

SKRIPSI

**EFEKTIVITAS MEDIA KARBON AKTIF
DAN GEOTEKSTIL UNTUK
MENYISIHKAN NILAI PERMANGANAT
DAN TOTAL *COLIFORM* DENGAN
METODE *SLOW SAND FILTER***



Oleh :

NAMA : SHERLY GALUH PUSPITA

NPM : 19034010021

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM
SURABAYA
2024**

SKRIPSI
EFEKTIVITAS MEDIA KARBON AKTIF DAN GEOTEKSTIL
UNTUK MENYISIHKAN NILAI PERMANGANAT DAN
TOTAL COLIFORM DENGAN METODE SLOW SAND
FILTER



Oleh :

SHERLY GALUH PUSPITA
NPM : 19034010021

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM
SURABAYA
2024

**EFEKTIVITAS MEDIA KARBON AKTIF DAN GEOTEKSTIL
UNTUK MENYISIHKAN NILAI PERMANGANAT DAN
TOTAL COLIFORM DENGAN METODE *SLOW SAND*
*FILTER***

SKRIPSI

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

Diajukan Oleh :

NAMA : SHERLY GALUH PUSPITA
NPM : 19034010021

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JATIM
SURABAYA
2024**

**LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI**

**EFEKTIVITAS MEDIA KARBON AKTIF DAN GEOTEKSTIL
UNTUK MENYISIHKAN NILAI PERMANGANAT DAN
TOTAL COLIFORM DENGAN METODE SLOW SAND
FILTER**

Disusun Oleh :

SHERLY GALUH PUSPITA

NPM 19034010021

Telah Dipertahankan Dihadapan dan Diterima Oleh Tim Penguji Skripsi
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Lingkungan
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Pada Tanggal: Selasa, 09 Januari 2023

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing**

Firra Rosariawari, ST., MT.
NIP. 19750409 202121 2 004

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

Prof. Dr. Dra. Jaridah, MP.
NIP. 19650403 199103 2 001

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Sherly Galuh Puspita
NIM : 19034010021
Fakultas/Program Studi : Teknik /Teknik Lingkungan
Judul Skripsi/Tugas Akhir : Efektivitas Media Karbon Aktif dan Geotekstil untuk Menyisihkan Nilai Permanganat dan Total *Coliform* dengan Metode *Slow Sand Filter*

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, 10 Januari 2024

Yang Menyatakan


(Sherly Galuh P)

KATA PENGANTAR

Puji sukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan hidayah-nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Efektivitas Media Karbon Aktif dan Geotekstil untuk Menyisihkan Nilai Permanganat dan Total Coliform dengan Metode *Slow Sand Filter*” ini dengan baik. Dalam penyusunan skripsi ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah, MP., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
2. Ibu Firra Rosariawari, S.T., M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan dan Dosen Pembimbing atas segala kritik, saran, dan bimbingan selama proses penyusunan Tugas Akhir/Skripsi ini.
3. Bapak Dr. Okik Hendriyanto Cahyonugroho, S.T., M.T. dan Ibu Aussie Amalia, S.T., M.Sc., selaku Dosen Penguji atas kritik, saran, dan masukan yang menjadikan Tugas Akhir/Skripsi ini menjadi lebih baik.
4. Ibu Juli Winarti, S.T. selaku laboran Program Studi Teknik Lingkungan yang telah membantu dalam proses penelitian dan analisis di laboratorium.

Penulis menyadari bahwa terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir/Skripsi ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan untuk keperluan penulisan kedepannya. Akhir kata, semoga Tugas Akhir/Skripsi ini dapat membawa manfaat baik bagi penulis, pembaca, maupun pihak lain yang terlibat di dalamnya.

