

Tugas Akhir

**ANALISIS PENGARUH UKURAN DIAMETER ZEOLIT
TERHADAP PENURUNAN WARNA DAN KROM (CR)
PADA AIR BUANGAN INDUSTRI TEKSTIL**



DISUSUN OLEH:

**ANDI FARIZ PERMANA
D 121 09 264**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
2013**



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

KAMPUS TAMALANREA TELP. (0411) 587 636 FAX. (0411) 580 505 MAKASSAR 90245
E-mail : sipil.unhas@yahoo.co.id

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Lingkungan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.

Judul : " **ANALISIS PENGARUH UKURAN BUTIRAN ZEOLIT TERHADAP PENURUNAN WARNA DAN KROM (Cr) PADA AIR BUANGAN INDUSTRI TEKSTIL.**"

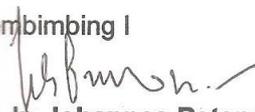
Disusun Oleh :

Nama : **ANDI FARIZ PERMANA** D121 09 264

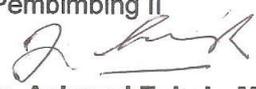
Telah diperiksa dan disetujui
Oleh Dosen Pembimbing

Makassar, 3 Maret 2014

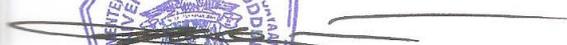
Pembimbing I


Dr. Ir. Johannes Patanduk, MS
Nip. 194811121977021001

Pembimbing II


Ir. Achmad Zubair, MSc.
Nip. 195901161987021001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil


Prof. Dr. Ir. H. Lawalenna Samang, M.S., M.Eng
Nip. 196012311985031001

Menyetujui,
Ketua Program Studi
Teknik Lingkungan


Ir. Achmad Zubair, MSc
Nip. 195901161987021001

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur patut dipanjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul Analisis Pengaruh Ukuran Butiran Zeolit Terhadap Penurunan Warna dan Krom (Cr) Pada Air Buangan Industri Tekstil. Penulisan skripsi ini dimaksudkan guna memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan perkuliahan sekaligus memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Lingkungan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.

Penulis menyadari bahwa dalam menyusun skripsi ini masih terdapat kekurangan, baik dari penulisan maupun penyampaian bahasa dan lain sebagainya. Oleh sebab itu penulis sangat mengharapkan kepada semua pihak dapat menyampaikan kritik-kritik positif demi menyempurnakan dan memperbaiki penulisan ini.

Pada kesempatan ini, penulis juga bermaksud menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak Dr. Ing Ir. Wahyu Haryadi Piarah, M.S., M.E., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
2. Bapak Dr. Ir. Muhammad Ramli, M.T. selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Ir. Anshar Suyuti, M.T. selaku Wakil Dekan II Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Ir. Syamsu Asri, M.T. selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

3. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Lawalenna Samang, M.S., M.Eng., selaku Ketua Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
4. Bapak Dr. Ir. Harianto, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
5. Bapak Ir. Achmad Zubair, MSc selaku Ketua Prodi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
6. Bapak Dr. Ir. Johannes Patanduk, MS selaku pembimbing I, dan Bapak Ir. Achmad Zubair, M.Sc selaku Pembimbing II yang penuh kesabaran dan keikhlasan membimbing, mengarahkan, mendorong, dan memberikan saran untuk menyelesaikan skripsi ini.
7. Ibu Dr. Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly, M.T., Bapak Ir. H. Muchtar Gani, MS, dan Ibu Miranda R Malamassam, ME selaku tim penguji pada seminar hasil dan ujian sarjana yang mengevaluasi serta memberikan saran dan masukan yang membantu penulis untuk menyempurnakan skripsi ini.
8. Seluruh dosen beserta civitas akademik Fakultas Teknik Sipil Universitas Hasanuddin Makassar dan staf Fakultas Teknik Jurusan Sipil yang telah membantu dalam kelancaran penyusunan skripsi ini dan memberikan pelayanan administrasi selama penulis menjadi mahasiswa.
9. Tekstil Batik Istinana yang telah memberikan izin untuk mengambil air limbah tekstil yang dijadikan sampel olahan pada penelitian ini.
10. Ketua Jurusan Kesehatan Lingkungan dan staf Laboratorium Politeknik Kesehatan Makasar yang telah memberikan izin dan membantu penulis dalam penelitian, pemeriksaan sampel, serta pembuatan alat penelitian.

11. Bapak Syamsuddin, S.SKM, M.Kes dan Kak Ain Khaer,S.ST yang telah meluangkan waktu, tenaga, serta pikiran untuk membantu, membagikan ilmu serta memberi masukan kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
12. Orang yang berjasa dalam hidup penulis, yaitu ibunda A. Masdaliah dan ayahanda Natsir yang senantiasa memberikan didikan, nasehat serta doanya selama ini.
13. Dwi Ancella Yudha yang penuh dengan kesabaran, pengorbanan, pengertian serta memberikan motivasi yang tak henti-hentinya kepada penulis dalam menyusun skripsi ini.
14. Sahabat penulis, anak LT 8 yang memberikan motivasi serta doa sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.
15. Kepada seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang turut membantu baik secara moril maupun materil dalam menyelesaikan skripsi ini. Semoga Tuhan membalas budi baik dan bantuan yang diberikan kepada penulis dengan pahala yang berlipat ganda.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan tetapi penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkan.

Makassar Februari 2014

Penulis

Andi Fariz Permana

Abstract

The most common problems experienced by the textile industry in Indonesia is still a high level of color levels of waste that they dispose into the environment , as well as high levels of chromium contained in the dye . One of the materials that can be used to reduce levels of color and chrome contained in the waste is by using a zeolite, but in order to get the most need to know the size of the zeolite. Therefore, we need an analysis to determine the effect of the grain size of the zeolite to reduce levels of color and chrome are there in textile waste. In this study, researchers used a treatment using zeolite filtration system with a diameter < 0.5 cm and > 0.5 cm to determine the effect of grain size and grain size to get the most effective for treating the waste. From the study it was found that zeolite diameter < 0.5 cm is more effective in lowering the levels of color and chrome in the waste than the diameter of zeolite > 0.5 cm.

Keywords: *Zeolite, textile waste, processing, levels of color and chrome*

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUTAN.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Manfaat Penelitian.....	3
E. Sistematika Penulisan.....	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Pencemaran dan Air Limbah.....	5
B. Karakteristik Limbah Industri Tekstil.....	6
1. Karakteristik Fisika.....	6
2. Karakteristik Kimia.....	7
3. Karakteristik Biologi.....	8
C. Sumber Air Limbah Industri.....	9
D. Dampak Air Limbah Tekstil.....	10

E. Kajian Tentang Kadar Warna	11
1. Zat Warna Naftol.....	13
2. Zat Warna Grey Lanaset	14
F. Kajian tentang Krom (Cr)	17
G. Kajian tentang Zeolit.....	19
1. Pengertian Umum Zeolit	19
2. Sifat-Sifat Zeolit	24
3. Sifat Fisik dan Kimia Zeolit	26
4. Kapasitas Tukar Kation.....	27
H. Penyisihan Zat Pencemar	31

BAB III METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian	32
B. Waktu dan Lokasi Penelitian.....	32
C. Gambaran Umum Industri Tekstil Yang Dijadikan Objek Penelitian	33
D. Kerangka Pikir.....	34
E. Metode Penelitian	34
F. Defenisi Operasional.....	35
G. Metode Pemeriksaan.....	36
1. Alat Dan Bahan	36
2. Cara Pelaksanaan Eksperimen	38
3. Analisis Laboratorium	42
H. Analisis Data	43

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum dan Karakteristik Zeolit yang Digunakan	44
--	----

B. Analisis Hasil Penelitian	46
1. Limbah Sebelum Pengolahan	47
2. Hasil Pengolahan Pada Zat Warna Naftol.....	48
a. Konsentrasi I	
1) Hasil Pengolahan Kadar Warna Menggunakan Zeolit	
$\phi < 0,5$ cm dan Zeolit $\phi > 0,5$ cm.....	48
2) Hasil Pengolahan Krom Total Menggunakan Zeolit	
$\phi < 0,5$ cm dan Zeolit $\phi > 0,5$ cm.....	51
b. Konsentrasi II	
1) Hasil Pengolahan Kadar Warna Menggunakan Zeolit	
$\phi < 0,5$ cm dan Zeolit $\phi > 0,5$ cm.....	53
2) Hasil Pengolahan Krom Total Menggunakan Zeolit	
$\phi < 0,5$ cm dan Zeolit $\phi > 0,5$ cm.....	55
3. Hasil Pengolahan Pada Zat Warna Grey Lanaset.....	57
a. Konsentrasi I	
1) Hasil Pengolahan Kadar Warna Menggunakan Zeolit	
$\phi < 0,5$ cm dan Zeolit $\phi > 0,5$ cm.....	57
2) Hasil Pengolahan Krom Total Menggunakan Zeolit	
$\phi < 0,5$ cm dan Zeolit $\phi > 0,5$ cm.....	59
b. Konsentrasi II	
1) Hasil Pengolahan Kadar Warna Menggunakan Zeolit	
$\phi < 0,5$ cm dan Zeolit $\phi > 0,5$ cm.....	61
2) Hasil Pengolahan Krom Total Menggunakan Zeolit	
$\phi < 0,5$ cm dan Zeolit $\phi > 0,5$ cm.....	63
C. Pembahasan.....	65
1. Analisis Pengaruh ukuran Diameter Zeolit	65
a. Kadar Warna	65

b. Krom Total.....	67
2. Hubungan Diameter Zeolit dengan Waktu Jenuh Zeolit.....	71
3. Hubungan Karakteristik Fisik Zeolit Terhadap Hasil Pengujian.....	74
 BAB V PENUTUP	
A. Kesimpulan.....	76
B. Saran	77
 DAFTAR PUSTAKA	78

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Komposisi Zeolit Alam	24
Tabel 2 Karakteristik Zeolit Yang Digunakan	45
Tabel 3 Karakteristik Pipa Filtrasi.....	46
Tabel 4 Limbah Zat Warna Tekstil Sebelum Proses Pengolahan	47
Tabel 5 Konsentrasi Kadar Warna Sebelum dan Sesudah Pengolahan Dengan Menggunakan Zeolit $\phi < 0,5$ cm dan Zeolit $\phi > 0,5$ cm (Zat Warna Naftol, Konsentrasi I).....	49

Tabel 6	Konsentrasi Krom Total Sebelum dan Sesudah Pengolahan Dengan Menggunakan Zeolit $\phi < 0,5$ cm dan Zeolit $\phi > 0,5$ cm (Zat Warna Naftol, Konsentrasi I).....	51
Tabel 7	Konsentrasi Kadar Warna Sebelum dan Sesudah Pengolahan Dengan Menggunakan Zeolit $\phi < 0,5$ cm dan Zeolit $\phi > 0,5$ cm (Zat Warna Naftol, Konsentrasi II)	53
Tabel 8	Konsentrasi Krom Total Sebelum dan Sesudah Pengolahan Dengan Menggunakan Zeolit $\phi < 0,5$ cm dan Zeolit $\phi > 0,5$ cm (Zat Warna Naftol, Konsentrasi II)	55
Tabel 9	Konsentrasi Kadar Warna Sebelum dan Sesudah Pengolahan Dengan Menggunakan Zeolit $\phi < 0,5$ cm dan Zeolit $\phi > 0,5$ cm (Zat Warna Grey Lanaset, Konsentrasi I)	57
Tabel 10	Konsentrasi Krom Total Sebelum dan Sesudah Pengolahan Dengan Menggunakan Zeolit $\phi < 0,5$ cm dan Zeolit $\phi > 0,5$ cm (Zat Warna Grey Lanaset, Konsentrasi I)	59
Tabel 11	Konsentrasi Kadar Warna Sebelum dan Sesudah Pengolahan Dengan Menggunakan Zeolit $\phi < 0,5$ cm dan Zeolit $\phi > 0,5$ cm (Zat Warna Grey Lanaset, Konsentrasi II).....	61
Tabel 12	Konsentrasi Krom Total Sebelum dan Sesudah Pengolahan Dengan Menggunakan Zeolit $\phi < 0,5$ cm dan Zeolit $\phi > 0,5$ cm (Zat Warna Grey Lanaset, Konsentrasi II).....	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Tetrahedral Alumina Dan Silika Pada Struktur Zeolit	20
Gambar 2	Struktur Zeolit	21
Gambar 3	Skema Kerangka Pikir Penelitian.....	34
Gambar 4	Proses Pengolahan Air Limbah Tekstil Menggunakan Filtrasi Bermedia Zeolit.....	39
Gambar 5	Proses Pencucian Zeolit.....	44
Gambar 6	Proses Penjemuran Zeolit	44
Gambar 7	Proses Pengisian Zeolit.....	46
Gambar 8	Dokumentasi Alat Pengolahan.....	46

Gambar 9	Grafik Konsentrasi Penurunan Kadar Warna (Naftol Konsentrasi I).....	50
Gambar 10	Grafik Persentase Penurunan Kadar Warna (Naftol Konsentrasi I).....	50
Gambar 11	Grafik Konsentrasi Penurunan Krom Total (Naftol Konsentrasi I).....	52
Gambar 12	Grafik Persentase Penurunan Krom Total (Naftol Konsentrasi I).....	52
Gambar 13	Grafik Konsentrasi Penurunan Kadar Warna (Naftol Konsentrasi II).....	54
Gambar 14	Grafik Persentase Penurunan Kadar Warna (Naftol Konsentrasi Ii).....	54
Gambar 15	Grafik Konsentrasi Penurunan Krom Total (Naftol Konsentrasi I).....	56
Gambar 16	Grafik Persentase Penurunan Krom Total (Naftol Konsentrasi I).....	56
Gambar 17	Grafik Konsentrasi Penurunan Kadar Warna (Grey L. Konsentrasi I).....	58
Gambar 18	Grafik Persentase Penurunan Kadar Warna (Grey L. Konsentrasi I).....	58
Gambar 19	Grafik Konsentrasi Penurunan Krom Total (Grey L. Konsentrasi I).....	60
Gambar 20	Grafik Persentase Penurunan Krom Total (Grey L. Konsentrasi I).....	60
Gambar 21	Grafik Konsentrasi Penurunan Kadar Warna (Grey L. Konsentrasi II)	62
Gambar 22	Grafik Persentase Penurunan Kadar Warna (Grey L. Konsentrasi II)	62
Gambar 23	Grafik Konsentrasi Penurunan Krom Total (Grey L. Konsentrasi I).....	64
Gambar 24	Grafik Persentase Penurunan Krom Total (Grey L. Konsentrasi I).....	64
Gambar 25	Perbandingan Persentase Penurunan Kadar Warna Menggunakan Zeolit <0,5 cm dan >0,5 cm (Naftol).....	66
Gambar 26	Perbandingan Persentase Penurunan Kadar Warna Menggunakan Zeolit <0,5 cm dan >0,5 cm (Grey L.)	66
Gambar 27	Perbandingan Persentase Penurunan Krom Total Menggunakan Zeolit <0,5 cm dan >0,5 cm (Naftol).....	68
Gambar 28	Perbandingan Persentase Penurunan Krom Total Menggunakan Zeolit <0,5 cm dan >0,5 cm (Grey L.)	68
Gambar 29	Hubungan Diameter Zeolit Dengan Waktu Jenuh Pada Zat Warna (Naftol Konsentrasi 1)	71
Gambar 30	Hubungan Diameter Zeolit Dengan Waktu Jenuh Pada Krom Total (Naftol Konsentrasi 1)	71
Gambar 31	Hubungan Diameter Zeolit Dengan Waktu Jenuh Pada Zat Warna (Naftol Konsentrasi 2).....	72

Gambar 32	Hubungan Diameter Zeolit Dengan Waktu Jenuh Pada Krom Total (Naftol Konsentrasi 2)	72
Gambar 33	Hubungan Diameter Zeolit Dengan Waktu Jenuh Pada Zat Warna (Grey L. Konsentrasi 1)	72
Gambar 34	Hubungan Diameter Zeolit Dengan Waktu Jenuh Pada Krom Total (Grey L. Konsentrasi 1)	72
Gambar 35	Hubungan Diameter Zeolit Dengan Waktu Jenuh Pada Zat Warna (Grey L. Konsentrasi 2)	73
Gambar 36	Hubungan Diameter Zeolit Dengan Waktu Jenuh Pada Krom Total (Grey L. Konsentrasi 2)	73

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

1	Surat Permohonan Penelitian dan Pemeriksaan Sampel
2	Hasil Pemeriksaan Laboratorium
3	Peraturan Gubernur Nomor 69 Tahun 2010 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi kegiatan industri tekstil
4	Gambar Desain Alat Pengolahan
5	Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus Dan Kasar
6	Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus dan Kasar

- 7 Perhitungan Kecepatan Aliran Pada Masing-Masing Pipa
- 8 Kadar Warna Sebelum dan Sesudah Pengolahan Dengan Menggunakan Zeolit $\phi < 0,5$ cm dan $\phi > 0,5$ cm (Zat Warna Naftol, Konsentrasi I)
- 9 Konsentrasi Krom Total Sebelum dan Sesudah Pengolahan Dengan Menggunakan Zeolit $\phi < 0,5$ cm dan $\phi > 0,5$ cm (Zat Warna Naftol, Konsentrasi I)
- 10 Konsentrasi Kadar Warna Sebelum dan Sesudah Pengolahan Dengan Menggunakan Zeolit $\phi < 0,5$ cm dan $\phi > 0,5$ cm (Zat Warna Naftol, Konsentrasi II)
- 11 Konsentrasi Krom Total Sebelum dan Sesudah Pengolahan Dengan Menggunakan Zeolit $\phi < 0,5$ cm dan $\phi > 0,5$ cm (Zat Warna Naftol, Konsentrasi II)
- 12 Konsentrasi Kadar Warna Sebelum dan Sesudah Pengolahan Dengan Menggunakan Zeolit $\phi < 0,5$ cm dan $\phi > 0,5$ cm (Zat Warna Grey Lanaset, Konsentrasi I)
- 13 Konsentrasi Krom Total Sebelum dan Sesudah Pengolahan Dengan Menggunakan Zeolit $\phi < 0,5$ cm dan $\phi > 0,5$ cm (Zat Warna Grey Lanaset, Konsentrasi I)
- 14 Konsentrasi Kadar Warna Sebelum dan Sesudah Pengolahan Dengan Menggunakan Zeolit $\phi < 0,5$ cm dan $\phi > 0,5$ cm (Zat Warna Grey Lanaset, Konsentrasi II)
- 15 Konsentrasi Krom Total Sebelum dan Sesudah Pengolahan Dengan Menggunakan Zeolit $\phi < 0,5$ cm dan $\phi > 0,5$ cm (Zat Warna Grey Lanaset, Konsentrasi II)
- 16 Dokumentasi pengambilan sampel pada industri tekstil Istinana Batik
- 17 Proses Pembuatan dan persiapan alat pengolahan
- 18 Proses pengambilan sampel hasil olahan pada outlet alat
- 19 Sampel air limbah sebelum dan sesudah pengolahan

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Salah satu industri yang berkembang pesat di Indonesia adalah tekstil. Dalam kegiatan produksinya, industri tekstil menggunakan serangkaian proses untuk mengolah bahan baku menjadi bahan baku yang siap jual. Dalam setiap prosesnya, tidak semua bahan dapat dimanfaatkan dan terdapat pula sisa proses yang tidak dapat digunakan kembali. Sisa proses ini kemudian menjadi limbah, diantara semua jenis yang limbah yang ada, limbah cair merupakan jenis limbah yang paling banyak dihasilkan oleh industri tekstil terutama dari proses pencelupan.

Industri tekstil di Makassar merupakan industri skala kecil yang tidak memperhatikan kualitas air limbah yang dilepas ke lingkungan. Salah satu contohnya adalah Istinana Batik yang terletak di Jln. Pengayoman Komplek Mawar No. A/20. Industri ini menyebabkan drainase di sekitar pabrik menjadi berwarna dan juga mengakibatkan air tanah di sekitarnya menjadi tercemar. Industri ini menggunakan zat warna seperti : Grey Lanaset G, naftol, indigosol, prosion serta rapid. Zat warna tersebut mengandung krom walaupun dalam jumlah yang sedikit, tetapi jika dilepaskan ke lingkungan tanpa pengolahan maka akan menimbulkan penumpukan Krom pada badan air di sekitar pabrik.

Dari hasil pemeriksaan sampel awal air limbah tekstil diperoleh kadar krom yang industri lepaskan langsung ke lingkungan sebesar 1,124 mg/l, hal

ini memberikan gambaran bahwa air limbah tekstil telah melampaui standar baku mutu yang diatur dalam SK Gub. No. 69 Tahun 2010 yakni 1,0 mg/l. Selain itu drainase disekitar kawasan industri tekstil tersebut menjadi sangat berwarna akibat tidak adanya pengolahan yang dilakukan sebelum limbah dilepas ke lingkungan, sehingga membuat air di sekitar kawasan industri menjadi tercemar dan mengurangi nilai estetikanya.

Dalam dosis yang berlebihan Krom sangat berbahaya bagi lingkungan dan manusia. Umumnya, Cr dalam konsentrasi rendah, misalnya di dalam tanah, dapat memberikan keuntungan bagi tanaman, sedangkan dalam konsentrasi tinggi dapat bersifat toksik.

Salah satu bahan yang dapat digunakan untuk mengurangi kadar warna dan krom adalah zeolit. Penelitian tentang penggunaan zeolit sebagai adsorben limbah telah banyak dilaporkan mengingat keberadaan zeolit alam yang tersedia melimpah dan harganya murah. Selain itu sifat fisika dan kimia dari zeolit sangat unik, sehingga dalam dasawarsa ini, zeolit oleh para peneliti dijadikan sebagai mineral serba guna. Sifat-sifat unik tersebut meliputi adsorben, penyaring molekul, katalisator, dan penukar ion.

Oleh karena itu peneliti berkeinginan untuk melakukan penelitian tentang Analisis Pengaruh Ukuran Diameter Zeolit terhadap Penurunan Warna dan Krom (Cr) pada Air Buangan Industri Tekstil.

B. Rumusan Masalah

Dari uraian di atas maka dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Apakah ukuran butiran zeolit berpengaruh terhadap kemampuan untuk menurunkan kadar warna dan krom (Cr) pada limbah industri tekstil.
2. Berapa besarkah tingkat efisiensi penurunan kadar warna dan krom (Cr) pada limbah industri tekstil dengan menggunakan zeolit.

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk menganalisis apakah ukuran butiran zeolit berpengaruh terhadap kemampuan untuk menurunkan kadar warna dan Krom (Cr) pada limbah industri tekstil.
2. Untuk menganalisis seberapa besar tingkat efisiensi penurunan kadar warna dan krom (Cr) pada limbah industri tekstil dengan menggunakan zeolit.

D. Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain:

1. Bahan masukan berupa informasi baru dan teknologi alternatif dalam menurunkan kadar warna pada limbah industri tekstil
2. Dapat menjadi bahan informan bagi pelaksana penelitian yang berkaitan dengan zeolit.

E. Sistematika Penulisan

Bab I Pendahuluan, terdiri dari Latar Belakang Penelitian, Rumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian, dan Sistematika Penulisan.

Bab II Tinjauan Pustaka, terdiri dari Pengertian Pencemaran dan Air Limbah, Karakteristik Limbah Industri Tekstil, Sumber Air Limbah Industri, Dampak Air Limbah Tekstil, Kajian Tentang Kadar Warna, Kajian Tentang Krom (Cr), Kajian Tentang Zeolit, serta Penyisihan Zat Pencemar.

Bab III Metode Penelitian, terdiri dari Jenis Penelitian, Waktu dan Lokasi Penelitian, Gambaran Umum Industri Tekstil Yang Dijadikan Objek Penelitian, Kerangka Pikir, Metode Penelitian, Defenisi Operasional, Metode Pemeriksaan, dan Analisis Data.

Bab IV Hasil dan Pembahasan meliputi Gambaran Umum dan Karakteristik Zeolit Yang Digunakan, Analisis Hasil Penelitian, dan Pembahasan.

