

SKRIPSI

PEMANFAATAN ARANG AKTIF TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI MEDIA *SLOW SAND FILTER* UNTUK MENURUNKAN KEKERUHAN DAN COD AIR SUNGAI

Oleh :

Desi Nilasari

01.26.041



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

2006

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

**PEMANFAATAN ARANG AKTIF TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI
MEDIA *SLOW SAND FILTER* UNTUK MENURUNKAN
KEKERUHAN DAN COD AIR SUNGAI**

Oleh:

Desi Nilasari

01.26.041

Menyetujui:

Tim Pembimbing

Dosen Pembimbing I



Sudiro, ST. MT
NIP.Y. 1039900327

Dosen Pembimbing II



Candra Dwiratna, ST. MT
NIP.P. 1030000349

Mengetahui
Ketia Jurusan Teknik Lingkungan



Sudiro, ST. MT
NIP.Y. 1039900327

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

**PEMANFAATAN ARANG AKTIF TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI
MEDIA *SLOW SAND FILTER* UNTUK MENURUNKAN
KEKERUHAN DAN COD AIR SUNGAI**

Oleh:

Desi Nilasari

01.26.041

Telah dipertahankan dihadapan Dewan Penguji pada Ujian Komprehensif Skripsi Jurusan/Program Studi Teknik Lingkungan Jenjang Strata satu (S-1), dan diterima untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada tanggal 15 September 2006.

Mengetahui
Panitia Ujian Komprehensif Skripsi


Ketua
I. Agustina Nurul H., MTP
NIP. V. 103900214

Sekretaris

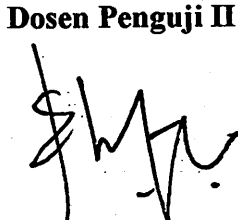
Sudiro, ST. MT
NIP. Y. 1039900327

Dewan Penguji

Dosen Penguji I


DR. Ir. Hery Setyobudiarso, Msi
NIP. 131965844

Dosen Penguji II


Evy Hendriarianti, ST. MMT
NIP. P. 1030300382

Lembar Persembahan

Syukur alhamdulillah ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmadNya.

Terimakasih yang tak terhingga untuk Bapak dan Ibu
atas segala yang telah diberikan selama ini, semoga saya tidak mengecewakan.

Terimakasih untuk Bapak dan Ibu dosen pengajar :
Bapak Sudiro, ST. MT, Ibu Candra Dwiratna, ST. MT, Ibu Evy Hendriariyanti, ST. MMT,
Bapak DR. Ir Hery Setyobudiarso Msi, Bapak Hardianto, ST,
Ibu Anis Artiyani, ST, dan Ibu Tuani Lidyawati, ST. MT, Bapak Ir. Ibnu Hidayat

Terimakasih buat kakak-kakakku atas doa, semangat dan uang sakunya :
Mas Iwan + Mas Ery + Mbak Diyan terimakasih semuanya.

Terimakasih buat sahabat-sahabat senasib dan sepenanggungan :

Evlyn Pelipur Lara, Eva Penasehat Bijaksana, Lily Power Puff Girl,
Manik Penasehat Spiritual dan Santi Preman Berhati Peri terimakasih telah tidak bosan
menangis dan tertawa bersama kapanpun dan dimanapun.

Ika – Icha – Ikong thanks a lot friend, kamu selalu ada disaat-saat apapun.
Weiny – Iwe' – Ibu muda be a good wife and mom, chayooo!!!...
Indra (orang sabar disayang Tuhan lho), Devy (dolan yuuk !..),
Ina (minyak anginmu masih berapa Na ??..), Noy (kapan nih undangannya ...)
Putu (jangan jadi pengusaha illegal logging po'o), Widi (senyummu tu lho menyakithkan),
Taufik (be a good husband and father !!..), Kadek (tolong mas dialeknya...),
dan Wawan (kalo serius dikit lebih ehemmm...).

Terimakasih buat sahabat-sahabat TL' 01:

Nini' Bu Yanto, Novia Mami Tidar, Listirahaeni (chayooo!!..),

Team Ceria (Mita Putri Solo, Ajeng Aceng, Nensi Well Groom, Lily Lincah, Eva Kalem, Desy Cantik Tapi Preman, Dyah Saparua, Eka Cut Tari dan Wulan Moker).

Widi, Azizi, Wildan, Yudist dan Kadek makasih udah ngebantu ngambil sampel.

Yuda, Bayu, Nesta, Teguh ' 02, Aros + Santi makasih udah ngebantu menyelesaikan

Tugas ABB, Pay Gondrong, Zaky, Erwin Pak Yanto, Hermawan Pak Dhe, Teguh, Mas Azis, Mas Reby, Popy, Gofur, Dody, Roni, Zaenal, Apay – Thing, Andi, Ance, Candra.

Tini ' 02 + Andre makasih udah mengantarkan berkasku yang ketinggalan.

Mas Mahfud dkk (Mas Asisten Sipil) trimakasih.

Terimakasih buat warga kost **Wlingi 34** (Mb. Dina Mblitar, Vita Nona Manise Ambone, Desy Gadis Melankolis, Mb. Ana Abange Dong-dong, Puji Sorong, Vera Aremanita, Ratih Be' en Njember, Mb. Cicit Pasuruan, Titus Maba Imoet dan Nisa Abg.

Terimakasih buat warga kost **Wonogiri 38** (Santi trimakasih banget buat rental komputernya selama ini apa jadinya kalo ga ada kamu, Cuse sabar dulu jo ndisik 'i mbak 'e, Krisna koq lulus bareng kita seh, Lely, Ayik dan Rini kuliah ni yeee...

Ex. BW 38 Mb. Nanik, Mb. Theris, Mb. Pina, Mb. Desy, Mb. Lina, Mb. Kitri, Tacik, Ika Memey, Esthy, Maya dan Ririn akhirnya selesai juga..., trimakasih semuanya
Terimakasih juga buat Ibu Kost BW 38 (maaf Bu saya masih sering nginep disana).

Terimakasih buat Empunya kost2an Manik dan kost2an Indra,
trimakasih atas keikhlasan kalian selama ini yang telah mau menampungku.
Terimakasih juga buat Eko, Hernawan, Ani, Ropia, Eny, Indah, Ita dan Didik.

Terimakasih buat semua yang pernah kukenal tetapi belum aku sebutkan,
trimakasih karena kalian semua, hidupku menjadi berwarna dan lebih bermakna.

"Kehidupan bukanlah sebuah masalah yang harus diselesaikan tetapi kehidupan adalah sebuah anugrah yang harus disyukuri dan sebuah karunia untuk dinikmati."

Nilasari, Desi. Sudiro. Dwiratna, Candra. 2006. **Pemanfaatan Arang Aktif Tempurung Kelapa sebagai Media *Slow Sand Filter* untuk Menurunkan Kekeruhan dan COD Air Sungai**. Skripsi, Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional Malang.

ABSTRAK

Arang aktif yang dikenal dengan GAC (*granular activated carbon*) selain dimanfaatkan sebagai adsorben juga dimanfaatkan sebagai media filter dalam proses filtrasi pada unit-unit pengolahan air bersih maupun air buangan. Salah satu proses filtrasi yang telah lama digunakan adalah saringan pasir lambat atau *slow sand filter*. Pada umumnya media yang digunakan pada *slow sand filter* adalah pasir koarsa. *Slow sand filter* efektif dalam menurunkan material tersuspensi dan kandungan bakteri patogen yakni *E. Colli* tetapi kurang efektif dalam menurunkan material organik pada air baku. Sehingga dalam penelitian ini selain menggunakan pasir koarsa sebagai media pada *slow sand filter* juga memanfaatkan arang aktif tempurung kelapa sebagai media filter. Pemanfaatan arang aktif tempurung kelapa sebagai media pada *slow sand filter* diharapkan mampu meningkatkan penurunan material organik pada air baku yang akan disaring.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan arang aktif tempurung kelapa sebagai media pada *slow sand filter* untuk menurunkan kekeruhan dan COD air sungai dan untuk mengetahui seberapa besar tingkat penurunan kedua parameter tersebut. Dimana konsentrasi awal sampel (air sungai dengan titik pengambilan di DAS Brantas Oro-oro Dowo Malang) untuk kekeruhan sebesar 25.3 NTU dan konsentrasi COD 28.8 mg/l. Variasi yang dilakukan adalah komposisi media filter dan waktu pengambilan sampel. Variasi komposisi media filter meliputi pasir 70 cm, pasir 60 cm dengan arang 10 cm, pasir 40 cm dengan arang 30 dan arang 70 cm. Sedangkan waktu pengambilan sampel meliputi saat efluen pertama kali keluar, 2, 4, 6, dan 8 jam. Penelitian ini menggunakan reaktor kolom *slow sand filter* (aliran *downflow*) dengan tinggi 1,5 m dan diameter 10 cm. Sedangkan diameter butir media adalah 0.25-0.35 mm.

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa arang aktif tempurung kelapa sebagai media pada *slow sand filter* mampu menurunkan kekeruhan dan COD air sungai. Persentase penurunan kekeruhan yang paling tinggi sebesar 91.40% pada media dengan komposisi 60 cm pasir dengan 10 cm arang pada pengambilan sampel 8 jam. Sedangkan penurunan COD yang paling tinggi sebesar 50.57% pada media dengan komposisi 70 cm arang pada pengambilan sampel 4 jam. Nilai kekeruhan akhir terendah sebesar 2.18 NTU telah memenuhi standar kualitas air minum, sedangkan nilai COD akhir terendah sebesar 14,24 mg/l belum memenuhi standar kualitas air minum. Berdasarkan Surat Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 907/MENKES/SK/VII/2002 kekeruhan maksimum yang diperbolehkan adalah 5 NTU dan konsentrasi COD maksimum yang diperbolehkan adalah 10 mg/l.

Kata Kunci : GAC, *slow sand filter*, kekeruhan dan COD.

Nilasari, Desi. Sudiro. Dwiratna, Candra. 2006. **Coconut Shell Active Charcoal Utilization as Media in *Slow Sand Filter* to Reduce Turbidity and COD of River Water**. Miny Thesis, Enviromental Engineering, National Technology Institute of Malang.

ABSTRACT

Active charcoal also has been known as GAC (granular activated carbon) and use as adsorber or as filter media in filtration processn of processing units for clean water or waste liquid. One of traditional filtration processes includes slow sand filter. Media generally used in slow sand filter involves quartz sand. Slow sand filter remains effectif to reduce suspended material and pathogenic bacterial content, likes *E. colli*, but ineffective to decrease organic material of base water. Research, therefore, in addition to quartz sand as media in slow sand filter, consider active charcoal from coconut shell as media in slow sand filter must be expected to increase material alleviation in base water.

Research aims at observing the ability of active charcoal from coconut shell as media in slow sand filter to reduce turbidity and COD of river water and examining decrement rate of both parameters. Sample initial concentration (sampling point in river water at DAS Brantas, Oro-oro Dowo, Malang) for turbidity reaches about 25.3 NTU and COD concentration attains 28.8 mg/l. Variation involved entails filter media composition and sample collection timing. filter media composition variation covers 70 cm sand, 60 cm sand and 10 cm charcoal, 40 cm sand and 30 cm charcoal and 70 cm charcoal. Sample collection timing comprises to first exited effluent, 2, 4, 6 dan 8 hours. Research consider column reactor of slow sand filter (down flow) in 1.5 m height and 10 cm in diameter. Media granular diameter has been 0.25 – 0.35 mm.

Result of research indicate that active charcoal of coconut shell as media in slow sand filter has capability to reduce turbidity and COD of river water. The highest turbidity decrement percentage has been 91.40 % in media of 60 cm sand and 10 cm charcoal composition at sample collection of 8 hours. The highest COD decrement will be 50.57 % in media of 70 cm charcoal composition at sample collection of 4 hours. The lowest final turbidity value concerns to 2.18 NTU and seems meeting drinking water quality standard. The lowest final COD value achieves for 14.24 mg/l and seems further from meeting drinking water quality standard. According to Indonesian Republic Health Minister Decree No. 907/MENKES/SK/VII/2002, permitted maximum turbidity will be 5 NTU and permitted maximum COD concentration must be 10 mg/l.

Keywords : GAC, slow sand filter, turbidity and COD.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul *“Pemanfaatan Arang Aktif Tempurung Kelapa sebagai Media Slow Sand Filter untuk Menurunkan Kekeruhan dan COD Air Sungai ”* ini tepat pada waktunya.

Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Strata Satu (S1) di Institut Teknologi Nasional Malang Jurusan Teknik Lingkungan.

Dalam kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

1. Bapak Sudiro, ST. MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang, sekaligus sebagai Dosen Pembimbing I.
2. Ibu Candra Dwiratna, ST. MT., selaku Kepala Laboratorium Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang, sekaligus selaku dosen pembimbing II.
3. Ibu Anis Artiyani, ST., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.
4. Dosen-dosen pengajar dan staf Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.
5. Teman-teman Teknik Lingkungan Angkatan '01 dan semua pihak yang telah membantu dan memberi dukungan dalam penyusunan laporan skripsi ini.

Kesadaran akan masih banyaknya kekurangan yang ada pada laporan skripsi ini, membuat penyusun berharap akan adanya masukan dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan skripsi yang kami susun.

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, September 2006

Penyusun

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR.....	v
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Filtrasi.....	4
2.1.1 Definisi Filtrasi	4
2.1.2 Mekanisme Filtrasi.....	4
2.1.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Filtrasi.....	6
2.1.4 Jenis Filter.....	7
2.1.5 Media Filter.....	9
2.1.6 <i>Slow Sand Filter</i>	10
2.2 Hidrolika Filtrasi.....	11
2.3 Arang Aktif	13
2.4 Pasir Koarsa.....	16
2.5 Parameter Pencemar Air	17
2.6 Metode Pengolahan Data	20
2.6.1 Statistik Deskriptif.....	20
2.6.2 Statistik Inferensi.....	23
2.6.3 Generalisasi dan Kesimpulan Data	26

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	27
3.1 Gambaran Umum.....	27
3.2 Sampel dan Peralatan	27
3.3 Variabel Penelitian	28
3.4 Kerangka Penelitian.....	29
3.5 Prosedur penelitian.....	30
3.6 Parameter penelitian.....	30
3.7 Analisa Data	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Karakteristik Air Sampel.....	31
4.2 Hasil Penelitian	32
4.3 Analisa Penurunan Kekeruhan.....	34
4.3.1 Analisa Deskriptif.....	34
4.3.2 Analisa Anova	37
4.3.3 Analisa Korelasi	38
4.3.4 Analisa Regresi.....	39
4.3.5 Pembahasan.....	42
4.4 Analisa Penurunan COD	46
4.4.1 Analisa Deskriptif.....	46
4.4.2 Analisa Anova	49
4.4.3 Analisa Korelasi	50
4.4.4 Analisa Regresi.....	51
4.4.5 Pembahasan.....	54
BAB V PENUTUP.....	58
5.1 Kesimpulan.....	58
5.2 Saran	58
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Faktor kebulatan, faktor bentuk dan porositas berdasarkan gambaran bentuk butiran media	9
Tabel 2.2	Kegunaan Arang Aktif	13
Tabel 2.3	Koefisien Korelasi <i>Guilford</i>	24
Tabel 4.1	Karakteristik Air Sungai	33
Tabel 4.2	Konsentrasi Akhir Kekeruhan	34
Tabel 4.3	Konsentrasi Akhir COD	35
Tabel 4.4	Persentase Removal Kekeruhan (%)	37
Tabel 4.5	Hasil Uji ANOVA Persentase Penurunan Kekeruhan	39
Tabel 4.6	Korelasi antara Persentase Penurunan Kekeruhan	40
Tabel 4.7	Koefisien Persamaan Regresi Persentase Penurunan Kekeruhan	41
Tabel 4.8	Hasil Uji Kelinieran Analisa Regresi Persentase Penurunan Kekeruhan	43
Tabel 4.9	Persentase Removal COD (%)	50
Tabel 4.10	Hasil Uji ANOVA Persentase Penurunan COD	52
Tabel 4.11	Korelasi antara Persentase Penurunan Kekeruhan	53
Tabel 4.12	Koefisien Persamaan Regresi Persentase Penurunan COD	54
Tabel 4.13	Hasil Uji Kelinieran Analisa Regresi Persentase Penurunan Konsentrasi COD	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.6 Diagram Kontrol <i>Shewhart</i>	22
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian	30
Gambar 4.1 Konsentrasi Akhir Kekeruhan (NTU).....	34
Gambar 4.2 Persentase Removal Kekeruhan (%).....	35
Gambar 4.3 Konsentrasi Akhir COD (mg/l).....	46
Gambar 4.4 Persentase Removal COD (%).....	47

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tempurung kelapa dapat diolah menjadi sebuah produk bernilai ekonomi yang bermanfaat di bidang perindustrian dan pengolahan air yakni menjadi arang aktif. Proses pengolahan tempurung kelapa menjadi arang aktif relatif sederhana dan tidak memerlukan biaya yang besar. Arang aktif yang dikenal dengan GAC (*granular activated carbon*) biasa dimanfaatkan sebagai adsorben dalam proses-proses industri. Selain sebagai media adsorben, saat ini arang aktif juga dimanfaatkan sebagai media filter dalam proses filtrasi pada unit-unit pengolahan air bersih maupun air buangan.

Filtrasi merupakan salah satu metode yang sering digunakan dalam pengolahan air, baik air buangan maupun air baku untuk air bersih. Dalam proses filtrasi terjadi penyaringan untuk memisahkan *solid-liquid* dengan menggunakan media *porous* atau material *porous* lainnya guna memisahkan sebanyak mungkin solid tersuspensi sampai pada partikel yang paling kecil. Berdasarkan kecepatannya filtrasi dibedakan dua yaitu *rapid filter* dan *slow filter*. Pemilihan masing-masing filter untuk pengolahan air didasarkan pada pertimbangan teknik dan ekonomi dengan sasaran utamanya adalah dihasilkannya filtrat dengan kualitas yang baik dengan biaya yang tetap terjangkau.

Pada *slow sand filter* atau filter pasir lambat diperlukan biaya yang relatif lebih murah, tidak memerlukan pengolahan pendahuluan (seperti koagulasi dan flokulasi) dengan *range* kekeruhan air kurang dari 50 NTU, dan mampu berfungsi sebagai filter biologis yang efektif dalam menurunkan mikroorganisme patogenik seperti *E coli* tetapi kurang efektif dalam menurunkan material organik. Oleh karena itu dalam penelitian ini *slow sand filter* (aliran *downflow*) selain memanfaatkan pasir koarsa sebagai media filter juga memanfaatkan arang aktif tempurung kelapa sebagai media filter. Pemanfaatan arang aktif tempurung kelapa sebagai media pada *slow sand filter* ini diharapkan mampu meningkatkan penurunan material organik pada air baku.

