelan dan analisis dilakukan mengikut garis panduan yang dicadangkan oleh APHA. Secara ringkas, pengukuran suhu, pH, DO, konduktiviti diukur dengan meter oksigen terlarut model YSI 556. Meter kekeruhan 2020 berjenama Lamotte digunakan untuk mengukur kekeruhan. TSS ditentukan dengan kaedah APHA 2540D melalui penurasan dan pengeringan pada 103-105°C. Penentuan BOD pula dilakukan menurut kaedah APHA 5210B manakala COD pula ditentukan melalui kaedah refluks terbuka APHA 5220B. Nitrogen ammonia diukur dengan kaedah HACH Quick Program 380 (Kaedah Nessler) menggunakan spektrometer HACH DR2000 pada jarak gelombang 425 nm. Halaju aliran diukur dengan meter aliran elektromagnet model Valeport 801.

ANALISIS DAN KEPUTUSAN

Hasil ukuran purata keluasan melintang bagi aliran masuk, A_{in} , ialah 0.151 m^2 dan aliran keluar A_{out} , ialah 0.092 m^2 . Kadar alir, Q dikira menggunakan persamaan keselantaran; $Q(\text{m}^3\text{s}^{-1}) = V \times A$, di mana V ialah halaju yang diukur pada titik masuk dan keluar tasik berkenaan. Purata

halaju air masuk V_{in} dan keluar V_{out} ialah masing-masing 0.376 ms^{-1} dan 0.567 ms^{-1} . Oleh itu, purata kadar alir masuk, Q_{in} ialah $0.057 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ manakala purata kadar alir keluar ialah $0.052 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. Dari sini, perbezaan luahan aliran masuk dan keluar tasik ialah $5.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3\text{s}^{-1}$.

Masa mastautin air t_h di dalam tasik boleh ditentukan menerusi persamaan (DID, 2000):

$$t_h = I / Q \quad (1)$$

di mana I = isipadu tasik (m^3),

Q = luahan aliran masuk & keluar (m^3s^{-1})

Oleh itu, dijangka air tasik akan berada dalam tasik selama ialah $5.4 \times 10^6 \text{ s}$ atau 62.5 hari.

Bagi pengiraan sesuatu pencemar, purata kepekatan di lima stesen diambilkira:

$$\text{Jumlah berat, } M = C \times I \quad (2)$$

di mana C = kepekatan sebatian,

I = isipadu air

Kadar aliran berat,

$$L = C \times Q_{out} \quad (3)$$

Persamaan (3) boleh digunakan untuk menganggar jumlah pencemar yang mengalir dari Tasik Kejuruteraan ke dalam Sg. Langat.

Parameter-parameter yang terlibat

Nilai purata bagi setiap parameter kajian pada pensampelan hari kering dan hari hujan diringkaskan dalam Jadual 2 dan Jadual 3.

Jadual 2. Nilai purata parameter kajian pada pensampelan hari kering (1/9/04, 6/9/04, 14/9/04)

Parameter	Stesen				
	S1	S2	S3	S4	S5
Suhu (°C)	28.00	29.66	28.22	29.91	30.62
pH	6.06	6.64	6.42	6.57	6.84
Konduktiviti(μScm^{-1})	205.00	207.67	204.00	173.67	175.00
Kekeruhan (NTU)	5.37	12.70	7.84	9.79	9.78
TSS (mgL^{-1})	5.83	6.50	7.00	5.67	5.33
DO (mgL^{-1})	7.20	7.58	5.80	8.09	8.53
DO (%)	92.80	99.20	73.47	105.50	112.97
$\text{NH}_3\text{-N}$ (mgL^{-1})	0.25	0.21	0.08	1.36	0.44
BOD(mgL^{-1})	0.92	2.21	2.64	1.50	0.49
COD(mgL^{-1})	61.33	57.33	62.67	56.00	60.00
Pb (mgL^{-1})	0.3612	0.32	0.32	0.40	0.36
Cd (mgL^{-1})	0.09	0.11	0.11	0.10	0.11

