

SKRIPSI

**PENGGUNAAN BATU KERIKIL DAN ARANG AKTIF
SEBAGAI MEDIA *ROUGHING FILTER* ALIRAN *HORIZONTAL*
DALAM MENURUNKAN KADAR WARNA DAN COD DALAM
LIMBAH CETAK SABLON**

Oleh :

DEDI KUSBIANTORO

08.26.021



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2014**

100000

REKAM DOKUMEN DAN KEHIMPUNAN
KEMENTERIAN KEHIMPUNAN DAN KEHIMPUNAN
KEMENTERIAN KEHIMPUNAN DAN KEHIMPUNAN
KEMENTERIAN KEHIMPUNAN DAN KEHIMPUNAN
KEMENTERIAN KEHIMPUNAN DAN KEHIMPUNAN

010

DEPT. KEMENTERIAN

100000

REKAM DOKUMEN DAN KEHIMPUNAN
KEMENTERIAN KEHIMPUNAN DAN KEHIMPUNAN
KEMENTERIAN KEHIMPUNAN DAN KEHIMPUNAN
KEMENTERIAN KEHIMPUNAN DAN KEHIMPUNAN
KEMENTERIAN KEHIMPUNAN DAN KEHIMPUNAN

**LEMBAR PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**Penggunaan Batu Kerikil Dan Arang Aktif Sebagai Media *Roughing Filter*
Aliran *Horizontal* Dalam Menurunkan Kadar Warna Dan Cod Dalam
Limbah Cetak Sablon**

Disusun Oleh :

Dedi kusbiantoro

0826021


Menyetujui :

Tim Pembimbing

Dosen Pembimbing I


Candra Dwi Ratna, ST. MT.
NIP.Y. 1030000349

Dosen Pembimbing II


Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, M. Si
NIP.196106201991031002

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Lingkungan**




Candra Dwi Ratna, ST. MT.
NIP.Y. 1030000349



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

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

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

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

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

NAMA : DEDI KUSBIANTORO

NIM : 0826021

JURUSAN : TEKNIK LINGKUNGAN

**JUDUL : PENGGUNAAN BATU KERIKIL DAN ARANG AKTIF SEBAGAI MEDIA
ROUGHING FILTER ALIRAN HORIZONTAL DALAM MENURUNKAN
KADAR WARNA DAN COD DALAM LIMBAH CETAK SABLON**

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Ujian Skripsi Jenjang Program Strata Satu (S-1)

Pada Hari : Sabtu

Tanggal : 16 Agustus 2014

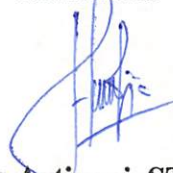
Dengan Nilai : B (67,07)

PANITIA UJIAN SKRIPSI

Ketua


Candra Dwi Ratna, ST. MT
NIP. Y. 1030000349

Sekretaris



Anis Artiyani, ST. MT
NIP. Y. 1030300384

ANGGOTA PENGUJI

Dosen Penguji I


Sudiro, ST. MT
NIP. Y. 1039900327

Dosen Penguji II


Anis Artiyani, ST. MT
NIP. Y. 1030300384

Kusbiantoro.,D.,Dwiratna.,C.,W.,Setyobudiarso.,H.,2013.,**Penggunaan Batu Kerikil Dan Arang aktif sebagai Media *Roughing Filter* aliran Horizontal dalam Menurunkan Kadar COD dan Warna pada Limbah Cetak Sablon.** Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional Malang.

ABSTRAK

Industri cetak sablon menghasilkan limbah cair yang cukup banyak, limbah yang dihasilkan berasal dari proses penyablonan, pencucian, dan pencetakan. Limbah industri cetak sablon mempunyai kadar COD sebesar 2870 mg/l dan Warna sebesar 65,05 Pt.Co. Limbah cetak sablon ini harus diolah terlebih dahulu sebelum masuk ke badan air atau lingkungan sekitarnya, sehingga memenuhi standart baku mutu limbah cair. Mengingat besarnya biaya pengolahan air limbah maka ditawarkan teknologi lingkungan tepat guna yang relatif murah, mudah dalam pengoperasian dan ramah lingkungan. Beberapa alternatif yang dikembangkan untuk pengolahan air limbah yang ramah lingkungan dan mudah diterapkan pada industri kecil atau skala rumah tangga salah satunya yang direkomendasikan adalah *Roughing Filter*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan *Roughing Filter* aliran horizontal sebagai *treatment* pendahuluan yang mempunyai definisi sebagai media pengendap pada rongga pori pada partikel media. Media yang digunakan adalah batu kerikil dan arang aktif dengan melakukan 3 variasi yaitu komposisi panjang media kerikil 75 cm dan arang aktif 25 cm, komposisi media kerikil 25 cm dan arang aktif 75 cm, komposisi media kerikil 50 cm dan arang aktif 50 cm, komposisi percampuran dua media (mix) dengan panjang 100 cm, dan waktu operasional yaitu 75 menit, 100 menit, 120 menit. Hasil penelitian menunjukkan persentase penurunan konsentrasi COD tertinggi pada komposisi media kerikil 50 cm : arang aktif 50 cm (K3) sebesar 77,1 % pada waktu operasional 120 menit, sedangkan untuk konsentrasi warna tertinggi pada komposisi percampuran dua media atau mix (K4) sebesar 86,30 % pada waktu operasional 120 menit.

Kata Kunci: Arang Aktif, COD, Kerikil, *Roughing filter*, Warna.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **“Penggunaan Batu Kerikil Dan Arang Aktif Sebagai Media *Roughing Filter* Aliran *Horizontal* Dalam Menurunkan Kadar COD Dan Warna Pada Limbah Cair”** ini tepat pada waktunya.

Skripsi ini disusun setelah melalui penelitian, analisa data dan pembahasan dari data yang telah diperoleh dari penelitian. Skripsi ini dapat terselesaikan berkat bantuan, kerja sama dan bimbingan dari semua pihak, oleh karena itu penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, MSi selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, masukan dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini.
2. Ibu Candra Dwi Ratna, ST. MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang dan dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, masukan dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini
3. Bapak Hardianto, ST., MT. selaku Dosen Wali Teknik Lingkungan 2008.
4. Dosen pengajar dan staf Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.
5. Teman-teman Teknik Lingkungan 2008 yang telah banyak membantu mulai dari awal sampai selesainya laporan skripsi ini.
6. Semua pihak yang telah ikut membantu dalam proses penyelesaian laporan skripsi ini.

Akhirnya penyusun berharap Laporan Skripsi ini dapat bermanfaat bagi almamater, khususnya para rekan-rekan mahasiswa Teknik Lingkungan ITN Malang dan masyarakat luas pada umumnya.

Malang, Agustus2013

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
ABSTRAK	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Ruang Lingkup Penelitian	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Industri Limbah sablon	4
2.2. Limbah Cair Industri Sablon	9
2.2.1. Dampak limbah Cair Industri Sablon	9
2.2.2. Biological Oxigen Demand (BOD)	9
2.2.3. Chemical Oxygen Demand (COD)	10
2.2.4. Total Suspended Solid (TSS)	11
2.2.5. pH	11
2.2.6. Warna	12
2.3. Konsep Dasar Filtrasi	12
2.3.1. Pengertian Filtrasi	13
2.3.2. Jenis-Jenis Filter	13
2.3.3. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses filtrasi	17
2.3.4. Media Filtrasi	18

2.4.	Media Yang Digunakan	19
2.4.1.	Arang Aktif	19
2.4.2.	Batu Kerikil	20
2.5.	Metode Pengolahan Data	21
2.5.1.	Analisis Data Statistik dalam Minitab	21
2.5.2.	Statistika Deskriptif	21
2.5.3.	Statistik Inferensi	22
2.5.4.	Analisis Korelasi	22
2.5.5.	Analisis ANOVA	23

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1.	Jenis Penelitian	24
3.2.	Lokasi Penelitian	24
3.3.	Variabel Penelitian	24
3.3.1.	Alat dan Bahan Penelitian	25
3.3.2.	Sampel Air limbah	25
3.3.3.	Alat	25
3.3.4.	Bahan	26
3.3.5.	Penyiapan media filter	26
3.3.6.	Pengoperasian alat	26
3.3.7.	Prosedur Analisis	27
3.3.8.	Analisa Statistik	27
3.4.	Kerangka Penelitian	28

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1.	Hasil Penelitian	30
4.2.	Analisis Statistik	32
4.2.1.	Analisis Deskriptif Untuk COD	32
4.2.2.	Analisis ANOVA Untuk COD	36
4.2.3.	Analisis Korelasi Untuk COD	38

4.2.4.	Analisis Deskriptif Untuk Warna	40
4.2.5.	Analisis ANOVA Untuk Warna.....	45
4.2.6.	Analisis Korelasi Untuk Warna	47
4.3.	Pembahasan Konsentrasi COD Dan Warna.....	49
4.3.1.	Penurunan Konsentrasi COD	49
4.3.2.	Penurunan Konsentrasi Warna	52

BAB V PENUTUP

5.1.	Kesimpulan.....	55
5.5.	Saran.....	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Jenis Cat yang digunakan dalam proses sablon	7
Tabel 2.2. Teknik Percampuran Cat untuk Proses pewarnaan	7
Tabel 2.3. Perbandingan Konsentrasi Limbah Sablon Terhadap Baku Mutu.....	9
Tabel 2.4. Nilai Faktor Kebulatan, Faktor Bentuk dan Porositas Berdasarkan Gambaran Bentuk Butiran.....	19
Tabel 4.1 Nilai Awal Konsentrasi COD dan Warna Pada Air Limbah Sablon.....	30
Tabel 4.2 Nilai Akhir Konsentrasi COD Pada Limbah Sablon.....	30
Tabel 4.3 Nilai Akhir Konsentrasi Warna Pada Limbah Sablon.....	31
Tabel 4.4 Persentase Penurunan Konsentrasi COD	33
Tabel 4.5. Hasil Uji ANOVA Variabel Terikat COD Versus Variabel Bebas.....	36
Tabel 4.6. Hasil Uji ANOVA Duncan Variabel Terikat COD Versus Waktu Operasional.....	36
Tabel 4.7. Hasil Uji ANOVA Duncan Variabel Terikat COD Versus Komposisi Media.....	37
Tabel 4.8. Klasifikasi Pearson Korelasi.....	38
Tabel 4.9. Korelasi Antara variabel terikat (persen removal COD) dengan Variabel Bebas (waktu dan variasi media).....	39
Tabel 4.10. Persentase Penurunan Konsentrasi Warna	42
Tabel 4.11. Hasil Uji ANOVA Variabel Terikat (Warna) Versus Variabel Bebas (waktu dan komposisi media).....	45
Tabel 4.12. Hasil Uji ANOVA Duncan Variabel Terikat Warna Versus Waktu Operasional.....	45
Tabel 4.13. Hasil Uji ANOVA Duncan Variabel Terikat Warna Versus Komposisi Media.....	45
Tabel 4.14. Klasifikasi Pearson Korelasi.....	47

Tabel 4.15. Korelasi Antara variabel terikat (persen removal Warna) dengan Variabel Bebas (waktu dan variasi media).....47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Skema Zat Padat Skema Zat Padat.....	11
Gambar 3.1. Kerangka Penelitian	28
Gambar 4.1 Grafik Penurunan Konsentrasi Akhir COD	32
Gambar 4.2 Grafik Persentase Penurunan Konsentrasi COD	34
Gambar 4.3 Grafik Penurunan Konsentrasi Akhir Warna.....	41
Gambar 4.4 Grafik Persentase Penurunan Konsentrasi Warna.....	43

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Pendahuluan

Pencemaran lingkungan akibat limbah industri pada tahun-tahun terakhir ini muncul ketengah-tengah masyarakat dengan intensitas yang tinggi. Bahkan beberapa diantaranya limbah tersebut mencemari sungai-sungai, membuat udara tercemar, menimbulkan kebisingan dan memaparkan debu-debu yang sangat mengganggu bagi ketentraman masyarakat. Pada salah satu limbah dari industri yang mempunyai potensi mencemari lingkungan adalah industri cetak sablon. Cetak sablon merupakan proses stensial untuk memindahkan suatu citra atau gambar ke bahan cetak seperti kertas, kain, plastik dan kaca.

Limbah sablon terdiri dari limbah padat maupun limbah cair, limbah padat berasal dari kaleng bekas cat dan master gambar yang berupa kertas, sedangkan limbah cair berasal dari pencucian alat maupun pencucian screen. Limbah cair sablon mengandung COD sebesar 2870 mg/L, BOD sebesar 727,0 mg/L, TSS sebesar 289,0 mg/l, dan warna sebesar 65,05 PtCo. (Hasil analisa Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta 1, pada tanggal 27 Agustus 2012). Tentunya setiap limbah yang keluar dari outlet sebuah pembuangan di sebuah industri seharusnya mempunyai sistem pengolahan guna untuk menurunkan kadar limbah yang terbuang.

Beberapa alternatif yang dikembangkan untuk pengolahan air limbah yang ramah lingkungan dan mudah diterapkan pada industri kecil atau skala rumah tangga, salah satunya adalah proses penyaringan dengan menggunakan filter media berbutir yang efektif. Keefektifan proses pengolahan menggunakan media berbutir ini antara lain sangat ditentukan oleh jenis media dan ukuran butiran. Salah satu dari pengolahan air limbah untuk skala industri kecil ini yang direkomendasikan adalah *Roughing Filter*.

Roughing filter merupakan salah satu jenis pengolahan pendahuluan yang umum dipakai untuk penyediaan air bersih, selain cara pembuatannya relatif mudah dan juga *roughing filter* disini dapat memisahkan atau mereduksi zat-zat

tersuspensi dan koloid yang ada dalam air sebesar 35-80% dan mempunyai kapasitas penyimpanan endapan yang besar karena rongga pori relatif lebih besar (Jayalath and Padmasiri, 1996).

Media berbutir yang digunakan disini adalah batu kerikil dan arang aktif tempurung kelapa yang dapat digunakan sebagai bahan pengolahan limbah cair. Arang aktif tempurung kelapa mempunyai sifat yang mampu menyerap zat kimia pencemar, arang aktif menjadi pilihan media filter. Selain itu arang aktif relatif murah dan mudah dicari. Karakteristik Arang aktif memiliki pori-pori yang halus dan sangat banyak sehingga dapat menjebak molekul-molekul polutan air, hal ini menjadikan air jernih dan bebas dari zat kimia berbahaya. Batu kerikil atau biasa di sebut batu kali berguna sebagai adsorben agar kotoran kotoran air yang lebih kasar mengendap sebelum air masuk kedalam filter.Khusus.

Pada penelitian Wulan (2007) hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar debit udara dan semakin lamanya waktu proses aerasi yang dilakukan maka semakin efektif menurunkan COD dan Warna. Kombinasi debit udara 900 l/jam dengan waktu aerasi 6 jam dengan *pretreatment* (Koagulasi-Flokulasi-Sedimentasi) dapat menurunkan COD 70 % dan warna 71,76 %, lalu kombinasi debit udara 900 l/jam dengan waktu aerasi 6 jam tanpa *pretreatment* dapat menurunkan COD 58,33 % dan warna 60,34 %, dan juga pada penelitian Ardi Putra (2006) hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi media cangkang kerang dan batu apung sebagai media pada *roughing filter* aliran horizontal dapat menurunkan kadar COD pada air sungai sebesar 15,16 mg/l. Berdasarkan hasil-hasil penelitian diatas memunculkan pemikiran untuk mencoba mengkombinasikan penggunaan batu kerikil dan arang aktif tempurung kelapa sebagai media pada *roughing filter* aliran horizontal dalam menurunkan kadar COD dan Warna pada limbah cetak sablon untuk mengetahui variasi waktu operasional terhadap penurunan beban pencemar tersebut di atas.