1.2 Permasalahan

Arang aktif yang dikenal dengan GAC (*granular activated carbon*) yang berasal dari tempurung kelapa biasa dimanfaatkan sebagai adsorben dalam proses-proses industri. Selain sebagai media adsorben pada industri-industri, arang aktif juga dimanfaatkan sebagai media filter dalam proses filtrasi pada unit-unit pengolahan air bersih maupun air buangan.

Disisi lain *slow sand filter* atau saringan pasir lambat merupakan metode pengolahan air yang telah lama digunakan dan efektif menurunkan kandungan bakteri pathogen yakni *E. Colli* tetapi kurang efektif dalam menurunkan material organik pada air baku. Pemanfaatan arang aktif tempurung kelapa sebagai media pada *slow sand filter* diharapkan mampu meningkatkan penurunan material organik pada air baku yang akan disaring. Media filter pada *slow sand filter* yang biasa dipakai adalah pasir koarsa. Berdasarkan hal-hal tersebut diatas maka muncul ide untuk memanfaatkan arang aktif tempurung kelapa sebagai media filter pada *slow sand filter* untuk menurunkan kekeruhan dan COD air sungai.

1.3 Rumusan Masalah

Seberapa besar kemampuan arang aktif tempurung kelapa sebagai media pada *slow sand filter* untuk menurunkan kekeruhan dan COD air sungai?

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui kemampuan arang aktif tempurung kelapa sebagai media pada *slow sand filter* untuk menurunkan kekeruhan dan COD air sungai.
2. Mengetahui tingkat penurunan kekeruhan dan COD pada *slow sand filter* dengan variasi komposisi media filter dan waktu pengambilan sampel.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

1. Penelitian ini menggunakan *slow sand filter* dengan variasi sebagai berikut :
 - Komposisi media
 - Waktu pengambilan sampel
2. Parameter pokok yang dianalisa dalam penelitian ini adalah kekeruhan dan COD.
3. Sampel air yang digunakan dalam penelitian berasal dari air DAS Brantas dengan lokasi pengambilan di daerah Oro-oro Dowo.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Filtrasi

2.1.1 Definisi Filtrasi

Beberapa definisi proses filtrasi antara lain :

- Filtrasi merupakan suatu proses dimana air diupayakan melewati suatu lapisan yang berpori atau kombinasi bahan berbutir untuk memisahkan zat-zat tersuspensi dan koloid yang terdapat dalam air (Al Laila, 1978).
- Filtrasi merupakan suatu proses penjernihan atau penyaringan air baku melalui media berbutir atau *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 hampan filter atau *filter bed* (L. Huisman, 1980).
- Filtrasi merupakan suatu proses pemisahan padatan dan cairan dimana cairan ditempatkan pada media berpori untuk memisahkan zat tersuspensi halus yang mungkin ada (Reynold, 1981).

2.1.2 Mekanisme Filtrasi

Fenomena penting dalam filtrasi menurut Reynold, 1981 adalah :

- *Mechanical Straining*

Merupakan proses penyaringan partikel atau meterial tersuspensi yang terlalu besar untuk dapat lolos melalui ruang antara butiran media (Yung, 2003). Proses ini terjadi pada permukaan hampan filter/*filter bed* dan tidak tergantung pada kecepatan filtrasi. Beberapa partikel dari bahan tersuspensi dapat melewati ruang antar media karena mempunyai ukuran yang lebih kecil dari ruang antar media, akan saling kontak dan membentuk butiran yang ukurannya lebih besar. Dan butiran ini akan tertahan pada bagian media yang lebih dalam.

- **Sedimentasi**

Merupakan proses pengendapan partikel atau material tersuspensi yang berukuran lebih halus dari lubang pori pada permukaan butiran. Apabila filtrasi telah berlangsung dalam waktu cukup lama, maka endapan dapat menyebabkan berkurangnya ukuran efektif pori dan kecepatan air akan bertambah. Hal ini akan menyebabkan penggerusan endapan sehingga terbawa ke efluen dan mengakibatkan efluen air menjadi lebih buruk.
- **Adsorpsi**

Merupakan proses purifikasi yang penting, karena dalam proses ini partikel tersuspensi yang halus, partikel koloid dan juga molekul-molekul terlarut dapat tertahan pada permukaan butiran media. Adsorpsi dapat terjadi karena adanya gaya tarik-menarik berlawanan. Proses adsorpsi ini terjadi secara bertingkat, yaitu pasir koarsa yang bermuatan negatif akan menarik partikel yang bermuatan positif, seperti flok karbonat, besi dan aluminium hidroksida (Braja, 1998). Sedangkan partikel koloid organik (termasuk bakteri) pada umumnya bermuatan negatif yang tidak teradsorb pada awal filtrasi. Semakin lama impurities yang menempel pada permukaan butiran media akan semakin tebal, sehingga gaya van der Waals dan gaya Coulomb (gaya penyebab terjadinya adsorpsi) kekuatannya menurun dan mengakibatkan penurunan efisiensi filter.
- **Aktifitas Kimia**

Merupakan proses dimana impurities terlarut diuraikan menjadi substansi yang sederhana atau diubah menjadi partikel-partikel yang tidak terlarut, sehingga dapat dihilangkan pada proses *straining*, sedimentasi dan adsorpsi pada media berikutnya.
- **Aktifitas Biologis**

Merupakan proses dimana terdapat aktifitas biologis pada media filter yang disebabkan oleh adanya mikroorganisme (bakteri) yang terkandung dalam air. Bakteri yang terdapat dalam air baku akan tertahan pada butiran media filter saat air melalui media.

2.1.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Filtrasi

Beberapa hal yang dapat mempengaruhi proses filtrasi adalah :

1. Debit filtrasi

Debit filtrasi yang terlalu besar akan menyebabkan turunnya efisiensi filter. Sehingga proses filtrasi tidak dapat berjalan sempurna akibat adanya aliran yang terlalu cepat yang melewati ruang antar butiran media. Hal ini menyebabkan berkurangnya waktu kontak antara permukaan butiran media penyaring dengan air. Kecepatan aliran yang terlalu tinggi melewati ruang antar butiran menyebabkan partikel-partikel halus yang tersaring lolos. Selain itu kecepatan aliran yang terlalu tinggi ini dapat menyebabkan tertutupnya lubang pori sehingga mempercepat terjadinya penyumbatan (*clogging*) dan mengakibatkan proses filtrasi terhenti.

2. Jenis, ukuran diameter dan tebal media filter

Jenis, ukuran diameter dan tebal media filter menentukan besarnya efisiensi filtrasi yang berlangsung. Partikel tersuspensi yang terdapat dalam influen filtrasi akan terkumpul pada permukaan media filter karena mekanisme filtrasi (*straining*). Karena itu efisiensi filter merupakan fungsi karakteristik fisik dari *filter bed*. Tebal tipisnya media akan menentukan lamanya pengaliran dan daya saring.

3. Tingkat kekeruhan air baku

Tingkat kekeruhan air baku sangat mempengaruhi efisiensi filtrasi. Konsentrasi kekeruhan yang tinggi dapat mempercepat terjadinya penyumbatan (*clogging*) karena tertutupnya pori-pori dari media filter. Jika konsentrasi kekeruhan terlalu tinggi seharusnya dilakukan pengolahan pendahuluan seperti koagulasi flokulasi dan sedimentasi.

4. Tinggi muka air dan kehilangan tekanan

Tinggi muka air diatas media berpengaruh terhadap besarnya debit filtrasi yang mengalir. Muka air yang tinggi akan meningkatkan laju filtrasi (jika filter masih dalam keadaan bersih). Muka air diatas media akan naik jika terjadi *clogging* (terjadi saat filter dalam keadaan kotor).

Selama proses filtrasi berlangsung, besarnya tekanan air yang ada di atas media berbeda dengan yang ada di dasar media. Perbedaan tekanan inilah yang sering disebut dengan *headloss* atau kehilangan tekanan. Besarnya kehilangan tekanan akan meningkat jika filter telah beroperasi dalam beberapa waktu tertentu sehingga filter semakin kotor dan menyebabkan tertutupnya lubang pori media filter dan terjadilah *clogging*.

5. Temperatur air

Perubahan temperatur air yang difiltrasi akan menyebabkan perubahan densitas, viskositas absolut dan viskositas kinematis pada air. Perubahan temperatur ini juga mempengaruhi daya tarik-menarik partikel-partikel halus penyebab kekeruhan, sehingga terjadi penambahan ukuran partikel tersebut yang dapat mempengaruhi efisiensi daya saring filter. Perubahan temperatur secara tidak langsung akan menyebabkan perbedaan kehilangan tekanan selama proses filtrasi

2.1.4 Jenis Filter

Beberapa jenis filter adalah :

1. Berdasarkan kecepatan aliran

- *Rapid Filter*

Prinsip dari *rapid filter* adalah melewatkan air melalui media berbutir kasar dengan kecepatan tinggi. Pada filter ini ukuran medianya bervariasi antara 0,5 – 2 mm atau lebih.

Pengolahan air dengan menggunakan *rapid filter* memerlukan pengolahan pendahuluan seperti koagulasi, flokulasi dan sedimentasi.

- *Slow Filter*

Prinsip dari *slow filter* adalah melewatkan air melalui media berbutir halus dengan kecepatan rendah. Pada filter ini ukuran diameternya antara 0,25 – 0,35 mm.

Pengolahan air dengan menggunakan *slow filter* tidak memerlukan pengolahan pendahuluan, pada umumnya untuk mengolah air dengan kekeruhan < 50 NTU.

2. Berdasarkan arah aliran

- *Downflow Filter* (Filter dengan arah aliran kebawah)
- *Upflow Filter* (Filter dengan arah aliran keatas)
- *Horizontal Filter* (Filter dengan arah aliran secara horisontal)

3. Berdasarkan media

- *Filter Single Media* (Filter dengan satu jenis media)
- *Filter Dual Media* (Filter dengan dua jenis media)
- *Filter Triple Media* (Filter dengan tiga jenis media)
- *Flotofilter* (Filter dengan media sintetis)

4. Berdasarkan tekanan

- *Gravity Filter*

Filter yang dalam pengoperasiannya tidak memerlukan tekanan untuk mengalirkan air ke filter bed (dimana air mengalir pada filter secara gravitasi).

- *Pressure Filter*

Filter yang dalam pengoperasiannya memerlukan tekanan untuk mengalirkan air ke *filter bed*.

2.1.5 Media Filter

- Karakteristik media filter

Karakteristik media filter yang ideal memiliki diameter butiran, ketebalan dan *specific gravity* tertentu dan dapat memberikan kualitas hasil pengolahan yang lebih baik, waktu operasi lebih lama, laju filtrasi lebih tinggi dan headloss yang kecil dan media yang mudah di bersihkan.

- 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 2.1.

Tabel 2.1 Faktor kebulatan, faktor bentuk dan porositas berdasarkan gambaran bentuk butiran media

Gambaran Bentuk Butiran	Faktor Kebulatan ψ	Faktor Bentuk S	Porositas f
1. Spherical	1,00	6,0	0,38
2. Rounded	0,98	6,1	0,38
2. Worn	0,94	6,4	0,39
3. Sharp	0,81	7,4	0,40
4. Angular	0,78	7,7	0,43
5. Crushed	0,70	8,5	0,48

Sumber : Fair/ Geyer/ Okun, Water and Waste Water Engineering Volume 2.

2.1.6 *Slow Sand Filter*

- Kriteria desain *slow sand filter* :
 - Laju filtrasi
Kecepatan filtrasi pada *slow sand filter* antara 0,1 – 0,4 m/jam. Pada kecepatan lebih tinggi interval operasi dengan penyucian menjadi lebih singkat.
 - Tebal media filter
Tebal media filter antara 1,0 – 1,4 m dan tidak boleh kurang dari 0,5 – 0,8 m, karena saat penyucian filter akan terjadi pengurangan akibat pengerukan.
 - Diameter media filter
Ukuran efektif antara 0,25 – 0,35 mm dan angka *coeficient uniform* antara 1,5 – 3,0 dan dianjurkan < 2.
 - Lapisan penyangga
Lapisan penyangga dapat terdiri atas kerikil untuk menghalangi masuknya pasir ke dalam rongga terkumpulnya kerikil.
Lapisan penyangga (kerikil) sebaiknya terdiri dari 4 lapis dengan ukuran diameter dari atas ke bawah sebagai berikut :
 Lapisan pertama : 0,4 – 0,6 mm
 Lapisan kedua : 1,5 – 2,0 mm
 Lapisan ketiga : 5,0 – 8,0 mm
 Lapisan keempat : 15,0 – 25 mm
- Keunikan *slow sand filter* antara lain :
 - Mampu berfungsi sebagai filter biologis yaitu dapat mengurangi kandungan bakteri pathogenik, dengan terbentuknya formasi “*Schmutzdecke*” yang tergantung pada pertumbuhan mikroorganisme pada permukaan butir diameter media (diperlukan waktu untuk membuat bakteri tumbuh) yang dipengaruhi oleh temperatur (Al Laila, 1978).
 - Pengoperasian dan pemeliharaannya mudah, murah dan menghasilkan filtrat yang berkualitas.

- Tidak memerlukan perlengkapan lain seperti mesin-mesin.
- Tidak memerlukan pengolahan pendahuluan.
- Tidak memerlukan backwash.
- Kelemahan *slow sand filter* antara lain :
 - Memerlukan area yang relatif luas.
 - Spesifik untuk air dengan kekeruhan <50 NTU.

2.2 Hidrolika Filtrasi

Ketika air (fluida) melewati ruang pori pada butiran media, kehilangan tenaga disebabkan adanya gaya gesek di permukaan media. Dan untuk selanjutnya kehilangan tenaga terjadi karena ekspansi fluida yang melewati ruang pori antara butiran media. Aliran yang melewati bukaan pori merupakan fungsi dari beberapa parameter dan untuk memperkirakannya digunakan pipa piezometrik (Reynold, 1981).

$$H_f = f(\varepsilon, L, d, \nu, \mu, \rho, g)$$

Dimana :

- ε = Porositas bed
- L = Tebal filter bed (m)
- d = Diameter media filter (mm)
- ν = Viskositas kinematis (m^2/det)
- μ = Viskositas absolut ($N.s/m^2$)
- ρ = Densitas massa (gr/cm^3)
- g = Percepatan gravitasi (m/det)

Headloss yang terjadi saat fluida melewati ruang pori antar butiran media dapat dihitung berdasarkan persamaan Carmant-Kozeny dan persamaan Rose yang dikembangkan berdasarkan persamaan Darcy-Weisbach, yaitu (Reynold, 1981) :

$$HL = f \frac{L.V^2}{2gD}$$

Dimana :

f = Faktor gesekan

V = Kecepatan rata-rata (m/det)

g = Percepatan gravitasi (m/det²)

D = Diameter saluran (m)

$$N_R = \frac{\phi \cdot d \cdot V_s}{\nu}$$

Dimana :

N_R = Bilangan Reynold

Φ = Faktor bentuk partikel (1 untuk lapisan, 0,82 untuk pasir dibulatkan, 0,75 untuk rata-rata pasir, 0,73 untuk batubara yang dihancurkan dan pasir bersudut)

d = Diameter media (mm)

V_s = Kecepatan filtrasi (m/det)

ν = Viskositas kinematik (m²/det)

$$C_D = \frac{24}{N_R} + \frac{3}{\sqrt{N_R}} + 0,34$$

Dimana :

C_D = Koefisien drag

$$H = \frac{1,067}{\phi} \cdot C_D \cdot \frac{1}{\alpha^4} \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{V_s^2}{g}$$

Dimana :

Φ = Faktor bentuk partikel (1 untuk lapisan, 0,82 untuk pasir dibulatkan, 0,75 untuk rata-rata pasir, 0,73 untuk batubara yang dihancurkan dan pasir bersudut)

α = Porositas media

L = Tebal filter bed

V_s = Kecepatan filtrasi (m/det)

g = Percepatan gravitasi (m/det²)

2.3 Arang Aktif

Arang aktif merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85-95 % karbon, yang dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan dengan suhu tinggi. Arang aktif mempunyai daya serap tinggi yaitu 25-100 % terhadap berat arang aktif dan mempunyai luas permukaan berkisar 300-3500 m²/gram (ini berhubungan dengan struktur pori internal).

Karakteristik arang aktif tempurung kelapa antara lain :

- Densitas 1,07,
- Kadar air 11,65 %,
- Kadar selulosa 61,41 %
- *Specific gravity* 2,36.
- Tempurung kelapa mempunyai kadar silikat (SiO₂) yang tinggi

Arang aktif telah banyak digunakan dalam proses-proses produksi. Beberapa kegunaan arang aktif dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kegunaan Arang Aktif

No	Jenis Industri	Kegunaan	Mesh
1.	Industri obat dan makanan	Penyaring, penghilang bau dan rasa	8x30, 325
2.	Minuman ringan dan minuman keras	Penghilangan warna, bau pada minuman	4x8, 4x12
3.	Kimia dan minyak	Penyulingan bahan mentah	4x8, 4x12, 8x30
4.	Budidaya udang	Pemurnian, penghilangan amonia, netrite phenol dan logam berat	4x8, 4x12
5.	Industri gula	Penghilangan zat warna, menyerap proses penyaringan menjadi lebih sempurna	4x8, 4x12
6.	Pengolahan pupuk	Pemurnian, penghilangan bau	8x30
7.	Pemurnian gas	Penghilangan sulfur, gas beracun dan bau busuk asap	4x8, 4x12

Sumber : Melita Tryana Semibiring, ST dan Tuti Sarma Sinaga, ST.

Kemampuan arang aktif sebagai media filter berhubungan dengan tingkat kemampuan arang aktif sebagai adsorben yang mempunyai daya serap tinggi yaitu 25-100 % terhadap berat arang aktif. Dimana adsorpsi mempunyai peranan penting dalam proses filtrasi karena dalam proses adsorpsi terjadi penghilangan partikel-partikel yang lebih kecil dari partikel tersuspensi, seperti partikel koloid dan impurities terlarut.

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi daya serap arang aktif adalah sebagai berikut :

1. Sifat adsorben

Arang aktif yang merupakan adsorben adalah suatu padatan berpori, yang sebagian besar terdiri dari unsur karbon bebas dan masing-masing berikatan secara kovalen. Dengan demikian permukaan arang aktif bersifat non polar. Selain komposisi dan polaritas, struktur pori juga merupakan faktor yang penting diperhatikan. Struktur pori berhubungan dengan luas permukaan dimana semakin kecil pori-pori arang aktif maka luas permukaan semakin besar. Dengan demikian kecepatan adsorpsi bertambah. Untuk meningkatkan kecepatan adsorpsi dianjurkan agar menggunakan arang aktif yang telah dihaluskan, selain itu jumlah atau dosis arang aktif juga harus diperhatikan.

