

**KUALITI AIR SUNGAI MIRI, MIRI
SARAWAK (2000-2009)
BERDASARKAN INDEKS KUALITI AIR**

MOHD JOHAN BIN JUSOH

**DISERTASI INI DIKEMUKAKAN UNTUK
MEMENUHI SEBAHAGIAN DARIPADA
SYARAT MEMPEROLEHI SARJANA SAINS
DALAM PENGURUSAN SEKITARAN**

**SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
2011**

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

JUDUL : KUALITI AIR SUNGAI MIRI, MIRI SARAWAK (2000 – 2009) BERDASARKAN
INDEKS KUALITI AIR

IJAZAH: IJAZAH SARJANA SAINS (PENGURUSAN SEKITARAN)

SAYA : MOHD JOHAN BIN JUSOH SESI PENGAJIAN : 2011
(HURUF BESAR)

Mengaku membenarkan tesis*(LPSM/Sarjana/Doktor Falsafah) ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat – syarat kegunaan seperti berikut :-

1. Tesis adalah hakmilik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. Sila tandakan (/)

SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana Penyelidikan dijalankan)

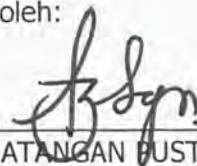
TIDAK TERHAD

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Disahkan oleh:



(TANDATANGAN PENULIS)



(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat tetap:
5745-A, Kampung Balai Maras,
21030, Kuala Terengganu
Terengganu.

Prof. Dr. Kawi Bidin
NAMA PENYELIA

Tarikh :

Tarikh :

Catatan :-* Potong yang tidak berkenaan.

- * Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.
- * Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana Secara penyelidikan atau disertai bagi pengajian secara kerja kursus dan Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM)

PENGAKUAN

Karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan, ringkasan dan rujukan yang tiap - tiap satunya telah saya jelaskan sumbernya.

10 Disember 2010



MOHD JOHAN BIN JUSOH
PS20098028

PENGESAHAN PENYELIA

NAMA : **MOHD JOHAN BIN JUSOH**
NO. PELAJAR : **PS 20098028**
TAJUK : **KUALITI AIR SUNGAI MIRI, MIRI SARAWAK (2000 -2009)
BERDASARKAN INDEKS KUALITI AIR**
IJAZAH : **IJAZAH SARJANA SAINS (PENGURUSAN SEKITARAN)**
TARIKH VIVA : **10 DISEMBER 2010**

DIPERAKUKAN OLEH

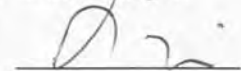
1. PENYELIA

Prof. Dr. Kawi bin Bidin

2. PENYELIA BERSAMA

Cik Kamsiah Budin

Tandatangan



PENGHARGAAN

“Dengan Nama Allah Yang Maha Pemurah Lagi Maha Mengasihani”

Ucapan syukur kehadiran Ilahi kerana dengan dengan limpah dan kurniaNya, kajian dan disertasi semesta akhir ini dapat disiapkan dengan jayanya dalam masa yang telah ditetapkan. Selawat dan salam keatas junjungan besar Nabi Muhammad S.A.W, Rasul junjungan seluruh umat Islam.

Sejuta penghargaan buat ayah dan ibu serta kepada seluruh ahli keluarga kerana sentiasa memberikan sokongan dan dorongan untuk terus berjaya sepanjang tempoh pembelajaran di Universiti Malaysia Sabah.

Sekalung penghargaan yang tulus dan ikhlas diberikan kepada penyelia Prof. Dr Kawi Bidin dan Cik Kamsia Budin diatas kesudian dan kesungguhan dalam memberikan nasihat, bimbingan dan tunjuk ajar sepanjang proses menyelesaikan kajian disertasi ini.

Ucapan terima kasih tidak terhingga juga diucapkan kepada Nite dan SzaSza diatas bantuan dan sokongan yang diberikan sepanjang tempoh menjalankan kajian ini. Tidak lupa juga kepada kawan-kawan kerja yang banyak membantu ketika kajian ini dijalankan.

Akhir sekali ucapan terima kasih yang tidak terhingga kepada semua pihak yang terlibat secara langsung mahu pun tidak langsung dalam membantu menjayakan disertasi ini.