Surabaya, 06 Januari 2024

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Pengerjaan skripsi ini juga tidak lepas dari peran serta beberapa pihak, maka dari itu penulis juga ingin berterima kasih kepada :

1. Ibu penulis “Mama Bety”, beribu kata terima kasih sepertinya belum mewakili atas doa, jasa, dukungan, motivasi, semangat dan pengertian yang beliau berikan pada penulis. Peran hebat yang diberikan beliau ketika penulis merasa ingin menyerah perihal dana penelitian, ide dalam perakitan reaktor serta tanpa keluh mengantarkan penulis mengambil air setiap harinya ke sungai jagir yang cukup jauh dari rumah. Semoga gelar dan amanah S.T yang akan diterima penulis akan membanggakan dan mengangkat derajat Mama;
2. Almarhum Mbah Pamuri, yang telah memberikan doa dan restunya untuk Penulis bisa sampai ke tahap ini, Penulis berusaha menepati janji untuk membawakan Gelar Cumlaude ke makam Mbah sebagai bukti bahwa Penulis telah mengamanahkan janji untuk menuntaskan pendidikan dan membanggakan keluarga;
3. Reigi Aditya “gie” selaku pacar penulis yang senantiasa menyediakan bahu, mendengarkan keluhan, menjadi orang kedua setelah mama yang antusias dalam penelitian serta banyak jasa yang telah diberikan untuk jalannya penelitian ini, penulis ucapkan terima kasih sayang;
4. Lila, Vio, Vita dan Devi senantiasa memberikan doa, dukungan, motivasi, semangat dan support kepada penulis, semoga amalan baik yang telah diberikan kembali menyertai kalian;
5. Komang, Mila, Alda, Manda, Rafa dan Teri yang selalu menemani dari awal hingga akhir dalam suka duka perkuliahan, terima kasih telah menjadi alasan untuk bertahan selama perkuliahan ini;
6. Teman-teman angkatan 2019 Program Studi Teknik Lingkungan yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga segala doa, dukungan, semangat, motivasi serta bantuan yang telah diberikan kepada penulis membawa keberkahan kembali bagi semua pihak.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
UCAPAN TERIMA KASIH	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tinjauan Umum	6
2.1.1 Parameter Uji	6
2.1.1.1 Nilai Permanganat	6
2.1.1.2 Total <i>Coliform</i>	7
2.1.2 Filtrasi	8
2.1.3 Slow Sand Filter.....	11
2.1.3.1 Bagian-Bagian pada Saringan Pasir Lambat	12
2.1.3.2 Kriteria Desain Saringan Pasir Lambat	13
2.1.3.3 Mekanisme Kerja Saringan Pasir Lambat.....	14
2.1.3.4 Kelebihan dan Kelemahan Saringan Pasir Lambat.....	15
2.1.4 Adsorpsi	16
2.1.5 Karbon Aktif	20
2.1.6 Geotekstil	23
2.1.7 Lapisan Schmutzdecke.....	26
2.1.8 Mekanisme Terbentuknya Lapisan Schmutzdecke.....	26

2.1.8.1	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi <i>Schmutzdecke</i>	27
2.2	Landasan Teori	29
2.3	Hasil Penelitian Sebelumnya	30
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		33
3.1	Kerangka Penelitian	33
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian	35
3.3	Bahan dan Alat	35
3.3.1	Bahan	35
3.3.2	Alat	35
3.4	Cara Kerja	35
3.4.1	Tahap Persiapan	35
3.4.2	Tahap Penelitian Pendahuluan	36
3.5	Variabel Penelitian	36
3.5.1	Tahap Penelitian Utama	41
3.6	Metode Pengumpulan Data	41
3.7	Analisa Data	42
3.8	Jadwal Kegiatan	42
3.9	RAB (Rancangan Anggaran Biaya)	43
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		44
4.1	Optimasi Media <i>Slow Sand Filter</i> Menyisihkan Parameter Nilai Permanganat dan Total <i>Coliform</i>	44
4.1.1	Pengujian <i>Slow Sand Filter</i> Single Media Pasir Silika dalam Penyisihan Nilai Permanganat dan Total <i>Coliform</i>	44
4.1.2	Pengujian <i>Slow Sand Filter</i> Single Media Karbon Aktif Menyisihkan Parameter Nilai Permanganat dan Total <i>Coliform</i>	47
4.1.3	Pengujian <i>Slow Sand Filter</i> Single Media Geotekstil Menyisihkan Parameter Nilai Permanganat dan Total <i>Coliform</i>	50
4.1.4	Pengujian <i>Slow Sand Filter</i> Dual Media Pasir Silika dan Karbon Aktif Menyisihkan Parameter Nilai Permanganat dan Total <i>Coliform</i>	53

