

**KEKERUHAN DI SUNGAI TUARAN DAN KESANNYA KE ATAS CUCIAN  
MEDIUM PENURAS SERTA PENGGUNAAN ALUM DAN POLIMER DALAM  
PROSES RAWATAN AIR**

**GENEVEIVE IVY PANTALION**

**PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

**DISERTASI INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI  
SEBAHAGIAN DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA  
MUDA SAINS DENGAN KEPUJIAN**

**PROGRAM SAINS SEKITARAN  
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

**April 2008**



**UMS**  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: KEKERUHAN DI GUNGGI TERAKI DAN KESANNYA KE ATAS CUCIAN  
MEDIUM PENURAS SERTA PENGALAPAN ALUM DAN POLIMER DALAM PROSES RAWATAN AIR.

IJAZAH: SARJANA MUDA SAINS SEKITARAN

SAYA GENEVEIVE IVY PANTALION  
 (HURUF BESAR)

SESI PENGAJIAN: 2005 / 2006

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 institut pengajian tinggi.
4. Sila tandakan (/)

SULIT

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

TERHAD

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

TIDAK TERHAD

Disahkan Oleh NURULAIN BINTI ISMAIL  
 LIBRARIAN

Nurain  
 (TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Gly  
 (TANDATANGAN PENULIS)

Alamat Tetap: BLOK 205, NO. 5-2-8,  
Seri Maju Apartment, Jln  
sepinggir, 88450, Menggatal, Sabah.

Dr Kawi Bidin  
 Nama Penyelia

Tarikh: 22/5/2008

Tarikh: 22/5/2008

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**

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah dijelaskan sumbernya.

18 APRIL 2008

---

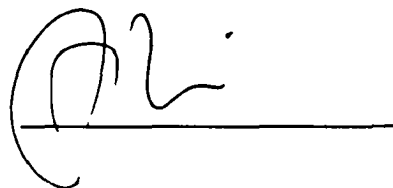
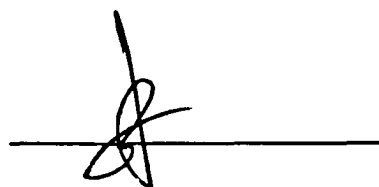
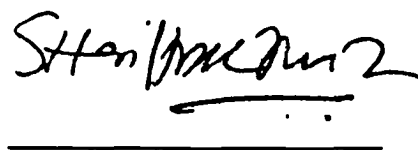
**GENEVEIVE IVY PANTALION**

**HS2005-3899**



**DIPERAKUKAN OLEH**

## Tandatangan

**1. PENYELIA****(DR. KAWI BIDIN)****2. PEMERIKSA 1****(DR. PIAKONG MOHD TUAH)****3. PEMERIKSA 2****(DR. BONAVENTURE VUN LEONG WAN)****4. DEKAN****(PROF MADYA DR. SHARIF A. KADIR****S. OMANG)**

## PENGHARGAAN

Saya ingin mengucapkan setinggi-tinggi terima kasih kepada penyelia saya iaitu, Dr. Kawi Bidin kerana telah meluangkan masa dalam membantu saya menyiapkan kajian ini serta tunjuk ajar dan dorongan beliau yang telah diberikan.

Saya juga ingin merakamkan penghargaan kepada Corporate Dynamics dan Jabatan Air Negeri Sabah, khasnya Encik Quirine kerana memberi data-data serta maklumat yang saya perlukan untuk melakukan kajian ini.

Selain itu, saya juga ingin mengucapkan terima kasih kepada keluarga saya, rakan-rakan serta semua yang terlibat secara tidak langsung dalam memberikan dorongan serta sokongan yang berterusan bagi saya menyiapkan kajian ini.



**ABSTRAK*****KEKERUHAN DI SUNGAI TUARAN DAN KESANNYA KE ATAS JANGKA HAYAT  
MEDIUM PENURAS SERTA OPERASI RAWATAN AIR DI LOJI RAWATAN AIR  
TELIBONG***

Objektif utama kajian penyelidikan ini adalah untuk mengenal pasti pengaruh kekeruhan terhadap jangka hayat medium penuras serta operasi rawatan air di Loji Rawatan Air Telibong. Hasil kajian ini telah mendapati bahawa kekeruhan bagi Sg. Tuaran adalah berbagai-bagai pada masa-masa tertentu. Didapati bahawa penggunaan alum dan polimer dalam proses kogulasi dan flokulasi adalah bergantung kepada kekeruhan air sungai. Semakin tinggi kekeruhan air sungai, semakin banyak penggunaan alum dan polimer dalam rawatan air. Walau bagaimanapun, kekeruhan tidak mempunyai hubungan dengan tempoh masa cucian medium penuras di Loji Rawatan Air Telibong. Ini menyebabkan jangka hayat medium penuras tidak dapat ditentukan. Melalui kajian ini, didapati bahawa perbezaan kaedah operasi dan kekeruhan air sungai menyebabkan perbezaan dalam pengendalian loji rawatan air.