2. Sifat serapan

Banyak senyawa yang dapat diadsorpsi oleh arang aktif, tetapi kemampuannya untuk mengadsorpsi berbeda-beda untuk masing-masing senyawa. Adsorpsi akan bertambah besar sesuai dengan bertambahnya ukuran molekul serapan dari struktur yang sama, seperti dalam deret homolog.

3. pH (derajat keasaman)

Untuk asam-asam organik adsorpsi akan meningkat bila pH diturunkan (yaitu dengan penambahan garam-garam mineral). Ini disebabkan karena mineral-mineral tersebut akan mengurangi ionisasi asam organik tersebut.

Sebaliknya bila pH asam organik dinaikkan yaitu dengan menambahkan alkali, adsorpsi akan berkurang sebagai akibat terbentuknya garam.

Arang aktif dapat dibuat dari bahan yang mengandung karbon seperti tempurung kelapa, kayu, batubara dan tulang. Proses pembuatan arang aktif meliputi proses kimia dan fisika. Adapun proses pembuatan arang aktif adalah sebagai berikut :

1. Proses Kimia

Bahan baku dicampur dengan bahan-bahan kimia (asam kuat seperti HCl ataupun basa kuat seperti NaOH) kemudian dibuat dalam tungku. Selanjutnya dibentuk batangan dan dikeringkan serta dipotong-potong. Aktifasi dilakukan pada temperatur 100 °C. Arang yang dihasilkan, dicuci dengan air selanjutnya dikeringkan pada temperatur 300 °C.

2. Proses Fisika

Bahan baku terlebih dahulu dibuat arang selanjutnya arang tersebut digiling, diayak kemudian diaktifasi dengan cara pemanasan pada temperatur 1000 °C dan disertai dengan pengaliran uap.

Proses fisika yang banyak digunakan dalam aktifasi arang antara lain :

a. Proses Briket

Bahan baku atau arang terlebih dahulu dibuat briket, dengan cara mencampurkan bahan baku atau arang dengan dengan ter. Kemudian briket yang dihasilkan dikeringkan pada temperatur 550 °C untuk selanjutnya diaktifasi dengan uap.

b. Destilasi kering

Merupakan suatu proses penguraian suatu bahan akibat adanya pemanasan dengan temperatur tinggi dalam keadaan jumlah udara yang terbatas maupun tanpa udara.

Proses pembuatan arang aktif menurut Cheremisinoff dan AC. Moressi :

1. Dehidrasi

Merupakan proses penghilangan air, bahan baku dipanaskan sampai temperatur 170 °C.

2. Karbonisasi

Merupakan proses pemecahan bahan organik karbon.

Pada temperatur diatas 170 °C akan menghasilkan CO, CO₂ dan asam asetat. Pada temperatur 275 °C dekomposisi menjadi tar, methanol

dan hasil sampingan lainnya. Pembentukan karbon terjadi pada temperatur 400-600 °C. Aktifasi merupakan proses dekomposisi tar dan perluasan pori, dapat dilakukan dengan uap atau CO₂ sebagai aktifator.

2.4 Pasir Koarsa

Pasir koarsa adalah bahan galian yang tersusun atas kristal-kristal silika (SiO₂) dengan berat jenis 2,65 dan mengandung senyawa-senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan. Pasir koarsa merupakan hasil pelapukan batuan yang mengandung mineral-mineral koarsa seperti granit, granodiorit, koarsa diorit, koarsit yang selanjutnya mengalami proses erosi, transportasi dan pengendapan di tepi sungai, danau atau pantai. Pada umumnya pasir koarsa yang ditemukan di alam mempunyai kemurnian yang berbeda-beda, tergantung material pengotor yang terbawa selama proses pembentukannya, material pengotor tersebut antara lain berupa lempung, zat organik dan berbagai senyawa oksida. Pasir koarsa telah banyak dimanfaatkan antara lain digunakan sebagai bahan baku dalam industri kaca, *silica gel*, industri keramik, sebagai media filter dalam proses filtrasi, filter dalam industri cat, plastik dan karet dan lain-lain.

Adapun sifat-sifat pasir koarsa adalah sebagai berikut :

1. Bentuk pasir, ada 4 macam :
 - Rounded (bundar)
 - Sub-angular (menyudut tanggung)
 - Angular (menyudut)
 - Gabungan
2. Ukuran butir
 - Kasar
 - Halus
3. Kelulusan
 - Bila ukuran butir besar, kelulusan besar
 - Bila ukuran butir halus, kelulusan kecil

4. Ketahanan panas

- Baik (bila butir pasir tidak berubah fasa pada temperatur tinggi)
- Buruk (bila butir pasir berubah fasa)

5. Susunan kimia

Susunan kimianya terdiri atas :

SiO_2 , NaO_2 , K_2O , CaO , Al_2O_3 , MgO , TiO_2 dan Fe_2O_3 .

6. Sifat-sifat lainnya:

- Mempunyai daya pengikat terhadap warna
- Mempunyai daya tarik terhadap suhu tinggi
- Mempunyai daya tarik terhadap partikel bermuatan positif
- Mempunyai struktur yang kuat sehingga dapat menerima tekanan yang cukup tinggi.
- Pasir koarsa (dengan kandungan mineral utama silika) akan berwarna merah kecoklatan bila dimasukkan dalam larutan besi oksida.

2.5 Parameter Pencemar Air

Parameter pencemar air meliputi tiga parameter pokok yaitu pencemar fisik, kimia dan biologis.

1. Pencemar Fisik, antara lain :

- Bau, rasa dan warna
- Kekeruhan

Kekeruhan adalah ukuran yang menggunakan efek cahaya sebagai dasar untuk mengukur keadaan air sungai, kekeruhan ini disebabkan oleh adanya benda tercampur atau benda koloid di dalam air. Partikel koloid menyebabkan penyimpangan sinar nyata yang menembus suspensi (dikenal dengan efek *Tindall*) sehingga mengakibatkan kekeruhan.

Hal ini membuat perbedaan nyata dari segi estetika maupun segi kualitas air itu sendiri (C. Fred Gurnhaam dalam Sugiharto).

Air dikatakan keruh, apabila air tersebut mengandung begitu banyak partikel yang tersuspensi sehingga memberikan warna/rupa yang berlumpur dan kotor.

Bahan-bahan yang menyebabkan kekeruhan ini meliputi: tanah liat, lumpur, bahan-bahan organik yang tersebar secara baik dan partikel-partikel kecil yang tersuspensi lainnya.

Nilai numerik yang menunjukkan kekeruhan didasarkan pada tercampurnya bahan-bahan tersuspensi pada jalannya sinar melalui sampel. Nilai ini tidak secara langsung menunjukkan banyaknya bahan tersuspensi, tetapi ia menunjukkan kemungkinan penerimaan konsumen terhadap air tersebut (C. Totok Sutrisno, dkk, 2002).

Air yang keruh disebabkan oleh adanya butiran-butiran koloid dari bahan tanah liat. Semakin banyak kandungan koloid maka air semakin keruh. Derajat kekeruhan dinyatakan dengan satuan unit (Kusnaedi, 2002).

Kekeruhan di dalam air disebabkan oleh adanya zat tersuspensi, seperti lempung, lumpur, zat organik, plankton dan zat-zat halus lainnya. Kekeruhan merupakan sifat optis dari suatu larutan, yaitu hamburan dan absorpsi cahaya yang melaluinya. Kekeruhan tidak dapat dihubungkan secara langsung dengan kadar semua jenis zat tersuspensi, karena tergantung juga kepada ukuran dan bentuk butir (DR. Ir. G Alaerts dan Ir. Sri Simestri Santika, MSc).

Ada tiga metode pengukuran kekeruhan:

- a. Metode Nefelometrik (unit kekeruhan nefelometrik Ft_u atau Ntu),
- b. Metode Helligh Turbidimetri (unit kekeruhan silika),
- c. Metode Visuil (unit kekeruhan Jackson).

- Temperatur

Temperatur air hendaknya kurang dari 28° C atau 60°F.

2. Pencemar Kimia

- Alkalinitas

Kandungan kalsium karbonat akan menyebabkan air bersifat alkalis, pH lebih dari 7.

- Derajat keasaman (pH)

pH (power Hidrogen) satuan untuk mengukur apakah suatu cairan bersifat asam atau basa. Air dikatakan netral bila nilai pHnya 7,00 dan jika nilai

pH kurang dari 7,00 dikatakan bersifat asam sedangkan air yang mempunyai pH 7,00-14,00 dikatakan bersifat basa.

- COD

COD (*Chemical Oxygen Demand*) atau kebutuhan oksigen kimia adalah jumlah oksigen (mg O₂) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam 1 liter sampel air, dimana pengoksidasi K₂Cr₂O₇ digunakan sebagai sumber oksigen (*oxidizing agent*). Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis dan megakibatkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air.

- BOD

BOD (*Biological Oxygen Demand*) atau kebutuhan oksigen biologi adalah jumlah oksigen (dalam mg/lt atau ppm) yang dibutuhkan untuk menguraikan material organik dalam air oleh bakteri. Semakin besar nilai BOD dalam air menunjukkan bahwa tingkat pencemaran air juga semakin besar.

- Kandungan logam dan mineral

Adanya kandungan logam-logam dalam air yang melebihi ambang batas maksimum menyebabkan air tidak layak untuk dikonsumsi. Logam-logam tersebut misalnya merkuri (Hg), timah hitam (Pb), tembaga (Cu), seng (Zn), chlorida (Cl), besi (Fe), mangan (Mn), sulfat (SO₄), fosfor (P), fluorida (F) dan lain-lain.

- Kandungan senyawa-senyawa radioaktif

Tingkat radioaktif tidak diperkenankan lebih dari 1000 mikro curi per liter, bebas dari sinar alfa + strontium 90. Radium 226 tidak boleh lebih dari 3 pcu/lt sedang strontium tidak boleh lebih dari 10 pcu/lt.

- ABS

ABS (*Alkyl Benzene Sulfonat*) adalah zat perantara aktif dalam detergen. ABS dalam detergen untuk keperluan rumah tangga diperkirakan 200 mg/lt – 1000 mg/lt. Kandungan detergen dalam air limbah harus kurang dari 0,05 mg/lt.

- **Kesadahan**

Kesadahan disebabkan oleh masuknya garam sulfat terlarut dari elemen Ca, Mg dan garam-garam lain selain Cl kedalam air . Kesadahan biasanya diukur berdasarkan berapa jumlah berat kalsium karbonat perliter air. Pada umumnya kandungan kalsium karbonat (CaCO_3) sampai 50 mg/lt akan menyebabkan karat besi. Sedangkan air yang mengandung kalsium karbonat lebih dari 80 mg/lt jika digunakan untuk mencuci akan memerlukan sabun lebih banyak.

3. Pencemar Biologis

Pencemar biologis dikenal pula dengan pencemar bakteriologis yang terjadi akibat adanya kontaminasi tinja yang membawa bibit-bibit penyakit yang akan ditularkan oleh bakteri, virus dan amoeba. Indikator guna mengetahui besar kecilnya pencemar bakteriologis adalah berapa jumlah bakteri *colliform* per seratus ml larutan dengan metode MPN (Most Probable Number).

2.6 Metode Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan secara statistik. Sebagai 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 analisa deskriptif dan analisis konfirmatif (inferensi) (Achmad Z. S, 2005).

2.6.1 Statistik 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 subjektif dalam pembuatan analisisnya. Walaupun bersifat subjektif di dalam pengambilan keputusan, analisis deskriptif sering digunakan khususnya dalam memperhatikan

prilaku data dan penentuan dugaan–dugaan yang selanjutnya akan diuji dalam analisis inferensi.

Beberapa rumus yang biasa digunakan dalam statistik deskriptif :

1. Mean / Rataan Sampel (\bar{x})

Rumus yang digunakan adalah :

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

Dimana : \bar{x} = rata – rata hitung dari sampel

$\sum x$ = total jumlah sampel

n = banyaknya sampel

2. Simpangan Baku (s)

Rumus yang digunakan adalah :

$$s = \sqrt{\frac{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

Dimana : s = standart deviasi yang dicari

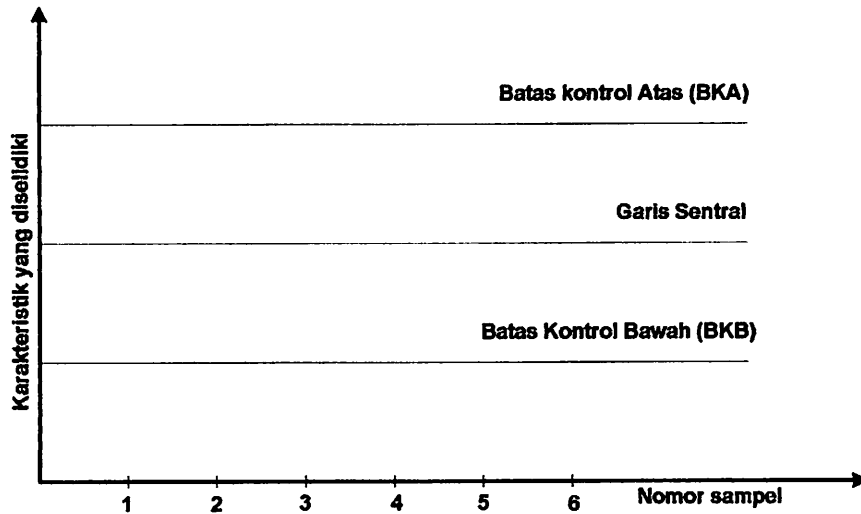
$\sum x$ = jumlah semua harga sampel

n = banyaknya sampel

3. Keceragaman Data

Pengujian keseragaman data perlu dilakukan terlebih dahulu sebelum dilakukan pengolahan data. Pada pengujian keseragaman data ini data akan diuji apakah data yang terkumpul seragam dan selanjutnya mengidentifikasi data yang ekstrim. Data ekstrim yang dimaksud adalah data yang terlalu besar atau data yang terlalu kecil dan jauh menyimpang dari trend rata–ratanya.

Untuk memudahkan pengujian maka digunakan diagram kontrol *Shewhart* dengan contoh sebagai berikut :



Gambar 2.6 Diagram Kontrol *Shewhart*

Garis sentral melukiskan “nilai baku” yang akan menjadi pangkal perhitungan terjadinya penyimpangan hasil-hasil pengamatan untuk tiap sampel. Garis bawah yang sejajar dengan garis sentral dinamakan batas kontrol bawah (BKB). Ini merupakan penyimpangan paling rendah yang diijinkan dihitung dari “nilai baku”. Garis yang menyatakan penyimpangan paling tinggi dari “nilai baku” terdapat sejajar di atas sentral dan dinamakan batas kontrol atas (BKA).

Rumus yang digunakan untuk mengetahui sentral, BKA dan BKB adalah:

$$\text{sentral} = \bar{x}$$

$$BKA = \bar{x} + K\bar{s}$$

$$BKB = \bar{x} - K\bar{s}$$

Dimana : \bar{x} = rata – rata harga sampel

K = Index (tergantung dari tingkat kepercayaan yang diambil)

Untuk kepercayaan 95%, nilai $K = 2$

\bar{s} = standart deviasi rata – rata

(Sudjana,2002)

2.6.2 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 objektif 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.

Beberapa analisa yang terdapat dalam statistik inferensi adalah sebagai berikut :

1. Analisa Korelasi

Untuk mengetahui derajat hubungan antar variabel digunakan analisa korelasi. Ukuran yang dipakai untuk mengetahui derajat hubungan, terutama untuk data kuantitatif, dinamakan koefisien korelasi. Koefisien korelasi adalah indeks atau bilangan yang digunakan untuk mengukur derajat hubungan, meliputi kekuatan hubungan dan bentuk/arrah hubungan.

Nilai hubungan berada pada selang tertutup $(-1, 1)$. Untuk membaca besarnya derajat keeratan dari hubungan terdapat dua hal yang harus diperhatikan, yakni:

- Lihat tanda dari derajat keeratan tersebut, positif atau negatif. Hubungan statistika kedua peubah akan negatif apabila salah satu variabel memiliki hubungan yang bertolak belakang dengan peubah lainnya. 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 membesar nilainya maka peubah lainnya ikut membesar, dan sebaliknya.

- Lihat besarnya nilai derajat keeratan. Untuk membaca nilai dari derajat keeratan dapat digunakan klasifikasi hubungan statistika dua peubah menurut *Guilford* berikut ini :

Tabel 2.3 Koefisien Korelasi *Guilford*

Nilai Hubungan Statistika dua Peubah	Keterangan
< 0,2	Tidak terdapat hubungan antara kedua peubah
Antara 0,2 s/d 0,4	Hubungan kedua peubah lemah
Antara 0,4 s/d 0,7	Hubungan kedua peubah sedang
	Hubungan kedua peubah kuat
Antara 0,7 s/d 0,9	Hubungan kedua peubah sangat kuat

(Sumber: Achmad Z. S, 2005)

Sebagai catatan penting, nilai hubungan statistika 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/pasti dijelaskan oleh peubah lainnya. Lain halnya dengan nilai statistika dua peubah sama dengan “0” menunjukkan tidak adanya hubungan diantara kedua peubah (Achmad Zanbar Soleh, 2005).

Untuk keperluan perhitungan koefisien korelasi berdasarkan sekumpulan data berukuran n dapat digunakan rumus : (Sudjana, 2002)

$$r = \frac{n\sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{\{n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2\} \{n\sum y_i^2 - (\sum y_i)^2\}}}$$

Dimana : r = koefisien korelasi

x_i = variabel bebas

y_i = variabel terikat

n = jumlah data

2. Analisa Regresi

Analisa regresi adalah suatu analisa untuk menyatakan hubungan fungsional antara variabel–variabel ke dalam bentuk persamaan matematis. Untuk analisis regresi akan dibedakan dua jenis variabel ialah variabel bebas atau variabel prediktor dan variabel tak bebas atau variabel respon. Pembuatan persamaan matematis dimaksudkan untuk membantu peneliti didalam melihat pola atau karakteristik hubungan antara variabel bebas dengan variabel tak bebas/terikat, bahkan biasanya digunakan untuk memprediksikan kondisi masa yang akan datang.

Jika variabel bebas dan variabel terikat yang terlibat dalam penelitian masing–masing hanya satu, maka dinamakan Regresi Linear Sederhana. Kemudian apabila hanya ada satu variabel terikat dan beberapa variabel bebas maka persamaan regresinya disebut Regresi Linear Berganda.

