

SKRIPSI

**Pemanfaatan Limbah Cair Rumah Makan Menggunakan
Reaktor Biosand Filter dengan Karbon Aktif Tempurung Kelapa
sebagai Air Baku
(Studi Kasus Warung Prasmanan Syahroni Kota Malang)**



**Disusun Oleh :
Sofia Meliani Renuat
(08.26.012)**

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2012**

SECRET

CONFIDENTIAL - SECURITY INFORMATION
EXCLUDED FROM AUTOMATIC DOWNGRADING AND
DECLASSIFICATION SCHEDULES
(EXCLUDED FROM AUTOMATIC DOWNGRADING AND
DECLASSIFICATION SCHEDULES)

CONFIDENTIAL - SECURITY INFORMATION
EXCLUDED FROM AUTOMATIC DOWNGRADING AND
DECLASSIFICATION SCHEDULES

CONFIDENTIAL - SECURITY INFORMATION
EXCLUDED FROM AUTOMATIC DOWNGRADING AND
DECLASSIFICATION SCHEDULES
EXCLUDED FROM AUTOMATIC DOWNGRADING AND
DECLASSIFICATION SCHEDULES

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

**PEMANFAATAN LIMBAH CAIR RUMAH MAKAN
MENGUNAKAN REAKTOR *BIOSAND FILTER* DENGAN
KARBON AKTIF TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI AIR
BAKU (STUDY KASUS WARUNG PRASMANAN SYAHRONI
KOTA MALANG)**

Oleh:

SOFIA MELIANI RENUAT

08.26.012

Menyetujui:

Tim Pembimbing

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

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

Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, MSc
NIP. 196106201991031002

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Lingkungan



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



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
LEMBAGA PENKAJIAN PENGEMBANGAN DAN KERJASAMA

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

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

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

NAMA : SOFIA MELIANI RENUAT
NIM : 08.26.012
JURUSAN : TEKNIK LINGKUNGAN
JUDUL : PEMANFAATAN LIMBAH CAIR RUMAH MAKAN
MENGUNAKAN REAKTOR *BIOSAND FILTER* DENGAN
KARBON AKTIF TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI AIR
BAKU (STUDY KASUS WARUNG PRASMANAN
SYAHRONI KOTA MALANG)

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji pada Ujian Komprehensif Skripsi Jurusan
Teknik Lingkungan/Program Studi Teknik Lingkungan Jenjang Strata satu (S-1)

Pada Hari : SENIN

Tanggal : 13 AGUSTUS 2012

Dengan Nilai : B⁺ (70,93)

Panitia Ujian Komprehensif Skripsi

Ketua

Sekretaris

Candra Dwiratna, ST. MT

NIP. Y. 1030000349

Evy Hendriarianti, ST. MMT

NIP. P. 1030300382

Dewan Penguji

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Sudiro, ST. MT

NIP. Y. 1039900327

Anis Artivani, ST. MT

NIP.P. 1030300384

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya sehingga penyusun dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **Pemanfaatan Kembali Limbah Cair Rumah Makan Menggunakan Reaktor Biosand Filter dengan Karbon Aktif Tempurung Kelapa sebagai Air Baku (Studi Kasus Warung Prasmanan Syahroni' Kota Malang)**

Skripsi ini disusun setelah melalui penelitian, analisis data dan pembahasan yang diperoleh dari hasil penelitian. Dalam kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih kepada :

1. Papa dan Mama serta segenap keluarga tercinta yang selalu memberikan semua dukungan, perhatian, kekuatan dan doa serta memberikan hidup ini lebih berarti untukku.
2. Ibu Candra Dwi Ratna, ST, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang sekaligus Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, masukan dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Ir. Hery Setyobudiarso Msi selaku Dosen Pembimbing II atas masukan dan sarannya dalam penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Sudiro, ST, MT selaku Kepala Laboratorium Pemodelan Teknik Lingkungan sekaligus Dosen Penguji I yang telah memberikan masukan, pertanyaan, serta saran dalam skripsi ini.
5. Ibu Anis Artiyani, ST. MT selaku Ketua Laboratorium Lingkungan ITN Malang yang telah memberikan izin untuk melaksanakan penelitian di laboratorium sekaligus Dosen Penguji II yang telah memberikan masukan, pertanyaan, serta saran dalam penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Hardianto, ST, MT selaku Dosen Wali Teknik Lingkungan 2008.
7. Teman-teman Teknik Lingkungan ITN Malang 2008 atas dukungan dan bantuannya.

Bagal

Kesadaran bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna membuat penyusun berharap akan masukan dan saran bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

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

Malang, 12 September 2012

Penyusun

Renuat, Sofia, M., Setyobudiarso, Hery., Dwiratna, Candra., 2012. **Pemanfaatan Kembali Limbah Cair Rumah Makan Menggunakan Reaktor Biosand Filter dengan Karbon Aktif Tempurung Kelapa sebagai Air Baku (Studi Kasus Warung Prasmanan Syahroni' Kota Malang)** Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional Malang.

ABSTRAKSI

Limbah merupakan bahan buangan/bekas yang berbentuk cair, gas dan padat. Dalam air limbah terdapat bahan kimia sukar untuk dihilangkan dan berbahaya.. Limbah juga dapat diartikan sebagai produk sampingan dari suatu kegiatan termasuk kegiatan industri. Ketidaksesuaian inilah yang menyebabkan limbah sebagai sumber masalah, yaitu cemaran tidak ekonomis dan mengancam kehidupan. Limbah dapat berwujud padat, cair, gas dan panas atau radiasi.

Penelitian ini bertujuan mengetahui kemampuan Reaktor *Biosand Filter* dalam upaya pemanfaatan kembali limbah cair rumah makan 'warung prasmanan syahroni' dan penentuan waktu efektif operasional dengan media penambahan karbon aktif dari tempurung kelapa dalam penurunan TSS, Kekeruhan dan Minyak Lemak dari limbah cair rumah makan untuk digunakan kembali sebagai air baku. Proses pengolahan limbah yang digunakan adalah *Biosand Filter* yang merupakan salah satu pengembangan dari *slow sand water filter* dimana pada lapisan filter paling atas terdapat lapisan *biofilm* untuk mendegradasi kontaminan yang terdapat pada limbah cair rumah makan. Penelitian ini menggunakan reaktor kontinyu dengan media pasir halus (30 cm), pasir kasar (25 cm), karbon aktif tempurung kelapa (30 cm) kerikil (10 cm) dan ijuk (5 cm)

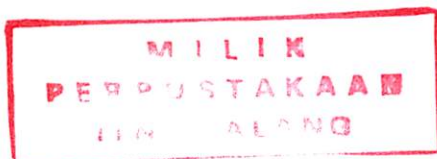
Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa reaktor biosand filter dengan karbon aktif mampu menurunkan konsentrasi TSS dan Minyak lemak, sedangkan untuk konsentrasi kekeruhan belum memenuhi standar baku mutu yang ada, efektifitas reaktor ini untuk parameter TSS, kekeruhan dan minyak lemak terjadi pada pengambilan sampel jam ke 8. Konsentrasi TSS dapat diturunkan hingga 95,3% dari konsentrasi awal 1700 mg/l menjadi 30 mg/l. Konsentrasi kekeruhan hanya dapat diturunkan hingga 71,0% dari konsentrasi awal 144,3 NTU menjadi 26,2 NTU. Sedangkan konsentrasi minyak lemak dapat diturunkan hingga 99,8% dari konsentrasi awal 1500 mg/l menjadi 1,8 mg/l.

Kata Kunci : *Biosand Filter*, *Total Suspended Solids* (TSS), Kekeruhan dan Minyak Lemak

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
KATA PENGANTAR	ii
ABSTRAKSI	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.1.1 Rumusan Masalah	3
1.1.2 Hipotesa.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Lingkup Penelitian	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Air Limbah	5
2.2 Sumber Asal Air Limbah	6
2.2.1 Sumber Air Limbah Rumah Tangga	6
2.2.2 Karakteristik Air Buangan Domestik.....	6
2.3 Air Baku	8
2.3.1 Standar Kualitas Air Baku.....	9
2.4 <i>Biosand Filter (BSF)</i>	10
2.4.1 Mekanisme Penyisihan Kontaminan Dalam <i>Biosand Filter</i>	11
2.4.2 Lapisan <i>Biofilm</i> atau <i>Schmutzdecke</i>	12
2.4.3 Pematangan Lapisan <i>Biofilm</i>	13
2.4.4 Aklimatisasi.....	13
2.4.5 Aerasi	13
2.4.6 Pembersihan Lapisan <i>Biosand Filter</i>	14

2.5	Karbon Aktif (<i>Activated Carbon</i>)	14
2.5.1	Pembuatan Karbon Aktif.....	14
2.5.2	Jenis-Jenis Karbon Aktif.....	15
2.6	<i>Total Suspended Solid</i> (TSS)	15
2.7	Minyak dan Lemak	16
2.8	Kekeruhan	16
2.9	Metode Pengolahan Data	17
2.9.1	Statistik Deskriptif dan Inferensi.....	17
2.9.2	Analisis Korelasi	17
2.9.3	Analisis Regresi.....	18
2.9.4	Pengantar Desain Eksperimen.....	18
2.9.5	Langkah-langkah dalam Desain Eksperimen.....	19
2.9.6	<i>Analysis of Variance</i>	19
BAB III METODE PENELITIAN.....		20
3.1	Umum.....	20
3.2	Jenis Penelitian.....	20
3.3	Variabel Penelitian.....	20
3.4	Bahan dan Alat Penelitian.....	21
3.5	Aklimatisasi	22
3.6	Aerasi	22
3.7	Pelaksanaan Penelitian	22
3.8	Analisis Data.....	23
3.9	Kesimpulan dan Saran.....	23
3.10	Kerangka Penelitian	25
3.11	Desain Reaktor.....	26
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN		27
4.1	Karakteristik Limbah Cair Rumah Makan Kelurahan Sawojajar Kota Malang.....	27
4.2	Penyisihan Bahan Organik Pada Tahap Aklimatisasi.....	28
4.3	Konsentrasi TSS, Kekeruhan dan Minyak Lemak Setelah Proses.....	30



4.4	Pengolahan Data.....	32
4.4.1	Persentase Penurunan TSS.....	32
4.4.2	Persentase Penurunan Kekeruhan	33
4.4.3	Persentase Penurunan Minyak Lemak	34
4.5	Analisis Deskriptif	35
4.5.1	Analisis Deskriptif Penurunan TSS.....	36
4.5.2	Analisis Deskriptif Penurunan Kekeruhan	37
4.5.3	Analisis Deskriptif Penurunan Minyak Lemak	39
4.6	Analisis Korelasi	40
4.6.1	Analisis Korelasi Untuk Persentase Penyisihan TSS.....	41
4.6.2	Analisis Korelasi Untuk Persentase Penyisihan Kekeruhan	45
4.6.3	Analisis Korelasi Untuk Persentase Penyisihan Minyak Lemak.....	48
4.7	Analisis Regresi	51
4.7.1	Analisis Regresi Untuk Persentase Penyisihan TSS	52
4.7.2	Analisis Regresi Untuk Persentase Penyisihan Kekeruhan.....	58
4.7.3	Analisis Regresi Untuk Persentase Penyisihan Minyak Lemak.....	64
4.8	Analisis ANOVA One Way.....	69
4.8.1	Analisis ANOVA One Way Untuk Persentase Penyisihan TSS....	70
4.8.2	Analisis ANOVA One Way Untuk Persentase Penyisihan Kekeruhan	73
4.8.3	Analisis ANOVA One Way Untuk Persentase Penyisihan Minyak Lemak	77
4.9	Pembahasan.....	80
4.9.1	Penurunan Konsentrasi TSS.....	80
4.9.2	Penurunan Konsentrasi Kekeruhan.....	81
4.9.3	Penurunan Konsentrasi Minyak Lemak	83
4.10	Kualitas Output Pengolahan Biosand Filter dengan Karbon Aktif Berdasarkan Standar Baku Mutu	84

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	86
5.1 Kesimpulan	86
5.2 Saran.....	86

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Limbah merupakan bahan buangan/bekas yang berbentuk cair, gas dan padat. Dalam air limbah terdapat bahan kimia sukar untuk dihilangkan dan berbahaya. Limbah juga dapat diartikan sebagai produk sampingan dari suatu kegiatan termasuk kegiatan industri. Ketidaksesuaian inilah yang menyebabkan limbah sebagai sumber masalah, yaitu cemaran tidak ekonomis dan mengancam kehidupan. Limbah dapat berwujud padat, cair, gas dan panas atau radiasi. Keempat wujud limbah ini memiliki karakteristik dan tingkat bahaya/resiko yang berbeda tergantung pada daya akumulatif dan kemampuannya menekan aspek kehidupan (<http://www.iptek.net.id/>)

Salah satu industri rumah tangga yaitu industri rumah makan menghasilkan limbah berupa sisa makanan (lemak) dan minuman, sampah organik (dari dapur), minyak dan air sabun. Limbah industri rumah makan tersebut menimbulkan bau yang tidak enak dan mengganggu lingkungan sekitarnya, tapi sayangnya industri rumah makan tidak terlalu menghiraukan dampak limbah yang dihasilkan terhadap lingkungan sekitarnya (Sumber : <http://www.scribd.com/> Limbah-Industri-Rumah-Makan)

Dalam pengolahan air limbah itu sendiri, terdapat beberapa parameter kualitas yang digunakan. Parameter kualitas air limbah dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu parameter organik, karakteristik fisik dan kontaminan spesifik. Parameter organik merupakan ukuran jumlah zat organik yang terdapat dalam limbah. Limbah rumah makan bukan hanya mengandung minyak, lemak, protein serta karbohidrat akan tetapi didalam limbah rumah makan terdapat juga parameter TSS (Total Suspended Solid), BOD (*biochemical oxygen demand*), COD (*chemical oxygen demand*), pH dan bau (Sumber <http://nurjogja.wordpress.com/info-sainsipa/limbah-rumah-makan/>).

Pengolahan air limbah rumah makan sudah seharusnya dilakukan karena selain demi kesehatan manusia, effluen yang dihasilkan dari pengolahan tersebut dapat dimanfaatkan kembali untuk berbagai keperluan, misalnya untuk menyiram tanaman, mencuci, kendaraan dan juga sebagai air gelontor pada water closet (WC). Berbagai kegunaan dari effluen pengolahan air limbah domestik dapat menghemat penggunaan air bersih PDAM karena mengurangi konsumsi air, sehingga dapat mengurangi pengeluaran finansial dari tiap rumah tangga.

Salah satu teknologi tepat guna yang berpotensi mengolah limbah domestik adalah *Biosand Filter*. *Biosand Filter* merupakan salah satu pengembangan dari *Slow Sand Water Filter*. Selama proses penyaringan, air yang diolah akan dilewatkan pada media filter dengan kecepatan aliran yang rendah. *Biosand Filter* dikembangkan dalam memenuhi kebutuhan air bersih dan sehat pada negara-negara berkembang. Pada beberapa contoh manfaat penerapan dari teknologi ini adalah mampu mencapai 99,99% untuk menghilangkan bakteri virus tipus, mampu menurunkan hingga 83% - 99,6% bakteri E.coli, mampu menurunkan kandungan besi dan arsen dengan rata-rata efisiensi penurunan 93% (di negara nepal), dan mampu menurunkan kekeruhan dan jumlah padatan dalam air hingga 75% (Anonim, 2004). Keuntungan teknologi ini selain murah, membutuhkan sedikit pemeliharaan dan beroperasi secara gravitasi.

Biosand Filter pada umumnya menggunakan media pasir dan kerikil, dan karbon aktif guna meningkatkan efisiensi. Penggunaan karbon aktif pada saat ini telah banyak sekali dikembangkan. Pengolahan air dengan menggunakan karbon aktif biasanya digunakan sebagai proses kelanjutan setelah pengolahan fisik atau biologis terlebih dahulu. Pada proses ini karbon aktif digunakan mengurangi kadar dari bahan-bahan organik terlarut yang ada di dalam air. Penelitian tentang *Biosand Filter* sebelumnya pernah dilakukan oleh (Ade Mahersetyawan 2011). Parameter terolah : COD, TSS dan Minyak Lemak mampu menurunkan konsentrasi COD dengan efisiensi 69,2%, konsentrasi TSS sebesar 90,1% dan konsentrasi minyak lemak sebesar 70,5%.

Sedangkan (Zamrul 2011). Mampu menurunkan konsentrasi COD 77,24%, konsentrasi TSS 97,08% dan konsentrasi minyak lemak sebesar 80,16%.

Apabila dilihat dari keilmuan teknik lingkungan, biosand filter dengan media penambahan karbon aktif diharapkan mampu menjadi solusi untuk mengolah limbah cair rumah makan secara efektif. Limbah cair rumah makan saat ini belum mendapat perlakuan yang serius sehingga berpotensi mencemari lingkungan. Efek yang dapat ditimbulkan akibat membuang limbah domestik secara langsung ke saluran drainase dan/atau badan air tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu diantaranya adalah gangguan terhadap kesehatan, gangguan terhadap biota perairan dan gangguan estetika.

1.2 Rumusan Masalah

1.2.1 Rumusan Masalah

1. Bagaimana kemampuan *Biosand Filter* dengan media karbon aktif (tempurung kelapa) untuk menurunkan TSS, Minyak Lemak, dan Kekeruhan sehingga dapat digunakan sebagai air baku.
2. Penentuan waktu efektif operasional yang diperlukan untuk menurunkan TSS, Minyak Lemak, dan Kekeruhan dengan menggunakan reaktor biosand filter dengan media karbon aktif.

1.2.2. Hipotesa

Reaktor *Biosand Filter* dengan media karbon aktif dapat menurunkan kandungan TSS, Minyak Lemak, dan Kekeruhan didalam limbah cair rumah makan 'warung prasmanan syahroni' secara efektif.

1.3 Tujuan

1. Mengetahui kemampuan Reaktor *Biosand Filter* dengan media karbon aktif dalam upaya pemanfaatan kembali limbah cair rumah makan 'warung prasmanan syahroni'.

2. Penentuan waktu efektif operasional untuk menurunkan TSS, Minyak Lemak, dan Kekeruhan dengan menggunakan reaktor biosand filter dengan media karbon aktif.

1.4 Manfaat Penelitian

Kegunaan program ini antara lain sebagai berikut ini :

1. Mendapatkan suatu alternatif teknologi yang murah, sederhana, dan mudah pengoperasiannya untuk menurunkan kandungan TSS, Kekeruhan, dan Minyak Lemak.
2. Memberikan data informasi tentang kemampuan reaktor *Biosand Filter* dengan karbon aktif (tempurung kelapa) dalam menurunkan kandungan TSS, Kekeruhan, dan Minyak Lemak dari limbah cair rumah makan (warung prasmanan syahroni) sehingga selanjutnya air tersebut bisa dimanfaatkan sebagai sumber air baku.
3. Pemanfaatan kembali limbah cair rumah makan sebagai air baku

1.5 Lingkup Penelitian

Lingkup penelitian ini adalah :

1. Sampel limbah yang digunakan berasal dari limbah cair rumah makan (warung prasmanan syahroni) kota malang yang berasal dari sisa buangan didapur.
2. Media yang digunakan adalah pasir, kerikil, ijuk dan karbon aktif dari tempurung kelapa.
3. Penelitian dilakukan di skala laboratorium.
4. Parameter yang dianalisis adalah konsentrasi TSS, Minyak Lemak dan Kekeruhan.
5. Pretreatment dengan menggunakan proses aerasi pada reaktor biosand filter.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Limbah

Secara umum air limbah adalah cairan buangan yang berasal dari rumah tangga, industri maupun tempat-tempat umum lainnya. Air limbah ini biasanya mengandung bahan-bahan yang dapat membahayakan kehidupan manusia serta mengganggu kelestarian lingkungan. Berdasarkan asalnya, air limbah dapat dibedakan menjadi dua, yaitu : air limbah domestik dan air limbah non domestik (Metcalf & Eddy, 2003).

Air limbah mengandung bahan organik yang terdiri dari protein, karbohidrat, dan lemak. Limbah tersebut yang dikelola dengan baik akan menimbulkan gangguan terhadap lingkungan dan kehidupan. Beberapa gangguan yang timbul sebagai efek dari air limbah adalah sebagai berikut :

1. Gangguan terhadap kesehatan
2. Gangguan terhadap kehidupan biotik
3. Gangguan terhadap estetika

**Tabel 2.1 Batasan Air Limbah untuk Domestik
Menurut Kepmen LH No. KEP-112/MENLH/10/2003**

Parameter	satuan	Kadar maksimum
pH	-	6-9
BOD	Mg/l	100
TSS	Mg/l	100
Minyak Lemak	Mg/l	10

2.2 Sumber Air Limbah

Sugiharto (2008) membagi klasifikasi sumber air limbah menjadi dua yaitu air limbah rumah tangga (*domestic wastewater*) dan air limbah industri.

2.2.1. Sumber Air Limbah Rumah Tangga (*Domestic Wastewater*)

Limbah domestik mengandung bahan-bahan pencemar organik, nonorganik dan bakteri yang sangat potensial untuk mencemari sumber-sumber air. (Sugiharto, 2008). Sumber utama air limbah rumah tangga dari masyarakat adalah berasal dari perumahan dan daerah perdagangan. Adapun sumber lainnya yang tidak kalah pentingnya adalah daerah perkantoran atau lembaga serta daerah fasilitas rekreasi. Aliran air limbah yang berasal dari daerah perdagangan secara umum dihitung dalam meter kubik per hektar/hari didasarkan pada data perbandingan. Data aliran ini dapat bervariasi dari 4-1.500 liter/hari. Untuk lebih memerinci jumlah aliran tersebut dapat dipergunakan Tabel 2.2 berikut ini.

Tabel 2.2 Rata-rata aliran air limbah yang berasal dari daerah perdagangan

No	Sumber	Unit	Jumlah aliran l/unit/hari	
			Antara	Rata-rata
1.	Lapangan terbang	Penumpang	8-15	10
2.	Pusat perbaikan kendaraan	Kendaraan Pekerja	30-50	40
3.	Bar	Langganan Pekerja	5-20 40-60	8 50
4.	Hotel	Tamu Pekerja	150-220 30-50	190 40
5.	Gedung perusahaan	Pekerja	35-65	55
6.	Tempat pencucian	Mesin Pakaian	1.800-2.600 180-200	2.200 190
7.	Motel	Orang	90-150	120
8.	Motel dan dapur	Orang	190-220	200
9.	Kantor	Pekerja	30-65	55
10.	Rumah makan	Pengunjung	8-15	10
11.	Rumah sewaan	Penghuni	90-190	150
12.	Toko	Pekerja Kamar mandi	30-50 1.600-2.400	40 2.000
13.	Pusat perbelanjaan	Pekerja Parkir	30-50 2-8	40 4

Sumber : Metcalf dan Eddy, 2003

2.2.2. Karakteristik Air Buangan Domestik

Air buangan perkotaan mengandung lebih dari 99,9% cairan dan 0,1% padatan. Zat-zat terdapat didalam air buangan diantaranya adalah unsur-unsur

organik tersuspensi maupun terlarut dan juga unsur-unsur anorganik serta mikroorganisme. Unsur-unsur tersebut memberi corak kualitas air buangan dalam sifat fisik, kimiawi maupun biologis (Sugiharto, 2008).

a) Karakteristik Kimiawi

Karakteristik kimiawi yang menjadi parameter didalam pengolahan meliputi : senyawa organik, senyawa anorganik dan gas.

b) Karakteristik Biologis

Karakteristik biologis yang menjadi parameter didalamnya adalah kandungan mikroba, tumbuhan dan hewan.

c) Karakteristik Fisik

Karakteristik fisik yang menjadi parameter didalam pengolahan meliputi temperatur, total solid, warna, bau, dan kekeruhan. Sebagian besar penyusun air buangan domestik berupa bahan-bahan organik. Penguraian bahan-bahan ini akan menyebabkan munculnya kekeruhan. Selain itu, kekeruhan juga diakibatkan lumpur, tanah liat, zat koloid dan benda-benda terapung tidak segera mengendap. Penguraian bahan-bahan organik juga menimbulkan terbentuknya warna. Parameter ini dapat menunjukkan pencemar. Komponen penyusun bahan-bahan organik seperti protein, lemak, minyak dan sabun cenderung mempunyai sifat yang tidak tetap dan mudah menjadi busuk.

Tabel 2.3 menunjukkan pengaruh dan penyebab air buangan domestik dari karakteristik fisik.

Tabel 2.3 Karakteristik Fisik Limbah Domestik

Sifat-Sifat	Penyebab	Pengaruh
Suhu	Kondisi udara sekitarnya, serta suhu air atau limbah yang dibuang ke saluran dari rumah maupun industri	Mempengaruhi kehidupan biologis, kelarutan oksigen/gas lain, kerapatan air, daya viskositas dan tekanan permukaan
Kekeruhan	Benda-benda tercampur	Memantulkan sinar,

	seperti limbah cair, limbah padat, garam, tanah liat, bahan organik yang halus dari buah-buahan asli, algae, organisme kecil.	mengurangi produksi oksigen yang dihasilkan tumbuhan, merusak estetika dan mengganggu kehidupan biota.
Warna	Benda terlarut seperti sisa bahan organik dari daun dan tanaman, buangan industri	Umumnya tidak berbahaya dan berpengaruh terhadap kualitas estetika lingkungan
Bau	Bahan voliatile, gas terlarut, berasal dari pembusukkan bahan organik, minyak terutama dari mikroorganisme	Petunjuk adanya pembusukkan air limbah sehingga perlu adanya pengolahan, menurunkan nilai estetika.
Rasa	Bahan penghasil bau, benda terlarut yang menghasilkan bau, benda terlarut dan beberapa senyawa.	Mempengaruhi kualitas air.
Benda padat	Benda organik dan anorganik yang terlarut ataupun tercampur.	Mempengaruhi jumlah bahan organik dan anorganik, merupakan petunjuk pencemaran atau kepekatan limbah meningkat

Sumber : Sugiharto, 2008.

