

SIMULASI PENGOLAHAN LIMBAH PABRIK TEKSTIL DENGAN SOFTWARE SUPERPRO DESIGNER

Laporan Penelitian

Disusun untuk memenuhi tugas akhir guna mencapai gelar
sarjana di bidang ilmu Teknik Kimia

oleh :

Stanley Koeswandi Harliman

(6141801062)

Pembimbing :

Herry Santoso, S.T., M.T.M., Ph.D.

Prof. Dr. Ir. Judy R. B. Witono, M.App.Sc.



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

2022

WASTEWATER TREATMENT SIMULATION OF TEXTILE INDUSTRY USING SUPERPRO DESIGNER

Research Report

Compiled to fulfil the final project in order to achieve
a bachelor's degree in Chemical Engineering

by :

Stanley Koeswandi Harliman

(6141801062)

Advisors :

Herry Santoso, S.T., M.T.M., Ph.D.

Prof. Dr. Ir. Judy R. B. Witono, M.App.Sc.



**UNDERGRADUATE PROGRAM OF CHEMICAL ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
2022**

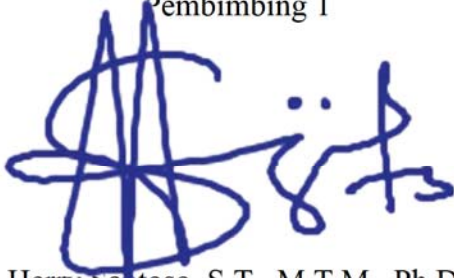
LEMBAR PENGESAHAN

**JUDUL : SIMULASI PENGOLAHAN LIMBAH PABRIK TEKSTIL
DENGAN SOFTWARE SUPERPRO DESIGNER**

CATATAN :

Telah diperiksa dan disetujui,
Bandung, 12 Februari 2022

Pembimbing 1



Herry Santoso, S.T., M.T.M., Ph.D.

Pembimbing 2



Prof. Dr. Ir. Judy R. B. Witono, M.App.Sc.



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Stanley Koeswandi Harliman

NRP : 6141801062

dengan ini menyatakan bahwa laporan penelitian dengan judul :

SIMULASI PENGOLAHAN LIMBAH PABRIK TEKSTIL DENGAN SOFTWARE SUPERPRO DESIGNER

adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka saya bersedia menanggung sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Bandung, 11 Februari 2022



Stanley Koeswandi Harliman

(6141801062)

LEMBAR REVISI

**JUDUL : SIMULASI PENGOLAHAN LIMBAH PABRIK TEKSTIL
DENGAN SOFTWARE SUPERPRO DESIGNER**

CATATAN :

1. Hasil penelitian ditulis di intisari.
2. *Typo* penulisan huruf kapital pada judul gambar, tabel, dan persamaan.
3. *Modelling* dibahas di bab 4.
4. Tahapan proses validasi ditambahkan di bab 4.

Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung, 11 Februari 2022

Penguji 1



Dr. Ir. Budi Husodo Bisowarno, M.Eng.

Penguji 2



I Gede Pandega Wiratama, S.T., M.T.

INTISARI

Industri tekstil merupakan salah satu industri yang menghasilkan volume limbah yang tinggi dan karakteristik yang kompleks. Karakteristik limbah yang kompleks disebabkan oleh campuran limbah dari tahapan unit proses produksi. Hasil pengolahan limbah industri tekstil yang tidak memenuhi baku mutu dapat meningkatkan tingkat pencemaran lingkungan sekitar. Untuk menurunkan tingkat pencemaran lingkungan, proses pengolahan limbah industri tekstil membutuhkan tahapan proses pengolahan yang sesuai. Pada penelitian ini, dilakukan simulasi model pengolahan limbah industri tekstil pada salah satu pabrik tekstil di Jawa Barat dalam perangkat lunak SuperPro Designer.

Karakteristik air limbah dan tahapan unit proses dimodelkan berdasarkan pengamatan data lapangan. Validasi model dilakukan berdasarkan pengamatan data lapangan dan baku mutu air limbah. Setelah model dikatakan valid, simulasi model divariasikan dengan laju alir air limbah 6000, 7000, dan 8000 kg/jam dan jenis zat warna kuning, biru, dan merah. Perubahan variasi laju alir dan zat warna membutuhkan perubahan parameter input untuk beberapa unit operasi. Jika terdapat variasi *run* yang tidak memenuhi baku mutu, maka dilakukan modifikasi parameter input pada unit-unit proses untuk menurunkan konsentrasi komponen hingga mencapai baku mutu.

