

**EFEKTIVITAS SEQUENCING BATCH REACTOR (SBR)
DALAM PENYISIHAN COD, TSS DAN WARNA PADA
LIMBAH BATIK**

SKRIPSI



Oleh :

LAILATUL FITRIYAH

NPM 21034010015

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA
2025**

**EFEKTIVITAS SEQUENCING BATCH REACTOR (SBR)
DALAM PENYISIHAN COD, TSS DAN WARNA PADA
LIMBAH BATIK**

SKRIPSI



Oleh

LAILATUL FITRIYAH
NPM 21034010015

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA**

2025

**EFEKTIVITAS SEQUENCING BATCH REACTOR (SBR)
DALAM PENYISIHAN COD, TSS DAN WARNA PADA
LIMBAH BATIK**

SKRIPSI

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

Diajukan Oleh

LAILATUL FITRIYAH

NPM: 21034010015

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA**

2025

LEMBAR PERSETUJUAN

EFEKTIVITAS SEQUENCING BATCH REACTOR (SBR)
DALAM PENYISIHAN COD, TSS DAN WARNA PADA
LIMBAH BATIK

Disusun Oleh



Lailatul Fitriyah
NPM. 21034010015

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Penelitian

Menyetujui,

Pembimbing



Raden Kokoh Harjo Putro, ST., MT.
NIP./NPT. 19900905 201903 1 026

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur



Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR PENGESAHAN

EFEKTIVITAS SEQUENCING BATCH REACTOR (SBR) DALAM PENYISIHAN COD, TSS DAN WARNA PADA LIMBAH BATIK

Disusun Oleh


Lailatul Fitriyah
NPM. 21034010015

Telah diuji kebenaran oleh Tim Penguji dan diterbitkan pada Jurnal
Lingkar Engineering (Terakreditasi Sinta 4)

Menyetujui

TIM PENGUJI

Pembimbing

1. Ketua


Raden Kokoh Haryo Putro, ST., MT.
NIP./NPT. 19900905 201903 1 026


Firra Rosariawari, S.T., M.T.
NIP./NPT. 19750409 202121 2 004

2. Anggota


Mohamad Mirwan, ST., MT.
NIP./NPT. 19760212 202121 1 004

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik dan Sains

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur


Prof. Dr. Dra. Jarivah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR REVISI

EFEKTIVITAS SEQUENCING BATCH REACTOR (SBR)
DALAM PENYISIHAN COD, TSS DAN WARNA PADA
LIMBAH BATIK

Disusun Oleh:

Lailatul Fitriyah

NPM. 21034010015

Telah direvisi dan disahkan pada tanggal 29 Oktober 2025

TIM PENILAI

KETUA

ANGGOTA

Firra Rosariawati, S.T., M.T.
NIP./NPT. 19750409 202121 2 004

Mohamad Mirwan, ST., MT.
NIP./NPT. 19760212 202121 1 004

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Lailatul Fitriyah
NPM : 21034010015
Program : Sarjana(S1)/Magister (S2) / Doktor (S3)
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Teknik Dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Disertasi* ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi/Tesis/Desertasi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 29 Oktober 2025

Yang Membuat Pernyataan



Lailatul Fitriyah

NPM. 21034010015

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan kekuatan, karunia, dan hidayah-Nya rahmat sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Efektivitas *Sequencing Batch Reactor* (SBR) dalam Penyisihan COD, TSS dan Warna pada Limbah Batik” ini dengan baik. Tugas Akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi syarat guna mendapatkan gelar Sarjana Teknik, pada Fakultas Teknik dan Sains, di Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Selama penulisan tugas akhir ini, penulis mendapatkan banyak bantuan dan dukungan oleh banyak pihak sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Firra Rosariawari, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Raden Kokoh Haryo Putro, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan, arahan dan saran selama proses pengerjaan skripsi serta memberikan dorongan kepada penulis untuk terus mengerjakan proposal.
4. Firra Rosariawari, S.T., M.T. dan Mohamad Mirwan, ST., MT. selaku Dosen Penguji Skripsi yang telah memberi kritik dan saran pada laporan skripsi ini.
5. Kedua orang tua saya, Bapak Radi dan Ibu Murwanti, sosok luar biasa yang selalu menjadi sumber kekuatan dan inspirasi dalam hidup penulis. Segala pencapaian ini tidak akan terwujud tanpa cinta dan restu dari kalian.
6. Untuk kedua saudaraku, Yuni Rismawati dan Sahrul Setiabudi. Terima kasih atas do`a dan dukungan yang tulus. Kalian telah mengajarkan arti persaudaraan yang sesungguhnya saling membantu, saling menguatkan, dan selalu ada di setiap situasi.