2.3 Air Baku

Air baku adalah air bersih yang dipakai untuk kebutuhan air minum, air rumah tangga dan industri. Untuk memenuhi air baku yang semakin hari semakin bertambah, maka air baku dapat diperoleh dari sungai, air tanah dan air sumur. Air yang dipakai untuk air baku harus memenuhi persyaratan sesuai dengan kegunaannya, dan air baku dapat berasal dari sumber air permukaan, cekungan air tanah atau air hujan yang memenuhi baku mutu tertentu sebagai air baku untuk minum. Proses air baku menjadi air bersih masih sangat panjang,

karena kesadaran masyarakat menjaga sumber air masih rendah. Sumber-sumber air baku tersebut mutlak dijaga agar tak terkontaminasi limbah industri maupun rumah tangga. Bila air sumber sudah kotor, otomatis memerlukan proses produksi yang panjang karena harus menghilangkan bau, warna, dan rasa, agar memenuhi standar Organisasi Kesehatan Dunia (WHO). Bila dikelola dengan baik, sumber air baku ini memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Karena itu, sudah saatnya pemerintah membentuk badan nasional untuk menangani masalah air, karena sumber-sumbernya bukan hanya lintas propinsi, bahkan menuju ke lintas negara (Sumber <http://etd.eprints.ums.ac.id/3821.pdf>).

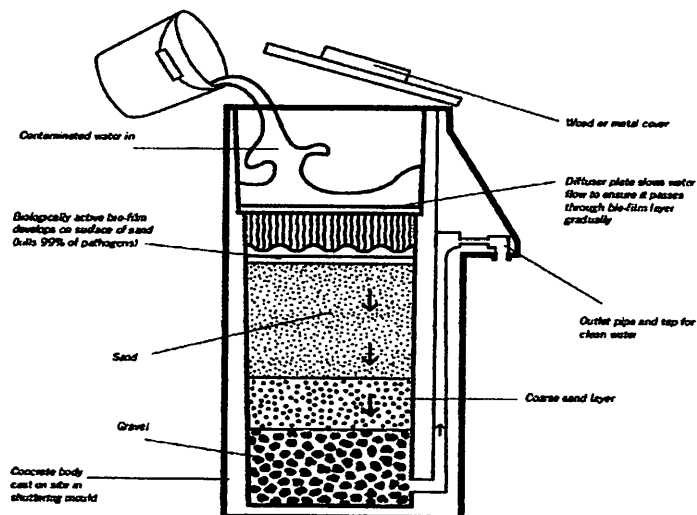
2.3.1. Standar Kualitas Air

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air . Berdasarkan keputusan tersebut Klasifikasi mutu air ditetapkan menjadi 4 (empat) kelas :

- a. Kelas satu, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air bakti air minum, dan atau peruntukan lain yang imempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
- b. Kelas dua, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan ,air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
- c. Kelas tiga, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan air yang sama dengan kegunaan tersebut;

2.4 Biosand Filter (BSF)

Biosand Filter merupakan suatu proses penyaringan atau penjernihan air dimana air yang akan diolah dilewatkan pada suatu media proses dengan kecepatan rendah yang akan dipengaruhi oleh diameter butiran pasir dan pada media tersebut telah dilakukan penanaman bakteri (*seeding*) sehingga terjadi proses biologis didalamnya. BSF sangat mirip dengan *Slow Sand Filter* (SSF) dalam arti bahwa mayoritas dan filtrasi dan perpindahan kekeruhan terjadi ada di puncak lapisan pasir dalam kaitan dengan ukuran pori-pori yang menurun, disebabkan oleh deposisi partikel butir. Keuntungan teknologi ini selain murah, membutuhkan sedikit pemeliharaan dan beroperasi secara gravitasi. Faktor yang berperan penting dalam *Biosand Filter* adalah ukuran butiran pasir dan kedalaman pasir. Keduanya memiliki efek penting dalam ilmu bakteri dan kualitas air secara fisik (Anonim, 2011).



Gambar 2.1 Unit Biosand Filter

(Sumber <http://practicalaction.org/image/bio-sand-filter-technical-plan.jpg>)

Biosand Filter yang merupakan pengembangan dari *Slow Sand Filter*, hanya saja pada *Biosand Filter*, lapisan atas media filter dilakukan penumbuhan bakteri (*Biofilm*).

2.4.1. Mekanisme Penyisihan Kontaminan Dalam *Biosand Filter*

Pada *Biosand Filter* terdapat beberapa mekanisme dalam penyisihan kontaminan-kontaminan di dalam air limbah. Mekanisme tersebut antara lain :

1. *Mechanincal Straining*

Dengan ukuran media 0,15 mm, maka partikel berukuran $> 20 \mu\text{m}$ akan tertahan pada media. Sedangkan partikel berukuran 5-10 μm akan tertahan seiring dengan penambahan deposit partikel dipermukaan media pada saat operasional filter. Koloid (0,001-1 μm) dan bakteri (1 μm) tidak dapat disisihkan dengan mekanisme ini. *Mechanincal Straining* terutama terjadi pada permukaan filter sampai kedalaman 5 cm.

2. Sedimentasi

Partikel mengendap pada permukaan media filter. Pengendapan ini terjadi akibat aliran air di dekat media, dimana efisiensi sedimentasi sangat dipengaruhi oleh beban permukaan dan kecepatan pengendapan pada pori media. Untuk partikel yang mempunyai kecepatan mengendap lebih besar dari beban permukaan akan mengendap seluruhnya, sedangkan dengan diameter yang lebih kecil akan mengendap sebagian.

3. Adsorpsi

Adsorpsi dapat terjadi secara aktif ataupun pasif. Secara aktif, adsorpsi dipengaruhi oleh gaya tarik antar dua partikel (*gaya Van der Waals*) dan gaya tarik elektrostatis antara muatan yang berbeda (*gaya Coulomb*). Sedangkan adsorpsi secara pasif dipengaruhi oleh interaksi dan ikatan kimia.

4. Biokimia

Beberapa partikel yang terakumulasi di permukaan media akan mengalami proses biokimia. Seperti misalnya oksidasi Fe^{2+} dan Mn^{2+} dari bentuk terlarut menjadi bentuk yang tidak larut. Hal yang sama terjadi pula pada bahan-bahan organik terlarut, yang dimanfaatkan sebagai elektron donor untuk pembangkitan energi mikroorganisme. Tetapi oksidasi biokimia ini hanya dapat berjalan secara optimal pada kondisi dimana terdapat cukup waktu kontak dan temperature tidak terlalu rendah.

5. Aktivitas bakteri

Aktivitas bakteri melibatkan akumulasi mikroorganisme di permukaan filter, kematian bakteri akibat adanya predator dan juga pengurangan mikroorganisme akibat berkurangnya *supply* elektron donor. Aktivitas mikroorganisme pada permukaan filter dikenal sebagai lapisan *Schmutzdecke*, dimana lapisan ini tersusun dari matriks gelatin bakteri, jamur, protozoa, rotifera, dan larva serangga air. Seiring dengan makin bertambahnya usia *Schmutzdecke*, maka alga cenderung untuk tumbuh dan kemungkinan organisme akuatik yang lebih besar akan muncul seperti brizoa, siput, dan cacing (Sumber <http://www.scribd.com>).

2.4.2. Lapisan *Biofilm* atau *Schmutzdecke*

Kata *Schmutzdecke*, berasal dari bahasa jerman yaitu berarti “lapisan kotor”. Lapisan *film* yang lengket ini, yang mana berwarna merah kecoklatan, terdiri dari bahan organik yang terdekomposisi, besi, mangan, dan silika dan oleh karena itu bertindak sebagai suatu saringan yang baik yang berperan untuk meremoal partikel-partikel koloid dalam air baku. *Schmutzdecke* merupakan suatu zone dasar untuk aktivitas biologi, yang dapat mendegradasi beberapa bahan organik yang dapat larut pada air baku, yang mana bermanfaat untuk mengurangi rasa, bau, dan warna. Biasanya istilah *Schmutzdecke*, digunakan untuk menandakan zona aktifitas biologi yang umumnya terjadi di dalam *bed* pasir. Dalam kaitannya dengan fungsi ganda yang meliputi penyaringan mekanis, kedalaman *Schmutzdecke*, bisa dikatakan dapat menghubungkan kepada zona penetrasi dari partikel-partikel padatan dimana ukurannya antara 0,5-2 cm dari *bed* suatu BSF.

Schmutzdecke, perlu didiamkan tanpa adanya gangguan hal ini dilakukan sehingga populasi biologi yang ada di puncak pasir tidaklah diganggu atau ditekan, yang mana tidak membiarkan lapisan *film* yang penuh untuk dihancurkan, yang akan mengurangi efek ketegangan pada *film* tersebut sedangkan partikel padatan akan terdorong lebih lanjut kedalam pasir itu (Yung & Kathleen, 2003).

2.4.3. Pematangan Lapisan *Biofilm*

Biosand Filter membutuhkan periode satu hingga tiga minggu untuk membentuk lapisan *biofilm*. Periode ini memungkinkan pertumbuhan yang cukup dari lapisan biologis dalam lapisan pasir. Periode pematangan dapat diperpendek beberapa hari dan bisa juga lama sampai beberapa minggu, tergantung dari temperatur air dan mekanisme kimia (Tommy & Sophie, 2003).

2.4.4. Aklimatisasi

Aklimatisasi merupakan proses penyesuaian diri oleh mikroorganisme terhadap lingkungan barunya dan berakhir ketika proses adaptasi sejumlah bakteri aktif dengan air limbah telah menunjukkan kestabilan.

Analisa terhadap bahan organik dilakukan untuk mengetahui perkembangan penguraian bahan organik. Kegiatan ini dilakukan melalui pengukuran Permanganat value (PV) selama aklimatisasi sampai kondisi stabil (*steady state*) dicapai.

2.4.5. Aerasi

Secara umum, aerasi merupakan proses yang bertujuan untuk meningkatkan kontak antara udara dengan air. Pada prakteknya, proses aerasi terutama bertujuan untuk meningkatkan konsentrasi oksigen di dalam air limbah. Peningkatan konsentrasi oksigen di dalam air ini akan memberikan berbagai manfaat dalam pengolahan limbah.

Proses aerasi sangat penting terutama pada pengolahan limbah yang proses pengolahannya memanfaatkan bakteri aerob. Bakteri aerob adalah kelompok bakteri yang mutlak memerlukan oksigen bebas untuk proses metabolismenya. Dengan tersedianya oksigen yang mencukupi selama proses biologi, maka bakteri-bakteri tersebut dapat bekerja dengan optimal. Hal ini akan bermanfaat dalam penurunan konsentrasi zat organik di dalam air limbah. Selain diperlukan untuk proses metabolisme bakteri aerob, kehadiran oksigen juga bermanfaat untuk proses oksidasi senyawa-senyawa kimia di dalam air limbah serta untuk menghilangkan bau. Aerasi dapat dilakukan secara alami, difusi, maupun mekanik (sumber : <http://www.airlimbah.com/2010/08/12/>).

2.4.6. Pembersihan *Biosand Filter*

Pasir di dalam *Biosand Filter* membutuhkan pembersihan periodik. Umumnya karena lapisan *biofilm* dalam *biosand filter* terus terakumulasi dan tumbuh hingga tekanan akan aliran hilang karena lapisan *biofilm* menjadi berlebihan. Lapisan *biofilm* dalam *biosand filter* dan saringan pasir lambat biasanya dibersihkan setiap 1 hingga 3 bulan tergantung level kekeruhan. Tetapi selama kekeruhan begitu tinggi dimana pasir membutuhkan pemberihan setiap 2 minggu atau bahkan sesering mungkin. Selain kekeruhan, jumlah pembersihan tergantung pada distribusi partikel, kualitas air yang masuk dan temperatur air.

2.5 Karbon Aktif (*Activated Carbon*)

Dalam pengolahan air limbah khususnya limbah tekstil, karbon aktif umumnya digunakan untuk menyerap substansi organik yang tidak diinginkan seperti warna, logam berat serta bahan toksik yang tidak dapat di uraikan.

Karbon aktif adalah suatu bentuk karbon yang mampu mengadsorpsi baik dari fase gas, fase cair dan padatan. Kemampuan karbon aktif mengadsorpsi ditentukan juga oleh senyawa karbonnya. Dimana senyawa karbonnya mempunyai bentuk amorf dengan luas permukaan yang besar (500-1400 m²/g). Luas permukaan yang besar menunjukkan bahwa struktur pori internalnya juga besar, sehingga dapat digunakan untuk menyerap zat-zat yang tidak diinginkan baik didalam air maupun gas. Karbon aktif yang baik adalah karbon yang mempunyai kadar karbon tinggi dan kadar abu serta air rendah (Chereminisoff dan Ellerbusch, 1978).

2.5.1. Pembuatan Karbon Aktif

Produksi karbon aktif dapat dilakukan dengan mengaktifkan bahan yang mengandung karbon pada kondisi tertentu. Bahan-bahan tersebut dapat berupa tulang, kayu, sekam, kulit kerang, aspal, tempurung kelapa, gergajian kayu, dan sebagainya yang dapat diubah menjadi karbon aktif.

Pembuatan karbon aktif melalui beberap tahap proses produksi yang terbagi menjadi tiga tahap produksi, yaitu :

1. Proses dehidrasi, yaitu proses penghilangan kadar air.
2. Proses karbonisasi, yaitu pirolisis dengan pembakaran tak sempurna dengan udara bebas.
3. Proses aktivasi menggunakan aktifator yang sesuai.

Proses-proses ini berjalan berurutan sehingga pori-pori yang tadinya masih tertutup oleh adanya sisa-sisa zat organik dapat menjadi bersih sehingga akan mengoptimalkan daya tangkap karbon aktif yang dihasilkan nantinya juga ditentukan oleh bahan yang digunakan serta metode aktivasi yang dilakukan.

2.5.2. Jenis-Jenis Karbon Aktif

1) Tempurung Kelapa

Bahan baku karbon aktif yang digunakan dalam penelitian ini adalah berupa limbah berupa tempurung kelapa yang merupakan kulit terluar kelapa.

Komponen utama tempurung kelapa berupa :

1. Selulosa (33,61) %
2. Hemiselulosa (19,27) %
3. Lignin (36,51) % (Sumber : <http://www.asapcair.com>)

2) Sekam Padi

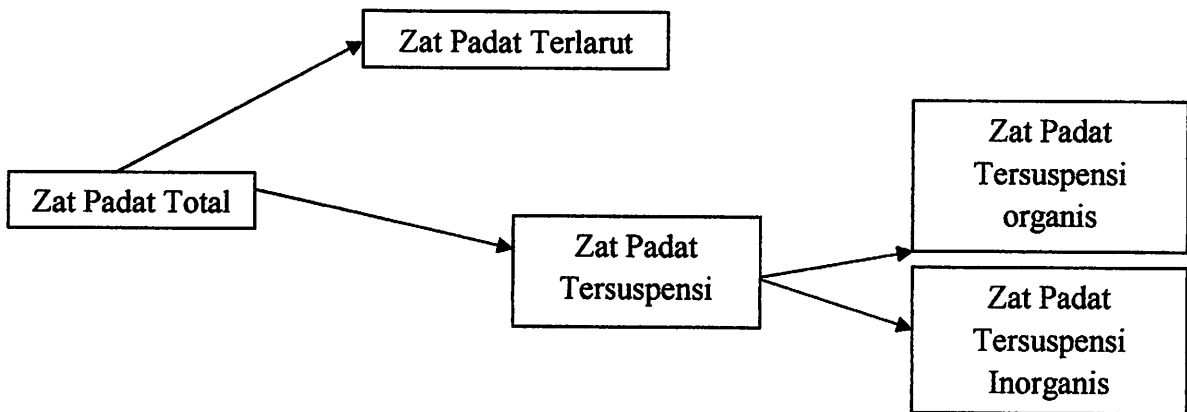
Karbon aktif sekam padi merupakan kulit terluar padi. Komponen utama sekam padi berupa :

1. Selulosa (33,61) %
2. Hemiselulosa (19,27) %
3. Lignin (36,51) % (Sumber : <http://www.ipb.ac.id>)

2.6 Total *Suspended Solid* (TSS)

Dalam air alam ditemui dua kelompok zat, yaitu zat terlarut seperti garam dan molekul organik, dan zat padat tersuspensi dan koloidal seperti tanah liat, kwarts. Perbedaan pokok antara kedua kelompok zat ini ditentukan melalui ukuran/diameter partikel-partikel tersebut.

Pengertian zat padat total adalah semua zat-zat tersisa sebagai residu dalam suatu benjana, bila sampel air dalam benjana tersebut dikeringkan pada suhu tertentu. Zat padat total terdiri dari zat padat terlarut dan zat padat tersuspensi yang bersifat organis dan inorganis seperti dijelaskan pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 Skema Zat Padat (Sumber : Alaerts dan Santika, 1987)

2.7 Minyak dan Lemak

Minyak lemak termasuk salah satu anggota golongan lipid yaitu merupakan lipid netral. Emulsi air dalam minyak terbentuk jika droplet-droplet air ditutupi oleh lapisan minyak dimana sebagian emulsi minyak tersebut akan mengalami degradasi melalui foto oksidasi spontan dan oksidasi oleh mikroorganisme (Ketaren, 1986).

Suatu perairan yang terdapat minyak lemak didalamnya maka minyak lemak tersebut akan selalu berada di atas permukaan air hal ini dikarenakan minyak lemak tidak larut dalam air dan berat jenis minyak lemak lebih kecil dari pada berat jenis air (Sugiharto, 2008).

2.8 Kekeruhan

Kekeruhan di dalam air disebabkan oleh adanya zat tersuspensi, seperti lempung, lumpur, zat organik, plankton, dan zat-zat koloid. Sedangkan warna, disebabkan oleh adanya ion-ion metal alam, humus, plankton, tanaman air dan buangan industri. Ada dua macam warna didalam air yaitu warna nyata dan warna nampak. Warna nyata adalah warna yang terukur dengan penghilangan kekeruhan

terlebih dahulu yaitu dengan penyaringan atau sentrifuge. Sedangkan warna nampak adalah warna yang pada pengukuran tidak didahului dengan penghilangan kekeruhan (Alaert, dan Santika, 1987).

2.9 Metode Pengolahan Data

2.9.1 Statistik Deskriptif dan Inferensi

Secara garis besar, statistik dibedakan menjadi 2 yaitu statistik deskriptif dan statistik inferensi. Metode statistika yang meringkas, menyajikan, dan mendeskripsikan data dalam bentuk yang mudah dibaca sehingga memberika kemudahan dalam memberikan informasi disebut statistika deskriptif. Statistika deskriptif menyajikan data dalam bentuk tabel, grafik, ukuran pemusatan data, dan penyebaran data (Iriawan dan Astuti, 2006).

2.9.2 Analisis Korelasi

Koefisien korelasi pearson berguna untuk mengukur tingkat keeratan hubungan linear antara 2 variabel. Nilai korelasi berkisar antara -1 sampai +1. Nilai korelasi negatif berarti hubungan antara 2 variabel adalah negatif. Artinya, apabila salah satu variabel menurun, maka variabel lainnya akan meningkat. Sebaliknya, nilai korelasi positif berarti hubungan antara kedua variabel adalah positif. Artinya, apabila salah satu variabel meningkat, maka variabel dikatakan berkorelasi kuat apabila makin mendekati 1 atau -1. Sebaliknya, suatu hubungan antara 2 variabel dikatakan lemah apabila semakin mendekati (0) nol.

Hipotesis

Hipotesis untuk uji korelasi adalah :

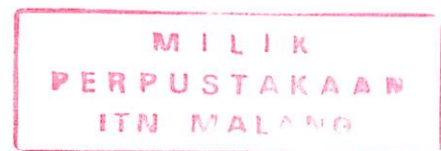
$$H_0 : \rho = 0$$

$$H_1 : \rho \neq 0$$

Dimana ρ adalah korelasi antara 2 variabel.

Daerah penolakan

$$p\text{-value} < \alpha .$$



untuk membuat interpretasi analisis korelasi, ada beberapa hal yang harus diingat, yaitu :

1. Koefisien korelasi hanya mengukur hubungan linier. Jika ada hubungan non linear, maka koefisien korelasi akan bernilai 0.
2. Koefisien korelasi sangat sensitif terhadap nilai ekstrem.
3. Kita bisa membuat korelasi hanya jika variabel memiliki hubungan sebab akibat.

2.9.3 Analisis Regresi

Analisis regresi sangat berguna dalam berbagai penelitian antara lain :

1. Model regresi dapat digunakan untuk mengukur kekuatan hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor.
2. Model regresi dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh suatu atau beberapa variabel predictor terhadap variabel respon.
3. Model regresi berguna untuk memprediksikan pengaruh suatu variabel atau beberapa variabel prediktor terhadap variabel respon.

Model regresi memiliki variabel respon (y) dan variabel prediktor (x). Variabel respon adalah variabel yang dipengaruhi suatu variabel prediktor. Variabel respon sering dikenal variabel *dependent* karena peneliti tidak bebas mengendalikannya. Kemudian, variabel prediktor digunakan untuk memprediksi nilai variabel respon dan sering disebut variabel *independent* karena peneliti bebas mengendalikannya (Iriawan dan Astuti, 2006).

Kedua variabel dihubungkan dalam bentuk persamaan matematika. Secara umum, bentuk persamaan regresi dinyatakan sebagai berikut :

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + \epsilon$$

2.9.4. Pengantar Desain Eksperimen

Desain eksperimen berperan penting dalam mengembangkan proses dan dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan dalam proses agar kinerja proses meningkat. Desain eksperimen dapat didefinisikan sebagai

suatu uji atau rentetan uji dengan mengubah variabel input (faktor) suatu proses sehingga bisa diketahui penyebab perubahan output (respon).

2.9.5. Langkah-langkah dalam Desain Eksperimen

Desain eksperimen memerlukan tahap-tahap penting yang berguna agar desain mengarah pada hasil yang diinginkan. Berikut ini adalah langkah-langkah melakukan desain eksperimen (Iriawan dan Astuti, 2006) :

1. Mengenal masalah
2. Memilih faktor dan level
3. Menentukan faktor dan level
4. Memilih metode desain eksperimen
5. Melaksanakan eksperimen
6. Analisis data
7. Membuat suatu keputusan

2.9.6. *Analysis of Variance*

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

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Umum

Teknologi *Biosand Filter* yang merupakan pengembangan dari *Slow Sand Filter* sudah mulai di terapkan di beberapa negara sebagai salah satu teknologi tepat guna dalam mengolah air dengan karakteristik tertentu (Anonim, 2011). Sedangkan teknologi karbon aktif telah digunakan dalam pengolahan air karena terbukti efektif dalam menurunkan beberapa paramater air. Pada penelitian ini akan dibahas sejauh mana efektifitas *biosand filter* dengan penambahan karbon aktif dari tempurung kelapa dalam menurunkan konsentrasi TSS dan Minyak Lemak dari limbah cair rumah makan ‘warung prasmanan syahroni’.

Metode penelitian dalam pelaksanaan penelitian skripsi ini diperlukan untuk memberikan gambaran umum mengenai metode-metode dan langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian sehingga sesuai dengan tujuan.

3.2. Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam penelitian Laboratorium (*Labour Experiment*), yang dilaksanakan dalam skala laboratorium. Adapun jenis penelitian yang dilakukan adalah dengan percobaan dalam batasan waktu tertentu terhadap kadar TSS, Kekeruhan dan minyak lemak dari limbah cair domestik rumah makan ‘warung prasmanan syahroni’ dengan menggunakan teknologi *biosand filter* dengan penambahan karbon aktif dari tempurung kelapa dan kerikil + ijuk.

3.3. Variabel Penelitian

1. Variabel Prediktor

Waktu pengambilan sampel : Jam ke 0, 2, 4, 6 dan 8

2. Variabel Respon

Paramater yang diteliti adalah konsentrasi TSS, Kekeruhan dan Minyak Lemak.

3. Variabel Bebas

Pada penelitian ini menggunakan reaktor *biosand filter* dengan media filter berpasir halus, pasir kasar, kerikil, ijuk dan karbon aktif dari tempurung kelapa.

Tinggi / ketebalan media yang digunakan yaitu :

Pasir halus dengan ketinggian	: 30 cm
Pasir kasar dengan ketinggian	: 25 cm
Karbon aktif	: 30 cm
Kerikil	: 10 cm
Ijuk	: 5 cm

Berdasarkan SNI 3981, 2008.

Diameter media filter

Pasir halus	: 0,20 mm
Pasir kasar	: 0,30 mm
Karbon aktif	: 0,20 mm
Kerikil	: 10 mm
Ijuk	: 5 mm

Berdasarkan Djoko B, M. 1997

Debit aliran : 1,9 ml/detik

(sumber : hasil perhitungan)



3.4. Bahan dan Alat Penelitian

3.4.1 Bahan

Pada proses penelitian ini, media berupa pasir halus, pasir kasar, kerikil ijuk, dan karbon aktif.

🚰 Dicuci

🚰 Dikeringkan

✚ Diayak

✚ Di oven

3.4.2 Alat Penelitian

1) *Biosand Filter (BSF)*

Pada penelitian ini alat yang digunakan adalah *biosand filter (BSF)*.

Panjang unit	: 30 cm
Lebar unit	: 30 cm
Tinggi unit	: 50 cm
Tinggi total media	: 30 cm
Tinggi air diatas media	: 5 cm
<i>Freeboard (fb)</i>	: 10 cm

2) **Reservoar**

Reservoar yang digunakan untuk menampung air proses limbah rumah makan ‘warung prasmanan syahroni’ sebanyak 2 buah, 1 buah reservoar yang memiliki volume 250 liter dan 1 buah reservoar yang memiliki volume 50 liter.

3.5. Aklimatisasi

Pada tahap aklimatisasi dilakukan dengan analisa terhadap bahan organik dengan pengukuran permanganat p-value (PV)

3.6. Aerasi

Aerasi yang digunakan yaitu aerator tipe h-338 aquarium air pump hai long yang diletakan di didalam reaktor biosand filter.

3.7. Pelaksanaan Penelitian




Pelaksanaan penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan. Tahapan-tahapan tersebut adalah sebagian berikut :

3.7.1 Proses Sampling

1) Pengambilan sampel

Dimana sampel diambil pada outlet saluran akhir pembuangan rumah makan 'warung prasmanan syahroni' sebelum menuju drainase. Penyimpanan sampel dengan wadah yang sudah steril dan ditutup dengan plastik atau kain warna gelap.

2) Analisa sampel

-  TSS : Metode Gravimetri
-  Kekeruhan : Metode Turbidity
-  Minyak lemak : Metode Gravimetri

3.8. Analisis Data

Sebelum data diolah lebih lanjut, terlebih dahulu dilakukan analisa pendahuluan.

Analisa data statistik hasil penelitian dilakukan dengan metode analisis deskriptif, uji korelasi dan regresi. Analisa deskriptif ditujukan untuk mendapatkan gambaran berdasarkan fakta yang diperoleh dari sampel penelitian yang ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik.

Analisa varian untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan nyata atau tidak (secara statistik) antara berbagai variasi percobaan terhadap penurunan warna dan krom. Kemudian dilanjutkan dengan analisa korelasi dan regresi untuk mengetahui tingkat keterkaitan suatu variabel terhadap variabel lain.

