

**SKRIPSI**

**PENGARUH PENAMBAHAN *IMPELLER* PADA FASE  
AEROBIK TERHADAP EFISIENSI KINERJA  
*SEQUENCING BATCH REACTOR* PADA LIMBAH  
CAIR INDUSTRI TAHU**



Oleh :

**IRMA ILHAM YADATURRAHMAH**

**1652010047**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"  
JATIM  
SURABAYA  
2020**

**PENGARUH PENAMBAHAN *IMPELLER* PADA FASE  
AEROBIK TERHADAP EFISIENSI KINERJA *SEQUENCING*  
*BATCH REACTOR* PADA LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU**

**SKRIPSI**

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

Diajukan Oleh :

**IRMA ILHAM YADATURRAHMAH**

**NPM: 1652010047**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”  
JATIM  
SURABAYA  
2020**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
skripsi / tugas akhir

**PENGARUH PENAMBAHAN *IMPELLER* PADA FASE  
AEROBIK TERHADAP EFISIENSI KINERJA *SEQUENCING*  
*BATCH REACTOR* PADA LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU**

Oleh:

**IRMA ILHAM YADATURRAHMAH**  
NPM: 1652010047

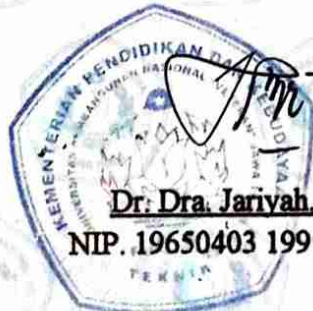
Telah Dipertahankan Dihadapan dan Diterima Oleh Tim Penguji Skripsi  
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Lingkungan  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur  
Pada Tanggal : .....

Pembimbing,



**Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, M.T.**  
NIP. 19681126 199403 2 001

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik



**Dr. Dra. Jarayah, M.P.**  
NIP. 19650403 199103 2 001

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**Pengaruh Penambahan *Impeller* Pada Fase Aerobik Terhadap Efisiensi Kinerja *Sequencing Batch Reactor* Pada Limbah Cair Industri Tahu**”. Skripsi ini disusun demi memenuhi persyaratan dalam mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada 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. Dr. Dra. Jariyah, MP selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur;
2. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, UPN “Veteran” Jawa Timur, sekaligus dosen pembimbing skripsi yang telah bersedia memberikan arahan, bimbingan, maupun kritik dan saran sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik;
3. Ir. Yayok Suryo, MS dan M. Mirwan ST., MT. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran;
4. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan doa, bimbingan, nasihat, dukungan moril serta materil;
5. Teman-teman Teknik Lingkungan angkatan 2016 yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung selama pengerjaan skripsi. Serta seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata, penulis menyampaikan terimakasih dan maaf apabila masih banyak kekurangan dalam penyusunan laporan ini. 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, 08 Oktober 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

|  |             |
|--|-------------|
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                      | <b>i</b>    |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                          | <b>ii</b>   |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                        | <b>iv</b>   |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                       | <b>v</b>    |
| <b>ABSTRAK</b> .....                             | <b>vii</b>  |
| <b>ABSTRACT</b> .....                            | <b>viii</b> |
| <b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....                   | <b>1</b>    |
| 1.1 Latar Belakang.....                          | 1           |
| 1.2 Perumusan Masalah.....                       | 2           |
| 1.3 Tujuan Penelitian.....                       | 2           |
| 1.4 Manfaat.....                                 | 3           |
| 1.5 Lingkup Penelitian.....                      | 3           |
| <b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b> .....              | <b>4</b>    |
| 2.1 Tinjauan Umum.....                           | 4           |
| 2.1.1 Limbah Cair Tahu.....                      | 4           |
| 2.1.2 Karakteristik Limbah Cair Tahu.....        | 5           |
| 2.1.3 Pengolahan Air Limbah Secara Biologis..... | 6           |
| 2.1.4 Proses Lumpur Aktif .....                  | 6           |
| 2.2 Landasan Teori .....                         | 7           |
| 2.2.1 Sequencing Batch Reactor (SBR).....        | 7           |
| 2.2.2 Mekanisme Proses SBR.....                  | 8           |
| 2.2.3 Kriteria Desain SBR .....                  | 10          |
| 2.2.4 Impeller / Pengaduk.....                   | 12          |
| 2.3 <i>Impeller Vaned Disc Turbine</i> .....     | 15          |
| 2.4 Hasil Penelitian Sebelumnya .....            | 16          |
| <b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b> .....             | <b>18</b>   |
| 3.1 Kerangka Penelitian.....                     | 18          |
| 3.2 Alat dan Bahan .....                         | 19          |

