

SKRIPSI

**PENERAPAN HRT SINGKAT PADA
GRANULAR ACTIVATED CARBON
SEQUENCING BATCH REACTOR (GAC-
SBR) UNTUK MENGOLAH LIMBAH CAIR
RUMAH MAKAN**



Oleh :

NUR ANISAH
NPM 18034010035

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JATIM
SURABAYA
TAHUN 2022**

SKRIPSI
PENERAPAN HRT SINGKAT PADA
GRANULAR ACTIVATED CARBON
SEQUENCING BATCH REACTOR (GAC-SBR)
UNTUK MENGOLAH LIMBAH CAIR RUMAH
MAKAN



Oleh :

NUR ANISAH
18034010035

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JATIM
SURABAYA
TAHUN 2022

**PENERAPAN HRT SINGKAT PADA GRANULAR
ACTIVATED CARBON SEQUENCING BATCH REACTOR
(GAC-SBR) UNTUK MENGOLAH LIMBAH CAIR RUMAH
MAKAN**

SKRIPSI

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

Diajukan Oleh :

NUR ANISAH
18034010035

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
JATIM
SURABAYA
2022**

**PENERAPAN HRT SINGKAT PADA GRANULAR
ACTIVATED CARBON SEQUENCING BATCH
REACTOR (GAC-SBR) UNTUK MENGOLAH LIMBAH
CAIR RUMAH MAKAN**

Disusun Oleh :

NUR ANISAH
18034010035

Telah Dipertahankan Dihadapan dan Diterima Oleh Tim Penguji Skripsi
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Lingkungan
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Pada Tanggal : 16 September 2022

Menyetujui Dosen
Pembimbing,

Dr. Ir. Noviana Hendrasarie, MT.
NIP. 19631126 199403 2 001

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

Dr. Dra. Jariyah, MP.
NIP. 19650403 199103 2 001

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nur Anisah

NIM : 18034010035

Fakultas /Program Studi : Teknik / Teknik Lingkungan

Judul Skripsi/Tugas Akhir/

Tesis/Desertasi : Penerapan HRT Singkat pada Granular Activated Carbon Sequencing Batch Reactor (GAC-SBR) untuk Mengolah Limbah Cair Rumah Makan

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik baik di UPN "Veteran" Jawa Timur maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini merupakan gagasan, rumusan, dan hasil pelaksanaan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan di setujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima konsekuensi apapun , sesuai dengan ketentuan yang berlaku di UPN "Veteran" Jawa Timur.

Surabaya, 16 September 2022

Yang Menyatakan



(Nur Anisah)

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan Puji Syukur kepada Allah Yang Maha Esa atas limpahan karunia serta rahmat-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir Skripsi yang berjudul “**Penerapan HRT Singkat pada Granular Activated Carbon Sequencing Batch Reactor (GAC-SBR) untuk Mengolah Limbah Cair Rumah Makan**” sesuai dengan waktu yang sudah ditentukan dengan proses pengerjaan yang lancar dan tepat waktu.

Tugas akhir skripsi ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh dalam kurikulum program studi S-1 Teknik Lingkungan dan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Lingkungan di Fakultas Teknik UPN “Veteran” Jawa Timur, Surabaya. Adapun tujuan tugas perencanaan ini bagi mahasiswa adalah untuk mempelajari dalam menerapkan ilmu yang didapatkan untuk diaplikasikan di lapangan sesuai dengan teori yang didapatkan selama proses perkuliahan sehingga dapat menambah wawasan dan pengalaman bagi penyusun.

Penyusunan tugas perencanaan ini melibatkan bantuan dan kerja sama dari banyak pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini saya selaku penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Dr. Dra. Jariyah, MP selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing, membantu, dan mengarahkan, dan memberikan wawasan, ide, saran serta kritik yang membangun dalam pelaksanaan serta penyusunan skripsi.
4. Bapak Ir. Yayok Suryo, MS dan M. Mirwan ST., MT. selaku dosen penguji Tugas Akhir Skripsi yang telah memberikan kritik dan saran untuk proses perbaikan.

5. Kedua orang tua serta seluruh keluarga yang telah memberikan doa dan restunya, serta dukungan psikis dan materiil untuk menyelesaikan semua proses penelitian ini.
6. Teman-teman Teknik Lingkungan Angkatan 2018 UPN “Veteran” Jawa Timur yang telah memberikan dukungan dan bantuan selama penyusunan tugas perancangan berlangsung.
7. Semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat penyusun sebutkan satu per satu.

Akhir kata, dengan ini penyusun menyampaikan terima kasih serta meminta maaf atas ketidaksempurnaan dalam penyusunan Tugas Akhir Skripsi ini, semoga dapat memenuhi syarat akademis. Penyusun juga mengharapkan adanya kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk perbaikan penyusunan selanjutnya dan semoga penyusunan tugas perencanaan ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya untuk keperluan perkembangan ilmu pengetahuan.

