

**TUGAS AKHIR**

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT UJI ADSORBSI  
LOGAM BERAT DAN WARNA PEKAT DARI LIMBAH CAIR BATIK  
MENGUNAKAN ARANG AKTIF DARI BAHAN LIMBAH  
INDUSTRI MEBEL KAYU JATI DAN ZEOLIT  
SECARA ALIRAN KONTINU**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat Strata-1 Pada  
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



**Disusun Oleh:**

**Frindiya Siamputra**

**20100130033**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA**

**2014**

**LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR**

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT UJI ADSORBSI  
LOGAM BERAT DAN WARNA PEKAT DARI LIMBAH CAIR BATIK  
MENGUNAKAN ARANG AKTIF DARI BAHAN LIMBAH  
INDUSTRI MEBEL KAYU JATI DAN ZEOLIT  
SECARA ALIRAN KONTINU**


Disusun oleh :  
Frindiya Siamputra  
20100130033

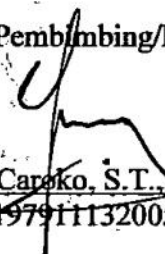
Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada tanggal 29 April 2014

Susunan Tim Penguji:

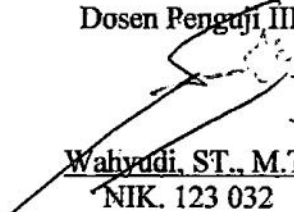
Dosen Pembimbing/Penguji I

Dosen Pembimbing/Penguji II

  
Ir. Sudarja, M.T.  
NIDN. 050409621

  
Novi Caroko, S.T., M.Eng.  
NIP. 197911132005011001

Dosen Penguji III

  
Wahyudi, ST., M.T.  
NIK. 123 032

Tugas Akhir ini telah dinyatakan sah sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

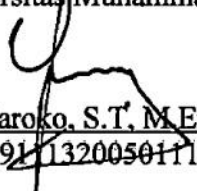
Tanggal 7 Mei 2014

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



  
Novi Caroko, S.T., M.Eng.  
NIP 197911132005011001

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi/tugas akhir dengan judul **PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT UJI ADSORBSI LOGAM BERAT DAN WARNA PEKAT DARI LIMBAH CAIR BATIK MENGGUNAKAN ARANG AKTIF DARI BAHAN LIMBAH INDUSTRI MEBEL KAYU JATI DAN ZEOLIT SECARA ALIRAN KONTINU** adalah hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 28 April 2014



Frindiya Siamputra

## MOTTO

*" Bertakwalah pada Allah maka Allah akan mengajarmu. Sesungguhnya Allah Maha Mengetahui segala sesuatu".  
(Q. S. Al-Baqarah: 282)*

*"Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan"  
(Q. S. Asy-Syarh: 5)*

*"Pahlawan bukanlah orang yang berani menetakkan pedang ke pundak lawan, tetapi pahlawan sebenarnya ialah orang yang sanggup menguasai dirinya dikala ia marah"  
(Nabi Muhammad SAW)*

*"Sebaik-baiknya manusia adalah ia yang bermanfaat bagi sesamanya"  
(Nabi Muhammad SAW)*

*"Harga kebaikan manusia adalah diukur menurut apa yang telah dilaksanakan/diperbuatnya."  
(Ali Bin Abu Thalib)*

*"Hiduplah seperti pohon kayu yang lebat buahnya, hidup di tepi jalan dan dilempari orang dengan batu, tetapi dibalas dengan buah"  
(Abu Bakar Sibli)*

*"Raihlah ilmu, dan untuk meraih ilmu belajarlah untuk tenang dan sabar"  
(Khalifah Umar)*

*"Ilmu pengetahuan tanpa agama adalah pincang"  
(Albert Einstein)*

*"Bunga yang tak pernah layu sepanjang jaman adalah kebajikan"  
(William Cowper)*

*"Kebanggaan kita terbesar adalah bukan tidak pernah gagal, tetapi bangkit kembali setiap kali kita jatuh"  
(Confusius)*

*"Jangan takut ada kelemahan pada diri kita, terkadang kekuatan dapat bersumber dari kelemahan"  
(Frindya Siamputra)*