## ABSTRACT

### ***EFFECT OF TURBIDITY IN TUARAN RIVER TO LIFE SPAN OF MEDIA FILTER AS WELL AS THE OPERATION OF WATER TREATMENT IN TELIBONG WATER TREATMENT PLANT***

The main objective of the study was to determine the effect of turbidity to the life span and processes of water treatment in Telibong Water Treatment Plant. In this study, it is found that the turbidity of Tuaran River varies with time. It was also found that usage of alum and polymer in coagulation and flocculation processes were highly related to the turbidity of the river water. As the turbidity was getting higher, the dosage of alum and polymer used were also increased. However, turbidity does not show any relationship with the temporal backwash of media filter in Telibong Water Treatment Plant. Thus, life span of filter media can not be determined. It is understood that the different method of operation in water treatment plant and different suspended solids concentration of river water leads to different performance between water treatment plants.



**SENARAI GAMBAR RAJAH**

| <b>Bab 4</b> |   | <b>Muka Surat</b> |
|--------------|---|-------------------|
| Rajah 4.1    | Rekod Kekeruhan Tinggi Sepanjang Tahun 2005-2006  | 22                |
| Rajah 4.2    | Hubungan Kekeruhan dengan Kepekatan Bahan Pepejal Terampai                                | 23                |
| Rajah 4.3    | Purata bergerak 30 hari bagi kekeruhan (2005-2006)  | 24                |
| Rajah 4.4    | Hubungan Kekeruhan dengan Tempoh Cucian Medium Penuras (a) Januari 2005, (b) Januari 2006 | 26                |
| Rajah 4.5    | Hubungan Kekeruhan dengan Penggunaan Alum (2005-2006)                                     | 31                |
| Rajah 4.6    | Hubungan Kekeruhan dengan Penggunaan Polimer (2005-2006)                                  | 33                |





**SENARAI JADUAL**

| <b>Bab 2</b> |   | <b>Muka Surat</b> |
|--------------|---|-------------------|
| Jadual 2.1   | Status Kualiti Air Sungai yang menjadi Sumber Bekalan Air untuk Loji Rawatan Air di Sabah | 5                 |
| <b>Bab 4</b> |   |                   |
| Jadual 4.1   | Jumlah dos alum yang digunakan mengikut kekeruhan tertentu                                | 32                |
| Jadual 4.2   | Jumlah dos polimer yang digunakan mengikut kekeruhan tertentu                             | 34                |



# ISI KANDUNGAN

## Muka Surat

|                      |  |     |
|----------------------|--|-----|
| PENGESAHAN           |  |     |
| PENGAKUAN            |  | i   |
| PENGHARGAAN          |  | ii  |
| ABSTRAK              |  | iii |
| ABSTRACT             |  | iv  |
| SENARAI GAMBAR RAJAH |  | v   |
| SENARAI JADUAL       |  | vi  |
| <br>                 |  |     |
| <b>BAB 1</b>         | <b>PENDAHULUAN</b>   |     |
| 1.1                  | Pengenalan   | 1   |
| 1.2                  | Objektif kajian  | 3   |
| <br>                 |  |     |
| <b>BAB 2</b>         | <b>KAJIAN LITERATUR</b>  |     |
| 2.1                  | Status Kualiti Air Sungai di Sabah   | 4   |
| 2.2                  | Status Bekalan Air Terawat di Sabah  | 6   |
| 2.3                  | Bahan Pepejal Terampai   | 7   |
| 2.4                  | Pencemaran Bahan Pepejal Terampai di Sabah                                 | 8   |
| 2.5                  | Kajian mengenai Hubungan Kepekatan Bahan Pepejal Terampai dengan Kekeruhan | 9   |
| 2.6                  | Proses-proses Rawatan Air di Loji Rawatan Air Telibong                     | 10  |
| 2.7                  | Proses Penurasan   | 13  |
| 2.8                  | Mekanisme Penurasan  | 14  |
| 2.9                  | Kecekapan Penuras jenis “ <i>Rapid sand filter</i> ”                       | 14  |
| 2.10                 | Status Jangka Hayat Medium Penuras   | 15  |
| 2.11                 | Perbandingan di antara Penuras Dwi-medium dengan Penuras Mono-medium       | 16  |



