

SKRIPSI

**UJI KEMAMPUAN REAKTOR FLUIDASI
DALAM MENURUNKAN KONSENTRASI
BOD DAN COD AIR BUANGAN
RSUD DR. SAIFUL ANWAR MALANG**

Oleh :

**ELINDA ZASKYA
00.26.004**



**MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2005**

SKRIPSI

LIU KEMAMPUAN REAKTOR FLUIDABASI
DALAM MENURUNKAN KONSENTRASI
BOD DAN COD AIR BUNGAN
RESDU DR. BAITUL ANWAR MALANG

DI

SEKOLAH SARJANA

NO. 22.001



PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2008

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

**UJI KEMAMPUAN REAKTOR FLUIDASI
DALAM MENURUNKAN KONSENTRASI
BOD DAN COD AIR BUANGAN RSUD
DR. SAIFUL ANWAR MALANG**



**Menyetujui
Tim Pembimbing**

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Prof. Ir. Wahyono Hadi, MSc. PhD
NIP . 130806286

Evy Hendriarianti, ST. MMT
NIP. P. 1030300382

**Mengetahui
Ketua Jurusan/Prodi Teknik Lingkungan**



Sudiro, ST. MT
NIP. Y. 1039900327

LEMBAR PENGESAHAN

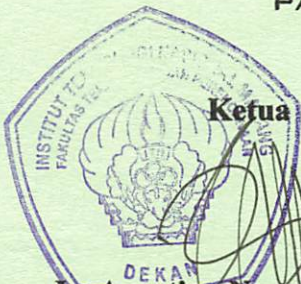
SKRIPSI

**UJI KEMAMPUAN REAKTOR FLUIDASI
DALAM MENURUNKAN KONSENTRASI
BOD DAN COD AIR BUANGAN RSUD
DR. SAIFUL ANWAR MALANG**



TELAH DIPERTAHANKAN DI HADAPAN DEWAN PENGUJI PADA UJIAN KOMPREHENSIP SKRIPSI JURUSAN/PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN JENJANG STRATA SATU (S-1), DAN DITERIMA UNTUK MEMENUHI SALAH SATU SYARAT GUNA MEMPEROLEH BELAR SARJANA TEKNIK PADA TANGGAL 19 SEPTEMBER 2005.

MENGETAHUI
PANITIA UJIAN KOMPREHENSIP SKRIPSI



Ketua
Ir. Agustina Nurul Hidayati, MTP.
NIP. P. 103 900 214

Sekretaris


Sudiro, ST. MT
NIP. Y. 1039900327

Penguji I

Sudiro, ST. MT
NIP. Y. 1039900327

Penguji II

Candra Dwiratna, ST. MT
NIP/P. 1030000349



SEGALA PUJI DAN SYUKUR AKU UCAPKAN KEPADA GUSTI ALLAH PENCIPTA ALAM SEMSTA INI. TANPA MU AKU BUKAN APA-APA DAN BUKAN SIAPA-SIAPA. YA ALLAH YA RABBI TETAPLAH SELALU MENJADI PENUNTUN DAN PENERANG LANGKAHKU.

UNTUK KEDUA ORANG TUAKU, KUPERSEMBAHKAN INI UNTUK KALIAN. TERIMA KASIH ATAS SEGALA DO'A DAN DUKUNGAN KALIAN, HANYA INI YANG BISA AKU BERIKAN UNTUK MEMBALAS SEMUA YANG KALIAN BERIKAN WALAUPUN AKU TAHU ITU SEMUA TIDAK AKAN PERNAH BISA TERBALASKAN.

KEDUA ADIKKU (de' Lia, dede') YANG SUPER BANDEL. KALO' KAK INDA PULANG JANGAN SUKA KERAS KEPALA LAGI. KALIAN ADALAH SEMANGATKU.

BUAT SATU MAKHLUK TUHAN YANG BEGITU SABAR NGADEPIN INDA, YANG SEMPET "TERLUKA".....NDA BENER-BENER MINTA MAAF, NDA GA AKAN PERNAH TAHU SEBERAPA BESAR "RASA" ITU SAMPAI PADA SAAT INDA TAHU I JUST WANT U TO KNOW "HOW MUCH I LOVE U". ZHOE....NDA HARAP INI BUKAN HANYA MIMPI. TERIMA KASIH UDAH MENGAJARKAN INDA TENTANG CINTA SEBENARNYA

BUAT KELUARGA INDUSTRI GG. KAKAP, BAPAK, IBU, YOGI, M' EKA.....LINDA MINTA MAAF YANG SEBESAR-BESARNYA. YANG LINDA TAHU BERSAMA KALIAN, SEMUANYA MENJADI BERBEDA, JAUH LEBIH INDAH DAN BERHARGA DARI SEGALANYA.

BUAT SEMUA KELUARGA BESARKU DI LOMBOK, NDA UDAH LULUS, TERIMA KASIH UDAH NGINGETIN INDA BUAT CEPET LULUS.

BUAT KELUARGA BATU, IBU, BAPAK, DEWI, DE' VIVIN, MATUR NUHUN SANGET LINDA UCAPIN, MAAF KEMARIN UDAH NGEREPOTIN KALIAN. I JUST WANNA SAY THANK YOU SO MUCH. UDAH KASI LINDA NASEHAT YANG SANGAT LINDA BUTUHKAN.





dewi, azis (paimin), de' uti (giok), dian (dampu)...THANK'S UNTUK HARI-HARI "BERAT" KEMARIN. TERIMA KASIH UNTUK TETEP DEKET SAMA AKU DISAAT ORANG LAIN MENJAUH. BUAT R-WIN N AGIS MAKSIH BANGET ATAS SEGALANYA KEEP BE A GOOD COUPLE..

TEMEN-TEMEN SEPERJUANGAN m' ely, m' Leha (wiskey), LALU manson, R-win, iyan jangkung (INGET PS BUKANLAH SEGALANYA.....), sigit zhoanks, azis paimin, dewi m'BATU, sari pinky, triyas, minar, agni, KEEP ON FIGHT INI AWAL DARI LANGKAH KITA SELANJUTNYA.

BUAT PAPA DJAT 'BOTAX' DAN MAMA TIYO', MAKASIH BUAT SEMUA BANTUAN DAN SEGALA BENTUK PENGORBANAN KALIAN KEMARIN BUAT AKU. DARI DALAM HATI YANG PALING DALAM AKU UCAPIN BANYAK TERIMA KASIH.

PERSONIL GS B. 124 DAN GS B. 30, CEPET NYUSUL JUGA YA. ANGGOTA SEMPOR 5A, LUKYTO, yuli "jenong", yusi, intan juita MAKASIH BUAT TUMPANGAN MANDINYA, nini (istirahat yang cukup biar tetep sehat), dian KALTIM WELCOME TO SEMPOR 5A.

SEMUA ANGKATAN '00....KAPAN KITA KUMPUL LAGI, CEPET LULUS YA AND KEEP IN TOUCH YA GUYS.

UNTUK SEMUA PIHAK YANG GA DAPET LINDA SEBUTIN SATU-SATU, LINDA MINTA MAAF KALO' PERNAH ADA SALAH KATA ATO PERBUATAN, THANK YOU SO MUCH. SEMUA PENGAJAR TL BAPAK IBU TERIMA KASIH ILMUNYA.

BUAT ORANG-ORANG YANG MEMILIKI CINTA MESKIPUN KADANG TAK MAU MEMAHAMI DAN BAGI SIAPAPUN YANG MERASA BELUM MEMILIKI CINTA, AGAR TAK MENJADI KEEPING-KEPING. SEMOGA CINTA DAPAT MENDEWASAKAN .

BY NDA



Zaskya, E., Hadi, W., Hendriarianti, E., 2005., "Uji Kemampuan Reaktor Fluidasi Dalam Menurunkan Konsentrasi COD Dan BOD Air Buangan RSUD Dr. Saiful Anwar Malang"., Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional Malang.

Abstraksi

Limbah cair Rumah Sakit umumnya bersumber dari dapur/instansi gizi, *laundry*, kamar jenazah, kantin, rawat inap, instalasi gawat darurat (IGD), laboratorium klinik, kamar bedah, dan lain-lain. Sehingga limbah cair Rumah Sakit banyak mengandung bahan-bahan organik. Selain itu juga banyak mengandung kuman baik yang pathogen maupun yang tidak pathogen. Salah satu alternatif pengolahan air buangan rumah sakit yaitu dengan menggunakan Reaktor Fluidasi, dimana reaktor ini berfungsi sebagai pendukung bagi immobilitas biomassa. Prinsip pengolahan pada reaktor ini adalah mengontakkan butiran padat dengan cairan dalam waktu bersamaan untuk penurunan kandungan COD, dan BOD pada air buangan rumah sakit.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menurunkan kadar COD, BOD, dan dari limbah rumah sakit dengan menggunakan Reaktor Fluidasi hingga di bawah baku mutu yang diijinkan bagi limbah cair rumah sakit.

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah : pasir kwarsa sebagai media, dengan variasi kecepatan aliran 0.02 m/dt; 0.013 m/dt; dan 0.00015 m/dt, ketinggian media 15 dan 30 cm, dan diameter pasir kwarsa 2.36 mm, 2.00 mm, dan 0.85 mm.

Dari hasil penelitian diperoleh konsentrasi akhir COD dan BOD terendah yaitu pada variasi diameter media 0.85 mm, ketinggian media 30 cm, dan kecepatan aliran 0.00015 m/dt, dengan konsentrasi akhir COD sebesar 28.6 mg/L (efisiensi penurunan 88.70 %), dan konsentrasi akhir BOD sebesar 23 mg/L (efisiensi penurunan 85.98 %).

Kata Kunci : Air Buangan Rumah Sakit, Reaktor Fluidasi, Removal COD, Removal BOD.

Zaskya Elinda, 2005, *The Ability Test Of Fluidization Reactor In Decreasing BOD And BOD Concentration Of Water Waste From RSUD Dr. Saiful Anwar Malang*. Skripsi Jurusan teknik lingkungan institut teknologi nasional Malang, Pembimbing : Prof. Ir. Hadi MSc., Ph.D. dan Evy Hendriartianti, ST, MMT.

Abstract

Water waste from an hospital commonly come from kitchen, nutrient institute, laundry, corpse room, canteen, in hospital care, Emergency Installation, clinic laboratorium, surgical operation room, and another. Therefore the water waste from hospital contain many organic matter. Another that there is pathogen and non pathogen germ. One alternative in processing the waste water from hospital by operating Fluidization Reactor, this reactor functions as supporter of immobility biomass. Principally, this reactor work by contacting the solid particle in liquid and in the same time it will decrease the BOD and BOD content of hospital waste water.

The aim of this research is to decrease COD, BOD and hospital waste water using Fluidization Reactor to achieve quality standard that allowed for hospital waste water.

Variables that used in this research are : coarse sand as medium, the variation of speed flow is 0,02 m/second; 0,013 m/second and 0,00015 m/second, the high of medium are 14 and 30 cm, and sand coarse diameter are 2,35; 2,0 and 0,85 mm.

From the research it shown that the lowest concentration of BOD and COD come from medium that has 0,85 in diameter, the high is 30 cm, and flow speed is 0,00015 m/second, with the last concentration of COD is 28,6 mg/L (decrease efficiency is 88,70%), and the last concentration of BOD is 23 mg /L (decrease efficiency is 85,98%).

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penelitian dan penulisan skripsi yang berjudul: “Uji Kemampuan Reaktor Fluidasi Dalam Menurunkan Konsentrasi COD Dan BOD Air Buangan RSUD Dr. Saiful anwar Malang” dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis telah banyak mendapat bantuan dan dukungan dalam menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan ucapan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada pihak-pihak sebagai berikut :

1. Kedua orang tuaku yang selalu memberikan dukungan dan doa sehingga skripsi ini berjalan dengan lancar.
2. Bapak Prof. Ir. Wahyono Hadi MSc, PhD, selaku Pembimbing I.
3. Ibu Evy Hendriarianti ST, MMT, selaku Pembimbing II.
4. Bapak Edwin Yunus Nasibu, ST, selaku Kepala Laboratorium Instalasi Pengolahan Limbah RSUD Dr. Saiful Anwar Malang.
5. Ibu Ir. A. Nurul Hidayati. MTP selaku Dekan FTSP ITN Malang.
6. Bapak Sudiro ST, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.
7. Ibu Anis Artiani .ST, selaku Kepala Laboratorium Lingkungan ITN Malang.
8. ^{MSi} Dr.Ir. Hery Setyobudiarso, ~~MSi~~ Ibu Tuani Lidiawati ST, MT, Ibu Anis A, ST, Ibu Chandra Dwi R, ST, MT, ~~Bapak~~ Hardianto, ST, selaku dosen Teknik Lingkungan ITN Malang.
9. Semua teman-teman angkatan 2000 yang selalu mengobarkan api semangat, terimakasih atas dukungan dan kebersamaan kalian semua.

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penelitian dan penulisan skripsi yang berjudul "Uji Kemampuan Reaktor Fluidasi Dalam Menurunkan Konsentrasi COD Dan BOD Air Buangan RSUD Dr. Saiful Anwar Malang" dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis telah banyak mendapat bantuan dan dukungan dalam menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan ucapan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada pihak-pihak sebagai berikut :

1. Kedua orang tuaku yang selalu memberikan dukungan dan doa sehingga skripsi ini berjalan dengan lancar.
2. Bapak Prof. Dr. Wahyono Hadi MSc. PhD. selaku Pembimbing I.
3. Ibu Evy Hendrianti ST. MMT. selaku Pembimbing II.
4. Bapak Edwin Yunus Nasibu ST. selaku Kepala Laboratorium Instalasi Pengolahan Limbah RSUD Dr. Saiful Anwar Malang.
5. Ibu Ir. A. Nurul Hidayati. MTP. selaku Dekan FTSP ITN Malang.
6. Bapak Sudiro ST. MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.
7. Ibu Anis Ariani ST. selaku Kepala Laboratorium Lingkungan ITN Malang.
8. Dr. Ir. Heri Setyobudiarso, Msi. Ibu Triani Liliawati ST. MT. Ibu Anis A. ST. Ibu Chandra Dwi R. ST. MT. Bapak Harlianto ST. selaku dosen Teknik Lingkungan ITN Malang.
9. Semua teman-teman angkatan 2000 yang selalu memperhatikan apa saja yang terkandung di atas dukungan dan kebersamaan kalian semua.

Semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penelitian dan penulisan skripsi ini.

Segala upaya telah penulis lakukan dalam menyelesaikan skripsi ini, namun penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya dengan segala kerendahan hati saya ucapkan terimakasih.

Malang,..... 2005

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iii
ABSTRAKSI	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Ruang Lingkup	2
1.5. Manfaat Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Biodegradasi Anaerobik	3
2.2. Karakteristik Air Buangan	3
2.3. Pengolahan Air Buangan	6
2.3.1. Pengolahan Secara Fisik	6
2.3.2. Pengolahan Secara Biologis	6
2.3.3. Pengolahan Secara Kimia	7
2.3.3.1. Pengaruh pH Pada Air Buangan	7

DAFTAR ISI

i	LEMBAR PERSETUJUAN
ii	LEMBAR PENGESAHAN
iii	LEMBAR PERSEMBAHAN
iv	ABSTRAK
v	KATA PENGANTAR
vii	DAFTAR ISI
x	DAFTAR TABEL
xi	DAFTAR GAMBAR
xii	DAFTAR LAMPIRAN
	BAB I PENDAHULUAN
1	1.1. Latar Belakang
2	1.2. Rumusan Masalah
2	1.3. Tujuan Penelitian
2	1.4. Ruang Lingkup
2	1.5. Manfaat Penelitian
	BAB II TINJAUAN PUSTAKA
3	2.1. Biodegradasi Anaerobik
3	2.2. Karakteristik Air Buangan
6	2.3. Pengolahan Air Buangan
6	2.3.1. Pengolahan secara Fisis
6	2.3.2. Pengolahan secara Biologis
7	2.3.3. Pengolahan secara Kimia
7	2.3.3.1. Pengaruh pH pada Air Buangan

2.3.3.2. Karakteristik Bahan Kimia Yang Dapat Digunakan.....	7
2.4. Landasan Teori	9
2.4.1. Fluidized Bed Reaktor	9
2.5. Koagulasi Dan Flokulasi Dalam Unggun Terfluidakan	9
2.5.1. Mekanisme Koagulasi	10
2.5.2. Mekanisme Flokulasi	10
2.5.3. Mekanisme Unggun Terfluidakan	11
2.5.4. Fenomena Koagulasi Flokulasi Dalam Unggun Terfluidakan	12
2.6. Porositas Unggun	13
2.7. Pengertian COD dan BOD	13
2.8. limbah Cair Rumah Sakit	14
2.8.1. Pengertian Limbah Cair Rumah Sakit	14
2.8.2. Sumber Limbah Cair Rumah Sakit	14

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Tempat Dan Waktu Penelitian	15
3.2. Variabel Penelitian	15
3.2.1. Variabel Terikat	15
3.2.2. Variabel Bebas	15
3.2.3. Variabel Tetap	15
3.3. Model Reaktor	15
3.3.1. Spesifikasi Alat	15
3.3.2. Gambar Susunan Alat	16
3.4. Cara Kerja	16
3.4.1. Pengambilan Sampel	16
3.4.2. Analisa Pendahuluan	16
3.4.3. Pelaksanaan Percobaan	17
3.4.3.1. Tahap Persiapan	17

2.3.3.2. Karakteristik Bahan Kimia Yang Dipekat	7
..... Diguatkan	9
2.4. Landasan Teori	9
2.4.1. Fluidized Bed Reaktor	9
2.5. Koagulasi Dan Flokulasi Dalam Unggun Tertididakan	10
2.5.1. Mekanisme Koagulasi	10
2.5.2. Mekanisme Flokulasi	11
2.5.3. Mekanisme Unggun Tertididakan	12
2.5.4. Fenomena Koagulasi Flokulasi Dalam Unggun Tertididakan	13
2.6. Porositas Unggun	13
2.7. Pengertian COD dan BOD	14
2.8. Limbah Cair Rumah Sakit	14
2.8.1. Pengertian Limbah Cair Rumah Sakit	14
2.8.2. Sumber Limbah Cair Rumah Sakit	14

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Tempat Dan Waktu Penelitian	15
3.2. Variabel Penelitian	15
3.2.1. Variabel Terikat	15
3.2.2. Variabel Bebas	15
3.2.3. Variabel Tetap	15
3.3. Model Reaktor	15
3.3.1. Spesifikasi Alat	15
3.3.2. Gambar Susunan Alat	16
3.4. Cara Kerja	16
3.4.1. Pengambilan Sampel	16
3.4.2. Analisis Pendahuluan	17
3.4.3. Pelaksanaan Percobaan	17
3.4.3.1. Tahap Persiapan	17

3.4.3.2. Tahap Penelitian	17
3.5. Metode Penelitian	17
3.5.1. Metode Analisa	17
3.5.2. Metode Statistik	17
3.6. Kerangka Penelitian	18

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian	19
4.2. Analisa Konsentrasi Akhir BOD	19
4.2.1. Analisa Deskriptif	19
4.2.2. Analisa Anova	22
4.2.3. Analisa Korelasi	25
4.2.4. Analisa Regresi	27
4.3. Analisa Konsentrasi Akhir COD	30
4.3.1. Analisa Deskriptif	30
4.3.2. Analisa Anova	33
4.3.3. Analisa Korelasi	37
4.3.4. Analisa Regresi	38
4.4. Pembahasan	41
4.4.1. Penurunan Konsentrasi BOD	41
4.4.2. Penurunan Konsentrasi COD	42

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	45
5.2. Saran	45

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1.	Data Konsentrasi Akhir BOD	19
Tabel 4.2.	Data Persen Removal BOD	21
Tabel 4.3.	Hasil Uji Anova Konsentrasi Akhir BOD Melalui Reaktor Fluidasi	23
Tabel 4.4.	Hasi Uji Duncan Konsentrasi Akhir BOD	24
Tabel 4.5.	Korelasi Antara Konsentrasi Akhir BOD dengan Diameter Media, Tinggi Media, dan kecepatan Aliran	26
Tabel 4.6.	Hasil Uji Regresi Anova	27
Tabel 4.7.	Tabel Persaman Regresi	27
Tabel 4.8.	Tabel Persamaan R square	28
Tabel 4.9.	Data Konsentrasi Akhir COD	30
Tabel 4.10.	Data PersenRemoval COD	32
Tabel 4.11.	Hasil Uji Anova Konsentrasi Akhir COD Melalui Reaktor Fluidasi	34
Tabel 4.12.	Hasi Uji Duncan Konsentrasi Akhir COD	35
Tabel 4.13.	Korelasi Antara Konsentrasi Akhir COD dengan Diameter Media, Tinggi Media, dan kecepatan Aliran	37
Tabel 4.14.	Hasil Uji Regresi Anova	38
Tabel 4.15.	Tabel Persaman Regresi	39
Tabel 4.16.	Tabel Persamaan R square	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Mekanisme Pergerakan Ion	10
Gambar 2.2.	Skema Unggun Diam	11
Gambar 2.3.	Skema Unggun Terfluida	11
Gambar 2.4.	Gerakan Liquida Di Sekitar Partikel	13
Gambar 3.1.	Reaktor Fluidasi	16
Gambar 3.2.	Kerangka Penelitian	18
Gambar 4.1.	Grafik Konsentrasi Akhir BOD Pada Ketinggian Pasir Kwarsa 15 cm	20
Gambar 4.2.	Grafik Konsentrasi akhir BOD Pada Ketinggian Pasir Kwarsa 30 cm	20
Gambar 4.3.	Grafik Prosentase Removal Konsentrasi BOD Pada Ketinggian 15 cm	22
Gambar 4.4.	Grafik Prosentase Removal Konsentrasi BOD Pada Ketinggian 30 cm	22
Gambar 4.5.	Grafik Konsentrasi Akhir COD Pada Ketinggian Pasir Kwarsa 15 cm	31
Gambar 4.6.	Grafik Konsentrasi akhir COD Pada Ketinggian Pasir Kwarsa 30 cm	31
Gambar 4.7.	Grafik Prosentase Removal Konsentrasi COD Pada Ketinggian 15 cm	33
Gambar 4.8.	Grafik Prosentase Removal Konsentrasi COD Pada Ketinggian 30 cm	33

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Gambar	a
Lampiran 2	Analisa Statistik	d
Lampiran 3	Hasil Pengujian Reaktor	i

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Rumah Sakit merupakan institusi pelayanan kesehatan terhadap individu pasien, keluarga dan masyarakat, dengan inti pelayanan mediknya yaitu preventif (pencegahan), kuratif (penyembuhan), rehabilitatif (pemulihan), dan promotif (peningkatan) yang diselenggarakan secara terpadu untuk mencapai pelayanan kesehatan. Untuk mencegah penyebaran dan penularan penyakit melalui air limbah, perlu diciptakan kondisi lingkungan Rumah Sakit yang memenuhi persyaratan kesehatan lingkungan sehingga dihindari terjadinya penularan dan penyebaran serta pencemaran lingkungan. Dengan upaya sanitasi Rumah Sakit yang baik merupakan salah satu usaha pencegahan untuk memutuskan mata rantai penyakit.

Salah satu kegiatan sanitasi rumah sakit adalah dengan melakukan pengolahan limbah cair yang berdasarkan peraturan pemerintah Republik Indonesia Nomor : 20 Tahun 1999 yaitu tentang pengendalian pencemaran air. Selain itu limbah cair rumah sakit harus memenuhi baku mutu limbah sesuai dengan KLH Nomor : 58/MEN LH/12/95 yaitu tentang baku mutu limbah cair bagi kesehatan Rumah Sakit.

Limbah cair rumah sakit umumnya bersumber dari dapur/instansi gizi, *laundry*, kamar jenazah, kantin, rawat inap, instalasi gawat darurat (IGD), laboratorium klinik, kamar bedah, dan lain-lain. Sehingga limbah cair rumah sakit banyak mengandung bahan-bahan organik. Selain itu juga banyak mengandung kuman baik yang pathogen maupun yang tidak pathogen. Kuman koliform merupakan salah satu jenis kuman pathogen yang terdapat pada air limbah tersebut, yang juga digunakan sebagai indikator pencemaran air serta makhluk hidup lainnya.

1.2. PERUMUSAN MASALAH

Seberapa besar kemampuan Reaktor Fluidasi dengan variasi diameter media, ketinggian media, dan kecepatan aliran dalam menurunkan konsentrasi COD dan BOD pada air buangan RSUD Dr. Saiful Anwar Malang.

1.3. TUJUAN PENELITIAN

Berdasarkan perumusan masalah di atas penelitian ini bertujuan untuk menurunkan kadar COD, BOD dari air buangan RSUD Dr. Saiful Anwar Malang dengan menggunakan reaktor fluidasi hingga di bawah baku mutu yang diijinkan bagi limbah cair rumah sakit menurut SK Gubernur Jatim No. 61/1999.

1.4. RUANG LINGKUP

1. Limbah berasal dari satu sumber (air buangan RSUD Dr. Saiful Anwar Malang).
2. Pada penelitian ini digunakan media pasir kwarsa untuk mengetahui kemampuan reaktor fluidasi terhadap persen penyisihan COD, dan BOD, sehingga kadarnya di bawah baku mutu yang diijinkan untuk dibuang ke saluran atau badan air.
3. Waktu pelaksanaan pada bulan Mei-Juni 2005.

