

**SKRIPSI**

**PENGARUH WAKTU RETENSI HIDROLIK (HRT) DAN LAJU  
AERASI TERHADAP PENURUNAN COD, N TOTAL DAN TSS  
MENGUNAKAN *POWDERED ACTIVATED CARBON-  
SEQUENCING BATCH REACTOR (PAC-SBR)***



Oleh:

**FATIHA AYU SEKARANI**

**1552010018**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM**

**SURABAYA**

**2019**

**PENGARUH WAKTU RETENSI HIDROLIK (HRT) DAN LAJU  
AERASI TERHADAP PENURUNAN COD, N TOTAL DAN TSS  
MENGUNAKAN *POWDERED ACTIVATED CARBON-  
SEQUENCING BATCH REACTOR (PAC-SBR)***

**SKRIPSI**

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T)  
Program Studi Teknik Lingkungan

Diajukan Oleh :

**FATIHA AYU SEKARANI**

**1552010018**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”  
JAWA TIMUR  
SURABAYA  
2019**

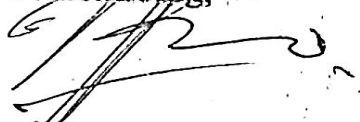
**PENGARUH WAKTU RETENSI HIDROLIK (HRT) DAN LAJU  
AERASI TERHADAP PENURUNAN COD, N TOTAL DAN TSS  
MENGUNAKAN *POWDERED ACTIVATED CARBON-  
SEQUENCING BATCH REACTOR (PAC-SBR)***

Disusun Oleh :

**FATIHA AYU SEKARANI**  
**1552010018**

Telah Dipertahankan Dihadapan dan Diterima Oleh Tim Penguji Skripsi  
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Lingkungan  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur  
Pada Tanggal : .....

Menyetujui Dosen  
Pembimbing,



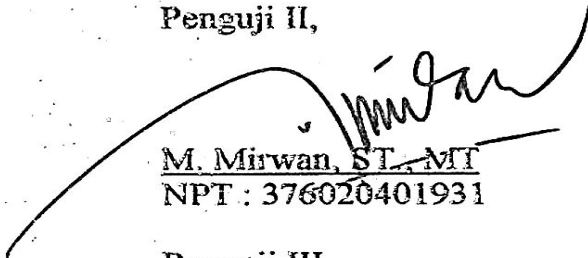
Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT  
NIP : 19681126 199403 2 001

Penguji I,



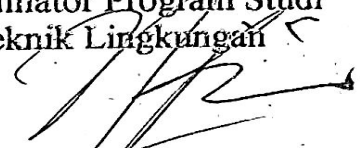
Ir. Naniek Ratni JAR., M.Kes  
NIP : 19590729 198603 2 001

Penguji II,



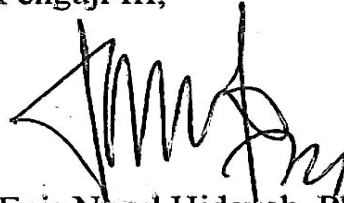
M. Mirwan, ST, MT  
NPT : 376020401931

Mengetahui,  
Koordinator Program Studi  
Teknik Lingkungan



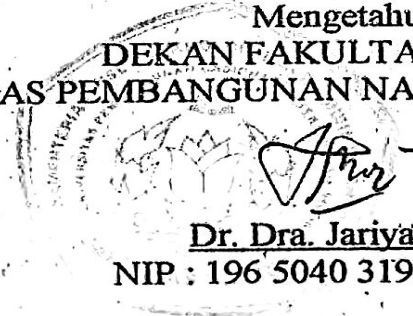
Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT  
NIP : 19681126 199403 2 001