Berdasarkan hasil simulasi, peningkatan laju alir menyebabkan penurunan waktu tinggal dan konsentrasi PAC, sehingga terjadi penurunan efisiensi pemisahan pada unit-unit operasi. Perubahan jenis zat warna dari kuning ke merah menyebabkan karakteristik BOD dan COD inlet air limbah meningkat, sehingga konsentrasi parameter pada outlet air limbah semakin tinggi. Hasil variasi laju alir dan jenis zat warna menunjukkan 5 variasi *run* yang tidak memenuhi baku mutu pada parameter COD. Agar nilai COD pada 5 variasi *run* dapat mencapai baku mutu, maka dilakukan modifikasi konsentrasi PAC pada inlet unit *dissolved air flotation* dengan meningkatkan inlet PAC. Peningkatan konsentrasi PAC akan meningkatkan efisiensi pemisahan zat warna, sehingga nilai COD outlet air limbah dapat diturunkan hingga di bawah baku mutu.

Kata kunci : industri tekstil, limbah, simulasi, SuperPro Designer

ABSTRACT

The textile industry is one of the highest waste producers with complex characteristics. Complex characteristics are caused by mix of all stages of production process. Industrial failure to meet waste quality standards can increase the environmental pollution. Reduction of environmental damage can be achieved by choosing the optimal waste treatment process. In this research, waste treatment on one of the textile industries in West Java is simulated in SuperPro Designer.

The characteristics of waste inlet and treatment stages are modelled by the industry data. Simulation model is validated according to industry data and waste quality standards. If the model is valid, the model is further simulated by changing the inlet flow rate (6000, 7000, and 8000 kg/h) and dyestuff (yellow, blue, and red). Changes in flow rate and dyestuff variations require changing the input parameters for several unit operations. If there are run variations that do not meet the quality standards, then the input parameters are modified in the process units to reduce the concentration of components until they reach the quality standards.

Based on the simulation results, an increase in flow rate causes a decrease in residence time and PAC concentration, resulting in a decrease in the separation efficiency of the operating units. Changes in the type of dye from yellow to red caused the BOD and COD of the wastewater inlet to increase, so the parameter concentration at the outlet of the wastewater increased. The results of variations in flow rate and dyestuff showed 5 variations of run that did not meet the quality standard on the COD parameter. In order to reach the quality standard, modification of the PAC concentration at the inlet dissolved air flotation unit was carried out by increasing the PAC inlet. Increasing the concentration of PAC will increase the efficiency of dye separation, therefore reducing the COD value of the wastewater outlet below the quality standard.

Key words : textile industry, waste, simulation, SuperPro Designer

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa karena anugerah-Nya yang luar biasa telah mengizinkan penulis menyelesaikan laporan penelitian ini dengan tepat waktu. Penelitian berjudul “Simulasi Pengolahan Limbah Pabrik Tekstil Dengan Software Superpro Designer” ini disusun sebagai salah satu bentuk prasyarat kelulusan Jurusan Proses Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan. Penulis menyadari tanpa orang-orang yang berada di samping penulis, laporan penelitian ini tidak dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Herry Santoso, S.T., M.T.M., Ph.D., selaku dosen pembimbing utama yang telah membantu penulis dalam proses penyusunan laporan penelitian.
2. Prof. Dr. Ir. Judy R. B. Witono, M.App.Sc., selaku dosen co-pembimbing yang telah membantu penulis dalam proses penyusunan laporan penelitian.
3. Orang tua penulis yang telah mendukung penulis untuk menyelesaikan laporan penelitian.
4. Teman-teman penulis yang telah memberikan kritik, saran, dukungan, dan bantuan kepada penulis dalam proses penyusunan laporan.
5. Semua pihak yang telah ikut membantu penulis dalam proses penyusunan laporan penelitian.