1.5. MANFAAT PENELITIAN

1. Dapat memberikan tambahan informasi pendidikan dan pengetahuan baru mengenai proses penurunan kadar COD dan BOD.
2. Mengetahui alternatif tambahan mengenai penurunan kadar COD dan BOD pada air buangan rumah sakit dengan proses sederhana.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. BIODEGRADASI ANAEROBIK

Degradasi zat organik secara mikrobiologis dalam lingkungan anaerobik hanya dapat dilakukan oleh mikroorganisme yang dapat mempergunakan molekul selain oksigen sebagai akseptor hidrogen. Dekomposisi anaerobik akan menghasilkan biogas yang terdiri dari gas metan (50-70%), karbondioksida (20-40%), dan sejumlah kecil hidrogen sulfida. Kemampuan mikroorganisme untuk mempengaruhi transformasi atau reaksi yang khusus, tergantung pada keberadaan enzim atau katalis khusus untuk katalis tersebut. Untuk reaksi intraselular tergantung pada kemampuan melewati membran sitoplasma sel (Price, Cheremisnoff, 1981). Proses anaerobik dapat dioperasikan dengan dua cara yaitu :

1. Proses anaerobik suspended growth bersatu dengan enzim,
2. Proses anaerobik attached growth.

2.2. KARAKTERISTIK AIR BUANGAN

Batasan yang banyak dikemukakan mengenai air buangan umumnya meliputi komposisi serta sumber dari mana air buangan tersebut berasal, misalnya air buangan industri, rumah tangga, daerah pertanian, perdagangan, dan lain-lain.

Menurut Eddy and Metcalf (2003), air buangan adalah kombinasi dari cairan dan sampah-sampah cair yang berasal dari daerah pemukiman, perdagangan, perkantoran dan industri, bersama-sama dengan air tanah, air permukaan dan air hujan yang mungkin ada.

Sedangkan menurut Sugiharto (1987) air buangan (wastewater) adalah kotoran dari masyarakat, rumah tangga dan juga berasal dari industri, air tanah, air permukaan serta buangan lainnya, dengan demikian air buangan ini merupakan hal yang bersifat kotoran umum.

Karakteristik air buangan sangat penting untuk diketahui guna menentukan cara pengolahan yang tepat, terbaik, dan efektif. Berikut ini akan

dijelaskan beberapa macam karakteristik air buangan (Eddy and Metcalf, 2003), yaitu :

1. Karakteristik Fisik

a. Warna

Air buangan yang segar umumnya berwarna abu-abu dan sebagai akibat dari penguraian senyawa-senyawa organik oleh bakteri, maka warna air buangan menjadi hitam. Hal ini menunjukkan bahwa air buangan berada dalam keadaan septik.

b. Bau

Bau dalam air buangan biasanya disebabkan oleh produksi gas-gas hasil dekomposisi zat organik. Gas asam sulfida (H_2S) dalam air buangan adalah hasil reduksi dari sulfat oleh mikroorganisme secara anaerob.

c. Temperatur

Pada umumnya temperatur air buangan lebih tinggi dari pada temperatur air minum. Hal ini disebabkan oleh adanya penambahan air yang lebih panas dari pemakaian rumah tangga atau aktivitas pabrik. Temperatur air buangan memberi pengaruh pada kehidupan dalam air, kelarutan gas, aktivitas bakteri serta reaksi-reaksi kimia

d. Total solid

Total solid adalah zat-zat yang tertinggal sebagai residu penguapan pada temperatur $103^{\circ}C$ - $105^{\circ}C$. Zat-zat yang hilang pada tekanan uap tersebut tidak dapat didefinisikan sebagai total solid.

2. Karakteristik Kimia

a. Senyawa organik

Kira-kira 75 % suspended solid dan 40 % filterable solid dalam air buangan merupakan senyawa-senyawa organik. Senyawa organik tersebut berasal dari kombinasi karbon, hidrogen dan oksigen serta nitrogen dalam berbagai senyawa.

Senyawa organik yang terdapat dalam air buangan antara lain

- protein = 40 – 60 %
- karbohidrat = 25 – 50 %
- lemak dan minyak = 10 %

b. Senyawa anorganik

Konsentrasi senyawa organik dalam aliran air akan meningkat karena formasi geologis sebelum dan selama aliran, maupun karena penambahan buangan baru ke dalam aliran tersebut. Konsentrasi unsur organik juga akan bertambah dengan proses penguapan alami pada permukaan air dan akan meninggalkan unsur anorganik dalam air. Adapun komponen-komponen buangan anorganik yang terpenting adalah alkalinitas, klorida, nitrogen, fosfat dan sulfat.

c. Gas-gas

Gas-gas yang terdapat dalam air buangan yang belum diolah adalah N_2 , O_2 , CO_2 , H_2S dan CH_4 . Dari kedua gas yang disebut pertama, terdapat dalam air buangan sebagai akibat adanya kontak langsung air buangan dengan udara. Dan yang ketiga gas terakhir berasal dari dekomposisi zat-zat organik oleh bakteri dalam air buangan.

3. Karakteristik Biologis

Kelompok mikroorganisme terpenting dalam air buangan ada tiga macam, yaitu kelompok protista, kelompok tumbuh-tumbuhan dan kelompok hewan. Kelompok protista terdiri dari protozoa, sedangkan kelompok tumbuh-tumbuhan meliputi paku-pakuan dan lumut. Bakteri berperan penting dalam air buangan, terutama pada proses biologis, misalnya trikling filter. Sedangkan protozoa dalam air buangan berfungsi untuk mengontrol semua bakteri sehingga terjadi keseimbangan. Alga sebagai penghasil oksigen pada proses fotosintesis juga dapat mengurangi nitrogen yang terdapat dalam air. Namun alga juga dapat menimbulkan gangguan pada permukaan air karena kondisinya yang menguntungkan (sampai kedalaman satu meter di bawah permukaan air) sehingga dapat tumbuh dengan cepat dan menutupi permukaan air, sehingga sinar matahari tidak mampu menembus permukaan air.

Berdasarkan beberapa karakteristik air buangan tersebut, maka pengolahan air buangan dibagi atas :

- Pengolahan air buangan secara fisik
- Pengolahan air buangan secara kimiawi
- Pengolahan air buangan secara biologis

Adapun pemilihan cara pengolahan yang akan dipakai tergantung pada karakteristik air buangan tersebut.

2.3. PENGOLAHAN AIR BUANGAN

Pengolahan air buangan dimaksudkan untuk menurunkan atau mengurangi unsur-unsur yang tidak dikehendaki, sehingga air buangan aman dibuang ke badan air penerima. Untuk mengurangi atau menurunkan unsur-unsur tersebut dapat dilakukan pengolahan meliputi :

2.3.1. Pengolahan Secara Fisik

Dalam metode pengolahan air limbah secara fisik, maka proses-proses yang berlangsung di dalam setiap unit operasi instalasi pengolahan air limbah berlangsung akibat bekerjanya gaya-gaya fisik. Unit-unit operasi secara fisik yang umum digunakan dalam instalasi pengolahan air limbah adalah :

- Screening : Penyaringan bahan kasar/sampah
- Communitor : penghancuran bahan kasar/sampah
- Flow Equalization : Perataan debit air limbah
- Mixing : Pencampuran
- Sedimentasi : Pengendapan partikel/lumpur
- Filtration : Penyaringan partikel suspensi

2.3.2. Pengolahan Secara Biologis

Pengolahan Biologis adalah suatu proses biologis dimana zat-zat organik yang berasal dari air buangan atau air limbah diuraikan oleh mikroba-mikroba menjadi zat-zat yang lebih stabil. Unit operasi secara biologis yang umum digunakan dalam instalasi pengolahan air limbah adalah :

- ❖ Trickling filter,
- ❖ Activated sludge.

2.3.3. Pengolahan Secara Kimia

Dalam metode pengolahan air limbah secara kimia, proses-proses yang berlangsung di dalam setiap unit operasi di dalam instalasi pengolahan air limbah berlangsung akibat pencampuran dengan bahan kimia. Karakteristik limbah yang diolah dengan pengolahan kimia adalah :

- pH yang tidak netral.
- Terdapat kandungan logam-logam berat.

Unit operasi secara kimia yang umum digunakan dalam instalasi pengolahan air limbah antara lain :

- Chlorinasi.
- Netralisasi.

2.3.3.1. Pengaruh pH Pada Air Buangan

pH air buangan sangat berpengaruh terhadap proses pengadukan air buangan, terutama secara kimia, karena menyangkut masalah penggunaan jenis bahan kimia. Setiap jenis bahan kimia berbeda range pH-nya untuk dapat bekerja efektif. Besarnya range pH dipengaruhi oleh :

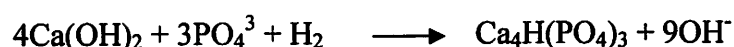
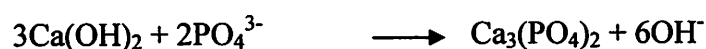
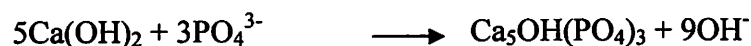
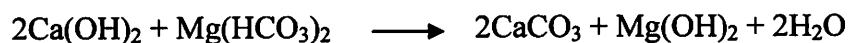
- Jenis bahan kimia yang digunakan,
- Dosis bahan kimia yang digunakan,
- Komposisi kimia air baku.

2.3.3.2. Karakteristik Bahan Kimia Yang Dapat Digunakan

Beberapa bahan kimia yang biasa digunakan dalam pengolahan air buangan antara lain :

❖ Kapur

Reaksi yang terjadi :



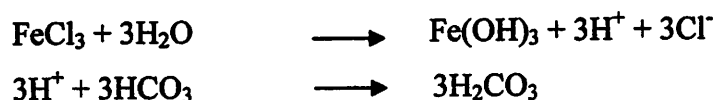
❖ Ferri Klorida

Ferri klorida biasanya juga disebut ferriklor, adalah suatu garam asam.

Sifat-sifat Ferri klorida antara lain :

- Bekerja di dalam range pH yang lebih besar dari pada bahan kimia alum, yaitu pH 5,5 – 7,8
- Dapat menghilangkan warna dan mengoksidasi H₂S (menghilangkan bau)
- Sangat korosif

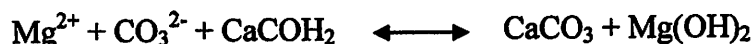
Reaksi yang terjadi :



❖ Magnesium Karbonat

Magnesium Karbonat akan bekerja dengan baik pada rentang pH 9,5 -

11. Reaksi yang terjadi :

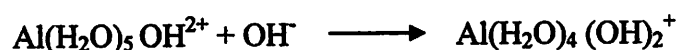
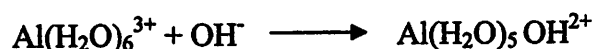


❖ Aluminium Sulfat (Alum)

Sifat-sifat alum antara lain :

- Dapat menurunkan alkalinitas bikarbonat, menaikkan kadar CO₂
- Range pH dimana koagulasi ini dapat bekerja dengan baik adalah 6-7,8

Reaksi yang terjadi :



Polimer hidroksida Al(OH)₁₅³⁺ dan Al₈(OH)₂₀⁴⁺ pada saat ini dianggap yang paling efektif dalam koagulasi.

❖ Ferro Sulfat

Ferro Sulfat akan bekerja dengan baik pada rentang pH 8,5 – 11.

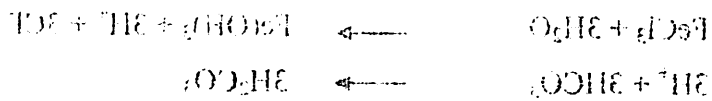
❖ Poly Aluminium Chloride (PAC)

❖ Ferri Klorida

Ferri klorida biasanya juga disebut ferriclor, adalah suatu garam asam.

Sifat-sifat Ferri Klorida antara lain :

- Berkerja di dalam range pH yang lebih besar dari pada bahan kimia lain, yaitu pH 5,2 - 7,8.
 - Dapat menghilangkan warna dan mengoksidasi H₂S (menghilangkan bau)
 - Sangat korosif
- Reaksi yang terjadi :



❖ Magnesium Karbonat

Magnesium Karbonat akan bekerja dengan baik pada rentang pH 9,2 -

11. Reaksi yang terjadi :



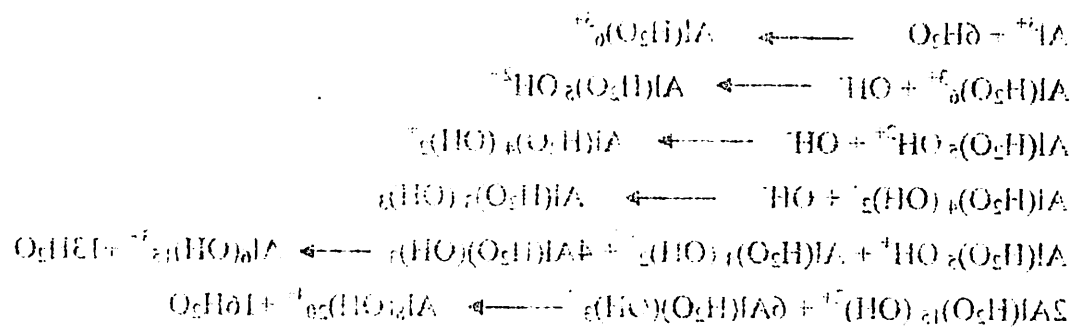
❖ Aluminium Sulfat (Alum)

Sifat-sifat alum antara lain :

- Dapat menurunkan alkalinitas bikarbonat menaikan kadar CO₂
- Range pH dimana koagulasi ini dapat bekerja dengan baik adalah

6-7,8

Reaksi yang terjadi :



Polymer hidrokksida Al(OH)₁₂⁴⁺ dan Al₆(OH)₃₆¹²⁺ pada saat ini dianggap yang paling efektif dalam koagulasi.

❖ Ferro Sulfat

Ferro Sulfat akan bekerja dengan baik pada rentang pH 8,2 - 11.

❖ Poly Aluminium Chloride (PAC)

❖ Poly Aluminium Chloride (PAC)

Poly Aluminium Chloride (PAC) adalah suatu garam dasar dari aluminium klorida yang dibuat untuk memberikan daya koagulasi yang lebih kuat bila dibandingkan dengan garam yang biasa dari alum dan besi. Umumnya PAC dirumuskan sebagai $Al_n(OH)_mCl_{3n-m}$ yang bersenyawa dengan beberapa senyawa atau komponen lainnya. Range pH dimana koagulan ini dapat bekerja efektif adalah pada pH 6-9. Kemampuan reaksinya tidak dipengaruhi oleh temperatur (Horrald E. Babbitt dan E. Robert Baumann, 1997).

2.4. LANDASAN TEORI

2.4.1. Fluidized Bed Reaktor

Reaktor adalah tabung dengan unggun (media) internal tetap atau partikel suspensi fluidasi, dimana berfungsi sebagai pendukung bagi immobilitas biomassa.

Pada reaktor tipe ini, banyak biomassa menempel pada media yang berukuran kecil sebagai biofilm. Biomassa yang menyelimuti partikel media berada pada kondisi terfluidasi atau terekspansi (bergerak melayang-layang) secara vertikal, dengan aliran ke atas (upflow). Besarnya kecepatan vertikal dicapai dengan mengatur besarnya tingkat resirkulasi. Dalam hal ini ukuran dan densitas media akan menentukan apakah sistem operasi stabil dan ekonomis. Partikel yang berukuran kecil akan memberikan luas permukaan yang lebih besar yang berguna sebagai tempat menempel biofilm. Partikel kecil juga akan dapat diexpansi pada kecepatan upflow yang lebih rendah dengan mengurangi laju resirkulasi.

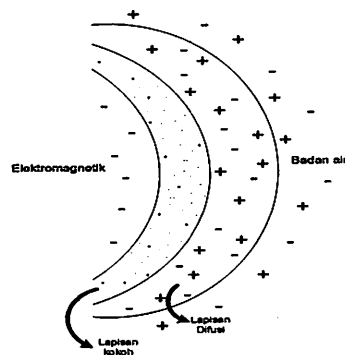
2.5. KOAGULASI DAN FLOKULASI DALAM UNGGUN TERFLUIDAKAN

Unggun terfluidakan (fluidized bed) merupakan suatu cara untuk mengontakkan dua macam zat dalam suatu tabung vertikal. Zat tersebut berupa partikel padat dengan cairan, dengan memilih partikel padat sebagai unggun dan cairan sebagai fluida. Fluida ini disebut "Fluidasi Padat Cair".

2.5.1. Mekanisme Koagulasi

Partikel-partikel yang tersuspensi bermuatan negatif yang menyebabkan menarik ion-ion positif dan menolak ion-ion negatif dalam air. Ion-ion positif dengan konsentrasi yang pekat membentuk semacam lapisan di dekat permukaan partikel, dan dikelilingi oleh ion-ion negatif yang tersebar dan tercampur sedikit demi sedikit dengan ion-ion positif (sampai ke daerah lapisan diam).

Lapisan ion tersebut dikenal sebagai lapisan kokoh, sedangkan lapisan ion yang tersebar disebut lapisan difusi terdiri dari ion-ion yang mudah bergerak. Mekanisme pergerakan ion-ion tersebut seperti pada gambar.



Gambar 2.1. Mekanisme pergerakan ion

Destabilisasi partikel melalui lapisan rangkap. Biasanya lapisan difusi dapat mengembang dan menipis tergantung pada kadar ion dalam air dan pergerakan ionnya serta gaya tarik menarik, maka lapisan difusi akan mengembang dan sebaliknya

2.5.2. Mekanisme Flokulasi

Di dalam liquidsa diam, padatan-padatan tersuspensi bertumbukan satu sama lain sebagai akibat gerak zig – zag. Partikel-partikel padat yang halus bertumbukan dengan partikel-partikel lain saat bergerak dan saling menyusul serta akhirnya partikel-partikel itu akan mengendap lebih cepat. Proses pembentukan flok secara alami lambat sekali, kecuali kalau digunakan agitasi mekanik, seperti injeksi udara. Agitasi ini menyebabkan perbedaan kecepatan dalam liquidsa yang disebut dengan gradien kecepatan, akibat partikel-partikel yang berdekatan memiliki kecepatan yang berbeda yang mengakibatkan terjadinya tumbukan.

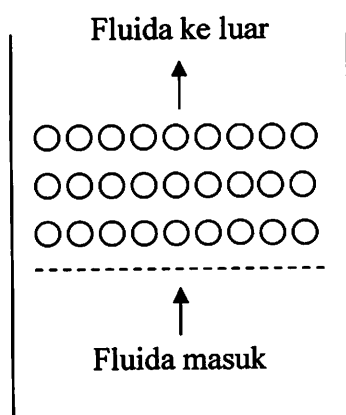
Agitasi memberikan kesempatan yang lebih besar pada partikel-partikel untuk pertumbukan. Kumpulan partikel-partikel akan menjadi gumpalan yang lebih besar sebagai akibat gesekan ini.

Secara umum dikatakan bahwa perbedaan kecepatan tumbukan partikel-partikel pada pengadukan sebanding dengan :

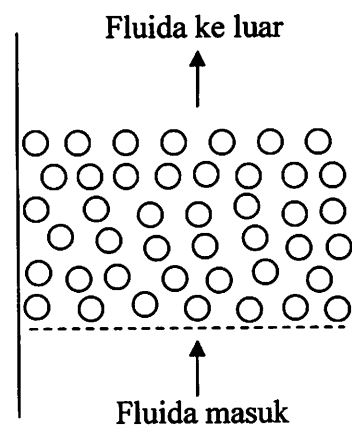
1. Jumlah partikel,
2. Ukuran partikel,
3. Gradien kecepatan

2.5.3. Mekanisme Unggun Terfluidakan

Sebuah kolom gelas atau baja vertikal diisi dengan partikel padat didalamnya seperti pasir halus atau partikel padat berbentuk bola, yang disangga dengan plat kasa.



Gb. 2.2. Skema Unggun Diam



Gb. 2.3. Skema Unggun Terfluida

Melalui unggun padatan tersebut dialirkan fluida (gas atau cairan) dari arah bawah ke atas. Pada laju air yang cukup rendah, butiran padat akan tetap diam, karena fluida hanya akan mengalir melalui ruang kosong yaitu ruang antar partikel tanpa menyebabkan terjadinya perubahan susunan partikel tersebut, keadaan yang demikian disebut unggun diam atau Fixed bed (gb. 2.2). Jika laju aliran fluida dinaikkan maka akan sampai keadaan dimana unggun padatan pada bagian atas mulai bergerak atau bergetar. Pada kecepatan tersebut dinamakan

padatan tadi akan tersuspensi di dalam aliran fluida yang melaluinya. Pada keadaan ini masing-masing butiran akan terpisahkan satu sama lainnya sehingga bisa bergerak lebih mudah dan unggun tereksansi. Pada kondisi butiran ini, sifat unggun akan menyerupai sifat suatu cairan dengan viskositas tinggi, misalnya ada kecenderungan untuk mengalir, mempunyai sifat hidrostatis. Pada kecepatan dimana unggun mulai tereksansi dinamakan kecepatan fluidasi. Di dalam pemakaiannya, unggun terfluidasikan mempunyai beberapa keuntungan dibandingkan dengan unggun diam, diantaranya adalah :

1. Sifat unggun yang menyerupai fluida memungkinkan adanya aliran zat padat secara kontinyu.
2. Kecepatan pencampuran padatan yang tinggi membuat reaktor selalu berada pada keadaan isothermal, sehingga memudahkan pengendaliannya.
3. Perpindahan massa dan panas antara fluida dan padatan lebih baik dibandingkan dengan unggun diam.

2.5.4. Fenomena Koagulasi Flokulasi Dalam Unggun Terfluidasikan

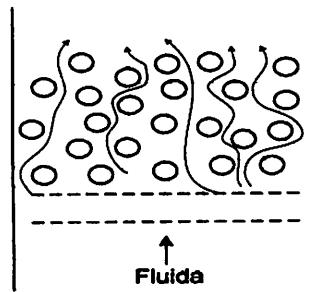
Koagulasi-Flokulasi dalam unggun terfluidasikan merupakan suatu proses yang terjadi akibat gesekan media (fluida) yang mengalir di sekitar partikel penyusun unggun (pasir kwarsa). Gradien kecepatan media terjadi karena partikel pasir memberikan hambatan aliran fluida pada permukaannya, sehingga timbul gradien kecepatan yang mengakibatkan terjadinya gradien kecepatan antar partikel koloid. Gradien kecepatan ini mengakibatkan terjadinya kontak dan penggabungan partikel sehingga membentuk flok. Aliran dalam unggun terfluidasikan yang mengalir di dalam pipa vertikal dapat dilihat pada gambar berikut :

batasan tepi akan terasapasi di dalam aliran fluida yang mengalirnya. Pada keadaan ini masing-masing partikel akan terpisahkan satu sama lainnya sehingga bisa bergerak lebih mudah dan unggun terasapasi. Pada kondisi dimana ini, sifat unggun akan menyerupai sifat suatu cairan dengan viskositas tinggi, misalnya ada kecenderungan untuk mengalir, mempunyai sifat hidrostatik. Pada kecepatan dimana unggun mulai terasapasi dinamakan kecepatan fluidasi. Di dalam batasannya, unggun terfluidasikan mempunyai beberapa kemungkinan dibandingkan dengan unggun diam, diantaranya adalah :

1. Sifat unggun yang menyerupai fluida memungkinkan adanya aliran ke arah bawah secara kontinu.
2. Kecepatan penurunan partikel yang tinggi membuat reaktor selalu berada pada keadaan kehabisan, sehingga memudahkan pengendaliannya.
3. Perpindahan massa dan panas antara fluida dan partikel lebih baik dibandingkan dengan unggun diam.

2.2.4. Fenomena Koagulasi Flokulasi Dalam Unggun Terfluidasikan

Koagulasi-flokulasi dalam unggun terfluidasikan merupakan suatu proses yang terjadi akibat gesekan media (fluida) yang mengalir di sekitar partikel penyusun unggun (partikular). Gradien kecepatan media terjadi karena partikel pasir memberikan hambatan aliran fluida pada permukaannya, sehingga timbul gradien kecepatan yang mengakibatkan terjadinya gradien kecepatan antar partikel koloid. Gradien kecepatan ini mengakibatkan terjadinya kontak dan penggabungan partikel sehingga membentuk flok. Aliran dalam unggun terfluidasikan yang mengalir di dalam pipa vertikal dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.4. Gerakan Liquida di sekitar partikel

(Sumber : Hans-Joachim Jordening Klaus Buchholz)

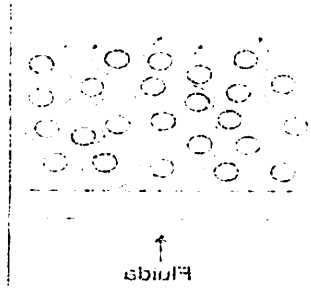
2.6. POROSITAS UNGGUN

Di dalam peristiwa unggun terfluidakan, gaya bereaksi pada partikel-partikel di dalamnya.

Harga porositas unggun dipengaruhi oleh bentuk geometri butiran padat yang membentuk unggun tersebut, atau dengan perkataan lain, porositas unggun merupakan fungsi dari faktor bentuk atau derajat kebobolan partikel-partikelnya. Di dalam sistem multi partikel, gaya seret yang bekerja pada partikel-partikel disebabkan oleh volume ruang kosong dengan sistem.