Jadual 3. Nilai purata parameter kajian pada pensampelan hari hujan (24/8/04, 21/9/04, 25/11/04)

Parameter	Stesen				
	S1	S2	S3	S4	S5
Suhu (°C)	28.30	28.97	28.08	29.42	30.84
pH	7.05	7.30	7.06	6.96	7.57
Konduktiviti(μScm^{-1})	168.33	200.00	175.33	174.67	189.33
Kekeruhan (NTU)	26.10	192.27	12.19	29.53	28.83
TSS (mgL^{-1})	20.17	69.00	20.83	18.50	18.00
DO (mgL^{-1})	6.82	6.00	5.47	7.20	7.70
DO (%)	87.67	78.70	70.10	94.17	103.90
$\text{NH}_3\text{-N}$ (mgL^{-1})	0.49	1.54	0.36	0.41	0.42
BOD(mgL^{-1})	0.72	3.48	2.69	2.33	0.77
COD(mgL^{-1})	59.73	59.88	51.09	42.87	64.37
Pb (mgL^{-1})	0.19	0.15	0.14	0.12	0.17
Cd (mgL^{-1})	0.29	0.09	0.09	0.10	0.10

Suhu

Purata bacaan suhu bagi tiga hari cerapan hari kering (1/9/04, 6/9/04 dan 14/9/04) berada dalam julat 28.00°C hingga 30.62°C manakala pada hari hujan (24/8/04, 21/9/04, 25/11/04) cerapan suhu berada dalam julat 28.30°C hingga 30.84°C bagi Stesen 1-5.

pH

Data lapangan menunjukkan nilai pH stesen kajian berada dalam julat antara 6.06 hingga 7.57, iaitu berada pada subkelas IIA. Berdasarkan INWQS (JAS, 2001), nilai pH yang melebihi julat 6 hingga 9, menunjukkan pencemaran air

telah berlaku. Namun menurut APHA (1992), kebiasaannya nilai pH air yang neutral ialah di antara julat 4 hingga 9. Nilai ini adalah merupakan nilai biasa yang menunjukkan kehadiran ion bikarbonat dan karbonat dalam keadaan alkali dan logam alkali bumi. Nilai pH air semulajadi dipengaruhi oleh bahan organik tanah seperti asid humik, asid tanik, asid uronik dan asid mineral hasil aktiviti tanah (Mazlin et al., 2004).

Konduktiviti

Konduktiviti mengukur bahan bukan organik terlarut yang terion membentuk elektrolit. Menurut Chapman (1992), konduktiviti air

permukaan biasanya berada dalam julat 10 μScm^{-1} hingga 1000 μScm^{-1} , tetapi boleh melebihi nilai julat bagi air yang tercemar atau sistem saliran yang menerima air larian permukaan. Data konduktiviti kajian menunjukkan ia berada dalam julat 168.33 μScm^{-1} hingga 207.67 μScm^{-1} . Jadual 2 dan 3 turut menunjukkan bahawa konduktiviti dan jumlah pepejal terampai adalah berkadaran terus antara satu sama lain.

Kekeruhan

Nilai kekeruhan berada dalam julat 12.19 NTU hingga 192.27 NTU. Semua stesen berada pada subkelas I kecuali S2 yang melampaui paras maksimum 50 NTU yang disarankan oleh subkelas IIB. Stesen S2 adalah paling keruh (192.27 NTU) pada hari hujan kerana merupakan perangkap lumpur yang memerangkap sedimen dari projek pembinaan Kolej Pendeta Zaaba dan aliran larian tadahan kompleks FTSM.