Penulis menyadari bahwa laporan penelitian ini belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran untuk membantu pengembangan penelitian ini. Akhir kata, penulis berharap agar laporan penelitian ini dapat membantu memperluas pengetahuan para pembaca.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR SIMBOL	xi
INTISARI.....	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	15
1.1. Latar Belakang	15
1.2. Tema Sentral Masalah	15
1.3. Identifikasi Masalah.....	16
1.4. Premis	16
1.4.1 Karakteristik Zat Warna	16
1.4.2 Dissolved Air Flotation	16
1.4.3 Tangki Oksidasi Aerasi	16
1.4.4 <i>Sand Filter</i>	17
1.4.5 <i>Carbon Filter</i>	17
1.5. Hipotesis	17
1.6. Tujuan Penelitian	18
1.7. Manfaat Penelitian	18
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	19
2.1. Pengertian Limbah.....	19
2.2. Klasifikasi Limbah.....	19
2.3. Limbah Industri.....	19
2.3.1. Limbah Padat.....	19
2.3.2. Limbah Cair.....	20
2.3.3. Limbah Gas	20
2.4. Sumber Limbah Cair Industri Tekstil	20
2.5. Karakteristik Limbah Cair Industri Tekstil.....	21
2.5.1 BOD.....	22

2.5.2.	COD.....	22
2.5.3.	Solid.....	23
2.5.4.	Fenol.....	23
2.5.5.	Kromium.....	23
2.5.6.	Nitrogen.....	23
2.5.7.	Sulfur.....	24
2.5.8.	Minyak dan Lemak.....	24
2.5.9.	pH.....	24
2.5.10.	Warna.....	25
2.5.11.	Temperatur.....	25
2.6.	Tahap Pengolahan Air Limbah.....	25
2.6.1.	Pretreatment.....	26
2.6.2.	Tahap Primer.....	28
2.6.3.	Tahap Sekunder.....	32
2.6.4.	Tahap Tersier.....	34
BAB 3 METODE PENELITIAN.....		40
3.1.	Jumlah dan Komposisi Limbah.....	40
3.2.	PFD Proses Pengolahan Limbah.....	40
3.3.	Desain Unit Proses.....	41
3.3.1.	<i>Cooling Tower</i>	41
3.3.2.	Tangki Ekualisasi.....	41
3.3.3.	<i>Clarifier</i>	42
3.3.4.	Tangki Netralisasi.....	42
3.3.5.	<i>Dissolved Air Flotation</i>	43
3.3.6.	Tangki Oksidasi Aerobik.....	44
3.3.7.	Tangki Sedimentasi.....	45
3.3.8.	Filtrasi Media Granular.....	45
3.3.9.	Belt Filtration.....	46
3.4.	Validasi Data.....	47
3.5.	Variasi Percobaan.....	47
3.6.	Urutan Kerja.....	48
3.7.	Jadwal Kerja.....	48
BAB 4 PEMBAHASAN.....		50
4.1	Pemodelan.....	50
4.1.1	<i>Clarifier</i>	50
4.1.2	<i>Dissolved Air Flotation</i>	50