2.7. PENGERTIAN COD DAN BOD

Tingkat pencemaran buangan industri maupun domestik diukur dengan memeriksa angka COD dan BOD dari air buangan tersebut. BOD (Biological Oxygen Demand) adalah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan zat organik dalam kondisi aerobik. COD (Chemical Oxygen Demand) adalah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi seluruh zat organik menjadi karbon dioksida dan air. Standar analisa COD telah ditetapkan dengan menggunakan oksidator kuat yaitu Kalium bikhromat ($K_2Cr_2O_7$). Berbeda halnya dengan tes BOD yang hanya menganalisa fraksi yang biodegradable saja, COD dapat pula mengoksidasi bahan-bahan toksik (non biodegradable). Penetapan COD lebih cepat dari pada penetapan BOD, dan sangat bermanfaat bagi analisa air limbah industri.



(Gambar 2.4. Gerakan Liquida di sekitar partikel)

(Sumber : Hans-Joachim Lechzing Klein (1996))

2.6. POROSITAS UNGGULAN

Di dalam peristiwa unggunan terdistribusikan, gaya beraksi pada partikel-partikel di dalamnya.

Ilmu pengetahuan unggunan dipengaruhi oleh bentuk geometri bagian badan yang membentuk unggunan tersebut serta dengan partikel lain, porositas unggunan merupakan fungsi dari faktor bentuk serta dengan kebobrohan partikel-partikelnya. Di dalam sistem tumpukan partikel, gaya sentrifugal yang bekerja pada partikel-partikel disebarkan oleh volume ruang kosong dengan sistem.

2.7. PENGERTIAN COD DAN BOD

Tingkat pencemaran badan air industri maupun domestik ditukur dengan memeriksa angka COD dan BOD dari air badan tersebut. BOD (Biological Oxygen Demand) adalah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan zat organik dalam kondisi aerobik. COD (Chemical Oxygen Demand) adalah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi seluruh zat organik menjadi karbon dioksida dan air. Standar analisa COD telah ditetapkan dengan menggunakan oksidator kuat yaitu Kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$). Berbeda halnya dengan tes BOD yang hanya menganalisa bakteri yang biodegradable saja, COD dapat pula mengoksidasi bahan-bahan toksik (non biodegradable). Pencapaian COD lebih cepat dari pada pencapaian BOD, dan sangat bermanfaat bagi analisa air limbah industri.

Hardan S. Azad menuliskan angka BOD / COD pada beberapa jenis air buangan sebagai berikut :

- Rumah sakit	= 0,561
- Industri kimia oganik	= 0,474
- Industri gelas kimia	= 0,07
- Industri tekstil	= 0,1
- Industri saun dan deterjen	= 0,2 – 0,4
- Indstri makanan :	
Unggas	= 0,591
Kornet / pengalengan daging	= 0,522
Gula bit	= 0,6
Kentang	= 0,67
- Industri karet	= 0,05 – 0,1
- Industri petrolium	= 0,1 – 0,2
- Industri plastik dan sintetik	= 0,1

2.8. LIMBAH CAIR RUMAH SAKIT

2.8.1. Pengertian Limbah Cair Rumah Sakit

Menurut Depkes RI (Indonesia Depkes, 1995), yang dimaksud dengan limbah cair rumah sakit adalah “ Semua limbah cair yang berasal dari rumah sakit yang dimungkinkan mengandung mikroorganisme, bahan kimia beracun, dan radio aktif “.

2.8.2. Sumber Limbah Cair Rumah Sakit

Pada dasarnya limbah Rumah Sakit macamnya bervariasi sesuai dengan jenis dan kelas rumah sakit. Secara umum limbah rumah sakit mengandung buangan pasien, bahkan otopsi jaringan hewan yang digunakan di laboratorium, dapur, pencucian linen, WC dan kamar mandi mayat, dan lain-lain.

BAB III
METODE PENELITIAN



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium RSUD Dr. Saiful Anwar Malang, yang dilaksanakan pada bulan Mei-Juni 2005.

3.2. VARIABEL PENELITIAN

3.2.1. Variabel Terikat

1. Konsentrasi COD.
2. Konsentrasi BOD.

3.2.2. Variabel Bebas

1. Kecepatan aliran : 0.02 m/dt; 0.013 m/dt; dan 0.00015 m/dt.
2. Tinggi media : 15 dan 30 cm.
3. Diameter pasir kwarsa : 2.36 mm, 2.00 mm, dan 0.85 mm.

3.2.3. Variabel Tetap

1. Jenis partikel : pasir kwarsa.

3.3. MODEL REAKTOR

3.3.1. Spesifikasi Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah reaktor fluidasi skala laboratorium dengan aliran up-flow (ke atas). Diameter reaktor adalah 25 cm dengan tinggi 100 cm. Pada bagian bawah reaktor terdapat inlet. Di samping kiri reaktor terdapat bak penampung influent dan sebelah kanan reaktor merupakan bak penampung effluent yang dihubungkan kembali dengan sisi reaktor bagian bawah, untuk dialirkan kembali ke reaktor.

METODE PENELITIAN

BAB III

3.1. TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium REUD Di Saitin Awar
Mawang yang dilaksanakan pada bulan Mei-Juni 2002.

3.2. VARIABEL PENELITIAN

3.2.1. Variabel Terikat

- 1. Konsentrasi COD.
- 2. Konsentrasi BOD.

3.2.2. Variabel Bebas

- 1. Kecepatan aliran : 0.02 m/dt, 0.012 m/dt dan 0.0012 m/dt.
- 2. Tinggi media : 12 dan 30 cm.
- 3. Diameter partikel : 2.36 mm, 2.00 mm dan 0.82 mm.

3.2.3. Variabel Tetap

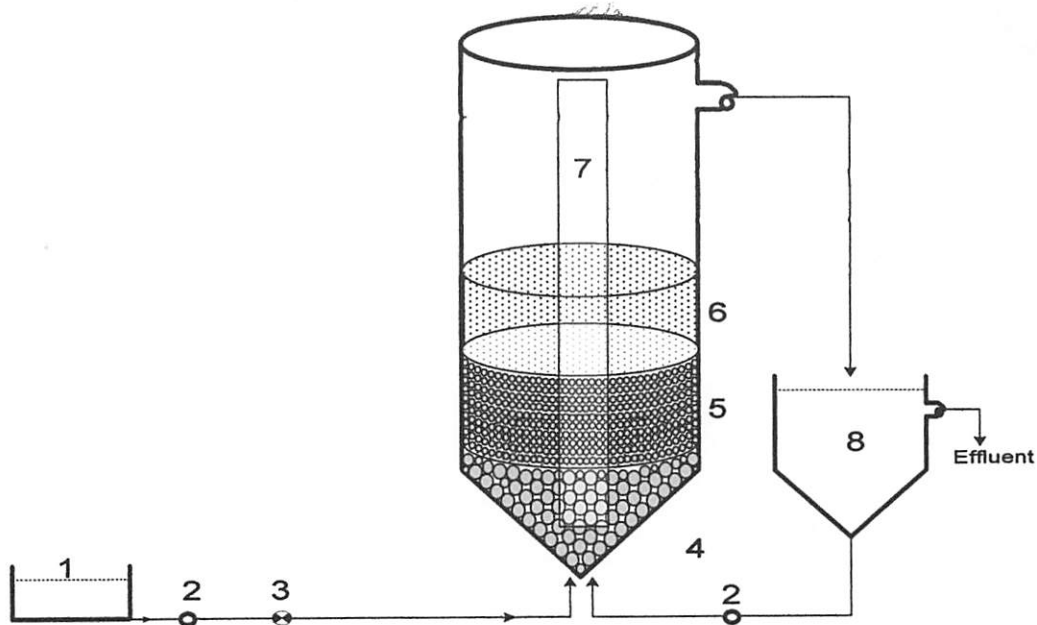
- 1. Jenis partikel : pasir kasar.

3.3. MODEL REAKTOR

3.3.1. Spesifikasi Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah reaktor fluidasi skala laboratorium dengan aliran up-flow (ke atas). Dimensi reaktor adalah 22 cm dengan tinggi 100 cm. Pada bagian bawah reaktor terdapat inlet. Di samping kiri reaktor terdapat bak penampung inlet dan sebelah kanan reaktor merupakan bak penampung effluent yang dihubungkan kembali dengan sisi reaktor bagian bawah untuk disalurkan kembali ke reaktor.

3.3.2. Gambar Susunan Alat



Keterangan :

1. Bak Penampung Air Buangan Rumah Sakit.
2. Pompa.
3. Valve (kran).
4. Kerikil.
5. Keramik.
6. Pasir Kwarsa.
7. Kolom Gelas.
8. Bak Penampung Hasil.

5

Gambar 3.1. Reaktor Fluidasi

3.4. CARA KERJA

3.4.1. Pengambilan Sampel

Sampel diambil dari bak pengendapan RSUD Dr. Saiful Anwar Malang, diambil sesuai dengan variabel yang telah ditentukan. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan ember dan ditampung pada dirijen.

3.4.2. Analisa Pendahuluan

Analisa ini dilakukan untuk mengetahui konsentrasi awal COD dan BOD yang terkandung dalam sampel air buangan.

3.4.3. Pelaksanaan Percobaan

3.4.3.1. Tahap Persiapan

1. Persiapan pasir kwarsa yang telah diayak sesuai dengan variabel bebas yaitu 2.36 mm, 2.00 mm, dan 0.85 mm.
2. Kerikil sebagai media penyangga.
3. Sebelum reaktor dijalankan, terlebih dahulu dilakukan perlakuan awal pada media (pasir kwarsa). Perlakuan tersebut yaitu dengan merendam pasir kwarsa ke dalam air buangan (di dalam bak penampung awal) rumah sakit minimal 2 minggu. Perendaman bertujuan untuk menumbuhkan biofilm pada media pasir kwarsa.

3.4.3.2. Tahap Penelitian

1. Air sampel disiapkan dalam tangki influent.
2. Dari tangki influent, langsung dialirkan ke reaktor fluidasi.
3. Setelah air melalui media pasir kwarsa, dilakukan sampling pada effluent.
4. Sampel tersebut kemudian dianalisa penurunan konsentrasi COD dan BOD.

3.5. METODE PENELITIAN

3.5.1. Metode Analisa

Untuk mengetahui besar konsentrasi COD yang telah melalui media pasir kwarsa digunakan alat refluks (Erlenmeyer, kondensor, dan bunsen), sedangkan untuk konsentrasi BOD yang telah melalui media pasir kwarsa, digunakan BOD meter.

3.5.2. Metode Statistik

Untuk mengetahui perbedaan perlakuan pada setiap variasinya dilakukan uji anova, korelasi, regresi, dan Duncan.

3.4.3. Pelaksanaan Percobaan

3.4.3.1. Tahap Persiapan

1. Persiapan pasir kwarsa yang telah diayak sesuai dengan variabel bebas yaitu 2,50 mm, 2,00 mm, dan 0,85 mm.
2. Korkul sebagai media pernyangga.
3. Sebelum reaktor dijalankan, terlebih dahulu dilakukan belakuran awal pada media (pasir kwarsa). Belakuran tersebut yaitu dengan menendang pasir kwarsa ke dalam air buangan (di dalam bak penampung awal) untuk sekitar minimal 2 minggu. Perendaman bertujuan untuk memunculkan protein pada media pasir kwarsa.

3.4.3.2. Tahap Penelitian

1. Air sampel disisipkan dalam tangki influent.
2. Tangki tangki influent langsung dialirkan ke reaktor hidrolisis.
3. Setelah air melalui media pasir kwarsa dilakukan sampling pada effluent.
4. Sampel tersebut kemudian dianalisa parameter konsentrasi COD dan BOD.

3.5. METODE PENELITIAN

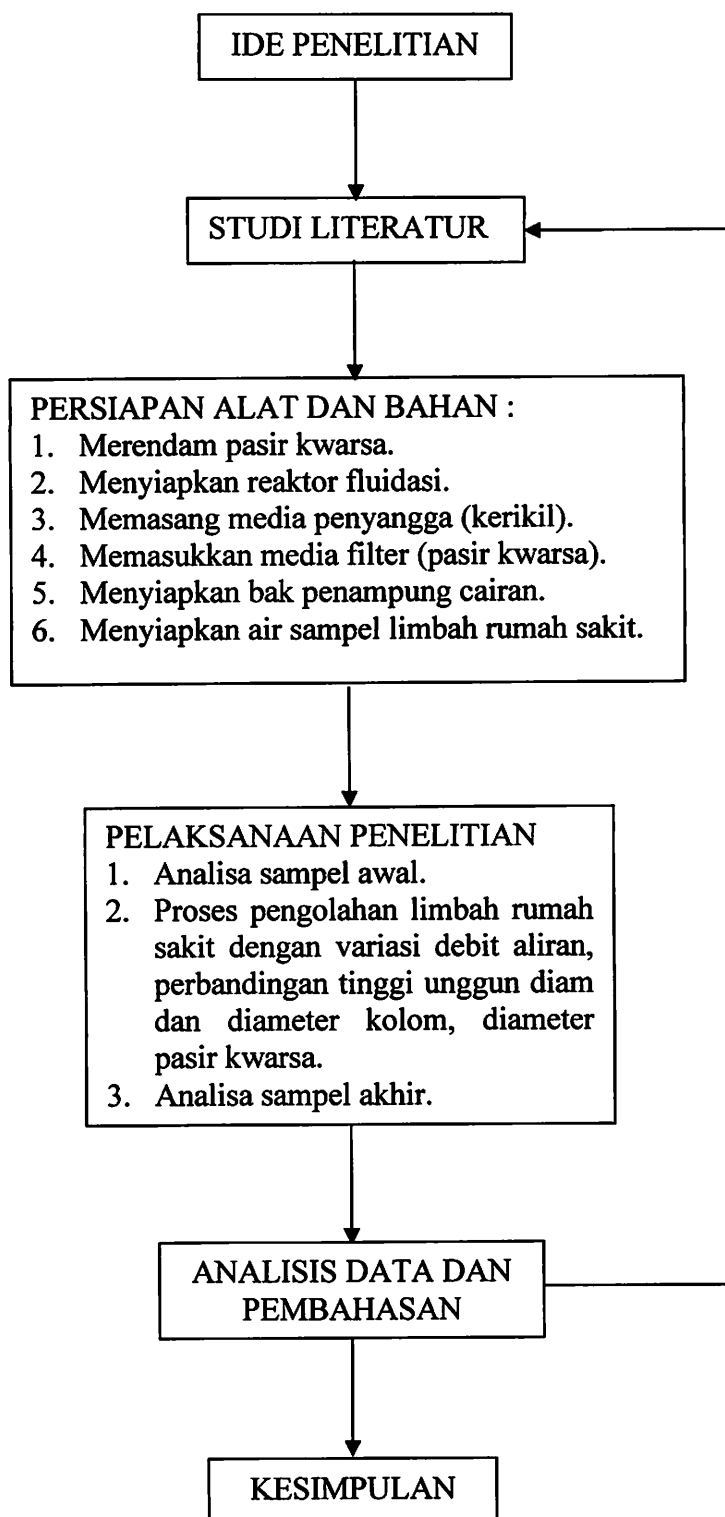
3.5.1. Metode Analisa

Untuk mengetahui besar konsentrasi COD yang telah melalui media pasir kwarsa digunakan alat refluks (Fehrmeyer, kondensor, dan burner), sedangkan untuk konsentrasi BOD yang telah melalui media pasir kwarsa digunakan BOD meter.

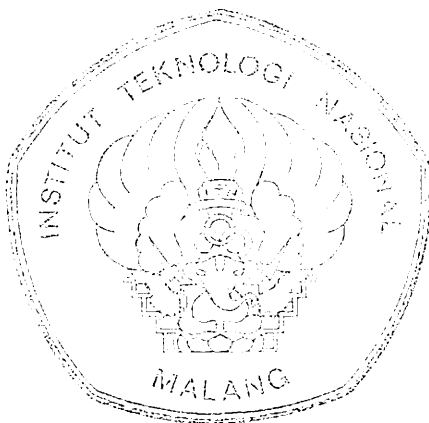
3.5.2. Metode Statistik

Untuk mengetahui perbedaan perlakuan pada setiap variabelnya dilakukan uji anova, korelasi, regresi, dan Duncan.

3.6. KERANGKA PENELITIAN



Gambar 3.2. Kerangka Penelitian



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. HASIL PENELITIAN

Berdasarkan hasil penelitian konsentrasi BOD dan COD yang dilakukan di Laboratorium Rumah Sakit Saiful Anwar Malang, maka data konsentrasi akhir BOD dan COD setelah diujikan dengan alat Fluidized Bed Reactor yang memvariasikan ukuran diameter media 2.36 mm, 2.00 mm, 0.85 mm; tinggi media 15 cm dan 30 cm; dan variasi kecepatan aliran 0.02 m/dt, 0.013 m/dt, 0.00015 m/dt dapat dilihat pada tabel 4.1 dan 4.2.

Tabel 4.1. Data Konsentrasi Akhir BOD

Diameter Media (mm)	Tinggi Media (cm)	Kecepatan (m/dt)	Konsentrasi Awal BOD (mg/L)	Konsentrasi Akhir BOD (mg/L)			
				1	2	3	Rata-rata
2.36	15	0.02	164	112	106	102	106.7
		0.013	164	70	93	67	80.6
		0.00015	164	76	83	72	76
	30	0.02	164	92	104	117	104.3
		0.013	164	62	58	59	59.7
		0.00015	164	56	48	50	51.3
2.00	15	0.02	164	105	94	104	101
		0.013	164	70	64	66	66.6
		0.00015	164	32	71	50	57.3
	30	0.02	164	90	98	97	95
		0.013	164	93	96	79	89.3
		0.00015	164	32	3	41	37
0.85	15	0.02	164	105	133	114	117.3
		0.013	164	105	116	109	110
		0.00015	164	56	43	48	49
	30	0.02	164	59	41	38	46
		0.013	164	24	28	33	28.3
		0.00015	164	21	25	23	23

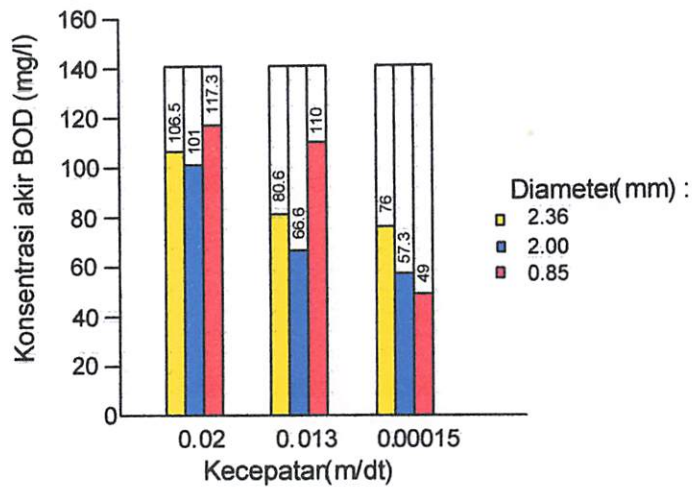
Sumber : Hasil penelitian

4.2. ANALISA KONSENTRASI AKHIR BOD

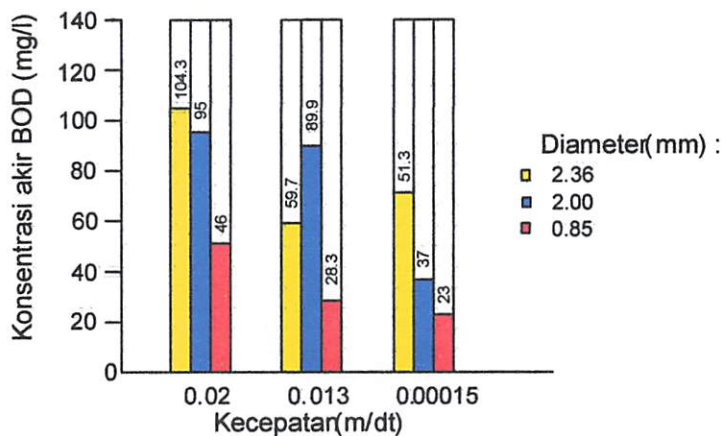
4.2.1. Analisa deskriptif.

Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pasir kwarsa sebagai media filtrasi dengan perlakuan yang dikerjakan meliputi variasi diameter 2.36 mm, 2.00 mm, 0.85 mm; ketinggian media 15 cm dan 30 cm; kecepatan aliran 0.02 m/dt, 0.013 m/dt dan 0.00015 m/dt; mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi

BOD. Penurunan konsentrasi BOD dapat dilihat pada tabel 4.1 dan dapat dibuat grafik seperti pada gambar 4.1. dan 4.2.



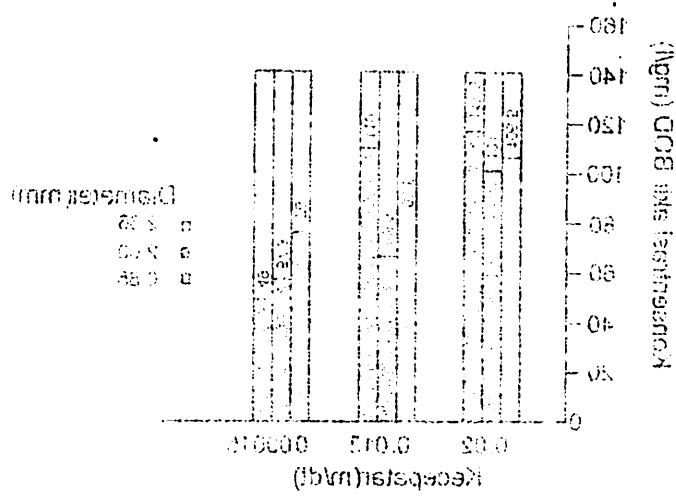
Gambar 4.1. Grafik konsentrasi akhir BOD pada ketinggian pasir kwarsa 15 cm.



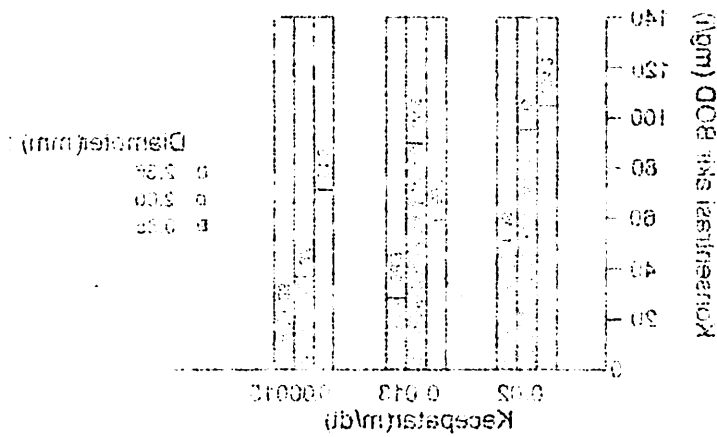
Gambar 4.2. Grafik konsentrasi akhir BOD pada ketinggian pasir kwarsa 30 cm

Berdasarkan tabel 4.1 dan gambar 4.1 menunjukkan bahwa konsentrasi akhir BOD menurun seiring dengan semakin lambat kecepatan aliran serta diameter media yang semakin kecil, kecuali pada perlakuan kecepatan 0.02 m/dt, dan kecepatan 0.013 m/dt diameter 0.85 mm semakin meningkat. Pada gambar 4.1 ini juga terlihat bahwa konsentrasi akhir BOD terendah terdapat pada perlakuan diameter 0.85 mm, dan kecepatan aliran 0.00015 m/dt, yaitu sebesar 49 mg/L dan yang paling tinggi pada perlakuan diameter 0.85 mm, dan kecepatan aliran 0.02 m/dt, yaitu 117,3 mg/L.

BOD. Penurunan konsentrasi BOD dapat dilihat pada tabel 4.1 dan dapat dibuat grafik seperti pada gambar 4.1 dan 4.2.



Gambar 4.1. Grafik konsentrasi akhir BOD pada ketinggian pasir karsa 15 cm.



Gambar 4.2. Grafik konsentrasi akhir BOD pada ketinggian pasir karsa 30 cm.

Berdasarkan tabel 4.1 dan gambar 4.1 menunjukkan bahwa konsentrasi akhir BOD menurun seiring dengan semakin lambatnya kecepatan aliran serta diameter media yang semakin kecil, karena pada perlakuan kecepatan 0.02 m/d dan kecepatan 0.013 m/d diameter 0.85 mm semakin meningkat. Pada gambar 4.1 ini juga terlihat bahwa konsentrasi akhir BOD terendah terdapat pada perlakuan diameter 0.82 mm dan kecepatan aliran 0.00015 m/d yaitu sebesar 49 mg/l dan yang paling tinggi pada perlakuan diameter 0.82 mm dan kecepatan aliran 0.02 m/d yaitu 145 mg/l.

Pada gambar 4.2 konsentrasi akhir BOD terendah terdapat pada perlakuan diameter 0.85 mm dan kecepatan aliran 0.00015 m/dt, yaitu sebesar 23 mg/L dan yang paling tinggi pada perlakuan diameter 2.36 mm dan kecepatan aliran 0.02 m/dt, yaitu 104.3 mg/L.