3.9. Kesimpulan dan Saran

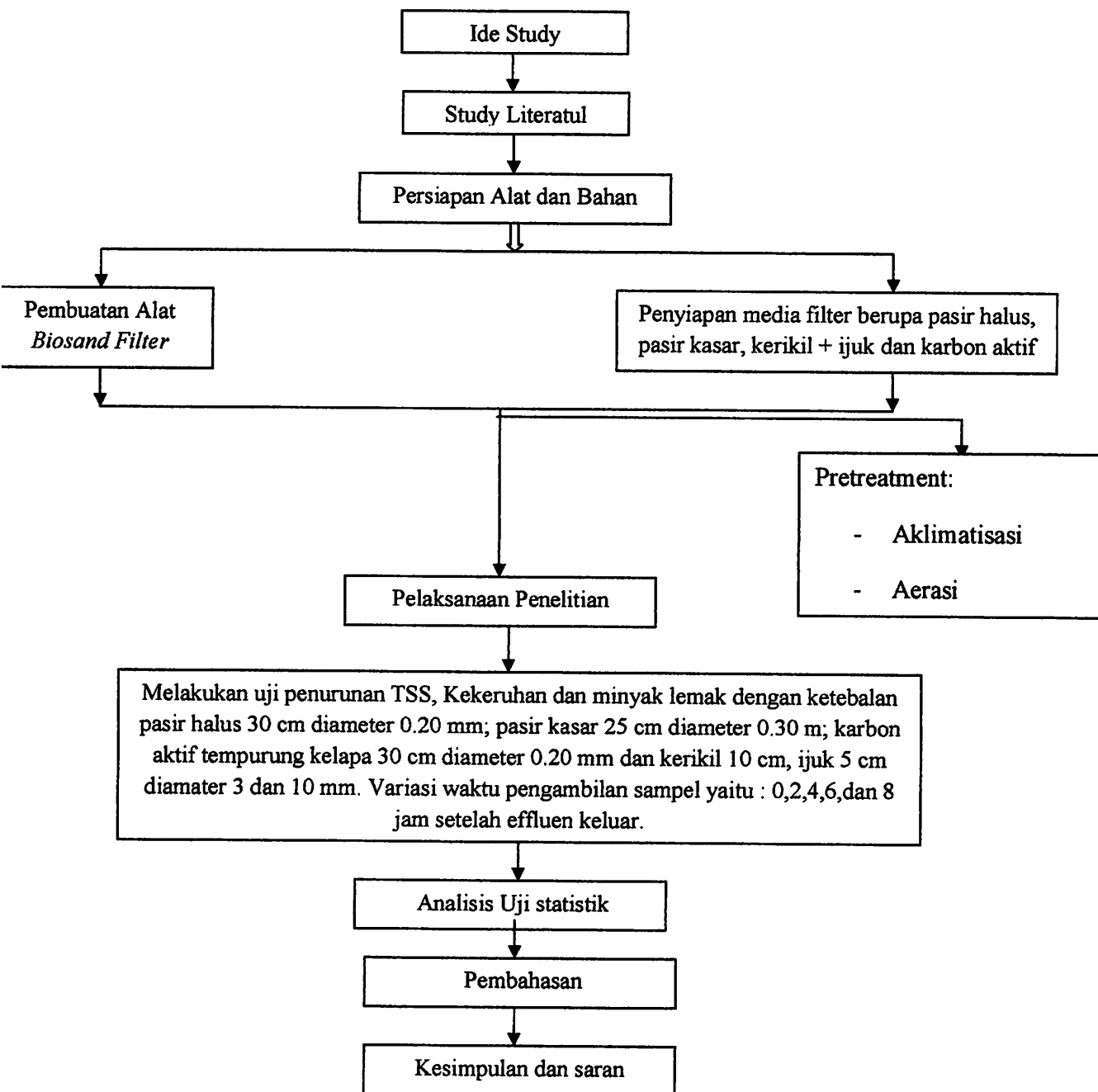
Kesimpulan dituliskan untuk menjawab tujuan dari penelitian ini dan mempermudah pembaca memperoleh gambaran hasil penelitian yang dilakukan. Kesimpulan ini diambil dari hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan.

Saran diberikan nantinya diharapkan dapat berguna bagi penelitian selanjutnya yaitu penyempurnaan penelitian kajian pengolahan *Biosand Filter* dengan penambahan karbon aktif untuk menurunkan kandungan limbah cair rumah makan sehingga menjadi air baku yang layak digunakan.



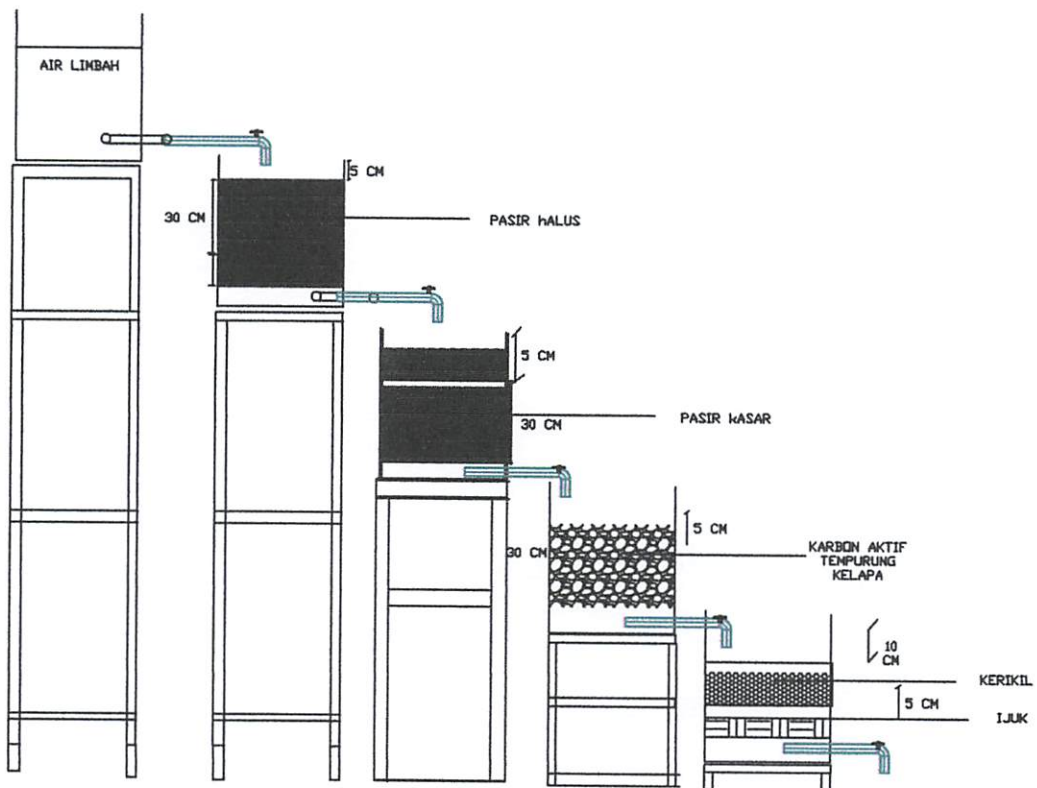
3.10. Kerangka Penelitian

Untuk mempermudah proses pengerjaan skripsi ini, maka dibuat diagram alir penelitian. Adapun metodologi penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

DESAIN REAKTOR



BAB IV
ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

**4.1. Karakteristik Limbah Cair Rumah Makan ‘Warung Prasmanan Syahroni’
Kelurahan Sawojajar Kota Malang**

Berdasarkan analisa laboratorium yang dilakukan, diperoleh data karakteristik air limbah domestik rumah makan ‘warung prasmanan syahroni’ Kelurahan Sawojajar Kota Malang yang terdapat pada Tabel 4.1 :

**Tabel 4.1. Karakteristik Air Limbah Domestik Rumah Makan ‘WPS’
Kelurahan Sawojajar Kota Malang**

No.	Parameter	Hasil*)	Baku Mutu**)	Satuan
1.	TSS	1700	100	mg/L
2.	Kekeruhan	144,3	25	NTU
3.	Minyak Lemak	1500	10	mg/l

Sumber : *) *Analisa Laboratorium Lingkungan ITN Malang*

**) *Kepmen Negara LH No. 112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik*

***) *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416/MENKES/PER/IX/1990 Tanggal : 3 September 1990*

Berdasarkan Kepmen Negara LH No. 112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik kadar maksimum yang diperbolehkan adalah untuk TSS 100 mg/l dan minyak lemak 10 mg/l, sedangkan untuk Kekeruhan yang diperbolehkan yaitu 25 NTU. Dari hasil analisa tersebut diketahui bahwa kadar TSS, Minyak Lemak dan kekeruhan yang ada melampaui baku mutu jika dibandingkan dengan Kepmen Negara LH No. 112 Tahun 2003 dan Permenkes No 416/Menkes/PER/IX/1990 sehingga perlu dilakukan pengolahan sebelum dibuang ke badan air, selanjutnya dilakukan penelitian untuk mengolah limbah cair rumah makan, tujuan pengolahan ini untuk proses pemanfaatan kembali sebagai air baku yang sesuai dengan Peraturan

Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

4.2 Penyisihan Bahan Organik Pada Tahap Aklimatisasi

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka data konsentrasi akhir bahan organik pada proses aklimatisasi dapat dilihat pada Tabel 4.2

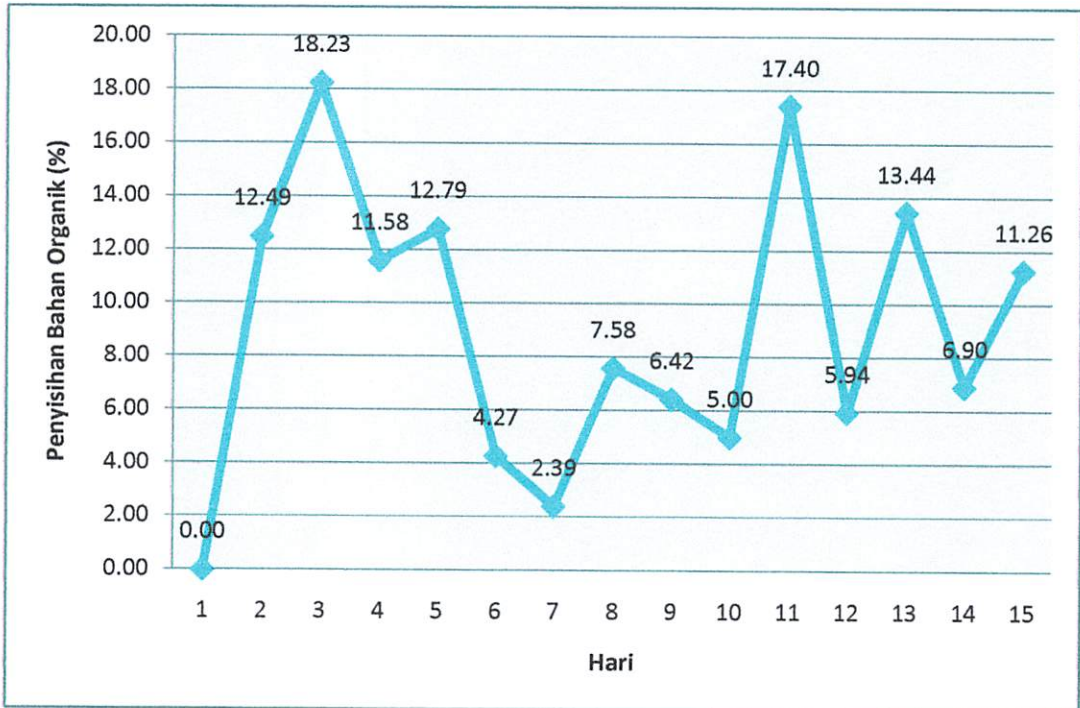
Tabel 4.2 Penyisihan Bahan Organik

Hari ke	Tanggal	temperatur (°C)	pH	Bahan Organik (mg/l)	Selisih Bahan Organik (mg/l)	Penyisihan Bahan Organik (%)
1	12-Juni	26,5	8,1	25,45	0,00	0,00
2	13-Juni	26,8	7,8	22,27	3,18	12,49
3	14-Juni	26,5	8,8	18,21	4,06	18,23
4	15-Juni	26,3	8,10	16,10	2,12	11,58
5	16-Juni	26,3	8,5	14,04	2,06	12,79
6	17-Juni	26,4	8,1	13,98	0,06	4,27
7	18-Juni	26,2	8,2	12,61	0,31	2,39
8	19-Juni	26,2	8,2	12,92	1,06	7,58
9	20-Juni	26,2	8,1	11,80	0,81	6,42
10	21-Juni	26,2	8,0	11,21	0,59	5,00
11	22-Juni	26,3	8,1	9,25	1,96	17,40
12	23-Juni	26,0	8,3	8,70	0,55	5,94
13	24-Juni	26,0	8,2	7,53	1,17	13,44
14	25-Juni	26,2	8,1	7,01	0,52	6,90
15	26-Juni	26,3	8,3	6,22	0,79	11,26

Sumber : Hasil penelitian di laboratorium lingkungan ITN Malang

Berdasarkan Tabel 4.2 dan Gambar 4.1 pada saat aklimatisasi terjadi fluktuasi penyisihan bahan organik. Aklimatisasi ini dilakukan secara *batch*. Untuk penyisihan bahan organik terendah terjadi pada hari ke 7 sebesar 2,39%, sedangkan penyisihan bahan organik tertinggi terjadi pada hari ke 3 sebesar 18,23 %. Untuk penyisihan bahan organik dengan fluktuasi dibawah 10% selama tiga hari berturut-turut terjadi pada hari ke 8, 9 dan 10 sebesar 7,58%, 6,42% dan 5,00% dengan konsentrasi bahan

organik sebesar 12,92 mg/l, 11,80 mg/l dan 11,21 mg/l. Pada tahap ini dapat dikatakan kondisi stabil (*steady state*) telah tercapai pada hari ke 15.



Gambar 4.1. Persen (%) penyisihan bahan organik pada saat aklimatisasi

Nilai yang stabil pada penyisihan bahan organik menunjukkan telah terbentuknya mikroorganisme yang mampu untuk menguraikan bahan organik dalam air limbah dan mampu beradaptasi dengan kondisi yang ada seperti konsentrasi dan komposisi substrat di dalam reaktor. Kegiatan ini dilakukan sampai kondisi stabil (*steady state*) dicapai, yaitu apabila penyisihan bahan organik yang dikonsumsi oleh mikroorganisme mendekati harga yang stabil atau konstan. Apabila selisih penurunan bahan organik selama tiga hari berturut-turut relatif stabil dengan perbedaan tidak lebih dari 10% maka dapat dikatakan kondisi telah stabil (*steady state*). Hal ini ditunjukkan melalui pengukuran bahan organik selama kondisi aklimatisasi pada

effluent sehingga diperoleh angka pengolahan yang konstan dengan penyisihan di bawah 10%.

4.3 Konsentrasi TSS, Kekeruhan dan Minyak Lemak Setelah Proses

Berdasarkan hasil penelitian, diketahui nilai konsentrasi akhir masing-masing parameter pada reaktor uji dapat dilihat pada Tabel 4.3 untuk TSS, Tabel 4.4 Kekeruhan, dan Tabel 4.5 Minyak Lemak Setelah proses.

Tabel 4.3. Konsentrasi TSS Setelah Proses

No	Media	Konsentrasi Awal (mg/L)	Waktu (Jam)	Konsentrasi Akhir TSS (mg/l)
1.	Pasir Halus	1100	0	166
		1100	2	166
		1100	4	133
		1100	6	133
		1100	8	100
2.	Pasir Kasar	900	0	100
		900	2	90
		900	4	85,3
		900	6	80
		900	8	79
3.	Karbon Aktif	800	0	79
		800	2	70,3
		800	4	69
		800	6	64
		800	8	60,3
4.	Kerikil + Ijuk	650	0	60,3
		650	2	58
		650	4	52,6
		650	6	45
		650	8	30

Sumber : Hasil penelitian di laboratorium lingkungan ITN Malang, 2012

Tabel 4.4. Konsentrasi Kekeruhan Setelah Proses

No	Media	Konsentrasi Awal (NTU)	Waktu (Jam)	Konsentrasi Akhir Kekeruhan (NTU)
1.	Pasir Halus	124,2	0	66,4
		124,2	2	56,7
		124,2	4	55,7
		124,2	6	47,3
		124,2	8	47,0
2.	Pasir Kasar	109,5	0	47,0
		109,5	2	44,1
		109,5	4	43,9
		109,5	6	43,0
		109,5	8	34,3
3.	Karbon Aktif	99,5	0	34,3
		99,5	2	32,5
		99,5	4	31,7
		99,5	6	29,3
		99,5	8	28,8
4.	Kerikil + Ijuk	89,2	0	28,8
		89,2	2	27,9
		89,2	4	27,8
		89,2	6	26,4
		89,2	8	26,2

Sumber : Hasil penelitian di laboratorium lingkungan ITN Malang, 2012

Tabel 4.5. Konsentrasi Minyak Lemak Setelah Proses

No	Media	Konsentrasi Awal (mg/L)	Waktu (Jam)	Konsentrasi Akhir Minyak Lemak (mg/l)
1.	Pasir Halus	1300	0	29,5
		1300	2	19,6
		1300	4	18,8
		1300	6	13,1
		1300	8	10,1
2.	Pasir Kasar	1000	0	10,1
		1000	2	9,5
		1000	4	8,8
		1000	6	8,1
		1000	8	7,8

3.	Karbon Aktif	900	0	7,8
		900	2	6,3
		900	4	5,7
		900	6	5,3
		900	8	4,9
4.	Kerikil + Ijuk	700	0	4,9
		700	2	3,7
		700	4	2,8
		700	6	2,5
		700	8	1,8

Sumber : Hasil penelitian di laboratorium lingkungan ITN Malang, 2012

4.4 Pengolahan Data

4.4.1 Persentase Penurunan TSS

Analisis persentase penurunan TSS pada setiap variasinya digunakan rumus :

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

Besarnya persentase penurunan konsentrasi TSS pada reaktor uji dapat dilihat pada Tabel 4.6

Tabel 4.6 Persentase Penurunan Konsentrasi TSS

No	Media	Konsentrasi Awal (mg/L)	Waktu (Jam)	Konsentrasi Akhir (mg/l)	Persentase Penyisihan TSS (%)
1.	Pasir Halus	1100	0	166	84,9
		1100	2	166	85,9
		1100	4	133	87,9
		1100	6	133	88,1
		1100	8	100	90,9
2.	Pasir Kasar	900	0	100	88,9
		900	2	90	89,4
		900	4	85,3	90
		900	6	80	90,5
		900	8	79	91,2
3.	Karbon Aktif	800	0	79	90,1
		800	2	70,3	91,2
		800	4	68	91,5

		800	6	64	92
		800	8	60,3	92,4
4.	Kerikil + Ijuk	650	0	60,3	90,7
		650	2	58	91,0
		650	4	52,6	91,9
		650	6	45	93,0
		650	8	30	95,3
		650	8	30	95,3

Keterangan :

- Pasir Halus : Persentase Penurunan 84,9% - 90,9%.
- Pasir Kasar : Persentase Penurunan 88,9% - 91,2%.
- Karbon Aktif : Persentase Penurunan 90,1% - 92,4%.
- Kerikil + Ijuk : Persentase Penurunan 90,7% - 95,3%.

4.4.2 Persentase Penurunan Kekeruhan

Analisis persentase penurunan Kekeruhan pada setiap variasinya digunakan rumus :

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

Besarnya persentase penurunan konsentrasi Kekeruhan pada reaktor uji dapat dilihat pada Tabel 4.7

Tabel 4.7 Persentase Penurunan Konsentrasi KEKERUHAN

No	Media	Konsentrasi Awal (NTU)	Waktu (Jam)	Konsentrasi Akhir (NTU)	Persentase Penyisihan Kekeruhan (%)
1.	Pasir Halus	124,2	0	66,4	46,5
		124,2	2	56,7	54,3
		124,2	4	55,7	55,1
		124,2	6	47,3	61,9
		124,2	8	47,0	62,1

2.	Pasir Kasar	109,5	0	47,0	57,0
		109,5	2	44,1	59,7
		109,5	4	43,9	59,9
		109,5	6	43,0	60,7
		109,5	8	34,3	68,6
3.	Karbon Aktif	99,5	0	34,3	65,5
		99,5	2	32,5	67,3
		99,5	4	31,7	68,1
		99,5	6	29,3	70,5
		99,5	8	28,8	71,0
4.	Kerikil + Ijuk	89,2	0	28,8	67,7
		89,2	2	27,9	68,7
		89,2	4	27,8	68,8
		89,2	6	26,4	70,4
		89,2	8	26,2	70,6

Keterangan :

- Pasir Halus : Persentase Penurunan 46,5% - 62,1%.
- Pasir kasar : Persentase Penurunan 57,0% - 68,6%.
- Karbon aktif : Persentase Penurunan 65,5% - 71,0%.
- Kerikil + ijuk : Persentase Penurunan 67,7% - 70,6%.

4.4.3 Persentase Penurunan Minyak Lemak

Analisis persentase penurunan minyak lemak pada setiap variasinya digunakan rumus :

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

Besarnya persentase penurunan konsentrasi minyak lemak pada reaktor uji dapat dilihat pada Tabel 4.8

Tabel 4.8 Persentase Penurunan Konsentrasi Minyak Lemak

No	Media	Konsentrasi Awal (mg/L)	Waktu (Jam)	Konsentrasi Akhir (mg/l)	Persentase Penyisihan Minyak Lemak (%)
1.	Pasir Halus	1300	0	29,5	97,7
		1300	2	19,6	98,4
		1300	4	18,8	98,5
		1300	6	13,1	98,9
		1300	8	10,1	99,2
2.	Pasir Kasar	1000	0	10,1	98,9
		1000	2	9,5	99,0
		1000	4	8,8	99,1
		1000	6	8,1	99,2
		1000	8	7,8	99,3
3.	Karbon Aktif	900	0	7,8	99,1
		900	2	6,3	99,3
		900	4	5,7	99,4
		900	6	5,3	99,5
		900	8	4,9	99,6
4.	Kerikil + Ijuk	700	0	4,9	99,3
		700	2	3,7	99,4
		700	4	2,8	99,6
		700	6	2,5	99,7
		700	8	1,8	99,8

Keterangan :

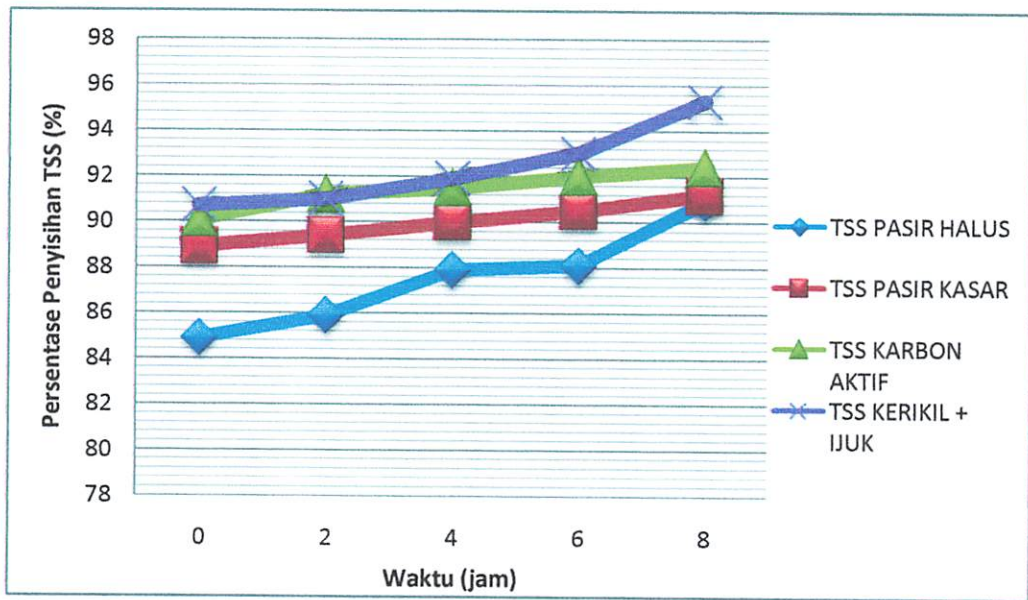
- Pasir Halus : Persentase Penurunan 97,7% - 99,2%.
- Pasir Kasar : Persentase Penurunan 98,9% - 99,3%.
- Karbon Aktif : Persentase Penurunan 99,1% - 99,6%.
- Kerikil + Ijuk : Persentase Penurunan 99,3% - 99,6%.

4.5 Analisis Deskriptif

4.5.1 Analisis Deskriptif Penurunan TSS

Variasi yang digunakan adalah waktu pengambilan sampel yaitu 0, 2, 4, 6 dan 8 jam. Berdasarkan data persentase penurunan konsentrasi TSS pada Tabel 4.6 maka

dapat diplotkan menjadi sebuah grafik presentase penurunan konsentrasi TSS pada gambar 4.2.



Gambar 4.2. Persentase penurunan konsentrasi TSS

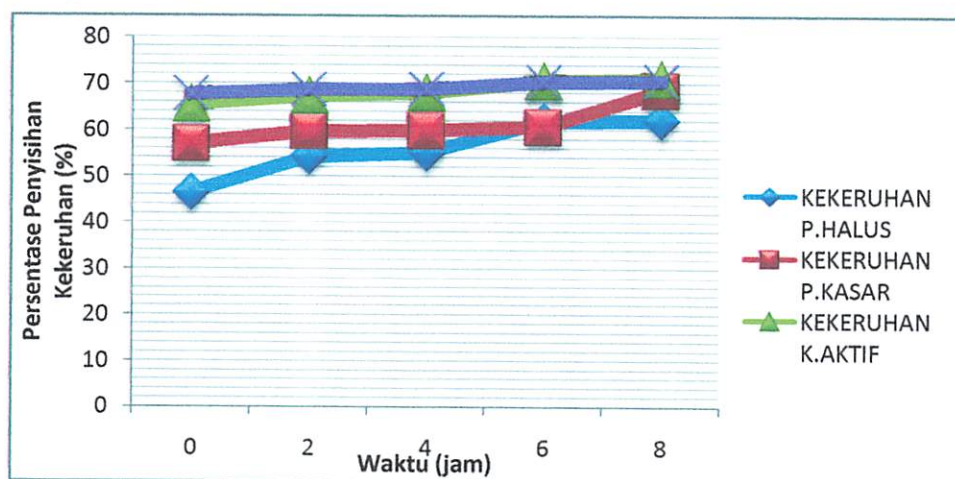
Keterangan :

- ✚ TSS Pasir Halus : berdasarkan grafik garis warna biru, persentase penurunan konsentrasi TSS pada pasir halus cenderung semakin naik seiring dengan semakin lamanya waktu pengambilan sampel. Persentase penurunan tertinggi sebesar 90,9% terjadi pada waktu pengambilan sampel jam ke 8. Sedangkan persentase TSS terendah 84,9% terjadi pada waktu pengambilan sampel jam ke 0.
- ✚ TSS Pasir kasar : berdasarkan grafik garis warna merah, persentase penurunan konsentrasi TSS pada pasir kasar cenderung semakin naik seiring dengan semakin lamanya waktu pengambilan sampel. Persentase penurunan tertinggi sebesar 91,2% terjadi pada waktu pengambilan sampel jam ke 8. Sedangkan persentase TSS terendah 88,9% terjadi pada waktu pengambilan sampel jam ke 0.