Bentuk persamaan regresi secara umum adalah:

$$Y = a + bX_1 + cX_2 + \dots + kX_z$$

Dimana : Y = variabel terikat

a = konstanta

b = koefisien regresi

X_1 = variabel bebas

Pada analisa regresi juga diperlukan beberapa pengujian yaitu:

- o Uji F yang digunakan untuk mengetahui apakah persamaan regresi bisa dipakai untuk memprediksi variabel terikat.
- o Uji t digunakan untuk mengetahui signifikansi koefisien konstanta dan variabel bebas.

3. Analisa Varian

Pengujian menggunakan analisa varian dalam statistika parametrik diantara kelompok yang saling memiliki perbedaan sebagai akibat adanya perlakuan, dilakukan dengan menggunakan *Analysis of Varian* (ANOVA).

Uji ini dilakukan berdasarkan distribusi nilai F. Nilai F diperoleh dari rata-rata jumlah kuadrat (*mean square*) antar kelompok yang dibagi dengan rata-rata jumlah kuadrat dalam kelompok dengan rumus:

$$F = \frac{S_B^2}{S_W^2}$$

Dimana : S_B^2 = varians antar kelompok

S_W^2 = varians dalam kelompok

2.6.3 Generalisasi dan Kesimpulan Analisis Data

Generalisasi adalah penarikan suatu kesimpulan umum dari suatu analisis penelitian. Generalisasi yang dibuat harus berkaitan dengan teori yang mendasari penelitian yang dilakukan. Generalisasi ini, dibuat setelah interpretasi data/penemuan yang telah dilakukan. Setelah generalisasi dibuat, selanjutnya dibuatkan kesimpulan-kesimpulan yang lebih khusus (terinci) dari penelitian berdasarkan generalisasi yang telah dibuat.

(Hasan, M. Iqbal, 2002 dalam Ni Ketut Juli P, 2005).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum

Maksud dari metode penelitian adalah memberikan gambaran umum mengenai langkah-langkah yang akan digunakan dalam penelitian sehingga sesuai dengan tujuan dalam penelitian. Adapun tujuan dari metode penelitian adalah sebagai berikut :

- Memberikan kemudahan dan kelancaran dalam pelaksanaan penelitian.
- Memberikan gambaran awal mengenai tahapan penelitian yang sistematis.
- Memperkecil kesalahan dalam pelaksanaan penelitian.

3.2 Sampel dan Peralatan

3.2.1 Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah air sungai yang berasal DAS Brantas di daerah Oro-oro Dowo, Malang.

3.2.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini secara garis besar ada dua buah, yaitu :

1. Bak penampung sampel
2. Reaktor *slow sand filter*

Dalam penelitian ini digunakan reaktor kolom *slow sand filter* yang terbuat dari PVC dengan tinggi total 1,5 m dan diameter 10 cm.

- Tinggi media filter = 0,7 m
- Tebal media penyangga (kerikil) = 0,15 m, terdiri atas 2 lapis :
 - Kerikil dengan diameter 5,0 – 8,0 mm (tebal lapisan 0,5 m)
 - Kerikil dengan diameter 15 – 25 mm (tebal lapisan 0,1 m)

Gambar reaktor yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada lampiran A.

3.3 Variabel Penelitian

3.3.1 Variabel Terikat

- Kekeruhan
- COD

3.3.2 Variabel Tetap

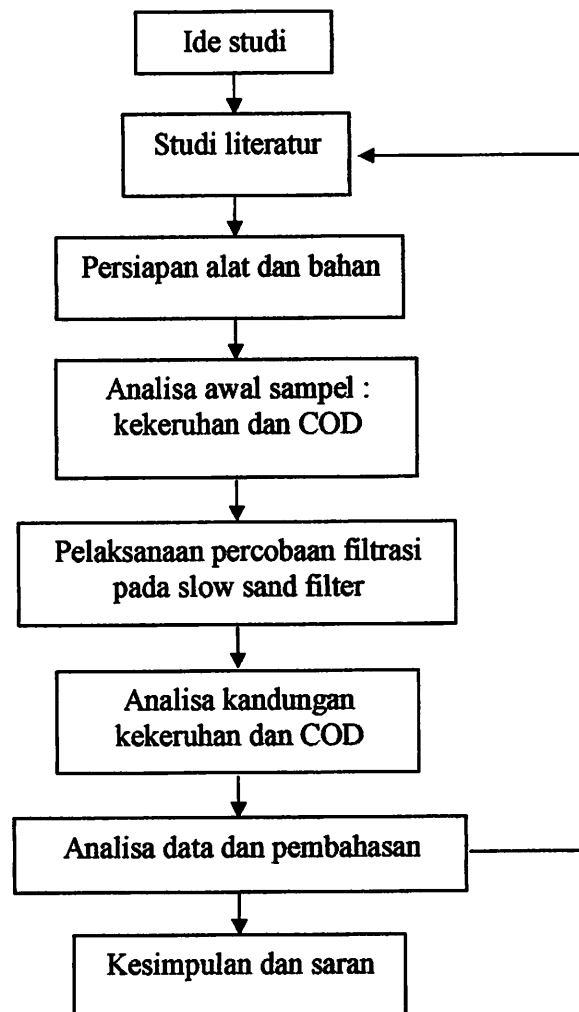
- Kecepatan aliran influen = 0,4 m/jam
- Arah aliran = downflow
- Diameter media filter
 - Pasir koarsa = 0,25 – 0,35 mm
 - Arang aktif = 0,25 – 0,35 mm
- Tebal media penyangga (kerikil) = 0,15 m, terdiri atas 2 lapis :
 - Kerikil dengan diameter 5,0 – 8,0 mm (tebal tebal lapisan 0,5 m)
 - Kerikil dengan diameter 15 – 25 mm (tebal tebal lapisan 0,1 m)

3.3.3 Variabel Bebas

- Variasi komposisi media filter :
 - Media dengan komposisi pasir = 0,7 m
 - Media dengan komposisi pasir – arang =
Pasir = 0,6 m dan arang = 0,1 m
 - Media dengan komposisi pasir – arang =
Pasir = 0,4 m dan arang = 0,3 m
 - Media dengan komposisi arang = 0,7 m
- Waktu pengambilan sampel :
 - Pengambilan pertama
Pengambilan sampel saat efluen keluar pertama.
 - Pengambilan kedua
Pengambilan sampel setelah 2 jam.
 - Pengambilan ketiga
Pengambilan sampel setelah 4 jam.
 - Pengambilan keempat
Pengambilan sampel setelah 6 jam.
 - Pengambilan kelima
Pengambilan sampel setelah 8 jam.

3.4 Kerangka Penelitian

Dalam penelitian ini disusun kerangka penelitian yang menjadi pedoman dalam melakukan penelitian sehingga tujuan yang diharapkan akan tercapai. Adapun kerangka penelitian tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut ini.



Gambar 3.1 Kerangka Penelitian

3.5 Prosedur Penelitian

Langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Persiapan sampel dan peralatan.
2. Melakukan analisa awal untuk mengetahui kekeruhan dan COD pada sampel.
3. Melakukan serangkaian proses-proses dalam penelitian pada *slow sand filter*.
4. Melakukan analisa terhadap hasil penelitian untuk parameter kekeruhan dan COD.

3.6 Parameter Penelitian

Parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Kekeruhan, diuji dengan Metode Turbidimetri.
2. *Chemical Oxygen Demand* (COD), diuji dengan menggunakan Metode Titrimetri.

3.7 Analisa Data

Beberapa analisa data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah :

1. Analisa deskriptif
Analisa deskriptif bertujuan untuk mendapatkan gambaran berdasarkan gejala dan fakta yang diperoleh dari sampel penelitian yang ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik.
2. Analisa varian
Analisa varian bertujuan untuk mengetahui tingkat keterkaitan suatu variabel terhadap variabel lain dan melakukan kesimpulan serta generalisasi dari gejala yang ditemui.
3. Analisa regresi
Analisa regresi bertujuan untuk mengetahui hubungan atau pengaruh antar variabel sehingga dari hubungan yang ada, dapat ditaksir nilai variabel yang satu jika variabel yang lainnya diketahui.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Air Sampel

Air sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah air sungai yang berasal dari DAS Brantas di daerah Oro-oro Dowo Malang. Karakteristik air sungai yang digunakan berdasarkan parameter yang akan diteliti dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4.1 Karakteristik Air Sungai dan Standar Kualitas Air

Parameter Pencemar Air	Nilai	Standar Kualitas Air Berdasarkan SK Menteri Kesehatan RI No. 907/MENKES/SK/VII/2002
Kekeruhan	25.3 NTU	5 NTU
COD	28.8 mg/liter	10 mg/l

4.2 Hasil Penelitian

Penelitian dilakukan secara kontinyu dengan menggunakan reaktor kolom filtrasi dengan menggunakan media pasir koarsa dan arang aktif tempurung kelapa. Dengan variasi waktu pengambilan sampel dan komposisi media.

Variasi pengambilan sampel yang dilakukan antara lain :

- Pengambilan pertama
Pengambilan sampel saat efluen keluar pertama.
- Pengambilan kedua
Pengambilan sampel setelah 2 jam efluen keluar.
- Pengambilan ketiga
Pengambilan sampel setelah 4 jam efluen keluar.
- Pengambilan keempat
Pengambilan sampel setelah 6 jam efluen keluar.
- Pengambilan kelima
Pengambilan sampel setelah 8 jam efluen keluar.

Sedangkan variasi komposisi media ada empat. Variasi komposisi media yang pertama adalah media pasir 70 cm, komposisi yang kedua adalah pasir 60 cm dengan arang 10 cm, komposisi yang ketiga adalah pasir 40 cm dengan arang 30 cm dan komposisi yang keempat adalah arang 70 cm

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka data kekeruhan dan COD setelah dilakukan proses kontinu dapat dilihat pada tabel 4.2 dan 4.3 sebagai berikut.

Tabel 4.2 Kekeruhan Akhir (NTU)

Variasi Media	Pengambilan Sampel	Kekeruhan (NTU)			Rata-rata (NTU)
		I	II	III	
M1	1	9.43	9.46	9.48	9.46
	2	5.97	6.03	5.98	5.99
	3	4.88	4.85	4.83	4.85
	4	4.28	4.31	4.26	4.28
	5	3.84	3.85	3.87	3.85
M2	1	9.72	9.77	9.74	9.74
	2	6.38	6.41	6.44	6.41
	3	4.32	4.35	4.37	4.35
	4	2.54	2.52	2.57	2.54
	5	2.23	2.17	2.13	2.18
M3	1	10.44	10.47	10.42	10.44
	2	6.98	7.05	7.04	7.02
	3	5.18	5.24	5.23	5.22
	4	4.85	4.88	4.86	4.86
	5	4.46	4.45	4.42	4.44
M4	1	11.65	11.67	11.68	11.67
	2	7.44	7.49	7.47	7.47
	3	5.56	5.53	5.55	5.55
	4	6.4	6.43	6.43	6.42
	5	10.15	10.08	10.12	10.12

Sumber : Hasil Penelitian

Keterangan :

M1 = Media pasir 70 cm

M2 = Media pasir 60 cm dan arang 10 cm

M3 = Media pasir 40 cm dan arang 30 cm

M4 = Media arang 70 cm

Tabel 4.3 Konsentrasi COD Akhir (mg/l)

Variasi Media	Pengambilan Sampel	Kosentrasi COD (mg/l)			Rata-rata (mg/l)
		I	II	III	
M1	1	28.68	28.67	28.72	28.69
	2	26.87	26.9	26.86	26.88
	3	24.45	24.42	24.43	24.43
	4	21.17	21.2	21.22	21.20
	5	19.05	19.02	18.97	19.01
M2	1	28.38	28.39	28.42	28.40
	2	25.12	25.15	25.12	25.13
	3	22.32	22.34	22.35	22.34
	4	19.22	19.22	19.25	19.23
	5	17.25	17.22	17.22	17.23
M3	1	27.87	27.85	27.86	27.86
	2	22.78	22.83	22.84	22.82
	3	17.42	17.42	17.45	17.43
	4	14.28	14.33	14.31	14.31
	5	18.44	18.42	18.47	18.44
M4	1	27.87	27.85	27.86	27.86
	2	18.43	18.42	18.45	18.43
	3	14.24	14.22	14.25	14.24
	4	15.33	15.37	15.34	15.35
	5	18.25	18.27	18.25	18.26

Sumber : Hasil Penelitian

Keterangan :

M1 = Media pasir 70 cm

M2 = Media pasir 60 cm dan arang 10 cm

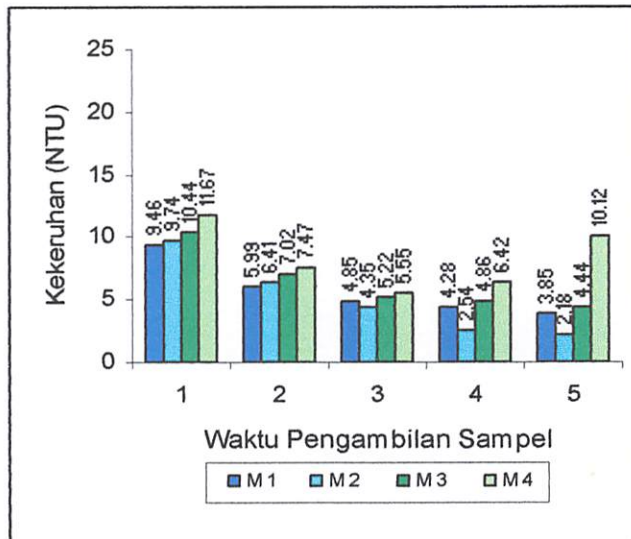
M3 = Media pasir 40 cm dan arang 30 cm

M4 = Media arang 70 cm

4.3 Analisa Penurunan Kekeruhan

4.3.1 Analisa Deskriptif

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa keempat media filter dengan komposisi pasir 70 cm (M1), pasir 60 cm dengan arang 10 cm (M2), pasir 40 cm dengan arang 30 cm (M3) dan arang 70 cm (M4), mempunyai kemampuan menurunkan kekeruhan dengan tingkat penurunan yang bervariasi. Kadar akhir kekeruhan pada tabel 4.2 diplotkan pada gambar 4.1 berikut ini.



Gambar 4.1 Grafik Hubungan Kekeruhan (NTU) terhadap Waktu Pengambilan Sampel

Berdasarkan tabel 4.2 dan gambar 4.1 menunjukkan bahwa kekeruhan akhir pada masing-masing media berbeda-beda sesuai dengan kemampuan masing-masing media dalam menurunkan kekeruhan pada rentang waktu antara kali pertama efluen keluar sampai dengan 8 jam. Berdasarkan data kekeruhan pada tabel 4.2 maka dapat dicari besarnya penurunan kekeruhan pada tiap-tiap media filter.

Untuk mengetahui persentase penurunan kekeruhan pada setiap variasinya digunakan rumus :

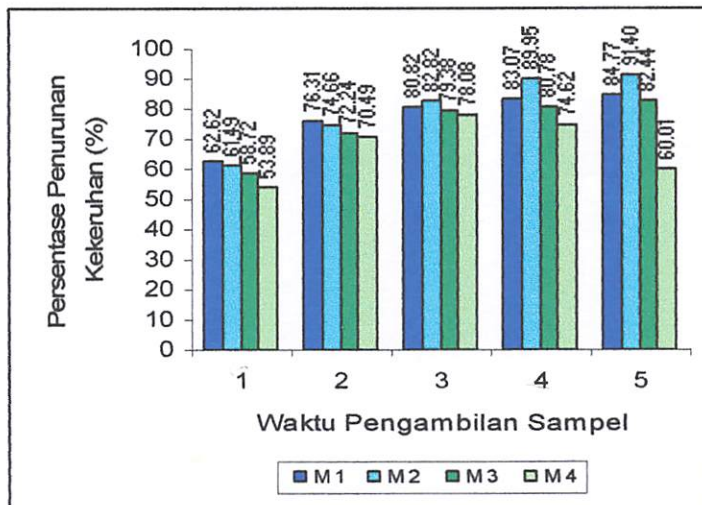
$$\% \text{ Removal} = \frac{(\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir})}{\text{konsentrasi awal}} \times 100\%$$

Tabel 4.4 Persentase Penurunan Kekeruhan (%)

Variasi Media	Pengambilan Sampel	Persentase Penurunan (%)			Rata-rata (%)
		I	II	III	
M1	1	62.73	62.61	62.53	62.62
	2	76.40	76.17	76.36	76.31
	3	80.71	80.83	80.91	80.82
	4	83.08	82.96	83.16	83.07
	5	84.82	84.78	84.70	84.77
M2	1	61.58	61.38	61.50	61.49
	2	74.78	74.66	74.55	74.66
	3	82.92	82.81	82.73	82.82
	4	89.96	90.04	89.84	89.95
	5	91.19	91.42	91.58	91.40
M3	1	58.74	58.62	58.81	58.72
	2	72.41	72.13	72.17	72.24
	3	79.53	79.29	79.33	79.38
	4	80.83	80.71	80.79	80.78
	5	82.37	82.41	82.53	82.44
M4	1	53.95	53.87	53.83	53.89
	2	70.59	70.40	70.47	70.49
	3	78.02	78.14	78.06	78.08
	4	74.70	74.58	74.58	74.62
	5	59.88	60.16	60.00	60.01

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan data persentase penurunan pada tabel 4.4 maka dapat diplotkan menjadi sebuah grafik persentase penurunan kekeruhan pada gambar 4.2 berikut ini.



Gambar 4.2 Grafik Hubungan Persentase Penurunan Kekeruhan (%) terhadap Waktu Pengambilan Sampel

4.3.1.1 Media Pasir

Berdasarkan tabel 4.2 dan gambar 4.1 kekeruhan akhir yang terendah terjadi saat pengambilan sampel yang kelima (saat $t = 8$ jam) sebesar 3.85 NTU sedangkan kekeruhan akhir terbesar saat pengambilan sampel pertama sebesar 9.46 NTU. Dan berdasarkan tabel 4.4 dan gambar 4.2 persentase penurunan kekeruhan terbesar adalah 84.77% pada pengambilan sampel kelima (saat $t = 8$ jam) sedangkan persentase penurunan kekeruhan terendah adalah 62.62% pada pengambilan sampel pertama.

4.3.1.2 Media Kombinasi Pasir 60 cm dan Arang 10 cm

Berdasarkan tabel 4.2 dan gambar 4.1 kekeruhan akhir yang terendah terjadi saat pengambilan sampel yang kelima (saat $t = 8$ jam) sebesar 2.18 NTU sedangkan kekeruhan akhir terbesar saat pengambilan sampel pertama sebesar 9.74 NTU. Dan berdasarkan tabel 4.4 dan gambar 4.2 persentase penurunan kekeruhan terbesar adalah 91.40% pada pengambilan sampel kelima (saat $t = 8$ jam) sedangkan persentase penurunan kekeruhan terendah adalah 61.49% pada pengambilan sampel pertama.

