

**MODEL FISIK PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK DAN AIR
HUJAN MENGGUNAKAN FILTER BERTINGKAT MENJADI AIR
BERSIH PADA LOKASI DANAU BUKIT SEKATUP DAMAI
DI KOTA BONTANG**

TESIS



Untuk menyusun Tesis pada Program Studi Magister Teknik Sipil
Peminatan Manajemen Konstruksi
Program Pascasarjana
Institut Teknologi Nasional Malang

Oleh
EDI SUPRAPTO
NIM. 21121046

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
PEMINATAN MANAJEMEN KONSTRUKSI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
TAHUN 2022**

LEMBAR PENGESAHAN

Tesis oleh Edi Suprpto (NIM: 21121046) ini telah diperiksa dan disetujui dalamujian.

Malang, 25 Mei 2023

Pembimbing 1

Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, MSc
NIP. 196106201991031002

Pembimbing 2

Dr. Ir. Lies Kurniawati Wulandari, MT.
NIP. P. 1031500485

Mengetahui

Institut Teknologi Nasional Malang Program Pascasarjana

Direktur Pascasarjana

Prof. Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MT
NIP. Y. 1018700153

Ketua Program Studi
Magister Teknik Sipil

Prof. Dr. Ir. Sutanto Hidayat, MT
NIP. P. 1032100593



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN TESIS

PROGRAM STUDI : MAGISTER TEKNIK SIPIL

Nama : **Edi Suprpto**
NIM : **21211046**
JURUSAN : **Magister Teknik Sipil**
PEMINATAN : **Manajemen Konstruksi**
JUDUL : **Model fisik Pengolahan Air Limbah Domestik dan air Hujan
menggunakan filter bertingkat menjadi air bersih pada lokasi
Danau Bukit Sekatup Damai Di Kota Bontang.**

Dipertahankan di hadapan Tim Penguji Ujian Tesis Jenjang Program Studi
Pascasarjana Magister Teknik (S2)

Pada Hari : **Kamis**
Tanggal : **25 Mei 2023**
Dengan Nilai : **A**

Panitia Ujian Tesis

KETUA

Dr. Ir. Hery Setyobudiarso. MSc
NIP. 196106201991031002

SEKRETARIS

Dr. Ir. Lies Kurniawati Wulandari. MT.
NIP. P. 1031500485

Penguji I

Prof. Dr. Ir. Lalu Mulyadi. MT.
NIP. Y. 1018700153

Penguji II

Dr. Erni Yulianti. ST., MT.
NIP.P. 1031300469

KATA PENGANTAR

Puji Syukur Allhamdulillah Kehadirat Allah SWT. yang telah melimpahkan anugerah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan judul: Rancangan metode dan teknologi konstruksi pada model fisik pengolahan gray water dan air hujan menggunakan filter bertingkat menjadi air bersih sebagai alternatif air bersih dalam penanganan krisis air pada lokasi Danau BSD di Kota Bontang. Laporan tesis ini selain merupakan salah satu syarat akademis yang harus ditempuh oleh mahasiswa program pasca sarjana, juga untuk menambah ilmu bagi penulis dan pembaca. Melalui kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Awan Uji Krismanto, ST, MT, Ph.D. selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang;
 2. Bapak Prof. Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MTA. Selaku Direktur Program Pascasarjana, Institut Teknologi Nasional Malang;
 3. Ibu Ir. Maranatha W., ST., MMT., Ph.D, IPU selaku Sekretaris Program Pascasarjana, Institut Teknologi Nasional Malang;
 4. Bapak Prof. Dr Ir. Sutanto Hidayat, MT. Selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil Peminatan Manajemen Konstruksi, Program Pascasarjana Institut Teknologi Nasional Malang;
 5. Bapak Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, MSc selaku Dosen Pembimbing I;
 6. Ibu Dr. Ir. Lies Kurniawati Wulandari, MT. selaku Dosen Pembimbing II;
 7. Administrasi Program Pascasarjana, Institut Teknologi Nasional Malang.
 8. Teruntuk istri dan anak-anakku terimakasih atas pengertiannya selama ini.
- Penulis merasa bahwa tesis.

Malang, 25 Mei 2023

**PERNYATAAN
ORISINALITAS TESIS**

Saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah Tesis ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Tesis ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia Tesis ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (Magister Teknik) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Malang, 25 Mei 2023



Edi Suprpto
NIM. 21121046

ABSTRAK

Model Fisik Pengolahan Aie Limbah Domestik dan Air Hujan Menggunakan Filter Bertingkat Menjadi Air Bersih Pada Lokasi Danau Bukit Sekatup Damai di Kota Bontang