- ✚ TSS Karbon Aktif : berdasarkan grafik garis warna hijau, persentase penurunan konsentrasi TSS pada karbon cenderung semakin naik seiring dengan semakin lamanya waktu pengambilan sampel. Persentase penurunan tertinggi sebesar 92,4% terjadi pada waktu pengambilan sampel jam ke 8. Sedangkan persentase TSS terendah 90,1% terjadi pada waktu pengambilan sampel jam ke 0.
- ✚ TSS Kerikil dan Ijuk : berdasarkan grafik garis warna ungu, persentase penurunan konsentrasi TSS pada kerikil & ijuk cenderung semakin rendah seiring dengan semakin lamanya waktu pengambilan sampel. Persentase penurunan tertinggi sebesar 95,3% terjadi pada waktu pengambilan sampel jam ke 8. Sedangkan persentase TSS terendah 90,7% terjadi pada waktu pengambilan sampel jam ke 0.

4.5.2 Analisis Deskriptif Penurunan Kekeruhan

Variasi yang digunakan adalah waktu pengambilan sampel yaitu 0, 2, 4, 6 dan 8 jam. Berdasarkan data persentase penurunan konsentrasi Kekeruhan pada Tabel 4.7 maka dapat diplotkan menjadi sebuah grafik persentase penurunan konsentrasi Kekeruhan pada Gambar 4.3.



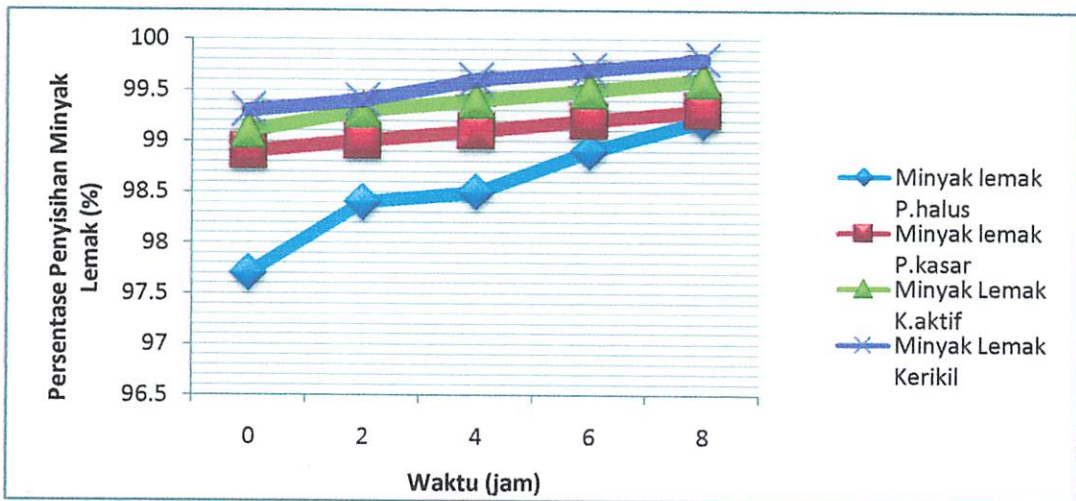
Gambar 4.3. Persentase penurunan konsentrasi Kekeruhan

Kesimpulan :

- ✚ Kekeruhan Pasir Halus : berdasarkan grafik garis warna biru, persentase penurunan konsentrasi kekeruhan pada pasir halus cenderung semakin naik seiring dengan semakin lamanya waktu pengambilan sampel. Persentase penurunan Kekeruhan tertinggi sebesar 62,1% terjadi pada waktu pengambilan sampel jam ke 8. Sedangkan persentase penurunan Kekeruhan terendah 46,5% terjadi pada waktu pengambilan sampel jam ke 0.
- ✚ Kekeruhan Pasir Kasar : berdasarkan grafik garis warna merah, persentase penurunan konsentrasi kekeruhan pada pasir kasar cenderung semakin naik seiring dengan semakin lamanya waktu pengambilan sampel. Persentase penurunan Kekeruhan tertinggi sebesar 68,6% terjadi pada waktu pengambilan sampel jam ke 8. Sedangkan persentase penurunan Kekeruhan terendah sebesar 57% terjadi pada waktu pengambilan sampel jam ke 0.
- ✚ Kekeruhan Karbon Aktif : berdasarkan grafik garis batang warna hijau, persentase penurunan konsentrasi kekeruhan pada pasir halus cenderung semakin naik seiring dengan semakin lamanya waktu pengambilan sampel. Persentase penurunan Kekeruhan tertinggi sebesar 71% terjadi pada waktu pengambilan sampel jam ke 8. Sedangkan persentase penurunan Kekeruhan terendah sebesar 65,5% terjadi pada waktu pengambilan sampel jam ke 0.
- ✚ Kekeruhan kerikil & Ijuk : berdasarkan grafik garis batang warna ungu, persentase penurunan konsentrasi kekeruhan pada pasir halus cenderung semakin naik seiring dengan semakin lamanya waktu pengambilan sampel. Persentase penurunan Kekeruhan tertinggi sebesar 70,6% terjadi pada waktu pengambilan sampel jam ke 8. Sedangkan persentase penurunan Kekeruhan terendah sebesar 67,7% terjadi pada waktu pengambilan sampel jam ke 2.

4.6.3 Analisis Deskriptif Penurunan Minyak Lemak

Variasi yang digunakan adalah waktu pengambilan sampel yaitu 0, 2, 4, 6 dan 8 jam. Berdasarkan data persentase penurunan konsentrasi minyak lemak Tabel 4.8 maka dapat diplotkan menjadi sebuah grafik persentase penurunan konsentrasi Kekeruhan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4. Persentase penurunan konsentrasi Minyak lemak

Keterangan :

- ✚ Minyak Lemak Pasir Halus : Berdasarkan grafik garis warna biru, menunjukkan bahwa persentase penurunan konsentrasi Minyak Lemak pada pasir halus cenderung semakin naik seiring dengan semakin lamanya waktu pengambilan sampel. Persentase penurunan minyak lemak tertinggi sebesar 99,2% terjadi pada waktu pengambilan sampel jam ke 8. Sedangkan persentase penurunan minyak lemak terendah terendah sebesar 97,7% terjadi pada waktu pengambilan sampel jam ke 0.
- ✚ Minyak Lemak Pasir Kasar : Berdasarkan grafik garis warna merah, menunjukkan bahwa persentase penurunan konsentrasi Minyak Lemak

pada pasir kasar cenderung semakin naik seiring dengan semakin lamanya waktu pengambilan sampel. Persentase penurunan minyak lemak tertinggi sebesar 99,3% terjadi pada waktu pengambilan sampel jam ke 8. Sedangkan persentase penurunan minyak lemak terendah terendah sebesar 98,9% terjadi pada waktu pengambilan sampel jam ke 0.

🚩 Minyak Lemak Karbon Aktif : Berdasarkan grafik garis warna hijau, menunjukkan bahwa persentase penurunan konsentrasi Minyak Lemak pada karbon aktif cenderung semakin naik seiring dengan semakin lamanya waktu pengambilan sampel. Persentase penurunan minyak lemak tertinggi sebesar 99,6% terjadi pada waktu pengambilan sampel jam ke 8. Sedangkan persentase penurunan minyak lemak terendah terendah sebesar 99,1% terjadi pada waktu pengambilan sampel jam ke 0.

🚩 Minyak Lemak kerikil & Ijuk : Berdasarkan grafik garis warna ungu, menunjukkan bahwa persentase penurunan konsentrasi Minyak Lemak pada kerikil & ijuk cenderung semakin naik seiring dengan semakin lamanya waktu pengambilan sampel. Persentase penurunan minyak lemak tertinggi sebesar 99,8% terjadi pada waktu pengambilan sampel jam ke 8. Sedangkan persentase penurunan minyak lemak terendah terendah sebesar 99,3% terjadi pada waktu pengambilan sampel jam ke 0.

4.6 Analisis Korelasi

Analisis korelasi dilakukan untuk mengukur tingkat keeratan hubungan linear antara variabel yang diamati. Nilai korelasi berkisar antara -1 sampai +1. Nilai korelasi negatif mempunyai artian bahwa hubungan antara dua variabel adalah tidak searah, dimana jika salah satu variabel menurun maka variabel lainnya meningkat.

Nilai korelasi bernilai positif berarti hubungan antara kedua variabel adalah searah, dimana jika salah satu variabel meningkat maka variabel lainnya meningkat pula.

Suatu hubungan antara dua variable dikatakan berkorelasi kuat apabila makin mendekati 1 atau (-1) dan jika sebuah hubungan antara dua variabel dikatakan lemah apabila semakin mendekati 0 (nol). Nilai dari derajat keeratan (r) tersebut dapat dibaca dengan melihat klasifikasi hubungan statistika dua peubah. Analisis korelasi ini juga terdapat hipotesa ada tidaknya korelasi antar variabel, dimana :

- H_0 = Tidak ada korelasi antara variabel ($\rho = 0$)
- H_1 = Ada korelasi antara variabel ($\rho \neq 0$)

Sementara dasar pengambilan keputusan dapat dilihat dari daerah penolakan berdasarkan nilai probabilitas, yaitu :

- Jika probabilitas $\geq 0,05$, maka H_0 diterima
- Jika probabilitas $< 0,05$, maka H_0 ditolak

4.6.1 Analisis Korelasi Untuk Persentase Penyisihan TSS Pasir Halus (1)

Hasil uji korelasi persentase penyisihan TSS dapat dilihat pada Tabel 4.9

Tabel 4.9 Hasil Uji Korelasi Persentase penyisihan TSS Pasir Halus (%) Terhadap Waktu Operasional (jam)

22/07/2012 15:51:18
Correlations: Waktu; Penyisihan TSS Pasir Halus (%)
Pearson correlation of Waktu and Penyisihan TSS = 0,971 P-Value = 0,006

Keterangan :

Pearson Correlation : Nilai korelasi Pearson (korelasi yang digunakan untuk variabel kuantitatif adalah Korelasi Pearson)

P-value : Nilai probabilitas (nilai signifikan)

Keputusan

Berdasarkan Tabel 4.9 menunjukkan bahwa :

Koefisien korelasi antara persentase penyisihan TSS Pasir Halus (1) dengan waktu operasional adalah 0,971. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel kuat, karena mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu operasionalnya maka persen penyisihan TSS Pasir Halus yang dihasilkan akan semakin meningkat. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai probabilitasnya $0,006 < 0,05$. Artinya ada korelasi antara persentase penyisihan TSS Pasir Halus dengan waktu operasional.

Tabel 4.10 Hasil Uji Korelasi Persentase penyisihan TSS Pasir Kasar (%) Terhadap Waktu Operasional (jam)

<p>———— 22/07/2012 15:51:18 ————</p> <p>Correlations: Waktu; Penyisihan TSS (%) Pasir Kasar Pearson correlation of waktu and persentase Penyisihan TSS = 0,998 P-Value = 0,000</p>

Keterangan :

- Pearson Correlation : Nilai korelasi Pearson (korelasi yang digunakan untuk variabel kuantitatif adalah Korelasi Pearson)
- P-value : Nilai probabilitas (nilai signifikan)

Keputusan

Berdasarkan Tabel 4.10 menunjukkan bahwa :
 Koefisien korelasi antara persentase penyisihan TSS Pasir Kasar (2) dengan waktu operasional adalah 0,998. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel kuat, karena mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu operasionalnya maka persen penyisihan TSS Pasir Kasar yang dihasilkan akan semakin meningkat. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal

(H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai probabilitasnya $0,000 < 0,05$. Artinya ada korelasi antara persentase penyisihan TSS Pasir Kasar dengan waktu operasional.

Tabel 4.11 Hasil Uji Korelasi Persentase penyisihan TSS Karbon Aktif (%) Terhadap Waktu Operasional (jam)

22/07/2012 15:51:18
Correlations: Waktu; Penyisihan TSS (%) Karbon Aktif Pearson correlation of waktu and persentase Penyisihan TSS = 0,971 P-Value = 0,006

Keterangan :

Pearson Correlation : Nilai korelasi Pearson (korelasi yang digunakan untuk variabel kuantitatif adalah Korelasi Pearson)

P-value : Nilai probabilitas (nilai signifikan)

Keputusan

Berdasarkan Tabel 4.11 menunjukkan bahwa :

Koefisien korelasi antara persentase penyisihan TSS Karbon Aktif (3) dengan waktu operasional adalah 0,971. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel kuat, karena mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu operasionalnya maka persen penyisihan TSS Karbon Aktif yang dihasilkan akan semakin meningkat. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai probabilitasnya $0,006 < 0,05$. Artinya ada korelasi antara persentase penyisihan TSS Karbon Aktif dengan waktu operasional.



Tabel 4.12 Hasil Uji Korelasi Persentase penyisihan TSS Kerikil & Ijuk (%) Terhadap Waktu Operasional (jam)

<p>Correlations: Waktu; Penyisihan TSS (%) Kerikil</p> <p>Pearson correlation of waktu and persentase Penyisihan TSS = 0,951 P-Value = 0,013</p>

Keterangan :

Pearson Correlation : Nilai korelasi Pearson (korelasi yang digunakan untuk variabel kuantitatif adalah Korelasi Pearson)

P-value : Nilai probabilitas (nilai signifikan)

Keputusan

Berdasarkan Tabel 4.12 menunjukkan bahwa :

Koefisien korelasi antara persentase penyisihan TSS Kerikil & Ijuk (4) dengan waktu operasional adalah 0,951. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel kuat, karena mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu operasionalnya maka persentase penyisihan TSS Kerikil & Ijuk yang dihasilkan akan semakin meningkat. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai probabilitasnya $0,013 < 0,05$. Artinya ada korelasi antara persentase penyisihan TSS Kerikil & Ijuk dengan waktu operasional.

4.6.2 Analisis Korelasi Untuk Persentase Penyisihan Kekeruhan Pasir Halus

Hasil uji korelasi persentase penyisihan Kekeruhan dapat dilihat pada Tabel 4.13

Tabel 4.13 Hasil Uji Korelasi Persentase penyisihan Kekeruhan Pasir Halus (%) Terhadap Waktu Operasional (jam)

<p>Correlations: Waktu; Penyisihan kekeruhan (%) Pasir Halus</p> <p>Pearson correlation of Waktu and Penyisihan kekeruhan = 0,952 P-Value = 0,012</p>
--

Keterangan :

Pearson Correlation : Nilai korelasi Pearson (korelasi yang digunakan untuk variabel kuantitatif adalah Korelasi Pearson)

P-value : Nilai probabilitas (nilai signifikan)

Keputusan

Berdasarkan Tabel 4.13 menunjukkan bahwa :

Koefisien korelasi antara persentase penyisihan Kekeruhan Pasir Halus dengan waktu operasional adalah 0,952. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel kuat, karena mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu operasionalnya maka persen penyisihan Kekeruhan Pasir Halus yang dihasilkan akan semakin meningkat. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai probabilitasnya $0,012 < 0,05$. Artinya ada korelasi antara persentase penyisihan Kekeruhan Pasir Halus dengan waktu operasional.

Tabel 4.14 Hasil Uji Korelasi Persentase penyisihan Kekeruhan Pasir Kasar (%) Terhadap Waktu Operasional (jam)

<p>Correlations: Waktu; Penyisihan kekeruhan (%) Pasir Kasar</p> <p>Pearson correlation of waktu and persentase Penyisihan kekeruhan = 0,874 P-Value = 0,052</p>

Keterangan :

Pearson Correlation : Nilai korelasi Pearson (korelasi yang digunakan untuk variabel kuantitatif adalah Korelasi Pearson)

P-value : Nilai probabilitas (nilai signifikan)

Keputusan

Berdasarkan Tabel 4.14 menunjukkan bahwa :

Koefisien korelasi antara persentase penyisihan Kekeruhan Pasir Kasar dengan waktu operasional adalah 0,874. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel kuat, karena mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu operasionalnya maka persen penyisihan Kekeruhan Pasir Kasar yang dihasilkan akan semakin meningkat. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai probabilitasnya $0,052 < 0,05$. Artinya ada korelasi antara persentase penyisihan Kekeruhan Pasir Kasar dengan waktu operasional.

Tabel 4.15 Hasil Uji Korelasi Persentase penyisihan Kekeruhan Karbon Aktif (%) Terhadap Waktu Operasional (jam)

<p>Correlations: Waktu; Penyisihan kekeruhan (%) karbon aktif</p> <p>Pearson correlation of waktu and persentase Penyisihan kekeruhan = 0,983 P-Value = 0,003</p>
--

Keterangan :

Pearson Correlation : Nilai korelasi Pearson (korelasi yang digunakan untuk variabel kuantitatif adalah Korelasi Pearson)

P-value : Nilai probabilitas (nilai signifikan)

Keputusan

Berdasarkan Tabel 4.15 menunjukkan bahwa :

Koefisien korelasi antara persentase penyisihan Kekeruhan Karbon Aktif dengan waktu operasional adalah 0,983. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel kuat, karena mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu operasionalnya maka persen penyisihan Kekeruhan Karbon Aktif yang dihasilkan akan semakin meningkat. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai probabilitasnya $0,003 < 0,05$. Artinya ada korelasi antara persentase penyisihan Kekeruhan Karbon Aktif dengan waktu operasional.

Tabel 4.16 Hasil Uji Korelasi Persentase penyisihan Kekeruhan Kerikil & Ijuk (%) Terhadap Waktu Operasional (jam)

Correlations: Waktu; Penyisihan kekeruhan (%) Kerikil

Pearson correlation of waktu and persentase Penyisihan kekeruhan = 0,964
P-Value = 0,008

Keterangan :

Pearson Correlation : Nilai korelasi Pearson (korelasi yang digunakan untuk variabel kuantitatif adalah Korelasi Pearson)

P-value : Nilai probabilitas (nilai signifikan)

Keputusan

Berdasarkan Tabel 4.16 menunjukkan bahwa :

Koefisien korelasi antara persentase penyisihan Kekeruhan Kerikil & Ijuk dengan waktu operasional adalah 0,964. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua

variabel kuat, karena mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu operasionalnya maka persen penyisihan Kekeruhan Kerikil & Ijuk yang dihasilkan akan semakin meningkat. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai probabilitasnya $0,008 < 0,05$. Artinya ada korelasi antara persentase penyisihan Kekeruhan Kerikil & Ijuk dengan waktu operasional.

4.6.3 Analisis Korelasi Untuk Persentase Penyisihan Minyak Lemak

Tabel 4.17 Hasil Uji Korelasi Persentase penyisihan Minyak Lemak Pasir Halus (%) Terhadap Waktu Operasional (jam)

<p>Correlations: Waktu; Penyisihan minyak lemak (%) Pasir Halus</p> <p>Pearson correlation of Waktu and Penyisihan minyak lemak = 0,974 P-Value = 0,005</p>
--

Keterangan :

Pearson Correlation : Nilai korelasi Pearson (korelasi yang digunakan untuk variabel kuantitatif adalah Korelasi Pearson)

P-value : Nilai probabilitas (nilai signifikan)

Keputusan

Berdasarkan Tabel 4.17 menunjukkan bahwa :

Koefisien korelasi antara persentase penyisihan minyak lemak pasir halus dengan waktu operasional adalah 0,974. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel kuat, karena mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu operasionalnya maka persen penyisihan minyak lemak pasir halus yang dihasilkan akan semakin meningkat. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai

probabilitasnya $0,005 < 0,05$. Artinya ada korelasi antara persentase penyisihan minyak lemak pasir halus dengan waktu operasional.

Tabel 4.18 Hasil Uji Korelasi Persentase penyisihan Minyak Lemak Pasir Kasar (%) Terhadap Waktu Operasional (jam)

Correlations: Waktu; Penyisihan minyak lemak (%) Pasir Kasar

Pearson correlation of waktu and persentase Penyisihan minyak Lemak = 0,962
P-Value = 0,009

Keterangan :

Pearson Correlation : Nilai korelasi Pearson (korelasi yang digunakan untuk variabel kuantitatif adalah Korelasi Pearson)

P-value : Nilai probabilitas (nilai signifikan)

Keputusan

Berdasarkan Tabel 4.18 menunjukkan bahwa :

Koefisien korelasi antara persentase penyisihan minyak lemak pasir kasar dengan waktu operasional adalah 0,962. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel kuat, karena mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu operasionalnya maka persen penyisihan minyak lemak pasir kasar yang dihasilkan akan semakin meningkat. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai probabilitasnya $0,009 < 0,05$. Artinya ada korelasi antara persentase penyisihan minyak lemak pasir kasar dengan waktu operasional.

Tabel 4.19 Hasil Uji Korelasi Persentase penyisihan Minyak Lemak Karbon Aktif(%) Terhadap Waktu Operasional (jam)

Correlations: Waktu; Penyisihan minyak lemak (%) karbon aktif

Pearson correlation of waktu and persentase Penyisihan minyak Lemak = 0,986
P-Value = 0,002

Keterangan :

Pearson Correlation : Nilai korelasi Pearson (korelasi yang digunakan untuk variabel kuantitatif adalah Korelasi Pearson)

P-value : Nilai probabilitas (nilai signifikan)

Keputusan

Berdasarkan Tabel 4.19 menunjukkan bahwa :

Koefisien korelasi antara persentase penyisihan minyak lemak karbon aktif dengan waktu operasional adalah 0,986. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel kuat, karena mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah, hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu operasionalnya maka persen penyisihan minyak lemak karbon aktif yang dihasilkan akan semakin meningkat. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai probabilitasnya $0,002 < 0,05$. Artinya ada korelasi antara persentase penyisihan minyak lemak karbon aktif dengan waktu operasional.

Tabel 4.20 Hasil Uji Korelasi Persentase penyisihan Minyak Lemak Kerikil & Ijuk(%) Terhadap Waktu Operasional (jam)

Correlations: Waktu; Penyisihan minyak lemak (%) Kerikil

Pearson correlation of waktu and persentase Penyisihan minyak Lemak = 0,991
P-Value = 0,001

Keterangan :

Pearson Correlation : Nilai korelasi Pearson (korelasi yang digunakan untuk variabel kuantitatif adalah Korelasi Pearson)

P-value : Nilai probabilitas (nilai signifikan)

Keputusan

Berdasarkan Tabel 4.20 menunjukkan bahwa :

Koefisien korelasi antara persentase penyisihan minyak lemak kerikil & ijuk dengan waktu operasional adalah 0,991. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel kuat, karena mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah, hal ini

ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin lama waktu operasionalnya maka persen penyisihan minyak lemak kerikil & ijuk yang dihasilkan akan semakin meningkat. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai probabilitasnya $0,001 < 0,05$. Artinya ada korelasi antara persentase penyisihan minyak lemak kerikil + ijuk dengan waktu operasional.

4.7 Analisis Regresi

Analisis regresi digunakan untuk mengetahui besarnya hubungan antara variabel respons dan variabel prediktor, sehingga diketahui ketepatan atau signifikansi prediksi dari hubungan atau korelasi data. Variabel respons adalah variabel yang dipengaruhi suatu variabel prediktor. Sedangkan variabel prediktor digunakan untuk memprediksi nilai variabel respons. Kedua variabel dihubungkan dengan bentuk persamaan aritmatika dimana variabel respons dan variabel prediktor dalam model regresi harus berskala kontinyu. Artinya bahwa skala data untuk kedua variabel harus ratio atau interval (Iriawan, 2004).

Pada analisis regresi juga diperlukan beberapa pengujian, yaitu :

- Uji T yang digunakan untuk mengetahui signifikansi koefisien dari variabel prediktor

Uji T mempunyai hipotesis bahwa :

H_0 = koefisien regresi tidak signifikan

H_1 = koefisien regresi signifikan

Dalam pengambilan keputusan, uji T membandingkan statistik T hitung dengan statistik T Tabel. Jika statistik T hitung $<$ statistik T Tabel, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak. Jika statistik T hitung $>$ statistik T Tabel, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.

Sementara dasar pengambilan keputusan dapat dilihat dari daerah penolakan berdasarkan nilai probabilitas, yaitu :

- Jika probabilitas $\geq 0,05$, maka H_0 diterima



- Jika probabilitas $< 0,05$, maka H_0 ditolak

4.7.1 Analisis Regresi Untuk Persentase Penyisihan TSS Pasir Halus

Hasil uji regresi persentase penyisihan TSS dapat dilihat pada Tabel 4.19

Tabel 4.21 Analisis Regresi Antara Persentase Penyisihan TSS (%) Terhadap Waktu Operasional (jam)

22/07/2012 15:51:18					
Regression Analysis: Penyisihan TSS Pasir Halus (%) versus Waktu					
The regression equation is					
Penyisihan TSS = 84,7 + 0,710 Waktu					
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	
Constant	84,7000	0,4956	170,91	0,000	
Waktu	0,7100	0,1012	7,02	0,006	
S = 0,639792 R-Sq = 94,3% R-Sq(adj) = 92,3%					

Pada Tabel 4.21 memuat keterangan sebagai berikut :

- S = Standar deviasi model
- R-Sq (R^2) = Koefisien determinasi
- R-Sq (adj) = Koefisien determinasi yang disesuaikan
- T = Nilai statistik
- P = Nilai probabilitas

Persamaan regresi pada Tabel 4.19 adalah $Y = 84,7 + 0,71 X_1$, dimana Y adalah persentase penyisihan TSS (%) dan X_1 adalah waktu operasional (jam). Koefisien regresi sebesar 0,710 untuk variasi waktu operasional (X_1) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu sebesar 2 jam dalam pengambilan sampel akan menurunkan persentase penyisihan TSS sebesar 0,710 dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan.