4.3.1.3 Media Kombinasi Pasir 40 cm dan Arang 30 cm

Berdasarkan tabel 4.2 dan gambar 4.1 kekeruhan akhir yang terendah terjadi saat pengambilan sampel yang kelima (saat $t = 8$ jam) sebesar 4.44 NTU sedangkan kekeruhan akhir terbesar saat pengambilan sampel pertama sebesar 10.44 NTU. Dan berdasarkan tabel 4.4 dan gambar 4.2 persentase penurunan kekeruhan terbesar adalah 82.44% pada pengambilan sampel kelima (saat $t = 8$ jam) sedangkan persentase penurunan kekeruhan terendah adalah 58.72% pada pengambilan sampel pertama.

4.3.1.4 Media Arang

Berdasarkan tabel 4.2 dan gambar 4.1 kekeruhan akhir yang terendah terjadi saat pengambilan sampel yang kelima (saat $t = 8$ jam) sebesar 5.55 NTU sedangkan kekeruhan akhir terbesar saat pengambilan sampel pertama sebesar 11.67 NTU. Dan berdasarkan tabel 4.4 dan gambar 4.2 persentase penurunan kekeruhan terbesar adalah 78.08% pada pengambilan sampel ketiga (saat $t = 4$ jam) sedangkan persentase penurunan kekeruhan terendah adalah 53.89% pada pengambilan sampel pertama.

4.3.2 Analisa Anova

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh berbagai perlakuan dalam penurunan kekeruhan, maka dilakukan analisis dengan menggunakan uji ANOVA satu faktor. Hasil uji ANOVA tersebut tersaji dalam tabel 4.6 berikut ini :

Tabel 4.5 Hasil Uji ANOVA Persentase Penurunan Kekeruhan

Source	DF	SS	MS	F	P
Perlakuan	19	6498.394	342.021	29385.78	0.000
Error	40	0.466	0.012		
Total	59	6498.860			

Tabel 4.5 merupakan hasil uji ANOVA untuk melihat apakah ada perbedaan yang nyata antara persentase penurunan kekeruhan diantara kelompok perlakuan.

Hipotesis :

- H_0 = Kedua puluh perlakuan adalah identik
- H_1 = Kedua puluh perlakuan adalah tidak identik

Pengambilan keputusan berdasarkan :

- Jika probabilitas > 0.05 , H_0 diterima.
- Jika probabilitas < 0.05 , H_0 ditolak.

Pada tabel 4.5 terlihat bahwa : F hitung sebesar 29385.78. Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah 1.8529. Karena nilai F hitung tersebut lebih besar daripada F tabel maka keputusannya adalah menolak hipotesis awal (H_0). Dengan nilai probabilitas adalah 0.000. Karena nilai probabilitas < 0.05 maka H_0 ditolak, artinya kedua puluh perlakuan adalah tidak identik/berbeda nyata.

4.3.3 Analisa Korelasi

Untuk mengetahui ada tidaknya atau kuat lemahnya hubungan antara variabel terikat (persentase penurunan kekeruhan) dengan variabel bebas (variasi komposisi media dan waktu pengambilan sampel), maka dianalisis dengan menggunakan analisa korelasi. Hasil dari analisa tersebut dapat dilihat pada tabel 4.6 berikut ini.

Tabel 4.6 Korelasi antara Persentase Penurunan Kekeruhan dengan Variasi Waktu dan Media

		Variasi Waktu	Variasi Media
% Penurunan Kekeruhan	Pearson correlation	0.674	-0.431
	P-Value	0,000	0,001

Berdasarkan tabel 4.6 menunjukkan bahwa tingkat hubungan antara variabel yang dihitung dengan koefisien korelasi adalah :

- Nilai koefisien korelasi antara persentase penurunan kekeruhan dengan variasi waktu pengambilan sampel 0.674. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat hubungan antara kedua variabel sedang karena berada diantara 0.4 s/d 0.7 (Achmad Z. S, 2005). Dan arah hubungan yang positif menunjukkan hubungan yang searah yang berarti bahwa jika semakin lama waktu maka semakin tinggi tingkat persentase penurunan kekeruhan dimana rentang waktu yang dimaksud adalah antara jam kali pertama efluen keluar sampai 8 jam. Tingkat signifikan persentase penurunan kekeruhan dengan variasi waktu pengambilan sampel ditunjukkan dengan nilai probabilitas 0.000 (< 0.05) maka korelasinya nyata/signifikan.
- Nilai koefisien korelasi antara persentase penurunan kekeruhan dengan variasi komposisi media sebesar -0.431. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat hubungan antara kedua variabel sedang karena berada diantara 0.4 s/d 0.7

(Achmad Z. S, 2005). Hubungan kedua variabel bertolakbelakang hal ini ditunjukkan dengan adanya tanda negatif pada nilai koefisien korelasi, yang menunjukkan bahwa peningkatan variasi komposisi media (arang) berbanding terbalik dengan besarnya persentase penurunan kekeruhan. Tingkat signifikan persentase penurunan kekeruhan ditunjukkan dengan nilai probabilitas 0.001 (< 0.05) maka korelasinya nyata/signifikan.

4.3.4 Analisa Regresi

Untuk mengetahui besarnya hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat digunakan uji regresi, sehingga diketahui ketepatan dan atau signifikansi prediksi dari hubungan/korelasi data. Hasil analisa tersebut dapat dilihat pada tabel-tabel berikut :

Tabel 4.7 Koefisien Persamaan Regresi Persentase Penurunan Kekeruhan

Predictor	Coefficient	SE Coef	T	P
Constant	69.601	1.664	41.83	0.000
Waktu	2.4814	0.2923	8.49	0.000
Variasi Media	-1.6724	0.3083	-5.42	0.000

$$S = 6.40337 \quad R\text{-Sq} = 64.0\% \quad R\text{-Sq}(\text{adj}) = 62.8\%$$

Dari tabel di atas dapat kita ketahui:

1. Persamaan regresi

$$Y = 69.60 + 2.48X_1 - 1.67X_2$$

Dimana :

Y = Persentase penurunan kekeruhan

X_1 = Variabel waktu pengambilan sampel

X_2 = Variabel komposisi media

Berdasarkan hasil analisa regresi, konstanta sebesar 69.60% menyatakan bahwa jika variasi waktu pengambilan sampel dan komposisi media konstan maka persentase penurunan kekeruhan adalah 0.6960. Koefisien regresi sebesar 2.48 untuk variabel waktu pengambilan sampel (X_1) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu sebesar 1 jam dalam

pengambilan sampel akan meningkatkan persentase penurunan kekeruhan sebesar 0.0248 dengan anggapan variabel lain besarnya konstan. Sedangkan koefisien regresi -1.67 untuk variabel komposisi media (X_2) menyatakan bahwa penambahan variasi komposisi media (arang) sebesar 1 cm akan menurunkan persentase penurunan kekeruhan sebesar 0.0167 dengan anggapan variabel lain besarnya konstan.

2. Uji signifikan koefisien regresi

Hipotesis:

- H_0 : koefisien regresi tidak signifikan
- H_1 : koefisien regresi signifikan

Pengambilan keputusan:

1) Berdasarkan nilai T.

Dengan membandingkan statistik t hitung dengan statistik t tabel. Jika statistik t hitung < statistik t tabel, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak. Jika statistik t hitung > statistik t tabel, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Nilai t tabel adalah 3.1588, sedangkan nilai t hitung berdasarkan tabel 4.7 untuk variasi waktu pengambilan sampel adalah 8.49 berarti nilai t hitung lebih besar dari t tabel, maka koefisien regresi signifikan. Dan nilai t hitung berdasarkan tabel 4.7 untuk variasi komposisi media adalah -5.42 berarti nilai t hitung lebih besar dari t tabel, maka koefisien regresi tidak signifikan.

2) Berdasarkan nilai probabilitas

- Jika probabilitas > 0.05, H_0 diterima.
- Jika probabilitas < 0.05, H_0 ditolak.

Berdasarkan tabel 4.7 Nilai P adalah 0.000 yang berarti probabilitas jauh di bawah 0.05. Dengan demikian, H_0 ditolak, atau koefisien regresi signifikan, atau variasi waktu dan komposisi media benar-benar berpengaruh secara signifikan terhadap persentase penurunan konsentrasi kekeruhan.

3. Koefisien determinasi

Dari hasil analisa regresi juga didapatkan nilai R square sebesar 64.0%, hal ini berarti 64.0% penurunan konsentrasi kekeruhan dapat dijelaskan oleh variasi waktu pengambilan sampel dan komposisi media. Sedangkan sisanya 36.0% dijelaskan oleh sebab-sebab lain yang tidak masuk ke dalam model.

4. Uji Kelinearan

Hipotesa

- H_0 : Y tidak memiliki hubungan linear dengan X
- H_1 : Y memiliki hubungan linear dengan X

Dimana : Y adalah variabel terikat

X adalah variabel bebas

**Tabel 4.8 Hasil Uji Kelinearan Analisa Regresi
Persentase Penurunan Kekeruhan**

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	4161.7	2080.8	50.75	0,000
Residual	57	2337.2	41.0		
Total	59	6498.9			

Pengambilan keputusan:

- 1). Berdasarkan nilai F .

Penarikan kesimpulan:

- Jika F hitung > F tabel, H_1 diterima
- Jika F hitung < F tabel, H_0 diterima

(Sumber: Achmad Zanbar Soleh, 2005)

Dari uji kelinearan pada tabel 4.8 didapat nilai F hitung sebesar 50.75. Sedangkan nilai F tabel sebesar 3.1588. Karena nilai F hitung lebih besar dari nilai F tabel, maka kesimpulannya adalah Y (variabel terikat) memiliki hubungan linear dengan X (variabel bebas). Atau dengan kata lain, persentase penurunan kekeruhan dengan variasi waktu pengambilan sampel (pertama kali efluen keluar sampai dengan 8 jam) dan komposisi media mempunyai hubungan linier.

2). Berdasarkan nilai probabilitas

- Jika probabilitas > 0.05 , H_0 diterima.
- Jika probabilitas < 0.05 , H_0 ditolak.

Pada tabel 4.8 nilai probabilitas (P) 0.000, jauh lebih kecil dari 0.05, model regresi bisa dipakai untuk memprediksi persentase penurunan kekeruhan.

4.3.5 Pembahasan

Dari hasil penelitian, keempat media filter mempunyai kemampuan yang bervariasi dalam menurunkan konsentrasi kekeruhan dalam sampel (air sungai). Dalam proses ini, air mengalir secara *downflow* dari bak penampung menuju kolom filtrasi yang berdiameter 10 cm dengan tinggi 1,5 m, dengan debit aliran sebesar 50 ml/menit.

Diameter media yang digunakan adalah 0,25 – 0,35 mm. Media filter yang digunakan adalah pasir dan arang aktif tempurung kelapa. Variasi yang dilakukan adalah waktu pengambilan sampel (pada rentang waktu mulai efluen keluar, 2 jam, 4 jam, 6 jam dan 8 jam) dan variasi komposisi media (pasir 70 cm, pasir 60 cm dengan arang 10 cm arang, pasir 40 cm dengan arang 30 cm dan arang 70 cm).

Berdasarkan hasil penelitian, persentase penurunan kekeruhan dari media tersebut bervariasi. Pada variasi komposisi media yang pertama yakni pasir 70 cm persentase penurunan kekeruhan terus meningkat dari waktu pengambilan sampel yang pertama sampai yang kelima. Pada saat pengambilan sampel pertama persentase penurunan kekeruhan sebesar 62.62%, saat $t = 2$ jam persentase penurunannya sebesar 76.31%, saat $t = 4$ jam persentase penurunannya sebesar 80,82%, saat $t = 6$ jam 83.07% dan saat $t = 8$ jam persentase penurunannya sebesar 84.77%. Hal ini menunjukkan bahwa dalam *range* waktu 8 jam filter masih dapat beroperasi secara optimal.

Pada variasi komposisi media yang kedua yakni pasir 60 cm dengan arang 10 cm, persentase penurunan kekeruhan terjadi secara stabil. Dimana tingkat persentase penurunan kekeruhan terus meningkat dari waktu pengambilan sampel yang pertama sampai yang kelima. Pada saat pengambilan sampel pertama persentase penurunan kekeruhan sebesar 61.49%, saat $t = 2$ jam persentase

persentase penurunan kekeruhan sebesar 61.49%, saat $t = 2$ jam persentase penurunannya sebesar 74.66%, saat $t = 4$ jam persentase penurunannya sebesar 82.82%, saat $t = 6$ jam 89.95% dan saat $t = 8$ jam persentase penurunannya sebesar 91.40%. Hal ini menunjukkan bahwa dalam *range* waktu 8 jam filter dengan komposisi media pasir 60 cm dengan arang 10 cm masih dapat beroperasi secara optimal.

Pada variasi komposisi media yang ketiga yakni pasir 40 cm dengan arang 30 cm tingkat persentase penurunan kekeruhan terus meningkat dari waktu pengambilan sampel yang pertama sampai yang kelima. Pada saat pengambilan sampel pertama saat persentase penurunan kekeruhan sebesar 58.72%, saat $t = 2$ jam persentase penurunannya sebesar 72.24%, saat $t = 4$ jam persentase penurunannya sebesar 79.48%, saat $t = 6$ jam 80.78% dan saat $t = 8$ jam persentase penurunannya sebesar 82.44%. Hal ini menunjukkan bahwa dalam *range* waktu 8 jam, filter dengan komposisi media pasir 40 cm dengan arang 30 cm masih dapat beroperasi secara optimal.

Sedangkan pada media keempat yakni arang 70 cm persentase penurunan kekeruhan yang bervariasi. Pada saat pengambilan sampel pertama persentase penurunan kekeruhan sebesar 53.89. Hal ini disebabkan beberapa partikel dari material tersuspensi dapat melewati ruang antar media karena mempunyai ukuran yang lebih kecil dari ruang antar media sehingga memungkinkan sebagian partikel tersuspensi ikut lolos dalam penyaringan.

Pada saat $t = 2$ jam persentase penurunan kekeruhan meningkat dari 53.89% ke 70.49%. Dan pada saat $t = 4$ jam persentase penurunan kekeruhan maksimum yakni sebesar 78.08 %. Sedangkan pada saat $t = 6$ jam persentase penurunannya menurun menjadi 74.62% dan menurun lagi saat $t = 8$ jam sebesar 60.01%. Hal ini terjadi karena adanya proses sedimentasi atau pengendapan partikel atau material tersuspensi yang berukuran lebih halus dari lubang pori pada permukaan butiran. Apabila filtrasi telah berlangsung dalam beberapa waktu tertentu, maka endapan dapat menyebabkan berkurangnya ukuran efektif pori dan kecepatan air akan bertambah. Hal ini akan menyebabkan penggerusan endapan sehingga terbawa ke efluen dan mengakibatkan efluen air menjadi lebih buruk.

Peningkatan efisiensi persentase penurunan kekeruhan terjadi pada semua variasi media, terutama pada pengambilan sampel pertama yakni saat efluen keluar pertama kali sampai pada pengambilan sampel kedua ($t = 2$ jam). Hal ini menunjukkan bahwa diperlukan waktu tinggal yang lebih lama untuk mencapai persentase penurunan kekeruhan yang maksimum, karena waktu tinggal sebanding dengan banyaknya partikel penyebab kekeruhan yang tertahan di media filter (Dizer dkk, 2004). Kekeruhan disebabkan oleh adanya zat tersuspensi, seperti lumpur, lempung, zat organik, *plankton* dan zat-zat halus lainnya yang terkandung dalam air (Alaert dan Sumestri, 1987). Zat tersuspensi tersebut akan tertahan pada permukaan media filter pada proses penyaringan dan pengendapan, sehingga mengurangi kekeruhan pada air.

Berdasarkan hasil analisa regresi, konstanta sebesar 69.6% menyatakan bahwa jika variasi waktu pengambilan sampel dan variasi komposisi media konstan maka persentase penurunan kekeruhan adalah 0.696. Koefisien regresi sebesar 2.48 untuk variabel waktu (X_1) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu sebesar 1 jam waktu pengambilan sampel akan meningkatkan persentase penurunan kekeruhan sebesar 0.0248 dengan anggapan variabel lain besarnya konstan. Sedangkan koefisien regresi -1.67 untuk variasi komposisi media (X_2) menyatakan bahwa penambahan komposisi media (arang) 1 cm akan menurunkan persentase penurunan kekeruhan sebesar 0.0167 dengan anggapan variabel lain besarnya konstan. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah partikel-partikel organik penyebab kekeruhan yang terdapat pada air sampel lebih sedikit daripada jumlah partikel-partikel anorganik. Sedangkan arang cenderung mengadsorb partikel-partikel organik sehingga partikel-partikel anorganik penyebab kekeruhan akan lolos dan mengakibatkan penurunan persentase kekeruhan.

Berdasarkan hasil uji ANOVA nilai F hitung 29385.78 lebih besar daripada F tabel 1.8529 maka keputusannya adalah menolak hipotesis awal (H_0). Dengan nilai probabilitas adalah $0,000 < 0,05$ maka H_0 ditolak. Artinya kedua puluh perlakuan adalah tidak identik/berbeda nyata.

Berdasarkan hasil analisa korelasi terdapat hubungan sedang antara persentase penurunan kekeruhan dengan waktu pengambilan sampel (koefisien korelasi 0.674). Demikian pula antara persentase penurunan kekeruhan dengan variasi komposisi media terdapat hubungan sedang (koefisien korelasi -0.431).

Berdasarkan nilai T, kemudian membandingkan statistik t hitung dengan statistik t tabel. Nilai t tabel adalah 3.1588, sedangkan nilai t hitung berdasarkan tabel 4.7 adalah 8.49 (variasi waktu) dan -5.42 (variasi komposisi media). Semua nilai t hitung lebih besar dari t tabel, maka koefisien regresi signifikan.

Berdasarkan Nilai P adalah 0.000 yang berarti probabilitas jauh di bawah 0.05. Dengan demikian, H_0 ditolak, atau koefisien regresi signifikan, atau variasi waktu pengambilan sampel dan komposisi media benar-benar berpengaruh secara signifikan terhadap persentase penurunan kekeruhan.

Dari hasil analisa regresi juga didapatkan nilai R square sebesar 64.0%, hal ini berarti 64.0% penurunan konsentrasi kekeruhan dapat dijelaskan oleh variasi waktu dan komposisi media. Sedangkan sisanya 36.0% dijelaskan oleh sebab-sebab yang lain yang tidak masuk ke dalam model.