Jumlah Sedimen Terampai (TSS)

TSS umumnya akan memberi bacaan lebih tinggi pada hari hujan kerana air larian permukaan sewaktu hujan mempunyai daya hakisan yang tinggi serta mengakibatkan kadar hakisan tanah yang kuat dan menyumbang kepada peningkatan pepejal terampai di kawasan tanah rata terutamanya yang terdedah akibat proses pembangunan. Nilai TSS berada dalam julat 5.33 mgL^{-1} hingga 69.00 mgL^{-1} . Pada hari kering, semua stesen terletak pada subkelas I. Manakala pada hari hujan, semua stesen dikategori sebagai subkelas I kecuali S2 berada pada subkelas III. Stesen S2 mempunyai TSS yang paling tinggi (69.00 mgL^{-1}) pada hari hujan kerana ia terletak di belakang perangkap kelodak yang memerangkap sedimen dari projek pembinaan Kolej Pendeta Zaaba dan kompleks FTSM. Pada keadaan normal, jumlah berat TSS dalam tasik ialah 163.78 kg. Anggaran jumlah pepejal terampai yang mengalir masuk ke Sg. Langat ialah 27.81 kg setiap hari.

Oksigen Terlarut

DO cerapan berada dalam julat 5.47 mgL^{-1} hingga 8.53 mgL^{-1} . Pada hari kering, semua stesen berada pada subkelas I kecuali S3 berada pada subkelas IIA. Pada hari hujan, S4 dan S5 berada pada subkelas I manakala S1, S2, S3 berada pada subkelas IIA. S3 mempunyai nilai DO yang paling

rendah (5.47 mgL^{-1}) atas kehadiran bahan organik yang tinggi di S3 kerana bakteria menggunakan oksigen terlarut semasa proses penguraian bahan organik tersebut. Pada keadaan normal, dianggarkan terdapat 200.88 kg oksigen terlarut dalam air tasik.

Nitrogen Ammonia

Nilai nitrogen ammonia berada dalam julat 0.08 mgL^{-1} hingga 1.54 mgL^{-1} . Pada hari kering, Stesen S3 terletak dalam subkelas I. S2 dan S3 berada pada subkelas IIA, manakala S5 terletak pada subkelas III dan S4 terletak pada subkelas IV. Pada hari hujan, Stesen S1, S3, S4 dan S5 dikategori sebagai subkelas III dan S2 terletak pada subkelas IV. Ini mungkin disebabkan air kumbahan domestik yang dilepaskan ke dalam Tasik Kejuruteraan dan pembuangan sisa makanan dari kantin. Menurut Jabatan Pengurusan Pembangunan (JPP), semua air buangan samada air dalam makmal dan tandas disalurkan oleh paip pembedungan dalam sistem pembedungan ke kolam pengoksidaan kumbahan UKM untuk proses perawatan sebelum ia dialirkan ke Sg. Langat. Namun demikian terdapat juga keadaan di mana pembuangan sisa makanan serta sisa makmal dilepaskan terus ke dalam sistem perparitan yang akhirnya mengalir ke dalam kawasan tasik. Pada keadaan normal, dianggarkan terdapat 12.65 kg nitrogen ammonia dalam tasik. Anggaran jumlah nitrogen ammonia yang mengalir masuk ke Sg. Langat ialah 2.12 kg setiap hari.

Permintaan Oksigen Biokimia (BOD)

BOD tasik berada dalam julat 0.49 mgL^{-1} hingga 3.48 mgL^{-1} . Pada hari kering, S1 dan S5 terletak pada subkelas I manakala S2, S3 dan S4 berada pada subkelas IIA. Pada hari hujan, S1 dan S5 terletak pada subkelas I, S3 dan S4 berada pada subkelas IIA, manakala S2 berada pada subkelas III. Stesen 2 mempunyai nilai BOD yang paling tinggi, iaitu 3.48 mgL^{-1} sewaktu hari hujan. Ini mungkin kerana stesen ini terletak berdekatan dengan makmal kejuruteraan. Kawasan bengkel biasanya mengandungi efluen berorganik tinggi yang boleh meningkatkan paras kepekatan BOD dalam sistem air. Pada keadaan normal, jumlah berat BOD yang dianggarkan hadir dalam tasik ialah 41.90 kg. Anggaran BOD yang mengalir masuk ke Sg. Langat ialah 7.01 kg setiap hari.