Pada Tabel 4.21 menunjukkan bahwa parameter (koefisien) untuk variabel waktu operasional bertanda positif. Jika melihat tanda pada Tabel 4.9 terlihat bahwa

koefisien korelasi waktu operasional juga bertanda positif. Koefisien korelasi waktu operasional adalah 0,971. Adanya persamaan tanda mengindikasikan bahwa tidak adanya multikolinear dalam model, sehingga model regresi ini dikatakan sudah tepat.

Uji T dilakukan untuk menguji signifikansi konstanta dan variabel bebas, untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5 %, maka $t_{\alpha/2, n-1}$ dari Tabel distribusi t didapat $t_{(0,025,3)} = 3,182$. Nilai t waktu operasional pada Tabel 4.21 adalah sebesar 7,02. Nilai probabilitas (P) waktu operasional pada Tabel 4.21 adalah 0,006. Kesimpulan yang diambil untuk waktu operasional adalah menolak H_0 dan menerima H_1 , karena nilai T hitung > T Tabel dan nilai P < 0,05. Kesimpulan tersebut berarti bahwa koefisien regresi signifikan dimana variasi waktu operasional berpengaruh secara signifikan terhadap persentase penyisihan TSS .

Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R Square = r^2) sebesar 94,3 %. Hal ini berarti persentase penyisihan TSS dipengaruhi oleh waktu operasional, sedangkan sisanya 5,7 % dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak dimasukkan ke dalam model.

Tabel 4.22 Analisis Regresi Antara Persentase Penyisihan TSS (%) Pasir Kasar Terhadap Waktu Operasional (jam)

22/07/2012 15:51:18				
Regression Analysis: Penyisihan TSS (%) Pasir Kasar versus Waktu				
The regression equation is				
persentase Penyisihan TSS = 88,9 + 0,285 waktu				
Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	88,8600	0,0469	1894,50	0,000
waktu	0,285000	0,009574	29,77	0,000
S = 0,0605530 R-Sq = 99,7% R-Sq(adj) = 99,6%				

Pada Tabel 4.22 memuat keterangan sebagai berikut :

- S = Standar deviasi model
- R-Sq (R^2) = Koefisien determinasi

- R-Sq (adj) = Koefisien determinasi yang disesuaikan
- T = Nilai statistik
- P = Nilai probabilitas

Persamaan regresi pada Tabel 4.22 adalah $Y = 89,9 + 0,285 X_1$, dimana Y adalah persentase penyisihan TSS (%) dan X_1 adalah waktu operasional (jam). Koefisien regresi sebesar 0,285 untuk variasi waktu operasional (X_1) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu sebesar 2 jam dalam pengambilan sampel akan menurunkan persentase penyisihan TSS sebesar 0,285 dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan.

Pada Tabel 4.22 menunjukkan bahwa parameter (koefisien) untuk variabel waktu operasional bertanda positif. Jika melihat tanda pada Tabel 4.10 terlihat bahwa koefisien korelasi waktu operasional juga bertanda positif. Koefisien korelasi waktu operasional adalah 0,998. Adanya persamaan tanda mengindikasikan bahwa tidak adanya multikolinear dalam model, sehingga model regresi ini dikatakan sudah tepat.

Uji T dilakukan untuk menguji signifikansi konstanta dan variabel bebas, untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5 %, maka $t_{\alpha/2, n-1}$ dari Tabel distribusi t didapat $t_{(0,025,3)} = 3,182$. Nilai t waktu operasional pada Tabel 4.22 adalah sebesar 29,77. Nilai probabilitas (P) waktu operasional pada Tabel 4.22 adalah 0,000. Kesimpulan yang diambil untuk waktu operasional adalah menolak H_0 dan menerima H_1 , karena nilai T hitung $>$ T Tabel dan nilai $P < 0,05$. Kesimpulan tersebut berarti bahwa koefisien regresi signifikan dimana variasi waktu operasional berpengaruh secara signifikan terhadap persentase penyisihan TSS .

Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R Square = r^2) sebesar 99,7 %. Hal ini berarti persentase penyisihan TSS dipengaruhi oleh waktu operasional, sedangkan sisanya 0,3% dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak dimasukkan ke dalam model.

Tabel 4.23 Analisis Regresi Antara Persentase Penyisihan TSS (%) Karbon Aktif Terhadap Waktu Detensi (jam)

Regression Analysis: Penyisihan TSS (%) Karbon Aktif versus Waktu				
The regression equation is				
persentase Penyisihan TSS = 90,4 + 0,270 waktu				
Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	90,3600	0,1876	481,62	0,000
waktu	0,27000	0,03830	7,05	0,006
S = 0,242212 R-Sq = 94,3% R-Sq(adj) = 92,4%				

Pada Tabel 4.23 memuat keterangan sebagai berikut :

- S = Standar deviasi model
- R-Sq (R^2) = Koefisien determinasi
- R-Sq (adj) = Koefisien determinasi yang disesuaikan
- T = Nilai statistik
- P = Nilai probabilitas

Persamaan regresi pada Tabel 4.23 adalah $Y = 90,4 + 0,270 X_1$, dimana Y adalah persentase penyisihan TSS (%) dan X_1 adalah waktu operasional (jam). Koefisien regresi sebesar 0,270 untuk variasi waktu operasional (X_1) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu sebesar 2 jam dalam pengambilan sampel akan menurunkan persentase penyisihan TSS sebesar 0,270 dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan.

Pada Tabel 4.23 menunjukkan bahwa parameter (koefisien) untuk variabel waktu operasional bertanda positif. Jika melihat tanda pada Tabel 4.11 terlihat bahwa koefisien korelasi waktu operasional juga bertanda positif. Koefisien korelasi waktu operasional adalah 0,971. Adanya persamaan tanda mengindikasikan bahwa tidak adanya multikolinear dalam model, sehingga model regresi ini dikatakan sudah tepat.

Uji T dilakukan untuk menguji signifikansi konstanta dan variabel bebas, untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5 %, maka $t_{\alpha/2, n-1}$ dari Tabel distribusi t didapat $t_{(0,025,3)} = 3,182$. Nilai t waktu operasional pada Tabel 4.23 adalah sebesar 7,05. Nilai

probabilitas (P) waktu operasional pada Tabel 4.23 adalah 0,006. Kesimpulan yang diambil untuk waktu operasional adalah menolak H_0 dan menerima H_1 , karena nilai T hitung > T Tabel dan nilai $P < 0,05$. Kesimpulan tersebut berarti bahwa koefisien regresi signifikan dimana variasi waktu operasional berpengaruh secara signifikan terhadap persentase penyisihan TSS .

Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 94,3%. Hal ini berarti persentase penyisihan TSS dipengaruhi oleh waktu operasional, sedangkan sisanya 5,7% dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak dimasukkan ke dalam model.

Tabel 4.24 Analisis Regresi Antara Persentase Penyisihan TSS (%)Kerikil & Ijuk Terhadap Waktu Operasional (jam)

Regression Analysis: Penyisihan TSS (%) Kerikil versus Waktu				
The regression equation is				
persentase Penyisihan TSS = 90,1 + 0,560 waktu				
Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	90,1400	0,5146	175,17	0,000
waktu	0,5600	0,1050	5,33	0,013
S = 0,664329 R-Sq = 90,5% R-Sq(adj) = 87,3%				

Pada Tabel 4.24 memuat keterangan sebagai berikut :

- S = Standar deviasi model
- R-Sq (R^2) = Koefisien determinasi
- R-Sq (adj) = Koefisien determinasi yang disesuaikan
- T = Nilai statistik
- P = Nilai probabilitas

Persamaan regresi pada Tabel 4.24 adalah $Y = 90,1 + 0,560 X_1$, dimana Y adalah persentase penyisihan TSS (%) dan X_1 adalah waktu operasional (jam). Koefisien regresi sebesar 0,560 untuk variasi waktu operasional (X_1) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu sebesar 2 jam dalam pengambilan sampel akan

menurunkan persentase penyisihan TSS sebesar 0,560 dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan.

Pada Tabel 4.24 menunjukkan bahwa parameter (koefisien) untuk variabel waktu operasional bertanda positif. Jika melihat tanda pada Tabel 4.12 terlihat bahwa koefisien korelasi waktu operasional juga bertanda positif. Koefisien korelasi waktu operasional adalah 0,951. Adanya persamaan tanda mengindikasikan bahwa tidak adanya multikolinear dalam model, sehingga model regresi ini dikatakan sudah tepat.

Uji T dilakukan untuk menguji signifikansi konstanta dan variabel bebas, untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5 %, maka $t_{\alpha/2, n-1}$ dari Tabel distribusi t didapat $t_{(0,025,3)} = 3,182$. Nilai t waktu operasional pada Tabel 4.24 adalah sebesar 5,33. Nilai probabilitas (P) waktu operasional pada Tabel 4.24 adalah 0,013. Kesimpulan yang diambil untuk waktu operasional adalah menolak H_0 dan menerima H_1 , karena nilai T hitung $>$ T Tabel dan nilai $P < 0,05$. Kesimpulan tersebut berarti bahwa koefisien regresi signifikan dimana variasi waktu operasional berpengaruh secara signifikan terhadap persentase penyisihan TSS .

Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R Square = r^2) sebesar 90,5%. Hal ini berarti persentase penyisihan TSS dipengaruhi oleh waktu operasional, sedangkan sisanya 9,5% dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak dimasukkan ke dalam model.



4.7.2 Analisis Regresi Untuk Persentase Penyisihan Kekeruhan

Tabel 4.25 Analisis Regresi Antara Persentase Penyisihan Kekeruhan (%) Terhadap Waktu Operasional (jam)

Regression Analysis: Penyisihan kekeruhan (%) Pasir Halus versus Waktu				
The regression equation is Penyisihan kekeruhan = 48,2 + 1,94 Waktu				
Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	48,220	1,756	27,45	0,000
Waktu	1,9400	0,3585	5,41	0,012
S = 2,26745 R-Sq = 90,7% R-Sq(adj) = 87,6%				

Pada Tabel 4.25 memuat keterangan sebagai berikut :

- S = Standar deviasi model
- R-Sq (R^2) = Koefisien determinasi
- R-Sq (adj) = Koefisien determinasi yang disesuaikan
- T = Nilai statistik
- P = Nilai probabilitas

Persamaan regresi pada Tabel 4.25 adalah $Y = 48,2 + 1,94 X_1$, dimana Y adalah persentase penyisihan kekeruhan (%) dan X_1 adalah waktu operasional (jam). Koefisien regresi sebesar 1,94 untuk variasi waktu operasional (X_1) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu sebesar 2 jam dalam pengambilan sampel akan menurunkan persentase penyisihan kekeruhan sebesar 1,94 dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan.

Pada Tabel 4.25 menunjukkan bahwa parameter (koefisien) untuk variabel waktu operasional bertanda positif. Jika melihat tanda pada Tabel 4.13 terlihat bahwa koefisien korelasi waktu operasional juga bertanda positif. Koefisien korelasi waktu operasional adalah 0,952. Adanya persamaan tanda mengindikasikan bahwa tidak adanya multikolinear dalam model, sehingga model regresi ini dikatakan sudah tepat.

Uji T dilakukan untuk menguji signifikansi konstanta dan variabel bebas, untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5 %, maka $t_{\alpha/2, n-1}$ dari Tabel distribusi t didapat

$t_{(0,025,3)} = 3,182$. Nilai t waktu operasional pada Tabel 4.25 adalah sebesar 5,41. Nilai probabilitas (P) waktu operasional pada Tabel 4.25 adalah 0,012. Kesimpulan yang diambil untuk waktu operasional adalah menolak H_0 dan menerima H_1 , karena nilai T hitung $>$ T Tabel dan nilai $P < 0,05$. Kesimpulan tersebut berarti bahwa koefisien regresi signifikan dimana variasi waktu operasional berpengaruh secara signifikan terhadap persentase penyisihan Kekeruhan.

Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R Square = r^2) sebesar 90,7%. Hal ini berarti persentase penyisihan Kekeruhan dipengaruhi oleh waktu operasional, sedangkan sisanya 9,3% dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak dimasukkan ke dalam model.

Tabel 4.26 Analisis Regresi Antara Persentase Penyisihan Kekeruhan (%) Pasir Kasar Terhadap Waktu Operasional (jam)

Regression Analysis: Penyisihan kekeruhan (%) Pasir Kasar versus Waktu				
The regression equation is				
persentase Penyisihan Kekeruhan = 56,3 + 1,21 waktu				
Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	56,340	1,899	29,67	0,000
waktu	1,2100	0,3876	3,12	0,052
S = 2,45112 R-Sq = 76,5% R-Sq(adj) = 68,6%				

Pada Tabel 4.26 memuat keterangan sebagai berikut :

- S = Standar deviasi model
- R-Sq (R^2) = Koefisien determinasi
- R-Sq (adj) = Koefisien determinasi yang disesuaikan
- T = Nilai statistik
- P = Nilai probabilitas

Persamaan regresi pada Tabel 4.26 adalah $Y = 56,3 + 1,21 X_1$, dimana Y adalah persentase penyisihan kekeruhan (%) dan X_1 adalah waktu operasional (jam).

Koefisien regresi sebesar 1,21 untuk variasi waktu operasional (X_1) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu sebesar 2 jam dalam pengambilan sampel akan menurunkan persentase penyisihan kekeruhan sebesar 1,21 dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan.

Pada Tabel 4.26 menunjukkan bahwa parameter (koefisien) untuk variabel waktu operasional bertanda positif. Jika melihat tanda pada Tabel 4.14 terlihat bahwa koefisien korelasi waktu operasional juga bertanda positif. Koefisien korelasi waktu operasional adalah 0,874. Adanya persamaan tanda mengindikasikan bahwa tidak adanya multikolinear dalam model, sehingga model regresi ini dikatakan sudah tepat.

Uji T dilakukan untuk menguji signifikansi konstanta dan variabel bebas, untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5 %, maka $t_{\alpha/2, n-1}$ dari Tabel distribusi t didapat $t_{(0,025,3)} = 3,182$. Nilai t waktu operasional pada Tabel 4.26 adalah sebesar 3,12. Nilai probabilitas (P) waktu operasional pada Tabel 4.26 adalah 0,052. Kesimpulan yang diambil untuk waktu operasional adalah menolak H_0 dan menerima H_1 , karena nilai T hitung $>$ T Tabel dan nilai $P < 0,05$. Kesimpulan tersebut berarti bahwa koefisien regresi signifikan dimana variasi waktu operasional berpengaruh secara signifikan terhadap persentase penyisihan Kekeruhan.

Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R Square = r^2) sebesar 76,5%. Hal ini berarti persentase penyisihan Kekeruhan dipengaruhi oleh waktu operasional, sedangkan sisanya 23,5% dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak dimasukkan ke dalam model.

Tabel 4.27 Analisis Regresi Antara Persentase Penyisihan Kekerusuhan (%) Karbon Aktif Terhadap Waktu Operasional (jam)

Regression Analysis: Penyisihan kekeruhan (%) Karbon aktif versus Waktu					
The regression equation is					
persentase Penyisihan Kekerusuhan = 65,6 + 0,710 waktu					
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	
Constant	65,6400	0,3699	177,47	0,000	
waktu	0,71000	0,07550	9,40	0,003	
S = 0,477493 R-Sq = 96,7% R-Sq(adj) = 95,6%					

Pada Tabel 4.27 memuat keterangan sebagai berikut :

- S = Standar deviasi model
- R-Sq (R^2) = Koefisien determinasi
- R-Sq (adj) = Koefisien determinasi yang disesuaikan
- T = Nilai statistik
- P = Nilai probabilitas

Persamaan regresi pada Tabel 4.27 adalah $Y = 65,6 + 0,710 X_1$, dimana Y adalah persentase penyisihan kekeruhan (%) dan X_1 adalah waktu operasional (jam). Koefisien regresi sebesar 0,710 untuk variasi waktu operasional (X_1) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu sebesar 2 jam dalam pengambilan sampel akan menurunkan persentase penyisihan kekeruhan sebesar 0,710 dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan.

Pada Tabel 4.27 menunjukkan bahwa parameter (koefisien) untuk variabel waktu operasional bertanda positif. Jika melihat tanda pada Tabel 4.15 terlihat bahwa koefisien korelasi waktu operasional juga bertanda positif. Koefisien korelasi waktu operasional adalah 0,983. Adanya persamaan tanda mengindikasikan bahwa tidak adanya multikolinear dalam model, sehingga model regresi ini dikatakan sudah tepat.

Uji T dilakukan untuk menguji signifikansi konstanta dan variabel bebas, untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5 %, maka $t_{\alpha/2, n-1}$ dari Tabel distribusi t didapat $t_{(0,025,3)} = 3,182$. Nilai t waktu operasional pada Tabel 4.27 adalah sebesar 9,40. Nilai

probabilitas (P) waktu operasional pada Tabel 4.27 adalah 0,003. Kesimpulan yang diambil untuk waktu operasional adalah menolak H_0 dan menerima H_1 , karena nilai T hitung > T Tabel dan nilai $P < 0,05$. Kesimpulan tersebut berarti bahwa koefisien regresi signifikan dimana variasi waktu operasional berpengaruh secara signifikan terhadap persentase penyisihan Kekeruhan.

Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R Square = r^2) sebesar 96,7%. Hal ini berarti persentase penyisihan kekeruhan dipengaruhi oleh waktu operasional, sedangkan sisanya 3,3% dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak dimasukkan ke dalam model.

Tabel 4.28 Analisis Regresi Antara Persentase Penyisihan Kekeruhan (%) kerikil & Ijuk Terhadap Waktu Operasional (jam)

Regression Analysis: Penyisihan kekeruhan (%) kerikil versus Waktu				
The regression equation is				
persentase Penyisihan Kekeruhan = 67,7 + 0,375 waktu				
Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	67,7400	0,2922	231,80	0,000
waktu	0,37500	0,05965	6,29	0,008
S = 0,377271 R-Sq = 92,9% R-Sq(adj) = 90,6%				

Pada Tabel 4.28 memuat keterangan sebagai berikut :

- S = Standar deviasi model
- R-Sq (R^2) = Koefisien determinasi
- R-Sq (adj) = Koefisien determinasi yang disesuaikan
- T = Nilai statistik
- P = Nilai probabilitas

Persamaan regresi pada Tabel 4.28 adalah $Y = 67,7 + 0,375 X_1$, dimana Y adalah persentase penyisihan kekeruhan (%) dan X_1 adalah waktu operasional (jam). Koefisien regresi sebesar 0,375 untuk variasi waktu operasional (X_1) menyatakan

bahwa setiap penambahan waktu sebesar 2 jam dalam pengambilan sampel akan menurunkan persentase penyisihan kekeruhan sebesar 0,375 dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan.

Pada Tabel 4.28 menunjukkan bahwa parameter (koefisien) untuk variabel waktu detensi bertanda positif. Jika melihat tanda pada Tabel 4.16 terlihat bahwa koefisien korelasi waktu operasional juga bertanda positif. Koefisien korelasi waktu operasional adalah 0,964. Adanya persamaan tanda mengindikasikan bahwa tidak adanya multikolinear dalam model, sehingga model regresi ini dikatakan sudah tepat.

Uji T dilakukan untuk menguji signifikansi konstanta dan variabel bebas, untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5 %, maka $t_{\alpha/2, n-1}$ dari Tabel distribusi t didapat $t_{(0,025,3)} = 3,182$. Nilai t waktu operasional pada Tabel 4.28 adalah sebesar 6,29. Nilai probabilitas (P) waktu operasional pada Tabel 4.28 adalah 0,008. Kesimpulan yang diambil untuk waktu detensi adalah menolak H_0 dan menerima H_1 , karena nilai T hitung $>$ T Tabel dan nilai $P < 0,05$. Kesimpulan tersebut berarti bahwa koefisien regresi signifikan dimana variasi waktu operasional berpengaruh secara signifikan terhadap persentase penyisihan Kekeruhan.

Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 92,9%. Hal ini berarti persentase penyisihan kekeruhan dipengaruhi oleh waktu operasional, sedangkan sisanya 7,1% dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak dimasukkan ke dalam model.



4.7.3 Analisis Regresi Untuk Persentase Penyisihan Minyak Lemak

Tabel 4.29 Analisis Regresi Antara Persentase Penyisihan Minyak Lemak (%) Terhadap Waktu Operasional (jam)

Regression Analysis: Penyisihan minyak lemak (%) Pasir Halus versus Waktu					
The regression equation is Penyisihan minyak lemak = 97,8 + 0,175 Waktu					
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	
Constant	97,8400	0,1158	845,21	0,000	
Waktu	0,17500	0,02363	7,41	0,005	
S = 0,149443 R-Sq = 94,8% R-Sq(adj) = 93,1%					

Pada Tabel 4.29 memuat keterangan sebagai berikut :

- S = Standar deviasi model
- R-Sq (R^2) = Koefisien determinasi
- R-Sq (adj) = Koefisien determinasi yang disesuaikan
- T = Nilai statistik
- P = Nilai probabilitas

Persamaan regresi pada Tabel 4.29 adalah $Y = 97,8 + 0,175 X_1$, dimana Y adalah persentase penyisihan minyak lemak (%) dan X_1 adalah waktu operasional (jam). Koefisien regresi sebesar 0,175 untuk variasi waktu operasional (X_1) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu sebesar 2 jam dalam pengambilan sampel akan menurunkan persentase penyisihan minyak lemak sebesar 0,175 dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan.

Pada Tabel 4.29 menunjukkan bahwa parameter (koefisien) untuk variabel waktu operasional bertanda positif. Jika melihat tanda pada Tabel 4.17 terlihat bahwa koefisien korelasi waktu operasional juga bertanda positif. Koefisien korelasi waktu detensi adalah 0,974. Adanya persamaan tanda mengindikasikan bahwa tidak adanya multikolinear dalam model, sehingga model regresi ini dikatakan sudah tepat.

Uji T dilakukan untuk menguji signifikansi konstanta dan variabel bebas, untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5 %, maka $t_{\alpha/2, n-1}$ dari Tabel distribusi t didapat $t_{(0,025,3)} = 3,182$. Nilai t waktu operasional pada Tabel 4.29 adalah sebesar 7,41. Nilai probabilitas (P) waktu operasional pada Tabel 4.29 adalah 0,005. Kesimpulan yang diambil untuk waktu operasional adalah menolak H_0 dan menerima H_1 , karena nilai T hitung $>$ T Tabel dan nilai $P < 0,05$. Kesimpulan tersebut berarti bahwa koefisien regresi signifikan dimana variasi waktu operasional berpengaruh secara signifikan terhadap persentase penyisihan minyak lemak.

Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R Square = r^2) sebesar 94,8%. Hal ini berarti persentase penyisihan minyak lemak dipengaruhi oleh waktu operasional, sedangkan sisanya 5,2% dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak dimasukkan ke dalam model.

Tabel 4.30 Analisis Regresi Antara Persentase Penyisihan Minyak Lemak (%) Pasir kasar Terhadap Waktu Operasional (jam)

Regression Analysis: Penyisihan minyak lemak (%) Pasir Kasar versus Waktu					
The regression equation is					
persentase Penyisihan Minyak Lemak = 98,8 + 0,0700 waktu					
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	
Constant	98,7800	0,0566	1746,20	0,000	
C1	0,07000	0,01155	6,06	0,009	
S = 0,0730297		R-Sq = 92,5%		R-Sq(adj) = 89,9%	

Pada Tabel 4.30 memuat keterangan sebagai berikut :

- S = Standar deviasi model
- R-Sq (R^2) = Koefisien determinasi
- R-Sq (adj) = Koefisien determinasi yang disesuaikan
- T = Nilai statistik
- P = Nilai probabilitas

Persamaan regresi pada Tabel 4.30 adalah $Y = 98,8 + 0,0700 X_1$, dimana Y adalah persentase penyisihan minyak lemak (%) dan X_1 adalah waktu operasional (jam). Koefisien regresi sebesar 0,0700 untuk variasi waktu operasional (X_1) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu sebesar 2 jam dalam pengambilan sampel akan menurunkan persentase penyisihan minyak lemak sebesar 0,0700 dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan.

Pada Tabel 4.30 menunjukkan bahwa parameter (koefisien) untuk variabel waktu operasional bertanda positif. Jika melihat tanda pada Tabel 4.18 terlihat bahwa koefisien korelasi waktu operasional juga bertanda positif. Koefisien korelasi waktu operasional adalah 0,962. Adanya persamaan tanda mengindikasikan bahwa tidak adanya multikolinear dalam model, sehingga model regresi ini dikatakan sudah tepat.

Uji T dilakukan untuk menguji signifikansi konstanta dan variabel bebas, untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5 %, maka $t_{\alpha/2, n-1}$ dari Tabel distribusi t didapat $t_{(0,025,3)} = 3,182$. Nilai t waktu operasional pada Tabel 4.30 adalah sebesar 6,06. Nilai probabilitas (P) waktu operasional pada Tabel 4.30 adalah 0,009. Kesimpulan yang diambil untuk waktu operasional adalah menolak H_0 dan menerima H_1 , karena nilai T hitung > T Tabel dan nilai $P < 0,05$. Kesimpulan tersebut berarti bahwa koefisien regresi sudah signifikan dimana tidak ada variasi waktu operasional yang berpengaruh secara signifikan terhadap persentase penyisihan minyak lemak.

Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 92,5%. Hal ini berarti persentase penyisihan minyak lemak dipengaruhi oleh waktu operasional, sedangkan sisanya 7,5% dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak dimasukkan ke dalam model.

Tabel 4.31 Analisis Regresi Antara Persentase Penyisihan Minyak Lemak (%) karbon aktif Terhadap Waktu Operasional (jam)

Regression Analysis: Penyisihan minyak lemak (%) Karbon aktif versus Waktu				
The regression equation is				
persentase Penyisihan Minyak Lemak = 99,1 + 0,0600 waktu				
Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	99,1400	0,0283	3505,13	0,000
waktu	0,060000	0,005774	10,39	0,002
S = 0,0365148 R-Sq = 97,3% R-Sq(adj) = 96,4%				

Pada Tabel 4.31 memuat keterangan sebagai berikut :

- S = Standar deviasi model
- R-Sq (R^2) = Koefisien determinasi
- R-Sq (adj) = Koefisien determinasi yang disesuaikan
- T = Nilai statistik
- P = Nilai probabilitas

Persamaan regresi pada Tabel 4.31 adalah $Y = 99,1 + 0,0600 X_1$, dimana Y adalah persentase penyisihan minyak lemak (%) dan X_1 adalah waktu operasional (jam). Koefisien regresi sebesar 0,0600 untuk variasi waktu operasional (X_1) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu sebesar 2 jam dalam pengambilan sampel akan menurunkan persentase penyisihan minyak lemak sebesar 0,0600 dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan.