Sedangkan untuk mengetahui persentase removal BOD pada tiap variasinya digunakan rumus:

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

Perhitungan persentase removal BOD dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 4.2. Data % Removal BOD

Diameter Media (mm)	Tinggi Media (cm)	Kecepatan (m/dt)	Konsentrasi Awal BOD (mg/L)	REMOVAL BOD (%)			
				1	2	3	Rata-rata
2.36	15	0.02	164	31.71	35.37	37.80	34.94
		0.013	164	57.32	43.29	59.15	50.83
		0.00015	164	53.66	49.39	56.09	53.66
	30	0.02	164	43.90	36.59	28.66	36.40
		0.013	164	62.19	64.63	64.02	63.59
		0.00015	164	65.85	70.73	69.51	68.72
2.00	15	0.02	164	35.98	42.68	36.59	38.41
		0.013	164	57.32	60.98	59.76	59.39
		0.00015	164	80.49	56.71	69.51	65.06
	30	0.02	164	45.12	40.24	40.85	42.07
		0.013	164	43.29	41.46	51.83	45.55
		0.00015	164	80.49	76.81	75.00	77.44
0.85	15	0.02	164	35.98	18.90	30.49	28.46
		0.013	164	35.98	29.27	33.54	32.93
		0.00015	164	65.85	73.78	70.73	70.12
	30	0.02	164	64.02	75	76.83	71.95
		0.013	164	85.37	82.92	79.88	82.74
		0.00015	164	87.19	84.75	85.98	85.98

Berdasarkan tabel 4.2 menunjukkan bahwa kemampuan penurunan konsentrasi BOD melalui Fluidized Bed Reactor berkisar antara 28.46 % - 85.98 %. Kemampuan penurunan terbesar adalah 85.98 % pada diameter 0.85 mm, ketinggian 30 cm, dan kecepatan aliran 0.00015 m/dt. Sedangkan kemampuan terkecil sebesar 28.48 % pada diameter 0.85 mm, ketinggian 15 cm, dan kecepatan 0.02 m/dt. Berdasarkan tabel 4.2 dapat dibuat grafik seperti pada gambar 4.3. dan 4.4.

հետքեր 4.2 և 4.4

բացարձակ 0.03 ազնի Բարձրագույն արժեքի 4.5 գրգռի գլխիկը հետքերը կազմում են 58.48 և կազմում են 0.82 մմ-ի շաղկապի 12 սմ-ի զանգվածը 30 սմ-ի զանգվածը հղում 0.00012 ազնի շաղկապի կոնցենտրացիայի և կոնցենտրացիայի ԲՈՒՄ-ի մեջ ինքնուրույն թվերը 82.08 և կազմում են 0.82 մմ-ի կոնցենտրացիայի ԲՈՒՄ-ի մեջ ինքնուրույն թվերը 58.40 և - 82.08 Բարձրագույն արժեքի 4.5 մասնիկները ընդհանուր կոնցենտրացիայի ԲՈՒՄ-ի մեջ

0.82	30	0.00012	104	82.16	84.32	82.68	82.68
		0.013	104	82.32	85.65	86.87	87.34
		0.03	104	84.05	87	89.82	91.62
	12	0.00012	104	82.82	83.82	86.32	86.15
		0.013	104	82.68	86.33	88.24	88.63
		0.03	104	82.68	88.60	90.40	92.40
5.00	30	0.00012	104	80.76	80.81	82.00	83.44
		0.013	104	82.30	84.40	86.82	88.22
		0.03	104	82.15	84.54	86.82	88.03
	12	0.00012	104	80.48	80.31	80.21	82.00
		0.013	104	82.25	80.68	80.30	80.20
		0.03	104	82.68	82.08	80.20	80.11
5.30	30	0.00012	104	82.82	80.33	80.21	80.35
		0.013	104	85.16	84.93	84.05	83.24
		0.03	104	83.00	80.24	80.00	80.10
	12	0.00012	104	82.00	80.30	80.66	82.00
		0.013	104	83.35	82.70	80.12	80.22
		0.03	104	81.31	82.71	83.80	84.04
(մմ)	(սմ)	(ազնի)	(տճՎ)	1	2	3	4
Մեզիկ	Լիճիկ	Կոնցենտրացիո	Վաղի ԲՈՒՄ	Կոնցենտրացիո			
Ուղիղ	Լիճիկ	Կոնցենտրացիո	Վաղի ԲՈՒՄ	Կոնցենտրացիո			

ԹՐՎԻ 4.3 ԸՆԴՆ և ԿՈՆՑԵՆՏՐԱՅԻ ԲՈՒՄ

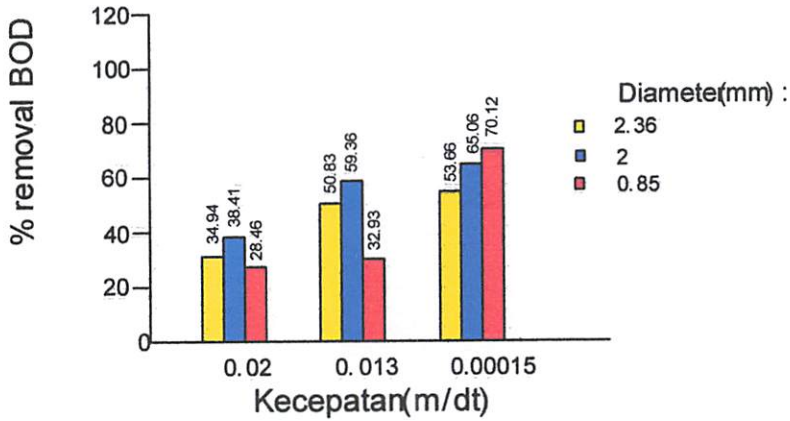
Ինքնուրույն կոնցենտրացիայի ԲՈՒՄ-ի գրգռի գլխիկը կազմում է 4.5

$$\text{և Կոնցենտրացիո} = \frac{\text{կոնցենտրացիոն}}{\text{կոնցենտրացիոն} - \text{կոնցենտրացիոն}} \times 100 \text{ և՛}$$

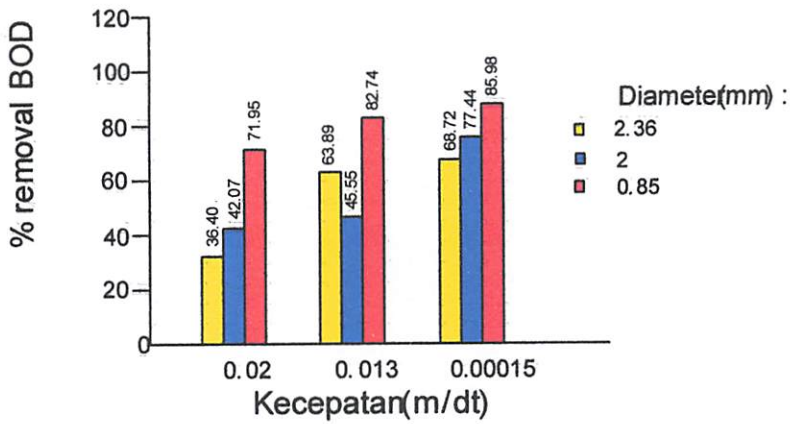
գլխիկները կազմում են:

Շաղկապի մասիկները կոնցենտրացիայի ԲՈՒՄ-ի կազմում են 5.00 մմ-ի շաղկապի ազնի կազմում 104.3 ազնի:

Կազմում են 5.30 մմ-ի շաղկապի կոնցենտրացիայի ԲՈՒՄ-ի մեջ ինքնուրույն թվերը 82.08 և կոնցենտրացիայի ԲՈՒՄ-ի մեջ ինքնուրույն թվերը 58.40 և - 82.08 Բարձրագույն արժեքի 4.5 մասնիկները ընդհանուր կոնցենտրացիայի ԲՈՒՄ-ի մեջ



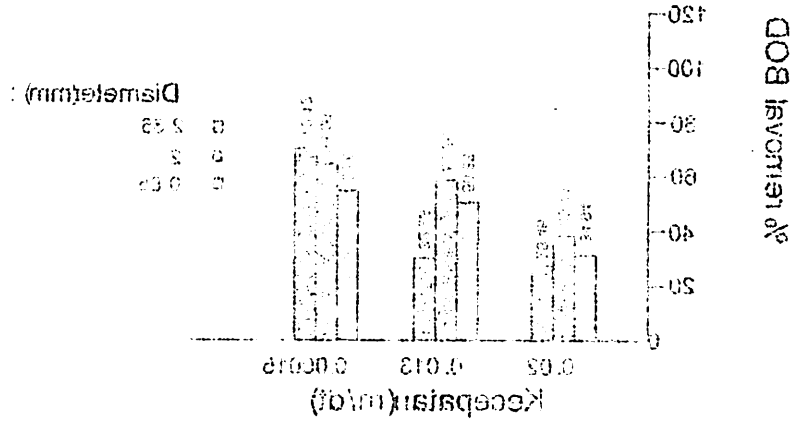
Gambar 4.3. Grafik persentase removal konsentrasi BOD pada ketinggian 15 cm.



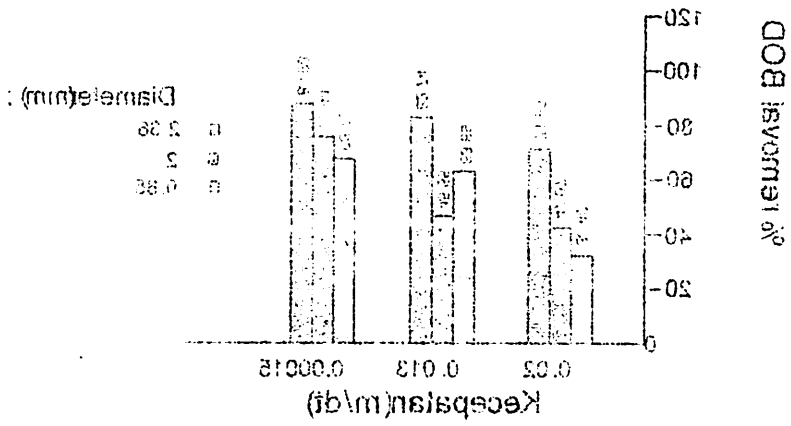
Gambar 4.4. Grafik persentase removal konsentrasi BOD pada ketinggian 30 cm.

4.2.2. Analisa ANOVA

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh berbagai perlakuan dalam penurunan konsentrasi BOD maka dilakukan analisis dengan menggunakan uji ANOVA. Hasil uji tersebut tersaji dalam tabel 4.3.



Gambar 4.3. Grafik persentase removal konsentrasi BOD pada kedalaman 15 cm.



Gambar 4.4. Grafik persentase removal konsentrasi BOD pada kedalaman 30 cm.

4.2.2. Analisis ANOVA

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh perbedaan perlakuan dalam penurunan konsentrasi BOD maka dilakukan analisis dengan menggunakan uji

ANOVA. Hasil uji tersebut tertera dalam tabel 4.3.

Tabel 4.3. Hasil uji ANOVA konsentrasi akhir BOD melalui Reaktor Fluidasi

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: konsentrasi akhir BOD

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	45742.593 ^a	17	2690.741	34.156	.000
Intercept	277063.407	1	277063.407	3517.025	.000
sampel	45742.593	17	2690.741	34.156	.000
Error	2836.000	36	78.778		
Total	325642.000	54			
Corrected Total	48578.593	53			

a. R Squared = .942 (Adjusted R Squared = .914)

Pada tabel 4.3 merupakan hasil uji ANOVA satu faktor. ANOVA satu faktor ini untuk melihat apakah ada perbedaan yang nyata antara konsentrasi akhir BOD diantara kelompok perlakuan.

Hipotesis:

H_0 = Kedelapan belas rata-rata perlakuan adalah identik.

H_1 = Kedelapan belas rata-rata perlakuan adalah tidak identik.

Keputusan:

Terlihat bahwa F hitung adalah 34.156 dengan probabilitas 0,000. Karena probabilitas < 0,05 maka H_0 ditolak atau rata-rata konsentrasi akhir BOD dalam kedelapan belas perlakuan tersebut memang berbeda nyata.

Untuk melihat konsentrasi akhir BOD yang paling besar dan perbedaannya dalam setiap perlakuan digunakan uji Duncan. Perlakuan dapat dilihat pada tabel 4.5 berikut ini:

Table 4.3. Hasil uji ANOVA konsentrasi akhir BOD melalui Faktor
 Fluidasi

Tests of Between-Subjects Effects

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Total	48878.693	53			
Total	335012.000	54			
Error	2838.000	38	78.778		
sample	48742.892	17	2890.741	34.188	.000
Intercept	327087.407	1	327087.407	3817.028	.000
Corrected Model	48742.893 ^a	17	2890.741	34.188	.000

a. R Squared = .942 (Adjusted R Squared = .914)

Pada tabel 4.3. merupakan hasil uji ANOVA satu faktor ANOVA satu faktor ini untuk melihat apakah ada perbedaan yang nyata antara konsentrasi akhir BOD diantara kelompok perlakuan.

Hipotesis:

H₀ = Kedalaman belah rata-rata perlakuan adalah identik.

H₁ = Kedalaman belah rata-rata perlakuan adalah tidak identik.

Kemudian:

Terlihat bahwa F hitung adalah 34.188 dengan probabilitas 0.000. Karena probabilitas < 0.05 maka H₀ ditolak dan rata-rata konsentrasi akhir BOD dalam kedalaman belah perlakuan tersebut memang berbeda nyata.

Untuk melihat konsentrasi akhir BOD yang paling besar dan perbedaannya dalam setiap perlakuan digunakan uji Duncan. Perhitungan dapat dilihat pada tabel

4.2 berikut ini:

Tabel 4.4. Hasil uji Duncan konsentrasi akhir BOD

konsentrasi akhir BOD

Duncan ^{a,b}		Subset								
perlakuan sampel	N	1	2	3	4	5	6	7	8	9
D3T2K3	3	23.0000								
D3T2K2	3	28.3333								
D2T2K3	3	37.0000	37.0000							
D3T2K1	3		48.0000	48.0000						
D3T1K3	3		49.0000	49.0000						
D2T1K3	3		51.0000	51.0000	51.0000					
D1T2K3	3		51.3333	51.3333	51.3333					
D1T2K2	3			59.6667	59.6667					
D2T1K2	3				66.6667					
D1T1K2	3					66.6667				
D1T1K3	3					77.0000				
D2T2K2	3						69.3333			
D2T2K1	3							89.3333		
D2T1K1	3								95.0000	
D1T2K1	3								101.0000	
D1T2K1	3								104.3333	104.3333
D1T1K1	3								108.6667	108.6667
D3T1K2	3								110.0000	110.0000
D3T1K1	3									117.3333
Slg.		.075	.084	.100	.054	.187	.107	.085	.071	.109

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 78.778.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

b. Alpha = .05.

Keterangan:

- D1T1K1 = Diameter media 2.36 mm, tinggi media 15 cm, dan kecepatan aliran 0.02 m/dt.
- D1T1K2 = Diameter media 2.36 mm, tinggi media 15 cm, dan kecepatan aliran 0.013 m/dt.
- D1T1K3 = Diameter media 2.36 mm, tinggi media 15 cm, dan kecepatan aliran 0.00015 m/dt.
- D1T2K1 = Diameter media 2.36 mm, tinggi media 30 cm, dan kecepatan aliran 0.02 m/dt.
- D1T2K2 = Diameter media 2.36 mm, tinggi media 30 cm, dan kecepatan aliran 0.013 m/dt.
- D1T2K3 = Diameter media 2.36 mm, tinggi media 30 cm, dan kecepatan aliran 0.00015 m/dt.
- D2T1K1 = Diameter media 2.00 mm, tinggi media 15 cm, dan kecepatan aliran 0.02 m/dt.
- D2T1K2 = Diameter media 2.00 mm, tinggi media 15 cm, dan kecepatan aliran 0.013 m/dt.

Table 4.4. Hasil uji Duncan konsentrat akhir BOB

konsentrat akhir BOB

Perlakuan	M	Jumlah						
		1	2	3	4	5	6	7
D1T1K1	3	104.353	108.887	110.000	108.887	104.353	104.353	104.353
D1T1K2	3	104.353	108.887	110.000	108.887	104.353	104.353	104.353
D1T2K1	3	104.353	108.887	110.000	108.887	104.353	104.353	104.353
D1T2K2	3	104.353	108.887	110.000	108.887	104.353	104.353	104.353
D2T1K1	3	104.353	108.887	110.000	108.887	104.353	104.353	104.353
D2T1K2	3	104.353	108.887	110.000	108.887	104.353	104.353	104.353
D2T2K1	3	104.353	108.887	110.000	108.887	104.353	104.353	104.353
D2T2K2	3	104.353	108.887	110.000	108.887	104.353	104.353	104.353
D3T1K1	3	104.353	108.887	110.000	108.887	104.353	104.353	104.353
D3T1K2	3	104.353	108.887	110.000	108.887	104.353	104.353	104.353
D3T2K1	3	104.353	108.887	110.000	108.887	104.353	104.353	104.353
D3T2K2	3	104.353	108.887	110.000	108.887	104.353	104.353	104.353
D4T1K1	3	104.353	108.887	110.000	108.887	104.353	104.353	104.353
D4T1K2	3	104.353	108.887	110.000	108.887	104.353	104.353	104.353
D4T2K1	3	104.353	108.887	110.000	108.887	104.353	104.353	104.353
D4T2K2	3	104.353	108.887	110.000	108.887	104.353	104.353	104.353
D5T1K1	3	104.353	108.887	110.000	108.887	104.353	104.353	104.353
D5T1K2	3	104.353	108.887	110.000	108.887	104.353	104.353	104.353
D5T2K1	3	104.353	108.887	110.000	108.887	104.353	104.353	104.353
D5T2K2	3	104.353	108.887	110.000	108.887	104.353	104.353	104.353
D6T1K1	3	104.353	108.887	110.000	108.887	104.353	104.353	104.353
D6T1K2	3	104.353	108.887	110.000	108.887	104.353	104.353	104.353
D6T2K1	3	104.353	108.887	110.000	108.887	104.353	104.353	104.353
D6T2K2	3	104.353	108.887	110.000	108.887	104.353	104.353	104.353
D7T1K1	3	104.353	108.887	110.000	108.887	104.353	104.353	104.353
D7T1K2	3	104.353	108.887	110.000	108.887	104.353	104.353	104.353
D7T2K1	3	104.353	108.887	110.000	108.887	104.353	104.353	104.353
D7T2K2	3	104.353	108.887	110.000	108.887	104.353	104.353	104.353
D8T1K1	3	104.353	108.887	110.000	108.887	104.353	104.353	104.353
D8T1K2	3	104.353	108.887	110.000	108.887	104.353	104.353	104.353
D8T2K1	3	104.353	108.887	110.000	108.887	104.353	104.353	104.353
D8T2K2	3	104.353	108.887	110.000	108.887	104.353	104.353	104.353
D9T1K1	3	104.353	108.887	110.000	108.887	104.353	104.353	104.353
D9T1K2	3	104.353	108.887	110.000	108.887	104.353	104.353	104.353
D9T2K1	3	104.353	108.887	110.000	108.887	104.353	104.353	104.353
D9T2K2	3	104.353	108.887	110.000	108.887	104.353	104.353	104.353
D10T1K1	3	104.353	108.887	110.000	108.887	104.353	104.353	104.353
D10T1K2	3	104.353	108.887	110.000	108.887	104.353	104.353	104.353
D10T2K1	3	104.353	108.887	110.000	108.887	104.353	104.353	104.353
D10T2K2	3	104.353	108.887	110.000	108.887	104.353	104.353	104.353

Mean for group in horizontal and vertical direction
 based on the sum of squares
 The error term in Mean Squared Error = 0.0012
 F-test Horizontal Mean Squared Error = 0.0012
 F-test = 0.0

Keterangan:

- D1T1K1 = Diameter media 2,30 mm, tinggi media 12 cm, dan kecepatan aliran 0,02 m/dt.
- D1T1K2 = Diameter media 2,30 mm, tinggi media 12 cm, dan kecepatan aliran 0,013 m/dt.
- D1T1K3 = Diameter media 2,30 mm, tinggi media 12 cm, dan kecepatan aliran 0,00012 m/dt.
- D1T2K1 = Diameter media 2,30 mm, tinggi media 30 cm, dan kecepatan aliran 0,02 m/dt.
- D1T2K2 = Diameter media 2,30 mm, tinggi media 30 cm, dan kecepatan aliran 0,013 m/dt.
- D1T2K3 = Diameter media 2,30 mm, tinggi media 30 cm, dan kecepatan aliran 0,00012 m/dt.
- D2T1K1 = Diameter media 2,00 mm, tinggi media 12 cm, dan kecepatan aliran 0,02 m/dt.
- D2T1K2 = Diameter media 2,00 mm, tinggi media 12 cm, dan kecepatan aliran 0,013 m/dt.

- D2T1K3 = Diameter media 2.00 mm, tinggi media 15 cm, dan kecepatan aliran 0.00015 m/dt.
- D2T2K1 = Diameter media 2.00 mm, tinggi media 30 cm, dan kecepatan aliran 0.02 m/dt.
- D2T2K2 = Diameter media 2.00 mm, tinggi media 30 cm, dan kecepatan aliran 0.013 m/dt.
- D2T2K3 = Diameter media 2.00 mm, tinggi media 30 cm, dan kecepatan aliran 0.00015 m/dt.
- D3T1K1 = Diameter media 0.85 mm, tinggi media 15 cm, dan kecepatan aliran 0.02 m/dt.
- D3T1K2 = Diameter media 0.85 mm, tinggi media 15 cm, dan kecepatan aliran 0.013 m/dt.
- D3T1K3 = Diameter media 0.85 mm, tinggi media 15 cm, dan kecepatan aliran 0.00015 m/dt.
- D3T2K1 = Diameter media 0.85 mm, tinggi media 30 cm, dan kecepatan aliran 0.02 m/dt.
- D3T2K2 = Diameter media 0.85 mm, tinggi media 30 cm, dan kecepatan aliran 0.013 m/dt.
- D3T2K3 = Diameter media 0.85 mm, tinggi media 30 cm, dan kecepatan aliran 0.00015 m/dt.

Hasil Uji Duncan menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nyata pada seluruh perlakuan dalam konsentrasi akhir BOD. Konsentrasi akhir BOD tertinggi terjadi saat perlakuan D3T1K1 yaitu pada diameter 0.85 mm, ketinggian media 15 cm, dan kecepatan aliran 0.02 m/dt sebesar 117.3 mg/L. Sedangkan konsentrasi akhir BOD terendah terjadi pada saat perlakuan D3T2K3 yaitu pada diameter 0.85 mm, tinggi media 30 cm, dan kecepatan aliran 0.00015 m/dt sebesar 23 mg/L.

4.2.3. Analisa korelasi

Untuk mengetahui bukti empiris hubungan antara variabel yang diamati, maka kita analisa data dengan menggunakan analisa korelasi. Hasil dari analisa tersebut dapat kita lihat pada tabel 4.5.

- D3T1K3 = Diameter media 2,00 mm, tinggi media 15 cm, dan kecepatan aliran 0,0015 m/dt
- D3T2K1 = Diameter media 2,00 mm, tinggi media 30 cm, dan kecepatan aliran 0,02 m/dt
- D3T2K2 = Diameter media 2,00 mm, tinggi media 30 cm, dan kecepatan aliran 0,015 m/dt
- D3T2K3 = Diameter media 2,00 mm, tinggi media 30 cm, dan kecepatan aliran 0,0015 m/dt
- D3T1K1 = Diameter media 0,82 mm, tinggi media 15 cm, dan kecepatan aliran 0,02 m/dt
- D3T1K2 = Diameter media 0,82 mm, tinggi media 15 cm, dan kecepatan aliran 0,015 m/dt
- D3T1K3 = Diameter media 0,82 mm, tinggi media 15 cm, dan kecepatan aliran 0,0015 m/dt
- D3T2K1 = Diameter media 0,82 mm, tinggi media 30 cm, dan kecepatan aliran 0,02 m/dt
- D3T2K2 = Diameter media 0,82 mm, tinggi media 30 cm, dan kecepatan aliran 0,015 m/dt
- D3T2K3 = Diameter media 0,82 mm, tinggi media 30 cm, dan kecepatan aliran 0,0015 m/dt

Hasil Uji Duncan menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nyata pada seluruh perlakuan dalam konsentrasi akhir BOD. Konsentrasi akhir BOD tertinggi terjadi saat perlakuan D3T1K1 yaitu pada diameter 0,82 mm, ketinggian media 15 cm, dan kecepatan aliran 0,02 m/dt. Sedangkan konsentrasi akhir BOD terendah terjadi pada saat perlakuan D3T2K3 yaitu pada diameter 0,82 mm, tinggi media 30 cm, dan kecepatan aliran 0,0015 m/dt sebesar 23 mg/l.

4.2.3. Analisis korelasi

Untuk mengetahui bukti empiris hubungan antara variabel yang diamati maka kita analisa data dengan menggunakan analisis korelasi. Hasil dari analisis tersebut dapat kita lihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.5. Korelasi antara konsentrasi akhir BOD dengan diameter media, tinggi media, dan kecepatan aliran.

Correlations					
		konsentrasi akhir BOD	variasi diameter	variasi tinggi	variasi kecepatan
Pearson Correlation	konsentrasi akhir BOD	1.000	-.231	-.410	-.640
	variasi diameter	-.231	1.000	.000	.000
	variasi tinggi	-.410	.000	1.000	.000
	variasi kecepatan	-.640	.000	.000	1.000
Sig. (1-tailed)	konsentrasi akhir BOD	.	.046	.001	.000
	variasi diameter	.046	.	.500	.500
	variasi tinggi	.001	.500	.	.500
	variasi kecepatan	.000	.500	.500	.
N	konsentrasi akhir BOD	54	54	54	54
	variasi diameter	54	54	54	54
	variasi tinggi	54	54	54	54
	variasi kecepatan	54	54	54	54

Dari tabel 4.5 menunjukkan bahwa:

Tingkat hubungan antara variabel yang dapat diketahui dari koefisien korelasi adalah:

- Besar hubungan konsentrasi akhir BOD dengan variabel diameter media adalah – 0.231. Hal ini menunjukkan hubungan yang lemah (di bawah 0.5, Yarnest 2004) dan arah hubungannya negatif menunjukkan semakin besar diameter media maka konsentrasi akhir BOD semakin kecil. Tingkat signifikan hubungan konsentrasi akhir BOD dan diameter media yang ditunjukkan dengan nilai probabilitas 0.046 lebih kecil dari 0.05 maka korelasinya nyata (signifikan).
- Besar hubungan konsentrasi akhir BOD dengan variabel ketinggian media adalah – 0.410. Hal ini menunjukkan hubungan yang lemah (di bawah 0.5, Yarnest 2004), dan arah hubungan yang negatif menunjukkan semakin tinggi media maka konsentrasi akhir BOD semakin kecil. Tingkat signifikan hubungan konsentrasi akhir BOD dan ketinggian media yang ditunjukkan dengan nilai 0.001 jauh lebih kecil dari 0.05, maka korelasinya sangat nyata (signifikan).
- Besar hubungan konsentrasi akhir BOD dengan variabel kecepatan aliran adalah – 0.640. Hal ini menunjukkan hubungan yang cukup kuat (di atas 0.5, Yarnest 2004), dan arah hubungan yang negatif menunjukkan semakin

Label 4.2. Korelasi antara konsentrasi akhir BOD dengan diameter media, tinggi media, dan kecepatan aliran.