Mohd Johan bin Jusoh

10 DISEMBER 2010

ABSTRAK

KUALITI AIR SUNGAI MIRI, MIRI SARAWAK (2000-2009) BERDASARKAN INDEKS KUALITI AIR

Air Sungai merupakan satu sumber asas yang penting dalam semua aspek kehidupan dan kesihatan manusia serta ekosistem. Pencemaran air bukan satu masalah baru kerana ia sering dikaitkan dengan urbanisasi dan pemodenan. Objektif utama kajian ini ialah mengira Indeks Kualiti Air (IKA) daripada data kualiti air dan melihat Pola Perubahan Tahunan bagi parameter DO, BOD, COD dan SS dari tahun 2000 sehingga 2009 (10 tahun) Sungai Miri, Sarawak serta mengkaji pengaruh jumlah taburan hujan tahunan terhadap nilai parameter DO, Indeks Kualiti Air (IKA) dan SS. Persampelan di ambil daripada dua stesen pemantauan kualiti air sungai iaitu stesen 1 dan stesen 2 dan frekuensi pencerapan data dibuat satu kali setiap bulan sepanjang tahun. Di dapati pola perubahan yang di tunjukkan dalam masa 10 tahun (2000 - 2009) bagi semua parameter adalah sangat signifikan kepada nilai BOD, COD dan SS yang naik mendadak tinggi pada 2008. Indeks Kualiti Air (IKA) pula menunjukkan Sungai Miri di kategorikan sebagai sungai yang tercemar dalam kelas ke III semenjak tahun 2000 sehingga 2009 dan tahap pencemaran dilihat semakin teruk. Hubungan korelasi yang tidak signifikan antara jumlah taburan hujan tahunan dengan nilai parameter DO, SS dan IKA menunjukkan nilai parameter ini tidak dipengaruhi oleh jumlah taburan hujan tersebut.

ABSTRACT

Water is an important basic resource for all aspects of life and human health and ecosystems. Water pollution is not a new problem as it is often associated with urbanization and modernization. The main objective of this study is to calculate the Air Quality Index (WQI) of water quality data and see the pattern of annual change of the parameters DO, BOD, COD and SS from 2000 until 2009 (10 years) Sungai Miri, Sarawak, and examine the effect of the total annual rainfall the parameters DO, WQI and SS. Samplings Taken from two monitoring stations for river water quality of the station 1 and station 2 and the frequency of data observations made once a month throughout the year. It was found shown that the trend in the past 10 years (2000 - 2009) for all parameters were significantly to the BOD, COD and SS, which increased sharply higher in 2008. Air Quality Index (WQI) is shown in the Sungai Miri categorized as polluted rivers in the third class since 2000 until 2009 and seen the level of pollution is getting worse. The total of annual rainfall that analyze along with the parameters of DO, SS and WQI are founded no significant correlation shown to the parameter value.

KANDUNGAN

	Halaman
TAJUK	i
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN PENYELIA	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	x
SENARAI RAJAH	xi
SENARAI LAMPIRAN	xiii
BAB 1: PENGENALAN	1
1.1 Sungai Sebagai Sumber	2
1.2 Senario Pencemaran Di Malaysia	2
1.3 Permasalahan Kajian	3
1.4 Objektif Kajian	4
1.5 Persoalan Kajian	4
BAB 2: KAJIAN LITERATUR	6
2.1 Klasifikasi Sungai	7
2.2 Kualiti Air	10
2.3 Ciri-ciri Kualiti Air Sungai	11
2.3.1 Ciri Fizikal	13
2.3.2 Ciri Kimia	13
2.3.3 Ciri Biologi	14
2.4 Definasi Konsep	14
2.4.1 Oksigen Terlarut (DO)	14

2.4.2	Permintaan Oksigen Biokimia (BOD)	15
2.4.3	Permintaan Oksigen Kimia (COD)	16
2.4.4	Pepejal Terampai (SS)	16
2.4.5	pH	17
2.5	Pencemaran Air	17
2.6	Punca-Punca Pencemaran Air	18
2.7	Jenis-Jenis Pencemaran	29
2.7.1	Sebatian Toksik	29
2.7.2	Bahan-Bahan Yang Memberi Kesan Keseimbangan Oksigen	30
2.7.3	Pepejal Terampai	30
2.8	Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kualiti Air	30
2.8.1	Hujan	30
2.8.2	Aktiviti Manusia	33
2.8.3	Aktiviti Pertanian	34
2.8.4	Aktiviti Perbandaran	36
2.8.5	Aktiviti Pembalakan	38
2.8.6	Aktiviti Perlombongan	40
2.9	Pengiraan indeks Kualiti Air	41
2.10	Kesimpulan	41
BAB 3: Methodologi Kajian		43
3.0	Kawasan Kajian	43
3.1	Sungai Miri	43
3.2	Local Agenda 21	46
3.3	Stesen Persampelan	46
3.4	Frekuensi Persampelan	47
3.5	Kaedah Kajian	48

BAB 4: HASIL KAJIAN DAN PERBINCANGAN	50
4.1 Pola Perubahan Tahunan bagi Parameter DO (Oksigen Terlarut)	52
4.2 Pola Perubahan Tahunan BOD (Permintaan Biokimia Oksigen)	52
4.3 Pola Perubahan Tahunan COD (Permintaan Oksigen Kimia)	55
4.4 Pola Perubahan Tahunan SS (Pepejal Terampai)	56
4.5 Indeks Kualiti Air Tahunan Sungai Miri (2000-2009)	59
4.6 Perkaitan Nilai DO, BOD, COD dan Pepejal Terampai dengan jumlah taburan hujan	61
4.7 Cadangan Pemeliharaan dan Pemuliharaan	63
BAB 5: KESIMPULAN DAN CADANGAN	69
5.0 Pendahuluan	69
5.1 Cadangan Kajian Lanjutan	70
RUJUKAN	71
LAMPIRAN	74