Pada Tabel 4.31 menunjukkan bahwa parameter (koefisien) untuk variabel waktu operasional bertanda positif. Jika melihat tanda pada Tabel 4.19 terlihat bahwa koefisien korelasi waktu operasional juga bertanda positif. Koefisien korelasi waktu operasional adalah 0,986. Adanya persamaan tanda mengindikasikan bahwa tidak adanya multikolinear dalam model, sehingga model regresi ini dikatakan sudah tepat.

Uji T dilakukan untuk menguji signifikansi konstanta dan variabel bebas, untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5 %, maka $t_{\alpha/2, n-1}$ dari Tabel distribusi t didapat

$t_{(0,025,3)} = 3,182$. Nilai t waktu operasional pada Tabel 4.31 adalah sebesar 10,39. Nilai probabilitas (P) waktu operasional pada Tabel 4.31 adalah 0,002. Kesimpulan yang diambil untuk waktu operasional adalah menolak H_0 dan menerima H_1 , karena nilai T hitung $>$ T Tabel dan nilai $P < 0,05$. Kesimpulan tersebut berarti bahwa koefisien regresi signifikan dimana variasi waktu operasional berpengaruh secara signifikan terhadap persentase penyisihan minyak lemak.

Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R Square = r^2) sebesar 97,3%. Hal ini berarti persentase penyisihan minyak lemak dipengaruhi oleh waktu operasional, sedangkan sisanya 2,7% dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak dimasukkan ke dalam model.

Tabel 4.32 Analisis Regresi Antara Persentase Penyisihan Minyak Lemak (%) kerikil & ijuk Terhadap Waktu Operasional (jam)

Regression Analysis: Penyisihan minyak lemak (%) Kerikil versus Waktu				
The regression equation is				
persentase Penyisihan Minyak Lemak = 99,3 + 0,0650 waktu				
Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	99,3000	0,0245	4053,91	0,000
waktu	0,065000	0,005000	13,00	0,001
S = 0,0316228 R-Sq = 98,3% R-Sq(adj) = 97,7%				

Pada Tabel 4.32 memuat keterangan sebagai berikut :

- S = Standar deviasi model
- R-Sq (R^2) = Koefisien determinasi
- R-Sq (adj) = Koefisien determinasi yang disesuaikan
- T = Nilai statistik
- P = Nilai probabilitas

Persamaan regresi pada Tabel 4.32 adalah $Y = 99,3 + 0,0650 X_1$, dimana Y adalah persentase penyisihan minyak lemak (%) dan X_1 adalah waktu operasional (jam). Koefisien regresi sebesar 0,0650 untuk variasi waktu operasional (X_1)

menyatakan bahwa setiap penambahan waktu sebesar 2 jam dalam pengambilan sampel akan menurunkan persentase penyisihan minyak lemak sebesar 0,0650 dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan.

Pada Tabel 4.32 menunjukkan bahwa parameter (koefisien) untuk variabel waktu operasional bertanda positif. Jika melihat tanda pada Tabel 4.20 terlihat bahwa koefisien korelasi waktu operasional juga bertanda positif. Koefisien korelasi waktu detensi adalah 0,991. Adanya persamaan tanda mengindikasikan bahwa tidak adanya multikolinear dalam model, sehingga model regresi ini dikatakan sudah tepat.

Uji T dilakukan untuk menguji signifikansi konstanta dan variabel bebas, untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5 %, maka $t_{\alpha/2, n-1}$ dari Tabel distribusi t didapat $t_{(0,025,3)} = 3,182$. Nilai t waktu operasional pada Tabel 4.32 adalah sebesar 13,00. Nilai probabilitas (P) waktu operasional pada Tabel 4.32 adalah 0,001. Kesimpulan yang diambil untuk waktu operasional adalah menolak H_0 dan menerima H_1 , karena nilai T hitung $>$ T Tabel dan nilai $P < 0,05$. Kesimpulan tersebut berarti bahwa koefisien regresi signifikan dimana variasi waktu operasional berpengaruh secara signifikan terhadap persentase penyisihan minyak lemak.

Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 98,3%. Hal ini berarti persentase penyisihan minyak lemak dipengaruhi oleh waktu operasional, sedangkan sisanya 1,7% dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak dimasukkan ke dalam model.

4.8 Analisis ANOVA One Way

Analisis ANOVA ini dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh waktu operasional terhadap persentase penyisihan TSS, Kekeruhan dan Minyak Lemak.

Dalam analisis ANOVA terdapat hipotesis masalah, yaitu :

- $H_0 = 1 = 2 = 3 = 4 = 5 = 6$ (identik)
- $H_1 = 1 \neq 2 \neq 3 \neq 4 \neq 5 \neq 6$ (tidak identik)

Sementara dalam pengambilan keputusan akan didasarkan pada nilai probabilitas dan nilai F hitung, yaitu :

- a. Nilai probabilitas,
 - Jika probabilitas $\geq 0,05$, H_0 diterima
 - Jika probabilitas $< 0,05$, H_0 ditolak
- b. Nilai F hitung,
 - F hitung output $> F$ Tabel, H_0 ditolak
 - F hitung output $< F$ Tabel, H_0 diterima

4.8.1 Analisis Anova One Way untuk Persentase Penyisihan TSS

Hasil analisis untuk persentase penyisihan TSS terhadap waktu pengambilan sampel dapat dilihat pada Tabel 4.33 berikut ini:

Tabel 4.33 Hasil Uji ANOVA antara Variasi

Waktu Operasional (jam) Terhadap Persentase Penyisihan TSS (%) Pasir Halus

One-way ANOVA: waktu detensi; penyisihan TSS Pasir Halus (%)					
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	17447,33	17447,33	2273,56	0,000
Error	8	61,39	7,67		
Total	9	17508,72			

S = 2,770 R-Sq = 99,65% R-Sq(adj) = 99,61%

Hasil Tabel diatas memuat keterangan sebagai berikut :

DF = Derajat Bebas

SS = Variasi Residual

MS = Mean Square

F = Nilai statistik uji (membandingkan dengan nilai Tabel F pada lampiran)

P = Nilai Probabilitas (dengan $\alpha = 0,05$)

Untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5%, maka dari Tabel distribusi F didapat F Tabel adalah 5,32. Nilai F hitung output waktu operasional adalah 2273,56. Nilai probabilitas waktu operasional adalah 0,000.

Keputusan yang dapat diambil untuk variasi waktu pengambilan sampel adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena

nilai F hitung > F Tabel dan nilai P < 0,05. Artinya bahwa persentase penyisihan TSS pasir halus terhadap waktu operasional dalam perlakuan tersebut memang tidak identik atau terdapat perbedaan yang signifikan.

Tabel 4.34 Hasil Uji ANOVA antara Variasi Waktu Operasional (jam) Terhadap Persentase Penyisihan TSS (%) Pasir Kasar

One-way ANOVA: waktu detensi; penyisihan TSS Pasir Kasar (%)					
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	18490,00	18490,00	3419,33	0,000
Error	8	43,26	5,41		
Total	9	18533,26			

S = 2,325 R-Sq = 99,77% R-Sq(adj) = 99,74%

Hasil Tabel diatas memuat keterangan sebagai berikut :

DF = Derajat Bebas

SS = Variasi Residual

MS = Mean Square

F = Nilai statistik uji (membandingkan dengan nilai Tabel F pada lampiran)

P = Nilai Probabilitas (dengan $\alpha = 0,05$)

Untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5%, maka dari Tabel distribusi F didapat F Tabel adalah 5,32. Nilai F hitung output waktu operasional adalah 3419,33. Nilai probabilitas waktu operasional adalah 0,000.

Keputusan yang dapat diambil untuk variasi waktu pengambilan sampel adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai F hitung > F Tabel dan nilai P < 0,05. Artinya bahwa persentase penyisihan TSS pasir kasar terhadap waktu operasional dalam perlakuan tersebut memang tidak identik atau terdapat perbedaan yang signifikan.

Tabel 4.35 Hasil Uji ANOVA antara Variasi Waktu Operasional (jam) Terhadap Persentase Penyisihan TSS (%) Karbon Aktif

One-way ANOVA: waktu detensi; penyisihan TSS karbon aktif (%)					
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	19114,38	19114,38	3548,57	0,000
Error	8	43,09	5,39		
Total	9	19157,48			

S = 2,321 R-Sq = 99,78% R-Sq(adj) = 99,75%

Hasil Tabel diatas memuat keterangan sebagai berikut :

DF = Derajat Bebas

SS = Variasi Residual

MS = Mean Square

F = Nilai statistik uji (membandingkan dengan nilai Tabel F pada lampiran)

P = Nilai Probabilitas (dengan $\alpha = 0,05$)

Untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5%, maka dari Tabel distribusi F didapat F Tabel adalah 5,32. Nilai F hitung output waktu operasional adalah 3548,57. Nilai probabilitas waktu operasional adalah 0,000.

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

Tabel 4.36 Hasil Uji ANOVA antara Variasi Waktu Operasional (jam) Terhadap Persentase Penyisihan TSS (%) Kerikil

One-way ANOVA: waktu detensi; penyisihan TSS kerikil (%)					
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	19527,56	19527,56	2900,06	0,000
Error	8	53,87	6,73		
Total	9	19581,43			

S = 2,595 R-Sq = 99,72% R-Sq(adj) = 99,69%

Hasil Tabel diatas memuat keterangan sebagai berikut :

DF = Derajat Bebas

SS = Variasi Residual

MS = Mean Square

F = Nilai statistik uji (membandingkan dengan nilai Tabel F pada lampiran)

P = Nilai Probabilitas (dengan $\alpha = 0,05$)

Untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5%, maka dari Tabel distribusi F didapat F Tabel adalah 5,32. Nilai F hitung output waktu operasional adalah 2900,06. Nilai probabilitas waktu operasional adalah 0,000.

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

4.8.2 Analisis Anova One Way untuk Persentase Penyisihan Kekeruhan

Hasil analisis untuk persentase penyisihan minyak lemak terhadap waktu pengambilan sampel dapat dilihat pada Tabel 4.37 berikut ini:

Tabel 4.34 Hasil Uji ANOVA antara Variasi Waktu Operasional (jam) Terhadap Persentase Penyisihan Kekeruhan Pasir halus (%)

One-way ANOVA: waktu detensi; penyisihan kekeruhan (%)					
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	6754,8	6754,8	262,36	0,000
Error	8	206,0	25,7		
Total	9	6960,8			

S = 5,074 R-Sq = 97,04% R-Sq(adj) = 96,67%

Hasil Tabel diatas memuat keterangan sebagai berikut :

DF = Derajat Bebas

SS = Variasi Residual

MS = Mean Square

F = Nilai statistik uji (membandingkan dengan nilai Tabel F pada lampiran)

P = Nilai Probabilitas (dengan $\alpha = 0,05$)

Untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5%, maka dari Tabel distribusi F didapat F Tabel adalah 5,32. Nilai F hitung output waktu operasional adalah 262,36. Nilai probabilitas waktu operasional adalah 0,000.

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

Tabel 4.38 Hasil Uji ANOVA antara Variasi Waktu Operasional (jam) Terhadap Persentase Penyisihan Kekeruhan Pasir kasar (%)

One-way ANOVA: waktu detensi; penyisihan kekeruhan (%)					
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	8173,9	8173,9	560,87	0,000
Error	8	116,6	14,6		
Total	9	8290,5			

S = 3,818 R-Sq = 98,59% R-Sq(adj) = 98,42%

Hasil Tabel diatas memuat keterangan sebagai berikut :

- DF = Derajat Bebas
- SS = Variasi Residual
- MS = Mean Square
- F = Nilai statistik uji (membandingkan dengan nilai Tabel F pada lampiran)
- P = Nilai Probabilitas (dengan $\alpha = 0,05$)

Untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5%, maka dari Tabel distribusi F didapat F Tabel adalah 5,32. Nilai F hitung output waktu operasional adalah 560,87. Nilai probabilitas waktu operasional adalah 0,000.

Keputusan yang dapat diambil untuk variasi waktu pengambilan sampel adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai F hitung > F Tabel dan nilai P < 0,05. Artinya bahwa persentase penyisihan kekeruhan pasir kasar terhadap waktu operasional dalam perlakuan tersebut memang tidak identik atau terdapat perbedaan yang signifikan.

Tabel 4.39 Hasil Uji ANOVA antara Variasi Waktu Operasional (jam) Terhadap Persentase Penyisihan Kekeruhan karbon Aktif (%)

One-way ANOVA: waktu detensi; penyisihan kekeruhan (%)					
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	10394,18	10394,18	1366,58	0,000
Error	8	60,85	7,61		
Total	9	10455,02			

S = 2,758 R-Sq = 99,42% R-Sq(adj) = 99,35%

Hasil Tabel diatas memuat keterangan sebagai berikut :

- DF = Derajat Bebas
- SS = Variasi Residual
- MS = Mean Square
- F = Nilai statistik uji (membandingkan dengan nilai Tabel F pada lampiran)
- P = Nilai Probabilitas (dengan $\alpha = 0,05$)

Untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5%, maka dari Tabel distribusi F didapat F Tabel adalah 5,32. Nilai F hitung output waktu operasional adalah 1366,58. Nilai probabilitas waktu operasional adalah 0,000.

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

Tabel 4.40 Hasil Uji ANOVA antara Variasi Waktu Operasional (jam) Terhadap Persentase Penyisihan Kekeruhan Kerikil (%)

One-way ANOVA: waktu detensi; penyisihan kekeruhan (%)					
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	10640,64	10640,64	1848,46	0,000
Error	8	46,05	5,76		
Total	9	10686,70			

S = 2,399 R-Sq = 99,57% R-Sq(adj) = 99,52%

Hasil Tabel diatas memuat keterangan sebagai berikut :

DF = Derajat Bebas

SS = Variasi Residual

MS = Mean Square

F = Nilai statistik uji (membandingkan dengan nilai Tabel F pada lampiran)

P = Nilai Probabilitas (dengan $\alpha = 0,05$)

Untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5%, maka dari Tabel distribusi F didapat F Tabel adalah 5,32. Nilai F hitung output waktu operasional adalah 1848,46. Nilai probabilitas waktu operasional adalah 0,000.

Keputusan yang dapat diambil untuk variasi waktu pengambilan sampel adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai F hitung $>$ F Tabel dan nilai $P < 0,05$. Artinya bahwa persentase penyisihan

kekeruhan kerikil terhadap waktu operasional dalam perlakuan tersebut memang tidak identik atau terdapat perbedaan yang signifikan.

4.8.3 Analisis Anova One Way untuk Persentase Penyisihan Minyak Lemak

Hasil analisis untuk persentase penyisihan minyak lemak terhadap waktu pengambilan sampel dapat dilihat pada Tabel 4.41 berikut ini:

Tabel 4.41 Hasil Uji ANOVA antara Variasi Waktu Operasional (jam) Terhadap Persentase Penyisihan Minyak Lemak Pasir Halus (%)

One-way ANOVA: waktu detensi; penyisihan minyak lemak (%)					
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	22344,53	22344,53	4329,08	0,000
Error	8	41,29	5,16		
Total	9	22385,82			

S = 2,272 R-Sq = 99,82% R-Sq(adj) = 99,79%

Hasil Tabel diatas memuat keterangan sebagai berikut :

- DF = Derajat Bebas
- SS = Variasi Residual
- MS = Mean Square
- F = Nilai statistik uji (membandingkan dengan nilai Tabel F pada lampiran)
- P = Nilai Probabilitas (dengan $\alpha = 0,05$)

Untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5%, maka dari Tabel distribusi F didapat F Tabel adalah 5,32. Nilai F hitung output waktu operasional adalah 4329,08. Nilai probabilitas waktu operasional adalah 0,000.

Keputusan yang dapat diambil untuk variasi waktu pengambilan sampel adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai F hitung > F Tabel dan nilai P < 0,05. Artinya bahwa persentase penyisihan minyak lemak pasir halus terhadap waktu operasional dalam perlakuan tersebut memang tidak identik atau terdapat perbedaan yang signifikan.

Tabel 4.42 Hasil Uji ANOVA antara Variasi Waktu Operasional (jam) Terhadap Persentase Penyisihan Minyak Lemak Pasir kasar (%)

One-way ANOVA: waktu detensi; penyisihan minyak lemak (%)					
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	22610,03	22610,03	4510,73	0,000
Error	8	40,10	5,01		
Total	9	22650,12			

S = 2,239 R-Sq = 99,82% R-Sq(adj) = 99,80%

Hasil Tabel diatas memuat keterangan sebagai berikut :

DF = Derajat Bebas

SS = Variasi Residual

MS = Mean Square

F = Nilai statistik uji (membandingkan dengan nilai Tabel F pada lampiran)

P = Nilai Probabilitas (dengan $\alpha = 0,05$)

Untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5%, maka dari Tabel distribusi F didapat F Tabel adalah 5,32. Nilai F hitung output waktu operasional adalah 4510,73. Nilai probabilitas waktu operasional adalah 0,000.

Keputusan yang dapat diambil untuk variasi waktu pengambilan sampel adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai F hitung $>$ F Tabel dan nilai P $<$ 0,05. Artinya bahwa persentase penyisihan minyak lemak pasir kasar terhadap waktu operasional dalam perlakuan tersebut memang tidak identik atau terdapat perbedaan yang signifikan.

Tabel 4.43 Hasil Uji ANOVA antara Variasi Waktu Operasional (jam) Terhadap Persentase Penyisihan Minyak Lemak karbon aktif (%)

One-way ANOVA: waktu detensi; penyisihan minyak lemak (%)					
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	22743,36	22743,36	4531,90	0,000
Error	8	40,15	5,02		
Total	9	22783,51			

S = 2,240 R-Sq = 99,82% R-Sq(adj) = 99,80%

Hasil Tabel diatas memuat keterangan sebagai berikut :

- DF = Derajat Bebas
- SS = Variasi Residual
- MS = Mean Square
- F = Nilai statistik uji (membandingkan dengan nilai Tabel F pada lampiran)
- P = Nilai Probabilitas (dengan $\alpha = 0,05$)

Untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5%, maka dari Tabel distribusi F didapat F Tabel adalah 5,32. Nilai F hitung output waktu operasional adalah 4531,90. Nilai probabilitas waktu operasional adalah 0,000.

Keputusan yang dapat diambil untuk variasi waktu pengambilan sampel adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai F hitung $>$ F Tabel dan nilai P $<$ 0,05. Artinya bahwa persentase penyisihan minyak lemak karbon aktif terhadap waktu operasional dalam perlakuan tersebut memang tidak identik atau terdapat perbedaan yang signifikan.

**Tabel 4.44 Hasil Uji ANOVA antara Variasi Waktu Operasional (jam)
Terhadap Persentase Penyisihan Minyak Lemak kerikil (%)**

One-way ANOVA: waktu detensi; penyisihan minyak lemak (%)						
Source	DF	SS	MS	F	P	
Factor	1	22829,28	22829,28	4546,31	0,000	
Error	8	40,17	5,02			
Total	9	22869,46				
S = 2,241 R-Sq = 99,82% R-Sq(adj) = 99,80%						

Hasil Tabel diatas memuat keterangan sebagai berikut :

- DF = Derajat Bebas
- SS = Variasi Residual
- MS = Mean Square
- F = Nilai statistik uji (membandingkan dengan nilai Tabel F pada lampiran)
- P = Nilai Probabilitas (dengan $\alpha = 0,05$)

Untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5%, maka dari Tabel distribusi F didapat F Tabel adalah 5,32. Nilai F hitung output waktu operasional adalah 4546,31. Nilai probabilitas waktu operasional adalah 0,000.

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

4.9 Pembahasan

4.9.1 Penurunan Konsentrasi TSS

Pada Tabel 4.3 dapat diketahui bahwa konsentrasi TSS setelah proses pada reaktor berkisar antara 166 mg/l sampai 30 mg/l. Sedangkan persentase penurunan TSS tertinggi sebesar 95,3% pada pengambilan sampel jam ke 8.

Hubungan korelasi antara variasi waktu pengambilan sampel dengan persentase penurunan TSS adalah kuat dan searah. Dimana semakin lama waktu operasional maka semakin besar persentase penurunan TSS nya.

TSS (Total Suspended Solid) atau total padatan tersuspensi adalah padatan yang tersuspensi di dalam air berupa bahan-bahan organik dan inorganik. *Total Suspended Solid* (TSS) merupakan bahan partikel yang tidak terlarut (<http://repository.usu.ac.id/Chapter%20II.pdf>).

Terdapatnya *Total Suspended Solid* (TSS) dalam jumlah yang berlebihan di dalam air akan mengakibatkan kualitas air menurun, karena adanya absorpsi oksigen yang ada didalam air berkurang dan akan menyebabkan fotosintesis tidak dapat berjalan. Pada umumnya partikel tersuspensi memiliki ukuran lebih besar dari pada 1 mikron dan untuk partikel koloid mempunyai ukuran antara 1 milimikron hingga 1 mikron (Alaerts G dan Sumestri, 1984).

Pada proses filtrasi, partikel solid akan terperangkap di dalam struktur pori-pori kompleks yang dimiliki media filtrasi. Media filtrasi yang belakangan sering digunakan adalah media butiran (*granular*). Salah satu media yang umum digunakan adalah pasir (Cheremisinoff, 2002).

Di bawah lapisan pasir terdapat lapisan karbon aktif yang terbuat dari tempurung kelapa, dimana didalam TSS terdapat sifat fisik, terdiri dari endapan pasir, lumpur, tanah, sehingga bahan tersebut menjadi penyebab polusi tertinggi di dalam limbah sehingga, karbon aktif sangat berguna sebagai media filtrasi karena mampu memisahkan partikel solid secara fisik. Efektifitas dari karbon aktif dalam meremoval bahan organik ini dikarenakan besarnya luas permukaan yang merupakan faktor penting dalam proses adsorpsi (<http://wordpress.ac.id/bahan-bahan-media-filtrasi>).

Pada lapisan paling akhir digunakan kerikil dan ijuk sebagai media penahan. Dimana fungsi kerikil tidak hanya sebagai media penahan diatasnya, tetapi dapat menyerap kandungan pencemar dari limbah cair rumah makan. Ijuk memiliki fungsi bukan sebagai penyaring partikel-partikel kecil atau kotoran yang lolos pada lapisan diatasnya (<http://repository.ipb.ac.id/pdf>).

Semakin lama waktu pengambilan sampel maka penyisihan konsentrasi TSS menjadi semakin besar. Hal ini disebabkan karena semakin besar pula kesempatan adsorben untuk mengikat partikel tersuspensi dalam limbah cair rumah makan. Pengendapan yang terjadi juga semakin lama sehingga efisiensinya semakin besar, waktu kontak yang lama memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul zat terlarut yang teradsorpsi berlangsung lebih baik.

4.9.2 Pembahasan Penurunan Konsentrasi Kekeruhan

Tabel 4.3 dapat diketahui bahwa konsentrasi Kekeruhan setelah proses pada reaktor uji berkisar antara 66,4 NTU sampai 26,2 NTU. Sedangkan persentase penurunan kekeruhan tertinggi sebesar 71,0% pada pengambilan sampel jam ke 8.

Hubungan korelasi antara variasi waktu pengambilan sampel dengan persentase penurunan kekeruhan adalah kuat dan searah. Dimana semakin lama waktu operasional maka semakin besar persentase penurunan kekeruhannya.

Kekeruhan dipengaruhi oleh jumlah dan sifat alamiah zat organik yang tersuspensi dan materi anorganik dalam air. Semakin tinggi konsentrasi materi tersuspensi, semakin besar kekeruhannya. Sumber kekeruhan dapat berasal dari pasir-pasir halus, lumpur, lempung, zat organik, partikel-partikel besi, mangan, atau logam teroksidasi lainnya. Data kekeruhan sangat berguna, terutama untuk kualitas air minum. Partikel-partikel yang tersuspensi tersebut dapat berupa senyawa organik atau anorganik yang dapat menimbulkan efek terhadap kesehatan, estetika, dan proses desinfeksi.

Salah satu proses pada filtrasi adalah terjadinya *Sedimentasi*, proses ini akan mengendapkan partikel penyebab kekeruhan yang lebih berat dari massa jenis air pada lubang pori pada permukaan butiran. Selama proses filtrasi terjadi pengendapan pada media, sehingga terjadi pengurangan partikel tersuspensi yang besar dan pada prinsipnya semua butiran media dapat menjadi tempat pengendapan. Hal ini sejalan dengan proses pengendapan dalam media sehingga terjadi pengurangan partikel tersuspensi. Pada prinsipnya semua butiran media dapat menjadi tempat pengendapan. Partikel yang berukuran lebih besar dari pori antar media akan mengendap pada permukaan *filterbed*. Beberapa partikel yang dapat melewati pori antar media akan saling kontak dan membentuk butiran yang lebih besar sehingga tertahan pada media yang lebih dalam (Mc Feters, 1990 dalam Triwardani, 2011).

Terjadinya penurunan kekeruhan setelah proses mekanis dimana karbon aktif sebagai benda yang *porous*, dapat berfungsi sebagai adsorbent untuk mengurangi kadar warna, bau, kekeruhan. Bahan baku karbon aktif kandungan air pun turut mempengaruhi kemampuan absorpsi karbon aktif karena semakin rendah kandungan air dalam bahan berarti daya absorpsinya akan semakin baik. Kerikil dapat menyerap kandungan pencemar limbah, dimana kerikil berfungsi dalam proses filtrasi adalah menyaring sesuatu atau partikel agar tertahan oleh kerikil atau menempel pada kerikil

tersebut sedangkan ijuk juga dapat menyerap kandungan bahan pencemar dari limbah, dimana ijuk berfungsi sebagai penyaring partikel-partikel kecil dan kotoran-kotoran kecil yang lolos dari lapisan atasnya dalam proses penyaringan air ijuk juga bisa penetralisir bau dan warna (<http://www.scribd.com/penjernihanair>).

Semakin lama waktu pengambilan sampel maka penyisihan konsentrasi kekeruhan menjadi semakin besar. Hal ini disebabkan karena semakin besar pula kesempatan adsorben untuk mengikat partikel tersuspensi dalam limbah cair rumah makan. Pengendapan yang terjadi juga semakin lama sehingga efisiensinya semakin besar, waktu kontak yang lama memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul zat terlarut yang teradsorpsi berlangsung lebih baik.

4.9.3 Pembahasan Penurunan Konsentrasi Minyak Lemak

Tabel 4.3 dapat diketahui bahwa konsentrasi Minyak Lemak setelah proses pada reaktor uji berkisar antara 29,5 mg/l sampai dengan 1,8 mg/l. Sedangkan persentase penurunan minyak lemak tertinggi sebesar 99,8% pada pengambilan sampel jam ke 8.