Penguji III,



Euis Nurul Hidayah, Ph.D  
NPT : 377109901741

Mengetahui,  
**DEKAN FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM**



Dr. Dra. Jariyah, MP  
NIP : 196 5040 3199 1032 001

## ABSTRAK

Meningkatnya jumlah penduduk setiap tahun, tentunya diikuti dengan meningkatnya air limbah domestik yang dihasilkan dari kegiatan rumah tangga. Hal ini dapat berdampak buruk terhadap lingkungan jika tidak diolah dengan baik. Sementara pada saat ini, masih banyak air limbah domestik yang tidak diolah dengan baik karena keterbatasan lahan dan biaya, terutama pada lingkungan perumahan. Karenanya, dibutuhkan suatu proses pengolahan yang memiliki efisiensi ruang yang tinggi dan rendah biaya. Pada penelitian ini digunakan *sequencing batch reactor* (SBR) untuk menurunkan konsentrasi COD, N Total dan TSS karena sistem SBR memiliki efisiensi ruang yang tinggi dan rendah biaya. SBR dioperasikan dengan waktu retensi hidrolis (HRT) dan laju aerasi yang bervariasi, yaitu masing-masing sebesar 12, 24 dan 36 jam serta laju aerasi sebesar 3,5 dan 7 L/menit. Dari hasil penelitian didapatkan HRT dan laju aerasi optimum, yaitu masing-masing sebesar 36 jam dan 7 L/menit. Dengan efisiensi penyisihan COD, N Total dan TSS yang dihasilkan, masing-masing sebesar 89,5%; 94,54% dan 61,41%. Berdasarkan hasil penelitian, kualitas efluen COD dan N Total sudah sesuai dengan baku mutu menurut PerGub Jawa Timur No. 72 Tahun 2013. Sementara sistem SBR tidak mampu menghasilkan efisiensi penyisihan TSS yang baik karena efisiensi penyisihan yang dihasilkan sangat berfluktuatif.

**Kata kunci:** *Sequencing Batch Reactor* (SBR), waktu retensi hidrolis (HRT), laju aerasi.

## ABSTRACT

The increase in population in each year is followed by the increase in domestic wastewater resulting from domestic activity. This can adversely affect the environment if it is not properly treated. Meanwhile, domestic wastewater is still not well processed because of land constraints and costs, especially in residential neighborhoods. Therefore, it takes a processing process that has high space efficiency and low cost. In this research sequencing batch reactor (SBR) was used to reduce the concentration of COD, N Total and TSS because the SBR system has high space efficiency and low cost. The SBR is operated with varying hydraulic retention time (HRT) and aerated rates, respectively are 12, 24 and 36 hours and aerated rates, respectively are 3,5 and 7 L/minute. This research showed that the greatest HRT and the greatest aerated rate, respectively are 36 hours and 7 L/minute. With the removal efficiency of COD, N Total and TSS generated, respectively are 89,5%; 94,54% and 61,41%. Based on the results of the research, the quality of COD effluent and N Total effluent is in accordance with The Governor Regulation of East Java No. 72 of 2013. While the SBR system is incapable of producing high TSS removal efficiency, because the result of removal efficiency of TSS is highly fluctuating.

**Keywords:** Sequencing Batch Reactor (SBR), Hydraulic Retention Time (HRT), aerated rate.

## CURRICULUM VITAE

<b>PENELITI</b>			
Nama Lengkap Fakultas / Program Studi NPM Tempat, Tanggal Lahir Alamat Nomor HP Email	Fatiha Ayu Sekarani Fakultas Teknik / Teknik Lingkungan 1552010018 Ambarawa, 04 Desember 1997 The Elysium Residences, Cluster Ivory Garden Jl. Alam Elok VII No. 53 Lippo Cikarang 081315256431 fatihayu.sekarani@gmail.com		
<b>PENDIDIKAN</b>			
Tingkat Edukasi	Institusi	Program Studi	Tahun Kelulusan
TK	TK Islam Istiqlal, Bekasi	-	2003
SD	SDIT Gema Nurani, Bekasi	-	2009
SMP	SMPI Nurul Fikri Boarding School, Banten	-	2012
SMA	SMAN 1 Cikarang Utara, Bekasi	IPA	2015
Universitas	Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Surabaya	Teknik Lingkungan	2019
<b>TUGAS AKADEMIK</b>			
No.	Tugas Akademik / Kegiatan	Judul / Tempat Pelaksanaan	Tahun Pengerjaan
1.	Kuliah Lapangan	PDAM Karang Pilang, Coca Cola, PT ITDC Nusa Dua Bali, PT Gapura Liqua Mandiri, DSDP, PDAM Badung	2018
2.	Kuliah Kerja Nyata (KKN)	Desa Sengon, Kecamatan Bendungan, Trenggalek	2018
3.	Kerja Praktik	PT. Pupuk Kalimantan Timur	2018
4.	Tugas Perencanaan	Perencanaan Bangunan Pengolahan Air Buangan Industri Pupuk Urea	2018
5.	Skripsi	Pengaruh Waktu Retensi Hidrolik (HRT) dan Laju Aerasi terhadap Penurunan COD, N dan TSS Menggunakan <i>Powdered Activated Carbon-Sequencing Batch Reactor</i> (PAC-SBR)	2019
<b>IDENTITAS ORANG TUA</b>			
Nama Lengkap Alamat Nomor HP Pekerjaan	Rohmad Yuwono The Elysium Residences, Cluster Ivory Garden Jl. Alam Elok VII No. 53 Lippo Cikarang 081286006477 Pegawai Swasta dan Wiraswasta		