Saat ini kebutuhan air bersih Kota Bontang mencapai 632,10 liter/detik dengan jumlah penduduk Tahun 2022 adalah 185.251 jiwa (BPS Kota Bontang, 2022). Total kebutuhan air untuk saat ini defisit 217,72 liter/detik. Minimnya ketersediaan air baku untuk pemenuhan layanan air bersih jangka pendek 1-2 tahun belum tersedia karena hanya mengandalkan *Deep Well*. Tujuan penelitian ini menganalisis efektifitas model fisik pengolahan *greywater* dan air hujan menggunakan filter bertingkat menjadi air bersih sebagai alternatif air baku dalam penanganan krisis air pada lokasi danau bukit sekatup damai di kota bontang. Pengamatan dilakukan terhadap variabel variasi kadar PAC dan Natrium karbonat (X_1) dan variasi ketebalan pasir (X_2) terhadap parameter kualitas air (Y) yang terdiri dari pH, kekeruhan, TDS (*Total Dissolved Solid*), Warna, dan Total Coliform. Teknik pengolahan yang diterapkan terbukti mampu merubah limbah *greywater* dan air hujan menjadi air bersih kelas II; berdasarkan parameter kualitas air yang diamati. Hasil Pengolahan menunjukkan bahwa pH 5,2 menjadi 6 (6-9); kekeruhan 12,8 menjadi 2,82(5); TDS 364,0 mg/L menjadi 252,2 mg/L (1000); warna 20 menjadi 5 (15); dan Total *Coliform* 9200 Jml/100 ml menjadi 2800 (5000). Hasil skala model pengolahan *greywater* dan air hujan dapat diolah menjadi air bersih sesuai Baku mutu kelas II.

Kata kunci: Pengolahan air, *greywater*, filtrasi, pasir, regresi linier.

ABSTRACT

Model of Physical for Domestic Wastewater and Rain Water Using Stratified Filtration to Produce Clean Water in Danau Bukit Sekatup Damai, Bontang

Currently, the fulfillment of clean water in Bontang City reaches 632.10 liters/second with a population of 185,251 in 2022 (BPS City of Bontang, 2022). The current total water demand is a deficit of 217.72 liters/second. The lack of raw water availability to fulfill short-term 1-2 year clean water services is not yet available because it only relies on Deep Well. The purpose of this study was to analyze the effectiveness of a physical model for The Treatment of Greywater and Rain Water using multilevel filters to convert clean water as an alternative to raw water in handling the water crisis at the location of the Bukit Sekatup Damai Lake in Bontang City. Furthermore, primary data were analyzed using the linear regression method and descriptive statistics. Based on the results, it is confirmed that the sand filter is effective in decreasing the turbidity of greywater -indicating that suspended solids are successfully removed. In addition, PAC and soda ash can neutralize the pH level. The processing technique applied is proven capable of converting greywater and rainwater waste into class II clean water; based on the observed of water quality parameters. The processing results show that pH 5,2 (6-9); NTU 12,8 (5); TDS 364,0 mg/L (1000); WARNA 20 (15); and Total Coliform 9200 Qty/100 ml (5000); into the characteristics of untreated wastewater. The results of the scale model for treating greywater and rain water can be processed into clean water according to class II quality standards.

Keywords: Water treatment, urban, greywater, filtration, regression.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN DEPAN	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
BERITA ACARA UJIAN TESIS	v
PERNYATAAN ORISINALITAS TESIS	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Rumusan Masalah	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Tujuan Penelitian	4
1.6 Manfaat Penelitian	4
1.7 Kebaruan Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Air Limbah Domestik	7
2.2 Jenis dan Ketersediaan Air Limbah Untuk Daur Ulang	9
2.3 Standar Kualitas Air Buangan	12
2.4 Karakteristik Air Limbah <i>Greywater</i>	14
2.5 Pembuangan Limbah Cair Mandi, Cuci dan Dapur (" <i>Greywater</i> ") Saat Ini di Saluran Terbuka	15
2.6 Teknologi Pengolahan Air Limbah	15
2.7 Metode Teknologi Konstruksi	17

2.8 Metode Analisis Regresi	20
2.9 Penelitian Terdahulu	25
BAB III METODE PENELITIAN.....	39
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	39
3.2 Konsep Desain.....	40
3.3 Bahan dan Alat	42
3.4 Tahapan Penelitian	42
3.5 Uji Parameter.....	43
3.6 Diagram Alir Penelitian	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	46
4.1 Data Input Limbah <i>greywater</i> + Air hujan	46
4.2 Hasil Percobaan Model I – PAC dan <i>Soda Ash</i>	47
4.3 Hasil Percobaan Model II - Filter Tunggal	48
4.4 Hasil Percobaan Model III - Filter Bertingkat	49
4.5 Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Air	50
4.5.1 pH (<i>Potential of Hydrogen</i>)	50
4.5.2 Kekeruhan (NTU)	52
4.5.3 TDS (<i>Total Dissolved Solid</i>).....	53
4.5.4 Warna/ <i>True Color Unit</i> (WARNA).....	57
4.5.5 Total Coliform (Jml/100 ml).....	58
4.6 Manajemen Konstruksi Model Fisik Pengolahan Greywater dan Air Hujan Menggunakan Filter Bertingkat	60
4.7 Analisis Data Statistik.....	61
4.7.1 pH (<i>Potential of Hydrogen</i>)	61
4.7.2 Kekeruhan (NTU)	63
4.7.3 TDS (<i>Total Dissolved Solid</i>).....	65
4.7.4 Kekeruhan (WARNA)	67
4.7.5 Total Coliform	69
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	72
5.1 Kesimpulan	72