4.1.5 Pengujian Slow Sand Filter Dual Media Pasir Silika dan Geotekstil Menyisihkan Parameter Nilai Permanganat dan Total <i>Coliform</i>	55
4.1.6 Pengujian Slow Sand Filter Dual Media Karbon Aktif dan Geotekstil Menyisihkan Parameter Nilai Permanganat dan Total <i>Coliform</i>	58
4.1.7 Pengujian Slow Sand Filter Multi Media Pasir Silika, Karbon Aktif dan Geotekstil terhadap Optimasi Penurunan Nilai Permanganat dan Total <i>Coliform</i>	60
4.1.8 Hasil Penelitian Utama Slow Sand Filter Multi Media Pasir Silika, Karbon Aktif dan Geotekstil Berlapis terhadap Optimasi Penurunan Nilai Permanganat dan Total <i>Coliform</i>	64
4.1.9 Pengujian Suhu dan pH Slow Sand Filter terhadap Waktu Sampling	68
4.2 Pengaruh Media Geotekstil dalam Menangani <i>Clogging</i> dan Membantu Pertumbuhan Lapisan <i>Schmutzdecke</i>	72
4.3 Waktu Sampling Optimum Pertumbuhan Lapisan <i>Schmutzdecke</i> berdasarkan Penyisihan Nilai Permanganat dan Total <i>Coliform</i>	77
4.4 Analisa Hasil Uji Statistik	83
BAB 5 PENUTUP	86
5.1 Kesimpulan	86
5.2 Saran	88
DAFTAR PUSTAKA	89
LAMPIRAN A HASIL ANALISIS / PENGUKURAN	98
LAMPIRAN B PERHITUNGAN DAN DESAIN REAKTOR	105
LAMPIRAN C PROSEDUR UJI LABORATORIUM	107
LAMPIRAN D DOKUMENTASI	117
LAMPIRAN E DATA PENDUKUNG	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbedaan Adsorpsi Fisika dan Kimia	18
Tabel 2. 2 Karakteristik Karbon Aktif Berdasarkan Jenis Bahan Baku Karbon...	20
Tabel 2. 3 Syarat Mutu Karbon Aktif	21
Tabel 2. 4 Spesifikasi Geotekstil Non Woven	25
Tabel 3. 1 Uji Karakteristik Air Sungai Jagir Surabaya.....	36
Tabel 3. 2 Metode Analisa Penelitian	42
Tabel 3. 3 Periode Penelitian	43
Tabel 3. 4 Rancangan Anggaran Biaya.....	43
Tabel 4. 1 Hasil Penelitian Single Media Pasir.....	45
Tabel 4. 2 Hasil Penelitian Single Media Karbon Aktif	48
Tabel 4. 3 Hasil Penelitian Single Media Geotekstil	50
Tabel 4. 4 Hasil Penelitian Dual Media Pasir Silika dan Karbon Aktif.....	53
Tabel 4. 5 Hasil Penelitian Dual Media Pasir Silika dan Geotekstil.....	55
Tabel 4. 6 Hasil Penelitian Dual Media Karbon Aktif dan Geotekstil.....	58