1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini yaitu:

1. Berapa besar persentase kemampuan *Roughing Filter* aliran horizontal dengan media batu kerikil dan arang aktif tempurung kelapa sebagai media dalam menurunkan kadar COD dan Warna?
2. Bagaimanakah pengaruh variasi komposisi media dan variasi waktu operasional pada *roughing filter* aliran horizontal dalam menurunkan kadar COD dan Warna?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui efektifitas dari media batu kerikil dan arang aktif dalam menurunkan kadar COD dan Warna pada limbah cetak sablon.
2. Menentukan variasi komposisi media dan variasi waktu operasional yang paling optimal dalam menurunkan kadar COD dan Warna pada limbah cetak sablon.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dari penelitian ini meliputi:

1. Penelitian dilaksanakan dalam skala laboratorium.
2. Sampel air limbah yang digunakan yaitu limbah dari industri cetak sablon "Roemah Cetak" Wagir Malang.
3. Media yang digunakan adalah batu kerikil dan arang aktif tempurung kelapa.
4. Sarana pengolahan limbah yang digunakan adalah *Roughing Filter* aliran horizontal.
5. Parameter yang di analisis adalah kandungan COD dan Warna.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Industri Limbah sablon

Cetak sablon merupakan proses stensial untuk memindahkan suatu citra ke atas berbagai jenis media atau bahan cetak seperti : kertas, kayu, metal, kaca, kain, plastik, kulit dan lain-lain. Dalam industri sablon teknik penyablonan terdiri dari 5 langkah yaitu : (tim indocamp, 2010)

1. Membuat master Gambar

Langkah pertama dalam teknik sablon adalah membuat master gambar atau tulisan yang akan dicetak pada obyek sablon. Gambar atau tulisan dapat dibuat secara manual dengan gambar tangan. Namun, akan lebih baik jika dibuat dengan bantuan computer yakni dengan menggunakan program desai seperti coreldraw, Adobe Photoshop, Adobe Indesign dan Adobe illustrator.

Kemudian, gambar yang sudah dibuat di komputer dicetak pada kertas putih atau kertas kalkir dengan menggunakan tinta hitam. Hasil cetakan gambar itulah yang disebut master gambar yang akan dipindahkkan ke screen untuk membuat film afdruk.

2. Mengafdruk Screen

Mengafdruk screen adalah memindahkan gambar master ke screen. Screen yang akan diafdruk harus screen yang masih polos dan kering. Pada proses ini kita akan melakukan 3 tahap yaitu :

a. Pemberian obat afdruk pada screen

Dalam tahap pemberian obat, alat-alat yang kita butuhkan antara lain berupa:

- Screen
- Obat afdruk (merk di pasaran : ulano 569 ataupun Bremol RN-200)
- Hair dryer
- Alat perata screen

Berikut proses pemberian obat afdruk pada screen:

- Pertama, kita siapkan obat afdruk dengan cara mencampur cairan merah dan putih (dosis sesuai anjuran di kotak produksinya)
- Kedua, setelah obat tersebut tercampur dengan rata tuangkan sedikit demi sedikit pada screen dan ratakan setipis-tipisnya.
- Ketiga, screen tersebut dikeringkan dengan menggunakan Hair Dryer atau kipas angin atau boleh juga sekedar diangin-anginkan di ruang tertutup. Saat proses pengeringan, screen ini tidak boleh terkena sinar matahari, untuk itu harus dilakukan di ruang tertutup.

b. Penyinaran screen

Setelah screen kering kemudian kita memasuki tahap penyinaran screen. Pada tahap ini kita membutuhkan alat-alat antara lain berupa :

- Kaca
- Master gambar yang sudah tercetak pada kertas
- Screen
- Kain dengan warna hitam
- Busa screen (seukuran bagian dalam bingkai screen)
- Papan

Berikut cara penyinaran screen :

- Pertama, kita ambil papan terlebih dahulu untuk tatakan,
- Kedua, letakkan busa di atas papan kemudian letakkan kain warna hitam di atas busa tersebut. Lalu kita ambil screen yang telah kita siapkan (sudah olesi obat afdruk dan sudah dikeringkan).
- Ketiga, letakkan screen di atas kain berwarna hitam.
- Keempat, kita ambil master gambar kemudian tempelkanlah master gambar di atas screen, posisi kertas yang tercetak gambar menempel pada screen dengan posisi terbalik. Sebelum gambar tersebut kita tempel di screen terlebih dahulu kita olesi dengan minyak goreng, hal ini dilakukan agar kertas pada gambar akan tembus sinar.

- Kelima, letakkan kaca di atas screen yang sudah ada kertas master gambarnya. Untuk lebih jelasnya urutan alat-alat pada saat penyinaran screen dari bawah ke atas adalah : papan, busa screen, kain berwarna hitam, screen, master gambar, dan kaca.
- Keenam, setelah peralatan disusun sesuai dengan tempatnya kemudian kita sinari screen dengan sinar matahari. Waktu yang dibutuhkan untuk penyinaran adalah antara 3 sampai 5 detik, jika terlalu lama atau kurang lama dalam penyinaran maka pembuatan film afdruk gagal.

c. Pencucian obat pada screen

Setelah screen kita sinari, kemudian pisahkan screen dari peralatan yang lain. Selanjutnya screen tersebut harus kita siram atau semprot dengan air untuk menampilkan efek master gambar pada screen sekaligus membersihkan berkas-berkas obat. Untuk mencuci screen ini kita membutuhkan alat penyemprot, alat ini digunakan untuk membersihkan obat yang tertisa di sela-sela gambar yang terdapat pada screen. Setelah itu, screen dikeringkan dengan hair dryer ataupun dijemur di terik matahari.

3. Mempersiapkan Cat

Cat yang digunakan untuk menyablon antara lain sebagai berikut

Table 2.1. Jenis Cat yang digunakan dalam proses sablon

No	Jenis / Merk Cat	Pengencer	Fungsi
1	Epi, Sericol, Royal, SSI Cout	M3 / Fujisol	Untuk menyablon kertas, kulit, seng, dll
2	Polymate, Polytuff, Fine Ink, Royalmate, Royaltuf	M4 / Terpene	Untuk menyablon plastic
3	Extender, Pasta White, Pasta Rubber	Binder	Untuk menyablon kain

Untuk membuat berbagai macam warna, Cukup membeli 4 macam warna saja, yaitu merah, kuning, biru dan hitam. Dari kelima macam warna tersebut anda dapat mengoplosnya menjadi berbagai macam warna sesuai dengan kebutuhan.berikut ini adalah pedoman pengoplosan warna :

Table 2.2. Teknik Percampuran Cat untuk Proses pewarnaan

No	Warna	Campur	Hasil
1	Hitam	Putih	Abu-abu
2	Biru	Putih	Biru Muda
3	Merah	Putih	Pink
4	Merah	Kuning	Orange
5	Merah	Biru	Ungu/violet
6	Hitam	Merah	Coklat
7	Biru	Kuning	Hijau

4. Proses Sablon

Proses sablon dapat dilakukan setelah screen serta cat siap pakai serta obyek (kertas, kain, plastik, dan sebagainya) yang akan disablon juga sudah ada.

Langkah pertama untuk memulai menyablon adalah memasang screen yang sudah siap pakai pada engsel pengunci yang ada di meja. Kemudian siapkan obyek, misalnya kain, yang akan disablon dan letakkan pada tempatnya, selanjutnya obyek ditindih dengan screen. Setelah itu, tuangkan cat ke dalam screen yang telah ditindihkan di atas obyek. Selanjutnya, ratakan cat dengan alat bantu rakel. Cara meratakan cat dapat dilakukan dengan metode tekan-dorong rakel. Yakni tekan rakel ke bawah sambil dorong ke depan dan ke belakang agar cat sablon dapat menembus kain screen dan tercetak di obyek yang disablon. Sekarang angkatlah screen, Anda dapat melihat hasil karya anda pada obyek yang anda sablon. Setelah itu keringkan obyek, Dan ulangi teknik menyablon tersebut sesuai dengan jumlah obyek yang anda sablon.

5. Menghapus screen

Proses menghapus screen diperlukan jika ingin memakai screen secara berulang ulang dengan gambar yang berbeda-beda. Screen yang sudah bersih kembali kembali nantinya dapat digunakan untuk membuat film afdruk dengan gambar yang berbeda.

Langkah-langkah menghapus screen adalah bersihkan screen dari sisa cat. Hapus bekas noda cat dengan kain lap yang dibasahi dengan minyak pengencer cat (cairan M3 atau M4). Kemudian, basahi screen dengan air lalu cuci dengan air sabun dan bilas sampai bersih. Lalu tuang dan ratakan obat pencuci screen pada screen secara merata, gosok dengan menggunakan kain spon, bilas dan keringkan dengan dijemur di sinar matahari.

2.2 Limbah Cair Industri Sablon

Limbah sablon terdiri dari limbah padat maupun limbah cair, limbah padat berasal dari kaleng bekas cat dan master gambar yang berupa kertas, sedangkan limbah cair berasal dari pencucian alat maupun pencucian screen. Adapun perbandingan hasil analisa awal terhadap kualitas air limbah industri sablon dengan baku mutu air limbah sablon dapat dilihat pada tabel 2.3 dibawah ini :

PARAMETER	KONSENTRASI AWAL	BAKU MUTU (SKGUB JATIM NO. 45 TAHUN 2002)
PH	5,7	6 – 9
COD	2870 mg/l	150 mg/l
BOD	727,0 mg/l	50 mg/l
TSS	290,0 mg/l	50 mg/l
WARNA	65,05 Pt.Co	1 Pt.Co

Tabel. 2.3 Perbandingan Konsentrasi Limbah Sablon Terhadap Baku Mutu SK.GUB JATIM NO.45 2002

2.2.1 Dampak limbah Cair Industri Sablon

Limbah cair industri sablon yang mengandung zat-zat organik terlarut dan padatan terlarut yang mengalami perubahan secara fisika, kimia, maupun hayati yang bisa menjadi media tumbuhnya kuman serta menimbulkan bau busuk, akan berbahaya jika dalam pembuangannya langsung dibuang ke badan sungai tanpa pengolahan serta mengganggu kelangsungan hidup ekosistem didalam air.

2.2.2 *Biological Oxigen Demand (BOD)*

Biological Oxigen Demand (BOD) atau kebutuhan oksigen biologis adalah suatu analisis empiris yang mencoba mendekati secara global proses-proses mikrobiologis yang benar-benar terjadi di dalam air. Angka BOD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri untuk menguraikan (mengoksidasikan) hampir semua zat organik yang terlarut dan sebagian zat-zat organik yang tersuspensi dalam air.

Pemeriksaan BOD diperlukan untuk menentukan beban pencemaran akibat air buangan penduduk atau industri, dan untuk mendesain sistem-sistem pengolahan biologis bagi air yang tercemar tersebut. Penguraian zat organik adalah peristiwa alamiah; kalau sesuatu badan air dicemari oleh zat organik, bakteri dapat menghabiskan oksigen terlarut, dalam air selama proses oksidasi tersebut yang bisa mengakibatkan kematian ikan-ikan dalam air dan keadaan menjadi anaerobik dan dapat menimbulkan bau busuk pada air tersebut (Alaerts dan Santika, 1987).

2.2.3 *Chemical Oxygen Demand (COD)*

COD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk menguraikan atau mengoksidasi bahan organik secara kimia.

Ketuntungan tes COD dibandingkan tes BOD (Alaerts dan Santika, 1987) :

- Analisis COD hanya memakan waktu kurang lebih 3 jam, sedangkan analisis BOD₅ memerlukan 5 hari

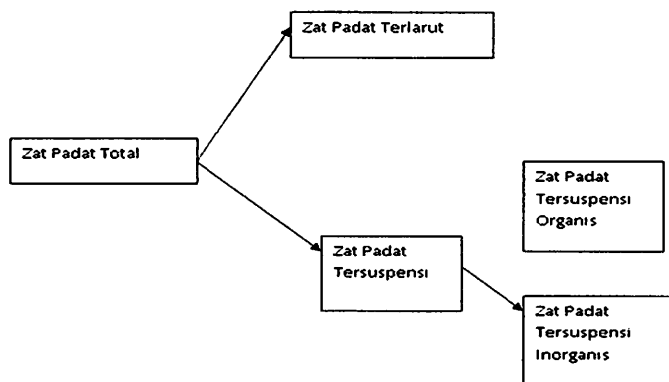
- Untuk menganalisa COD antara 50 sampai 800 mg/l, tidak dibutuhkan pengenceran sampel sedang pada umumnya analisis BOD selalu membutuhkan pengenceran.
- Ketelitian dan ketepatan (reproducibility) tes COD adalah 2 sampai 3 kali lebih tinggi dari tes BOD
- Gangguan dari zat yang bersifat racun terhadap mikroorganisme pada tes BOD, tidak menjadi soal pada tes COD.

Kekurangan tes COD hanya merupakan suatu analisis yang menggunakan suatu reaksi oksidasi kimia yang menirukan oksidasi biologis (yang sebenarnya terjadi di alam), sehingga merupakan suatu pendekatan saja. Karena hal tersebut maka tes COD tidak dapat membedakan antara zat-zat yang sebenarnya tidak teroksidasi (inert) dan zat-zat yang teroksidasi secara biologis.

2.2.4 Total Suspended Solid (TSS)

Menurut Alaerts dan Santika (1987), dalam air alam ditemui dua kelompok zat, yaitu zat terlarut seperti garam dan molekul organis, dan zat padat tersuspensi dan koloidal seperti tanah liat dan kwarts. Perbedaan pokok antara kedua kelompok zat ini ditentukan melalui ukuran/diameter partikel-partikel tersebut.

Pengertian zat padat total adalah semua zat-zat yang tersisa sebagai residu dalam suatu bejana, bila sampel air dalam bejana tersebut dikeringkan pada suhu tertentu. Zat padat total terdiri dari zat padat terlarut dan zat padat tersuspensi yang dapat bersifat organis dan inorganis seperti dijelaskan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Skema Zat Padat (Sumber : Alaerts dan Santika, 1987)

2.2.5. pH

pH selalu menunjukkan kadar asam atau basa dalam suatu larutan, melalui konsentrasi (sebetulnya aktivitas) ion hidrogen⁺. Ion hidrogen merupakan faktor untuk mengerti reaksi kimiawi dalam ilmu teknik penyehatan karena (Sumber : Alaerts dan Santika, 1987) :

- H⁺ selalu ada dalam keseimbangan dinamis dengan air/H₂O, yang membentuk suasana untuk reaksi kimiawi yang berkaitan dengan masalah pencemaran air dimana sumber ion hidrogen tidak pernah habis.
- H⁺ tidak hanya merupakan unsur molekul H₂O saja tetapi juga merupakan unsur banyak senyawa lain, hingga jumlah reaksi tanpa H⁺ dapat dikatakan hanya sedikit saja.

Lewat aspek kimiawi, suasana air juga mempengaruhi beberapa hal lain, misalnya kehidupan biologi dan mikrobiologi. Peranan ion hidrogen tidak penting kalau zat pelarut bukan air melainkan molekul organik seperti alkohol, bensin (hidrokarbon) dan lain-lain.

2.2.6. Warna

Warna di dalam air disebabkan oleh zat warna yang berasal dari bahan organik, antara lain Tanin dan Lignin maupun bahan anorganik seperti logam dan senyawa kimia. Warna dalam air dapat dibedakan menjadi warna sejati (*true colour*) dan warna semu (*apparent colour*). Warna sejati adalah warna dari air yang sebenarnya tanpa adanya kekeruhan. Warna sejati disebabkan karena adanya senyawa – senyawa organik yang mudah larut dan beberapa ion logam, misalnya besi (Fe) dan mangan (Mn). Sedangkan warna semu bukan saja ditimbulkan oleh zat – zat tersebut tetapi juga karena adanya bahan yang tersuspensi.

2.3. Konsep Dasar Filtrasi

Menurut *Marsono, 2002*, ada tiga fenomena pada filtrasi dengan media berbutir, yaitu:

1. Transportasi yaitu meliputi proses gerak Brown, sedimentasi, dan gaya tarik antar partikel.
2. Kemampuan menempel yaitu meliputi *mechanical straining*, adsorpsi (fisik dan kimia), biologis.
- 3.