|                 |  |    |
|-----------------|--|----|
| <b>BAB 3</b>    | <b>METODOLOGI</b>  |    |
| 3.1             | Kawasan Kajian   | 18 |
| 3.2             | Pengumpulan Data   | 19 |
| 3.3             | Analisis Data  | 19 |
| <b>BAB 4</b>    | <b>HASIL DAN PERBINCANGAN</b>                            |    |
| 4.1.1           | Rekod Kekeruhan Tinggi Sepanjang Tahun 2005-2006         | 21 |
| 4.1.2           | Hubungan Kekeruhan dengan Bahan Pepejal Terampai         | 22 |
| 4.1.3           | Variasi Kekeruhan Harian                                 | 23 |
| 4.2             | Hubungan Kekeruhan dengan Tempoh Cucian Medium Penuras   | 25 |
| 4.3             | Jangka Hayat Medium Penuras di Loji Rawatan Air Telibong | 27 |
| 4.4             | Penukaran Medium Penuras                                 | 29 |
| 4.5             | Hubungan Kekeruhan dengan Penggunaan Alum                | 31 |
| 4.6             | Hubungan Kekeruhan dengan Penggunaan Polimer             | 32 |
| <b>BAB 5</b>    | <b>KESIMPULAN</b>  | 35 |
| <b>RUJUKAN</b>  |  | 38 |
| <b>LAMPIRAN</b> |  |    |



## BAB 1

### PENGENALAN

#### 1.1 Pengenalan

Melalui kajian tentang kandungan bahan pepejal terampai di dalam air sungai, status pencemaran dapat dikesan. Ini kerana, bahan ini adalah sumber pencemar yang membawa fosforus, pestisid dan logam-logam berat. Selain itu, bahan ini juga akan membuatkan air sungai menjadi keruh. Mendapan yang terdapat di dalam air juga akan menyebabkan paip atau pam tersumbat. Kepekatan bahan pepejal terampai di dalam air sungai adalah bergantung kepada aliran sungai yang berubah-ubah. Nilai bahan pepejal terampai yang paling tinggi biasanya didapati semasa banjir iaitu apabila paras air sungai naik.

Kekeruhan telah dicadangkan sebagai cara yang berkos efektif untuk membuat kajian tentang bahan pepejal terampai (Walling, 1978; Lewis, 1996). Hubung kait yang kukuh telah dikenalpasti di antara kepekatan bahan pepejal terampai dengan nilai kekeruhan (Lewis *et al.*, 2002; Gippel, 1995; Thomas, 1988).



Hampir setiap loji rawatan air di dunia menghadapi masalah yang sama iaitu masalah kekeruhan dalam proses rawatan air. Kajian ini adalah mengenai pengaruh kekeruhan terhadap proses-proses rawatan air di Loji Rawatan Air Telibong. Proses-proses rawatan air yang umum adalah kogulasi, flokulasi, sedimentasi dan penurasan melalui medium bergranul. Tujuan utama proses-proses ini adalah untuk mengasingkan bahan pepejal terampai dan koloid dengan membentuk flok yang boleh dibuang dengan mudah dalam tangki sedimentasi. Sementara itu, penurasan melalui medium bergranul pula merupakan langkah terakhir dalam mengasingkan bahan pepejal terampai tersebut sebelum dirawat dengan penggunaan klorin bagi membunuh kuman dan bakteria.

Contoh aspek yang dipengaruhi oleh kekeruhan dalam proses rawatan air ini adalah kekerapan pencucian medium penuras. Bukan itu sahaja, malah jumlah dos alum dan polimer yang digunakan turut bergantung kepada tahap kekeruhan air sungai. Kepekatan bahan pepejal terampai dalam air sungai mempunyai banyak pengaruh terhadap operasi rawatan air. Kajian terhadap kaedah operasi memainkan peranan penting dalam menangani masalah kekeruhan di loji-loji rawatan air bagi memastikan bekalan air yang dihasilkan adalah bersih, selamat, berkualiti dan sekaligus mencukupi untuk semua pengguna.



## 1.2 Objektif Kajian

Objektif yang ingin dicapai dalam kajian ini boleh dispesifikasikan seperti berikut:

- i. Untuk mengenalpasti variasi kekeruhan dan hubungannya dengan kepekatan bahan pepejal terampai di Sg. Tuaran pada masa hujan.
- ii. Untuk mengenalpasti pengaruh kekeruhan terhadap tempoh cucian medium penuras serta penggunaan jumlah alum dan polimer dalam proses kogulasi dan proses flokulasi.

## **BAB 2**

### **KAJIAN LITERATUR**

#### **2.1 Status Kualiti Air Sungai di Sabah**

Masalah kualiti air utama yang dihadapi oleh loji rawatan air di Sabah adalah kekeruhan. Kekeruhan meningkat apabila hujan turun. Terdapat tiga sungai yang merupakan sumber bekalan air bagi loji rawatan air yang mana mempunyai kekeruhan yang semulajadi. Sungai-sungai tersebut adalah Sungai Kinabatangan, Sungai Padas dan Sungai Lukutan.

