

THE UNIVERSITY OF CHICAGO  
DEPARTMENT OF CHEMISTRY  
SOUTH EAST ASIAN ARCHIVES

STUDY OF THE HISTORY OF

THE UNIVERSITY OF CHICAGO  
DEPARTMENT OF CHEMISTRY  
SOUTH EAST ASIAN ARCHIVES

2007

910-4566

LP 40 FST 1 2007



1100051108

Merekabentuk, membina dan mengujikaji satu unit penuras laju tindakan graviti dalam merawat air terenap / Siti Khatijah Abdullah.



PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA TERENGGANU (UMT)  
21030 KUALA TERENGGANU

1100051108		

Lihat sebelah

HAK MILIK  
PERPUSTAKAAN UMT

MEREKABENTUK, MEMBINA DAN MENGUJIKAJI SATU UNIT PENURAS  
LAJU TINDAKAN GRAVITI DALAM MERAWAT AIR TERENAP

Oleh  
Siti Khatijah Binti Abdullah

Laporan Penyelidikan ini disediakan untuk mematuhi  
sebahagian keperluan bagi  
Ijazah Sarjana Muda Teknologi (Alam Sekitar)

Jabatan Sains Kejuruteraan  
Fakulti Sains Dan Teknologi  
UNIVERSITI MALAYSIA TERENGGANU  
2007

1100051108



**JABATAN SAINS KEJURUTERAAN  
FAKULTI SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITI MALAYSIA TERENGGANU**

**PENGAKUAN DAN PENGESAHAN LAPORAN  
PROJEK PENYELIDIKAN I DAN II**

Adalah ini diakui dan disahkan bahawa laporan penyelidikan bertajuk:

MEREKABENTUK, MEMBINA DAN MENGUJIKAJI SATU UNIT PENURAS TINDAKAN GRAVITI DALAM MERAWAT AIR TERENAP oleh Siti Khatijah Abdullah, No.Matrik UK7931 telah diperiksa dan semua pembetulan yang disarankan telah dilakukan. Laporan ini dikemukakan kepada Jabatan Sains Kejuruteraan sebagai memenuhi sebahagian daripada keperluan memperoleh Ijazah Sarjana Muda Teknologi (Alam Sekitar), Fakulti Sains dan Teknologi, Universiti Malaysia Terengganu.

Disahkan oleh:

Penyelia Utama

Nama: Prof. Madya Ir. Ahmad Jusoh

Cop Rasmi:

**PROF. MADYA IR. AHMAD JUSOH**  
Dekan  
Fakulti Sains dan Teknologi  
Universiti Malaysia Terengganu  
21030 Kuala Terengganu.

Tarikh: 31/05/07

Penyelia Kedua

Nama: Dr. Edlic a/l Sathiamurthy

Cop Rasmi:

**DR. EDLIC SATHIAMURTHY**  
Pensyarah  
Jabatan Sains Kejuruteraan  
Fakulti Sains dan Teknologi  
Universiti Malaysia Terengganu  
21030 Kuala Terengganu.

Tarikh: 28/5/07

Ketua Jabatan Sains Kejuruteraan

Nama: Dr. Nora'aini Ali

Cop Rasmi: DR. NORA'AINI BINTI ALI

Ketua  
Jabatan Sains Kejuruteraan  
Fakulti Sains dan Teknologi  
Universiti Malaysia Terengganu  
21030 Kuala Terengganu

Tarikh: 24/5/07

## **PENGHARGAAN**

Assalamualaikum. Alhamdulillah, dipanjatkan kesyukuran kepada Allah s.w.t atas kurniaanNya yang tiada sinonimnya dengan ucapan yang dilafazkan dan tidak akan terbayar walaupun sebanyak buih di lautan.

Setinggi-tinggi penghargaan saya rakamkan buat Penyelia Utama saya, Prof. Madya Ir. Ahmad Jusoh dan Penyelia Kedua saya Dr. Edlic a/l Sathiamurthy yang banyak memberikan bantuan dari segi tunjuk ajar, nasihat, bimbingan dan sokongan dari masa ke semasa di sepanjang saya menyiapkan Projek Penyelidikan Tahun Akhir ini. Ucapan terima kasih juga saya tujukan buat Penyelaras Projek Penyelidikan Tahun Akhir, Encik Asmadi Ali serta para pensyarah Jabatan Sains Kejuruteraan yang telah banyak membantu dan memberikan tunjuk ajar yang amat berguna kepada saya sepanjang menyiapkan laporan ini. Seterusnya ucapan terima kasih saya titipkan buat semua kakitangan Jabatan Sains Kejuruteraan, UMT yang telah memberikan tunjuk ajar yang amat bernilai sehinggalah saya dapat menghasilkan laporan ini. Seterusnya kepada keluarga tercinta, rakan-rakan seperjuangan dan semua pihak yang telah membantu saya sama ada secara langsung atau tidak langsung. Jasa baik dan kemesraan semua yang terlibat amat saya hargai dan akan saya kenang hingga akhir hayat.