Tabel 4. 7 Hasil Penelitian Multi Media Pasir Silika, Karbon Aktif dan Geotekstil	60
Tabel 4. 8 Hasil Penelitian Multi Media Pasir Silika, Karbon Aktif dan Geotekstil Berlapis.....	64
Tabel 4. 9 Hasil Penelitian Suhu dan pH pada <i>Slow Sand Filter</i> berdasarkan Variasi Media dan Waktu Sampling	68
Tabel 4. 10 Variasi Media Paling Efektif berdasarkan Rata-Rata Persentase Removal Nilai Permanganat dan Total <i>Coliform</i>	73
Tabel 4. 11 Waktu Sampling berdasarkan Rata-Rata Persentase Removal Nilai Permanganat dan Total <i>Coliform</i>	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Teknologi Saringan Pasir Lambat	13
Gambar 2. 2 Mekanisme adsorpsi	19
Gambar 2. 3 Geotekstil Woven	23
Gambar 2. 4 Geotekstil Non Woven	24
Gambar 2. 5 Lapisan <i>Schmutzdecke</i>	26
Gambar 2. 6 Visualisasi Micrograph pada Lapisan <i>Schmutzdecke</i>	27
Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian	34
Gambar 3. 2 Variasi Media	39
Gambar 3. 3 Desain Reaktor Slow Sand Filter	40
Gambar 4. 1 Grafik Hubungan Variasi Filtrasi Single Media Pasir dengan Efisiensi Removal Nilai Permanganat dan Total <i>Coliform</i>	46
Gambar 4. 2 Grafik Hubungan Variasi Filtrasi Single Media Karbon Aktif dengan Efisiensi Removal Nilai Permanganat dan Total <i>Coliform</i>	49
Gambar 4. 3 Grafik Hubungan Variasi Filtrasi Single Media Geotekstil dengan Efisiensi Removal Nilai Permanganat dan Total <i>Coliform</i>	51
Gambar 4. 4 Grafik Hubungan Variasi Filtrasi Dual Media Pasir dan Karbon Aktif dengan Efisiensi Removal Nilai Permanganat dan Total <i>Coliform</i> ..	54
Gambar 4. 5 Grafik Hubungan Variasi Filtrasi Dual Media Pasir dan Geotekstil dengan Efisiensi Removal Nilai Permanganat dan Total <i>Coliform</i> ..	56
Gambar 4. 6 Grafik Hubungan Variasi Filtrasi Dual Media Karbon Aktif dan Geotekstil dengan Efisiensi Removal Nilai Permanganat dan Total <i>Coliform</i>	59
Gambar 4. 7 Grafik Hubungan Variasi Filtrasi Multi Media Pasir, Karbon Aktif dan Geotekstil dengan Efisiensi Removal Nilai Permanganat dan Total <i>Coliform</i>	62