4.1.3	Tangki Oksidasi Aerasi	51
4.1.4	Tangki Sedimentasi	51
4.1.5	<i>Sand Filter</i>	51
4.1.6	<i>Carbon Filter</i>	51
4.1.7	<i>Belt Filter Press</i>	52
4.2	Hasil Validasi	52
4.3	Variasi Laju Alir	53
4.4	Variasi Zat Warna	55
4.5	Hasil Simulasi Variasi Laju Alir dan Zat Warna	57
4.6	Modifikasi Konsentrasi PAC	59
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		62
5.1.	Kesimpulan	62
5.2.	Saran	62
DAFTAR PUSTAKA		63
LAMPIRAN A		64
A.1	Konsentrasi Zat Warna dan Glukosa	64
A.2	Parameter Input <i>Clarifier Run 1</i>	65
A.3	Parameter Input <i>Dissolved Air Flotation Run 1</i>	65
A.4	Parameter Input Tangki Sedimentasi <i>Run 1</i>	66
A.5	Parameter Input <i>Sand Filter Run 1</i>	66
A.6	Parameter Input <i>Carbon Filter Run 1</i>	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. <i>Cooling Tower</i>	27
Gambar 2.2. Clarifier	28
Gambar 2.3. Efisiensi penghilangan BOD dan TSS umum	29
Gambar 2.4. <i>Dissolved Air Flotation</i>	30
Gambar 2.5. Pengaruh konsentrasi PAC terhadap efisiensi penghilangan zat warna	31
Gambar 2.6. Efisiensi penghilangan minyak	32
Gambar 2.7. Filtrasi media granular	35
Gambar 2.8. Penghilangan TSS filtrasi media pasir aktif	38
Gambar 2.9. <i>Belt filter press</i>	39
Gambar 3.1. PFD model pengolahan air limbah	40
Gambar 3.2. Model cooling tower	41
Gambar 3.3. Model tangki ekualisasi	41
Gambar 3.4. Model clarifier	42
Gambar 3.5. Model tangki netralisasi	42
Gambar 3.6. Model <i>dissolved air flotation</i>	43
Gambar 3.7. Model tangki oksidasi aerobik	44
Gambar 3.8. Model filtrasi media granular	45
Gambar 3.9. Model <i>belt filtration</i>	46
Gambar 3.10. Tahap-tahap yang dilakukan pada penelitian	48
Gambar 4.1. Diagram blok BOD dan COD variasi zat warna	55
Gambar 4.2. Grafik nilai BOD output	58
Gambar 4.3. Grafik nilai COD output	58
Gambar 4.4. Grafik nilai TSS output	59
Gambar 4.5. Grafik titik optimum koagulan PAC	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Polutan dan sumber limbah industri tekstil	21
Tabel 2.2 Baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan industri tekstil	22
Tabel 2.3 Tahap pengolahan air limbah	26
Tabel 2.4 Kinetika biodegradasi komponen organik.....	34
Tabel 2.5. Karakteristik filter media	37
Tabel 2.6. Kinetika adsorpsi orde 1	38
Tabel 3.1. Komposisi inlet limbah	40
Tabel 3.2. Spesifikasi <i>cooling tower</i>	41
Tabel 3.3 Spesifikasi tangki ekualisasi.....	41
Tabel 3.4. Spesifikasi <i>clarifier</i>	42
Tabel 3.5. Spesifikasi tangki netralisasi	43
Tabel 3.6. Spesifikasi <i>dissolved air flotation</i>	43
Tabel 3.7. Spesifikasi tangki oksidasi aerobik	44
Tabel 3.8. Spesifikasi reaksi oksidasi.....	44
Tabel 3.9. Spesifikasi tangki sedimentasi.....	45
Tabel 3.10. Spesifikasi filtrasi media granular pasir aktif.....	45
Tabel 3.11. Spesifikasi filtrasi media granular karbon aktif.....	46
Tabel 3.12. Spesifikasi <i>belt filtration</i>	46
Tabel 3.13. Validasi data	47
Tabel 3.14. Variasi data percobaan	47
Tabel 3.15. Jadwal kerja penelitian	49
Tabel 4.1. Hasil validasi data output	53
Tabel 4.2. Perubahan % <i>removal clarifier</i> , DAF, dan tangki sedimentasi	54
Tabel 4.3. Perubahan % <i>removal sand filter</i>	55
Tabel 4.4. Perubahan % <i>removal carbon filter</i>	56
Tabel 4.5. Hasil simulasi zat warna kuning.....	57
Tabel 4.6. Hasil simulasi zat warna biru	57
Tabel 4.7. Hasil simulasi zat warna merah.....	57
Tabel 4.8. Variasi <i>run</i> yang tidak memenuhi baku mutu	60
Tabel 4.9. Hasil simulasi modifikasi konsentrasi PAC	61

DAFTAR SIMBOL

A	= luas penampang tangki (m^2)
A/S	= rasio udara terhadap solid, mL udara/mg solid
C_0	= konsentrasi awal, mg/L
C_d	= <i>drag coefficient</i>
c_{pw}	= kalor jenis air, J/kg K
C_t	= konsentrasi pada waktu t, mg/L
d	= diameter granular, m
f	= fraksi udara terlarut pada tekanan P, 0.5
G	= laju alir massa udara, kg/s
g	= percepatan gravitasi, $9.80665 m/s^2$
h	= hilang tekan, m
H_a	= entalpi udara, J/kg
$H_{a,sat}$	= entalpi udara <i>interface</i> , J/kg
H_{ai}	= entalpi masukan udara, J/kg
H_{ao}	= entalpi keluaran udara, J/kg
k_1	= konstanta laju equilibrium, /min
k_2	= konstanta laju equilibrium, g/mg menit
K_I	= koefisien inhibisi, mg/L
K_S	= koefisien setengah penjumlahan, mg/L
L	= kedalaman <i>bed</i> , m
N_R	= bilangan Reynold
P	= tekanan, atm
Q	= daya pendinginan, J/s
q_e	= adsorbat per unit massa adsorben pada equilibrium, mg/g
q_t	= adsorbat per unit massa adsorben pada waktu t, mg/g
R	= laju volumetrik aliran <i>recycle</i> , $m^3/hari$
r_b	= laju spesifik, /jam
$r_{b MAX}$	= laju maksimum spesifik, /jam
R_{BOD}	= efisiensi penghilangan BOD
Re%	= % <i>removal</i>
R_{TSS}	= efisiensi penghilangan TSS