## KATA PENGANTAR

*Assalamu 'alaikum WR. WB.*

Alhamdulillah, segala puji bagi ALLAH SWT yang telah memberikan daya dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini sesuai yang diharapkan dan terlaksana dengan baik. Hanya dengan ijin-Nya, segala urusan yang rumit menjadi mudah. Tugas Akhir (TA) ini sebagai salah satu syarat bagi mahasiswa untuk mencapai gelar sarjana (S1) Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Tugas Akhir ini mengambil topik mengenai perancangan alat penetralisir limbah yaitu alat penetralisir limbah cair batik. Dalam proses netralisasi limbah cair tersebut digunakan adsorbden berupa arang aktif dan Zeolit alam. Selama ini penelitian tentang perancangan alat penetralisir limbah cair batik menurut penulis masih sangat jarang dan dipandang perlu dilakukan, karena potensi manfaat dari penelitian tersebut akan mengatasi permasalahan lingkungan, kesehatan dan permasalahan sosial yang timbul akibat limbah cair batik yang belum diolah secara baik oleh industri pengrajin kain batik. Di sisi lain terdapat limbah mebel kayu Jati yang belum dimanfaatkan secara optimal dan diduga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuat arang aktif yang dapat digunakan untuk adsorbden limbah cair batik.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa terselesaikannya tugas akhir ini merupakan perwujudan dari semangat dan dorongan yang diberikan oleh semua pihak kepada penulis. Melalui kesempatan ini, penulis menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Novi Caroko, S.T., M.Eng., selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

2. Bapak Ir. Sudarja, M.T., selaku dosen pembimbing I yang telah banyak membantu, memberikan motivasi, memberikan masukan, dan mengarahkan dalam penulisan maupun perancangan dan penelitian.
3. Bapak Novi Caroko, S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing II yang telah banyak mengarahkan dalam penulisan tugas akhir ini.
4. Bapak Wahyudi S.T., M.T., selaku dosen penguji yang telah memberikan banyak masukan dan saran.
5. Staf karyawan dan Dosen jurusan Teknik Mesin UMY yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.
6. Kepada keluarga yang telah banyak memberikan dukungan baik *materiil* maupun *moriil* kepada penulis.
7. Teman-teman semua angkatan mahasiswa UMY Teknik Mesin pada umumnya dan angkatan 2010 pada khususnya yang telah banyak memberikan dukungan dan semangat.
8. Kepada semua pihak yang telah membantu penulis sampai terselesaikannya tugas akhir ini.

Akhir kata penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan bagi penulis dan pembaca.

Yogyakarta, ~~29 April 2014~~



Frindiya Siamputra  
(20100130033)

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iii
HALAMAN MOTTO .....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
INTISARI.....	xvii
<b>BAB I     PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Manfaat.....	4
<b>BAB II    TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI</b>	
2.1 Tinjauan Pustaka .....	5
2.1.1 Batik .....	5
2.1.1.1 Proses Pembuatan Batik.....	5
2.1.1.2 Limbah Industri Batik.....	5
2.1.2 Penetralisir Logam Berat pada Limbah Cair Batik ..	6

2.1.3 Arang Aktif dari Kayu Jati Sebagai Penyerap	
Limbah Cair B3 .....	7
2.1.4 Zeolit Alam untuk Pereduksi Limbah Cair B3.....	7
2.1.5 Teknologi Penetralisir Limbah Cair B3 .....	8
2.2 Dasar Teori .....	8
2.2.1 Jati .....	8
2.2.2 Pemanfaatan Limbah Industri Kayu Jati .....	9
2.2.3 Pengertian Arang dan Arang Aktif.....	10
2.2.4 Pengertian Zeolit .....	11
2.2.5 Penggunaan Zeolit Sebagai Katalis .....	12
2.2.6 Polutan.....	13
2.2.7 Limbah .....	14
2.2.8 Teknologi Pengolah Limbah Cair .....	15
2.2.9 Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3).....	20
2.2.10 Jenis-jenis Perlakuan Pengolahan Limbah Cair .....	21
2.2.11 Dampak Logam Berat bagi Manusia.....	23
2.2.12 Teori Perancangan Alat Penetralisir Limbah .....	26
2.2.12.1 Kekuatan Rangka.....	26
2.2.12.2 Pompa dan Instalasi Perpipaan .....	34
2.2.12.3 Pompa .....	39
<b>BAB III    METODE PERANCANGAN DAN PEMBUATAN</b>	
3.1 Metode Perancangan dan Pembuatan.....	41
3.2 Rancangan Bentuk dan Asumsi Kerja Alat Penetralisir	
Limbah .....	42