Gambar 4. 8 Grafik Hubungan Variasi Filtrasi Multi Media Pasir, Karbon Aktif dan Geotekstil Berlapis dengan Efisiensi Removal Nilai Permanganat dan Total <i>Coliform</i>	65
Gambar 4. 9 Grafik Hasil Rata-Rata Konsentrasi pH berdasarkan Variasi Media	70
Gambar 4. 10 Grafik Hasil Rata-Rata Konsentrasi Suhu berdasarkan Variasi Media.....	71
Gambar 4. 11 Dokumentasi Pertumbuhan Lapisan Schmutzdecke 8 Variasi Media	77
Gambar 4. 12 Grafik Waktu Optimum Variasi Media Berdasarkan Penyisihan Tertinggi Parameter Nilai Permanganat dan Total <i>Coliform</i>	78

ABSTRAK

Pesatnya perkembangan daerah industri di sekitar area sungai mempengaruhi pencemaran dan kualitas air baku. Sebanyak 2,7 juta penduduk Surabaya memanfaatkan Kali Jagir Surabaya diperuntukkan untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari untuk mandi, mencuci dan kakus hingga pemanfaatan sebagai sumber air minum. Kali Surabaya memiliki ciri fisik warna air coklat kehitaman yang merupakan indikasi bahwa air baku telah tercemar oleh limbah domestik. Teknologi Slow Sand Filter menjadi alternatif teknologi yang efektif mampu mengolah air secara fisika dan biologi serta memiliki nilai ekonomis dan ramah lingkungan karena tidak adanya penambahan bahan kimia menghasilkan residu lumpur yang aman. Kekurangan dari teknologi Slow Sand Filter pada kondisi sungai yang fluktuatif akan meningkatkan biomassa yang mengakibatkan lapisan *schmutzdecke* tidak tumbuh optimal dan sering terjadi *clogging*. Pada penelitian ini metode slow sand filter dengan kombinasi media geotekstil untuk mengatasi *clogging* dengan karbon aktif yang mempercepat permeabilitas pengaliran air olahan tanpa mengurangi efisiensi slow sand filter.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui optimasi *Slow Sand Filter* dalam menyisihkan Nilai Permanganat dan Total *Coliform*, waktu optimum pertumbuhan *schmutzdecke* yang mempengaruhi penyisihan parameter serta mengetahui peran geotekstil dalam menangani *clogging* dan membantu pertumbuhan lapisan *schmutzdecke*. Pada penelitian ini terdapat 8 variasi media filtrasi yang digunakan. Dengan sistem *downflow*, kecepatan filtrasi $0,1 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{jam}$ dan aliran *continue* selama 8 hari, setiap harinya akan dilakukan sampling untuk mengetahui tingkat penyisihan paling optimal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi multi media pasir silika, karbon aktif dan geotekstil menunjukkan optimasi terbaik dalam menyisihkan Nilai Permanganat sebesar 81,48% dan ultri media pasir silika, karbon aktif dan geotekstil berlapis menunjukkan optimasi terbaik dalam menyisihkan Total *Coliform* sebesar 64%.

Penggunaan Geotekstil dalam Kombinasi teknologi *Slow Sand Filter* membantu dalam menangani *clogging* dengan memudahkan pembersihan (scraping) dan membantu pertumbuhan lapisan *schmutzdecke*. Keterkaitan waktu pertumbuhan lapisan *schmutzdecke* dengan efisiensi removal, waktu optimum penyisihan Nilai Permanganat pada hari ke-8 sedangkan penyisihan parameter Total *Coliform* pada hari ke-7.

Kata Kunci : *Slow Sand Filter Continue-Downflow, Geotextile, Clogging, Schmutzdecke*

ABSTRACT

The rapid development of industrial areas around river areas affects pollution and raw water quality. As many as 2,7 million residents of Surabaya use the Kali Jagir Surabaya to supply their daily needs for bathing, washing and toilets even as a source of drinking water. The Surabaya river has the physical characteristic of blackish brown water which is an indication that the raw water has been polluted by waste. Slow sand filter technology is an effective alternative technology capable of treating water physically and biologically and has economic value and is environmentally friendly because there is no addition of chemicals to produce safe mud residue. The drawback of Slow Sand Filter technology is that in fluctuating river conditions, it will increase biomass, resulting in the *schmutzdecke* layer not growing optimally and clogging often occurring. In this research, the slow sand filter method uses a combination of geotextile media to overcome clogging with activated carbon which accelerates the permeability of processed water flow without reducing the efficiency of the slow sand filter.

The aim of this research is to determine the optimization of the Slow Sand Filter in removing Permanganate and Total *Coliform* Values, the optimum time for *schmutzdecke* growth which influences the parameter removal and to determine the role of geotextiles in dealing with clogging and helping the growth of the *schmutzdecke* layer. In this study, there were 8 variations of filtration media used. With a downflow system, filtration speed of 0,1 m³/m².hour and continuous flow for 8 days, sampling will be carried out every day to determine the most optimal removal level. The research results showed that the multi-media variation of silica sand, activated carbon and geotextile showed the best optimization in removing the Permanganate value of 81.48% and the multi-media variation of silica sand, activated carbon and layered geotextile showed the best optimization in removing Total *Coliform* of 64%. The use of Geotextiles in combination with Slow Sand Filter technology helps in dealing with clogging by

making cleaning (scraping) easier and helping the growth of the *schmutzdecke* layer. The relationship between the growth time of the *schmutzdecke* layer and removal efficiency, the optimum time for removal of Permanganate Value is on the 8th day while the removal of the Total *Coliform* parameter is on the 7th day.

Keywords : *Slow Sand Filter Continue-Downflow, Geotextile, Clogging, Schmutzdecke*