Permintaan Oksigen Kimia (COD)

Secara keseluruhan, nilai COD tasik adalah tinggi, iaitu dalam kategori subkelas IV (51 mgL^{-1} hingga 100 mgL^{-1}) berdasarkan INWQS disebabkan kehadiran bahan organik dan bahan bukan organik yang banyak dalam tasik seperti sisa makanan dari kantin dan sisa buangan dari makmal. Nilai COD yang tinggi menunjukkan sikap pembuangan sisa yang tidak bertanggungjawab dari pihak kantin dan makmal. Pada keadaan normal, dianggar air tasik mengandungi jumlah berat COD sebanyak 1605.58 kg . Anggaran COD yang mengalir masuk ke Sg. Langat ialah 268.90 kg setiap hari. Nilai ini adalah amat tinggi dan memberikan beban terhadap kualiti air Sg. Langat yang semakin tercemar.

Plumbum

Julat Pb ialah 0.32 mg/L hingga 0.40 mg/L sewaktu hari kering manakala julatnya pada hari hujan ialah 0.12 mg/L hingga 0.19 mg/L . Nilai Pb adalah rendah semasa hujan disebabkan proses pencairan tasik. Secara keseluruhan, nilai Pb adalah amat tinggi dan melebihi had piawai JAS, iaitu 0.05 mg/L . Kebanyakan plumbum yang dibebaskan ke atmosfera berpunca daripada bahan api kenderaan bermotor yang mengandungi bahan kimia antiketuk, tetraetil plumbum, $(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{Pb}$. Plumbum yang termendap di tempat letak kereta dan jalan dibawa oleh air larian permukaan dan mengalir ke dalam tasik. Pada keadaan normal, dianggar terdapat kandungan Pb sebanyak 9.50 kg . Anggaran jumlah Pb yang mengalir masuk ke Sg. Langat ialah 1.59 kg setiap hari. Nilai ini adalah amat

tinggi kerana logam berat ini amat toksik kepada manusia walaupun dalam kuantiti kecil.

Kadmium

Julat Cd ialah 0.09 mgL^{-1} hingga 0.11 mgL^{-1} . Nilai kepekatan Cd adalah amat tinggi dan melebihi had piawai JAS, iaitu 0.01 mgL^{-1} . Ini mungkin disebabkan kehadiran Cd dalam debu dan termendap di tasik. Kewujudan Cd dalam atmosfera biasanya berpunca dari pembakaran bahan api dalam kenderaan bermotor. Pada keadaan normal, kandungan Cd dalam tasik dianggar ialah 2.81 kg . Anggaran jumlah Cd yang mengalir masuk ke Sg. Langat ialah 0.47 kg setiap hari. Nilai ini adalah amat tinggi dan membahayakan manusia.

Indeks Kualiti Air (IKA)

Nilai purata IKA kelima-lima stesen bagi hari hujan dan hari kering ditentukan menggunakan kaedah piawai JAS.

$$\text{IKA} = 0.22 * S_{\text{I}DO} + 0.19 * S_{\text{I}BOD} + 0.16 * S_{\text{I}COD} + 0.15 * S_{\text{I}AN} + 0.16 * S_{\text{I}SS} + 0.12 * S_{\text{I}pH} \quad (4)$$

di mana S_i merupakan sub-indeks parameter.