## JADUAL KANDUNGAN

	<b>Halaman</b>
<b>MUKA SURAT JUDUL</b>	i
<b>BORANG KELULUSAN DAN PENGESAHAN TESIS</b>	ii
<b>PENGHARGAAN</b>	iii
<b>JADUAL KANDUNGAN</b>	iv
<b>SENARAI JADUAL</b>	viii
<b>SENARAI RAJAH</b>	ix
<b>SENARAI SINGKATAN</b>	xi
<b>SENARAI LAMPIRAN</b>	xii
<b>ABSTRAK</b>	xiii
<b>ABSTRACT</b>	xiv
<b>BAB 1       PENDAHULUAN DAN OBJEKTIF</b>	
1.1    Pengenalan	2
1.2    Pernyataan Masalah	7
1.3    Objektif Kajian	8
1.4    Skop Kajian	8
<b>BAB 2       ULASAN BAHAN RUJUKAN</b>	
2.1    Rawatan Awal Influen Secara Konvensional	9
2.1.1 <i>Pengentalan</i>	15
2.1.2 <i>Pemberbukuan</i>	15

2.1.3	<i>Pengenapan</i>	16
2.2	Teori Penurasan Melalui Media Berliang	17
2.3	Media Penuras	20
2.3.1	<i>Penuras Satu Media Bersaiz Tidak Seragam</i>	22
2.3.2	<i>Penuras Satu Media Bersaiz Seragam</i>	23
2.3.3	<i>Penuras Dua Media</i>	25
2.3.4	<i>Ketebalan Penuras Satu Media</i>	26
2.3.5	<i>Ketebalan Dan Saiz Media Penuras Dua Media</i>	29
2.4	Kehilangan Turus Awal	30
2.5	Hidraulik Proses Pembasuhan Semula	32
2.6	Rumusan Ulasan Bahan Rujukan	37

### **BAB 3      METODOLOGI**

3.1	Rekabentuk Dan Pembinaan Unit Pengentalan, Pemberbukuan dan Pengenapan	39
3.2	Rekabentuk Dan Pembinaan Unit Penuras	42
3.2.1	<i>Peralatan Tambahan</i>	43
3.3	Penyediaan Media Penuras	46
3.3.1	<i>Pasir</i>	46
3.3.2	<i>Butiran Arang Tempurung Kelapa Sawit</i>	48
3.3.3	<i>Anthrasit</i>	49
3.4	Analisis Media Penuras	49
3.4.1	<i>Ujian Penentuan Taburan Saiz Media</i>	49
3.4.2	<i>Ujian Penentuan Graviti Tentu Menggunakan Piknometer</i>	51

3.4.3	<i>Ujian Penentuan Nilai Keliangan Media</i>	52
3.4.4	<i>Ujian Penentuan Halaju Enapan Media</i>	53
3.4.5	<i>Analisis Morfologi Media</i>	54
3.5	Penyediaan Penuras Satu dan Dua Media	55
3.5.1	<i>Penuras Satu Media</i>	55
3.5.2	<i>Penuras Dua Media</i>	58
3.6	Penyediaan Air Terenap	58
3.6.1	<i>Pengambilan Sampel</i>	59
3.6.2	<i>Ujian Flok Jar</i>	60
3.6.3	<i>Penyediaan Bahan Kimia Untuk Ujian Flok Jar</i>	61
3.6.4	<i>Kaedah Kerja Asas Untuk Ujian Flok Jar</i>	61
3.6.5	<i>Kaedah Penentuan Dos Optimum</i>	62
3.6.6	<i>Proses Pengentalan</i>	66
3.6.7	<i>Proses Pemberbukuan</i>	66
3.6.8	<i>Proses Pengeapan</i>	67
3.7	Penentuan Keberkesanan Unit Penuras	68
3.7.1	<i>Proses Penurasan</i>	68
3.7.2	<i>Proses Pembasuhan Balik</i>	69
3.8	Analisis Kekeruhan	71
<b>BAB 4</b>	<b>KEPUTUSAN DAN PEMBINCANGAN</b>	
4.1	Analisis Media Penuras	72
4.2	Pengaruh Kadar Alir Berlina Terhadap Keberkesanan Unit Penuras	79
4.3	Pengaruh E.S. Media Penuras Terhadap Keberkesana Unit Penuras	79



4.4	Kehilangan Turus	81
4.5	Perbandingan Di Antara Kehilangan Turus Yang Diperolehi Secara Ujikaji Dan Pengiraan	83
<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN DAN CADANGAN</b>	
5.1	Kesimpulan	86
5.2	Cadangan	88
<b>RUJUKAN</b>		89
<b>LAMPIRAN</b>		92
<b>VITAE</b>		120