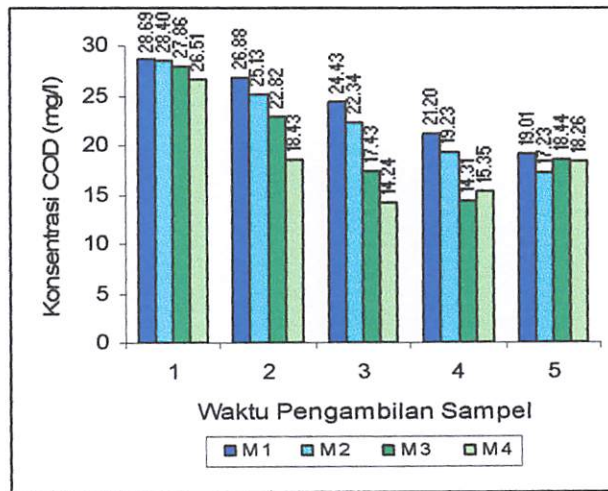
Dari uji kelinieran pada tabel 4.8 didapat nilai F hitung sebesar 50.75. Sedangkan nilai F tabel sebesar 3.1588. Karena nilai F hitung lebih besar dari nilai F tabel, maka kesimpulannya adalah Y (variabel terikat) memiliki hubungan linear dengan X (variabel bebas). Atau dengan kata lain, persentase penurunan konsentrasi kekeruhan dengan variasi waktu pengambilan sampel dan komposisi media mempunyai hubungan linier.

Pada tabel 4.8 nilai probabilitas (P) 0.000, jauh lebih kecil dari 0.05, model regresi bisa dipakai untuk memprediksi persentase penurunan kekeruhan.

4.4 Analisa Penurunan COD

4.4.1 Analisa Deskriptif

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa keempat media filter dengan komposisi pasir 70 cm (M1), pasir 60 cm dengan arang 10 cm (M2), pasir 40 cm dengan arang 30 cm (M3) dan arang 70 cm (M4), mempunyai kemampuan menurunkan COD dengan tingkat penurunan yang bervariasi. Konsentrasi akhir COD pada tabel 4.3 diplotkan pada gambar 4.3 berikut ini.



Gambar 4.3 Grafik Hubungan Konsentrasi COD (mg/l) Akhir terhadap Waktu Pengambilan Sampel

Berdasarkan tabel 4.3 dan gambar 4.3 menunjukkan bahwa konsentrasi akhir COD pada masing-masing media berbeda-beda sesuai dengan kemampuan masing-masing media dalam menurunkan COD pada rentang waktu antara 0 sampai dengan 8 jam. Berdasarkan data konsentrasi akhir COD pada tabel 4.3 maka dapat dicari besarnya penurunan COD (persentase removal) pada tiap-tiap media filter.

Untuk mengetahui persentase penurunan COD pada setiap variasinya digunakan rumus :

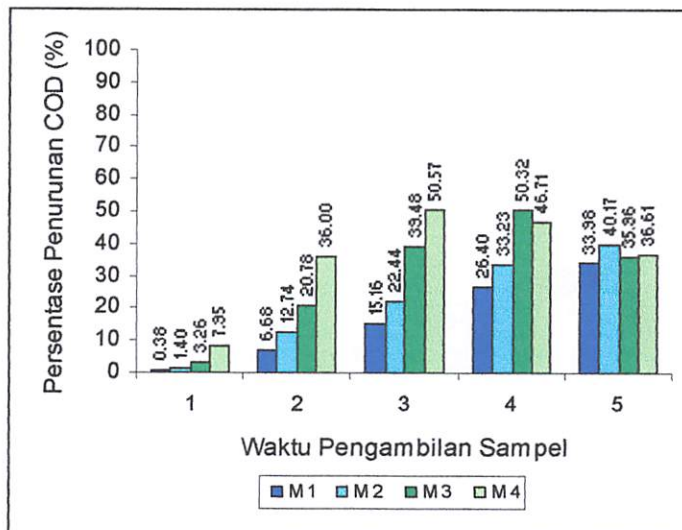
$$\% \text{ Removal} = \frac{(\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir})}{\text{konsentrasi awal}} \times 100\%$$

Tabel 4.9 Persentase Penurunan COD (%)

Variasi Media	Pengambilan Sampel	Persentase Penurunan (%)			Rata-rata (%)
		I	II	III	
M1	1	0.42	0.45	0.28	0.38
	2	6.70	6.60	6.74	6.68
	3	15.10	15.21	15.17	15.16
	4	26.49	26.39	26.32	26.40
	5	33.85	33.96	34.13	33.98
M2	1	1.46	1.42	1.32	1.40
	2	12.78	12.67	12.78	12.74
	3	22.50	22.43	22.40	22.44
	4	33.26	33.26	33.16	33.23
	5	40.10	40.21	40.21	40.17
M3	1	3.23	3.30	3.26	3.26
	2	20.90	20.73	20.69	20.78
	3	39.51	39.51	39.41	39.48
	4	50.42	50.24	50.31	50.32
	5	35.97	36.04	35.87	35.96
M4	1	7.92	8.02	7.92	7.95
	2	36.01	36.04	35.94	36.00
	3	50.56	50.63	50.52	50.57
	4	46.77	46.63	46.74	46.71
	5	36.63	36.56	36.63	36.61

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan data persentase removal pada tabel 4.49 maka dapat diplotkan menjadi sebuah grafik persentase removal kekeruhan pada gambar 4.2 berikut ini.



Gambar 4.4 Grafik Hubungan Persentase Penurunan COD (%) terhadap Waktu Pengambilan Sampel

4.4.1.1 Media Pasir

Berdasarkan tabel 4.3 dan gambar 4.3 konsentrasi COD akhir yang terendah terjadi saat pengambilan sampel yang kelima (saat $t = 8$ jam) sebesar 19.01 mg/l sedangkan konsentrasi akhir COD terbesar saat pengambilan sampel pertama sebesar 28.69 mg/l. Dan berdasarkan tabel 4.9 dan gambar 4.4 persentase removal (penurunan) COD terbesar adalah 33.98% pada pengambilan sampel kelima (saat $t = 8$ jam) sedangkan persentase removal (penurunan) COD terendah adalah 0.38% pada pengambilan sampel pertama.

4.4.1.2 Media Kombinasi Pasir 60 cm dan Arang 10 cm

Berdasarkan tabel 4.3 dan gambar 4.3 konsentrasi COD akhir yang terendah terjadi saat pengambilan sampel yang kelima (saat $t = 8$ jam) sebesar 17.23 mg/l sedangkan konsentrasi akhir COD terbesar saat pengambilan sampel pertama sebesar 28.40 mg/l. Dan berdasarkan tabel 4.9 dan gambar 4.4 persentase removal (penurunan) COD terbesar adalah 40.17% pada pengambilan sampel kelima (saat $t = 8$ jam) sedangkan persentase removal (penurunan) COD terendah adalah 1.40% pada pengambilan sampel pertama.

4.4.1.3 Media Kombinasi Pasir 40 cm dan Arang 30 cm

Berdasarkan tabel 4.3 dan gambar 4.3 konsentrasi COD akhir yang terendah terjadi saat pengambilan sampel yang keempat (saat $t = 6$ jam) sebesar 14.31 mg/l sedangkan konsentrasi akhir COD terbesar saat pengambilan sampel pertama sebesar 27.86 mg/l. Dan berdasarkan tabel 4.9 dan gambar 4.4 persentase removal (penurunan) COD terbesar adalah 50.32% pada pengambilan sampel kelima (saat $t = 8$ jam) sedangkan persentase removal (penurunan) COD terendah adalah 3.26% pada pengambilan sampel pertama.

4.4.1.4 Media Arang

Berdasarkan tabel 4.3 dan gambar 4.3 konsentrasi COD akhir yang terendah terjadi saat pengambilan sampel yang ketiga (saat $t = 4$ jam) sebesar 14.24 mg/l sedangkan konsentrasi akhir COD terbesar saat pengambilan sampel pertama sebesar 26.51 mg/l. Dan berdasarkan tabel 4.9 dan gambar 4.4 persentase removal (penurunan) COD terbesar adalah 50.57% pada pengambilan sampel ketiga (saat $t = 4$ jam) sedangkan persentase removal (penurunan) COD terendah adalah 7.95% pada pengambilan sampel pertama.

4.4.2 Analisa Anova

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh berbagai perlakuan dalam penurunan kekeruhan, maka dilakukan analisis dengan menggunakan uji ANOVA satu faktor. Hasil uji ANOVA tersebut ditunjukkan pada tabel 4.10 berikut ini :

Tabel 4.10 Hasil Uji ANOVA Persentase Penurunan COD

Source	DF	SS	MS	F	P
Perlakuan	19	15869.00	835.21	97115.46	0.000
Error	40	0.34	0.01		
Total	59	15869.34			

Tabel 4.10 merupakan hasil uji ANOVA untuk melihat apakah ada perbedaan yang nyata antara persentase penurunan COD diantara kelompok perlakuan.

Hipotesis :

- H_0 = Kedua puluh perlakuan adalah identik
- H_1 = Kedua puluh perlakuan adalah tidak identik

Pengambilan keputusan berdasarkan :

- Jika probabilitas > 0.05 , H_0 diterima.
- Jika probabilitas < 0.05 , H_0 ditolak.

Pada tabel 4.5 terlihat bahwa : F hitung sebesar 97115.46. Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah 1.8529. Karena nilai F hitung tersebut lebih besar daripada F tabel maka keputusannya adalah menolak hipotesis awal (H_0). Dengan nilai probabilitas adalah 0.000. Karena nilai probabilitas < 0.05 maka H_0 ditolak. Artinya kedua puluh perlakuan adalah tidak identik/berbeda nyata.

4.3.3 Analisa Korelasi

Untuk mengetahui ada tidaknya atau kuat lemahnya hubungan antara variabel terikat (persentase penurunan COD) dengan variabel bebas (waktu pengambilan sampel dan variasi komposisi media), maka dianalisis dengan menggunakan analisa korelasi. Hasil dari analisa tersebut dapat dilihat pada tabel 4.11 berikut ini.

Tabel 4.11 Korelasi antara Persentase Penurunan COD (%) dengan Variasi Waktu dan Media

		Variasi Waktu	Variasi Media
% Penurunan COD (%)	Pearson correlation	0.763	0.428
	P-Value	0,000	0,001

Berdasarkan tabel 4.11 menunjukkan bahwa tingkat hubungan antara variabel yang dihitung dengan koefisien korelasi adalah :

- Nilai koefisien korelasi antara persentase penurunan COD dengan variasi waktu pengambilan sampel 0.763. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat hubungan antara kedua variabel kuat karena berada diantara 0.7 s/d 0.9 (Achmad Z. S, 2005). Dan arah hubungan yang positif menunjukkan hubungan yang searah yang berarti bahwa jika semakin lama waktu pengambilan sampel maka semakin tinggi tingkat persentase penurunan COD dimana rentang waktu yang dimaksud adalah waktu saat kali pertama efluen keluar sampai 8 jam. Tingkat signifikan persentase penurunan COD dengan variasi waktu ditunjukkan dengan nilai probabilitas 0.000 (< 0.05) maka korelasinya nyata/signifikan.

- Nilai koefisien korelasi antara persentase penurunan COD dengan variasi media sebesar 0.428. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat hubungan antara kedua variabel sedang karena berada diantara 0.4 s/d 0.7 (Achmad Z. S, 2005). Hubungan kedua variabel bertolakbelakang hal ini ditunjukkan dengan adanya tanda negatif pada nilai koefisien korelasi, yang menunjukkan bahwa peningkatan komposisi pasir pada media berbanding terbalik dengan besarnya persentase penurunan COD. Tingkat signifikan persentase penurunan COD dengan variasi media ditunjukkan dengan nilai probabilitas 0.004 (< 0.05) maka korelasinya nyata/signifikan.

4.3.4 Analisa Regresi

Untuk mengetahui besarnya hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat digunakan uji regresi, sehingga diketahui ketepatan dan atau signifikansi prediksi dari hubungan/korelasi data. Hasil analisa tersebut dapat dilihat pada tabel–tabel berikut:

Tabel 4.12 Koefisien Persamaan Regresi Persentase Penurunan COD

Predictor	Coefficient	SE Coef	T	P
Constant	1.126	2.098	0.54	0.593
Waktu	4.3892	0.3685	11.91	0.000
Media	2.5967	0.3887	6.68	0.000

S = 8.07242 R-Sq = 76.6% R-Sq(adj) = 75.8%

Dari tabel di atas dapat kita ketahui:

3. Persamaan regresi

$$Y = 1.13 + 4.319X_1 + 2.60X_2$$

Dimana:

Y = Persentase penurunan COD

X₁ = Variabel waktu (jam)

X₂ = Variabel komposisi media arang

Berdasarkan hasil analisa regresi pada tabel 4.11, konstanta sebesar 1.13% menyatakan bahwa jika variasi waktu pengambilan sampel dan variasi komposisi media konstan maka persentase penurunan COD adalah 0.0113.

Koefisien regresi sebesar 4.39 untuk variabel waktu pengambilan sampel (X_1) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu sebesar 1 jam dalam pengambilan sampel akan meningkatkan persentase penurunan COD sebesar 0.0439 dengan anggapan variabel lain besarnya konstan. Sedangkan koefisien regresi untuk variabel komposisi media (X_2) 2.60 menyatakan bahwa penambahan variasi komposisi media (arang) sebesar 1 cm akan meningkatkan penurunan COD sebesar 0.026 dengan anggapan variabel lain besarnya konstan.

4. Uji signifikan koefisien regresi

Hipotesis:

- H_0 : koefisien regresi tidak signifikan
- H_1 : koefisien regresi signifikan

Pengambilan keputusan:

1) Berdasarkan nilai T.

Dengan membandingkan statistik t hitung dengan statistik t tabel. Jika statistik t hitung < statistik t tabel, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak. Jika statistik t hitung > statistik t tabel, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Nilai t tabel adalah 2.0017, sedangkan nilai t hitung berdasarkan tabel 4.12 untuk variasi waktu pengambilan sampel adalah 11.91 dan untuk variasi komposisi media adalah 6.68. Dimana kedua nilai t hitung lebih besar dari nilai t tabel maka koefisien regresi signifikan.

2) Berdasarkan nilai probabilitas

- Jika probabilitas > 0.05, H_0 diterima.
- Jika probabilitas < 0.05, H_0 ditolak.

Berdasarkan tabel 4.12 Nilai P adalah 0.000 yang berarti probabilitas jauh di bawah 0.05. Dengan demikian, H_0 ditolak, atau koefisien regresi signifikan, atau variasi waktu pengambilan sampel dan komposisi media benar-benar berpengaruh secara signifikan terhadap persentase penurunan konsentrasi COD.

4. Koefisien determinasi

Dari hasil analisa regresi juga didapatkan nilai R square sebesar 76.6%, hal ini berarti 76.6% penurunan konsentrasi COD dapat dijelaskan oleh variasi waktu

dan komposisi media. Sedangkan sisanya 23.4% dijelaskan oleh sebab-sebab lain yang tidak masuk ke dalam model.

5. Uji Kelinearan

Hipotesa

- H_0 : Y tidak memiliki hubungan linear dengan X
- H_1 : Y memiliki hubungan linear dengan X

Dimana : Y adalah variabel terikat

X adalah variabel bebas

**Tabel 4.13 Hasil Uji Kelinearan Analisa Regresi
Persentase Penurunan Konsentrasi COD**

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	12155.0	6077.5	93.26	0,000
Residual	57	3714.3	65.2		
Total	59	15869.3			

Pengambilan keputusan:

- 1). Berdasarkan nilai F .

Penarikan kesimpulan:

- Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$, H_1 diterima
- Jika $F_{hitung} < F_{tabel}$, H_0 diterima

(Sumber: Achmad Zanbar Soleh, 2005)

Dari uji kelinearan pada tabel 4.12 didapat nilai F hitung sebesar 93.26. Sedangkan nilai F tabel sebesar 3.1588. Karena nilai F hitung lebih besar dari nilai F tabel, maka kesimpulannya adalah Y (variabel terikat) memiliki hubungan linear dengan X (variabel bebas). Atau dengan kata lain, persentase penurunan konsentrasi COD dengan waktu pengambilan sampel (waktu kali pertama efluen keluar sampai dengan 8 jam) dan komposisi media mempunyai hubungan linier.

- 2). Berdasarkan nilai probabilitas

- Jika probabilitas > 0.05 , H_0 diterima.
- Jika probabilitas < 0.05 , H_0 ditolak.

Pada tabel 4.12 nilai probabilitas (P) 0.000, jauh lebih kecil dari 0.05, model regresi bisa dipakai untuk memprediksi persentase penurunan COD.

4.4.5 Pembahasan

Dari hasil penelitian, keempat media filter mempunyai kemampuan yang bervariasi dalam menurunkan konsentrasi COD dalam sampel (air sungai). Dalam proses ini, air mengalir secara *downflow* dari bak penampung menuju kolom filtrasi yang berdiameter 10 cm dengan tinggi 1,5 m, dengan debit aliran sebesar 50 ml/menit.

Diameter media yang digunakan adalah 0,25 – 0,35 mm. Media filter yang digunakan adalah pasir dan arang aktif tempurung kelapa. Variasi yang dilakukan adalah variasi pengambilan sampel (pada rentang waktu pertama efluen keluar, 2 jam, 4 jam, 6 jam dan 8 jam) dan variasi komposisi media (pasir 70 cm, pasir 60 cm dengan arang 10 cm, pasir 40 cm dengan arang 30 cm dan arang 70 cm).

Berdasarkan hasil penelitian, persentase penurunan konsentrasi COD dari media tersebut bervariasi. Pada saat pengambilan sampel pertama pada komposisi media yang pertama pasir 70 cm persentase penurunan konsentrasi COD sebesar 0.38%, saat $t = 2$ jam persentasenya sebesar 6.68%, saat $t = 4$ jam persentasenya sebesar 15.16%, saat $t = 6$ jam 26.40% dan saat $t = 8$ jam persentasenya sebesar 33.98%. Hal ini menunjukkan bahwa dalam rentang waktu 8 jam filter masih dapat beroperasi secara optimal. Pada pengambilan sampel pertama sampai dengan 8 jam belum dicapai efisiensi maksimum karena pada waktu pengambilan sampel tersebut persentase penurunan COD masih terus meningkat dan belum mengalami penurunan. Peningkatan efisiensi COD terutama dari awal pengoperasian reaktor kolom filtrasi dari waktu pengambilan sampel pertama ke pengambilan sampel berikutnya menunjukkan bahwa diperlukan waktu tinggal yang lebih lama untuk mencapai penurunan COD yang maksimum.

