

**PERBANDINGAN EFEKTIVITAS PENGGUNAAN *RECYCLED*
GLASS DAN PASIR SILIKA SEBAGAI MEDIA *SLOW SAND*
FILTRATION DALAM MENYISIHKAN TSS, KEKERUHAN,
DAN FOSFAT**

SKRIPSI



Oleh:

PANDU WICAKSONO

NPM. 20034010030

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA
2024**

PERBANDINGAN EFEKTIVITAS PENGGUNAAN *RECYCLED* GLASS DAN PASIR SILIKA SEBAGAI MEDIA *SLOW SAND FILTRATION* DALAM MENYISIHKAN TSS, KEKERUHAN, DAN FOSFAT
SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada
Fakultas Teknik dan Sains Program Studi Teknik Lingkungan Universitas
Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur**



Oleh:

PANDU WICAKSONO

NPM. 20034010030

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

2024

LEMBAR PERSETUJUAN
PERBANDINGAN EFEKTIVITAS PENGGUNAAN *RECYCLED*
GLASS* DAN PASIR SILIKA SEBAGAI MEDIA *SLOW SAND
***FILTRATION* DALAM MENYISIHKAN TSS, KEKERUHAN, DAN**
FOSFAT

Disusun Oleh:

PANDU WICAKSONO
NPM. 20034010030

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Penelitian/Verifikasi Artikel Ilmiah

Menyetujui,

PEMBIMBING 1


Firza Rosariawati, S.T., M.T.
NIP. 19750409201212004

Mengetahui,

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


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

LEMBAR PENGESAHAN
PERBANDINGAN EFEKTIVITAS PENGGUNAAN *RECYCLED*
GLASS* DAN PASIR SILIKA SEBAGAI MEDIA *SLOW SAND
***FILTRATION* DALAM MENYISIHKAN TSS, KEKERUHAN, DAN**
FOSFAT

Disusun Oleh:

PANDU WICAKSONO
NPM. 20034010030

Telah diuji kebenaran oleh Tim Penguji dan diterbitkan
pada Jurnal Serambi Engineering (Terakreditasi SINTA 4)
Volume X, Nomor 1, Januari 2025

Menyetujui,

PEMBIMBING 1

Firra Rosariawati, S.T., M.T.
NIPPPK. 19750409 202121 2004

TIM PENGUJI

1. Ketua

Ir. Tuhin Agung Rachmanto, M.T.
NIP. 19620301 198803 1001

2. Anggota

Aussie Amalia, S.T., M.Sc.
NPT. 17219921124059

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
PERBANDINGAN EFEKTIVITAS PENGGUNAAN *RECYCLED*
GLASS* DAN PASIR SILIKA SEBAGAI MEDIA *SLOW SAND
***FILTRATION* DALAM MENYISIHKAN TSS, KEKERUHAN, DAN**
FOSFAT

Disusun Oleh:

PANDU WICAKSONO
NPM. 20034010030

Telah direvisi dan disahkan pada tanggal 4 Desember 2024

TIM PENILAI

KETUA

Ir. Tuhu Agung Rachmanto, M.T.
NIP. 19620501 198803 1001

ANGGOTA

Aussie Amalia, S.T., M.Sc.
NPT. 17219921124059

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Pandu Wicaksono
NPM : 20034010030
Fakultas : Teknik dan Sains
Program Studi : Teknik Lingkungan
Email : panduwicakson789@gmail.com
Judul Skripsi/Tugas Akhir : Perbandingan Efektivitas Penggunaan *Recycled Glass* Dan Pasir Silika Sebagai Media *Slow Sand Filtration* Dalam Menyisihkan TSS, Kekeruhan, Dan Fosfat

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 akhir setelah diujikan yang telah diketahui dan disetujui 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 apa pun, sesuai ketentuan yang berlaku di UPN "Veteran" Jawa Timur.