Surabaya, 12 Agustus 2022

Penyusun

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
BAB 1_PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Limbah Cair Rumah Makan	5
2.2 Karakteristik Limbah Cair Rumah Makan	5
2.3 Pengolahan Limbah Cair Secara Biologis.....	6
2.4 Proses Lumpur Aktif	8
2.5 Sequencing Batch Reactor (SBR)	10
2.6 <i>Granular Activated Carbon</i> (GAC)	11
2.7 Mekanisme Proses Sequencing Batch Reactor (SBR)	12
2.8 Kriteria Jenis Proses dalam satu siklus Sequencing Batch Reactor(SBR)14	
2.9 Penelitian Terdahulu	15
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	18
3.1 Kerangka Penelitian	18
3.2 Bahan dan Alat	21
3.2.1. Alat penelitian:.....	21
3.2.2. Bahan Penelitian:	21
3.3 Cara Kerja	23
3.3.1. Penelitian Pendahuluan.....	23
3.3.2. Penelitian Utama.....	24
3.4 Variabel	25

3.5 Analisis.....	29
Jadwal Kegiatan	31
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1 Komposisi Waktu HRT yang Optimal pada Kondisi Aerob-Anaerob dan Laju Aerasi untuk Menurunkan Parameter Limbah Cair Rumah Makan pada SBR.....	32
4.1.1 Penurunan parameter limbah cair rumah makan dengan GAC-SBR ..	32
4.1.2 Proses <i>Seeding</i> dan aklimatisasi	32
4.1.3 Penurunan BOD dalam penerapan komposisi HRT singkat pada GAC-SBR	34
4.1.4 Penyisihan COD dalam penerapan komposisi HRT singkat pada GAC-SBR	36
4.1.5 Penurunan TSS dalam penerapan komposisi HRT singkat pada GAC-SBR	39
4.1.6 Penurunan PO ₄ dalam penerapan komposisi HRT singkat pada GAC-SBR	41
4.1.7 Penurunan Total-N dalam penerapan komposisi HRT singkat pada GAC-SBR.....	43
4.1.8 Penurunan minyak dan lemak dalam penerapan komposisi HRT singkat pada GAC-SBR	45
4.2 Karakteristik Nilai SVI (<i>Sludge Volume Index</i>) dan DO (<i>Dissolve Oxygen</i>) pada HRT Singkat pada <i>Granular Activated Carbon- Sequencing Batch Reactor</i> (GAC-SBR) Untuk Mengolah Limbah Rumah Makan.	46
4.3 Karakteristik Mikroba yang Berperan dalam Menurunkan Limbah Cair Rumah Makan pada SBR.	56
4.4 Hasil Analisis SEM (<i>Scanning Electron Microscope</i>).....	59
4.5 Hasil Analisis FTIR (<i>Fourier Transform Infra Red</i>)	63
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	66
5.1 Kesimpulan.....	66
5.2 Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN A	A-1
LAMPIRAN B	B-1
LAMPIRAN C	C-1
LAMPIRAN D	D-1

DAFTAR TABEL

Tabel 2- 1 Baku Mutu Air Limbah Domestik.....	6
Tabel 2- 2 Kriteria jenis proses dan waktu proses satu siklus SBR.....	14
Tabel 2- 3 Penelitian Terdahulu.....	15
Tabel 3- 1 Spesifikasi Desain Sequencing Batch Reactor	21
Tabel 3- 2 Hasil Analisa Awal Karakteristik Air Limbah Cair Rumah Makan....	23
Tabel 3- 3 Pembagian Komposisi Waktu Tiap Satu Siklus	26
Tabel 3- 4 Matriks Variabel Penelitian	27
Tabel 3- 5 Jadwal Penelitian	31
Tabel 4- 1 Karakteristik effluent pengolahan pada HRT optimal.....	32
Tabel 4- 2 Penurunan COD pada saat aklimatisasi.....	34
Tabel 4- 3 Nilai SV30, MLSS, dan nilai SVI	47
Tabel 4- 4 Identifikasi mikroorganisme pada lumpur aktif SBR.....	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2- 1 Granular activated carbon (GAC).....	12
Gambar 2- 2 Skema proses Sequencing Batch Reactor	14
 Gambar 3- 1 Kerangka Penelitian	20
Gambar 3- 2 Gambar dan Skema Reaktor	22
Gambar 3- 3 Desain Reaktor SBR	23
 Gambar 4- 1 Grafik efisiensi penyisihan BOD pada variasi HRT	35
Gambar 4- 2 Grafik efisiensi penyisihan COD pada variasi HRT	37
Gambar 4- 3 Grafik efisiensi penyisihan TSS pada variasi HRT	40
Gambar 4- 4 Grafik efisiensi penyisihan PO ₄ pada variasi HRT	42
Gambar 4- 5 Grafik efisiensi penyisihan Total-N pada variasi HRT.....	44
Gambar 4- 6 Grafik efisiensi penyisihan minyak dan lemak pada variasi HRT...	46
Gambar 4- 7 Grafik karakteristik nilai SVI saat pengoperasian HRT singkat.....	48
Gambar 4- 8 Grafik nilai DO pada fase fill tiap variasi HRT	53
Gambar 4- 9 Grafik nilai DO pada fase anoksik react tiap variasi HRT	53
Gambar 4- 10 Grafik nilai DO pada fase oksik react tiap variasi HRT	54
Gambar 4- 11 Grafik nilai DO pada fase settle tiap variasi HRT	54
Gambar 4- 12 Grafik nilai DO pada fase draw tiap variasi HRT.....	55
Gambar 4- 13 Grafik nilai DO pada fase idle tiap variasi HRT.....	55
Gambar 4- 18 Hasil analisis SEM pada GAC sebelum adsorpsi pada perbesaran 150 kali.....	60
Gambar 4- 19 Hasil analisis SEM pada GAC sebelum adsorpsi pada perbesaran 1000 kali.....	60
Gambar 4- 20 Hasil analisis SEM luas pori pada GAC sebelum adsorpsi	61
Gambar 4- 21 Hasil analisis SEM pada GAC setelah adsorpsi pada perbesaran 150 kali.....	61
Gambar 4- 22 Hasil analisis SEM pada GAC setelah adsorpsi pada perbesaran 1000 kali.....	62
Gambar 4- 23 Hasil analisis SEM luas pori pada GAC setelah adsorpsi.....	62
Gambar 4- 24 Spektra FTIR pada GAC sebelum adsorpsi.....	64
Gambar 4- 25 Spektra FTIR pada GAC sesudah adsorpsi	64