Status kualiti air di Sabah mengikut Indeks Kualiti Air (IKS), 2005 menyatakan bahawa terdapat beberapa sungai di Sabah yang telah tercemar iaitu Sungai Pang Burong satu, Pang Burong dua, dan Sembulan manakala bagi sungai separa tercemar pula adalah Sungai Darau, Kalabakan, Likas, Muanad, Pin, Segaliud, Takala dan Telipok (JAS, 2005).



Bagi status kualiti air sungai yang menjadi sumber bekalan air untuk loji rawatan air di Sabah pula menyatakan bahawa hampir kesemua sungai adalah bersih dan bebas daripada pencemaran kecuali bagi sungai Muanad di Beluran yang mempunyai status separa tercemar (JAS, 2005).

**Jadual 2.1: Status Kualiti Air Sungai yang menjadi Sumber Bekalan Air untuk Loji Rawatan Air di Sabah (JAS, 2005).**

| No. | Sungai       | Daerah       | Indeks Kualiti Air (IKS) | Status Sungai | Kelas |
|-----|--------------|--------------|--------------------------|---------------|-------|
| 1   | Babagon      | Penampang    |                          |               |       |
| 2   | Bandau       | Kota Marudu  | 90                       | II            | B     |
| 3   | Bayayo       | Keningau     |                          |               |       |
| 4   | Bengkoka     | Pitas        | 89                       | II            | B     |
| 5   | Kalumpang    | Kunak        | 86                       | II            | B     |
| 6   | Kinabatangan | Kinabatangan | 86                       | II            | B     |
| 7   | Liawan       | Keningau     | 91                       | II            | B     |
| 8   | Liwagu       | Ranau        | 89                       | II            | B     |
| 9   | Lukutan      | Sipitang     | 87                       | II            | B     |
| 10  | Maliau       | Telupid      | 92                       | II            | B     |
| 11  | Melikop      | Tongod       |                          |               |       |
| 12  | Membakut     | Membakut     | 83                       | II            | B     |
| 13  | Merotai      | Tawau        | 85                       | II            | B     |
| 14  | Milian       | Tongod       |                          |               |       |
| 15  | Moyog        | Penampang    | 91                       | II            | B     |
| 16  | Muanad       | Beluran      | 69                       | III           | ST    |
| 17  | Padas        | Beaufort     | 85                       | II            | B     |
| 18  | Panawan      | Pensiangan   |                          |               |       |
| 19  | Pangapuyan   | Kota Marudu  |                          |               |       |
| 20  | Papar        | Papar        | 89                       | II            | B     |
| 21  | Segama       | Lahad Datu   | 87                       | II            | B     |
| 22  | Sepagaya     | Lahad Datu   |                          |               |       |
| 23  | Sook         | Sook         |                          |               |       |
| 24  | Tawau        | Tawau        | 88                       | II            | B     |
| 25  | Tempasuk     | Kota Belud   | 90                       | II            | B     |
| 26  | Tondulu      | Tambunan     | 94                       | II            | B     |
| 27  | Tuaran       | Tuaran       | 91                       | II            | B     |
| 28  | Tungku       | Lahad Datu   | 82                       | II            | B     |

**Kunci:**

(80-100)=Bersih (B); (60-80)=Separu Tercemar (ST); (0-59)=Tercemar (T)



## 2.2 Status Bekalan Air Terawat di Sabah

Terdapat lebih kurang 40 buah loji rawatan air yang ada di Sabah. Bekalan air terawat di Sabah dimonopoli oleh dua buah syarikat swasta dan juga kerajaan sendiri. Syarikat tersebut adalah Jetama dan Team H. Setakat ini, bekalan air terawat di Sabah tidak mempunyai masalah kekurangan air yang serius. Walau bagaimanapun, terdapat beberapa kawasan yang mengalami masalah kekurangan air, contohnya Sandakan dan juga kawasan KKIP. Sandakan mengalami masalah air yang serius, dipercayai disebabkan oleh kehadiran terlalu banyak pendatang asing di daerah tersebut yang menjalankan kegiatan mencuri air. Ini menyebabkan sebahagian besar daripada penduduknya mengalami kekurangan air. Bagi kawasan KKIP pula, pembangunan yang terlalu pesat dan lokasinya yang jauh daripada sumber bekalan menyebabkannya kerap kali mengalami masalah air (JANS, 2007).

Selain itu, masih terdapat lagi sesetengah kawasan di Sabah yang belum mendapat bekalan air terawat terutamanya di kawasan pedalaman. Ini mungkin juga disebabkan kawasan tersebut mempunyai sumber air semulajadi seperti air bawah tanah dan kesukaran untuk membekalkan air terawat kerana terlalu jauh daripada sumber. Walaupun secara teorinya air bawah tanah lebih tinggi kualitinya tetapi disebabkan oleh pengurusan bekalan air tersebut yang kurang baik akan menyebabkan penyakit bawaan air seperti kolera mudah berlaku (JKNS, 2005).