Bab V Penutup, terdiri dari Kesimpulan dan Saran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Pencemaran dan Air Limbah

Pencemaran adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan/ atau komponen lain ke dalam air atau udara. Pencemaran juga bisa berarti berubahnya tatanan (komposisi) air atau udara oleh kegiatan manusia dan proses alam, sehingga kualitas air/ udara menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya (Undang-Undang Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup No. 4 Tahun 1982).

Untuk mencegah terjadinya pencemaran terhadap lingkungan oleh berbagai aktivitas industri dan aktivitas manusia, maka diperlukan pengendalian terhadap pencemaran lingkungan dengan menetapkan baku mutu lingkungan.

Pencemaran terhadap lingkungan dapat terjadi dimana saja dengan laju yang sangat cepat, dan beban pencemaran yang semakin berat akibat limbah industri dari berbagai bahan kimia termasuk logam berat.

Peristiwa pencemaran lingkungan disebut polusi. Zat atau bahan yang dapat mengakibatkan pencemaran disebut polutan. Syarat-syarat suatu zat disebut polutan bila keberadaannya dapat menyebabkan kerugian terhadap makhluk hidup. Contohnya, karbon dioksida dengan kadar 0,033% di udara berfaedah bagi tumbuhan, tetapi bila lebih tinggi dari 0,033% dapat memberikan efek merusak.

Karena kegiatan manusia, pencemaran lingkungan pasti terjadi. Pencemaran lingkungan tersebut tidak dapat dihindari. Yang dapat dilakukan adalah mengurangi pencemaran, mengendalikan pencemaran, dan meningkatkan kesadaran dan kepedulian masyarakat terhadap lingkungannya agar tidak mencemari lingkungan.

Limbah cair adalah sisa dari suatu hasil usaha atau kegiatan yang berwujud cair yang dibuang ke lingkungan dan diduga dapat menurunkan kualitas lingkungan. Pengertian lain mengenai limbah cair adalah kotoran dari masyarakat, rumah tangga dan juga berasal dari industri, air tanah air permukaan, serta buangan lainnya (Bima Patria Dwi Hatmanto, 2006).

Limbah cair merupakan masalah utama dalam pengendalian dampak lingkungan industri tekstil karena memberikan dampak paling luas yang disebabkan oleh karakteristik fisik maupun karakteristik kimianya yang memberikan dampak negatif pada lingkungan.

B. Karakteristik Limbah Industri Tekstil

Karakter air limbah meliputi sifat-sifat kimia, fisika dan biologi. Dengan mengetahui jenis polutan yang terdapat dalam air limbah dapat ditentukan unit proses yang diperlukan.

1. Karakteristik Fisika

Karakter fisika air limbah meliputi temperature, bau, warna, dan padatan. Temperatur menunjukkan derajat atau tingkat panas air limbah yang diterahkan ke dalam skala-skala. Skala temperature yang biasa digunakan adalah skala Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$) dan skala Celcius ($^{\circ}\text{C}$).

temperature merupakan parameter yang penting dalam pengoperasian unit pengolahan limbah karena berpengaruh terhadap proses biologi dan fisika.

Bau merupakan parameter yang subjektif. Pengukuran bau tergantung pada sensitivitas indera penciuman seseorang. Kehadiran bau-bauan yang lain menunjukkan adanya komponen-komponen lain di dalam air. Misalnya, bau seperti bau telur busuk menunjukkan adanya hydrogen sulfida yang dihasilkan oleh permukaan zat-zat organik dalam kondisi anaerobik.

Pada air limbah, warna biasanya disebabkan oleh kehadiran materi-materi *dissolved*, *suspended*, dan senyawa-senyawa *koloidal*, yang dapat dilihat dari spectrum warna yang terjadi. Padatan yang terdapat di dalam air limbah dapat diklasifikasikan menjadi padatan mengapung (*floating*), padatan terendapkan (*settleable*), padatan tidak terlarut (*suspended*) dan zat terlarut (*dissolved*).

Zat-zat padat yang bisa mengendap adalah zat padat yang akan mengendap pada kondisi tanpa bergerak atau diam \pm selama 1 jam sebagai akibat gaya beratnya sendiri.

2. Karakteristik Kimia

Karakter kimia air limbah meliputi senyawa organik dan senyawa anorganik. Senyawa organik adalah karbon yang dikombinasi dengan satu atau lebih elemen-elemen lain (O, N, P, H).

Senyawa anorganik terdiri atas semua kombinasi elemen yang bukan tersusun dari karbon organik. Karbon anorganik dalam air limbah pada umumnya terdiri atas *sand*, *grit*, dan mineral-mineral, baik *suspended* maupun *dissolved*. Elemen-elemen yang terdapat dalam jumlah berlebihan akan bersifat toksik dan menghalangi proses-proses biologis.

Adapun bahan kimia yang penting yang ada dalam air limbah pada umumnya dapat diklasifikasikan sebagai protein, karbohidrat, lemak, minyak, detergen atau zat aktif permukaan, fenol, klorida, sulfur, logam berat, metana, nitrogen, fosfor, dan gas. Air limbah dengan konsentrasi air yang tidak netral akan menyulitkan proses biologis, sehingga mengganggu proses penjernihannya. pH yang baik bagi air minum dan air limbah adalah netral (7). Semakin kecil nilai pH-nya maka akan menyebabkan air tersebut berupa asam.

3. Karakteristik Biologi

Mikroorganisme ditemukan dalam jenis yang sangat bervariasi hampir dalam semua bentuk air limbah, biasanya dengan konsentrasi 10^5 - 10^8 organisme/ml. kebanyakan merupakan sel tunggal yang bebas maupun berkelompok dan mampu melakukan proses-proses kehidupan (tumbuh, metabolisme, dan reproduksi).

Secara tradisional, mikroorganisme dibedakan menjadi binatang dan tumbuhan. Namun keduanya sulit dibedakan. Oleh karena itu, mikroorganisme kemudian dimasukkan ke dalam kategori protista,

status yang sama dengan binatang maupun tumbuhan. Virus diklasifikasikan secara terpisah. Keberadaan bakteri dalam unit pengolahan air limbah merupakan kunci efisiensi proses biologis. Bakteri juga berperan penting untuk mengevaluasi kualitas air.

C. Sumber Air Limbah Industri

Industri tekstil pada umumnya menghasilkan produk-produk tekstil untuk keperluan pakaian, carpeting, dan kain *tyme card*. IPAL yang diperlukan agak rumit karena adanya sisa-sisa bahan kimia di dalam air limbah. Jumlah air limbah yang dihasilkan oleh pabrik tekstil tergantung pada bahan-bahan, tipe proses, dan variable-variabel yang lain sehingga jumlah rata-ratanya sulit ditentukan.

Limbah cair merupakan masalah utama dalam pengendalian dampak lingkungan industri tekstil karena memberikan dampak paling luas yang disebabkan oleh karakteristik fisik maupun karakteristik kimianya yang memberikan dampak negatif pada lingkungan, terutama limbah cair yang dihasilkan dari proses penyempurnaan tekstil. Limbah akan mengandung bahan-bahan yang dilepas dari serat, sisa bahan kimia yang ditambahkan pada proses penyempurnaan tersebut, serta serat yang terlepas selama proses produksi berlangsung.

Produk-produk tekstil terbuat dari berbagai bahan dasar yang terdiri atas bahan-bahan alami, buatan, dan serat anorganik. Bahan-bahan alamiah misalnya kapas, *wool*, linen, dan yute (rami dan goni). Bahan-bahan buatan berupa produk-produk kimia maupun produk-produk yang terbuat dari

selulosa. Bahan-bahan buatan yang dihasilkan oleh pabrik-pabrik kimia misalnya *polyester* (PETP), *polyamide* (PA), *polyacrylonitrile* (PAN), *polypropylene* (PP), *polyurethane* (PU), dan *polyvinyl chloride* (PVC). Bahan-bahan buatan yang merupakan produk-produk selulosa adalah *viscose* (rayon) dan *acetylcellulose*. Bahan-bahan anorganik antara lain, gelas, batu, karbon, dan logam.

D. Dampak Air Limbah Tekstil

Seiring dengan kemajuan pesat industri di Indonesia juga menimbulkan dampak yang berbahaya bagi masyarakat Indonesia sendiri. Dampak berbahaya itu berasal dari kelalaian para pendiri industri dalam membuang limbah dengan serta merta ke sungai atau selokan.

Air sungai untuk saat ini banyak dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar mengingat sulitnya mendapatkan air yang bersih di era modern ini. Apalagi bagi masyarakat yang tidak mampu membeli air bersih, tentu akan menggunakan air sungai tersebut untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Masyarakat yang tinggal di pinggiran sungai pun juga menggunakan air sungai untuk mandi, mencuci bahkan untuk memasak.

Air sungai yang ada saat ini tidak bersih seperti air sungai zaman dahulu. Air sungai zaman dahulu belum tercemar dengan apapun, namun air sungai yang ada saat ini tentu sudah banyak tercemar. Pencemaran itu disebabkan oleh pembuangan limbah pabrik ke sungai. limbah pabrik yang sering dibuang ke sungai contohnya adalah limbah pabrik tekstil.

Limbah pabrik tekstil yang dibuang ke sungai tentu mengandung zat warna yang digunakan untuk mewarnai kain yang diproduksi. Akan sangat berbahaya apabila pewarna kain yang digunakan untuk produksi tersebut bercampur dengan air sungai dan air tersebut digunakan untuk memasak. Hal ini tentu akan mengganggu kesehatan masyarakat yang mengonsumsi air sungai yang tercampur zat warna dari limbah pabrik tekstil tersebut.

Selain itu Limbah berbahaya yang sering digunakan dalam industri tekstil adalah krom yang merupakan salah satu logam berat. Apabila limbah industri tekstil yang mengandung krom dibuang langsung ke dalam lingkungan tanpa melalui pengolahan lebih dahulu, berakibat menambah jumlah ion logam pada air lingkungan. Air lingkungan yang berlebihan jumlah ion logam pada umumnya tidak dapat dikonsumsi sebagai air minum. Kandungan krom dalam air dapat menimbulkan efek kesehatan bagi manusia. Selain itu, para pekerja yang menggunakan krom pasti juga beresiko tinggi terkontaminasi oleh krom. Kulit yang bersentuhan krom maupun hidung yang menghirup krom secara berlebihan akan mengganggu juga untuk metabolisme tubuh maupun nafas.

E. Kajian Tentang Kadar Warna

Molekul zat warna merupakan gabungan dari zat organik tidak jenuh dengan kromofor sebagai pembawa warna dan auksokrom sebagai pengikat warna dengan serat. zat organik tidak jenuh yang dijumpai dalam pembentukan zat warna adalah senyawa aromatik antara lain senyawa hidrokarbon aromatik dan turunannya, fenol dan turunannya serta senyawa-

senyawa hidrokarbon yang mengandung nitrogen. Gugus kromofor adalah gugus yang menyebabkan molekul menjadi berwarna (Renita Manurung, dkk. 2004).

Zat warna dipakai hampir pada semua industri. Tanpa memakai zat warna, hasil atau produk industri tidak menarik. Oleh karena itu hampir semua produk memanfaatkannya agar produk itu dapat dipasarkan dengan mudah.

Pada dasarnya semua zat warna adalah racun bagi tubuh manusia. Oleh karena itu pencemaran zat warna ke air lingkungan perlu mendapat perhatian sungguh-sungguh agar tidak sampai masuk ke dalam tubuh manusia melalui air minum. Ada zat warna tertentu yang relatif aman bagi manusia, yaitu zat warna yang digunakan pada industri bahan makanan dan minuman, industri farmasi/obat-obatan.

Zat warna tersusun dari *chromogen* dan *auxochrome*. Chromogen merupakan senyawa aromatic yang berisi chromopore, yaitu zat pemberi warna yang berasal dari radikal kimia, misal kelompok nitroso (-NO), kelompok azo (-N=N-), kelompok etilen (>C=C<) dan lain-lain. Macam-macam warna dapat diperoleh dari penggabungan radikal kimia tersebut di atas dengan senyawa lain. Sedangkan auxochrome adalah radikal yang memudahkan terjadinya pelarutan, sehingga zat warna dapat mudah meresap dengan baik ke dalam bahan yang akan diberi warna. Contoh auxochrome adalah -COOH atau -SO₃H atau kelompok pembentuk garam -NH₂ atau -OH (Renita Manurung, dkk.2004).

Zat warna dapat pula diperoleh dari senyawa anorganik dan mineral alam yang disebut dengan pigmen. Ada pula bahan tambahan yang digunakan sesuai dengan fungsinya, misalnya bahan pembentuk lapisan film (misal, bahan vernis, emulsi lateks), bahan pengencer (misal, terpentin, naftalen), bahan pengering (misal Co, Mn, naftalen), bahan anti mengelupas (misal, polihidroksi fenol) dan bahan pembentuk elastic (misal minyak) (Renita Manurung, dkk. 2004).

Berdasarkan bahan susunan zat warna dan bahan-bahan yang ditambahkan, dapat dimengerti bahwa hampir semua zat warna kimia adalah racun. Apabila masuk ke dalam tubuh manusia dapat bersifat *carcinogenik* yaitu merangsang tumbuhnya kanker. Oleh sebab itu, pembuangan zat kimia ke air lingkungan sangatlah berbahaya. Selain sifatnya racun, zat warna kimia juga akan mempengaruhi kandungan oksigen dalam air mempengaruhi pH air lingkungan, yang menjadikan gangguan bagi mikroorganisme dan hewan air.

1. Zat Warna Naftol

Naftol termasuk dalam zat pewarna yang tidak larut dalam air. Untuk melarutkannya diperlukan zat pembantu kostik soda. Zat pewarna naftol memiliki daya serap yang baik. Dalam pewarna naftol terdapat senyawa alizarin, alizarin atau dihydroxyanthraquinone adalah senyawa organik dengan rumus $C_{14}H_8O_4$ yang telah digunakan sepanjang sejarah sebagai pewarna merah yang menonjol, terutama untuk pencelupan kain tekstil. Senyawa historis itu berasal dari akar tanaman dari genus merah (Sagara, 2003).

Pada tahun 1869, alizarin menjadi pigmen alami pertama yang digandakan secara sintesis. Alizarin merupakan bahan utama untuk pembuatan pigmen yang dikenal sebagai pelukis Rose merah dan Alizarin merah. Alizarin dalam penggunaan paling umum dari istilah tersebut warna merah tua, tetapi istilah ini juga merupakan bagian dari nama beberapa pewarna non-red terkait, seperti Alizarine cyanine Hijau dan Alizarine Brilliant Blue. Sebuah penggunaan terkemuka alizarin di zaman modern adalah sebagai agen pewarnaan dalam penelitian biologi karena noda kalsium bebas dan senyawa kalsium tertentu warna ungu merah atau cahaya. Alizarin terus digunakan secara komersial sebagai pewarna tekstil merah, tapi pada tingkat lebih rendah dari 100 tahun yang lalu (Sagara, 2003).

Alizarin adalah salah satu dari sepuluh isomer dihydroxyanthraquinone. Struktur molekul dapat dilihat sebagai diperoleh dari antrakuinon dengan penggantian dua atom hidrogen tetangga (H) oleh gugus hidroksil (OH-). Hal ini larut dalam heksana, dan kloroform, dan dapat diperoleh dari kedua sebagai kristal merah keunguan, mp 277-278 °C. Naftol berubah warna tergantung pada pH larutan itu, sehingga membuatnya menjadi indikator pH (Sagara, 2003).

2. Zat Warna Grey Lanaset

Grey Lanaset termasuk dalam golongan cat warna bejana yang mudah larut dalam air. Zat warna ini banyak digunakan, baik untuk pencelupan ataupun pencoletan. Warna lanaset ini akan bereaksi apabila

dijemur langsung di bawah terik matahari atau dilarutkan dengan larutan asam/HCL (air keras).

Zat warna Grey Lanaset merupakan zat warna serbaguna dan komprehensif untuk pencelupan dan pencetakan tekstil, poliamida dan sutra. Grey Lanaset terdiri dari tinctorially kuat kompleks logam 01:02, asam dan pewarna reaktif dengan tinggi basah dan cahaya lumpur. Pewarna mencakup spektrum warna sistematis. Hampir semua warna busana dapat diproduksi secara ekonomis menggunakan kombinasi sederhana dari pewarna tersebut. Sifat pencelupan hampir identik dan hasil yang tinggi dalam kompatibilitas yang sangat baik dan reproduktifitas (Huntsman, 2007).

Untuk semua produk warna Lanaset G diterapkan pada pH 4.5, dengan menggunakan lanaset ini zat warna meninggalkan serat dalam kondisi fisik yang sangat baik, dirancang khusus untuk ebrbagai pewarna, memastikan pewarnaan dengan kualitas baik. Pewarna Lanaset cocok untuk mencelup kain dalam segala bentuk, terutama slubbing dan benang. Selain rentang Lanaset sangat cocok untuk campuran wol dengan berbagai serat lainnya, termasuk poliester, poliamida, sutra, akrilik dan selulosa (Huntsman, 2007).

Namun zat warna Grey Lanaset G ini merupakan campuran logam pewarna kompleks yang mengandung kromium dan kobalt. Grey Lanaset G, yang merupakan campuran komersial beberapa pewarna logam kompleks adalah complimentary (Huntsman, 2007).

Penggolongan lain yang biasa digunakan terutama pada proses pencelupan dan pencapan pada industri tekstil adalah penggolongan berdasarkan aplikasi (cara pewarnaan). Zat warna tersebut dapat digolongkan sebagai zat warna asam, basa, direk, dispersi, pigmen, reaktif, solven, belerang, bejana dan lain-lain. Dari uraian di atas jelaslah bahwa tiap-tiap jenis zat warna mempunyai kegunaan tertentu dan sifat-sifatnya tertentu pula. Pemilihan zat warna yang akan dipakai bergantung pada bermacam faktor antara lain : jenis serat yang akan diwarnai, macam warna yang dipilih dan warna-warna yang tersedia, tahan lunturnya dan peralatan produksi yang tersedia. Jenis yang paling banyak digunakan saat ini adalah zat warna reaktif dan zat warna dispersi. Hal ini disebabkan produksi bahan tekstil dewasa ini adalah serat sintetik seperti serat polamida, poliester dan poliakrilat. Bahan tekstil sintetik ini, terutama serat poliester, kebanyakan hanya dapat dicelup dengan zat warna dispersi. Demikian juga untuk zat warna reaktif yang dapat mewarnai bahan kapas dengan baik (Renita Manurung, dkk. 2004).

Dalam daftar "Color Index" golongan zat warna yang terbesar jumlahnya adalah zat warna azo, dan dari zat warna yang berkromofor azo ini yang paling banyak adalah zat warna reaktif. Zat warna reaktif ini banyak digunakan dalam proses pencelupan bahan tekstil. Kromofor zat warna reaktif biasanya merupakan sistem azo dan antrakuinon dengan berat molekul relatif kecil. Daya serap terhadap serat tidak besar. Sehingga zat warna yang tidak bereaksi dengan serat mudah dihilangkan. Gugus-gugus penghubung dapat mempengaruhi daya serap dan ketahanan zat warna terhadap asam atau basa.

Gugus-gugus reaktif merupakan bagian-bagian dari zat warna yang mudah lepas. Dengan lepasnya gugus reaktif ini, zat warna menjadi mudah bereaksi dengan serat kain. Pada umumnya agar reaksi dapat berjalan dengan baik maka diperlukan penambahan alkali atau asam sehingga mencapai pH tertentu (Renita Manurung, dkk. 2004).

Kadar warna yang tinggi adalah salah satu masalah yang sering ditemukan pada limbah cair industri tekstil. Meskipun telah melalui pengolahan-pengolahan limbah, tetapi masih bisa ditemukan kadar warna pada limbah buangan tekstil yang bila dilepaskan ke badan air akan mencemari serta mengurangi estetika lingkungan.

F. Kajian Tentang Krom (Cr)

Logam krom merupakan salah satu logam sangat beracun yaitu dapat mengakibatkan kematian atau gangguan kesehatan yang tidak pulih dalam jangka waktu singkat (Nina, 2007:36).

Zat warna adalah salah satu sumber pembawa krom. Zat warna merupakan senyawa yang dipergunakan pada suatu bahan sehingga berwarna, dan warnanya tidak hilang/melekat pada saat pencucian, penggosokan. Molekul zat warna merupakan gabungan dari zat organik yang tidak jenuh, kromofor sebagai pembawa warna dan aoksokrom sebagai pengikat antara warna dengan serat. (Ahmad M.M, 2008: 13).

Pewarnaan dengan zat warna reaktif akan terikat di dalam serat kain, bila pada proses pewarnaan ditambah zat fiksasi seperti: soda abu, soda kue, kaustik soda. Zat warna untuk proses pengecatan berupa suatu campuran

berbentuk pasta atau larutan kental yang terdiri dari: zat warna, pengental, dan obat pembantu dari soda kaustik untuk menguatkan warna.

Contoh zat warna antara lain senyawa-senyawa krom, seperti: Neldan Blue (0,0 dihidroksiazon), CrCl_3 , K_2CrO_7 , sebagai penguat yaitu: $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$, PbCrO_4 , CrCl . Pencucian menggunakan detergent katonik, sehingga mengandung semua sisa bahan pewarna dan bahan pembantu dan mengandung sisa detergent.

Kegiatan industri yang dapat menyebabkan adanya krom di dalam lingkungan antara lain industri cat, baja, tekstil, kulit, semen, keramik, dan kertas. Kontaminasi logam krom dapat terjadi melalui makanan dan minuman yang tertumpuk di ginjal akan mengakibatkan keracunan akut yang akan ditandai dengan kecenderungan terjadinya pembengkakan pada hati dan dalam waktu yang cukup panjang akan mengendap dan menimbulkan kanker paru-paru. Tingkat keracunan krom pada manusia diukur melalui kadar atau kandungan krom dalam urine. Oleh karena itu, krom merupakan logam yang sangat beracun dan sangat berbahaya bagi kesehatan manusia.

Daya racun yang dimiliki oleh logam krom ditentukan oleh valensinya. Ion $\text{Cr}(\text{VI})$ merupakan bentuk logam krom yang paling banyak dipelajari sifat racunnya bila dibandingkan dengan ion-ion $\text{Cr}(\text{II})$ dan $\text{Cr}(\text{III})$. Krom dengan senyawa valensi enam lebih berbahaya bila dibandingkan dengan krom yang bervalensi tiga (Sugiharto, 1987).

G. Kajian Tentang Zeolit

1. Pengertian Umum Zeolit

Nama zeolit berasal dari kata “*zein*” yang berarti mendidih dan “*lithos*” yang artinya batuan, disebut demikian karena mineral ini mempunyai sifat mendidih atau mengembang apabila dipanaskan. Zeolit merupakan batuan atau mineral alam seara kimiawi termasuk golongan mineral silika dan dinyatakan sebagai alumina silikat tetrahidrase, berbentuk halus, dan merupakan hasil produk sekunder yang stabil pada kondisi permukaan karena berasal dari proses sedimentasi, pelapukan maupun aktivitas hidrotermal (Sutarti, 1994).

Mineral zeolit dikenal sebagai bahan alam dan umumnya dalam bentuk batuan *clinoptilolite*, *mordenite*, *barrerite*, *chabazite*, *stilbite*, *analcime* dan *laumonitite*, sedangkan *offerite*, *paulingite*, dan *mazzite* hanya sedikit dan jarang dijumpai. Zeolit merupakan senyawa alumina silika (Si/Al) yang mempunyai pori dan luas permukaan yang relatif besar, sehingga mempunyai sifat adsorpsi yang tinggi. Zeolit dengan kandungan Si yang tinggi seperti *clinoptilolite*, *mordenite*, dan *ferrierite* dikelompokkan sebagai batuan *acidic* (Setyowati, 2002).

Zeolit merupakan kristal berongga yang terbentuk oleh jaringan silika alumina tetrahedral tiga dimensi dan mempunyai struktur yang relatif teratur dengan rongga yang didalamnya terisi logam alkali atau alkali tanah sebagai penyeimbang muatannya. Rongga-rongga tersebut

merupakan suatu sistem saluran yang didalamnya terisi oleh molekul air (Ismaryata, 1999).