Surabaya, 4 Desember 2024

Yang Menyatakan



(Panduwicaksono)

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR GAMBAR	v
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Karakteristik Air Limbah Laundry	4
2.2 Parameter Kualitas Air	5
2.3 Proses Pengolahan Air Limbah	9
2.4 Pengolahan Biologis	10
2.5 Filtrasi	12
2.6 Saringan Pasir Lambat	19
2.7 Siklus Filtrasi	20
2.8 Mekanisme Saringan Pasir Lambat.....	21
2.9 Schmutzdecke	25
2.10 Tahapan Pembentukan Lapisan Biofilm (<i>Schmutzdecke</i>)	25
2.11 Penyisihan Limbah Laundry dalam Saringan Pasir Lambat	27
2.12 Nitrifikasi dan Denitrifikasi	28
2.13 Penyisihan Fosfat pada Saringan Pasir Lambat	28
2.14 <i>Recycled Glass</i> Sebagai Media Filtrasi	29
2.15 Perbedaan Pasir dan <i>Recycled Glass</i> Sebagai Media Filtrasi.....	30
2.16 Penelitian Terdahulu.....	32
BAB III METODE PENELITIAN.....	37
3.1 Kerangka Penelitian	37
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	37

3.3 Alat dan Bahan	38
3.4 Model Unit Saringan	38
3.5 Variabel Penelitian	40
3.6 Rangkaian Penelitian.....	41
3.7 Penelitian Utama	42
3.8 Analisis Data	42
3.9 Matriks Penelitian	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	44
4.1 Proses Pematangan Lapisan Schmutzdecke.....	45
4.2 Analisis dan Hasil Penelitian.....	45
4.3 Uji Statistika.....	73
BAB V PENUTUP.....	79
5.1 Kesimpulan	79
5.2 Saran.....	79
DAFTAR PUSTAKA	80
LAMPIRAN A REKAPITULASI DATA PENELITIAN	86
LAMPIRAN B PERHITUNGAN	90
LAMPIRAN C PROSEDUR ANALISIS PENELITIAN	95
LAMPIRAN D DOKUMENTASI	97
LAMPIRAN E PENELITIAN PENDAHULUAN	103

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Air Limbah Laundry	5
Tabel 2.2 Persyaratan Kualitas Air Limbah Laundry Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 5 Tahun 2014 Limbah Industri yang Menggunakan Deterjen	6
Tabel 2.3 Kriteria Desain Berdasarkan Tipe Media Filter	14
Tabel 2.4 Karakteristik Slow Sand Filtration dan Rapid Sand Filtration.....	15
Tabel 2.5 Pengelompokkan Media Filtrasi.....	16
Tabel 2.6 Penelitian Terdahulu.....	36
Tabel 3.1 Variasi Media Tiap Reaktor.....	38
Tabel 3.2 Matriks Penelitian Pematangan Lapisan <i>Schmutzdecke</i>	43
Tabel 3.3 Matriks Penelitian Utama.....	43
Tabel 4.1 Karakteristik Air Limbah Laundry	45
Tabel 4.2 Pertumbuhan Lapisan <i>Schmutzdecke</i>	46
Tabel 4.3 Data Pengaruh Pertumbuhan Lapisan <i>Schmutzdecke</i> Pada Variabel Waktu Pematangan 1 Minggu Terhadap Kekeruhan	48
Tabel 4.4 Data Pengaruh Pertumbuhan Lapisan <i>Schmutzdecke</i> Pada Variabel Waktu Pematangan 2 Minggu Terhadap Kekeruhan dan MLSS	48
Tabel 4.5 Pengaruh Waktu Pengambilan Sampel Dengan Waktu Pematangan Terhadap Effluen Pada Penyisihan TSS.....	52
Tabel 4.6 Pengaruh Waktu Pengambilan Sampel Dengan Waktu Pematangan Terhadap Effluen Pada Penyisihan Kekeruhan	56
Tabel 4.7 Pengaruh Waktu Pengambilan Sampel Dengan Waktu Pematangan Terhadap Effluen Pada Penyisihan Fosfat.....	59
Tabel 4.8 Pengaruh Waktu Pengambilan Sampel Dengan Media Filtrasi Terhadap Effluen Pada Penyisihan TSS.....	63
Tabel 4.9 Pengaruh Waktu Pengambilan Sampel Dengan Media Filtrasi Terhadap Effluen Pada Penyisihan Kekeruhan	66
Tabel 4.10 Pengaruh Waktu Pengambilan Sampel Dengan Media Filtrasi Terhadap Effluen Pada Penyisihan Fosfat	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Desain Slow Sand Filter	19
Gambar 2.2 Siklus Filtrasi	21
Gambar 2.3 Proses Mekanisme Saringan Pasir Lambat	23
Gambar 2.4 Proses Pembentukan Biofilm	26
Gambar 2.5 Proses Nitrifikasi dan Denitrifikasi	28
Gambar 2.6 Skema Penyerapan Fosfat oleh POA dalam Keadaan Aerobik dan Anaerobik.....	29
Gambar 2.7 Analisa SEM pada Recycle Glass (kiri) dan Pasir Silika (kanan).....	31
Gambar 2.8 Analisa SEM pada Pasir Silika (kiri) dan Recycle Glass (kanan).....	31
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	37
Gambar 3.2 Reaktor Slow Sand Filter	39
Gambar 3.3 Tampak Samping Saluran Inlet	39
Gambar 3.4 Saluran Pipa Overflow	39
Gambar 3.5 Tampak Samping Saluran Outlet.....	40
Gambar 3.6 Desain Unit Saringan Pasir Lambat	40
Gambar 4.1 Reaktor Penelitian	44
Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Pertumbuhan Lapisan Schmutzdecke Pada Variabel Waktu Pematangan 1 Minggu Terhadap MLSS	49
Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Pertumbuhan Lapisan Schmutzdecke Pada Variabel Waktu Pematangan 2 Minggu Terhadap MLSS	49
Gambar 4.4 Grafik Pengaruh Pertumbuhan Lapisan Schmutzdecke Pada Variabel Waktu Pematangan 1 Minggu Terhadap Kekeruhan.....	50
Gambar 4.5 Grafik Pengaruh Pertumbuhan Lapisan Schmutzdecke Pada Variabel Waktu Pematangan 2 Minggu Terhadap Kekeruhan.....	51
Gambar 4.6 Grafik Penyisihan Konsentrasi TSS Pada Waktu Pematangan 1 Minggu	53
Gambar 4.7 Grafik Penyisihan Konsentrasi TSS Pada Waktu Pematangan 2 Minggu	53