5.2 Saran	73
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN.....	76

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah Domestik	8
Tabel 2.2 Baku Mutu Air Berdasarkan Peraturan Pemerintah 2001	8
Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu	25
Tabel 3.1 Waktu Penelitian	39
Tabel 3.2 Data Perbandingan Karakteristik Input Geywater	44
Tabel 4.1 Data Perbandingan Karakteristik Input Geywater dan air hujan	46
Tabel 4.2 Hasil Pengolahan Limbah <i>Greywater</i> dengan <i>Soda ash</i> dan PAC	47
Tabel 4.3 Hasil Perlakuan <i>greywater</i> dengan filter Tunggal	48
Tabel 4.4 Hasil Perlakuan <i>greywater</i> dengan Filter Bertingkat	50
Tabel 4.5 Data Hasil pengukuran pH (<i>soda ash</i> , PAC + filter bertingkat)	51
Tabel 4.6 Data Hasil pengukuran NTU (<i>soda ash</i> , PAC + filter bertingkat)	53
Tabel 4.7 Data Hasil Pengukuran TDS (<i>soda ash</i> , PAC + filter bertingkat)	55
Tabel 4.8 Data Hasil pengukuran WARNA (<i>soda ash</i> , PAC + filter bertingkat)	57
Tabel 4.9 Data Hasil Pengukuran Total Coliform (<i>soda ash</i> , PAC + filter bertingkat)	58
Tabel 4.10 Ringkasan Hasil Uji Regresi Linier terhadap pH	61
Tabel 4.11 Ringkasan Hasil Uji Regresi Linier terhadap NTU	63
Tabel 4.12 Ringkasan Hasil Uji Regresi Linier terhadap TDS	65
Tabel 4.13 Ringkasan Hasil Uji Regresi Linier terhadap WARNA	67
Tabel 4.14 Ringkasan Hasil Uji Regresi Linier terhadap Total Coliform	69

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Diagram penyebaran sumber daya air dunia	10
Gambar 2.2 Proporsi kandungan air limbah domestik.....	11
Gambar 2.3 Sumber-sumber aliran <i>greywater</i>	13
Gambar 3.1 Skema pengolahan <i>greywater</i> dan air hujan	41
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian	45
Gambar 4.1 Percobaan Model I – PAC dan Natrium Karbonat.....	47
Gambar 4.2 Percobaan Model II – Filter Tunggal	48
Gambar 4.3 Percobaan Model III – Filter Bertingkat	49
Gambar 4.4 Grafik Perubahan pH Berdasarkan Ketebalan Pasir dan Penggunaan PAC + <i>Soda ash</i>	52
Gambar 4.5 Grafik Perubahan NTU Berdasarkan Ketebalan Pasir dan Penggunaan PAC + <i>Soda ash</i>	53
Gambar 4.6 Grafik Perubahan TDS Berdasarkan Ketebalan Pasir dan Penggunaan PAC + <i>Soda ash</i>	56
Gambar 4.7 Grafik Perubahan WARNA Berdasarkan Ketebalan Pasir dan Penggunaan PAC + <i>Soda ash</i>	58
Gambar 4.8 Grafik Perubahan Total Coliform Berdasarkan Ketebalan Pasir dan Penggunaan PAC + <i>Soda ash</i>	59
Gambar 4.9 Kurva Linier Pengaruh Ketebalan Pasir terhadap pH	62
Gambar 4.10 Kurva Linier Pengaruh PAC + <i>Soda ash</i> terhadap pH.....	62
Gambar 4.11 Kurva Linier Pengaruh Ketebalan Pasir terhadap NTU.....	64
Gambar 4.12 Kurva Linier Pengaruh PAC + <i>Soda ash</i> terhadap NTU	63
Gambar 4.13 Kurva Linier Pengaruh Ketebalan Pasir terhadap TDS	66
Gambar 4.14 Kurva Linier Pengaruh PAC + <i>Soda ash</i> terhadap TDS	66
Gambar 4.15 Kurva Linier Pengaruh Ketebalan Pasir terhadap WARNA.....	68
Gambar 4.16 Kurva Linier Pengaruh PAC + <i>Soda ash</i> terhadap WARNA	68
Gambar 4.17 Kurva Linier Pengaruh Ketebalan Pasir terhadap Total Coliform..	70
Gambar 4.15 Kurva Linier Pengaruh PAC + <i>Soda ash</i> terhadap Total Coliform	70

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Output Analisis Data	76