Hubungan korelasi antara variasi waktu pengambilan sampel dengan persentase penurunan minyak lemak adalah kuat dan searah. Dimana semakin lama waktu operasional maka semakin besar persentase penurunan minyak lemak nya.

Salah satu media yang digunakan dalam penelitian ini adalah karbon aktif dari tempurung kelapa. Hal ini dikarenakan karbon aktif merupakan padatan yang bersifat porous sehingga dapat menyerap berbagai bahan organik, salah satunya adalah minyak lemak (Cheremisinoff, 2002).

Karbon aktif yang akan digunakan sebagai media diaktivasi terlebih dahulu melalui proses pemanasan sehingga pori-porinya terbuka, dengan demikian akan mempunyai daya serap yang tinggi. Dengan terbukanya pori-pori pada karbon aktif, maka karbon aktif mampu menyerap molekul lain yang mempunyai ukuran lebih kecil dari ukuran porinya. Proses adsorpsi oleh karbon aktif terjadi karena terperangkapnya molekul adsorbat dalam rongga karbon aktif, sedang pada sisi

aktifnya terjadi karena interaksi antara sisi tersebut dengan molekul adsorbat. Pori-pori ini yang nantinya akan menyerap bahan kimia yang terkandung dalam air limbah dan mengurangi konsentrasi minyak lemak. Akan tetapi pada proses adsorpsi pada suatu saat akan mengalami titik kejenuhan dimana adsorben tidak bisa lagi melakukan penyerapan sehingga perlu dilakukan proses regenerasi yaitu proses pengaktifan kembali atau pergantian adsorben (Supranto,1996).

Media kerikil tidak hanya sebagai media penahan di atasnya, tetapi dapat menyerap kandungan pencemar dari limbah cair rumah makan, sedangkan ijuk juga dapat menyerap kandungan pencemar dari limbah tersebut. Fungsi utama dari kerikil dalam proses filtrasi adalah menyaring sesuatu atau partikel agar tertahan oleh kerikil atau menempel pada kerikil tersebut. Fungsi ijuk sendiri sebagai penyaring partikel-partikel kecil atau kotoran-kotoran kecil yang lolos dari lapisan atasnya.

Pada penelitian ini terdapat lapisan biofilm yang menempel pada permukaan lapisan pasir halus. Lapisan biofilm yang sudah ditumbuh kembangkan pada tahap aklimatisasi ini mampu mendegradasi bahan organik sehingga dapat memaksimalkan penurunan konsentrasi minyak lemak dalam air limbah.

Semakin lama waktu operasional maka penyisihan konsentrasi minyak lemak menjadi semakin besar. Hal ini disebabkan karena semakin besar pula kesempatan adsorben dan lapisan biofilm untuk mereduksi konsentrasi minyak lemak dalam limbah cair rumah makan.

4.10 Kualitas Output Pengolahan Biosand Filter dengan Karbon Aktif Berdasarkan Standar Baku Mutu

Konsentrasi awal TSS, kekeruhan dan minyak lemak pada limbah cair rumah makan “Warung Prasmanan Syahroni” yang bertempat di Kelurahan Sawojajar Kota Malang secara berturut-turut adalah 1700 mg/l, 144,3 NTU dan 1500 mg/l. Konsentrasi TSS dan minyak lemak tersebut melebihi standar baku mutu yang ditetapkan Kepmen Negara LH No. 112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Konsentrasi TSS dan minyak lemak sesuai baku mutu tersebut secara

berturut-turut adalah 100 mg/l dan 10 mg/l. Setelah dilakukan pengolahan menggunakan metode biosand filter dengan karbon aktif, konsentrasi TSS dan minyak lemak yang terkandung dalam limbah tersebut mengalami penurunan.

Konsentrasi TSS dan minyak lemak setelah proses pengolahan secara berturut-turut adalah 30 mg/l dan 1,8 mg/l. Konsentrasi tersebut adalah konsentrasi terendah yang bisa diperoleh dari pengolahan ini. Dari hasil konsentrasi akhir tersebut dapat diketahui bahwa hasil output pengolahan menggunakan metode biosand filter dengan karbon aktif sudah memenuhi standar baku mutu Kepmen Negara LH No. 112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik untuk parameter TSS dan minyak lemak. Kemudian hasil output pengolahan menggunakan metode biosand filter karbon aktif akan direuse menjadi air baku. Konsentrasi akhir TSS hasil output tersebut sudah memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, berdasarkan kelas 2 untuk TSS adalah 50 mg/l. Sedangkan untuk minyak lemak belum memenuhi standar baku mutu dimana nilai minyak lemak pada standar baku mutu yang ditetapkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air adalah 0,001 mg/l.

Konsentrasi akhir kekeruhan setelah proses pengolahan adalah 26,2 NTU. Dari hasil konsentrasi akhir tersebut dapat diketahui bahwa hasil output pengolahan menggunakan metode biosand filter dengan karbon aktif belum memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan Peraturan Menteri Kesehatan R.I No : 16/MENKES/PER/IX/1990 konsentrasi untuk kekeruhan adalah 25 NTU. Sehingga untuk konsentrasi minyak lemak dan kekeruhan perlu dilakukan pengolahan sebelum proses biosand filter dan pengolahan lanjutan setelah biosand filter agar dapat dijadikan air baku untuk air bersih dan memenuhi standar baku mutu yang ada.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Reaktor *Biosand Filter* dari empat media yang terpisah (pasir halus, pasir kasar, karbon aktif (tempurung kelapa) dan kerikil + ijuk) tiap-tiap media efisiensi penurunannya berbeda-beda untuk TSS (90,9%, 90,5%, 92,4% dan 95,3%), kekeruhan (62,1%, 68,6%, 71,0% dan 70,6%) dan minyak lemak (99,2%, 99,3%, 99,6% dan 99,8%)
2. Reaktor *Biosand Filter* dengan media karbon aktif (tempurung kelapa) dan kerikil + ijuk efektif untuk menurunkan TSS dan Minyak Lemak memenuhi standar baku mutu Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup nomor 112 tahun 2003 yang sudah ditetapkan, namun kurang efektif untuk menurunkan konsentrasi Kekeruhan dengan standar baku mutu yang ditetapkan. Waktu efektif operasional untuk menurunkan TSS, Kekeruhan dan Minyak lemak dengan menggunakan reaktor biosand filter dengan karbon aktif adalah waktu pengambilan sampel jam ke 8.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menambah interval waktu operasional sehingga dapat diketahui sejauh mana kemampuan reaktor ini dalam menurunkan konsentrasi pencemar.
2. Perlu dilakukan penelitian pendahuluan sebelum ke proses biosand filter dan pengolahan lanjutan setelah biosand filter agar dapat dijadikan air baku untuk air bersih yang memenuhi standar baku mutu yang ada.
3. Perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan media karbon aktif yang memiliki kekasaran lebih besar untuk mengurangi gerusan, sehingga dapat meningkatkan efektifitas reaktor.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G dan Sri Santika S, 1984. *Metode Penelitian Air*. Usaha Nasional, Surabaya.
- Anonim, 2012. *Biosand Filter*. <http://practicalaction.org/image/bio-sand-filter-technical-plan.jpg>. Diakses tanggal 13 April 2012 pukul 20.00 WIB
- Anonim, 2012. **Tempurung kelapa**. <http://www.dekindo.com/>. Diakses tanggal 16 april 2012 pukul 15.07 WIB
- Anonim, 2012 **Metode Filtrasi**. (<http://wordpress.ac.id/bahan-bahan-media-filtrasi>) Diakses tanggal 28 juli 2012 pukul 17.00 WIB
- Anonim, 2012 **kerikil dan Ijuk**. (<http://repository.ipb.ac.id/pdf>) Diakses tanggal 28 juli 2012 pukul 17.00 WIB
- Cheremisinoff, N.P, 2002. *Handbook of Water and Wastewater Treatment Technologies*. Butterworth-Heinemann, United State of America.
- Mahersetywan, A, 2011. **Penggunaan Reaktor Biosand Filter dengan Penambahan gerabah dan Karbon Aktif untuk mengolah Limbah Cair Rumah Susun, Parameter Terolah : COD, TSS dan Minyak Lemak Skripsi**, Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITN Malang.
- Ngai, T. and Sophie, 2003. *The Arsenic Biosand Filter (ABF) Design of An Appropriate Household Drinking Water Filter for Rural Nepal*. Nepal.
- Iriawan, N dan Astuti, S.P, 2006. **Mengolah Data Statistik Dengan Mudah Menggunakan Minitab 14**. Andi. Yogyakarta.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 112 Tahun 2003. *Baku Mutu Air Limbah Domestik*. Deputi MENLH Bidang Kebijakan dan Kelembagaan Lingkungan Hidup. Jakarta
- Ketaren, S. 1986, **Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan**. UI-Press Jakarta.
- Marsono, B. D, 1997. *Pengolahan Limbah Cair Biologis*. Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITS Surabaya.

- Metcalf and Eddy, 2003. *Wastewater Engineering : Treatment, Disposal, Reuse, Revised* by Geo Tchobanoglous, Tata Mc Graw-Hil Publising Company LTD, New Delhi
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416/MENKES/PER/IX/1990 tanggal : 3 september 1990 tentang *Syarat-syarat dan pengawasan kualitas air.*
- Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang *Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.* Presiden Republik Indonesia.
- Puspita, D, 2008. *Penurunan Konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) Pada Limbah Laundry dengan Menggunakan Reaktor Biosand Filter Disertai dengan Reaktor Karbon Aktif.* Skripsi, Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, UII Yogyakarta.
- Sincero, P dan Sincero, A, 1996. *Environmental Engineering : A Design Approach.* Prentice-Hall Inc. United State of America.
- SNI 3981, 2008. *Perencanaan Instalasi Saringan Pasir Lambat.* Badan Standardisasi Nasional.
- Sugiharto, 2008. *Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah,* Universitas Indonesia, Jakarta.
- Supranto, 1996, **Pemakaian Karbon Aktif Dalam Penyediaan Air Minum,** jurnal ilmiah, STTL, Yogyakarta
- Triwardani, U. 2011. **Pemakaian Cangkang Kerang, Batu Apung dan Arang Aktif Tempurung Kelapa Sebagai Media Pada Roughing Filter Aliran Horizontal Dalam Menurunkan Kadar Kekeruhan dan Kesadahan Pada Air Sungai Brantas.** Skripsi, Jurusan Teknik Lingkungan, ITN Malang.
- Yung and Kathleen .2003. *Biosand Filtration : Application in the Developing World.* Civil Engineering, University of Waterloo.
- Zaman, B, A., 2008. **Penurunan BOD dan COD pada Rumah Makan X Menggunakan Aerobik Biofilter Aliran Upflow dengan Media Pecahan Genteng.** Skripsi, Jurusan Teknik Lingkungan, ITN Malang.



LAMPIRAN

LAMPIRAN

LAMPIRAN



LABORATORIUM TEKNIK LINGKUNGAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2
Telp. (0341) 551431 (Hunting) Fax. (0341) 553015 Extension 187
Malang 65145



HASIL ANALISIS SAMPEL

A.n : Sofia Meliani Renuat (NIM : 0826012)

Alamat : Teknik Lingkungan ITN Malang

Lokasi : Rumah Makan "Warung Prasmanan Syahroni"

Jl. Danau Sentani, Malang

Tanggal analisis sampel : 12 – 28 Juni 2012

1) Analisis Konsentrasi Awal Sampel

Parameter	Satuan	Nilai			
		1	2	3	r
TSS	mg/l	1000	2000	2100	1700
Kekeruhan	NTU	142.9	145.5	144.5	144.3
Minyak Lemak	mg/l	1400	2000	1100	1500

2) Analisis Bahan Organik

Hari	Tanggal	Temperatur (°C)	Ph	Bahan Organik (Mg/L)	Selisih Bahan Organik (Mg/L)	Penyisihan Bahan Organik (%)
1	12-Jun	26.5	8.1	25.45	0	24.57
2	13-Jun	26.8	7.8	22.27	3.18	21.45
3	14-Jun	26.5	8.8	18.21	4.06	17.33
4	15-Jun	26.3	8.10	16.10	2.12	15.22
5	16-Jun	26.3	8.5	14.04	2.06	13.04
6	17-Jun	26.4	9.5	13.98	0.06	13.05
7	18-Jun	26.2	8.2	12.92	1.06	11.94
8	19-Jun	26.2	8.2	12.61	0.31	11.68
9	20-Jun	26.2	8.1	11.80	0.81	10.85
10	21-Jun	26.2	8.0	11.21	0.59	10.38
11	22-Jun	26.3	9.0	9,25	1.96	8.31
12	23-Jun	26.0	9.4	8.70	0.55	7.83
13	24-Jun	26.0	8.2	7.53	1.17	6.60
14	25-Jun	26.2	8.1	7.01	0.52	6.1
15	26-Jun	26.3	8.3	6.22	0.79	6.12



LABORATORIUM TEKNIK LINGKUNGAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN



Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2
Telp. (0341) 551431 (Hunting) Fax. (0341) 553015 Extension 187
Malang 65145

		8	124,2	46,9	47,1	47,2	47,0
2	PASIR II	0	109,5	46,9	47,1	47,2	47,0
		2	109,5	45,1	43,6	43,8	44,1
		4	109,5	43	43,1	43,1	43,9
		6	109,5	35,4	35,2	34,9	43,0
		8	109,5	34,3	34,5	34,4	34,3
3	KARBON AKTIF	0	99,5	34,3	34,5	34,4	34,3
		2	99,5	32,8	32,1	32,8	32,5
		4	99,5	30,8	30,7	30,8	31,7
		6	99,5	29,3	29,2	29,4	29,3
		8	99,5	28,8	28,7	28,9	28,8
4	KERIKIL	0	89,2	28,8	28,7	28,9	28,8
		2	89,2	27,9	28,0	27,9	27,9
		4	89,2	27,8	27,7	27,9	27,8
		6	89,2	26,6	26,5	26,2	26,4
		8	89,2	26,1	26,3	26,4	26,2

5) Analisis Konsentrasi Akhir Minyak Lemak

No	Media	Waktu (jam)	Konsentrasi awal (mg/l)	Konsentrasi Akhir (mg/l)			Rata-rata (mg/l)
				1	2	3	
1	PASIR I	0	1300	29,5	29,5	29,5	29,5
		2	1300	19,6	19,6	19,6	19,6
		4	1300	18,9	18,8	18,9	18,8
		6	1300	13,1	13,1	13,1	13,1
		8	1300	10,1	10,2	10,1	10,1
2	PASIR II	0	1000	10,1	10,2	10,1	10,1
		2	1000	9,5	9,5	9,5	9,5
		4	1000	8,9	8,7	8,9	8,8
		6	1000	8,1	8,2	8,1	8,1
		8	1000	7,9	7,8	7,9	7,8
3	KARBON AKTIF	0	900	7,9	7,8	7,9	7,8
		2	900	6,4	6,3	6,4	6,3
		4	900	5,7	5,6	5,8	5,7
		6	900	5,2	5,5	5,4	5,3
		8	900	4,9	4,9	4,9	4,9



LABORATORIUM TEKNIK LINGKUNGAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2
Telp. (0341) 551431 (Hunting) Fax. (0341) 553015 Extension 187
Malang 65145



3) Analisis Konsentrasi Akhir TSS

No	Media	Waktu (jam)	Konsentrasi awal (mg/l)	Konsentrasi Akhir (mg/l)			Rata-rata (mg/l)
				1	2	3	
1	PASIR I	0	1100	300	100	100	166
		2	1100	155	154	155	155
		4	1100	200	100	100	133
		6	1100	200	100	100	130
		8	1100	100	100	100	100
2	PASIR II	0	900	100	100	100	100
		2	900	90	90	90	95
		4	900	86	84	86	90
		6	900	80	80	80	85,3
		8	900	79	79	79	79
3	KARBON AKTIF	0	800	79	79,8	79	79
		2	800	70	71	70	70,3
		4	800	69	69	69	68
		6	800	64	64	64	64
		8	800	60	61	60	60,3
4	KERIKIL	0	650	60	61	60	60,3
		2	650	58	58	58	58
		4	650	53	52	53	52,6
		6	650	45	45	45	45
		8	650	30	30	30	30

4) Analisis Konsentrasi Akhir Kekeruhan

No	Media	Waktu (jam)	Konsentrasi awal (NTU)	Konsentrasi Akhir (NTU)			Rata-rata (NTU)
				1	2	3	
1	PASIR I	0	124,2	66,7	66,2	66,4	66,4
		2	124,2	56,8	56,5	56,9	56,7
		4	124,2	54,4	57,7	55,2	55,7
		6	124,2	47,6	47,3	47,2	47,3



LABORATORIUM TEKNIK LINGKUNGAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

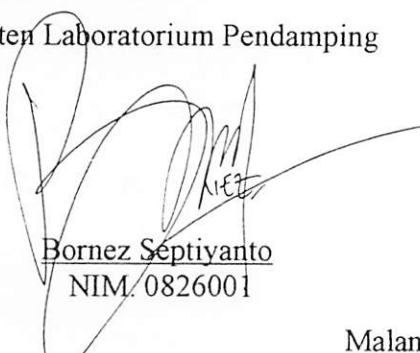


Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2
Telp. (0341) 551431 (Hunting) Fax. (0341) 553015 Extension 187
Malang 65145

No	Media	Waktu (jam)	Konsentrasi awal (mg/l)	Konsentrasi Akhir (mg/l)			Rata-rata (mg/l)
				1	2	3	
4	KERIKIL	0	700	4,9	4,9	4,9	4,9
		2	700	3,9	3,6	3,8	3,7
		4	700	2,9	2,7	2,8	2,8
		6	700	2,3	2,5	2,7	2,5
		8	700	1,9	1,7	1,8	1,8

Hasil analisis ini hanya berlaku untuk konsumsi sampel pada saat itu. Pengambilan sampel dan proses analisis di laboratorium dilakukan sendiri oleh konsumen.

Asisten Laboratorium Pendamping



Bornez Septiyanto
NIM. 0826001

Mahasiswa



Sofia Meliani Renuat
NIM. 0826012

Malang, 30 Juli 2012

Kepala Laboratorium Teknik Lingkungan



Anis Artiyani, ST. MT
NIP: X. 1030000350
P. 1030300348

DESAIN REAKTOR

1. Perhitungan untuk media pasir halus

$$\begin{aligned} \text{Diameter} &= 0,20 \text{ mm} = 0,00020 \text{ m} \\ \text{tinggi media} &= 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m} \\ \text{faktor bentuk} &= 0,98 \\ \text{porositas} &= 0,38 \\ \text{dimensi kolom reaktor} &= 0,3 \text{ m} \times 0,3 \text{ m} \\ \text{kecepatan filtrasi} &= 0,1 - 0,4 \text{ m/jam} \\ \text{vasumsi} &= 0,2 \text{ m/jam} = 5,55 \times 10^{-5} \text{ m/dtk} \end{aligned}$$

$$\text{Volume filter} = \text{luas alas} \times \text{tinggi} = (0,3 \text{ m} \times 0,3 \text{ m}) \times 0,3 \text{ m} = 0,027 \text{ m}^3$$

$$\text{volumerongga} = \text{volume filter} \times \text{porositas} = 0,027 \text{ m}^3 \times 0,38 = 0,01026 \text{ m}^3$$

Dari volume rongga makadapatdihitung :

$$A = \frac{\text{volume rongga}}{\text{tinggi media}} = \frac{0,01026 \text{ m}^3}{0,3 \text{ m}} = 0,0342 \text{ m}^2$$

$$Q = A \times v = 0,0342 \text{ m}^2 \times 0,2 \text{ m/jam} = 0,00684 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$NRe = \frac{\phi \cdot d \cdot v_s}{\nu} = \frac{0,98 \times 0,0002 \text{ m} \times 5,55 \times 10^{-5} \text{ m/dtk}}{0,9186 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{dtk}} = 0,011$$

C_D (koefisien drag) untuk nilai $NRe < 1$:

$$C_D = \frac{24}{NRe} = \frac{24}{0,011} = 2024,67$$

Kehilangan tekanan :

$$H_L = 1,067 \frac{C_D \cdot L \cdot v_s^2}{\phi \cdot d \cdot \epsilon^4 \cdot g} = 1,067 \frac{2024,67 \times 0,3 \times v_s^2}{0,98 \times 0,0002 \times 0,38^4 \times 9,81}$$

$$100 = 1,067 \frac{2024,67 \times 0,3 \times v_s^2}{0,98 \times 0,0002 \times 0,38^4 \times 9,81}$$

$$v_s = 4,14 \times 10^{-5} \text{ m/dtk} = 0,15 \text{ m/jam} \rightarrow \text{OK} (0,1 - 0,4 \text{ m/jam})$$

$$t_D = \frac{h}{v_s} = \frac{0,3 \text{ m}}{0,15 \text{ m/jam}} = 2 \text{ jam}$$

2. Perhitungan untuk media pasir kasar

$$\begin{aligned}\text{Diameter} &= 0,30 \text{ mm} = 0,00030 \text{ m} \\ \text{tinggi media} &= 25 \text{ cm} = 0,25 \text{ m} \\ \text{faktor bentuk} &= 0,98 \\ \text{porositas} &= 0,38 \\ \text{dimensi kolom reaktor} &= 0,3 \text{ m} \times 0,3 \text{ m} \\ \text{kecepatan filtrasi} &= 0,1 - 0,4 \text{ m/jam} \\ \text{vasumsi} &= 0,2 \text{ m/jam} = 5,55 \times 10^{-5} \text{ m/dtk}\end{aligned}$$

$$\text{Volume filter} = \text{luas alas} \times \text{tinggi} = (0,3 \text{ m} \times 0,3 \text{ m}) \times 0,25 \text{ m} = 0,0225 \text{ m}^3$$

$$\text{volume rongga} = \text{volume filter} \times \text{porositas} = 0,0225 \text{ m}^3 \times 0,38 = 0,00855 \text{ m}^3$$

Dari volume rongga maka dapat dihitung :

$$A = \frac{\text{volume rongga}}{\text{tinggi media}} = \frac{0,00855 \text{ m}^3}{0,25 \text{ m}} = 0,0342 \text{ m}^2$$

$$Q = A \times v = 0,0342 \text{ m}^2 \times 0,2 \text{ m/jam} = 0,00684 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$NRe = \frac{\phi \cdot d \cdot v_s}{\nu} = \frac{0,98 \times 0,0003 \text{ m} \times 5,55 \times 10^{-5} \text{ m/dtk}}{0,9186 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{dtk}} = 0,017$$

C_D (koefisien drag) untuk nilai $NRe < 1$:

$$C_D = \frac{24}{NRe} = \frac{24}{0,017} = 1349,78$$

Kehilangan tekanan :

$$H_L = 1,067 \frac{C_D \cdot L \cdot v_s^2}{\phi \cdot d \cdot \epsilon^4 \cdot g} = 1,067 \frac{1349,78 \times 0,25 \times v_s^2}{0,98 \times 0,0003 \times 0,38^4 \times 9,81}$$

$$100 = 1,067 \frac{1349,78 \times 0,25 \times v_s^2}{0,98 \times 0,0003 \times 0,38^4 \times 9,81}$$

$$v_s = 6,81 \times 10^{-5} \text{ m/dtk} = 0,24 \text{ m/jam} \rightarrow \text{OK} (0,1 - 0,4 \text{ m/jam})$$

$$t_D = \frac{h}{v_s} = \frac{0,25 \text{ m}}{0,24 \text{ m/jam}} = 1 \text{ jam}$$

3. Perhitungan untuk media karbon aktif

$$\begin{aligned}\text{Diameter} &= 0,20 \text{ mm} = 0,00020 \text{ m} \\ \text{tinggi media} &= 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m} \\ \text{faktor bentuk} &= 0,94 \\ \text{porositas} &= 0,39 \\ \text{dimensi kolom reaktor} &= 0,3 \text{ m} \times 0,3 \text{ m} \\ \text{kecepatan filtrasi} &= 0,1 - 0,4 \text{ m/jam} \\ \text{vasumsi} &= 0,2 \text{ m/jam} = 5,55 \times 10^{-5} \text{ m/dtk}\end{aligned}$$

$$\text{Volume filter} = \text{luas alas} \times \text{tinggi} = (0,3 \text{ m} \times 0,3 \text{ m}) \times 0,3 \text{ m} = 0,027 \text{ m}^3$$

$$\text{volumerongga} = \text{volume filter} \times \text{porositas} = 0,027 \text{ m}^3 \times 0,39 = 0,01053 \text{ m}^3$$

Dari volume rongga maka dapat dihitung :

$$A = \frac{\text{volume rongga}}{\text{tinggi media}} = \frac{0,01053 \text{ m}^3}{0,3 \text{ m}} = 0,0351 \text{ m}^2$$

$$Q = A \times v = 0,0351 \text{ m}^2 \times 0,2 \text{ m/jam} = 0,00702 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$NRe = \frac{\phi \cdot d \cdot v_s}{\nu} = \frac{0,98 \times 0,0002 \text{ m} \times 5,55 \times 10^{-5} \text{ m/dtk}}{0,9186 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{dtk}} = 0,011$$

C_D (koefisien drag) untuk nilai $NRe < 1$:

$$C_D = \frac{24}{NRe} = \frac{24}{0,011} = 2110,83$$

Kehilangan tekanan :

$$H_L = 1,067 \frac{C_D \cdot L \cdot v_s^2}{\phi \cdot d \cdot \epsilon^4 \cdot g} = 1,067 \frac{2110,83 \times 0,3 \times v_s^2}{0,98 \times 0,0002 \times 0,38^4 \times 9,81}$$

$$100 = 1,067 \frac{2110,83 \times 0,3 \times v_s^2}{0,98 \times 0,0002 \times 0,38^4 \times 9,81}$$

$$v_s = 4,19 \times 10^{-5} \text{ m/dtk} = 0,15 \text{ m/jam} \rightarrow \text{OK} (0,1 - 0,4 \text{ m/jam})$$

$$t_D = \frac{h}{v_s} = \frac{0,3 \text{ m}}{0,15 \text{ m/jam}} = 2 \text{ jam}$$

$$\text{Total waktu detensi} = 2 \text{ jam} + 1 \text{ jam} + 2 \text{ jam} = 5 \text{ jam} \rightarrow t_0$$