SENARAI JADUAL

	Halaman
Jadual 2.1 : Kelas Sungai mengikut kadar alir	7
Jadual 2.2 : Parameter Air berdasarkan kegunaannya	8
Jadual 2.3 : Pengkelasan sungai mengikut Indeks Kualiti Air (1)	9
Jadual 2.4 : Pengkelasan sungai mengikut Indeks Kualiti Air (2)	9
Jadual 2.5 : Parameter yang digunakan untuk menilai kualiti air sungai	12
Jadual 2.6 : Kualiti air sungai terpilih di Malaysia (1995-1999)	20
Jadual 2.7 : Status kualiti air sungai berdasarkan BOD, NH ₃ -N dan SS yang terkini	27
Jadual 2.8 : Bilangan lembangan sungai mengikut kategori, 1998 – 2008	27
Jadual 2.9 : Kategori bahan pencemar utama mengikut punca pencemaran yang berkaitan	29
Jadual 2.10 : Masalah pencemaran air di kawasan pertanian	36
Jadual 2.11 : Kesan aktiviti pembalakan ke atas zarah/pepejal di beberapa batang sungai di semenanjung Malaysia	39
Jadual 2.12 : Peratus tahap pencemaran dan bahan cemar di sungai dan tasik	42
Jadual 4.1 : Bacaan min (purata) bagi semua parameter di stesen 1 mengikut tahun 2000 – 2009	50
Jadual 4.2 : Bacaan min (purata) bagi semua parameter di stesen 2 mengikut tahun 2000 – 2009	51
Jadual 4.3 : Pengelasan nilai min parameter secara keseluruhan dalam masa 10 tahun bagi parameter DO, BOD, COD dan SS bagi Sungai Miri di stesen 1 dan stesen 2	58
Jadual 4.4 : Nilai subindeks tahunan semua parameter bagi stesen 1 dan stesen 2	59

SENARAI RAJAH

	Halaman
Rajah 2.1 : Pola bilangan sungai di Malaysia yang bersih dan tercemar mengikut tahun 1990 – 2008	22
Rajah 2.2 : Perbandingan frekuensi keseluruhan DO bagi 15 stesen pemantauan sungai di seluruh Malaysia	22
Rajah 2.3 : Perbandingan frekuensi keseluruhan ion ammonia bagi 15 stesen pemantauan sungai di seluruh Malaysia	23
Rajah 2.4 : Perbandingan frekuensi keseluruhan kepekatan kekeruhan bagi 15 stesen pemantauan sungai di seluruh Malaysia	23
Rajah 2.5 : Perbandingan frekuensi keseluruhan nilai pH bagi 15 stesen pemantauan sungai di seluruh Malaysia	24
Rajah 2.6 : Perbandingan frekuensi keseluruhan nilai suhu ($^{\circ}\text{C}$) bagi 15 stesen pemantauan sungai di seluruh Malaysia	24
Rajah 2.7 : Perbandingan frekuensi keseluruhan bagi 15 stesen daya keduksi	25
Rajah 2.8 : Kualiti air sungai berdasarkan nilai sub-indeks BOD (1998-2008)	25
Rajah 2.9 : Kualiti air sungai berdasarkan nilai sub-indeks $\text{NH}_3\text{-N}$ (1998-2008)	26
Rajah 2.10 : Kualiti air sungai berdasarkan nilai sub-indeks SS (1998-2008)	26
Rajah 2.11 : Proses Kitaran Hidrologi	32
Rajah 2.12 : Hubungan kepekatan bahan pencemar berbanding luahan	33
Rajah 2.13 : Kitaran pencemaran sungai	34
Rajah 2.14 : Perbezaan kitaran hidrologi antara persekitaran perbandaran berbanding persekitaran semulajadi	37
Rajah 3.1 : Peta Sungai Miri, kedudukan stesen pemantauan kualiti air Sungai Miri	45

Rajah 3.2 :	Peta pandangan daripada utara ke selatan Sungai Miri, Miri Sarawak	45
Rajah 4.1 :	Pola perubahan parameter DO (mg/L) daripada tahun 2000 – 2009 di stesen 1 dan stesen 2	52
Rajah 4.2 :	Pola perubahan parameter BOD (mg/L) daripada tahun 2000 – 2009 di stesen 1 dan stesen 2	54
Rajah 4.3 :	Pola perubahan parameter COD (mg/L) daripada tahun 2000 – 2009 di stesen 1 dan stesen 2	55
Rajah 4.4 :	Pola perubahan parameter SS (mg/L) daripada tahun 2000 – 2009 di stesen 1 dan stesen 2	56
Rajah 4.5 :	Perbandingan Indeks Kualiti Air Sungai Miri bagi stesen 1 dan stesen 2	60
Rajah 4.6 :	Pola jumlah taburan hujan tahunan (mm) kawasan Miri, Sarawak daripada tahun 2000 – 2009	61