|   |           |
|---|-----------|
| 3.2.1 Alat .....  | 19        |
| 3.2.2 Bahan .....   | 20        |
| 3.3 Cara Kerja.....   | 22        |
| 3.3.1 Penelitian Pendahuluan.....   | 22        |
| 3.3.2 Penelitian Utama.....   | 23        |
| 3.4 Variabel .....  | 24        |
| 3.5 Analisis .....  | 25        |
| 3.6 Jadwal Kegiatan.....  | 25        |
| <b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>   | <b>27</b> |
| 4.1 <i>Seeding</i> dan Aklimatisasi.....  | 27        |
| 4.2 Waktu Retensi Hidrolik dan Kecepatan Pengadukan yang Optimal dalam<br>Menurunkan Parameter BOD, PO4 dan N Total Pada Limbah Cair Tahu<br>Menggunakan SBR..... | 28        |
| 4.2.1 Waktu Retensi Hidrolik yang Optimal dalam Menurunkan Parameter<br>BOD, PO4 dan N Total Pada Limbah Cair Tahu Menggunakan SBR<br>.....                       | 29        |
| 4.2.2 Kecepatan Pengadukan yang Optimal dalam Menurunkan Parameter<br>BOD, PO4 dan N Total Pada Limbah Cair Tahu Menggunakan SBR<br>.....                         | 32        |
| 4.3 Pengaruh Penambahan Impeller Terhadap Karakteristik DO dan Penurunan<br>Parameter BOD, PO4 dan N Total .....  | 35        |
| 4.3.1 Pengaruh Penambahan Impeller Terhadap Karakteristik DO .....  | 35        |
| 4.3.2 Pengaruh Penambahan Impeller Terhadap Penurunan Parameter<br>BOD, PO4 dan N Total.....  | 38        |
| 4.4 Mikroorganisme Pada <i>Sequencing Batch Reactor</i> (SBR) .....   | 43        |
| <b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>   | <b>44</b> |
| 5.1 Kesimpulan.....   | 44        |
| 5.2 Saran .....   | 44        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>   | <b>45</b> |

## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| Tabel 2. 1 Baku Mutu Air Limbah Industri Tahu .....                                    | 5  |
| Tabel 2. 2 Diagram Skematik Proses SBR .....   | 9  |
| Tabel 2. 3 Parameter Desain Tipikal SBR .....  | 11 |
| Tabel 2. 4 Jenis Proses Satu Siklus SBR dan Waktu Proses.....                          | 11 |
| Tabel 2. 5 Hasil Penelitian Sebelumnya .....   | 16 |
| Tabel 3. 1 Detail Pembagian Waktu Tiap Siklus HRT .....                                | 24 |
| Tabel 3. 2 Jadwal Penelitian .....   | 25 |
| Tabel 4. 1 Penurunan COD saat Konsentrasi 90% Aklimatisasi .....                       | 28 |
| Tabel 4. 2 Penurunan BOD, PO <sub>4</sub> dan N Total Pada HRT 24 Jam dan 36 Jam ..... | 29 |
| Tabel 4. 3 Penurunan BOD, PO <sub>4</sub> dan N Total Pada HRT 48 Jam .....            | 29 |

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 2. 1 Proses lumpur aktif .....  | 7  |
| Gambar 2. 2 Tipe <i>Paddle Impeller</i> .....  | 13 |
| Gambar 2. 3 Aliran dalam tangki dengan <i>paddle impeller</i> .....  | 13 |
| Gambar 2. 4 Tipe <i>Turbine Impeller</i> .....   | 14 |
| Gambar 2. 5 Aliran dalam tangki dengan <i>turbine impeller</i> .....   | 14 |
| Gambar 2. 6 Tipe <i>propeller impeller</i> .....   | 15 |
| Gambar 2. 7 Aliran dalam tangki dengan <i>propeller impeller</i> .....   | 15 |
| Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian .....  | 19 |
| Gambar 3. 2 Sketsa Reaktor SBR .....   | 20 |
| Gambar 3. 3 Mekanisme Kerja Reaktor SBR 24 Jam.....  | 21 |
| Gambar 3. 4 Mekanisme Kerja Reaktor SBR 36 Jam.....  | 21 |
| Gambar 3. 5 Mekanisme Kerja Reaktor SBR 48 Jam.....  | 22 |
| Gambar 4. 1 Hubungan Waktu Retensi Hidrolik terhadap % Penurunan BOD Pada Penambahan <i>Impeller</i> .....             | 30 |
| Gambar 4. 2 Hubungan Waktu Retensi Hidrolik terhadap % Penurunan PO <sub>4</sub> Pada Penambahan <i>Impeller</i> ..... | 30 |
| Gambar 4. 3 Hubungan Waktu Retensi Hidrolik terhadap % Penurunan N Total Pada Penambahan <i>Impeller</i> .....         | 31 |
| Gambar 4. 4 Hubungan Kecepatan Pengadukan dengan % Penurunan BOD Pada Penambahan <i>Impeller</i> .....                 | 32 |
| Gambar 4. 5 Hubungan Kecepatan Pengadukan dengan % Penurunan PO <sub>4</sub> Pada Penambahan <i>Impeller</i> .....     | 33 |
| Gambar 4. 6 Hubungan Kecepatan Pengadukan dengan % Penurunan N Total Pada Penambahan <i>Impeller</i> .....             | 33 |
| Gambar 4. 7 Hubungan Tahapan Proses SBR Terhadap Nilai DO Pada HRT 24 Jam .....  | 36 |
| Gambar 4. 8 Hubungan Tahapan Proses SBR Terhadap Nilai DO Pada HRT 36 Jam .....  | 36 |