Pada variasi komposisi media yang kedua yakni pasir 60 cm dengan arang 10 cm tingkat persentase penurunan konsentrasi COD terus meningkat dari waktu pengambilan sampel yang pertama sampai yang kelima. Pada saat pengambilan sampel pertama persentase penurunan konsentrasi COD sebesar 1.4%, saat $t = 2$ jam persentase penurunannya sebesar 12.74%, saat $t = 4$ jam persentase penurunannya sebesar 22.44%, saat $t = 6$ jam 33.23% dan saat $t = 8$ jam persentase penurunannya sebesar 40.17%. Hal ini menunjukkan bahwa dalam rentang waktu 8 jam filter masih dapat beroperasi secara optimal.

Pada variasi komposisi media yang ketiga yakni pasir 40 cm dengan arang 30 cm tingkat persentase penurunan konsentrasi COD terus meningkat dari waktu pengambilan sampel yang pertama sampai yang keempat dan mulai menurun pada waktu pengambilan sampel yang kelima. Pada saat pengambilan sampel pertama persentase penurunan konsentrasi COD sebesar 3.26%, saat $t = 2$ jam persentase penurunannya sebesar 20.78%, saat $t = 4$ jam persentase penurunannya sebesar 39.48%, saat $t = 6$ jam 50.32% dan saat $t = 8$ jam persentase penurunannya sebesar 35.96%. Hal ini menunjukkan bahwa pada waktu pengambilan sampel yang keempat ($t = 6$ jam) filter mencapai efisiensi maksimum. Dimana setelah beberapa jam filter beroperasi maka impurities yang menempel pada permukaan butiran media akan semakin tebal, sehingga gaya van der Waals dan gaya Coulomb (gaya penyebab terjadinya adsorpsi) kekuatannya menurun dan mengakibatkan penurunan efisiensi filter.

Pada media arang 70 cm persentase penurunan konsentrasi COD terjadi secara fluktuatif. Pada saat pengambilan sampel pertama persentase penurunan konsentrasi COD sebesar 7.95%. Kemudian pada saat $t = 2$ jam persentase penurunan konsentrasi COD meningkat dari 7.95% ke 36%. Dan pada saat $t = 4$ jam persentase penurunan konsentrasi COD maksimum yakni sebesar 50.57%. Sedangkan pada saat $t = 6$ jam persentase penurunannya menurun menjadi 46.71% dan menurun lagi saat $t = 8$ jam sebesar 36.61%. Dimana setelah beberapa jam filter beroperasi maka impurities yang menempel pada permukaan butiran media akan semakin tebal, kemampuan adsorpsi menurun dan mengakibatkan penurunan efisiensi filter. Sehingga zat-zat organik yang seharusnya terserap akhirnya lolos menuju efluen.

Berdasarkan uji ANOVA nilai F hitung (97115.46) lebih besar daripada F tabel (1.8529) maka keputusannya adalah menolak hipotesis awal (H_0). Dengan nilai probabilitas adalah $0.000 < 0.05$ maka H_0 ditolak, artinya kedua puluh perlakuan adalah tidak identik/berbeda nyata.

Berdasarkan hasil analisa korelasi terdapat hubungan kuat antara persentase penurunan COD dengan waktu pengambilan sampel (koefisien korelasi 0.763). Sedangkan antara persentase penurunan COD dengan variasi komposisi media terdapat hubungan sedang (koefisien korelasi 0.428).

Berdasarkan hasil analisa regresi, konstanta sebesar 1.13% menyatakan bahwa jika variasi waktu pengambilan sampel dan media konstan maka persentase penurunan kekeruhan adalah 0.0113. Koefisien regresi sebesar 4.39 untuk variabel waktu (X_1) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu sebesar 1 jam waktu pengambilan sampel akan meningkatkan persentase penurunan COD sebesar 0.0439% dengan anggapan variabel lain besarnya konstan. Sedangkan koefisien regresi untuk variabel komposisi media yakni arang (X_2) sebesar 2.60 menyatakan bahwa penambahan komposisi arang 1 cm akan meningkatkan persentase penurunan COD sebesar 0.026 dengan anggapan variabel lain besarnya konstan. Hal ini menunjukkan bahwa arang aktif mempunyai kemampuan dalam menyisihkan partikel-partikel organik dalam air baku.

Berdasarkan nilai T, nilai t hitung 11.91 (variasi waktu) dan 6.68 (variasi komposisi media) lebih besar dari nilai t tabel adalah 2.0017, maka koefisien regresi signifikan.

Berdasarkan Nilai P adalah $0.000 < 0.05$. bearti koefisien regresi signifikan, atau variasi waktu pengambilan sampel dan komposisi media benar-benar berpengaruh secara signifikan terhadap persentase penurunan konsentrasi COD.

Dari hasil analisa regresi juga didapatkan nilai R square sebesar 76.6%, hal ini berarti 23.4% penurunan konsentrasi COD dapat dijelaskan oleh variasi waktu dan komposisi media. Sedangkan sisanya 23.4% dijelaskan oleh sebab-sebab lain yang tidak masuk dalam model.

Dari uji kelinieran didapat nilai F hitung (93.26) lebih besar dari nilai F tabel (3.1588) maka kesimpulannya adalah Y (variabel terikat) memiliki hubungan linear dengan X (variabel bebas). Atau dengan kata lain, persentase penurunan konsentrasi COD dengan variasi waktu pengambilan sampel dan komposisi media mempunyai hubungan linier.

Nilai probabilitas (P) 0.000, jauh lebih kecil dari 0.05, model regresi bisa dipakai untuk memprediksi persentase penurunan COD.

Salah satu modifikasi *slow sand filter* untuk meremoval material organik adalah dengan penambahan lapisan GAC diantara media pasir. Dimana komposisi mediana terdiri atas 30 cm pasir sebagai lapisan terbawah, dibagian tengah terdapat GAC sekitar 15 cm kemudian dibagian teratas adalah lapisan pasir setebal 45 cm. Modifikasi *slow sand filter* ini lebih efektif dalam meremoval pestisida, *total organic carbon*, dan *trihalomethane* (Bauer et al).

Partikel-partikel yang terkandung dalam air akan terperangkap pada media filter (arang aktif atau GAC) ketika air melewati hamparan filter saat proses filtrasi berlangsung. Masalah yang timbul pada filter dengan media GAC adalah *channeling* (lolosnya partikel-partikel sehingga ikut aliran efluen) dan *dumping* (terjadinya penumpukan partikel-partikel yang terserap oleh arang aktif sehingga menyebabkan penurunan kemampuan arang aktif sebagai media filter). Pemanfaatan arang aktif sebagai media pada *slow sand filter* diharapkan mampu memperkecil kebutuhan area yang diperlukan. Karena dengan penambahan arang aktif (yang mempunyai daya serap tinggi) sebagai media filter akan mempercepat waktu yang diperlukan untuk menyisihkan material pengotor (organik) dalam air. Akan tetapi rentang waktu pengoperasian filter menjadi lebih pendek karena arang aktif akan jenuh setelah digunakan selama 60 jam.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

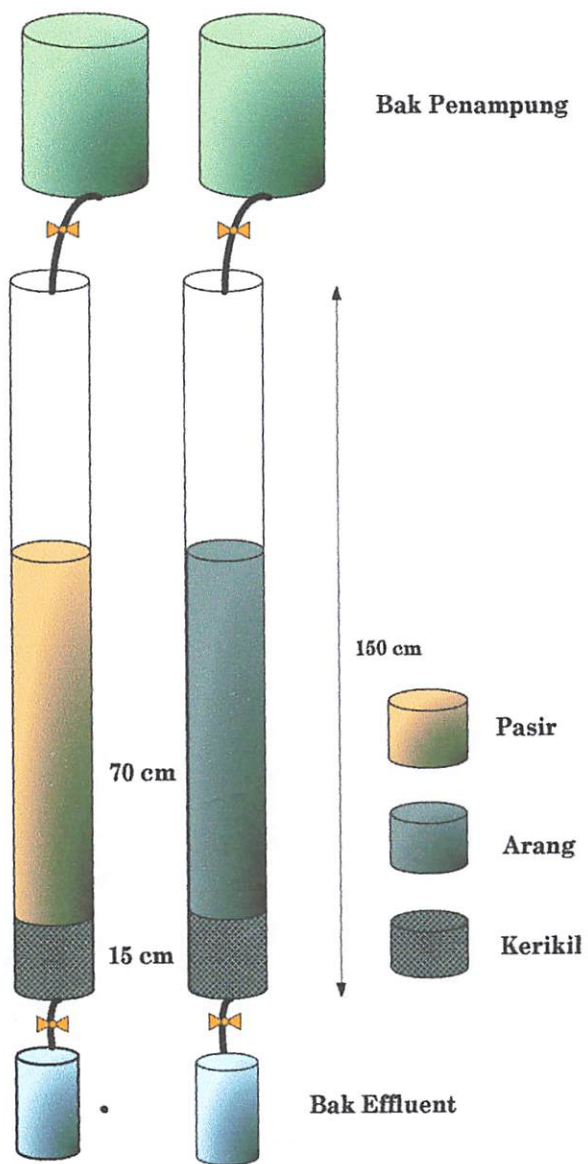
Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. Arang aktif tempurung kelapa sebagai media filter pada *slow sand filter* mampu menurunkan kekeruhan dan COD air sungai dengan titik pengambilan di DAS Brantas Oro-oro Dowo Malang.
2. Persentase penurunan kekeruhan yang paling tinggi sebesar 91.40% pada media dengan komposisi 60 cm pasir dan 10 cm arang pada pengambilan sampel 8 jam.
3. Tingkat penurunan COD yang paling tinggi sebesar 50.57% pada media dengan komposisi 70 cm arang pada pengambilan sampel 4 jam.

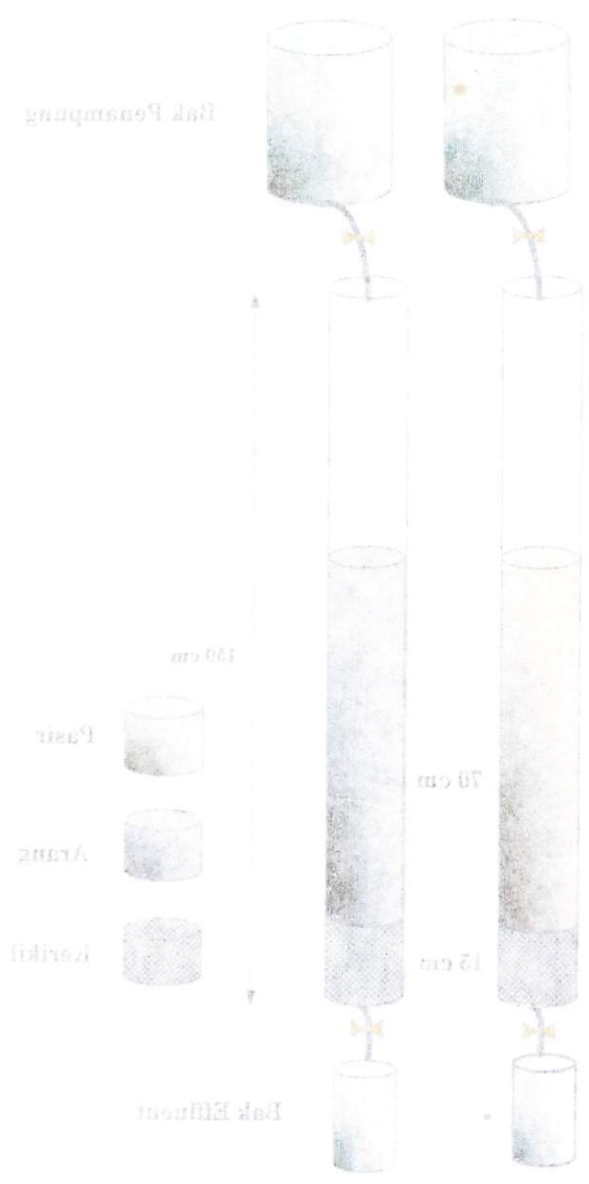
5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menambah variasi komposisi media dan ketinggian media.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan rentang waktu operasi filtrasi yang lebih lama sehingga dapat diketahui sampai waktu berapa jam filter masih dapat beroperasi.

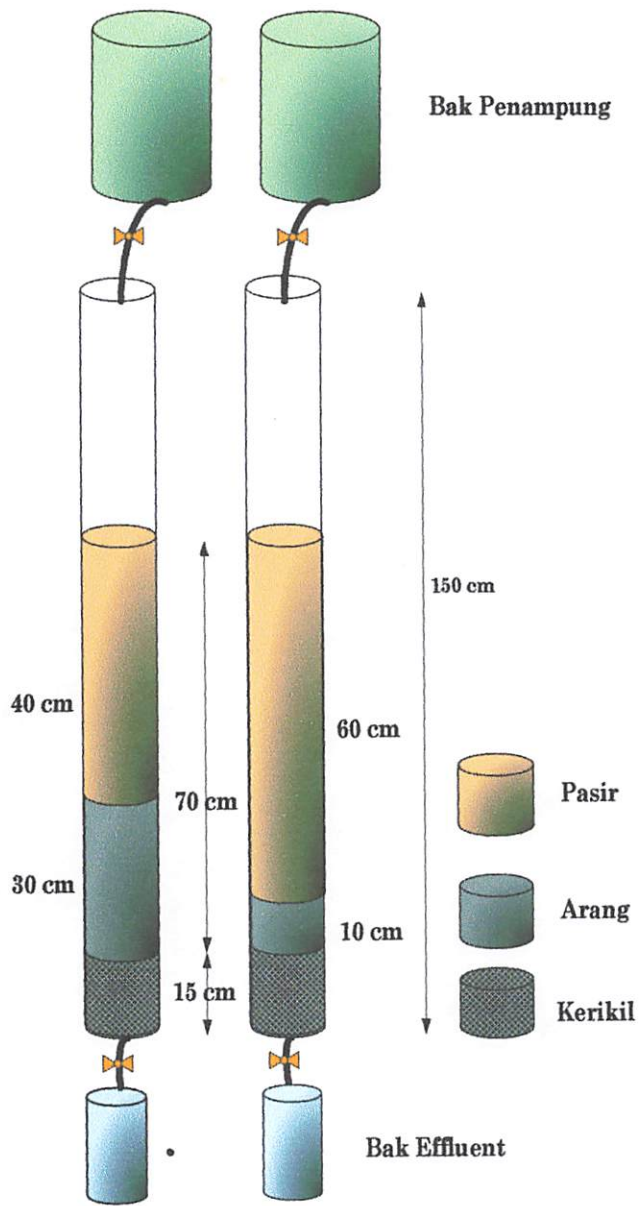
Lampiran A
Gambar Reaktor Kolom Filtrasi



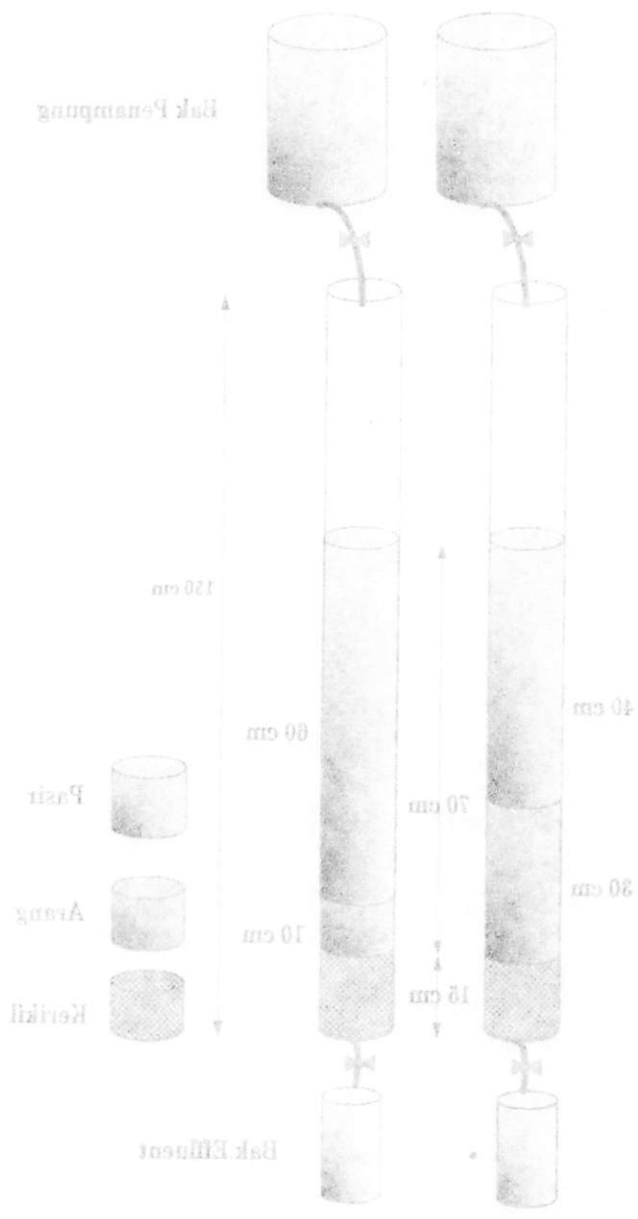
Gambar Reaktor Kolom Filtrasi



Gambar Reaktor Kolom Filtrasi



Gambar Reaktor Kolom Filtrasi



Gambar Reaktor Kolom Filtrasi

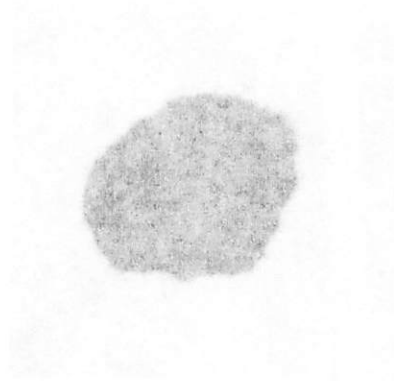
Lampiran B
Dokumentasi dalam Penelitian



Reaktor Kolom Filtrasi



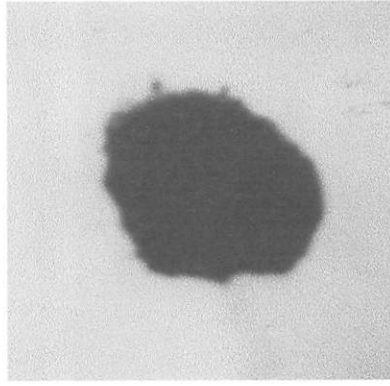
Sampel Air Sungai



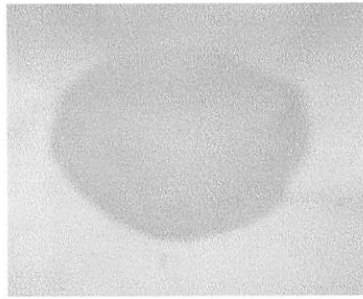
Arang Aktif Tempung Kelapa



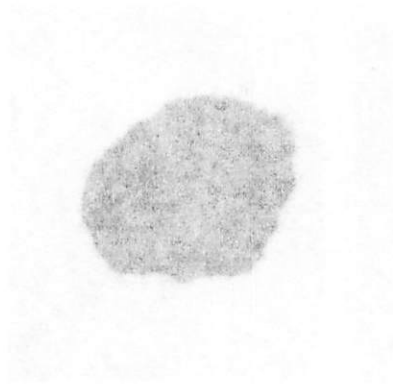
Pastir Kertas



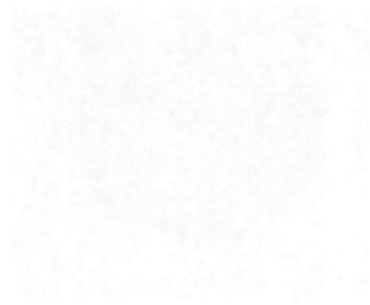
Arang Aktif Tempurung Kelapa



Pasir Koarsa



Arang Arlit Tanjung Kelapa



Pasir Karsa



Sampel akhir M1



Sampel akhir M2



Sampel Akhir M3



Sampel Akhir M4

Figure 1: [Illegible]