2.3.1. Pengertian Filtrasi

Proses filtrasi merupakan bagian yang cukup penting untuk proses pengolahan air. Beberapa pengertian filtrasi antara lain:

1. Menurut *Reynold, 1981* definisi filtrasi adalah suatu pemisahan padatan dan cairan dimana cairan ditempatkan melalui media berpori untuk memisahkan zat padat tersuspensi halus yang mungkin ada.
2. Menurut *Al-Laila, 1987* definisi filtrasi adalah suatu proses dimana air diupayakan melewati suatu lapisan berpori atau kombinasi bahan berbutir untuk memisahkan zat-zat tersuspensi dan koloid yang ada dalam air.
3. Menurut *Huisman, 1980* definisi filtrasi adalah proses penjernihan atau penyaringan air baku melalui media berbutir *porous*. Selama melalui media tersebut terjadi pemisahan atau reduksi kandungan material tersuspensi, koloid, bakteri dan organisme lainnya dan mengubah unsur-unsur kimiawi air baku melalui mekanisme filtrasi yang berlangsung di sepanjang *filter bed*.

2.3.2. Jenis-Jenis Filter

Jenis proses filtrasi atau filter diklasifikasikan berdasarkan pada kecepatan air, arah aliran, tekanan yang bekerja pada media dan tingkat kekeruhan air baku.

➤ Berdasarkan kecepatan aliran, dapat dibedakan menjadi:

1. *Rapid Filtration* Adalah proses air bersih yang umumnya dilakukan sesudah proses koagulasi, flokulasi dan sedimentasi. Kecepatannya yaitu 5-12 m/jam.

Media yang dipakai bisa dalam bentuk :

- a. *Single media* (1 media)
- b. *Dual media* (2 media)
- c. *Mixed media* (dua atau lebih media)

2. *Slow Filtration* Adalah proses pengolahan air bersih yang umumnya dilakukan untuk air permukaan tanpa unit koagulasi, flokulasi dan sedimentasi. Jadi air baku sesudah melalui prasedimentasi langsung dialirkan ke filter. Proses koagulasi, flokulasi, sedimentasi dan filtrasi terjadi di filter ini dengan bantuan mikroorganisme yang terbentuk di lapisan permukaan media pasir. Kecepatannya yaitu 0,1- 0,2 m/jam. Beberapa keuntungan *slow sand filter* adalah, (*Robert A.LeCraw. P*) :

- a. Efektif dalam menurunkan kekeruhan dan bakteri.
- b. Tidak perlu pengolahan pendahuluan dengan bahan kimia.
- c. Tidak perlu *backwashing*.
- d. Tidak menggunakan alat-alat dari mesin.

Sedangkan kelemahan dari *slow sand filter* adalah :

- a. Kekeruhan air baku harus rendah yaitu kurang dari 50 NTU.
- b. Membutuhkan lahan yang luas jika air baku mengandung alga dan kekeruhan yang tinggi.

- **Berdasarkan arah alirannya, dapat dibedakan menjadi :**
 1. *Downflow Filter* Adalah proses filtrasi dimana air mengalir secara vertikal/gravitasi dari atas ke bawah.
 2. *Upflow Filter* Adalah proses filtrasi dimana air mengalir secara vertikal dari bawah ke atas.
 3. *Horizontal filter* Adalah proses filtrasi dimana air mengalir secara horizontal.
- **Berdasarkan tekanan yang bekerja pada media dapat dibedakan menjadi:**
 1. *Gravity Filter* adalah proses filtrasi dimana air mengalir melalui *filter bed* secara gravitasi
 2. *Pressure filter* adalah proses filtrasi dimana air mengalir melalui *filter bed* dengan tekanan.
- **Penyaringan Langsung (*Direct Filtration*)**
 Adalah proses filtrasi yang dilakukan pada air baku dengan kekeruhan rendah, tetapi yang masih belum memenuhi persyaratan kualitas air, misalnya air sumur dangkal. Jika diperlukan koagulan dapat diinjeksikan pada saluran yang menuju filter dan flok-flok yang terjadi langsung disaring tanpa melalui sedimentasi sehingga dapat menghemat bangunan unit pengolahan.
- ***Roughing Filter***
Roughing Filter adalah merupakan salah satu jenis pengolahan pendahuluan yang umum dipakai untuk penyediaan air minum. *Roughing Filter* menggunakan media dengan ukuran yang jauh lebih besar dibandingkan dengan *slow filtration* maupun *rapid filtration*, seperti dapat dilihat berikut ini:
 - a. *Slow sand filter* 0,15 mm – 0,35 mm
 - b. *Rapid sand filter* 0,40 mm – 0,70 mm
 - c. *Roughing filter* diameter > 2,00 mm

Proses filtrasi yang terjadi bukan straining, proses-proses dasar roughing filter adalah pengendapan pada rongga pori dan adhesi pada partikel media. Pada roughing filter terjadi penetration zat-zat tersuspensi ke dalam lapisan media. Dan pada roughing filter mempunyai kapasitas penyimpanan endapan yang besar dari bahan-bahan tersuspensi pada filter bed. Bahan-bahan padat yang tertahan oleh filter dapat dihilangkan dengan cara membilas/menggelontor, bila perlu dengan cara menggali media filter, mencuci dan menggantinya.

Rate filtrasi dapat serendah rate pada *slow sand filter* atau lebih tinggi dari rate yang digunakan pada *rapid filter*, tergantung pada jenis filter, sifat kekeruhan dan tingkat penurunan kekeruhan yang diinginkan. Sedangkan kekeruhan air baku sebelum masuk ke dalam *roughing filter* yaitu 20 – 150 NTU (rata-rata kekeruhan tahunan). Hal ini dimaksudkan guna mencegah terjadinya penyumbatan yang terlalu sering dan menjamin kelangsungan operasinya untuk suatu periode waktu panjang.

Pada dasarnya ada dua jenis *roughing filter* yang dibedakan oleh arah alirannya, yaitu roughing filter aliran vertikal dan roughing filter aliran horizontal. Keterbatasan struktur menyebabkan kedalaman filterbed pada roughing filter aliran vertikal terbatas tetapi memungkinkan kecepatan filtrasi dan kecepatan pencucian yang lebih tinggi. Sedangkan *roughing filter* aliran horizontal memungkinkan penggunaan panjang filter yang tak terbatas tetapi kecepatan filtrasinya lebih rendah dan memerlukan pembersihan media secara manual.

❖ *Roughing filter* aliran vertikal

Adalah *roughing filter* dimana air mengalir secara vertikal dari atas ke bawah atau dari bawah ke atas. *Roughing filter* aliran vertikal ada 3 jenis yaitu : *downflow roughing filter (DRF)*, *upflow roughing filter in series (URFS)*, dan *upflow roughing filter in layer (URFL)*.

Keterbatasan struktural menyebabkan kedalaman *filter bed* pada *roughing filter* aliran vertikal terbatas tetapi memungkinkan kecepatan filtrasi dan kecepatan pencucian yang lebih tinggi. Memiliki kemampuan dalam

menurunkan kekeruhan 68-85%, penurunan warna 29-68% dan penurunan COD lebih dari 50% (Galvis et al., 1993 dalam Putra, 2006)

Roughing filter aliran vertikal dibedakan lagi menjadi *roughing filter* aliran ke atas (*upflow*) dan aliran ke bawah (*downflow*).

Rate filtrasi pada *gravel upflow* filter relatif lebih tinggi, mencapai 20 m/jam, karena besarnya rongga pori pada media filter sehingga tidak cepat terjadi *clogging*. *Rate backwashing* yang digunakan rendah karena tidak bermaksud untuk membuat lapisan media tereksansi, tetapi biasanya perlu waktu yang lebih panjang untuk membersihkan *gravel* (kira-kira 20 – 30 menit).

❖ *Roughing filter* aliran horizontal

Adalah proses filtrasi dimana air mengalir secara horizontal. Pada *roughing filter* aliran horizontal memungkinkan penggunaan panjang filter yang tak terbatas tetapi kecepatan filtrasinya lebih rendah dan biasanya pembersihan media dilakukan secara manual. Dalam proses *roughing filter* aliran horizontal memiliki kemampuan dalam menurunkan kekeruhan 50-90% (Jayalath, 1996).

2.3.3. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses filtrasi

Menurut Huisman, L, 1980 proses filtrasi ada beberapa faktor yang mempengaruhi efisiensi dari filtrasi itu sendiri untuk menyaring materi yang akan dihilangkan, diantaranya :

❖ Debit Filtrasi

Keseimbangan antara debit dengan kondisi media sangat diperlukan untuk mendapatkan hasil yang memuaskan. Apabila debit filtrasi terlalu besar maka filtrasi tidak akan efisien digunakan karena waktu kontak antara permukaan butiran dengan air terlalu singkat. Selain itu dengan debit terlalu besar akan terjadi gerakan media penyaring yang menyebabkan lubang-lubang pori akan muncul sehingga menyebabkan penyumbatan (*clogging*) sangat cepat.

- ❖ Tinggi, ukuran dan bahan media
Efisiensi filter merupakan suatu fungsi karakteristik yang menyangkut porositas butiran, perbandingan tinggi media terhadap ukuran media.
- ❖ Konsentrasi kekeruhan/jumlah bakteri
Konsentrasi kekeruhan/kandungan bakteri sangat berpengaruh pada efisiensi apabila kekeruhan/kandungan bakteri pada air baku terlalu besar akan menyebabkan cepat tersumbatnya lubang pori dari media penyaring. Oleh karena itu untuk air baku yang mempunyai kekeruhan tinggi diperlukan pengolahan terlebih dahulu. Kekeruhan yang diperbolehkan antara 10 – 50 NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*)
- ❖ Tinggi muka air
Tinggi muka air berpengaruh terhadap besarnya debit atau rate filtrasi. Apabila tinggi muka air relatif besar maka rate filtrasi yang dibutuhkan juga besar. Tinggi muka air akan menjadi naik apabila terjadi penyumbatan di media penyaring pada saat kotor.
- ❖ Suhu
Dengan adanya perubahan suhu air, maka jenis, viscositas absolute akan berubah. Ini akan berpengaruh pada kehilangan air dan efisiensi filter. Suhnya yang baik berkisar antara 23 °C-25 °C.

2.3.4. Media Filtrasi

- Bentuk butiran media filter

Bentuk butiran media filter dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- *Spherical* (bulat)
- *Rounded* (hampir bulat)
- *Worn* (tidak rata)
- *Sharp* (tajam)
- *Angular* (berbentuk bersudut-sudut)
- *Crushed* (pecahan).

Besarnya faktor kebulatan, faktor bentuk dan porositas berdasarkan gambaran bentuk butiran media filter dapat dilihat pada tabel 2.5.

Tabel 2.5 Nilai Faktor Kebulatan, Faktor Bentuk dan Porositas Berdasarkan Gambaran Bentuk Butiran

Gambaran	Faktor Kebulatan, ψ	Faktor Bentuk, S	Porositas, f
<i>a.Spherical</i>	1,00	6,0	0,38
<i>b.Rounded</i>	0,98	6,1	0,38
<i>c.Worn</i>	0,94	6,4	0,39
<i>d.Sharp</i>	0,81	7,4	0,40
<i>e.Angular</i>	0,78	7,7	0,43
<i>f.Crushed</i>	0,70	8,5	0,48

Sumber : Gordon M. Fair/John C. Geyer/Daniel A. Okun, Water And Waste Water Engineering, Volume 2 tahun 1991

2.4. Media yang Digunakan

Media filter yang digunakan dalam penelitian ini ada dua jenis yakni arang aktif tempurung kelapa dan batu kerikil :

2.4.1. Arang Aktif

Arang aktif tempurung kelapa mempunyai sifat yang mampu menyerap zat kimia pencemar, arang aktif menjadi pilihan media filter. Selain itu arang aktif relatif murah dan mudah dicari. Karakteristik Arang aktif memiliki pori-pori yang halus dan sangat banyak sehingga dapat menjebak molekul-molekul polutan air, hal ini menjadikan air jernih dan bebas dari zat kimia berbahaya. Tidak hanya untuk media filter kolam, arang aktif juga banyak dipergunakan dalam media penjernih air minum. Pada air kolam kotoran bisa berasal dari sampah organik kotoran ikan, sisa makanan, daun-daun yang jatuh ke kolam dan lain sebagainya. Setelah melewati filter mekanis, zat-zat kimia tadi belum hilang dari air kolam sehingga perlu disaring pada filter kimia yang salah satu medianya arang aktif.

Dalam pengolahan air kolam, karbon aktif umumnya digunakan untuk menyerap material organik yang tidak diinginkan, seperti warna, phenol, detergen, cresol, serta bahan toksik yang tidak dapat diuraikan. Karbon aktif adalah senyawa karbon yang mempunyai bentuk amorf dengan luas permukaan yang

besar (450-1500 m²/g). Luas permukaan yang besar menunjukkan bahwa struktur pori internalnya juga besar, sehingga dapat digunakan untuk menyerap zat-zat yang tidak diinginkan di dalam air maupun gas.



Gambar 2.2 bentuk fisik arang aktif

Sumber : <http://pkukmweb.ukm.my~kamal/sedimentologi>

2.4.2. Batu Kerikil

Batu kerikil atau biasa di sebut batu kali berguna sebagai adsorben agar kotoran kotoran air yang lebih kasar mengendap sebelum air masuk kedalam filter. Khusus. Batu kerikil ini juga berguna sebagai penyaring air yang merupakan fitur penting yang diperlukan untuk banyak industri. Pengolahan air selalu melewati air melalui unit penyaringan air sebelum air dianggap bisa digunakan. Sebuah media filter yang baik harus digunakan untuk mendapatkan hasil yang baik. Saringan pasir dan kerikil Filter adalah media yang sangat baik dan secara luas digunakan. Kerikil Filter digunakan sebagai media dukungan untuk pasir. Media batu kerikil juga mempunyai kapasitas adsorpsi, stukturnya yang bersudut dan daya serap yang tinggi, sehingga partikel-partikel yang berukuran besar dapat disaring atau diendapkan lebih banyak. Disamping itu kekasaran media pada batu kerikil juga berpengaruh, dimana dilihat dari segi fisik pada proses filtrasi selain terjadi pengendapan pada bak stabilitas debit juga terjadi pengendapan pada media filter yaitu partikel-partikel banyak yang menempel pada media batu kerikil.



Gambar 2.3 bentuk fisik batu kerikil

Sumber : <http://id.burply.com/teknik-kimia/filter/teknik-lingkungan-1024685.html>

2.5. Metode Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan secara statistik. Statistik merupakan alat yang berfungsi untuk mengolah suatu data, penjabaran metodologi statistik didasarkan pada tiga hal yakni proses analisis, asumsi bentuk distribusi, dan banyaknya variabel yang dilibatkan. Metodologi statistik berdasarkan proses analisisnya meliputi analisis deskriptif dan analisis konfirmatif (inferensi).

2.5.1. Analisis Data Statistik

Analisa data statistik dari hasil penelitian dilakukan dengan metode analisa deskriptif, analisa statistik inferensi uji F (ANOVA), koefisien korelasi, dan analisis regresi.

2.5.2. Statistika Deskriptif

Statistik deskriptif adalah statistik yang digunakan untuk menganalisa data dengan cara mendeskriptifkan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum. Statistik deskriptif memberikan informasi secara visual dan lebih bersifat subyektif dalam pembuatan analisisnya.

Analisis statistik deskriptif menunjukkan ukuran kecenderungan pusat seperti rata – rata (Mean), media, Kuartil 1 (Q1), kuartil 3 (Q3), serta ukuran

penyebaran data seperti standar deviasi (StDev) dan standar error of mean (SE Mean). Statistik deskriptif menyediakan pula informasi data tertinggi (maksimum) dan terendah (minimum) yang berguna untuk mengukur range sebagai ukuran penyebaran data.

2.5.3. Statistik Inferensi

Statistik inferensi mencakup semua metode yang berhubungan dengan analisis data untuk kemudian sampai pada peramalan atau penarikan kesimpulan. Statistik inferensi dapat memberikan informasi lebih obyektif terutama dalam proses pengambilan keputusan yang ditunjang dengan adanya nilai tingkat kesalahan pengukuran. Statistik inferensi selanjutnya akan dijabarkan kembali ke dalam penaksiran titik dan penaksiran selang dari suatu nilai parameter dan juga pengujian hipotesis dari suatu masalah (Iriawan dan Astuti, 2006).