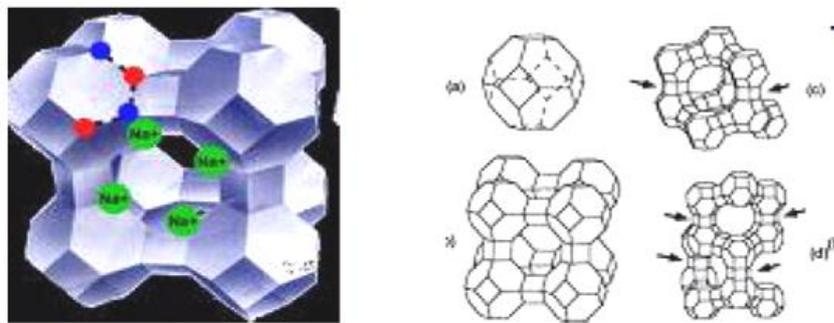
Gambar 1. Tetrahedral alumina dan silika pada struktur zeolit (Las, 2004)

Kerangka dasar struktur zeolit terdiri dari unit-unit tetrahedral $(\text{AlO}_4)^{5-}$ dan $(\text{SiO}_4)^{4-}$ yang saling berhubungan melalui atom oksigen dan di dalam struktur tersebut Si^{4+} dapat diganti Al^{3+} dengan substitusi isomorfik. Formula untuk sastuan sel zeolit adalah $\text{M}_{x/n} \{ (\text{AlO}_2)_x (\text{SiO}_2)_y \} \cdot z \text{H}_2\text{O}$, dimana M merupakan kation alkali/alkali tanah, n merupakan valensi logam alkali/alkali tanah, { } merupakan kerangka alumina, z merupakan jumlah molekul air yang terhidrat, serta x dan y merupakan jumlah tetrahedron per unit sel (Martin, 2000). Biasanya y/x bernilai 1-5, tetapi zeolit dengan silica tinggi harga y/x dibuat hingga 10-100 atau bahkan lebih tinggi (Flanigen, 1991).

Struktur kerangka zeolit mengandung saluran atau hubungan rongga yang berisi kation dan molekul air (Weller, 1994). Kation aktif bergerak dan umumnya bertindak sebagai ion exchange. Air dapat dihilangkan secara reversible yang secara umum dilakukan dengan pemberian panas.

Polaritas muatan zeolit menyebabkan kristal zeolit memiliki afinitas terhadap molekul-molekul polar, seperti air. Semua zeolit yang ditemukan

di alam mengandung air. Air merupakan molekul polar yang sangat mudah teradsorpsi di permukaan zeolit. Karena ukurannya kecil, air akan mengisi seluruh saluran dan rongga-rongga dalam kristal zeolit. Air teradsorpsi ini dapat didesorpsikan dengan cara pemanasan atau pemvakuman. Adsorpsi kembali terjadi bila zeolit dikontakkan dengan air / uap air. Jenis dan konsentrasi kation dalam kristal zeolit sangat berpengaruh pada ukuran saluran bebas, makin besar kation makin kecil ukuran saluran-saluran. Dalam praktik, pengaruh ukuran kation ini dapat dimanfaatkan untuk mengendalikan sifat ayakan molekul. Konsentrasi kation yang ekuivalen dengan konsentrasi Al dapat menghasilkan medan listrik elektrostatik, yang kekuatannya dipengaruhi juga oleh jenis dan distribusinya. Sifat yang ditimbulkan ini berpengaruh pada selektivitas adsorpsi permukaan zeolit.



Gambar 2. Struktur Zeolit (CECA, 2008)

Karakteristik struktur zeolit antara lain:

1. Sangat berpori, karena kristal zeolit merupakan kerangka yang terbentuk dari jaring tetrahedral SiO_4 , dan AlO_4 .

2. Pori-porinya berukuran molekul, karena pori zeolit terbentuk dari tumpukan cincin beranggotakan 6,8,10, atau 12 tetrahedral.
3. Dapat menukarkan kation, karena perbedaan muatan Al^{3+} dan Si^{4+} menjadikan atom Al dapat kerangka kristal bermuatan negatif dan membutuhkan kation penetral dengan proton-proton menjadikan zeolit padatan asam Bronsted.
4. Mudah dimodifikasi karena setiap tetrahedral dapat dikontakkan dengan bahan-bahan pemodifikasi.

Banyak kristal zeolit baru telah disintesis dan memenuhi beberapa fungsi penting dalam industri kimia, minyak bumi dan juga dipakai sebagai produk seperti detergen. Ada sekitar 150 tipe zeolit sintetik dan 40 mineral zeolit. Umumnya bijih zeolit kualitas tinggi ditambang dengan proses penghancuran, pengeringan, pembubukan, dan penyaringan.

Menurut Barrer (1982) dan Breck (1974), zeolit dikelompokkan menjadi 4 yaitu:

- a. Zeolit yang terbentuk pada suhu tinggi, dimana masing-masing temperature tertentu akan terbentuk jenis zeolit tertentu pula.
- b. Zeolit yang terbentuk di dekat permukaan lingkungan sedimentasinya dengan perubahan kimia.
- c. Zeolit yang terbentuk pada suhu rendah pada lingkungan pengendapan laut.

- d. Zeolit yang terbentuk sebagai akibat dari terbentuknya “eraters” di lingkungan dasar laut yang menghasilkan fast hydrothermal zeolitization dari gelas vulkanik.

Kekuatan zeolit sebagai penjerap, katalis, dan penukar ion sangat tergantung dari perbandingan Al dan Si, sehingga dikelompokkan menjadi 3 (Sutarti, 1994) :

1. Zeolit dengan kadar Si rendah

Zeolit jenuh ini banyak mengandung Al (kaya Al), berpori, mempunyai nilai ekonomi tinggi karena efektif untuk pemisahan atau pemurnian dengan kapasitas besar. Volume porinya dapat mencapai $0,5 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ volume zeolit. Kadar maksimum Al dicapai jika perbandingan Si/Al mendekati 1 dan keadaan ini mengakibatkan daya penukaran ion maksimum.

2. Zeolit dengan kadar Si sedang

Kerangka tetrahedral Al dari zeolit tidak stabil terhadap pengaruh asam dan panas. Jenis zeolit mordenit mempunyai perbandingan Si/Al = 5 sangat stabil.

3. Zeolit dengan kadar Si tinggi

Zeolit ini mempunyai perbandingan Si/Al = 10-100 sehingga sifat permukaannya tidak dapat diperkirakan lebih awal. Sangat higroskopis dan menyerap molekul non-polar sehingga baik digunakan sebagai katalisator asam untuk hidrokarbon.

Menurut Dian Kusuma Rini (2010) zeolit mempunyai sifat adsorpsi dan pertukaran ion. Efektifitas penyerapannya bergantung pada sifat spesies yang diserap, kemampuan pertukaran ion, keasaman padatan zeolit dan kelembaban system. Komposisi dari zeolit alam disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Zeolit Alam

Komposisi	% berat
SiO ₂	78,83
Al ₂ O ₃	12,50
Fe ₂ O ₃	1,50
K ₂ O	2,27
Na ₂ O	1,07
MgO	1,95
CuO	2,14

2. Sifat-Sifat Zeolit

Zeolit mempunyai beberapa sifat diantaranya adalah (Amelia, 2003) :

a. Dehidrasi

Dehidrasi adalah proses yang bertujuan untuk melepaskan molekul-molekul air dari kisi kristal sehingga terbentuk suatu rongga dengan permukaan yang lebih besar dan tidak lagi terlindungi oleh sesuatu yang berpengaruh terhadap proses adsorpsi. Proses dehidrasi mempunyai fungsi utama melepas molekul air dari kerangka zeolit sehingga mempertinggi keaktifan zeolit. Jumlah molekul air sesuai dengan jumlah pori-pori atau volume yang hampa yang akan terbentuk bila unit sel kristal zeolit tersebut dipanaskan. Dehidrasi molekul air dapat terjadi karena proses pemanasan

zeolit sampai 350 °C sehingga memungkinkan adsorpsi reversible molekul-molekul yang lebih kecil dari garis tegak saluran itu.

b. Adsorpsi

Adsorpsi adalah suatu proses penjeraban yang terjadi hanya pada permukaan fasa. Pada keadaan normal, ruang hampa dalam kristal zeolit terisi oleh molekul air bebas yang berada di sekitar kation. Bila kristal zeolit dipanaskan pada suhu sekitar 300-400 °C air tersebut akan keluar sehingga zeolit dapat berfungsi sebagai penyerap gas atau cairan. Dehidrasi menyebabkan zeolit mempunyai struktur pori yang sangat terbuka, dan mempunyai luas permukaan internal yang luas sehingga mampu mengadsorpsi sejumlah besar substansi selain air dan mampu memisahkan molekul zat berdasarkan ukuran molekul dan kepolarannya.

c. Penukar Ion

Penukar ion di dalam zeolit adalah proses dimana ion asli yang terdapat dalam intra kristalin diganti dengan kation lain dari larutan. Zeolit mempunyai struktur angka tiga dimensi yang terdiri dari tetrahedral SiO₂ dan AlO₄, trivalent Al³⁺ dalam posisi tetrahedralnya membutuhkan adanya penambahan muatan listrik biasanya menggunakan Na⁺, K⁺, Mg²⁺, atau Ca²⁺. Dalam struktur rangka zeolit, kation-kation tersebut tidak terikat pada posisi yang tepat, tapi dapat bergerak bebas dalam rangka zeolit dan bertindak sebagai “counter ion” yang dapat dipertukarkan dengan kation-kation lain.

d. Katalisator

Katalisator adalah suatu zat yang dapat mempercepat atau memperlambat suatu reaksi. Zeolit merupakan katalisator yang baik karena mempunyai pori-pori yang besar dengan permukaan yang luas dan juga memiliki sifat aktif. Dengan adanya rongga intrakristalin, zeolit dapat digunakan sebagai katalis. Reaksi katalitik dipengaruhi oleh ukuran mulut rongga dan sistem alur, karena reaksi ini tergantung pada digusi pereaksi dan hasil reaksi.

e. Penyaring/pemisah

Zeolit mampu memisahkan berdasarkan perbedaan ukuran, bentuk dan polaritas dari molekul yang disaring. Zeolit dapat memisahkan molekul gas atau zat dari suatu campuran tertentu karena mempunyai rongga yang cukup besar dengan garis tengah yang bermacam-macam (antara 2-3 Å). volume dan ukuran garis tengah ruang kosong dalam kristal-kristal ini menjadi dasar kemampuan zeolit untuk bertindak sebagai penyaring molekul. Molekul yang berukuran lebih kecil dapat masuk ke dalam pori, sedangkan molekul yang berukuran lebih besar dari pori akan tertahan.

3. Sifat fisik dan kimia zeolit

Zeolit memiliki sifat fisik dan kimia yaitu (Sutarti, 1994) :

- a. Hidrasi derajat tinggi
- b. Ringan
- c. Penukar ion yang tinggi
- d. Ukuran saluran yang uniform
- e. Menghantar listrik

- f. Mengadsorpsi uap dan gas
- g. Mempunyai sifat katalitik

Karakteristik zeolit meliputi :

- a. Density : 1,1 gr/cc
- b. Porositas : 0,31
- c. Volume berpori : 0,28-3 cc/gr
- d. Surface area : 1-20 m²/gr
- e. Jari-jari makropori : 30-100 nm
- f. Jari-jari mikropori : 0,5 nm

4. Kapasitas Tukar Kation

Kapasitas Tukar Kation adalah kemampuan zeolit untuk mengikat dan mempertukarkan kation pada permukaannya. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kapasitas tukar kation adalah ukuran butiran zeolit serta volume efektif bak yang digunakan (Hardjowigeno, 1993).

Untuk menghitung Kapasitas Tukar Kation (KTK) pada zeolit, dapat dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$KTK = \frac{C_o - C_t}{C_o} \times \frac{V}{W} \times N \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

- KTK = Kapasitas Tukar Kation (meq/g)
- C_o = Konsentrasi zat pencemar pada influen (mg/l)
- C_t = Konsentrasi zat pencemar pada efluen (mg/l)
- V = Volume Efektif Bak (ml)
- W = Berat (gram)
- N = Normalitas (0,05 N)

Untuk ketentuan KTK Zeolit diatur dalam SNI KTK Zeolit 13-3494-1994, sebagai berikut:

- KTK > 1,2 meq/g, sangat baik
- KTK 1,2 – 0,8 meq/g, baik
- KTK 80 – 60 meq/g, cukup
- KTK 60 – 40 meq/g, kurang baik
- KTK < 40 meq/g, bukan zeolit alam.

Zeolit yang diperoleh dari proses penyiapan telah dapat digunakan untuk berbagai keperluan. Akan tetapi daya serap, daya tukar ion maupun daya katalis dari zeolit tersebut belum maksimal. Untuk memperoleh zeolit dengan kemampuan yang tinggi diperlukan beberapa perlakuan antara lain preparasi, aktivasi dan modifikasi (Sutarti, 1994).

a. Preparasi

Tahap ini bertujuan untuk memperoleh ukuran produk yang sesuai dengan tujuan penggunaan. Preparasi ini terdiri dari tahap peremukan (crushing) sampa penggerusan (grinding).

b. Aktivasi

Proses aktivasi zeolit dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu secara fisis dan kimiawi. Aktivasi secara fisis berupa pemanasan zeolit dengan tujuan untuk menguapkan air yang terperangkap dalam pori-pori kristal zeolit sehingga luas permukaan pori-pori bertambah. Pemanasan dilakukan dalam oven biasa pada suhu 300-400°C (untuk skala laboratorium) atau menggunakan tungku putar dengan pemanasan secara penghampaan

selama 3 jam atau penghampaan selama 5-6 jam (skala besar). Aktivasi secara kimia dilakukan dengan larutan asam H_2SO_4 atau basa $NaOH$ dengan tujuan untuk membersihkan permukaan pori, membuang senyawa pengotor dan mengatur kembali letak atom yang dipertukarkan. Pereaksi kimia ditambahkan pada zeolit yang telah disusun dalam tangki dan diaduk dalam jangka waktu tertentu. Zeolit kemudian dicuci dengan air sampai netral dan selanjutnya dikeringkan.

c. Modifikasi

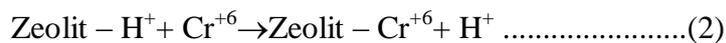
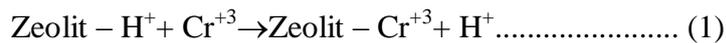
Di dalam proses pengolahan air, zeolit hasil aktivasi telah mampu menyerap ion logam berat yang terbentuk kation. Agar zeolit dapat juga menyerap logam berat yang berupa anion, mikroorganosme serta zat organik lain maka zeolit perlu dimodifikasi. Cara modifikasi ialah dengan jalan melapisi zeolit dengan polimer organik vinil piridin, polimer organik alam atau dengan mangan.

Zeolit merupakan material berpori yang pengguannya sangat luas. Kegunaan zeolit didasarkan atas kemampuannya melakukan pertukaran ion (*ion exchangher*), adsorpsi (*adsorption*) dan katalisator (*catalyst*). Zeolit memiliki bentuk kristal yang sangat teratur dengan rongga yang saling berhubungan ke segala arah yang menyebabkan luas permukaan zeolit sangat besar sehingga sangat baik digunakan sebagai adsorben (Sutarti dan Rachmawati, 1994).

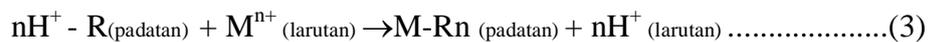
Keberadaan ion H^+ pada permukaan zeolit akan menyebabkan zeolit menjadi aktif karena mempunyai situs H^+ aktif. Ion H^+ inilah yang nantinya

akan berfungsi menjadi penukar ion bila proses adsorpsi berbasis pada pertukaran ion. Bila proses adsorpsi merupakan penjerapan dalam pori, maka ion H⁺ akan terdesak keluar. Proses adsorpsi logam (kation) pada zeolit umumnya merupakan reaksi pertukaran ion.

Pada proses sorpsi Cr³⁺ dan Cr⁶⁺ berkompetisi dalam hal pertukaran ion, sehingga pada proses penjerapan menggunakan zeolit alam, ion Cr³⁺ dan Cr⁶⁺ yang ada dalam limbah akan terserap oleh pori permukaan zeolit dan bersubstitusi dengan kation H⁺ yang ada pada permukaan adsorben, seperti dalam reaksi di bawah ini :



Atau secara umum dapat ditulis sebagai berikut dengan M suatu kerangka anionik



Zeolit merupakan mineral kristal menakjubkan yang mampu menyerap berbagai jenis gas, kelembaban, petrokimia, logam berat, elemen radioaktif tingkat rendah dan banyak berbagai solusi. Saluran dalam molekul zeolite menyediakan daerah permukaan yang besar di mana reaksi kimia dapat berlangsung. Rongga dan saluran dalam kristal dapat menempati hingga 50% dari volume. Zeolit alam dapat melakukan fungsi ini karena kapasitas tukar ion yang tinggi, adsorpsi-desorpsi energi dan kemampuan untuk modifikasi (Marco, 2010).

H. Penyisihan Zat Pencemar

Perhitungan penyisihan zat pencemar dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\eta = \frac{[C]_{in} - [C]_{ef}}{[C]_{in}} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

dimana :

$\eta(\%)$ = persentase penyisihan

$[C]_{in}$ = konsentrasi zat pencemar pada influen

$[C]_{ef}$ = konsentrasi zat pencemar pada efluen

Perhitungan efisiensi penyisihan zat pencemar didasarkan atas perbandingan pengurangan konsentrasi zat pencemar pada titik influen dan efluen terhadap konsentrasi zat pencemar pada titik influen (Said, 2002).

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimen yang dilanjutkan dengan analisis sampel di Laboratorium untuk mengetahui pengaruh ukuran butiran zeolit terhadap penurunan kadar warna dan krom (Cr) pada limbah industri tekstil Istinana Batik.

B. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 4 bulan mulai bulan Juli sampai bulan Oktober tahun 2013, yang meliputi persiapan pembuatan alat pengolahan yang dilakukan di Politeknik Kesehatan Makassar Jurusan Kesehatan Lingkungan. Penelitian dan Analisis akan dilakukan di Laboratorium Politeknik Kesehatan Makassar Jurusan Kesehatan Lingkungan, sedangkan sampel air limbah akan diambil di industri tekstil batik “Istinana Batik” yang beralamat di Jln. Pengayoman Komplek Mawar No. A/20 dengan alasan industri ini terletak di dalam kompleks yang padat penduduk dan melepaskan air limbahnya langsung ke drainase tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu.

Selain itu, karena Makassar tidak lagi mempunyai pabrik tekstil yang besar setelah Makassar tekstil di Jln. Hartako tutup 4 tahun lalu, satu-satunya tekstil di Makassar yang melakukan pewarnaan kain setiap hari adalah tekstil batik yang bernama “Istinana Batik”. Industri ini memproduksi tekstil batik secara manual, sektor yang menghasilkan limbah yang paling banyak adalah

dari hasil pencelupan, oleh karena itu zat warna yang dihasilkan sangat tinggi dan kemungkinan krom yang terkandung didalamnya tinggi.

C. Gambaran Umum Industri Tekstil Yang Dijadikan Objek Penelitian

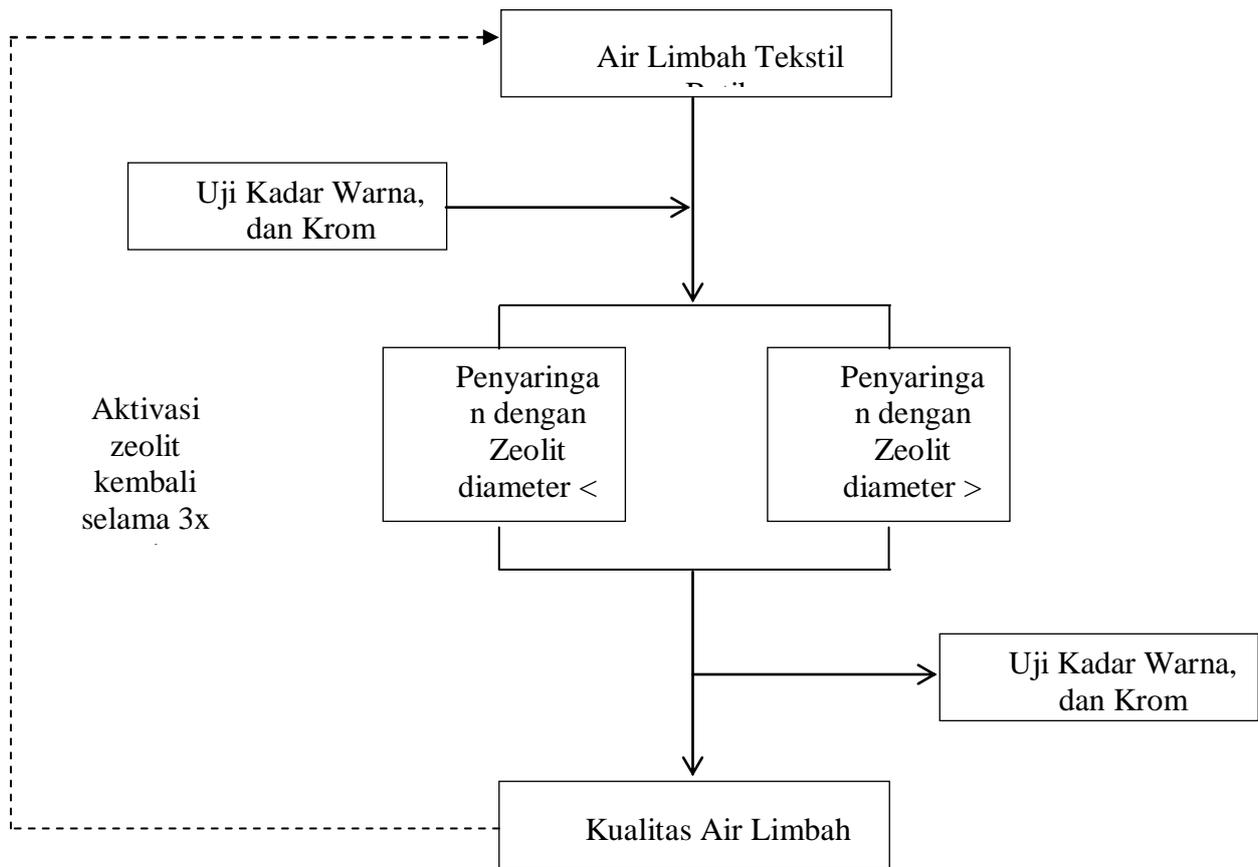
Dalam 4 tahun terakhir ini, Makassar tidak lagi mempunyai pabrik tekstil yang besar setelah Makassar tekstil yang terletak di Jln. Hartako tutup, satu-satunya tekstil di Makassar yang melakukan pewarnaan kain setiap hari adalah tekstil batik yang bernama “Istinana Batik” yang beralamat di Jln. Pengayoman Komplek Mawar No. A/20 dan terletak di tengah kawasan padat penduduk. Industri ini lah yang dijadikan peneliti untuk tempat mengambil sampel limbah yang akan diolah. Industri ini memproduksi tekstil batik secara manual, sektor yang menghasilkan limbah yang paling banyak adalah dari hasil pencelupan, oleh karena itu zat warna yang dihasilkan sangat tinggi dan kemungkinan krom yang terkandung didalamnya tinggi.

Industri tekstil di Makassar merupakan industri dalam skala kecil yang tidak memperhatikan kualitas air limbah yang mereka buang ke lingkungan. Industri ini menyebabkan drainase di sekitar pabrik menjadi berwarna dan juga mengakibatkan air tanah di sekitarnya menjadi tercemar.

Industri ini memproduksi kain setiap harinya, namun produksi kain bisa meningkat tergantung dari banyaknya pesanan yang datang. Industri ini menghasilkan limbah sekitar 50-200 liter per hari. Dalam proses produksinya, industri ini menggunakan beberapa zat warna dalam mewarnai kain, zat warna tersebut adalah zat warna Grey Lanaset G, naftol, indigosol, prosion serta rapid. Dari beberapa jenis zat warna yang digunakan, zat warna grey lanaset

dan naftol mengandung unsur krom, jika limbah tersebut dibuang secara terus menerus tanpa dilakukan proses pengolahan sebelumnya maka akan sangat berbahaya dan berpotensi mencemari lingkungan disekitar kawasan pabrik.