Surabaya, Mei 2019

Penulis

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT sebesar-besarnya yang telah memudahkan segala urusan dan selalu memberikan yang terbaik bagi penulis dalam mengerjakan skripsi ini. Skripsi dengan judul “Pengaruh Waktu Retensi Hidrolik (HRT) dan Laju Aerasi terhadap Penurunan COD, N Total dan TSS Menggunakan *Powdered Activated Carbon-Sequencing Batch Reactor* (PAC-SBR)” ini disusun demi memenuhi persyaratan dalam mendapatkan gelar Sarjana Teknik di program studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Pelaksanaan dan penulisan skripsi ini dapat terlaksana dengan baik karena dorongan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis yaitu Rohmad Yuwono dan Sri Hartati atas segala doa, bimbingan, nasihat, dukungan moril serta materil yang diberikan selama pengerjaan skripsi.
2. Ibu Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT selaku dosen pembimbing yang telah bersedia memberikan waktu, tenaga dan pikiran untuk membimbing penulis dalam pengerjaan skripsi dari awal hingga akhir.
3. Ibu Ir. Naniek Ratni Juliardi AR., MKes, Bapak M. Mirwan, ST, MT dan Ibu Euis Nurul Hidayah, ST, MT, Ph.D selaku dosen penguji yang telah bersedia meluangkan waktu dan pikiran untuk memberikan saran dan kritik.
4. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Lingkungan yang telah memberikan bekal ilmu, nasihat dan motivasi yang tidak ternilai selama masa perkuliahan.
5. Bapak Udin, Bapak Rio serta pihak-pihak lain selaku pegawai Apartemen Gunawangsa, Merr Surabaya yang telah memberikan izinnya kepada penulis untuk melakukan penelitian di Apartemen Gunawangsa, Merr Surabaya dan telah membantu penulis dalam pengambilan sampel.

6. Yurry Aditya, Firdinsyah Iqdam, Gilang Arya, Marina Setia dan Salwa Rachma yang telah membantu dalam pengambilan sampel, membeli alat dan bahan penunjang penelitian dan bersedia meluangkan waktunya untuk menemani penulis ke laboratorium riset pada jam tengah malam maupun dini hari.
7. Teman-teman Teknik Lingkungan angkatan 2015 yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung selama pengerjaan skripsi.

Semoga Allah SWT dapat membalas segala kebaikan seluruh pihak yang telah membantu menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi terwujudnya perbaikan kedepannya. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi orang lain dan kemajuan ilmu pengetahuan.

Surabaya, Mei 2019

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISTILAH.....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>ix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah.....	2
I.3 Tujuan Penelitian.....	2
I.4 Manfaat Penelitian.....	3
I.3 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
II.1 Air Limbah Domestik.....	4
II.2 Pengolahan Limbah Secara Biologi.....	5
II.3 Proses Lumpur Aktif.....	6
II.4 Pengolahan Aerob SBR.....	7
II.4.1 Kriteria Desain SBR.....	10
II.4.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Proses SBR.....	11
II.5 Karbon Aktif.....	11
II.5.1 Sifat dan Jenis Karbon Aktif.....	12
II.5.2 Prinsip Dasar Adsorpsi dengan Karbon Aktif.....	15
II.6 Penelitian Terdahulu.....	15
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>18</b>
III.1 Gambaran Umum.....	18