7. Terima kasih untuk teman Kos Dududu Ningrum, Safa, Rosita dan Lisa yang selalu menemani suka dan duka selama masa perkuliahan. Kehadiran kalian membuat setiap hari penuh canda, semangat, dan kenangan berharga yang tidak akan terlupakan.
8. Untuk teman-teman terbaik saya Rere, Luci, Paul, Qonit, Intan dan Andhini terima kasih atas kebersamaan, tawa, dan dukungan yang selalu menguatkan selama masa perkuliahan. Kalian membuat perjalanan ini jauh lebih berwarna dan berarti.
9. Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu selama proses penelitian, khususnya kepada teman saya yaitu Flaherti, Ani, Lidia dan Nada TL19 atas bantuan dan waktu luang yang diberikan, serta semangat yang diberikan hingga skripsi ini selesai.
10. Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada teman-teman Teknik Lingkungan angkatan 2021 atas kebersamaan dan semangat yang telah menjadi bagian berharga selama masa perkuliahan.
11. Terima kasih kepada musik Guyon Waton, Aftershine, NDX A.K.A, Dj dan Butterfly Vibes. Selanjutnya untuk Pondcas Ngobrol di WA, Denny Sumargo, Podkesmas, Vindes, Deddy Corbuzier, Lentera Malam, Suara Berkelas dan Lapor Pak yang sudah menemani penulis dalam menyusun skripsi ini.
12. Terima kasih kepada diri sendiri yang sudah berusaha dan bertahan sampai sejauh ini. Tidak mudah, tapi akhirnya bisa sampai di titik ini.

Penyusunan tugas akhir ini telah diusahakan semaksimal mungkin, namun sebagaimana manusia biasa tentunya masih terdapat kesalahan. Untuk itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan.

Surabaya, 12 Oktober 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
ABSTRAK	vii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Lingkup Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Tinjauan Umum.....	4
2.1.1 Limbah Batik Cair	4
2.1.2 Karakteristik Limbah.....	4
2.1.3 Baku Mutu	6
2.1.4 Proses Lumpur Aktif (<i>Activated Sludge</i>).....	6
2.1.5 Kandungan Parameter Limbah Batik	7
2.2 Landasan Teori	9
2.2.1 Sequencing Batch Reactor (SBR).....	9
2.2.2 Mekanisme Proses Unit Sequencing Batch Reactor (SBR)	10
2.2.3 Pengolahan Limbah secara Biologis.....	13
2.2.4 Adsorpsi.....	14
Hal-hal yang mempengaruhi adsorpsi adalah sebagai berikut:.....	14
2.2.5 Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa.....	16
2.2.6 Penelitian Terdahulu.....	17
BAB 3 METODE PENELITIAN	21
3.1 Kerangka Penelitian	21
3.2 Bahan dan Alat	23
3.3 Cara Kerja.....	25

3.3.1 Penelitian Pendahuluan.....	25
3.3.2 Penelitian Utama.....	27
3.4 Variabel	28
3.5 Analisis Data	29
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Analisis Awal Karakteristik Air Limbah.....	31
4.2 <i>Seeding</i> dan Aklimatisasi	33
4.3 Menganalisis efektivitas unit <i>Sequencing Batch Reactor</i> (SBR) untuk removal polutan limbah batik	35
4.4 Menganalisis pengaruh variabel HRT dan Laju aerasi terhadap proses removal parameter COD, TSS dan Warna pada unit <i>Sequencing Batch Reactor</i> (SBR)	39
4.4.1 Pengaruh HRT dan laju aerasi terhadap removal COD.....	39
4.4.2 Pengaruh HRT dan laju aerasi terhadap removal TSS	43
4.4.3 Pengaruh HRT dan laju aerasi terhadap removal Warna	48
4.5 Identifikasi mikroorganisme yang berperan dalam proses <i>Sequencing Batch Reactor</i> (SBR) dalam menurunkan kadar COD, TSS dan Warna pada air limbah batik.....	52
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	56
5.1 Kesimpulan.....	56
5.2 Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN.....	x

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Baku Mutu Air Limbah Tekstil.....	6
Tabel 2. 2 Kriteria Desain Unit SBR.....	10
Tabel 2. 3 Kriteria HRT Jenis Proses unit SBR	10
Tabel 2. 4 Penelitian Terdahulu.....	18
Tabel 3. 1 Spesifikasi Desain Sequencing Batch Reactor.....	23
Tabel 3. 2 Hasil Uji Awal Karakteristik Limbah Batik.....	25
Tabel 3. 3 Pembagian Komposisi waktu tiap satu siklus	28
Tabel 3. 4 Matriks Variabel Penelitian.....	29
Tabel 4. 1 Hasil Awal Limbah Batik.....	31
Tabel 4. 2 Penyisihan COD Laju Aerasi 7 dan 14 L/menit.....	34
Tabel 4. 3 Efektivitas Penyisihan Nilai COD pada Reaktor SBR.....	36
Tabel 4. 4 Efektivitas Penyisihan Nilai TSS pada Reaktor SBR	37
Tabel 4. 5 Efektivitas Penyisihan Nilai Warna pada Reaktor SBR.....	38
Tabel 4. 6 Identifikasi mikroorganisme pada lumpur aktif.....	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mekanisme Sequencing Batch Reactor	12
Gambar 2. 2 Karbon Aktif Tempurung Kelapa Granular.....	17
Gambar 3. 1 Susunan Reaktor Unit Pengolahan Limbah Cair Batik Tampak Samping .	24
Gambar 3. 2 Susunan Reaktor Unit Pengolahan Limbah Cair Batik Tampak Atas.....	24
Gambar 4. 1 Grafik hubungan % penurunan COD terhadap variasi HRT dan Laju Aerasi	39
Gambar 4. 2 Hasil ANOVA ONE WAY Konsentrasi COD terhadap HRT	41
Gambar 4. 3 Hasil ANOVA ONE WAY Konsentrasi COD terhadap Laju Aerasi.....	43
Gambar 4. 4 Grafik hubungan % penyisihan TSS terhadap variasi HRT dan Laju Aerasi	44
Gambar 4. 5 Hasil ANOVA ONE WAY Konsentrasi TSS terhadap HRT	46
Gambar 4. 6 Hasil ANOVA ONE WAY Konsentrasi TSS terhadap Laju Aerasi	47
Gambar 4. 7 Hubungan % penyisihan Warna terhadap variasi HRT dan Laju Aerasi....	48
Gambar 4. 8 Hasil ANOVA ONE WAY Konsentrasi Warna terhadap HRT	50
Gambar 4. 9 Hasil ANOVA ONE WAY Konsentrasi Warna terhadap Laju Aerasi.....	51