SENARAI LAMPIRAN

	Halaman	
Lampiran 1	Pengiraan kepada parameter Subindeks	74
Lampiran 2	Korelasi jumlah taburan hujan (mm) dengan nilai DO, (mg/L) tahunan	75
Lampiran 3	Korelasi jumlah taburan hujan (mm) dengan nilai IKA Sungai Miri	75
Lampiran 4	Korelasi jumlah taburan hujan (mm) dengan nilai SS (mg/L) tahunan	76
Lampiran 5	Pengelasan Indeks Kualiti Air mengikut parameter	77
Lampiran 6	Data cuaca bagi Daerah Miri, Sarawak (2000-2009)	78
Lampiran 7	Data bacaan min bagi parameter DO, BOD, COD dan SS (2000-2009) – Stesen 1	79
Lampiran 8	Data bacaan min bagi parameter DO, BOD, COD dan SS (2000-2009) – Stesen 2	79
Lampiran 9	Pengiraan statistik min nilai DO, BOD, COD dan SS serta pengujian skewness dan kurtosis	80
Lampiran 10	Data Kualiti Air Sungai Miri, Sarawak (2000-2009) bagi Stesen Pemantauan kualiti air 1 dan 2	81
Lampiran 11	Indeks Kualiti Air (IKA) Tahunan Sungai Miri (2000-2009)	83
Lampiran 12	Data mentah Sungai Miri, Miri Sarawak bagi semua parameter (2000-2009)	85

BAB 1

PENGENALAN

1.0 Pengenalan

Sungai adalah elemen alam sekitar yang penting kepada manusia. Sejak dahulu lagi, manusia mempunyai hubungan yang rapat dengan sungai kerana sungai berfungsi sebagai alat pengangkutan dan perhubungan, sumber bekalan air untuk domestik dan pertanian serta sumber protein kepada manusia. Maka itu, tidak hairanlah mengapa bandar purba dan sebahagian besar bandar moden tumbuh dan berkembang di muara-muara sungai. Sebagai contoh, petempatan bandar pertama seperti Uruk, Eridu dan Ur yang muncul dalam sejarah tamadun manusia kira-kira 6000 tahun dahulu (4000 SM) di Mesopotamia dan Babylon telah dibina di lembah subur yang disaliri oleh Sungai Tigris dan Sungai Euphrates (Glasner and McKee, 2002).

Sungai juga turut memainkan peranan yang penting dalam pertumbuhan bandar di Malaysia. Pada peringkat awal dalam sejarah pembandaran Malaysia, sungai mempengaruhi pertapakan bandar. Jika diteliti, semua bandar awal Malaysia terletak di kawasan kuala atau tepi sungai seperti Kuala Lumpur, Kuala Terengganu, Alor Star, Kuantan, Kota Bharu, Kuching dan Bandaraya Melaka. Selain itu, masih terdapat banyak lagi bandar kecil dan pekan yang terletak di tepi atau muara sungai (Dojlido, and Best, 1993). Namun, dengan berkembangnya Revolusi Perindustrian semenjak abad ke-18, sungai mula mengalami kemerosotan khususnya dari segi kualiti airnya.

Dengan berkembangnya bandar dan kegiatan perindustrian serta perdagangan, kualiti sungai mula mengalami kemerosotan apabila berlakunya masalah hakisan, pemendapan dan pencemaran. Semua permasalahan tersebut sebenarnya berpunca daripada sikap manusia yang menganggap sungai sebagai saluran mudah untuk membuang segala sampah, kotoran dan sisa. Natijahnya,

perkembangan ini telah memutuskan hubungan antara masyarakat dengan sungai kerana sungai tidak lagi boleh digunakan oleh masyarakat untuk melakukan pelbagai aktiviti seperti mandi-manda, membasuh, menangkap ikan dan berekreasi. Penggunaan sungai kini terhad kepada fungsinya sebagai laluan pengangkutan sahaja (Keizrul Abdullah dan Jusoh Juhaimi 1996).

1.1 Sungai Sebagai Sumber Utama Kehidupan

Fungsi sungai yang pelbagai dalam kehidupan manusia telah menjadikan sungai sebagai aset yang sangat penting. Fungsi sungai yang paling utama kepada manusia adalah sebagai sumber bekalan air sama ada untuk kegunaan domestik atau komersil. Kegunaan domestik utama sungai adalah sebagai bekalan air bersih untuk minuman, membasuh pakaian dan mandian. Fungsi komersil sungai adalah seperti kegunaan dalam industri, pertanian dan akuakultur. Sungai juga digunakan untuk tujuan rekreasi seperti berenang, bersampan atau berkayak dan memancing. Persekitaran sungai pula digunakan untuk rekreasi pasif seperti berehat dan mendapatkan ketenangan serta menghayati persekitaran sungai. Sungai juga digunakan sebagai medium pengangkutan, sumber mendapatkan protein seperti ikan serta kegiatan ekonomi seperti menangkap ikan dan menjual pasir sungai.