Correlations

	variasi kecepatan	variasi tinggi media	variasi konsentrasi akhir BOD	
Pearson Correlation	0.40	-0.10	0.31	konsentrasi akhir BOD
	0.00	0.00	-0.31	variasi diameter
	0.00	1.000	-0.10	variasi tinggi
Sig. (1-tailed)	1.000	0.00	0.00	variasi kecepatan
	0.00	0.00	0.46	konsentrasi akhir BOD
	0.00	0.00	0.18	variasi diameter
N	24	24	24	variasi tinggi
	24	24	24	variasi kecepatan
	24	24	24	konsentrasi akhir BOD

(Dan label 4.2 menunjukkan bahwa:

Tingkat hubungan antara variabel yang dapat dilihat dari koefisien korelasi adalah:

- Besar hubungan konsentrasi akhir BOD dengan variabel diameter media adalah -0.31. Hal ini menunjukkan hubungan yang lemah (di bawah 0.2). Yarnest (2004) dan masih hubungannya negatif menunjukkan semakin besar diameter media maka konsentrasi akhir BOD semakin kecil. Tingkat signifikan hubungan konsentrasi akhir BOD dan diameter media yang ditunjukkan dengan nilai probabilitas 0.046 lebih kecil dari 0.05 maka korelasinya nyata (signifikan).
- Besar hubungan konsentrasi akhir BOD dengan variabel ketinggian media adalah -0.10. Hal ini menunjukkan hubungan yang lemah (di bawah 0.2). Yarnest (2004) dan masih hubungan yang negatif menunjukkan semakin tinggi media maka konsentrasi akhir BOD semakin kecil. Tingkat signifikan hubungan konsentrasi akhir BOD dan ketinggian media yang ditunjukkan dengan nilai 0.001 jauh lebih kecil dari 0.05, maka korelasinya sangat nyata (signifikan).
- Besar hubungan konsentrasi akhir BOD dengan variabel kecepatan aliran adalah -0.40. Hal ini menunjukkan hubungan yang cukup kuat (di atas 0.2). Yarnest (2004) dan masih hubungannya negatif menunjukkan semakin

besar kecepatan aliran maka konsentrasi akhir BOD semakin kecil. Tingkat signifikan hubungan konsentrasi akhir BOD dan kecepatan aliran yang ditunjukkan dengan nilai 0.000 jauh lebih kecil dari 0.05, maka korelasinya sangat nyata (signifikan).

4.2.4. Analisa Regresi

Untuk mengetahui bukti empiris keceratan hubungan antara variabel maka kita analisa data dengan menggunakan analisa regresi. Hasil analisa tersebut dapat kita lihat pada tabel-tabel berikut:

Tabel 4.6. Hasil uji regresi ANOVA

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	30846.741	3	10215.580	28.484	.000 ^a
	Residual	17931.852	50	358.637		
	Total	48578.593	53			

a. Predictors: (Constant), variasi kecepatan, variasi tinggi, variasi diameter

b. Dependent Variable: konsentrasi akhir BOD

Dari uji ANOVA atau F test, didapat F hitung adalah 28.484 dengan tingkat signifikan 0,000. Karena probabilitas 0,000 lebih kecil dari 0,05, maka model regresi bisa dipakai untuk memprediksikan konsentrasi BOD.

Tabel 4.7. Tabel persamaan regresi

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	172.519	12.088		14.272	.000
	variasi diameter	-8.500	3.156	-.231	-2.693	.010
	variasi tinggi	-24.593	5.154	-.410	-4.771	.000
	variasi kecepatan	-23.500	3.156	-.640	-7.445	.000

a. Dependent Variable: konsentrasi akhir BOD

besarnya koefisien aliran muka konsentrasi akhir BOD semakin kecil. Tingkat signifikansi hubungan konsentrasi akhir BOD dan koefisien aliran yang ditunjukkan dengan nilai 0.000 jauh lebih kecil dari 0.05, maka koefisien yang sangat nyata (signifikan).

4.2.4. Analisis Regresi

Untuk mengetahui bentuk empiris koefisien hubungan antara variabel-variabel maka kita analisa data dengan menggunakan analisis regresi. Hasil analisis tersebut dapat kita lihat pada tabel-tabel berikut:

Tabel 4.6. Hasil uji regresi ANOVA

ANOVA^a

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	30846.741	3	10282.247	28.484	.000 ^b
Residual	17931.882	50	358.637		
Total	48778.623	53			

a. Predictors: (Constant), variabel koefisien, variabel tingkat, variabel diameter
 b. Dependent Variable: konsentrasi akhir BOD

Dari uji ANOVA, nilai F test didapat 28.484 dengan tingkat signifikansi 0.000, karena probabilitas 0.000 lebih kecil dari 0.05, maka model regresi bisa dipakai untuk memprediksikan konsentrasi BOD.

Tabel 4.7. Hasil persamaan regresi

Coefficients^a

Model	Coefficients		Standardized Coefficients		t	Sig.
	B	Std. Error	Beta	Std. Beta		
1 (Constant)	172.818	12.082			14.272	.000
variabel diameter	-8.200	3.188	-.251	-.251	-2.583	.010
variabel tingkat	-24.893	5.184	-.470	-.470	-4.771	.000
variabel koefisien	-32.800	3.188	-.940	-.940	-7.448	.000

a. Dependent Variable: konsentrasi akhir BOD

Tabel 4.8. Tabel persamaan R square

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.794 ^a	.631	.609	18.93771

a. Predictors: (Constant), variasi kecepatan, variasi tinggi, variasi diameter

Dari tabel 4.7 dan 4.8 di atas dapat kita ketahui:

1. Persamaan regresi

$$Y = 172.519 - 8.500 X_1 - 24.593 X_2 - 23.500 X_3$$

Dimana: Y = konsentrasi akhir BOD

X_1 = variasi diameter media.

X_2 = variasi ketinggian media.

X_3 = variasi kecepatan aliran.

Berdasarkan hasil analisa statistik, nilai R sebesar 0.794 menunjukkan hubungan yang kuat antar variabel konsentrasi akhir BOD dengan variasi diameter media, ketinggian media, dan kecepatan aliran karena mendekati 1 (Yarnest, 2004). Sedangkan nilai R square (r^2) sebesar 0.631 bisa disebut koefisien determinasi yang dalam hal ini berarti 63.1 % penurunan konsentrasi BOD dipengaruhi oleh variabel diameter media, ketinggian media, dan kecepatan aliran. Berdasarkan nilai R dan R square tersebut maka model persamaan regresi di atas dapat diterima. Konstanta regresi sebesar 172.519 mg/L menyatakan bahwa jika tidak ada variasi diameter, ketinggian, dan kecepatan maka konsentrasi akhir BOD sebesar 172.519 mg/L. Koefisien regresi untuk variasi diameter media sebesar - 8.500 menyatakan bahwa setiap kenaikan diameter 1 mm akan menurunkan konsentrasi akhir BOD sebesar 8.5 mg/L, koefisien regresi untuk ketinggian media sebesar -24.593 menyatakan bahwa setiap kenaikan tinggi media 1 cm akan menurunkan konsentrasi akhir BOD sebesar 24.593 mg/L, dan koefisien regresi untuk kecepatan aliran sebesar -23.500 menyatakan bahwa setiap penambahan kecepatan aliran sebesar 1 m/dt akan menurunkan konsentrasi akhir BOD sebesar 23.5 mg/L.

Tabel 4.8. Tabel parameter R square

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.794 ^a	.631	.609	18.9371

a. Predictors: (Constant), variasi kecepatan aliran, variasi tinggi variasi diameter

Dari tabel 4.7 dan 4.8 di atas dapat kita ketahui:

1. Persamaan regresi

$$Y = 172,219 - 8,200 X_1 - 24,293 X_2 + 23,200 X_3$$

Dimana: Y = konsentrasi akhir BOD

X₁ = variasi diameter media

X₂ = variasi ketinggian media

X₃ = variasi kecepatan aliran

Berdasarkan hasil analisis statistik nilai R sebesar 0,794 menunjukkan hubungan yang kuat antara variabel konsentrasi akhir BOD dengan variasi diameter media, ketinggian media, dan kecepatan aliran karena mendekati 1 (Yamsek, 2004). Sedangkan nilai R square (R²) sebesar 0,631 dapat disebut koefisien determinasi yang dalam hal ini berarti 63,1% penurunan konsentrasi BOD dipengaruhi oleh variabel diameter media, ketinggian media, dan kecepatan aliran. Berdasarkan nilai R dan R square tersebut maka model persamaan regresi di atas dapat dibentuk. Konstanta regresi sebesar 172,219 mg/l, menunjukkan bahwa jika tidak ada variasi diameter, ketinggian, dan kecepatan maka konsentrasi akhir BOD sebesar 172,219 mg/l. Koefisien regresi untuk variasi diameter media sebesar - 8,200 mg/l, menunjukkan bahwa setiap kenaikan diameter 1 mm akan menurunkan konsentrasi akhir BOD sebesar 8,2 mg/l, koefisien regresi untuk ketinggian media sebesar -24,293 menunjukkan bahwa setiap kenaikan tinggi media 1 cm akan menurunkan konsentrasi akhir BOD sebesar 24,293 mg/l, dan koefisien regresi untuk kecepatan aliran sebesar +23,200 mg/l menunjukkan bahwa setiap penambahan kecepatan aliran sebesar 1 m/detik akan menurunkan konsentrasi akhir BOD sebesar 23,2 mg/l.

2. Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel independen.

Hipotesa:

H_0 = koefisien regresi tidak signifikan.

H_1 = koefisien regresi signifikan.

Keputusan:

Dasar pengambilan keputusan:

- a. Dengan membandingkan statistik hitung dengan statistik tabel. Jika statistik t hitung < statistik t tabel, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak dan begitu sebaliknya. Statistik t hitung berdasarkan tabel 4.7 adalah 2.693 (diameter media), 4.771 (ketinggian media), dan 7.445 (kecepatan aliran) sedangkan t tabel 2.021. Karena statistik t hitung > t tabel maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.
- b. Berdasarkan probabilitas
 - Jika probabilitas > 0.05 maka H_0 diterima dan H_1 ditolak
 - Jika probabilitas < 0.05 maka H_0 ditolak dan H_1 diterima

Keputusan:

Terlihat bahwa pada kolom signifikan (*significance*) adalah 0.000 atau probabilitas lebih kecil dari 0.05 sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima, atau koefisien regresi signifikan, atau variasi diameter, ketinggian, dan kecepatan aliran benar-benar berpengaruh secara signifikan terhadap penurunan konsentrasi BOD.

2. Uji t untuk menguji signifikansi konstanta dan variabel independen.

Hipotesis:

H_0 = koefisien regresi tidak signifikan.

H_1 = koefisien regresi signifikan.

Keputusan:

Dasar pengambilan keputusan:

a. Dengan membandingkan statistik hitung dengan statistik tabel. Jika statistik hitung > statistik tabel maka H_0 ditolak dan H_1 diterima dan begitu sebaliknya. Statistik hitung berdasarkan tabel 4.7 adalah 2.693 (diameter media), 4.771 (keuntungan media), dan 7.442 (kecepatan aliran) sedangkan t tabel 2.021. Karena statistik hitung > t tabel maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.

b. Berdasarkan probabilitas

- Jika probabilitas > 0.05 maka H_0 diterima dan H_1 ditolak
- Jika probabilitas < 0.05 maka H_0 ditolak dan H_1 diterima

Keputusan:

Terdapat bahwa pada kolom signifikansi (significance) adalah 0.000 atau probabilitas lebih kecil dari 0.05 sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima. atau koefisien regresi signifikan atau variasi diameter, keuntungan, dan kecepatan aliran benar-benar berpengaruh secara signifikan terhadap

penurunan konsentrasi BOD.

4.3. ANALISA KONSENTRASI AKHIR COD

4.3.1. Analisa deskriptif.

Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pasir kwarsa sebagai media filtrasi dengan perlakuan yang dikerjakan meliputi variasi diameter media 2.36 mm, 2.00 mm, 0.85 mm; ketinggian media 15 cm dan 30 cm; kecepatan aliran 0.02 m/dt, 0.013 m/dt dan 0.00015 m/dt; mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi COD. Penurunan konsentrasi COD dapat dilihat pada tabel 4.9 dan dapat dibuat grafik seperti pada gambar 4.5. dan 4.6.

Tabel 4.9. Data Konsentrasi Akhir COD

Diameter Media (mm)	Tinggi Media (cm)	Kecepatan (m/dt)	Konsentrasi Awal COD (mg/L)	Konsentrasi Akhir COD (mg/L)			
				1	2	3	Rata-rata
2.36	15	0.02	353	183	209	193	195
		0.013	353	134	148	118	133.3
		0.00015	353	132	121	123	125.3
	30	0.02	353	161	177	186	105
		0.013	353	96	98	104	99.33
		0.00015	353	82	78	77	79
2.00	15	0.02	353	178	165	179	174
		0.013	353	126	121	122	123
		0.00015	353	68	98	72	79.3
	30	0.02	353	112	108	110	110
		0.013	353	82	87	77	82
		0.00015	353	68	58	65	63.6
0.85	15	0.02	353	150	178	156	160.3
		0.013	353	137	153	146	145.3
		0.00015	353	63	60	77	66.6
	30	0.02	353	79	83	76	79.3
		0.013	353	50	47	47	48
		0.00015	353	29	25	32	28.6

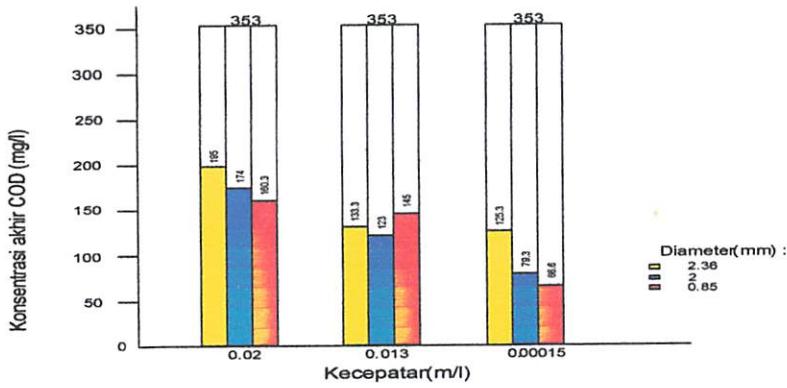
4.3. ANALISA KONSENTRASI ALBIR COD

4.3.1. Analisis deskriptif

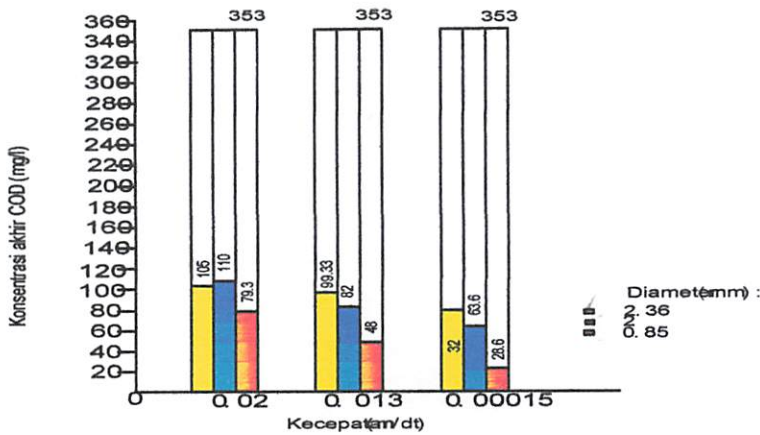
Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa hasil kuwasa sebagai media filtrasi dengan perlakuan yang dikerjakan menjadi variasi diameter media 2,30 mm, 2,00 mm, 0,82 mm ketinggian media 12 cm dan 30 cm kecepatan aliran 0,02 m/dt, 0,012 m/dt dan 0,0012 m/dt; kemampuan kemampuan menurunkan konsentrasi COD. Penurunan konsentrasi COD dapat dilihat pada tabel 4.9 dan dapat dilihat grafik seperti gambar 4.2. dan 4.6.

Tabel 4.9. Data Konsentrasi Albir COD

Diameter Media (mm)	Tinggi Alabir (cm)	Kecepatan (m/dt)	Konsentrasi Awal COD (mg/L)	Konsentrasi Akhir (COD) (mg/L)		
				1	2	3
2,30	12	0,02	323	181	309	197
		0,012	323	151	198	112
		0,0012	323	151	157	137
	30	0,02	323	191	177	181
		0,012	323	96	98	101
		0,0012	323	87	78	77
2,00	12	0,02	323	178	197	179
		0,012	323	159	151	157
		0,0012	323	98	98	77
	30	0,02	323	115	108	110
		0,012	323	87	87	77
		0,0012	323	98	92	92
0,82	12	0,02	323	180	178	180
		0,012	323	157	149	147
		0,0012	323	93	90	77
	30	0,02	323	79	83	79
		0,012	323	79	77	48
		0,0012	323	79	77	52



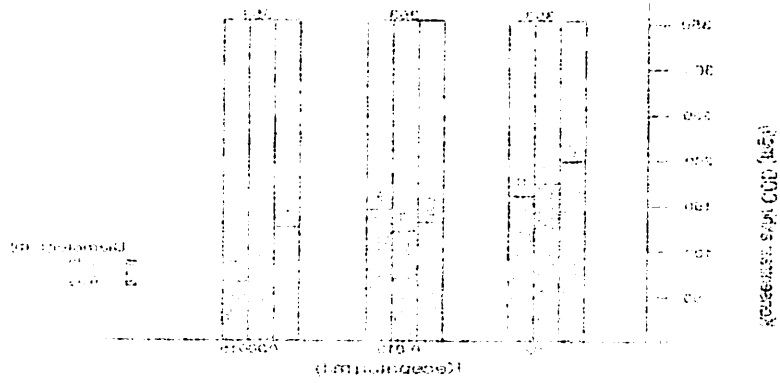
Gambar 4.5. Grafik konsentrasi akhir COD pada ketinggian pasir kwarsa 15 cm.



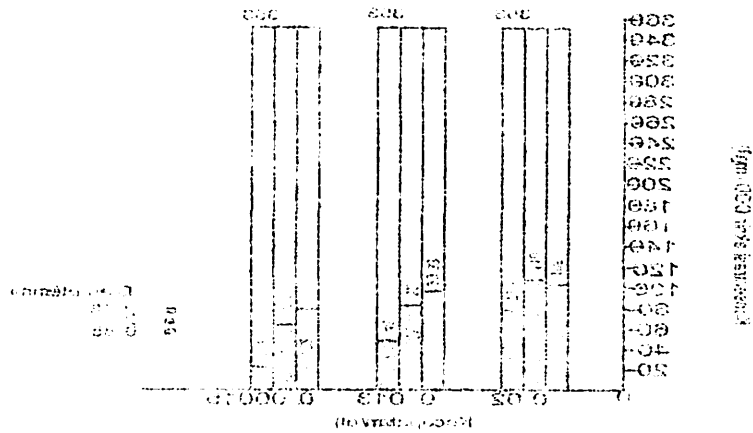
Gambar 4.6. Grafik konsentrasi akhir COD pada ketinggian pasir kwarsa 30 cm.

Berdasarkan tabel 4.9 dan gambar 4.5 menunjukkan bahwa konsentrasi akhir COD cenderung menurun seiring dengan semakin lambat kecepatan aliran serta diameter media yang semakin kecil, kecuali pada perlakuan kecepatan aliran 0.013 m/dt dan diameter media 0.85 mm, hal ini dapat disebabkan karena terjadinya kejenuhan pada media yang menyebabkan kurang optimalnya kerja reaktor. Pada gambar 4.5 konsentrasi akhir COD tertinggi terdapat pada perlakuan diameter 2.36 mm, dan kecepatan aliran 0.02 m/dt, yaitu sebesar 195 mg/L dan yang paling rendah pada perlakuan diameter 0.85 mm, dan kecepatan aliran 0.00015 m/dt, yaitu 66.6 mg/L.

Pada gambar 4.6 konsentrasi akhir COD tertinggi terdapat pada perlakuan diameter 2.00 mm, dan kecepatan aliran 0.02 m/dt, yaitu sebesar 110 mg/L dan



Gambar 4.5. Grafik konsentrasi akhir COD pada ketinggian basin kurang 15 cm.



Gambar 4.6. Grafik konsentrasi akhir COD pada ketinggian basin kurang 30 cm.

Berdasarkan tabel 4.9 dan gambar 4.5 menunjukkan bahwa konsentrasi akhir COD cenderung menurun seiring dengan semakin tambah kecepatan aliran serta diameter media yang semakin kecil. Kecepatan media pada perlakuan kecepatan aliran 0.013 m/dt dan diameter media 0.85 mm. Hal ini dapat disebabkan karena terjadinya kejenuhan pada media yang mengakibatkan kurang optimalnya kerja reaktor. Pada gambar 4.5 konsentrasi akhir COD tertinggi terdapat pada perlakuan diameter 2.36 mm dan kecepatan aliran 0.02 m/dt yaitu sebesar 192 mg/L dan yang paling rendah pada perlakuan diameter 0.85 mm dan kecepatan aliran 0.00012 m/dt yaitu 66.6 mg/L.

Pada gambar 4.6 konsentrasi akhir COD tertinggi terdapat pada perlakuan diameter 2.00 mm dan kecepatan aliran 0.02 m/dt yaitu sebesar 110 mg/L dan

Sedangkan untuk mengetahui persentase removal COD pada tiap variasinya digunakan rumus:

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

Perhitungan persentase removal COD dapat dilihat pada tabel 4.10

Tabel 4.10. Data % Removal COD

Diameter Media (mm)	Tinggi Media (cm)	Kecepatan (m/dt)	Konsentrasi Awal COD (mg/L)	REMOVAL COD (%)			
				1	2	3	Rata-rata
2.36	15	0.02	353	27.67	17.39	23.71	22.92
		0.013	353	47.04	41.50	53.36	47.31
		0.00015	353	47.83	52.17	51.38	50.47
	30	0.02	353	36.36	30.04	26.48	30.96
		0.013	353	62.06	61.26	58.89	72.33
		0.00015	353	67.59	69.17	69.57	68.77
2.00	15	0.02	353	29.64	34.78	29.25	31.23
		0.013	353	50.19	52.17	51.78	51.38
		0.00015	353	73.12	61.26	71.54	68.66
	30	0.02	353	55.73	57.32	56.52	58.50
		0.013	353	62.06	61.26	58.89	72.33
		0.00015	353	73.12	77.07	74.31	74.86
0.85	15	0.02	353	40.71	29.64	38.34	36.64
		0.013	353	45.85	39.53	42.30	42.57
		0.00015	353	75.10	76.28	69.57	73.68
	30	0.02	353	68.77	67.19	69.96	68.66
		0.013	353	80.24	81.42	81.42	81.03
		0.00015	353	88.54	90.12	87.35	88.70

Berdasarkan tabel 4.10 menunjukkan bahwa kemampuan penurunan konsentrasi COD melalui Fluidized Bed Reactor berkisar antara 22.92 % - 88.70%. Kemampuan penurunan terbesar adalah 88.70 % pada diameter 0.85 mm, ketinggian 30 cm, dan kecepatan aliran 0.00015 m/dt. Sedangkan kemampuan terkecil sebesar 22.92 % pada diameter 2.36 mm, ketinggian 15 cm, dan kecepatan 0.02 m/dt. Berdasarkan tabel 4.10 dapat dibuat grafik seperti pada gambar 4.7. dan 4.8.

sedangkan untuk mengetahui persentase removal COD pada tiap variasiya

digunakan rumus:

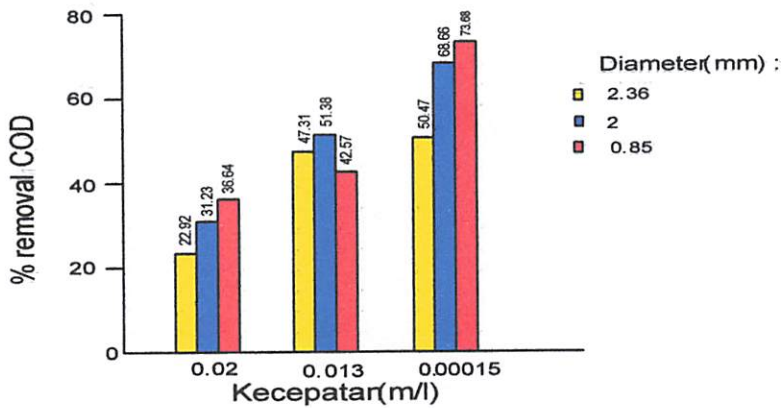
$$\% \text{ Removal} = \frac{\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir}}{\text{konsentrasi awal}} \times 100 \%$$

Perhitungan persentase removal COD dapat dilihat pada tabel 4.10

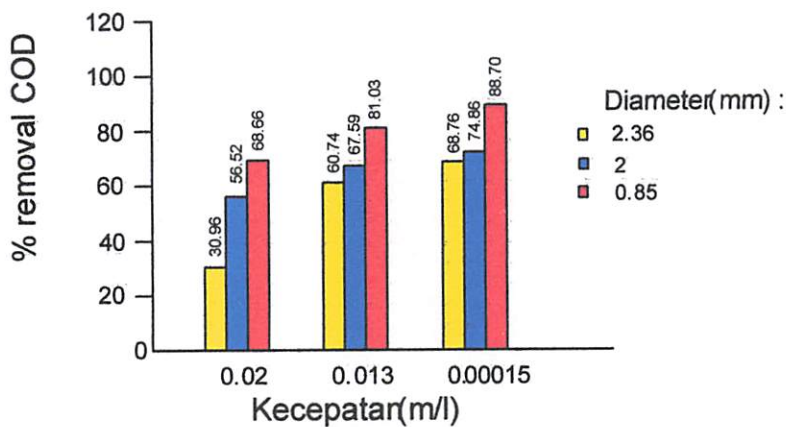
Tabel 4.10. Data % Removal COD

Diameter Media (mm)	Tinggi Media (cm)	Kecepatan (m/d)	Konsentrasi Awal COD (mg/l)	REMOVAL COD (%)		
				1	2	3
2.30	15	0.0012	323	17.07	17.50	17.51
		0.013	323	47.04	41.50	27.30
		0.00012	323	47.23	20.17	21.38
	30	0.0012	323	20.20	20.04	20.48
		0.013	323	05.00	01.50	08.80
		0.00012	323	07.50	00.17	00.57
3.00	15	0.0012	323	20.04	20.04	20.57
		0.013	323	20.10	20.17	21.58
		0.00012	323	17.12	01.50	21.34
	30	0.0012	323	22.72	07.50	20.57
		0.013	323	05.00	01.50	28.80
		0.00012	323	27.12	17.07	24.31
0.82	15	0.0012	323	00.31	20.04	28.34
		0.013	323	42.82	20.57	42.30
		0.00012	323	22.10	20.28	00.57
	30	0.0012	323	08.57	07.10	00.00
		0.013	323	20.24	21.42	21.03
		0.00012	323	22.34	00.12	27.32

Berdasarkan tabel 4.10 menunjukkan bahwa kemampuan penurunan konsentrasi COD melalui Fixed Bed Reaktor berkisar antara 22.02 % - 88.70%. Kemampuan penurunan tersebut adalah 88.70 % pada diameter 0.82 mm, ketinggian 30 cm dan kecepatan aliran 0.00012 m/d. Sedangkan kemampuan terendah sebesar 22.02 % pada diameter 2.30 mm, ketinggian 15 cm dan kecepatan 0.02 m/d. Berdasarkan tabel 4.10 dapat dilihat grafik seperti pada gambar 4.7 dan 4.8.