D. Kerangka Pikir



Gambar 3. Skema Kerangka Pikir Penelitian

E. Metode Penelitian

a. Variabel Bebas

Adalah faktor yang berpengaruh terhadap variabel terikat, dalam penelitian ini yaitu filtrasi dengan menggunakan media zeolit

b. Variabel Terikat

Adalah variabel yang diduga terpengaruh oleh variabel bebas, dalam hal ini adalah ukuran diameter zeolit, yaitu $\phi < 0,5$ cm dan $\phi > 0,5$ cm.

c. Variabel Pengganggu

Variabel yang menjadi pengganggu dalam penelitian ini kami batasi pada Suhu serta ketebalan zeolit.

F. Definisi Operasional

1. Zat warna merupakan gabungan dari zat organik tidak jenuh dengan kromofor sebagai pembawa warna dan auksokrom sebagai pengikat warna dengan serat.
2. Krom adalah sebuah unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang Cr dan nomor atom 24.
3. Zeolit adalah mineral berbentuk alumino-silika yang berfungsi sebagai bahanpertukaran ion, adsorpsi, penyaring molekul berukuran halus, dan katalis
4. pH adalah derajat keasaman dari air limbah tekstil yang di ukur dengan menggunakan komparator pH.
5. Suhu adalah derajat panas air limbah tekstil, yang di ukur dengan thermometer dalam derajat celsius.
6. Alat ini dikatakan efektif dalam menurunkan kadar warna dan chrom bila efesiensi penurunannya mencapai 50%.

G. Metode Pemeriksaan

1. Alat dan Bahan

Bahan dan alat dalam penelitian ini ada dua yaitu yang digunakan di lapangan sebagai alat eksperimen yaitu alat untuk filtrasi dan yang digunakan di Laboratorium untuk analisa kualitas air limbah yaitu pemeriksaan Kadar Warna dan Krom.

a. Peralatan dan bahan untuk filtrasi

1) Alat :

- a) Pipa PVC diameter 4 inci
- b) Kran Air 0,5 inci
- c) Ember Plastik
- d) Meteran
- e) Balok Kayu

2) Bahan :

- a) Zeolit
- b) Air Limbah Tekstil

b. Peralatan dan bahan di Laboratorium

1) Pemeriksaan Warna

Alat :

- Spektrofotometer
- Tabung reaksi yang seragam bentuk dan ukurannya.

Bahan :

- Larutan induk skala warna 500 mg/L PtCo

- Larutan baku kerja dengan skala warna 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, dan 70.
- Kertas saring berpori 0,45 μm
- Aquades

2) Pemeriksaan Krom (Cr)

Alat :

- SSA
- Lampu hollow katoda Cr
- Gelas piala 250 ml
- Pipet ukur 2 ml, 5 ml, 10 ml, 20 ml, 30 ml, 40 ml, 50 ml
- Labu ukur 100 ml
- Corong gelas
- Erlenmeyer
- Pemanas listrik
- Kertas saring *whatman* 40 dengan ukuran pori θ 0,42 μm , dan
- Labu semprot

Bahan:

- Air Suling
- Asam nitrat, HNO_3
- Larutan standar logam krom, Cr, dan
- Gas asetilen, C_2H_2

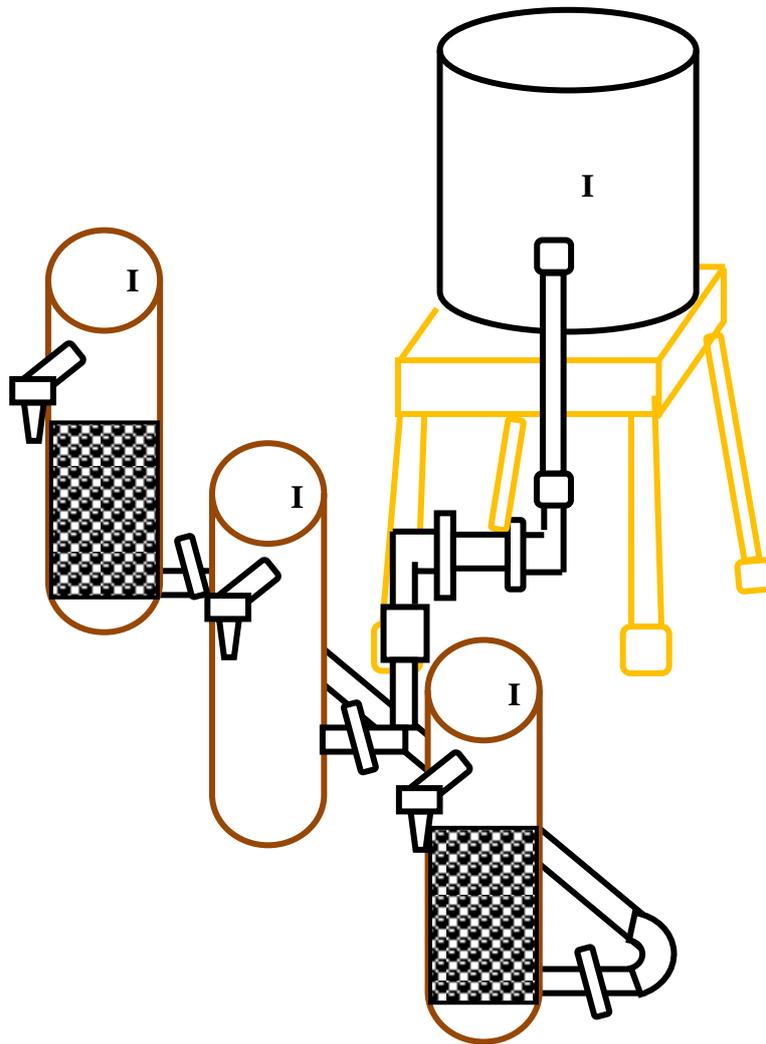
2. Cara Pelaksanaan Eksperimen

a. Tahap Persiapan Perencanaan Bak Pengolahan

Bak Pengolahan terbuat dari pipa PVC dengan diameter 4 inci.

Bak Pengolahan terdiri dari 3 bak, yang terdiri atas:

- Bak penampungan air limbah sebelum proses pengolahan dengan kapasitas 40 liter.
- Bak kontrol dengan volume efektif 8,1 liter
- Bak berisi zeolit berdiameter $> 0,5$ cm kapasitas 6,156 liter, dengan porositas 76%
- Bak berisi zeolit berdiameter $< 0,5$ cm kapasitas 5,751 liter, dengan porositas 71%.



Keterangan  = Media Zeolit

- | | | |
|----|--------------------------|---------------------------|
| I | = Bak Penampungan Limbah | III = Bak Zeolit < 0,5 cm |
| II | = Bak Kontrol | IV = Bak Zeolit > 0,5 cm |

Gambar 4. Proses Pengolahan Air Limbah Tekstil Menggunakan Filtrasi Bermedia Zeolit

b. Tahap Pelaksanaan Penelitian

- Sampel yang diambil dalam penelitian ini adalah air limbah zat warna tekstil yang berasal dari zat warna naftol dan zat warna grey lanaset, masing-masing zat warna dibagi menjadi 2 konsentrasi yaitu untuk konsentrasi I menggunakan campuran warna sebanyak 5 gram, sedangkan untuk konsentrasi II menggunakan campuran warna sebanyak 10 gram.
- Sebelum sampel di filtrasi dengan menggunakan zeolit, terlebih dahulu diperiksa kadar warna dan Krom (Cr) di Laboratorium.
- Setelah itu zeolit ditapis dengan menggunakan saringan agar mendapatkan zeolit dengan diameter $<0,5$ cm dan $>0,5$ cm
- Setelah itu zeolit diaktivasi dengan cara dipanaskan di dalam oven bersuhu $300-400$ °C selama 3 jam untuk menghilangkan air yang terdapat di dalam zeolit sehingga membuat pori-pori semakin besar yang membuat efektifitas adsorpsi dan pertukaran ion semakin efektif.
- Masukkan sampel air ke dalam bak penampungan dengan ukuran 40 liter, kemudian krannya dibuka sesuai dengan kecepatan aliran yang diinginkan (terlampir) dan dilewatkan melalui media filtrasi zeolit. Berdasarkan pada hasil penelitian terdahulu oleh Thamzil las, Hendrawati, Amsiri mengatakan bahwa zeolit akan mulai jenuh pada waktu 2 - 4 jam setelah proses berjalan, oleh karena itu digunakan waktu pengaliran selama 2 jam untuk menghindari

waktu jenuh zeolit sehingga dapat diketahui besarnya tingkat penurunan yang efektif dengan perbandingan diameter tersebut.

- Dalam penelitian ini pengulangan dilakukan sebanyak 4 kali dengan 2 konsentrasi berbeda tiap zat warna, dimana zat warna yang diteliti adalah zat warna naftol dan zat warna grey lanaset, tiap pengulangan akan dilakukan sampel untuk bak zeolit berdiameter <math><0,5\text{ cm}</math> dan $>0,5\text{ cm}$ sebanyak 5 kali tiap 1 jam.
- Untuk mengetahui kemampuan media filtrasi, maka sampel air yang mengandung kadar warna dan krom yang tinggi di filtrasi dengan menggunakan zeolit dengan ketebalan 50 cm. Ketebalan zeolit 50 cm ini didasari oleh penelitian sebelumnya oleh Faried Makmurmahasiswa Politeknik Kesehatan Makassar Jurusan Kesehatan Lingkungan yang menggunakan zeolit dengan ketebalan 20 cm untuk menurunkan kadar Fe pada sumur gali sekitar 60%, oleh karena itu diharapkan dengan ketebalan zeolit 50 cm diperoleh penurunan yang lebih efektif.
- Kemudian air yang keluar dari masing-masing tabung pipa (media filtrasi), diambil secukupnya untuk diperiksa di Laboratorium.
- Penelitian ini diulang sebanyak 3 kali. Setiap pengulangan, air limbah dan zeolit yang berada dalam pipa diganti dengan zeolit baru yang telah diaktivasi sebelumnya.

3. Analisis Laboratorium

a. Pemeriksaan Kadar Warna

- Buat kurva kalibrasi dengan membaca larutan baku kerja berskala warna 2,4; 5; 10; dan 25 dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 355.
- Contoh air terlebih dahulu disaring dengan kertas saring berpori 0,45 μm dan kemudian dibaca absorbansinya seperti pada larutan baku di atas.

b. Pemeriksaan Krom (Cr)

Persiapan Contoh Uji

- Masukkan 100 ml contoh uji yang sudah dikocok sampai homogen ke dalam gelas piala.
- Tambahkan 5 ml asam nitrat.
- Panaskan di pemanas listrik sampai larutan contoh uji hampir kering.
- Ditambahkan 50 ml air suling, masukkan ke dalam labu ukur 100 ml melalui kertas saring dan ditepatkan 100 ml dengan air suling.

Pembuatan Larutan Baku Logam Krom, Cr 100 mg/L

- Pipet 10 ml larutan induk logam krom, Cr 1000 mg/L ke dalam labu ukur 100 mL.
- Tepatkan dengan larutan pengencer sampai tanda tera.

Pembuatan Larutan Baku Logam Krom, Cr 10 mg/L

- Pipet 50 mL larutan standar logam krom, Cr 100 mg/L ke dalam labu ukur 500 mL.
- Tepatkan dengan larutan pengencer sampai tanda tera.

Pembuatan Larutan Kerja Logam Krom

- Pipet 0 ml, 2 ml, 5 ml, 10 ml, 20 ml, 30 ml, 40 ml dan 50 ml larutan baku Krom, Cr 10 mg/L masing-masing ke dalam labu ukur 100 ml.
- Tambahkan larutan pengencer sampai tepat tanda tera sehingga diperoleh konsentrasi logam besi 0,0 mg/L; 0,2 mg/L; 0,5 mg/L; 1,0 mg/L; 2,0 mg/L; 3,0 mg/L; 4,0 mg/L; dan 5 mg/L.

Perhitungan

Konsentrasi Logam krom total, Cr (mg/L) = C x fp, dimana :

C = konsentrasi yang didapat hasil pengukuran (mg/L)

fp = faktor pengenceran

H. Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil pemeriksaan laboratorium diolah secara manual dengan menggunakan kalkulator dan disajikan dalam bentuk tabel dan dianalisa secara deskriptif yaitu untuk mengetahui besarnya perbedaan penurunan kadar warna dan krom dari air limbah setelah di lakukan perlakuan filtrasi dengan menggunakan media zeolit dengan variasi ukuran diameter.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum dan Karakteristik Zeolit Yang Digunakan

Penelitian ini menggunakan sistem filtrasi menggunakan zeolit sebagai media filtrasi dengan diameter yang berbeda ukuran untuk mengetahui pengaruh diameter zeolit terhadap penurunan kadar warna dan krom, untuk mendapatkan zeolit yang sesuai dengan ukuran yang diinginkan terlebih dahulu dilakukan analisa saringan terhadap zeolit, sehingga didapatkan ukuran zeolit dengan diameter $<0,5$ cm dan $>0,5$ cm.

Setelah itu zeolit diaktivasi dengan cara dipanaskan di dalam oven bersuhu $300-400$ °C selama 3 jam untuk menghilangkan air yang terdapat di dalam zeolit sehingga membuat pori-pori semakin besar yang membuat efektifitas adsorpsi dan pertukaran ion semakin efektif.



Gambar 6. Proses Pencucian Zeolit Gambar 7. Proses Penjemuran Zeolit

Berdasarkan pada hasil penelitian terdahulu oleh Thamzil las, Hendrawati, Amsiri mengatakan bahwa zeolit akan mulai jenuh pada waktu 2 - 4 jam setelah proses berjalan, oleh karena itu digunakan waktu pengaliran selama 1 jam untuk menghindari waktu jenuh zeolit sehingga dapat diketahui besarnya tingkat penurunan yang efektif dengan perbandingan diameter tersebut. Untuk mendapatkan kecepatan aliran yang diinginkan pada masing-masing bak perlu dilakukan perhitungan porositas zeolit (terlampir).

Karakteristik zeolit yang meliputi ketebalan, berat, porositas, kecepatan aliran dan volume efektif serta karakteristik pipa yang digunakan ditampilkan pada tabel 2 dan tabel 3 di bawah ini.

Tabel 2. Karakteristik Zeolit Yang Digunakan

No	Karakteristik	Zeolit	
		$\phi < 0,5$ cm	$\phi > 0,5$ cm
1	Warna Fisik	Biru Kehijauan	Biru Kehijauan
2	Berat Jenis	1,26	1,84
3	Penyerapan (absorpsi)	13,59%	9,70%
4	Berat	40 kg	36 kg
5	Porositas	71%	76%
6	Ketebalan	50 cm	50 cm
7	Kecepatan Aliran	96 ml/menit	102 ml/menit
8	Volume Efektif	5,751 liter	6,156 liter

(Sumber: Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Politeknik Kesehatan Makassar dan Laboratorium Struktur dan Bahan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, 2013)

Tabel 3. Karakteristik Pipa Filtrasi

No	Karakteristik	
1.	Diameter Pipa	4 inci
2.	Tinggi Pipa	100 cm
3.	Volume Pipa	8,1 liter

(Sumber: Hasil Pemeriksaan di Laboratorium Politeknik Kesehatan Makassar, 2013)



Gambar 7. Proses Pengisian Zeolit



Gambar 8. Dokumentasi Alat Pengolahan

B. Analisis Hasil Penelitian

Air Limbah yang dianalisis dalam penelitian ini adalah air limbah tekstil batik yang berasal dari 2 zat warna yakni zat warna naftol dan zat warna grey lanaset, pada industri “Istinana Batik” Jln. Pengayoman, Kompleks Mawar

No. A/20. Pengolahan limbah ini menggunakan sistem filtrasi menggunakan zeolit dengan diameter yang berbeda ukuran yakni $\phi < 0,5$ cm dan $\phi > 0,5$ cm dengan ketebalan masing-masing 50 cm.

Dalam proses pengolahan ini dilakukan pengulangan 2 kali dengan konsentrasi zat warna berbeda, dimana setiap pengulangan diambil sampel untuk bak zeolit $\phi < 0,5$ cm, dan bak zeolit $\phi > 0,5$ cm sebanyak 5 kali setiap 1 jam.

1. Limbah Sebelum Pengolahan

Dalam penelitian ini air limbah yang dianalisis adalah air limbah dari zat warna yang diambil langsung dari Industri Tekstil Batik Instinana. Konsentrasi zat warna yang diambil dibagi menjadi dua yaitu untuk konsentrasi I menggunakan campuran warna sebanyak 5 gram, sedangkan untuk konsentrasi II menggunakan campuran warna sebanyak 10 gram. Di bawah ini adalah hasil analisis air limbah tahu sebelum proses pengolahan.

Tabel 4. Limbah Zat Warna Tekstil Sebelum Proses Pengolahan

No	Zat Warna	Konsentrasi	Parameter	Satuan	Hasil Analisis	Baku Mutu SK.Gub .Sul-Sel No. 69 Tahun 2010
1	Naftol	I	Warna	PtCo	2875	-
			Krom	mg/l	1,0816	1,0
		II	Warna	PtCo	2918	-
			Krom	mg/l	1,3122	1,0
2	Gre	I	Warna	PtC	2781	-

	y Lan aset			o		
			Krom	mg/l	1,12 4	1,0
	II	Warna	PtC o	2854	-	
		Krom	mg/l	1,40 1	1,0	

(Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboratorium Politeknik Kesehatan Makassar, 2013)

Dari hasil pemeriksaan sampel awal air limbah tekstil diperoleh untuk zat warna naftol pada konsentrasi I diperoleh warna sebesar 2875 PtCo dan krom sebesar 1,0816 mg/l, untuk konsentrasi II diperoleh warna sebesar 2918 PtCo dan krom sebesar 1,3122 mg/l. sedangkan untuk zat warna grey lanaset pada konsentrasi I diperoleh warna sebesar 2781 PtCo dan krom sebesar 1,124 mg/l, untuk konsentrasi II diperoleh warna sebesar 2854 PtCo dan krom sebesar 1,401 mg/l, hal ini memberikan gambaran bahwa air limbah tekstil telah melampaui standar baku mutu yang diatur dalam SK Gub. Sul-Sel No. 69 Tahun 2010 yakni 1,0 mg/l. walaupun dalam praturan SK Gub Sul-Sel No. 69 Tahun 2010 kadar warna tidak diatur, tetapi dapat dilihat dari foto sampel awal yang menunjukkan kadar warna sangat tinggi sehingga berpotensi mencemari lingkungan. Oleh karena itu perlu dilakukan pengolahan untuk menurunkan konsentrasi pencemar dari parameter tersebut.

2. Hasil Pengolahan Pada Zat Warna Naftol

a. Konsentrasi I

1) Hasil Pengolahan Kadar Warna Menggunakan Zeolit $\phi < 0,5$ cm dan Zeolit $\phi > 0,5$ cm

Hasil analisis terhadap konsentrasi kadar warna pada air limbah tekstil sebelum dan sesudah pengolahan yang dilakukan setiap 1 jam

waktu operasi, serta persentase penyisihan kadar warna ditampilkan pada tabel 5 dan gambar 9 dan gambar 10.

Tabel 5. Konsentrasi Kadar Warna Sebelum dan Sesudah Pengolahan Dengan Menggunakan Zeolit $\phi < 0,5$ cm dan $\phi > 0,5$ cm (Zat Warna Naftol, Konsentrasi I)

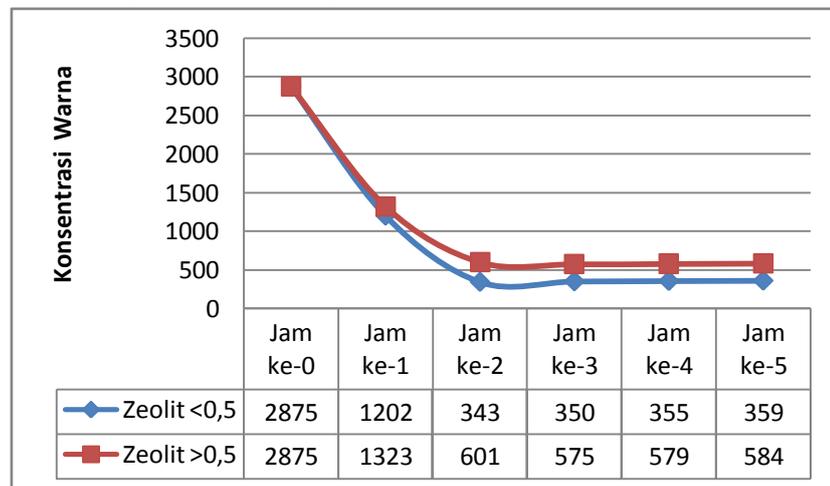
Zeolit	Waktu Tinggal (jam)	Kadar Warna (PtCo)		Selisih	η (%)	KTK (meq/g)
		Sebelum	Sesudah			
$\phi < 0,5$ cm	0	2875	-	-	-	-
	1	2875	1202	1673	58,19	0,87
	2	2875	343	2532	88,07	1,32
	3	2875	350	2525	87,83	1,31
	4	2875	355	2520	87,65	1,31
	5	2875	359	2516	87,51	1,31
$\phi > 0,5$ cm	0	2875	-	-	-	-
	1	2875	1323	1552	53,98	0,80
	2	2875	601	2274	79,10	1,18
	3	2875	575	2300	80,00	1,20
	4	2875	579	2296	79,86	1,19
	5	2875	584	2291	79,69	1,19

(Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboratorium Politeknik Kesehatan Makassar, 2013)

Dari hasil analisis terlihat bahwa pada percobaan dengan menggunakan zeolit berdiameter $< 0,5$ cm persentase penurunan tertinggi terjadi pada jam ke-2 yakni 343 PtCo atau sebesar 88,07% dan terendah terjadi pada jam ke-1 yaitu 1202 PtCo atau sebesar

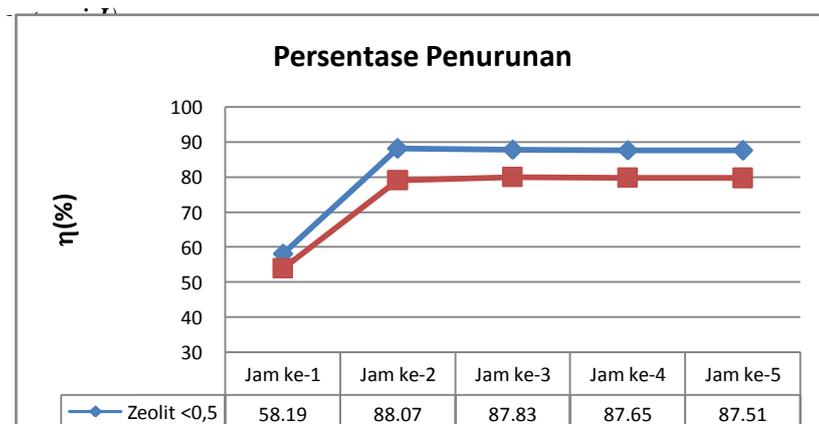
58,19%, begitupun dengan Kapasitas Tukar Kation dimana KTK tertinggi terjadi pada jam ke-2 yakni 1,32 meq/g dan terendah terjadi pada jam ke-1 sebesar 0,87 meq/g. Sedangkan dengan menggunakan zeolit berdiameter > 0,5 cm persentase penurunan tertinggi terjadi pada jam ke-3 yakni 575 PtCo atau sebesar 80,00% dan terendah terjadi pada jam ke-1 yaitu 1323 PtCo atau sebesar 53,98%, untuk KTK yang tertinggi terjadi pada jam ke-3 yakni 1,20 meq/g dan terendah terjadi pada jam ke-1 sebesar 0,80 meq/g. Sedangkan untuk Kapasitas Tukar Kation Konsentrasi kadar warna sebelum dan sesudah pengolahan dengan menggunakan zeolit berdiameter <0,5 cm dan >0,5 cm ditunjukkan pada gambar 9 dan gambar 10 di bawah ini.