2.5.4. Analisis Korelasi

Untuk mengetahui ada atau tidaknya dan kuat lemahnya hubungan antara variabel yang diamati (variabel terikat dengan variabel bebas) digunakan analisis korelasi. Ukuran yang dipakai untuk mengetahui tingkat hubungan, terutama untuk data kuantitatif dinamakan koefisien korelasi. Koefisien korelasi adalah indeks atau bilangan yang digunakan untuk mengukur tingkat hubungan, meliputi kekuatan hubungan dan bentuk atau arah hubungan. Nilai hubungan berada pada selang tertutup $(-1,1)$. Untuk membaca besarnya tingkat keeratan dari hubungan terdapat dua hal yang harus diperhatikan, yakni :

- Melihat tanda dari derajat keeratan, positif atau negatif. Hubungan statistik kedua peubah akan negatif apabila salah satu variabel memiliki hubungan yang bertolak belakang dengan peubah nilainya. Atau dengan kata lain, apabila nilai satu peubah membesar maka nilai peubah lainnya mengecil. Sedangkan hubungan statistika kedua peubah akan bernilai positif jika hubungan kedua peubah searah atau dengan kata lain apabila satu peubah nilainya membesar maka peubah lainnya ikut membesar dan sebaliknya.

Sebagai catatan penting, nilai hubungan statistik dua peubah sama dengan “1” memiliki makna bahwa terdapat hubungan yang sempurna antara kedua peubah. Atau dengan kata lain, nilai suatu peubah dapat dengan tepat atau dijelaskan oleh peubah lainnya. Lain halnya dengan nilai statistik dua peubah sama dengan “0” menunjukkan tidak adanya hubungan diantara kedua peubah atau terjadi hubungan nonlinier (Iriawan dan Astuti, 2006).

2.5.5. Analisis ANOVA

Analysis of Variance atau sering dikenal ANOVA digunakan untuk menyelidiki hubungan antara variabel respon (dependen) dengan 1 atau beberapa variabel prediktor (independent). ANOVA sama dengan regresi, tetapi skala data variabel independen adalah data kategori yaitu skala ordinal atau nominal . Lebih lanjut ANOVA tidak mempunyai nominal (Iriawan dan Astuti, 2006).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian eksperimental untuk menentukan efisiensi filter dengan kerikil dan arang aktif dalam menurunkan kadar COD dan Warna pada air limbah cetak sablon.

3.2. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan ITN Malang.

3.3. Variabel Penelitian

a. Variabel terikat :

1. COD
2. Warna

b. Variabel tetap

1. Debit limbah

Debit air yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0,8 ltr/mnt.

2. Diameter media

(Kriteria desain spesifikasi media filter yaitu > 2 mm).

Diameter media yang digunakan dalam penelitian ini adalah kerikil 2 mm - 5 mm, arang aktif 2 mm - 5 mm.

c. Variabel bebas

Dalam penelitian ini menggunakan 1 m panjang media dalam skala laboratorium.

1. Variasi komposisi media antara batu kerikil dan arang aktif :

- a. Komposisi media kerikil dengan panjang 75 cm dan arang aktif 25 cm (K_1)
- b. Komposisi media kerikil dengan panjang 25 cm dan arang aktif 75 cm (K_2)
- c. Komposisi media kerikil dengan panjang 50 cm dan arang aktif 50 cm (K_3)

- d. Komposisi percampuran dua media (mix) dengan panjang 100 cm (K_4)
- 2. Variasi waktu operasional pada *roughing filter* setelah dioperasionalkan, effluent yang keluar dihitung dari nol menit sesuai dengan variasi yang telah ditentukan sebagai berikut:
 - a. 75 menit
 - b. 100 menit
 - c. 120 menit

3.3.1. Alat dan Bahan Penelitian

3.3.2. Sampel Air Limbah

Sampel air limbah yang digunakan diambil dari Industri cetak sablon di daerah Wagir Malang.

3.3.3. Alat

Nama Alat	Analisis COD	Analisis Warna
Bak plastik besar 1 buah	Gelas ukur	Gelas ukur
Bak roughing filter horizontal (h = 20 cm)	Beaker glass	Beaker glass
Pipa PVC ½ inc	Pipet volume	Pipet volume
Ayakan	Buret	Merckoquant
Palu	Statip	
Kran air	Erlenmeyer	
Oven		

3.3.4. Bahan

Nama Bahan	Analisis COD	Analisis Warna
Bongkahan batu kerikil	FeSO ₄ · 7H ₂ O	HCL 37%
Arang aktif tempurung kelapa	AgSO ₄	HNO ₃ 65%
Sampel asli diambil dari industri cetak sablon daerah Wagir Malang	HgSO ₄	Serbuk NH ₄ Fe(SO ₄) ₂
	K ₂ Cr ₂ O ₇	Serbuk KSCN
	Fe (Nh ₄).SO ₄ .6H ₂ O	Aquadest
	H ₂ SO ₄	

3.3.5. Penyiapan media filter

- Menyiapkan batu kerikil dan arang aktif
- Batu kerikil dan arang aktif dipecah kecil-kecil
- Mengayak dengan diameter 2 mm - 5 mm untuk batu kerikil dan arang aktif

3.3.6. Proses aktivasi media

- Mencuci sampai bersih dengan aquadest dan dikeringkan
- Media di oven dengan suhu 300 °C selama 4 jam
- Media siap untuk digunakan

3.3.7. Pengoperasian alat

- Bak roughing filter aliran horizontal diisi dengan media filter.
- Air sampel dialirkan dari bak pengatur debit menuju bak pengumpul.
- Bak pengatur debit yang dilengkapi dengan kran dialirkan ke bak pengumpul kemudian dialirkan menuju bak yang telah diisi media.
- Air sampel hasil filtrasi yang keluar dari roughing filter dihitung pada saat menetes pertama kalinya sesuai dengan variasi yang telah ditentukan kemudian ditampung dan siap untuk dianalisa.
- Melakukan hal yang sama seperti prosedur a, b, c, dan d dengan mengganti komposisi media dan variasi waktu operasional.

3.3.8. Prosedur Analaisis

– COD

1. Cuci tabung COD dan rendam dalam 20% H₂SO₄ untuk penggunaan pertama kali
2. Masukkan 2,5 sampel ; 1,5 ml larutan dikromat; dan 3,5 ml pereaksi asam sulfat kedalam tabung COD
3. Tutup tabung rapat-rapat dan kocok agar tercampur semua
4. Masukkan pada pemanas COD mikro lalu panaskan pada suhu 150 °C selama 2 jam
5. Dinginkan pada temperatur kamar
6. Buat blanko dengan air destilasi sebagai pengganti sampel lalu langkah-langkah pengerjaan diatas diulangi kembali. Catat ml FAS yang dipakai untuk mentitrasi blanko tersebut

– Warna

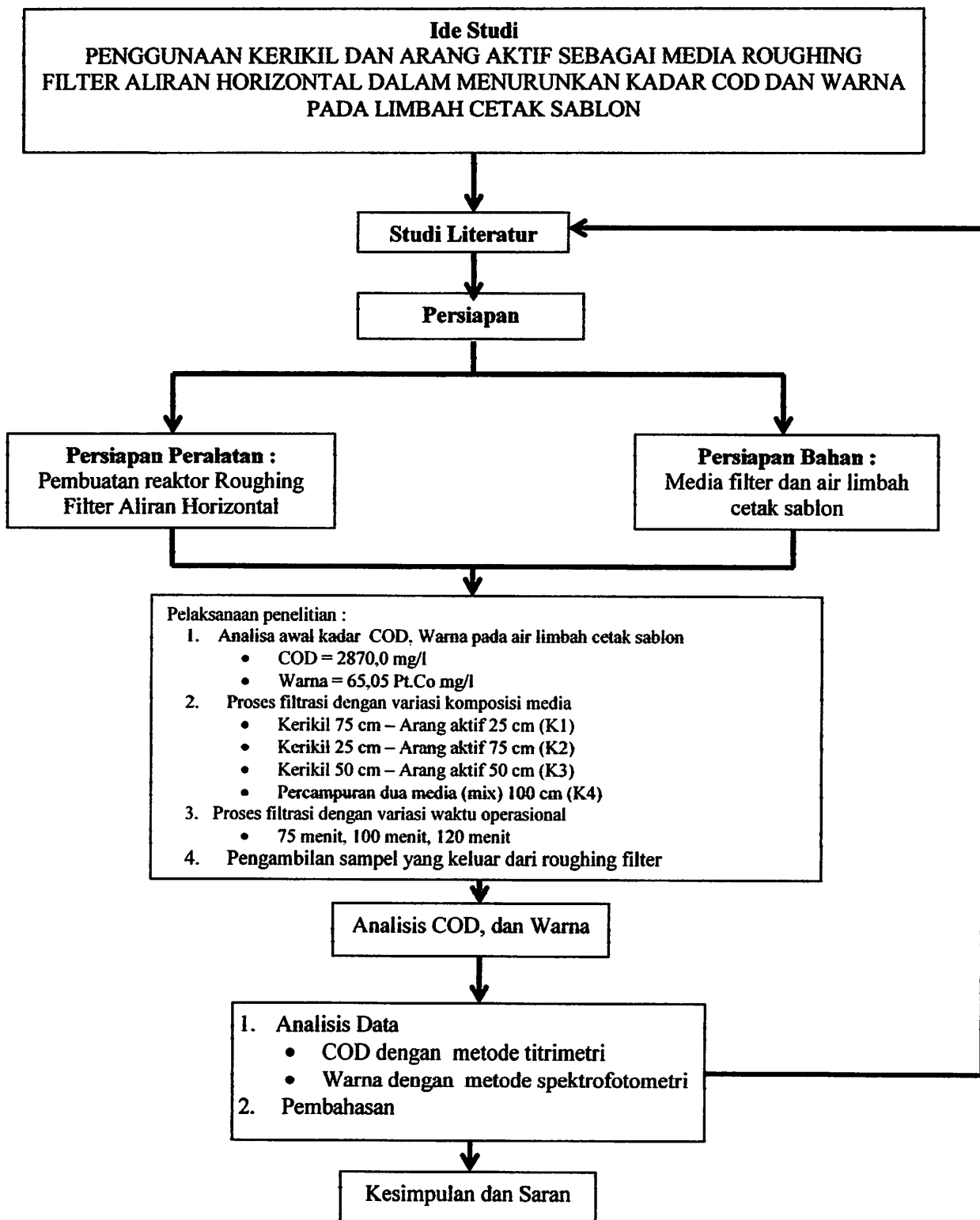
1. Siapkan standard-standard dengan skala 5; 10; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 60; dan 70, yang didapat dari larutan baku dengan skala warna 500 sebanyak masing-masing 0,5; 1,0; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 6,0; dan 7,0 ml dan diencerkan menjadi 50 ml di dalam tabung Nessler. Di set Merckoquant, warna tersebut dicetak sehingga larutan standard tidak diperlukan.
2. Sampel air yang akan diperiksa dimasukkan ke dalam tabung Nessler 50 ml dan dibandingkan dengan standard. Dasar tempat tabung terbuat dari warna putih atau ditempatkan pada permukaan tertentu dengan sudut tertentu, sehingga cahaya yang dipantulkan dapat melalui medium. Kalau untuk set Merckoquant
3. Untuk mendapatkan hasil yang teliti, maka harus dibuat duplikat setiap analisa

3.3.9. Analisa Statistik

- Analisa Deskriptif
- Analisa Korelasi
- Analisa Anova
- Analisa Regresi

3.4. Kerangka Penelitian

Kerangka acuan penelitian dibuat untuk dijadikan pedoman dalam melakukan penelitian untuk menurunkan kadar COD, dan Warna pada air limbah cetak sablon, maka dibuat kerangka penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Kerangka Penelitian.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

Sebelum dilakukan proses pengolahan pada *roughing filter* aliran horizontal, untuk mengetahui konsentrasi awal COD dan warna pada air limbah sablon dilakukan analisa awal yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut ini.

Tabel 4.1 Nilai Awal Konsentrasi COD dan Warna Pada Air Limbah Sablon.

Parameter	Nilai	Baku Mutu Air Limbah *)
COD	2870 mg/l	150 mg/l
Warna	65,05 Pt.Co	1 Pt.Co

(Sumber: Hasil Analisis, 2013)

*)Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 45 Tahun 2002.

Tabel 4.1. Hasil analisis awal menunjukkan bahwa kualitas limbah sablon khususnya untuk parameter COD dan warna masih belum memenuhi standart baku mutu limbah cair berdasarkan Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 45 Tahun 2002.

Setelah dilakukan proses penelitian untuk konsentrasi COD dan warna pada proses *roughing filter* aliran horizontal dengan variasi komposisi media dan waktu operasional dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.3.

Tabel 4.2 Nilai Akhir Konsentrasi COD Pada Limbah Sablon

Variasi Komposisi Media	Waktu (menit)	Konsentrasi Akhir COD (mg/lt)
K1 (Kerikil 75 cm – Arang 25 cm)	75	741
	100	737
	120	720
K2 (Kerikil 25 cm – Arang 75 cm)	75	749
	100	735
	120	725
K3 (Kerikil 50 cm – Arang 50 cm)	75	737
	100	707
	120	657
K4 (Percampuran 2 media atau mix 100 cm)	75	774
	100	757
	120	714

(Sumber: Hasil Penelitian, 2013)

Tabel 4.3 Nilai Akhir Konsentrasi Warna Pada Limbah Sablon

Variasi Komposisi Media	Waktu (menit)	Konsentrasi Akhir Warna (mg/lt)
K1 (Kerikil 75 cm – Arang 25 cm)	75	12,52
	100	12,10
	120	11,85
K2 (Kerikil 25 cm – Arang 75 cm)	75	12,86
	100	12,19
	120	11,85
K3 (Kerikil 50 cm – Arang 50 cm)	75	10,76
	100	10,50
	120	9,5
K4 (Percampuran 2 media atau mix 100 cm)	75	11,68
	100	9,6
	120	8,9

Keterangan :

K₁ : Komposisi media kerikil dengan panjang 75 cm dan arang aktif 25 cm

K₂ : Komposisi media kerikil dengan panjang 25 cm dan arang aktif 75 cm

K₃ : Komposisi media kerikil dengan panjang 50 cm dan arang aktif 50 cm

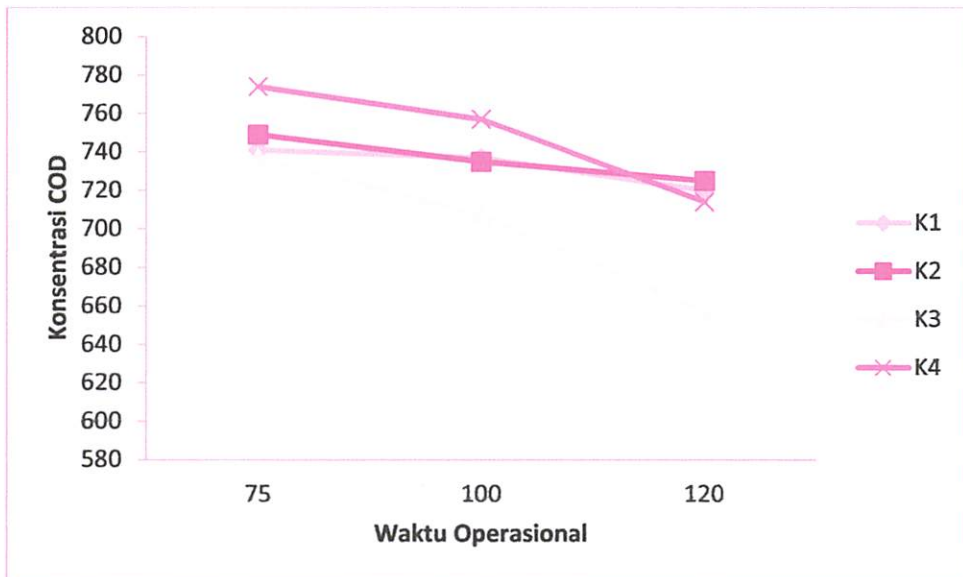
K₄ : Komposisi percampuran dua media (mix) dengan panjang 100 cm

Waktu operasional 75 menit, 100 menit dan 150 menit adalah waktu pengambilan sampel setelah melalui proses filtrasi pada alat *roughing filter* aliran horizontal.