1.2 Senario Pencemaran Sungai Di Malaysia

Pencemaran sungai merupakan suatu isu yang amat mendesak dan memerlukan usaha holistik daripada pelbagai pihak ke arah penyelesaiannya. Kualiti air sungai-sungai di Malaysia semakin terancam dengan pencemaran. Pada umumnya, setiap sungai di negara ini dikategorikan kepada lima kelas iaitu;

- Kelas 1 - airnya boleh terus diminum tanpa rawatan
- Kelas 2 – airnya memerlukan rawatan biasa
- Kelas 3 – air nampak bersih, tidak berbau, tetapi kualitinya tercemar dan orang ramai tidak boleh berenang tetapi boleh berkelah di tebing
- Kelas 4 – tercemar
- Kelas 5 – hampir mati

Bagi Kelas 4 dan 5, keadaan air antara lain berbau busuk dan berwarna hitam. Senario semasa di Malaysia menunjukkan, bilangan sungai yang berada dalam kategori Kelas 1 dan Kelas 2 semakin berkurangan tetapi yang dikategorikan dalam Kelas 4 dan Kelas 5 semakin meningkat. Perkembangan ini memang dijangka selaras dengan pembangunan pesat yang dialami oleh negara selain mentaliti masyarakat yang masih rendah dalam usaha memelihara dan memulihara alam sekitar.

Di Malaysia, terdapat dua punca utama bahan pencemar sungai, iaitu, aktiviti pembangunan tanah serta sumber asli dan pembuangan sisa-sisa ke dalam air. Aktiviti pembangunan tanah dan sumber asli melibatkan pembukaan kawasan penempatan dan pertanian baru, pembalakan, pembinaan infrastruktur fizikal seperti jalan raya, pembangunan bandar dan pembinaan projek-projek fizikal seperti perumahan dan perindustrian. Semua aktiviti ini menimbulkan masalah hakisan tanah yang mencemar air sungai dari segi kandungan bahan terampai, warna, kekeruhan, bahan organik dan masalah pemendapan sungai.

1.3 Permasalahan Kajian

Kajian dilakukan bagi menganalisis pola pencemaran tahunan Sungai Miri secara spesifik berdasarkan data pengukuran indeks kualiti air daripada Jabatan Alam Sekitar Cawangan Miri Sarawak mengikut parameter kimia iaitu Kelarutan Oksigen (DO), Permintaan Biokimia Oksigen (BOD), Permintaan Kimia Oksigen (COD) dan parameter fizikal iaitu bahan terampai (SS) mengikut tahun bermula daripada tahun 2000 sehingga 2009 (terkini). Indeks Kualiti Air (IKA) tahunan dikira berdasarkan data kualiti air Sungai Miri yang diambil daripada dua stesen pengumpulan data yang telah ditetapkan oleh Jabatan Alam Sekitar, Cawangan Miri, Sarawak iaitu stesen 1 dan stesen 2. Kedudukan kedua-dua stesen ini boleh dilihat pada rajah pandangan satelit yang disediakan di bahagian bab III iaitu kawasan kajian. Daripada analisis pola perubahan pencemaran tahunan yang dibuat, analisis pengaruh taburan hujan tahunan terhadap nilai parameter DO, BOD, COD dan Bahan Terampai dilakukan.

1.4 Objektif Kajian

Sungai Miri yang pernah dilabelkan sebagai salah satu di antara tujuh sungai yang paling tercemar di Malaysia mendorong pengkaji untuk mengetahui dengan lebih mendalam dengan objektif seperti dibawah:

Terdapat tiga objektif kajian:

1. Membuat penilaian kualiti air berdasarkan ujian Indeks Kualiti Air bagi Sungai Miri, Miri Sarawak secara spesifik bagi tahun 2000 sehingga 2009 (10 tahun).
2. Menganalisis pola perubahan tahunan pencemaran muara Sungai Miri, Miri Sarawak secara spesifik berdasarkan data kualiti air parameter kimia iaitu DO, BOD, COD dan parameter fizikal iaitu bahan terampai bermula daripada tahun 2000 sehingga 2009 (10 tahun).
3. Menganalisis pengaruh jumlah taburan hujan tahunan terhadap nilai parameter kimia DO, BOD, COD dan bahan terampai bagi pola perubahan tahunan pencemaran Sungai Miri, Miri Sarawak berdasarkan analisis data kualiti air yang diperolehi daripada tahun 2000 sehingga 2009 (10 tahun).

1.5 Persoalan Kajian

1. Apakah kualiti air Sungai Miri, Miri Sarawak secara spesifik berdasarkan ujian Indeks Kualiti Air bagi tahun 2000 sehingga 2009 (10 tahun)?
2. Apakah pola perubahan tahunan pencemaran muara Sungai Miri, Miri Sarawak secara spesifik berdasarkan data kualiti air parameter kimia DO, BOD dan COD bermula daripada tahun 2000 sehingga 2009 (10 tahun)?
3. Adakah jumlah taburan hujan tahunan mempengaruhi nilai parameter DO, BOD, COD dan bahan terampai Sungai Miri, Miri Sarawak berdasarkan analisis data kualiti air yang diperolehi daripada tahun 2000 sehingga 2009 (10 tahun).