S_a	= konsentrasi solid dalam sludge, mg/L
s_a	= solubilitas udara, mL/L
SLR	= <i>surface loading rate</i> , m/jam
t	= waktu, menit
T_a	= temperatur udara, K
t_d	= waktu detensi, jam
T_{sat}	= temperatur udara <i>interface</i> , K
T_{wi}	= temperatur masukan air, K
T_{wo}	= temperatur keluaran air, K
v_0	= laju minimum <i>backwash</i> , m/s
V_C	= <i>overflow rate</i> (m/jam)
v_s	= kecepatan filtrasi superfisial, m/s
α	= porositas
ε	= porositas ekspansi
ρ	= densitas, kg/m ³
ρ_s	= densitas medium, kg/m ³
ΔP	= beda tekan untuk ekspansi <i>bed</i> , Pa
μ	= viskositas, Ns/m ²
ψ	= <i>sphericity</i>

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Industri tekstil merupakan perusahaan besar sedang terbanyak ketiga di Jawa Barat dengan jumlah 1367 (BPS, 2018). Keberadaan industri tekstil dengan jumlah banyak berkontribusi dalam pencemaran lingkungan sekitar. Limbah air yang dihasilkan oleh industri tekstil memiliki volume yang tinggi dan karakteristik yang kompleks. Karakteristik yang terdapat pada limbah air tekstil adalah residu zat warna reaktif, konsentrasi BOD dan COD yang tinggi, serta material yang sulit mengalami degradasi. Beberapa komponen zat warna, senyawa organik, dan kontaminan asam atau alkali memiliki sifat beracun untuk kehidupan di lingkungan sekitar. Agar pencemaran lingkungan oleh limbah industri tekstil dapat dihindari, maka dibutuhkan pemahaman dan pengembangan proses pengolahan limbah industri tekstil.

Proses pengolahan limbah industri tekstil umumnya terbagi menjadi 3 tahap: primer, sekunder, dan tersier. Tahap primer merupakan tahap pemisahan suspensi solid dan komponen organik dengan unit proses fisik dan kimia. Tahap sekunder merupakan tahap pemisahan komponen organik dengan unit proses biologis. Tahap tersier merupakan tahap penyesuaian limbah akhir terhadap baku mutu air limbah yang ditetapkan. Hasil proses pengolahan limbah ditentukan berdasarkan performa unit proses pada masing-masing tahap. Untuk mengoptimalkan proses pengolahan limbah industri tekstil, dilakukan simulasi salah satu pabrik tekstil yang terdapat di Jawa Barat pada perangkat lunak SuperPro Designer.

Simulasi proses pengolahan limbah industri tekstil menggunakan tahapan unit proses pada salah satu pabrik tekstil di Jawa Barat dengan data limbah rata-rata pada Januari-Maret 2021. Tahapan unit proses pada pabrik tekstil tersebut mengarah pada unit proses kimia dengan menggunakan koagulan Poli Aluminium Klorida (PAC), asam asetat, polimer kation dan anion. Tahapan unit proses dimodelkan dalam software SuperPro Designer dan parameter desain dan input setiap unit disesuaikan dengan data lapangan. Karakteristik limbah divariasikan berdasarkan debit air limbah inlet dan jenis zat warna yang mempengaruhi konsentrasi BOD dan COD awal. Validasi model proses pengolahan limbah ditentukan berdasarkan karakteristik limbah akhir hasil pengamatan lapangan dan baku mutu. Jika salah satu variasi tidak valid, maka dilakukan perubahan parameter unit proses untuk meningkatkan performa pemisahan komponen yang sesuai dengan baku mutu. 1.2

1.2. Tema Sentral Masalah

Tema sentral masalah dalam penelitian ini adalah mempelajari pengaruh variasi laju alir dan jenis zat warna terhadap karakteristik air limbah serta penanganan air limbah yang tidak memenuhi baku mutu dari hasil simulasi proses pengolahan limbah pada salah satu industri tekstil di Jawa Barat dengan software SuperPro Designer.