4.2. Analisis Statistik

4.2.1. Analisis deskriptif untuk COD

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa arang aktif dan batu kerikil sebagai media filtrasi pada *roughing filter* aliran *horizontal* dengan diameter media 2 mm – 5 mm dapat menurunkan kadar COD. Adapun untuk variasi komposisi media yang digunakan adalah kerikil 75 cm : 25 cm arang aktif (K1), kerikil 25 cm : arang aktif 75 cm (K2), kerikil 50 cm : arang aktif 50 cm (K3), percampuran dua media atau mix 100 cm (K4). Juga untuk waktu operasional selama 75 menit, 100 menit, dan 120 menit. Jadi berdasarkan data konsentrasi akhir COD pada Tabel 4.2 dapat diplot menjadi sebuah grafik konsentrasi akhir pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Grafik Penurunan Konsentrasi Akhir COD

Keterangan :

K₁ : Komposisi media kerikil dengan panjang 75 cm dan arang aktif 25 cm

K₂ : Komposisi media kerikil dengan panjang 25 cm dan arang aktif 75 cm

K₃ : Komposisi media kerikil dengan panjang 50 cm dan arang aktif 50 cm

K₄ :Komposisi percampuran dua media (mix) dengan panjang 100 cm.

Waktu operasional 75 menit, 100 menit dan 150 menit adalah waktu pengambilan sampel setelah melalui proses filtrasi pada alat *roughing filter* aliran horizontal.

Berdasarkan Tabel 4.2 dan Gambar 4.1 menunjukkan bahwa konsentrasi akhir COD melalui alat *roughing filter* aliran horizontal pada masing-masing komposisi media berbeda-beda sesuai dengan kemampuan masing-masing media dalam menurunkan kadar COD pada rentang waktu pengambilan sampel 75 menit, 100 menit, 120 menit. Penurunan konsentrasi akhir COD air limbah sablon paling rendah terdapat pada waktu pengambilan sampel 120 menit yaitu sebesar 657 mg/l didapat pada perlakuan variasi komposisi kerikil 50 cm : arang aktif 50 cm (K₃), sedangkan konsentrasi akhir COD tertinggi sebesar 774 mg/l didapat pada perlakuan variasi komposisi percampuran dua media atau mix 100 cm (K₄) pada waktu operasional 75 menit.

Sedangkan untuk mengetahui persentase penurunan konsentrasi COD pada setiap variasinya digunakan rumus:

$$\%(\text{Removal}) = \frac{\text{Konsentrasi Awal} - \text{Konsentrasi Akhir}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\% \dots\dots\dots(4.1)$$

Perhitungan persentase penurunan konsentrasi COD dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Persentase Penurunan Konsentrasi COD

Variasi Komposisi Media	Waktu (menit)	Konsentrasi Awal COD (mg/l)	Persentase Penurunan Konsentrasi COD (%)
K1 (Kerikil 75 cm – Arang 25 cm)	75	2870	74,18
	100		74,32
	120		74,91
K2 (Kerikil 25 cm – Arang 75 cm)	75		73,90
	100		74,39
	120		74,73
K3 (Kerikil 50 cm – Arang 50 cm)	75		74,32
	100		75,36
	120		77,1
K4 (Percampuran 2 media atau mix 100 cm)	75		73,03
	100		73,62
	120		75,12

(Sumber: Hasil Penelitian, 2013)

Berdasarkan data persentase penurunan COD pada Tabel 4.4 maka dapat diplotkan menjadi sebuah grafik persentase penurunan COD pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Grafik Persentase Penurunan Konsentrasi COD

Keterangan :

K₁ : Komposisi media kerikil dengan panjang 75 cm dan arang aktif 25 cm

K₂ : Komposisi media kerikil dengan panjang 25 cm dan arang aktif 75 cm

K₃ : Komposisi media kerikil dengan panjang 50 cm dan arang aktif 50 cm

K₄ : Komposisi percampuran dua media (mix) dengan panjang 100 cm

Waktu operasional 75 menit, 100 menit dan 150 menit adalah waktu pengambilan sampel setelah melalui proses filtrasi pada alat *roughing filter* aliran horizontal.

❖ **Media Kombinasi Kerikil 75 cm : Arang aktif 25 cm (K₁)**

Berdasarkan Tabel 4.2 dan Gambar 4.1 konsentrasi akhir COD yang terendah terjadi pada saat pengambilan sampel ketiga (saat t = 120 menit) sebesar 720 mg/l. Sedangkan untuk konsentrasi akhir COD terbesar saat pengambilan sampel pertama terjadi (saat t = 75 menit) sebesar 741 mg/l. Berdasarkan Tabel 4.5 dan Gambar 4.2 persentase penurunan COD terbesar adalah 74,91 % pada pengambilan sampel ketiga (saat t = 150 menit) sedangkan persentase penurunan COD terendah adalah 74,18 % pada pengambilan sampel pertama (saat t = 75 menit).

❖ **Media Kombinasi Kerikil 25 cm : Arang Aktif 75 cm (K₂)**

Berdasarkan Tabel 4.2 dan Gambar 4.1 konsentrasi akhir COD yang terendah terjadi pada saat pengambilan sampel yang ketiga (saat t = 120 menit) sebesar 725 mg/l. Sedangkan konsentrasi akhir COD terbesar saat pengambilan sampel yang pertama terjadi (saat t = 75 menit) sebesar 749 mg/l. Berdasarkan Tabel 4.5 dan Gambar 4.2 persentase penurunan COD terbesar 74.73 % pada pengambilan sampel ketiga (saat t = 120 menit) sedangkan persentase penurunan COD terendah adalah 73.90 % pada pengambilan sampel yang pertama (saat t = 75 menit).

❖ **Media Kombinasi Kerikil 50 cm : Arang Aktif 50 cm (K₃)**

Berdasarkan Tabel 4.2 dan Gambar 4.1 konsentrasi akhir COD yang terendah terjadi pada saat pengambilan sampel yang ketiga (saat t = 120 menit) sebesar 657 mg/l. Sedangkan konsentrasi akhir COD terbesar saat pengambilan sampel yang pertama terjadi (saat t = 75 menit) sebesar 737 mg/l. Berdasarkan

Tabel 4.5 dan Gambar 4.2 persentase penurunan COD terbesar 77.1 % pada pengambilan sampel ketiga (saat t = 120 menit) sedangkan persentase penurunan COD terendah adalah 74.32 % pada pengambilan sampel yang pertama (saat t = 75 menit).

❖ **Media Kombinasi Percampuran Dua Media atau Mix (K₄)**

Berdasarkan Tabel 4.2 dan Gambar 4.1 konsentrasi akhir COD yang terendah terjadi pada saat pengambilan sampel yang ketiga (saat t= 120 menit) sebesar 714 mg/l. Sedangkan konsentrasi akhir COD terbesar saat pengambilan sampel yang pertama terjadi (saat t = 75 menit) sebesar 774 mg/l. Berdasarkan Tabel 4.5 dan Gambar 4.2 persentase penurunan COD terbesar 75.12 % pada pengambilan sampel ketiga (saat t = 120 menit) sedangkan persentase penurunan COD terendah adalah 73.03 % pada pengambilan sampel yang pertama (saat t = 75 menit)

4.2.2. Analisis ANOVA untuk COD

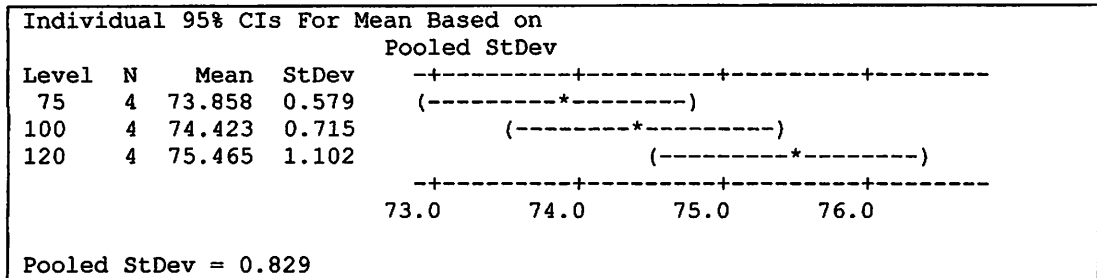
Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh perbedaan Variabel Bebas (waktu dan variasi media) terhadap nilai variabel terikat (persen penurunan COD dan Warna), maka dilakukan analisis dengan menggunakan uji ANOVA Two-Way.

Tabel 4.5. Hasil Uji ANOVA Variabel Terikat COD Versus Variabel Bebas (waktu dan komposisi media)

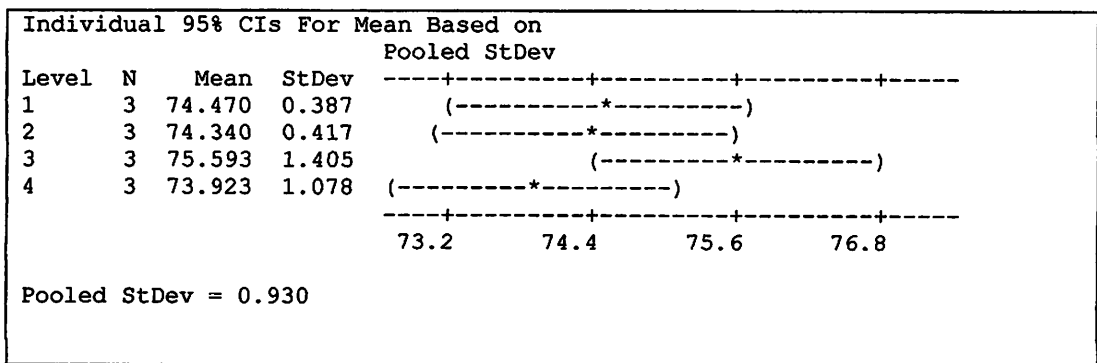
Two-way ANOVA: Penurunan_COD versus Waktu_operasional, Komposisi_media					
Source	DF	SS	MS	F	P
Waktu_operasional	2	5.3201	2.66006	10.00	0.012
Komposisi_media	3	4.5832	1.52774	5.74	0.034
Error	6	1.5962	0.26604		
Total	11	11.4996			

S = 0.5158 R-Sq = 86.12% R-Sq(adj) = 74.55%

Tabel 4.6. Hasil Uji ANOVA Duncan Variabel Terikat COD Versus Waktu Operasional



Tabel 4.7. Hasil Uji ANOVA Duncan Variabel Terikat COD Versus Komposisi Media



- Keterangan :
- DF : Derajat bebas
 - SS : Variasi residual
 - MS : Mean square error
 - F : Nilai statistik uji
 - P : Nilai probabilitas

Hipotesis :

- H₀ = Ke-6 Variasi adalah tidak berbeda nyata/identik
- H₁ = Ke-6 Variasi adalah berbeda nyata/tidak identik

Dasar pengambilan keputusan :

- Jika statistik hitung (angka F output) > statistik tabel (tabel F), H₀ ditolak.
- Jika statistik hitung (angka F output) < statistik tabel (tabel F), H₀ diterima.
- Jika statistik hitung (angka P output) > α 5% (0.05), Tidak Signifikan
- Jika statistik hitung (angka P output) < α 5% (0.05), Signifikan

Keputusan:

Untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5%, maka dari tabel distribusi F, waktu operasional didapat $F(0,05.2.6) = 5.14$ dan tabel distribusi F komposisi media didapat $F(0,05.3.6) = 4.76$. Nilai F hitung output waktu operasional dan komposisi media secara berturut-turut adalah sebesar 10.00 dan 5.74. Nilai probabilitas waktu operasional dan komposisi media adalah 0.012 dan 0.034.

Keputusan yang dapat diambil untuk variasi waktu operasional adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai F hitung $>$ F tabel dan nilai $P < 0,05$. Artinya bahwa persentase penurunan COD dalam perlakuan tersebut memang tidak identik atau terdapat perbedaan yang signifikan.

Keputusan yang dapat diambil untuk komposisi media adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai F hitung $>$ F tabel dan nilai $P < 0,05$. Artinya bahwa persentase penurunan COD dalam perlakuan tersebut tidak identik atau terdapat perbedaan yang signifikan.

4.2.3. Analisis Korelasi untuk COD

Untuk mengetahui ada atau tidaknya dan kuat lemahnya hubungan antara variabel yang diamati, dalam hal ini hubungan antara variabel terikat (persen removal COD dan Warna) dengan Variabel Bebas (waktu dan variasi media). Hasil analisis korelasi dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Untuk mengetahui ada atau tidaknya dan kuat lemahnya hubungan antara variabel yang diamati, maka digunakan analisa korelasi. Hasil analisa korelasi dapat dilihat pada tabel 4.8. Dimana terdapat klasifikasi nilai pearson korelasi.

Tabel 4.8. Klasifikasi Pearson Korelasi

Nilai Pearson Korelasi	Keterangan
0	Tidak ada korelasi
0.00 – 0.25	Korelasi sangat lemah
0.25 – 0.50	Korelasi cukup
0.50 – 0.75	Korelasi kuat
0.75 – 0.99	Korelasi sangat kuat
1	Korelasi sempurna

(Sumber : <http://setabasri01./2011/04/uji-korelasi-pearson.html>)

Tabel 4.9. Korelasi Antara variabel terikat (persen removal COD) dengan Variabel Bebas (waktu dan variasi media)

Correlations: Penurunan_COD, Waktu_operasional, Komposisi_media		
	Penurunan_COD	Waktu_operas
Waktu_operas	0.662 0.019	
Komposisi_me	-0.044 0.892	0.000 1.000
Cell Contents: Pearson correlation P-Value		

Hasil analisis dari tabel 4.9 menunjukkan bahwa nilai korelasi antara % penurunan COD dengan variasi waktu operasional adalah sebesar 0.662. Karena nilai korelasi antara % penurunan COD dengan variasi waktu operasional adalah sebesar 0.662 yaitu dapat dilihat pada tabel 4.7, maka dapat disimpulkan bahwa antara % penurunan COD dengan variasi waktu operasional secara statistik memiliki hubungan korelasi yang kuat. Agar lebih meyakinkan, kita perlu melakukan uji atas hipotesis.

Hipotesis : $H_0 : p = 0$ vs $H_1 : p \neq 0$ atau $H_0 : p < 0,05$ vs $H_1 : p > 0,05$

Dasar pengambilan keputusan :

- Jika statistik hitung (angka P-value output) $> \alpha$ ($5\% = 0.05$), tidak ada korelasi
- Jika statistik hitung (angka P-value output) $< \alpha$ ($5\% = 0.05$), ada korelasi

Hasil analisis korelasi pada tabel 4.9 memperlihatkan bahwa nilai p-value dari variasi waktu operasional adalah $0,019 < \alpha$ ($5\% = 0.05$). Karena p-value lebih kecil dari α ($5\% = 0.05$), maka keputusannya ada korelasi antara % penurunan COD dengan variasi waktu operasional.

Hasil analisis dari tabel 4.9 menunjukkan bahwa nilai korelasi antara % penurunan COD dengan variasi komposisi media adalah sebesar -0.044. Karena nilai korelasi antara % penurunan COD dengan variasi tinggi media adalah sebesar -0.044 yaitu dapat dilihat pada tabel 4.7, maka dapat disimpulkan bahwa antara % penurunan COD dengan variasi komposisi media secara statistik tidak ada korelasi. Agar lebih menyakinkan, kita perlu melakukan uji atas hipotesis.