3.3 Proses Persiapan Alat dan Bahan Perancangan, Pembuatan, dan Uji Karakteristik .....	43
3.3.1 Peralatan Perancangan dan Pembuatan Alat Uji Penetralisir Limbah Cair batik .....	43
3.3.2 Peralatan Pengujian Karakteristik .....	45
3.4 Diagram Alir Perancangan, Pembuatan, dan Pengujian.....	48
<b>BAB IV PERANCANGAN DAN PEMBUATAN</b>	
4.1 Perancangan Model Alat Penetralisir Limbah Cair Batik ..	53
4.1.1 Sistim Kerja Alat Penetralisir Limbah Cair Batik....	53
4.2 Perancangan dan Perhitungan Alat Pentralisir Limbah Batik .....	56
4.2.1 Perencanaan Kapasitas Alat Penetralisir Limbah Batik.....	57
4.2.2 Perencanaan bak Penampung dan Pengendap Limbah.....	59
4.2.3 Kolom Filtrasi/Adsorbsi (seksi uji).....	62
4.2.4 Perhitungan <i>Head Loss</i> Instalasi Pipa dan Pemilihan Pompa .....	76
4.2.5 Perencanaan Bak Penampung Akhir .....	82
4.2.6 Perhitungan Rangka Alat Penetralisir Limbah Batik.	83
4.2.6.1 Tegangan Sambungan Las pada Rangka .....	83
4.2.6.2 Tegangan Tekuk ( <i>buckling</i> ) pada Rangka ...	84
4.2.6.3 Tegangan Lentur pada Rangka .....	88
4.2.6.4 Analisa Rangka dengan Software .....	96

4.3	Kebutuhan Bahan untuk Pembuatan Alat dan Pengujian Karakteristik.....	101
4.3.1	Daftar Bahan dan Komponen untuk Membuat Alat Penetralisir Limbah Batik .....	101
4.3.2	Bahan Pengujian Karakteristik Alat.....	102
4.4	Proses Pembuatan dan Perakitan Alat Pentralisir Limbah..	102
4.4.1	Proses Pembuatan Rangka .....	103
4.4.2	Proses Pembuatan Sistim Filtrasi/Adsorbsi (seksi uji).....	105
4.4.3	Proses Pembuatan Instalasi Bak Penampung dan Perpipaan.....	106
<b>BAB V</b>	<b>PENGUJIAN ALAT</b>	
5.1	Deskripsi Pengujian Alat.....	109
5.2	Perlengkapan Pengujian .....	109
5.3	Proses Pengujian.....	112
5.4	Hasil Pengujian.....	114
5.5	Pembahasan Pengujian Alat .....	115
<b>BAB VI</b>	<b>PENUTUP</b>	
6.1	Kesimpulan.....	117
6.2	Saran.....	119
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Limbah cair industri batik.....	6
Gambar 2.2	Potongan limbah kayu Jati.....	10
Gambar 2.3	Batu Zeolit .....	12
Gambar 2.4	Skema diagram pengolahan air limbah secara fisik .....	16
Gambar 2.5	Skema diagram pengolahan air limbah secara kimiawi .....	17
Gambar 2.6	Skema diagram pengolahan air limbah secara biologi .....	19
Gambar 2.7	Partikel karbon aktif dalam limbah cair.....	22
Gambar 2.8	Penghilang bau tak sedap, senyawa koloid, zat warna dan logam berat dalam limbah cair dengan saringan multimedia pasir kuarsa, karbon aktif dan Zeolit .....	23
Gambar 2.9	Pembebanan nominal negatif.....	28
Gambar 2.10	Pembebanan normal negatif .....	30
Gambar 2.11	Pembebanan dengan salah satu ujung dijepit .....	31
Gambar 2.12	Balok dengan kedua ujung bertumpuan jepit .....	32
Gambar 2.13	Pembebanan nominal negatif.....	33
Gambar 2.14	Skema instalasi perpipaan alat.....	34
Gambar 2.15	Kerugian gesek dalam pipa PVC kaku .....	36
Gambar 2.16	Koefisien kerugian pada belokan.....	38
Gambar 3.1	Gerinda potong dan gerinda tangan.....	44

Gambar 3.2	Bor listrik .....	45
Gambar 3.3	Las listrik .....	45
Gambar 3.4	Alat uji adsorpsi limbah cair batik.....	46
Gambar 3.5	Alat-alat bantu .....	46
Gambar 3.6	Timbangan digital.....	47
Gambar 3.7	Handphone berkamera.....	47
Gambar 3.8	Diagram alir perancangan dan pembuatan alat uji Penetralisir limbah cair batik.....	52
Gambar 4.1	Skema rancangan alat penetralisir limbah cair batik .....	54
Gambar 4.2	Bak perebusan kain batik.....	57
Gambar 4.3	Bak cuci dan bilas.....	58
Gambar 4.4	Desain bak penampung dengan <i>container drum</i> .....	60
Gambar 4.5	Drum besi kapasitas 238 liter .....	61
Gambar 4.6	Desain sistim filtrasi/adsorpsi (seksi uji).....	63
Gambar 4.7	Desain kolom pengendapan kedua seksi uji .....	64
Gambar 4.8	Saringan Zeolit 1 dan 2.....	66
Gambar 4.9	Kolom Zeolit seksi uji .....	67
Gambar 4.10	Satu set saringan arang aktif.....	69
Gambar 4.11	Kolom adsorpsi arang aktif.....	70
Gambar 4.12	Potongan akrilik sistim filtrasi/adsorpsi (seksi uji) .....	73
Gambar 4.13	Instalasi perpipaian alat penetralisir limbah batik .....	76