## SENARAI JADUAL

No. Jadual		Halaman
1.1	Perbandingan di antara penuras pasir perlahan dan penuras pasir laju dalam sistem rawatan air	3
1.2	Pengkelasan penuras laju berdasarkan kepada peringkat rawatan awal air mentah	5
1.3	Pengkelasan penuras berdasarkan kepada jenis media penuras	6
2.1	Kualiti air dari sumber air mentah	10
2.2	Kriteria Kualiti Air Mentah Yang Dicapai (RRWQC) oleh Kementerian Kesihatan Malaysia	11
2.3	Nilai maksimum parameter yang dibenarkan dalam air minum berdasarkan piawaian WHO	12
2.4	Ciri-ciri perbezaan media penuras yang digunakan di dalam penurasan laju	21
3.1	Nilai kekeruhan dan pH air mentah yang diperolehi daripada kelima-lima pensampelan yang dijalankan	59
3.2	Ringkasan keputusan Ujian Flok Jar bagi pensampelan bertarikh 24 Disember 2006, 10 Januari 2007 dan 7 Februari 2007	62
4.1	Keputusan analisis media penuras	73
4.2	Pengaruh jenis media dan E.S. media pada kadar alir yang berbeza terhadap keberkesanan unit penuras satu media	76
4.3	Pengaruh jenis media dan E.S. media pada kadar alir yang berbeza terhadap keberkesanan unit penuras dua media	77
4.4	Perbandingan di antara kehilangan turus awal yang diperolehi secara ujikaji dan pengiraan	84

## SENARAI RAJAH

No. Rajah		Halaman
2.1	Carta alir proses rawatan air mentah yang biasa dijalankan di loji-loji rawatan air	14
2.2	Agihan tekanan air di dalam penuras satu media bersaiz tidak seragam	23
2.3	Agihan tekanan untuk penuras satu media bersaiz seragam	24
2.4	Perhubungan di antara kehilangan turus dan masa operasi	26
2.5	Perhubungan di antara turbiditi efluen dan masa operasi	27
2.6	Agihan tekanan air di dalam penuras laju	28
3.1	Skematik diagram bagi sistem rawalan awal	40
3.2	Gambar foto sistem rawatan awal air mentah yang telah dibina	41
3.3	Skematik diagram bagi sistem penurasan yang dibangunkan	44
3.4	Gambar foto unit penuras laju yang telah dibina	45
3.5	Hubungan antara kekeruhan efluen dan ketebalan media bagi pasir dan anthrasit yang mempunyai E.S. yang berbeza	56
3.6	Hubungan antara kekeruhan efluen dan ketebalan media bagi BOPS yang mempunyai E.S. yang berbeza	57
3.7	Gambar foto kehilangan turus maksimum yang telah dicapai (105 cm)	69
3.8	Gambar foto sambungan paip dalam proses basuhan balik	70
3.9	Gambar foto menunjukkan proses basuhan balik yang sedang dilakukan	71

4.1	Analisis morfologi bagi media yang telah dianalisis menggunakan SEM	75
-----	---	----

## SENARAI SINGKATAN

### Singkatan

BOD	Keperluan Oksigen Biokimia ( <i>Biochemical Oxygen Demand</i> )
BOPS	Arang Tempurung Kelapa Sawit ( <i>Burnt Oil Palm Shell</i> )
COD	Keperluan Oksigen Kimia ( <i>Chemical Oxygen Demand</i> )
DOE	Jabatan Alam Sekitar ( <i>Department of Environment</i> )
E.D.	Ketebalan Berkesan ( <i>Effective Depth</i> )
E.S.	Saiz Berkesan ( <i>Effective Size</i> )
GAC	Butiran Karbon Teraktif ( <i>Granular Activated Carbon</i> )
INWQS	Piawaian Kualiti Air Mentah Kebangsaan ( <i>Interim National Water Quality Standard</i> )
MOH	Kementerian Kesihatan ( <i>Ministry of Health</i> )
NDWQS	Piawaian Kualiti Air Minum Kebangsaan ( <i>National Drinking Water Quality Standard</i> )
NTU	Unit Kekeruhan Nefelometrik ( <i>Nephelometric Turbidity Unit</i> )
PVC	<i>Poly Vynyl Chloride</i>
RRWQC	Kriteria Kualiti Air Mentah Yang Dicadangkan ( <i>Recommended Raw Water Quality Criteria</i> )
SEM	Pengimbas Elektron Mikroskopik ( <i>Scanning Electron Microscope</i> )
TDS	Jumlah Pepejal Terampai ( <i>Total Dissolved Solid</i> )
U. C.	Pekali Keseragaman ( <i>Uniformity Coefficient</i> )
UMT	Universiti Malaysia Terengganu
WHO	Pertubuhan Kesihatan Sedunia ( <i>World Health Organization</i> )