Hipotesis : $H_0 : p = 0$ vs $H_1 : p \neq 0$ atau $H_0 : p < 0,05$ vs $H_1 : p > 0,05$

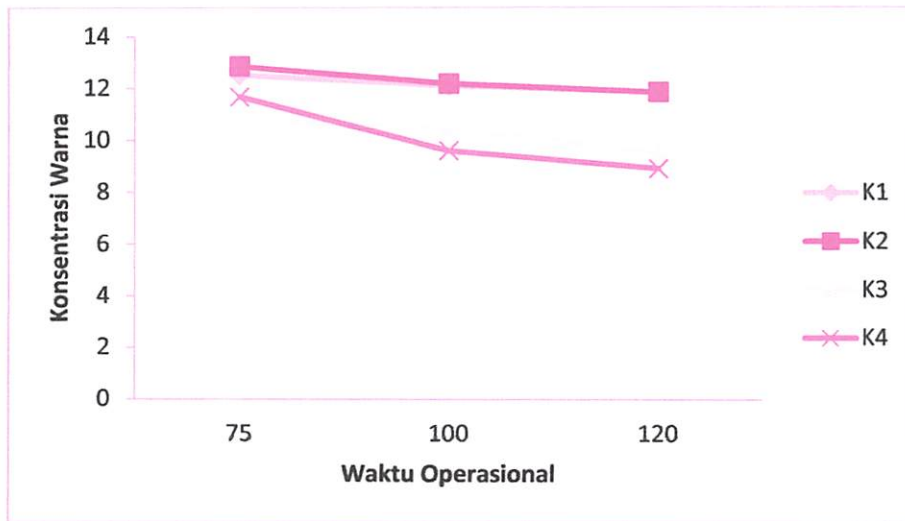
Dasar pengambilan keputusan :

- Jika statistik hitung (angka P-value output) $> \alpha$ ($5\% = 0.05$), tidak ada korelasi
- Jika statistik hitung (angka P-value output) $< \alpha$ ($5\% = 0.05$), ada korelasi

Hasil analisis korelasi pada tabel 4.9 memperlihatkan bahwa nilai p- value dari variasi komposisi media adalah $0,892 > \alpha$ ($5\% = 0.05$). Karena p-value lebih besar dari α ($5\% = 0.05$), maka keputusannya adalah mengatakan bahwa tidak ada korelasi antara % penurunan COD dengan variasi komposisi media.

4.2.4. Analisis Deskriptif Untuk Warna

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa arang aktif dan batu kerikil sebagai media filtrasi pada *roughing filter* aliran *horizontal* dengan diameter media 2 mm – 5 mm dapat menurunkan kadar Warna. Adapun untuk variasi komposisi media yang digunakan adalah kerikil 75 cm : 25 cm arang aktif (K1), kerikil 25 cm : arang aktif 75 cm (K2), kerikil 50 cm : arang aktif 50 cm (K3), percampuran dua media atau mix 100 cm (K4). Juga untuk waktu operasional selama 75 menit, 100 menit, dan 120 menit. Jadi berdasarkan data konsentrasi akhir warna pada tabel 4.10 dapat diplot menjadi sebuah grafik konsentrasi akhir pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Grafik Penurunan Konsentrasi Akhir Warna

Keterangan :

K₁ : Komposisi media kerikil dengan panjang 75 cm dan arang aktif 25 cm

K₂ : Komposisi media kerikil dengan panjang 25 cm dan arang aktif 75 cm

K₃ : Komposisi media kerikil dengan panjang 50 cm dan arang aktif 50 cm

K₄ : Komposisi percampuran dua media (mix) dengan panjang 100 cm

Waktu operasional 75 menit, 100 menit dan 150 menit adalah waktu pengambilan sampel setelah melalui proses filtrasi pada alat *roughing filter* aliran horizontal.

Berdasarkan Tabel 4.10 dan Gambar 4.3 menunjukkan bahwa konsentrasi akhir warna melalui alat *roughing filter* aliran horizontal pada masing-masing media berbeda-beda sesuai dengan kemampuan masing-masing media dalam menurunkan konsentrasi warna pada rentang waktu operasional 75 menit, 100 menit, dan 120 menit. Penurunan konsentrasi akhir warna air limbah sablon paling rendah terdapat pada waktu pengambilan sampel 120 menit yaitu sebesar 8,9 Pt.Co didapat pada perlakuan variasi percampuran dua media atau mix 100 cm (K₄), sedangkan konsentrasi akhir warna tertinggi sebesar 12,86 Pt.Co didapat pada perlakuan variasi komposisi media kerikil 25 cm : arang aktif 75 cm (K₂) pada waktu operasional 75 menit.

Sedangkan untuk mengetahui persentase penurunan konsentrasi warna pada setiap variasi komposisinya digunakan rumus:

$$\%(\text{Removal}) = \frac{\text{Konsentrasi Awal} - \text{Konsentrasi Akhir}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100 \%$$

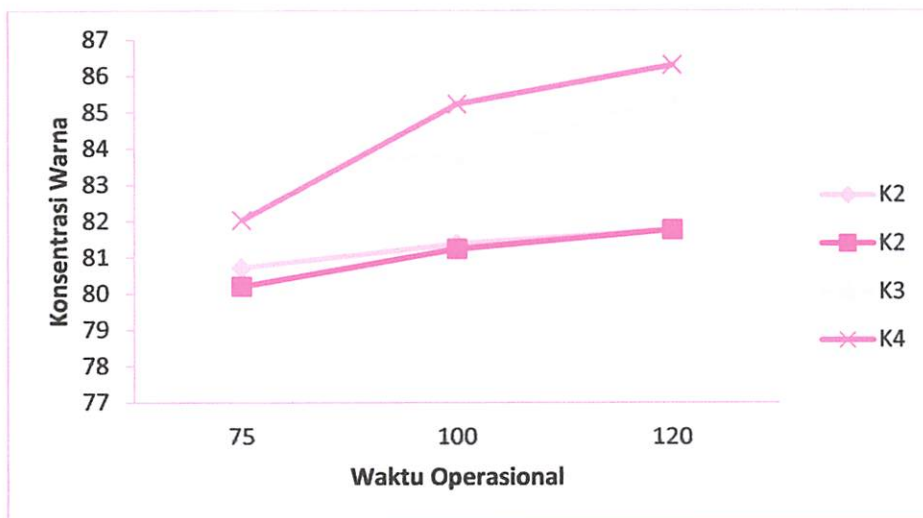
Perhitungan persentase penurunan konsentrasi Warna dapat dilihat pada tabel 4.10.

Tabel 4.10. Persentase Penurunan Konsentrasi Warna

Variasi Komposisi Media	Waktu (menit)	Konsentrasi Awal Warna (Pt.Co)	Persentase Penurunan Konsentrasi Warna (%)
K1 (Kerikil 75 cm – Arang 25 cm)	75	65	80,73
	100		81,38
	120		81,76
K2 (Kerikil 25 cm – Arang 75 cm)	75		80,21
	100		81,24
	120		81,76
K3 (Kerikil 50 cm – Arang 50 cm)	75		83,44
	100		83,84
	120		85,38
K4 (Percampuran 2 media atau mix 100 cm)	75		82,03
	100		85,23
	120		86,30

(sumber: Hasil Penelitian, 2013)

Berdasarkan data persentase penurunan konsentrasi warna pada Tabel 4.10 maka dapat diplotkan menjadi sebuah grafik persentase penurunan konsentrasi warna pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Grafik Persentase Penurunan Konsentrasi Warna

Keterangan :

K₁ : Komposisi media kerikil dengan panjang 75 cm dan arang aktif 25 cm

K₂ : Komposisi media kerikil dengan panjang 25 cm dan arang aktif 75 cm

K₃ : Komposisi media kerikil dengan panjang 50 cm dan arang aktif 50 cm

K₄ : Komposisi percampuran dua media (mix) dengan panjang 100 cm

Waktu operasional 75 menit, 100 menit dan 150 menit adalah waktu pengambilan sampel setelah melalui proses filtrasi pada alat *roughing filter* aliran horizontal.

❖ **Media Kombinasi Kerikil 75 cm : Arang Aktif 25 cm (K₁)**

Berdasarkan Tabel 4.10 dan gambar 4.4 konsentrasi akhir warna yang terendah terjadi pada saat pengambilan sampel yang ketiga (saat t = 120 menit) sebesar 11,85 Pt.Co. Sedangkan konsentrasi akhir warna terbesar saat pengambilan sampel yang pertama terjadi (saat t = 75 menit) sebesar 12,52 Pt.Co. Berdasarkan Tabel 4.10 dan gambar 4.4 persentase penurunan warna terbesar 81,76 % pada pengambilan sampel ketiga (saat t = 120 menit) sedangkan persentase penurunan warna terendah adalah 80,73 % pada pengambilan sampel yang pertama (saat t = 75 menit).

❖ **Media Kombinasi Kerikil 25 cm : Arang Aktif 75 cm (K₂)**

Berdasarkan Tabel 4.10 dan gambar 4.4 konsentrasi akhir warna yang terendah terjadi pada saat pengambilan sampel yang ketiga (saat t = 120 menit)

sebesar 11,85 Pt.Co. Sedangkan konsentrasi akhir warna terbesar saat pengambilan sampel yang pertama terjadi (saat $t = 75$ menit) sebesar 12,86 Pt.Co. Berdasarkan Tabel 4.10 dan gambar 4.4 persentase penurunan warna terbesar 81,76 % pada pengambilan sampel ketiga (saat $t = 120$ menit) sedangkan persentase penurunan warna terendah adalah 80,21 % pada pengambilan sampel yang pertama (saat $t = 75$ menit).

❖ **Media Kombinasi Kerikil 50 cm : Arang Aktif 50 cm (K₃)**

Berdasarkan Tabel 4.10 dan gambar 4.4 konsentrasi akhir warna yang terendah terjadi pada saat pengambilan sampel yang ketiga (saat $t = 120$ menit) sebesar 9,5 Pt.Co. Sedangkan konsentrasi akhir warna terbesar saat pengambilan sampel yang pertama terjadi (saat $t = 75$ menit) sebesar 10,76 Pt.Co. Berdasarkan Tabel 4.10 dan gambar 4.4 persentase penurunan warna terbesar 85,38 % pada pengambilan sampel ketiga (saat $t = 120$ menit) sedangkan persentase penurunan warna terendah adalah 83,44 % pada pengambilan sampel yang pertama (saat $t = 75$ menit).

❖ **Media Kombinasi Percampuran Dua Media atau Mix 100 cm (K₄)**

Berdasarkan Tabel 4.10 dan gambar 4.4 konsentrasi akhir warna yang terendah terjadi pada saat pengambilan sampel yang ketiga (saat $t = 120$ menit) sebesar 8,9 Pt.Co. Sedangkan konsentrasi akhir Warna terbesar saat pengambilan sampel yang pertama terjadi (saat $t = 75$ menit) sebesar 11,68 Pt.Co. Berdasarkan Tabel 4.10 dan gambar 4.4 persentase penurunan warna terbesar 86,30 % pada pengambilan sampel ketiga (saat $t = 120$ menit) sedangkan persentase penurunan warna terendah adalah 82,03 % pada pengambilan sampel yang pertama (saat $t = 75$ menit).

4.2.5. Analisis ANOVA Untuk Warna

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh perbedaan Variabel Bebas (waktu dan variasi media) terhadap nilai variabel terikat (persen penurunan COD dan Warna), maka dilakukan analisis dengan menggunakan uji ANOVA Two-way.

Tabel 4.11. Hasil Uji ANOVA Variabel Terikat (Warna) Versus Variabel Bebas (waktu dan komposisi media)

Two-way ANOVA: Penurunan_Warna versus Waktu_operasional, Komposisi_media

Source	DF	SS	MS	F	P
Waktu_operasional	2	9.6972	4.84861	6.51	0.031
Komposisi_media	3	29.6199	9.87330	13.25	0.005
Error	6	4.4717	0.74528		
Total	11	43.7888			

S = 0.8633 R-Sq = 89.79% R-Sq(adj) = 81.28%

Tabel 4.12. Hasil Uji ANOVA Duncan Variabel Terikat Warna Versus Waktu Operasional

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev
75	4	81.603	1.444
100	4	82.823	1.894
120	3	83.273	2.621
1120	1	85.380	*

Pooled StDev = 1.961

Tabel 4.13. Hasil Uji ANOVA Duncan Variabel Terikat Warna Versus Komposisi Media

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev
1	3	81.290	0.521
2	3	81.070	0.789
3	3	84.087	1.120
4	3	84.520	2.222

Pooled StDev = 1.331

Keterangan : - DF : Derajat bebas - SS : Variasi residual
 - MS : Mean square error - F : Nilai statistik uji
 - P : Nilai probabilitas

Hipotesis :

- H0 = Ke-6 Variasi adalah tidak berbeda nyata/identik
- H1 = Ke-6 Variasi adalah berbeda nyata/tidak identik

Dasar pengambilan keputusan :

- Jika statistik hitung (angka F output) $>$ statistik tabel (tabel F), H_0 ditolak.
- Jika statistik hitung (angka F output) $<$ statistik tabel (tabel F), H_0 diterima.
- Jika statistik hitung (angka P output) $>$ α 5% (0.05), Tidak Signifikan
- Jika statistik hitung (angka P output) $<$ α 5% (0.05), Signifikan

Keputusan:

Untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5%, maka dari tabel distribusi F, waktu operasional didapat $F(0,05.2.6) = 5.14$ dan tabel distribusi F komposisi media didapat $F(0,05.3.6) = 4.76$. Nilai F hitung output waktu operasional dan komposisi media secara berturut-turut adalah sebesar 6.51 dan 13.25. Nilai probabilitas waktu operasional dan komposisi media adalah 0.031 dan 0.005.

Keputusan yang dapat diambil untuk variasi waktu operasional adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai F hitung $>$ F tabel dan nilai $P < 0,05$. Artinya bahwa persentase penurunan warna dalam perlakuan tersebut memang tidak identik atau terdapat perbedaan yang signifikan.

Keputusan yang dapat diambil untuk komposisi media adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai F hitung $>$ F tabel dan nilai $P < 0,05$. Artinya bahwa variasi waktu operasional terhadap persentase penurunan warna dalam perlakuan tersebut tidak identik atau terdapat perbedaan yang signifikan.

4.2.6. Analisis Korelasi Untuk Warna

Untuk mengetahui ada atau tidaknya dan kuat lemahnya hubungan antara variabel yang diamati, dalam hal ini hubungan antara variabel terikat (persen removal warna) dengan Variabel Bebas (waktu dan variasi media). Hasil analisis korelasi dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Untuk mengetahui ada atau tidaknya dan kuat lemahnya hubungan antara variabel yang diamati, maka digunakan analisa korelasi. Hasil analisa korelasi dapat dilihat pada tabel 4.14. Dimana terdapat klasifikasi nilai person korelasi

Tabel 4.14. Klasifikasi Pearson Korelasi

Nilai Pearson Korelasi	Keterangan
0	Tidak ada korelasi
0.00 – 0.25	Korelasi sangat lemah
0.25 – 0.50	Korelasi cukup
0.50 – 0.75	Korelasi kuat
0.75 – 0.99	Korelasi sangat kuat
1	Korelasi sempurna

(Sumber : <http://setabasri01./2011/04/uji-korelasi-pearson.html>)

Tabel 4.15. Hasil Uji Korelasi Untuk Pengaruh Variasi Waktu Operasional Dan Panjang Media Terhadap Persentase Penurunan Konsentrasi warna

Tabel 4.15. Korelasi Antara variabel terikat (persen removal Warna) dengan Variabel Bebas (waktu dan variasi media)

Correlations: Penurunan_COD, Waktu_operasional, Komposisi_media		
	Penurunan_wa	Waktu_operas
Waktu_operas	0.437 0.156	
Komposisi_me	0.744 0.006	0.131 0.684
Cell Contents: Pearson correlation P-Value		

Hasil analisis dari tabel 4.15 menunjukkan bahwa nilai korelasi antara % penurunan warna dengan variasi waktu operasional adalah sebesar 0.437. Karena nilai korelasi antara % penurunan warna dengan variasi waktu operasional adalah sebesar 0.437 yaitu dapat dilihat pada tabel 4.14, maka dapat disimpulkan bahwa antara % penurunan warna dengan variasi waktu operasional secara statistik memiliki hubungan korelasi cukup. Agar lebih menyakinkan, kita perlu melakukan uji atas hipotesis.