ABSTRAK

Pesatnya perkembangan pelayanan jasa rumah makan mengakibatkan timbulan limbah cair rumah makan juga meningkat. limbah cair tersebut mengandung polutan BOD, COD, TSS, Total-N, PO₄, dan minyak dan lemak dengan kadar yang cukup tinggi sehingga dapat mencemari lingkungan jika dilimpahkan ke badan sungai tanpa dilakukan proses pengolahan terlebih dahulu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui HRT optimal, laju aerasi optimal, dan massa GAC optimal untuk menurunkan parameter dalam air limbah rumah makan dengan menerapkan HRT singkat pada pengoperasian reaktornya. Pada penelitian ini dilakukan percobaan dengan menerapkan pengolahan granular activated carbon - sequencing batch reaktor untuk mengolah limbah cair rumah makan. Pada penelitian ini reaktor dioperasikan dengan HRT singkat 6, 9, dan 12 jam dan dibandingkan dengan HRT pembanding 36 jam. Pada fase reaksi dilakukan pembubuhan dengan massa GAC 0,4 dan 2,5 gram. Didapatkan penyisihan tertinggi BOD sebesar 91,23%, COD sebesar 93,35%, TSS sebesar 98,94%, PO₄ sebesar 76,60%, Total-N sebesar 89,78%, dan minyak dan lemak sebesar 99,99%. Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa HRT optimal dalam menurunkan BOD dan COD adalah 12 jam, HRT optimal dalam menurunkan TSS dan minyak lemak adalah 6 jam, dan HRT optimal dalam menurunkan parameter PO₄ dan Total-N adalah 36 jam. GAC dibubuhkan pada saat fase reaksi dengan variasi massa 0,4 gram dan 2,5 gram, didapatkan massa GAC optimal pada massa GAC 0,4 gram. Laju aerasi dioperasikan dengan laju 20 L/menit dan 40 L/menit, didapatkan hasil laju aerasi optimal pada laju 20 L/menit.

Kata kunci: Limbah cair rumah makan, Sequencing Batch Reactor (SBR), Hydraulic Retention Time (HRT), Granular Activated Carbon (GAC), laju aerasi.

ABSTRACT

The rapid development of restaurant services has resulted in the generation of restaurant wastewater also increasing. The liquid waste contains pollutants BOD, COD, TSS, Total-N, PO₄, and oils and greases with high enough levels so that they can pollute the environment if they are transferred to river bodies without prior processing. This study aims to determine the optimal HRT, optimal aeration rate, and optimal GAC mass to reduce parameters in restaurant wastewater by applying short HRT to the operation of the reactor. In this study, an experiment was carried out by applying granular activated carbon - sequencing batch reactor processing to treat restaurant liquid waste. In this study the reactor was operated with short HRT of 6, 9, and 12 hours and compared with a comparison HRT of 36 hours. In the reaction phase, a GAC mass of 0.4 and 2.5 grams was added. The highest removal was BOD of 91.23%, COD of 93.35%, TSS of 98.94%, PO₄ 76.60 %, Total-N of 89.78%, and oils and greases of 99.99% . Based on this study, it can be concluded that the optimal HRT for reducing BOD and COD is 12 hours, the optimal HRT for reducing TSS and oils and greases is 6 hours, and the optimal HRT for reducing PO₄ and Total-N parameters is 36 hours. GAC was affixed during the reaction phase with a mass variation of 0.4 grams and 2.5 grams, the optimal GAC mass was obtained at a GAC mass of 0.4 grams. The aeration rate was operated at a rate of 20 L/min and 40 L/min, the optimal aeration rate was obtained at a rate of 20 L/min.

Keywords: Restaurant wastewater, sequencing batch reactor, hydraulic retention time, granular activated carbon, aeration rate.