Gambar 4.7. Grafik persentase removal konsentrasi COD pada ketinggian 15 cm.



Gambar 4.8. Grafik persentase removal konsentrasi BOD pada ketinggian 30 cm.

4.3.2. Analisa ANOVA

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh berbagai perlakuan dalam konsentrasi akhir COD maka dilakukan analisis dengan menggunakan uji ANOVA. Hasil uji tersebut tersaji dalam tabel 4.11.

Tabel 4.11. Hasil uji ANOVA konsentrasi akhir COD melalui Reaktor Fluidasi

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: konsentrasi akhir COD

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	115650.667 ^a	17	6802.980	87.676	.000
Intercept	645504.000	1	645504.000	8319.145	.000
sampel	115650.667	17	6802.980	87.676	.000
Error	2793.333	36	77.593		
Total	763948.000	54			
Corrected Total	118444.000	53			

a. R Squared = .976 (Adjusted R Squared = .965)

Pada tabel 4.11 merupakan hasil uji ANOVA satu faktor. ANOVA satu faktor ini untuk melihat apakah ada perbedaan yang nyata antara konsentrasi akhir COD diantara kelompok perlakuan.

Hipotesis:

H_0 = Kedelapan belas rata-rata perlakuan adalah identik.

H_1 = Kedelapan belas rata-rata perlakuan adalah tidak identik.

Keputusan:

Terlihat bahwa F hitung adalah 87.676 dengan probabilitas 0,000. Karena probabilitas < 0,05 maka H_0 ditolak atau rata-rata konsentrasi akhir COD dalam kedelapan belas perlakuan tersebut memang berbeda nyata.

Untuk melihat konsentrasi akhir COD yang paling besar dan perbedaannya dalam setiap perlakuan digunakan uji Duncan. Perlakuan dapat dilihat pada tabel 4.12 berikut ini:

Tabel 4.11. Hasil uji ANOVA konsentrasi akhir COD melalui Reaktor
Fisik

Tests of Between-Subjects Effects

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Total	118444.000	83			
Total	703048.000	84			
Error	5783.033	30	192.768		
sample	118850.887	17	6991.817	87.076	.000
Intercept	645804.000	1	645804.000	8310.148	.000
Corrected Model	118850.887 ^a	17	6991.817	87.076	.000

a. R Squared = .978 (Adjusted R Squared = .965)

Pada tabel 4.11 merupakan hasil uji ANOVA satu faktor ANOVA satu faktor ini untuk melihat apakah ada perbedaan yang nyata antara konsentrasi akhir COD diantara kelompok perlakuan.

Hipotesis:

H₀ = Ketidapan belan rata-rata perlakuan adalah identik.

H₁ = Ketidapan belan rata-rata perlakuan adalah tidak identik.

Kepuasan:

Terlihat bahwa F hitung adalah 87.076 dengan probabilitas 0.000. Karena probabilitas < 0.05 maka H₀ ditolak dan rata-rata konsentrasi akhir COD dalam ketidapan belan perlakuan tersebut memang berbeda nyata.

Untuk melihat konsentrasi akhir COD yang paling besar dan perbedaannya dapat setiap perlakuan digunakan uji Duncan. Perlakuan dapat dilihat pada tabel 4.12 berikut ini:

Tabel 4.12. Hasil uji Duncan konsentrasi akhir COD

konsentrasi akhir COD

Duncan^{a,b}

perlakuan sampel	N	Subset												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
D3T2K3	3	28.6667												
D3T2K2	3		48.0000											
D2T2K3	3			63.6667										
D3T1K3	3			66.6667	66.6667									
D1T2K3	3			79.0000	79.0000									
D2T1K3	3			79.3333	79.3333									
D3T2K1	3			79.3333	79.3333									
D2T2K2	3				82.0000									
D1T2K2	3					99.3333								
D2T2K1	3					110.0000	110.0000							
D2T1K2	3						123.0000	123.0000	123.0000					
D1T1K3	3						125.3333	125.3333	125.3333					
D1T1K2	3							133.3333	133.3333	133.3333				
D3T1K2	3								145.3333	145.3333				
D3T1K1	3										161.3333			
D2T1K1	3										174.0000			
D1T2K1	3										174.6667			
D1T1K1	3											185.0000		
Slg.		1.000	1.000	.058	.063	.147	.050	.183	.104	.087				1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 77.593.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

b. Alpha = .05.

Keterangan:

- D1T1K1 = Diameter media 2.36 mm, tinggi media 15 cm, dan kecepatan aliran 0.02 m/dt.
- D1T1K2 = Diameter media 2.36 mm, tinggi media 15 cm, dan kecepatan aliran 0.013 m/dt.
- D1T1K3 = Diameter media 2.36 mm, tinggi media 15 cm, dan kecepatan aliran 0.00015 m/dt.
- D1T2K1 = Diameter media 2.36 mm, tinggi media 30 cm, dan kecepatan aliran 0.02 m/dt.
- D1T2K2 = Diameter media 2.36 mm, tinggi media 30 cm, dan kecepatan aliran 0.013 m/dt.
- D1T2K3 = Diameter media 2.36 mm, tinggi media 30 cm, dan kecepatan aliran 0.00015 m/dt.
- D2T1K1 = Diameter media 2.00 mm, tinggi media 15 cm, dan kecepatan aliran 0.02 m/dt.
- D2T1K2 = Diameter media 2.00 mm, tinggi media 15 cm, dan kecepatan aliran 0.013 m/dt.

Table 4.13. Hasil uji Duncan Konsentrasi Abir COD

Konsentrasi Abir COD

No	Konsentrasi Abir COD	Tinggi					No	Konsentrasi Abir COD
		1	2	3	4	5		
1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1	1.000	
2	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	2	1.000	
3	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	3	1.000	
4	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	4	1.000	
5	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	5	1.000	
6	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	6	1.000	
7	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	7	1.000	
8	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	8	1.000	
9	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	9	1.000	
10	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	10	1.000	
11	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	11	1.000	
12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	12	1.000	
13	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	13	1.000	
14	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	14	1.000	
15	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	15	1.000	
16	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	16	1.000	
17	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	17	1.000	
18	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	18	1.000	
19	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	19	1.000	
20	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	20	1.000	

Mean for groups in each treatment substrate are indicated
 based on Type III Sum of Squares
 The error term is Mean Square(Error) = 11.800
 a. One Harmonic Mean Sample Size = 5.000
 b. alpha = .05

Keterangan:

- D11K1 = Diameter media 2,30 mm, tinggi media 12 cm dan kecepatan aliran 0,02 m/dt.
- D11K2 = Diameter media 2,30 mm, tinggi media 12 cm dan kecepatan aliran 0,03 m/dt.
- D11K3 = Diameter media 2,30 mm, tinggi media 12 cm dan kecepatan aliran 0,0012 m/dt.
- D11K1 = Diameter media 2,30 mm, tinggi media 30 cm dan kecepatan aliran 0,02 m/dt.
- D11K2 = Diameter media 2,30 mm, tinggi media 30 cm dan kecepatan aliran 0,03 m/dt.
- D11K3 = Diameter media 2,30 mm, tinggi media 30 cm dan kecepatan aliran 0,0012 m/dt.
- D21K1 = Diameter media 2,00 mm, tinggi media 12 cm dan kecepatan aliran 0,02 m/dt.
- D21K2 = Diameter media 2,00 mm, tinggi media 12 cm dan kecepatan aliran 0,03 m/dt.

- D2T1K3 = Diameter media 2.00 mm, tinggi media 15 cm, dan kecepatan aliran 0.00015 m/dt.
- D2T2K1 = Diameter media 2.00 mm, tinggi media 30 cm, dan kecepatan aliran 0.02 m/dt.
- D2T2K2 = Diameter media 2.00 mm, tinggi media 30 cm, dan kecepatan aliran 0.013 m/dt.
- D2T2K3 = Diameter media 2.00 mm, tinggi media 30 cm, dan kecepatan aliran 0.00015 m/dt.
- D3T1K1 = Diameter media 0.85 mm, tinggi media 15 cm, dan kecepatan aliran 0.02 m/dt.
- D3T1K2 = Diameter media 0.85 mm, tinggi media 15 cm, dan kecepatan aliran 0.013 m/dt.
- D3T1K3 = Diameter media 0.85 mm, tinggi media 15 cm, dan kecepatan aliran 0.00015 m/dt.
- D3T2K1 = Diameter media 0.85 mm, tinggi media 30 cm, dan kecepatan aliran 0.02 m/dt.
- D3T2K2 = Diameter media 0.85 mm, tinggi media 30 cm, dan kecepatan aliran 0.013 m/dt.
- D3T2K3 = Diameter media 0.85 mm, tinggi media 30 cm, dan kecepatan aliran 0.00015 m/dt.

Hasil Uji Duncan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata pada perlakuan D3T2K3, D3T2K2, serta pada perlakuan D1T1K1.

Pada perlakuan D2T2K3, D3T1K3, D1T2K3, D2T1K3, D3T2K1, terletak dalam satu kelompok (satu subset). Kelima perlakuan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang tidak nyata dalam penurunan konsentrasi COD. Hal serupa (terletak dalam satu subset) juga terjadi pada perlakuan :

- D3T1K3, D1T2K3, D2T1K3, D3T2K1, D2T2K2.
- D1T2K2, D2T2K1.
- D2T2K1, D2T1K2, D1T1K3.
- D2T1K2, D1T1K3, D1T1K2.
- D1T1K2, D3T1K2.
- D3T1K1, D2T1K1, D1T2K1.

- D3TK3 = Diameter media 2.00 mm, tinggi media 15 cm, dan kecepatan aliran 0.0015 m/dl.
- D3TK1 = Diameter media 2.00 mm, tinggi media 30 cm, dan kecepatan aliran 0.02 m/dl.
- D3TK2 = Diameter media 2.00 mm, tinggi media 30 cm, dan kecepatan aliran 0.015 m/dl.
- D3TK3 = Diameter media 2.00 mm, tinggi media 30 cm, dan kecepatan aliran 0.0015 m/dl.
- D3TK1 = Diameter media 0.82 mm, tinggi media 15 cm, dan kecepatan aliran 0.02 m/dl.
- D3TK2 = Diameter media 0.82 mm, tinggi media 15 cm, dan kecepatan aliran 0.015 m/dl.
- D3TK3 = Diameter media 0.82 mm, tinggi media 15 cm, dan kecepatan aliran 0.0015 m/dl.
- D3TK1 = Diameter media 0.82 mm, tinggi media 30 cm, dan kecepatan aliran 0.02 m/dl.
- D3TK2 = Diameter media 0.82 mm, tinggi media 30 cm, dan kecepatan aliran 0.015 m/dl.
- D3TK3 = Diameter media 0.82 mm, tinggi media 30 cm, dan kecepatan aliran 0.0015 m/dl.

Hasil Uji Duncan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata pada

perlakuan D3TK3, D3TK2, serta pada perlakuan D1TK1.

Pada perlakuan D2TK3, D3TK3, D1TK3, D1TK2, D3TK1, terdapat

dalam satu kelompok (satu subset). Kelima perlakuan menunjukkan bahwa

terdapat perbedaan yang tidak nyata dalam penentuan konsentrasi COD. Hal

sertnya (terdapat dalam satu subset) juga terjadi pada perlakuan :

- D3TK3, D1TK3, D3TK3, D3TK1, D3TK2,

- D1TK3, D3TK1,

- D3TK1, D3TK2, D1TK3,

- D3TK2, D1TK3, D1TK2,

- D1TK2, D3TK3,

- D3TK1, D3TK1, D1TK1,

Konsentrasi akhir COD tertinggi terjadi saat perlakuan D1T1K1 yaitu pada diameter 2.36 mm, ketinggian media 15 cm, dan kecepatan aliran 0.02 m/dt sebesar 195 mg/L. Sedangkan konsentrasi akhir COD terendah terjadi pada saat perlakuan D3T2K3 yaitu pada diameter 0.85 mm, tinggi media 30 cm, dan kecepatan aliran 0.00015 m/dt sebesar 28.6 mg/L.

4.3.3. Analisa korelasi

Untuk mengetahui bukti empiris hubungan antara variabel yang diamati, maka kita analisa data dengan menggunakan analisa korelasi. Hasil dari analisa tersebut dapat kita lihat pada tabel 4.12.

Tabel 4.13. Korelasi antara konsentrasi akhir COD dengan diameter media, tinggi media, dan kecepatan aliran.

		Correlations			
		konsentrasi akhir COD	variasi diameter	variasi tinggi	variasi kecepatan
Pearson Correlation	konsentrasi akhir COD	1.000	-.403	-.520	-.656
	variasi diameter	-.403	1.000	.000	.000
	variasi tinggi	-.520	.000	1.000	.000
	variasi kecepatan	-.656	.000	.000	1.000
Sig. (1-tailed)	konsentrasi akhir COD	.	.001	.000	.000
	variasi diameter	.001	.	.500	.500
	variasi tinggi	.000	.500	.	.500
	variasi kecepatan	.000	.500	.500	.
N	konsentrasi akhir COD	54	54	54	54
	variasi diameter	54	54	54	54
	variasi tinggi	54	54	54	54
	variasi kecepatan	54	54	54	54

Dari tabel 4.12 menunjukkan bahwa:

Tingkat hubungan antara variabel yang dapat diketahui dari koefisien korelasi adalah:

- Besar hubungan konsentrasi akhir COD dengan variabel diameter media adalah -0.403 . Hal ini menunjukkan hubungan yang lemah (di bawah 0.5, Yarnest 2004), dan arah hubungannya negatif menunjukkan semakin besar diameter media maka konsentrasi akhir COD semakin besar. Tingkat signifikan konsentrasi akhir COD dan diameter media yang ditunjukkan dengan nilai probabilitas 0.001 lebih kecil dari 0.05 maka korelasinya nyata (signifikan).

Konsentrasi akhir COD tertinggi terjadi saat perlakuan DITIKI yaitu pada diameter 2,30 mm. Ketetapan media 12 cm dan kecepatan aliran 0,02 m/s sebesar 192 mg/L. Sedangkan konsentrasi akhir COD terendah terjadi pada saat perlakuan DITIKI yaitu pada diameter 0,82 mm tinggi media 30 cm dan kecepatan aliran 0,0012 m/s sebesar 28,6 mg/L.

4.3.3. Analisis korelasi

Untuk mengetahui bentuk empiris hubungan antara variabel yang diamati maka kita analisa data dengan menggunakan analisis korelasi. Hasil dari analisa tersebut dapat kita lihat pada tabel 4.12.

Tabel 4.12. Korelasi antara konsentrasi akhir COD dengan diameter media, tinggi media, dan kecepatan aliran

Correlations

variabel	variabel	variabel	konsentrasi	
akhir	akhir	akhir	akhir COD	
0,99	-0,50	-0,08	1,000	Person Correlation
0,99	0,00	1,000	-0,409	variabel diameter
0,00	1,000	0,000	-0,520	variabel tinggi
1,000	0,000	1,000	-0,688	variabel kecepatan
0,00	0,00	0,01	0,01	Sig. (1-tailed)
0,00	0,00	0,00	0,00	variabel diameter
0,00	0,00	0,00	0,00	variabel tinggi
0,00	0,00	0,00	0,00	variabel kecepatan
0,01	0,01	0,01	0,01	konsentrasi akhir COD
0,01	0,01	0,01	0,01	variabel diameter
0,01	0,01	0,01	0,01	variabel tinggi
0,01	0,01	0,01	0,01	variabel kecepatan

Tabel 4.12. menunjukkan bahwa:

Tingkat hubungan antara variabel yang dapat diketahui dari koefisien korelasi adalah:

- Besar hubungan konsentrasi akhir COD dengan variabel diameter media adalah - 0,409. Hal ini menunjukkan hubungan yang lemah (di bawah 0,5). Yarnesi (2004) dan uji hubungannya negatif menunjukkan semakin besar diameter media maka konsentrasi akhir COD semakin besar. Tingkat signifikan konsentrasi akhir COD dan diameter media yang ditunjukkan dengan nilai probabilitas 0,01 lebih kecil dari 0,05 maka korelasinya nyata (signifikan).

- Besar hubungan konsentrasi akhir COD dengan variabel ketinggian media adalah -0.520 . Hal ini menunjukkan hubungan yang kuat (di atas 0.5, Yarnest 2004), dan arah hubungannya negatif menunjukkan semakin tinggi media maka konsentrasi akhir COD semakin kecil. Tingkat signifikan konsentrasi akhir COD dan ketinggian media yang ditunjukkan dengan nilai 0.000 jauh lebih kecil dari 0.05, maka korelasinya sangat nyata (signifikan).
- Besar hubungan konsentrasi akhir COD dengan variabel kecepatan aliran adalah -0.656 . Hal ini menunjukkan hubungan yang cukup kuat (di atas 0.5, Yarnest 2004), dan arah hubungannya negatif menunjukkan semakin besar kecepatan aliran maka konsentrasi akhir COD semakin kecil. Tingkat signifikan konsentrasi akhir COD dan kecepatan aliran yang ditunjukkan dengan nilai 0.000 jauh lebih kecil dari 0.05, maka korelasinya sangat nyata (signifikan).

4.3.4. Analisa Regresi

Untuk mengetahui bukti empiris keamatan hubungan antara variabel maka kita analisa data dengan menggunakan analisa regresi. Hasil analisa tersebut dapat kita lihat pada tabel-tabel berikut:

Tabel 4.14. Hasil uji regresi ANOVA

ANOVA ^b						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	102300.5	3	34100.182	105.616	.000 ^a
	Residual	16143.454	50	322.869		
	Total	118444.0	53			

a. Predictors: (Constant), variasi kecepatan, variasi tinggi, variasi diameter

b. Dependent Variable: konsentrasi akhir COD

Dari uji ANOVA atau F test, didapat F hitung adalah 105.616 dengan tingkat signifikan 0,000. Karena probabilitas 0.000 lebih kecil dari 0.05, maka model regresi bisa dipakai untuk memprediksikan konsentrasi akhir COD.

- Besar hubungan konsentrasi akhir COD dengan variabel ketidnggian media adalah -0.220 . Hal ini menunjukkan hubungan yang kuat (di atas 0.2 , Yarnes 2004) dan arah hubungannya negatif menunjukkan semakin tinggi media maka konsentrasi akhir COD semakin kecil. Tingkat signifikan konsentrasi akhir COD dan ketidnggian media yang ditunjukkan dengan nilai 0.000 jauh lebih kecil dari 0.05 , maka korelasinya sangat nyata (signifikan).
- Besar hubungan konsentrasi akhir COD dengan variabel kecepatan aliran adalah -0.626 . Hal ini menunjukkan hubungan yang cukup kuat (di atas 0.2 , Yarnes 2004) dan arah hubungannya negatif menunjukkan semakin besar kecepatan aliran maka konsentrasi akhir COD semakin kecil. Tingkat signifikan konsentrasi akhir COD dan kecepatan aliran yang ditunjukkan dengan nilai 0.000 jauh lebih kecil dari 0.05 , maka korelasinya sangat nyata (signifikan).

4.3.4. Analisis Regresi

Untuk mengetahui bentuk empiris kestabilan hubungan antara variabel maka kita analisa data dengan menggunakan analisa regresi. Hasil analisa tersebut dapat kita lihat pada tabel-tabel berikut:

Tabel 4.14 Hasil uji regresi ANOVA

Model	Sum of Squares	df	Mean Squares	F	Sig.
1 Regression	102300.3	3	34100.102	108.816	.000 ^a
Residual	18143.424	20	907.171		
Total	118443.7	23			

a. Predictors: (Constant), variabel kecepatan, variabel tinggi, variabel diameter
 b. Dependent Variable: konsentrasi akhir COD

Dari uji ANOVA nilai F test didapat 108.816 dengan tingkat signifikan 0.000 . Karena probabilitas 0.000 lebih kecil dari 0.05 , maka model regresi bisa dipakai untuk memprediksikan konsentrasi akhir COD.

Tabel 4.15. Tabel persamaan regresi

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	303.944	11.469		26.501	.000
	variasi diameter	-23.111	2.995	-.403	-7.717	.000
	variasi tinggi	-48.741	4.890	-.520	-9.967	.000
	variasi kecepatan	-37.639	2.995	-.656	-12.568	.000

a. Dependent Variable: konsentrasi akhir COD

Tabel 4.16. Tabel persamaan R square

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.929 ^a	.864	.856	17.96856

a. Predictors: (Constant), variasi kecepatan, variasi tinggi, variasi diameter

Dari tabel 4.14 dan 4.15 di atas dapat kita ketahui:

1. Persamaan regresi

$$Y = 303.944 - 23.111 X_1 - 48.741 X_2 - 37.639 X_3$$

Dimana: Y = konsentrasi akhir COD

X₁ = variasi diameter media.

X₂ = variasi ketinggian media.

X₃ = variasi kecepatan aliran.

Berdasarkan hasil analisa statistik, nilai R sebesar 0.929 menunjukkan hubungan yang kuat antar variabel konsentrasi akhir COD dengan variasi diameter media, ketinggian media, dan kecepatan aliran karena mendekati 1 (Yarnest, 2004). Sedangkan nilai R square (r^2) sebesar 0.864 bisa disebut koefisien determinasi yang dalam hal ini berarti 86.4 % penurunan konsentrasi COD dipengaruhi oleh variabel diameter media, ketinggian media, dan kecepatan aliran. Berdasarkan nilai R dan R square tersebut maka model persamaan regresi di atas dapat diterima. Konstanta regresi sebesar 303.944 mg/L menyatakan bahwa jika tidak ada variasi diameter, ketinggian, dan kecepatan, maka konsentrasi akhir COD sebesar 303.944 mg/L. Koefisien regresi untuk variasi diameter media sebesar - 23.111 menyatakan bahwa

Tabel 4.15. Tabel persamaan regresi

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		Sig.
	B	Std. Error	Beta	t	
1 (Constant)	303.944	11.488		26.801	.000
variasi diameter	22.111	2.998	-.403	-7.377	.000
variasi tinggi	-48.741	4.800	-.820	-9.987	.000
variasi kecepatan	-37.038	2.998	-.856	-12.868	.000

a. Dependent Variable: konsentrasi akhir COD

Tabel 4.16. Tabel persamaan R square

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.928 ^a	.864	.838	17.0088

a. Predictors: (Constant), variasi kecepatan, variasi tinggi, variasi diameter

Dari tabel 4.14 dan 4.15 di atas dapat kita ketahui:

1. Persamaan regresi

$$Y = 303.944 + 22.111 X_1 - 48.741 X_2 - 37.038 X_3$$

Dimana: Y = konsentrasi akhir COD

X₁ = variasi diameter media

X₂ = variasi ketinggian media

X₃ = variasi kecepatan aliran

Berdasarkan hasil analisis statistik nilai R sebesar 0,928 menunjukkan hubungan yang kuat antara variabel konsentrasi akhir COD dengan variasi diameter media, ketinggian media, dan kecepatan aliran karena mendekati 1 (Yammar, 2004). Sedangkan nilai R square (r²) sebesar 0,864 bisa diartikan koefisien determinasi yang dalam hal ini berarti 86,4% persamaan konsentrasi COD dipengaruhi oleh variabel diameter media, ketinggian media, dan kecepatan aliran. Berdasarkan nilai R dan R square tersebut maka model persamaan regresi di atas dapat diterima. Konstanta regresi sebesar 303,944 mg/L, menyatakan bahwa jika tidak ada variasi diameter, ketinggian, dan kecepatan, maka konsentrasi akhir COD sebesar 303,944 mg/L. Koefisien regresi untuk variasi diameter media sebesar - 22,111 menyatakan bahwa

setiap kenaikan diameter 1 mm akan menurunkan konsentrasi akhir COD sebesar 23.111 mg/L, koefisien regresi untuk ketinggian media sebesar - 48.741 menyatakan bahwa setiap kenaikan tinggi media 1 cm akan menurunkan konsentrasi akhir COD sebesar 48.741 mg/L, dan koefisien regresi untuk kecepatan aliran sebesar - 37.639 menyatakan bahwa setiap penambahan kecepatan aliran sebesar 1 m/dt akan menurunkan konsentrasi akhir COD sebesar 37.639 mg/L.

2. Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel independen.

Hipotesa:

H_0 = koefisien regresi tidak signifikan.

H_1 = koefisien regresi signifikan.

Keputusan:

Dasar pengambilan keputusan:

a. Dengan membandingkan statistik hitung dengan statistik tabel. Jika statistik t hitung < statistik t tabel, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak dan begitu sebaliknya. Sattistik t hitung berdasarkan tabel 4.14 adalah 7.717 (diameter media), 9.967 (ketinggian media), dan 12.568 (kecepatan aliran) sedangkan t tabel 2.021. Karena statistik t hitung > t tabel maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.

b. Berdasarkan probabilitas

a. Jika probabilitas > 0.05 maka H_0 diterima dan H_1 ditolak

b. Jika probabilitas < 0.05 maka H_0 ditolak dan H_1 diterima

Keputusan:

Terlihat bahwa pada kolom signifikan (*significance*) adalah 0.000 atau probabilitas lebih kecil dari 0.05 sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima, atau koefisien regresi signifikan, atau variasi diameter, ketinggian, dan kecepatan aliran benar-benar berpengaruh secara signifikan terhadap konsentrasi akhir COD.

setiap koefisien diameter t maka akan menunjukkan konsentrasi akhir COD sebesar 23.111 mg/L , koefisien regresi untuk ketinggian media sebesar -48.741 menunjukkan bahwa setiap kenaikan tinggi media 1 cm akan menunjukkan konsentrasi akhir COD sebesar 48.741 mg/L dan koefisien regresi untuk kecepatan aliran sebesar -27.039 menunjukkan bahwa setiap penambahan kecepatan aliran sebesar 1 m/dt akan menunjukkan konsentrasi akhir COD sebesar 27.039 mg/L .

2. Uji t untuk menguji signifikansi konstanta dan variabel independen.

Hipotesis:

H_0 = koefisien regresi tidak signifikan.

H_1 = koefisien regresi signifikan.

Konsumen:

Dasar pengambilan keputusan:

a. Dengan membandingkan statistik hitung dengan statistik tabel, jika statistik t hitung $>$ statistik t tabel, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima dan begitu sebaliknya. Statistik t hitung berdasarkan tabel 4.14 adalah 7.717 (diameter media), 9.907 (ketinggian media), dan 12.208 (kecepatan aliran) sedangkan tabel t adalah 2.051 . Karena statistik t hitung $>$ t tabel maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.

b. Berdasarkan probabilitas

a. Jika probabilitas > 0.05 maka H_0 diterima dan H_1 ditolak

b. Jika probabilitas < 0.05 maka H_0 ditolak dan H_1 diterima

Konsumen:

Terdapat bahwa pada kolom signifikansi (sig.(two-tailed)) adalah 0.000 atau probabilitas lebih kecil dari 0.05 sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima. atau koefisien regresi signifikan. atau variabel diameter, ketinggian, dan kecepatan aliran benar-benar berpengaruh secara signifikan terhadap konsentrasi akhir COD.

4.4. PEMBAHASAN

4.4.1. Penurunan Konsentrasi BOD

Dari hasil penelitian yang sudah diperoleh, reaktor fluidasi dengan variasi diameter media, ketinggian media, dan kecepatan aliran terbukti dapat menurunkan konsentrasi BOD. Kemampuan penurunan konsentrasi BOD melalui reaktor fluidasi ini berkisar antara 24.46 % - 85.98 %. Dari gambar 4.3 menunjukkan bahwa % removal BOD tertinggi 70.12 % didapatkan pada variasi diameter 0.85 mm, dan kecepatan aliran 0.00015 m/dt, dan yang terendah terjadi pada perlakuan diameter media 2.36 mm, dan kecepatan aliran 0.02 m/dt yaitu sebesar 24.46 %. Dan pada gambar 4.4 menunjukkan % removal tertinggi terdapat pada variasi diameter 0.85 mm, kecepatan aliran 0.00015 m/dt, dan removal terendah terdapat pada variasi diameter 2.36 mm, dan kecepatan aliran 0.02 m/dt. Hal ini disebabkan karena semakin kecil ukuran diameter suatu media yang berfungsi sebagai filter, maka luas permukaan dari media tersebut semakin luas sehingga memiliki daya serap yang semakin tinggi pula (*Prayitno, 2001*).

Variasi ketinggian juga mempengaruhi persentase removal, hal ini disebabkan karena adanya kesempatan pori-pori butir media dalam menyerap kandungan adsorben untuk mengikat adsorbat sebanyak-banyaknya. Menurut asumsi Bohart dan Adams (*Latief, 2005*) bahwa kolom adsorpsi yang tinggi dengan menggunakan model *the bed depth-service time (BDST)*, hasil dari reaksi adsorpsi akan proporsional untuk mengadsorpsi adsorbat pada media adsorben. Hal ini sesuai dengan hasil analisa regresi menunjukkan bahwa koefisien regresi untuk variasi ketinggian media sebesar -24.593 menyatakan bahwa setiap kenaikan tinggi media 1 cm akan menurunkan konsentrasi akhir BOD sebesar 24.593 mg/L.

Variasi kecepatan aliran juga mempengaruhi persentase removal. Semakin cepat kecepatan aliran, maka dapat mempengaruhi terjadinya pengelupasan biofilm dari media yang ditempatinya (*Krisno Wahyu, 2000*). Koefisien regresi untuk kecepatan aliran sebesar -23.500

4.4. PEMBAHASAN

4.4.1. Penurunan Konsentrasi BOD

Dari hasil penelitian yang sudah diperoleh, reaktor hidroli dengan variasi diameter media ketinggian media dan kecepatan aliran terbukti dapat menurunkan konsentrasi BOD. Kemampuan penurunan konsentrasi BOD melalui reaktor hidroli ini berkisar antara 24,46% - 84,98%. Dari gambar 4.3 menunjukkan bahwa % removal BOD tertinggi 70,12% didapatkan pada variasi diameter 0,82 mm dan kecepatan aliran 0,00012 m/dt. Hal yang terjadi pada perlakuan diameter media 2,36 mm dan kecepatan aliran 0,02 m/dt yaitu sebesar 24,46%. Dan pada gambar 4.4 menunjukkan % removal tertinggi terjadi pada variasi diameter 0,82 mm, kecepatan aliran 0,00012 m/dt dan removal terendah terjadi pada variasi diameter 2,36 mm dan kecepatan aliran 0,02 m/dt. Hal ini disebabkan karena semakin kecil ukuran diameter suatu media yang berfungsi sebagai filter, maka luas permukaan dari media tersebut semakin luas sehingga memiliki daya serap yang semakin tinggi pula (Wahyuni, 2000).

Variasi ketinggian juga mempengaruhi persentase removal. Hal ini disebabkan karena adanya kesempatan pori-pori butir media dalam menyerap kandungan adsorben untuk mengikat adsorbat sehingga banyaknya vitamin sesuai Bohan dan Adams (Kotlyk, 2002) bahwa kolom adsorpsi yang tinggi dengan menggunakan model $W_0 \cdot \ln \frac{W_0 - W}{W_0 - W_1}$ (WSDVV) hasil dari analisis adsorpsi akan proporsional untuk mengadsorpsi adsorbat pada media adsorben. Hal ini sesuai dengan hasil analisis regresi menunjukkan bahwa koefisien regresi untuk variasi ketinggian media sebesar -24,293 menunjukkan bahwa setiap kenaikan tinggi media 1 cm akan menurunkan konsentrasi akhir BOD sebesar 24,293 mg/L.

Variasi kecepatan aliran juga mempengaruhi persentase removal. Semakin cepat kecepatan aliran, maka dapat mempengaruhi terjadinya pengelupasan biolima dari media yang diterpapinya (Wahyuni Wahyuni, 2000). Koefisien regresi untuk kecepatan aliran sebesar -23,200

menyatakan bahwa setiap penambahan kecepatan aliran sebesar 1 m/dt akan menurunkan konsentrasi akhir BOD sebesar 23.500 mg/L.

Ketiga variasi yaitu diameter media, ketinggian media, dan kecepatan aliran mempengaruhi penurunan konsentrasi BOD. Hal ini dapat dilihat pada hasil analisa data yang menunjukkan bahwa pengaruh variasi diameter media, ketinggian media, dan kecepatan aliran mempengaruhi penurunan konsentrasi BOD yang signifikan (tabel 4.8 dan 4.9). Kemudian diperkuat dengan nilai R square sebesar 63.1 %, yang artinya 63.1 % penurunan konsentrasi BOD dipengaruhi oleh variasi diameter media, ketinggian media, dan kecepatan aliran.

Dari hasil analisa Anova dengan uji Duncan menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan nyata pada setiap perlakuan yang ditandai dengan terletaknya beberapa perlakuan dalam satu subset. Hal ini menyatakan bahwa dalam pemilihan variasi diameter media, ketinggian media, dan kecepatan aliran jaraknya terlalu berdekatan.

4.4.2. Penurunan Konsentrasi COD

Dari hasil penelitian yang sudah diperoleh, reaktor fluidasi dengan variasi diameter media, ketinggian media, dan kecepatan aliran terbukti dapat menurunkan konsentrasi COD. Kemampuan penurunan konsentrasi COD melalui reaktor fluidasi ini berkisar antara 22.92 % - 88.70 %. Dari gambar 4.7 menunjukkan bahwa % removal COD tertinggi 73.68 % didapatkan pada variasi diameter 0.85 mm, dan kecepatan aliran 0.00015 m/dt, sedangkan % removal COD yang terendah terjadi pada perlakuan diameter media 2.36 mm, dan kecepatan aliran 0.02 m/dt yaitu sebesar 22.92 %. Dan pada gambar 4.8 menunjukkan % removal COD tertinggi terdapat pada variasi diameter 0.85 mm, kecepatan aliran 0.00015 m/dt, yaitu sebesar 88.70 %, dan % removal terendah terdapat pada variasi diameter 2.36 mm, dan kecepatan aliran 0.02 m/dt. Hal ini disebabkan karena semakin kecil ukuran diameter suatu media yang berfungsi sebagai filter, maka luas permukaan dari media tersebut semakin luas sehingga memiliki daya serap yang semakin tinggi pula (*Prayitno, 2001*).

menyatakan bahwa setiap pertumbuhan kecepatan aliran sebesar 1 m/dl akan menurunkan konsentrasi akhir BOD sebesar 23,700 mg/l.

Ketiga variasi yaitu diameter media, ketinggian media dan kecepatan aliran mempengaruhi pertumbuhan konsentrasi BOD. Hal ini dapat dilihat pada hasil analisis data yang menunjukkan bahwa pengaruh variasi diameter media, ketinggian media dan kecepatan aliran mempengaruhi pertumbuhan konsentrasi BOD yang signifikan (tabel 4.8 dan 4.9). Kemudian diperoleh dengan nilai R square sebesar 0,71 % yang artinya 0,71 % pertumbuhan konsentrasi BOD dipengaruhi oleh variasi diameter media, ketinggian media dan kecepatan aliran.

Dari hasil analisis Anova dengan uji F dapat menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan nyata pada setiap perlakuan yang dilakukan dengan perlakuan beberapa perlakuan dalam satu subset. Hal ini menunjukkan bahwa dalam penelitian variasi diameter media, ketinggian media dan kecepatan aliran hasilnya terlihat berbeda.

4.4.2. Pertumbuhan Konsentrasi COD

Dari hasil penelitian yang sudah diperoleh, reaktor fluidasi dengan variasi diameter media, ketinggian media dan kecepatan aliran terbukti dapat menurunkan konsentrasi COD. Kemampuan pertumbuhan konsentrasi COD melalui reaktor fluidasi ini berkisar antara 25,92 % - 88,70 %. Dari gambar 4.7 menunjukkan bahwa % removal COD tertinggi 73,68 % didapatkan pada variasi diameter 0,82 mm dan kecepatan aliran 0,00015 m/dl, sedangkan % removal COD yang rendah terjadi pada perlakuan diameter media 2,36 mm dan kecepatan aliran 0,02 m/dl yaitu sebesar 22,92 %. Dan pada gambar 4.8 menunjukkan % removal COD tertinggi terjadi pada variasi diameter 0,82 mm dan kecepatan aliran 0,00015 m/dl, yaitu sebesar 88,70 % dan % removal rendah terjadi pada variasi diameter 2,36 mm dan kecepatan aliran 0,02 m/dl. Hal ini disebabkan karena semakin kecil ukuran diameter suatu media yang berfungsi sebagai filter maka luas permukaan dari media tersebut semakin luas sehingga memiliki daya serap yang semakin tinggi pula (Wardiyanto, 2001).

Variasi ketinggian juga mempengaruhi persentase removal, hal ini disebabkan karena adanya kesempatan pori-pori butir media dalam menyerap kandungan adsorben untuk mengikat adsorbat sebanyak-banyaknya. Menurut asumsi Bohart dan Adams (*Latief, 2005*) bahwa kolom adsorpsi yang tinggi dengan menggunakan model *the bed depth-service time (BDST)*, hasil dari reaksi adsorpsi akan proporsional untuk mengadsorpsi adsorbat pada media adsorben. Hal ini sesuai dengan hasil analisa regresi menunjukkan bahwa koefisien regresi untuk variasi ketinggian media sebesar -48.741 menyatakan bahwa setiap kenaikan tinggi media 1 cm akan menurunkan konsentrasi akhir COD sebesar 48.741 mg/L.

Variasi kecepatan aliran juga mempengaruhi persentase removal. Semakin cepat kecepatan aliran, maka dapat mempengaruhi terjadinya pengelupasan biofilm dari media yang ditempatinya (*Krisno Wahyu, 2000*). Koefisien regresi untuk kecepatan aliran sebesar -37.639 menyatakan bahwa setiap penambahan kecepatan aliran sebesar 1 m/dt akan menurunkan konsentrasi akhir COD sebesar 37.639 mg/L.

Ketiga variasi yaitu diameter media, ketinggian media, dan kecepatan aliran mempengaruhi penurunan konsentrasi COD. Hal ini dapat dilihat pada hasil analisa data yang menunjukkan bahwa pengaruh variasi diameter media, ketinggian media, dan kecepatan aliran mempengaruhi penurunan konsentrasi COD yang signifikan (tabel 4.14 dan 4.15). Kemudian diperkuat dengan nilai R square sebesar 86.4 %, yang artinya 86.4 % penurunan konsentrasi COD dipengaruhi oleh variasi diameter media, ketinggian media, dan kecepatan aliran.

Dari hasil analisa Anova dengan uji Duncan menunjukkan bahwa ada enam perlakuan yang berbeda nyata yaitu pada variasi D3T2K3 (diameter media 0.85 mm, tinggi media 30 cm, dan kecepatan aliran 0.00015 m/dt); D3T2K2 (diameter media 0.85 mm, tinggi media 30 cm, dan kecepatan aliran 0.013 m/dt); D2T2K3 (diameter media 2.00 mm, tinggi media 30 cm, dan kecepatan aliran 0.00015 m/dt); D1T2K2 (diameter media 2.36 mm, tinggi media 30 cm, dan kecepatan aliran 0.013 m/dt); D3T1K1

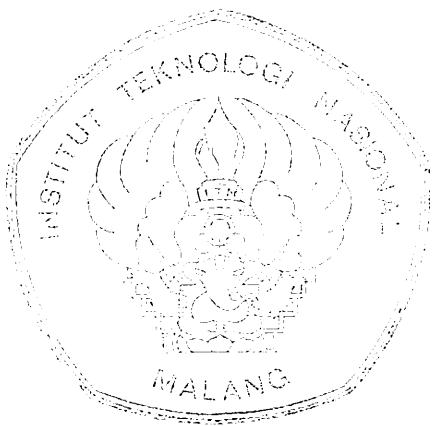
Variasi ketinggian juga mempengaruhi persentase removal. Hal ini disebabkan karena adanya keseragaman partikel dalam media dalam menyerap kandungan adsorben untuk mengikat adsorben sehingga banyak. Menurut Asmuni Rohani dan Adams (Lawry, 2005) bahwa kolom adsorpsi yang tinggi dengan menggunakan model *we bed depth-removal rate* (WDR) hasil dari reaksi adsorpsi akan proporsional untuk mengadsorpsi adsorbat pada media adsorben. Hal ini sesuai dengan hasil analisis regresi menunjukkan bahwa koefisien regresi untuk variasi ketinggian media sebesar -48,741 menunjukkan bahwa setiap kenaikan tinggi media 1 cm akan menurunkan konsentrasi akhir COD sebesar 48,741 mg/L.

Variasi kecepatan aliran juga mempengaruhi persentase removal. Semakin cepat kecepatan aliran maka laju penurunan pengurangan terjadinya pengaliran biofilm dari media yang ditembakinya (Kawano, Wajima, 2000). Koefisien regresi untuk kecepatan aliran sebesar -27,039 menunjukkan bahwa setiap penambahan kecepatan aliran sebesar 1 m/dt akan menurunkan konsentrasi akhir COD sebesar 27,039 mg/L.

Ketiga variasi yaitu diameter media, ketinggian media dan kecepatan aliran mempengaruhi penurunan konsentrasi COD. Hal ini dapat dilihat pada hasil analisis data yang menunjukkan bahwa pengaruh variasi diameter media, ketinggian media dan kecepatan aliran mempengaruhi penurunan konsentrasi COD yang signifikan (tabel 4.14 dan 4.15). Kemudian diberikan dengan nilai R square sebesar 80,4% yang artinya 80,4% penurunan konsentrasi COD dipengaruhi oleh variasi diameter media, ketinggian media dan kecepatan aliran.

Dari hasil analisis Anova dengan uji Duncan menunjukkan bahwa ada enam perlakuan yang berbeda yaitu pada variasi D3T2K3 (diameter media 0,82 mm, tinggi media 30 cm, dan kecepatan aliran 0,00012 m/dt); D3T2K2 (diameter media 0,82 mm, tinggi media 30 cm, dan kecepatan aliran 0,013 m/dt); D2T2K3 (diameter media 2,00 mm, tinggi media 30 cm, dan kecepatan aliran 0,00012 m/dt); D1T2K3 (diameter media 2,30 mm, tinggi media 30 cm, dan kecepatan aliran 0,013 m/dt); D2T1K1

(diameter media 0.85 mm, tinggi media 15 cm, dan kecepatan aliran 0.02 m/dt); D1T1K1 (diameter media 2.36 mm, tinggi media 15 cm, dan kecepatan aliran 0.02 m/dt). Sedangkan keduabelas perlakuan yang lainnya tidak berbeda nyata, yang ditandai dengan terletaknya beberapa perlakuan dalam satu subset. Hal ini disebabkan dalam pemilihan variasi diameter media, ketinggian media, dan kecepatan aliran jaraknya terlalu berdekatan.



BAB V

KESIMPULAN

DAN SARAN

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Penurunan kandungan BOD dan COD pada air buangan rumah sakit dengan menggunakan media pasir kwarsa pada reaktor fluidasi dipengaruhi oleh variasi diameter media (mm), ketinggian media (cm), dan kecepatan aliran (m/dt). Semakin kecil ukuran diameter media, dan semakin tinggi media, serta semakin kecil kecepatan aliran, maka semakin tinggi penurunan kandungan BOD dan COD dari air buangan rumah sakit.
2. Kombinasi diameter media 0.85 mm, ketinggian media 30 cm, dan kecepatan aliran 0.00015 m/dt, lebih efektif dibanding dengan perlakuan yang lain, dengan konsentrasi akhir BOD sebesar 23 mg/L (efisiensi penurunan 85.98 %), dan untuk konsentrasi akhir COD sebesar 28.6 mg/L (efisiensi penurunan 88.70 %). Dengan demikian hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi akhir BOD dan COD melalui reaktor fluidasi telah berada di bawah baku mutu yang telah ditetapkan menurut SK Gub. Jatim No. 61/1999, yaitu untuk BOD sebesar 30 mg/L dan COD sebesar 80 mg/L.

5.2. SARAN

Untuk lebih menyempurnakan penelitian ini, masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan penambahan variasi diameter media, jenis media, dan tinggi media untuk dapat mengoptimalkan penurunan BOD dan COD pada air buangan rumah sakit.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts dan Sumestri Sri, 1984, ***"Metoda Penelitian Air"***. Usaha Nasional Surabaya.
- Al-Layla, M. A, S. Ahmad and E. J. Middlebrooks, 1978, ***"Water Supply Engineering and Design"***. New York.
- Bambang S, Wahyono H, ***"Uji Kemampuan Reaktor Biofilter Aliran Horizontal Dalam Menurunkan COD dan SS Air Kali Tengah Gresik"***. Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP, ITS.
- Bowo Djoko M, 1994, ***"Teknik Pengolahan Air Limbah Secara Biologis"***. Media Informasi Alumni Teknik Lingkungan, ITS.
- Doe Techline Fossil Energi, U. S. Department of Energy. 1997. ***"Advance Coal Technology Offers Solution for Growing Medical Waste Management Crisis at U.S Hospital "***.
- Gregoria A, Arcadio P, 1996, ***"Environmental Engineering A Design Approach"***. New Jersey.
- Hans-Joachim Jordening Klaus Buchholz. ***"Fixed Film Stationer Bed and Fluidized Bed Reactor "***. Braunschweig, Germany.
- Harijono Djojodihardjo, 1982, ***"Mekanika Fluida"***. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Krisno Wahyu Utomo, 2003, ***"Penggunaan Filter Sulfur Sebagai Alternatif Untuk Mengolah Nitrat Melalui Proses Denitrifikasi"***, ITS Surabaya.
- Latif Abdul, 2005, ***"Pemanfaatan Kompos Sebagai Media Adsorpsi Untuk Menurunkan Kandungan BOD dan COD Lindi (Leachate)"***.
- Mustofa, 2000, ***"Kamus Lingkungan"***. Rineka Cipta.
- Qasim, 1985, ***"Waste Water Treatment Plants"***. Holt Rinehart and Winston. The University of Texas at Arlington.
- Reynolds, Tom D, 1981, ***"Unit Operation and Processes In Environmental Engineering"***. California.
- Singgih Santoso, 2002, ***"SPSS Versi 10.0 Mengolah Data Secara Profesional"***, PT. Elex Competinda, Jakarta.
- Slamet Agus dan Masduki Ali, 2000, ***"Modul Ajar Satuan Proses"***, ITS.

DAFTAR PUSTAKA

Alaris dan Sumardi. 2011. "Mendesain Fasilitas Air." *Essays National Students*.

Al-Abayeh, M. A. S. Alrabab and F. J. Middelbock. 1978. "Water Supply Engineering and Design." New York.

Bambang S. Wahyono H. "Uji Kelayakan Reaktor Biologi Air Limbah Horizontal Dalam Memerumakan COD dan SS Air Kotor Tergang Ganda." *Jurnal Teknik Lingkungan*, 11:2.

Bowo Djoko M. 1994. "Teknik Pengolahan Air Limbah Secara Biologi." *Media Informasi Alumni Teknik Lingkungan*, 11:2.

Doe Techline Post Energi. U.S. Department of Energy. 1997. "Airborne Coal Technology Offers Solution for Creating Medical Waste Management Crisis at US Hospital."

Gregoria A. Arandia P. 1996. "Environmental Engineering A Design Approach." New Jersey.

Jans-Jochim Joching Klaus Buchholz. "Fixed Film Stationer Bed and Fluidized Bed Reactor." *Baumtschwing*, Germany.

Jarifono Djodjodibudjo. 1983. "Mekanika Fluida." *Penerbit Ertanaga*, Jakarta.

Krisno Wahyu Utomo. 2003. "Pengaruh Filter Sulfur Sebagai Alternatif Untuk Mengurangi Nitrat Melalui Proses Denitrifikasi." *ITS Sarjana*.

Laili Abdul. 2005. "Pemanfaatan Kompos Sebagai Media Absorpsi Untuk Memerumakan Kebutuhan COD dan COD kumulatif (Reaktor)." *ITS Sarjana*.

Murtoha 2000. "Kamus Lingkungan." *Revisi Cipta*.