ABSTRAK

EFEKTIVITAS *SEQUENCING BATCH REACTOR* (SBR) DALAM PENYISIHAN COD, TSS DAN WARNA PADA LIMBAH BATIK

LAILATUL FITRIYAH
NPM.21034010015

Industri batik di Indonesia menghasilkan limbah cair dalam jumlah besar yang mengandung senyawa organik, zat warna sintetis, dan padatan tersuspensi yang berpotensi mencemari lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas teknologi *Sequencing Batch Reactor* (SBR) dalam menurunkan parameter pencemar *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS), dan warna pada limbah batik, serta mengevaluasi pengaruh variasi *Hydraulic Retention Time* (HRT) dan laju aerasi. Tahapan penelitian meliputi karakterisasi awal limbah, proses *pre-treatment* adsorpsi dengan karbon aktif tempurung kelapa, seeding, aklimatisasi mikroorganisme, dan pengolahan utama dengan SBR. Variasi yang digunakan yaitu HRT 18, 24, 32, dan 38 jam, serta laju aerasi 7 dan 14 L/menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi awal COD, TSS, dan warna pada limbah batik melebihi baku mutu yang ditetapkan. Proses SBR dengan kombinasi *pre-treatment* dan kondisi operasi tertentu mampu meningkatkan efisiensi penyisihan polutan, dengan tren penyisihan signifikan pada COD, TSS, dan warna. Nilai penyisihan terbaik parameter COD pada HRT 38 jam dan 92,12%, TSS HRT 38 jam yaitu 92,46% dan warna pada HRT 38 jam yaitu 62,39%. Jenis bakteri yang berperan adalah *Pseudomonas sp.*, *Bacillus sp.*, dan *Lactobacillus sp.* Analisis statistik menggunakan ANOVA One Way mengonfirmasi pengaruh signifikan HRT dan laju aerasi terhadap kinerja SBR. Identifikasi mikroorganisme pada lumpur aktif menunjukkan adanya bakteri yang berperan penting dalam proses biodegradasi senyawa organik dan zat warna.

Kunci: limbah batik, COD, TSS, warna, *Sequencing Batch Reactor* (SBR), laju aerasi, HRT

ABSTRACT

EFFECTIVENESS OF SEQUENCING BATCH REACTOR (SBR) IN THE REMOVAL OF COD, TSS AND COLOR FROM LIMBAH BATIK WASTEWATER

LAILATUL FITRIYAH
NPM.21034010015

*The batik industry in Indonesia generates substantial amounts of wastewater containing organic compounds, synthetic dyes, and suspended solids, which have the potential to pollute the environment. This study aims to evaluate the effectiveness of Sequencing Batch Reactor (SBR) technology in reducing pollutant parameters, namely Chemical Oxygen Demand (COD), Total Suspended Solids (TSS), and color in batik wastewater, and to assess the influence of variations in Hydraulic Retention Time (HRT) and aeration rate. The research stages included initial wastewater characterization, pre-treatment using coconut shell activated carbon, seeding, microorganism acclimatization, and main treatment with SBR. Variations applied were HRTs of 18, 24, 32, and 38 hours, and aeration rates of 7 and 14 L/min. The results showed that initial COD, TSS, and color concentrations in batik wastewater exceeded the established quality standards. The SBR process, combined with pre-treatment and suitable operational conditions, improved pollutant removal efficiency, showing a significant decreasing trend in COD, TSS, and color. The highest removal efficiencies were achieved at HRT 38 hours, with COD 92.12%, TSS 92.46%, and color 62.39%. Bacteria identified in the process included *Pseudomonas* sp., *Bacillus* sp., and *Lactobacillus* sp. Statistical analysis using One-Way ANOVA confirmed the significant effect of HRT and aeration rate on SBR performance. Microorganism identification in activated sludge also revealed bacterial groups that play an important role in the biodegradation of organic compounds and dyes.*

Keywords: batik wastewater, COD, TSS, color, Sequencing Batch Reactor (SBR), aeration rate, HRT