Nilai ini ditunjukkan dalam Jadual 4. Semua stesen persampelan berada pada Kelas II, iaitu mempunyai kualiti air yang baik kecuali stesen S2 dikategori sebagai Kelas III, iaitu sedikit tercemar dan memerlukan rawatan ekstensif. Lokasi stesen berhampiran dengan kantin dan terletak di belakang struktur gabion yang berfungsi sebagai penahan kelodak. Secara keseluruhannya, Tasik Kejuruteraan dikategorikan sebagai Kelas II, iaitu sesuai untuk kegunaan aktiviti rekreasi yang melibatkan sentuhan.

Jadual 4. Purata Nilai IKA

Stesen	IKA	Pengelasan	Perihal
S1	81.32	II	Baik
S2	72.85	III	Sedikit tercemar
S3	81.22	II	Baik
S4	81.99	II	Baik
S5	82.50	II	Baik

KESIMPULAN

Sistem saliran ke Tasik Kejuruteraan telah dikaji. Bagi parameter kekeruhan, S2 telah melampaui paras maksimum 50 NTU yang disarankan oleh subkelas IIB bagi INWQS. Jumlah TSS di S2 tergolong dalam subkelas III pada hari hujan. Bagi parameter $\text{NH}_3\text{-N}$, S5 dan S4 telah melebihi paras maksimum subkelas IIB pada hari kering. Manakala, semua stesen telah melebihi paras maksimum subkelas IIB pada hari hujan. Kandungan BOD di S2 tergolong dalam subkelas III pada hari hujan. Nilai COD adalah tinggi, iaitu dalam kategori subkelas IV. Nilai kepekatan Pb adalah amat tinggi dan melebihi had piawai JAS, iaitu 0.05 mgL^{-1} . Nilai kepekatan Cd adalah amat tinggi dan melebihi had piawai JAS, iaitu 0.01 mgL^{-1} . Tasik Kejuruteraan dikategori dalam

Kelas II bagi INWQS. Usaha pengurusan kawasan tasik takungan buatan ini perlu dilakukan bagi memastikan ianya terus berada di dalam keadaan baik dan selamat. Selain daripada sudut estetik, di mana sekitaran tasik digunakan untuk kawasan rekreasi, keadaan air di dalam tasik juga perlu selamat untuk diadakan aktiviti air seperti kayak. Penglibatan semua pihak di UKM seperti pengurusan tertinggi sebagai penentu dasar, JPP sebagai pelaksana dan warga UKM serta penduduk berhampiran sebagai pengguna adalah perlu bagi tujuan ini sekaligus menjayakan misi Universiti menjadikan UKM sebagai "Kampus Lestari dan Mesra Alam". Sehubungan dengan itu juga suatu "Kumpulan Air" telah ditubuhkan yang bertanggungjawab memantau semua badan air serta sistem alur dan pengurusan sumber air di UKM.

RUJUKAN

- AHPA.AWWA.WEF. 1998. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* Ed.20, American Public Health Association, Washington.
- Chapman, D. 1992. *Water quality assessment a guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring*. UK: Chapman & Hall.
- DID. 2000. *Urban Stormwater Management Manual for Malaysia (Manual Saliran Mesra Alam Malaysia)*. Vol 8: Retention. KL.
- Global Water Partnership, 2000b. *Integrated water resources management*. TAC Background papers, Nomer 4, Stockholm, Sweden.
- JAS. 2001. *INWQS* (atas talian) http://www.jas.sains.my/jas/river/interim_2-3c.htm (2 Feb 2005).
- JPP UKM. 2004. Sistem Pengurusan Tasik Kejuruteraan UKM. Temubual, 15 Disember.
- Mazlin Mokhtar, Shahrudin Idrus dan Sarah Aziz. 2004. Kesihatan Ekosistem Lembangan Langat. *Prosiding Simposium Penyelidikan Ekosistem Lembangan Langat 2003*, Penerbit LESTARI, UKM.
- Spliethoff, H.M. dan Hemond, H.F. 1996. History of toxic discharge to surface waters of the Aberjona Watershed. *Journal of Environmental Science & Technology* 30(1): 121-127.