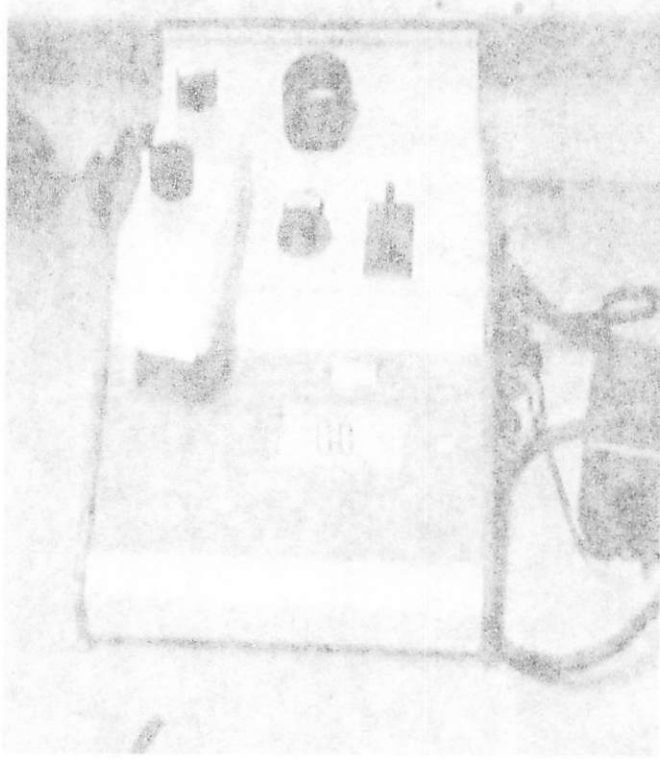
Figure 2: [Illegible]

Figure 3: [Illegible]

Figure 4: [Illegible]



Turbidimeter



Treadle Sewing Machine

Lampiran C
Lampiran Cara Analisa

Analisa Kekeruhan

Pengukuran kekeruhan menggunakan turbidimeter, cara kerjanya :

1. Turbidimeter di standartkan terlebih dulu dengan larutan standart yang memiliki kekeruhan nol (zero) dengan cara memasukkan larutan tersebut ke lubang sampel, kemudian tombol yang bertanda "zero" diatur hingga angka menunjukkan nol.
2. Setelah distandartkan dengan larutan standart kekeruhan nol, dengan cara yang sama turbidimeter distandartkan dengan larutan standart yang memiliki kekeruhan 40 NTU (larutan standart ini diperoleh dari pengenceran larutan formazin 4000 NTU).
3. Sampel air baku yang akan dianalisis nilai kekeruhannya dimasukkan ke dalam sampel, kemudian dimasukkan ke dalam lubang turbidimeter dan nilai kekeruhan air baku akan terbaca sebagai NTU.

Pemeriksaan COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Metode

Closed Reflux Tirtimetric

Prinsip

Senyawa organik dalam air dioksidasi oleh larutan kalium dikromat dalam suasana asam sulfat pada temperature 150 °C selama 2 jam. Kelebihan kalium dikromat (yang tidak tereduksi) dititrasikan dengan larutan ferro ammonium sulfat (FAS) memakai ekivalensi oksigen.

Pereaksi

3.1. Larutan standar kalium dikromat 0,0167 M

Tambahkan 4,193 gr $K_2Cr_2O_7$, yang sebelumnya telah dikeringkan pada suhu 103°C selama 2 jam, pada 500 ml air destilasi. Lalu tambahkan 167 ml H_2SO_4 pekat dan 3,33 gram $HgSO_4$. Larutkan dan dinginkan sampai temperatur kamar kemudian encerkan volumenya menjadi 1000 ml.

3.2. Pereaksi asam sulfat

Tambahkan Ag_2SO_4 (bentuk kristal atau bubuk) pada H_2SO_4 pekat dengan perbandingan 5,5 gr Ag_2SO_4 per kg H_2SO_4 . Biarkan selama 1 atau 2 hari hingga seluruh Ag_2SO_4 larut.

3.3. Larutan indikator ferroin

Larutkan 1,485 gr 1,10-Phenantrolin monohidrat dan 695 mg $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ dalam air destilasi dan encerkan hingga volumenya 100 ml, lalu larutan indikator ferroin diencerkan dengan perbandingan 1 : 4 (1 ml larutan indikator ferroin dan 4 ml air destilasi) sebelum digunakan.

3.4. Larutan ferroin ammonium sulfat (FAS)

Larutkan 39,2 gr $Fe(NH_4)_2 SO_4 \cdot 6H_2O$ dalam air destilasi. Lalu tambahkan 20 ml H_2SO_4 pekat dan encerkan hingga volume 1000 ml.

. Larutkan ini harus distandarisasi dengan cara sebagai berikut :

Masukkan 2,5 ml air destilasi, 1,5 ml kalium dikromat dan 3,5 ml pereaksi asam sulfat ke dalam tabung COD. Dinginkan pada temperature kamar, kemudian tambahkan 1 sampai 2 tetes indikator ferroin. Titrasi dengan FAS sampai berwarna awal merah kecoklatan. Molaritas FAS yang dipakai dengan rumus :

$$\text{Molaritas FAS} = (\text{ml K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \times 0,1) / \text{ml FAS}$$

Cara kerja

- a. Cuci tabung COD dan rendam dalam 20 % H₂SO₄ untuk penggunaan pertama.
- b. Masukkan 2,5 ml sampel, 1,5 ml kalium dikromat dan 3,5 ml pereaksi asam sulfat ke dalam tabung COD. Tutup tabung rapat-rapat dan kocok agar tercampur sempurna.
- c. Masukkan pada pemanas COD mikro lalu panaskan pada suhu 150°C selama 2 jam.
- d. Dinginkan pada suhu kamar. Kemudian tuangkan isinya ke dalam wadah lebih besar. Tambahkan 1 sampai 2 tetes indikator ferroin. Titrasi dengan FAS titik akhir titrasi adalah terjadi perubahan warna dari biru kehijauan sampai berwarna merah kecoklatan. Catat ml FAS yang dipakai untuk titrasi.
- e. Buat blanko dengan air destilasi sebagai pengganti sampel, lalu langkah-langkah pengerjaan diatas diulangi kembali. Catat ml FAS yang dipakai untuk blanko tersebut.

Perhitungan

$$\text{COD (mgO}^2\text{/l)} = (A-B) \times M \times 8000 / \text{ml sampel}$$

Dengan :

A = ml FAS yang dipakai untuk titrasi blanko

B = ml FAS yang dipakai untuk titrasi sampel

M = molaritas FAS

Lampiran D
Lampiran Hasil Analisa

Hasil Analisa Kekeruhan
Di Laboratorium Teknik Lingkungan ITN Malang
(15 Juni 2006)

Waktu (Jam)	Media	Kekeruhan (NTU)			Rata-rata (NTU)
		I	II	III	
0	M1	9.43	9.46	9.48	9.46
	M2	11.65	11.67	11.68	11.67
	M3	10.44	10.47	10.42	10.44
	M4	9.72	9.77	9.74	9.74
2	M1	5.97	6.03	5.98	5.99
	M2	7.44	7.49	7.47	7.47
	M3	6.98	7.05	7.04	7.02
	M4	6.38	6.41	6.44	6.41
4	M1	4.88	4.85	4.83	4.85
	M2	5.56	5.53	5.55	5.55
	M3	5.18	5.24	5.23	5.22
	M4	4.32	4.35	4.37	4.35
6	M1	4.28	4.31	4.26	4.28
	M2	6.4	6.43	6.43	6.42
	M3	4.85	4.88	4.86	4.86
	M4	2.54	2.52	2.57	2.54
8	M1	3.84	3.85	3.87	3.85
	M2	10.15	10.08	10.12	10.12
	M3	4.46	4.45	4.42	4.44
	M4	2.23	2.17	2.13	2.18

Hasil Analisa COD

Di Laboratorium Teknik Lingkungan ITN Malang

(15 Juni 2006)

Waktu (Jam)	Media	COD (mg/l)			Rata-rata (mg/l)
		I	II	III	
0	M1	28.68	28.67	28.72	28.69
	M2	26.52	26.49	26.52	26.51
	M3	27.87	27.85	27.86	27.86
	M4	28.38	28.39	28.42	28.40
2	M1	26.87	26.9	26.86	26.88
	M2	18.43	18.42	18.45	18.43
	M3	22.78	22.83	22.84	22.82
	M4	25.12	25.15	25.12	25.13
4	M1	24.45	24.42	24.43	24.43
	M2	14.24	14.22	14.25	14.24
	M3	17.42	17.42	17.45	17.43
	M4	22.32	22.34	22.35	22.34
6	M1	21.17	21.2	21.22	21.20
	M2	15.33	15.37	15.34	15.35
	M3	14.28	14.33	14.31	14.31
	M4	19.22	19.22	19.25	19.23
8	M1	19.05	19.02	18.97	19.01
	M2	18.25	18.27	18.25	18.26
	M3	18.44	18.42	18.47	18.44
	M4	17.25	17.22	17.22	17.23

Results for: Worksheet 13 (Kekeruhan)

Descriptive Statistics: % Remov

Variable	Perlakuan	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
% Remov	T1M1	3	0	62,622	0,0574	0,0995	62,530	62,727
	T1M2	3	0	61,489	0,0574	0,0995	61,383	61,581
	T1M3	3	0	58,722	0,0574	0,0995	58,617	58,814
	T1M4	3	0	53,887	0,0349	0,0604	53,834	53,953
	T2M1	3	0	76,311	0,0734	0,127	76,166	76,403
	T2M2	3	0	74,664	0,0685	0,119	74,545	74,783
	T2M3	3	0	72,240	0,0864	0,150	72,134	72,411
	T2M4	3	0	70,487	0,0574	0,0995	70,395	70,593
	T3M1	3	0	80,817	0,0574	0,0995	80,711	80,909
	T3M2	3	0	82,819	0,0574	0,0995	82,727	82,925
	T3M3	3	0	79,381	0,0734	0,127	79,289	79,526
	T3M4	3	0	78,076	0,0349	0,0604	78,024	78,142
	T4M1	3	0	83,070	0,0574	0,0995	82,964	83,162
	T4M2	3	0	89,947	0,0574	0,0995	89,842	90,040
	T4M3	3	0	80,777	0,0349	0,0604	80,711	80,830
	T4M4	3	0	74,625	0,0395	0,0685	74,585	74,704
	T5M1	3	0	84,769	0,0349	0,0604	84,704	84,822
	T5M2	3	0	91,397	0,115	0,199	91,186	91,581
	T5M3	3	0	82,437	0,0475	0,0823	82,372	82,530
	T5M4	3	0	60,013	0,0801	0,139	59,881	60,158

MTB > Correlation '% Remov' 'Waktu' 'Var Media'.

Correlations: % Remov; Waktu; Var Media

	% Remov	Waktu
Waktu	0,674 0,000	
Var Media	-0,431 0,001	-0,000 1,000

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

Regression Analysis: % Remov versus Waktu; Var Media

The regression equation is
% Remov = 69,6 + 2,48 Waktu - 1,67 Var Media

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	69,601	1,664	41,83	0,000
Waktu	2,4814	0,2923	8,49	0,000
Var Media	-1,6724	0,3083	-5,42	0,000

S = 6,40337 R-Sq = 64,0% R-Sq(adj) = 62,8%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	4161,7	2080,8	50,75	0,000
Residual Error	57	2337,2	41,0		
Total	59	6498,9			

Source	DF	Seq SS
Waktu	1	2955,5
Var Media	1	1206,2

Unusual Observations

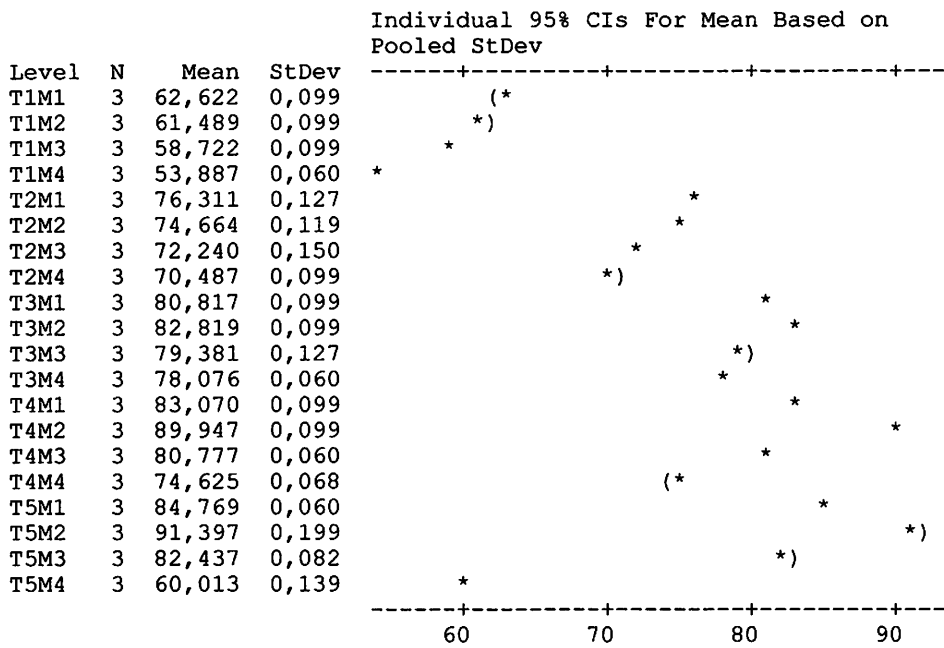
Obs	Waktu	% Remov	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
58	8,00	59,881	77,745	1,941	-17,864	-2,93R
59	8,00	60,158	77,745	1,941	-17,587	-2,88R
60	8,00	60,000	77,745	1,941	-17,745	-2,91R

R denotes an observation with a large standardized residual.

One-way ANOVA: % Remov versus Perlakuan

Source	DF	SS	MS	F	P
Perlakuan	19	6498,394	342,021	29385,78	0,000
Error	40	0,466	0,012		
Total	59	6498,860			

S = 0,1079 R-Sq = 99,99% R-Sq(adj) = 99,99%



Correlations: COD; Keker

Pearson correlation of COD and Keker = 0,552
P-Value = 0,000

Result : Worksheet 1 (COD)

Descriptive Statistics: % Remov

Variable	Perlakuan	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
% Remov	T1M1	3	0	0,3819	0,0530	0,0919	0,2778	0,4514
	T1M2	3	0	1,4005	0,0417	0,0723	1,3194	1,4583
	T1M3	3	0	3,2639	0,0200	0,0347	3,2292	3,2986
	T1M4	3	0	7,9514	0,0347	0,0601	7,9167	8,0208
	T2M1	3	0	6,6782	0,0417	0,0723	6,5972	6,7361
	T2M2	3	0	12,685	0,0505	0,0874	12,604	12,778
	T2M3	3	0	17,326	0,0530	0,0919	17,257	17,431
	T2M4	3	0	35,995	0,0306	0,0530	35,938	36,042
	T3M1	3	0	15,162	0,0306	0,0530	15,104	15,208
	T3M2	3	0	22,442	0,0306	0,0530	22,396	22,500
	T3M3	3	0	39,421	0,0505	0,0874	39,340	39,514
	T3M4	3	0	50,567	0,0306	0,0530	50,521	50,625
	T4M1	3	0	26,400	0,0505	0,0874	26,319	26,493
	T4M2	3	0	33,160	0,0601	0,104	33,056	33,264
	T4M3	3	0	50,324	0,0505	0,0874	50,243	50,417
	T4M4	3	0	46,713	0,0417	0,0723	46,632	46,771
	T5M1	3	0	33,866	0,150	0,261	33,611	34,132
	T5M2	3	0	40,174	0,0401	0,0694	40,104	40,243
	T5M3	3	0	35,961	0,0505	0,0874	35,868	36,042
	T5M4	3	0	36,609	0,0231	0,0401	36,563	36,632

Correlations: % Remov; Waktu; Var Media

	% Remov	Waktu
Waktu	0,763 0,000	
Var Media	0,428 0,001	-0,000 1,000

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

Regression Analysis: % Remov versus Waktu; Var Media

The regression equation is
 $\% \text{ Remov} = 1,13 + 4,39 \text{ Waktu} + 2,60 \text{ Var Media}$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	1,126	2,098	0,54	0,593
Waktu	4,3892	0,3685	11,91	0,000
Var Media	2,5967	0,3887	6,68	0,000

S = 8,07242 R-Sq = 76,6% R-Sq(adj) = 75,8%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	12155,0	6077,5	93,26	0,000
Residual Error	57	3714,3	65,2		
Total	59	15869,3			

Source	DF	Seq SS
Waktu	1	9247,1

Var Media 1 2907,9

Unusual Observations

Obs	Waktu	% Remov	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
58	8,00	36,63	54,42	2,45	-17,78	-2,31R
59	8,00	36,56	54,42	2,45	-17,85	-2,32R
60	8,00	36,63	54,42	2,45	-17,78	-2,31R

R denotes an observation with a large standardized residual.

One-way ANOVA: % Remov versus Perlakuan

Source	DF	SS	MS	F	P
Perlakuan	19	15869,00	835,21	97115,46	0,000
Error	40	0,34	0,01		
Total	59	15869,34			

S = 0,09274 R-Sq = 100,00% R-Sq(adj) = 100,00%