## SENARAI LAMPIRAN

### Lampiran

- A Pengiraan peratusan pengembangan media
- B Penentuan taburan saiz bagi pasir dan BOPS
- C Penyediaan larutan alum dan larutan kapur
- D Analisis air mentah bagi pensampelan bertarikh 24 Disember 2006
- E Analisis air mentah bagi pensampelan bertarikh 10 Januari 2007
- F Analisis air mentah bagi pensampelan bertarikh 7 Februari 2007
- G Penentuan Keberkesanan Penurasan
- H Pengiraan Kehilangan turus awal
- I Jadual ketumpatan air pada suhu tertentu
- J Jadual kelikatan air pada suhu tertentu

## ABSTRAK

Proses penurasan adalah bertujuan untuk menjernihkan air melalui pemisahan pepejal terampai daripada air dengan mengalirkannya menerusi media berliang. Penurasan secara terus bagi merawat air mentah mengalami beberapa masalah seperti media penuras mengalami penyumbatan pada penusukan yang cetek dan kekeruhan efluen yang tinggi. Kajian mengenai proses penurasan laju menggunakan air terenap telah dijalankan. Ianya bertujuan untuk mengkaji prestasi penuras laju dari segi saiz berkesan media, peratusan pengurangan kekeruhan efluen, masa operasi dan kehilangan turus untuk penuras satu media dan penuras dua media pada kadar aliran yang berbeza. Media penuras yang digunakan dalam kajian ini adalah pasir (E.S. = 0.5 mm), BOPS (E.S. = 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 mm), anthrasit (0.9 mm) dan kombinasi pasir (E.S. = 0.5 mm) dan BOPS (E.S. = 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 mm). Kadar aliran influen yang digunakan adalah  $2.5 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{jam}$  dan  $17.5 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{jam}$ . Antara kaedah yang telah dijalankan adalah merekabentuk dan membina satu unit penuras, merekabentuk dan membina satu unit pengentalan, pemberbukuan dan penganapan, menyediakan dan menganalisis media penuras, melakukan rawatan awal terhadap influen dan menguji keberkesanan unit penuras. Hasil daripada kajian didapati kombinasi pasir (E.S. = 0.5 mm) dan BOPS (E.S. = 1.0 mm) telah mencapai peratusan pengurangan kekeruhan yang paling tinggi iaitu 88 % beroperasi selama 56 jam pada kadar alir  $2.5 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{jam}$  berbanding penuras media yang lain. Maka, penuras dua media yang mempunyai E.S. yang lebih kecil dan beroperasi pada kadar alir  $2.5 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{jam}$  menghasilkan kualiti efluen yang terbaik dalam kajian ini. Kesimpulannya, semakin kecil E.S. media penuras dan semakin rendah kadar alir maka peratusan pengurangan kekeruhan adalah semakin meningkat dan masa operasi semakin singkat. Ujikaji penurasan bagi kedua-dua jenis penuras telah menghasilkan kualiti efluen yang sangat baik iaitu mengurangkan kekeruhan efluen kurang daripada 1 NTU iaitu nilai piawaian yang dikeluarkan oleh WHO.

## ABSTRACT

The function of filtration processes is to clarify the water by removing suspended impurities from water by conducting it through a porosity media. Direct filtration of treated raw water has several problems such as clogging of filter media at the top sand of filter bed and high effluent turbidity. A study on the rapid filtration process has been carried out using settled water. The aims of this study are to determine the performance of the E.S., percentage of effluent turbidity reducing, filter run and head loss in a rapid filtration process with respect to single media filter and dual media filter at various of flow rates. Filter media has been used are sand (E.S. = 0.5 mm), BOPS (E.S. = 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 mm), anthracite (E.S. = 0.9 mm) and combination of sand (E.S. = 0.5 mm) and BOPS (E.S. = 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 mm). Influent flow rate has been used in this study are  $2.5 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{jam}$  and  $17.5 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{jam}$ . The methodologies of this study are to design and build the filter media, to design and build the flocculation, coagulation and sedimentation units, to prepare and analysis the filter media, to perform the pre-treatment of influent and to test the efficiency of the filter unit. The finding of the study show combination of sand (E.S = 0.5 mm) and BOPS (E.S. = 1.0 mm) is having a higher percentage of turbidity reducing about 88 % and operate at 56 hours at the flow rate  $2.5 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{jam}$  compare to other filter media. The conclusion of this study is when the smaller E.S. of filter media and the lower of influent flow rate, the percentage of turbidity reducing is higher and filter run is longer. Filtration study using settled water for both types of filter has produced better effluent quality and effluent turbidity that is less than 1 NTU, a limit recommended by WHO.