III.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	18
III.3 Alat dan Bahan.....	19
III.4 Parameter dan Variabel Penelitian .....	21
III.5 Penelitian Awal .....	23
III.6 Penelitian Utama .....	24
III.7 Metode Pengumpulan Data .....	25
III.8 Analisa Data .....	26
III.9 Jadwal Penelitian.....	26
III.10 Kerangka Penelitian .....	26
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>29</b>
IV.1 Proses Aklimatisasi.....	29
IV.2 Kemampuan SBR dalam Menurunkan <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD), <i>Total Suspended Solids</i> (TSS) dan Nitrogen Total .....	31
IV.3 Kualitas Efluen SBR Ditinjau dari Baku Mutu .....	37
IV.4 Pengaruh Waktu Retensi Hidrolik (HRT) dan Laju Aerasi .....	39
IV.5 Hasil Uji <i>Faurier Transform Infrared</i> (FTIR).....	41
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>44</b>
V.1 Kesimpulan.....	44
V.2 Saran.....	44
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>46</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Baku Mutu Kualitas Air Limbah Domestik.....	5
Tabel 2. 2 Diagram Skematik Proses SBR .....	8
Tabel 2. 3 Kriteria Desain SBR Secara Umum .....	10
Tabel 2. 4 Jenis Proses Satu Siklus SBR dan Waktu Proses .....	10
Tabel 2. 5 Standar Pemilihan Karbon Aktif Bubuk untuk Pengolahan Air .....	13
Tabel 2. 6 Spesifikasi Karbon Aktif Butiran .....	14
Tabel 2. 7 Syarat Mutu Karbon Aktif .....	14
Tabel 2. 8 Jurnal Penelitian Terdahulu .....	15
Tabel 3. 1 Alat dan Bahan Penunjang Penelitian .....	19
Tabel 3. 2 Desain Reaktor SBR.....	20
Tabel 3. 3 Detail Pembagian Waktu Tiap Siklus HRT .....	22
Tabel 3. 4 Hasil Analisa Awal Karakteristik Air Limbah Domestik Apartemen.....	23
Tabel 3. 5 Parameter dan Metode Analisa.....	25
Tabel 3. 6 Jadwal Penelitian .....	26
Tabel 4. 1 Gugus Fungsi Karbon Aktif Akhir R1 dan R2.....	42

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Powdered Activated Carbon (PAC).....	12
Gambar 2. 2 Granular Activated Carbon (GAC).....	12
Gambar 3. 1 Sketsa Reaktor SBR .....	20
Gambar 3. 2 Kerangka Penelitian .....	27
Gambar 4. 1 Grafik Rangkuman Efisiensi Penyisihan COD Aklimatisasi .....	29
Gambar 4. 2 Grafik Influen dan Efluen pH Aklimatisasi .....	30
Gambar 4. 3 Grafik Efisiensi Penyisihan COD pada Pengoperasian SBR .....	31
Gambar 4. 4 Grafik Efisiensi Penyisihan COD Aklimatisasi – Pengoperasian SBR .....	32
Gambar 4. 5 Grafik Efisiensi Penyisihan TSS pada Pengoperasian SBR.....	34
Gambar 4. 6 Grafik Efisiensi Penyisihan N Total pada Pengoperasian SBR.....	35
Gambar 4. 7 Grafik Influen dan Efluen COD pada Pengoperasian SBR .....	37
Gambar 4. 8 Grafik Influen dan Efluen TSS pada Pengoperasian SBR.....	38
Gambar 4. 9 Grafik Influen dan Efluen N Total pada Pengoperasian SBR .....	39
Gambar 4. 10 Grafik DO pada HRT dan Laju Aerasi Optimum.....	40
Gambar 4. 11 Spektrum Analisis FTIR Karbon Aktif.....	41

## DAFTAR ISTILAH

SBR	: <i>Sequencing Batch Reactor</i>
PAC	: <i>Powdered Activated Carbon</i>
GAC	: <i>Granular Activated Carbon</i>
SRT	: <i>Sludge Retention Time</i>
F/M	: <i>Food/Microorganism</i>
HRT	: <i>Hydraulic Retention Time</i>
MLSS	: <i>Mixed Liquor Suspended Solids</i>
MLVSS	: <i>Mixed Liquor Volatile Suspended Solids</i>
COD	: <i>Chemical Oxygen Demand</i>
TSS	: <i>Total Suspended Solids</i>
R1	: Reaktor 1
R2	: Reaktor 2
SNI	: Standar Nasional Indonesia
PerGub	: Peraturan Gubernur
FTIR	: <i>Faurier Transform Infrared</i>