Gambar 4.8 Grafik Persentase Removal Kadar TSS Pada Waktu Pematangan 1 Minggu	54
Gambar 4.9 Grafik Persentase Removal Kadar TSS Pada Waktu Pematangan 2 Minggu	54
Gambar 4.10 Grafik Penyisihan Konsentrasi Kekeruhan Pada Waktu Pematangan 1 Minggu	56
Gambar 4.11 Grafik Penyisihan Konsentrasi Kekeruhan Pada Waktu Pematangan 2 Minggu	57
Gambar 4.12 Grafik Persentase Removal Kadar Kekeruhan Pada Waktu Pematangan 1 Minggu.....	57
Gambar 4.13 Grafik Persentase Removal Kadar Kekeruhan Pada Waktu Pematangan 2 Minggu.....	58
Gambar 4.14 Grafik Penyisihan Konsentrasi Fosfat Pada Waktu Pematangan 1 Minggu	60
Gambar 4.15 Grafik Penyisihan Konsentrasi Fosfat Pada Waktu Pematangan 2 Minggu	60
Gambar 4.16 Grafik Persentase Removal Kadar Fosfat Pada Waktu Pematangan 1 Minggu	61
Gambar 4.17 Grafik Persentase Removal Kadar Fosfat Pada Waktu Pematangan 2 Minggu	61
Gambar 4.18 Grafik Penyisihan Konsentrasi TSS Pada Media Recycle Glass	63
Gambar 4.19 Grafik Penyisihan Konsentrasi TSS Pada Media Pasir Silika.....	64
Gambar 4.20 Grafik Persentase Removal Kadar TSS Pada Recycle Glass	64
Gambar 4.21 Grafik Persentase Removal Kadar TSS Pada Pasir Silika	65
Gambar 4.22 Grafik Penyisihan Konsentrasi Kekeruhan Pada Media Recycle Glass	67
Gambar 4.23 Grafik Penyisihan Konsentrasi Kekeruhan Pada Media Pasir Silika	67
Gambar 4.24 Grafik Persentase Removal Kadar Kekeruhan Pada Recycle Glass	68
Gambar 4.25 Grafik Persentase Removal Kadar Kekeruhan Pada Pasir Silika....	68
Gambar 4.26 Grafik Penyisihan Konsentrasi Fosfat Pada <i>Media Recycle Glass</i> .	70