Gambar 9. Grafik konsentrasi penurunan kadar warna (Naftol Konsentrasi I)



(Sumber : Hasil Analisis Data, 2013)

Gambar 10. Grafik Persentase penurunan kadar warna (Naftol Konsentrasi I)



(Sumber : Hasil Analisis Data, 2013)

2) Hasil Pengolahan Krom Total Menggunakan Zeolit $\phi < 0,5$ cm dan Zeolit $\phi > 0,5$ cm

Untuk Hasil analisis terhadap konsentrasi krom total pada air limbah tekstil sebelum dan sesudah pengolahan menggunakan zeolit berdiameter $< 0,5$ cm dan $> 0,5$ cm serta penurunan konsentrasi ditampilkan pada tabel 6 gambar 11 dan gambar 12.

Tabel 6. Konsentrasi Krom Total Sebelum dan Sesudah Pengolahan Dengan Menggunakan Zeolit $\phi < 0,5$ cm dan $\phi > 0,5$ cm (Zat Warna Naftol, Konsentrasi I)

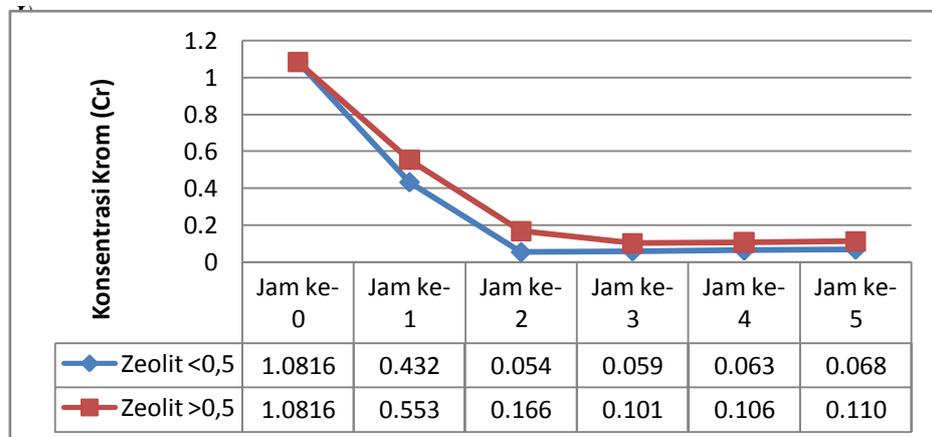
Zeolit	Waktu Tinggal (jam)	Krom Total (mg/l)		Selisih	η (%)	KTK (meq/g)
		Sebelum	Sesudah			
$\phi < 0,5$ cm	0	1,0816	-	-	-	-
	1	1,0816	0,432	0,6496	60,06	0,97
	2	1,0816	0,054	1,0276	95,01	1,54
	3	1,0816	0,059	1,0226	94,55	1,53
	4	1,0816	0,063	1,0186	94,18	1,52
	5	1,0816	0,068	1,0136	93,71	1,52
$\phi > 0,5$ cm	0	1,0816	-	-	-	-
	1	1,0816	0,553	0,5286	48,87	0,79
	2	1,0816	0,166	0,9156	84,65	1,37
	3	1,0816	0,101	0,9806	90,66	1,47
	4	1,0816	0,106	0,9756	90,20	1,46

	5	1,0816	0,110	0,9716	89,83	1,46
--	---	--------	-------	--------	-------	------

(Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboratorium Politeknik Kesehatan Makassar, 2013)

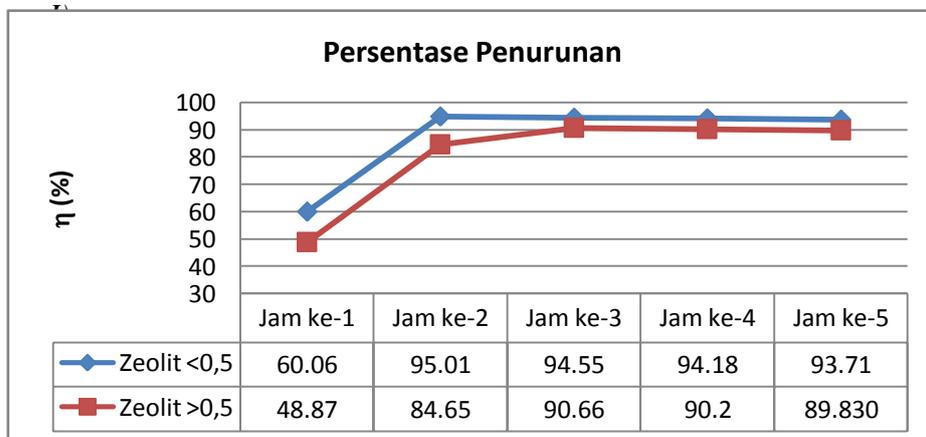
Dari hasil analisis terlihat bahwa pada percobaan dengan menggunakan zeolit berdiameter $< 0,5$ cm persentase penurunan krom total tertinggi terjadi pada jam ke-2 yakni $0,054$ mg/l atau sebesar $95,01\%$ dan terendah terjadi pada jam ke-1 yaitu $0,432$ mg/l atau sebesar $60,06\%$, untuk Kapasitas Tukar Kation, nilai tertinggi didapat pada jam ke-2 yakni sebesar $1,54$ meq/g, sedangkan yang terendah terjadi pada jam ke-1 sebesar $0,97$ meq/g, Sedangkan dengan menggunakan zeolit berdiameter $> 0,5$ cm persentase penurunan tertinggi terjadi pada jam ke-3 yakni $0,101$ mg/l atau sebesar $90,66\%$ dan terendah terjadi pada jam ke-1 yaitu $0,553$ mg/l atau sebesar $48,87\%$, untuk Kapasitas Tukar Kation, nilai tertinggi didapat pada jam ke-3 sebesar $1,47$ meq/g, dan terendah terjadi pada jam ke-1 sebesar $0,79$ meq/g. Konsentrasi penurunan krom total sebelum dan sesudah pengolahan dengan menggunakan zeolit berdiameter $<0,5$ cm dan $>0,5$ cm ditunjukkan pada gambar 11 dan gambar 12 di bawah ini.

Gambar 11. Grafik Konsentrasi penurunan krom total (Naftol Konsentrasi



(Sumber : Hasil Analisis Data, 2013)

Gambar 12. Grafik Persentase penurunan krom total (Naftol Konsentrasi



(Sumber : Hasil Analisis Data, 2013)

b. Konsentrasi II

1) Hasil Pengolahan Kadar Warna Menggunakan Zeolit $\phi < 0,5$ cm dan Zeolit $\phi > 0,5$ cm

Hasil analisis terhadap konsentrasi kadar warna pada air limbah tekstil sebelum dan sesudah pengolahan yang dilakukan setiap 1 jam waktu operasi, serta efisiensi penyisihan kadar warna ditampilkan pada tabel 7 dan gambar 13 dan gambar 14.

Tabel 7. Konsentrasi Kadar Warna Sebelum dan Sesudah Pengolahan Dengan Menggunakan Zeolit $\phi < 0,5$ cm dan $\phi > 0,5$ cm (Zat Warna Naftol, Konsentrasi II)

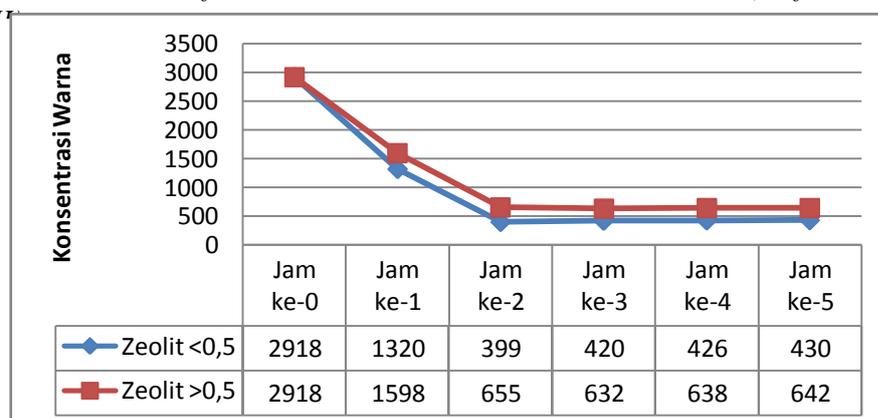
Zeolit	Waktu Tinggal (jam)	Kadar Warna (PtCo)		Selisih	η (%)	KTK (meq/g)
		Sebelum	Sesudah			
$\phi < 0,5$ cm	0	2918	-	-	-	-
	1	2918	1320	1598	54,76	0,82
	2	2918	399	2519	86,33	1,29
	3	2918	420	2498	85,61	1,28
	4	2918	426	2492	85,48	1,28
	5	2918	430	2488	85,26	1,27
$\phi > 0,5$	0	2918	-	-	-	-
	1	2918	1598	1320	45,24	0,67

cm	2	2918	655	2263	77,55	1,16
	3	2918	632	2286	78,34	1,18
	4	2918	638	2280	78,14	1,17
	5	2918	642	2276	78,00	1,17

(Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboratorium Politeknik Kesehatan Makassar, 2013)

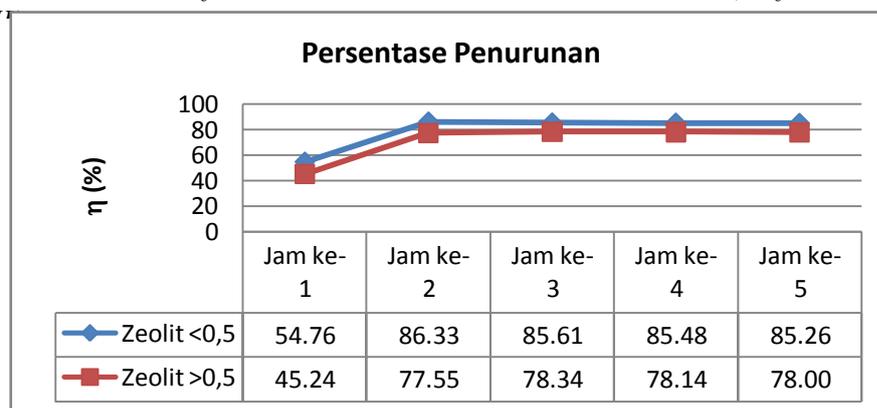
Dari hasil analisis terlihat bahwa pada percobaan dengan menggunakan zeolit berdiameter $< 0,5$ cm persentase penurunan kadar warna tertinggi terjadi pada jam ke-2 yakni 399 PtCo atau sebesar 86,33% dan terendah terjadi pada jam ke-1 yaitu 1320 PtCo atau sebesar 54,76%, untuk Kapasitas Tukar Kation, nilai tertinggi diperoleh pada jam ke-2 sebesar 1,29 meq/g, dan terendah terjadi pada jam ke-1 sebesar 0,82 meq/g. Sedangkan dengan menggunakan zeolit berdiameter $> 0,5$ cm persentase penurunan tertinggi terjadi pada jam ke-3 yakni 632 PtCo atau sebesar 78,34% dan terendah terjadi pada jam ke-1 yaitu 1598 PtCo atau sebesar 45,24%, untuk Kapasitas Tukar Kation nilai tertinggi diperoleh pada jam ke-3 sebesar 1,18 meq/g, dan terendah terjadi pada jam ke-1 yakni 0,67 meq/g. Konsentrasi kadar warna sebelum dan sesudah pengolahan dengan menggunakan zeolit berdiameter $<0,5$ cm dan $>0,5$ cm ditunjukkan pada gambar 13 dan gambar 14 di bawah ini.

Gambar 13. Grafik Konsentrasi Penurunan Kadar Warna (Naftol Konsentrasi



(Sumber : Hasil Analisis Data, 2013)

Gambar 14. Grafik Persentase Penurunan Kadar Warna (Naftol Konsentrasi



(Sumber : Hasil Analisis Data, 2013)

2) Hasil Pengolahan Krom Total Menggunakan Zeolit $\phi < 0,5$ cm dan Zeolit $\phi > 0,5$ cm

Untuk Hasil analisis terhadap konsentrasi krom total pada air limbah tekstil sebelum dan sesudah pengolahan menggunakan zeolit berdiameter $< 0,5$ cm dan $> 0,5$ cm serta penurunan konsentrasi ditampilkan pada tabel 8 gambar 15 dan gambar 16.

Tabel 8. Konsentrasi Krom Total Sebelum dan Sesudah Pengolahan Dengan Menggunakan Zeolit $\phi < 0,5$ cm dan $\phi > 0,5$ cm (Zat Warna Naftol, Konsentrasi II)

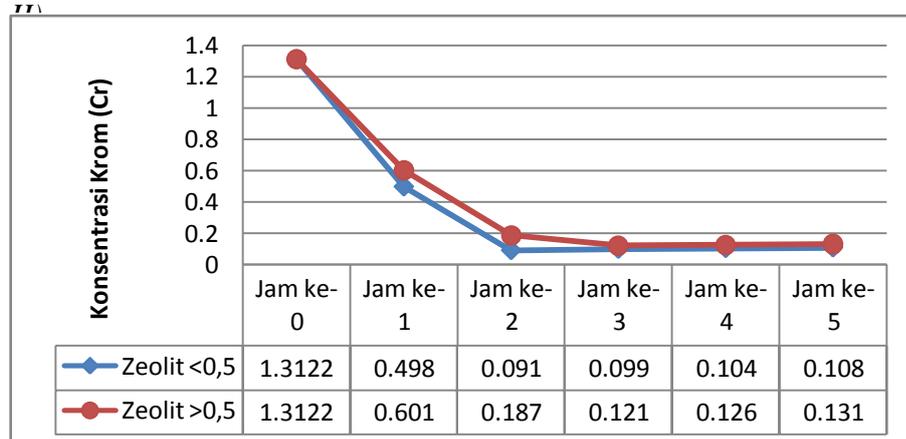
Zeolit	Waktu Tinggal (jam)	Krom Total (mg/l)		Selisih	η (%)	KTK (meq/g)
		Sebelum	Sesudah			
$\phi < 0,5$ cm	0	1,3122	-	-	-	-
	1	1,3122	0,498	0,8142	62,05	0,93
	2	1,3122	0,091	1,2212	93,07	1,39
	3	1,3122	0,099	1,2132	92,46	1,38
	4	1,3122	0,104	1,2082	92,07	1,38
	5	1,3122	0,108	1,2042	91,77	1,37
$\phi > 0,5$	0	1,3122	-	-	-	-
	1	1,3122	0,601	0,7112	54,20	0,81

cm	2	1,3122	0,187	1,1252	85,75	1,28
	3	1,3122	0,121	1,1912	90,78	1,36
	4	1,3122	0,126	1,1862	90,40	1,35
	5	1,3122	0,131	1,1812	90,02	1,35

(Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboratorium Politeknik Kesehatan Makassar, 2013)

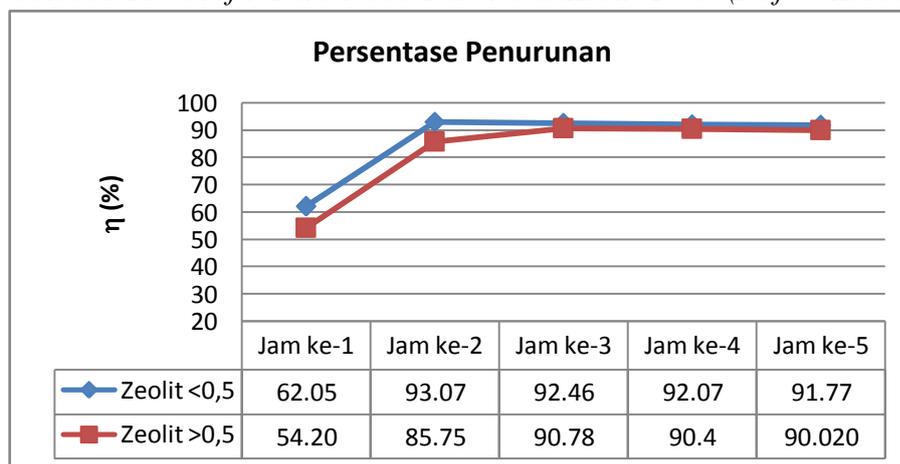
Dari hasil analisis terlihat bahwa pada percobaan dengan menggunakan zeolit berdiameter $< 0,5$ cm persentase penurunan krom total tertinggi terjadi pada jam ke-2 yakni $0,091$ mg/l atau sebesar $93,07\%$ dan terendah terjadi pada jam ke-1 yaitu $0,489$ mg/l atau sebesar $62,05\%$, untuk Kapasitas Tukar Kation diperoleh nilai tertinggi pada jam ke-2 sebesar $1,39$ meq/g dan terendah pada jam ke-1 yakni $0,93$ meq/g. Sedangkan dengan menggunakan zeolit berdiameter $> 0,5$ cm persentase penurunan tertinggi terjadi pada jam ke-3 yakni $0,121$ mg/l atau sebesar $90,78\%$ dan terendah terjadi pada jam ke-1 yaitu $0,601$ mg/l atau sebesar $54,20\%$, untuk Kapasitas Tukar Kation diperoleh nilai tertinggi pada jam ke-3 sebesar $1,36$ meq/g dan terendah pada jam ke-1 sebesar $0,81$ meq/g. Konsentrasi penurunan krom total sebelum dan sesudah pengolahan dengan menggunakan zeolit berdiameter $<0,5$ cm dan $>0,5$ cm ditunjukkan pada gambar 15 dan gambar 16 di bawah ini.

Gambar 15. Grafik Konsentrasi Penurunan Krom Total (Naftol Konsentrasi



(Sumber : Hasil Analisis Data, 2013)

Gambar 16. Grafik Persentase Penurunan Krom Total (Naftol Konsentrasi



(Sumber : Hasil Analisis Data, 2013)

3. Hasil Pengolahan Pada Zat Warna Grey Lanaset

a. Konsentrasi I

1) Hasil Pengolahan Kadar Warna Menggunakan Zeolit $\phi < 0,5$ cm dan Zeolit $\phi > 0,5$ cm

Hasil analisis terhadap konsentrasi kadar warna pada air limbah tekstil sebelum dan sesudah pengolahan yang dilakukan setiap 1 jam waktu operasi, serta efisiensi penyisihan kadar warna ditampilkan pada tabel 9 dan gambar 17 gambar 18.

Tabel 9. Konsentrasi Kadar Warna Sebelum dan Sesudah Pengolahan Dengan Menggunakan Zeolit $\phi < 0,5$ cm dan $\phi > 0,5$ cm (Zat Warna Grey Lanaset, Konsentrasi I)

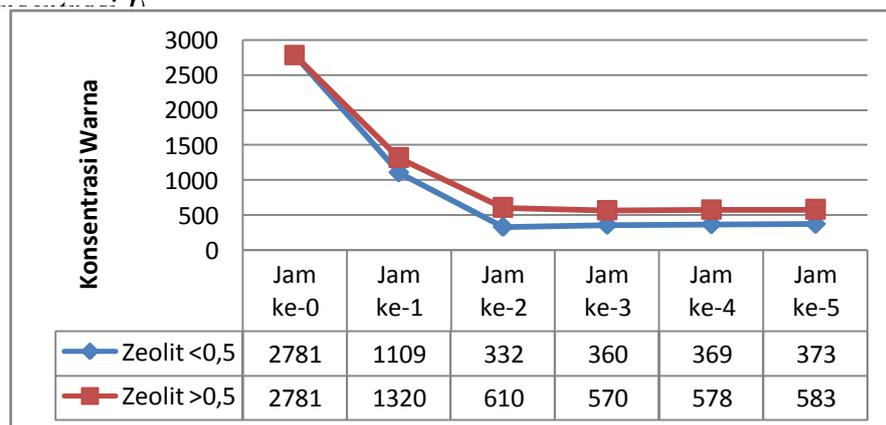
Zeolit	Waktu Tinggal (jam)	Kadar Warna (PtCo)		Selisih	η (%)	KTK (meq/g)
		Sebelum	Sesudah			
$\phi < 0,5$ cm	0	2781	-	-	-	-
	1	2781	1109	1672	60,12	0,90
	2	2781	332	2449	88,06	1,32
	3	2781	360	2421	87,06	1,30
	4	2781	369	2412	86,73	1,30

	5	2781	373	2408	86,59	1,29
$\phi > 0,5$ cm	0	2781	-	-	-	-
	1	2781	1320	1461	52,54	0,78
	2	2781	610	2171	78,07	1,17
	3	2781	570	2211	79,50	1,19
	4	2781	578	2203	79,22	1,18
	5	2781	583	2198	79,04	1,18

(Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboratorium Politeknik Kesehatan Makassar, 2013)

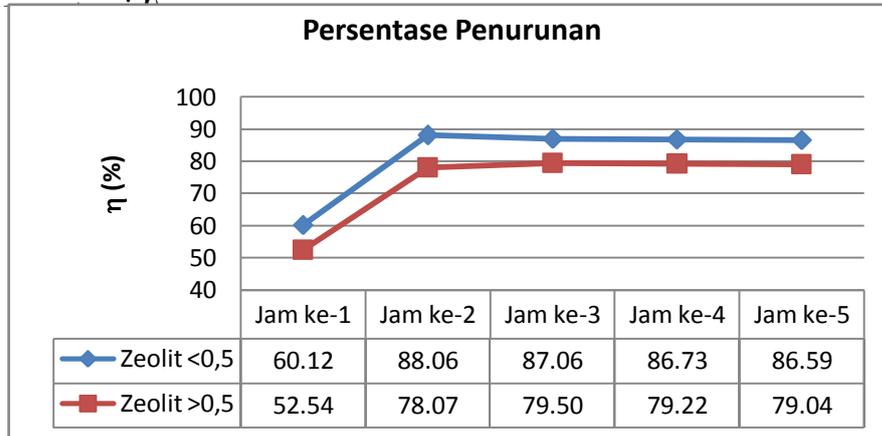
Dari tabel di atas terlihat bahwa pada percobaan dengan menggunakan zeolit berdiameter $< 0,5$ cm persentase penurunan kadar warna tertinggi terjadi pada jam ke-2 yakni 332 PtCo atau sebesar 88,06% dan terendah terjadi pada jam ke-1 yaitu 1109 PtCo atau sebesar 60,12%, untuk KTK tertinggi terjadi pada jam ke-2 yakni 1,32 meq/g, dan terendah terjadi pada jam ke-1 sebesar 0,90 meq/g. Sedangkan dengan menggunakan zeolit berdiameter $> 0,5$ cm persentase penurunan tertinggi terjadi pada jam ke-3 yakni 570 PtCo atau sebesar 79,50% dan terendah terjadi pada jam ke-1 yaitu 1320 PtCo atau sebesar 52,54%, untuk KTK tertinggi terjadi pada jam ke-3 sebesar 1,19 meq/g dan terendah terjadi pada jam ke-1 sebesar 0,78 meq/g. Konsentrasi kadar warna sebelum dan sesudah pengolahan dengan menggunakan zeolit berdiameter $< 0,5$ cm dan $> 0,5$ cm ditunjukkan pada gambar 17 dan gambar 18 di bawah ini.

Gambar 17. Grafik Konsentrasi Penurunan Kadar Warna (Grey L. ...)



(Sumber : Hasil Analisis Data, 2013)

Gambar 18. Grafik Persentase Penurunan Kadar Warna (Grey L.



(Sumber : Hasil Analisis Data, 2013)

2) Hasil Pengolahan Krom Total Menggunakan Zeolit $\phi < 0,5$ cm dan Zeolit $\phi > 0,5$ cm

Untuk Hasil analisis terhadap konsentrasi krom total pada air limbah tekstil sebelum dan sesudah pengolahan menggunakan zeolit berdiameter $< 0,5$ cm dan $> 0,5$ cm serta penurunan konsentrasi ditampilkan pada tabel 10 gambar 19 dan gambar 20.