BAB II

KAJIAN LITERAUR

2.0 Pengenalan

Air boleh didapati di bumi dan atmosfera sekelilingnya dan lebih kurang 70% daripada jisim bumi adalah terdiri daripada air. Walau bagaimanapun 97% daripada air ini adalah air masin di lautan dan selebihnya 3% merupakan air tawar yang membentuk selaput ais kutub. Jadi hanya lebih kurang 0.7% air bumi terdapat di tasik, sungai, di akuifer dan di atmosfera. Sains hidrologi yang terlibat dengan pengurusan kitaran hidrologi dan sumber-sumber air memainkan peranan dalam menampung keperluan air di seluruh dunia.

Sungai adalah merupakan sumber utama bekalan air. Aktiviti utama yang melibatkan penggunaan air termasuk kegunaan domestik, pertanian dan industri. Akibat daripada aktiviti-aktiviti tersebut, secara tidak langsung mewujudkan masalah pencemaran air dan mengganggu keseimbangan ekosistem. Oleh itu, adalah amat penting sungai-sungai di negara ini diurus dan dikawal daripada pencemaran terus berlaku. Penilaian tahap pencemaran sungai boleh dilakukan dengan merujuk pada kajian ke atas kualiti air. Sekiranya kualiti air tidak dikawal dengan baik, kemungkinan air sungai tersebut boleh mendatangkan kesan negatif kepada manusia, hidupan air dan nilai estetik sungai.

Mengikut Kerajaan Malaysia (1974), pencemaran membawa maksud sebarang perubahan secara langsung kepada sifat-sifat fizikal, kimia dan biologi atau radioaktif mana-mana bahagian alam sekeliling dengan melepaskan atau mengeluarkan hingga menjejaskan kegunaan yang bersifat berfaedah dan menyebabkan suatu keadaan yang merbahaya kepada kesihatan, keselamatan atau kebajikan awam atau kepada hidupan liar sama ada di darat atau di air, tumbuh-tumbuhan atau menyebabkan suatu pelanggaran terhadap sebarang syarat had atau sekatan yang dikenakan di bawah akta ini.

Terdapat banyak aktiviti-aktiviti pembangunan yang telah dikenal pasti sebagai punca berlakunya pencemaran sungai. Di antara aktiviti-aktiviti tersebut ialah aktiviti perindustrian, perbandaran, pembalakan, perlombongan, pembangunan infrastruktur, pembukaan hutan tanpa kawalan dan kegiatan pertanian.

Objektif untuk mencapai air yang berkualiti bergantung kepada faktor ekonomi, kependudukan, keperluan air, perindustrian dan pembangunan kawasan pertanian serta faktor sosio ekonomi yang lain. Air yang berkualiti dapat memberikan keuntungan kepada manusia dan hidupan akuatik (IHD-WHO, 1978).

2.1 Klasifikasi Sungai

Saiz sungai boleh diklasifikasikan berdasarkan magnitud kadaralir (Jadual 2.1). Dari segi hidraulik, sungai merupakan saluran terbuka semulajadi. Klasifikasi sungai mengikut kadaralir tidak dapat ditakrifkan secara umum. Namun ciri-ciri sungai dapat ditentukan daripada purata aliran puncak, purata aliran bulanan atau tahunan dan purata aliran rendah (IHD-WHO, 1978). Dari segi kualiti pula, sungai boleh dikelaskan melalui Indeks Kualiti Air (Jadual 2.2).

Jadual 2.1: Kelas sungai mengikut kadaralir.

Jenis	Kadaralir (m ³ /s)
Sungai besar	> 1,000
Sungai sederhana	150 – 1,000
Anak sungai	5 – 150
Anak sungai yang kecil	<5

Sumber: IHD-WHO, (1978)

Program pemerhatian secara manual kualiti air sungai telah diwujudkan oleh Jabatan Alam Sekitar, Malaysia sejak penghujung tahun 1970-an. Program tersebut melibatkan 49 lembangan sungai di Semenanjung Malaysia, 21 di Sarawak dan 25 di Sabah dengan jumlah 900 stesen persampelan. Pengukuran in-situ membabitkan 7 parameter kualiti air sungai yang umum dan pengumpulan sampel air permukaan untuk pengujian di makmal bagi 23 parameter kualiti air sungai yang lain (AOAC, 1995). Parameter yang dipilih untuk menentukan pencemaran sungai adalah seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 2.3. Sungai-sungai di Malaysia dapat dikelaskan mengikut Indeks Kualiti Air (*Water Quality Index*) seperti ditunjukkan dalam Jadual 2.3 dan Jadual 2.4.

Jadual 2.2 : Parameter Kualiti Air Berdasarkan Kegunaannya.

Kategori	Parameter Kualiti Air
Kualiti sungai umum	Oksigen Terlarut (DO), konduktiviti, suhu, pepejal terlarut, Klorida, Kalsium, Magnesium, Natrium
Aktiviti manusia	Permintaan Oksigen Biokimia (BOD), Permintaan Oksigen Kimia (COD), fosfat, minyak dan gris, bahan metil biru (MBAS)
Pencemaran air kumbahan	Ammonium, jumlah koliform (e. coli)
Pembangunan Tanah	Kekeruhan, Pepejal Terampai (SS)
Air larian agrikultur	Kalium, Nitrat
Pencemaran industri	Arsenik, Kadmium, Kromium, Plumbum, Zink, Ferum, Argentum

Sumber : Jabatan Alam Sekitar Malaysia , 2008

Jadual 2.3 : Pengkelasan Sungai Mengikut Indeks Kualiti Air (WQI).