Gambar 4.27 Grafik Penyisihan Konsentrasi Fosfat Pada Media Pasir Silika	71
Gambar 4.28 Grafik Persentase <i>Removal</i> Kadar Fosfat Pada Media <i>Recycle Glass</i>	71
Gambar 4.29 Grafik Persentase Removal Kadar Fosfat Pada Media Pasir Silika	72
Gambar 4.30 Hasil Uji Normalitas Pada Parameter TSS.....	73
Gambar 4.31 Hasil Uji ANOVA two-way Pada Parameter TSS	74
Gambar 4.32 Hasil Uji Normalitas Pada Parameter Kekerusuhan	75
Gambar 4.33 Hasil Uji ANOVA two-way Pada Parameter Kekerusuhan	76
Gambar 4.34 Hasil Uji Normalitas Pada Parameter Fosfat.....	77
Gambar 4.35 Hasil Uji ANOVA two-way Pada Parameter Fosfat.....	77

ABSTRAK

PERBANDINGAN EFEKTIVITAS PENGGUNAAN RECYCLED GLASS DAN PASIR SILIKA SEBAGAI MEDIA SLOW SAND FILTRATION DALAM MENYISIHKAN TSS, KEKERUHAN, DAN FOSFAT

PANDU WICAKSONO
NPM. 20034010030

Penelitian ini membahas penggunaan *recycle glass* dan pasir silika sebagai media dalam filtrasi pasir lambat untuk mengolah limbah laundry. Tujuan utama penelitian ini adalah membandingkan efisiensi kedua media serta waktu pematangan (*ripening time*) dalam menyisihkan Total Suspended Solids (TSS), kekeruhan, dan fosfat pada air limbah *laundry*. Pemilihan *recycle glass* sebagai media filtrasi disebabkan karakteristiknya yang memiliki banyak sudut sehingga nilai porositas besar yang menyebabkan nilai headloss yang kecil, Hal ini sekaligus upaya dalam mengurangi eksploitasi penggunaan media pasir dalam filtrasi. Hasil pada penelitian menunjukkan penggunaan *recycle glass* cukup efektif dibandingkan dengan pasir silika dalam penyisihan TSS dan kekeruhan dengan persentase penyisihan pada TSS ($90,50\% \pm 3,50\%$ vs $86,50\% \pm 3,50\%$) dan kekeruhan ($85,09 \pm 5,47\%$ vs $79,43\% \pm 6,60\%$). Sementara dalam penyisihan fosfat, *recycle glass* tidak seefektif pasir silika dengan persentase penyisihan ($38,34\% \pm 8,39\%$ vs $72,56\% \pm 10,93\%$). Penambahan EM4 dilakukan untuk membantu pertumbuhan lapisan *schmutzdecke* pada penelitian ini.

ABSTRACT

COMPARISON OF THE EFFECTIVENESS OF USING RECYCLED GLASS AND SILICA SAND AS A MEDIUM FOR SLOW SAND FILTRATION IN REMOVING TSS, TURBIDITY, AND PHOSPHATES

PANDU WICAKSONO
NPM. 20034010030

This research investigates the use of recycled glass and silica sand as media in slow sand filtration for treating laundry wastewater. The primary objective of this study is to compare the efficiency of both media and ripening time in removing Total Suspended Solids (TSS), turbidity, and phosphate from laundry wastewater. The selection of recycled glass as a filtration medium is due to its characteristics of having many angles, resulting in high porosity and low headloss. This is also an effort to reduce the exploitation of sand as a filtration medium. The results of the research show that the use of recycled glass is quite effective compared to silica sand in removing TSS and turbidity, with removal percentages for TSS ($90.50\% \pm 3.50\%$ vs $86.50\% \pm 3.50\%$) and turbidity ($85.09 \pm 5.47\%$ vs $79.43\% \pm 6.60\%$). However, in phosphate removal, recycled glass is not as effective as silica sand with removal percentages ($38.34\% \pm 8.39\%$ vs $72.56\% \pm 10.93\%$). The addition of EM4 was done to assist in the growth of the schmutzdecke layer in this study.