Tabel 10. Konsentrasi Krom Total Sebelum dan Sesudah Pengolahan Dengan Menggunakan Zeolit $\phi < 0,5$ cm dan $\phi > 0,5$ cm (Zat Warna Grey Lanaset, Konsentrasi I)

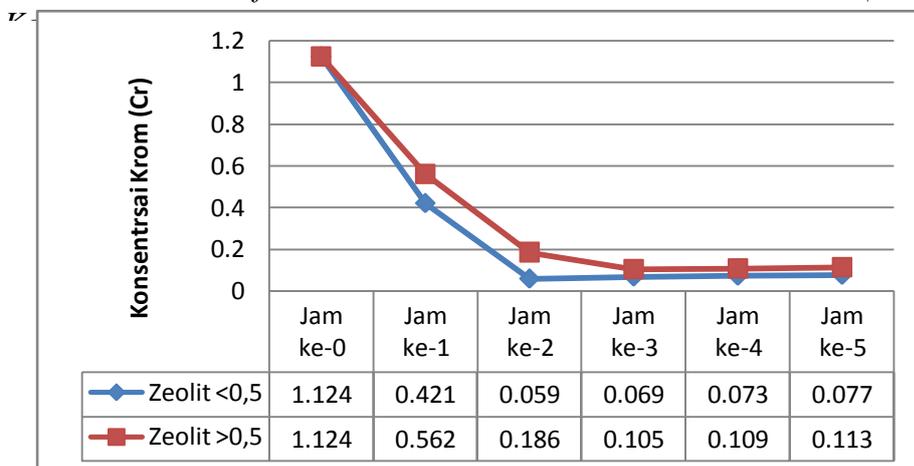
Zeolit	Waktu Tinggal (jam)	Krom Total (mg/l)		Selisih	η (%)	KTK (meq/g)
		Sebelum	Sesudah			
$\phi < 0,5$ cm	0	1,124	-	-	-	-
	1	1,124	0,421	0,703	62,54	0,93
	2	1,124	0,059	1,065	94,75	1,42
	3	1,124	0,069	1,055	93,86	1,40
	4	1,124	0,073	1,051	93,51	1,40
	5	1,124	0,077	1,047	93,15	1,39
$\phi > 0,5$ cm	0	1,124	-	-	-	-
	1	1,124	0,562	0,562	50,00	0,75
	2	1,124	0,186	0,938	83,45	1,25

	3	1,124	0,105	1,019	90,66	1,36
	4	1,124	0,109	1,015	90,30	1,35
	5	1,124	0,113	1,011	89,95	1,34

(Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboratorium Politeknik Kesehatan Makassar, 2013)

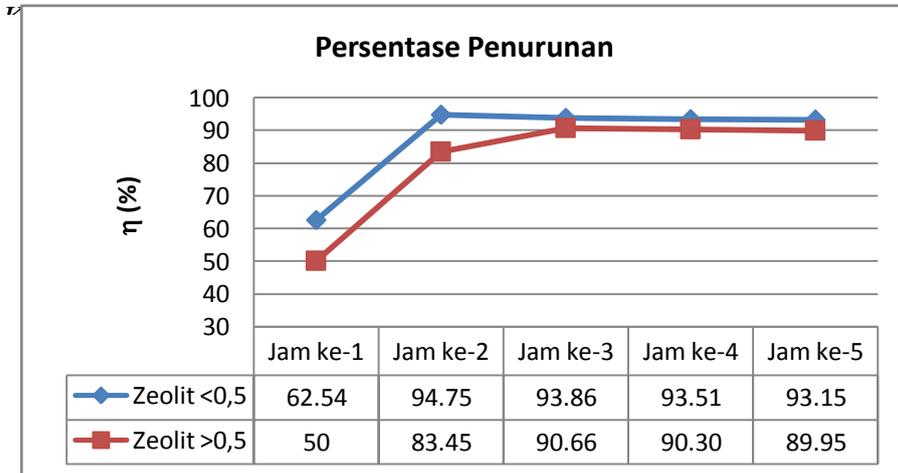
Dari tabel di atas terlihat bahwa pada percobaan dengan menggunakan zeolit berdiameter $< 0,5$ cm persentase penurunan krom total tertinggi terjadi pada jam ke-2 yakni 0,059 mg/l atau sebesar 94,75% dan terendah terjadi pada jam ke-1 yaitu 0,421 mg/l atau sebesar 62,54%, untuk KTK tertinggi terjadi pada jam ke-2 sebesar 1,42 meq/g dan terendah terjadi pada jam ke-1 yakni 0,93 meq/g. Sedangkan dengan menggunakan zeolit berdiameter $>0,5$ cm persentase penurunan tertinggi terjadi pada jam ke-3 yakni 0,562 mg/l atau sebesar 50,00% dan terendah terjadi pada jam ke-1 yaitu 0,863 mg/l atau sebesar 76,78%, untuk KTK tertinggi terjadi pada jam ke-3 sebesar 1,36 meq/g dan terendah terjadi pada jam ke-1 yakni 0,75 meq/g. Konsentrasi penurunan krom total sebelum dan sesudah pengolahan dengan menggunakan zeolit berdiameter $<0,5$ cm dan $>0,5$ cm ditunjukkan pada gambar 19 dan gambar 20 di bawah ini.

Gambar 19. Grafik Konsentrasi Penurunan Krom Total (Grey L.



(Sumber : Hasil Analisis Data, 2013)

Gambar 20. Grafik Persentase Penurunan Krom Total (Grey L.



(Sumber : Hasil Analisis Data, 2013)

b. Konsentrasi II

1) Hasil Pengolahan Kadar Warna Menggunakan Zeolit $\phi<0,5$ cm dan Zeolit $\phi>0,5$ cm

Hasil analisis terhadap konsentrasi kadar warna pada air limbah tekstil sebelum dan sesudah pengolahan yang dilakukan setiap 1 jam waktu operasi, serta efisiensi penyisihan kadar warna ditampilkan pada tabel 11 dan gambar 21 dan gambar 22.

Tabel 11. Konsentrasi Kadar Warna Sebelum dan Sesudah Pengolahan Dengan Menggunakan Zeolit $\phi< 0,5$ cm dan $\phi> 0,5$ cm (Zat Warna Grey Lanaset, Konsentrasi II)

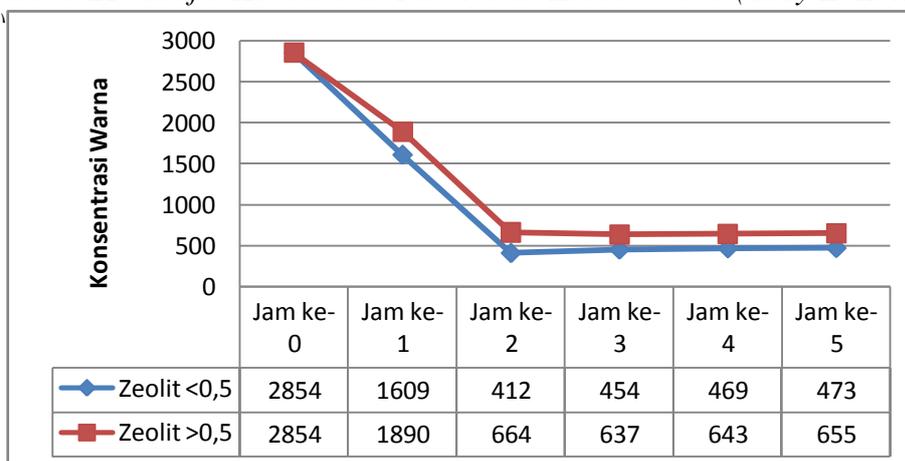
Zeolit	Waktu Tinggal (jam)	Kadar Warna (PtCo)		Selisih	η (%)	KTK (meq/g)
		Sebelum	Sesudah			
$\phi<0,5$ cm	0	2854	-	-	-	-
	1	2854	1609	1245	43,62	0,65
	2	2854	412	2442	85,56	1,28
	3	2854	454	2400	84,09	1,26
	4	2854	469	2385	83,57	1,25
	5	2854	473	2381	83,43	1,25
$\phi>0,5$	0	2854	-	-	-	-

cm	1	2854	1890	964	33,78	0,50
	2	2854	664	2190	76,73	1,15
	3	2854	637	2217	77,68	1,17
	4	2854	643	2211	77,47	1,16
	5	2854	655	2199	77,05	1,15

(Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboratorium Politeknik Kesehatan Makassar, 2013)

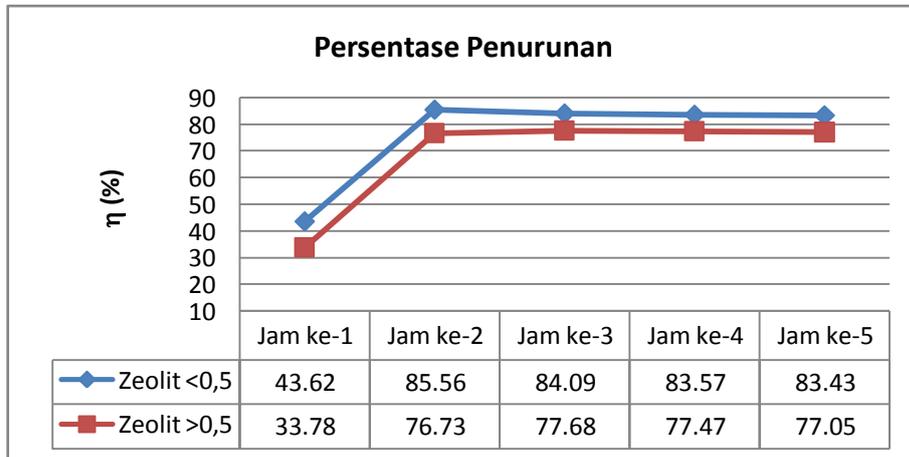
Dari tabel di atas terlihat bahwa pada percobaan dengan menggunakan zeolit berdiameter $< 0,5$ cm persentase penurunan kadar warna tertinggi terjadi pada jam ke-2 yakni 412 PtCo atau sebesar 85,56% dan terendah terjadi pada jam ke-1 yaitu 1609 PtCo atau sebesar 43,62%, untuk KTK nilai tertinggi terjadi pada jam ke-2 sebesar 1,28 meq/g dan terendah terjadi pada jam ke-1 yakni 0,65 meq/g. Sedangkan dengan menggunakan zeolit berdiameter $> 0,5$ cm persentase penurunan kadar warna tertinggi terjadi pada jam ke-3 yakni 637 PtCo atau sebesar 77,68% dan terendah terjadi pada jam ke-1 yaitu 1890 PtCo atau sebesar 33,78, untuk KTK tertinggi terjadi pada jam ke-3 yakni 1,17 meq/g dan terendah terjadi pada jam ke-1 sebesar 0,50 meq/g. Konsentrasi kadar warna sebelum dan sesudah pengolahan dengan menggunakan zeolit berdiameter $<0,5$ cm dan $>0,5$ cm ditunjukkan pada gambar 21 dan gambar 22 di bawah ini.

Gambar 21. Grafik Konsentrasi Penurunan Kadar Warna (Grey L. Konsentrasi



(Sumber : Hasil Analisis Data, 2013)

Gambar 22. Grafik Persentase Penurunan Kadar Warna (Grey L. Konsentrasi



(Sumber : Hasil Analisis Data, 2013)

2) Hasil Pengolahan Krom Total Menggunakan Zeolit $\phi < 0,5$ cm dan Zeolit $\phi > 0,5$ cm

Untuk hasil analisis terhadap konsentrasi krom total pada air limbah tekstil sebelum dan sesudah pengolahan menggunakan zeolit berdiameter $< 0,5$ cm dan $> 0,5$ cm serta penurunan konsentrasi ditampilkan pada tabel 12 gambar 23 dan gambar 24.

Tabel 12. Konsentrasi Krom Total Sebelum dan Sesudah Pengolahan Dengan Menggunakan Zeolit $\phi < 0,5$ cm dan $\phi > 0,5$ cm (Zat Warna Grey Lanaset, Konsentrasi II)

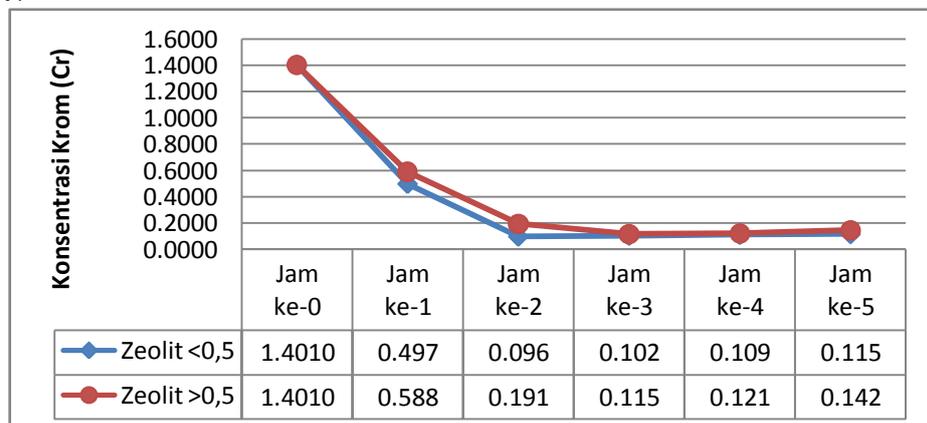
Zeolit	Waktu Tinggal (jam)	Krom Total (mg/l)		Selisih	η (%)	KTK (meq/g)
		Sebelum	Sesudah			
$\phi < 0,5$ cm	0	1,401	-	-	-	-
	1	1,401	0,497	0,904	64,53	0,96
	2	1,401	0,096	1,305	93,15	1,39
	3	1,401	0,102	1,299	92,72	1,38
	4	1,401	0,109	1,292	92,22	1,38
	5	1,401	0,115	1,286	91,79	1,37
$\phi > 0,5$ cm	0	1,401	-	-	-	-
	1	1,401	0,588	0,813	58,03	0,87
	2	1,401	0,191	1,210	86,37	1,29

	3	1,401	0,115	1,286	91,79	1,37
	4	1,401	0,121	1,280	91,36	1,36
	5	1,401	0,142	1,259	89,86	1,34

(Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboratorium Politeknik Kesehatan Makassar, 2013)

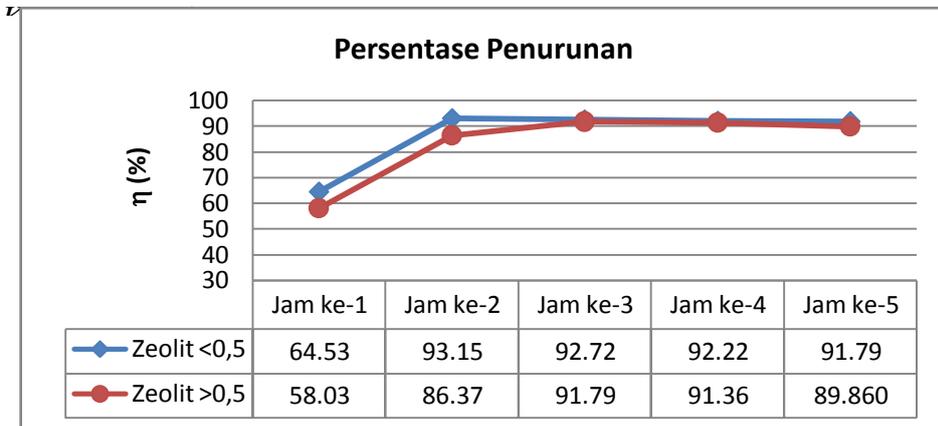
Dari tabel di atas terlihat bahwa pada percobaan dengan menggunakan zeolit berdiameter $< 0,5$ cm persentase penurunan krom total tertinggi terjadi pada jam ke-2 yakni $0,096$ mg/l atau sebesar $93,15\%$ dan terendah terjadi pada jam ke-1 yaitu $0,497$ mg/l atau sebesar $64,53\%$, untuk KTK tertinggi terjadi pada jam ke-2 sebesar $1,39$ meq/g dan terendah terjadi pada jam ke-1 yakni $0,96$ meq/g. Sedangkan dengan menggunakan zeolit berdiameter $> 0,5$ cm persentase penurunan tertinggi terjadi pada jam ke-3 yakni $0,115$ mg/l atau sebesar $91,79\%$ dan terendah terjadi pada jam ke-1 yaitu $0,588$ mg/l atau sebesar $58,03\%$, untuk KTK tertinggi terjadi pada jam ke-3 sebesar $1,37$ meq/g dan terendah terjadi pada jam ke-1 yakni $0,87$ meq/g. Konsentrasi penurunan krom total sebelum dan sesudah pengolahan dengan menggunakan zeolit berdiameter $<0,5$ cm dan $>0,5$ cm ditunjukkan pada gambar 23 dan gambar 24 di bawah ini.

Gambar 23. Grafik Konsentrasi Penurunan Krom Total (Grey L. Konsentrasi



(Sumber : Hasil Analisis Data, 2013)

Gambar 24. Grafik Persentase Penurunan Krom Total (Grey L.



(Sumber : Hasil Analisis Data, 2013)

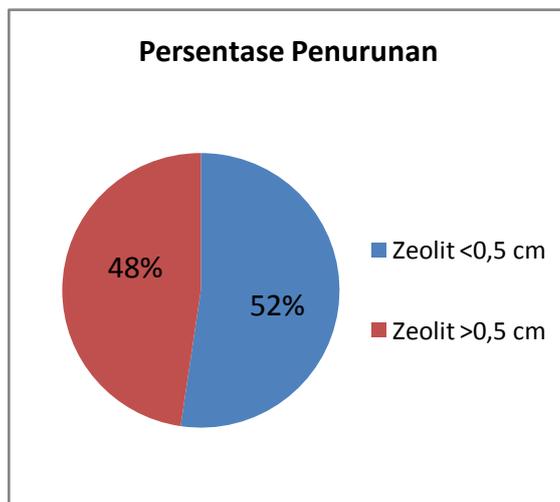
C. Pembahasan

1. Analisis Pengaruh Ukuran Diameter Zeolit

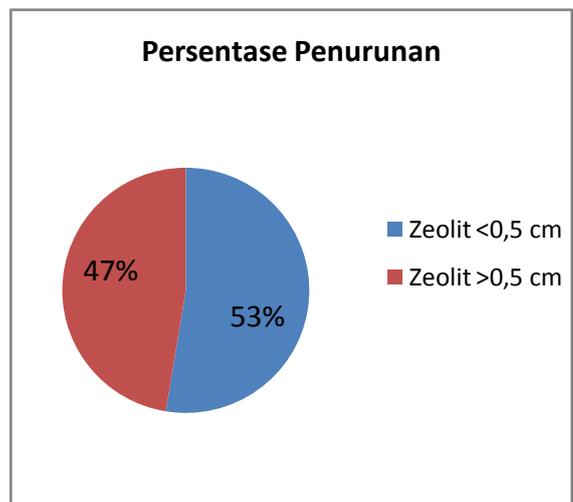
a. Kadar Warna

Kadar warna merupakan parameter yang dapat dilihat secara visual pada air limbah. Walaupun pada keputusan gubernur No. 69 Tahun 2010 tentang standar baku mutu limbah industri tekstil kadar warna tidak diatur tetapi berdasarkan kondisi sebenarnya di lapangan selama ini pada industri tekstil masalah yang paling sering dialami adalah kadar warna yang masih tinggi, kadar warna yang tinggi ini dapat merusak lingkungan karena bercampur dengan air sehingga dapat membuat air atau sungai berubah warna dan tidak sesuai peruntukannya. Rata-rata konsentrasi kadar warna sampel sebelum masuk pengolahan adalah 2857 PtCo, hal ini menggambarkan tingginya kadar warna yang terkandung dalam air limbah.

Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa dalam 4 kali percobaan dengan waktu pengaliran selama 1 jam bak berisi zeolit berdiameter $< 0,5$ cm lebih efektif dalam menurunkan kadar warna dibanding dengan bak berdiameter $> 0,5$ cm. Hal ini ditunjukkan pada grafik hasil rata-rata persentase penurunan tiap percobaan pada zeolit berdiameter $<0,5$ cm dan $>0,5$ cm.



Gambar 25. Perbandingan Persentase Rata-Rata Penurunan Kadar Warna Menggunakan zeolit $<0,5$ cm dan $>0,5$ cm



Gambar 26. Perbandingan Persentase Rata-Rata Penurunan Kadar Warna Menggunakan zeolit $<0,5$ cm dan $>0,5$ cm

Pada grafik di atas dapat dilihat bahwa zeolit berdiameter $<0,5$ cm dan $>0,5$ cm dapat menurunkan kadar warna dari limbah tekstil, namun dari grafik di atas dapat pula dilihat kecenderungan bahwa semakin kecil

diameter butir zeolit, maka nilai adsorpsi yang dihasilkan akan semakin besar. Kecenderungan tersebut menunjukkan bahwa kemampuan zeolit sebagai adsorben akan meningkat bila diameter butirnya semakin kecil.

Semakin besar luas permukaan, semakin efektif kontak. Jadi ukuran diameter zeolit yang paling efektif yang digunakan dalam penelitian ini adalah diameter $<0,5$ cm. Pada penelitian ini, semakin kecil diameter butir maka semakin besar luas permukaan kontak, sehingga waktu yang dibutuhkan untuk mencapai konsentrasi standar semakin lama.

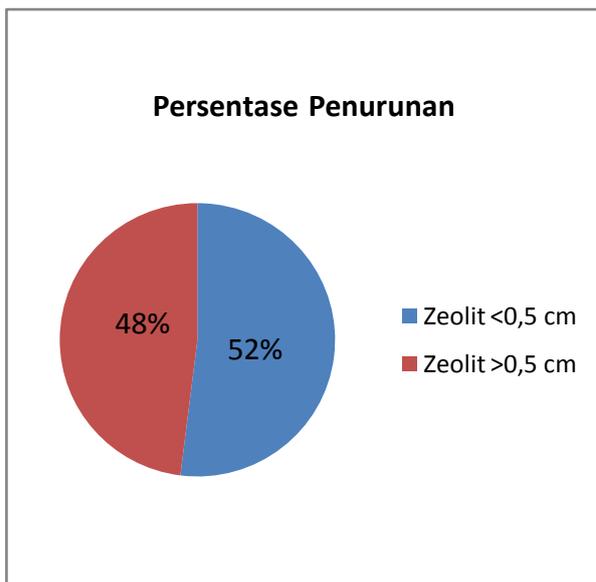
b. Khrom Total

Dari hasil penelitian ini rata-rata konsentrasi khrom total yang diperoleh dari sampel sebelum pengolahan adalah 1,22 mg/l. Berdasarkan SK Gub. Sul-Sel No. 69 Tahun 2010 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri, sampel yang diambil telah melewati baku mutu yang ditetapkan yakni maksimum 1,0 mg/l sehingga perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum limbah dilepas ke lingkungan.

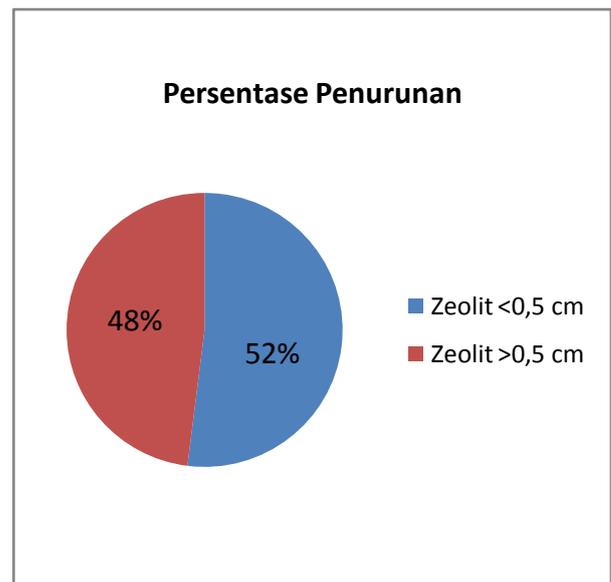
Pada adsorpsi logam (kation) pada zeolit umumnya merupakan reaksi pertukaran ion, sehingga dalam penelitian ini sifat zeolit yang berfungsi adalah sifat ion exchange.

Dari hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa dalam 4 kali percobaan, bak yang berisi zeolit berdiameter $<0,5$ cm lebih efektif dalam menurunkan khrom pada limbah dibanding dengan bak berisi zeolit

berdiameter >0,5 cm. Hal ini ditunjukkan pada grafik hasil rata-rata persentase penurunan tiap percobaan pada zeolit berdiameter <0,5 cm dan >0,5 cm.