Gambar 4.14	DBB instalasi perpipaan alat penetralisir limbah .....	77
Gambar 4.15	<i>Submersible Pump</i> .....	80
Gambar 4.16	Pengelasan pada rangka alat penetralisir limbah .....	84
Gambar 4.17	Gaya <i>buckling</i> pada baja siku .....	85
Gambar 4.18	Pembebanan rangka statis tertentu.....	88
Gambar 4.19	<i>Free Body Diagram</i> (FBD) rangka alat penetralisir limbah .....	89
Gambar 4.20	Diagram balok Gerber alat penetralisir limbah .....	90
Gambar 4.21	Diagram NFD, SFD, BMD rangka alat penetralisir limbah ...	94
Gambar 4.22	Batang penumpu seksi uji.....	96
Gambar 4.23	Analisa batang penumpu seksi uji .....	96
Gambar 4.24	Batang vertikal penumpu seksi uji.....	97
Gambar 4.25	Analisa batang vertikal penumpu seksi uji .....	97
Gambar 4.26	Batang penumpu drum penampung limbah.....	98
Gambar 4.27	Analisa batang penumpu drum penampung limbah .....	99
Gambar 4.28	Batang vertikal pada lokasi pembebanan drum Penampung .....	100
Gambar 4.29	Analisa batang vertikal pada lokasi pembebanan drum Penampung .....	100
Gambar 4.30	Alat penetralisir limbah cair batik metode adsorbsi arang aktif dan Zeolit.....	103

Gambar 4.31	Rangka alat penetralisir limbah .....	104
Gambar 4.32	Proses pengelasan .....	104
Gambar 4.33	Proses pengecatan.....	105
Gambar 4.34	Proses pemasangan plat penutup rangka .....	105
Gambar 4.35	Proses pemotongan akrilik dengan gerinda tangan .....	106
Gambar 4.36	Proses perakitan dan pengeleman.....	106
Gambar 4.37	Dudukan pompa celup.....	107
Gambar 4.38	Proses merangkai sistim perpipaan .....	107
Gambar 4.39	Sistim perpipaan .....	108
Gambar 4.40	Alat penetralisir limbah batik .....	108
Gambar 5.1	Alat penetralisir limbah batik .....	109
Gambar 5.2	Arang aktif .....	110
Gambar 5.3	Batu Zeolit .....	110
Gambar 5.4	Limbah cair batik.....	111
Gambar 5.5	Zeolit dalam saringan Zeolit 1 dan 2 .....	112
Gambar 5.6	Arang aktif dalam saringan arang aktif .....	112
Gambar 5.7	Air limbah batik hasil <i>treatment</i> menggunakan alat penetralisir limbah batik .....	114
Gambar 5.8	Perbandingan air limbah batik sesudah dan sebelum ditreatment .....	114

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Hasil pengukuran tegakan dan analisis biomassa	
	Jati. ( <i>T. Gramdis</i> ) pada berbagai umur tegakan.....	10
Tabel 2.2	Koefisien tahanan belokan pipa.....	38
Tabel 2.3	Koefisien <i>minor loss (fluid piping systems)</i> .....	39
Tabel 3.1	Peralatan dalam perancangan dan pembuatan alat uji	
	Penetralisir limbah batik.....	43
Tabel 3.2	Peralatan yang digunakan untuk proses pengujian	
	karakteristik .....	44
Tabel 4.1	Harga modulus elastisitas (E).....	87
Tabel 4.2	Harga tegangan tekuk $\sigma_k$ .....	87
Tabel 4.3	Bahan untuk pembuatan alat uji penetralisir limbah	
	batik .....	101
Tabel 4.4	Bahan pendukung dan habis pakai .....	102
Tabel 4.5	Bahan pengujian karakteristik alat uji penetralisir	
	Limbah batik.....	102

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Petunjuk Penggunaan Alat Penetralisir Limbah Cair Batik ...	123
Lampiran 2. Gambar Teknik Alat .....	124
Lampiran 3. Hasil Pengujian Laboratorium .....	131
Lampiran 4. Data Pengujian Laboratorium.....	135
Lampiran 5.1. Persembahan .....	139
Lampiran 5.2. Biodata Penulis .....	140