### 2.3 Bahan Pepejal Terampai

Pepejal ini merangkumi berbagai jenis bahan, seperti tumbuhan reput, tanah liat, bahan buangan haiwan, sisa buangan industri dan loji kumbahan dan lain-lain lagi. Kadar kepekatan yang tinggi bagi bahan ini akan mendatangkan masalah kepada hidupan di air khususnya. Ia berupaya meningkatkan suhu di dalam air. Keadaan ini berlaku kerana partikel di dalam air tersebut menyerap haba daripada matahari. Ia juga akan menghalang cahaya matahari daripada sampai ke bahagian dasar tasik atau laut. Ini akan menyebabkan proses fotosintesis bergerak perlahan (JAS, 1999).

Seterusnya, kadar fotosintesis yang berkurang ini akan menyebabkan oksigen terlarut di dalam air berkurangan. Jika sinaran matahari dihalang sepenuhnya daripada menembusi air, maka tumbuh-tumbuhan di dalam air tidak dapat menjalankan proses fotosintesis dan tumbuh-tumbuhan akan mati. Bakteria di dalam air akan menguraikan tumbuhan tersebut. Oleh kerana, proses penguraian ini memerlukan kehadiran oksigen, maka oksigen terlarut di dalam air akan menjadi semakin tidak mencukupi. Keadaan ini juga menyebabkan kematian hidupan akuatik di dalam air (Alley, 2000).

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi jumlah pepejal terampai di dalam air sungai. Antaranya ialah kadar aliran air yang tinggi merupakan salah satu faktor yang penting. Pengaliran air yang cepat akan membawa banyak partikel dan mendapan. Selain itu, hujan yang lebat akan mengangkut pasir, ranting pokok dan



daun ke dalam sungai. Faktor kedua ialah tanah runtuh. Jika berlaku tanah runtuh, tanah akan diangkut ke dalam sungai dan mencemarkan sungai tersebut. Keadaan sedemikian boleh meningkatkan jumlah pepejal terampai di dalam air. Faktor ketiga ialah pereputan tumbuh-tumbuhan dan haiwan. Bahan yang mereput di dalam air ini juga boleh meningkatkan jumlah pepejal terampai di dalam sungai (JAS, 1999).

Keempat ialah sistem perparitan dan saluran air yang kurang baik terutamanya di kawasan luar bandar. Air kotor seperti air mandi, air basuhan baju dan bahan buangan kumbahan yang disalurkan melalui longkang dan terus masuk ke dalam air sungai. Fenomena ini mencemarkan sungai serta meningkatkan jumlah pepejal terampai di dalam sungai. Agensi Perlindungan Alam Sekitar Malaysia telah menyatakan bahawa jumlah pepejal mendapan yang melebihi 80mg/l adalah merbahaya kepada hidupan akuatik (JAS, 2005).

#### **2.4 Pencemaran Bahan Pepejal Terampai di Sabah**

Kebanyakan sungai-sungai di Sabah mengandungi kandungan bahan mendapan yang tinggi disebabkan oleh sifat geologinya yang semula jadi dan kesan daripada aktiviti antropogenik (JIKA, 1982; Murtedza *et al.*, 1987; JAS, 1999; Douglas *et al.*, 1999).

Antara sungai yang terkenal dengan kandungan sedimen yang tinggi di Sabah adalah Sungai Padas dan Sungai Kinabatangan. Kajian ada mengatakan bahawa jumlah kehilangan tanah di Sungai Kinabatangan adalah lebih kurang 7.8 juta tan



setahun (Jain *et al.*, 2000). Ini disebabkan Sungai Kinabatangan berdekatan dengan lokasi pembalakan dan pertanian. Apabila hujan turun, ia akan membawa bersama sedimen-sedimen masuk ke dalam air sungai dan menyebabkan paras air semakin meningkat. Ini menyebabkan kawasan-kawasan tersebut kerap kali mengalami banjir.

## **2.5 Kajian mengenai Hubungan Kepekatan Bahan Pepejal Terampai dengan Kekeruhan**

Sebelum hubungan di antara kepekatan bahan pepejal terampai dan kekeruhan ditemui, hubungan di antara kepekatan bahan pepejal terampai dengan luahan telah digunakan. Walau bagaimanapun, disebabkan oleh hubungan yang kompleks di antara kepekatan bahan pepejal terampai dengan luahan, hubungan dengan kekeruhan telah dikenalpasti sebagai cara yang berkos efektif untuk mengira beban sedimen terampai (Lewis *et al.*, 2002). Ini kerana kekerapan tinggi melakukan persampelan adalah diperlukan untuk menentukan hubungan di antara kepekatan bahan pepejal terampai dan luahan. Hubungan di antara kepekatan bahan pepejal terampai dengan kekeruhan boleh ditentukan secara empirikal dan hubungannya adalah stabil (Lewis, 1996). Dalam kebanyakan kes, hubungan di antara kepekatan bahan pepejal terampai dengan kekeruhan adalah linear dengan nilai varians yang rendah (Lewis, 2002).