4. Perhitungan untuk media kerikil 1

$$\text{Diameter} = 3 \text{ mm} = 0,0030 \text{ m}$$

$$\text{tinggi media} = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$$

$$\text{faktor bentuk} = 0,7$$

$$\text{porositas} = 0,48$$

$$\text{dimensi kolom reaktor} = 0,3 \text{ m} \times 0,3 \text{ m}$$

$$\text{kecepatan filtrasi} = 0,1 - 0,4 \text{ m/jam}$$

$$\text{vasumsi} = 0,2 \text{ m/jam} = 5,55 \times 10^{-5} \text{ m/dtk}$$

$$\text{Volume filter} = \text{luas alas} \times \text{tinggi} = (0,3 \text{ m} \times 0,3 \text{ m}) \times 0,05 \text{ m} = 0,0045 \text{ m}^3$$

$$\text{volume rongga} = \text{volume filter} \times \text{porositas} = 0,0045 \text{ m}^3 \times 0,48 = 0,00216 \text{ m}^3$$

Dari volume rongga maka dapat dihitung :

$$A = \frac{\text{volume rongga}}{\text{tinggi media}} = \frac{0,00216 \text{ m}^3}{0,05 \text{ m}} = 0,0432 \text{ m}^2$$

$$Q = A \times v = 0,0432 \text{ m}^2 \times 0,2 \text{ m/jam} = 0,00864 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$NRe = \frac{\phi \cdot d \cdot v_s}{\nu} = \frac{0,98 \times 0,003 \text{ m} \times 5,55 \times 10^{-5} \text{ m/dtk}}{0,9186 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{dtk}} = 0,12$$

C_D (koefisien drag) untuk nilai $NRe < 1$:

$$C_D = \frac{24}{NRe} = \frac{24}{0,12} = 188,97$$

Kehilangan tekanan :

$$H_L = 1,067 \frac{C_D \cdot L \cdot v_s^2}{\phi \cdot d \cdot \epsilon^4 \cdot g} = 1,067 \frac{188,97 \times 0,05 \times v_s^2}{0,98 \times 0,003 \times 0,38^4 \times 9,81}$$

$$100 = 1,067 \frac{188,97 \times 0,05 \times v_s^2}{0,98 \times 0,003 \times 0,38^4 \times 9,81}$$

$$v_s = 1,7 \times 10^{-3} \text{ m/dtk} = 6,25 \text{ m/jam}$$

$$t_D = \frac{h}{v_s} = \frac{0,05 \text{ m}}{6,25 \text{ m/jam}} = 0,008 \text{ jam}$$

5. Perhitungan untuk media Ijuk

$$\text{Diameter} = 10 \text{ mm} = 0,010 \text{ m}$$

$$\text{tinggi media} = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$$

$$\text{faktor bentuk} = 0,7$$

$$\text{porositas} = 0,48$$

$$\text{dimensi kolom reaktor} = 0,3 \text{ m} \times 0,3 \text{ m}$$

$$\text{kecepatan filtrasi} = 0,1 - 0,4 \text{ m/jam}$$

$$\text{vasumsi} = 0,2 \text{ m/jam} = 5,55 \times 10^{-5} \text{ m/dtk}$$

$$\text{Volume filter} = \text{luas alas} \times \text{tinggi} = (0,3 \text{ m} \times 0,3 \text{ m}) \times 0,1 \text{ m} = 0,009 \text{ m}^3$$

$$\text{volumerongga} = \text{volume filter} \times \text{porositas} = 0,009 \text{ m}^3 \times 0,48 = 0,00432 \text{ m}^3$$

Dari volume rongga makadapatdihitung :

$$A = \frac{\text{volume rongga}}{\text{tinggi media}} = \frac{0,00432 \text{ m}^3}{0,1 \text{ m}} = 0,0432 \text{ m}^2$$

$$Q = A \times v = 0,0432 \text{ m}^2 \times 0,2 \text{ m/jam} = 0,00864 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$NRe = \frac{\phi \cdot d \cdot v_s}{\nu} = \frac{0,98 \times 0,01 \text{ m} \times 5,55 \times 10^{-5} \text{ m/dtk}}{0,9186 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{dtk}} = 0,42$$

C_D (koefisien drag) untuk nilai $NRe < 1$:

$$C_D = \frac{24}{NRe} = \frac{24}{0,42} = 56,69$$

Kehilangantekanan :

$$H_L = 1,067 \frac{C_D \cdot L \cdot v_s^2}{\phi \cdot d \cdot \epsilon^4 \cdot g} = 1,067 \frac{56,69 \times 0,1 \times v_s^2}{0,98 \times 0,01 \times 0,38^4 \times 9,81}$$

$$100 = 1,067 \frac{56,69 \times 0,1 \times v_s^2}{0,98 \times 0,01 \times 0,38^4 \times 9,81}$$

$$v_s = 4,09 \times 10^{-3} \text{ m/dtk} = 14,72 \text{ m/jam}$$

$$t_D = \frac{h}{v_s} = \frac{0,1 \text{ m}}{14,72 \text{ m/jam}} = 0,007 \text{ jam}$$

Dokumentasi Penelitian
Tempat Pengambilan Sampel



PERSIAPAN MEDIA



PERSIAPAN MEDIA



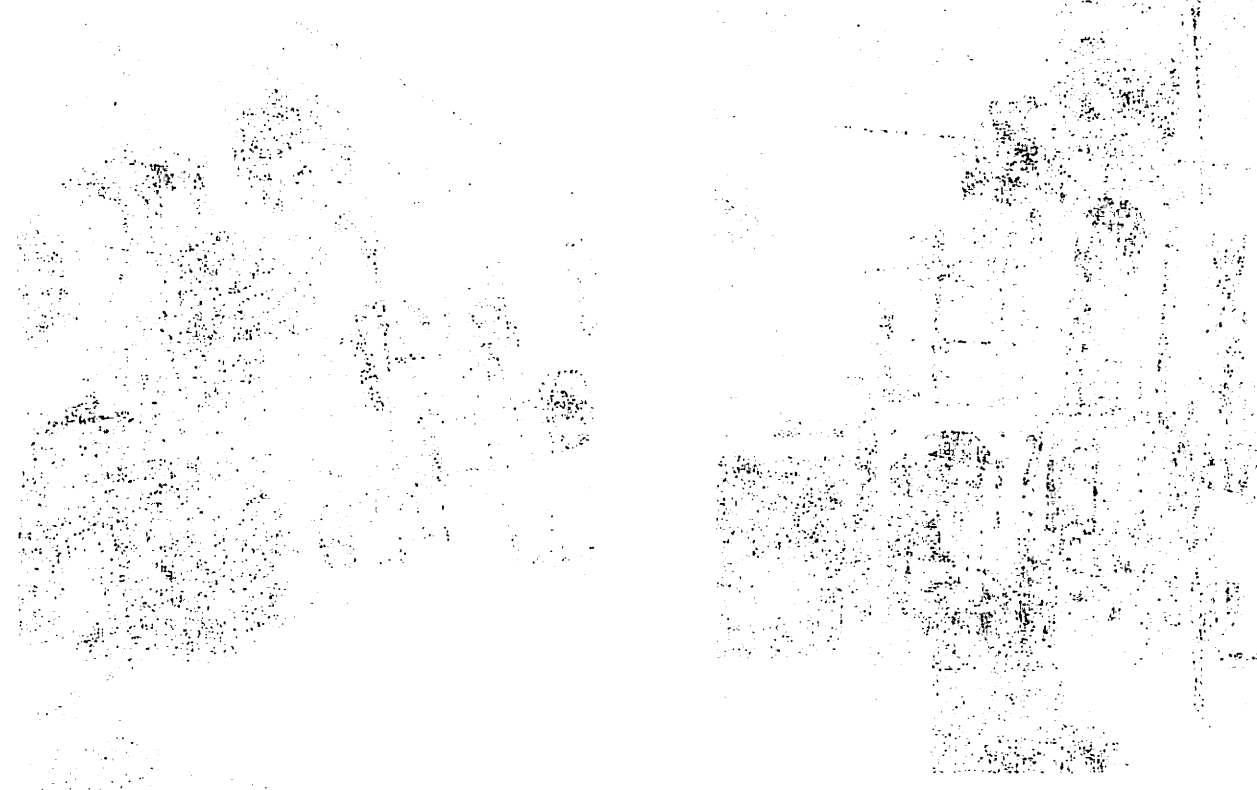
REAKTOR BIOSAND FILTER



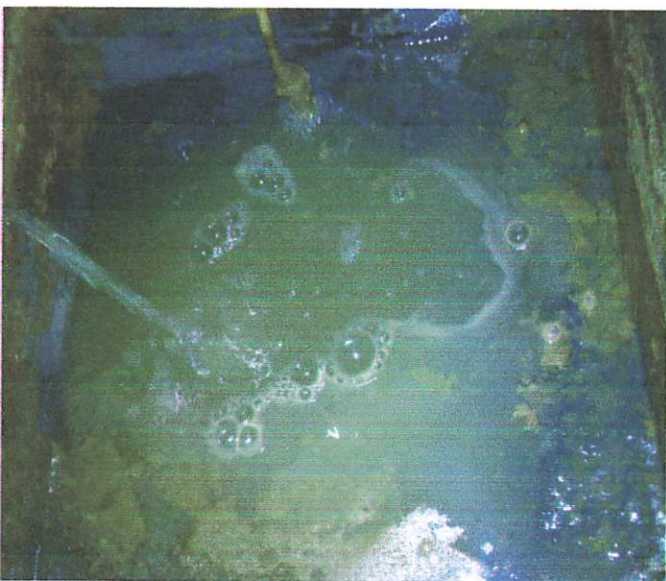
THE HISTORY OF THE

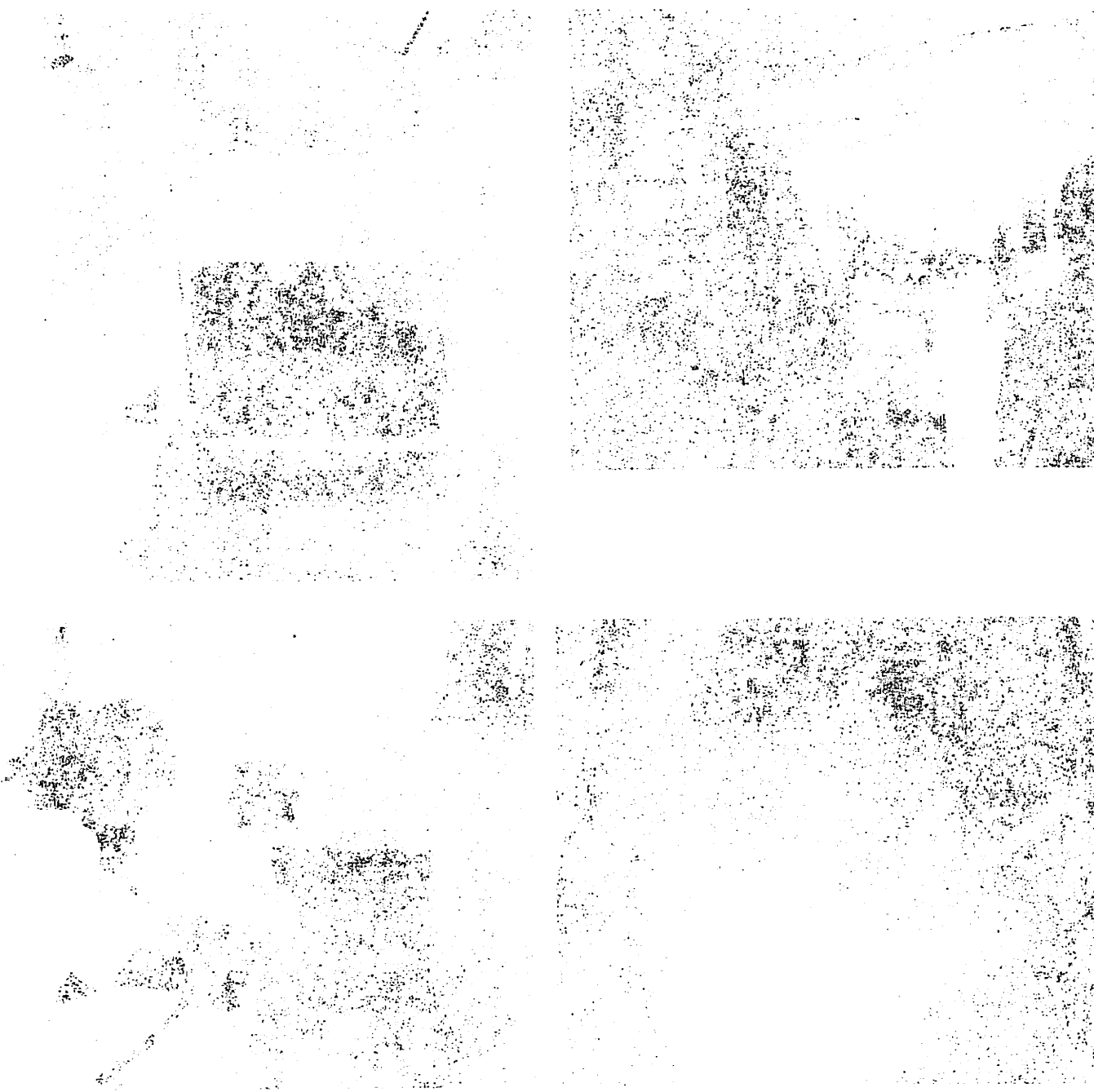


THE HISTORY OF THE



REAKTOR BIOSAND FILTER

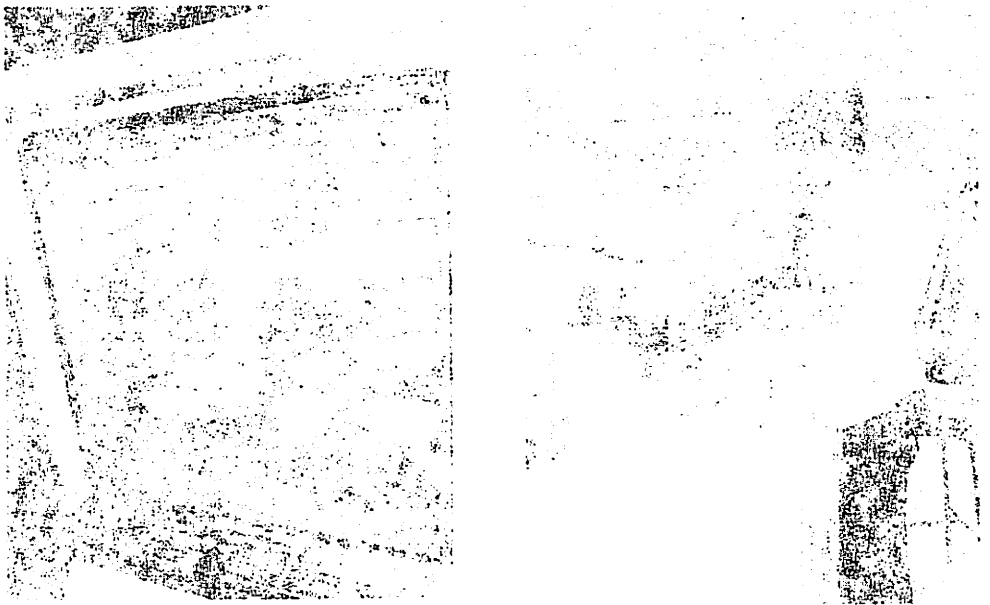




PELAKSANAAN PENELITIAN



PLATE 1



**KEPUTUSAN
MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP
NOMOR 112 TAHUN 2003**

**TENTANG
BAKU MUTU AIR LIMBAH DOMESTIK**

MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP,

Menimbang : bahwa untuk melaksanakan ketentuan Pasal 21 ayat (1) Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, maka dipandang perlu menetapkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik;

Mengingat :

1. Undang-undang Nomor 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup (Lembaran Negara Tahun 1997 Nomor 68, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3699);
2. Undang-undang Nomor 22 Tahun 1999 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Tahun 1999 Nomor 60, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3839);
3. Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 1999 tentang Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup (Lembaran Negara Tahun 1999 Nomor 59, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3838);
4. Peraturan Pemerintah Nomor 25 Tahun 2000 tentang Kewenangan Pemerintah dan Kewenangan Provinsi Sebagai Daerah Otonom (Lembaran Negara Tahun 2000 Nomor 54, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3952);
5. Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air (Lembaran Negara Tahun 2001 Nomor 153, Tambahan Lembaran Negara Nomor 4161);
6. Keputusan Presiden Nomor 2 Tahun 2002 tentang Perubahan Atas Keputusan Presiden Nomor 101 Tahun 2001 tentang Kedudukan, Tugas, Fungsi, Kewenangan, Susunan Organisasi, Dan Tata Kerja Menteri Negara;

MEMUTUSKAN :

Menetapkan : KEPUTUSAN MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP TENTANG BAKU MUTU AIR LIMBAH DOMESTIK.

Pasal 1

Dalam Keputusan ini yang dimaksud dengan :

1. Air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari usaha dan atau kegiatan permukiman (*real estate*), rumah makan (restauran), perkantoran, pemiagaan, apartemen dan asrama;
2. Baku mutu air limbah domestik adalah ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah domestik yang akan dibuang atau dilepas ke air permukaan;
3. Pengolahan air limbah domestik terpadu adalah sistem pengolahan air limbah yang dilakukan secara bersama-sama (kolektif) sebelum dibuang ke air permukaan;
4. Menteri adalah Menteri yang ditugasi untuk mengelola lingkungan hidup dan pengendalian dampak lingkungan.

Pasal 2

- (1) Baku mutu air limbah domestik berlaku bagi usaha dan atau kegiatan permukiman (*real estate*), rumah makan (restauran), perkantoran, pemiagaan dan apartemen.
- (2) Baku mutu air limbah domestik sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) berlaku untuk pengolahan air limbah domestik terpadu.

Pasal 3

Baku mutu air limbah domestik adalah sebagaimana tercantum dalam lampiran Keputusan ini.

Pasal 4

Baku mutu air limbah domestik dalam keputusan ini berlaku bagi :

Lampiran
Keputusan Menteri Negara
Lingkungan Hidup,
Nomor : 112 Tahun 2003
Tanggal : 10 Juli 2003

BAKU MUTU AIR LIMBAH DOMESTIK

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH	-	6 - 9
BOD	mg/l	100
TSS	mg/l	100
Minyak dan Lemak	mg/l	10

Menteri Negara
Lingkungan Hidup,
tttd
Nabiel Makarim,MPA,MSM.

Salinan sesuai dengan aslinya
Deputi MENLH Bidang Kebijakan
Dan Kelembagaan Lingkungan Hidup,
Hoetomo, MPA.

LAMPIRAN
PERATURAN PEMERINTAH
NOMOR 82 TAHUN 2001
TANGGAL 14 DESEMBER 2001

TENTANG
PENGELOLAAN KUALITAS AIR DAN
PENGENDALIAN PENCEMARAN AIR

Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas

PARAMETER	SATUAN	KELAS				KETERANGAN
		I	II	III	IV	
FISIKA						
Tempelatur	°C	deviasi 3	deviasi 3	deviasi 3	deviasi 5	Deviasi temperatur dari keadaan alaminya
Residu Terlarut	mg/ L	1000	1000	1000	2000	
Residu Tersuspensi	mg/L	50	50	400	400	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, residu tersuspensi ≤ 5000 mg/ L
KIMIA ANORGANIK						
pH		6-9	6-9	6-9	5-9	Apabila secara alamiah di luar rentang tersebut, maka ditentukan berdasarkan kondisi alamiah
BOD	mg/L	2	3	6	12	
COD	mg/L	10	25	50	100	
DO	mg/L	6	4	3	0	Angka batas minimum
Total Fosfat sbg P	mg/L	0,2	0,2	1	5	
NO 3 sebagai N	mg/L	10	10	20	20	
NH3-N	mg/L	0,5	(-)	(-)	(-)	Bagi perikanan, kandungan amonia bebas untuk ikan yang peka ≤ 0,02 mg/L sebagai NH3
Arsen	mg/L	0,05	1	1	1	
Kobalt	mg/L	0,2	0,2	0,2	0,2	
Barium	mg/L	1	(-)	(-)	(-)	
Boron	mg/L	1	1	1	1	
Selenium	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,05	
Kadmium	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	
Khrom (VI)	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,01	
Tembaga	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,2	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Cu ≤ 1 mg/L

Besi	mg/L	0,3	(-)	(-)	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Fe ≤ 5 mg/L
Timbal	mg/L	0,03	0,03	0,03	1	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Pb ≤ 0,1 mg/L
Mangan	mg/L	0,1	(-)	(-)	(-)	
Air Raksa	mg/L	0,001	0,002	0,002	0,005	
Seng	mg/L	0,05	0,05	0,05	2	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Zn ≤ 5 mg/L
Klorida	mg/l	600	(-)	(-)	(-)	
Sianida	mg/L	0,02	0,02	0,02	(-)	
Fluorida	mg/L	0,5	1,5	1,5	(-)	
Nitrit sebagai N	mg/L	0,06	0,06	0,06	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, NO ₂ _N ≤ 1 mg/L
Sulfat	mg/L	400	(-)	(-)	(-)	
Khlorin bebas	mg/L	0,03	0,03	0,03	(-)	Bagi ABAM tidak dipersyaratkan
Belereng sebagai H ₂ S	mg/L	0,002	0,002	0,002	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, S sebagai H ₂ S <0,1 mg/L
MIKROBIOLOGI						
Fecal coliform	jml/100 ml	100	1000	2000	2000	
-Total coliform	jml/100 ml	1000	5000	10000	10000	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, fecal coliform ≤ 2000 jml / 100 ml dan total coliform ≤ 10000 jml/100 ml
-RADIOAKTIVITAS						
- Gross-A	Bq /L	0,1	0,1	0,1	0,1	
- Gross-B	Bq /L	1	1	1	1	
KIMIA ORGANIK						
Minyak dan Lemak	ug /L	1000	1000	1000	(-)	
Detergen sebagai MBAS	ug /L	200	200	200	(-)	
Senyawa Fenol	ug /L	1	1	1	(-)	
sebagai Fenol						
BHC	ug /L	210	210	210	(-)	
Aldrin / Dieldrin	ug /L	17	(-)	(-)	(-)	
Chlordane	ug /L	3	(-)	(-)	(-)	
DDT	ug /L	2	2	2	2	
Heptachlor dan	ug /L	18	(-)	(-)	(-)	
heptachlor epoxide						
Lindane	ug /L	56	(-)	(-)	(-)	
Methoxychlor	ug /L	35	(-)	(-)	(-)	
Endrin	ug /L	1	4	4	(-)	
Toxaphan	ug /L	5	(-)	(-)	(-)	

Keterangan :

mg= miligram

ug = mikrogram

ml = militer

L = liter

Bq= Bequerel

MBAS = Methylene Blue Active Substance

ABAM = Air Baku untuk Air Minum

Logam berat merupakan logam terlarut

Nilai di atas merupakan batas maksimum, kecuali untuk pH dan DO.

Bagi pH merupakan nilai rentang yang tidak boleh kurang atau lebih dari nilai yang tercantum.

Nilai DO merupakan batas minimum.

Arti (-) di atas menyatakan bahwa untuk kelas termasuk, parameter tersebut tidak dipersyaratkan

Tanda \leq adalah lebih kecil atau sama dengan

Tanda $<$ adalah lebih kecil

PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA

ttd.

MEGAWATI SOEKARNO PUTRI

Lampiran II**Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia****Nomor : 416/MENKES/PER/IX/1990 Tanggal : 3 September 1990****DAFTAR PERSYARATAN KUALITAS AIR BERSIH**

No.	PARAMETER	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Keterangan
1	2	3	4	5
A.	FISIKA			
1.	Bau	-	-	Tidak berbau
2.	Jumlah zat padat terlarut (TDS)	mg/L	1.500	-
3.	Kekeruhan	Skala NTU	25	-
4.	Rasa	-	-	Tidak berasa
5.	Suhu	°C	Suhu udara ± 3°C	-
6.	Warna	Skala TCU	50	-
B.	KIMIA			
1.	Air raksa	mg/L	0,001	Merupakan batas minimum dan maksimum, khusus air hujan pH minimum 5,5
2.	Arsen	mg/L	0,05	
3.	Besi	mg/L	1,0	
4.	Fluorida	mg/L	1,5	
5.	Kadmium	mg/L	0,005	
6.	Kesadahan (CaCO ₃)	mg/L	500	
7.	Klorida	mg/L	600	
8.	Kromium, Valensi 6	mg/L	0,05	
9.	Mangan	mg/L	0,5	
10.	Nitrat, sebagai N	mg/L	10	
11.	Nitrit, sebagai N	mg/L	1,0	
12.	pH	-	6,5 - 9,0	
13.	Selenium	mg/L	0,01	
14.	Seng	mg/L	15	
15.	Sianida	mg/L	0,1	
16.	Sulfat	mg/L	400	
17.	Timbal	mg/L	0,05	
	Kimia Organik			
1.	Aldrin dan Dieldrin	mg/L	0,0007	
2.	Benzena	mg/L	0,01	
3.	Benzo (a) pyrene	mg/L	0,00001	
4.	Chlordane (total isomer)	mg/L	0,007	
5.	Coloroform	mg/L	0,03	
6.	2,4 D	mg/L	0,10	
7.	DDT	mg/L	0,03	
8.	Detergen	mg/L	0,5	
9.	1,2 Discloroethane	mg/L	0,01	
10.	1,1 Discloroethene	mg/L	0,0003	
11.	Heptaclor dan heptaclor epoxide	mg/L	0,003	
12.	Hexachlorobenzene	mg/L	0,00001	
13.	Gamma-HCH (Lindane)	mg/L	0,004	
14.	Methoxychlor	mg/L	0,10	
15.	Pentachlorophanol	mg/L	0,01	
16.	Pestisida Total	mg/L	0,10	
17.	2,4,6 urichlorophenol	mg/L	0,01	
18.	Zat organik (KMnO ₄)	mg/L	10	

No.	PARAMETER	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Keterangan
1	2	3	4	5
C.	<u>Mikro biologik</u> Total koliform (MPN)	Jumlah per 100 ml Jumlah per 100 ml	50 10	Bukan air perpipaan Air perpipaan
D.	<u>Radio Aktivitas</u>			
1.	Aktivitas Alpha (Gross Alpha Activity)	Bq/L	0,1	
2.	Aktivitas Beta (Gross Beta Activity)	Bq/L	1,0	

Keterangan :

mg = miligram

ml = mililiter

L = liter

Bq = Bequerel

NTU = Nephelometrik Turbidity Units

TCU = True Colour Units

Logam berat merupakan logam terlarut

Ditetapkan di : J A K A R T A
 Pada tanggal : 3 September 1990
 Menteri Kesehatan Republik Indonesia

ttd

Dr. Adhyatma, MPH