Gambar 27. Perbandingan Persentase Rata-Rata Penurunan Krom Menggunakan zeolit <0,5 cm dan >0,5 cm (Naftol)



Gambar 28. Perbandingan Persentase Rata-Rata Penurunan Krom Menggunakan zeolit <0,5 cm dan >0,5 cm (Grey L.)

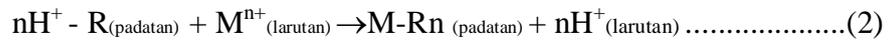
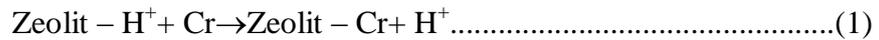
Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa zeolit dapat menurunkan Khrom Total pada limbah tekstil, kedua bak yang berisi zeolit dapat menurunkan khrom hingga memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan

oleh SK Gub. Sul-Sel No. 69 Tahun 2010. Tetapi bak yang berisi zeolit dengan diameter $<0,5$ cm lebih efektif dalam menurunkan krom total, hal ini terlihat dari rata-rata persentase penurunan yang mencapai 93,21% pada percobaan pertama. Sedangkan pada bak berisi zeolit dengan diameter $>0,5$ cm juga berhasil menurunkan khrom dibawah nilai maksimum yang ditetapkan yakni rata-rata tertinggi sebesar 87,66% pada percobaan keempat.

Dalam proses penurunan kadar khrom total ini zeolit sangat berperan, karena zeolit mempunyai kemampuan untuk menurunkan khrom yang ada pada air limbah tersebut. Zeolit merupakan bahan berpori yang mempunyai sifat sorpsi dan pertukaran ion yang baik sehingga dapat dimanfaatkan untuk bermacam proses pemisahan.

Keberadaan ion H^+ pada permukaan zeolit akan menyebabkan zeolit menjadi aktif karena mempunyai situs H^+ aktif. Ion H^+ inilah yang nantinya akan berfungsi menjadi penukar ion bila proses adsorpsi berbasis pada pertukaran ion. Bila proses adsorpsi merupakan penjebakan dalam pori, maka ion H^+ akan terdesak keluar. Proses adsorpsi logam (kation) pada zeolit umumnya merupakan reaksi pertukaran ion.

Pada proses sorpsi (Krom) Cr berkompetisi dalam hal pertukaran ion, sehingga pada proses penjerapan menggunakan zeolit alam, ion Cr yang ada dalam limbah akan terserap oleh pori permukaan zeolit dan bersubstitusi dengan kation H^+ yang ada pada permukaan adsorben, seperti dalam reaksi di bawah ini



Zeolit yang digunakan pada penelitian ini memiliki ukuran diameter yang berbeda yakni <0,5 cm dan >0,5 cm serta sebuah bak filter kontrol/tanpa perlakuan. Secara fisik dan kimia zeolit mempunyai kemampuan untuk menurunkan khrom yang ada dalam air limbah tersebut. Tetapi kemampuan zeolit dalam menurunkan khrom tergantung dari besar kecilnya ukuran diameter yang digunakan. Menurut Sularso semakin halus butiran yang digunakan sebagai media penyaring, maka semakin baik air yang dihasilkan. Dengan kata lain jika diameter butiran zeolit kecil maka akan meningkatkan penyaringan. Hal ini disebabkan karena jika diameter zeolit yang digunakan kecil, maka luas permukaannya akan luas sehingga pertukaran ion oleh zeolit akan semakin banyak, sedangkan diameter zeolit yang besar akan membuat ruang berongga, jadi khrom yang akan dipertukarkan oleh zeolit akan semakin sedikit karena air akan mudah untuk melewati zeolit tersebut.

Selain jenis media filtrasi yang mempengaruhi terjadinya penurunan khrom dalam penelitian ini, ketebalan dari filter tersebut juga mempengaruhi terjadinya penurunan khrom, hal ini disebabkan karena semakin tebal ukuran media filtrasi maka waktu kontak air dengan media akan semakin lama sehingga menghasilkan kualitas air yang lebih baik.

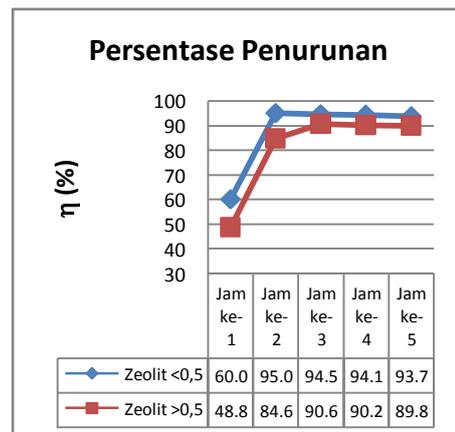
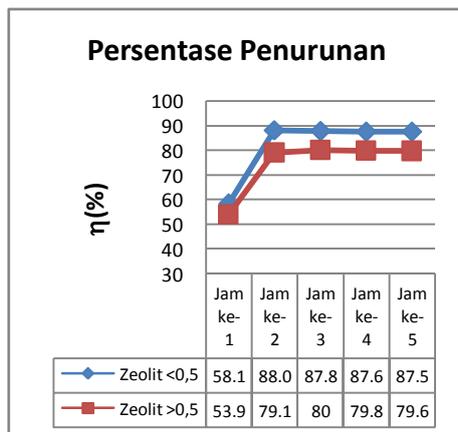
Pada penelitian ini digunakan ukuran yang berbeda untuk mencari pengaruh ukuran diameter zeolit dalam menurunkan kadar warna dan

khrom. Hal ini diperkuat dari penelitian Sularso, M. Ridwan bahwa untuk menurunkan kesadahan tidak hanya tergantung dari jenis media filtrasi dan ketebalan filtrasi yang digunakan, tetapi juga dari besar ukuran diameter yang akan digunakan. Semakin kecil media digunakan maka akan semakin baik kualitas air yang dihasilkan.

2. Hubungan Diameter Zeolit dengan Waktu Jenuh Zeolit

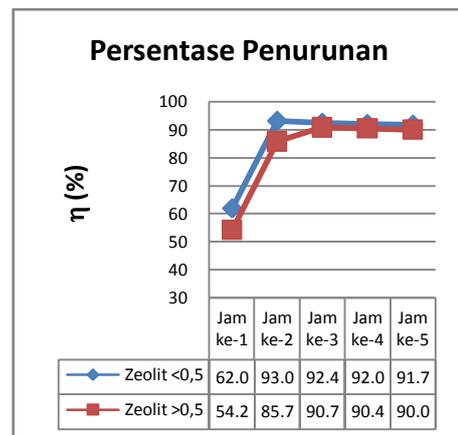
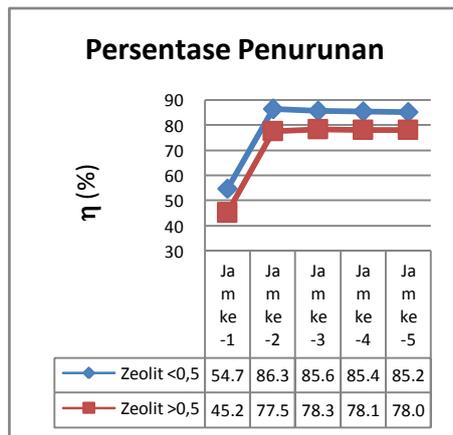
Dalam pengolahan ini zeolit ternyata mampu menurunkan kadar warna serta krom secara signifikan, namun dalam proses pengolahan penurunan yang terjadi tidak konstan, dalam beberapa jam persentase penurunan baik kadar warna maupun krom mengalami penurunan dengan kata lain efektifitas zeolit akan menurun jika digunakan untuk waktu yang lama. Keadaan ini dinamakan dengan waktu jenuh zeolit. Hal ini dapat dilihat pada grafik zeolit berdiameter <0,5 cm dan >0,5 cm dalam menurunkan warna dan krom di bawah ini.

a. Zat Warna Naftol



Gambar 29. Grafik Hubungan diameter zeolit dengan waktu jenuh pada zat warna (naftol

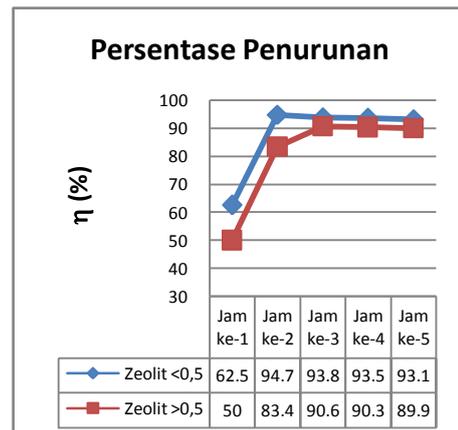
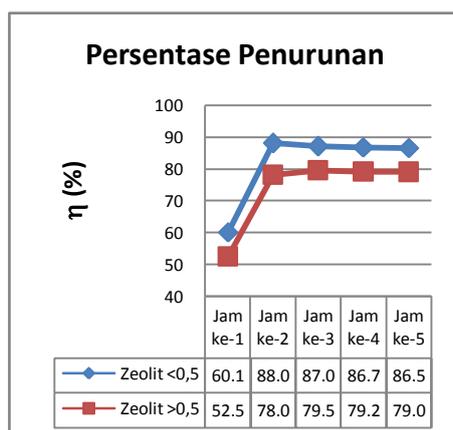
Gambar 30. Grafik Hubungan diameter zeolit dengan waktu jenuh pada krom total (naftol



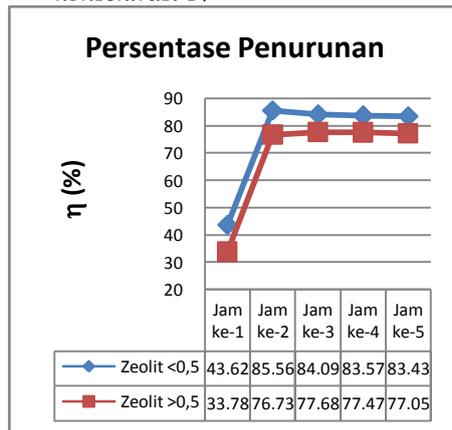
Gambar 31. Grafik Hubungan diameter zeolit dengan waktu jenuh pada zat warna (naftol konsentrasi 2)

Gambar 32. Grafik Hubungan diameter zeolit dengan waktu jenuh pada krom total (naftol konsentrasi

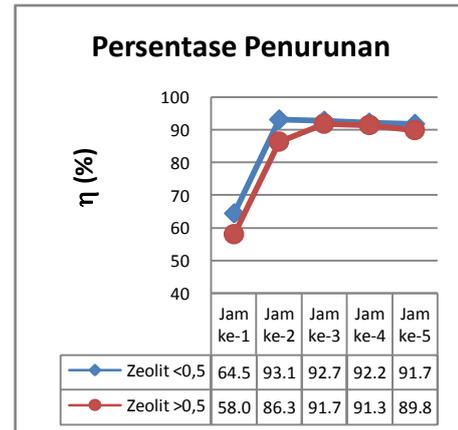
b. Zat Warna Grey Lanaset



Gambar 33. Grafik Hubungan diameter zeolit dengan waktu jenuh pada zat warna (grey lanaset konsentrasi 1)



Gambar 34. Grafik Hubungan diameter zeolit dengan waktu jenuh pada krom total (grey lanaset konsentrasi 1)



Gambar 35. Grafik Hubungan diameter zeolit dengan waktu jenuh pada zat warna (grey lanaset konsentrasi 1)

Dari grafik persentase di atas terlihat bahwa pada zeolit dengan diameter <math><0,5</math> cm persentase penurunan tertinggi terjadi pada jam ke-2 kemudian menurun pada jam ke-3 sampai jam ke-5, yang berarti efektifitas zeolit dalam menurunkan kadar warna dan krom total akan menurun setelah jam ke-2. Sedangkan pada zeolit dengan diameter >math>>0,5</math> cm persentase penurunan tertinggi terjadi pada jam ke-3 kemudian menurun pada jam ke-4 dan jam ke-5, yang berarti bahwa efektifitas zeolit yang berdiameter >math>>0,5</math> cm akan menurun setelah jam ke-3.

Dari grafik di atas, kita dapat mengetahui bahwa ada hubungan antara diameter zeolit dengan waktu jenuh zeolit, semakin kecil diameter zeolit maka semakin cepat zeolit mengalami masa jenuh, hal ini disebabkan karena semakin kecil diameter zeolit maka semakin luas permukaan zeolit yang mengakibatkan proses adsorpsi serta pertukaran ion

akan semakin besar/meningkat sehingga membuat zeolit akan cepat mencapai masa jenuhnya, sedangkan diameter zeolit yang besar akan membuat ruang berongga, jadi kadar warna yang diadsorpsi dan krom total yang akan dipertukarkan oleh zeolit akan semakin sedikit karena air akan mudah untuk melewati zeolit tersebut, hal ini menyebabkan zeolit akan lebih lama mencapai masa jenuhnya. Oleh karena itu, waktu jenuh perlu diperhatikan dalam proses pengolahan dengan menggunakan media zeolit untuk mendapatkan hasil yang lebih maksimal.

4. Hubungan Karakteristik Fisik Zeolit Terhadap Hasil Pengujian

Sebelum penelitian ini dilakukan, terlebih dahulu dilakukan pengujian tentang karakteristik fisik zeolit yang meliputi pengujian analisa saringan agregat halus dan kasar, serta pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus dan kasar (terlampir). Dengan mengacu pada SNI 03-1968-2008 untuk perhitungan analisa saringan agregat kasar saringan yang digunakan adalah saringan no. $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{8}$, dan no. 4 sedangkan untuk analisa saringan agregat halus digunakan saringan no. 4, 8, 30, 50, 100, dan 200. Perbedaan agregat halus dan kasar inilah yang digunakan untuk dimasukkan ke tiap bak pengolahan.

Dari hasil pengolahan diperoleh bahwa zeolit yang termasuk dalam kategori agregat halus ($\phi < 0,5$ cm) lebih efektif dalam menurunkan kadar warna maupun krom dibandingkan dengan zeolit yang termasuk dalam

kategori agregat kasar ($\phi > 0,5$ cm). Oleh karena itu kita dapat menarik kesimpulan bahwa ada hubungan antara diameter zeolit terhadap penurunan kadar warna dan krom, semakin halus zeolit yang digunakan maka semakin efektif yang dihasilkan. Dengan kata lain bila diameter butiran zeolit kecil maka akan meningkatkan penyaringan. Hal ini disebabkan karena apabila diameter zeolit yang digunakan kecil, maka luas permukaannya akan lebih luas yang menyebabkan adsorpsi serta pertukaran ion oleh zeolit akan semakin banyak, sedangkan diameter zeolit yang besar akan membuat ruang berongga, jadi krom yang akan dipertukarkan oleh zeolit akan semakin sedikit karena air akan mudah untuk melewati zeolit tersebut.

Dari hasil pengujian penyerapan air agregat kasar dan halus juga memperoleh hasil bahwa zeolit dengan butiran lebih kecil lebih banyak menyerap air dibandingkan dengan zeolit dengan butiran lebih besar, hal ini diakibatkan karena zeolit yang berukuran lebih kecil memiliki luas permukaan yang lebih luas dibandingkan dengan zeolit yang berukuran lebih besar, penyerapan ini memungkinkan karena sebelum direndam ke dalam air terlebih dahulu zeolit dikeringkan di dalam oven bersuhu $115\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam sehingga terbentuk suatu rongga dengan permukaan yang lebih besar, sehingga zeolit mampu menyerap gas maupun cairan dengan baik. Ini terbukti dari hasil pengolahan air limbah yang menunjukkan bahwa zeolit yang butirannya halus lebih efektif dalam menurunkan kadar warna dan krom dibandingkan zeolit yang butirannya kasar.

Oleh karena itu, sebelum melakukan pengolahan dengan menggunakan media zeolit, sebaiknya dilakukan pengujian karakteristik fisik zeolit yang akan digunakan terlebih dahulu untuk menemukan ukuran produk yang kita inginkan, sebagai tahap awal dalam pengolahan limbah dan untuk mengetahui besarnya penyerapan yang dapat dilakukan oleh media zeolit tersebut.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil penelitian terlihat bahwa ada pengaruh ukuran diameter zeolit terhadap penurunan kadar warna dan krom, bahwa ukuran diameter zeolit berbanding terbalik dengan efektifitas penurunan, semakin kecil ukuran diameter zeolit maka semakin besar penurunan yang kita dapat, sedangkan semakin besar ukuran diameter zeolit maka semakin kecil penurunan yang kita dapatkan.
2. Untuk penurunan kadar warna setelah dilakukan pengolahan dengan menggunakan zeolit berdiameter $<0,5$ cm kadar warna mengalami penurunan dengan efektifitas penurunan rata-rata sebesar 85,4%. Sedangkan pengolahan dengan menggunakan zeolit berdiameter $>0,5$ cm kadar warna mengalami penurunan dengan efektifitas penurunan rata-rata sebesar 77,6%. Untuk parameter krom total setelah dilakukan pengolahan dengan menggunakan zeolit berdiameter $<0,5$ cm krom total mengalami penurunan dengan efektifitas penurunan rata-rata sebesar 92,2 %. Sedangkan pengolahan dengan menggunakan zeolit berdiameter $>0,5$ cm krom total mengalami penurunan dengan efektifitas penurunan sebesar 86,65%.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka disarankan beberapa hal sebagai berikut

1. Sebaiknya dilakukan pemeriksaan dan pengamatan lain untuk menguji kemampuan zeolit dalam menguraikan beberapa senyawa-senyawa kimia lain.
2. Sebaiknya pemeriksaan inlet dilakukan setiap kali pengambilan sampel air hasil olahan sehingga data yang diperoleh lebih akurat.
3. Sebaiknya peneliti selanjutnya mencoba menggunakan variasi waktu tinggal untuk mengetahui waktu tinggal yang paling efektif dengan menggunakan zeolit.
4. Sebaiknya para pengusaha industri tekstil dalam skala kecil memiliki instalasi sendiri untuk mengolah air limbah buangan sebelum dilepaskan ke badan air di sekitar pabrik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adamson, A.W.,1990. *Physical Chemistry of Surface*. California: John Wiley & Sons, Inc.
- Ahmad, M.M.2008.13. *Dasar-Dasar Zat Warna*. Yogyakarta: UGM
- Amelia, 2003. *Skripsi Optimasi Zeolit Alam Untuk Dehumudifikasi*. Universitas Dipenogoro, Semarang.
- Arifin, 2009. *Potensi Zeolit Bayah Kab. Lebak sebagai media adsorpsi limbah zat warna tekstil*. Madiun.
- Atkins, P.W., (1990), *Kimia Fisika edisi ke IV*, Jakarta: Erlangga.
- Barrer, R.M. (1982), Jakarta: Erlangga.
- Barrer, R.M. (1982), *Hydrothermal Chemistry of Zeolites*, Academic Press Inc, London.
- Breck, D.W. (1974) *Zeolite Molecular Sieves: Structure, Chemistry and Use*, Wiley, New York.
- Dian Kusuma Rini. 2010. *Degradasi Senyawa Permetrin Dengan Menggunakan Zeolit Alam Terpilar TiO₂-Anatase Secara Sonolisis*, Ecolab, Vol.5, No. 1, 1-44.
- Farid Makmur, 2011. *Penurunan Fe Pada Sumur Gali Menggunakan Zeolit*. Karya Ilmiah. Poltekes Makassar.
- Flanigen, E.M. dan Khatami, H., 1971 *Infrared Structural Studies of Zeolite framework*, New York: Union Carbide Corporation.
- Huntsman. 2007. *Textile Effects LANASET® dyes*. USA
- Ismaryata. 1999. *The Study of Acidic Washiong Temperature and Calcination Effects on Modification Process of Natural Zeolite as an Anion Exchanger*. Laporan Penelitian. Semarang: UNDIP.
- Kusmadi, I. S. 2002. *Kajian Sifat Adsorpsi Zeolit terhadap Zat Warna Sintesis dan Optimasinya*. Semarang. UNNES.
- Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta: UI Press.

- Khairinal dan Trisunaryanti, W. 2000. *Dealuminasi Zeolit Alam Wonosari dengan Perlakuan Asam dan Proses Hidrotermal*. Yogyakarta: UGM.
- Las, Thamzil. 2004. *Potensi Zeolit untuk mengolah Limbah Industri dan Radiaktif dalam* [http:// www.batan.go.id/p2pip/artikel/zeolit.html](http://www.batan.go.id/p2pip/artikel/zeolit.html) (diakses, 28 JUNI 2013).
- Marco, 2010. *Zeolites and Clay Minerals as Sorbents and Molecules Academic Press*, New York.
- Martin A, Andi. 2000. *Preparasi dan Karakterisasi Katalis Cu-Zeolit*. Skripsi. Semarang: UNDIP.
- Nina, Khairun, dkk. 2007. *Penentuan Kandungan unsur krom dalam Limbah Tekstil dengan metode analisis pengaktifan neutron*. Yogyakarta: Universitas Diponegoro.
- Noor, Slamet. 2008. *Tinjauan Kesetimbangan Adsorpsi Tembaga dalam Limbah Pencuci PCB dengan Zeolit*, Universitas Tinggi Teknologi Nuklir-Batam.
- Renita Manurung, dkk. 2004. *Perombakan Zat Warna Azo Reaktif Secara Anaerob-Aerob*. Sumatera utara : Fakultas Teknik Jurusan Teknik Kimia.
- Said, Nusa Idaman. 2002. *Kualitas Air Minum Dan Dampaknya Terhadap Kesehatan*. Jakarta: Pusat Pengkajian Dan Penerapan Teknologi Lingkungan (P3TL)
- Sagara, 2003. *Zat Warna Kompleks Logam*, Blog. Yogyakarta.
- Setyowati, Penny. 2002. *Zeolit Sebagai Bahan Pengisi Pada Kompon Karet Ditinjau Dari Sifat Fisika Vulkanisatnya*. Yogyakarta: Majalah Barang Kulit, Karet Dan Plastik, Vol. VIII No.2.
- Sugiharto (1987), *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*, Jakarta: Cetakan Pertama, UI Press.
- Sutarti. 1994. *Pemanfaatan Mineral Zeolit Alam Untuk Mendukung Kelestarian Lingkungan*. BATAN: Prossiding Seminar Teknologi Pengolahan Limbah II.
- Sutarti, Musi dan Minta Rahmawati. 1994. *Zeolit Tinjauan Literatur*. LIPI Jakarta
- Thamzil LAS, dkk. 2006 *Kajian Penggunaan Adsorben Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Zat Pewarna Tekstil*. Fakultas Mipa. Universitas Yogyakarta.

Triyatno. 2004. Kapasitas Adsorpsi Alga *Chlorella Sp* Yang Dimobilisasi Dalam Silika Gel Terhadap Ion Logam Cu (II) DALAM Limbah Industri Kuningan. Skripsi, Semarang: UNNES

Undang-Undang Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup No. 4 Tahun 1982.

Wahyuni, Sri. 2003. Buku Ajar Kimi Fisika 2. Semarang: UNNES

Weller. 1994. *Pengaktifan Zeolit Lampung dengan Berbagai Perlakuan*”, Jurnal Sains dan Teknologi vol. 4, no. 2. 1998.

Lampiran 1. Surat Permohonan Pengambilan Sampel

Lampiran 2. Surat Permohonan Penelitian dan Pemeriksaan Sampel

Lampiran 3. Hasil Pemeriksaan Laboratorium

Lampiran 4. Peraturan Gubernur Nomor 69 Tahun 2010 tentang baku mutu
limbah cair bagi kegiatan industri tahu

Lampiran 5. Gambar Desain Alat Pengolahan



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Makassar, 90245, Sulawesi Selatan
☎ (0411) 586015, 586262 Fax (0411) 586015.
<http://eng.unhas.ac.id> E-mail: teknik@unhas.ac.id

Nomor : *10/16*/UN4.8.1/PP.28/2013

20 Juni 2013

Hal : Permohonan penelitian dan pemeriksaan sampel

Yth.