## 2.6 Proses-proses Rawatan Air di Loji Rawatan Air Telibong

Proses-proses rawatan air yang dilakukan di Loji Rawatan Air Telibong adalah mengikut turutan berikut:

- a) Pengambilan sumber air mentah
- b) Penskrinan
- c) Pengepaman air mentah
- d) Kogulasi (rawatan awal klorin dan air kapur)
- e) Flokulasi
- f) Tangki sedimentasi
- g) Penurasan
- h) Rawatan ulangan bagi klorin dan air kapur
- i) Tangki air
- j) Pengepaman bekalan air terawat

Pengambilan sumber air mentah adalah di dalam lokasi kawasan tadahan air sungai dan biasanya terletak di kawasan yang mempunyai kedalaman yang tinggi. Dari segi aspek kualiti air sungai yang baik iaitu jauh daripada sumber pencemaran dan juga kehadiran pasir atau sedimen yang sedikit juga perlu diambil kira. Bagi loji rawatan ini, sumber air mentah terletak dalam kawasan empangan sungai yang dibina. Alat yang digunakan terdiri daripada paip-paip yang dihubungkan terus ke stesen pengepaman air mentah.

Air yang masuk melalui paip ini akan diskriminasi terlebih dahulu sebelum dipam bagi mengelakkan ikan-ikan masuk serta sampah-sampah seperti daun-daun dan plastik dapat diasingkan. Seterusnya adalah proses kogulasi. Kogulasi merupakan proses di mana bahan kimia iaitu koagulan ditambahkan ke dalam air dan menyebabkan daya lekatan yang kuat antara koagulan dengan koloidal iaitu air yang tidak boleh mendap seperti lumpur halus dan bakteria. Partikel-partikel yang menyumbang kepada warna dan kekeruhan dalam air adalah biasanya pasir, virus, bakteria, asid pulvik dan humik, mineral (termasuk silikat, silika dan partikel radioaktif) serta partikel organik. Koagulan iaitu alum (aluminium sulfat) bercas positif manakala koloidal pula bercas negatif akan membentuk flok yang bersifat neutral. Partikel-partikel ini pada mulanya berada dalam keadaan stabil. Tujuan kogulasi adalah untuk menyahstabilkan partikel-partikel dan membolehkan ia melekat sesama sendiri supaya mudah untuk disingkirkan dalam proses-proses yang seterusnya (Jetama, 2007).

Beberapa faktor yang mempengaruhi jenis dan jumlah bahan kimia koagulan yang diperlukan bergantung kepada kepekatan bahan pepejal terampai serta sifat kimia air sungai tersebut. Proses kogulasi berlaku dengan begitu cepat iaitu hanya mengambil masa dua hingga tiga saat sahaja. Dalam proses kogulasi ini, klorin dan air kapur juga ditambah sebagai langkah rawatan awal. Flok yang terbentuk dengan alum ini adalah ringan dan mudah pecah menyebabkannya susah untuk diasingkan. Maka, penambahan polimer boleh membantu flok ini menjadi semakin besar dan



kukuh supaya tidak mudah pecah dan senang untuk dimendapkan nanti (Jetama, 2007).

Apabila berat flok-flok tersebut semakin bertambah, proses pemendapan akan belaku dengan cepat. Proses ini berlaku di dalam tangki sedimentasi. Tangki yang panjang dan berbentuk segi empat tepat mempunyai proses sedimentasi yang lebih baik jika dibandingkan dengan tangki berbentuk bulat atau bentuk segi empat sama yang besar (Awwa, 2004). Asalnya tangki sedimentasi dicipta untuk menyimpan sisa selama beberapa bulan dan dicuci secara manual dan berjadual. Walau bagaimanapun, kebanyakan tangki sekarang dicipta dengan pencucian berterusan menggunakan alat-alat mekanikal.

Rekabentuk tangki sedimentasi yang luas akan menyebabkan aliran air menjadi semakin perlahan di sini. Flok yang terbentuk dengan banyak tadi merupakan sisa yang perlu dibuang apabila telah memenuhi tangki tersebut. Sisa-sisa tersebut akan terus disalurkan masuk ke dalam lagun (seperti kolam oksidasi) yang mana perlu dibiarkan untuk tempoh tertentu sebelum dibebaskan ke dalam air sungai. Tangki sedimentasi adalah penting untuk mengasingkan sisa pepejal sebelum air dituras bagi memastikan sisa pepejal tidak membebaskan penuras.