Indeks Kualiti Air (WQI)	Kelas Sungai
Melebihi 92.7	I
76.5 – 92.7	IIA atau IIB
51.9 – 76.5	III
31.0 – 51.9	IV
Kurang 31.0	V

Sumber : Jabatan Alam Sekitar, 2008

Jadual 2.4 : Pengkelasan Sungai Mengikut Indeks Kualiti Air (WQI).

Kelas	Penggunaan
I	<ul style="list-style-type: none"> • Keadaan air yang terpelihara pada keadaan persekitaran semulajadi. • Untuk kegunaan sebagai bekalan air. Ianya tidak memerlukan rawatan melainkan pembasmian sungai atau dengan cara mendidihkan sahaja. • Untuk kehidupan air yang sangat sensitif.
IIA	<ul style="list-style-type: none"> • Untuk kegunaan bekalan air. Ia memerlukan rawatan secara konvensional. • Untuk perikanan, sesuai bagi hidupan air yang sensitif.
IIB	<ul style="list-style-type: none"> • Boleh digunakan untuk tujuan rekreasi dan mandi-manda.

III	<ul style="list-style-type: none"> • Untuk kegunaan bekalan air, memerlukan rawatan rapi. Juga merupakan sumber simpanan bekalan air. • Perikanan sesuai untuk spesies yang mempunyai nilai ekonomi dan boleh bertoleransi terhadap kualiti air.
IV	<ul style="list-style-type: none"> • Sesuai untuk pengairan tanaman
V	<ul style="list-style-type: none"> • Selain daripada yang dinyatakan di atas dan tidak sesuai digunakan.

Sumber : Jabatan Alam Sekitar, 2008

2.2 Kualiti Air

Air merupakan suatu sumber alam yang penting dan sejak akhir-akhir kian diancam oleh pencemaran dan kebanyakan kualiti air sungai di Malaysia pada masa ini diragui tentang keselamatan penggunaannya. Menurut James, A. (1994) kualiti air boleh dinilai melalui pengukuran parameter-parameter fizikal, kimia dan bakteriologi. Pengukuran parameter fizikal melibatkan bau, warna, suhu, bahan pepejal dan rasa air sungai tersebut.

Bagi parameter kimia pula merangkumi dalam bentuk organik dan bukan organik, pengukuran parameter organik biasanya, melibatkan pengukuran Permintaan Oksigen Biokimia (BOD) Permintaan Oksigen Kimia (COD) dan Jumlah Permintaan Oksigen Terlarut (DO). Manakala parameter bukan organik pula diukur melalui nilai pH, besi, sulfat dan klorida. Bagi parameter bakteriologi pula termasuklah feacal, coliforms, virus dan patogen.

Menurut Idros Ismail (2004) kualiti air adalah hasil daripada tindakbalas yang majmuk antara elemen kimia dan bukan kimia di dalam penukaran biogeokimia di zon penemuan litosfera dan atmosfera. Penukaran ini melibatkan tindak balas elemen di dalam sistem biologi, geokimia, hidrologi dan nutrien. Tindak balas kimia juga ditentukan oleh faktor persekitaran dan keadaan ion yang terlibat.

Jabatan Alam Sekitar (1986), pula menjelaskan konsep kualiti air ini akan ditentukan berdasarkan jumlah peratusan sampel yang ada dalam "*cut of concentration*" iaitu sebanyak 3 mg/L bagi Permintaan Oksigen Biokimia (BOD) dan 150 mg/L bagi pepejal terampai (SS). Berdasarkan indeks ini, tahap kualiti air adalah baik sekiranya melebihi dari 75 peratus sampel berada dalam "*cut-off concentration*", manakala jika di tahap sederhana adalah antara 66-75 peratus dan di tahap kualiti air yang teruk tercemar berada kurang dari 66 peratus.

Manakala menurut Hann, (1972) kualiti air ialah merujuk kepada satu tahap kesesuaian untuk kegunaan yang bermanfaat kepada manusia dan hidupan lain, sebagai sumber bekalan, pengairan tanah, rekreasi dan alam kehidupan samudera yang lengkap. Di sini jelaslah bahawa manusia sememangnya memainkan peranan penting dalam mengubah tahap kualiti air. Ini kerana manusia semakin rakus mengeksploitasi sumber alamnya, semata-mata untuk mencapai matlamat kesejahteraan hidup tanpa memikirkan impaknya.

2.3 Ciri-Ciri Kualiti Air Sungai

Pencemaran sungai dapat dikenal pasti setelah kita menjalankan kajian dan analisis ke atas kualiti air sungai. Analisis kualiti air dapat memberikan gambaran status sungai tersebut samada tercemar ataupun tidak tercemar. Terdapat beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan untuk menganalisis kualiti air. Faktor- faktor tersebut adalah terdiri dari faktor fizikal, kimia dan biologi. Daripada sifat-sifat tersebut dipecahkan pula kepada parameter-parameter yang perlu dipertimbangkan untuk menganalisis kualiti air (Jadual 2.5).