Hipotesis : $H_0 : p = 0$ vs $H_1 : p \neq 0$ atau $H_0 : p < 0,05$ vs $H_1 : p > 0,05$

Dasar pengambilan keputusan :

- Jika statistik hitung (angka P-value output) $> \alpha$ (5% = 0.05), tidak ada korelasi

- Jika statistik hitung (angka P-value output) $< \alpha$ (5% = 0.05), ada korelasi

Hasil analisis korelasi pada tabel 4.15 memperlihatkan bahwa nilai p-value dari variasi waktu operasional adalah $0,156 > \alpha$ (5% = 0.05). Karena p-value lebih besar dari α (5% = 0.05), maka keputusannya tidak ada korelasi antara % penurunan warna dengan variasi waktu operasional.

Hasil analisis dari tabel 4.15 menunjukkan bahwa nilai korelasi antara % penurunan warna dengan variasi komposisi media adalah sebesar 0.744. Karena nilai korelasi antara % penurunan warna dengan variasi komposisi media adalah sebesar 0.744 yaitu dapat dilihat pada tabel 4.14, maka dapat disimpulkan bahwa antara % penurunan warna dengan variasi komposisi media secara statistik memiliki korelasi yang kuat. Agar lebih menyakinkan, kita perlu melakukan uji atas hipotesis.

Hipotesis : $H_0 : p = 0$ vs $H_1 : p \neq 0$ atau $H_0 : p < 0,05$ vs $H_1 : p > 0,05$

Dasar pengambilan keputusan :

- Jika statistik hitung (angka P-value output) $> \alpha$ (5% = 0.05), tidak ada korelasi
- Jika statistik hitung (angka P-value output) $< \alpha$ (5% = 0.05), ada korelasi

Hasil analisis korelasi pada tabel 4.10 memperlihatkan bahwa nilai p-value dari variasi komposisi media adalah $0,006 < \alpha$ (5% = 0.05). Karena p-value lebih kecil dari α (5% = 0.05), maka keputusannya adalah mengatakan bahwa ada korelasi antara % penurunan warna dengan variasi komposisi media.

4.3. Pembahasan Konsentrasi COD dan Warna

4.3.1. Penurunan Konsentrasi COD

Hasil penelitian yang sudah diperoleh, proses *Roughing Filter* aliran *horizontal* dengan variasi komposisi media dan waktu operasional terbukti dapat menurunkan konsentrasi COD. Hal ini dikuatkan oleh uji ANOVA dan korelasi. Dimana dalam uji ANOVA dinyatakan bahwa persentase penurunan COD dalam perlakuan tersebut memang tidak identik atau terdapat perbedaan yang signifikan. Pada uji korelasi menyatakan bahwa ada korelasi (lemah) antara persentase penurunan COD dengan variasi komposisi media dan waktu operasional. Kemampuan persentase penurunan konsentrasi COD melalui proses *Roughing Filter* aliran *horizontal* berkisar antara 73.03 % sampai 77.1 %. Dari gambar 4.2 menunjukkan bahwa persentase penurunan konsentrasi COD tertinggi sebesar 77.1 % yaitu pada variasi komposisi media K3 pada waktu operasional 120 menit. Sedangkan kemampuan penurunan terkecil sebesar 73.03 % pada variasi ketinggian media K4 pada waktu operasional 75 menit.

Menurut L. Huisman, (1980) faktor-faktor yang mempengaruhi filtrasi itu sendiri adalah debit, diameter media, waktu operasional dan variasi komposisi atau panjang media. Media batu kerikil dengan stukturanya yang bersudut dan daya serap yang tinggi, sehingga partikel-partikel yang berukuran besar dapat disaring atau diendapkan lebih banyak. Disamping itu kekasaran media pada batu kerikil juga berpengaruh, dimana dilihat dari segi fisik pada proses filtrasi selain terjadi pengendapan pada bak stabilitas debit juga terjadi pengendapan pada media filter yaitu partikel-partikel banyak yang menempel pada media batu kerikil. Sedangkan arang aktif tempurung kelapa mempunyai sifat yang mampu menyerap zat kimia pencemar, relatif murah dan mudah dicari. Karakteristik Arang aktif memiliki pori-pori yang halus dan sangat banyak sehingga dapat menjebak molekul-molekul polutan air, hal ini menjadikan air jernih dan bebas dari zat kimia berbahaya. Dengan demikian variasi komposisi media K3 (arang aktif 50 cm : 50 cm kerikil) lebih baik untuk penurunan COD yang sebagian besar dipengaruhi oleh kandungan maupun daya serap yang dimiliki oleh media arang aktif dan batu

kerikil. Persentase penurunan COD sebesar 74,91 % dan untuk konsentrasinya sebesar 657 mg/L.

Selama proses *Roughing Filter* aliran *horizontal* terjadi pengendapan pada saat sampel masuk dalam bak stabilitas debit, sehingga terjadi pengurangan partikel tersuspensi. Pada proses filtrasi semua butiran media dapat menjadi media penyaring. Di samping waktu operasional serta debit yang berpengaruh terhadap penurunan COD debit yang kecil juga akan menyebabkan waktu kontak kontaminan dengan media akan semakin lama sehingga penyerapan COD oleh arang aktif dan batu kerikil akan lebih optimal, sedangkan waktu operasional juga mempengaruhi penurunan COD, semakin lama waktu operasional (120 menit) maka banyaknya partikel-partikel penyebab COD akan tersaring dengan baik sehingga kualitas effluent akan semakin baik, hal ini terjadi karena rongga antar partikel-partikel media belum jenuh (Anita Arumsari, 1994).

Yulianto, A dan Rahmayanti, A.E (2009) juga mengatakan dari hasil pengujian COD dan warna, diketahui bahwa *horizontal roughing filter* dapat menurunkan konsentrasi COD sebesar 80.77% dan penurunan warna hingga 36.28%. Penurunan konsentrasi COD disebabkan oleh kemampuan dari kerikil sebagai media filtrasi dalam menyaring zat-zat yang lewat. Media kerikil juga memiliki banyak rongga sehingga mempunyai luas permukaan lebih besar dalam mengadsorpsi zat organik. Rongga ini tidak dimiliki oleh media yang lain, sehingga kemampuan adsorpsinya rendah. Penurunan warna disebabkan karena terjadinya penguapan zat warna organik pada kondisi anaerob setelah terlebih dahulu dilakukan pengolahan secara anaerob untuk memecah molekul zat warna yang terdapat pada limbah batik.

Akhsanti, R.Y (2009) juga mengatakan pada penelitian dengan metode adsorpsi ini digunakan karbon aktif dari serbuk gergaji kayu jati dengan zat pengaktifasi berupa larutan NaCl untuk menurunkan COD limbah cair industri tekstil. Hasil penelitian diketahui bahwa karbon aktif dari serbuk gergaji kayu jati memiliki kadar abu 1,05 % dan kadar air 3,82 %. Berdasarkan spektra FTIR didapatkan gugus fungsi berupa gugus hidroksil. Pada analisis SEM dihasilkan ukuran pori dengan lebar 0,468 μm dan panjang 0,489 μm . Pada waktu kontak

110 menit terjadi penurunan kadar COD sebesar 86 % dan pada berat adsorben 1,15 gram terjadi penurunan kadar COD sebesar 84 %. Kadar COD awal limbah industri tekstil sebesar 1291,53 mg/L. Efisiensi penurunan COD dengan menggunakan karbon aktif akan meningkat seiring dengan menurunnya nilai pH. Hal ini disebabkan karena pada saat pH rendah, jumlah ion H^+ lebih besar dimana ion H^+ tersebut akan menetralkan karbon aktif yang bermuatan negatif, sehingga dapat mengurangi halangan untuk terjadinya difusi organik pada pH yang lebih tinggi.

Utami, F.R (2005) juga mengatakan dalam metode gabungan untuk *Vertical Roughing Filter* dan *Horizontal Roughing Filter* dengan metode kerikil mampu menurunkan kadar COD pada limbah cair domestik sebesar 90 %. Proses penyisihan COD yang pertama adalah proses transportasi (pengangkutan) partikel-partikel COD disaring oleh media filter dan partikel yang berukuran besar tersaring dalam proses ini. Kemudian partikel-partikel mengendap didalam pori-pori media filter, sehingga partikel tersebut terkumpul dan tertahan kemudian partikel tersebut terbawa oleh aliran air. Proses selanjutnya adalah proses pelekatan partikel pada media filter dengan adanya gaya tarik-menarik, pada proses ini terjadi pembentukan lapisan biofilm pada pori-pori media filter karena aktifitas biologis dari mikroorganisme, proses oksidasi kimia kemudian mengubah partikel bahan organik menjadi partikel-partikel yang lebih kecil (agregat) dan akhirnya menjadi air, karbon dioksida dan garam inorganik lainnya. Pada penyisihan parameter COD proses yang paling dominan kandungan organik yang terdapat dari glukosa dikonversi menjadi suatu biomassa yang dapat dipisahkan dengan proses padatan-cairan yaitu dengan proses sedimentasi.

Literatur yang telah didapat pada jurnal, skripsi, ataupun pada internet di atas didapatkan bahwa dengan memakai metode *Roughing Filter* dengan pemakaian media kerikil dan arang aktif dapat menurunkan kadar COD pada limbah sablon. Terlebih juga dari sumber literatur di atas untuk penurunan COD di pengaruhi oleh waktu operasional dan komposisi media.

4.3.2. Penurunan Konsentrasi Warna

Penelitian ini tentang *Roughing Filter* aliran *horizontal* penurunan konsentrasi warna dipengaruhi oleh komposisi media dan waktu operasional. Selain itu komposisi media yang efektif untuk penurunan warna terjadi pada variasi komposisi kerikil 50 cm : arang aktif 50 cm (K3) sebesar 85.38 %, itu berarti kemampuan dua media arang aktif dan kerikil mempunyai daya untuk meremove kadar warna dengan sama baiknya. Akan tetapi pada saat komposisi kerikil 25 cm : arang aktif 75 cm (K2) kadar penurunan warna masih 80.21 %, hal itu bisa terjadi karena kemungkinan adanya *clogging* (penyumbatan) pada kedua media dikarenakan kurangnya waktu dalam hal aktivasi pengovenan media atau kurang bersihnya pada saat pencucian media yang mengakibatkan pori – pori media tidak terbuka dengan maksimal sehingga zat terlarut pada warna tidak dapat teremovel dengan baik.

Berdasarkan tabel 4.9 terlihat bahwa persentase penurunan konsentrasi warna dengan variasi komposisi media adalah signifikan, hal ini dapat dilihat dari nilai korelasinya yaitu 0,006 lebih kecil dari nilai toleransi 0,05 ($\alpha = 5\%$) yang berarti ada korelasi antara % penurunan warna dengan variasi komposisi media. Hubungan antara variasi komposisi media dengan persentase penurunan konsentrasi warna ini searah, hal ini ditunjukkan dengan adanya nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin panjang atau banyak komposisi media yang digunakan persentase penurunan konsentrasi warna akan semakin meningkat begitu juga sebaliknya. Berdasarkan penjelasan diatas dapat disimpulkan bahwa variasi komposisi media mempengaruhi tingkat efisiensi penurunan konsentrasi warna pada air limbah sablon.

Primadani, K dan Hadi, W (2011) juga mengatakan penurunan tertinggi kadar warna dalam *Roughing Filter* dengan panjang 20 cm, lebar 20 cm dan kedalaman 150 cm dengan debit $0.008 \text{ m}^3/\text{jam}$ dan dengan media kerikil mampu menurunkan kadar warna sebesar 11,93% (variasi *flow rate* 0.2 m/jam). Media kerikil pada *Roughing Filter* memiliki pori yang nantinya akan terisi oleh partikel – partikel tersuspensi penyebab warna. Apabila rongga – rongga dalam media *Roughing Filter* telah terisi maka lubang pori pun akan menyempit sehingga

partikel yang lebih halus dapat tertahan. Mikroorganisme yang mulai tumbuh pada permukaan media juga ikut berperan dalam menurunkan penyebab warna yang tersuspensi.

Yuni, R.A (1995) mengatakan karbon aktif sebagai suatu benda yang porous yang dapat berfungsi untuk mengurangi kadar senyawa organik, warna, bau, rasa, kekeruhan, dan bahkan hidrogen sulfida pada limbah cair dengan cara adsorpsi. Berbagai bahan baik yang berasal dari tumbuh-tumbuhan, binatang ataupun bahan tambang, dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif. Hasil penelitian menunjukkan adanya penurunan kadar warna yang bervariasi setelah melalui perlakuan dengan media saring karbon aktif dan tanpa karbon aktif (kontrol). Rata-rata penurunan kadar warna yang terjadi pada kelompok kontrol adalah 3,97%, pada kelompok yang melalui karbon aktif dari kayu sebesar 69,21% dan yang melalui karbon aktif dari tempurunga kelapa sebesar 93,57%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa karbon aktif mempunyai peranan yang penting dalam penurunan kadar warna limbah cair industri tekstil dan karbon aktif dari tempurung kelapa memberikan prosentase penurunan yang tertinggi.

Menurut Lestari, I.T (2005) untuk *Roughing Filter* aliran *vertical* mengatakan bahwa penurunan konsentrasi warna dan krom tertinggi terjadi pada perlakuan debit 60 ml/menit dengan variasi ketinggian media 70 cm dan diameter 30 mesh yaitu sekitar 47,77 % untuk warna dan sekitar 46,60 % untuk krom. Variasi debit yang digunakan juga berpengaruh terhadap persentase penurunan warna yaitu semakin besar debit yang digunakan maka semakin kecil pula penurunan yang terjadi, hal ini disebabkan karena kemampuan media untuk menyerap konsentrasi warna lebih kecil jika dibanding dengan kemampuan media dalam menyerap warna pada jumlah debit yang lebih kecil. Variasi ketinggian atau panjang media juga berpengaruh terhadap persentase penurunan warna yaitu semakin tinggi media yang digunakan maka semakin besar penurunan yang terjadi. Karena dengan banyaknya media yang digunakan maka intensitas zat terlarut untuk terperangkap ke dalam pori-pori media juga akan semakin tinggi.

Berdasarkan analisis penurunan konsentrasi warna hasil penelitian menunjukkan bahwa pengolahan fisik dengan menggunakan alat roughing filter aliran horizontal dengan media kerikil dan arang aktif masih belum memenuhi Standart Baku Mutu Limbah Cair menurut *Surat Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 45 Tahun 2002* namun dalam persentase penurunan sudah menunjukkan nilai yang signifikan. Karena Roughing filter sebagai *pretreatment* merupakan salah satu rangkaian dari proses pengolahan dalam penelitian ini, yang berfungsi untuk mengurangi beban pengolahan berikutnya, maka perlu dilakukan pengolahan lebih lanjut (*advance treatment*) dalam mereduksi parameter-parameter pencemar tersebut di atas, karena salah satu parameter penelitian seperti warna merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui mikrobiologi (Alaert dan Santika, 1984).

BAB V

PENUTUP

5.1. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Penggunaan kerikil dan arang aktif sebagai media pada *Roughing Filter* aliran *Horizontal* tidak efektif untuk variasi waktu operasional dan komposisi media dalam menurunkan konsentrasi COD dan warna pada limbah sablon, karena berdasarkan hasil analisis masih di atas ambang batas standar baku mutu limbah cair industri menurut Surat Keputusan Gubernur Jawa Timur Nomor 45 Tahun 2002, Sehingga perlu dilakukan pengolahan lanjutan (*advance treatment*) dalam menurunkan konsentrasi COD dan warna yang terkandung dalam limbah cair industri sablon.
2. Persentase penurunan konsentrasi COD tertinggi sebesar 77,1 % pada komposisi media kerikil 50 cm : arang aktif 50 cm (K3) pada waktu operasional 120 menit, sedangkan untuk konsentrasi warna tertinggi sebesar 86,30% pada komposisi percampuran dua media atau mix (K4) pada waktu operasional 120 menit.