Seterusnya merupakan proses penurasan yang mana menyingkirkan flok-flok kecil yang tidak boleh dilihat secara mata kasar. Kecekapan penuras dinilai dari segi ketinggian paras air dalam penuras tersebut. Apabila semakin banyak bahan pepejal



terampai terperangkap pada medium penuras, maka semakin cepat paras air akan naik kerana medium penuras tersumbat. Cucian medium penuras akan dilakukan sekiranya aras air telah mencapai paras maksimum iaitu tiga meter atau kurang daripada itu (JANS, 2007).

Selepas proses penurasan, klorin dan air kapur perlu ditambahkan sekali lagi. Penambahan air kapur adalah bagi meningkatkan pH air yang rendah kesan daripada pertambahan alum di awal proses rawatan air tadi. Air kapur akan meneutralkan air dan pH 7.0-8.5 sahaja yang diterima. Air ini seterusnya akan dibiarkan selama dua hingga tiga jam di dalam tangki air sebelum disalurkan ke rumah-rumah pengguna (Jetama, 2007).

## 2.7 Proses Penurasan

Rekod catatan yang terawal mengenai rawatan air pada 4,000 Masihi mengatakan proses penurasan pada masa itu adalah melalui pasir dan batuan (Awwa, 2004). Apabila kejuruteraan rawatan air pertama kali ditubuhkan pada awal abad ke 20, misi utama mereka adalah untuk memastikan bekalan air minum bebas daripada jangkitan kuman. Proses pengklorinan dan penurasan yang diterapkan di dalam proses rawatan air minum berjaya mengawal kematian yang disebabkan oleh penyakit bawaan air di United States pada tahun 1930. Maka dengan itu, terbukti bahawa proses penurasan ini dapat menghasilkan air yang cukup jernih (kekeruhan kurang daripada 1.0 atau 0.5 NTU) untuk menghapuskan pencemaran secara mikrobiologi di dalam air minum,





## RUJUKAN

- Alley, E.R. 2000. *Water Quality Control Handbook*. McGraw Hill, New York.
- Awwa , 2004. *Water Treatment Plant Design*. McGraw Hill, Washington.
- Azzireen, A. 2007. Hubungan Parameter Model Hec-Hms dan Luas Kawasan Tadahan bagi Kawasan Luar Bandar di Malaysia. Tesis Ijazah Sarjana Muda, Universiti Teknologi Malaysia.
- Botkin, D.B. & Keller, E.A., 2005. *Environmental Science. Earth As a Living Planet*. John Wiley & Sons, US.
- Chin, D.A., 2000. *Water Resources Engineering*. Prentice Hall, New Jersey.
- Christelle, A., Frederique. E., Benoit. R., Mireille. P., Francois. S. 2007. Suspended sediment and <sup>137</sup>Cs fluxes during the exceptional December 2003 flood in the Rhone River, southeast France. *Journal of Geomorphology*. 350-360.
- Colton, J.F., Hillis P., Fitzpatrick C.S.B. 1996. Filter Backwash and Start up Strategies for Enhanced Particulate Removal. England: Cranfield University. 2502-2507
- Currie, J.C., Pepper A.T., 1993. *Water and the Environment*. West Sussex.
- Day, A.D., Ludeke. K.L., 1993, *Plant Nutrients in Desert Environments*, Springer-Verlag, Berlin



Department of Environment. 1993. *Malaysia Environmental Quality Report 1992*. Department of Environment, Ministry of Science and Technology and the Environment Malaysia, Kuala Lumpur.

Department of Environment. 1997. *Malaysia Environmental Quality Report 1996*. Department of Environment, Ministry of Science and Technology and the Environment Malaysia, Kuala Lumpur.

Department of Environment. 1998. *Malaysia Environmental Quality Report 1997*. Department of Environment, Ministry of Science and Technology and the Environment Malaysia, Kuala Lumpur.

Department of Environment. 1999. *Malaysia Environmental Quality Report 1998*. Department of Environment, Ministry of Science and Technology and the Environment Malaysia, Kuala Lumpur.

Department of Environment. 2005. *Malaysia Environmental Quality Report 2004*. Department of Environment, Ministry of Science and Technology and the Environment Malaysia, Kuala Lumpur.

Edwards, A.C., Whithers. P.J.A. 2007. Transport and delivery of suspended solids, nitrogen and phosphorus from various sources to freshwaters in the UK. *Journal of Hydrology*. 350:144-153.

Elizabeth, K.B., and Robert A.B., 1987, *The Global Water Cycle: Geochemistry And Environment*, Prentice-Hall, Inc.