Ketua Jurusan Kesehatan Lingkungan
Poltekkes Kemenkes
Makassar

Dengan hormat, dalam rangka penyelesaian Skripsi/Tugas Akhir pada Program Studi Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, maka kami mohon kiranya dapat diberi kesempatan untuk melakukan penelitian dan pemeriksaan sampel pada perusahaan / instansi bapak/ibu, bagi mahasiswa yang tercantum dibawah ini :

Nama / NIM : 1. Putri Aulia Halim / D12109273
2. A. Fariz Perdana / D12109264
3. Dwi Ancella Yudha / D12.09255

Atas perhatian dan kerjasama yang baik kami sampaikan terima kasih.

dan Dekan,

wakil Dekan Bidang Akademik.



Dr. Ir. Muhammad Ramli, M.T.

NIP 19680718 199309 1 001

Tembusan :

1. Dekan FT-UH;
2. Ketua Jurusan Teknik Sipil FT-UH.





KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
POLITEKNIK KESEHATAN MAKASSAR
JURUSAN KESEHATAN LINGKUNGAN

Jln. Wijaya Kusuma I/2 Komp. Kesehatan Banta-Bantaeng
Makassar Kode Pos 90222 Telp. (0411) 853497



HASIL PEMERIKSAAN LABORATORIUM

Nama Pengambil : Andi Fariz Permana
Lokasi Pengambilan : Tekstil Batik Istinana
Jenis Pemeriksaan : Kimia
Jenis Sampel : Zat Warna Naftol
Tanggal Pemeriksaan : 2 – 5 Oktober 2013

Parameter	Kode Sampel	Batasan Maksimum Yang Dbolehkan	Satuan	Hasil Pemeriksaan
Krom Total	I / AW / < 0,5-0 / X / 13	1,0	mg/l	1,0816
	I / < 0,5 - 1 / X / 13			0,123
	I / < 0,5 - 2 / X / 13			0,054
	I / < 0,5 - 3 / X / 13			0,059
	I / < 0,5 - 4 / X / 13			0,063
	I / < 0,5 - 5 / X / 13			0,068
	I / > 0,5 - 1 / X / 13			0,251
	I / > 0,5 - 2 / X / 13			0,166
	I / > 0,5 - 3 / X / 13			0,101
	I / > 0,5 - 4 / X / 13			0,106
	I / > 0,5 - 5 / X / 13			0,110
	II / AW / < 0,5-0 / X / 13			1,3122
	II / < 0,5 - 1 / X / 13			0,155
	II / < 0,5 - 2 / X / 13			0,091
	II / < 0,5 - 3 / X / 13			0,099
	II / < 0,5 - 4 / X / 13			0,104
	II / < 0,5 - 5 / X / 13			0,108
	II / > 0,5 - 1 / X / 13			0,283
	II / > 0,5 - 2 / X / 13			0,187
	II / > 0,5 - 3 / X / 13			0,121
II / > 0,5 - 4 / X / 13	0,126			
II / > 0,5 - 5 / X / 13	0,131			
Kadar Warna	I / AW / < 0,5-0 / X / 13	-	PtCo	2785
	I / < 0,5 - 1 / X / 13			479
	I / < 0,5 - 2 / X / 13			343
	I / < 0,5 - 3 / X / 13			350
	I / < 0,5 - 4 / X / 13			355
	I / < 0,5 - 5 / X / 13			359
	I / > 0,5 - 1 / X / 13			699



KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
POLITEKNIK KESEHATAN MAKASSAR
JURUSAN KESEHATAN LINGKUNGAN

Jln. Wijaya Kusuma I/2 Komp. Kesehatan Banta-Bantaeng
Makassar Kode Pos 90222 Telp. (0411) 853497



I / > 0,5 - 2 / X / 13	601
I / > 0,5 - 3 / X / 13	575
I / > 0,5 - 4 / X / 13	579
I / > 0,5 - 5 / X / 13	584
II / AW / < 0,5-0 / X / 13	2918
II / < 0,5 - 1 / X / 13	552
II / < 0,5 - 2 / X / 13	399
II / < 0,5 - 3 / X / 13	420
II / < 0,5 - 4 / X / 13	426
II / < 0,5 - 5 / X / 13	430
II / > 0,5 - 1 / X / 13	743
II / > 0,5 - 2 / X / 13	655
II / > 0,5 - 3 / X / 13	632
II / > 0,5 - 4 / X / 13	638
II / > 0,5 - 5 / X / 13	642

Makassar, 4 Oktober 2013

Mengetahui,

Ketua Jurusan Kesehatan Lingkungan



Hj. Wahyuni Sahani, ST, M.Si
NIP. 19690525 1992032 001

An. Ketua Pranata Laboratorium

Stientie SKM
NIP. 19710906 200701 2 018



KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
POLITEKNIK KESEHATAN MAKASSAR
JURUSAN KESEHATAN LINGKUNGAN

Jln. Wijaya Kusuma I/2 Komp. Kesehatan Banta-Bantaeng
Makassar Kode Pos 90222 Telp. (0411) 853497



HASIL PEMERIKSAAN LABORATORIUM

Nama Pengambil : Andi Fariz Permana
Lokasi Pengambilan : Tekstil Batik Istinana
Jenis Pemeriksaan : Kimia
Jenis Sampel : Zat Warna Grey Lanaset
Tanggal Pemeriksaan : 2 – 5 Oktober 2013

Parameter	Kode Sampel	Batasan Maksimum Yang Dibolehkan	Satuan	Hasil Pemeriksaan
Krom Total	I / AW / < 0,5-0 / X / 13	1,0	mg/l	1,124
	I / < 0,5 - 1 / X / 13			0,128
	I / < 0,5 - 2 / X / 13			0,059
	I / < 0,5 - 3 / X / 13			0,069
	I / < 0,5 - 4 / X / 13			0,073
	I / < 0,5 - 5 / X / 13			0,077
	I / > 0,5 - 1 / X / 13			0,261
	I / > 0,5 - 2 / X / 13			0,186
	I / > 0,5 - 3 / X / 13			0,105
	I / > 0,5 - 4 / X / 13			0,109
	I / > 0,5 - 5 / X / 13			0,113
	II / AW / < 0,5-0 / X / 13			1,401
	II / < 0,5 - 1 / X / 13			0,159
	II / < 0,5 - 2 / X / 13			0,096
	II / < 0,5 - 3 / X / 13			0,102
	II / < 0,5 - 4 / X / 13			0,109
	II / < 0,5 - 5 / X / 13			0,115
	II / > 0,5 - 1 / X / 13			0,295
	II / > 0,5 - 2 / X / 13			0,191
	II / > 0,5 - 3 / X / 13			0,115
II / > 0,5 - 4 / X / 13	0,121			
II / > 0,5 - 5 / X / 13	0,142			
Kadar Warna	I / AW / < 0,5-0 / X / 13	-	PtCo	2781
	I / < 0,5 - 1 / X / 13			421
	I / < 0,5 - 2 / X / 13			332
	I / < 0,5 - 3 / X / 13			360
	I / < 0,5 - 4 / X / 13			369
	I / < 0,5 - 5 / X / 13			373
	I / > 0,5 - 1 / X / 13			711



KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
POLITEKNIK KESEHATAN MAKASSAR
JURUSAN KESEHATAN LINGKUNGAN

Jln. Wijaya Kusuma I/2 Komp. Kesehatan Banta-Bantaeng
Makassar Kode Pos 90222 Telp. (0411) 853497



I / > 0,5 - 2 / X / 13	610
I / > 0,5 - 3 / X / 13	570
I / > 0,5 - 4 / X / 13	578
I / > 0,5 - 5 / X / 13	583
II / AW / < 0,5 - 0 / X / 13	2854
II / < 0,5 - 1 / X / 13	544
II / < 0,5 - 2 / X / 13	412
II / < 0,5 - 3 / X / 13	454
II / < 0,5 - 4 / X / 13	469
II / < 0,5 - 5 / X / 13	473
II / > 0,5 - 1 / X / 13	751
II / > 0,5 - 2 / X / 13	664
II / > 0,5 - 3 / X / 13	637
II / > 0,5 - 4 / X / 13	643
II / > 0,5 - 5 / X / 13	655

Makassar, 5 Oktober 2013

Mengetahui,
Ketua Jurusan Kesehatan Lingkungan



Hj. Wahyuni Sahani, ST, M.Si
NIP.19690525 1992032 001

An. Ketua Pranata Laboratorium

Stientje, SKM
NIP.19710906 200701 2 018



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN

Kampus Tamalanrea, Jln. Perintis Kemerdekaan KM. 10, Makassar 90245

No : 0 / Lab. Struktur dan Bahan / X / 2013
Pemilik Sampel : Andi Fariz Permana
Pekerjaan : Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar
Tanggal Percobaan : 16 - 18 Oktober 2013
Lokasi Percobaan : Laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Teknik Sipil FT Unhas

PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR AGREGAT KASAR

(Specific Gravity and Absorption of Coarse Aggregate)

	A	B	Rata-Rata
Berat benda uji kering oven (B_k)	2500	2500	2500
Berat benda uji kering permukaan jenuh (B_j)	2783	2702	2742,5
Berat benda uji di dalam air (B_a)	1393	1367	1380

	A	B	Rata-Rata
Berat Jenis (Bulk) $\frac{B_k}{B_j - B_a}$	1,80	1,87	1,84
Berat jenis kering permukaan jenuh $\frac{B_j}{B_j - B_a}$	2,00	2,02	2,01
Berat jenis semu (Apparent) $\frac{B_k}{B_k - B_a}$	2,26	2,21	2,23
Penyerapan (Absorption) $\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$	11,32	8,08	9,70

Makassar, 30 Oktober 2013

Diperiksa Oleh:
Staf Laboratorium Struktur dan Bahan



Sudirman Sitang, ST
NIP. 130 931 567



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN

Kampus Tamalanrea, Jln. Perintis Kemerdekaan KM. 10, Makassar 90245

No : 0 / Lab. Struktur dan Bahan / X / 2013
Pemilik Sampel : Andi Fariz Permana
Pekerjaan : Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar
Tanggal Percobaan : 16 - 18 Oktober 2013
Lokasi Percobaan : Laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Teknik Sipil FT Unhas

PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AIR AGREGAT KASAR

(Specific Gravity and Absorption of Coarse Aggregate)

	A	B	Rata-Rata
Berat benda uji kering oven (B_k)	2500	2500	2500
Berat benda uji kering permukaan jenuh (B_j)	2783	2702	2742,5
Berat benda uji di dalam air (B_a)	1393	1367	1380

	A	B	Rata-Rata
Berat Jenis (Bulk) $\frac{B_k}{B_j - B_a}$	1,80	1,87	1,84
Berat jenis kering permukaan jenuh $\frac{B_j}{B_j - B_a}$	2,00	2,02	2,01
Berat jenis semu (Apparent) $\frac{B_k}{B_k - B_a}$	2,26	2,21	2,23
Penyerapan (Absorption) $\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$	11,32	8,08	9,70

Makassar, 30 Oktober 2013

Diperiksa Oleh:
Staf Laboratorium Struktur dan Bahan



Sudirman Sitang, ST
NIP. 130 931 567



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN

Kampus Tamalanrea, Jln. Perintis Kemerdekaan KM. 10, Makassar 90245

No : I / Lab. Struktur dan Bahan / X / 2013
Pemilik Sampel : Andi Fariz Permana
Pekerjaan : Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar
Tanggal Percobaan : 16 - 18 Oktober 2013
Lokasi Percobaan : Laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Teknik Sipil FT Unhas

PENGUJIAN ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS DAN KASAR

Berat Bahan Kering = 2500 gram

Saringan	Berat Tertahan (gram)	Jumlah Berat Tertahan (gram)	Jumlah Persen	
			Tertahan	Lewat
3/4	0	0	0	100
1/2	0	0	0	100
3/8	4,4	4,4	0,2	99,8
No. 4	1495,6	1500,0	59,8	40,2
No. 8	612,3	2112,3	24,5	75,5
No. 20	-	-	-	-
No. 30	235,5	2347,8	9,4	90,6
No. 40	-	-	-	-
No. 50	134,5	2482,3	5,4	94,6
No. 80	-	-	-	-
No. 100	13,4	2495,7	0,5	99,5
No. 200	3,2	2498,9	0,1	99,9
Pan	1,1	2500	0,0	100,0
Jumlah	2500			

Makassar, 30 Oktober 2013



Diperiksa Oleh:
Staf Laboratorium Struktur dan Bahan

Sudirman Sitang, ST
NIP. 130 931 567

Lampiran 4. Peraturan Gubernur Nomor 69 Tahun 2010 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri tekstil

PARAMETER	KADAR MAKSI MUM (mg/l)	BEBAN PENCEMARAN MAKSIMUM (kg/ton)							
		Tekstil terpadu	Pencucian kapas pemintalan	Perekatan (sizing)	Pengikisan pemasakan	Pemuca tan	Merseri sasi	Pencelup an	Pencetakan
BOD ₅	50	6	0.42	0.6	1.44	1.08	0.9	1.2	0.36
COD	150	15	1.05	1.5	3.6	2.7	2.25	3.0	0.9
TSS	50	5	0.35	0.5	1.2	0.9	0.75	1.0	0.3
Fenol Total	0.5	0.05	0.004	0.005	0.012	0.009	0.008	0.01	0.003
Krom Total	1.0	0.1	-	-	-	-	-	0.02	0.006
Amonia Total (NH ₃ -N)	8.0	0.8	0.056	0.008	0.192	0.144	0.12	0.16	0.048
Sulfida (sebagai S)	0.3	0.03	0.02	0.003	0.007	0.005	0.005	0.006	0.002
Minyak dan lemak	3.0	0.3	0.21	0.03	0.07	0.054	0.045	0.06	0.018
pH	6.0-9.0								
Miyak dan lemak		100	7	10	24	18	15	20	6

Lampiran 6. Perhitungan Kecepatan aliran pada masing-masing pipa

Diketahui : diameter pipa = 4 inchi = 10,16 cm

Tinggi pipa = 100 cm

Ketebalan zeolit = 50 cm

$$\begin{aligned} \text{Volume pipa} &= \pi r^2 \cdot t \\ &= 3,14 (5,08)^2 (100) \\ &= 8103 \text{ cm}^3 \approx 8,1 \text{ liter} \end{aligned}$$

Perhitungan porositas zeolit dengan eksperimen :

- a. Untuk pipa berisi zeolit dengan diameter <0,5 cm

Volume air tanpa media (ml)

$$\text{Porositas media} = \frac{\text{Volume air berisi media (ml)}}{\text{Volume air tanpa media (ml)}} \times 100\%$$

Volume air berisi media (ml)

8900

$$= \frac{8900}{12500} \times 100 \% = 71\%$$

12500

- b. Untuk pipa berisi zeolit dengan diameter >0,5 cm

Volume air tanpa media (ml)

$$\text{Porositas media} = \frac{\text{Volume air berisi media (ml)}}{\text{Volume air tanpa media (ml)}} \times 100\%$$

Volume air berisi media (ml)

8900

$$= \frac{8900}{11650} \times 100 \% = 76\%$$

11650

Perhitungan volume efektif masing-masing pipa dengan waktu pengaliran

2 jam:

a. Untuk pipa yang berfungsi sebagai bak kontrol (tidak berisi media) :

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan aliran} &= \frac{\text{v.pipa (liter)}}{\text{Waktu pengaliran (menit)}} = \frac{8,1}{60} = 0,135 \text{ ltr/mnt} \\ &= 135 \text{ ml/mnt} \end{aligned}$$

b. Untuk pipa berisi zeolit dengan diameter <0,5 cm :

$$\begin{aligned} \text{Volume efektif} &= \text{V.pipa (liter)} \times \text{porositas} \\ &= 8,1 \times 71\% \\ &= 5,751 \text{ liter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan aliran} &= \frac{\text{v.pipa (liter)}}{\text{Waktu pengaliran (menit)}} \times \text{porositas} \\ &= \frac{8,1}{60} \times 71\% = 0,096 \text{ liter/menit} \\ &= 96 \text{ ml/menit} \end{aligned}$$

c. Untuk pipa berisi zeolit dengan diameter >0,5 cm :

$$\begin{aligned} \text{Volume efektif} &= \text{V.pipa (liter)} \times \text{porositas} \\ &= 8,1 \times 76\% \\ &= 6,156 \text{ liter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan aliran} &= \frac{\text{v.pipa (liter)}}{\text{Waktu pengaliran (menit)}} \times \text{porositas} \\ &= \frac{8,1}{60} \times 76\% = 0,102 \text{ liter/menit} \\ &= 102 \text{ ml/menit} \end{aligned}$$

Lampiran 8. Kadar Warna Sebelum dan Sesudah Pengolahan Dengan Menggunakan Zeolit $\phi < 0,5$ cm dan $\phi > 0,5$ cm (Zat Warna Naftol, Konsentrasi I)

Zeolit	Waktu Tinggal (jam)	Kadar Warna (PtCo)		Selisih	η (%)
		Sebelum	Sesudah		
$\phi < 0,5$ cm	0	2875	-	-	-
	1	2875	1202	1673	58,19
	2	2875	343	2532	88,07
	3	2875	350	2525	87,83
	4	2875	355	2520	87,65
	5	2875	359	2516	87,51
$\phi > 0,5$ cm	0	2875	-	-	-
	1	2875	1323	1552	53,98
	2	2875	601	2274	79,10
	3	2875	575	2300	80,00
	4	2875	579	2296	79,86
	5	2875	584	2291	79,69

Lampiran 9. Konsentrasi Krom Total Sebelum dan Sesudah Pengolahan Dengan Menggunakan Zeolit $\phi < 0,5$ cm dan $\phi > 0,5$ cm (Zat Warna Naftol, Konsentrasi I)

Zeolit	Waktu Tinggal (jam)	Krom Total (mg/l)		Selisih	η (%)
		Sebelum	Sesudah		
$\phi < 0,5$ cm	0	1,0816	-	-	-
	1	1,0816	0,432	0,6496	60,06
	2	1,0816	0,054	1,0276	95,01
	3	1,0816	0,059	1,0226	94,55
	4	1,0816	0,063	1,0186	94,18
	5	1,0816	0,068	1,0136	93,71
$\phi > 0,5$ cm	0	1,0816	-	-	-
	1	1,0816	0,553	0,5286	48,87
	2	1,0816	0,166	0,9156	84,65
	3	1,0816	0,101	0,9806	90,66
	4	1,0816	0,106	0,9756	90,20
	5	1,0816	0,110	0,9716	89,83

Lampiran 10. Konsentrasi Kadar Warna Sebelum dan Sesudah Pengolahan Dengan Menggunakan Zeolit $\phi < 0,5$ cm dan $\phi > 0,5$ cm (Zat Warna Naftol, Konsentrasi II)

Zeolit	Waktu Tinggal (jam)	Kadar Warna (PtCo)		Selisih	η (%)
		Sebelum	Sesudah		
$\phi < 0,5$ cm	0	2918	-	-	-
	1	2918	1320	1598	54,76
	2	2918	399	2519	86,33
	3	2918	420	2498	85,61
	4	2918	426	2492	85,48
	5	2918	430	2488	85,26
$\phi > 0,5$ cm	0	2918	-	-	-
	1	2918	1598	1320	45,24
	2	2918	655	2263	77,55
	3	2918	632	2286	78,34
	4	2918	638	2280	78,14
	5	2918	642	2276	78,00

Lampiran 11. Konsentrasi Krom Total Sebelum dan Sesudah Pengolahan Dengan Menggunakan Zeolit $\phi < 0,5$ cm dan $\phi > 0,5$ cm (Zat Warna Naftol, Konsentrasi II)

Zeolit	Waktu Tinggal (jam)	Krom Total (mg/l)		Selisih	η (%)
		Sebelum	Sesudah		
$\phi < 0,5$ cm	0	1,3122	-	-	-
	1	1,3122	0,498	0,8142	62,05
	2	1,3122	0,091	1,2212	93,07
	3	1,3122	0,099	1,2132	92,46
	4	1,3122	0,104	1,2082	92,07
	5	1,3122	0,108	1,2042	91,77
$\phi > 0,5$ cm	0	1,3122	-	-	-
	1	1,3122	0,601	0,7112	54,20
	2	1,3122	0,187	1,1252	85,75
	3	1,3122	0,121	1,1912	90,78
	4	1,3122	0,126	1,1862	90,40
	5	1,3122	0,131	1,1812	90,02

Lampiran 12. Konsentrasi Kadar Warna Sebelum dan Sesudah Pengolahan Dengan Menggunakan Zeolit $\phi < 0,5$ cm dan $\phi > 0,5$ cm (Zat Warna Grey Lanaset, Konsentrasi I)

Zeolit	Waktu Tinggal (jam)	Kadar Warna (PtCo)		Selisih	η (%)
		Sebelum	Sesudah		
$\phi < 0,5$ cm	0	2781	-	-	-
	1	2781	1109	1672	60,12
	2	2781	332	2449	88,06
	3	2781	360	2421	87,06
	4	2781	369	2412	86,73
	5	2781	373	2408	86,59
$\phi > 0,5$ cm	0	2781	-	-	-
	1	2781	1320	1461	52,54
	2	2781	610	2171	78,07
	3	2781	570	2211	79,50
	4	2781	578	2203	79,22
	5	2781	583	2198	79,04

Lampiran 13. Konsentrasi Krom Total Sebelum dan Sesudah Pengolahan Dengan Menggunakan Zeolit $\phi < 0,5$ cm dan $\phi > 0,5$ cm (Zat Warna Grey Lanaset, Konsentrasi I)

Zeolit	Waktu Tinggal (jam)	Krom Total (mg/l)		Selisih	η (%)
		Sebelum	Sesudah		
$\phi < 0,5$ cm	0	1,124	-	-	-
	1	1,124	0,421	0,703	62,54
	2	1,124	0,059	1,065	94,75
	3	1,124	0,069	1,055	93,86
	4	1,124	0,073	1,051	93,51
	5	1,124	0,077	1,047	93,15
$\phi > 0,5$ cm	0	1,124	-	-	-
	1	1,124	0,562	0,562	50,00
	2	1,124	0,186	0,938	83,45
	3	1,124	0,105	1,019	90,66
	4	1,124	0,109	1,015	90,30
	5	1,124	0,113	1,011	89,95

Lampiran 14. Konsentrasi Kadar Warna Sebelum dan Sesudah Pengolahan Dengan Menggunakan Zeolit $\phi < 0,5$ cm dan $\phi > 0,5$ cm (Zat Warna Grey Lanaset, Konsentrasi II)

Zeolit	Waktu Tinggal (jam)	Kadar Warna (PtCo)		Selisih	η (%)
		Sebelum	Sesudah		
$\phi < 0,5$ cm	0	2854	-	-	-
	1	2854	1609	1245	43,62
	2	2854	412	2442	85,56
	3	2854	454	2400	84,09
	4	2854	469	2385	83,57
	5	2854	473	2381	83,43
$\phi > 0,5$ cm	0	2854	-	-	-
	1	2854	1890	964	33,78
	2	2854	664	2190	76,73
	3	2854	637	2217	77,68
	4	2854	643	2211	77,47
	5	2854	655	2199	77,05

Lampiran 15. Konsentrasi Krom Total Sebelum dan Sesudah Pengolahan Dengan Menggunakan Zeolit $\phi < 0,5$ cm dan $\phi > 0,5$ cm (Zat Warna Grey Lanaset, Konsentrasi II)

Zeolit	Waktu Tinggal (jam)	Krom Total (mg/l)		Selisih	η (%)
		Sebelum	Sesudah		
$\phi < 0,5$ cm	0	1,401	-	-	-
	1	1,401	0,497	0,904	64,53
	2	1,401	0,096	1,305	93,15
	3	1,401	0,102	1,299	92,72
	4	1,401	0,109	1,292	92,22
	5	1,401	0,115	1,286	91,79
$\phi > 0,5$ cm	0	1,401	-	-	-
	1	1,401	0,588	0,813	58,03
	2	1,401	0,191	1,210	86,37
	3	1,401	0,115	1,286	91,79
	4	1,401	0,121	1,280	91,36
	5	1,401	0,142	1,259	89,86

Lampiran 16. Dokumentasi pengambilan sampel pada industri tekstil Istinana Batik



Lampiran 17. Proses pembuatan dan persiapan alat pengolahan





Lampiran 18. Proses pengambilan sampel hasil olahan pada outlet alat



Lampiran 19. Sampel air limbah sebelum dan sesudah pengolahan

I



Zat Warna Grey Lanaset



Zat Warna Naftol