1.3. Identifikasi Masalah

1. Bagaimana pengaruh parameter setiap unit proses pengolahan limbah terhadap karakteristik keluaran limbah?
2. Bagaimana pengaruh perubahan jenis zat warna terhadap karakteristik keluaran limbah?
3. Bagaimana pengaruh perubahan laju alir volumetrik limbah terhadap karakteristik keluaran limbah?

1.4. Premis

1.4.1. Karakteristik Zat Warna

Zat warna	BOD (g O ₂ /g)	COD (g O ₂ /g)	Literatur
Kuning	0.00800	0.800	Koch, dkk., 2001
Biru	0.01399	1.399	Ertugay dan Acar, 2017
Merah	0.02381	2.381	Ribeio, dkk., 2014

1.4.2. Dissolved Air Flotation

Komponen	Koagulan/Flokulan (mg/L)	% Removal	Literatur
Zat warna	50-400 (PAC)	75-95	Islam dan Mostafa, 2020
Minyak dan Lemak	41 (Polimer anion)	88-91	Ishak dan Ayoub, 2019

1.4.3. Tangki Oksidasi Aerasi

Komponen	T (°C)	k (1/h)			Literatur
		Hari 1	Hari 2	Hari 3	
Glukosa	20	0.25	0.24	0.20	Dhage, dkk., 2011
	27	0.67	0.43	0.40	

Komponen	k (1/h)	k_S (mg/mL)	k_I (mg/mL)	Literatur
Fenol	0.260	7.462	173.0	Hussain, dkk., 2015
Amonia	0.323	9.650	152.4	Carrera, dkk., 2003

1.4.4 Sand Filter

Kedalaman granular (cm)	% Removal TSS			Literatur
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	
30	52.20	54.37	68.95	Sze, dkk., 2021
60	76.00	61.42	73.86	
90	90.00	91.00	85.62	

1.4.5. Carbon Filter

Zat warna	d_p karbon (cm)	k adsorpsi (/menit)	% Removal	Literatur
Kuning	0.1050	5.44E-04	54.31	Yang dan Al-Duri, 2005
	0.0816	8.06E-04	68.67	
	0.0412	1.77E-03	81.72	
	0.0536	2.48E-03	97.19	
Biru	0.1050	1.97E-04	24.70	
	0.0816	2.42E-04	29.42	
	0.0412	3.57E-04	40.19	
	0.0536	8.42E-04	70.25	
Merah	0.1050	2.15E-04	26.63	
	0.0816	2.55E-03	30.73	
	0.0536	3.07E-04	35.73	
	0.0412	1.08E-03	78.88	

1.5. Hipotesis

1. Peningkatan waktu retensi pada *clarifier* meningkatkan efisiensi penghilangan TSS.
2. Peningkatan konsentrasi PAC pada *dissolved air flotation* meningkatkan efisiensi penghilangan zat warna hingga titik optimal.

3. Peningkatan waktu retensi dan laju alir gas pada *dissolved air flotation* meningkatkan efisiensi penghilangan minyak dan lemak hingga titik optimal.
4. Peningkatan waktu retensi pada tangki oksidasi aerobik meningkatkan efisiensi penghilangan senyawa organik.
5. Peningkatan waktu retensi pada filtrasi media granular meningkatkan efisiensi penghilangan zat warna.

1.6. Tujuan Penelitian

1. Menentukan parameter setiap unit proses pengolahan limbah yang menghasilkan karakteristik limbah sesuai dengan baku mutu.
2. Mempelajari pengaruh jenis zat warna terhadap karakteristik keluaran limbah.
3. Mempelajari pengaruh perubahan laju alir volumetrik limbah terhadap karakteristik keluaran limbah.

1.7. Manfaat Penelitian

1. Bagi Industri

Membantu perancangan dan pengembangan proses pengolahan limbah industri tekstil menjadi lebih efisien dan ekonomis.

2. Bagi Pemerintah

Membantu pengembangan industri tekstil nasional yang dapat mengurangi volume limbah yang dihasilkan dan menurunkan tingkat pencemaran lingkungan.

3. Bagi Ilmuwan

Memberikan sumber referensi ilmiah tentang model proses pengolahan limbah industri tekstil, sehingga dapat dijadikan acuan untuk penelitian mengenai proses pengolahan limbah lebih lanjut.