Fizpatrick, C.S.B., 1998. Instrumentation for Investigating and Optimising Filter Backwashing. *Article of Filtration and Separation*. UK: University College London. 69-72



- Fizpatrick, C.S.B., 1998. Media Properties and their Effect on Filter Performance and Backwashing. *Article of Filtration and Separation*. UK: University College London. 105-111
- Gaines, B.J., 1993, *Applied Water and Spentwater Cemistry: A Laboratory Manual*, Van Nostrand Reinhold
- Gregory, J. 1998. Turbidity and Beyond. *Article of Filtration and Separation*. UK: University College London. 63-67
- Jabatan Air Negeri Sabah, 2007. Proses-proses Rawatan air dan Pengagihan Air. Temu ramah, 20 Ogos.
- Jetama Water Treatment Plant 2007. Life span of filter media. Interview, 24 August.
- Jika 1982. Draft Report on Natural Water Resources Study, Malaysia, Phase III. SN- Meteorology and Hydrology, 15.
- Juin, E., Yangkat, Y. & Laugesen, C.H. 2000. *A Report on the State of the Environment in Sabah, 2000*. Kota Kinabalu: Environmental Conservation Department of Sabah, Malaysia.
- Kirby, R., Blakeley P., Spencer D., 1998. The development of a Fine Particle Monitor Based on the Method of Dynamic Light Extinction. . *Article of Filtration and Separation*. 73-77
- Lewis, J. & Eads, R.E. 1998. Automatic Real-time Control of Suspended Sediment Sampling Based Upon High Frequency *in situ* Measurements of Nephelometric Turbidity. *Proceedings, Federal*



*Interagency Workshop, Sediment Technology for the 21<sup>st</sup> Century.* St. Petersburg, FL.

- Lewis, J. & Eads, R.E. 2001. Turbidity Threshold Sampling for Suspended Sediment Load Estimation. In: *Proceedings of the 7<sup>th</sup> Federal Interagency Sedimentation Conference*, 25-29 March 2001, Reno, Nevada, USA. III-100 to III-117.
- Lewis, J. 1996. Turbidity-controlled suspended sediment sampling for Run-off event Load Estimation. *Water Resources Research*. 32(7): 2299-2310.
- Lewis, J., Tate, K.W., Dahlgren, R.A. & Newell, J. 2002. Turbidity and Total Suspended Solid Concentration Dynamics in Streamflow from California Oak Woodland Watersheds. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-184.
- McGhee, T.J., 1991. *Water Supply and Sewerage*. McGraw Hill, NY.
- Panda, S.C., 2003. *Principles and Practices of Water Management*, Jodhpur, Agrobios, India.
- Peters, N.E. & Walling, D.E. (ed). 1991. *Sediment and Stream Water Quality in a Changing Environment: Trends and Explanation. Proceedings of the Vienna Symposium*, August 1991. IAHS Publ. no. 203.
- Pradyot, P., 1997. *Handbook Of Environmental Analysis Chemical Pollutants In Air, Soil And Solid Wastes*, Lewis Publishers
- Ray, C. Melin, G. & Linsky.R.B. (ed.), 2002. *Riverbank Filtration. Improving Source-water Quality*, Kluwer Academic Publishers, London.



Ricardo, P., Paola B., Antonio C.G., 2006. The contribution of total suspended solids to the Bay of Biscay by Cantabrian Rivers (northern coast of the Iberian Peninsula). *Journal of Marine System*.

Ryan, W.J., 2002. Water Treatment And Purification Technology. Agrobios, India.

Sandy, C., Richard F., 1807, *Environmental Health Engineering In The Tropics, An Introductory text 2<sup>nd</sup> edition*, Publishers Wiley.

Thien, L.N.Y., 2005. The Hydrology and Suspended Sediment Yield of Sg. Tuaran, Sabah. Tesis PHD, University Malaysia Sabah.

Thomas, V.C., 2003, *Principles Of Water Resources History Development, Management and Policy*, John Wiley and Sons, Inc.

Walling, D.E. & Webb, B.W. (ed). 1995. Hyrdology, Water quality and Sediment Behaviour. In: Foster, I., Gurnell, A. & Webb, B. (ed). 1995. *Sediment and Water Quality in River Catchments*. Chichester: John Wiley & Sons. 1-29.

Faure, Y.H., A. Baudoin, P. Pierson, O. Ple. 2004. A contribution for predicting geotextile clogging during filtration of suspended solids. France: University Joseph Fourier. *Geotextile and Geomembrane*. 11-20

Zhenyu Li, Aran H. Kittikun, Wirote Youravong. 2007. Removal of suspended solids from tuna spleen extract by microfiltration: A batch



process design and improvement. Thailand: Prince of Songkla University. *Biochemical Engineering Journal*.

Zouboulis, A., Traskas. G., Samaras. P. 2005. Comparison of single and dual media filtration in a full-scale drinking water treatment plant. Greece: Aristotle University. *Desalination*. 334-342