Qasim. 1985. "Water Waste Treatment Plants." Holt Rinehart and Winston. The University of Texas at Arlington.

Reynolds Tom D. 1981. "Unit Operation and Processes in Environmental Engineering." California.

Singgih Santoso. 2003. "SPSS Versi 18.0 Mengolah Data Secara Profesional." *PT. Elex Compendia*, Jakarta.

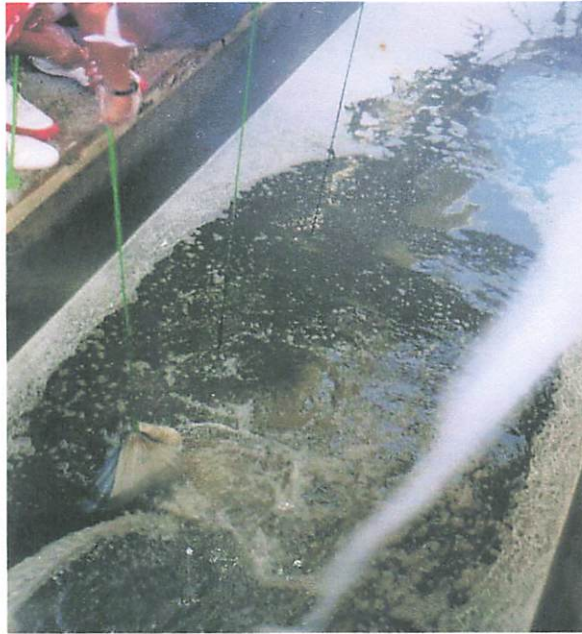
Stamur Agus dan Alabdul A. 2000. "Model for Suman Proses." *ITS*.

SK Gubernur Jatim No. 61/1999.

Sugiharto, 1987, "*Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah*". Universitas Indonesia Press.

Triatmodjo Bambang, 1993, "*Hidrolika I*". Beta Offset, Yogyakarta.

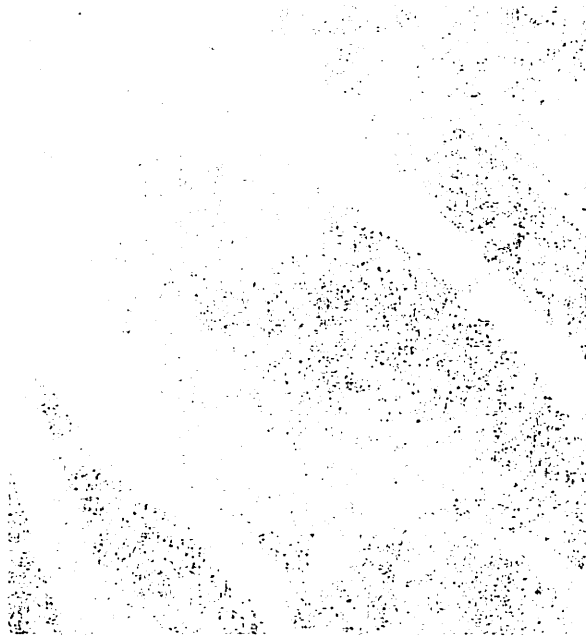
Yarnest Drs. MM, 2004, "*Aplikasi Statistik*", Dioma, Malang.



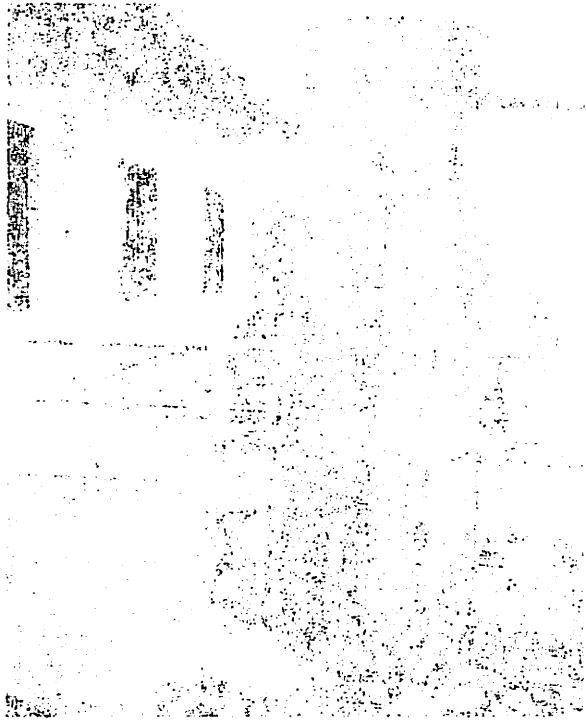
Perendaman Pasir Kwarsa ± 2 minggu



Reaktor Fluidasi



Forchmann Paan Kours 4 7 minge



Reaktor (indisi)



Perendaman Pasir Dalam Reaktor Fluidasi



Pengoperasian Reaktor Fluidasi



Pasir Kwarsa Setelah Perendaman ± 2 minggu



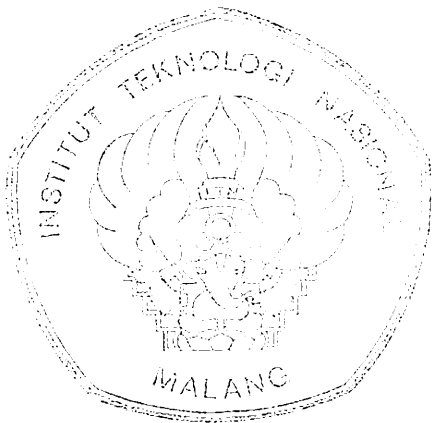
Pengambilan Sampel



Paola Karsa Solala Perambunan 4 2 mmpm



Paola Karsa Solala Perambunan 4 2 mmpm



LAMPIRAN
ANALISA STATISTIK

ANALISA BOD

Regression

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
penurunan konsentrasi BOD	71.6296	30.27503	54
variasi diameter	2.0000	.82416	54
variasi tinggi	1.5000	.50469	54
variasi kecepatan	2.0000	.82416	54

Correlations

		penurunan konsentrasi BOD	variasi diameter	variasi tinggi	variasi kecepatan
Pearson Correlation	penurunan konsentrasi BOD	1.000	-.231	-.410	-.640
	variasi diameter	-.231	1.000	.000	.000
	variasi tinggi	-.410	.000	1.000	.000
	variasi kecepatan	-.640	.000	.000	1.000
Sig. (1-tailed)	penurunan konsentrasi BOD	.	.046	.001	.000
	variasi diameter	.046	.	.500	.500
	variasi tinggi	.001	.500	.	.500
	variasi kecepatan	.000	.500	.500	.
N	penurunan konsentrasi BOD	54	54	54	54
	variasi diameter	54	54	54	54
	variasi tinggi	54	54	54	54
	variasi kecepatan	54	54	54	54

ANALISA BOD

Regression

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
variasi kecepatan	2.0000	83418	24
variasi tinggi	1.5000	80450	24
variasi diameter	3.0000	83418	24
variasi konsentrasi BOD	71.6200	3022803	24

Correlations

	variasi kecepatan	variasi tinggi	variasi diameter	variasi konsentrasi BOD	
variasi kecepatan	1.000				
variasi tinggi	-.410	1.000			
variasi diameter	-.231	-.231	1.000		
variasi konsentrasi BOD	-.620	-.620	-.231	1.000	
variasi kecepatan	.000	.000	.000	.000	1.000
variasi tinggi	.000	.000	.000	.000	.000
variasi diameter	.000	.000	.000	.000	.000
variasi konsentrasi BOD	.000	.000	.000	.000	.000
variasi kecepatan	.000	.000	.000	.000	.000
variasi tinggi	.000	.000	.000	.000	.000
variasi diameter	.000	.000	.000	.000	.000
variasi konsentrasi BOD	.000	.000	.000	.000	.000

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	variasi kecepatan, variasi tinggi, variasi diameter ^a		Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: penurunan konsentrasi BOD

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.794 ^a	.631	.609	18.93771

a. Predictors: (Constant), variasi kecepatan, variasi tinggi, variasi diameter

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	30646.741	3	10215.580	28.484	.000 ^a
	Residual	17931.852	50	358.637		
	Total	48578.593	53			

a. Predictors: (Constant), variasi kecepatan, variasi tinggi, variasi diameter

b. Dependent Variable: penurunan konsentrasi BOD

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	172.519	12.088		14.272	.000
	variasi diameter	-8.500	3.156	-.231	-2.693	.010
	variasi tinggi	-24.593	5.154	-.410	-4.771	.000
	variasi kecepatan	-23.500	3.156	-.640	-7.445	.000

a. Dependent Variable: penurunan konsentrasi BOD

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	variabel kecapatan, variabel tinggi, variabel diameter		Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: penunran konsentrasi BOD

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.794 ^a	.631	.609	18.9371

a. Predictors: (Constant), variabel kecapatan, variabel tinggi, variabel diameter

ANOVA^a

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	30648.741	3	10216.250	28.484	.000 ^b
Residual	17031.882	30	568.837		
Total	48680.623	33			

a. Predictors: (Constant), variabel kecapatan, variabel tinggi, variabel diameter
b. Dependent Variable: penunran konsentrasi BOD

Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		t	Sig.
	B	Std. Error	Beta			
1 (Constant)	172.819	12.088			14.272	.000
variabel diameter	-8.800	3.188	-.331		-2.888	.010
variabel tinggi	-24.893	2.184	-.410		-4.771	.000
variabel kecapatan	-23.800	3.150	-.440		-7.448	.000

a. Dependent Variable: penunran konsentrasi BOD

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		N
perlakuan sampel	D1T1K1	3
	D1T1K2	3
	D1T1K3	3
	D1T2K1	3
	D1T2K2	3
	D1T2K3	3
	D2T1K1	3
	D2T1K2	3
	D2T1K3	3
	D2T2K1	3
	D2T2K2	3
	D2T2K3	3
	D3T1K1	3
	D3T1K2	3
	D3T1K3	3
	D3T2K1	3
	D3T2K2	3
	D3T2K3	3

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: penurunan konsentrasi BOD

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	45742.593 ^a	17	2690.741	34.156	.000
Intercept	277063.407	1	277063.407	3517.025	.000
sampel	45742.593	17	2690.741	34.156	.000
Error	2836.000	36	78.778		
Total	325642.000	54			
Corrected Total	48578.593	53			

a. R Squared = .942 (Adjusted R Squared = .914)

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

Label	Value	N
Behavior	03TJK3	3
	03TJKS	3
Sample	03TJKS	3
	03TJKI	3
DITJK3	03TJKS	3
	03TJKI	3
DITJKS	03TJKS	3
	03TJKI	3
DITJKI	03TJKS	3
	03TJKI	3
DITJKS	03TJKS	3
	03TJKI	3
DITJKI	03TJKS	3
	03TJKI	3
DITJKS	03TJKS	3
	03TJKI	3
DITJKI	03TJKS	3
	03TJKI	3

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: penurutan kognitif BOD

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Total	48742.283 ^a	83			
Total	528842.000	84			
Error	2838.000	80	35.475		
Sample	42742.283	17	2514.252	34.188	.000
Intercept	327082.407	1	327082.407	3817.022	.000
Corrected Model	48742.283 ^a	17	2867.205	24.188	.000

a. R Squared = .942 (Adjusted R Squared = .914)

Post Hoc Tests perlakuan sampel Homogeneous Subsets

penurunan konsentrasi BOD

Duncan^{a,b}

perlakuan sampel	N	Subset								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
D3T2K3	3	23.0000								
D3T2K2	3	28.3333								
D2T2K3	3	37.0000	37.0000							
D3T2K1	3		48.0000	48.0000						
D3T1K3	3		49.0000	49.0000						
D2T1K3	3		51.0000	51.0000	51.0000					
D1T2K3	3		51.3333	51.3333	51.3333					
D1T2K2	3			59.6667	59.6667					
D2T1K2	3				68.6667	68.6667				
D1T1K2	3					76.6667	76.6667			
D1T1K3	3					77.0000	77.0000			
D2T2K2	3						89.3333	89.3333		
D2T2K1	3							95.0000	95.0000	
D2T1K1	3							101.0000	101.0000	
D1T2K1	3							104.3333	104.3333	104.3333
D1T1K1	3								108.6667	108.6667
D3T1K2	3								110.0000	110.0000
D3T1K1	3									117.3333
Sig.		.075	.084	.100	.054	.187	.107	.065	.071	.109

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 78.778.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

b. Alpha = .05.

ANALISA COD

Regression

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
penurunan konsentrasi COD	109.3333	47.27359	54
variasi diameter	2.0000	.82416	54
variasi tinggi	1.5000	.50469	54
variasi kecepatan	2.0000	.82416	54

Correlations

		penurunan konsentrasi COD	variasi diameter	variasi tinggi	variasi kecepatan
Pearson Correlation	penurunan konsentrasi COD	1.000	-.403	-.520	-.656
	variasi diameter	-.403	1.000	.000	.000
	variasi tinggi	-.520	.000	1.000	.000
	variasi kecepatan	-.656	.000	.000	1.000
Sig. (1-tailed)	penurunan konsentrasi COD	.	.001	.000	.000
	variasi diameter	.001	.	.500	.500
	variasi tinggi	.000	.500	.	.500
	variasi kecepatan	.000	.500	.500	.
N	penurunan konsentrasi COD	54	54	54	54
	variasi diameter	54	54	54	54
	variasi tinggi	54	54	54	54
	variasi kecepatan	54	54	54	54

ANALISA COD

Regresion

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
variasi kecapatan	2.000	.82416	24
variasi tinggi	1.000	.80488	24
variasi diameter	2.000	.82416	24
konsentrasi COD	100.8333	47.21358	24

Correlations

	variasi kecapatan	variasi tinggi	variasi diameter	konsentrasi COD	variasi kecapatan	variasi tinggi	variasi diameter	konsentrasi COD
variasi kecapatan	1.000				-.219	.000		
variasi tinggi	.000	1.000			.000	-.020		
variasi diameter	.000	.000	1.000		-.403	.000	-.403	
konsentrasi COD	.000	.000	.000	1.000	.000	.000	.000	1.000
variasi kecapatan	.000	.000	.000	.000	1.000			
variasi tinggi	.000	1.000	.000	.000	.000	1.000		
variasi diameter	.000	.000	1.000	.000	.000	.000	1.000	
konsentrasi COD	.000	.000	.000	1.000	.000	.000	.000	1.000
variasi kecapatan	.000	.000	.000	.000	1.000			
variasi tinggi	.000	1.000	.000	.000	.000	1.000		
variasi diameter	.000	.000	1.000	.000	.000	.000	1.000	
konsentrasi COD	.000	.000	.000	1.000	.000	.000	.000	1.000

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	variasi kecepatan, variasi tinggi, variasi diameter ^a		Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: penurunan konsentrasi COD

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.929 ^a	.864	.856	17.96856

a. Predictors: (Constant), variasi kecepatan, variasi tinggi, variasi diameter

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	102300.5	3	34100.182	105.616	.000 ^a
	Residual	16143.454	50	322.869		
	Total	118444.0	53			

a. Predictors: (Constant), variasi kecepatan, variasi tinggi, variasi diameter

b. Dependent Variable: penurunan konsentrasi COD

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	303.944	11.469		26.501	.000
	variasi diameter	-23.111	2.995	-.403	-7.717	.000
	variasi tinggi	-48.741	4.890	-.520	-9.967	.000
	variasi kecepatan	-37.639	2.995	-.656	-12.568	.000

a. Dependent Variable: penurunan konsentrasi COD

Variables Entered/Removed

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	variabel kecapatan, variabel tinggi, variabel diameter		Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: penunran konsentrasi CO2

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.929 ^a	.864	.860	17.00289

a. Predictors: (Constant), variabel kecapatan, variabel tinggi, variabel diameter

ANOVA

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	102309.8	3	34103.267	102.918	.000 ^a
Residual	10143.454	50	202.869		
Total	112453.3	53			

a. Predictors: (Constant), variabel kecapatan, variabel tinggi, variabel diameter

b. Dependent Variable: penunran konsentrasi CO2

Coefficients

Model	B	Unstandardized Coefficients		t	Sig.
		Std. Error	Standardized Coefficients		
1 (Constant)	302.944	11.469		26.391	.000
variabel diameter	-.03111	2.102	-.403	-1.717	.099
variabel tinggi	-.48747	4.890	-.520	-9.957	.000
variabel kecapatan	37.039	2.008	-.688	18.938	.000

a. Dependent Variable: penunran konsentrasi CO2

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		N
perlakuan sampel	D1T1K1	3
	D1T1K2	3
	D1T1K3	3
	D1T2K1	3
	D1T2K2	3
	D1T2K3	3
	D2T1K1	3
	D2T1K2	3
	D2T1K3	3
	D2T2K1	3
	D2T2K2	3
	D2T2K3	3
	D3T1K1	3
	D3T1K2	3
	D3T1K3	3
	D3T2K1	3
	D3T2K2	3
	D3T2K3	3

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: penurunan konsentrasi COD

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	115650.667 ^a	17	6802.980	87.676	.000
Intercept	645504.000	1	645504.000	8319.145	.000
sampel	115650.667	17	6802.980	87.676	.000
Error	2793.333	36	77.593		
Total	763948.000	54			
Corrected Total	118444.000	53			

a. R Squared = .976 (Adjusted R Squared = .965)

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

Sample	Task	N
1	02TSK1	3
1	02TSK2	3
1	02TSK3	3
1	02TSK4	3
1	02TSK5	3
1	02TSK6	3
1	02TSK7	3
1	02TSK8	3
1	02TSK9	3
1	02TSK10	3
1	02TSK11	3
1	02TSK12	3
1	02TSK13	3
1	02TSK14	3
1	02TSK15	3
1	02TSK16	3
1	02TSK17	3
1	02TSK18	3
1	02TSK19	3
1	02TSK20	3
1	02TSK21	3
1	02TSK22	3
1	02TSK23	3
1	02TSK24	3
1	02TSK25	3
1	02TSK26	3
1	02TSK27	3
1	02TSK28	3
1	02TSK29	3
1	02TSK30	3
1	02TSK31	3
1	02TSK32	3
1	02TSK33	3
1	02TSK34	3
1	02TSK35	3
1	02TSK36	3
1	02TSK37	3
1	02TSK38	3
1	02TSK39	3
1	02TSK40	3
1	02TSK41	3
1	02TSK42	3
1	02TSK43	3
1	02TSK44	3
1	02TSK45	3
1	02TSK46	3
1	02TSK47	3
1	02TSK48	3
1	02TSK49	3
1	02TSK50	3
1	02TSK51	3
1	02TSK52	3
1	02TSK53	3
1	02TSK54	3
1	02TSK55	3
1	02TSK56	3
1	02TSK57	3
1	02TSK58	3
1	02TSK59	3
1	02TSK60	3
1	02TSK61	3
1	02TSK62	3
1	02TSK63	3
1	02TSK64	3
1	02TSK65	3
1	02TSK66	3
1	02TSK67	3
1	02TSK68	3
1	02TSK69	3
1	02TSK70	3
1	02TSK71	3
1	02TSK72	3
1	02TSK73	3
1	02TSK74	3
1	02TSK75	3
1	02TSK76	3
1	02TSK77	3
1	02TSK78	3
1	02TSK79	3
1	02TSK80	3
1	02TSK81	3
1	02TSK82	3
1	02TSK83	3
1	02TSK84	3
1	02TSK85	3
1	02TSK86	3
1	02TSK87	3
1	02TSK88	3
1	02TSK89	3
1	02TSK90	3
1	02TSK91	3
1	02TSK92	3
1	02TSK93	3
1	02TSK94	3
1	02TSK95	3
1	02TSK96	3
1	02TSK97	3
1	02TSK98	3
1	02TSK99	3
1	02TSK100	3

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: nominal_konvensional_00

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	118444.000 ^a	17	6908.471	67.978	.000
Intercept	82504.000	1	82504.000	810.145	.000
Sample	11880.887	17	698.875	6.870	.000
Error	2793.933	30	93.131		
Total	79398.000	54			
Corrected Total	118444.000	53			

^a. R Squared = .976 (Adjusted R Squared = .955)

Post Hoc Tests perlakuan sampel Homogeneous Subsets

penurunan konsentrasi COD

Duncan^{a,b}

perlakuan sampel	N	Subset												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
D3T2K3	3	28.6667												
D3T2K2	3		48.0000											
D2T2K3	3			63.6667										
D3T1K3	3			66.6667	66.6667									
D1T2K3	3			79.0000	79.0000									
D2T1K3	3			79.3333	79.3333									
D3T2K1	3			79.3333	79.3333									
D2T2K2	3				82.0000									
D1T2K2	3					99.3333								
D2T2K1	3					110.0000	110.0000							
D2T1K2	3						123.0000	123.0000						
D1T1K3	3						125.3333	125.3333						
D1T1K2	3							133.3333	133.3333					
D3T1K2	3								145.3333					
D3T1K1	3												161.3333	
D2T1K1	3												174.0000	
D1T2K1	3												174.6667	
D1T1K1	3													165.0000
Sig.		1.000	1.000	.058	.063	.147	.050	.183	.104	.087				1.000

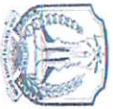
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 77.593.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

b. Alpha = .05.



RUMAH SAKIT UMUM Dr. SAIFUL ANWAR
LABORATORIUM INSTALASI PENGOLAHAN LIMBAH
Jl. Jaksa Agung Suprpto No. 2 Malang

LAPORAN HASIL PENGUJIAN

NO : 070/307/1.22/2005

Nama : Elinda Zaskya
Jurusan : Teknik Lingkungan ITN Malang

Kode Sampel	Φ 8					
	BOD			COD		
Sampel Awal	164	164	353	353		
Sampel Akhir	15	Rata-rata	30	Rata-rata	15	Rata-rata
	A1	92	112	161	183	183
	A2	104	106,3	106,7	177	209
A3	117	102	186	174,7	193	
B1	62	80	96	99,3	134	
B2	58	59,7	87	98	148	
B3	59	75	104	118	118	
C1	56	76	82	79	132	
C2	48	80	78	79	121	
C3	50	51,3	72	77	123	

Kode Sampel	Φ 10					
	BOD			COD		
Sampel Awal	164	164	353	353		
Sampel Akhir	15	Rata-rata	30	Rata-rata	15	Rata-rata
	A1	90	105	147	153	178
	A2	98	94	156	153,3	165
A3	97	104	157	179	179	
B1	93	70	146	135	126	
B2	96	89,3	64	146	121	
B3	79	66	114	114	122	
C1	32	51	68	68	68	
C2	38	37	71	65	98	
C3	41	50	58	63,6	72	

LAPORAN HASIL PENELITIAN
 NO : 0703011.201908

Jurusan : Teknik Lingkungan ITM Malang
 Nama : Elinda Xesky

Kode Sampel		BOD				COD	
Sampel Awal		10A		30A		30B	
Sampel Akhir	10A	10A	30A	30A	30B	30B	10A
A1	82	112	191	183	183	183	30
A2	104	106	117	188	183	183	183
A3	117	102	100,7	188	183	183	183
B1	82	80	88	88	134	134	134
B2	38	87	80,8	88	148	133,3	133,3
B3	82	78	104	88	118	118	118
C1	36	76	82	82	132	132	132
C2	48	80	78	78	151	152,3	152,3
C3	80	72	78	77	153	153	153

Kode Sampel		BOD				COD	
Sampel Awal		10A		30A		30B	
Sampel Akhir	10A	10A	30A	30A	30B	30B	10A
A1	80	102	147	188	178	178	30
A2	82	84	101	188	183	183	174
A3	81	104	121	188	183	183	183
B1	82	70	148	148	128	128	128
B2	82	84	80,8	148	151	153	153
B3	78	88	114	148	153	153	153
C1	32	81	88	88	88	88	88
C2	38	71	82,3	88	88	88	107,3
C3	41	80	88	88	72	72	72



LAPORAN HASIL PENGUJIAN

NO : 070/307/1.22/2005

Kode Sampel	Φ 20							
	BOD				COD			
Sampel Awal	164		164		353		353	
Sampel Akhir	15	Rata-rata	30	Rata-rata	15	Rata-rata	30	Rata-rata
A1	105	117,3	59	46	150	160,3	79	62,6
A2	133		41		178		57	
A3	114		38		156		52	
B1	105	110	24	28,3	137	145,3	29	36
B2	116		28		153		32	
B3	109		33		146		47	
C1	56	49	21	23	63	66,6	29	28,6
C2	43		25		60		25	
C3	48		23		77		32	

Catatan :

1. Metode analisis BOD menggunakan Titrimetri
2. Metode analisis COD menggunakan Spektrofotometri.

Malang, 15 Juni 2005

Mengetahui

Kalab. IPL RSSA

Edwin Yunus Nasibu, ST

NIP . 140 284 338

LAPORAN HASIL PENELITIAN

NO : 0703011.2008

Kode Sampel	p 30			
	SOD		COD	
Sampel Awal	184	184	323	323
Sampel Akhir	18	30	18	30
	Rate	Rate	Rate	Rate
A1	402	22	180	12
A2	133	41	178	27
A3	116	33	156	33
B1	102	34	137	30
B2	116	28	153	23
B3	109	33	146	47
C1	28	31	83	30
C2	43	22	20	22
C3	43	23	17	33

- (Lampiran)
1. Metode analisis BOD menggunakan Hidrometri
 2. Metode analisis COD menggunakan Spektrofotometri

Disusun dan
 Diajukan
 Tanggal 15 Juni 2008
 di
 Laboratorium
 Kesehatan Masyarakat
 Institut Teknologi
 Sepuluh Nopember
 Surabaya
 Nama : Yulia Nurafida
 NPM : 140 284 333