5.2. SARAN

Untuk menyempurnakan penelitian ini :

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menambahkan variasi waktu operasional yang lebih lama dan juga penambahan jumlah media atau tinggi media sehingga dapat diketahui sampai waktu ke berapa jam filter masih dapat beroperasi dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts,G dan Santika,S.S. 1984. **Metode Penelitian Air**. Penerbit Usaha Nasional Surabaya.
- Ginting Perdana. Ir, **Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri**. Penerbit :Bandung Yrama Widya, 2007.
- Timotius, Mbaha, H. 2009., **Penggunaan Bentonit dan Dolomit sebagai Media pada Roughing Filter aliran Horizontal dalam Menurunkan Kadar BOD, SO₄, dan TSS pada Limbah Tahu**. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional Malang.
- Iriawan, Nur dan Septian, Astuti, P. **Mengolah Data Statistik Dengan Mudah Menggunakan Minitab 14**. Penerbit Andi Jogjakarta, 2006.
- Marsono Bowo Djoko, **Unit Operasi**. Penerbit Media Informasi alumni Teknik Lingkungan (MINAT) ITS Surabaya.
- Putra, K, 2006. **Pemakaian Cangkang Kerang dan Batu Apung Sebagai Media Pada Roughing Filter Aliran Horizontal Dalam Menurunkan Kadar COD, Kekeruhan, dan Kesadahan dan pada Air Sungai**, Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITN Malang.
- Triwardani, Uci, 2011. **Pemakaian cangkang kerang, batu apung, dan arang aktif tempurung kelapa sebagai media pada roughing filter aliran horizontal dalam menurunkan kadar kekeruhan dan kesadahan pada air sungai brantas**. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional Malang.
- Zamrul, 2011. **Penurunan limbah cair rumah tangga dengan menggunakan karbon aktif pada biosand filter**. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional Malang.
- <http://bisnisukm.com/produk/pasir-aktif-4635.html>
- <http://centralkoi.com/filter-kolam-koi/arang-aktif-sebagai-media-filter.html>

- <http://www.scribd.com/doc/116363826/Pengolahan-Limbah-Cair-Batik-Menggunakan-Aerobic-Roughing-Filter-Untuk-Menurunkan-Kadar-Cod-Chemical-Oxygen-Demand-Dan-Warna>
- <http://www.spiderbeat.com/2012/12/penjernih-air.html>
- www.purewatercare.com

L A M P I R A N

LEMBAR PERSEMBAHAN

Alhamdulillah wasyukurillah saya panjatkan kepada **Allah SWT** atas keberhasilan dan karena kelulusan saya ini. Enggak kerasa udah 6 tahun saya hidup di lingkungan kampus tercinta, kampus terfavorit, dan kampus terkeren **ITN Malang** (heheheheheeee...). Bagaimanapun juga **ITN Malang** khususnya jurusan **Teknik Lingkungan**nya telah menjadikan saya sebagai seorang sarjana yang mempunyai banyak kemampuan (skill, cara bersosialisasi, dan masih banyak lagi) dan khususnya juga dalam bidang **Teknik Lingkungan** tentunya. Jadi hatur nuhun sangat saya ucapkan kepada kampus tercinta ini dan segudang rasa terima kasih untuk jurusan **Teknik Lingkungan**.

Untuk selanjutnya lembar persembahan ini pertama – tama saya akan mengucapkan rasa terima kasih saya kepada **kedua orang tua** saya karena telah 6 tahun bahkan lebih telah membiayai perkuliahan yang selama ini saya tempuh. Buat **ibuk**, pasti ini adalah sesuatu yang sudah lama **ibuk** nanti'in. Soalnya udah 1 tahun lebih saya PHPin dengan yang namanya kelulusan, ngaturaken sedoyo pangapunten buk nggeeeh. Tetapi pada tanggal 27 September ntar keinginan **ibuk** pasti akan terwujud untuk melihat anakmu telah menjadi seorang sarjana.

Kemudian untuk yang kedua saya ucapkan terima kasih kepada sederet dosen – dosen yang telah mendidik saya, yang telah membimbing saya, dan yang telah menjadikan saya seorang yang berguna bagi semua orang lebih – lebih bagi Nusa dan Bangsa (Insya Allah). **Bapak sudiro**, beliau adalah orang pertama yang memperkenalkan saya kepada yang namanya Teknik Lingkungan, walaupun dulunya sedikit terpaksa masuk jurusan ini, tetapi lama kelamaan juga hasil yang di dapat juga sangat memuaskan.

Selanjutnya untuk teman – teman saya, **A. Riza Dwi Wicaksono**, 6 tahun say awake wong loro bareng – bareng terus, seneng bareng, soro bareng, kabeh pokoke dilakoni bareng – bareng. Mugo – mugo ikatan persaudaran ini bisa awet sampai kita punya cucu ntar yow say (Aamiinn..), dulur sak lawase pokoke say.

Ucil purwa, opo yow cil (bingung aku) masio kelakuanmu koyok ngono, jujur ae aku sakjane ora seneng blas ambek kelakuanmu, tapi lek awakmu ga koyok ngono yow buyar kumpulane awake cil, dadi tetep pertahankan yaw, heheheheeee...

Hendri pateng, playboy kelas angkatan. Kangen kumpul – kumpul maneh sebenere teng tapi jarak memang memisahkan, semoga kamu ga lupa sama temen – temen disini yow teng, ga lupa sama yang namanya **MALANG**, sukses yow teng...

Irul, kucing, paok, ipul (tetep semangat yaw pul), dan semua teman – teman yang lain saya mengucapkan terima kasih sebanyak – banyaknya.

Yang spesial untuk **Ade'Q syaank, Donna Karlina**. Ade' tetep jadi motivasi buat abi nyelesein skripsi abi ini syaank, doain abi cepet sembuh yaw syaank juga doain abi cepet dapat kerjaan yang enak biar bisa lekas nikahin ade', heheheheheee... Segudang doa slalu menyertai kita berdua syaank, semoga kita awet selamanya dan hubungan ini di ijabahi oleh Allah SWT. Aamiinn....

Kemudian untuk yang tak bernyawa, **Laptop toshiba L 745, printer Canon iP2700, dan juga N 5311 AF** semua barang kesayangan saya, semoga aja sampai kapanpun barang – barang itu tetep awet dan ga rusak – rusak.

**HASIL ANALISA SAMPEL**

A.n : Dedi Kusbiantoro
NIM : 08.26.021
Alamat : Jl. Ikan Tombro No. 44 Malang
Tempat Analisa : Laboratorium Teknik Lingkungan
Sampel Uji : Limbah Cetak Sablon (Roemah Cetak)
Parameter Uji : COD dan Warna
Tanggal Analisis : 24 juli 2013

1. Analisa Karakteristik Awal Sampel

Parameter	Konsentrasi	Satuan
COD	2870	mg/L

2. Analisa COD

Kode sampel	Karakteristik Awal	COD (mg/L)			Rata-rata (mg/L)
		I	II	III	
K1 (75)	2870	737	737	749	741
K1 (100)		727	739	745	737
K1 (120)		762	674	724	720
K2 (75)		755	746	747	749
K2 (100)		728	737	746	735
K2 (120)		762	674	740	725
K3 (75)		739	745	727	737
K3 (100)		728	674	719	707
K3 (120)		674	662	637	657
K4 (75)		774	774	774	774
K4 (100)		797	737	737	757
K4 (120)		737	737	674	714



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
LABORATORIUM TEKNIK LINGKUNGAN



PT BNI (PERSERO) MALANG Kampus I : Jl. Bendungan Sigura – gura No.2 Telp. (0341) 551431(Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
BANK NIAGA MALANG Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Asisten Laboratorium Lingkungan

Noval Darma Risdian Hambajawa
10.26.028

Peneliti

Dedi Kusbiantoro
08.26.021

Mengetahui
Kepala laboratorium Teknik Lingkungan

Anis Artivani, ST.MT
NIP.P. 1030300384

**LEMBAR PERSETUJUAN
UJIAN SKRIPSI**


**PENGGUNAAN BATU KERIKIL DAN ARANG AKTIF SEBAGAI MEDIA
ROUGHING FILTER ALIRAN HORIZONTAL DALAM MENURUNKAN
KADAR COD DAN WARNA DALAM LIMBAH CETAK SABLON**

Oleh :

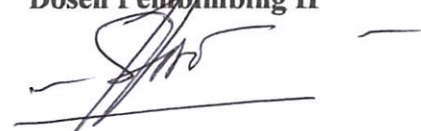
**DEDI KUSBIANTORO
08.26.021**

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I




Candra Dwiratna W, ST. MT
NIP.Y. 1030000349

Dosen Pembimbing II


Dr. Ir Hery Setyobudiarso, Msi
NIP. 196106201991031002

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Lingkungan



Candra Dwiratna W, ST. MT
NIP.Y. 1030000349

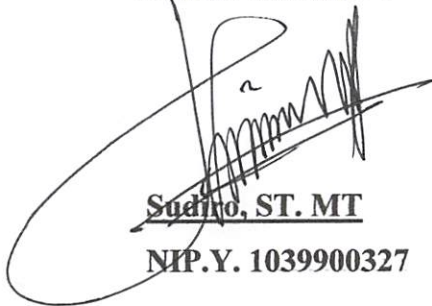
LEMBAR PERSETUJUAN MENGIKUTI UJIAN SKRIPSI
JUDUL SKRIPSI

**PENGGUNAAN BATU KERIKIL DAN ARANG AKTIF SEBAGAI MEDIA
ROUGHING FILTER ALIRAN HORIZONTAL DALAM MENURUNKAN
KADAR COD DAN WARNA DALAM LIMBAH CETAK SABLON**

Disusun Oleh :
DEDI KUSBIANTORO
(08.26.021)

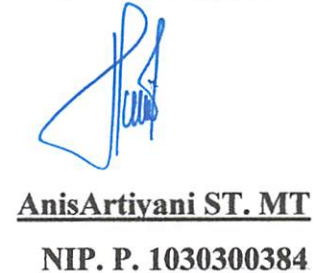
Disetujui Untuk Mengikuti Ujian Skripsi
Menyetujui:

Dosen Pembahas I



Sudho, ST. MT
NIP.Y. 1039900327

Dosen Pembahas II

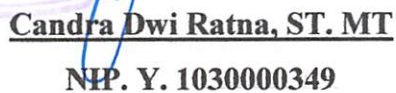


AnisArtiyani ST. MT
NIP. P. 1030300384



Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Lingkungan



Candra Dwi Ratna, ST. MT
NIP. Y. 1030000349

LAMPIRAN DOKUMENTASI



Reaktor Roughing Filter aliran Horizontal



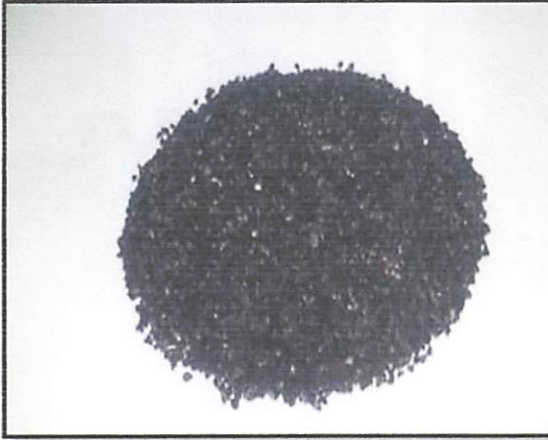
Reaktor Roughing Filter Aliran Horizontal



Pengambilan Sampel



Pengambilan Sampel



Karbon Aktif



Batu Kerikil



Reaktor Runing

LAMPIRAN PERHITUNGAN REAKTOR

➤ Bak Pengumpul

Diketahui :

$$\begin{aligned} Q &= 0.8 \text{ L/menit} \quad (\text{asumsi}) \\ T_d &= < 30 \text{ menit diambil } 5 \text{ menit} \quad (\text{SNI, 2007 - tentang} \\ &\quad \text{Tata cara unit paket instalasi pengolahan air}) \\ h \text{ (tinggi reactor)} &= 0,2 \text{ meter} = 20 \text{ cm} \quad (\text{asumsi}) \end{aligned}$$

perhitungan dimensi bak :

- volume

$$\begin{aligned} Q &= \frac{V}{td} \\ 0.8 \text{ l/menit} &= \frac{V}{5 \text{ menit}} \\ V &= 0.8 \text{ l/menit} \times 5 \text{ menit} \\ V &= 4 \text{ l} \end{aligned}$$

- luas

dimana : $p : l = 2 : 1$

$$\begin{aligned} \frac{p}{l} &= \frac{2}{1} \\ 2l &= p \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= p \times l \\ V &= p \times l \times h \\ V &= A \times h \\ 4 \text{ liter} &= A \times 20 \text{ cm} \\ 4 \text{ liter} \times \frac{1000 \text{ cm}^3}{\text{liter}} &= A \times 20 \text{ cm} \\ 4000 \text{ cm}^3 &= A \times 20 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\frac{4000 \text{ cm}^3}{20 \text{ cm}} = A$$

$$200 \text{ cm}^2 = A$$

$$A = p \times l$$

$$A = 2l \times l$$

$$200 \text{ cm}^2 = 2l^2$$

$$\frac{200 \text{ cm}^2}{2} = l^2$$

$$100 \text{ cm}^2 = l^2$$

$$\sqrt{100} = l$$

$$10 \text{ cm} = l$$

$$10 \text{ cm} = l$$

$$2l = p$$

$$2 \times 10 \text{ cm} = p$$

$$20 \text{ cm} = p$$

maka didapat dimensi bangunan

$$p = 20 \text{ cm}$$

$$l = 10 \text{ cm}$$

$$h = 20 \text{ cm}$$

➤ **Bak filter**

Diketahui :

- Q = 0.8 L/menit (asumsi)
Td = 30 menit (laporan skripsi Ketut Putra Widiarta karena efektifitas penurunan kekeruhan 73,59%-98,69%)
h = 0,2 meter = 20 cm (menyesuaikan bak pengumpul)
l = 0.12 m = 12 cm (menyesuaikan dengan bak pengumpul)
Φ (factor bentuk) = 6,4
d = 4-5 mm = 0,005 m
E (porositas) = 39% = 0,39 (Gordon M. Fair/John C. Geyer/Daniel A, Okun, 1991)
T = 25 °C, maka: $v = 0,893 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{dt}$

• volume

$$Q = \frac{V}{td}$$
$$0.8 \text{ l/menit} = \frac{V}{30 \text{ menit}}$$
$$V = 0.8 \text{ l/menit} \times 30 \text{ menit}$$
$$V = 24 \text{ l}$$

$$V = p \times l \times t$$
$$24 \text{ l} = p \times 12 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$$
$$24000 \text{ cm}^3 = p \times 12 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$$
$$24000 \text{ cm}^3 = p \times 240 \text{ cm}^2$$
$$24000/240 = p$$
$$100 \text{ cm} = p$$

maka didapat dimensi bangunan

$$p = 100 \text{ cm}$$

$$l = 12 \text{ cm}$$

$$h = 20 \text{ cm}$$

- luas

$$A = p \times l$$

$$A = 100 \times 12$$

$$A = 120 \text{ cm}^2$$

- kecepatan filtrasi

$$V_s = \frac{Q}{A}$$
$$= \frac{0.8 \text{ l/menit} \times 1000 \text{ cm}^3/\text{l}}{120 \text{ cm}^2}$$

$$V_s = \frac{800 \text{ cm}^3/\text{menit}}{120 \text{ cm}^2}$$

$$V_s = \frac{6.6 \text{ cm}^3/\text{menit}}{120 \text{ cm}^2}$$

$$V_s = 6,6 \text{ cm}^3/\text{menit}$$

- volume rongga

volume rongga = volume alat × porositas

$$volume \text{ rongga} = 24 \text{ liter} \times 0,39$$

$$volume \text{ rongga} = 9,36 \text{ liter}$$

- Reynolds number

$$Rn = \frac{\Phi \times d \times V_s}{\nu}$$

$$Rn = \frac{6,4 \times 0,005 \text{ m} \times 6,6 \text{ cm}^3/\text{menit}}{0,893 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{detit}}$$