|   |    |
|---|----|
| Gambar 4. 9 Hubungan Tahapan Proses SBR Terhadap Nilai DO Pada HRT 48<br>Jam .....    | 37 |
| Gambar 4. 10 Grafik Hubungan Kecepatan Pengadukan Terhadap Penurunan<br>BOD .....     | 39 |
| Gambar 4. 11 Grafik Hubungan Kecepatan Pengadukan Terhadap Penurunan PO4<br>.....     | 39 |
| Gambar 4. 12 Grafik Hubungan Kecepatan Pengadukan Terhadap Penurunan N<br>Total ..... | 40 |

## ABSTRAK

Saat ini usaha industri tahu sedang berkembang. Limbah yang dihasilkan dari industri tahu akan menjadi suatu permasalahan bagi lingkungan. Pengolahan air limbah industri tahu dapat dilakukan dengan cara pengolahan biologis karena dapat menurunkan kandungan organik pada air limbah tahu. Salah satu teknologi pengolahan limbah yang efektif dan efisien adalah *Sequencing Batch Reactor* (SBR). Prinsip operasi SBR adalah mengisi dan menarik (*fill and draw*), yang terdiri dari lima tahap yaitu pengisian (*fill*), reaksi (*reaction*), pengendapan (*settle*), pembuangan air olahan (*decand*) dan pembuangan lumpur (*idle*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja SBR dengan penambahan impeller pada fase aerobik dalam menurunkan kandungan BOD, PO<sub>4</sub> dan N Total pada air limbah tahu. SBR dioperasikan dengan waktu retensi hidrolik (HRT) dan kecepatan pengadukan yang bervariasi, yaitu masing-masing sebesar 24, 36 jam dan 48 jam serta kecepatan pengadukan sebesar 50, 100 dan 150 rpm. Dari hasil penelitian didapatkan HRT dan kecepatan pengadukan optimum, yaitu masing-masing sebesar 48 jam dan 150 rpm. Dengan efisiensi penyisihan BOD, PO<sub>4</sub> dan N Total yang dihasilkan, masing-masing sebesar 93,33%, 90,97% dan 93,73%.

Kata kunci: *Sequencing Batch Reactor* (SBR), waktu retensi hidrolik (HRT), kecepatan pengadukan, air limbah tahu, *impeller*

## **ABSTRACT**

*Currently the tofu industry is growing. The waste produced from the tofu industry will be a problem for the environment. Tofu industrial wastewater treatment can be done by biological treatment because it can reduce the organic content in tofu wastewater. One of the effective and efficient waste treatments is Sequencing Batch Reactor (SBR). The principle of operation of the SBR is fill and draw, which consists of five stages, fill, reaction, settle, decand and idle. This study aims to see the performance of SBR with the addition of an impeller in the aerobic phase in reducing the content of BOD, PO<sub>4</sub> and Total N in tofu wastewater. SBR is operated with a hydraulic retention time (HRT) and varying stirring speeds, namely 24, 36 and 48 hours respectively and stirring speeds of 50, 100 and 150 rpm. The results showed that the optimal HRT and stirring speed were 48 hours and 150 rpm, respectively. With the efficiency of BOD, PO<sub>4</sub> and Total N removal produced, respectively 93,33%, 90,97% and 93,73%.*

*Keywords: Sequencing Batch Reactor (SBR), Hydraulic Retention Time (HRT), stirring speed, Tofu Industrial Wastewater, impeller*