RUJUKAN

- AOAC (1995) "Official Methods of Analysis of AOAC International" Association of Analytical Communities, Maryland
- APHA (2000) "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater" American Public Health Association, Washington, D.C.
- Azli Ismail, Gangguan bekalan air bersih di Yong Peng, Harian Metro, 6 Ogos 1995
- Biswas, A. K. (1981) "Models for Water Quality Management" McGraw-Hill Inc, New York.
- Chapman, D. (1992) "Water Quality Assessments: A Guide to the Use of Biota, Sediments, and Water in Environmental Monitoring" Chapman & Hall, Cambridge.
- Dean R. G., and Dalrymple R. A. (2002) "Coastal Processes with Engineering Applications" Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom
- DOE (1986) "Water Quality Criteris and Standards for Malaysia" Department of Environment Malaysia, Kuala Lumpur
- DOE (2004) "Malaysia: Environmental Quality Report 2004", Department of Environment Malaysia, Kuala Lumpur.
- DOE (2008) "Malaysia: Environmental Quality Report 2008", Department of Environment Malaysia, Kuala Lumpur.
- Dojlido, J., and Best, G. A. (1993) "Chemistry of Water and Water Pollution" Ellis Horwood, New Jersey.
- EPU (2003) "Malaysian Quality of Life, 2002" Economic Planning Unit, Kuala Lumpur.
- Glasner, A., and McKee, L. (2002) "Pathogen Occurrence and Analysis in Relation to Water Quality Attainment in San Francisco Bay Area Watersheds" San Francisco Estuary Institute, San Francisco.
- Gleick, P. H. (1993) "Water in Crisis: A Guide to the World's Freshwater Resources" Oxford University Press, New York.
- Keizrul Abdullah and Jusoh Juhaimi (1996) "An Appraisal of Malaysia's Water Resources: Problems and Prospects in State of Environment in Malaysia", Consumer Association of Penang (CAP).

- Hann, R. W. (1972) "Fundamental Aspects of Water Quality Management" Technomic Publication, Connecticut.
- Hounslow, A. W. (1995) "Water Quality Data: Analysis & Interpretation" Lewis Publisher, New York.
- Idros Ismail (2004) "Water Abundant and Scarce", New Straits Times, 4 July 2004
- James, A. (1994) "An Introduction to Water Quality Modelling" John Wiley, Chichester.
- Kinson T.; Greer T. and Sinoh Mohamad (2001) "Water effluent from pig farms in Sabah – A preliminary investigation of key environmental issues" State Environmental Conservation Department (ECD) Sabah, Malaysia.
- Kobryn, H. T. (2001) "Land Use Changes and the Properties of Stormwater Entering a Wetland on a Sandy Coastal Plain in Western Australia" Murdoch University, Australia : Doctorate of Philosophy Thesis.
- Masters, G. M. (1998) "Introduction to Environmental Engineering and Science Second Edition", Prentice-Hall International Inc. Upper Saddle River, New Jersey.
- Newham, L. T. H. (2002) "Catchment Scale Modeling of Water Quality and Quantity" Australian National University.
- Novotny, V. (2003) "Water Quality: Diffuse Pollution and Watershed Management" John Wiley & Sons Inc, New Jersey.
- Rump, H.H., and Krist, H. (1992) "Laboratory Manual for the Examination of Water, Waste Water and Soil: 2nd Edition." VCH, New York.
- Salvato, J. A. (2003) "Environmental Engineering Fifth Edition" John Wiley & Sons Inc. Hoboken, New Jersey.
- Sham Sani (1998) "The Encyclopedia of Malaysia Volume 1: The Environment" Didier Millet.
- Shiklomanov, I. A. (1999) "World Water Resources: Modern Assessment and Outlook for the 21st Century" Environment Monitoring, State Hydrological Institute, St. Petersburg.
- Speight, J. G., and Sunggyu, L. (2000) "Environmental Technology Handbook Second Edition" Taylor & Francis, New York.

- UNEP (2002) "Vital Water Graphics - An Overview of the State of the World's Fresh and Marine Waters" United Nations Environment Program, Nairobi, Kenya.
- USEPA (2001) "Protocol for developing pathogen" U S Environmental Protection Agency, Washington DC.
- Wasson R.J., Olive L.J., and Rosewell C.J. (1996) "Rates of Erosion and Sediment Transport in Australia" International Association of Hydrological Sciences Australia.
- WHO (2001) "Water Quality: Guidelines, Standards and Health" World Health Organization, IWA Publishing, London United Kingdom.
- Zelenika, M., Nuic, J., and Soldo B. (2005) "Protecting a Water Course from Gneiss-Quarry Caused Pollution" International Symposium on Water Management and Hydraulic Engineering Austria 2005.
- Zulkifli Samad (2007), Pemuliharaan dan Pemeliharaan Sungai Malaysia, Utusan Malaysia, 4 dan 7 Februari 2007